

# 用水路(水田)の計画設計・施工マニュアル (案)



令和7年12月

一般社団法人 北海道土地改良設計技術協会



## はじめに

北海道における水田用開水路の計画設計に関する技術書に関しては、北海道開発局農業水産部が設計・施工の技術力向上を目的として『寒地フルーム水路設計施工要領—よりよき機能・耐寒性の向上・コスト縮減をめざして—』（平成10年1月）を発行しています。

その後、平成13年の土地改良法の一部改定により「環境との調和への配慮」が事業実施に求められていること、東北地方太平洋沖地震等の大規模地震による被災の教訓、施設の長寿命化の観点、技術の進展などから、農林水産省の「土地改良事業計画設計基準及び運用・解説」では、『設計「水路工」』（平成26年3月）が改定されました。

近年、寒冷地におけるコンクリート工事では、厳寒期の品質確保や建設現場における技能者の不足など、課題への対応が必要とされています。また、さらなる生産性の向上、工期短縮、施工管理の負荷軽減、安全性の向上が求められ、農業用用水路（開水路）における設計・施工を取り巻く環境は大きく変化しています。

加えて、水田かんがい事業の実施地区の減少などから、若手技術者における用水路の設計・工事の経験不足が顕著となりつつある現状を踏まえ、本マニュアルを作成しました。

本書の作成にあたっては、北海道開発局においてこれまでに開発してきた寒冷地対応の技術や経験を踏まえて、土地改良事業計画設計基準の内容に沿って開水路設計の基本的な事項や施工における留意点をまとめ、『寒地フルーム水路設計施工要領』に加筆・修正を行い、水田用開水路の設計・施工が未経験な技術者でも計画設計から施工までの流れを分かりやすいように配慮したものにしました。

また、本書の編纂には、北海道開発局農業水産部関係課のご指導を頂きましたことに感謝申し上げます。

北海道の農業農村整備事業に携わる農業土木技術者が本書を活用して頂き、より良き開水路の計画設計と工事施工に係る業務の一助となれば幸いです。

令和7年12月

一般社団法人 北海道土地改良設計技術協会  
会長理事 館石和秋

# 目 次

## 第 1 章 総説

1.1 用水路の基本条件	1
1.2 目的と適用範囲	2

## 第 2 章 水理設計の要点

2.1 全体水理計画	5
2.2 水理設計に用いる流量	8
2.3 水理基本断面	9
2.4 流速	9
2.5 平均流速の計算と粗度係数	10
2.6 余裕高	11
2.7 断面縮小	11

## 第 3 章 フルーム水路の構造設計要点

3.1 フルーム水路の形状および構造	12
3.1.1 フルーム水路の特徴	12
3.1.2 フルーム水路の形状と構造	12
3.1.3 水路型式の選定	17
3.1.4 プレキャスト製品価格の算出方法	20
3.1.5 コスト比較および評価の方法	22
3.2 部材強度の基準	23
3.2.1 単位体積重量	23
3.2.2 コンクリートの品質と許容応力度	23
3.2.3 鉄筋の材質および許容応力度	25
3.3 構造計算における荷重の扱い	25
3.3.1 荷重の基本形	25
3.3.2 土圧	26
3.3.3 寒冷地特殊荷重	28
3.3.4 側壁背面荷重	29
3.3.5 外水圧	31
3.3.6 内水圧	31
3.3.7 検討ケースと荷重の組み合わせ	32
3.4 浮上対策	32
3.4.1 検討方法	32
3.4.2 張出スラブの長さ	34
3.4.3 掘込地形における注意	36
3.5 鉄筋の扱い	37
3.5.1 鉄筋のかぶり	37
3.5.2 最小鉄筋量	38
3.5.3 鉄筋の組み合わせ	38
3.5.4 鉄筋の定着	39
3.5.5 鉄筋の段落とし	41

3.5.6	鉄筋の継手	41
3.5.7	定着長算定例	42
3.6	横断継目	43
3.6.1	継目の種類と間隔	43
3.6.2	伸縮継目	43
3.6.3	収縮継目	45
3.6.4	プレキャストコンクリート水路の横断継目	46
3.6.5	ひび割れ誘発目地	49
3.6.6	コンクリートの打継目位置の図示	52
3.7	基礎処理	54
3.7.1	基礎型式	54
3.7.2	基礎砂利	56
3.7.3	均しコンクリート	57
3.7.4	既設水路の再利用	57
3.8	凍上対策	58
3.8.1	工法選定	58
3.8.2	一般置換工法	60
3.8.3	完全断熱工法	61
3.8.4	特異な側壁背面土工形状	64
3.9	外水処理	65
3.9.1	ドレーンの配置方法	65
3.9.2	ドレーンの配置とその排水先別設計外水位	66
3.9.3	ドレーンが受け持つ排水量	67
3.9.4	ドレーン管径と導水可能延長	67
3.9.5	ドレーンの構成	69
3.9.6	点検孔	70
3.9.7	水路内排水バルブ（ドレーナー）	72
3.9.8	ウィープホール	74
3.10	土工計画	76
3.10.1	掘削勾配	76
3.10.2	埋戻し・盛土	78
3.10.3	バーム	78
3.11	耐震設計	80
3.11.1	一般事項	80
3.11.2	重要度区分と保持すべき耐震性能	81
3.11.3	構造物に対する耐震設計	83
3.11.4	地盤変状に対する耐震設計	84

#### 第4章 支線および小用水路の設計要点

4.1	基本事項	87
4.2	開水路	88
4.2.1	一般事項	88
4.2.2	設計にあたっての留意点	88
4.3	パイプライン	96
4.3.1	一般事項	96
4.3.2	設計にあたっての留意点	96

## 第5章 分水の設計要点

5.1 基本事項	102
5.2 配置計画	102
5.3 分水型式	102
5.4 設計例	103

## 第6章 調整施設の設計要点

6.1 基本事項	107
6.2 水位調整施設	107
6.2.1 チェックの種類	108
6.2.2 チェック方式	109
6.2.3 堰の形態とその特徴	110
6.2.4 設計上の留意点	112
6.3 余水吐	114
6.3.1 余水吐の配置	114
6.3.2 余水吐の設計流量	115
6.3.3 型式	116
6.4 放水工	119
6.4.1 設計放水量	119
6.4.2 構成	119
6.4.3 放水口	120
6.4.4 放水路	120
6.4.5 減勢工	121

## 第7章 附帯構造物の設計要点

7.1 基本事項	122
7.2 水路保護施設	122
7.2.1 流出水排除施設	123
7.2.2 横断排水施設	124
7.2.3 流入施設	127
7.2.4 排水溝（ディッチ）	128
7.3 安全施設	129
7.3.1 保安施設	129
7.3.2 救助施設	131
7.4 標識等	135
7.5 除塵施設	136
7.6 車両進入路	139

## 第8章 接続工種の設計要点

8.1 基本事項	141
8.2 サイホン工	141
8.2.1 一般事項	141
8.2.2 設計における留意点	142
8.3 道路横断工	143
8.3.1 一般事項	143
8.3.2 設計における留意点	144
8.4 トンネルおよび水路橋	148

## 第9章 開水路の施工

9.1 開水路の施工要領	149
9.1.1 基本事項	149
9.1.2 現場打ち鉄筋コンクリート工事	149
9.1.3 プレキャストコンクリート工事	156
9.1.4 土工事	165
9.1.5 仮設工事	166
9.2 施工管理	168
9.2.1 段階確認	168
9.2.2 出来高管理基準および規格値	169
9.3 開水路工事例	176
9.3.1 工事工程フロー	176
9.3.2 開水路工事の施工と留意事項	177
9.3.3 支線・小用水路工事の施工と留意事項	244
(引用) 間違い易い水理設計－水路工に関する事項	引用－1
(引用) 事務連絡：フルーム水路におけるバレル長について	引用－10
(引用) 事務連絡：鉄筋段落としの扱いについて	引用－16
(引用) 重荷重を受ける水利構造物におけるダウエルバーの設計について	引用－19
(引用) マスコンクリートのひび割れ制御に関する研究委員会報告書	引用－29
(引用) 土地改良施設凍結深検討資料作成業務報告書	引用－37
(引用) サイドドレーナー技術資料	引用－118
(引用) アンダードレーナー技術資料	引用－121
(引用) 農業用開水路における目地等の補修工法の適用性評価	引用－125
(引用) 泥炭性軟弱地帯の地域用水におけるパイプライン設計運用	引用－132
(引用) 道営農業農村整備事業設計の手引き	引用－152
(引用) 用地測量調査マニュアル	引用－169
(引用) コンクリート構造物における プレキャストコンクリート製品の導入促進について	引用－183
(引用) 事務連絡：現場打ちフルーム水路の防寒養生について	引用－187
(引用) 用排水路設計指針	引用－202

# 第1章 総説

## 1.1 用水路の基本条件

用水路網は、幹線系から支線まで一連の流体流送システムとして、受益地に対し迅速な送水と円滑な分配水機能を発揮するように、開水路をはじめ各種の水路工種を中心に分土工、調節施設のほか、各種の附帯施設が一体となつて的確に稼働しなければならない。特に国営事業の対象となる幹線系は、水路組織網の基幹となるもので、この機能、構造、操作管理のしやすさ等の良否は、そのかんがい地域における水路組織全体の水利・構造的性能を決定づけるものである。

このため、取水口から末端までを一連の水路系として、受益者にとって利用しやすく、また、管理者にとっては、操作運用が容易な送配水機能を有するとともに、寒冷地の厳しい環境に対する堅牢性と耐久性について、各工種はもちろん水路系全体としても均質な構造でなければならない。

### ※注意

用水路には、かんがい用水の送配水のみならず周辺地域の環境用水の送配水や、周辺地域からの雨水等が流入する場合にはこれらの排水機能、さらに親水のための水辺環境の創造等、多目的利用が求められることがある。

このため、用水路の計画・設計の段階はもとより、工事中にあっても用水路全体を取り巻く社会環境の変化に常に留意するとともに、必要に応じて通水断面を見直すことや新たに必要工種を追加配置する等、柔軟かつ迅速に適切な対応を行い、国民的財産として地域の新しい多用途な用水路体系を造成していかなければならない。



写真 1.1.1 北海幹線用水路



写真 1.1.2 当別幹線用水路

## 1.2 目的と適用範囲

本マニュアルは、国営土地改良事業における用水路の中心的工種となっている現場打ち鉄筋コンクリート水路またはプレキャストコンクリート水路を主体とする幹線・支線水路系およびこれに組み合わせられる主な施設の設計と施工において、寒冷地として特に配慮すべき要点を示したものである。

なお、本マニュアルは、土地改良事業計画設計基準および運用・解説の設計「水路工」～平成 26 年 3 月（農林水産省農村振興局整備部設計課）に準拠している。また、第 4 章以外は、国営規模の用水路を対象としている。

### 【解説】

#### (1) 目的

国営土地改良事業の対象となる用水路の幹線系は、受益地への自然流下かんがいを指向して山間地や山裾など地形の急峻な地帯に配置されることが多い。また、寒冷地の水田かんがいは、気象変動に応じたかんがい方法がとられるため、かんがい期には迅速な送水と公平な分配水機能が要求される。非かんがい期には、数か月にわたり厳しい寒気と氷雪の中で露出状態におかれる。

本マニュアルは、上記のような過酷な条件下の幹線・支線水路系として円滑な送配機能と構造の高い耐久性を確保することを指向して土地改良事業計画設計基準等に加えて、地域の特性上、特に配慮しなければならない点とその技術対応をまとめたものである。

#### (2) 適用範囲

水田用水を流送する施設を対象とし、図 1.2.1 に示す現場打ち鉄筋コンクリートまたはプレキャストコンクリートによる開水路、ボックスカルバート、サイホン、水路橋、トンネルなどで構成される幹線水路および幹線水路系としてこれに組み込まれる分水工、調整施設、附帯構造物、さらに末端ほ場へ配水する支派線用水路、ほ場に至る小用水路（V 型トラフ、パイプライン）に適用する。

なお、フルーム水路およびボックスカルバートと同様の形状・構造をもつファームポンド等の用水施設についても、特別な条件がない限り、本マニュアルを適用する。

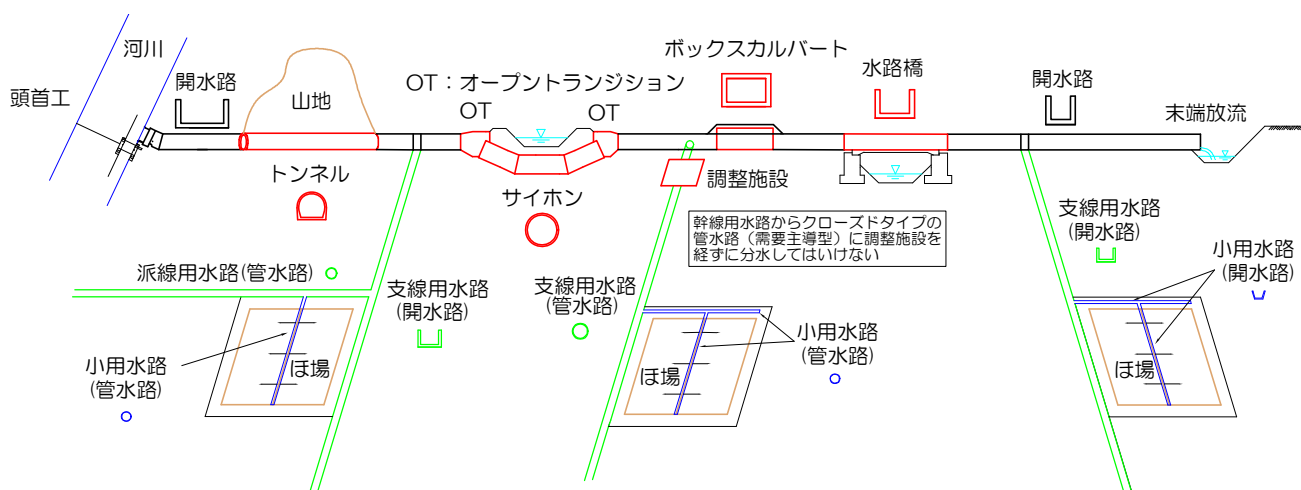


図 1.2.1 本マニュアルの対象施設

#### (3) フルーム水路の発展経緯

用水路の設計・施工技術は、明治末期から昭和初期に建設された土水路構造に始まり、昭和 30 年代にはアメリカの技術を駆使した愛知用水事業により、ライニング水路技術が普及した。しかし、水路の安定を基盤に大きく依存するライニング水路は経済的に優れてはいたが、多発する豪雨と厳しい地形条件になじみにくかったため、次第に構造自体で外力に抵抗して自立する現場打ち鉄筋コンクリートフルーム水路に移行した。

北海道においても、昭和 30～40 年代に展開された大規模な国営かんがい排水事業では、愛知用水事業の技術影響を受け、夕張川・空知川水系の各幹線系用水路にコンクリート平板ブロックによるライニング水路が普及し、さらに北海幹線用水路などでは、水路側面を L 型ブロック、底版を現場打ち鉄筋コンクリートとした複合型ライニング水路が開発された。しかし、これらのライニング水路は、本道の極めて過酷な気象現象の影響を受け、ライニングの劣化が目立ち、その補修が多発した。

昭和 40 年代初めに着手した国営天塩川上流かんがい排水事業では、新設の剣和幹線用水路の開水路区間約 23km にわたって現場打ち鉄筋コンクリートのフルーム水路が採用され、これが堅牢で耐久性が高かったことから、他の国営かんがい排水事業における幹線水路系にも次々と採用された。

加えて、明治末期に北海道で用水路の建設が始まって以来、長い間、フルーム構造の弱点であった側壁と底版の打継目について、昭和 63 年に旭川農業事務所によりそれを必要としない連続打設工法が開発された。さらにフルーム水路と組み合わせられることの多いボックスカルバートには、平成 4 年に岩見沢農業事務所において、その打継目処理に確実に効率のよい化学的処理工法が開発された。

これらの施工技術の発達とともに現場打ち鉄筋コンクリート水路は、用水路の主流として位置づけられている。

#### (4) プレキャスト化の推進

これまで北海道での国営土地改良事業で実施する基幹的用水路の施設更新事業は、現場打ち鉄筋コンクリート水路を主体に進められてきた。しかし、寒冷地におけるコンクリート工事では、施工可能な期間が限定されるうえ、厳寒期の過酷な環境のため、品質の確保が非常に難しく、加えて、近年の建設現場における技能者の不足などの課題が生じていることから、さらなる生産性の向上、工期短縮、施工管理の負荷軽減、安全性の向上など工事現場の環境改善が強く求められている。

これらの背景を踏まえ、施工時期や環境に左右されず、安定的かつ効率的に品質が確保できるプレキャストコンクリート水路の導入を積極的に進め、現場条件や施設規模に応じて、プレキャストのもつメリットを最大限に活用していく必要がある。現在、プレキャストコンクリート水路の技術は進んでおり、比較的大きな製品の製作や狭小部への製品搬入も可能になっている。また、目地・止水材の性能も向上し、漏水の心配もなくなっている。路線全体を俯瞰して地形・地質、その他条件から、プレキャスト化が可能な範囲を設定する。

本マニュアルでは、プレキャストコンクリート水路の導入に向けて、設計・施工の留意すべき事項、具体的な対応方法、事例を示すなど設計計画や経済比較の検討手順、施工要領等を取りまとめている。(令和 7 年 4 月 7 日 7 農振 3 号により、車両による運搬が可能な場合は、原則、プレキャスト化することとされたが、導入の可否に精査が必要な場合を想定し、経済比較の検討手順を記載している。)

#### (5) 設計・施工に関する基準、要領の経緯

フルーム水路は、その合理的構造から薄い部材で構成されるため、寒冷地の過酷な自然条件下では、機能・構造とも厳しい対応が要求される。北海道における国営土地改良事業では、フルーム水路の設計・施工については、「土地改良事業計画設計基準 設計水路工(その 1)」(昭和 61 年 5 月～農水省)および「土地改良事業標準設計 第 2 編鉄筋コンクリート水路」(昭和 61 年 5 月～農水省)によるほか、「積雪寒冷地における用水路の設計技術基準(案)」(昭和 55 年 3 月～開発局農業水産部)、「フルーム型水路の設計施工の運用(案)」(昭和 63 年 5 月～開発局農業水産部)次いで「寒冷地におけるフルーム型水路の設計施工要領」(平成 4 年 10 月～開発局農業水産部)、「寒地フルーム水路設計施工要領」(平成 10 年 1 月～開発局農業水産部)により設計基準等に示されていない寒冷地対応の技術および基準値に幅のあるものについて、これまでの施工経験を踏まえて、その運用等が示された。

本マニュアルは、「土地改良事業計画設計基準 設計水路工」(平成 26 年 3 月～農林水産省)の一部改正のほか、これまでが開発された技術、積み上げてきた経験を加え、さらに安全性を配慮した設計・施工が行われることを期し、今回、計画設計・施工マニュアルとして編纂および加筆を行ったものである。

(6) 本マニュアルの作成にあたって参考または引用した文献等は以下のとおりである。

1. 土地改良事業計画設計基準 設計 水路工 基準書・技術書 (H26.3) ----- 農林水産省農村振興局
2. 土地改良事業計画設計基準 設計 パイプライン 基準書・技術書 (R03.6) ----- 農林水産省農村振興局
3. 土地改良事業計画設計基準 設計 農道 基準書・技術書 (R06.3) ----- 農林水産省農村振興局
4. 土地改良工事数量算出要領 (案) (土木工事) (R05.4) ----- 農林水産省農村振興局
5. コンクリート構造物におけるプレキャストコンクリート製品の導入促進 (R07.4) --- 農林水産省農村振興局
6. 寒地フルーム水路設計施工要領 (H10.1) ----- 北海道開発局農業水産部監修
7. 事務連絡 フルーム水路におけるバレル長について (H15.11) ----- 北海道開発局農業設計課
8. 事務連絡 現場打ちフルームにおける防寒養生について (R02.10) ----- 北海道開発局農業設計課
9. 事務連絡 鉄筋段落としての扱いについて (H26.1) ----- 北海道開発局農業設計課
10. 国営農地再編整備事業 区画整理 水田 マニュアル (H23.3) ----- 北海道開発局農業水産部
11. H10 土地改良施設凍結深検討資料作成業務 (日本気象協会) ----- 北海道開発局農業設計課
12. H26 農業用開水路における目地等の補修工法の適用性評価 ----- 北海道開発局札幌開発建設部
13. 泥炭性軟弱地帯の地域用水におけるパイプライン設計運用 (案) ----- 北海道開発局札幌開発建設部
14. R06 部内単価表 (旭川開発建設部) ----- 北海道開発局旭川開発建設部
15. 土木工事施工管理基準 ----- 北海道開発局
16. 用地測量調査マニュアル (R05.3) ----- 北海道開発局開発監理部用地課
17. 2022 年制定コンクリート標準示方書【設計編】 ----- 土木学会
18. 道路土工 切土工・斜面安定工指針 (H21.6) ----- (社) 日本道路協会
19. 道路土工 盛土工指針 (H22.4) ----- (社) 日本道路協会
20. 防護柵の設置基準・同解説 (R03.3) ----- (社) 日本道路協会
21. 国土交通省河川砂防技術基準 調査編 (H26.4) ----- 国土交通省水管理・国土保全局
22. 用排水路設計指針 (R05.4) ----- 北海道農政部
23. 道営農業農村整備事業設計の手引き (H30.3) ----- 北海道農政部
24. 道路事業設計要領 (H26.4) ----- 北海道土木局道路課
25. 石野悌治：間違い易い水理設計－水路工に関する事項 ----- 水と土 第 40 号 1980
26. 中島賢二郎他：重荷重を受ける水利構造物におけるダウエルバーの設計について - 水と土 第 72 号 1988
27. マスコンクリートのひび割れ制御に関する研究委員会報告書 ----- 日本コンクリート工学協会
28. ジオテキスタイルを用いた補強土の設計・施工マニュアル (H25.12) ----- 土木研究センター

## 第2章 水理設計の要点

### 2.1 全体水理計画

#### (1) 目的と内容

幹線用水路を含むシステムとして送配水機能の連続性を保つため、取水口より各分水点を含む末端までの全体水理計画を行い、水管理を含む水理的基本条件を明確にすることが必要である。

- 1) 設計にあたっては、水路系として確保しなければならない水理および水利の基本条件を明確にするとともに、一貫した方針に基づいて一定の様式による設計図書を作成・保存する必要がある。
- 2) 図 2.1.1 に示す水理計画フローのように、種々の検討結果に基づき全体水理計画を策定することが重要である。計画にあたっては、各種拘束条件（先行改修、補償施設、既設利用箇所等）を勘案した水頭配分を行う。水理計画の検証は、不等流解析を基本とし、設計流量流下時の取水水位・余裕高の検証、最大流量流下時の余裕高の検証、さらには、最多頻度流量流下時、最小流量流下時および改修直後の良好な滑面状態による水位低下を踏まえた分水工配水位を検証して適切なチェック（水位調整施設）の配置を計画する。設計の結果は、これを総括して水理および操作管理条件を把握し、水路系全体の水理条件を明確にするため、かつ任意の区間から工事実施設計を進めてもよいように全体の水頭高・水面高・水路敷高一覧表および水理縦断面図としてとりまとめる必要がある。（各種流量の解説は、後述“2.2 水理設計に用いる流量”参照）

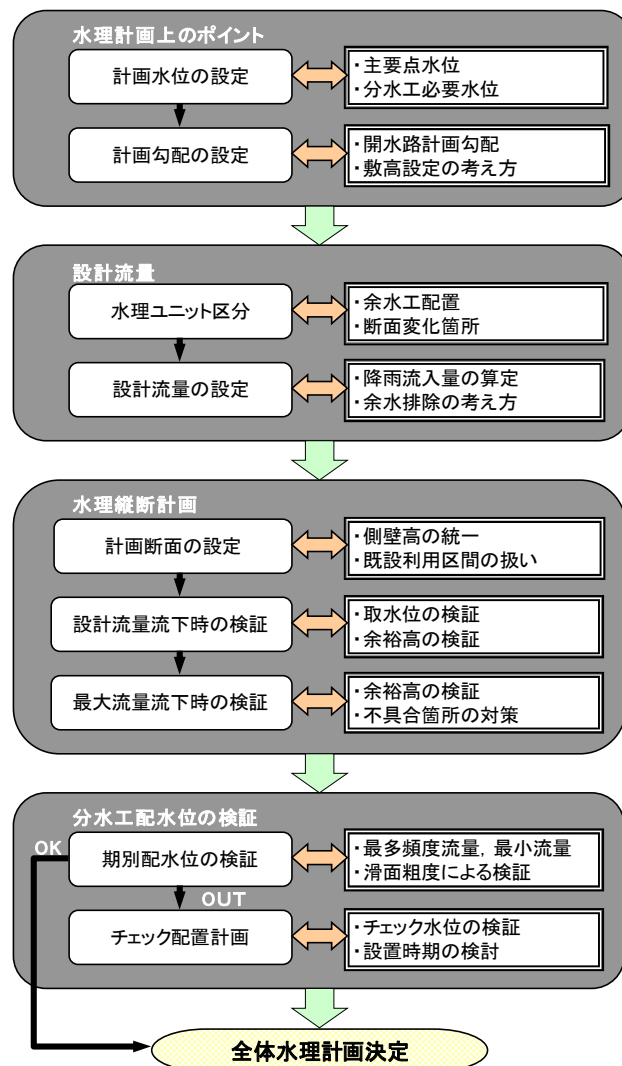


図 2.1.1 水理計画フロー図

3) 水頭高・水面高・水路敷高一覧表（表 2.1.1<sup>※1</sup>）および水理縦断図（図 2.1.2<sup>※2</sup>）は、原則として以下の事項について、水路の起点から終点まで統一された様式を用い、水路組織全体を一目で把握できるようにする。

- 地点または位置
- 取水口からの流下距離
- 地点別設計流量
- 地点別洪水流入量
- 水位調整施設（チェック）の位置および調整水位（チェック水位）
- 概略工種別配置および断面
- 期別水位および水路敷高・縦断形
- 分水工の位置および必要分水位
- 放余水工の位置および放余水量

表 2.1.1 水頭高・水面高・水路敷高一覧表の例

測点 No.	流量 (m <sup>3</sup> /s)	区別長 (km)	名称	工種	ノセル平均流 (その他別流)	ノセル平均損失 (m)	ノセル平均水深 (m)	流速 V (m/s)	流速水深 h <sub>v</sub> (m)	設計水位 E.L. (m)	水路底面高 d (m)	水路底面高 E.L. (m)	断面形状	断面寸法		
327+88.80																
	17.1	12.00		オープントランジション	$1.125 \times 10^4$ (9.35h <sub>v</sub> ^2)	0.306 0.026				57.381	1.830	0.171	57.530	3.900	55.729	S→O 台形断面形 f <sub>cr</sub> =0.30
328+8.00																
		487.50	○○第1	開水路	$2.222 \times 10^4$	0.301				57.609	1.266	0.083	57.586	2.450	55.136	台形断面形 f <sub>cr</sub> =0.30 m=1.25, f <sub>cr</sub> =0.40
331+27.50																
		11.00		オープントランジション	$4.367 \times 10^4$ (9.35h <sub>v</sub> ^2)	0.005 0.019				57.387	1.266	0.083	57.434	2.450	55.034	台形断面形 f <sub>cr</sub> =0.30
+88.50																
		4.00		クローズトランジション	$6.897 \times 10^4$	0.003				57.342	1.830	0.170	57.364	2.503	54.781	台形断面形 f <sub>cr</sub> =0.30 d=4.5, sec 12°16'±0.50 m=0.814, f <sub>cr</sub> =0.40
+73.50																
		197.00	○○第3	トンネル	$6.897 \times 10^4$	0.136				57.349	1.830	0.170	57.361	2.500	54.681	D=3.00m 標準高てい形 m=0.814, d=0.30・D D=2.80m
334+89.50																
		4.00		クローズトランジション	$7.042 \times 10^4$ (9.35h <sub>v</sub> ^2)	0.003 0.002				57.484	1.830	0.170	57.335	2.500	54.343	T→F f <sub>cr</sub> =0.30
+73.50																
		152.98	○○第1	フルーム	$7.143 \times 10^4$	0.060				57.399	1.830	0.170	57.336	2.500	54.348	d=2.24m, d'=2.38m m=0.814, f <sub>cr</sub> =0.40 パンチ: 0.25m×0.15m
335+85.54																
		4.00		オープントランジション	$7.076 \times 10^4$ (9.35h <sub>v</sub> ^2)	0.003 0.001				57.319	1.830	0.170	57.146	2.500	54.266	F→S 台形断面形 f <sub>cr</sub> =0.30
+81.54																
		174.00	○○第2	サイホン	$8.000 \times 10^4$ (パンチ)	0.015 0.142 0.036				57.313	1.830	0.171	57.142	4.120	52.914	d=3.45, sec 12°16'±0.50 m=0.814, f <sub>cr</sub> =0.40 パンチ: 0.25m×0.15m
337+85.54																
		117.00		中心線延長を示す						57.137	1.830	0.171	56.966	3.744	52.332	d=3.45, sec 12°16'±0.50
		11.00		オープントランジション	$5.125 \times 10^4$ (9.35h <sub>v</sub> ^2)	0.006 0.026				57.185	1.266	0.083	57.602	2.450	54.175	S→O 台形断面形 f <sub>cr</sub> =0.30
+77.54																
		181.50	○○第2	開水路	$2.222 \times 10^4$	0.036				57.369	1.266	0.083	56.986	2.450	54.536	台形断面形 f <sub>cr</sub> =0.30
339+39.50																
		11.00		オープントランジション	$4.367 \times 10^4$ (9.35h <sub>v</sub> ^2)	0.005 0.019				57.369	1.266	0.083	56.986	2.450	54.536	S→T 台形断面形 f <sub>cr</sub> =0.30
+88.50																
										57.045	1.830	0.170	56.906	2.503	54.383	d=4.5, sec 12°16'±0.50 m=0.814, f <sub>cr</sub> =0.40

( ) は中心線延長を示す。Δh<sub>v</sub>はトランジション上下流の流速水頭の差。



図 2.1.2 水理縦断図の例

※1 設計基準 水路工技術書 p238 表-6.7.1 ..... 農林水産省  
 ※2 設計基準 水路工技術書 p239 図-6.7.1 ..... 農林水産省

## 【解説】

- 1) 幹線起点の取水口から国営末端（必要に応じ道営末端）までは、供用後に一つの管理単位となるのが一般的である。このため、その系全体が機能性、安全性、経済性について均衡のとれた水路となるように統一的な水理設計を行い、水理基本条件を定めておくことが必要である。
- 2) この全体水理計画における位置および高さについては、GNSS 測量<sup>注1)</sup> (VRS、RTK) を用いて、主要な地点の X・Y・Z を計測するのが望ましい。なお、高さについては、長い年月にわたって利用できる仮 BM（工事実施測量にも使用する）を適宜配置するとともに、必要地点は、水準測量により求めるものとする。

### 注 1) GNSS 測量

全地球測位システム（通称：GPS）など衛星測位システムを用いて行う測定の総称。かつては、アメリカが所有する GPS 衛星だけを用いていたため GPS 測量と呼ばれていた。しかし、現在は、日本の測位衛星「みちびき」、ロシアの「GLONASS」、欧州の「ガリレオ」など、複数の測位衛星を用いるようになり、GNSS 測量と呼ばれている。

トータルステーションを用いて既知点からの距離と角度を計算して位置を測定する TS 測量に対して、GNSS 測量は、衛星の位置と観測地点までの距離から位置座標を計算して測定を行うものである。

この位置座標は「世界測地系」と言い世界共通の位置規準である。平成 14 年 4 月より位置を表す基準として日本測地系から移行した。世界測地系を用いて測定することにより地震や津波などで大きく地形が変わっても正確な測量が可能。

- 3) 用水路の工事は、新設・改修にかかわらず様々な条件や都合により任意の区間を優先することが多い。このため、全区間について、少なくとも水頭高・水面高・水路敷高一覧表および水理縦断面図に示す基本条件が明らかにされていなければ水理の連続性を失い、送配水にあたって難しい操作管理を強いることになる。
- 4) 全体水理計画は、水頭配分のみならず水路敷高やその縦断勾配についても検討を行う必要がある。一般的に各工種の最有利断面（後述“2.3 水理基本断面”参照）を単純につなぐと水路敷高は、開水路区間に比べてトンネルでは低く、水路橋では高くなることがある。このような場合、水路縦断形が凹凸になり、凹部では滞水や土砂堆積が生じ、保守管理時に不便な場合が多い。  
したがって、このような箇所では、土砂の堆積、排水対策、水路の断面形状と工事費の関係など総合的な視野から水路敷高や縦断勾配を決める必要がある。
- 5) 全体水理計画の立案にあたっては、地形・土地利用などのほか、最新の水路周辺情報に基づいて、統一的な機能性、安全性、経済性の観点から作業を行う。
- 6) この全体水理計画の成果は、その水路の工事はもとより、関連事業の基本条件や供用後の維持管理情報にも使用されることを考慮して長い年月の使用に耐え得るように、紙での保存だけでなく電子媒体のデータ類を適切に保存・管理することが望ましい。

## (2) 年度工事設計（実施設計）

年度工事設計における水理基本条件は、先に決定されている全体水理計画に基づいて作業を進め、その成果は必ず照合・確認して水路組織系として水理条件や管理操作方法などの一貫した連続性を確保する。

### 【解 説】

規模、延長が大きい幹線系の用水路工事は長い年月を要する。しかし、単年度ごとの局所的な工事の精度に関心が注がれ、着工した時点で決定した全体水理計画との整合性について点検を行う配慮が不足がちとなる。

用水路は、取水口から終点までの水理条件や分水などの操作条件・操作方法など、水路系として一貫した連続性が保たれていなければ難しい管理を強いることや、受益者にとっても利用しにくい用水となってしまうことがある。また、長い年月にわたる工事で担当者も幾度となく入れ替わり、あるいは事業内容が変更になるなど技術的責任が不明確にもなり易い。

このため、年度予算要求、測量調査、詳細設計や工事などあらゆる機会に全体水理計画の成果との整合性を検証しつつ工事を進めることが望ましい。

## 2.2 水理設計に用いる流量

全体水理計画または年度工事設計に用いる流量は、以下のとおりとする。

- 設計流量 … かんがい最大通水量（ $\text{m}^3/\text{s}$ ）：代掻期 or 深水期
- 最多頻度流量 … かんがい普通期通水量（ $\text{m}^3/\text{s}$ ）
- 最小流量 … 渇水時通水量（ $\text{m}^3/\text{s}$ ）：普通期×取水制限率
- 最大流量 … 周辺降雨流入時の通水量（ $\text{m}^3/\text{s}$ ）

### 【解 説】

水路の水理設計は、設計流量を対象として水理的に目標とする設計水位が確保されるように行う。設計流量には、用水計画に定めている期別・用水系統別の計画最大流量を用いる。一般に、設計流量は、余水工の間の区間を1水理ユニットとしてユニット内では等しく与える。大規模な分水工があり確実な分水が見込める場合には、施設管理者と協議のうえ、設計流量を減じることができる。降雨の流入が避けられない場合等には、降雨流入量を加味してこれを設計流量とすることができる。

なお、水路組織内の各施設の設計にあたっては、設計流量以外の次の1)～4)などの流量に対してもその水路施設が所期の目的と機能を十分に発揮できるように、検討しなければならない。

#### 1) 最多頻度流量

水路施設における最小許容流速の検討および分水工配水位の検討を行う場合には、最多頻度流量（一般に普通期通水量）を用いて流況を検証する。

#### 2) 最小流量

渇水により取水量を制限した実績がある水路においては、通水量が減少したときの分水工配水位を検証する必要がある。また、それに付随する水位調整施設の配置計画や機能を検証する必要がある。この場合には、最小流量（渇水時通水量）を用いて流況を検証する。

#### 3) 最大流量

降雨時に水路周辺の流出水を水路に流入させる場合の流量である。特に水路の余裕高、放余水工の機能等、水路全体の安全性を検証する。

#### 4) その他重要施設に支障を及ぼすことが考えられる流量

水路断面一杯を流れる流量等で、その施設の規模からみて相当の溢水被害が予想される場合は、水路の流況・能力を検証するとともに、水路幅の拡幅や調整施設の配置等を検討する。

### 2.3 水理基本断面

用水路の主体となっているフルーム水路は、長方形断面としての底幅水深比（B/H）を水理的・構造的条件下により決定する。水理的に有利な比率は、表 2.3.1<sup>\*1</sup>に示す B/H=2：1 であり、構造上有利な比率は、図 2.3.1 に示す 1：1～2：1 程度のものとされている<sup>\*2</sup>。

しかし、北海道の大規模水路では、その比率を大きくとる方が、水理的・構造的に安定で耐寒対策や経済的に有利な場合が多い。

表 2.3.1 水理的な最有利断面寸法

m	0.0	0.3	0.5	0.57	1.0	1.25	1.5	2.0
θ	90°	73°18'	63°26'	53°08'	45°	38°40'	33°41'	26°34'
sinθ	1.000	0.958	0.894	0.800	0.707	0.625	0.555	0.447
cosθ	0.000	0.287	0.447	0.600	0.707	0.781	0.832	0.894
1/H	1.000	1.044	1.118	1.250	1.414	1.600	1.803	2.236
B/H	2.000	2.088	2.236	2.500	2.828	3.200	3.606	4.472
b/H	2.000	1.488	1.236	1.000	0.828	0.702	0.606	0.472
H/√A	0.707	0.748	0.759	0.756	0.739	0.716	0.689	0.636

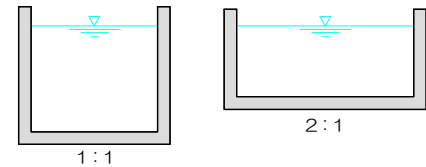


図 2.3.1 構造上有利な断面形

### 2.4 流速

最大流速は、表 2.4.1<sup>\*3</sup>に示すように、おおよそ 3.0m/s 程度まで許容できる。しかし、安定した水面を得るため、フルード数は Fr=0.44 以下<sup>\*4</sup>にするのが望ましい。

表 2.4.1 最大許容流速

種 別	流速 (m/s)	種 別	流速 (m/s)
砂質土	0.45	厚いコンクリート (18cm 程度)	3.00
砂質ローム	0.60	薄いコンクリート (10cm 程度)	1.50
ローム	0.70	アスファルト	1.00
粘質ローム	0.90	ブロック空積 (控 30cm 以下)	1.50
粘土	1.00	ブロック空積 (控 30cm 以上)	2.00
砂混り粘土	1.20	ブロック雑積	2.50
軟岩	2.00	プレキャストコンクリートパイプ	3.00
中硬岩	2.50	鋼管	5.00
硬岩	3.00	プレキャストコンクリート水路 (橋きよを除く)	3.00

#### 【解 説】

フルーム水路の流速は、流水による洗掘に対して大きい値を許容できる。一般に厚いコンクリート（18cm 程度）の最大流速は 3.0m/s まで許容できる。放水路など一時的な最大許容流速はその 1.5 倍の 4.5m/s 程度である。しかし、用水路では、流水の搬送のほかに分水・量水や除塵などが必要であるため、その機能を十分に発揮するには、水理性状についても考慮しなければならない。

限界流速に近い流れ（Fr≒1）は、本質的に水面が不安定となりやすく、いったん波が発生すると消えにくく、これが分水障害や溢水などを生じて良好な水路機能を損なうことがある。また、完成直後は、水路の粗度が小さいため、計画以上の流速が発生して大きな水面動揺を繰り返すことがあるので、注意しなければならない。

流速の決定にあたっては、限界流速に近い流れを避けることが必要であり、その程度について定量的な基準はないが、これまでの事例から設計基準に述べられている限界流速の 2/3 程度（フルード数 Fr=0.54）程度以下<sup>\*5</sup>より少し緩い Fr=0.44 以下に保てばかなり安定した水面が期待できる。

※フルード数 (=Fr)：流れに関する無次元数。Fr=V/√gh（水深 h、流速 V、重力による加速度 g）

開水路の流れにおいて、h を水理学的水深（h=通水断面積/水面幅）とすれば、Fr<1 のときは常流、Fr>1 のときは射流、Fr=1 のときは限界流である。

- ※1 設計基準 水路工技術書 p423 表-8.1.1 ----- 農林水産省
- ※2 設計基準 水路工技術書 p424 ----- 農林水産省
- ※3 設計基準 水路工技術書 p183 表-6.1.4 ----- 農林水産省
- ※4 間違い易い水理設計-水路工に関する事項 ----- 水と土 第 40 号
- ※5 設計基準 水路工技術書 p184 ----- 農林水産省

## 2.5 平均流速の計算と粗度係数

### (1) 平均流速公式

開水路系の平均流速は、原則として、式 2.5.1<sup>\*1</sup> に示すマニング公式により計算する。

$$V = \frac{1}{n} \cdot R^{2/3} \cdot I^{1/2} \quad \dots \text{式 2.5.1}$$

ここに V：平均流速(m/s), n：粗度係数  
R：径深(m)=流積 A(m<sup>2</sup>)／潤辺 S(m)  
I：動水勾配

### (2) 粗度係数 n

表 2.5.1<sup>\*2</sup> に示す標準値を採用し、水路型式が現場打ち鉄筋コンクリート水路の場合は n=0.015、プレキャストコンクリート水路の場合は n=0.014 とする。

ただし、完成直後の側壁面は、良好な滑面状態となるため、水位低下が起こりやすい。このため、最小値の n=0.012 を用いて分水工配水位の検証を行い必要に応じてチェックを配置する。併せてフルード数をチェックし、n=0.012 で Fr=0.54 以下であることを確認する。

表 2.5.1 粗度係数 n の値

水路の材料と状態	粗度係数		
	最小値	標準値	最大値
コンクリート（現場打ちフルーム、暗きよ等）	0.012	0.015	0.016
コンクリート（吹付け）	0.016	0.019	0.023
コンクリート（既製フルーム類）	0.012	0.014	0.016
コンクリート（鉄筋コンクリート管）	0.011	0.013	0.014
コンクリートブロック積	0.014	0.016	0.017
セメント（モルタル）	0.011	0.013	0.015
鋼（ロックバー及び溶接）	0.010	0.012	0.014
鋼（リベット）	0.013	0.016	0.017
平滑な鋼表面（塗装なし）	0.011	0.012	0.014
平滑な鋼表面及び管（塗装）	0.012	0.013	0.017
波形表面（鋼板）	0.021	0.025	0.030
鋳鉄（塗装なし）	0.011	0.014	0.016
鋳鉄板及び管（塗装）	0.010	0.013	0.014
塩化ビニル管		0.012	
強化プラスチック複合管		0.012	
陶管	0.011	0.014	0.017
アースライニング		0.025	
アスファルト（滑面）		0.014	
アスファルト（粗面）		0.017	
石工（粗石積積）	0.017	0.025	0.030
石工（粗石空積）	0.023	0.032	0.035
全断面無ライニングの岩トンネル	0.030	0.035	0.040
底面だけコンクリート打設した無ライニングの岩トンネル	0.020	0.025	0.030
草生被覆（芝張）	0.030	0.040	0.050

### 【解説】

1) 本マニュアルの対象用水路は開水路を主体とし、一部にサイホン等の管水路が含まれる場合であり、実用性を考えてマニング公式を用いる。サイホン区間についても同様である。なお、管水路が主体の場合は、ヘーゼン・ウィリアムス公式を用いる。

2) マニング公式に用いる粗度係数は、流水が当たる面の粗滑のほかには水路の湾曲、断面形状、土砂堆積や植生等、数値的に不明なあらゆる要素を織り込んだ値であり、n=0.015 は完成後相当の年数を経た場合を想定した安全性を考慮したものである。北海道における国営事業で建設されたフルーム水路の完成直後（天塩川上流地区剣和幹線の 10 年目）の観測例では、n=0.010～0.012 である。このため、完成後当分の間、設計水位を下回って流下し、分水に支障をきたすことが多いので、必ずチェックの配置の検討やフルード数を確認しておくことが必要である。

※1 設計基準 水路工技術書 p185 式-6.2.2 ..... 農林水産省  
 ※2 設計基準 水路工技術書 p186 表-6.2.1 ..... 農林水産省

## 2.6 余裕高

水路の余裕高は、波浪溢水、誤操作などから施設を守る重要な値であり、取水口から終点まで一貫した安全性を保持するように定めなければならない。フルーム水路の余裕高は、式 2.6.1<sup>\*1</sup>により求めるものとする。

$$Fb = 0.07d + \beta \cdot hv + hw \quad \dots \text{式 2.6.1}$$

ここに  $Fb$  : 余裕高(m),  $d$  : 設計流量水深(m),  $hv$  : 速度水頭(m)  
 $\beta$  : 速度水頭の静水頭への変換係数=1.0  
 $hw$  : 水面動揺に対する余裕(0.05~0.15m)

- ①  $hw$  については、上記の範囲で当該用水路の水管理特性により選択する。
- ② 側壁高は、算出した  $Fb$  を設計水深  $d$  に加えて 5cm ラウンドアップで決定する。
- ③ 最大流量時の最小余裕高は 10cm とする。

### 【解説】

- 1) 国営事業の対象となる幹線用水路は、用水路のほかにトンネル、暗渠、サイホンなど各工種が組み合わせられることが多い。これらの工種ごとに余裕高の設定方法が異なる場合があるので、全区間にわたって流量比率などで整合性をとり、一貫した安全性を確保しなければならない。特に、改修水路では、改修区間と未改修区間、また年度工事毎に異なった考えをとることがあるので、工事期間を含めて水路系としての水理の一貫性に十分注意しなければならない。
- 2) 図 2.6.1 に水路断面の形状による余裕高と通水能力を示す。フルーム水路は、台形断面をとるライニング水路に比べ同じ余裕高の範囲での通水能力の余裕が小さく、かつ寒冷地の用水路として送配水機能に高い自由度を持つため、水面動揺に対する余裕高は大きい方が望ましい。

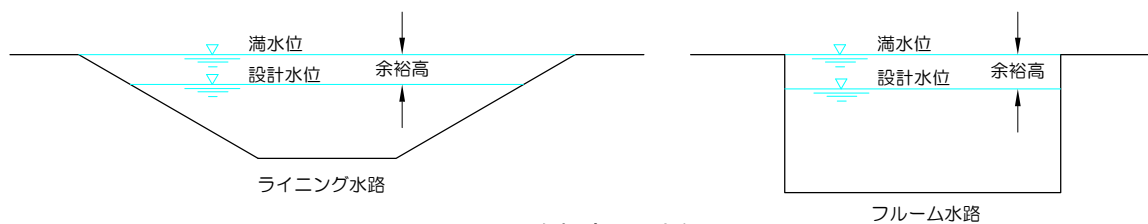


図 2.6.1 余裕高と通水能力

## 2.7 断面縮小

### (1) 断面縮小箇所

用水路は、分水によって下流に行くほど流下流量が減少する。これにより、水路断面を縮小することができる。ただし、断面縮小箇所は、基本的に余水工や大規模分水工地点とする。大規模分水工地点における断面縮小は、確実に分水されることが条件となる。水管理の容易性や分水側での余水処理方法などについて、施設管理者との十分な協議を行い、当該地点での断面縮小にリスクのないことを確認する。

### (2) プレキャストコンクリート水路の場合の留意点

プレキャストの製品価格は、製造価格、型枠製作費、運搬費、目地費で構成される。断面縮小箇所を増やした場合、製造価格は安くなるが、型枠製作費の割合が高くなる。また、対象延長の製作個数に対して、製作期間（4~10月：実働 140日）の考慮も必要であるため、年度あたりの正確な製作個数を決めなければ適正な価格は算出できない。

したがって、基本設計の段階で全体水理計画や工種配置計画を立て、製品規格単位の年度別施工延長を整理する必要がある。このとき、断面縮小箇所を減じて型枠製作数を最小とする方が経済的な場合がある。少なくとも短区間で多くの断面数を設定することは、明らかに不経済なので、水路規模や延長、チェックの配置等に留意して断面縮小の可否を判断する。

※1 設計基準 水路工技術書 p232 式-6.6.2 ----- 農林水産省

## 第3章 フルーム水路の構造設計要点

### 3.1 フルーム水路の形状および構造

#### 3.1.1 フルーム水路の特徴

フルーム水路は、矩形の通水断面をもち底版と両側壁が一体となった鉄筋コンクリート構造（図 3.1.1）であり、以下の特徴を有する。

- ① 急峻な地表横断地形でも安定性が高い。
- ② 地表（現地盤）と設計水面との差が大きくても土工量が少ない。
- ③ 用地幅が少ない。
- ④ 高地下水や湧水が多い場合でも安定性が高い。
- ⑤ 高い水密性のため、透水性地盤でも安定する。
- ⑥ 不均一な地盤でも一体構造のため、適応性が高い。
- ⑦ 一定の厚さをもち自立する鉄筋コンクリート構造のため、耐寒対策が取りやすく耐久性が高い。

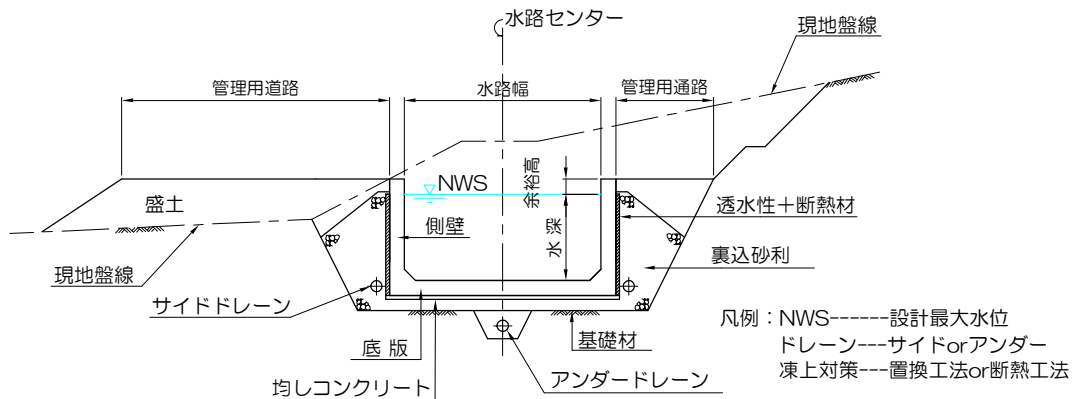


図 3.1.1 フルーム水路標準形状

#### 3.1.2 フルーム水路の形状と構造

##### (1) 現場打ち鉄筋コンクリート水路のバレル長

1 バレル（スパンとも称するがバレルで統一）の長さは、コンクリートの乾燥収縮によるひび割れの抑制から、図 3.1.2 に示すとおり、9～12m に制限している※<sup>1</sup>。

L=12m の積雪寒冷地での適用については、平成 14 年度に栗沢幹線用水路と当別幹線用水路において試験工事を行った結果、ひび割れ等の支障がなかったことが確認されている。このため、**L=12m を上限とする**※<sup>2</sup>。ただし、バレル中央に後述のひび割れ誘発目地を設置するものとする。

曲線部については、空知中央地区の試験工事の結果から有害なひび割れは確認されていない。このため、曲線部の基本バレル長も L=12m とする。なお、最大部材長の制限と鉄筋の定尺長の観点から、**側壁部材の外側で 12m を超えないようにする。**

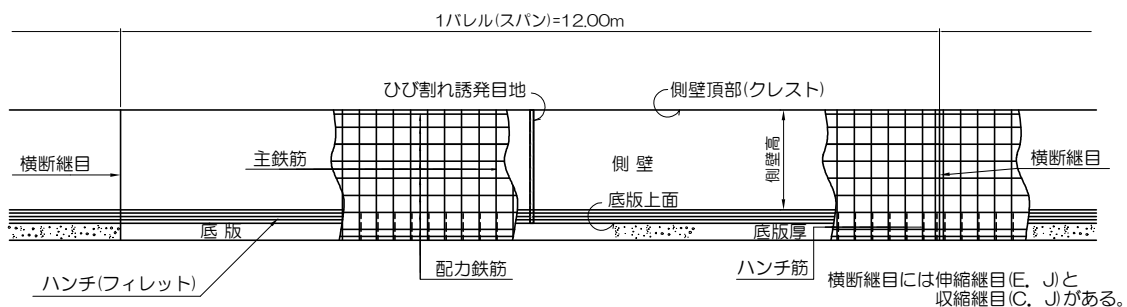


図 3.1.2 フルーム水路縦横断形状

※<sup>1</sup> 設計基準 水路工技術書 p445 ..... 農林水産省

※<sup>2</sup> 事務連絡 フルーム水路におけるバレル長について(H15.11) ..... 北海道開発局農業設計課

## (2) プレキャストコンクリート水路の製品長

1個あたりの製品の定尺長は、製造条件および運搬上の制約から標準  $L=2.4\text{m}$ 、長尺  $L=5.0\text{m}$  とする。これらの選定は、水路外幅  $B$ （製品外寸）に応じて表 3.1.1 のとおりとする。

$B \leq 2.4\text{m}$  かつ製品重量  $V \leq 13\text{t}$  の場合には、 $L=5.0\text{m}$  を採用する。 $B \geq 2.4\text{m}$  かつ  $V \leq 13\text{t}$  の場合は  $L=2.4\text{m}$  を採用する。 $B \geq 2.4\text{m}$  を超え、定尺では  $V > 13\text{t}$  となる場合は、 $V \leq 13\text{t}$  となる  $L$  を決定する。なお、 $B$  の上限は  $5.0\text{m}$  とする。

表 3.1.1 製品長の選定条件

水路外幅 $B(\text{m})$	製品重量 $V(\text{t})$	製品長 $L(\text{m})$	備考
$B \leq 2.4\text{m}$	$V \leq 13\text{t}$	$L=5.0\text{m}$	縦積み(図 3.1.3)
$2.4\text{m} < B \leq 5.0\text{m}$	$V \leq 13\text{t}$	$L=2.4\text{m}$	横積み(図 3.1.4)
$2.4\text{m} < B \leq 5.0\text{m}$	$V > 13\text{t}$	$L \leq 2.4\text{m}$	横積み(図 3.1.5)

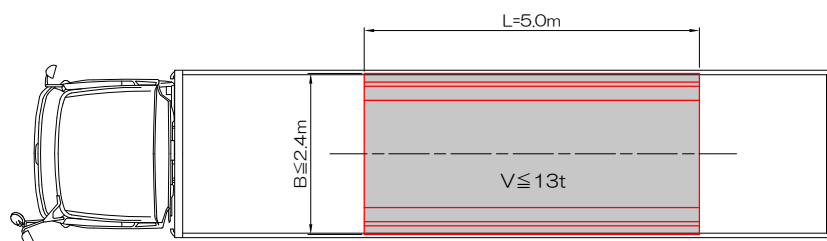


図 3.1.3 縦積み ( $V \leq 13\text{t}$ )

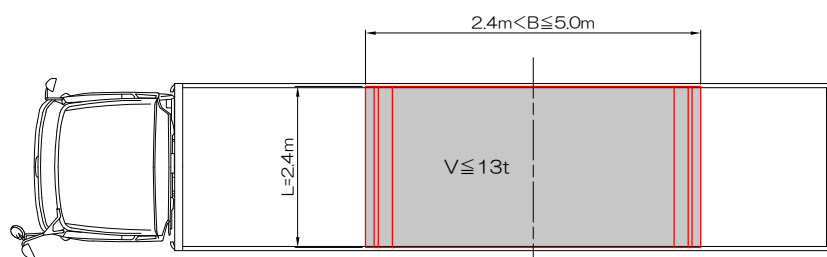


図 3.1.4 横積み ( $V \leq 13\text{t}$ )

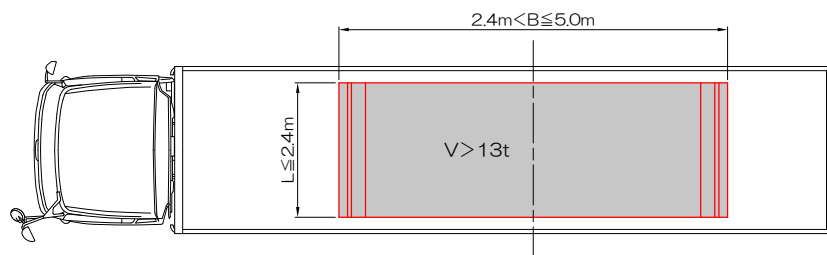


図 3.1.5 横積み ( $V > 13\text{t}$ )

### 【解説】

プレキャストコンクリート水路の適用範囲は、製造上、運搬上、施工上の制約条件により決定される。

#### 1) 製造上の制約条件

工場での製造では、上下反転してコンクリートを打設する。側壁天端を下に、底版下面を上にして型枠・鉄筋をセットする(写真 3.1.1)。底版下面からコンクリートを打設し(写真 3.1.2)、最後に打設面をコテ等で平滑に仕上げる(写真 3.1.3)。所定期間の蒸気養生を経た後に脱型、反転して完成となる(写真 3.1.4)。これらの作業を一連で行うには、工場の規模とクレーン規格が最大規模の制約となる(製品高  $H=3.0\text{m}$ 、天井クレーンの最大重量  $20\text{t}$ )。なお、鉄筋コンクリート構造であるから反転前には梁構造となり、水路内幅に上限がある。これまでの実績では最大幅  $B=4.0\text{m}$  (製品幅  $=4.4\text{m}$ ) である。あまり大きくすると反転時の歪みが懸念され、ひび割れ等の欠陥が生じる可能性がある。また、水路幅を広くすると大きな浮力が作用するため、自重増加(部材の増厚)も必要となる。このため、安定した安全な製品を製造するためには、最大製品幅は  $B=5.0\text{m}$  とする。

製品長は、鉄筋コンクリート構造のこれまでの実績では最長  $L=5.0\text{m}$  である。これ以上の長尺が求められるのは、プレストレストコンクリート構造による水路橋タイプであり、コンクリート杭基礎の場合に採用されることが多い。したがって、直接基礎または木杭基礎の場合の最大製品長は  $L=5.0\text{m}$  とする。



写真 3.1.1 型枠・鉄筋の設置



写真 3.1.2 コンクリート打設



写真 3.1.3 打設面(底板下面)のコテ仕上げ



写真 3.1.4 脱型・反転

## 2) 運搬上の制約条件

現場までの運搬は、セミトレーラーおよび大型トラック (10t) を用いる。これらの積載条件から運搬可能な最大幅、長さ、重量が制限される。セミトレーラーによる運搬は、特殊車両申請を行った場合、製品幅は  $B=3.0\text{m}$  まで、長さは  $L=10.0\text{m}$  が可能である。積載最大重量は  $20\text{t}$  である (写真 3.1.5、3.1.6)。

一方、大型トラックの場合は、荷台の寸法から縦積みの場合、製品幅  $B=2.4\text{m}$  まで、長さは  $L=8.0\text{m}$  まで可能である (写真 3.1.7)。横積みの場合、製品幅  $B=8.0\text{m}$  まで、長さは  $L=2.4\text{m}$  までである。積載最大重量は  $13\text{t}$  である。

製品の運搬は、基本的にトラック 1 台につき 1 個積載する。製品重量が  $6.5\text{t}$  以下の場合、1 台に 2 個積載することも可能である (写真 3.1.8)。2 個積載のために定尺長を短くして重量を軽減することも可能であるが、目地数の増加に繋がる。最も重要なのは、維持管理上の課題としている目地数を減らすことであるため、長尺化を原則とする。



写真 3.1.5 セミトレーラー運搬



写真 3.1.6 セミトレーラー運搬



写真 3.1.7 トラック運搬(縦積み)



写真 3.1.8 トラック運搬(横積み)2個積載

### 3) 布設上の制約条件

クローラクレーンやラフテレーンクレーンを配置できる工事用道路の整備が可能であれば、製品重量とその作業半径に応じたクレーン規格を選定すればよいため、基本的に布設作業が製品の最大寸法の制約条件とはならない。一般的には、水路沿いの既設の管理用道路を 2.0m 程度拡幅して汎用的な 50～80t クラスのクローラクレーン作業に必要な工事用道路幅(5.5～6.0m)を確保すればよい(写真 3.1.9)。

用水路沿いにクレーンを配置するのに十分なスペースがない場合は、他の施工方法を検討する必要がある。代表的な工法には、自走式搬送工法がある(写真 3.1.10)。この工法は、市街地や山林など施工現場が狭い場合や道路・鉄道の高架下、電線下などクレーン作業が行えない場合でも、製品の搬送から据付までの一連の作業を連続的に行うことができるものである。曲線部の施工も可能で縦断方向の勾配施工も 10%まで対応可能である。搬送機には様々なタイプがあり、最大搬送重量は 50t である。



写真 3.1.9 クローラクレーンによる布設



写真 3.1.10 自走式搬送機による布設

### 4) 適用範囲

以上から、プレキャストコンクリート水路の適用可能な断面寸法は、製造条件および運搬条件により制約を受ける。運搬に関して、用排水路の改修工事のアクセス道路は、耕作道や管理用道路を経由する場合が多く、セミトレーラーによる搬入はほぼ不可能である。クローラクレーンの運搬にセミトレーラーを用いるが、アクセス道路脇にヤードを設けて組み立て、クレーンが布設場所まで自走するのが一般的であり、水路横までセミトレーラーが隣接できる現場は稀である。

したがって、製造条件および大型トラックによる搬入を考慮すると製品幅 B=5.0m、製品高 H=3.0m、製品長 L=5.0m かつ最大重量 13t までを適用範囲としている。

### (3) 側壁法勾配

一般に側壁ライニングの材質、規模、施工方法などによって決定されるが、現場打ち鉄筋コンクリート水路の場合は、施工性および良好な品質確保の観点から原則として垂直（90°）とする。

プレキャストコンクリート水路の場合は、水路内側に傾斜をつけて製品重量を軽減する（図 3.1.6）。傾斜は、側壁付け根の必要部材厚を確保し、傾斜角を 4%程度とする（水理計画上は無視し、矩形としてよい）。なお、複数の断面に対して型枠を共有する場合は、傾斜のない直壁とした方が経済的な場合もある。

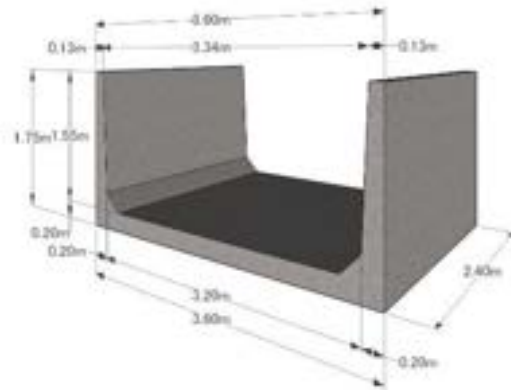


図 3.1.6 プレキャストコンクリート水路側壁内側の傾斜例

### (4) 最小部材厚

フルーム構造において、通常、最小部材厚となるのは側壁天端になる。この厚さについては、構造とともに施工性が大きく関わる。複鉄筋の場合、設計基準に示された 20cm<sup>\*1</sup>では、図 3.1.7のようにコンクリートの投入口が 4cm 未満となりバイブレーター（φ60mm）が挿入できない。コンクリートの締固めが不十分な場合、積雪寒冷地のような過酷な気象条件下では側壁天端の著しい凍害劣化を受ける。

また、側壁付け根付近では、ジャンカの発生など、漏水の要因となる。このため、複鉄筋構造の場合は 25cm 以上、単鉄筋の場合は 20cm 以上とする。

プレキャストコンクリート水路の場合は、規模や製作方法に応じて決定する。

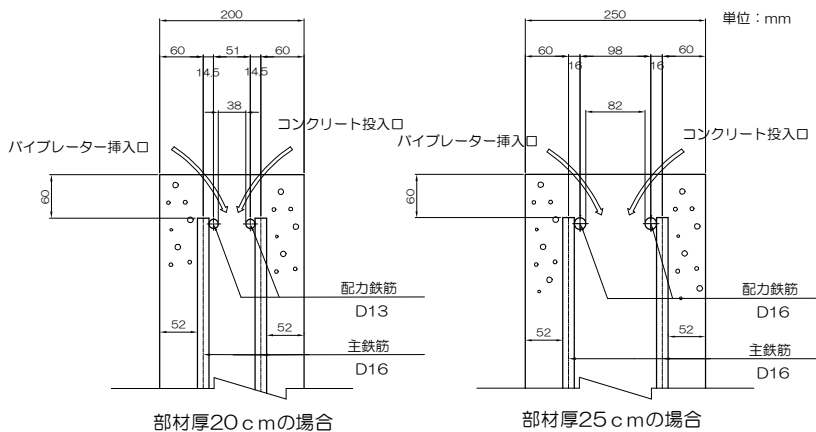


図 3.1.7 側壁天端の厚さ(複鉄筋構造の施工性比較)



写真 3.1.11 部材厚 20cm の施工の悪い例

(注) 部材厚

写真 3.1.11 は、部材厚が 20cm であり、主鉄筋の間にバイブレーター（φ60mm）が挿入できないため、主鉄筋を中央に寄せてかぶり側からバイブレーターを挿入している悪い例である。

※指定品質 RC-a コンクリートのスランプは 12cm である。これは固練りの範囲に入り、これを締め固めるにはφ50～60mm の相当強力な高周波バイブレーターが必要である。φ30～35mm のものもあるが、土木用としては一般的ではない。

### (5) ハンチの形状

側壁と底版、頂版の接合部には、ハンチを設置して応力集中の防止と部材強度の増加を図る。ハンチの形状は、表 3.1.2<sup>\*2</sup>および図 3.1.8に示すように、側壁高 H=2.50m 以上の場合は 20cm、H が 2.50m 未満の場合は 15cm とする。ただし、下ハンチについては、コンクリート打設後に気泡やブリージング水が溜まり、粗悪な仕上がりを見せることがある。このため、高さ方向に 5cm 加え、傾斜を急にする。

※1 設計基準 水路工技術書 p365 ..... 農林水産省  
 ※2 設計基準 水路工技術書 p365 表-7.9.40 ..... 農林水産省

表 3.1.2 ハンチの大きさ(単位:mm)

箱形断面の寸法	鉛直擁壁の高さ	ハンチの大きさ
1,000未満	1,000未満	—
1,000以上2,500未満	1,000以上2,500未満	150×150
2,500以上	2,500以上	200×200

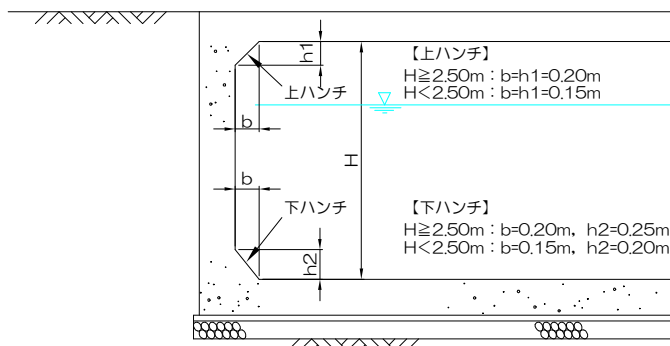


図 3.1.8 ハンチの寸法

### 3.1.3 水路型式の選定

水路型式の選定にあたっては、これまでも現場条件に応じて、現場打ち、プレキャストコンクリート等のそれぞれのメリットを生かして適材適所で活用してきたところである。しかし、近年は工事現場における技能者不足などの課題に対応するため、さらなる生産性の向上、工期短縮、施工管理の負荷軽減、安全性の向上など、工事現場の環境改善が強く求められている。特に、建設業において適用除外とされていた時間外労働の上限の基準について、令和6年4月1日から罰則付きで適用されたことから、適切な工期の設定が最も重要となっている。

このことを踏まえ、プレキャストコンクリートの導入促進のため、車両による運搬が可能な規格のコンクリート構造物については、原則、プレキャスト化する<sup>※1</sup>。

なお、経済性が求められた場合は、図 3.1.9 に示すように、プレキャストコンクリート水路のもつメリットを本体工事費以外の要素（仮設費等、維持管理費）として金額換算し、検討に加えてよい。

図 3.1.10 にプレキャストコンクリート水路を導入する際の適否判断に至るフロー図を示す。形状・規模からプレキャスト化の可能性を検討し、製品規模の算定後、輸送の可否により適否を判断する。

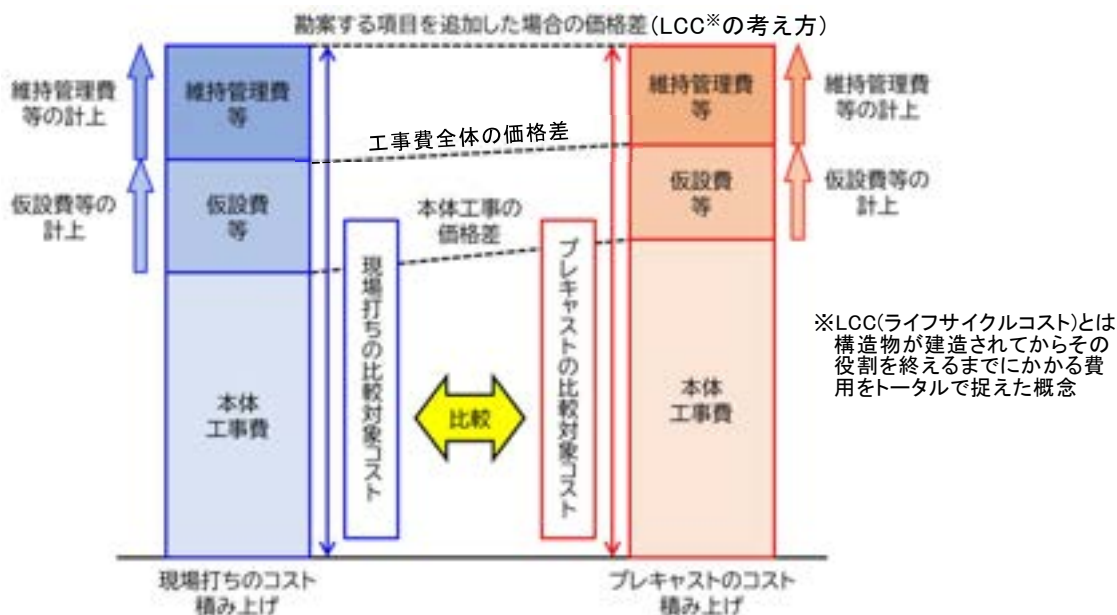


図 3.1.9 経済比較の検討イメージ

※1 コンクリート構造物におけるプレキャストコンクリート製品の導入促進について(R07.4.7)----- 農林水産省農村振興局

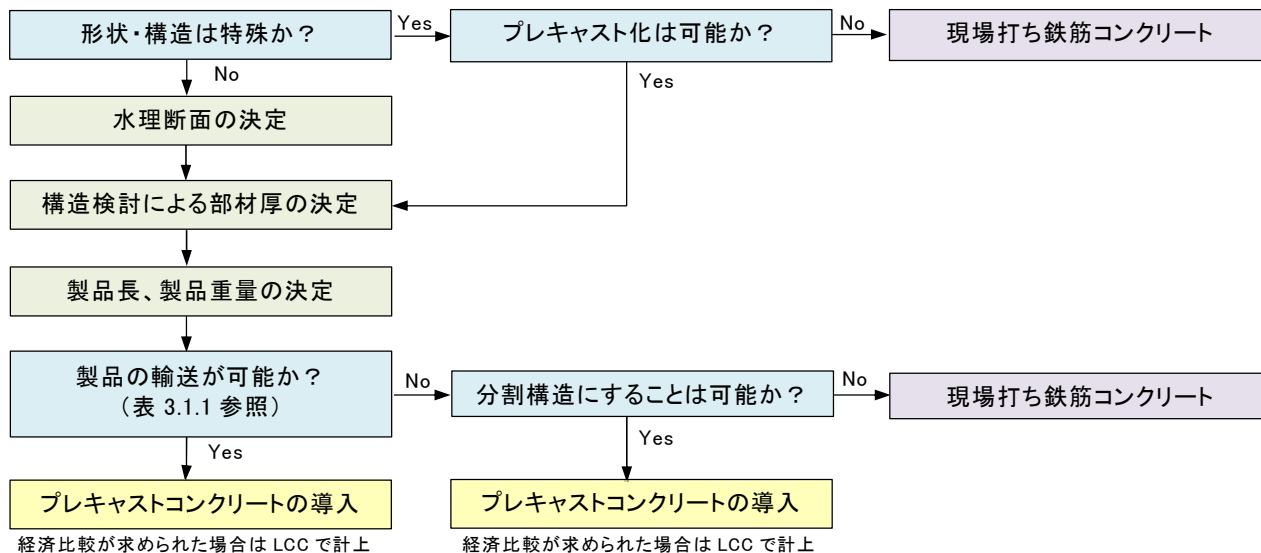


図 3.1.10 プレキャストコンクリート導入の適否判断フロー

## 【解説】

### (1) 本体工事費

プレキャストコンクリート水路の工事費は、水路工（製品価格：現地渡し、大型コンクリート据付、止水材、均しコンクリート）および土工（床掘、基面整正、基礎砕石、埋戻工、発生土運搬）で構成される。大型コンクリート据付には、クレーン損料、人件費のほか、敷モルタル費用を含む。

このうち、プレキャストの活用により、水理断面幅の縮小かつ枠組足場が不要となるため、掘削溝幅を小さくでき、これに伴い、床掘費用と発生土運搬費用を縮減できる可能性がある。事例に基づく試算では、概ね 40～50%の縮減が可能と算定している。

### (2) 本体工事費以外の要素

現場打ち鉄筋コンクリート水路との経済比較においては、全体最適化を図るため、本体工事費以外にプレキャスト採用による工事工程の短縮などのメリットを見込むことができる。

設計段階におけるコンクリート構造物の比較にあたっては、表 3.1.3 に示す評価項目について費用を算出して加算してよい。また、このほかに表 3.1.4 に示す項目についても加算してよい。

ただし、この中には、金額換算できないものや定性的なもの、比較単位が異なるものが含まれるため、まずは、金額換算が容易な表 3.1.3 の評価項目を積み上げ、必要に応じて表 3.1.4 の項目を検討することが望ましい。

表 3.1.3 評価項目と算出方法の例(参考)

項目	内容・算出方法等	備考
① 本体工事費	材料費、施工費（土工含む）	
② 仮設工	土留工損料、水替工損料 特殊養生費、雪寒仮囲い工、除雪費	※冬期施工費
③ 安全費	交通誘導員・警備費等	
④ 残土処理費	残土処分費	
⑤ 設計費	実施設計費（構造詳細設計費用）	※プレキャストの構造計算は、0.9 掛け
⑥ 共通仮設費		
⑦ 維持管理・補修費	コンクリート・目地補修費	※機能保全コストによる比較
⑧ 用地処理費	用地買収・工事使用地	

表 3.1.4 その他検討項目(参考)

項目	内容・算出方法等	備考
① 労働災害防止	交通事故損害経済分析	※発生確率
② CO <sub>2</sub> 排出量	貨幣価値原単位	※CO <sub>2</sub> 削減量、コスト換算
③ 施工環境	振動・騒音	※定性的評価
④ その他効果	工期短縮、安全性向上、施工性向上、 周辺交通に与える効果	

### (3) 現場打ち鉄筋コンクリート水路の冬期施工費の算出例

北海道の用水路は、落水時期が8月下旬～9月中旬である。現場打ち鉄筋コンクリートの冬期施工の開始時期は、日平均気温が4℃以下となる11月初旬～11月中旬である。これらを踏まえると、夏期施工が可能な期間はわずか1.5か月程度であり、既設取り壊しや土工・鉄筋・型枠の準備に消費され、打設可能なバレルは全体の1/4程度に過ぎない。このため、工事工程上からおよそ全期間の防寒養生が必要となることが想定されるため、冬期施工費を加味する。冬期施工費は、以下のように、上屋パネル設置費と特殊養生費を算出する※1。算出例は、現在、事業実施中のうち、最も規模の大きな北海地区岩見沢幹線用水路をモデルとして水路幅B=4.20m×側壁高H=1.45mとした。

#### 1) 上屋パネル設置撤去費

これまでの現場打ち鉄筋コンクリート水路工事における冬期の雪寒仮囲いについては、対象構造物全体をシートにより囲うこととしていた。このため、上屋部分へのシート設置、資材搬入やコンクリート打設時における上屋シートの取り外し、再布設および上屋シートの除雪に多大な労力を要していた。しかし近年、労働者の確保が困難となっているほか、冬期間における高所での屋外作業は、労働者の負担が大きいことから、受注者は労働環境改善のため、自らの負担により、雪寒仮囲いの上屋部分をシートから上屋パネルに変更している状況にある。

こうしたなか、令和元年6月14日に「公共工事の品質確保に関する法律の一部を改正する法律」が施行され、このなかで基本理念として新たに「公共工事等に従事する者の（中略）労働環境の適正な整備について配慮すること」（第三条8項）が定められたほか、発注者等の責務として新たに「公共工事等の実施の実態等を的確に反映した積算を行うこと」（第七条1項）が定められた。

このため、現場打ち鉄筋コンクリート水路工事における雪寒仮囲いについて、上屋パネルの試験工事を実施した。この結果、労働環境の改善効果が確認できたことから、現場実態を的確に反映するため、水路外幅11.6m以内の水路については、上屋部分に上屋パネルを使用する。

したがって、雪寒仮囲いの形状を図3.1.11のとおりとして、上屋パネル賃料・設置撤去費（表3.1.5）を計上する。

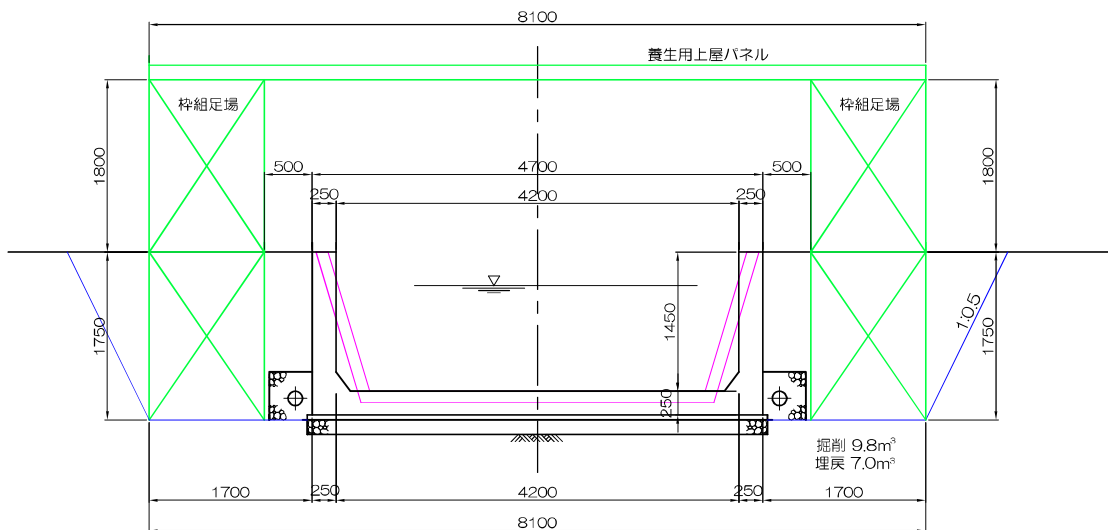


図 3.1.11 雪寒仮囲い工(上屋パネル)

表 3.1.5 上屋パネル設置撤去費(1バレルあたり:1式)

区分	名称	形状寸法	単位	単価	数量	工事費
現場打ちR	土木一般世話役		人	21,900	0.68	14,892
	とび工		〃	23,700	1.45	34,365
	普通作業員		〃	17,300	0.68	11,764
	ラフテレーンクレーン	油圧伸縮ジブ型 25t	日	44,000	0.68	29,920
C	諸雑費	25%	式		1.00	22,735
	合計					113,676

※1 事務連絡 現場打ちフルームにおける防寒養生について(R02.10) ----- 北海道開発局農業設計課

## 2) 特殊養生費

冬期間の囲い内の給熱養生費については、内空体積により必要なジェットヒーター台数等を算出する方式とする。これは、コンクリートの打設量や雪寒假囲い面積・内空体積から、伝熱と換気による熱損失量を算出し、それに熱供給を行うためのジェットヒーターの損料を計上する方法である。

以下に給熱養生計算例を示す。

### 【特殊養生費の算出】

養生条件		
コンクリート量	23.16	m <sup>3</sup>
屋根面積	110.16	m <sup>2</sup>
シート面積	264.23	m <sup>2</sup>
シート内空体積	367.91	m <sup>3</sup>
養生温度	4	°C
養生日数	9	日
養生後温度	0	°C
養生後日数	2	日
平均気温	-2.5	°C
床熱損失係数	2.5	Kcal/m <sup>2</sup> h°C
壁熱損失係数	8.6	Kcal/m <sup>2</sup> h°C
換気日数	7	回/h

給熱カロリー計算結果		
伝熱熱損失量 Q1	2,548	Kcal/h°C
換気熱損失量 Q2	773	Kcal/h
熱損失量		
5°C以上	24,908	Kcal/h
0°C以上	8,303	Kcal/h
合計	33,211	Kcal/h
1スパン総カロリー	5,778,672	Kcal/hr
養生費数量		
燃料(灯油)	691	ℓ
ジェットヒーター	2	台
普通作業員	3.6	人

### 特殊養生費：岩見沢幹線用水路(B=4.20m×H=1.45m)

区分	名称	形状寸法	単位	単価	現場打ちRC 3400×1550	
					L=12.00	
現場打ちRC	灯油	白灯油	ℓ	60	691.00	41,460
	ジェットヒーター	30,100Kcal	日	650	22.00	14,300
	発動発電機	2.7/3kVA	〃	720	11.00	7,920
	普通作業員		人	17,300	3.60	62,280
	小計					125,960
	合計			1.00m <sup>3</sup> 当り		5,439

### 岩見沢観測所 (1981～2010)

要素	降水量 (mm)	気温 (°C)			雪 (cm)		
		合計	平均	日最高	日最低	降雪の深さ	
					合計	日合計の最大	最深積雪
11月	111.0	3.7	7.4	-0.1	77	20	28
12月	123.3	-2.5	0.6	-6.1	200	31	70
年	1162.5	7.6	12.1	3.4	753	37	123

## 3.1.4 プレキャスト製品価格の算出方法

### (1) モデル路線と工事予定 (算出例)

プレキャスト製品の価格は、規模が大きくなるほど高価となる。モデル路線は、前述同様、岩見沢幹線用水路（水路幅 B=4.0m×側壁高 H=1.45m×製品長 L=2.4m、V=8,183kg/個：図 3.1.12）として製品価格を算出する。

水路延長 L=1,500m を単年度で施工するものとし、製品の製作個数は n=625 個とする。

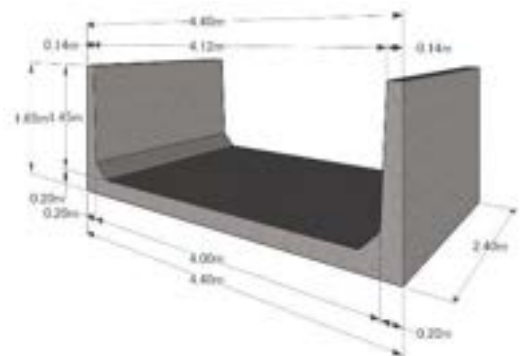


図 3.1.12 モデル断面

### (2) 製品の製作期間

用水路の改修工事は非かんがい期が対象で、積雪前には埋戻しまでの作業を終えるのが望ましい。このため、製品の製作期間は、年度開始の4月から降雪前の10月までの実働140日として計画する。

### (3) 型枠製作数

実働140日で必要な製品数を確保できる型枠数とする。

●型枠製作数 = 625 個 ÷ 140 日 = 4.46 ⇒ 5 台

### (4) 運搬費

製品重量が 8.2t であるため、10t トラック 1 台につき 1 個積載とする。

## (5) 製品価格

製品の製造単価に型枠費、運搬費、目地費を加算し、以下のように算出する。

- ① 製造単価 = 製品重量×重量当り製造単価 = 8,183kg/個×44.0 円/kg = 360,052 円/個
- ② 型枠費 = 型枠製作費×台数÷製作個数 = 5,000 千円/台×5 台÷625 個 = 40,000 円/個
- ③ 運搬費 = 10tトラック (L=10km) = 25,000 円/個
- ④ 目地費 = 目地長×設計(資材・取付)単価 = 6.88m×5,100 円/m = 35,088 円/個
- ⑤ 製品価格 = 360,052 + 40,000 + 25,000 + 35,088 = 460,140 円/個 = 191,725 円/m

### 【解説】

製品の価格の構成要素である型枠製作費、改良費とも製作する製品の個数により増減する。それゆえ製品の価格も製作する製品の個数により増減する。このため、基本設計の段階から、以下の事項に留意する必要がある。

#### (1) 基本設計の重要さ

製品価格は、製造価格のほか型枠費、運搬費、目地費で構成されるが、年度あたりの正確な製作個数を決めなければ適正な価格は算出できない。したがって、基本設計の段階で全体水理計画や工種配置計画を立て、製品規格単位の年度別施工延長を整理することが肝要である。実施設計の段階で検討する場合は、単体の設計業務では全体の製作個数を把握できないため、事業計画による全体水理計画を検証し、水理断面の設定と各断面の施工延長を整理する必要がある。

#### (2) 早期の工事発注

落水直後に施工を開始するためには、なるべく早い時期から工事の準備を進める必要がある。例えば7月から製品の製作を開始するには、型枠の製作を遅くとも4月に開始しなければならない。製品の製作期間が短くなると型枠台数を増やすことになるため、製品価格がアップする。

また、型枠1台あたりの製品の製作個数は、概ね200個程度であり、少数の場合は割高になる。型枠は、同一路線であるかに関わらず、同規模の水路で製作期間が重ならない場合には共用できる可能性がある。このため、工事ロットの組み方、年度施工計画および工事発注時期等を水路全体で調整することが非常に重要である。

#### (3) 複数年施工とした場合の製品価格

前出モデル (L=1,500m の単年度施工) を2か年施工とした場合、型枠製作数を減ずることが可能となり、製品価格を4%縮減できる。

$$\bullet \text{型枠製作数} = 625 \text{ 個} \div (140 \text{ 日} \times 2 \text{ か年}) = 2.23 \Rightarrow 3 \text{ 台}$$

- ① 製造単価 = 製品重量×重量当り製造単価 = 8,183kg/個×44.0 円/kg = 360,052 円/個
- ② 型枠費 = 型枠製作費×台数÷製作個数 = 5,000 千円/台×3 台÷625 個 = 24,000 円/個
- ③ 運搬費 = 10tトラック (L=10km) = 25,000 円/個
- ④ 目地費 = 目地長×設計単価 = 6.88m×5,100 円/m = 35,088 円/個
- ⑤ 製品価格 = 360,052 + 24,000 + 25,000 + 35,088 = 444,140 円/個 = 185,058 円/m (Δ 6,666 円/m)

#### (4) 異形製品の価格

上記は直線部の標準品1個あたりの価格である。用水路では、短尺、曲線(斜切、両斜切)や分水工などの異形製品が組み込まれる。これらは、定尺製品の型枠を改良して製作するため、都度、型枠改造(仕切板購入・型枠工事対応)が必要となる。その費用は、異形製品の製作個数により増減し、概ね標準品の15~50%の割増し価格となる。

一般的には、建設物価などに掲載されている参考異形価格算出式(ボックスカルバート)を用いて算出する。

【算出式例】建設物価 2021・10月号 (p315)

- 短尺異形 : 標準品価格×実長率+標準品価格×短尺手間 0.3
- 斜切異形 : 標準品価格×実長率+標準品価格×斜切手間 0.5
- 両斜切異形 : 標準品価格×実長率+標準品価格×斜切手間 0.8

### 3.1.5 コスト比較および評価の方法

現場打ち鉄筋コンクリート水路に特殊養生費、上屋パネル賃料および設置撤去費を加算したうえで、プレキャストコンクリート水路と比較した結果、表 3.1.6 に示すように、プレキャストコンクリート水路が 11%安価となった。2 か年施工にすればより安価となるが、単年度施工でも経済的に優位である。

今後、水路型式を選定する場合は、各地区の条件を踏まえ、本事例も参考に比較検討されたい。なお、プレキャストコンクリート水路は、現場打ちよりも粗度係数が良好であるため、水路幅を縮小できる。

表 3.1.6 現場打ちとプレキャストの経済比較 (R02 年度単価による)

区分	名称	形状寸法	単位	単価	現場打ち 4200×1450		プレキャスト4000×1450	
					L=12.00m		L=12.00m	
					数量	金額	数量	金額
土工	バックホウ床掘	土砂類	m <sup>3</sup>	270	117.60	31,752	57.60	15,552
	基面整正	土砂類	m <sup>2</sup>	346	57.60	19,930	54.00	18,684
	基礎砕石	再生骨材, 現場再生品	〃	1,393	57.60	80,237	54.00	75,222
	土砂等運搬	再生骨材(積込費)、往復	m <sup>3</sup>	1,399	17.28	24,175	16.20	22,664
	埋戻工	C, 1m≤W1<4m	〃	1,536	84.00	129,024	28.80	44,237
	発生土運搬	土砂(積込費), 往復	〃	1,599	201.60	322,358	86.40	138,154
	小計					607,476		314,513
現場打ち	鉄筋コンクリート	RC-a, 冬期, ポンプ打設	m <sup>3</sup>	24,500	23.16	567,420	—	—
	〃	特殊養生費	〃	5,439	23.16	125,967	—	—
	均しコンクリート	C-1, 夏期, 一般養生	〃	21,230	2.88	61,142	2.80	59,444
	コンクリート型枠損料	鉄筋構造物	m <sup>2</sup>	7,463	79.93	596,518	—	—
	〃	均し基礎	〃	3,537	1.20	4,244	1.20	4,244
	雪寒仮囲い工	W 枠組足場部	m <sup>2</sup>	5,045	96.56	487,145	—	—
	〃	W 枠組足場以外	m <sup>2</sup>	2,083	57.51	119,793	—	—
	上屋パネル賃料	L=6m, 1~90日まで	m <sup>2</sup> ・日	111	1211.76	134,505	—	—
	上屋パネル設置撤去		式	113,676	1.00	113,676	—	—
	鉄筋作工	SD345, D13	t	140,400	1.85	259,740	—	—
	〃	SD345, D19	〃	138,400	1.62	224,208	—	—
	成型目地材	KB目地 Jタイプ 50型	m	2,594	6.50	16,861	—	—
	〃	誘導鉄板 t=1mm	〃	213	6.50	1,385	—	—
	〃	化粧目地 J20型	〃	1,011	6.50	6,572	—	—
	〃	KBフォルダ J型	個	760	8.00	6,080	—	—
	P 止水板	反応接着型	〃	1,976	7.50	14,820	—	—
	ダウエルバー	φ16, L=1.0m	本	800	25.00	20,000	—	—
	目地材	t=20mm, 発泡倍率14倍	m <sup>2</sup>	2,000	1.93	3,860	—	—
	防水目地材	ポリウレタン系シーリング	m	2,264	7.00	15,848	—	—
	小計					2,779,784		63,688
プレキャスト	プレキャストフルーム	W4.00×H1.45×L2.40	個	425,052	—	—	5.00	2,125,260
	大型コンクリート据付	5000kgを超えるもの	〃	67,830	—	—	5.00	339,150
	止水材	止水板方式	m	5,100	—	—	34.40	175,440
	小計					0	2,639,850	
	合計					3,387,260		3,018,051
	合計		1.00m当り			282,272		251,504

開差額		—		-369,209
比率		100%		89%

### 3.2 部材強度の基準

#### 3.2.1 単位体積重量

現場打ち鉄筋コンクリート、プレキャストコンクリートおよびプレストレストコンクリートの単位体積重量は、表 3.2.1<sup>※1</sup>に示す 24.5kN/m<sup>3</sup>を標準とする。対外協議が必要となる道路・河川構造物については、25.0kN/m<sup>3</sup>とする（協議対象施設の適用基準に準ずる）。

表 3.2.1 単位体積重量表

材 料	単位体積重量 (kN/m <sup>3</sup> )	材 料	単位体積重量 (kN/m <sup>3</sup> )
鋼、鉄鋼	77.0	プレストレストコンクリート	24.5
鉄鉄	71.0	花こう岩	27.0
アルミニウム合板	27.5	砂岩	26.0
鉄筋コンクリート	24.5	土砂（乾燥土）	16.0
無筋コンクリート	23.0	土砂（湿潤土）	18.0
モルタル	21.0	土砂（飽和土）	20.0
アスファルト（防水用）	11.0	土砂（水中土）	10.0
アスファルトコンクリート舗装	22.5	水	9.8
コンクリートブロック練積	22.5		
コンクリートブロック空積	19.5		

注1) 材料の単位体積重量は、個々の場合で異なるので、あらかじめ実重量を明らかにするのが望ましい。しかし、実重量を求めるために実施する調査や試験は一般に手数がかかる上に、これらの調査結果に基づく適正な設計数値(単位体積重量)の決定には、豊富な技術的経験と判断を必要とするため通常の設計作業においては、表-7.2.1の値を参考とする。  
 注2) コンクリートの単位体積重量については、ダム等の大規模な施設や現場で使用するコンクリートの実重量が明らかでない場合、その実重量値を使用。  
 注3) 海水の単位体積重量は、水の1.03倍とする。

#### 【解 説】

コンクリートの単位体積重量は、構造物の種類や規模によって使用する鉄筋量が異なるため、従来単位（メートル法重力単位）の時代は、以下のように適用基準によって数値が異なっていた。当時は、これらのうち標準設計の値 2.42tf/m<sup>3</sup>を標準としていた。しかし、平成4年の計量法の改正に伴い、農林水産省においても平成9年にSI単位(国際単位系)に移行し、これらの値は24.5kN/m<sup>3</sup>に統一された。

土地改良事業計画設計基準 設計 水路工（その1）	2.40～2.50 tf/m <sup>3</sup>
土地改良事業標準設計 第2編 鉄筋コンクリート用水路	2.42 tf/m <sup>3</sup>
コンクリート標準示方書 設計編	2.45～2.50 tf/m <sup>3</sup>

#### 3.2.2 コンクリートの品質および許容応力度

寒冷地の用水路として大きい耐寒性を確保するためには、以下に示す内容をもった水密性の高いコンクリートでなければならない。

##### (1) 設計基準強度

現場打ち鉄筋コンクリートの場合の設計基準強度は、表 3.2.2<sup>※2</sup>より  $\sigma_{ck}=21\text{N/mm}^2$  とする。対外協議が必要となる道路・河川構造物については、 $\sigma_{ck}=24\text{N/mm}^2$  とする（協議対象施設の適用基準に準ずる）。

プレキャストコンクリートの場合は、製作段階での強度設定の自由度が高いため、コンクリート強度を上げてコンクリート量を削減することが可能である。また、北海道の過酷な気象条件下における耐凍害性、耐摩耗性、脱型時強度の向上等を指向して現在では  $\sigma_{ck}=40\text{N/mm}^2$  を一般的としている。

-----  
 ※1 設計基準 水路工技術書 p241 表-7.2.1 ----- 農林水産省  
 ※2 設計基準 水路工技術書 p333 表-7.9.3 ----- 農林水産省

表 3.2.2 現場打ち鉄筋コンクリートの適用区分(単位:N/mm<sup>2</sup>)

設計基準強度 $\sigma_{ck}$	種 目 等
無筋コンクリート $\sigma_{ck}=18$	構造物基礎等の敷均し(均しコンクリート) 基礎コンクリート等無筋構造物
鉄筋コンクリート $\sigma_{ck}=21$	フルーム・暗きょ・サイホン等水路構造物
鉄筋コンクリート $\sigma_{ck}=24$	耐久性を要する場合(水流による摩耗に対応させる構造物;急流工等) SD 345 との併用により構造物の安全性、経済性が有利となる場合

注) この表は標準的な設計基準強度の使用区分であり、現場条件、施工条件によっては配合強度を変更することができる。なお、耐久性向上を図る場合、水セメント比の低下等も十分に考慮するものとする。

(2) 標準配合

現場打ち鉄筋コンクリートおよびプレキャストコンクリートに用いるコンクリートの配合は、表 3.2.3 に示す配合規準とする。用水路に用いる現場打ち鉄筋コンクリートは、水密性を必要とする構造物となるため、RC-a を使用する。プレキャストコンクリートの配合については、メーカー毎に異なるので、都度、確認が必要である。

表 3.2.3 鉄筋コンクリートの配合規準

種 別		現場打ち	プレキャスト	備考
記 号		RC-a	RC-11-1 程度	
設計基準強度	N/mm <sup>2</sup>	21	40	
スランプ	cm	12.0	21±2.0	
空気量	%	5.0	4.5±1.5	
最大水セメント比	%	55	40	
骨材最大寸法	mm	20~25	15~20	
最小単位セメント量	kg/m <sup>3</sup>	280	400	

(3) 許容応力度

鉄筋コンクリートの許容応力度は、設計基準強度に応じて、表 3.2.4<sup>※1</sup> に示すとおりとする。

現場打ち鉄筋コンクリートの設計基準強度は  $\sigma_{ck}=21\text{N/mm}^2$  であるのに対してプレキャストコンクリートは、 $\sigma_{ck}=40\text{N/mm}^2$  であり、現場打ち鉄筋コンクリートよりも許容応力度が大きいいため、部材厚を薄くすることができる。

表 3.2.4 鉄筋コンクリートの許容応力度(単位:N/mm<sup>2</sup>)

許容応力度		28日設計基準強度 $\sigma_{ck}$					備 考
		18	21	24	30	40以上	
曲げ圧縮 ( $\sigma_{ca}$ )		7	8	9	11	14	
せん断	斜め引張鉄筋の計算をしない場合 ( $\tau_{ca}$ )	梁の場合 0.4	0.42	0.45	0.5	0.55	
		スラブの場合 <sup>1)</sup> 0.8	0.85	0.9	1.0	1.1	
	斜め引張鉄筋の計算をする場合 ( $\tau_{ca}$ )	せん断力のみの場合 <sup>2)</sup> 1.8	1.9	2.0	2.2	2.4	
付着	丸 鋼 ( $\tau_{ca}$ )	0.7	0.75	0.8	0.9	1.0	
	異形鉄筋 ( $\tau_{ca}$ )	1.4	1.5	1.6	1.8	2.0	
支 圧 ( $\sigma'_{ca}$ )		5.4	6.3	7.2	9.0	12.0	$\sigma'_{ca} \leq 0.3 \sigma_{ck}$

注1) 押抜きせん断に対する値である。

2) ねじり影響を考慮する場合には、この値を増強することができる。

※1 設計基準 水路工技術書 p333 表-7.9.2 農林水産省

### 3.2.3 鉄筋の材質および許容応力度

鉄筋の材質は、北海道での市場性からSD345を使用する。鉄筋の許容引張応力度は、表3.2.5<sup>※1</sup>の「水に接する部材の場合」を適用する。なお、用水路は部材厚が薄いため、たわみ、ひび割れの検討を行わない。したがって、SD345の常時の許容引張応力度は、SD295A、Bと同一の $\sigma_{sa}=157\text{N/mm}^2$ とする。地震時は $\sigma_{sa}=294\text{N/mm}^2$ とする。

表 3.2.5 鉄筋の許容応力度(単位:N/mm<sup>2</sup>)

鉄筋の種類		許容引張応力度 ( $\sigma_{sa}$ )				備 考
		一般の部材の場合	疲労強度より定まる場合	水に接する部材の場合	輪荷重が直接載荷する場合	
SR 235	常時	137	137	137	137	
	地震時	205	205	205	205	
SD 295 A, B	常時	176	157	157	137	
	地震時	264	264	264	264	
SD 345	常時	196	176	176 <sup>2)</sup>	137	
	地震時	294	294	294	294	

- 注1) : SD 345が適用できる構造物は次のような場合とする。
- ① 特に大規模で地震時が支配的となり、経済性で有利な場合
  - ② 市場性によりSD 295 A、Bの入手が困難な場合
  - ③ ひび割れ等に対する十分な検討を行う場合
  - ④ 道路協議(河川協議)などによる場合
- 2) : 次の場合: 常時のSD 345の許容引張応力度はSD 295 A、Bと同一とする。
- ① 道路協議(河川協議)等による場合
  - ② たわみ、ひび割れの検討を行わない場合

### 3.3 構造計算における荷重の扱い

#### 3.3.1 荷重の基本形

荷重の扱いについては、設計基準に示される荷重の組み合わせ(表3.3.1<sup>※2</sup>)に加えて、北海道における寒冷気温と積雪による寒冷地の特殊荷重があるので、十分に注意して扱わなければならない。

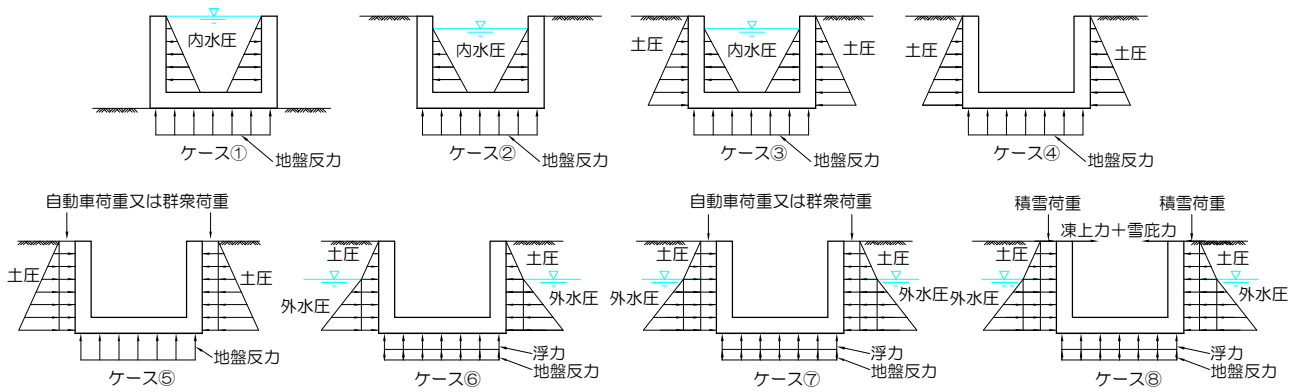
図3.3.1に荷重の組み合わせを示す。

表 3.3.1 水路に作用する荷重の組み合わせ

ケース	壁の状態	内 荷 重	外 荷 重	備 考
①	露出	漿頂までの内水圧	地盤反力	埋戻さない場合
② <sup>1)</sup>	埋戻し	予想される最高水位までの内水圧	地盤反力	埋戻し土の土圧が作用しない場合
③	埋戻し	予想される最高水位までの内水圧	埋戻し面までの土圧+地盤反力	埋戻し土の土圧が期待できる場合
④	埋戻し		土圧+地盤反力	地下水、自動車荷重、又は群集荷重が予想されない場合
⑤ <sup>1)</sup>	埋戻し		土圧+盛土荷重+自動車荷重(又は群集荷重)+地盤反力	地下水が予想されない場合
⑥	埋戻し		土圧+外水圧+浮力(又は揚圧力)+地盤反力	自動車荷重、又は群集荷重が予想されない場合
⑦ <sup>1)</sup>	埋戻し		土圧+外水圧+盛土荷重+自動車荷重(又は群集荷重)+浮力(又は揚圧力)+地盤反力	地下水、自動車荷重又は群集荷重が予想される場合

- 注1) ケース②は、良好な埋戻し土で安息角又は粘着力で自立する場合や、埋戻し高さが低い場合等、土圧が作用しないか、作用してもその値が十分に小さいと予想される場合とする。  
状況に応じて盛土荷重を考慮するものとする。
- 2) 自動車荷重と群集荷重は同時に作用しないものとして適用する。

※1 設計基準 水路工技術書 p334 表-7.9.4 ..... 農林水産省  
 ※2 設計基準 水路工技術書 p277 表-7.4.1 ..... 農林水産省



※ 設計基準には、浮力または揚圧力と記述されているが、揚圧力は河川内構造物等で扱われている考え方であり、通常、水路設計では用いない。

図 3.3.1 水路に作用する荷重の組み合わせ

### 3.3.2 土圧

#### (1) 水平土圧

##### 1) 土圧の形状

前出図 3.3.1 において、通常、水平土圧を考慮する側壁背面の土工形状は、ケース③～⑧である。側壁内側に作用する応力（せん断力、曲げモーメント）を算出する際、ケース③のように、水平土圧により内水圧を軽減（ただし、内部摩擦角の上限は  $\phi=30^\circ$  を上限とする※<sup>1</sup>）できる。

しかし、図 3.3.2（その 1～3）に示すような場合は、水平土圧を期待できないことがある。このため、周辺地形、土質、水路型式、通水方法などその水路の特性に技術的検討を加えて判断しなければならないが、安全のため次のように扱う。

- フルーム内側の応力を算出する際は、水平土圧を考慮しない。
- フルーム外側の応力を算出する際は、水平土圧を考慮する。
- 水平土圧は、側壁背面の土工形状における値とする。

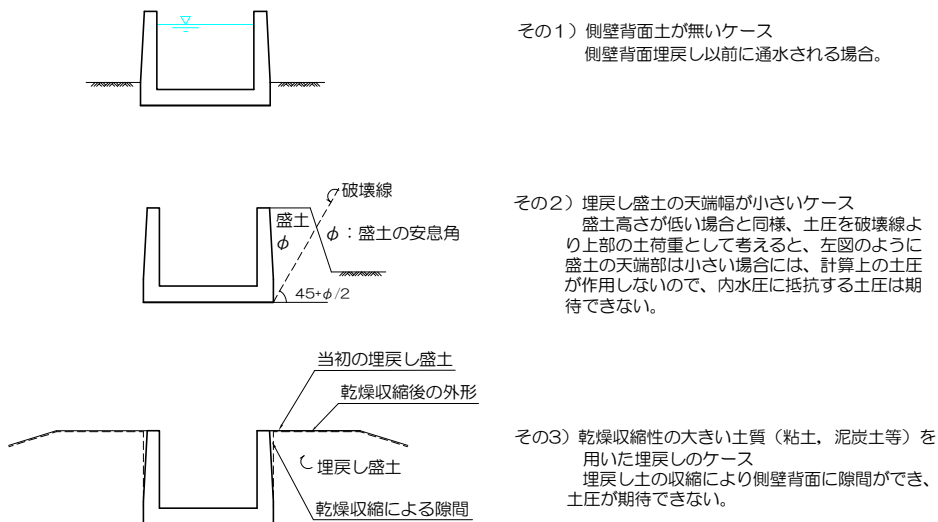


図 3.3.2 水平土圧を期待できない側壁背面の土工形状

※1 設計基準 水路工技術書 p438

2) 水平土圧の作用位置

水平土圧は、図 3.3.3 に示す部材の軸に作用させる。

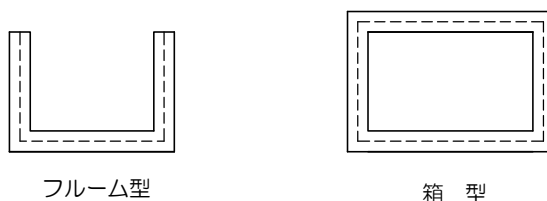


図 3.3.3 水平土圧の作用位置

3) 適用土圧公式

表 3.3.2<sup>※1</sup> より、フルーム型水路の水平土圧は、変形のみを考慮する構造物であるため、「クーロン土圧公式」を使用する。変形に加え移動を伴うコンクリート擁壁水路では、「試行くさび法」を使用する。移動・変形を伴わないボックスカルバートは、「静止土圧公式」を使用する。

表 3.3.2 構造条件と適用土圧公式

構造分類	水平土圧			その他荷重		備考
	常時	地震時	壁面摩擦角	軸荷重	水圧区分	
① 移動変形を伴わない [ボックスカルバート等]	静止土圧公式	無視	無視	等分布荷重換算 (平面一方向)	有	
② 変形有、移動無 [フルーム水路等]	ランキン土圧公式 クーロン土圧公式	クーロン地震時 土圧公式	考慮	フリューリッヒ公式	有	
③ 移動変形を伴う (擁壁等)	クーロン系試行く さび法	試行くさび重量 の慣性力	考慮	等分布荷重換算	有	

注) 壁面摩擦角の値は表-7.2.6 参照のこと。

(2) 土質定数

室内土質試験により求めることが望ましいが、ボーリング調査結果による土質分類から表 3.3.3<sup>※2</sup> に示す値を用いてもよい。

表 3.3.3 土の単位体積重量および内部摩擦角(単位: kN/m<sup>3</sup>)

土の種類	飽和単位 体積重量	湿潤単位 体積重量	内部 摩擦角 (°)
① 細粒子をほとんど含まない砂利、粗砂等 (GP、GW、SP、SW 等細粒分 5%未満を目安)	20	18	30
② 細粒子を含んだ砂利、砂等 (G-F、S-F 等細粒分 5~15%を目安)	20	18	25
③ シルト質細砂、粘土を含む砂利等 (GF、SF 等細粒分 15~50%を目安)	20	18	20

注1) 土質定数は、土質、排水条件、施工法等によって異なるので、土質試験等の調査を実施して、その適正値を定めるのが望ましい。しかし、これらの調査や試験には多くの労力と時間を要する上に、適切な土質定数の決定には豊富な経験と高度な技術力を必要とするため通常の設計作業においては表-7.2.3 の値を参考とする。

注2) 飽和単位体積重量は、水中土 10kN/m<sup>3</sup>、水 9.8kN/m<sup>3</sup> とする。

注3) 特に重要な構造物、大規模な土工事及び玉石等を含む硬質土や非常に軟弱な粘性土質の特殊な土質には適用できない。

※1 設計基準 水路工技術書 p244 表-7.2.2 ..... 農林水産省  
 ※2 設計基準 水路工技術書 p244 表-7.2.3 ..... 農林水産省

### 3.3.3 寒冷地特殊荷重

前出図 3.3.1 のケース①以外の天端まで側壁背面土がある場合のフルームについては、寒冷地の特性として冬期に側壁の背面土が凍結膨張し、凍上力 (Pt) が作用する。また、積雪が進むと雪底力 (Ps) が作用するので、水平土圧等に加え外荷重としてこれらを加算する。

なお、この凍上力および雪底力については、「積雪寒冷地における用水路の設計技術基準 (案)」～北海道開発局農業水産部 (昭和 55 年 3 月) に示されているが、計算が煩雑であるため、下記のとおり、側壁高から凍上力を求められるように簡略化している。

#### (1) 凍上力 (Pt)

凍上力は、式 3.3.1<sup>※1</sup> に示す簡略算定式より求め、図 3.3.4 に示すように側壁天端に集中荷重として作用させる。この簡略算定式は、昭和 55 年の技術基準に基づき、表 3.3.4 に示す側壁高と凍結指数 (F<sub>max</sub>) から求まる凍上力を図 3.3.5 のようにグラフ化して求めた相関式である。

これは、従来、凍上対策として採用されてきた置換工法 (水路背面に予想される最大凍結深度以内の凍上性土を砂利等の難凍上性材料で置換) によるものであるが、後述 3.9 凍上対策に示す断熱工法 (水路の側壁背面に発泡ポリスチレンを貼付け断熱) においても適用する。

なお、本算定式は、メートル法重力単位による相関式であるため、10kN を乗じて SI 単位に換算している (前出表 3.2.1 の単位体積重量表より、実重量が明らかな水は 9.8kN 換算であるが、その他の実重量が明らかでないものについては 10kN 換算する)。

$$Pt = (0.628H^{-1.867} + 0.03) \times 10 \quad (\text{kN/m}) \quad \cdots \text{式 3.3.1} \quad \text{ここに } H : \text{側壁高(m)}$$

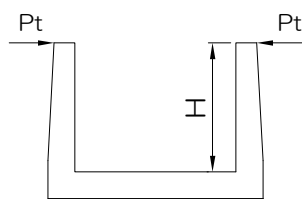


図 3.3.4 凍上力の作用点

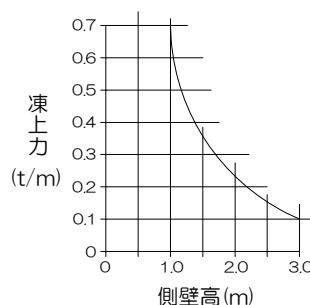


図 3.3.5 側壁高と凍上力の関係

#### 【解説】

凍上力は、表 3.3.4<sup>※2</sup> に示すように、凍結の程度 (F<sub>max</sub>) にはあまり影響を受けず、むしろ側壁高の影響が大きいことから、地域別凍結指数を標準化し、側壁高と凍上力の関係式を求め、計算を省力化したものである。

表 3.3.4 側壁高と凍結指数 (F<sub>max</sub>) による凍上力 (単位 : tf/m)

H(m) \ F <sub>max</sub>	600	700	800	900	1,000	1,100	1,200
1.00	0.630	0.637	0.643	0.650	0.657	0.640	0.667
1.50	0.298	0.302	0.305	0.309	0.312	0.314	0.316
2.00	0.191	0.194	0.196	0.197	0.199	0.201	0.203
2.50	0.138	0.139	0.141	0.143	0.144	0.145	0.146
3.00	0.104	0.105	0.105	0.106	0.108	0.109	0.110

※1 寒地フルーム水路設計施工要領 p25 ----- 北海道開発局農業水産部  
 ※2 寒地フルーム水路設計施工要領 p26 ----- 北海道開発局農業水産部

## (2) 雪庇力 (Ps)

降雪が始まると写真 3.3.1 に示すように、地表面に積雪し側壁面が露出状態となる。積雪が進むと写真 3.3.2 に示すように、水路内側に雪庇が発達することがあるので、雪庇力を計上する。

雪庇力は、式 3.3.2<sup>※1</sup> に示す簡略算定式より求め、図 3.3.6 に示すように側壁天端に集中荷重として作用させる。この簡略算定式は、凍上力と同様に昭和 55 年の技術基準に基づき、最大積雪深と側壁高を指標とした簡略式である。

なお、本算定式は、メートル法重力単位によるため、10kN を乗じて SI 単位換算している。

$$P_s = (4.07W_s^3 / H) \times 10 \quad (\text{kN/m}) \quad \cdots \text{式 3.3.2}$$

ここに H : 側壁高(m),  $W_s$  : 最大積雪荷重( $\text{tf/m}^2$ )=最大積雪深(m)×単位体積重量( $0.35\text{tf/m}^3$ )

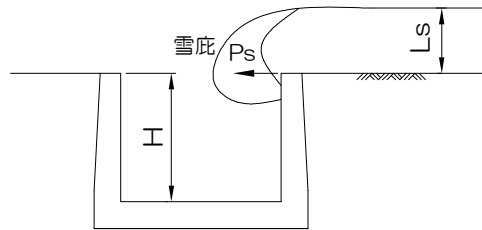


図 3.3.6 雪庇力の作用点



写真 3.3.1 降雪初期の積雪形状



写真 3.3.2 雪庇の発達状況

## 3.3.4 側壁背面荷重

### (1) 基本的な考え方

- ① 側壁背面の盛土や自動車などによる載荷荷重は、水平土圧の増加となって側壁や底版に生じる曲げモーメントの大きさを左右することになる。このため、計画平面図や現地調査をもとに、加算する載荷荷重を選定することが重要である。
- ② 具体的には、開水路に隣接する管理用道路や市町村道の有無、位置、輪荷重の大きさ、または盛土高や家屋等を現況だけではなく将来的な地域整備計画も考慮したうえで計上する必要がある。

### (2) 水路設計において考慮する載荷荷重

開水路設計においては、表 3.3.5 に示す載荷荷重を必要に応じて決定する。

表 3.3.5 載荷荷重

種類	荷重の大きさ	留意事項
盛土荷重	盛土高によって変化する。	側壁からの距離によって荷重が異なる
自動車荷重	T-25、T-10 等	同上
積雪荷重	過去 10 か年の最大積雪深	近傍アメダスデータより抽出
群衆荷重	公道 $5\text{kN/m}^2$ 、その他 $3\text{kN/m}^2$	自動車荷重とは同時に作用させない
軌道荷重	KS-14、EA-17 等	道床の厚さも荷重に加算
宅地荷重	$15\sim 20\text{kN/m}^2$	木造 1 階層あたり $5\text{kN/m}^2$

**(3) 載荷荷重の計算方法**

側壁背面の台形盛土荷重、自動車荷重は、側壁天端位置の等分布荷重に換算して土圧を計算する。それぞれの換算方法は下記のとおりである。

1) 台形盛土荷重の等分布換算 (図 3.3.7)

フローリッヒの地盤応力の理論を応用し、モーメント換算により求めた式 3.3.3<sup>\*1</sup>による。等分布換算係数  $I_w$  は、式 3.3.4<sup>\*2</sup>による。

$$q_w = \gamma \cdot H_o \cdot I_w \quad \dots\dots\dots \text{式 3.3.3}$$

$$I_w = \left[ 1 + \left(\frac{X}{H}\right)^2 - \frac{2}{\pi} \left\{ 1 + \left(\frac{X}{H}\right)^2 \right\} \tan^{-1} \left(\frac{X}{H}\right) - \frac{2}{\pi} \left(\frac{X}{H}\right) \right] \quad \dots\dots\dots \text{式 3.3.4}$$

- $q_w$  : 盛土荷重の換算等分布荷重(kN/m<sup>2</sup>)
- $\gamma$  : 盛土の単位体積重量(kN/m<sup>3</sup>)
- $H_o$  : 盛土高(m),  $X$  : 仮想距離(m) (=X<sub>1</sub>+1/2・X<sub>2</sub>)
- $H$  : 側壁高+底版厚/2,  $I_w$  : 等分布荷重換算係数

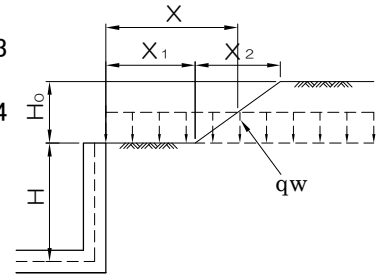


図 3.3.7 台形盛土荷重図

2) 側壁背面に作用する自動車荷重 (図 3.3.8)

車道幅員に  $T$  荷重を車両占有面積で除した等分布荷重を載荷して、式 3.3.5<sup>\*3</sup>により等分布荷重に換算して土圧を計算する。

$$q_Q = Q \cdot I_w \quad \dots\dots\dots \text{式 3.3.5}$$

ただし、 $X \geq (H+H_o)$  のときは  $q_Q=0$  とする。

$q_Q$  : 換算等分布荷重(kN/m<sup>2</sup>),  $Q$  :  $T$  荷重/車両占有幅(kN/m<sup>3</sup>)

荷重	$Q$ (kN/m <sup>2</sup> )
T-25	10
T-14	7
T-10	5

- $X$  : 側壁背面から荷重の作用する位置までの距離(m)
- $I_w$  : 等分布荷重換算係数(式 3.3.4)

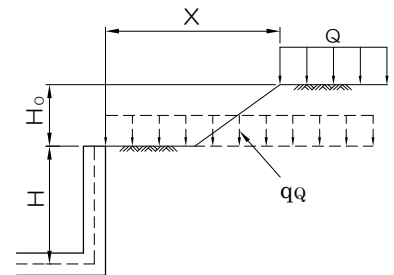


図 3.3.8 自動車荷重図

3) 積雪荷重 (図 3.3.9)

水路のおかれる地域の近傍のアメダスデータより、過去 10 カ年における最大積雪深を抽出し、これに雪の単位体積重量 3.5kN/m<sup>3</sup> を乗じて式 3.3.6 より求める<sup>\*4</sup>。

積雪荷重は、路線毎に統一した値を用いる。事業計画または基本設計段階の気象データに基づき設定し、年度設計毎に更新しなくてもよい。

路線内に複数のアメダス観測所が所在する場合には、ティーセン分割法等 (図 3.3.10) により境界地点を設定するか、もしくは、いずれか大なる値を用いてもよい。

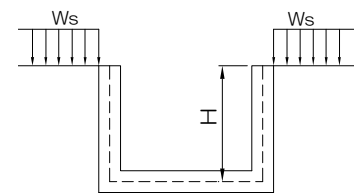


図 3.3.9 積雪荷重図

$$W_s = \gamma_s \cdot h_s \quad \dots\dots\dots \text{式 3.3.6}$$

- $W_s$  : 積雪荷重(kN/m<sup>2</sup>)
- $\gamma_s$  : 雪の単位体積重量(=3.5kN/m<sup>3</sup>)
- $h_s$  : 最大積雪深(m)

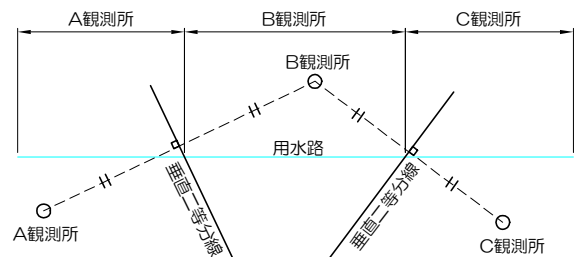


図 3.3.10 ティーセン分割法

※1 設計基準 水路工技術書 p281 式-7.4.3 ..... 農林水産省  
 ※2 設計基準 水路工技術書 p281 式-7.4.2 ..... 農林水産省  
 ※3 設計基準 水路工技術書 p284 式-7.4.4 ..... 農林水産省  
 ※4 設計基準 水路工技術書 p273 ..... 農林水産省

### 3.3.5 外水圧

設計に用いる地下水位の高さについては、排水管の排水先が水路の内または外により、以下のように扱う（図 3.3.11）。静水圧は、作用面に垂直に作用するものとして式 3.3.7<sup>※1</sup>より求める。

(1) 排水管の排水先を水路外とする場合

サイドドレーン方式の場合は、ゼロとする。アンダードレーン方式の場合は、長期的な効果が期待できないため、(2)の水路内処理と同じ扱いとする。

(2) 排水管の排水先を水路内とする場合

側壁高の 1/2 または側壁背面土高の 1/2 とする。

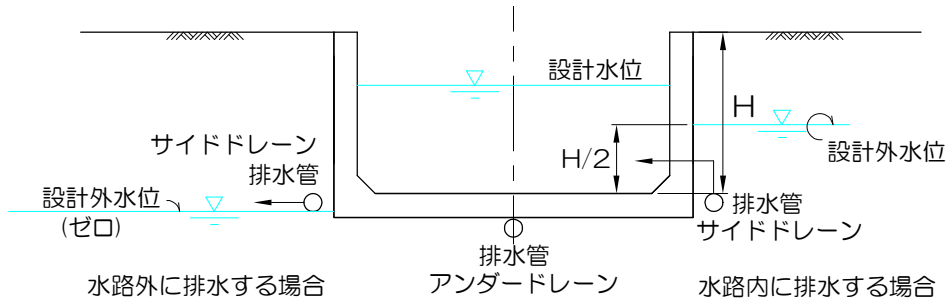


図 3.3.11 設計外水位の扱い

$$P = \gamma_w \cdot h \quad \dots\dots\dots \text{式 3.3.7}$$

- P : 静水圧(kN/m<sup>2</sup>)
- $\gamma_w$  : 水の単位体積重量(=9.8kN/m<sup>3</sup>)
- h : 水面から作用点までの高さ(m)

**【解 説】**

フルーム水路に限らず、水路施設の外水位は、その排水方法により変化する。特に、フルーム水路は、水密性が高く部材が薄いので、水路内が空虚の際に外水位が高くなると浮上する危険がある。このため、原則として横断排水工や道路側溝など、水路外で排水できる方法を選定することが最も重要である。

あわせて側壁背面部には、透水性を高めるため、砂礫材・フィルター材や透水性をもつ発泡ポリスチレン板を配置し、その基部に排水管を設置することにより、恒常的に外水位を低下させる措置をとる。なお、アンダードレーン方式の場合は、排水先が水路外であっても水みちとなる基礎砂利の透水性が低下するおそれがあるので、安全のため水路内処理と同様の扱いとしたものである。

### 3.3.6 内水圧

前出図 3.3.1 のケース①～③に示す内水圧である。計算に用いる水位は、予想される最高水位とし側壁天端までとする。ケース③では、側壁背面土による水平土圧で内側の曲げモーメントは低減される。この土圧は主動土圧とし、土圧係数  $K_A$  は内部摩擦角  $30^\circ$  の場合の値を上限とする<sup>※2</sup>。

**【解 説】**

水路の側壁高は、設計水深に余裕高（水路粗度係数の変動に対する余裕、流速水頭の静水頭への変換の可能性に対する余裕、水面動揺に対する余裕）を加えて算定され、さらに、工種、水路規模、構造物の配置、洪水流入等を考慮のうえ、決定されている。このため、「予想される最高水位」は、設計流量に対応する設計水深に余裕高を加えた側壁天端までとする。

---

※1 設計基準 水路工技術書 p242 式-7.2.1 ..... 農林水産省  
 ※2 設計基準 水路工技術書 p438 ..... 農林水産省

### 3.3.7 検討ケースと荷重の組み合わせ

#### (1) 張出スラブなし

##### 1) ケース 1：冬期空虚時

冬期空虚時に寒冷地特殊荷重および背面水による外水圧が作用するケース（図 3.3.12）。

側壁・底版外側の断面計算の支配的となるケース。

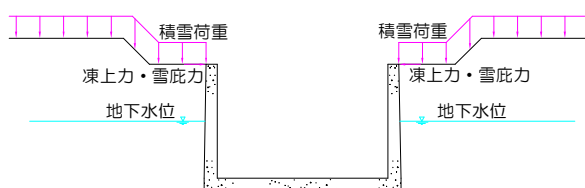


図 3.3.12 ケース 1 荷重図

##### 2) ケース 2：夏期満水時

夏期満水時に背面水なしのケース（図 3.3.13）。

側壁・底版内側の断面計算の支配的となるケース。

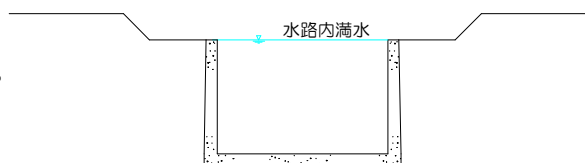


図 3.3.13 ケース 2 荷重図

#### (2) 張出スラブあり

##### 1) ケース 1：冬期空虚時（浮力あり）

冬期空虚時に寒冷地特殊荷重および背面水による外水圧が作用するケース（図 3.3.14）。

側壁・底版外側の断面計算の支配的となるケース。

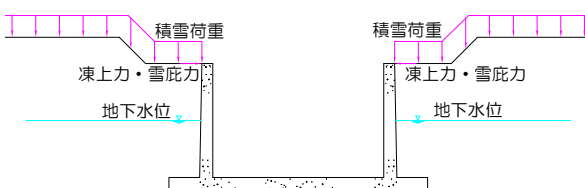


図 3.3.14 ケース 1 荷重図

##### 2) ケース 2：冬期空虚時（浮力なし）

ケース 1 で背面水なしのケース。上載土重により、地盤反力が最大となる（図 3.3.15）。

張出部材と底版上面の断面計算の支配的となるケース。

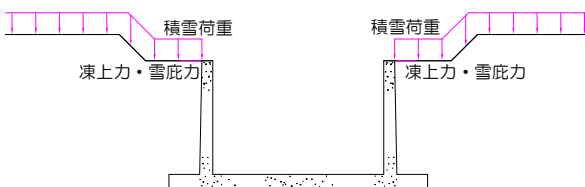


図 3.3.15 ケース 2 荷重図

##### 3) ケース 3：夏期満水時

夏期満水時に背面水なしのケース（図 3.3.16）。

側壁内側の断面計算の支配的となるケース。

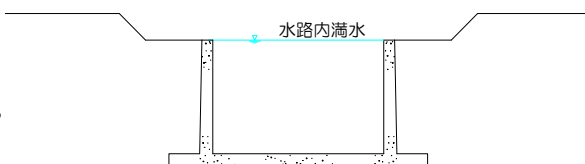


図 3.3.16 ケース 3 荷重図

## 3.4 浮上対策

### 3.4.1 検討方法

水路の自重が浮力の 1.1 倍以上ある場合は、浮上対策は不要である。底版反力は、地盤反力のみを計上する。

水路の自重が浮力の 1.1 倍未満の場合は、側壁または底版の部材厚を増して自重を大きくする（安全率  $F=1.1$ ）、もしくは、底版に張出スラブを設置してその上部の上載土重を加えて浮力に抵抗させる（安全率  $F=1.2$ ）。なお、掘込地形等、急激な背面水位の上昇が懸念される区間には、ウィープホールを併設するのが望ましい。

張出スラブを設ける場合の地盤反力は、躯体自重と盛土等の載荷重を含む上載土重を底版と張出スラブを一体とした全幅に等分布荷重として作用させる。

$$\text{地盤反力 (kN/m}^2\text{)} = (\text{躯体自重} + \text{載荷重} + \text{上載土重}) / (\text{底版幅} + \text{張出スラブ幅})$$

地盤反力は、浮力に対する安全率を確保するため、浮力よりも必ず大きくする。浮力作用時は、図 3.4.1 に示すように、躯体自重と上載土重が浮力と相殺されて地盤反力が軽減されるだけで、地盤反力と浮力の合計は、浮力が作用しない場合の地盤反力と同じになる。

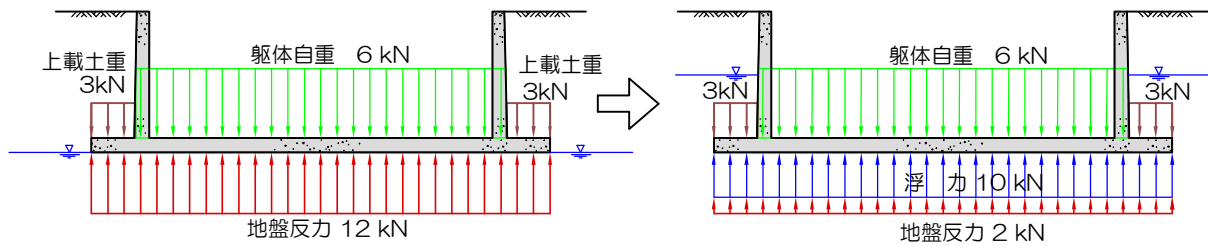


図 3.4.1 張り出しがある場合の地盤反力と浮力

【解 説】

浮上に対する安全率は、一般的に  $F_s=1.1\sim 1.2$ <sup>※1</sup>である。自重のみで抵抗する場合は、コンクリート性状のばらつきが少ないと考えられるので、最小の  $F_s=1.1$  とする。張出スラブを設けて上載土重に期待する場合は、土の性状がコンクリートよりも不確定な要素を含んでいるものと考え  $F_s=1.2$  とする。

なお、設計基準では、浮上抵抗力に土圧の壁面摩擦による鉛直成分  $P_{AV}$  (図 3.4.2<sup>※2</sup>) を見込んでよいこととしている<sup>※3</sup>。しかし、凍上対策に断熱工法を用いて自重のみで抵抗する場合は、断熱材と側壁との接着力あるいは断熱材とフィルター材の付着力が土の摩擦抵抗力よりも劣るため、鉛直成分は期待しない。置換工法の場合は、鉛直成分を見込んでよい。一方、張出スラブを設置する場合は、張出部材の上載土と背面土との摩擦抵抗が有効となるため鉛直成分を見込む<sup>※4</sup>。

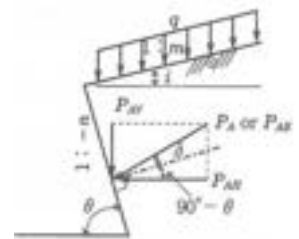


図 3.4.2 土圧の鉛直成分  $P_{AV}$

写真 3.4.1～写真 3.4.4 に実際に浮上を引き起こした水路の状況を示す。いずれも平成 8 年以前に建設されたもので、アンダードレーンによる水路内排水のタイプである。この当時の浮上の検討は設計外水位を側壁高の 1/3 に設定し、安全率  $F_s=1.0$  としていたため、現行基準よりも浮上に対する安全性は低かった。



写真 3.4.1 45cm 浮上(長沼幹線)



写真 3.4.2 50cm 浮上(北海幹線)



写真 3.4.3 10cm 浮上・段ズレ(前田幹線)



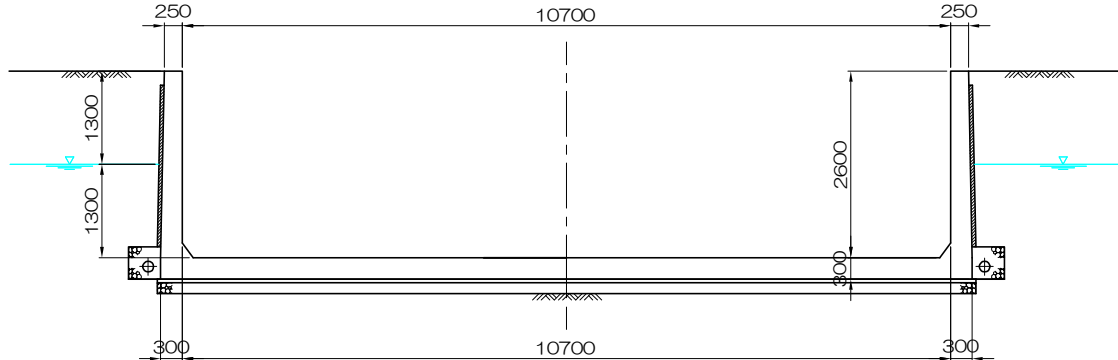
写真 3.4.4 20cm 浮上・傾倒(空知幹線)

※1	設計基準	水路工技術書	p429	-----	農林水産省
※2	設計基準	水路工技術書	p247	図-7.2.4	農林水産省
※3	設計基準	水路工技術書	p429	式-8.1.6	農林水産省
※4	設計基準	水路工技術書	p430	式-8.1.7	農林水産省

### 3.4.2 張出スラブの長さ

以下に張出スラブの計算例※<sup>1</sup>（断熱工法の例）を示す。コンクリート擁壁水路の場合も擁壁・床版が一体となって浮力に抵抗するものとする。なお、張出し部の長さ  $T_B$  を算出する際は、断熱材の厚さを無視してよい。

(a) 計算断面



(b) 荷重の計算

①水路荷重～1m当り

側壁	$1/2 \times (0.25 + 0.30) \times 2.60 \times 1.00 \times 24.5 \times 2$	=	35.035 kN
ハンチ	$1/2 \times 0.20 \times 0.25 \times 1.00 \times 24.5 \times 2$	=	1.225 kN
底板	$0.30 \times 11.30 \times 1.00 \times 24.5$	=	83.055 kN
	$\Sigma W$	=	119.315 kN

②浮力

$$F = \{1/2 \times (11.25 + 11.30) \times 1.30 + 0.30 \times 11.30\} \times 9.8 = 176.866 \text{ kN}$$

(c) 浮上に対する検討

自重による方法から安全率  $F_s = 1.1$  とする。

$$F_s = \frac{\Sigma W}{F} = \frac{119.315}{176.866} = 0.67 < 1.1 \dots \text{OUT}$$

自重のみでは浮上に対して所定の安全率が得られない。

このため、浮上対策として底板に張出しを設け、その上部土重を加えて浮上に抵抗させる。

(d) 張出し長の検討

浮上防止に必要なフーチングの必要長さ  $T_B$  は下式によって求められる。（設計基準 5.2.2.2）

$$T_B > \frac{F_s \cdot \gamma_w \cdot H_1 (B + 2T_2) - \{(T_1 + T_2)H + T_3(2T_2 + B) + T_4^2\} \gamma_{sc} - P \nu}{2 \{T_3(\gamma_{sc} - F_s \cdot \gamma_w) + \gamma_t(H + T_3 - H_1) + \gamma_{ws}(H_1 - T_3)\}}$$

ここに、  $H$  : 側壁の高さ 2.60 m

$H_1$  : 水路底板底面から外水位までの高さ 1.600 m

$T_1 \cdot T_2 \cdot T_3$  : 水路部材断面厚  $T_1 = 0.25 \text{ m}$   $T_2 = 0.30 \text{ m}$   $T_3 = 0.30 \text{ m}$

$T_4$  : ハンチの寸法  $0.15 \times 0.20 \text{ (m)}$

$T_B$  : 張出し部の長さ (m) ※断熱材の厚さは無視してよい。

$B$  : 水路内幅 10.70 m

$\gamma_{sc}$  : フルームの単位体積重量  $24.5 \text{ kN/m}^3$

$\gamma_{ws}$  : 土の水中単位体積重量  $10 \text{ kN/m}^3$

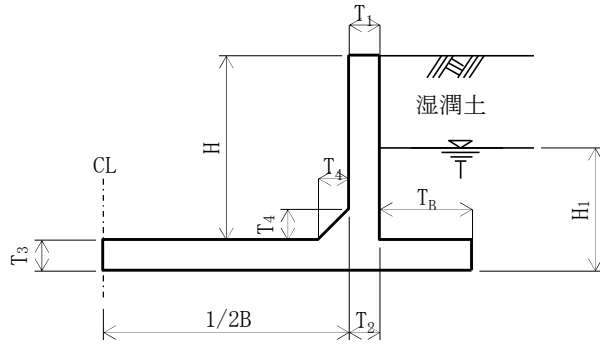
$\gamma_t$  : 土の湿潤単位体積重量  $18 \text{ kN/m}^3$

$\gamma_w$  : 水の単位体積重量  $9.8 \text{ kN/m}^3$

$P \nu$  : 土圧の鉛直成分 (kN/m)

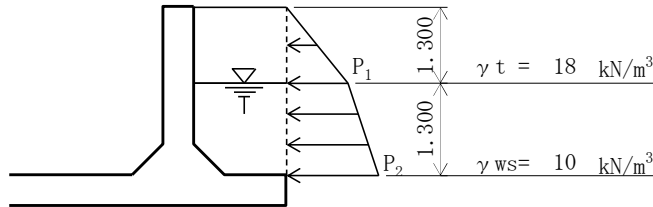
$F_s$  : 安全率 1.2

※1 設計基準 水路工技術書 p429



壁面摩擦角  $\delta$  の値は張出し部の長さ  $T_B \geq 0.10\text{m}$  より、 $\delta = 20^\circ$  (設計基準P249) として  $P_v$  を計算すると次のとおりである。

側壁天端	$P_0 =$	$= 0.000 \text{ kN/m}^2$
側壁高の1/2点	$P_1 = K_a \cdot \gamma t \cdot h_1$	
	$= 0.490 \times 18 \times 1.300$	$= 11.466 \text{ kN/m}^2$
側壁つけ根部	$P_2 = P_1 + K_a \cdot \gamma w s \cdot h_2$	
	$= 11.466 + 0.490 \times 10 \times 1.300$	$= 17.836 \text{ kN/m}^2$



側壁に作用する土圧を  $V$  とすると、

$$V = (0.000 + 11.466) \times 1/2 \times 1.300 + (11.466 + 17.836) \times 1/2 \times 1.300$$

$$= 26.499 \text{ kN/m}$$

土圧の鉛直成分 (摩擦抵抗) は、土と土の摩擦角を  $\mu$  とすると  $P_v = 2 \cdot 0.5 \cdot \mu \cdot V$  で表されるから

$$\mu = \sin \phi = \sin 20^\circ = 0.342$$

$$\therefore P_v = 2 \times 0.5 \times 0.342 \times 26.499 = 9.063 \text{ kN/m}$$

よって、張出し長  $T_B$  は下記計算より、 $1.10 \text{ m}$  (10cmラウンド) とする。

$$T_B = \frac{1.2 \times 9.8 \times 1.600 \times (10.70 + 2 \times 0.30) - \{ (0.25 + 0.30) \times 2.60 + 0.30 \times (2 \times 0.30 + 10.70) + 0.15 \times 0.20 \} \times 24.5 - 9.063}{2 \times \{ 0.30 \times (24.5 - 1.2 \times 9.8) + 18 \times (2.60 + 0.30 - 1.600) + 10 \times (1.600 - 0.30) \}}$$

$$= \frac{84.733}{80.444} = 1.053 \rightarrow 1.10 \text{ m}$$

### 3.4.3 掘込地形における注意

水路周辺の降雨水は、側壁背面沿いに浸入しやすい。図 3.4.3 に示すように、周辺地形が大きな掘込地形や急峻な山地を抱える場合、融雪水や降雨水は水路に集まりやすく、その集水速度が側壁背面水位の低下速度以上になった場合、また、ドレーン管やドレーンバルブが閉塞していた場合には、背面地下水水位が急激に上昇してフルームを浮上させることがある。

フルームの浮上の検討にあたっては、周辺地形と排水流路、さらに背面土（地山）の透水性などに留意し、周辺排水処理を十分に行うとともに、必要に応じてフルーム本体の浮上防止対策をとる。

#### 【浮上防止対策例】

- ① デリッチを設置して地表水を水路外へ誘導、または水路内へ流入処理する。
- ② ドレーンの閉塞により側壁背面水が満水になることを想定して張出スラブ長を決定する。
- ③ 張出スラブ長が大きくなる場合は、ボックスカルバートとして上載土重により抵抗させる。
- ④ ドレーンの管径を大きくするとともに、ウィーブホールを併設する。

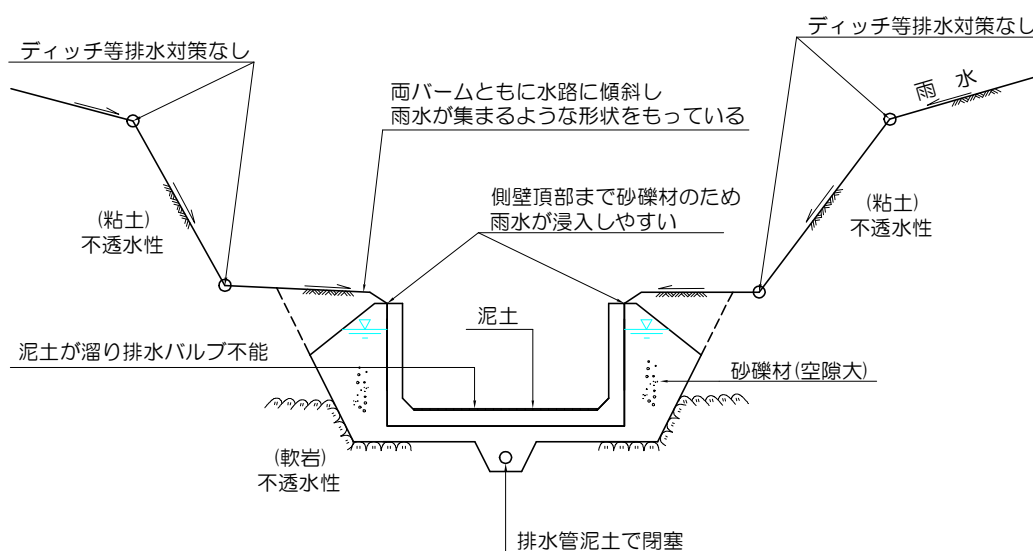


図 3.4.3 浮上したフルームの環境



写真 3.4.5 掘込地形での浮上



写真 3.4.6 目地の破損

### 3.5 鉄筋の扱い

#### 3.5.1 鉄筋のかぶり

##### (1) 主鉄筋

特に厳しい腐食性環境以外における主鉄筋中心からコンクリート表面までの距離は、表 3.5.1<sup>※1</sup>に基づくものとする。かぶりの決定条件は、部材厚と使用鉄筋径である。これらの条件が複合した場合の適用については、以下のとおりとする。

例 1) 側壁厚が 25cm で外側鉄筋 D22、内側鉄筋 D13 の場合  
→外側かぶりに合わせて内側・外側とも 70mm とする。

例 2) 側壁厚が 25cm で底版厚が 30cm の場合  
→底版厚に合わせて側壁・底版とも 70mm とする。

表 3.5.1 鉄筋のかぶりの標準値(単位:mm)

施工状態	主鉄筋の径		備 考
	19 mm 以下	22 mm 以上	
型枠や均しコンクリート施工面	60	70	部材厚 T<300 mm
	70	70	部材厚 T≥300 mm
地中に直接打設する場合の底版下側	90	100	フーチング、フルーム、環きよ、サイホン等
枕頭上	50	50	底版内に枕頭が 50 mm 以上貫入する場合

※小規模の構造物で主鉄筋が 13mm 以下の場合の鉄筋のかぶりは 50mm とすることができる。

##### (2) 配力鉄筋

コンクリート部材の乾湿温度変化によって生ずる伸縮・収縮によるひび割れを防止するため、必要最小限の鉄筋を主鉄筋の内側に配筋する。なお、横断継目においては、継目までのかぶりを 30mm (はりの最小かぶり 40mm－施工誤差 10mm<sup>※2</sup>) とする(図 3.5.1)。

横断継目は、止水材を挿入するため、構造弱部となりひび割れが発生しやすい。このため、止水材を包み込むように配力鉄筋を伸ばす。コンクリート擁壁+床版水路など、縦断継目がある場合についても同様な考えに基づき、主鉄筋のかぶりを 30mm とする。

##### (3) ハンチ筋

ハンチ内側に沿ってかぶりを確保する。ハンチ筋は、応力鉄筋ではないので、適正な定着長は必要ないが、部材間の応力伝達や組立の容易性から、外側主鉄筋と 10cm 以上ラップする(図 3.5.2)。

#### 【解 説】

寒冷地のフルーム水路は、暗渠、サイホン等の地下埋設水路とは異なり、野ざらしで激しい温度変化を受け、ひび割れの発生しやすい状況に置かれる。ひび割れは、凍害を誘発して、次第に拡大してコンクリートを劣化させる大きな原因となるので、コンクリートの品質向上と合わせて上記の措置をとる。

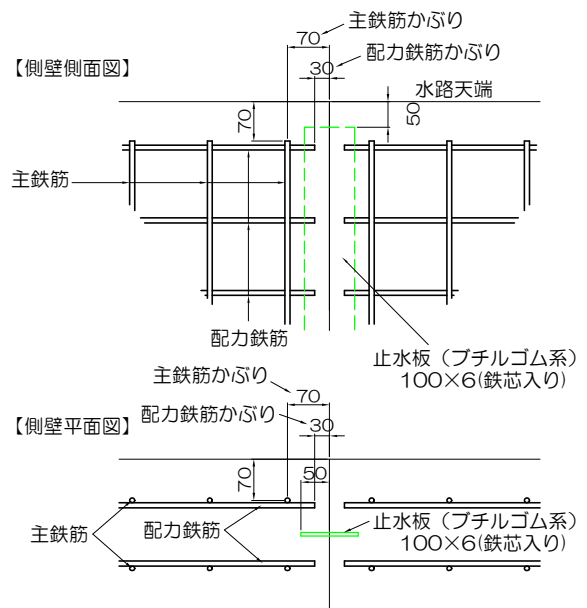


図 3.5.1 配力鉄筋のかぶり

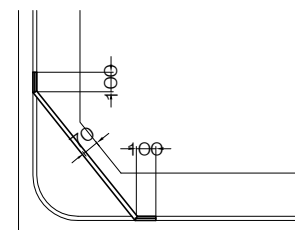


図 3.5.2 ハンチ筋の形状

※1 設計基準 水路工技術書 p358 表-7.9.35 ..... 農林水産省  
 ※2 コンクリート標準示方書 設計編 p181 表-4.2.1 ..... 土木学会

注) ハンチ

フルーム水路の側壁と底版の面取り部分（ハンチ）は、応力的に構造厚を期待していないが、用水路の部材が薄いことを考慮して写真 3.5.1～3.5.2 に示すハンチ内側に沿った鉄筋を配置して部材間の結合を強化し、異常時でも安全性を高めることとした。



写真 3.5.1 ハンチ内側鉄筋の配置



写真 3.5.2 ハンチ筋の固定方法

### 3.5.2 最小鉄筋量

主鉄筋の最小鉄筋量は、 $5.0\text{cm}^2/\text{m}$  ( $\text{D13}@250=5.068\text{cm}^2$ ) とする。配力鉄筋は、主鉄筋の  $1/6$  以上かつ  $5.0\text{cm}^2/\text{m}$  以上を配置する<sup>\*1</sup>。

### 3.5.3 鉄筋の組み合わせ

#### (1) 基本ピッチ

@250mm、@125mm を基本とする。水路構造物における鉄筋の最大間隔は、水密構造を確保するためのひび割れ制御の観点から、細径の鉄筋を細かいピッチで配筋するのがよい。このため、最小部材厚の 25cm よりも狭い間隔とし、施工時における組み立て作業を考えたラウンド数字として@250mm または@125mm とする。

#### (2) 使用鉄筋径

開水路で使用する最小径は D13、最大径 D22 とする。開水路の場合は部材厚が薄いため、太径の鉄筋を使用すると配置誤差が部材強度に及ぼす影響が大きくなるほか、純かぶりの違いにより耐食性が低下する。このため、開水路での最大径を D22 とする。

なお、開水路以外で部材厚が厚く大きな荷重が作用する場合は、最大径 D29 とする。

#### (3) 配筋計画

必要鉄筋量に応じて表 3.5.2 の順に選定するのが望ましい。主鉄筋配置は、安全性、使用性（水密構造）、施工性および経済性を勘案して異径の組み合わせも含めて計画する。安全性の観点では必要鉄筋量を満足していればよい。

施工性では太い鉄筋が数少なく配置されているのがよいが、使用性では、細径の鉄筋を細かいピッチで配筋するのがよく、経済性から見ればあくまでも全体の鉄筋重量が少ないのが有利となる。これらの相反する性格のなかで、すべての性能を満足するような組み合わせはない。

したがって、用水路の性格上、使用性と経済性を優先して必要鉄筋量を上回る直近の配筋計画を選定する。なお、異径鉄筋の組み合わせは、単位あたりの鉄筋断面積の急変を避けるものとし、原則として 2 ランク以内とする。

表 3.5.2 配筋計画の選定順位

順位	配筋計画	鉄筋量 (cm <sup>2</sup> )
1	D13@250	5.07
2	D16@250	7.94
3	D13@125	10.14
4	D19@250	11.46
5	D13、D16@125	13.01
6	D13、D19@125	15.21
7	D16@125	15.88
8	D16、D19@125	19.40
9	D19@125	22.92

※1 設計基準 水路工技術書 p354

### 3.5.4 鉄筋の定着

#### (1) 基本定着長 Ld

鉄筋とコンクリートが一体となって外力に抵抗するため、鉄筋端部の定着は最も重要なものである。配筋詳細に関しては、すべてコンクリート標準示方書に準ずる。

基本定着長 Ld は、式 3.5.1<sup>\*1</sup>により算定する。

$$Ld = \alpha \frac{fyd}{4 \cdot fbod} \phi \quad \dots\dots \text{式 3.5.1}$$

ここに  $\phi$  : 主鉄筋の直径(mm),  $\alpha$  : 0.6 (2.5 < kc),  $fyd$  : 鉄筋の設計引張降伏強度 (=345N/cm<sup>2</sup>)  
 $fbod$  : コンクリートの設計付着強度 = 0.28f'ck<sup>2/3</sup>/ $\gamma_c$  (f'ck=21N/cm<sup>2</sup>,  $\gamma_c$ =1.3) = 1.6N/cm<sup>2</sup>  
 $kc=C/\phi+15At/(s \cdot \phi)=3.68$  ( $\phi$  19mm の例)  
 $C$  : かぶり(=70),  $At$  : 横方向鉄筋断面積(=0),  $s$  : 横方向鉄筋の中心間隔(=250)

基本定着長は、定着条件（鉄筋種別、定着部位）により、以下の補正を行う<sup>\*2</sup>。表 3.5.3 に定着条件による基本定着長を示す。この基本定着長は、鉄筋段落し等による引張部定着、重ね継手の基本値に適用する。

#### 【 定着条件による補正 】

基本事項 … 引張鉄筋は、Ld による算定値とする。標準フックを設ける場合は 10 $\phi$  減じる。

補正(1) … 圧縮鉄筋は、Ld の 0.8 倍とする。標準フックを設けても減じない。

補正(2)<sup>注</sup> … 定着を行う鉄筋がコンクリートの打設終了面（側壁天端および底版上面）から 30cm の深さより上方の位置で、かつ水平から 45° 以内の角度で配置されている場合は、Ld の 1.3 倍とする。

注) 側壁天端および底版上面において、コンクリート打設終了時にコンクリート内のエアあるいはブリージング水が硬化とともに上昇することによって、これらが鉄筋の下に溜まり鉄筋とコンクリートの拘束力を低下させるためとされている。この影響範囲が打設終了面から 30cm であり、30cm 以深はコンクリートの自重によりエアの上昇を押さえ込むとされている。また、鉄筋の配置が打設終了面と平行方向を 0° として 45° 以内になるものは、このエア等が溜まりやすいとされている。

表 3.5.3 基本定着長

記号	定着条件	基本定着長	フック有り
Ld <sub>1</sub>	引張鉄筋 (打設終了面から 30cm の深さまで)	$0.6 \times 345 / (4 \times 1.6) \phi \times 1.3 = 42.0 \phi$	32.0 $\phi$
Ld <sub>2</sub>	引張鉄筋 (上記以外)	$0.6 \times 345 / (4 \times 1.6) \phi = 32.3 \phi$	22.3 $\phi$
Ld <sub>3</sub>	圧縮鉄筋 (打設終了面から 30cm の深さまで)	$0.6 \times 345 / (4 \times 1.6) \phi \times 0.8 \times 1.3 = 33.6 \phi$	33.6 $\phi$
Ld <sub>4</sub>	圧縮鉄筋 (上記以外)	$0.6 \times 345 / (4 \times 1.6) \phi \times 0.8 = 25.9 \phi$	25.9 $\phi$

#### (2) 低減定着長 Lo

実際に配置される鉄筋量 As が計算上必要な鉄筋量 Asc よりも大きい場合、式 3.5.2<sup>\*3</sup>により定着長を低減してよい。この低減定着長は、反曲点を越えた圧縮部定着および片持梁の固定端定着に適用する。

$$Lo_{1\sim4} \geq Ld_{1\sim4} \cdot (Asc / As) \quad \dots\dots \text{式 3.5.2} \quad \text{ただし、} Lo \geq Ld / 3 \text{ かつ } Lo \geq 10 \phi$$

※定着条件により Lo<sub>1</sub>～Lo<sub>4</sub> と称する

---

※1 コンクリート標準示方書 設計編 p367 ----- 土木学会  
 ※2 コンクリート標準示方書 設計編 p368 ----- 土木学会  
 ※3 コンクリート標準示方書 設計編 p368 ----- 土木学会

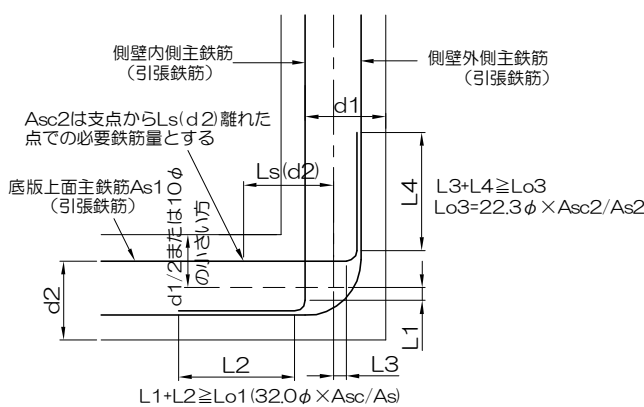
### (3) 支点部定着の基本的な考え方

曲げ部材における軸方向引張鉄筋の定着長の算定<sup>※1</sup>は、以下のとおりとする。定着長は、算定値を 1cm 単位でラウンドアップする。

- ① 垂直部材（側壁・堅壁）の固定端では、柱下端の定着長を適用し、部材断面の有効高さ  $L_s$  の 1/2 または  $10\phi$  のいずれか小さい値だけ定着部内に入った位置を起点として低減定着長  $L_o$  以上の定着長をとる（※垂直部材も片持ち梁であるが、定着部の鉄筋の拘束条件から水平部材とは異なるものと考え、柱下端を適用する）。
- ② 張出スラブの固定端では、片持ち梁の定着長を適用し、 $L_s$  だけ定着部内に入った位置を起点として  $L_o$  以上の定着長をとる。
- ③ 底版は、はりの正鉄筋の支点を越えた定着長を適用し、支点から  $L_s$  離れた点での必要鉄筋量に対する  $L_o$  を支点を越えて配筋する。
- ④ 定着部は直角フックとし、基本定着長を低減する。ただし、折り曲げ後のフック長は最小  $12\phi$  とする<sup>※2</sup>。
- ⑤ フルームの隅角部鉄筋は、曲げ内半径  $r=10\phi$  とする。鉄筋の加工寸法は、曲げ半径（鉄筋中心位置の半径  $=10.5\phi$ ）とすることに注意する。

### (4) フルームの定着長（図 3.5.3、図 3.5.4）

- ① 側壁内側の主鉄筋は、底版部材端にて直角フックで定着する。定着長は、底版上面から  $d_1/2$  または  $10\phi$  の小さい値を起点としてフックの直線部（ $L_1+L_2$ ）が  $L_{o1}$  以上となるようにする。
- ② 底版上面の主鉄筋は、側壁部材端にて直角フックで定着する。定着長は、支点に向って曲げモーメントが小さくなるため、支点から  $L_s$ （ $d_2$ ）離れた点での必要鉄筋量に対する定着長  $L_o$ （ $L_3+L_4$ ）を支点を越えて配筋する。
- ③ 側壁と底版の外側主鉄筋は、鉄筋径とピッチが同じとなるため、曲げ内半径  $10\phi$  を与えて一本化する。
- ④ 張出スラブ上面の主鉄筋は、支点を超えて定着長分を延ばす。定着長は  $d_2$  だけ定着部内に入った位置を起点として  $L_{o1}$  以上を確保する。
- ⑤ 張出スラブ下面の主鉄筋は、上面鉄筋と同様とする。ただし、圧縮鉄筋であるため、 $L_{o3}$  以上でよい。※地盤反力が偏心する場合には、引張鉄筋となることもある。



※ただし、 $L_o \geq L_d/3$  かつ  $L_o \geq 10\phi$

図 3.5.3 フルームの支点部定着

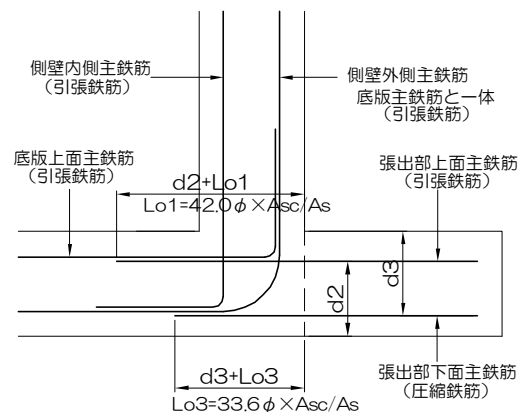


図 3.5.4 張出部鉄筋の支点部定着

※1 コンクリート標準示方書 設計編 p370 ..... 土木学会  
 ※2 コンクリート標準示方書 設計編 p362 ..... 土木学会

### 3.5.5 鉄筋の段落し

鉄筋の段落しとは、原則行わない<sup>※1</sup>。これまでは、経済性を勘案して図 3.5.5<sup>※2</sup>に示すように、計算上、鉄筋が不要となる位置で主鉄筋の本数を減じていたが、国土交通省施行の「土木構造物設計マニュアル」（平成 11 年）以降、一般土木では、「鉄筋の段落しを原則実施しない」こととなった。このことについて「水路工」（平成 13 年）と齟齬が生じていたが、平成 26 年の改定では、一般土木と同様に「鉄筋の段落しは原則行わない」と改正された<sup>※3</sup>。なお、耐震設計を必要としない水路や擁壁では、段落しを行うことが現場条件、経済性、施工性を勘案して有利と判断される場合、段落しを妨げない。

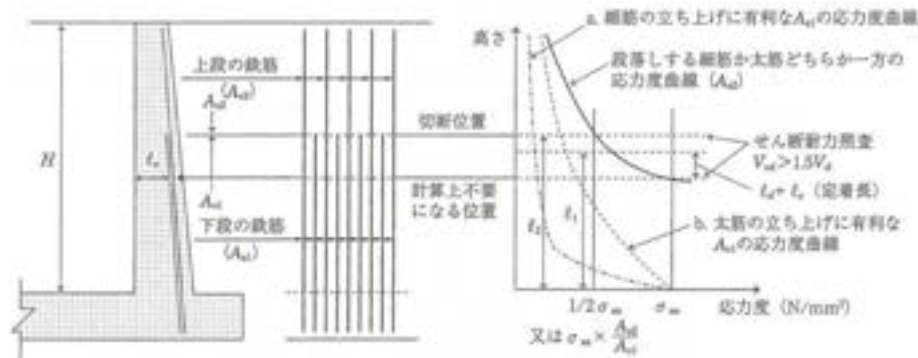


図 3.5.5 異形鉄筋の段落し

### 3.5.6 鉄筋の継手

#### (1) 継手の種類

鉄筋径 D13～D25 は重ね継手、D29 同士以上はガス圧接とする。重ね継手は、鉄筋とコンクリートの付着力により一方の鉄筋から他方の鉄筋へ力を伝達する継手であり、鉄筋の継手で最も簡便かつ合理的なものである。しかし、太径の場合は、継手部の過密配筋を要因としたコンクリートの不充填、ブリージング水の滞水、かぶりコンクリートの割裂など、致命的な強度低下を引き起こす可能性がある。

このため、D29 以上の鉄筋ではガス圧接継手を用いる。

#### (2) 継手の位置

できるだけ応力の大きい断面を避け、同一断面に集中させないことを原則とする。継手を同一断面に集めないためには、図 3.5.6、図 3.5.7 のように、継手位置を軸方向に相互にずらす。この継手間距離は、 $25\phi$  以上（ $\phi$  は太径の方）とする<sup>※4</sup>。

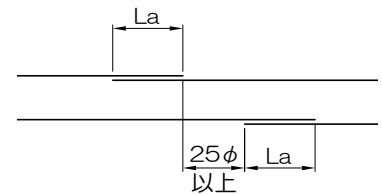


図 3.5.6 重ね継手の場合

#### (3) 重ね継手長 La

基本定着長をもとに継手位置に応じて以下の割増しを行う<sup>※5</sup>。重ね継手長は、10cm 単位でラウンドアップする。表 3.5.4 にそれぞれの継手位置における重ね継手長を示す。

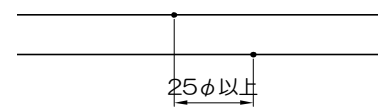


図 3.5.7 ガス圧接の場合

#### 【 軸方向鉄筋の重ね継手の規程 】

- (i) … 配置する鉄筋量（実際の配筋量）が計算上必要な鉄筋量（継手位置の曲げモーメントから求まる鉄筋量）の 2 倍以上、かつ同一断面の継手の割合が 1/2 以下の場合には、基本定着長  $L_d$  とする
- (ii) … “(i)” の条件のうち、どちらか一方が満足されない場合は、 $L_d$  の 1.3 倍とする
- (iii) … “(i)” の条件の両方が満足されない場合は、 $L_d$  の 1.7 倍とする

※1	設計基準	水路工技術書	p354	.....	農林水産省
※2	設計基準	水路工技術書	p356	.....	農林水産省
※3	事務連絡	鉄筋段落しについて(H26.1)	.....	.....	北海道開発局農業設計課
※4	コンクリート標準示方書	設計編	p379	.....	土木学会
※5	コンクリート標準示方書	設計編	p381	.....	土木学会

表 3.5.4 重ね継手長

	定着条件	基本定着長	重ね継手長		
			(i)	(ii)	(iii)
La <sub>1</sub>	引張鉄筋 (打設終了面から30cmの深さまで)	42.0φ	42.0φ	54.6φ	71.4φ
La <sub>2</sub>	引張鉄筋 (上記以外)	32.3φ	32.3φ	42.0φ	54.9φ
La <sub>3</sub>	圧縮鉄筋 (打設終了面から30cmの深さまで)	33.6φ	33.6φ	43.7φ	57.1φ
La <sub>4</sub>	圧縮鉄筋 (上記以外)	25.9φ	25.9φ	33.7φ	44.0φ

(4) 異径鉄筋の継手

継手部において鉄筋量の急変があるとここに曲げひび割れが発生しやすくなり、これが斜めひび割れへと発展して部材のせん断耐力を低下させる場合がある。このため、以下のとおり、鉄筋量の変化を制限する。

【 異径鉄筋を継ぐ場合の断面積比 】

- (i) … 継手位置が集中していない場合は、1/2 以上とする（鉄筋径 2 ランクまで）
- (ii) … 継手位置が集中している場合は、3/4 以上とする（鉄筋径 1 ランクまで）

表 3.5.5 に鉄筋径と鉄筋断面積の関係を示す。1 ランク毎の鉄筋断面積比はおおむねね 75% であり、2 ランクの場合はおおむね 50% である。継手の集中度に応じて、鉄筋の断面変化量を勘案して異径の鉄筋を継ぐ。

表 3.5.5 鉄筋径と鉄筋断面積の関係

鉄筋径 (mm)	断面積 (cm <sup>2</sup> /本)	異径鉄筋の断面積比					
		D13	D16	D19	D22	D25	D29
D13	1.267	100%	63%	44%	33%	25%	19%
D16	1.986	—	100%	69%	51%	39%	31%
D19	2.865	—	—	100%	74%	57%	45%
D22	3.871	—	—	—	100%	76%	60%
D25	5.067	—	—	—	—	100%	79%
D29	6.424	—	—	—	—	—	100%

※ ■ が 3/4 以上、■ が 1/2 以上である。おおむねで区分する。

3.5.7 定着長算定例

図 3.5.8 にフルームの主鉄筋定着長の算定例を示す。図 3.5.9 に浮上対策による張出スラブを設けた場合の主鉄筋定着長の算定例を示す。

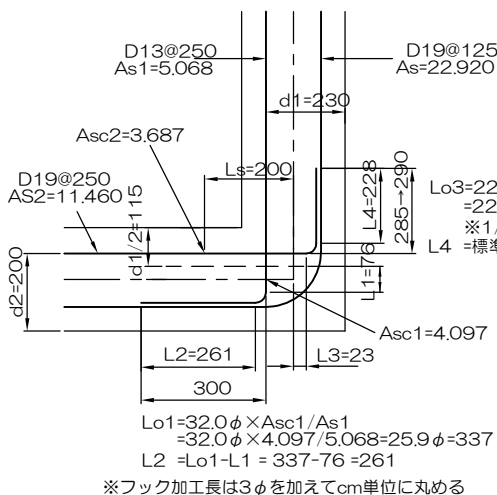


図 3.5.8 フルーム主鉄筋の例

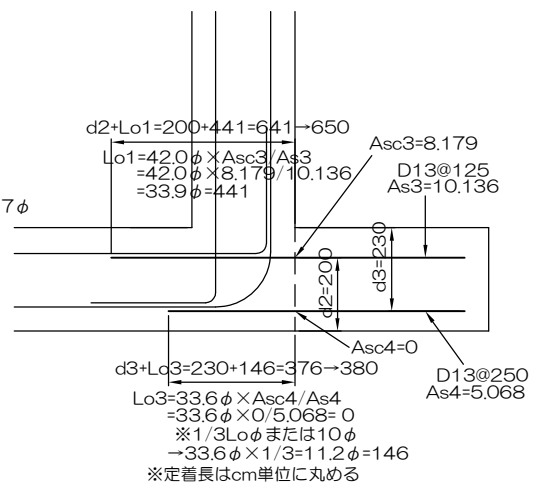


図 3.5.9 張出スラブ主鉄筋の例

### 3.6 横断継目

#### 3.6.1 継目の種類と間隔

- ① 継目には、打継目、伸縮継目、収縮継目およびひび割れ誘発目地がある。ここでは、横断継目となる伸縮継目（EJ）と収縮継目（CJ）について述べる。
- ② 現場打ち鉄筋コンクリート水路は、1 バレル 12.00m を標準とし、図 3.6.1 に示すように、1 バレルごとに収縮継目、3 バレルごとに伸縮継目を設ける。
- ③ 剛性の異なるボックスカルバート、トランジション等との継目箇所は、必ず伸縮継目とする。
- ④ 暗渠等の地上に露出しない構造物は、すべて収縮継目とする。

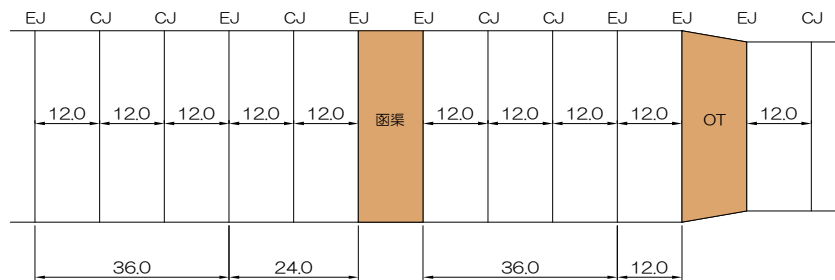


図 3.6.1 横断継目の配置

#### 3.6.2 伸縮継目

##### (1) 基本事項

コンクリートの温度変化に起因した伸縮量に対して、ひび割れや過大応力の上昇を制限するために伸縮継目を設置する。伸縮継目には 20mm の空隙（打設温度と最高気温の温度差 25℃のコンクリートの伸縮量 $=1 \times 10^{-5} \times 25 \times 3600 \text{cm} = 9 \text{mm}$  に圧縮復元率 50%を考慮）を 3 バレル（L=36m）に 1 箇所の間隔で挿入し、伸縮目地材を設置する。このほか、構造物の断面変化および型式の変化点にも、集中応力によるコンクリートの破壊等を防止するため、伸縮継目を設ける。

##### (2) 継目の構成

伸縮継目は、伸縮目地材、止水材、ダウエルバー、防水目地材で構成する（図 3.6.2、写真 3.6.1）。

##### ①伸縮目地材

厚さ 20mm の発泡樹脂体とし、圧縮率の高い発泡倍率 14 倍を使用する。

##### ②止水材

反応接着型のブチルゴム系止水板（鉄板心材入り 100×6）を使用する。貼付タイプは水膨張ゴム 20×10 以下（膨張率 2 倍以下）とする。

膨張率の大きいものは、コンクリートを破壊することがある。特に部材厚が薄い場合には、貫通クラックが発生し部材が欠落することがあるので、配慮が必要である。

##### ③ダウエルバー

地震時の構造物の移動を防止する目的で必ず設置する。不同沈下防止対策ではないことに注意が必要である。ダウエルバーは L=1.0m（塩ビ側にエポキシ樹脂塗装）の普通丸鋼φ16、@30cm の千鳥配置を標準とする。

ダウエルバーには、1 バレルあたりの躯体自重に内水重を加えた重量に設計震度を乗じ、その 1/2 が継目に作用するものとする。必要本数は、丸鋼の曲げ引張強度、せん断力およびコンクリートの支圧力により算出する<sup>※1</sup>。以下にモデル断面（B=4.0m×H=2.0m）における計算例を示す。図 3.6.3 に示す標準本数の配置により、所定の応力度を満足することができる。

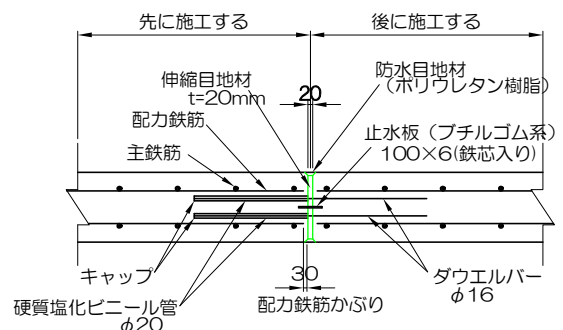


図 3.6.2 伸縮継目詳細図



写真 3.6.1 伸縮継目

※1 重荷重を受ける水利構造物におけるダウエルバーの設計について 水と土 第72号

## 1. ダウエルバー1本あたりの受け持つ荷重

### ①曲げモーメントから求まる荷重伝達能力

$$P_b = \frac{2 \cdot d^3 \cdot f_s}{L + 8.8a} = 615 \text{ kg/本}$$

ここに d:ダウエルバー径= 1.6 cm,  $f_s$ :ダウエルバー曲げ引張強度= 3200 kg/cm<sup>2</sup>  
L:ダウエルバー有効長= 25 cm, a:目地幅= 2 cm

### ②コンクリートの支圧力から求まる荷重伝達能力

$$P_c = \frac{f_c \cdot L^2 \cdot d}{12.5 \cdot (L + 1.5 \cdot a)} = 600 \text{ kg/本}$$

ここに d:ダウエルバー径= 1.6 cm,  $f_c$ :コンクリート支圧強度= 210 kg/cm<sup>2</sup>  
L:ダウエルバー有効長= 25 cm, a:目地幅= 2 cm

### ③せん断力から求まる荷重伝達能力

$$P_s = \frac{\pi \cdot d^2 \cdot f_s'}{4} = 3,215 \text{ kg/本}$$

ここに d:ダウエルバー径= 1.6 cm,  $f_s'$ :ダウエルバーせん断強度= 1600 kg/cm<sup>2</sup>

## 2. 躯体自重および内水重

内空断面	4.00 m × 2.00 m
部材厚(底版)	0.25 m
部材厚(天端)	0.25
部材厚(基部)	0.25 m
計画水深	2.00 m
パレル長	12.00 m

①躯体自重	=	63,750 kg
②内水重	=	96,000 kg
③設計震度	=	0.13 = $C_z \cdot C_s \cdot k_{ho} = 0.85 \times 0.75 \times 0.2$ (Ⅱ種地盤, B地域, 一般構造物)
④設計荷重	=	(①+②) × ③ × 1/2 = 10,384 kg

## 3. ダウエルバー必要本数

### ①曲げモーメントに対して必要な本数

$$10,384 / 615 \text{ kg/本} = 17 \text{ 本} \leq \text{配置本数 } 25 \text{ 本} \cdots \text{OK!}$$

### ②コンクリートの支圧力に対して必要な本数

$$10,384 / 600 \text{ kg/本} = 17 \text{ 本} \leq \text{配置本数 } 25 \text{ 本} \cdots \text{OK!}$$

### ③せん断力に対して必要な本数

$$10,384 / 3,215 \text{ kg/本} = 3 \text{ 本} \leq \text{配置本数 } 25 \text{ 本} \cdots \text{OK!}$$

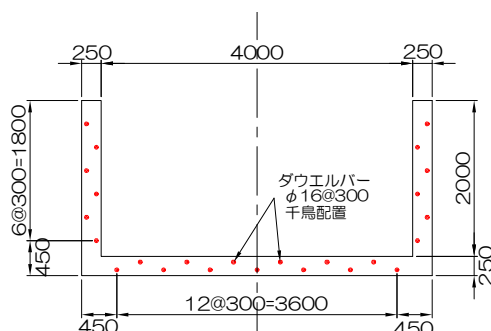


図 3.6.3 ダウエルバー標準配置図

## 【解説】

継目は、構造物の移動による構造物本体の破壊が発生する以前に外力を吸収する必要があるため、ダウエルバーの配筋量は、主鉄筋量（パレル 1m あたりの側壁・底版それぞれの主鉄筋の総断面積）以下とする。

また、施工中はこれが変形しやすいので、コンクリートの打設中は常に注意し、必ず正しい方向（躯体の縦断方向と平行）に修正しなければならない。もし、曲がって入っていたりするとバーの役割を失い、地震時の変形でコンクリートが破壊する。

#### ④ 防水目地材

伸縮継目は、ダウエルバーや止水材の配置により構造が複雑なため、良質なコンクリートの打設が困難であり、微細な亀裂が生じていることが多い。この微細な亀裂に水分が浸透した場合は、凍害劣化を引き起こす要因となる。このため、面取り箇所について、**図 3.6.4** のように防水目地材を充填する。防水目地材は、ポリウレタン系 1 成分形弾性シーリング材の高耐候タイプを使用する。これらは、促進耐候性試験（サンシャインウェザーメーター試験 2,000 時間）により異常の認められないものを使用する。プライマーは、シーリング材に適合したもので、極力、湿潤面対応型が望ましい。接着不良を防止するために、油分・ほこりなどはアルコールを含まない溶液で清掃する。降雨、降雪時の施工を避け、コンクリート面が湿潤状態のときは、水滴をウエスで十分にふき取って十分に乾燥したことを確認してからプライマーを 2 度塗りする。

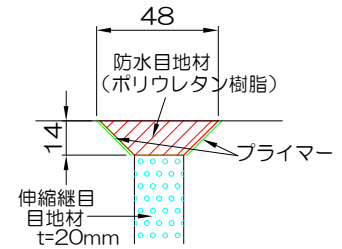


図 3.6.4 防水目地材充填

### 3.6.3 収縮継目

#### (1) 基本事項

コンクリートの収縮によるひび割れを防止するため、1 バレル (L=12.0m) 毎に収縮目地を設置する。このほか、暗渠等の地上に露出しない構造物は、コンクリート温度が地温（年平均気温で推移）と同じく変化せず伸縮しないので、すべて収縮継目とする。

#### (2) 継目の構成

収縮継目は、合成樹脂調合ペイント、止水材、ダウエルバー、防水目地材で構成する（**図 3.6.5**、**写真 3.6.2**）。

##### ① 合成樹脂調合ペイント

先行バレルに後打ちバレルが接着することを防止するため、先行バレルに【JIS K 5516 1 種（環境対応型）】を塗布する。なお、JIS には 1 種と 2 種があり、2 種は 1 種より耐久性が高くコストも高い。建築では 1 種が内面、2 種を外面で使用している。収縮継目の目的から最低規格で十分なので、1 種とする。なお、コンクリートのアルカリ性に反応して劣化する材料もあるので、注意を要する。

##### ② 止水材

伸縮継目と同様、反応接着型のブチルゴム系止水板（鉄板心材入り 100×6）を使用する。貼付タイプは水膨張ゴム 20×10 以下（膨張率 2 倍以下）とする。

##### ③ ダウエルバー

伸縮継目と同様、L=1.0m（塩ビ側にエポキシ樹脂塗装）の普通丸鋼 φ16、30cm 間隔の千鳥配置を標準とする。

##### ④ 防水目地材

伸縮継目と同様、ポリウレタン系 1 成分形弾性シーリング材の高耐候タイプを使用する。収縮継目の形状・構造は、**図 3.6.6** に示すように、面取り間の三角形状となり、充填量は少なくてもよい。

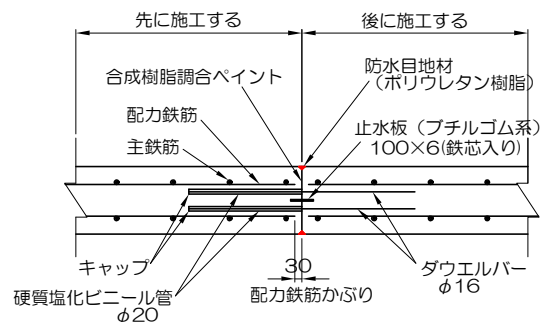


図 3.6.5 収縮継目詳細図



写真 3.6.2 収縮継目

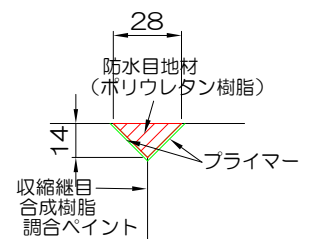


図 3.6.6 防水目地材充填

### 3.6.4 プレキャストコンクリート水路の横断継目

#### (1) 目地工法

一般的にプレキャストコンクリート水路の目地は、支派線水路等の盛土装工の適用で内水圧の作用のみを想定しているものが多い。しかし、国営規模の幹線用水路は、山裾を等高線に沿って流下することから、山地流域を抱える路線や掘込式水路が多く、内水圧のほか地下水等の側壁背面水による外水圧も作用する。このため、内水圧対応のみものを採用した場合、外水圧による内側へのはみ出しや膨張等の挙動を示し、長期的な安定性を維持できない例が多い。

このように内外水圧が作用する場合には、表 3.6.1 に示す挿し込みタイプの目地工法を採用することが多い。ここでは、これらのなかでも耐久性が高く、内外水圧に対する長期的な止水性を維持できる「止水板方式」を紹介する。

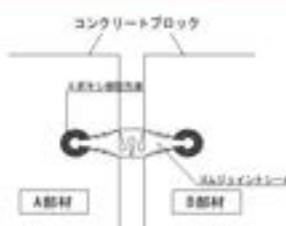
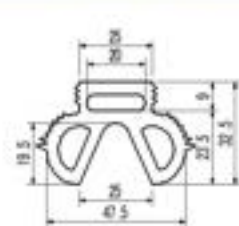

本工法は、あらかじめ製品の目地部に溝を切り、その溝に樹脂を充填後、ジョイントゴムを挿入し固定する工法で、現場打ち鉄筋コンクリート水路に用いる目地構造に近似している（図 3.6.7、写真 3.6.3）。

ジョイントゴムは可とう性が大きく、製品個々が可動できるため、地盤変位・沈下（最大地盤ひずみ 1.5%）を吸収する。このことについて、NETIS 登録(No.KK-980097 ※2014.10.17 掲載終了)および下水道新技術推進機構の建設技術審査証明を受けており、目地材としての優れた性能が証明されている。

現在、道内における同工法は、製造技術において一定の技術水準を有するどの水路製品メーカーでも製造許諾、市場提供が可能である。また、プレキャストコンクリート水路と現場打ち鉄筋コンクリート水路との接合部の適用が可能な工法でもある（図 3.6.8、写真 3.6.4）。

なお、盛土水路や置構構造のように外水圧が作用しない場合は、この他の挿し込みタイプ（成型ゴム挿入方式、くさび挿入方式）等を採用しても問題ない。

表 3.6.1 プレキャストコンクリート水路の目地工法比較表

種別	挿し込みタイプ		
方式	止水板方式	成型ゴム挿入方式	くさび挿入方式
目地材形状			
材質	EPDM	クロロプレンゴム	EPDM
工法概要	予め製品の複合面に挿入孔を設け、その挿入孔に樹脂を充填後、ジョイントゴムを挿入し固定する工法。	目地内面全体に止水塗料を塗布した後、止水ゴムの両サイドに止水塗料を塗りながら全周で目地に嵌めていく工法。	製品の切欠きにゴムジョイントのくさび部分をハンマーで打ち込み固定する工法。
長所	<ul style="list-style-type: none"> <li>耐震、可撓性に優れている。</li> <li>止水性に優れている（水深10m、1kgf/cm<sup>2</sup>、0.10MPa）。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ゴムの反発力により、水路内外の水を完全に遮断する。</li> <li>最良質のゴム使用と、目地材の露出部分を最小限に抑えるため、耐久性に優れている。</li> <li>布設替えが可能</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ゴムジョイントをハンマーで打ち込むだけなので、取付が非常に簡単かつスピーディ。</li> <li>軟弱地盤における不同沈下に、平均4～5cm対応可能。</li> <li>布設替えが可能</li> </ul>
短所	<ul style="list-style-type: none"> <li>充填材が必要。（メーカーによる技術指導）</li> <li>狭み込みタイプに比べると施工性が悪い。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>外的要因により、抜け出しの可能性がある。</li> <li>国営規模での実績がない。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>地下水位が高い場合は水路内側に膨れ上がり、くさびが抜け出す可能性がある。</li> </ul>
施工性	挿入孔に樹脂を充填後、コンクリート製品を引き寄せ、止水板を挿入するので成型ゴム方式、くさび挿入方式に比べると施工性が悪い。	熟練を要しないで施工ができる。天候にあまり左右されずに施工できる。	ゴムジョイントをハンマーで打ち込むだけなので、取付が非常に簡単かつスピーディ。
経済性	材工 5,100円/m	材料 7,500円/m 施工費 概 1,100円/m	材料 4,870円/m 施工費 概 600円/m
施工時の目地開隔許容幅	10～15	10～18	10～20
施工後の変動による目地開隔許容幅	10～30	10～26	10～50
耐震性	-40～-60	-35～-55	-40～-60

注) プレキャストコンクリート水路の目地は、すべて伸縮目地となる。

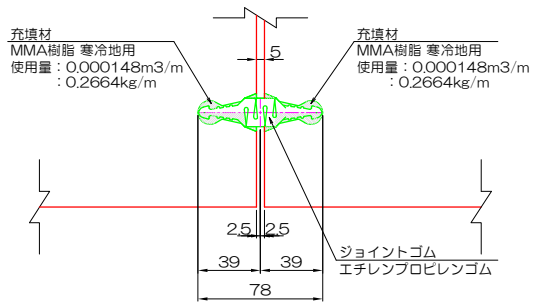


図 3.6.7 止水板方式断面図

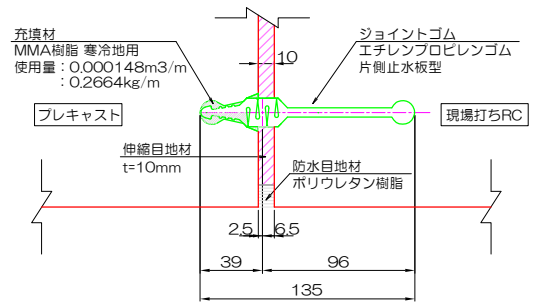


図 3.6.8 現場打ち鉄筋コンクリート接合部



写真 3.6.3 プレキャスト用ジョイントゴム



写真 3.6.4 現場打ち接合用ジョイントゴム



写真 3.6.5 樹脂の充填



写真 3.6.6 ジョイントゴム取付



写真 3.6.7 ボックスへの適用



写真 3.6.8 ボックス引き込み状況



写真 3.6.9 くさび挿入方式(落水期)



写真 3.6.10 くさび挿入方式(通水期)

## (2) 曲線部の扱い

曲線部の製造は、直線部標準の型枠に仕切り板をセットして片側または両側の継目を斜めにした台形型を製作する。基本的には、経済的な斜切異形（片側斜切）を採用する（図 3.6.9、写真 3.6.11）。ただし、長尺の場合は、製品の中心が水路センターから少し離れることになるため、両斜切異形も検討し、なるべく水路センターに近づける（図 3.6.10、写真 3.6.12）。

いずれも折れ点 1 箇所の曲げ角度が  $6^\circ$  以下となるように、水路幅、曲線半径、曲線長に応じて、極力滑らかな曲線を形成させる。横断継目は、直線部と同様とする。

斜切異形の外側の最大製品長は、標準  $L=2.2\text{m}$ 、長尺  $L=4.8\text{m}$  とする。両斜切異形の最大製品長は、標準  $L=2.0\text{m}$ 、長尺  $L=4.6\text{m}$  とする。

最小曲線半径は、製品吊り上げ時のバランス確保から、短辺側の長さが  $L \geq 0.8\text{m}$  となるようにする。

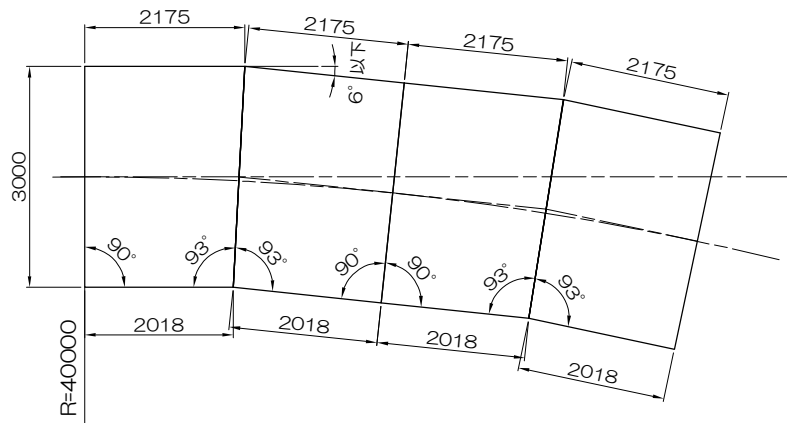


図 3.6.9 曲線部(斜切異形)

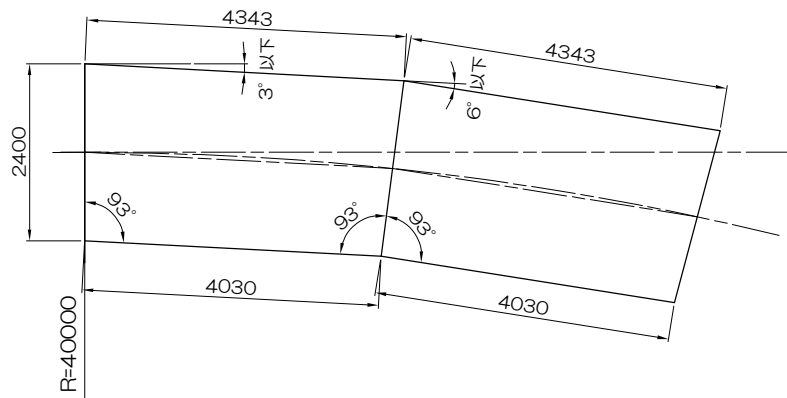


図 3.6.10 曲線部(両斜切異形)



写真 3.6.11 曲線布設(短尺斜切)



写真 3.6.12 曲線布設(長尺両斜切)

### 3.6.5 ひび割れ誘発目地

温度応力や自己収縮、乾燥収縮によるひび割れは、それらが発生する位置を計画的に定め、ひび割れを集中させて適切な処置を施し、ひび割れ部の耐久性や止水性、さらには美観を確保する。

ひび割れ誘発目地は、標準バレル  $L=12.0\text{m}$  の中央  $L=6.0\text{m}$  の側壁部材に設置する。底版部材には不要である。なお、バレル長が  $6.0\text{m} < L \leq 12.0\text{m}$  の場合は、標準バレルと同様にバレル中央に設置する。 $L \leq 6.0\text{m}$  の場合は設置しなくてもよい。 $L \geq 12.0\text{m}$  とする場合は、2ヶ所設置（1/3に均等配置）する。

ひび割れ誘発目地の使用材料は、誘導部材・誘導鉄板により断面欠損率 50%以上を確保できる既製品（図 3.6.11<sup>※1</sup>）を採用する例が多い。なお、かぶり部の誘導部材にブチルゴム等による止水機能があれば、部材中央の止水板は不要である。側壁部材への設置は、図 3.6.12 に示す位置とする。

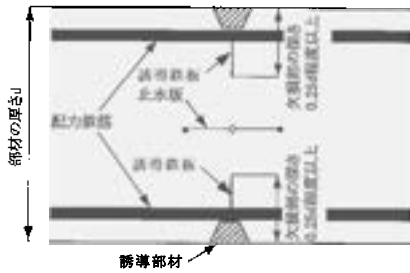


図 3.6.11 ひびわれ誘発目地

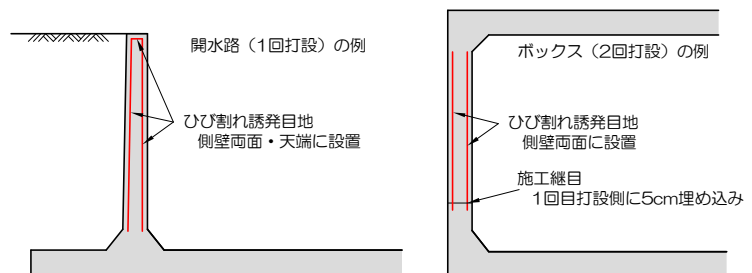


図 3.6.12 ひびわれ誘発目地の設置位置

#### 【解説】

##### (1) ひび割れ誘発目地の配置

##### ① 側壁部材に発生する初期ひび割れ

コンクリートは、硬化とともに温度上昇する。温度上昇の過程ではまだ硬化が進んでいないので、温度上昇に伴う膨張変形により発生する圧縮応力は小さい。しかし、温度が最高点に達した後から常温まで降下する過程では収縮変形が生じる。この段階では硬化が進んでいるため、これが拘束されている場合には、大きな引張応力が作用してコンクリートの引張強度を超えた時点でひび割れが発生する。このほかのひび割れ要因は、自己収縮（セメントの水和反応の進行によるコンクリートの体積の減少）と乾燥収縮（セメントゲル細孔中の水分の蒸発に伴うセメントペースト部分の収縮）の影響がある。用水路の場合は、側壁と底版の一体打設により外部拘束応力が小さく、また、部材厚が薄いため、温度応力よりも乾燥収縮の影響が相対的に高まる。

これは、側壁のコンクリート水分が日射の影響により底版よりも早く蒸発するため、収縮を始めた側壁がまだ収縮の始まっていない底版に拘束され、天端付近に数本の垂直方向の貫通ひび割れを発生させる。（写真 3.6.13）

なお、底版は、コンクリートの水和発熱が地盤と気中に伝播（放熱）され、コンクリート温度は大きく上昇せず温度降下に伴う引張応力は小さい。また、乾燥収縮についても、日射や積雪、融雪水の流下により乾燥速度が極めて遅い。これらの応力に対して外部拘束が小さいため、ひび割れは発生しない。したがって、ひび割れ対策は、側壁部材を対象とする。

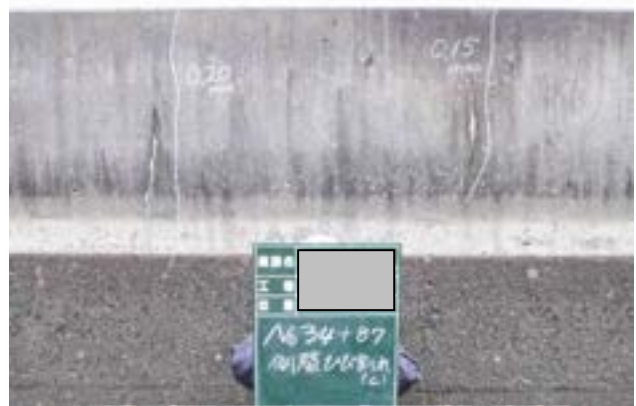


写真 3.6.13 側壁部材の垂直ひび割れ

※1 コンクリート標準示方書 設計編 p412 図 4.6.2 ----- 土木学会

## ② ひび割れ制御の方法

ひび割れ制御には、一般に(a)温度上昇の抑制、(b)収縮ひずみの低減、(c)発生応力を低減する方法がある。これらについては、設計、材料選定、配合設計、コンクリート製造および施工の各段階において、種々の方法が提案されている。

このうち、設計段階としては、(c)発生応力を低減する方法を採用する。この方法は、ひび割れ誘発目地を設けて拘束度を小さくし、発生応力を低減するもので、**図 3.6.13** に示すように、拘束長さを小さくするほど温度応力が小さくなる。

ひび割れ誘発目地は、あらかじめ断面の一部を欠損させてその部分にひび割れを誘発させることにより、拘束を受ける部材の長さを短くし、目地間に発生する温度応力を低減することによって、ひび割れの発生を抑制することができる。

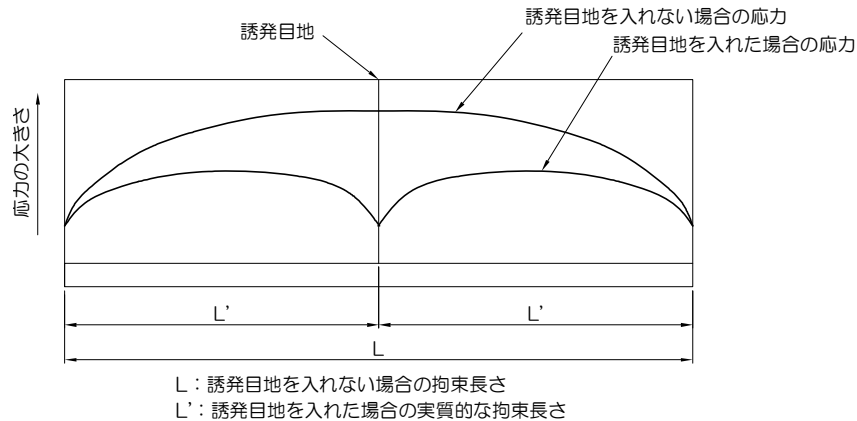


図 3.6.13 誘発目地による応力の緩和

## ③ ひび割れ誘発目地の配置

ひび割れの検証は、有限要素法等を用いた温度解析および応力解析に基づいて行うことが一般的であるが、打設温度や気温等に多くの仮定を含むため、想定モデルに過ぎない。

このため、簡易解析法<sup>※1</sup>を参照して壁長とひび割れ指数の関係を整理する。ひび割れの発生確率とひび割れ指数の参考値は、**表 3.6.2**<sup>※2</sup>とする。“ひび割れを防止したい場合”は、ひび割れ指数が 1.45 以上（ひび割れ発生確率が 5%）となる壁長地点にひび割れ誘発目地を配置する。

表 3.6.2 ひび割れ指数の標準値

	ひび割れ指数	ひび割れ発生確率
ひび割れを防止したい場合	1.45 以上	5%
ひび割れの発生をできるだけ制限したい場合	1.25 以上	15%
ひび割れの発生を許容するが、ひび割れ幅が過大とならないように制限したい場合	1.00 以上	50%

壁高  $H=2.00\text{m}$ 、壁厚  $t=0.30\text{m}$  を例として冬期施工直前（打込み温度  $20^\circ\text{C}$ 、外気温  $4^\circ\text{C}$ ）とした場合のひび割れ指数を算定した。この結果、**表 3.6.3** および**図 3.6.14** に示すように、 $L'=7.5\text{m}$  地点でひび割れ指数が 1.45 以上となる。この結果は、実際の打込み温度と外気温により上下するが、標準バレルの中央付近にひび割れ誘発目地を設置すればよいと思われる。

したがって、標準バレル  $L=12.0\text{m}$  の中央  $L'=6.0\text{m}$  の側壁部材に設置する。なお、バレル長が  $6.0\text{m} < L \leq 12.0\text{m}$  の場合は、標準バレルと同様にバレル中央に設置する。 $L \leq 6.0\text{m}$  の場合は設置しない。 $L \geq 12.0\text{m}$  とする場合は、2ヶ所設置（1/3 に均等配置）する。

※1 マスコンクリートのひび割れ制御に関する研究委員会報告書 ----- 日本コンクリート工学協会  
 ※2 コンクリート標準示方書 設計編 p331 ----- 土木学会

表 3.6.3 ひび割れ指数算定値

		温度応力のみ	温度応力 +自己収縮	温度応力 +自己収縮 +乾燥収縮
壁厚	B (m)	0.30	0.30	0.30
壁高	H (m)	2.00	2.00	2.00
打込み温度	To (°C)	20	20	20
外気温	Ts (°C)	4	4	4
壁長 (m)	1.0	4.34	4.38	3.88
	1.5	3.39	3.38	2.85
	2.0	2.95	2.91	2.38
	2.5	2.70	2.64	2.10
	3.0	2.54	2.47	1.93
	3.5	2.43	2.35	1.81
	4.0	2.34	2.26	1.72
	4.5	2.28	2.20	1.65
	5.0	2.23	2.14	1.60
	5.5	2.20	2.10	1.56
	6.0	2.16	2.07	1.53
	6.5	2.14	2.04	1.50
	7.0	2.12	2.02	1.47
	7.5	2.10	2.00	1.45
	8.0	2.08	1.98	1.44
	8.5	2.07	1.97	1.42
	9.0	2.05	1.95	1.41
9.5	2.04	1.94	1.39	
10.0	2.03	1.93	1.38	
10.5	2.02	1.92	1.37	
11.0	2.02	1.91	1.37	
11.5	2.01	1.91	1.36	
12.0	2.00	1.90	1.35	

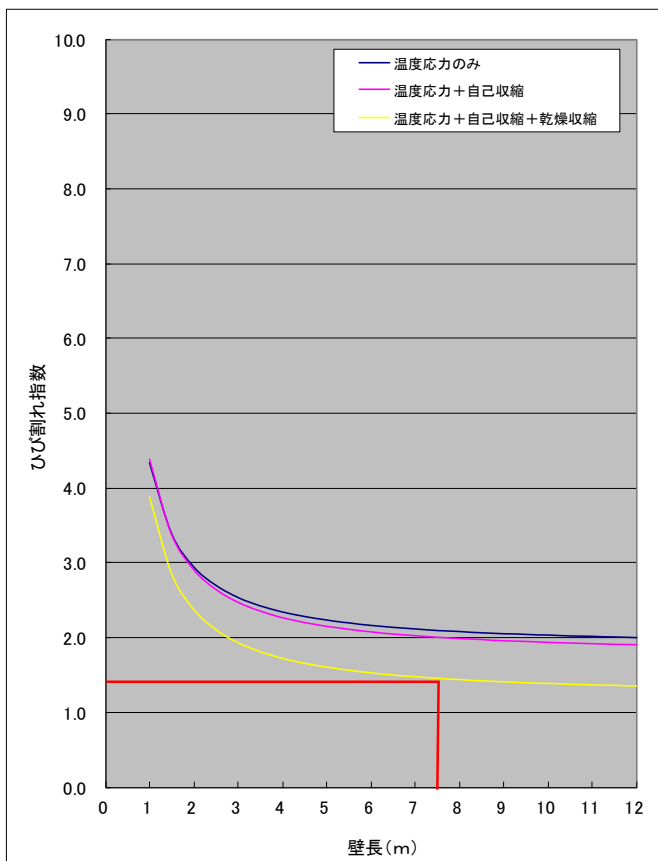


図 3.6.14 壁長とひび割れ指数の関係

(2) ひび割れ誘発目地の使用材料

これまで、ダミージョイントと称して三角面木により弱部を作り表面のポリウレタン樹脂による防水措置をとっていたが、断面欠損率が 20%程度（2002 年制定旧標準示方書準拠）であり、現行基準の 50%※1 を下回る。

標準示方書改訂で 50%としたこと背景として、コンクリート内部には、スパーサー、組立筋、セパレータなど断面欠損率 20%に相当する弱部が混在するため、セパレータ等に沿った垂直ひび割れの発生がよく見られるなど、20%では不足することが確認されたためと推察される。また、発生したひび割れの止水は、表面のポリウレタン樹脂とプライマーの接着力のみに委ねているため、微細な剥がれ・浮きの発生でもひび割れ内に浸水して漏水や鉄筋腐食を引き起こし、耐久性を低下させる要因となる。

したがって、50%以上の断面欠損率を確保するとともに止水機能をもつひび割れ誘発目地材（既製品）を採用し、側壁部に設置する。

※1 コンクリート標準示方書 設計編 p411 土木学会

### 3.6.6 コンクリート打継目位置の図示

通常、側壁高がおよそ 3.0m 以下の場合には、底版、側壁を分離せずにコンクリートの連続打設が行われているため、打継目が発生しない。しかし、側壁高が高い場合や現場条件により分離施工が行われる場合は、打継目が発生する。

打継目は、構造物の強度、耐久性に影響するので、コンクリートに応力が発生しない位置、または小さい位置にとることが必要であり、また、その位置が鉄筋の継手位置や定着方法等にも影響を与えるので、設計で想定した打継目位置は設計図に図示しなければならない。

#### (1) コンクリート水平打継目の適切な位置

フルーム水路のコンクリート打設にあたり、水平打継目を設ける場合は、原則として側壁付け根のハンチ上 15~20cm とする(図 3.6.15)。ボックスカルバートで頂版と側壁を分割してコンクリートを打設する場合は、側壁付け根のハンチ上 15~20cm や側壁頂部ハンチ下 15~20cm の位置とする(図 3.6.16)。

なお、これらの打継目の位置は、設計図に示すとともに必要に応じて鉄筋に対する継手措置をとるものとする。

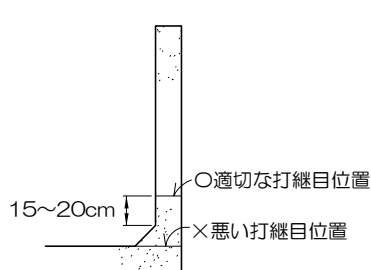


図 3.6.15 フルームの打継目位置

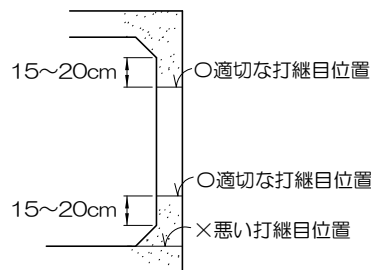


図 3.6.16 ボックスの打継目位置

#### 【解説】

底版、側壁あるいは頂版部材が一体となって外力に抵抗する鉄筋コンクリート構造物では、一体として連続してコンクリートを打設し、構造上の弱点となる打継目を設けないことが望ましい。

側壁高が比較的低いフルーム水路においては、連続打設工法が開発され、これが普及し構造上の弱点が除去され成果をあげている。しかし、大型フルームやボックスカルバートでは、施工上、分離打設が避けられない状況にある。打継目の位置および方向は、図 3.6.17 に示すせん断力の小さい位置でコンクリートが受ける圧縮力と直角に設けるのが原則であるが、この位置は型枠の設置、コンクリートの打込みが難しいことから、応力の最大発生位置を避け、施工的にも無理のないハンチ上(頂版との場合は下) 15~20cm が適切な位置である。

フルーム水路を採用した初期頃(昭和 40 年~50 年代)においては、この適切な位置に打継目を設けると型枠組立てが難しいため、側壁付け根の底版面に設けた例が多い。この位置は応力が最大であり、かつ、鉄筋が混み合い、レイタンス処理面積がハンチ上に比べ 2 倍近くになる。しかも、そのレイタンス処理を人手によるワイヤーブラッシングで行うには、屈んでの作業となるため疲れやすく、放置されるか処理不良になりやすいので、上記の適切な位置に打継目を設けることが基本である。

また、ボックスカルバートで頂版との打継目を設ける場合も、側壁つけ根と同様に応力が小さくなる側壁頂部ハンチ下 15~20cm の位置が適切である\*1。

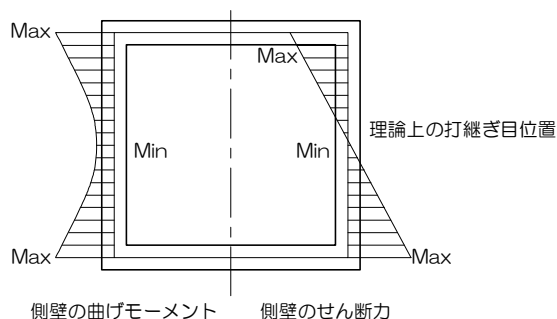


図 3.6.17 ボックスの応力図

※1 コンクリート標準示方書 設計編 p408

## (2) 打継目の配筋設計

打継目付近の配筋鉄筋は、図 3.6.18 に示すように、打継目より 5cm 以上離れた位置とし、鉄筋が直接、打継目にかからないように配置する。

側壁高がおおむね 3.0m を越えて打継目を設ける場合は、図 3.6.19 に示すように、主鉄筋に重ね継手を設けて鉄筋の立ち上がり高さを低くし、鉄筋の付着力低下の危険を避けることが望ましい。

なお、重ね継手が同一位置に集中することは避けなければならないが、やむを得ず集中する場合は、前出表 3.5.4 に基づく重ね継手長の割増しが必要である。

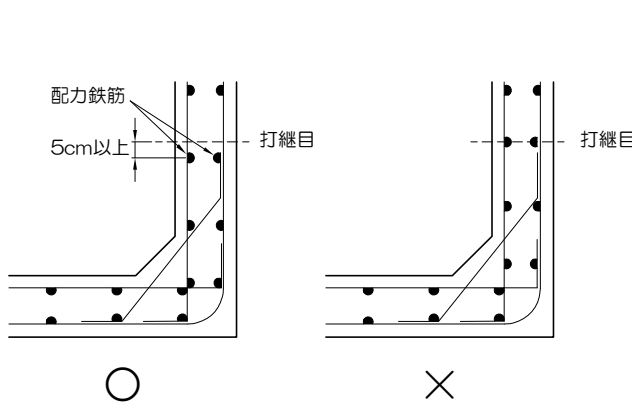


図 3.6.18 打継目と配筋鉄筋の位置

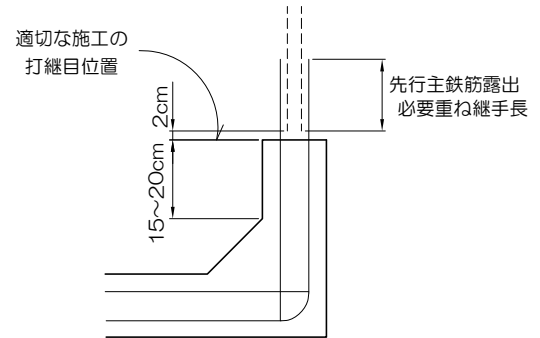


図 3.6.19 打継目における主鉄筋の継手

### 【解説】

配筋鉄筋を打継目に配置するとコンクリートの均しやレイタンス除去が困難になる。また、硬化段階で図 3.6.20 に示すようなコンクリートの不同沈下によるひび割れが発生することがあるので、配筋鉄筋は少なくとも打継目より上、下 5cm 以上離す必要がある。

側壁高が 3.0m を越えて打継目を設ける場合、鉄筋を側壁天端まで立ち上げてしまうと鉄筋が揺れやすく、打継目までの先行コンクリートの鉄筋周囲にブリージング水が集まる。そのままコンクリートが硬化すると鉄筋周囲に空隙ができて鉄筋の付着力が減少する(写真 3.6.14)。

このような危険を避けるため、設計ではおよそ 3.0m 以上の高さをもつ側壁(ファームポンドに多い)では、コンクリート打継目上の主鉄筋に重ね継手を設け、先行コンクリートが十分硬化した後、上部鉄筋を組立てるように配慮することが望ましい。

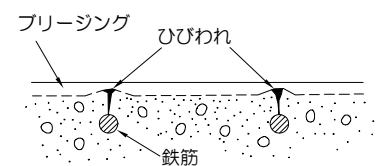


図 3.6.20 沈みによるひび割れ



写真 3.6.14 鉄筋周囲の空洞

### 3.7 基礎処理

#### 3.7.1 基礎型式

直接基礎を基本とするが、地盤支持力が不足する場合や軟弱地盤等においては、圧密沈下や不同沈下等も考慮して地盤改良や基礎杭の検討を行い、経済比較を含めて最適な基礎型式を選定する。

現況の水路状況も判定指標に加え、図 3.7.1 に示すフロー図<sup>※1</sup>を参照して基礎型式を選定する。

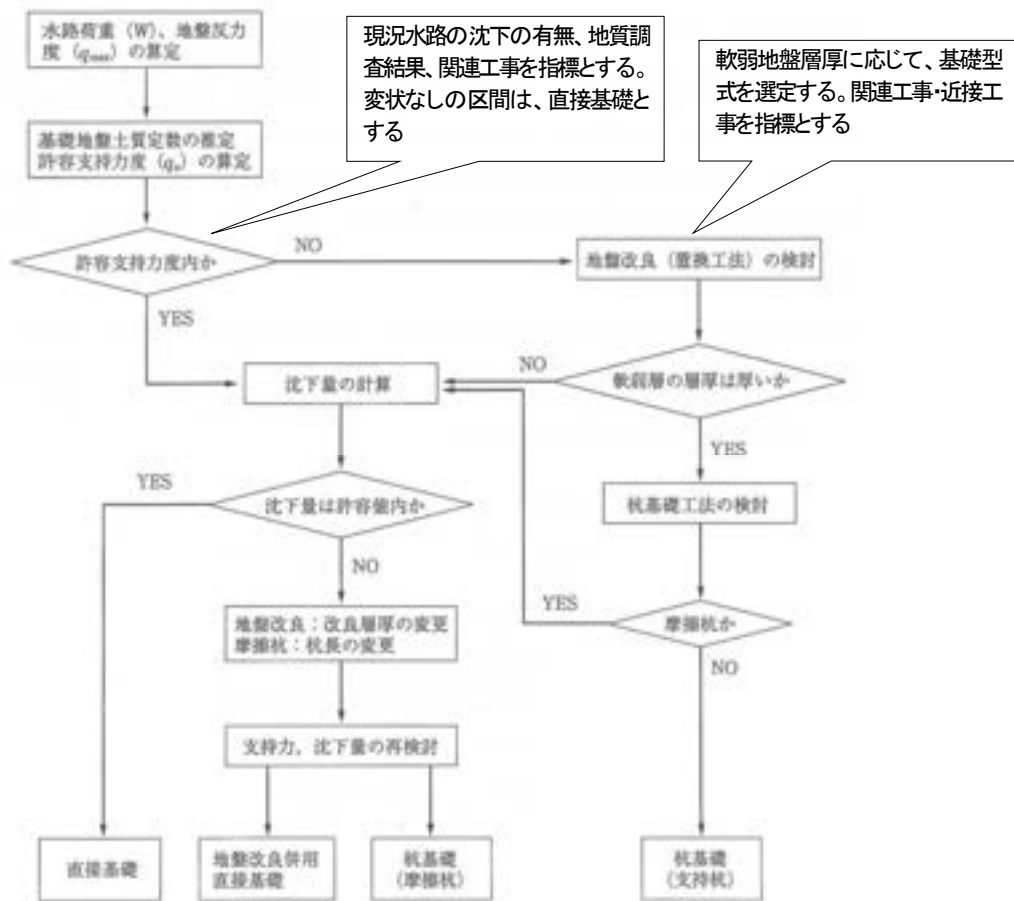


図 3.7.1 基礎工法選定フロー図

#### 【解説】

##### (1) 型式の選定

直接基礎の判定には、一般的に地質調査結果により得た情報を基に推定する地盤の許容支持力と上載荷重との比較によって支持力の判定を行い、かつ、沈下対象層の性状によって圧縮性の判定を行う。

しかし、全線の地質データの収集および縦断的に連続した地質の評価は困難である。二次改修の場合、現況施設が施工後 40 年程度経過しており、現在も安定した状態が維持されているのであれば、改築する水路荷重が大幅に増加しない限り、将来ともに基礎の変状はないと予測される。

したがって、地質調査結果の判定に加えて、現況水路の支持力不足や地盤沈下に起因すると思われる変状の有無を現地調査により確認し、直接基礎の判断指標とする。また、近傍の改修工事あるいは災害復旧等の関連工事についても指標とする。

なお、地質調査結果に基づいた支持力の検証は、標準貫入試験値（以下“N 値”と記す）を利用した式 3.7.1<sup>※2</sup>を用いる。

※1 設計基準 水路工技術書 p307 図-7.6.5 ..... 農林水産省  
 ※2 設計基準 水路工技術書 p317 ..... 農林水産省

$$q_a = 1/3(\alpha \cdot c \cdot N_c + \beta \cdot \gamma_1 \cdot B \cdot N_r + \gamma_2 \cdot D_f \cdot N_q) \text{ (kN/m}^2\text{)} \dots \text{式 3.7.1}$$

ここに  $q_a$  : 許容支持力度 (kN/m<sup>2</sup>),  $c$  : 基礎荷重面下にある地盤の粘着力 (kN/m<sup>2</sup>)  
 $\gamma_1$  : 基礎荷重面下にある地盤の単位体積重量 (kN/m<sup>3</sup>)  
 (地下水位下にある場合は水中単位体積重量をとる)  
 $\gamma_2$  : 基礎荷重面より上の地盤の平均単位体積重量 (kN/m<sup>3</sup>)  
 (地下水位下にある部分については水中単位体積重量をとる)  
 $\alpha \cdot \beta$  : 形状係数 (表 3.7.1<sup>\*1</sup>),  $N_c \cdot N_r \cdot N_q$  : 支持力係数 (表 3.7.2<sup>\*2</sup>)  
 $D_f$  : 基礎に近接した最低地盤面から基礎荷重面までの深さ(m)  
 $B$  : 基礎荷重面の最小幅 (m)

表 3.7.1 形状係数

基礎底面の形状	連続	正方形	長方形	円形
$\alpha$	1.0	1.2	$1.0 + 0.2 \frac{B}{L}$	1.2
$\beta$	0.5	0.3	$0.5 - 0.2 \frac{B}{L}$	0.3

注)  $B$ : 長方形の短辺長さ  $L$ : 長方形の長辺の長さ

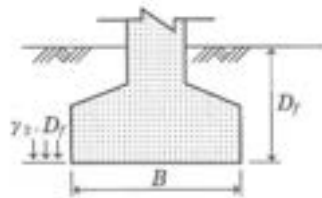


表 3.7.2 支持力係数

$\phi$	$N_c$	$N_q$	$N_r$
0°	5.1	1.0	0.0
5°	6.5	1.6	0.1
10°	8.3	2.5	0.4
15°	11.0	3.9	1.1
20°	14.8	6.4	2.9
25°	20.7	10.7	6.8
28°	25.8	14.7	11.2
30°	30.1	18.4	15.7
32°	35.5	23.2	22.0
34°	42.2	29.4	31.1
36°	50.6	37.8	44.4
38°	61.4	48.9	64.1
40° 以上	75.3	64.2	93.7

【地盤支持力の判定例】

●水路内空断面 :  $B=11.80\text{m}$ ,  $H=2.60\text{m}$ , 張出長  $L=1.10\text{m}$

- ①基礎型式 : 連続,  $\alpha=1.0$ ,  $\beta=0.5$
- ②基礎底面 :  $D_f=3.50\text{m}$  (バーム高を含む),  $B=14.6\text{m}$
- ③土の単位重量 :  $\gamma_1=10\text{kN/m}^3$  (地下水位以下と想定),  $\gamma_2=18\text{kN/m}^3$
- ④地盤の粘着力 :  $N$  値=4,  $C=6N=24\text{kN/m}^2$
- ⑤内部摩擦角 :  $\phi=0^\circ$
- ⑥支持力係数 :  $N_c=5.1$ ,  $N_r=0$ ,  $N_q=1.0$

$$q_a = 1/3 \times \{1.0 \times 24 \times 5.1 + 0.5 \times 10 \times 14.6 \times 0 + 18 \times 3.5 \times 1.0\} = \boxed{61.8\text{kN/m}^2}$$

施設の  $1.0\text{m}^2$  あたりの荷重と地盤の許容支持力の対比結果を表 3.7.3 に示す。表 3.7.4 に  $\text{m}^2$  あたりの荷重計算を示す。

表 3.7.3 直接基礎の判定 (kN/m<sup>2</sup>)

構造物	$\text{m}^2$ あたり荷重	許容支持力	判定	備考
○型フルーム水路	37.4	61.8	OK	

表 3.7.4  $\text{m}^2$  あたり荷重の計算 (kN/m<sup>2</sup>)

荷重	躯体重量	$\{(0.25 + 0.30) \times 2.6 + 14.6 \times 0.30\} \times 24.5 = 142.35\text{kN}$
	内水重量	$11.80 \times 2.60 \times 9.8 = 300.66\text{kN}$
	上載土重	$1.10 \times 2.60 \times 18 \times 2 = 102.96\text{kN}$
	合計	$142.35 + 300.66 + 102.96 = 545.97\text{kN}$
底幅	14.60m	
$\text{m}^2$ 当荷重	$545.97 \div 14.60 = \boxed{37.40\text{kN/m}^2}$	

※1 設計基準 水路工技術書 p317 表-7.8.2 ..... 農林水産省  
 ※2 設計基準 水路工技術書 p318 表-7.8.3 ..... 農林水産省

## (2) 現場における支持力の確認方法

施工時における地盤支持力の確認は、3 バレルに 1 箇所 の頻度でポータブルコーン貫入試験を実施する。掘削時に地盤の状態がよくない部分の確認された場合は、追加実施する。また、函渠工や調整施設等、一般的な開水路よりも大きな支持力が必要な区間においては、平板載荷試験も併せて実施して確実な支持力があることを確認する。なお、その場合は、ポータブルコーン貫入試験も実施し、これら試験結果の相関を確認したうえでその他区間の地盤支持力の確認に生かす。

必要地耐力（極限支持力）は、特記仕様書において施設の 1.0m<sup>2</sup>あたりの荷重（底版反力）の 3 倍の数値を示すこと。詳細設計においては、各施設の必要地耐力を設計図の特記事項欄に明記すること。

## 3.7.2 基礎砂利

### (1) 基礎砂利の厚さ

基礎砂利の厚さは、最小 15cm とし、底版上面から地盤の凍結深以深まで置換されていることを確認する。各地域の凍結深は、**図 3.7.2** に示す凍結深基準図<sup>※1</sup>による。

設計基礎砂利厚(最小 15cm) ≥ 地方別凍結深ー均しコンクリート厚ー底版部材厚  
ただし、設計基礎砂利厚は、5cm ラウンドアップとする。

基本的に全線について基礎砂利を敷くが、以下の場合は基礎砂利を省略して直接均しコンクリートを打設してよいので、掘削中、常に基礎の性状を観察し、迅速にその措置を指示しなければならない。

- ① 岩盤の場合
- ② 礫・礫質土等、十分な支持力が期待できる場合
- ③ 十分に転圧された盛土の場合

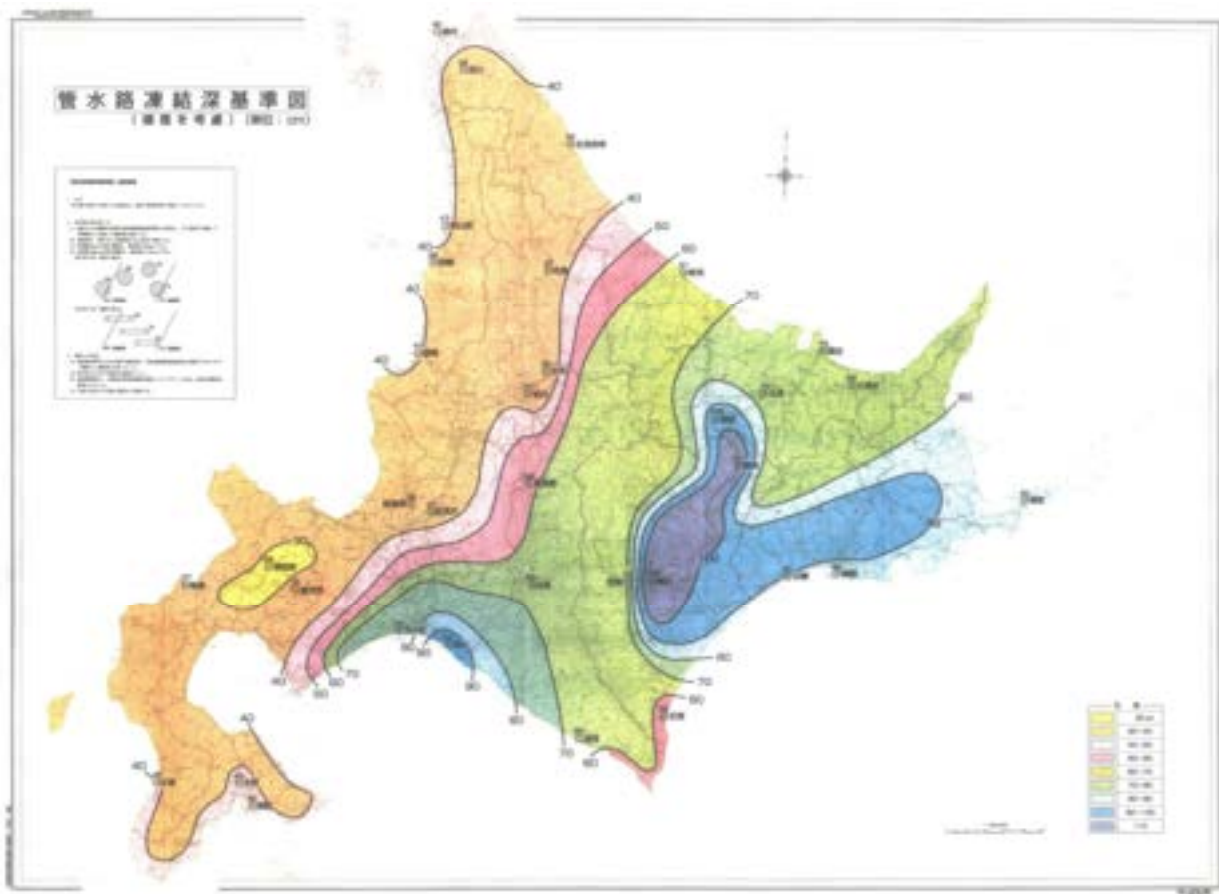


図 3.7.2 凍結深基準図

※1 H10 土地改良施設凍結深検討資料作成業務（日本気象協会）……………北海道開発局農業設計課

## (2) 使用材料

基礎砂利に使用する材料は、再生骨材 80mm 級を基本とする。ただし、再生骨材の入手困難な地域では、切込砂利 80mm 級あるいは切込碎石 80mm 級とする。

いずれにしても当該地域で入手可能で経済的なものを選定する。

### 【解 説】

基礎砂利は、通常、以下の理由により敷く

- ① 基盤全体に湧水がみられる場合
- ② 支持力にムラがあるとみられる場合（躯体荷重を均等に地盤に伝達する）
- ③ 施工時に歩行や機械走行の繰り返して基盤が泥濘化する場合
- ④ 凍上対策

なお、基礎砂利の必要性の判断は、ボーリング等の点的な調査ではなかなか判断がつかないことが多いので、掘削中、常に基盤の性状を観察し、必要性がないと判断された時は、迅速に掘削範囲の変更を指示しなければならない。水路は延長の長い構造物であるから、各区間での基礎砂利の要否の判断や使用量の判断が、水路全体で使用する基礎砂利の合計量に大きな影響を与える。そのため、区間ごとの適切な判断が必要である。

### 3.7.3 均しコンクリート

均しコンクリートの目的は、基礎底面を平らにして墨出しや鉄筋配筋、型枠の施工を容易にすることや施工精度をよくすることであり、構造上の強度的な意味はない。

このため、乾燥収縮によるひび割れは許容するものとし、無筋コンクリート（C-1）を使用して厚さ 5cm とする。



写真 3.7.1 基礎砂利と均しコンクリート



写真 3.7.2 水路センターの墨出し



写真 3.7.3 均しコンクリート上の配筋状況



写真 3.7.4 プレキャスト布設の位置出し

### 3.7.4 既設水路の再利用

既設水路は、長年にわたって稼働してきたので、底版を含む基礎工は十分安定している。工事費の縮減のため、以下の方法等により、底版あるいは基礎工を積極的に再利用することが望ましい。

- ① 全体水理計画または工事实施段階において、できるだけ既設センターを踏襲した改修位置とする。
- ② 改修水路の底版下面が、既設水路の底版上となるように水頭配分を行う。
- ③ 既設の取水位、分水位に留意し、必要に応じて水路幅を拡幅する。
- ④ 外水の排水は、サイドドレーン方式とする。

### 3.8 凍上対策

#### 3.8.1 工法選定

寒冷地において側壁が傾倒する主要因は、側壁背面土の土壌水分の凍結に伴って発生する凍上力である。凍上対策工法は、凍上力の発生要因のひとつ以上を除去または軽減することを目的として、図 3.8.1<sup>※1</sup>に示すフロー図から選定する。

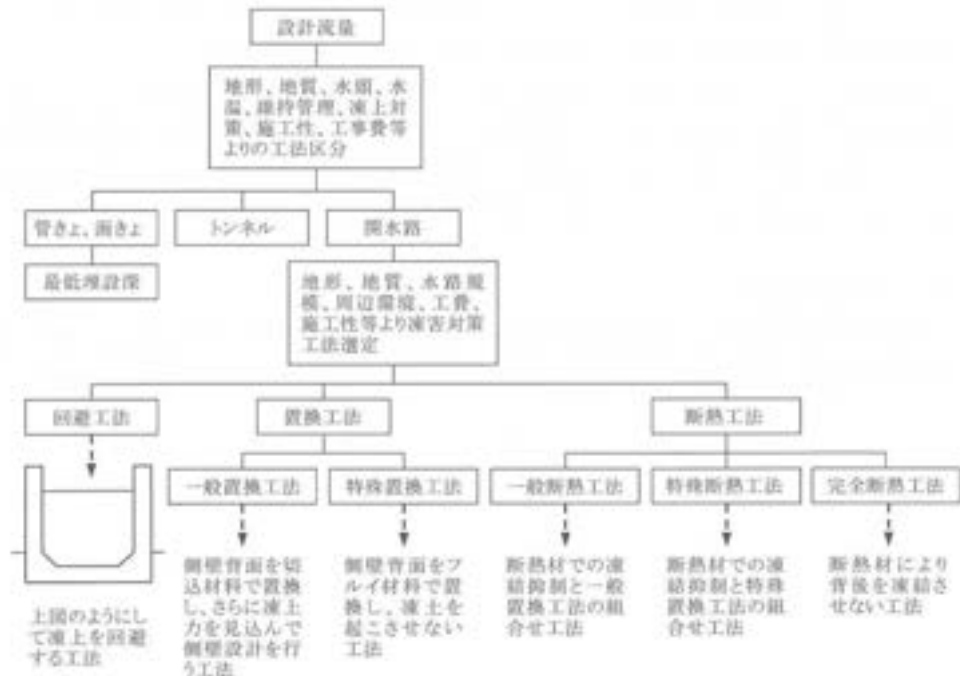


図 3.8.1 凍上対策工法の選定フロー図

本マニュアルでは、耐久性の向上から外水による地下水位の上昇を防ぐとともに背面土の凍上抑制を図ることを目的として、図 3.8.1 にある工法のうち、これまで経済的かつ抑制効果が確認できた次の 2 つの工法について述べる。

- ① 一般置換工法 … 水路背面に予想される最大凍結深度以内の凍上性土を難凍上性材料で置換え、排水性を良好にして凍結現象を軽減する（図 3.8.2）。
- ② 完全断熱工法 … 水路背面に排水性をもたせた断熱材（発泡ポリスチレン）を貼付け、地温の低下を抑制し、水路背面土を凍結させない（図 3.8.3）。

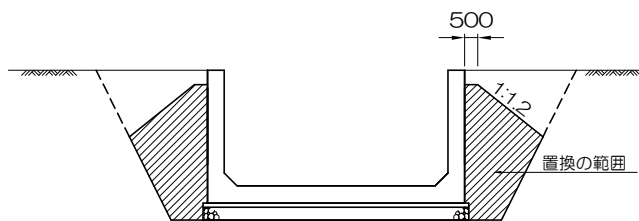


図 3.8.2 一般置換工法

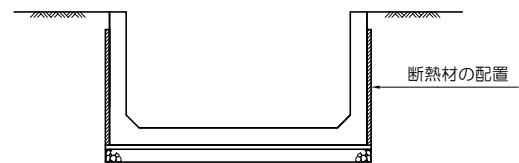


図 3.8.3 完全断熱工法

※1 設計基準 水路工技術書 p420 図-7.12.2 農林水産省

## 【解 説】

北海道の用水路は、非かんがい期には空虚となり冬期の気象条件下にさらされ、水路背面土の地温が 0℃以下となって土壌水分が凍結し、その体積膨張によって発生する凍上力が水路側壁を破損する大きな要因となっている（写真 3.8.1、3.8.2）。この外圧に耐える構造とするには、極めて大きな部材を必要とし、実用的にフルーム断面を設計することは困難である。凍上発生の原因は、①温度、②水分、③土質の 3 要因であり、発生する凍上力はこれらの条件によって複雑に作用するが、要因のひとつでも除去されれば凍上は発生せず、また要因が軽減すれば凍上力も軽減する。

このため、凍上が発生しない砂利等の砂礫材で側壁背面の一定の範囲を置換する一般置換工法が最も簡易で確実な方法であった。しかし、近年は砂利で置き換える多量の発生土を建設副産物として処理しなければならず、また砂利のコストも高く、一般置換工法が用水路の建設コストの増高を招く要因になった。

一方の完全断熱工法は、北海幹線用水路の砂川、岩見沢、栗沢の 3 地点で 3 ヶ年（H8～H10）にわたり、調査試験を実施しており、その調査の結果は良好で完全断熱工法は一般置換工法よりも水路側壁背面の凍結を抑制して凍上力の発生を確実に緩和すること、また、置換材料のコストや工事発生土の処理量とその費用が少なくて済み、経済性に優れていることを確認した。

現在の主流は、完全断熱工法である。一般置換工法については、小規模水路（掘削溝が小さく置換範囲が少ない）や発生土が難凍上材料の場合に適用可である。



写真 3.8.1 凍上力による水路側壁の被害例



写真 3.8.2 凍上力による水路側壁の被害例

### 3.8.2 一般置換工法（以下“置換工法”と記す）

凍上の3大要因のひとつである土質を改善する方法である。側壁背面土の凍結範囲にある土砂を非膨張性の砂礫材で置換し、凍上の原因である土壌凍結に伴う体積膨張を防ぐとともに、砂礫材の高い透水性を利用して側壁背面土の土中からの水分供給を遮断するものである。

#### (1) 置換の範囲

凍上に関する自然現象は、積算寒度や積雪深、日射等が複雑に影響し、土壌条件や側壁の面する方位などの現場条件によってそれぞれ異なる。このため、置換の範囲は、安全性と施工性を考慮し、図3.8.4に示す側壁背面の掘削の埋戻し範囲を標準とする。なお、置換部より上位の埋戻土がシルトなど、粒径のそろった材料の場合には、砂礫材と埋戻土の間に透水フィルターを必要とする場合がある。

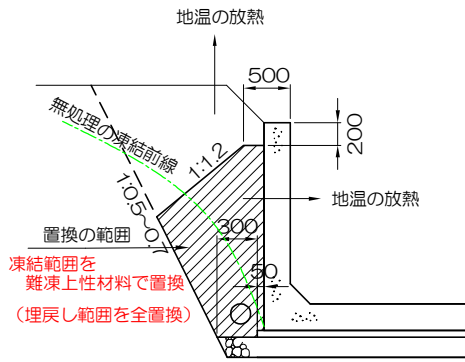


図 3.8.4 置換範囲

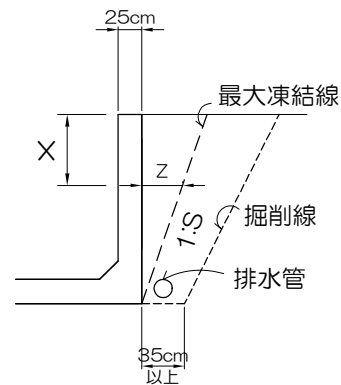


図 3.8.5 最大凍結線の位置

#### 【解説】

理論上の最大凍結線は、側壁高と凍結指数により求めた  $1:0.11 \sim 0.345$  の勾配であり、置換範囲はこのラインと側壁の間である。これはいずれも図3.8.5に示す掘削断面範囲内である。

必要範囲のみの置換でよいが、埋戻しにおいて置換砂礫材と発生土を区分して施工することは締固めを困難にするとともに置換材に埋戻土が混入して材質が悪化しやすい。さらに、側壁基部に地下水位低下のための排水管を配置する必要があるため、これらの施工性と気候や気象変化に対する安全性を考慮し、埋戻しの範囲はすべて砂礫材で置換することとしたものである。

なお、この置換工法は、砂礫材を用いることにより背面土の土壌凍結に伴う土砂の体積膨張を抑制するとともに、土中からの水分供給の遮断効果を期待するものである。しかし、置換工法を行っても、土壌凍結は置換範囲を超えた地山にまで及ぶことがあると確認され、凍上力がゼロとはならないため、前述3.3.3 寒冷地特殊荷重に示すとおり、軽減された凍上力を計上する。

#### (2) 凍上抑制用砂礫材（置換材）

凍上抑制に用いる砂礫材は、良好な透水性（透水係数  $k=1 \times 10^{-2} \text{ cm/s}$  以上）を有するもので、再生骨材、切込砂利または切込碎石 80mm 以下とする。



写真 3.8.3 裏込置換形状



写真 3.8.4 置換状況

### 3.8.3 完全断熱工法（以下“断熱工法”と記す）

断熱工法は、凍上の3大要因である温度を排除する方法で、図3.8.6に示すように側壁面からの地温の放熱を抑制し、側壁背面土の凍結を防ぐものである。断熱材は、透水性をもつ発泡ポリスチレン板を側壁背面に配置するものである。貼付範囲は、図3.8.6のとおりである。上端は側壁天端に20cmの覆土（雨水浸入防止、断熱材保護）を設ける。下端は、サイドドレーンの被覆材天端とする。

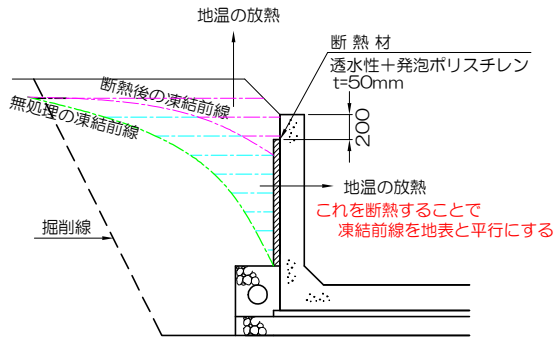


図 3.8.6 断熱工法



写真 3.8.5 発泡ポリスチレンの設置状況

#### (1) 使用材料

開発当時に使用した透水性断熱材の原料である発泡ポリスチレン・バラ緩衝材『YB チップ』は、市場の減少と生産設備の老朽化に伴い、平成30年3月末日に生産中止となった。このため、現在は、表3.8.1に示す凍上対策工法に必要な性能を有する2工法から、経済性や施工条件などを比較検討のうえ選定する。なお、空隙タイプの断熱材の背面に設置するフィルター材の厚さは、20mmを標準とする。

表 3.8.1 断熱工法

工法	空隙タイプ+フィルター(背面)	透水タイプ
概要図		
工法説明	原料と成型方法はEPSブロックと同じであるが、1枚の成型板に格子状の凹凸があるため、断熱材の表裏面に約1cmの凹部(排水溝)が成型される。排水空隙は19.6cm <sup>2</sup> /mであり、大きな排水量が見込める。また、貫通穴があるため、表裏面の水位差が発生しない。側壁に直接貼り付けることで浮力の影響は回避できる。ただし、背面側においては、フィルター材を介して埋戻しを行う。	原料と基本成型方法はEPSブロックと同じであるが、予備発泡工程で「おこし剤」を添加し発泡粒の表面を砕泡させ、型内での2次発泡力を抑制し低圧成型することで空隙を生み透水性を発現させた。発泡粒一つ一つは独立気泡で吸水性が低く断熱性能を損なわず、圧縮強度も一般的なEPSと同等の性能を有している。従来工法と同様の成形品のみを水路壁面に張り付ける。
主な用途	屋上緑化(垂直壁と植栽帯の境界に使用)	急傾斜用排水材
熱伝導率 ≤0.044W/m·k	0.036	0.035
熱抵抗 ≥1.136m <sup>2</sup> ·k/w	1.186	1.437
透水係数 ≥0.1cm/s	0.47	0.10
経済性 (R06年参考)	断熱材 2,740円 + 設置費 760円 = 3,500円 フィルター材 1,150円 + 設置費 390円 = 1,540円 (1枚) 5,040円/m <sup>2</sup>	断熱材 4,600円 + 設置費 760円 = 5,360円 5,360円/m <sup>2</sup>

## 【解説】

断熱工法は、昭和 52 年に北海道開発局が調査・試験した経緯があった。断熱効果が極めて高いことが判明していたが、断熱材（スタイロフォーム）が当時では高価であったこと、透水性がないため側壁背面水位の低下が期待できず、凍上を助長することが確認されたため、採用に至らなかった。

その後、平成 6 年に透水性の高い断熱材が開発され、コスト的にも置換工法と大差がなくなったことから、再度、北海道開発局が断熱工法の調査・試験を実施した。この調査結果は、平成 9 年度に技術活用パイロット事業に指定され、審議の結果、新技術として全道的に活用・普及を図ることが承認されている。また、新技術関連情報（ARIC）、新技術情報システム（NETIS）にも登録されており、現在、標準工法として適用している。

当時、採用した透水性断熱材は、写真 3.8.6 に示すような、チップ状の薄片（バラ緩衝材『YB チップ』）を原料にして、蒸気加熱によって点的に融着させてブロック状に成形したものである。このため、大きな連続空隙が残り極めて透水性がよく、さらに、一般的な発泡ポリスチレンと同程度の断熱性をもつものである。

EPS ブロックや保温・保冷容器、緩衝・梱包材などに用いられる一般的な発泡ポリスチレン（発泡スチロールと同意）は、写真 3.8.7 に示す丸形ビーズを原料にして、蒸気加熱して膨張融着し、気密性を確保するものである。空隙はなく不透水性なものであるため、採用には至らなかった。



写真 3.8.6 透水性断熱材の原料



写真 3.8.7 一般的な発泡ポリスチレンの原料

その後、20 年にわたり透水性断熱材を使用してきたが、原料として使用していた発泡ポリスチレン・バラ緩衝材『YB チップ』が市場の減少と生産設備の老朽化に伴い、平成 30 年 3 月末日に生産中止となった。このため、YB チップに替わる発泡樹脂の開発、または一般的な丸形ビーズを使用した透水性断熱材の新開発、さらに別用途に使用されている資材の流用等を検討した。この結果、“空隙タイプ+フィルター材”、“透水タイプ”の 2 工法を選定した。

空隙タイプは、屋上緑化の壁面排水に用いられている製品で表面の凹凸空隙により排水性能を備えている。本製品の原料と成型方法は EPS ブロックと同じであるため、不透水性ではあるが、側壁面と断熱材間に空隙があり、さらに、不透水性を補うべく貫通穴が背面水位低下を補助するため、断熱材なしの状態に近くなる。従来製品よりも大幅に排水能力がアップするため、非常に優れている。

施工方法は、写真 3.8.8 に示すように、断熱材を側壁に直接貼り付けることで浮力の影響は回避できる。ただし、埋戻し土と接する背面側においては、写真 3.8.9 に示すように、空隙が埋戻し土で密閉されないように、フィルター材を設置する。フィルター材は、吸出し防止シート等に用いられている土木用不織布を使用する。厚さは、背面土の埋戻しによる圧縮を考慮し、 $t=20\text{mm}$  を標準とする。

透水タイプは、急傾斜の排水材として使用されている製品で EPS ブロックと同じ原料に成型工程内で「おこし剤」を添加することで空隙を形成しながら成形したもので、均質な空隙をもつ多孔質な材料である。その一方で、EPS ブロックと同等の強度・断熱性を保ちながら安定した透水性を維持し、極めて目詰まりしにくい製品である。



写真 3.8.8 空隙タイプの貼付



写真 3.8.9 フィルター材の設置

空隙タイプの原料および成型方法は、一般の EPS ブロックと同様のため、道内での成形が可能でフィルター材を含めた空隙タイプと同等のコストである。

施工方法は、従来製品と同様にブロック成型品を水路側壁に貼り付けるのみで施工性が優れるため、側壁高が高い場合やフィルター材の設置作業を省略したい場合に用いるとよい。

## (2) 断熱材厚

土壌凍結の数値シミュレーションにより、断熱材の厚さ 5cm における道内各地点の 1/10 年確率相当の境界凍結深を求め、側壁天端のたわみ・応力を検証した結果、水路の破壊に至らないことがわかった。

したがって、断熱材の厚さは、道内全域において 5cm とする。

### 【解 説】

断熱材厚さについては、各地域のアメダスデータを使用した土壌凍結の数値シミュレーションを行ったものがある<sup>※1</sup>。これは、土壌中の水分凍結過程と気象条件を考慮した 2 次元の非定常熱伝導方程式を使用し、積雪による断熱や側壁への日射の影響を考慮したものである。断熱材の厚さは 5cm、8cm、10cm について解析しており、凍結深度が第 2 位となる 1/10 年確率を対象にしてある。図 3.8.7 に岩見沢地域（新篠津アメダス）に基づく断熱材厚の違いと凍結線の関係性を示す。断熱材による凍上抑制効果が明瞭に現れているが、断熱材の厚さの違いによる差は小さい。また、道内で最も凍結が進行した北見において、断熱材の厚さ 5cm における側壁天端にかかる応力を検証した結果、水路の破壊に至らない値となっている。

これらのことから、道内全域において、断熱材の厚さを 5cm とする。

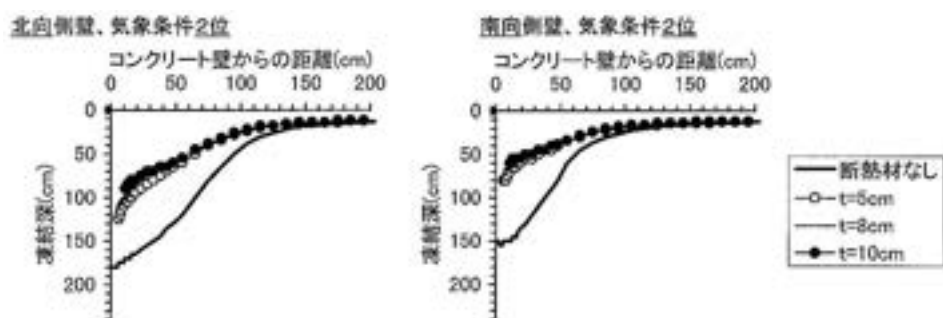


図 3.8.7 岩見沢地域（新篠津）の凍結前線：1987 年

※1 H10 土地改良施設凍結深検討資料作成業務（日本気象協会）----- 北海道開発局農業設計課

### 3.8.4 特異な側壁背面土工形状

一般にフルーム側壁背面の土工形状が以下のような場合は、凍上対策をとる必要がないので、画一的にならないように注意する。

- ① 側壁背後の基礎土質が、凍上抑制用材料と同等以上の透水性材質の場合
- ② 側壁背面が、**図 3.8.8** に示すような全盛土の場合
- ③ 掘込高が小さく、**図 3.8.9** に示すような置樋装工となる場合

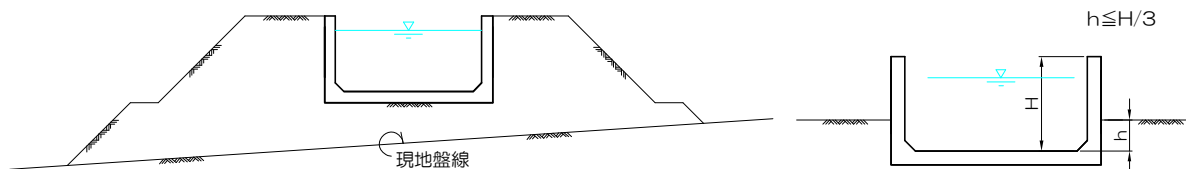


図 3.8.8 盛土装工

図 3.8.9 置樋装工

#### 【解説】

地山が砂礫等の透水性材質で、掘削発生土をそのまま埋戻土として利用できる場合は、凍上対策は必要ない。凍上のメカニズムは、土粒子の周囲の水膜が寒気を受けると寒気の進入方向に向かって氷晶を生成するものであり、氷晶の生成に寄与するのは、 $0.05\sim 0.002\text{mm}$  の土粒子であるといわれている。さらに  $0.074\text{mm}$  以下の含有率が  $20\%$  を超えると急激に増大するといわれる。このため、これに該当しない土質の場合は、凍上抑制材として扱ってよい。

盛土装工の場合は、地下水位がゼロとなるので、基本的には凍上対策は必要ないが、適切な降雨水処理やドレーン水処理を行うことが前提である。なお、盛土区間が短い場合やバーム幅が広い場合は、降雨や融雪による浸透水の影響を受けるため、凍上対策をとる。

置樋装工は、**写真 3.8.10**～**3.8.11** に示すように、背面土高が側壁高の  $1/3$  以下の場合であり、最も安価な凍上回避工法である。地形的な制約のない区間に適用できる。しかし、最近、各地区の水路の経年劣化状況をみると天端まで埋め戻された区間に比べて、側壁が露出した区間の凍害劣化が顕著なことがわかってきた。これは日射による温度影響をダイレクトに受け、明らかに凍結融解の回数が増加することを示している。

したがって、置樋装工に凍上対策は必要ないものの側壁の凍害劣化の進行を抑制するための保護バーム ( $B=1.0\text{m}$ ) を設置するのが望ましい。



写真 3.8.10 置樋装工の例



写真 3.8.11 置樋装工の例

### 3.9 外水処理

フルーム水路は、極めて水密性の高い躯体構造のため、地下水位等の外水の上昇に対して浮上の危険性が高い。浮上対策には、“3.4 浮上対策”で述べたとおり、①部材厚さの増加や箱型にして躯体自重を大きくする、②底版に張出スラブを設け上載土の重量を付加する、③ドレーンにより外水位の上昇を防ぐ方法がある。一般に③の方法を採用し、浮上防止とともに躯体への外水圧荷重を軽減する。

#### 3.9.1 ドレーンの配置方法

掘削溝幅に浸入した地表水は、ドレーンにより集水して近傍の横断排水工や放水工まで導水処理し、恒常的に側壁背面水を排除することを原則とする。ドレーンの配置方法は、次の2方法がある。

このうち、排水経路が最短となり安全性が高いサイドドレーン方式を標準とする。

- ・サイドドレーン方式 … 側壁背面基部の基礎砂利上に配置する（図 3.9.1）。
- ・アンダードレーン方式 … 底版中央または両端の基礎砂利下に配置する（図 3.9.2）。

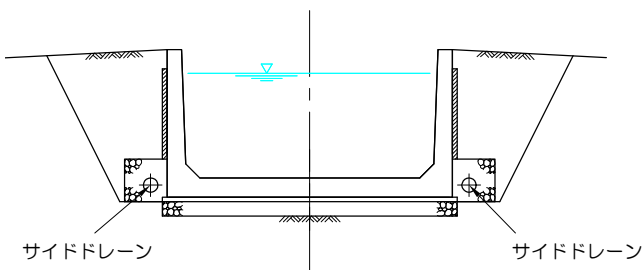


図 3.9.1 サイドドレーン方式

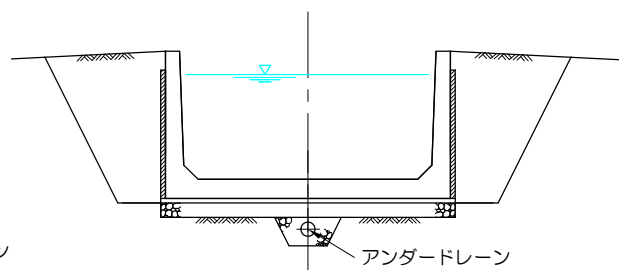


図 3.9.2 アンダードレーン方式

#### 【解説】

水路工事は、晩秋や冬期に及ぶことが多く、アンダードレーン方式において側壁背面水のドレーンへの水みちとなっている基礎砂利が、掘削法面からの崩落土砂により透水性を著しく低下させることが多い。

このため、ドレーンの長期的な機能確保を目的として、排水経路が最短となり施工による閉塞リスクの少ないサイドドレーン方式を標準としたものである。



写真 3.9.1 サイドドレーン方式



写真 3.9.2 アンダードレーン方式

### 3.9.2 ドレーンの配置とその排水先別設計外水位

外水処理のドレーンの配置方法とその排水先により、設計外水位は以下のとおりに扱う（図 3.9.3）。  
原則、水路外排水となるように排水先を選定して設計外水位がゼロとなるようにし、浮力や外水圧が作用しないようにする。

- ① 水路外排水の設計外水位
  - ・サイドドレーン方式 … ゼロとする。
  - ・アンダードレーン方式 … 側壁高の 1/2 とする。
- ② 水路内排水の設計外水位
  - ・サイドドレーン方式 … 側壁高の 1/2 とする。
  - ・アンダードレーン方式 … 側壁高の 1/2 とする。

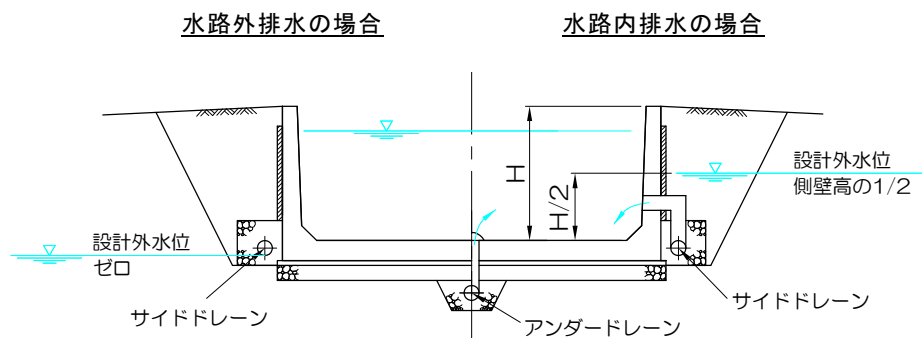


図 3.9.3 排水先と設計外水位

#### 【解説】

水路内排水の場合の外水処理は、側壁下部あるいは底版に設けられる排水バルブ（ドレーナー）に依存する。排水バルブは、水路内外の水位差に応じて開閉するが、断水などで水路内水位が急激に低下した場合、側壁背面水は土中を移動してバルブを経由するため、水位が残存すると考えられる。このため、水路内排水の場合は、サイドドレーン方式またはアンダードレーン方式のいずれも水路外排水に比べて設計外水位を高くとしたものである。

また、アンダードレーン方式の水路外排水の場合、側壁背面水は側壁基部から浸入し、基礎砂利を経由してドレーンに集水される。側壁基部は、図 3.9.4 に示すように、掘削法面の崩壊土や泥が落下しやすく、鉄筋組立や型枠建込作業時に踏み固められることが多い。これを取り除くことになるが、非常に困難である。さらに、基礎砂利には、浸透水とともに泥土が混入しやすく経年的に透水性の低下が予測される。したがって、アンダードレーン方式の場合は、水路外排水としても安全のため、上記の水路内排水と同様の設計外水位をとることにしたものである。

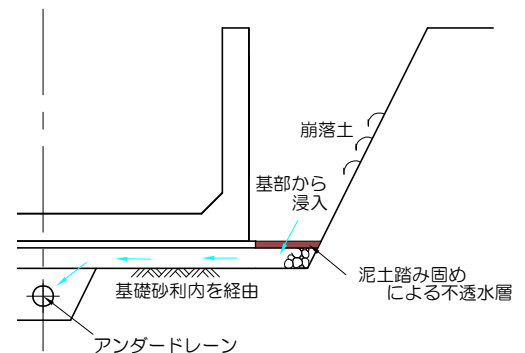


図 3.9.4 側壁基部の不不透水層

設計の基本として、サイドドレーン方式の水路外排水を原則とする。設計にあたって、まず第 1 にドレーンの排出先を調査することが重要である。

ドレーンは、基本的に上流から下流に向けた順勾配で布設するが、途中に既設利用箇所がある場合や終点部では、下流から上流に向けた逆勾配としてもよい。排出先の選定後は、図 3.9.5 に示すような外水処理の模式図を作成するのが望ましい。

このような設計を行った場合、全線について水路外排水となり、恒常的な側壁背面水の排除が可能となるため、別途の浮上対策は不要となる。

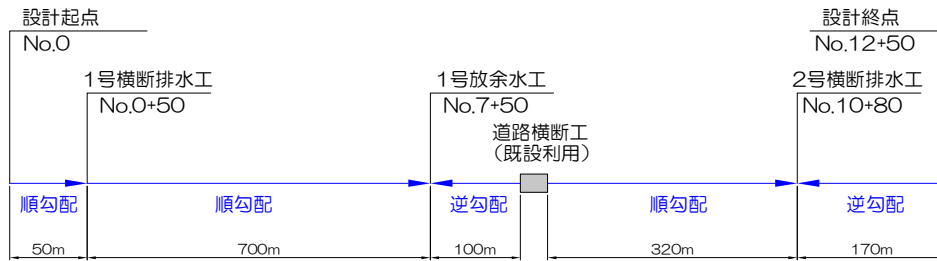


図 3.9.5 外水処理模式図

### 3.9.3 ドレーンが受け持つ排水量

ドレーンは、水路バーム面の雨水（周辺地域における 1/10 年確率時間雨量程度）や周辺地下水を裏込砂利や透水性断熱材、フィルター材などの浸透路を介して集水し、水路内外に速やかに排除して側壁背面水面水位の上昇を防ぐ重要な設備である。

この設計に用いる排水量（ $q$ ）については、**式 3.9.1**<sup>※1</sup>を使用し、一時的に側壁背面に浸透してくるバーム上の地下浸透水を排除できる能力をもたせる。排水量算定における 1/10 年確率時間雨量は、近傍のアメダス観測所を使用する。なお、水路周辺からの特別な湧水は別途計上するが、常時の側壁背面水についてはこの範囲として扱う。

$$\text{単位排水量 } q (\ell/s/m) = (a \times R \times b \times 10^3) / (3.6 \times 10^3) \dots \text{式 3.9.1}$$

ここに  $a$ : 集水率=0.3（残りは地表水として流出するものとする）  
 $R$ : 1/10 年確率時間雨量(mm/h:アメダス 60 分雨量)  
 $b$ : 集水幅(m): 掘削上幅 (図 3.9.6)

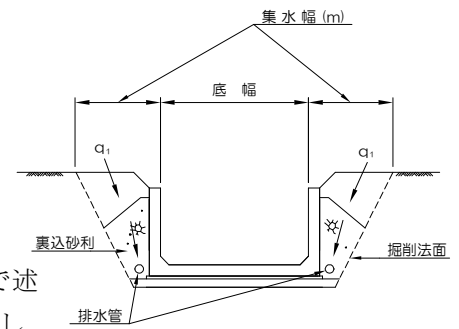


図 3.9.6 集水幅

大きな掘込地形区間については、“3.4.3 掘込地形における注意点”で述べたとおり、豪雨時にバームディッチやショルダーディッチ等が溢水し、上記の集水幅以外の流出水が短時間で水路に集まってくる危険性が高い。

このような区間は、ドレーンによる排水機能のみに依存せず、箱型水路や張出スラブなどの安全性の高い工法をとることが望ましい。

#### 【解説】

- ① ドレーン設計に用いる排水量は、これまでの経験に基づいて安全側に推定したものである。
- ② バーム面の集水幅については、掘削埋戻しの範囲が施工により攪乱されているため、地山に比べて透水性が高いと判断した。
- ③ 山側斜面からの雨水は、各種ディッチによる地表排水施設により水路内外に適切に排除させることが前提である。

### 3.9.4 ドレーン管径と導水可能延長

#### (1) 最小管径

ドレーンは、標準として写真 3.9.3 に示すフレキシブルパイプ（内面平滑管）の有孔管を使用する。最小管径は、土砂閉塞に対する安全性から  $\phi 100\text{mm}$  とする。

ドレーンの布設勾配は、基本的に水路勾配と同一に規制されるので、極めて緩勾配とならざるを得ない。このため、管内流速は極めて小さくなり、孔壁流入孔から侵入した土粒子の掃流はあまり期待できないと考えられる。

したがって、ドレーンの流下能力は、管径の 1/2 水深を上限とする。



写真 3.9.3 ドレーンパイプ

※1 寒地フルーム水路設計施工要領 p79

## (2) ドレーン管径と導水可能延長

水路外排水の場合のドレーン管径は、式 3.9.2 (マニング公式) により求める。ドレーン管径は、式 3.9.3 により最小  $\phi 100\text{mm}$  から布設延長に応じて、順次、拡張する。

表 3.9.1 に単位排水量  $q=0.0045\text{l/s/m}$ 、敷設勾配  $I=1/5,000$  を例とした管径ごとの排水可能量を示す。また、表 3.9.2 に導水可能延長を示す。排水先に応じてこの延長ごとにドレーン管径を拡張する。

なお、ドレーン管径は、設計区間のみで算定せずに上下流区間の整備状況および整備予測を立てて水路外排水を計画し、接続工事に対応できるようにする必要がある。

$$Q = A \cdot V \quad (\text{m}^3/\text{s}) \quad \dots \quad \text{式 3.9.2}$$

$$L = Q/q \quad (\text{m}) \quad \dots \quad \text{式 3.9.3}$$

ここに  $Q$  : 最大排水量( $\text{l/s}$ )、 $L$  : 導水可能延長( $\text{m}$ )、 $q$  : 単位排水量 ( $\text{l/s/m}$ )  
 $A$  : 通水断面積( $=\pi \cdot D^2/8$ )、 $V$  : 流速( $=1/n \cdot R^{2/3} \cdot I^{1/2}$ )  
 $D$  : ドレーン管径( $\text{m}$ )、 $n$  : 粗度係数( $=0.013$ :内面に泥が付着)  
 $I$  : 布設勾配 (水路勾配に合わせる)

表 3.9.1 排水可能量( $I=1/5,000$ )

布設勾配	$\phi 100$	$\phi 150$	$\phi 200$	$\phi 250$	$\phi 300$
1/5,000	0.365 リットル	1.077 リットル	2.319 リットル	4.205 リットル	6.838 リットル

表 3.9.2 導水可能延長( $I=1/5,000$ )

布設勾配	$\phi 100$	$\phi 150$	$\phi 200$	$\phi 250$	$\phi 300$
1/5,000	81m	239m	515m	934m	1,519m
	区間延長	158m	276m	419m	585m

## (3) ドレーン流末処理

ドレーンの流末は、図 3.9.7 に示すように、横断排水工等の排水路に接続処理する。上流側または上下流の地下水を集水後、点検孔を介して右岸ドレーンと左岸ドレーンを水路下で連絡するケースや、左右岸のドレーンをそれぞれ横断排水工の吞吐口に接続処理するケースがある。

水路下の連絡管の管径は、ドレーンの集水量に応じて決定する。排出管は、急勾配となるため、水理的には管径を小さくすることも可能であるが、連絡管と同径以上とする。

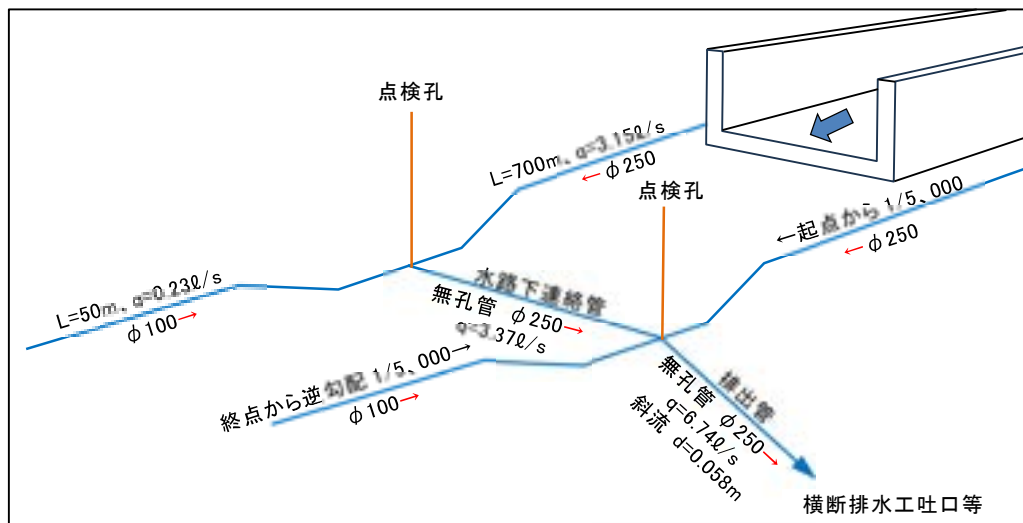


図 3.9.7 ドレーン流末処理概要図

## (4) 水路内排水の場合

水路内排水の場合のドレーンは、側壁背面土の中の地下水の移動を容易にするために設けるものである。このため、流量に関係なくサイドドレーン方式では  $\phi 100\text{mm}$  以上、アンダードレーン方式では  $\phi 150\text{mm}$  以上を用いる。

### 3.9.5 ドレーンの構成

ドレーンは、サイドドレーン、アンダードレーン方式のいずれも以下に示すドレーンパイプとこれを被覆する砂礫材から構成される。

#### (1) ドレーンパイプ

ドレーンパイプには、暗渠排水工に用いる吸水管と同様に、①管内への流入に必要な損失水頭が小さい、②土粒子の流入が極力少ない、③流入水の流下・移動能力が高い、④外圧に対する強度が高いといった機能が必要である。

このため、原則として図 3.9.8 に示す  $\phi 100 \sim \phi 300 \text{mm}$  のフレキシブルパイプ（内面平滑管）の有孔管を用いる。管リングとリングの間に設けられている流入孔は、管周方向に均等に分布し、その大きさは短径 2mm 以下、長径 10mm 以下、管の表面積に対する開孔率は 5% 以上とする（図 3.9.9）。

特に流入孔の大きさに留意して管材を選択することが必要である。なお、流入孔が上記の規格より大きいものを用いる場合は、その流入孔に適した人工フィルターで管周を被覆しなければならない。

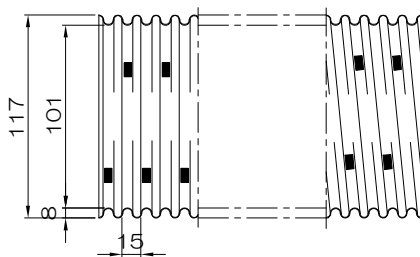


図 3.9.8 ドレーンパイプの形状

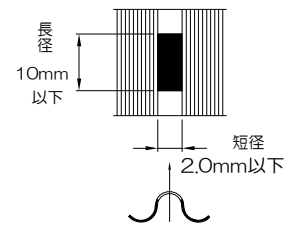


図 3.9.9 流入孔の大きさと形状

#### 【解説】

用水路におけるドレーンの布設勾配は、水路勾配と同様の  $1/1,000 \sim 1/5,000$  と極めて緩勾配である。このため、ドレーンパイプに流入した土粒子の自然排除は極めて困難で写真 3.9.4 に示すように、管内に堆積、閉塞しやすい。

土木用排水管として市販されているものは、一般に流入孔の短径が大きい。これは、道路の横断排水や仮設材は、一般的に布設勾配が急であるため、流入した土砂が排出しやすいが、用水路では上記の理由から好ましくない。



写真 3.9.4 管内に堆積した土粒子

#### (2) 被覆材および被覆の方法

ドレーンの被覆材は、管内への流入損失を小さくして流入を促進するとともに、土粒子の流入を極力防止するため、泥分の少ない再生骨材 80mm 級を基本とする。ただし、再生骨材の入手困難な地域では、切込砂利 80mm 級あるいは切込碎石 80mm 級とする。

被覆方法は、図 3.9.10 に示すように、コンクリートとの接触面で 10cm、背面土側には 20cm まで被覆する。水路内排水により張出スラブを設置する場合は、排水バルブ（ドレーナー）を介しての排出となるため必ずしも掘削溝最下端に配置する必要はない。このため、掘削範囲の最小化および浸透水経路の短縮から図 3.9.11 に示す張出スラブ上で断熱材に接近させる。

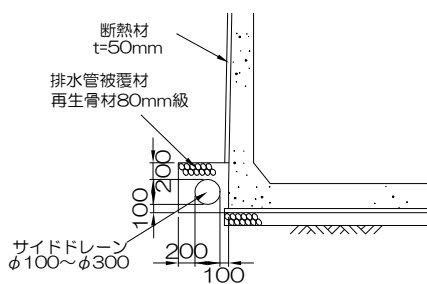


図 3.9.10 張出スラブを設置しない場合

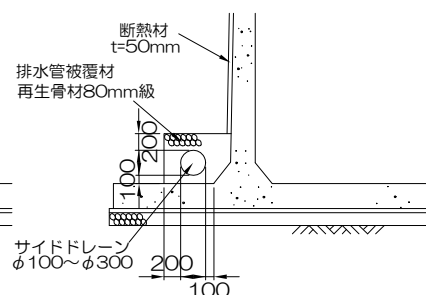


図 3.9.11 張出スラブを設置する場合

### 3.9.6 点検孔

#### (1) 配置方法

ドレーンには、土粒子の流入を防止するため、厚さ 20cm の被覆材を設置するが、このような措置をとっても土砂が堆積しやすい条件下におかれるため、経年とともに堆積量が増加して通水機能が低下することは避けられない。

このため、ドレーンの管内洗浄ができるように 100m ごとに点検孔を設置する。

#### 【解説】

水路外排水の場合のドレーン管内の洗浄方法については、給水洗浄でよい。しかし、ドレーン長が長い場合、自然圧では途中で目詰まりを引き起こす可能性がある。したがって、高圧管内洗浄車による清掃を想定する。

この方法は、図 3.9.12 に示すように、高圧洗浄水によって土砂等を点検孔まで集積し、強力バキュームを使用して除去する作業である。高圧洗浄車、強力吸引車、給水車のセットで清掃するものである。

点検孔の設置間隔は、ジェット洗浄能力や水路線形、下水道による施工実績、堆積粒子の大きさにもよるが、100m を標準とする。

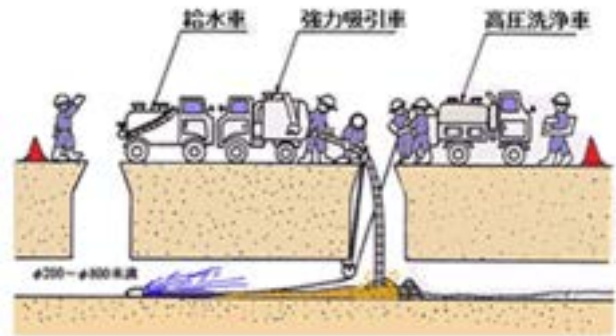


図 3.9.12 高圧洗浄車清掃作業図

#### (2) 点検孔の型式

点検孔の基本型式は、図 3.9.13 に示す塩ビ製小型マンホールを使ってドレーン管を立ち上げる方式とする。立ち上げ管の寸法は、最小 φ300mm とする。

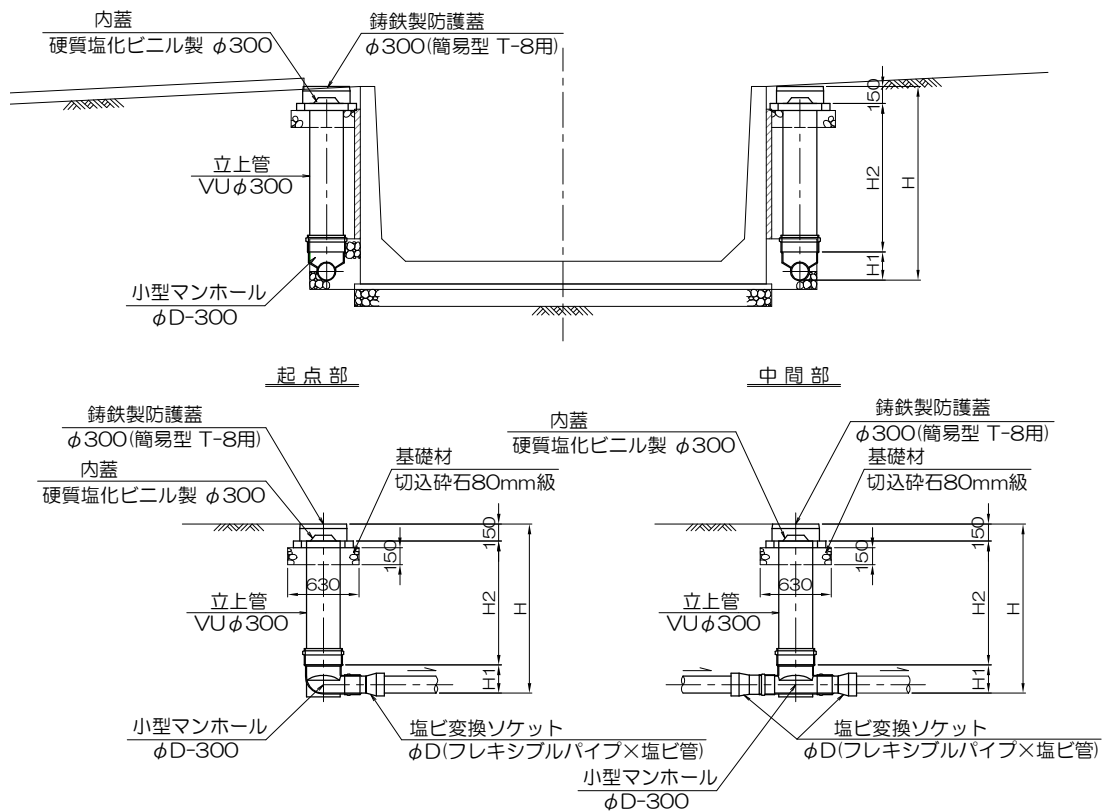


図 3.9.13 サイドドレーン点検孔(塩ビ型小型マンホール)

**【解説】**

立ち上げ管の寸法は、高圧洗浄機のホースがφ40mm、吸引機がφ100mmであるため、最小φ300mmが必要である。したがって、ドレーン径からφ300mmに拡径してφ300の直管を立ち上げる。点検孔の頂部は、水路天端高に一致させて地表に突出させないようにし、草刈り作業の支障とならないようにする。蓋は、維持管理作業車の通行を考慮して**写真 3.9.5**に示す鑄鉄製の防護蓋を設置する。

なお、サイドドレーンから水路外排水に接続する箇所については、3方向のドレーンが接続されること、および水路外排水管が無孔管であるため、これが閉塞すると全線の機能を失うことから監視ポイントとして位置づけ、点検孔に作業者が進入できる型式として**写真 3.9.6**に示すマンホールを設置する。また、規模の大きな用水路で側壁高が高く点検孔の深さが2.0mを超える場合においても、マンホールを設置する。

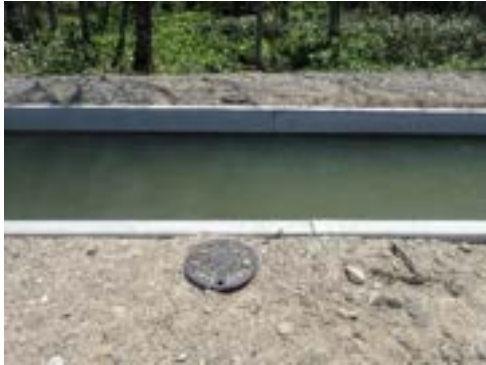


写真 3.9.5 鑄鉄製の防護蓋



写真 3.9.6 マンホール I 型

マンホールは、柵内作業を考慮して道路排水の実績を参照に**図 3.9.14**（道路設計要領～標準図集－柵－マンホール I 型）を採用する。張出スラブがある場合、マンホールはスラブ上に直置きする。マンホール基礎となる張出スラブは、**図 3.9.15**に示すように、張出長+α=1.60m×奥行き 1.40mを確保し、浮上対策による張出長に不足分を追加する。

マンホール高は、L=1.0mの既製管を標準的に使用し、地盤高に合わせて継足管（@100mm）で調整する。

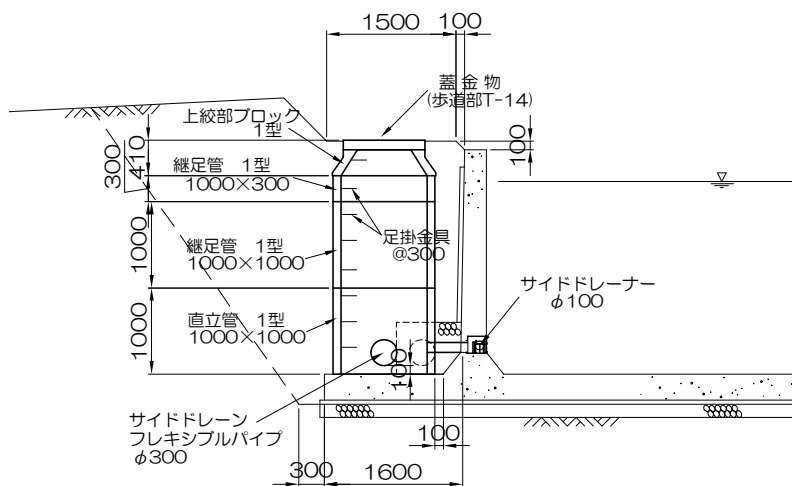


図 3.9.14 マンホールの配置

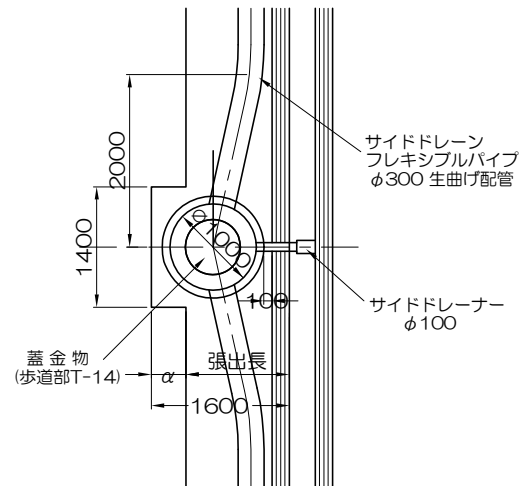


図 3.9.15 張出部材の形状

### 3.9.7 水路内排水バルブ(ドレーナー)

水路内排水には、排水孔に内外水位差に応じて稼働する排水バルブ（以下“ドレーナー”という）を設けるので、外水の排水はこのバルブ機能に支配される。このため、その選択にあたっては、耐久性とともに排水機能について十分な調査が必要である。

なお、排水バルブの排水能力は、安全のため、設計外水位において設計排水量の少なくとも2倍以上を必要とする。

#### 【解説】

排水バルブは、用水通水時において水路内水位が外水位を上回る場合、用水が外部へ漏水しないように止水し、内水位が外水位より低下した場合は、迅速に外水を水路内に排水する機能をもつもので、側壁用（サイドドレーナー）と底版用（アンダードレーナー）とがある。

これらのバルブは、各種市販されているので、排水機能とともに耐久性を十分に検討して選択しなければならない。ただし、いずれも正常な機能を確保するためには、バルブの自然稼働に期待しているので、通水開始前には必ず点検管理が必要である。

#### (1) サイドドレーナー

サイドドレーナーを設置して水路内排水を行う場合、側壁の背面水が壁高の1/2以上に上昇しないように、100m間隔で設置する点検孔またはマンホール地点の水路側壁に図3.9.16に示すサイドドレーナーを設置して水路内に排水処理する。

サイドドレーナーの規模の計算例を以下に示す。



図 3.9.16 サイドドレーナー

##### ① サイドドレーナーの排出量 Q

側壁背面水を1/2以上としないためには、図3.9.17（側壁高H=1.90mの例）のように、水位差 $\Delta h=0.65\text{m}$ が最大水圧となる。

サイドドレーナー（ $\phi 100$ ）の排出量は、図3.9.18に示すH-Q曲線<sup>\*1</sup>より、 $\Delta h=0.65\text{m}$ のとき $Q=3.0\text{ℓ/s}$ である。これに目詰まりや作動の確実性を考慮して安全率を2倍見込み、 $Q=1.5\text{ℓ/s}$ を設計排出量とする。

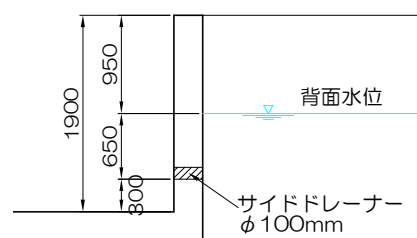


図 3.9.17 水位差  $\Delta h$

##### ② サイドドレーナー能力の検証

間隔L=100mにおけるドレーン集水量を式3.9.4により算出した結果、サイドドレーナーの設計排出量が上回る。

$$\text{集水量 } q = (a \times R \times b \times 10^3) / (3.6 \times 10^3) \times L \quad (\text{ℓ/s}) \cdots \text{式 3.9.4}$$

ここに a: 集水率=0.3

R: 1/10年確率時間雨量(40mm/h:アメダス〇〇60分雨量)

b: 掘削上幅 (=4.0m), L: 排出区間長 (=100m)

$$\begin{aligned} \text{集水量 } q &= (0.30 \times 0.040 \times 4.00 \times 10^3) / (3.6 \times 10^3) \times 100 \\ &= 1.33 \text{ (ℓ/s)} \leq 1.5 \text{ ℓ/s} \cdots \text{OK!} \end{aligned}$$

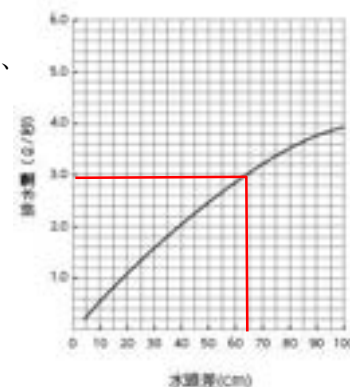


図 3.9.18 H-Q 曲線

※1 サイドドレーナーの水頭差と排水量の関係 (株) トーテツ

(2) アンダードレーナー

アンダードレーンにより水路内排水を行う場合、100m 間隔でアンダードレーナーを設置する。従来は、写真 3.9.7 に示すタイプが多く使用されてきた。しかし、このタイプは、固定部の耐久性が低く、アンカーが抜け易い。



写真 3.9.7 従来タイプ

図 3.9.19 に示すように、流下土砂の衝突や滞水の結氷などの外力を繰り返し受け、アンカーが抜けると経年的にアンダードレーナーが離脱して流入土砂により出口が閉塞する例が多く確認されている。

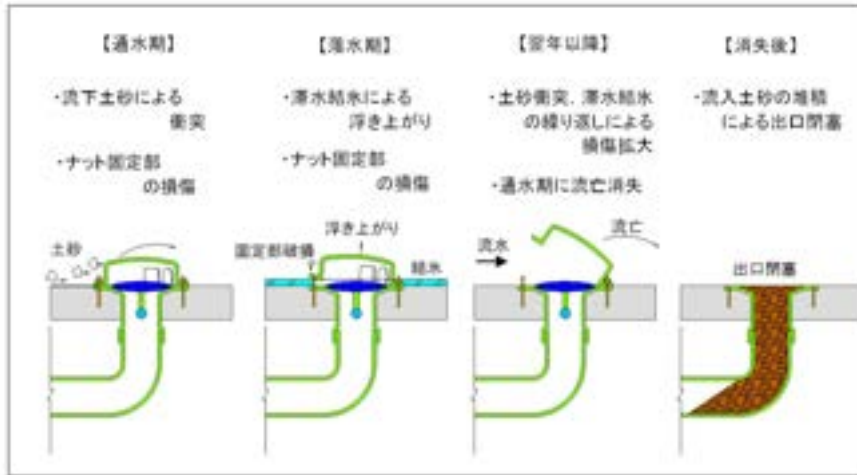


図 3.9.19 アンダードレーナーの消失要因

アンダードレーナーには、図 3.9.20 に示す従来タイプのほか、図 3.9.21 に示すフラットタイプや図 3.9.22 に示す後付けタイプがある。これらの排水能力は同じであるが、水路内の流入土砂量や滞水の有無を勘案し、天蓋フィルターの目詰まりや弁体上の土砂堆積による排出機能の低下を予測して維持管理が容易なタイプを選定するのが望ましい。以下に、アンダードレーナー能力の検証の計算例を示す。

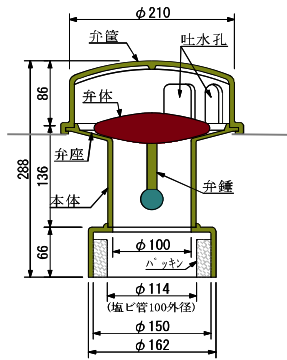


図 3.9.20 従来タイプ

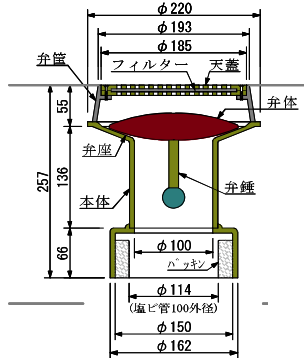


図 3.9.21 フラットタイプ

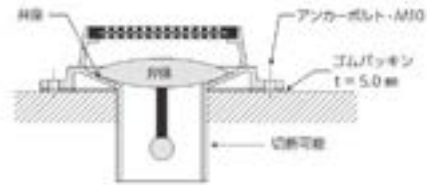


図 3.9.22 後付けタイプ

①アンダードレーナーの排出量 Q

前出図 3.9.17 の例の場合、アンダードレーナー (φ100) の排出量は、図 3.9.23 に示す H-Q 曲線※1 より、 $\Delta h=0.95\text{m}$  ( $=0.65+0.30$ ) のとき  $Q=5.0\text{l/s}$  である。これに安全率の 2 倍を見込むと  $Q=2.5\text{l/s}$  が設計排出量となる。

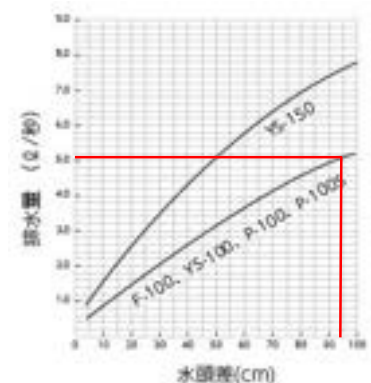


図 3.9.23 H-Q 曲線

②アンダードレーナー能力の検証

間隔  $L=100\text{m}$  におけるドレーン集水量を前出式 3.9.4 より算出した結果、アンダードレーナーの設計排出量が上回る。

$$\text{集水量 } q = (0.30 \times 0.040 \times 4.00 \times 10^3) / (3.6 \times 10^3) \times 100 = 1.33 (\text{l/s}) \leq 2.5 \text{l/s} \cdots \text{OK!}$$

※1 アンダードレーナーの水頭差と排水量の関係 (株) トーテツ

### 3.9.8 ウィープホール

外水処理は、基本的に水路外排水のサイドドレインの整備でよく、ウィープホールは不要である。ただし、山裾を流下する水路や掘込地形の場合は、背面水位の急激な上昇を抑制するため、地形条件によってウィープホールを設置するのが望ましい。特に、水路内排水の場合は、注意が必要である。

#### 【解説】

山裾を等高線に沿って流下する水路や掘込地形の水路は、山側や斜面からの降雨水の影響を大きく受ける。ディッチ断面は3年確率相当、サイドドレインは10年確率の30%であるため、これを大きく上回る降雨時には、ディッチを溢水した地表水が水路背面に浸入して浮上を引き起こす。このため、このような地形条件の場合は、ウィープホールを設置して背面水位の急激な上昇を抑制するのが望ましい。

サイドドレインの水路外排水で恒常的に背面水位を低くする設計が行える場合は、ウィープホールは不要であるが、水路内排水の場合は、常に背面水位が高い状態となるため、注意が必要である。

山裾を等高線に沿って流下する水路の場合、ウィープホールは山側のみの設置でもよい。また、ウィープホールの設置範囲は、盛土や切土などの地形的な要因のほか、既設水路の傾倒などの変状状況からも判断するのが望ましい。

#### (1) ウィープホールの型式

ウィープホールには、流出性能、逆流防止機能、維持管理性、弁タイプとフィルター材の組み合わせから、いくつかの型式がある。ストックマネジメント技術高度化事業等により実際に試験施工を行った例<sup>※1</sup>があり、この調査結果では、**図 3.9.24** に示す**浮子弁式**が機能の有効性や経済性、維持管理性により最も優良と判断されている。

なお、この工法は、**図 3.9.25** に示すように、側壁をコア削孔して開けた穴にウィープホールを挿入後、モルタル等で埋め戻す方法をとる。しかし、狭い隙間にモルタルを密実に充填する作業は容易ではなく、背面水の流出があった場合には、モルタルの品質を確保するのが非常に困難である。

また、背面土質や裏込材の状況により、設置後すぐに目詰まりすることがある。

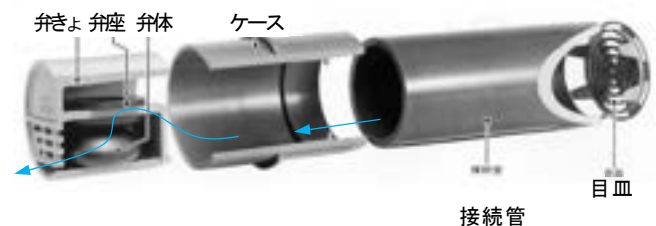


図 3.9.24 浮子弁式ウィープホール

このため、施工と維持管理が容易な工法として、**図 3.9.26** に示す新工法“追加施工ウィープホール（NETIS 登録番号：HK-160016-A）”が開発されている。新工法には改良点が2点ある。第1は、間詰モルタルをゴムリングに変更していることである（写真 3.9.8）。ゴムリングにすることで流出水がある場合での設置が容易で、低温下での防寒養生が不要となる。また、取り外して洗浄できるため、洗浄効果が高く、定期的なメンテナンスにより機能を長期的に維持できる。第2は、接続管を集水管（フレキシブルパイプの有孔管）に変更していることである（写真 3.9.9）。従来工法は目詰まりが詰まると容易に機能を失したが、集水管とすることで集水面積が大きくなるため、目詰まりがしづらくメンテナンスサイクルを伸ばすことができる。

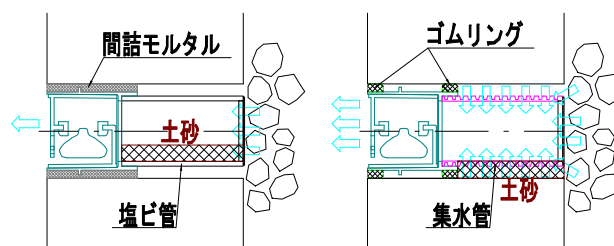


図 3.9.25 従来工法

図 3.9.26 新工法

※1 H26 農業用開水路における目地等の補修工法の適用性評価 ----- 北海道開発局札幌開発建設部



写真 3.9.8 ゴムリングによる設置



写真 3.9.9 集水管

## (2) ウィープホールの径、設置間隔

一般的に、ウィープホールの径は、 $\phi 50\sim\phi 75\text{mm}$  とする。浮子弁式は、弁きよの構造上、写真 3.9.11 に示すように、径の半分までの土砂堆積は避けられないため、定期的な土砂排除を要する。弁きよの取り外しは、写真 3.9.12 に示すフック付き金具で容易に引き抜きが可能であり、堆積土砂を排除できる。堆積土砂の排除で道具を用いずに素手で容易に掻き出すには $\phi 75\text{mm}$  が最適である。

ただし、既設水路に後施工する場合やプレキャストコンクリート水路においては、鉄筋と干渉するおそれがあるため、削孔径等を考慮して $\phi 50\text{mm}$  とすることがある。



写真 3.9.11 土砂堆積状況



写真 3.9.12 弁きよの取り外し

設置間隔は、一般的に  $2.5\text{m}\sim 3.0\text{m}$  とする。バレル長や鉄筋位置を考慮して決定する。設置高は、ウィープホール整備後の背面水位がウィープホールの設置高まで低下することが確認されているため、なるべく低い位置にするのが望ましいが、施工性を考慮してウィープホールの下端をハンチ上  $10\text{cm}$  程度の位置とする。

### 3.10 土工計画

フルーム水路の土工形状は、水路として長い年月にわたり安定した機能を確保するため、不測の溢水防止のほか、周辺基盤の安定、周辺排水、凍害防止、安全対策、迅速な管理等に対応するとともに、施工性を含め、**図 3.10.1** に示すように、水路兩岸にバーム（管理用道路・通路）を配置した基本形をとる。

なお、土工計画は、土質、工法、湧水の程度、施工時期、凍害程度等、様々な現場条件により変更を生ずることが多いので、施工にあたっては、設計変更が容易にできるように配慮しておくことが必要である。

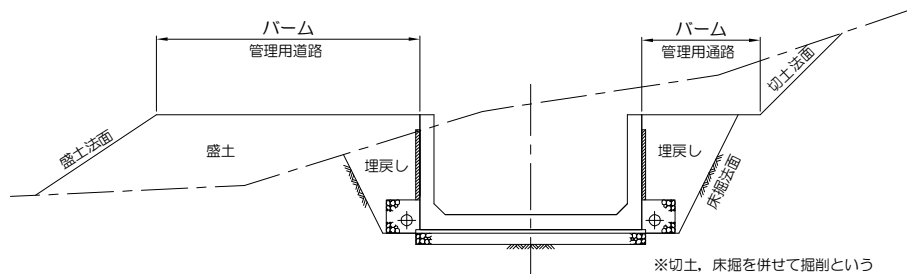


図 3.10.1 標準土工定規図

#### 3.10.1 掘削勾配

用水路は一般に掘込型式をとるため、掘削は、地山部の切土と床掘を組み合わせたものとなる。切土法面はそのまま残されるため、将来的な安定勾配をとる。一方、床掘勾配は、フルーム完成後に埋め戻されるので、施工時の安全性が確保されればよい。



写真 3.10.1 切土法面



写真 3.10.2 床掘法面

#### (1) 切土法面

地山掘削部分の切土に対する標準法面勾配は、**表 3.10.1**\*1 を標準とする。これらの値は、土工面から経験的に求めたもので、無処理あるいは植生工程度の保護工を前提とする。

表 3.10.1 土質別盛土法面勾配

地山の土質		切土高	勾配
硬岩			1 : 0.3 ~ 1 : 0.8
軟岩			1 : 0.5 ~ 1 : 1.2
砂	密実でない粒度分布の悪いもの		1 : 1.5 ~
砂質土	密実なもの	5m以下	1 : 0.8 ~ 1 : 1.0
		5~10m	1 : 1.0 ~ 1 : 1.2
	密実でないもの	5m以下	1 : 1.0 ~ 1 : 1.2
		5~10m	1 : 1.2 ~ 1 : 1.5
砂利または岩塊混じり砂質土	密実なもの、または粒度分布のよいもの	10m以下	1 : 0.8 ~ 1 : 1.0
		10~15m	1 : 1.0 ~ 1 : 1.2
	密実でないもの、または粒度程度の分布の悪いもの	10m以下	1 : 1.0 ~ 1 : 1.2
		10~15m	1 : 1.2 ~ 1 : 1.5
粘性土		10m以下	1 : 0.8 ~ 1 : 1.2
岩塊または玉石混じりの粘性土		5m以下	1 : 1.0 ~ 1 : 1.2
		5~10m	1 : 1.2 ~ 1 : 1.5

\*1 道路土工 切土工・斜面安定工指針 p136 解表 6-2 ..... (社) 日本道路協会

## (2) 床掘勾配

フルーム躯体の完成と同時に埋め戻されるので、一時的な安定勾配をとるものとし、表 3.10.2<sup>※1</sup>を標準とする。

表 3.10.2 土質別切土法面(床掘)勾配

法高 地質	2m未満	2m以上 5m未満	5m以上
岩又は堅い粘土	0 ~0.1	0 ~0.3	0.3~
粘性土	0 ~0.3	0.2~0.5	0.6~
シルト	0.2~0.4	0.3~0.6	1.0~
砂質土	0.4~0.6	0.5~1.2	1.2~
砂	1.5	1.5~	-
礫及び礫質土	0.3~0.8	0.6~1.5	-
ゆるんだ地山	1.0	-	-
(参考 <sup>※2</sup> 泥炭)	0~	0.3~	0.5~

## (3) 床掘余裕幅

現場打ち鉄筋コンクリート水路およびプレキャストコンクリート水路の床掘時の側壁基部背面から床掘法尻までの最小必要距離(床掘余裕幅)は、表 3.10.3<sup>※3</sup>を標準とする。現場打ち鉄筋コンクリート水路において水路外壁高が 2.0m を超える場合は、枠組足場を設置するため、図 3.10.5 に示す  $b=1.70m$  を標準とする。土留施工の場合は、土留工と枠組足場間に 10cm のスペースを確保し、図 3.10.6 に示す  $b=1.80m$  とする。なお、張出スラブがある場合、枠組足場の建枠の脚部(ジャッキベース)が張出スラブ内に設置されることになるが、コンクリートブロックによるスペーサーまたは箱抜き(RC-a、無収縮モルタル充填)等の措置をとる。

表 3.10.3 床掘余裕幅

型式	切土高	床掘余裕幅	備考
現場打ち鉄筋コンクリート水路 開削施工	$H < 2.0m$	$b \geq 50cm$ かつ $b' \geq 30cm$	図 3.10.2 参照
	$H \geq 2.0m$	$b \geq 100cm$ かつ $b' \geq 30cm$	
プレキャストコンクリート水路 開削施工	$H \leq 1.0m$	$b \geq 30cm$ かつ $b' \geq 20cm$	図 3.10.3 参照
	$H > 1.0m$	$b \geq 50cm$ かつ $b' \geq 20cm$	
土留施工	標準	$b=50cm$	図 3.10.4 参照

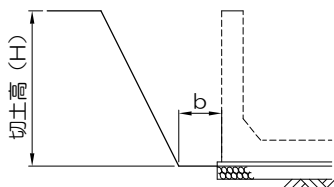


図 3.10.2 開削張出なし

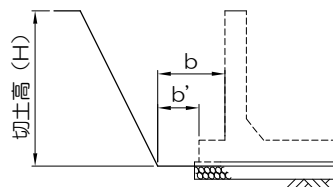


図 3.10.3 開削張出あり

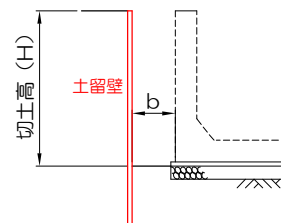


図 3.10.4 土留張出なし

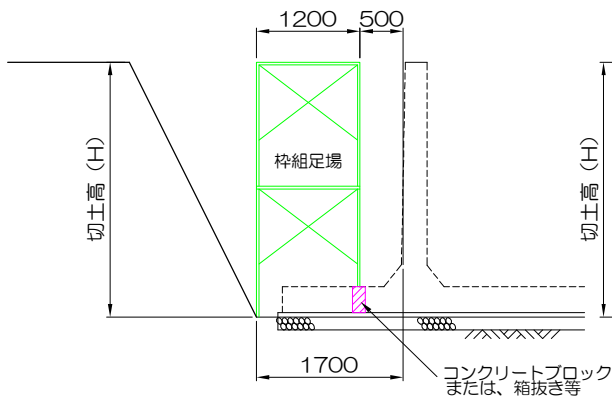


図 3.10.5 開削施工足場設置

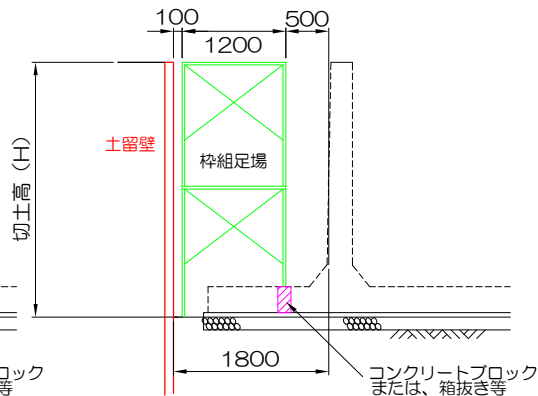


図 3.10.6 土留施工足場設置

- ※1 設計基準 パイプライン技術書 p553 表-13.1.9 ..... 農林水産省  
 ※2 土木工事数量算出要領 第5編 道路部門資料 p5-2-17 ..... 北海道開発局  
 ※3 土地改良工事数量算出要領 p2-11 ..... 農林水産省

### 3.10.2 埋戻し・盛土

#### (1) 埋戻し材料

用水路工事の現地発生土は、難凍上性材料として置換材料には使用できない土質であることが多い。このため、本来であれば現地発生土の使用は不可であるが、先述“3.8 凍上対策”に示す断熱工法を採用することで、現地発生土を埋戻し材として使用することが可能となる。

側壁背面の埋戻し土は、冬期施工に伴う土砂の凍結や雪の混入あるいは経年収縮を要因とした沈下が起こることがある。側壁天端に合わせてレベルで仕上げたのでは、やがて側壁が突出して側壁背面が凹部となり、雨水が側壁背面へ浸入しやすくなることが予想される。特に側壁高が高く埋戻し土量が多くなる場合には、沈下量も増大する。このような場合には、側壁背面土の泥濘化や過剰な水圧作用、凍上被害の誘発などを防止するため、高さ 10cm 程度の余盛り整形を行うのが望ましい。

#### (2) 盛土勾配

管理用道路や通路の造成に伴い、盛土を造成する場合の整形法面においては、盛土材の土質に応じて、表 3.10.4<sup>※1</sup>の標準法面勾配に照合して決定する。

表 3.10.4 土質別盛土法面勾配

盛土材料	盛土高 (m)	勾配	摘要
粒度の良い砂(S), 礫及び細粒分混じり礫(G)	5 m以下	1:1.5~1:1.8	基礎地盤の支持力が十分にあり、浸水の影響がなく、5章に示す締固め管理基準値を満足する盛土に適用する。 ( )の統一分類は代表的なものを参考に示したものである。 標準のり面勾配の範囲外の場合は安定計算を行う。
	5~15m	1:1.8~1:2.0	
粒度の悪い砂(SG)	10m以下	1:1.8~1:2.0	
岩塊(ずりを含む)	10m以下	1:1.5~1:1.8	
	10~20m	1:1.8~1:2.0	
砂質土(SF), 硬い粘質土, 硬い粘土(洪積層の硬い粘質土, 粘土, 関東ローム等)	5 m以下	1:1.5~1:1.8	
	5~10m	1:1.8~1:2.0	
火山灰質粘性土(V)	5 m以下	1:1.8~1:2.0	

### 3.10.3 バーム

水路の両側は、水路の安全性を高め、維持管理を容易にするためのバームを設ける。バームは、事故等の緊急時や日常の維持管理、資材・機材の搬出入のための管理用道路と日常の目視点検のための管理用通路である（写真 3.10.3、写真 3.10.4）。

バームの工法・形状は、水路系全体を視野において水路が通過する周辺環境との調和、歩行者や車両の安全性、親水等のための水辺環境整備などを合わせて、総合的な判断で考えるべきであり、決して画一的になってはならない。特に長い年月を要する事業では、経年的にその判断が変化することが多いので、連続的な調和を失しないように常に全体とのレビューに注意しなければならない。



写真 3.10.3 左岸管理用道路と右岸通路



写真 3.10.4 右岸管理用道路と左岸通路

※1 道路土工 盛土工指針 p106 解表 4-3-2 (社) 日本道路協会

### (1) 管理用道路

周辺の一般道路とのアクセスを考慮して水路のどちらか一方に配置する。幅員は、管理用車両（T-10相当）の通行を考慮して有効幅員 3.0m、総幅員 4.0m を標準とする。有効幅員には、 $t=100\text{mm}$  の砂利を敷く。使用する材料は、切込砂利または碎石の 40mm 級とする。再生骨材では、鋭角骨材や鉄筋の混入により、通行車両のパンクを招く例が多いため、新材を使用する。

管理用道路の整備に際して、工事用道路を施工後残置して兼用するのが望ましいが、工事用道路は、掘削の安定性の確保および使用する施工機械の車両幅より、水路位置から離れて整備するのが一般的である。一方、管理者の維持管理としては、管理車両から直接水面が見えるように管理用道路をなるべく水路側に近づけるように望まれることが多い。このような場合は、工事用道路と管理用道路の位置が一致しないため、**図 3.10.7** に示すように、背面土の埋戻し後に再整備する必要がある。なお、工事用道路の撤去は必要最小限とし、用水路敷地内を有効に利用して管理用道路幅（片側の路肩幅）を極力広げる。

管理用道路の整備高は、草刈り作業の支障となる法面や地表突出物がないように、水路天端に一致させることが多い。

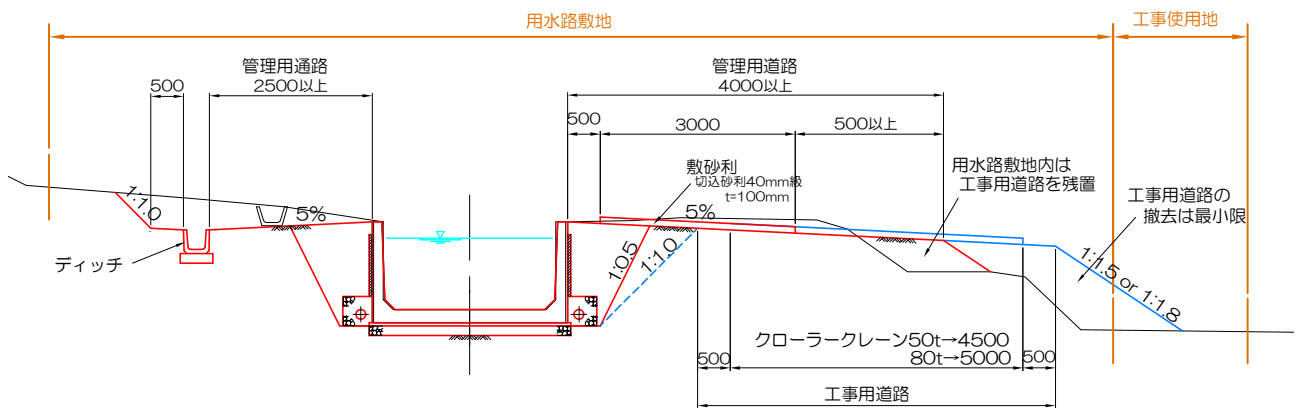


図 3.10.7 管理用道路と管理用通路の位置

### (2) 管理用通路

管理用道路の対岸には、管理用通路を配置する。見回り点検が主目的であるため、幅員は 0.6~1.0m 程度でよい。ただし、管理用通路は、山側斜面の法尻となることが多く、**写真 3.10.5** に示すように、非常に狭い。人力による草刈りが必要であるが、最近、作業者の高齢化や要員不足もあり、危険かつ非常に労力を要する作業となっている。

この対策として、**写真 3.10.6** に示すような草刈機（ハンドガイド式草刈機：車両幅 2.0m）による作業を考慮して 2.5m 以上の幅員を確保する例が増えている。なお、この幅員を確保するには、水路センターの移設や水路断面の設定、さらには、管理橋の増設等、路線全体において維持管理作業に重点をおいた設計上の工夫が必要である。



写真 3.10.5 山裾の狭い管理用通路



写真 3.10.6 ハンドガイド式草刈り機

### 3.11 耐震設計

#### 3.11.1 一般事項

##### (1) 基本的な考え方

用水路は、取水地点からほ場に至る線状の構造物であり、地盤条件や水路工の構成材料が多種・多様であることから、水路系全体において耐震性能を均一に確保することが極めて困難である。

したがって、用水路の地震被害を軽減するための対策としては、地盤の液状化判定や震度法、応答変位法などの設計手法を用いて検討する対策と設計手法は確立していないものの過去の被災事例などから有効と考えられる対策の両面から設計・施工することを基本とする。

長大な構造となる水路工全体の耐震化は、多額の費用を要するだけでなく、過大な構造物となる場合も想定されることから、施設ごとに重要度区分や保持すべき耐震性能等を設定し、地震による被害を受けた場合の影響を最小限とするような設計上の配慮が不可欠である。また、地震被害からの早期復旧のため、路線選定や水利システム面からも弱部付近には点検施設を設ける等の配慮が必要である。

##### (2) 構造的な弱部

地震被災の特徴は、震度 5 以上の地区において顕著で水路の目地のずれや水路の移動、破損、折損等を引き起こし、場合によっては流出水によって地盤の一部が流亡するなどの二次的被害にも及んでいる。開水路系の弱部は、地形・地質的な要因と施工・構造的な要因に分けて、下記のように整理することができる。現実の地震被災は、これらの要因が重複して発生していることから、設計・施工上の配慮によって危険となる要因を排除し、開水路系全体の耐震性を改善することも可能である。

###### [地形要因]

地形の変化点にある構造物周辺部（法肩、法尻部）、現地盤が軟弱な場合（沢部を横断する場合、地下水位が高く液状化しそうな場所）、地震基盤上の表層地盤の厚みが急変する場合

###### [土質要因]

地下水位が水路底版よりも高い場合、現地盤の液状化の可能性が高い場合

###### [施工要因]

盛土部に施工する場合

###### [水路の構造要因]

他型式構造物（サイホン、分土工等）との接続部

##### (3) 開水路の耐震対策

開水路の耐震性を向上させるにあたっては、地震動に対応して考える必要がある。耐震設計手法が確立しており数値化が可能な対策については、施設の重要度に応じた地震動レベルにて検討を行う。

耐震設計手法が確立されていないが有効な対策は、水管橋、サイホン等、他型式水路との接続部、土質の変化点、軟弱な粘性土層およびシルト層等において検討する。

###### ① 地震動に対応する場合

開水路については、地震動により開水路側壁に作用する地震時土圧、動水圧および躯体自重による慣性力を考慮し、震度法（固有周期を考慮しない）を用いる。ボックスカルバートは、横断・縦断方向について検討し、応答変位法を用いる。水路橋および水管橋の橋脚は、橋脚躯体および上部工等の自重による慣性力を検討し、レベル 1 地震動については震度法を用い、レベル 2 地震動については構造物部材のじん性を考慮した地震時保有水平耐力法を適用する。

###### ② 地盤変状に対応する場合

被災の事例では、地盤の大きな変状により倒壊、側方移動を受けて被災している。このため、震度法のみで開水路の安全性を評価することは難しい。したがって、地盤変状の事例などから開水路系全体の弱部を整理し、対策方法を検討しなければならない。ここで地盤変状とは、地震動により生じた現地盤の液状化、地すべり、斜面崩壊、地盤沈下などの永久的変位をいう。

### 3.11.2 重要度区分と保持すべき耐震性能

#### (1) 重要度区分の考え方

耐震設計を行うにあたっては、水路組織の区間または個別の施設を「極めて重要度の高い区間または施設（重要度区分 A 種）」、「重要度区分の高い区間または施設（重要度区分 B 種）」および「被災の影響が少ない区間または施設（重要度区分 C 種）」の 3 種類に区分する。

重要度区分は、水路区間等の地形・地質、社会・経済状況に留意し、表 3.11.1<sup>※1</sup> に示す「①水利施設としての規模」、「②被災による二次災害危険度」および「③応急復旧の難易度」の 3 項目で判断する。

図 3.11.1<sup>※2</sup> は、重要度判定のイメージである。

表 3.11.1 重要度区分の考え方

区 分	項 目 ①～③のいずれかに該当する施設	判断する上での参考指標
重要度区分 A 種 (レベル 2 地震動を考慮する)	①水利施設としての規模 供給される用排水の中断あるいは減量が地域の住民生活及び経済活動・生産活動に与える影響の度合い。	・水路組織の中で施設規模が極めて大きく、かつ被災した際にライフラインとしての用水供給、ひいては住民生活への影響や地域の経済活動に著しい支障をきたす場合。
	②被災による二次災害危険度 水路施設が被災することにより第三者への被害で、特に人命・財産やライフラインなどへの影響。	・水路施設に隣接して家屋、避難場所若しくは公道、鉄道、各種ライフラインなどの重要公共施設があり、水路の破損によって直接被害を生じる場合や、水路の破損による流出水が大量にこれらの場所に流入、又は湛水し、人命若しくは社会経済に重大な影響を及ぼすおそれがある場合。
	③応急復旧の難易度 水路組織が被災した場合に直ちに実施すべき応急復旧・代替のための現場作業の難易度。	・応急復旧のための作業が極めて困難、若しくは長期間を要する場合 例) 宅地などの隣接部や構造物の埋設が深い場合などに復旧の難易度が高くなると考えられる。
重要度区分 B 種 (レベル 1 地震動を考慮する)	①水利施設としての規模 同上	・施設規模が大きく、かつ被災した場合にライフラインとしての用水供給、ひいては住民生活への影響や地域の農業・経済活動に相当の支障をきたす場合で A 種以外のもの
	②被災による二次災害危険度 同上	・水路施設に隣接して家屋、避難場所、若しくは重要公共施設があり、水路の破損による流出水がこれらの場所に流入又は湛水し、人命に重大な影響はないものの、社会経済的に多大な影響を及ぼすおそれがある場合。
	③応急復旧の難易度 同上	・応急復旧のための作業に比較的長時間を要する場合。
重要度区分 C 種 (耐震設計は行わない)	①水利施設としての規模 同上	・ A 種及び B 種に該当しない場合 ②は、特に二次被害危険度が認められない場合。 ③は、応急復旧のための作業が容易で短時間で実施できる場合。
	②被災による二次災害危険度 同上	
	③応急復旧の難易度 同上	

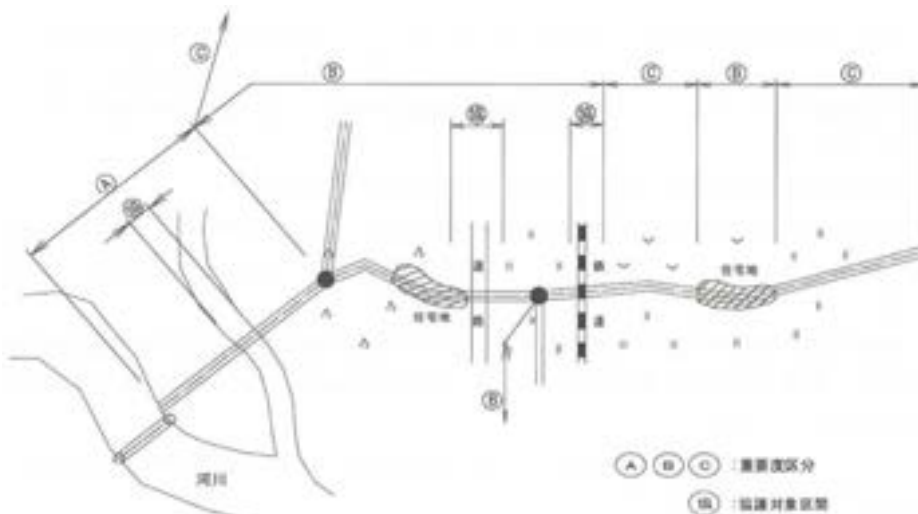


図 3.11.1 重要度判定のイメージ

※1 設計基準 水路工技術書 p381 表-7.11.1 ..... 農林水産省  
 ※2 設計基準 水路工技術書 p380 図-7.11.2 ..... 農林水産省

(2) 重要度区分と耐震性能

水路の設計で考慮する要求性能は、事業地区ごとに重要度区分を定め耐震性能が規定されていなければならない。ここで、水路設計での要求性能は、想定する作用と水路組織の重要度に応じて区分する。

表 3.11.2<sup>\*1</sup>に開水路および擁壁、表 3.11.3<sup>\*2</sup>にボックスカルバート、表 3.11.4<sup>\*3</sup>に水路橋および水管橋の橋脚における重要度区分と耐震性能を示す。表 3.11.5<sup>\*4</sup>に耐震性能の定義を示す。

表 3.11.2 開水路および擁壁の重要度区分と耐震性能

重要度区分		地震動レベル	レベル1地震動	レベル2地震動
A種	耐震性能		1. 健全性を損なわない	3. 致命的な損傷を防止する
	耐震設計		○耐震設計を行う	○耐震設計を行う
B種	耐震性能		1. 健全性を損なわない	－ (対象としない)
	耐震設計		○耐震設計を行う	－ (耐震設計を行わない)
C種	耐震性能		－ (対象としない)	－ (対象としない)
	耐震設計		－ (耐震設計を行わない)	－ (耐震設計を行わない)

表 3.11.3 ボックスカルバートの重要度区分と耐震性能

重要度区分		地震動レベル	レベル1地震動	レベル2地震動
A種	耐震性能		1. 健全性を損なわない	3. 致命的な損傷を防止する
	耐震設計		○耐震設計を行う	○耐震設計を行う
B種	耐震性能		1. 健全性を損なわない	－ (対象としない)
	耐震設計		○耐震設計を行う	－ (耐震設計を行わない)
C種	耐震性能		－ (対象としない)	－ (対象としない)
	耐震設計		－ (耐震設計を行わない)	－ (耐震設計を行わない)

表 3.11.4 水路橋および水管橋の橋脚の重要度区分と耐震性能

重要度区分		地震動レベル	レベル1地震動	レベル2地震動
A種	耐震性能		1. 健全性を損なわない	3. 致命的な損傷を防止する
	耐震設計		○耐震設計を行う	○耐震設計を行う
B種	耐震性能		1. 健全性を損なわない	－ (対象としない)
	耐震設計		○耐震設計を行う	－ (耐震設計を行わない)
C種	耐震性能		－ (対象としない)	－ (対象としない)
	耐震設計		－ (耐震設計を行わない)	－ (耐震設計を行わない)

表 3.11.5 耐震性能の定義

耐震性能	定義 (損傷度)
1. 健全性を損なわない	<ul style="list-style-type: none"> <li>設計過水能力を維持できること (施設が構造的にも支障なく計画最大流量を流下可能等)</li> <li>降伏状態を超えるような損傷を生じないこと (補修不要)</li> </ul>
2. 限定された損傷に留める	<ul style="list-style-type: none"> <li>地震による損傷が限定的なものに留まり、水路又は橋としての機能の回復が速やかに行い得る性能</li> <li>施設の機能回復をより速やかに行うために、3.の状態より余裕を持った状態にあること (場合により、補修必要)</li> </ul>
3. 致命的な損傷を防止する	<ul style="list-style-type: none"> <li>用排水が周辺に漏水しないこと (施設の流亡や目地ずれを生じない等)</li> <li>主要構造部材が破壊する手前の状態にあること (構造物全体の崩壊も防止する。補修必要)</li> </ul>

- |    |      |        |      |          |       |       |
|----|------|--------|------|----------|-------|-------|
| ※1 | 設計基準 | 水路工技術書 | p382 | 表-7.11.3 | ..... | 農林水産省 |
| ※2 | 設計基準 | 水路工技術書 | p382 | 表-7.11.4 | ..... | 農林水産省 |
| ※3 | 設計基準 | 水路工技術書 | p382 | 表-7.11.5 | ..... | 農林水産省 |
| ※4 | 設計基準 | 水路工技術書 | p381 | 表-7.11.2 | ..... | 農林水産省 |

### 3.11.3 構造物に対する耐震設計

耐震設計の解析法（地震力の算定）は、静的解析法と動的解析法の2つに大別され、静的解析法の主な手法として、震度法（固有周期を考慮しない）、震度法（固有周期を考慮する）、震度法（固有周期と構造物特性係数を考慮する）の3つのタイプと地震時保有水平耐力法、応答変位法がある。

#### ① 震度法（固有周期を考慮しない）

構造物の固有周期を考慮しない設計水平震度を用い、擁壁、開水路など土圧により地震時の振動変位が拘束される構造物や比較的剛性の高い構造物に適用する。本手法は、開水路、擁壁のレベル1、レベル2地震動、水路橋および水管橋の橋脚（重要度区分B種）のレベル1地震動に対する検討において適用する。

#### ② 震度法（固有周期を考慮する）

固有周期が長めの構造物は、地震時の応答を補正する必要があるため、構造物の固有周期（振動特性）を考慮した設計水平震度を用いる。本手法は、水路橋および水管橋の橋脚（重要度区分A種）のレベル1地震動に対する検討において適用する。

#### ③ 震度法（固有周期と構造物特性係数を考慮する）

固有周期と構造物特性係数を考慮して設計水平震度を求める。本手法は、ファームポンド、ポンプ場（吸込水槽）のレベル2地震動に対する検討において適用する。

#### ④ 地震時保有水平耐力法

規模の大きい地震が生じた場合、構造部材に想定している許容応力度を評価するだけでは、地震力に打ち勝つ抵抗力に達しないため、構造部材に適切な耐力（構造物が破壊に至るまで耐えうるエネルギー吸収能力）を考慮し、補正した設計水平震度を用いた設計法である。本手法は、水路橋および水管橋の橋脚のレベル2地震動に対する検討において適用する。

#### ⑤ 応答変位法

地中構造物などのように地盤各部の相対変位に応じて構造物に応力が生じる場合に、周辺地盤と構造物との相対変位を地盤のばね（地盤ばね定数）を介して構造物に静的に作用させて、構造物の応力を求める方法である。ボックスカルバートに適用する。なお、躯体の慣性力や地震時動水圧は、震度法（固有周期を考慮しない）による設計水平震度を算定して適用する。

表 3.11.6<sup>※1</sup>に各構造物に対する耐震設計法を示す。

表 3.11.6 構造物別耐震設計法

構造物名	耐震設計法 (重要度区分A種)		耐震設計法 (重要度区分B種)
	レベル1地震動	レベル2地震動	レベル1地震動
開水路	震度法 (固有周期を考慮しない)	震度法 (固有周期を考慮しない)	震度法 (固有周期を考慮しない)
擁壁	震度法 (固有周期を考慮しない)	震度法 (固有周期を考慮しない)	震度法 (固有周期を考慮しない)
暗きょ (ボックスカルバート)	応答変位法及び 震度法 (固有周期を考慮しない)	応答変位法及び 震度法 (固有周期を考慮しない)	応答変位法及び 震度法 (固有周期を考慮しない)
水路橋及び水管橋の橋脚	震度法 (固有周期を考慮する)	地震時保有水平耐力法	震度法 (固有周期を考慮しない)

注) 暗きょ(ボックスカルバート)の震度法(固有周期を考慮しない)は、躯体の慣性力、動水圧を算定する際に用いる。

※1 設計基準 水路工技術書 p384 表-7.11.6 農林水産省

### 3.11.4 地盤変状に対する耐震設計

#### (1) 液状化の一般事項

液状化とは、一般的に地震力等によって緩い砂質地盤等に過剰間隙水圧が発生し、地盤支持力を失うような現象である。このため、構造物の沈下、側方移動や浮き上がりが生じたり、噴砂による地盤の崩壊が生じる場合が見られる。液状化に関与する因子として、土質、密度（締固め度）、地震前の有効拘束圧の大きさ（深さ）、地震力（加速度の大きさ、継続時間）が挙げられる。

液状化のメカニズムは、完全には解明されていないが、砂質土が飽和され、かつ、ゆる詰め状態の場合に地震力が加わると体積が収縮しようとするため、それに伴って間隙水圧が上昇し、間隙水が排水されるまでの間、土粒子が間隙水の中に一時的に浮いた状態になり、土粒子間のせん断強度が失われるものと解釈されている。

したがって、地盤が地下水で飽和した砂質土および軟弱な中間土（細粒分含有率が35%以下の土）で構成される場合は、その地層の液状化の可能性の有無について判定を行う。地盤が液状化して水路に大きな被害が生じるおそれのある場合、特に重要な幹線はこのような地盤を避けることが望ましい。

#### (2) 液状化の判定

##### 1) 現地盤

重要度区分 A 種および B 種に区分された構造物について、その基礎地盤の土層が以下の 3 つの条件すべてに該当する場合には、地震時に液状化が生じる可能性がある。液状化の判定を行う必要がある土層と判定された場合は、FL 値法<sup>※1</sup>により液状化の判定を行う。

(a) 地下水位が地表面から 10m 以内にあり、かつ、地表面から 20m 以内の深さに存在する飽和土層

(b) 50%粒径  $D_{50}$  が 10mm 以下で、かつ、10%粒径  $D_{10}$  が 1mm 以下である土層

(c) 細粒分含有率 FC が 35%以下の土層、または、FC が 35%を超えても塑性指数  $I_p$  が 15 以下の土層

##### 2) 埋戻し土

液状化による被害は、現地盤の液状化のみならず埋戻し土の液状化によっても生じる。埋戻し土の液状化は、周辺地盤が軟弱粘性土地盤や泥炭地盤等の軟弱な地盤であり、なおかつ埋戻し部の地下水位が常時あるいは雨天時に一時的に高くなることが予想される場合に生じるおそれがある。

埋戻し土の液状化による被害の可能性の判定手法としては確立したものがないが、「下水道施設の耐震対策指針と解説－2006 年版－」によれば、以下の条件全てに該当する場合に埋戻し土の液状化による被害の可能性がある。

(a) 地下水位が高い場合（GL－3m 以浅）

(b) 埋設深度が深い場合（ボックスカルバートの土被りが GL－2.0m 以深、かつ地下水位以下）

(c) 周辺地盤が軟弱な場合（緩い砂地盤（N 値 $\leq 15$ ）、軟弱粘性土地盤（N 値 $\leq 7$ ）等）

ただし、(b)の埋設深の条件について、ボックスカルバートの土かぶりが GL－2.0m より浅い場合でも液状化の可能性を否定できないことから、対象路線の重要性や対策の経済性等を考慮し、対応を検討することが望ましい。

※1 設計基準 水路工技術書 p409

### (3) 液状化防止対策工法

#### 1) 現地盤の液状化対策

前項までの判定により液状化の可能性が高いと判断される場合、できる限り地形・地質条件が良好な場所を再考することが望ましい。しかし、やむを得ず変更が不可能な場合には、まず土質定数の低減による安定・構造計算を行い、許容値を満足しない場合は、数ケースの液状化対策工法（土質定数の低減に伴う杭基礎等による安定工法を含む）を比較検討し、最適な対策工法を選定する。

#### 2) 液状化防止対策工法

液状化の可能性が高いと判断され、土質定数の低減により剛体安定が満足できない場合、以下に示す工法並びに表 3.11.7<sup>※1</sup>の対策工法により液状化の防止が可能か検討を行う。工法の採用にあたっては、適用性、効果、信頼性、施工性、経済性等を総合的に検討して決定する必要がある。

- ①置換工法：液状化の可能性のある地盤を液状化しない材料（砂利、碎石、セメント等の安定剤を混合攪拌した土砂等）で置換する。置換深度としては、深さ 3m 程度までである。
- ②振動締固め工法：SCP（サンドコンパクションパイル）工法や低振動締固め工法により、砂・礫等を地盤に圧入し、同時に周辺地盤を締固める。施工規模の大きい場合、一般的に安価で実績も多い。
- ③静的締固め工法：ソイルモルタルや特殊石灰をボーリング孔やスパイラルケーシングにより圧入し、周辺地盤を締固める。施工例は多くない。
- ④ドレーン工法：グラベルドレーン、プラスチックドレーン工法等により碎石やプラスチックボードドレーン材などを打設して鉛直排水機能を高め、地震時の過剰間隙水圧の消散を図る。有効な工法である。
- ⑤固結工法：深層混合、高圧噴射攪拌、注入固化工法等により主にセメント系固化材を注入または攪拌して地盤を必要強度に固化するものであり、コストは一般に高いが、効果は大きい。既設構造物の対策に有効。
- ⑥鋼矢板、鋼管矢板工法：鋼矢板、鋼管矢板で必要範囲を囲い込むように打設すると効果が高い。鋼管杭の場合、過剰間隙水圧の消散を図ることができる。側方流動、地盤変状に対しても効果が期待できる。既設構造物の対策に有効。
- ⑦杭基礎工法：各種の杭を打設し、直接良好な支持層に支持させる。最も確実な方法であるが高価となる場合があり、前述した他工法との比較が必要である。
- ⑧その他の工法：コマ型ブロックやジオグリッド敷設工法が有効な場合がある。

### (4) 断層部の変位発生に対する検討

地震に伴う断層部の変位は、近年の大規模地震では数 m に及ぶ事例が報告されているが、調査段階で断層部変位の発生箇所や変位量を特定することは困難である。地震発生により変位を生じる可能性の高い断層を評価する手法も提唱されているが、水路では構造設計や対策工で対応することは困難であることから、路線選定および施設配置計画の段階において、既存の資料や空中写真、地形図、現地踏査により断層変位の発生が危惧される箇所を把握し、これらを避けるなど十分な検討が必要である。

### (5) その他の検討

過去の水路の被害は、軟弱地盤や地盤の急変部、他型式構造物との接合部での発生が多く報告されており、被害が予想される場所には、伸縮可とう性を有する継手や地盤の改良など必要な対策を検討する必要がある。

※1 設計基準 水路工技術書 p302 表-7.6.4 ..... 農林水産省

表 3.11.7 地盤改良工法の概略選定法

地盤改良工法 選定条件			置換工法	表層混合処理工法	プレロード工法	バーチカルドレーン工法	SCP工法	生石灰パイル工法	
地盤条件	土質及び層厚	砂質土	10 m 以下	△	○	○	—	○	×
			10 m 以上	×	×	○	—	○	×
	粘性土	10 m 以下	○	○	○	△	△	○	
		10 m 以上	×	×	△	△	△	○	
	腐植土	3 m 以下	○	○	○	×	×	△	
		3 m 以上	×	×	○	△	△	△	
	中間層	透水層がある		—	—	○	—	—	×
		不透水層がある		—	—	△	○	○	○
		硬い層がある		—	—	○	×	△	×
		支持層		透水層とみなせる	△	—	○	—	—
		不透水層とみなせる	○	—	△	○	○	△	
堤防への影響 (不同沈下等)			○	△	○	△	△	△	
施工条件	施工深度	3 m 以下		○	○	—	×	×	△
		3~10 m		×	×	—	○	△	○
		10~20 m		×	×	—	○	○	○
		20~30 m		×	×	—	△	△	△
		30 m 以上		×	×	—	△	△	△
	施工工期	十分長い		○	○	○	△	△	△
		ある程度長い		○	○	△	○	○	△
		短い		○	○	△	△	△	○
	施工実績が多い		○	△	○	○	△	△	
	作業空間が狭い		○	○	△	△	△	△	
トラフィックビリティが悪い		○	○	○	△	△	△		
環境条件	低振動・低騒音		○	○	○	△	×	△	
	地下水に対する影響		○	○	○	○	△	△	
	隣接構造物に対する影響		○	○	△	△	×	○	
	周辺地盤の変形抑制		○	○	△	△	△	○	
工法の効果	沈下促進		—	—	○	○	○	—	
	沈下抑制		○	○	—	—	—	○	
	強度増加		○	○	○	○	○	○	
	盛土の安定		○	○	○	△	○	○	
	側方流動抑制		○	○	△	△	△	○	
	液状化抑制		○	○	△	△	○	△	
	透水性低減		△	○	—	×	×	△	
	経済性		○	○	○	○	△	△	

○：適合する、△：検討を要する、×：不適合となる場合がある、—：該当しない

注) SCP工法：サンドコンパクションパイル工法

## 第4章 支線および小用水路の設計要点

### 4.1 基本事項

本マニュアルでは、図4.1.1※1に示す支線用水路および小用水路の基本的留意点について述べる。構造設計については、前述“第3章 フルーム水路の構造設計要点”を準用する。

支線用水路は、幹線用水路から分水され、農区を跨ぎ流下する水路である（受益面積30ha以上100ha未満）。小用水路は、支線または幹線用水路から分水され、ほ区および耕区に配水する水路である（受益面積30ha未満）。支線および小用水路の工種には、開水路とパイプラインがある。

これらの用水路は、幹線用水路に比べて規模が小さいため、開水路ではコンクリート製のU型トラフまたはV型トラフを用いることが多い（写真4.1.1）。パイプラインでは、硬質ポリ塩化ビニール管、ダクタイル鋳鉄管、ポリエチレン管、強化プラスチック複合管等を用いることが多い（写真4.1.2）。

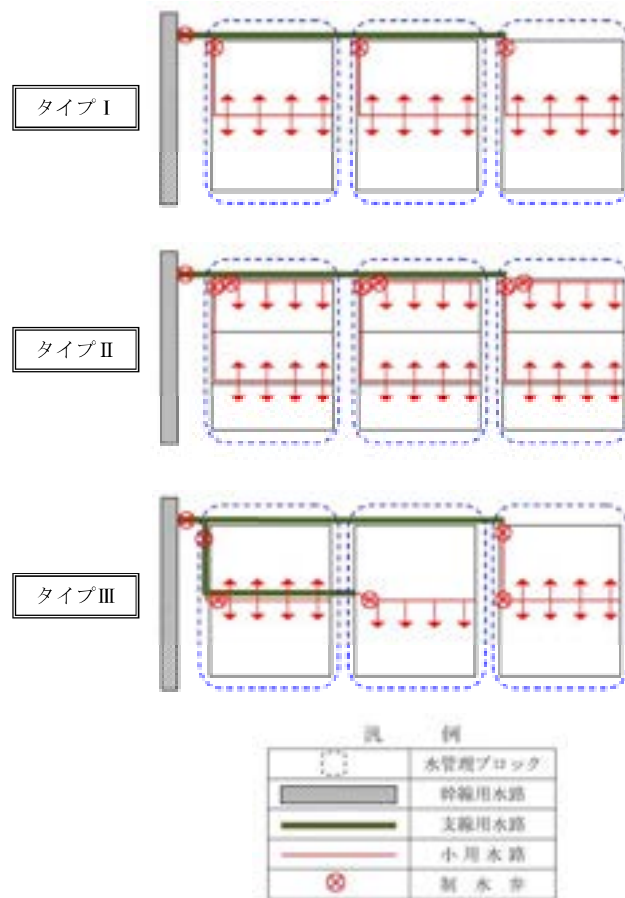


図 4.1.1 支線および小用水路の位置づけ



写真 4.1.1 V型トラフ水路



写真 4.1.2 硬質ポリ塩化ビニール管

※1 国営農地再編整備事業 区画整理 水田マニュアル pⅡ-8-1 ..... 北海道開発局農業水産部

## 4.2 開水路

### 4.2.1 一般事項

国営事業による農地再編整備や地域用水環境整備において、支線用水路および小用水路を開水路で新設または改修を行うことがある。開水路の型式は、プレキャストコンクリート水路を用いる例が多く、表 4.2.1<sup>※1</sup>に示す型式の利用頻度が高い。なかでも、支線用水路では U 型コンクリート大型トラフ、小用水路では V 型コンクリートトラフを採用する事例が特に多い。

ここでは、主に小用水路に用いる V 型コンクリートトラフの設計を対象として、北海道における国営土地改良事業においてこれまでに積み上げてきた経験も反映させて、設計にあたっての留意点を述べる。U 型コンクリート大型トラフは、前述“第 2 章 フルーム水路の構造設計要点”を参照すること。

表 4.2.1 プレキャストコンクリート水路の種類

種	類	規 格	適 用 範 囲
①	U型コンクリートトラフ	JIS A 5372-2010	U240～U600
②	V型コンクリートトラフ	農政部規格	V 24～V 60
③	V型コンクリート大型トラフ	農政部規格（案）	V 70～V150
④	U型コンクリート大型トラフ	農政部規格（案）	U700～U1500
⑤	L型コンクリートブロック	農政部規格	L600～L1500

### 4.2.2 設計にあたっての留意点

#### (1) 水理計画

小用水路を開水路とする場合は、分水のしやすさが求められる。小用水路の流速が早い場合は、水位低下を引き起こし、土のうやブロック等で堰上げしている例が多々ある。したがって、できるだけ緩い水路勾配として、水位調整を行わなくても安定した配水位を確保できるようにする。

ただし、表 4.2.2<sup>※2</sup>に示す流速を確保して浮遊土砂の堆積や水中植物の繁茂が生じないようにすることが望ましい。最大流速および平均流速の計算、粗度係数は、前述“第 2 章 水理設計の要点”を参照すること。

表 4.2.2 最小許容流速

水路の状況	最小許容流速
浮遊土砂の堆積が懸念される水路	0.45～0.90m/s
水中植物の繁茂が懸念される水路	0.70m/s

注) 最小許容流速は浮遊土砂の粒径により決めるものとする。

開水路の計画敷高は、分水口地点で田面高より高くすることで確実な配水位を確保する。最近のほ場整備の事例では、図 4.2.1（分水口部）および図 4.2.2（集中管理孔部）に示すように、田面高から湛水深 15cm（深水期）以上の位置に敷高を設定する例が多い。泥炭性軟弱地盤の場合は、将来的な沈下を見込み、10cm 程度上げ越して設置することがある。

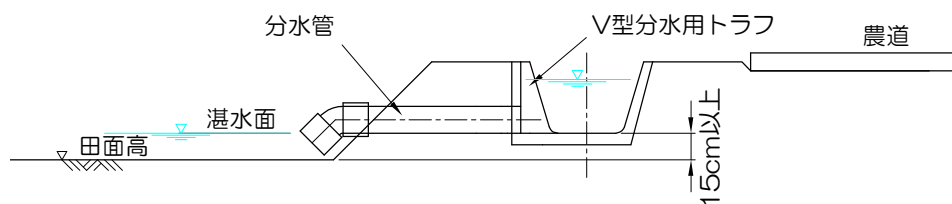


図 4.2.1 開水路の計画敷高(分水口部)

※1 用排水路設計指針 p 開 6-3 表-6.2.1 ..... 北海道農政部  
 ※2 設計基準 水路工技術書 p182 表-6.1.2 ..... 農林水産省

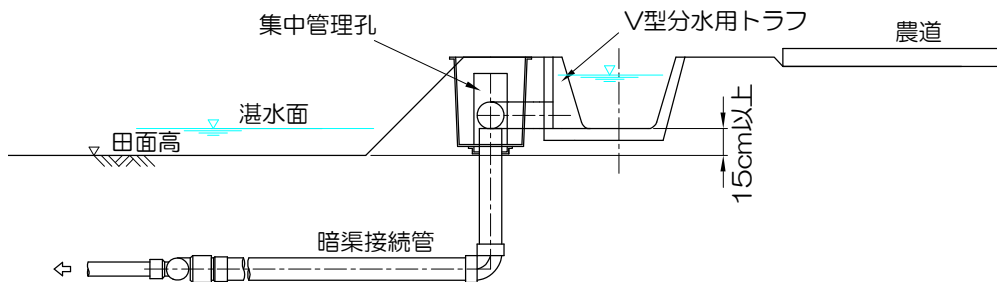


図 4.2.2 開水路の計画敷高(集中管理孔部)

(2) バレル長

V型コンクリートトラフの規格には、L=2m/個、5m/個(長尺)がある。一般的には、用水路の弱部となる目地が少なく施工スピードの速い長尺を標準とする。

ただし、長尺を使用する場合は、据付クレーンが大型化するため、水路周辺の土地利用を勘案してクレーンの座取り、アクセス道路の有無等を検討し、施工上の問題がないことを確認しなければならない。

(3) 余裕高

U、V型コンクリートトラフ水路の600型以下の余裕高は、表4.2.3<sup>※1</sup>に示す値とすることができる。用排兼用の場合の側壁高は、計画用水量による必要壁高よりも高くする必要があるため、水理的な最小断面としては縦長の異形トラフが設定されることとなる。しかし、このような異形サイズは市場性がなく、型枠の新規製作が必要であるため、コンクリート重量を軽減しても型枠制作費の増額分がそれを上回る。したがって、使用するトラフ規格は、表4.2.1を標準とし、用水計画上の必要断面からサイズアップする。

表 4.2.3 コンクリートトラフの余裕高(600型以下)

U型コンクリートトラフ			V型コンクリートトラフ		
呼び名	側壁高	余裕高	呼び名	側壁高	余裕高
	mm	mm		mm	mm
240	240	60	V24	240	50
300A	240	60	V30	300	50
300B	300	70	V34	400	60
300C	360	80	V40	400	60
360A	300	70	V45	450	70
360B	360	80	V50	500	70
450	450	90	V60	600	80
600	600	100	-	-	-

※1 用排水路設計指針 p 開4-11 表-4.6.1----- 北海道農政部

(4) 基礎工および凍上対策工法

基礎工は、支持地盤の処理や凍上対策を目的とし、厚さ 0.15m 以上の基礎砂利を敷き、必要に応じてその上面に厚さ 5cm の均しコンクリートを設置する。高さ調整には、敷モルタルを用いる。凍上対策工法は、埋戻し量が少ないため、置換工法を標準とする。

水路の基礎工の形状は、盛土・切土水路により、図 4.2.3<sup>※1</sup>を標準とする。基礎砂利厚および裏込砂利厚は、表 4.2.4<sup>※2</sup>を標準とする。

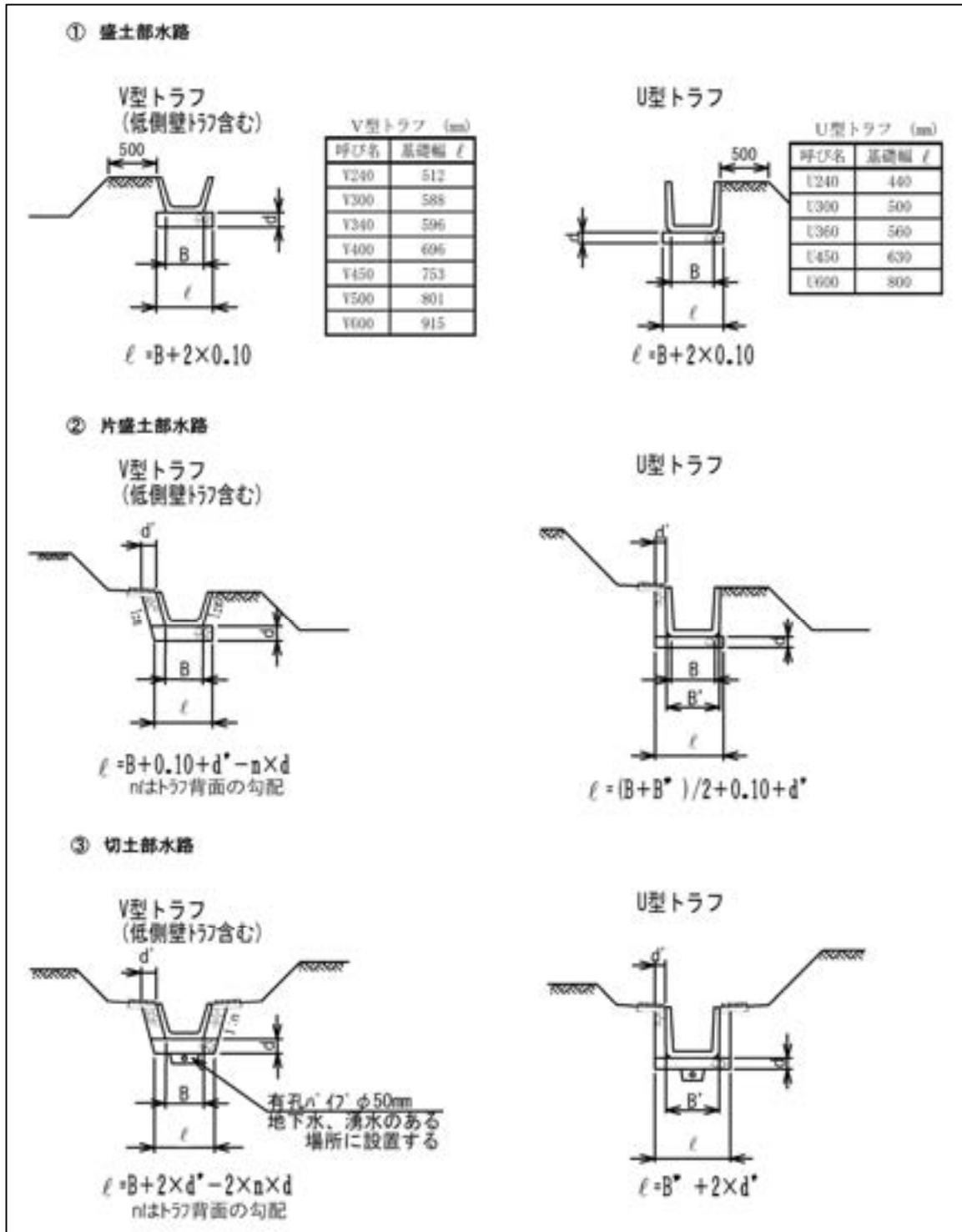


図 4.2.3 コンクリートトラフ水路の基礎工の形状

※1 用排水路設計指針 p 開 6-8 図-6.2.2 ..... 北海道農政部  
 ※2 用排水路設計指針 p 開 6-9 表-6.2.9 ..... 北海道農政部

表 4.2.4 コンクリートトラフ水路の基礎砂利厚、裏込砂利厚(単位:m)

振興局名	地域区分	基礎砂利厚	裏込砂利厚			適用地域
			300型	450型	600型	
石狩	I	0.25	0	0	0.15	千歳市、恵庭市
	II	0.15	0	0	0	Iを除く全市町村
空知		0.15	0	0	0.15	全市町村
上川	I	0.15	0	0.15	0.15	II、IIIを除く全市町村
	II	0.25	0			富良野市、美瑛町、上富良野町、中富良野町、南富良野町、占冠村
	III	0.15	0	0	0.15	幌加内町
留萌		0.15	0	0	0	全市町村
宗谷	I	0.20	0	0	0.15	稚内市、猿払村
	II	0.15	0	0	0.15	Iを除く全市町村
十勝	I	0.30	0.25	0.35	0.45	IIを除く全市町村
	II	0.20	0.20	0.25	0.30	幕別町(旧忠類村)、大樹町、広尾町
オホーツク	I	0.30	0.25	0.30	0.35	置戸町、北見市(旧常呂町を除く)、美幌町、津別町、遠軽町、訓子府町、滝上町
	II	0.25	0.15	0.20	0.25	I、IIIを除く全市町村
	III	0.30	0.20	0.25	0.35	網走市、小清水町
釧路	I	0.30	0.30	0.40	0.45	IIを除く全市町村
	II		0.25	0.30	0.35	阿寒国立公園内
根室	I	0.30	0.25	0.30	0.35	別海町、中標津町
	II		0.20	0.30	0.35	Iを除く全市町村
後志		0.15	0	0	0	全市町村
檜山		0.15	0	0	0	全町
渡島	I	0.15	0	0.20	0.20	II、IIIを除く全市町村
	II		0	0.15	0.15	八雲町(旧熊石町を除く)、森町
	III		0	0	0	八雲町(旧熊石町)
胆振	I	0.30	0.25	0.35	0.40	安平町、厚真町、むかわ町、苫小牧市、白老町
	II	0.25	0.20	0.25	0.25	Iを除く全市町村
日高	I	0.25	0.20	0.30	0.35	日高町、平取町
	II	0.30	0.20	0.25	0.30	Iを除く全市町村

注1) 裏込砂利が0mとなっている地域においても水抜対策用に0.15mの裏込砂利を計上することができる。

2) 本表にない規格は、上位の規格を適用する。

3) 基礎砂利厚は最小値を0.15mとし、0.15mを超える地域で均しコンクリートを設置する場合は、均しコンクリート厚を減じた厚さとする。

## (5) 木杭基礎

### 1) 木杭の材質

直接基礎により必要な地盤支持力が得られない場合は、杭基礎を基本とする。使用する杭は、躯体重量が軽量であるため、木杭を使用し、コンクリート摩擦杭に準じた設計を行ってよい。

地中・水中に設置する木杭は、酸欠状態となり木材は腐朽しにくいので、防腐処理は行わないものとする。ただし、劣化しやすい環境条件下において耐久性・安全性が求められる場合などは、防腐処理を行うことが望ましい。木杭使用にあたっての留意事項は、下記のとおりである\*<sup>1</sup>。

- ・木杭は割れなどの欠陥のない生丸太の樹皮を除いたもので、元口から末口までおよそ一様に径が変化し、末口の径は 12cm 以上を標準とする。
- ・木杭の両端中心点を結ぶ直線は、杭外に出てはならない（曲がっている木杭は使ってはいけない）。
- ・木杭の長期許容圧縮応力度は 4N/mm<sup>2</sup>、短期許容圧縮応力度は 8N/mm<sup>2</sup> とする。

※木杭の長期許容圧縮応力度は、樹種の最低値の許容圧縮応力度  $Lfc = 6.49\text{N/mm}^2$  の 70% の値の 4N/mm<sup>2</sup>

短期許容圧縮応力度については、許容圧縮応力度  $Sfc = 11.8\text{N/mm}^2$  の 70% の値の 8N/mm<sup>2</sup>

長期許容圧縮応力度  $Lfc = 6.49 \times 0.7 = 4.5 \rightarrow 4\text{N/mm}^2$

短期許容圧縮応力度  $Sfc = 11.8 \times 0.7 = 8.3 \rightarrow 8\text{N/mm}^2$

### 2) 杭打込み方法と杭長

施工スペースを考慮して、大型ブレーカを使用する。この工法は、改良された大型ブレーカをクローラ型バックホウ（0.45m<sup>3</sup> 積み）に装着させ、建て込み・打込みを行うものである。

杭径の適用範囲は 12cm 以上 20cm 以下である。杭長は、図 4.2.4 に示すように、バックホウの作業限界を考慮して 6.0m 以下とする。継杭については、接続部分の固定方法や信頼性が明確でないため、採用しないのが望ましいが、やむを得ない場合は、下記に示す(a)パイプ接が最も推奨される型式としている\*<sup>2</sup>。

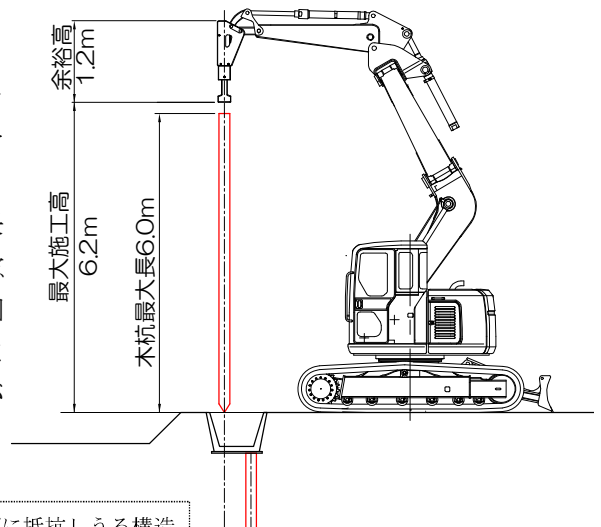
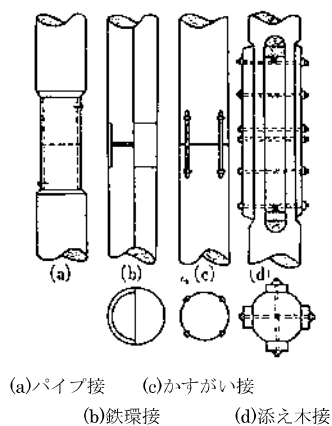


図 4.2.4 木杭施工図

木杭の継手は上杭と下杭がある程度回転することができ、かつ曲げに抵抗しうる構造としなければならない。

下図 (a)パイプ接が最も推奨できる形式である。(d)添え木接は悪い継ぎ方であり、(b)鉄環接、(c)かすがい接は、ある程度回転はするが、(b)は折れ曲がりに、(c)はある程度以上の回転とともに不完全であり推奨できない。



(a)パイプ接 (b)鉄環接 (c)かすがい接 (d)添え木接

※1 用排水路設計指針 p 開 5-32 ..... 北海道農政部  
 ※2 道営農業農村整備事業設計の手引き p2-5 ..... 北海道農政部

### 3) 支持力の算定

木杭の品質、施工精度および上載荷重の程度から、木杭に厳密な支持力を求めることは有効ではない。また、N 値を指標とした周面摩擦力の算定には不確定な要素を多く含む。このため、木杭基礎の目的は不同沈下の防止を主体とし、支持力の算定における周面摩擦力は N 値が 2 以下でも考慮する。また、N 値がゼロの場合であっても一軸圧縮強度  $q_u$  等から求まる粘着力  $C$  から考慮してよい。

### 4) V 型コンクリートトラフ水路の設計

基本的に水路橋型式とし、水路の安定性（転倒・滑動）を確認のうえ鉛直支持杭を配置する。杭の配置位置は、目地の段ズレを防止するため、目地位置とする。杭頭処理および製品の設置調整には、コンクリート板および敷モルタルを使用する（図 4.2.5）。

杭の中心間隔は、群杭とならないように、原則として杭径の 2.5 倍以上離隔する<sup>※1</sup>。コンクリート端との離れは杭径の 1.0 倍以上とする。杭の本数は、杭径と V 型コンクリートトラフの底幅の関係から 1 列×2 本または 2 列×2 本とする。

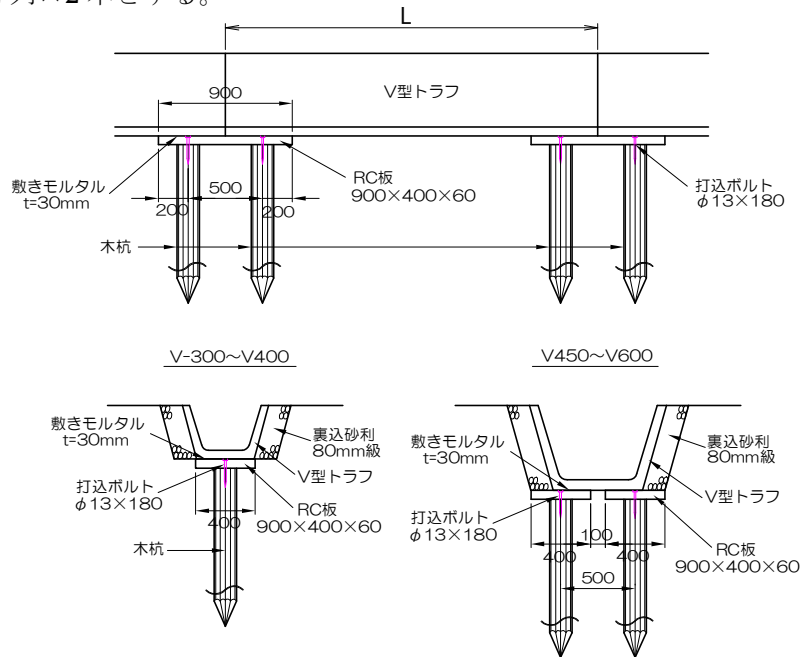


図 4.2.5 トラフ水路の杭の配置と杭頭処理方法

### 5) 道路横断工（公道）の設計

V 型コンクリートトラフ水路と同様な水路橋方式のほか、図 4.2.6 に示すように、現場打ち鉄筋コンクリートで基礎コンクリートを設置して均等に支持させる方法がある。これらは、横断工の延長（車両の通行エリア）や上載荷重、経済性を考慮して決定する。

基礎コンクリートを採用する場合、上載荷重を均等に伝達させるため、杭頭を 10cm 埋め込むピン結合を標準とする<sup>※2</sup>。コンクリート厚および基礎工の厚さは、表 4.2.5<sup>※3</sup>を標準とし、ひび割れ防止のため用心鉄筋として D13@250 を配置する。基礎コンクリートの幅は、製品の外側寸法を 10cm ラウンドアップする。

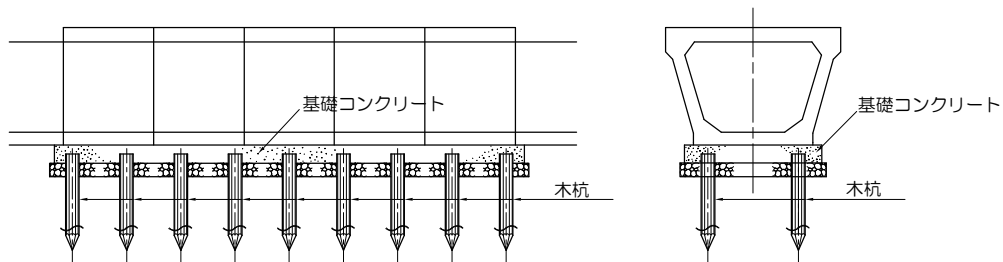


図 4.2.6 基礎コンクリートによる基礎型式

※1	設計基準	水路工技術書	p409	-----	農林水産省
※2	設計基準	水路工技術書	p313	-----	農林水産省
※3	設計基準	水路工技術書	p313 表-7.6.6	-----	農林水産省

表 4.2.5 基礎コンクリートおよび基礎工の厚さ(単位: mm)

規格 (幅・長さ)	基礎コンクリート厚さ	基礎砕石の厚さ
600~1,000	200	150
1,100~2,000	250	200
2,200~3,500	300	250

6) 道路横断工 (耕作道等)

管理用道路や耕作道等、公道以外の道路横断工については、図 4.2.7<sup>※1</sup>に示すように、基礎コンクリート部分を梯子胴木として上載荷重を基礎杭に均等に伝達させる例がある。

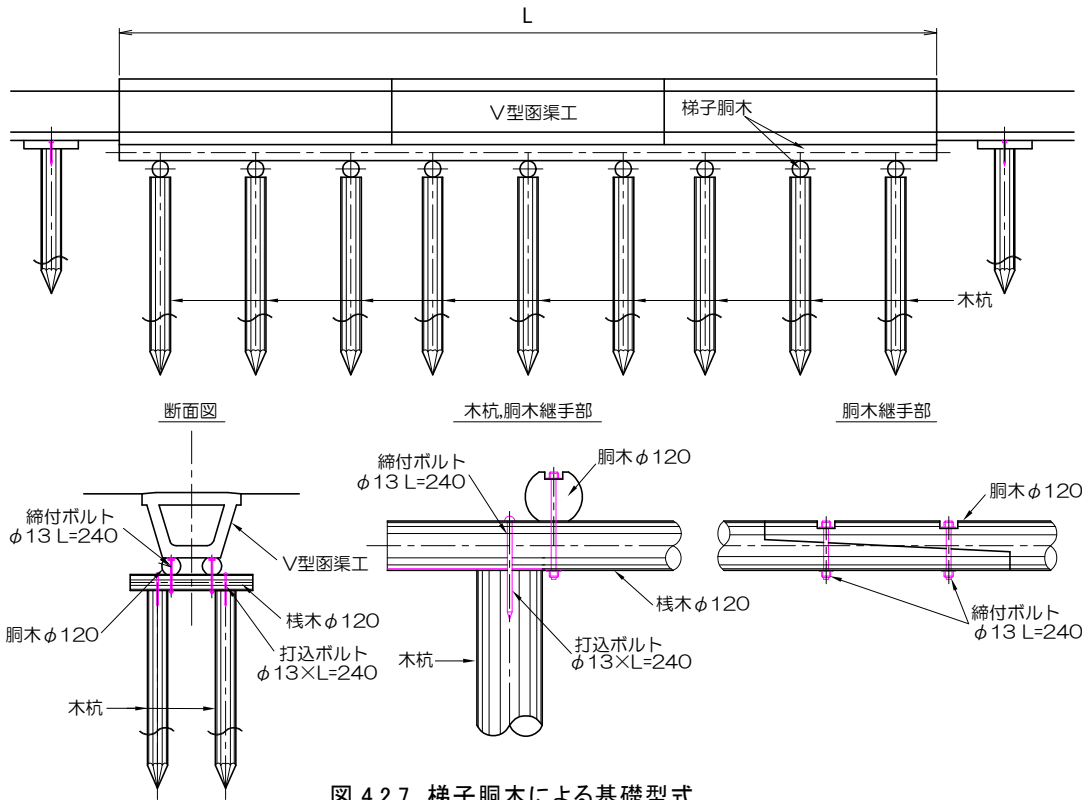


図 4.2.7 梯子胴木による基礎型式

7) 接続枿

製品そのものが一体化している枿等については、構造上の目地ズレが発生しないことから、杭頭処理は行わず、直接に杭頭に載せる。杭の配置は、図 4.2.8 に示すように、4 本以上で上載荷重を均等に支持できるようにする。

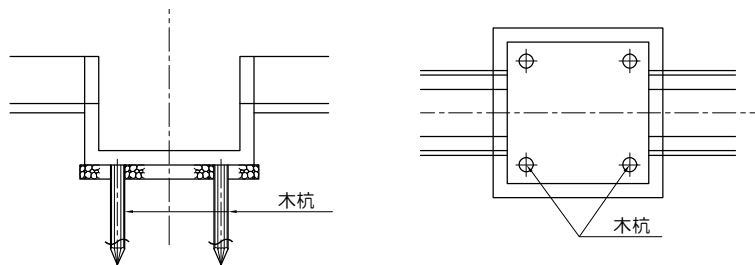


図 4.2.8 接続枿の杭配置

※1 用排水路設計指針 p 開 5-35 図 5.4.11 北海道農政部

## (6) 外水処理対策

### 1) ドレーンの設置

フルーム水路と同様にドレーンを配置して恒常的に側壁背面水を排除することを原則とする（盛土水路の場合、ドレーンは不要）。排水先がなくやむを得ず水路内に排水する場合は、浮上に対する安全性を検証すること。この場合の背面水位は、側壁高の 1/2 とする（水路外の場合はゼロとする）。

ドレーンは、サイドに設置するのが望ましいが、掘削溝が狭いためアンダードレーンとしてよい。ドレーン規模は、フルーム水路と同様に算出する。

なお、杭基礎および水路内排水の場合、あるいは接続枠が多く配置される場合のドレーン位置は、**図 4.2.9** に示すように、基礎面のサイドに位置させて、ドレーンをなるべく蛇行させないようにする。フィルター材の寸法は、**図 4.2.10**\*<sup>1</sup> を標準とする。

### 2) 水路内排水の場合

水路内排水の場合のドレーナーには、サイド方式とアンダー方式がある。アンダー方式は、水路の通水阻害および土砂による閉塞が懸念されるため、サイド方式を標準とする（**図 4.2.11**）。

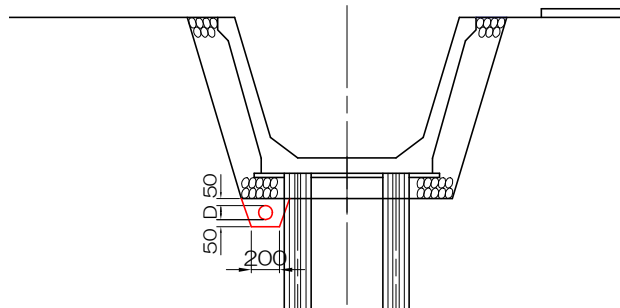


図 4.2.9 ドレーン位置の変更

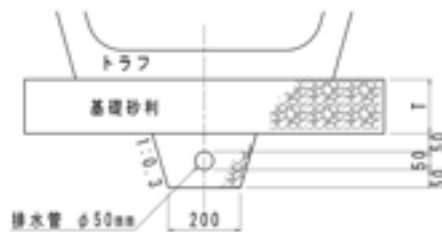


図 4.2.10 フィルター材の寸法  
(サイドドレーンの場合も同じ)

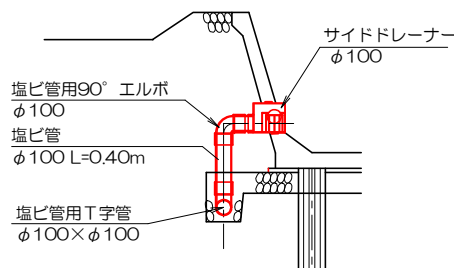


図 4.2.11 サイドドレーナー

※1 用排水路設計指針 p 開 6-16 図-6.2.8 北海道農政部

## 4.3 パイプライン

### 4.3.1 一般事項

支線用水路の施設管理および維持管理は、土地改良区または支線組合であるが、小用水路は組合員の自家労力に頼ることが多い。このため、大区画水田では、汎用化を基本とした転作ローテーションによる水管理の容易性および用水の有効利用のほか、上流優先の慣例や厳密な水位管理の廃止を求め、クローズタイプのパイプラインを採用する例が多い。

また、北海道の水田地帯は泥炭性軟弱地域が多い。軟弱地盤等におけるパイプラインの設計は、設計基準における設計数値等に適用項目がないこともあり、安全性等を考慮した数値の採用により経済性で不利な設計となっている例も見受けられる。

これらのことから、ここでは、泥炭性軟弱地域におけるパイプライン設計の留意点を述べる。普通地盤におけるパイプライン設計は、「土地改良事業計画設計基準 設計 パイプライン 基準書・技術書 (R03.6)」に準拠する。

### 4.3.2 設計にあたっての留意点

#### (1) 水理計画

水田におけるパイプライン網は、図 4.3.1 に示すように、幹線用水路から支線用水路、小用水路を経てほ場の給水栓に至るまでの一連の水理システムである。ほ場の給水栓位置に必要な配水位を確保できるように、各種損失水頭を詳細に計上し、適正な管径となるようにしなければならない。

給水栓は、集中管理孔や分岐弁の併設など地区ごとに水利用や管理方法が異なる。給水栓には各種の規格があり、種類によって損失水頭が異なるので、注意が必要である。これらのことを含めて、末端配水位は、田面高から 1.0m 以上確保する例が多い。

また、管内流速は、分水の安定性を考慮して 2.0m/s 以下とするのが望ましい。

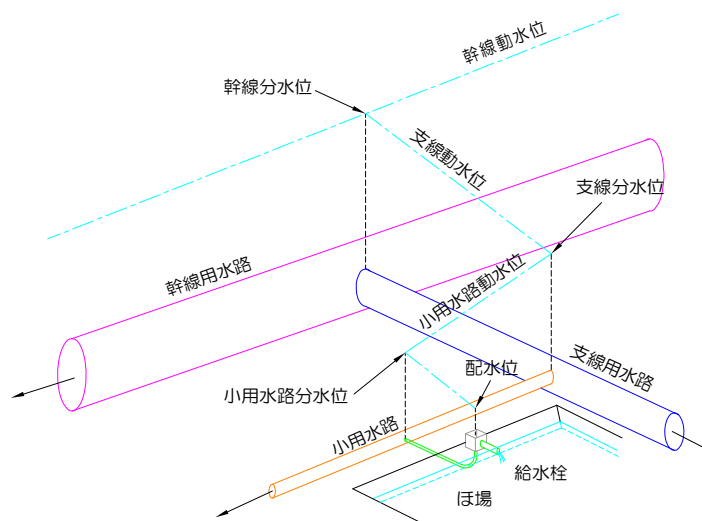


図 4.3.1 水田のパイプライン網

#### (2) 床掘勾配

前出表 3.10.2 の床掘勾配によれば、泥炭は“ゆるんだ地山”に相当し、1:1.0 が適用される。しかし、これまでの泥炭の床掘例を見ると、円弧すべりで崩壊するのは稀であり、地質が砂等の互層で地下水の移動が原因で変形することが多い。このことから、開放期間の短縮により安全性が確保されることを前提に「シルトの平均値」を参考にする。

ただし、施工時には部分的な変状が想定されるため、工事使用地は標準掘削勾配 1:1.0 に相当する分を確保しておき、その区間の掘削勾配を緩くできる等の措置をとれるようにする<sup>※1</sup>。

※1 泥炭性軟弱地帯の地域用水におけるパイプライン設計運用 (案) p1 --- 北海道開発局札幌開発建設部

### (3) 基礎処理

#### 1) 基礎型式の選定

一般的には、設計基準に準じて砂基礎とするが、泥炭地盤においては、基礎に投入される砂等の置換材料が増加荷重の大半を占めるため、砂基礎自体が沈下を誘因するとされている。また、砂基礎の沈下量は、直接基礎に比べて1.5～2.0倍ほど大きくなることが指摘されている。

このことから、増加荷重の要因を除去して沈下を抑制するため、“直接基礎”を採用し、発生土(泥炭)により埋め戻す<sup>※1</sup>。ただし、軟弱層厚の違いや基礎面の地質の不均一さから発生する不同沈下や掘削床の破壊防止あるいは作業性の確保のため、沈下抑制シートを布設する。

#### 2) 沈下抑制シートに求める機能

沈下抑制シートは、**図 4.3.2**<sup>※2</sup>に示す①ハンモック効果、②地盤隆起抑制効果、③根入れ効果、④摩擦力、⑤引張力によるすべり抵抗効果、⑥荷重分散効果等により支持力を向上させるものである。

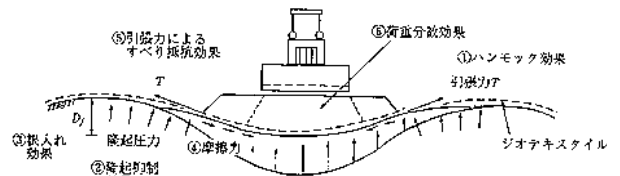


図 4.3.2 沈下抑制シートの効果  
(盛土と重機に対する効果の例)

管の沈下量は、埋戻し直後で全沈下量の6～8割に到達する。掘削による地盤のリバウンド分が埋戻しによってすみやかに沈下することのほかに、作業員の溝内歩行による基礎地盤の破壊が要因と推測される。このため、沈下抑制シートを布設し、不同沈下の抑制に併せて掘削溝内の作業性を確保する。沈下抑制シートは、ジオテキスタイルを使用する。求める機能は、クリープ限界強度(長期にわたる引張強さ)、結節点強度(引抜きに対するせん断抵抗力)および硬度(溝内歩行者のトラフィカビリティ確保)であり引張強度は6kN/mを標準とする。

管の沈下量は、埋戻し直後で全沈下量の6～8割に到達する。掘削による地盤のリバウンド分が埋戻しによってすみやかに沈下することのほかに、作業員の溝内歩行による基礎地盤の破壊が要因と推測される。このため、沈下抑制シートを布設し、不同沈下の抑制に併せて掘削溝内の作業性を確保する。沈下抑制シートは、ジオテキスタイルを使用する。求める機能は、クリープ限界強度(長期にわたる引張強さ)、結節点強度(引抜きに対するせん断抵抗力)および硬度(溝内歩行者のトラフィカビリティ確保)であり引張強度は6kN/mを標準とする。

#### 3) 沈下抑制シートの布設方法

**図 4.3.3**<sup>※3</sup>のフローに沿って布設範囲を選定する。基本的には、掘削溝の底面に布設する。法面の自立性が乏しい場合は、法面にも布設する。

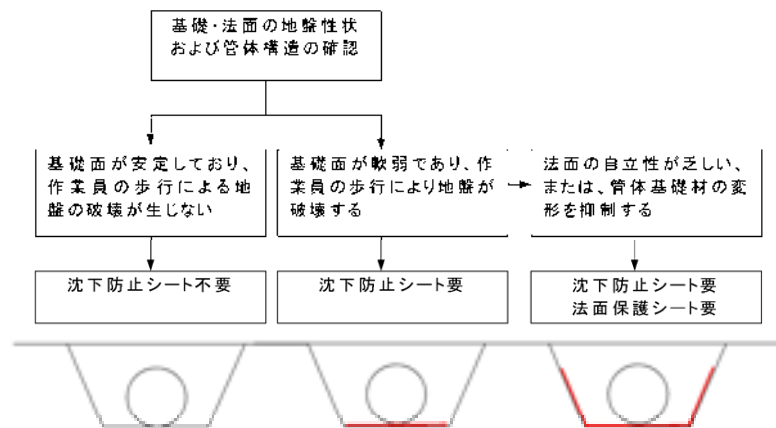


図 4.3.3 沈下抑制シートの選定フロー図

#### 4) 既設水路に基礎杭が配置されている場合の留意点

泥炭地盤では、基礎地盤の圧縮変形により軟弱層厚に相当する沈下が起こる。沈下抑制シートは、不同沈下を抑制するためのものであり、沈下そのものは避けられない。このため、既設水路に基礎杭が配置されていた場合、将来にわたり管が沈下し、既設杭に接触して破損した例が多々ある。このようなことから、水路センターは可能な限り既設杭から外した位置に移設するのが望ましい(図 4.3.4)。

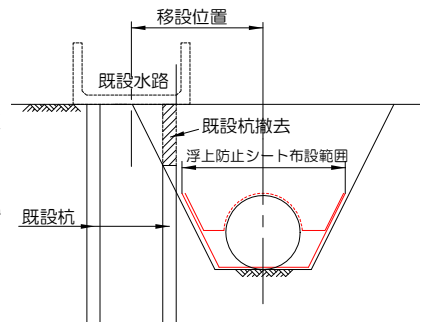


図 4.3.4 水路センターの移設

※1 泥炭性軟弱地帯の地域用水におけるパイプライン設計運用(案) p3 北海道開発局札幌開発建設部

※2 ジオテキスタイルを用いた補強土の設計・施工マニュアル p356 土木研究センター

※3 国営農地再編整備事業 区画整理 水田マニュアル pII-8-16 北海道開発局農業水産部

#### (4) 埋設深

基本的に設計基準に準じ、地表面の土地利用状況や地下水位の状態などを考慮して決定する。ここでは、設計基準に記載のない発生土を埋め戻す場合の浮上に対する埋設深および区分地上権設定に必要な埋設深について述べる。

##### 1) 浮上防止による埋設深

###### ① 浮上防止シートの要否

管の浮上対策は、管の上載土重により管が浮上しない深さまで埋設する工法が一般的である。しかし、泥炭性軟弱地盤では、上載土重が小さい（単位体積重量は 12~14kN/m<sup>3</sup>）ことから埋設深が非常に深くなるため、浮上防止シートを用いた浮上対策をとることがある。

管が浮上しないための土被り厚は、浮力に対して管自重と管頂の土砂重量で抵抗するものとして式 4.3.1<sup>\*1</sup>により算定する。

$$H \geq \frac{\pi \cdot Dc}{4} \cdot \frac{S \cdot Wo - \{1 - (D/Dc)^2\} \cdot \gamma p}{W - Wo} \quad \dots\dots \text{式 4.3.1}$$

ここに H：管路が浮上しないための必要土被り(m)， D：管の内径(m)  
 Dc：管の外径(m)， S：安全率(1.2)，  $\gamma p$ ：管材の単位体積重量(kN/m<sup>3</sup>)  
 Wo：水の単位体積重量(kN/m<sup>3</sup>)， W：埋戻土の飽和単位体積重量(kN/m<sup>3</sup>)

表 4.3.1<sup>\*2</sup>に上載土の単位体積重量を  $\gamma t=12\text{kN/m}^3$ （泥炭性軟弱土）を例とした場合の管径  $\phi 200$  ~  $\phi 1500$ （ $\phi 200$ ~ $\phi 500$ ：硬質ポリ塩化ビニール管、 $\phi 600$ ~ $\phi 1500$ ：強化プラスチック複合管）の浮上防止シートの有無による必要土被りを示す。浮上防止シートを用いる場合の土被りは小さくてよい。一方、浮上防止シートを用いない場合は、中口径になるに従い埋設深が非常に深くなるため、施工性、経済性により浮上防止シートの要否を判断する必要がある。

表 4.3.1 シートの有無による必要土被り

浮上防止シートなし				浮上防止シートあり			
管径 (mm)	土被 (m)	管径 (mm)	土被 (m)	管径 (mm)	土被 (m)	管径 (mm)	土被 (m)
200	0.8	700	2.7	200	0.6	700	0.7
250	1.0	800	3.1	250	0.6	800	0.8
300	1.2	900	3.5	300	0.6	900	1.0
350	1.4	1000	3.9	350	0.6	1000	1.1
400	1.6	1100	4.2	400	0.6	1100	1.3
450	1.7	1200	4.6	450	0.6	1200	1.3
500	1.9	1350	5.2	500	0.6	1350	1.5
600	2.3	1500	5.8	600	0.6	1500	1.8

###### ② 浮上防止シートの布設範囲

図 4.3.5<sup>\*3</sup>に示すように、施工性を重視して管中心から管頂までの法面部に布設し、斜線部に示す土塊重量を期待する。管頂水平部にも布設して管周りの土を一体化した例もあるが、H12年度に篠津中央地区で実施した試験工事では、管頂水平部の有無による管体の挙動に差がなく、泥炭性軟弱地盤では必要性が薄いと判断されている。浮上防止シートの引張強度は、6kN/mを標準とする。

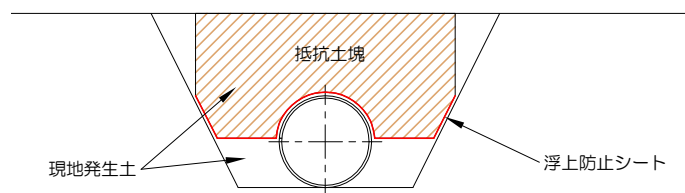


図 4.3.5 浮上防止シートの布設範囲

※1 設計基準 パイプライン技術書 p276 式 9.1.1 ..... 農林水産省  
 ※2 泥炭性軟弱地帯の地域用水におけるパイプライン設計運用（案） p2 --- 北海道開発局札幌開発建設部  
 ※3 泥炭性軟弱地帯の地域用水におけるパイプライン設計運用（案） p2 --- 北海道開発局札幌開発建設部

## 2) 区分地上権設定に必要な埋設深

既設水路を改修する場合には、農林水産省または土地改良区がその敷地を有する場合もある。また、水田の大区画化を行う場合には、用水路敷地を新たに設定するため、区分地上権の設定は必要ない。パイプラインを新設する場合または用地取得が困難な場合には、区分地上権を設定する。

区分地上権を設定するために必要な土被りは、**図 4.3.6**<sup>※1</sup>に示すように、管の上部保護層（0.60m）に最小阻害深度（ $h \geq 0.60\text{m}$ ）を加えた 1.20m 以上とする必要がある。

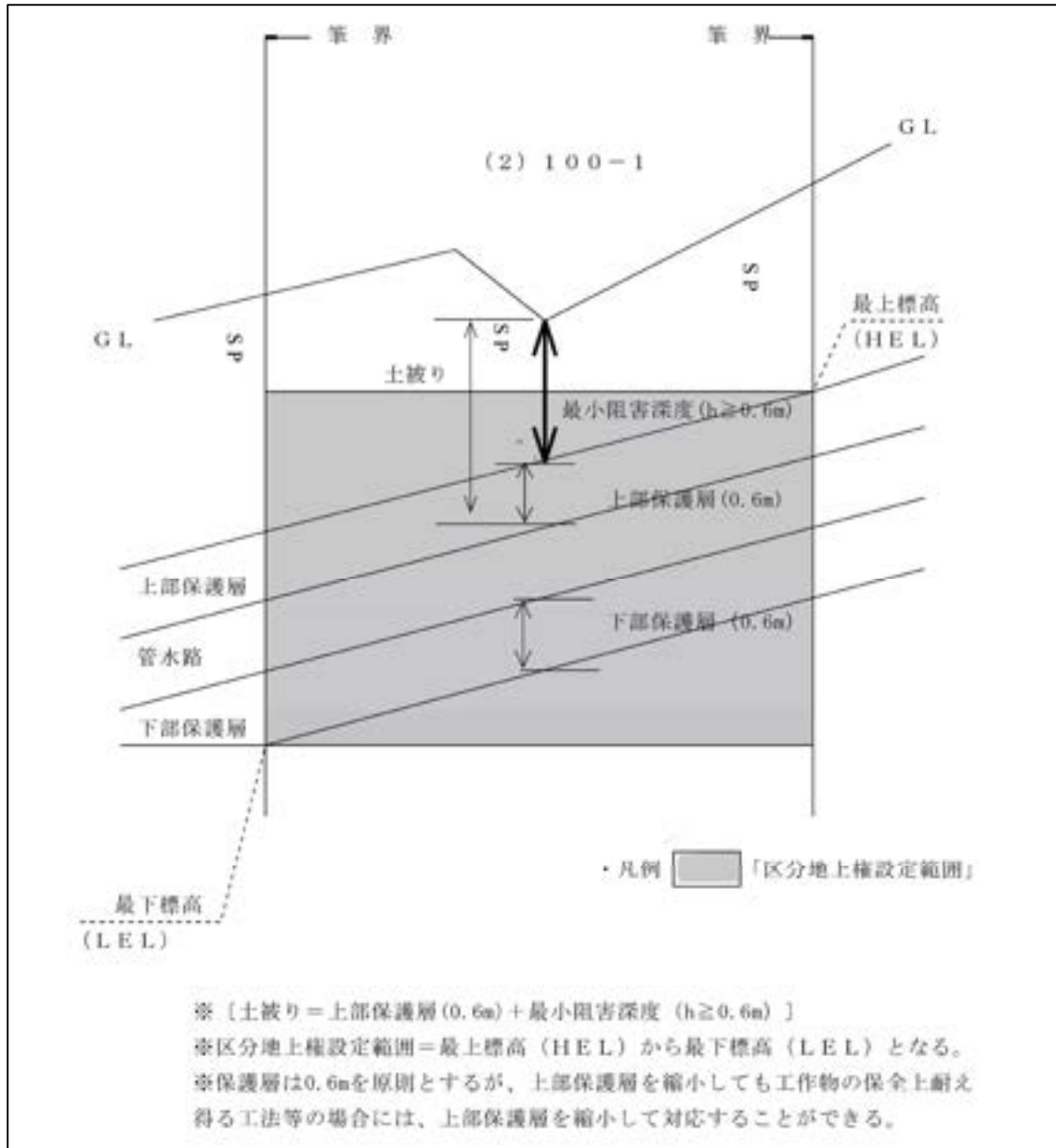


図 4.3.6 区分地上権設定に必要な埋設深

※1 用地測量調査マニュアル p 用マ 29 略図 1 ----- 北海道開発局開発監理部用地課

## (5) 設計定数

### 1) 基準反力係数

表 4.3.2<sup>\*1</sup> に示す基準反力係数  $e_0'$  は、基礎および埋戻し材料に砂または良質な土砂を用いて適正な締固め管理を行うことが前提である。

泥炭等の軟弱土を使用して締固め管理を行わない場合には、基礎材としての条件が全く異なり適用できない。直接基礎で発生土を基礎材とし、締固め管理を行わない場合には、これまでの動態観測調査結果を参照して  $e_0' = 1,400 \sim 1,500 \text{ kN/m}^2$  を採用する例が多い<sup>\*2</sup>。

表 4.3.2 基準反力係数  $e_0'$  (kN/m<sup>2</sup>)

現地盤の土質	施工方法	矢板施工		素掘り施工	
	基礎素材	砂質土	礫質土	砂質土	礫質土
礫質土		3,500	5,000	4,500	6,000
砂質土		3,000	4,000	4,000	5,500
粘性土		2,500	3,500	3,000	4,000
その他		1,000	1,500	1,500	2,000

注 1) 管側部における現地盤区分が 2 層以上となる場合は、管心レベルに占める割合により判定する。

2) その他の地盤とは、高有機質土や  $N$  値が 0 程度の極めて軟弱な膨潤するような地盤をいう。

3) 岩盤は礫質土を参照する。

4) 簡易土留工法は素掘り施工と同等とする。

5) 鋼矢板の引き抜きをせず存置する場合は素掘り施工と同等とする。

### 2) 変形遅れ係数、設計支持角

表 4.3.3<sup>\*3</sup> によれば、泥炭地盤の変形遅れ係数（管理設後から 3 ヶ月以降）は、 $F=1.5$  となる。しかし、動態観測調査結果による  $e_0' = 1,400 \sim 1,500 \text{ kN/m}^2$  は、冬期積雪時に発生したピーク時の終局たわみ量を用いて算出していることから、変形量の割り増しは必要ない。したがって、変形遅れ係数は  $F=1.0$  となる。設計支持角についても、同様にピーク時の終局たわみ量から  $e_0'$  と支持角  $2\theta$  を組み合わせることで理論値と一致する数値を求めている。このときの試算値は  $2\theta = 60^\circ$  である。

表 4.3.3 変形遅れ係数  $F$  の標準値

現地盤の土質	基礎材料	砂質土	礫質土
	礫質土		1.0
砂質土		1.1	1.0
粘性土		1.3	1.2
その他		1.5 以上	1.5

注 1) 現地盤の支持強さなどの土質条件、地下水位の変動状況に応じて、 $\pm 0.2$  程度の範囲を考慮する。

2) いかなる場合も  $F_1 \geq 1.0$  とする。

3) 変形遅れ係数のもととなる管のたわみ量は埋設完了後 3 か月目までに大半が進行することから、埋設完了後 3 か月以降の変形遅れを対象とする。なお、矢板引抜きにおいても現地盤の土質区分別に本表を標準とする。

4) 口径 300mm 以下の場合、 $F_1 = 1.0$  を標準とする。

5) 固化処理土の場合、 $F_1 = 1.0$  を標準とする。

### 3) 内部摩擦角

泥炭の内部摩擦角に関しては、泥炭の分解度に応じて以下のように分類されている<sup>\*4</sup>。内部摩擦角の違いによるパイプラインの構造設計上の影響は小さい（たわみ率で 0.1% 程度の差）ため、標準値  $\phi = 15^\circ$  を採用する例が多い。

- ・ 泥炭の分解の進んだもの  $10^\circ$
- ・ 泥炭が未分解のもの  $20^\circ$
- ・ 標準的なもの  $15^\circ$

※1 設計基準 パイプライン技術書 p318 表 9.4.11 ----- 農林水産省

※2 泥炭性軟弱地帯の地域用水におけるパイプライン設計運用（案）p7 --- 北海道開発局札幌開発建設部

※3 設計基準 パイプライン技術書 p316 表 9.4.9 ----- 農林水産省

※4 用排水路設計指針 p 開 5-6 ----- 北海道農政部

## (6) 管種選定

水田用の支線用水路および小用水路は、一般的には、中小口径（φ1500以下）で末端分土工の必要水圧が小さい低圧パイプラインとなることが多く、硬質ポリ塩化ビニール管や強化プラスチック複合管が一般に用いられてきた。

近年は、泥炭性軟弱地盤において、強化プラスチック複合管に代わり沈下対応の可能なポリエチレン管の採用がみられる。また、H30年の北海道胆振東部地震を経験し、ダクタイル鋳鉄管の耐震継手による鎖構造管路により、沈下による管の変位を吸収する設計例もみられる。

泥炭性軟弱地盤のパイプライン設計では、道路横断部や土被りの変化点、構造物との接続部、空気弁などの附帯施設など、上載荷重や自重の違いにより沈下量が異なる。また、屈曲部では、設計水圧や地震時動水圧によるスラスト力の作用により、曲管が外側に水平移動する。このように、パイプラインには多くのウィークポイントが点在するため、地盤変形の特徴を踏まえて平面・縦断線形を計画してどこがどのように変形するかをイメージすることが重要である。

その対策として、その変形が起こらないように地盤そのものを強化するか、変形が防げないのであればその変形に管の継手が追従するかなど、単純に直管のみの比較による経済的な管種を採用するのではなく、各種条件ごとに適切な管種や継手を配置する必要がある。

パイプラインの継手構造には、図4.3.7<sup>※1</sup>に示す3種類がある。硬質ポリ塩化ビニール管、強化プラスチック複合管は継手構造管路であり、一体構造管路にするには離脱防止金具や鋼製異形管等が必要となる。鋼管、ポリエチレン管は、溶接、融着等による一体構造管路である。ダクタイル鋳鉄管は、この3種類の継手が市販規格品で準備されている。

例えば、スラスト力の作用する屈曲部や分岐部、バルブ等に一体構造管路を配置してその上下流に継手構造管路を配置するのが一般的であるが、大きな沈下変形が予測される場合には、一体構造管路と継手構造管路の間に、鎖構造管路を配置するのが望ましい。いずれにしても、地盤の変形特性を考慮したうえで継手の特長を十分に生かした配管設計をすることが重要である。

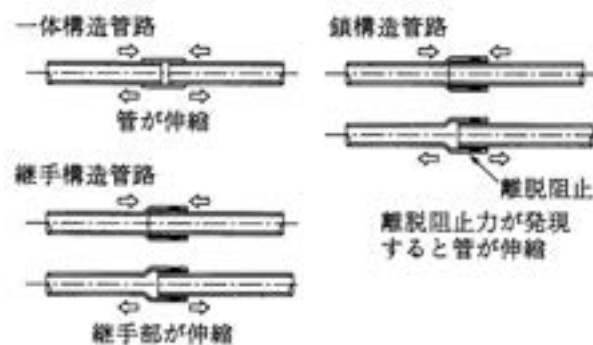


図 4.3.7 継手構造の分類

※1 設計基準 パイプライン技術書 p352 図 9.6.8 ----- 農林水産省

## 第5章 分水工の設計要点

### 5.1 基本事項

最近の取水河川のほとんどは、ダムによる調整流況となり厳密な水管理が求められ、計画的取水が義務化されている。このため、分水工は、定められた分水管理規定に従わなければならない。

分水工が公平かつ適正に稼働するには、これらの規定を確実に実行できる機能を備え、操作が容易で管理手間が少ない構造でなければならない。

なお、本マニュアルでは、分水工の基本的留意点について述べる。構造設計および施工管理については、前述“**第3章 フルーム水路の構造設計要点**”を準用する。以下に分水工の設計にあたっての基本事項を示す。

- ① 分水工は、最も操作頻度が多い施設である。同一水路系では、分水工相互の公平と管理の合理化を図るため、可能な限り型式、操作方法などを統一して規格化する。
- ② 分水工は、水管理境界となることが多いので、分水路への引渡し水位と流量が確認できる機能が必要である。
- ③ 分水工は、規定以上の過剰な分水防止と管理者以外が操作できないように、施錠など不可侵の機能をもつことが望ましい。
- ④ 開水路型式の幹線用水路から分水する支線用水路をパイプラインとする場合、その型式は分水口で制御可能なオープンタイプが基本である。もし、クローズタイプとなる場合は、管理上、その接点に相当量の規模をもつ調整池が必要であり、調整池を設置しなければその分水工から下流の幹線用水路は、需要主導区間となって流量が変動して過剰な分水や空気連行を生じるおそれ大きい。
- ⑤ 幹線用水路が工事中などで幹線流量が計画以下の状態が続く場合は、チェックの設置を考慮しなければならない。また、分水側に未整備のほ場がある場合などの分水工では、分水量が少なく調整困難な状況が発生することがある。この場合は、小分水工の併設などを考慮しなければならない。

### 5.2 配置計画

分水工は、配水区域と管理計画および工事費等を考慮し、水路系として適正な分水計画に基づいて配置する。

- ① 改修水路では、可能な限り直接分水工を統廃合し、分水管理を容易にする。
- ② 高盛土・高切土区間の開水路、トンネルおよびサイホン区間には、分水工の設置を避けることが望ましい。
- ③ 水流の安定した箇所および維持管理に便利な場所での設置が望ましい。

### 5.3 分水型式

分水工の型式を配水方法により大別すれば、次のとおりである。

- |        |  |
|--------|--|
| Iタイプ   | 幹線系水路（以下一次側という）の流量変動に応じ、分水量が変化するもの。<br>（ただし、分水比率は一定ではない） |
| IIタイプ  | 一次側の流量変動にかかわらず、分水量を一定（設定流量は可変とする）に保つもの。                  |
| IIIタイプ | 一次側の流量変動にかかわらず、分水比率を一定（設定比率は可変の場合もある）に保つもの。              |
| IVタイプ  | 分水路（以下二次側という）の水理状況の変動に応じ、分水量が自動的に変化するもの。                 |

- ① Iタイプは、最も粗放な型式で配水ロスを生じ、また、操作手間がかかるので、流量が豊富で管理労力が十分な場合に用いられるタイプであり、幹線系では好ましくない。
- ② IIタイプは、Iタイプの欠点を改良した型式で適正な配水管理を行ううえで最も望ましい。しかし、このために高度な制御機器を導入することは望ましくないため、土木構造として対応する。
- ③ IIIタイプは、必要量のピークが重なり、かつ、水量が不足する地区で、分水量の公平と明確化を図る目的のもので、通年または期別に分水比を固定する分水方法である。斜流分水工、背割分水工などがある。
- ④ IVタイプは、例えば図 5.3.1 のような構造をもつ分水工である。この分水工では、分水される側のファームポンドまたは支線用水路の水位変動に応じ、自動的に分水量が変化し、これに追従して幹線水位も変動するので、他の分水工にも影響を与え、幹線系として計画的な配水管理ができなくなる。したがって、このタイプは一般に配水管理上、望ましくない。しかし、この分水工の分水変動が、配水管理上、許容できるのであればこの分水操作の省力化を図ることができるので、水路系として検討する価値がある。

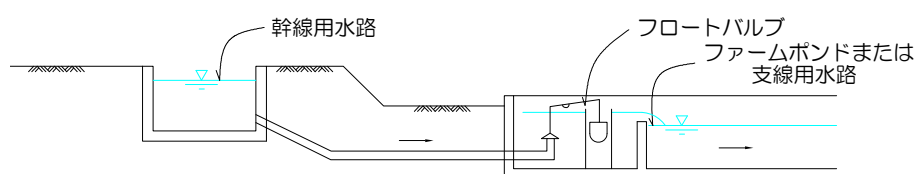


図 5.3.1 二次側制御分水工概念図

## 5.4 設計例

水路システムのなかで最も多用される樋管式分水工（一般に“直分工”と称している）は、その分水規模が小さいため、これまでIタイプの分水型式がとられてきた。分水路がコンクリートトラフ等で目視により分水量を管理できる場合は、Iタイプを採用しても問題はない。

しかし、分水路に落差がある場合や末端近くまでパイプライン化された場合には、そのほとんどがオリフィスゲートによる制御が困難であるため、設計以上の流量が流出し、上流優先使用が慣例となる。

このため、IIタイプとして制水ゲートに加え必要時には分水量がチェックできる量水機能を備える必要がある。

### (1) 現場打ち鉄筋コンクリート水路の場合

図 5.4.1 および写真 5.4.1 に簡易な構造でIタイプにIIの機能を加えた操作式分水工の設計例を示す。下流分水路の影響を受けずに目視により簡単に量水可能とする分水槽を幹線分水直後に設定する。

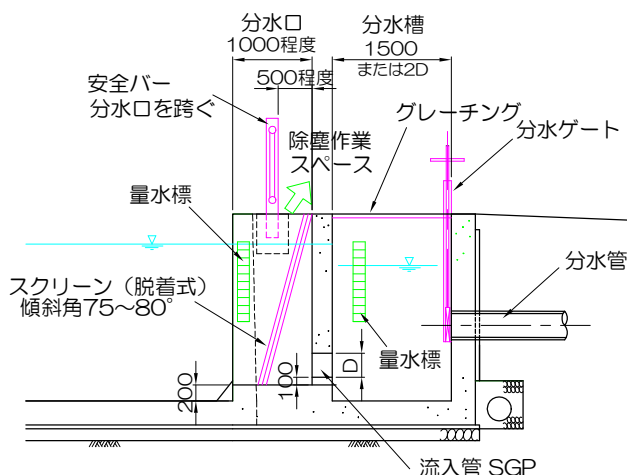


図 5.4.1 操作式分水工呑口形状



写真 5.4.1 操作式分水工施工例

### 1) 分水槽

分水量の調整を行う水槽で水位調整用の分水ゲートと量水標を設置する。この方式は、分水口との隔壁に設置したオリフィス孔（流入管、配管用炭素鋼管：SGP）を介することにより、分水ゲートの開度に応じて幹線と分水槽に水位差が生じる。この水位差を目視で確認することにより、分水量が簡単に確認できるものである。分水量は、式 5.4.1\*1により算出できる。ゲートからの流出は、自由流出（ゲートからの流出水脈が斜流）と潜り流出（流出水脈が下流水面の下に潜る）に分けられる。図 5.4.1 の構造の場合、潜り流出となる。

$$Q = C_2 \cdot A \cdot \sqrt{2g(h_1 - h_2)} \quad \dots\dots\dots \text{式 5.4.1}$$

ここに Q：分水量(m<sup>3</sup>/s)

C<sub>2</sub>：流量係数 h<sub>1</sub>/d>2.5 の場合 C<sub>2</sub>=0.62~0.66

A：分水管断面積(m<sup>2</sup>)

h<sub>1</sub>：分水口水位(m), h<sub>2</sub>：分水槽水位(m)

分水槽の長さは、流入管からの吹き上がりがなく静水に近い流況となるように、最小 1.50m または流入管径の 2 倍の長さが必要である。幅については、ゲートの戸溝幅を考慮して分水管径 φ 600 までは 1.0m、それ以上は 1.5m 程度が必要である。

### 2) 分水口

水路側壁から奥行 1.0m 程度の引き込みを設け、スクリーンを配置する。スクリーンバーの幅は、レーキの爪の深さを考慮して厚さ 50mm 程度とするのがよい。横方向の補強は、上下のみとして平鋼等により溶接補強するとレーキが引掛かからずに除塵しやすい。格子間隔は 75mm 程度で 75~80° の傾斜をもたせると付着ゴミの除去が容易となる（写真 5.4.2）。なお、スクリーンがゴミ詰りの要因となることがあり、結果的にない方がよいとなる場合もあるため、脱着可能とするのが望ましい（写真 5.4.3）。

また、スクリーンの除塵作業は、水路への転落リスクが非常に高い。安全に作業を行えるように除塵スペース（50cm 程度の隙間）を確保したうえで安全バーを設置するのが望ましい（写真 5.4.4）。

農業用水路に用いるスクリーンには、V 字型や Y 字型のバーをもつものなどが長年にわたり開発されてきた（すでに特許権の存続期間を過ぎたものもある）。現地の状況に適合する既往の技術を探してみることも有意義である。



写真 5.4.2 傾斜スクリーン



写真 5.4.3 脱着式スクリーン



写真 5.4.4 安全バー

### 3) 分水ゲート

鋼製オリフィスゲートを設置する例が多い。ただし、このゲートは、定期的に適切なメンテナンスが行われない場合、経年とともに戸当たりやスピンドルが発錆し、開閉操作が困難となり水密性が失われることが多い。この対策として、ステンレス製オリフィスゲートまたはノンスピンドルゲートを使用する例もある（写真 5.4.5）。

この選定には、施設管理者と十分な打合せを行い、維持管理作業やそれに要する費用を勘案して決定する必要がある。



写真 5.4.5 ノンスピンドルゲート

※1 設計基準 水路工技術書 p669 式-9.1.3 ..... 農林水産省

#### 4) 流入管

流入管の管径は、基本的に分水管と同口径とし、最大分水量により表 5.4.1 から選定するとよい。この選定表は、管内流速を最大 1.5m/s、オリフィス水位差最大 30cm とした最小管径を表示している。配水位に余裕がない場合は、管径をアップする必要がある。

なお、用水再編により計画分水量が現況よりも少なくなる場合があり、必要な流入管径が既設管径を下回ることがある。この場合は、施設管理者と十分な打合せを行ったうえで管径を決定する。

表 5.4.1 流入管の選定表

管径	最大分水量(m <sup>3</sup> /s)	管径	最大分水量(m <sup>3</sup> /s)
100	~0.012	450	0.190~0.238
150	0.013~0.027	500	0.239~0.294
200	0.028~0.046	600	0.295~0.424
250	0.047~0.073	700	0.425~0.577
300	0.074~0.106	800	0.578~0.755
350	0.107~0.144	900	0.756~0.954
400	0.145~0.189	1000	0.955~1.177

#### 5) 分水管

既設管は、遠心力鉄筋コンクリート管を用いている場合が多い。しかし、最近では遠心力鉄筋コンクリート管の内圧管の市場性が乏しく A 型管のコンクリートカラーは製造中止となっている。このため、分水槽との接続には鋼管を用いて、既設分水管とは異種管継手、異形継輪で接続することが多い。

### (2) プレキャストコンクリート水路の場合

プレキャストコンクリートの適用が可能な水路は、通水量が少なく比較的規模が小さい。これに比例して分水量も小さく、分水路がコンクリートトラフ等で分水量を管理（目視による水位管理）できるものが多い。この場合は、分土工を最も簡易な I タイプとする例が多く、以下にそのタイプ的设计例を示す。

#### 1) 異形製品

定尺の直線製品の側壁部材に分水管径相当の削孔（鉄筋を切断しない範囲）を行って、分水ゲートをアンカー固定することも可能である。しかし、ゲートが水路内に突出するため、塵芥物が引掛かるおそれがある。また、側壁内側が傾斜している場合、ゲートが斜めに設置される。

このため、分土工用の異形製品を製作する。分土工製品は、図 5.4.2 に示すように、定尺製品の側壁を 0.8m 開口する。開口位置は、重量バランスおよび脱型時のひび割れ防止のため、原則、定尺製品の中央とする。

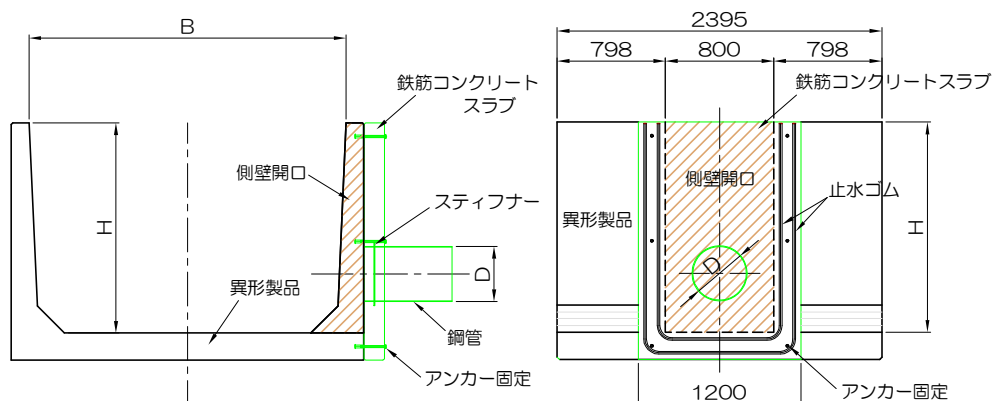


図 5.4.2 分土工用の異形製品

## 2) 分水ゲートの設置

分水ゲートを設置するための鉄筋コンクリートスラブを製作して開口した異形製品にアンカーで固定する（写真 5.4.6）。鉄筋コンクリートスラブは、分水管を一体化して製作する。分水管は鋼管とし、ステイフナーを設置して離脱補強する。

分水口は、製品の中央位置となるため、プレキャストコンクリート水路のバレル割計画は、既設分水工の位置を勘案する必要がある。また、定尺製品の開口は、直線部のみとし、曲線部を避ける。やむを得ずバレル割計画と分水位置を一致できない場合、あるいは曲線部に分水工が位置する場合は、分水口と既設分水管を接続する配管を新設する。

分水ゲートは、一般的に外ネジ式の簡易オリフィスゲートが採用される。しかし、外ネジ式は、スピンドルが突出して草刈り作業等の支障となることもあり、内ネジ式を採用する例もある（写真 5.4.7）。



写真 5.4.6 鉄筋コンクリートスラブと外ネジ式ゲート



写真 5.4.7 内ネジ式ゲート

## 3) 既設分水管との接続

既設分水管とは異種管継手、異形継輪で接続する（図 5.4.3）。施設管理者がスクリーンの設置を望む場合は、写真 5.4.8 に示すように、分水口を囲うように設置する。水路内へのスクリーンの突出が認められない場合は、既製の雨水柵を半割加工するなどして水路側壁から奥行 0.5m 程度の凹部を設け、そのなかにスクリーンを配置する（図 5.4.4）。

主要な分水工には、ゲートメンテナンスや管内土砂排除等の実作業が必要となるため、作業機械や機材の搬出入を考慮して写真 5.4.9 に示すように、階段工を併設するのが望ましい。

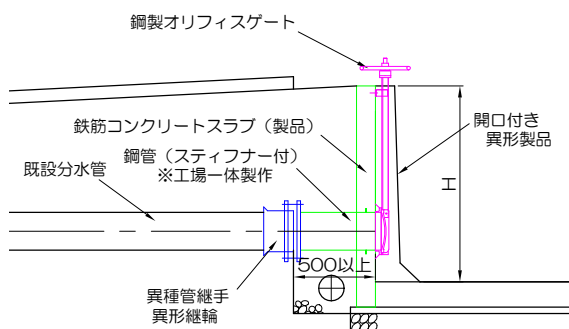


図 5.4.3 既設分水管との接続方法

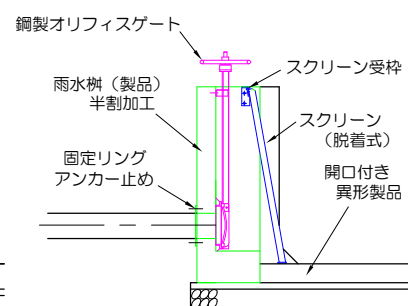


図 5.4.4 スクリーンの設置例



写真 5.4.8 スクリーンの設置例

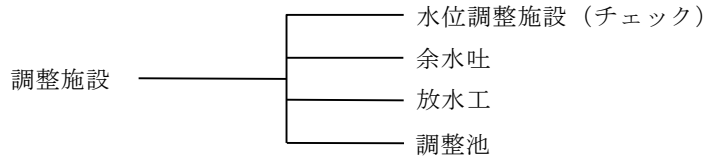


写真 5.4.9 階段工の併設例

## 第6章 調整施設の設計要点

### 6.1 基本事項

用水路における調整施設は、水路の水理条件（流量、流速、水位、圧力等）のうち、一つ以上の条件を人為的に調整する施設であり、以下に示す工種がある。



この調整施設は、特に国営事業での対象となる幹線系では、その水管理の難易に対して分土工とともに決定的な役割をもつ。したがって、調整施設の配置、方式の選択および設計は、水路系全体にわたる視野で進めなければならない。

なお、本マニュアルでは、調整池を除く各施設について配置、方式の選択、水理設計等の基本的留意点について述べる。これらの構造設計、施工等については、前述“第3章 フルーム水路の構造設計要点”を準用する。

#### 【解説】

- 1) 用水路が一つの流体輸送システムとして、かんがい受益地の水需要に迅速に対応して円滑に稼働するには、以下に示すような調整機能をもつことが必要である。
  - ・ある地点で用水の需要が発生したとき、頭首工やダムからの供給量の到達前であっても、できるだけ早く水使用に対応できる適当な貯留量があること。
  - ・水使用開始時間とその必要量の情報をできるだけ迅速に、しかも簡単に取水地点に伝達し、取水量を適性に変更できること。
  - ・制御機構が簡単かつゲートなどの作動が円滑で安定していること。
  - ・水路施設や附帯施設の水理現象が安全であること。
- 2) 水路の各施設は、どれもそれぞれ重要な使命をもつが、調整施設は、用水路機能のなかで分土工とともに動的機能を受けもち、水路を円滑に稼働させるため、操作頻度が高い。このため、使いやすく安全で、かつ耐久性が高い設計が求められる。
- 3) 調整施設は、用水路機能を最大限に発揮させるために設けられるので、その配置、方式等は基本設計段階からその水路系全体を視野に入れ、一貫した設計思想に基づいて選択して行くことが必要である。
- 4) 調整池については、本マニュアルから除く。

### 6.2 水位調整施設

水位調整施設（以下“チェック”と記す）は、水路の流量変動に対して水位を目標値に適確に保持することにより分配水の安定性を高めるとともに、放水工や余水吐の稼働を支援する機能をもつ。

これらの機能が確実に生かされるように、位置、方式を選択し、操作しやすく高い耐久性をもった構造とする。

#### 【解説】

チェックは、以下に示す効果があるので、積極的に設置することが望ましい。

- 1) 水位の一定確保による効果

- ・幹線水路の流量変動に伴う分水量の変動を抑制する。
- ・分水工の操作が他の分水工に与える影響を最小にする。
- ・分水位を高く保持し、直分など水路周辺受益地への配水を容易にする。
- ・管路型式の分水に対しシールを大きく確保し、空気連行による不都合な流況の発生を抑える。
- ・水路内に貯留される水量がある程度維持されるので、浮力に対抗して水路の浮上を防止する。

2) 放水工や余水吐との組合せによる効果

- ・水位を堰上げ、余水吐の機能を確実にする。
- ・水路を締切り、放水工の機能を確実にする。

3) 常時貯留効果

- ・小規模分水工の取水開始、停止に対する調整効果。
- ・水路内の貯留量を調整用水として利用できる。

### 6.2.1 チェックの種類

チェックは、調整目標となる要素（水位、流量等）と水管理において要求されるチェック水位の精度に応じ各種の型式がある。大別すれば表 6.2.1<sup>※1</sup>のとおりである。

表 6.2.1 チェックの種類

チェック方式	上流水位制御方式	下流水位制御方式	貯留量制御方式
用水供給システムの適応性	供給主導型、半需要主導型	需要主導型	供給主導型、需要主導型
機能性	チェックゲート上流の水位の変化により作動し、ゲートより上流の水位を一定に保持する機能	チェックゲート下流の水位の変化により作動し、ゲートより下流の水位を一定に保持する機能	下流のチェックゲートの上流水位を設定水位に制御し、システムが要求する貯留量を保持する機能
チェックゲートの管理形態	一般的に固定堰、又は自動ゲートにより自動管理とされる場合が多い	自動ゲート又は水位検知器（センサー）と電動ゲートの組合せによる自動管理	水位計（センサ）と電動ゲートの組合せによる自動管理
制御の管理性（需給調整管理）	上流優先となり、小規模のシステムを除いて人為的中央管理を必要とする場合が多い	自律管理 <sup>※</sup> を基本とする	自律管理 <sup>※</sup> を基本とする
制御の定数	水位のみ	水位のみ	流量と水位
制御形式及びゲートのタイプ	無調整、手動、自動 又は無調整と手動の組合せ	自動	自動
	固定堰、斜長堰、ダックビルチェック <sup>※</sup> 、起伏ゲート、自動（上流水位制御型）ゲート、その他ゲート	下流水位制御型自動ゲート フロート式自動ゲート	ラジアルゲート、スライドゲート等とセンサの組合せ
操作損失	多い	少ない	少ない～多い
適用性に対する要点	チェック工上流の水位制御のみであるため、上流側優先となる。下流流量を確保するため、その地点の基底流量（ $Q_{max}$ －変動流量）を一定水位で過水するよう各種の工夫がなされる場合もある。また、本方式を調整池と組合せることも考えられている。	需要主導型に適用できるためシステムとして優れているが、設置条件が厳しいため（表 10.1.3）、詳細な検討が必要である。	ゲート下流水位を、システムが要求する貯留量に制御するもので、図-3.2.4の $\alpha$ を変化させた点の水位で制御する。 $\alpha=0$ で上流水位制御、 $\alpha=1$ で下流水位制御となる。 $\alpha \geq 0.5$ 付近で制御されるのがよいとされる。

※自律管理とは、需給調整に対する管理性をいい、チェックシステムが自動的に需給調整を行う場合を自律管理があるとする。

※ダックビルチェックはラピリンス越流堤を利用する型式を指す。

## 6.2.2 チェック方式

### (1) 上流水位制御方式

図 6.2.1 に示すように、ゲート上流の水位を一定に保つことによる貯留効果をもつ方式で、ゲート型式は、2つのタイプがある。

- ・操作式チェック（スライドゲート、ローラーゲート、転倒ゲート等）または固定堰
- ・自動式チェック（フロートゲート、カウンターウェイトゲート、電動ゲート等）

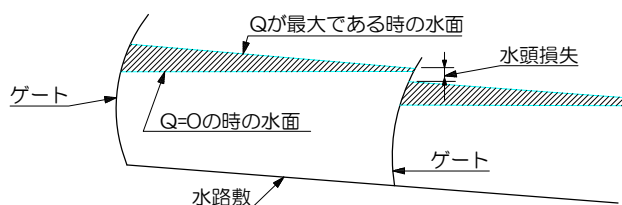


図 6.2.1 上流水位制御方式

この方式は、供給主導型あるいは半需要主導型の水管理を行う水路に適用するものであり、水位はよく調整されるが、水路途中の流量を調整するものではない。その結果、次のようなことが起こる。したがって、大きな需要変動を繰り返す畑地用水などの分水には組み合わせが難しい。

- ・分水側の要求を常に満たすためには、必要以上の流量を流下させなければならず、調整池がなければ水路末端で無効放流となる。
- ・連続的な調整作業をしなくて済むようにするには、できるだけ均一な水利用計画をあらかじめ立てておかなければならない。

### (2) 下流水位制御方式

図 6.2.2 に示すように、ゲート下流の水位を一定に保つことによる需要優先の方式である。この場合、分水による幹線流量の変化は、自動的に上流に伝わり、幹線には必要量の合計に相当する水が供給される。調整は、自動式チェックによって行われ、下流水位を一定に保つゲートは一般に幹線に沿って定間隔で配置され、次から次へと上流に分水変動を伝えて行く。

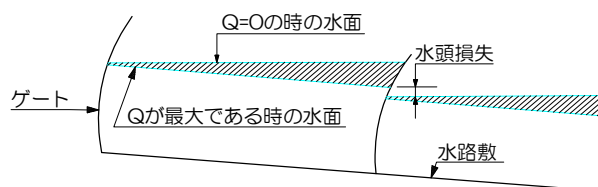


図 6.2.2 下流水位制御方式

分水量的変動が伝えられると当該水路区間のすぐ上流のゲートが開き、低くなるようとする水位を維持する。ひとつ前の水路区間が空になるとその上流のゲートが開き同様に次々とゲートが開いて行く。分水量が減ると逆のことが起き、下流から上流に向かって次々に全てのゲートが閉じるので、損失の少ない方式である。このように分水設備の簡単な操作で必要な流量が幹線水路に沿って分配されるので、調整池は必要ない。

この方式は、下記の条件下にある幹線では揚水機群に分水する場合によく用いられ、上流水位一定方式に比べ有利と考えられるが、チェックの数が増大し、ゲート設備費が高額となる。

- ・水路の動水勾配が緩い。
- ・無効放流を極力少なくしたい。
- ・調整池の設置が困難である。

## 6.2.3 堰の形態とその特徴

### (1) 可動チェック

可動チェックには、ゲートの操作方式により操作式（マニュアル）、自動式（オートマチック）の2方式がある。

#### 1) 操作式（マニュアル）

一般的に採用される方式で、期別の配水位が不足する分水工の直下流や放水工・余水吐に附帯して締切ゲートを兼用する場合、または、幹線流量を任意に調整することが要求される地点に適している。

一般的にスライドゲートを採用するが、規模が大きくなる場合は開閉荷重が大きくなるため、ローラーゲートとすることがある。巻き上げタイプには、ラック式、スピンドル式、ワイヤーロープウィンチ式があるが、扉体の押し下げおよび扉体自重による急閉塞機能を有するラック式を採用する例が多い。

水位のコントロール方法には、オーバーフロー型（写真 6.2.1）とオリフィス型（写真 6.2.2）があり、その方法に応じて扉体の大きさを決定する。



写真 6.2.1 オーバーフロー方式



写真 6.2.2 オリフィス方式

厳密な水位管理の必要がなく、ゲート幅が3m程度以下となる場合は、操作が簡易で維持管理が容易な“堰上げ式ゲート”（写真 6.2.3）を採用する例がある。このゲートは、手動ウィンチ式の三方水密ゲートであり、簡単に言えば角落しのウィンチ巻き上げタイプである（写真 6.2.4）。

通水期間はゲート全開で、配水位確保が必要なときは堰高の低い越流式の固定堰として使用し、さらなる水位調整が必要な場合は、堰板（角パイプ）を落としこんで使用する（写真 6.2.5）。



写真 6.2.3 堰上げ状況



写真 6.2.4 巻上操作状況



写真 6.2.5 堰板取付状況

#### 2) 自動式（オートマチック）

上流水位制御方式では、規模の大きな分水工に併設して幹線水位を一定に保ち、分水工側のゲート操作のみで分水量を調整する場合に適している。また、分水量の変動に応じ幹線流量を自動的に追従させる下流水位制御方式を行う場合に用いられる。

上流制御方式における自動式の機構は、図 6.2.3 に示すように、水路側壁にフロート室を設け幹線水位の変動に応じて、フロートが作動してゲートが自動で開閉するものである（写真 6.2.6～6.2.9）。

① 幹線水位が設定水位を超えないとき

注水装置より水の流入がないため、フロートは下限位置にありゲートは全閉状態。

② 幹線水位が設定水位を超えたとき

水位が上昇すると注水装置に越流して水が入り、フロート室内の水位が上昇し、フロートが浮上してゲートが開き流下を開始。

③ 幹線水位が設定水位に戻ったとき

設定した水位に戻って、あるゲート開度になってバランスがとれた状態になると設定水位が維持される。しかし、ある程度の水流が流下すると幹線水位が下がり注水装置へ水が流入しなくなる。注水装置に流入がなければ、流出口からフロート室内の水が抜けてゲートは下限位置になり全閉状態。



図 6.2.3 フロート式自動ゲート概要図  
(独立行政法人 水資源機構  
愛知用水総合管理所ブログより引用)



写真 6.2.6 自動ゲート上流側



写真 6.2.7 自動ゲート下流側



写真 6.2.8 大規模分水工に併設



写真 6.2.9 小水力発電用分水工に併設

(2) 固定チェック

この型式は、ゲートを設置せず固定された越流堰により、上流水位を一定にチェックするもので、一般に計画水位とチェック水位の差は大きい。また、操作ができないので、流量変動の少ない用水路で用いられる。以上の特徴から水頭に余裕があり、粗放管理でも十分な場合に適する型式である。

なお、越流堰には、写真 6.2.10～6.2.11 のような堰の型式がある。いずれも落水または堆積土砂排除用の補助ゲートまたはバルブが必要である。



写真 6.2.10 正面越流型(左岸にあるのが補助ゲート)



写真 6.2.11 ラビリンス型

## 6.2.4 設計上の留意点

ここでは、最も一般的に用いられる可動チェックの操作式（マニュアル）のものについて述べる。

### (1) 水理的特徴

操作式とは、水位の調節に人為的操作を要するものをいい、ゲートの水位のコントロール方法により、**図 6.2.4** および **図 6.2.5** に示す 2 つの型式がある。

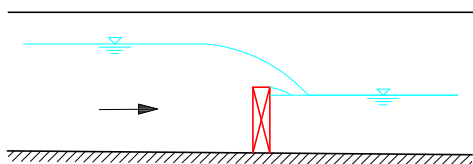


図 6.2.4 オーバーフロー型

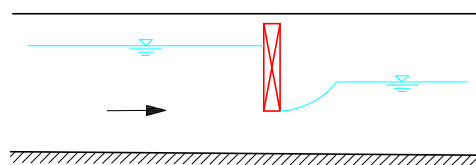


図 6.2.5 オリフィス型

#### 1) オーバーフロー型

この型式は、越流式ゲートにより上流水位を確保するものである（**写真 6.2.12**）。ゲートの種類には、スライドゲート、角落し、転倒ゲート等があり、この型式の特徴および設計上の留意点は次のとおりである。

- ① 流量変動による水位変動がオリフィス型より小さい（水位変動は、通水量の  $2/3$  乗に比例する）。
- ② 流量変化に対応するゲートの開度設定は、オリフィス型より容易で粗放管理に適している。
- ③ ゲートは、上下式のほかに堰柱のない転倒ゲートがあるが、両者とも水路底に土砂が溜まりやすいので、堆積土砂排出用の車両進入路を設けるなどの土砂排除対策が望まれる。
- ④ バイパスまたは余水吐との組合せが望まれる。



写真 6.2.12 オーバーフロー型

#### 2) オリフィス型

この型式は、オリフィス式ゲートにより上流水位を確保するものである（**写真 6.2.13**）。ゲートの種類には、スライドゲート、ローラーゲート等があり、この型式の特徴および設計上の留意点は次のとおりである。

- ① 流量変動による水位変動がオーバーフロー型より大きい（水位変動は、通水量の  $2$  乗に比例する）。
- ② 水位およびゲート開度により流量係数が変化するため、操作は困難となる。管理の熟練度が必要である。
- ③ ゲートの上流側に草や流木等が滞留するため、管理橋や網場を設けるなどの塵芥物除去対策が望まれる。
- ④ バイパスまたは余水吐との組合せが望まれる。



写真 6.2.13 オリフィス型

## 【解説】

改修工事では、非かんがい期に緊急性の高い区間から工事を進めるため、改修済み区間と未改修区間が混在する状態となる（写真 6.2.14）。このため、改修対象となる水路の全区間が完成するまでは、計画流量より小さい現況流量が流下する場合があります、この場合は改修区間で分水位が不足する。このような水理状態を防ぐため、完成直後の粗度係数の検証と併せて現況流量に対する水位を検討し、配水位の不足の可能性があればチェックを配置する。

なお、過去には暫定的な措置として角落しや大型ブロックによる堰上げ工法（写真 6.2.15）をとった事例で、完成後もこれらを撤去せず溢水事故となったケースもあるので、大型水路では暫定のチェックでも安全性と操作性を勘案して常設のものと同じ機能をもった構造としておくことが必要である。



写真 6.2.14 改修と未改修区間の混在



写真 6.2.15 仮設の固定チェック

### (2) チェックの配置

チェックは、以下の点に留意して水路系全体を通じて一貫した計画のもとに配置する。

- 1) 水路系全体を通じ、各分木工の安定取水に必要なチェック水位を全て確保するように配置する。
- 2) 余水吐および放水工には、原則としてチェックを併設する。
- 3) 小分木工が数多く配置している区間の下流や大分木工の直下流には、チェックを設置した方がよい。
- 4) チェックは、水路の曲線部、サイホンの直下流部、高盛土区間に設置しないことが望ましい。
- 5) 改修水路において、完成後と改修過渡期では、チェックの必要な位置が異なることがあるので、あらかじめ、改修順序を計画して配置を決めなければならない。
  - ① 一般に改修水路では、全体工事が完了するまでの過渡期において、計画流量より少ない現況流量が流下するため、分水位不足が発生しやすく、チェックの配置も年度別の改修区間、工事の進捗状況によって必要な位置が異なることがある。
  - ② 改修直後は、当分の間、水路粗度が良好のため、分水位不足が発生しやすいので、必ず現況流量の流下と良好な水路粗度（ $n=0.012$ 程度）の両方から検討する。
- 6) 良好な水路粗度のことについては、新設水路の場合でも同じ注意が必要である。

### (3) 管理対策

チェックは、分木工とともに管理上の重要施設であるため、この計画、設計にあたっては、施設管理者と十分な協議を行うことが必須である。また、操作機器も多いことや巡視担当者の作業性も考慮して以下の点に留意することが必要である。

- 1) 重点管理を行うことができるようにチェック、余水吐、放水工、除塵施設、大分木工等は、可能な限りできるだけまとめて近傍に配置することが望ましい。
- 2) チェックによる調整水位は、流量変動に大きく影響するため、以下に示す理由から写真 6.2.16 に示すようなバイパスが必要である。なお、流量変動の激しい水路では自動化が求められる。

- ① 上流水位の変動に伴うゲートの流下能力の増減が小さく、操作時間・手間を要するので、必ずバイパスが必要である。
- ② ゲート開度を変更したとき、水位が安定するまで時間を要するので、バイパスが必要である。



写真 6.2.16 バイパスの設置

- 3) 管理用道路を設けるとともに機器の修理、取外し、据付等の作業用地を確保しておく必要がある。
- 4) チェック周辺は、舗装することが望ましい。
- 5) チェック周辺には、フェンス等の安全施設を設置しなければならない。
- 6) 操作橋の幅員は最小 2.0m とし、チェックの上下流には、水位標およびタラップを設置する。  
※水位標には、設計水位 (N.W.S)、チェック水位 (C.W.S) を表示する。
- 7) 操作機器の諸元は、可能な限り全てのチェックについて統一することが望ましい。
- 8) チェック前面には、土砂が堆積しやすいので、その除去方法について検討する必要がある。

### 6.3 余水吐

水路系として安全に稼働するには、管理余剰水および降雨流入水を排除するための余水吐が必要である。フルーム水路は、先に述べたように台形ライニング水路に比べて通水量に余裕が少ない。このため、取水口の過剰取水、分水誤操作などによる管理余剰水の発生や異常な降雨流入などによる設計水位の上昇により、最悪の場合は溢水することがあるので、水路系全体を視野に入れて余水吐を適切に配置しなければならない。

特に、都市化・混住化が進んだ地域では、余水吐の有無、また、その機能不足や作動障害は許されない状況におかれていることに留意しなければならない。

#### 6.3.1 余水吐の配置

- 1) 余水吐は、原則として設計流量の変化点に設ける。
- 2) 降雨流入水がある場合は、おおむね設計余裕高が 10cm 以下となる地点に設けることが望ましい。
- 3) 余水吐の位置は、放流を受入れる河川、調整池等の有無に制約される。このため、水理基本設計段階から河川管理者と受入れの可能性、放流の条件等について打合わせをしておく必要がある。
- 4) 長大サイホン、トンネル、水路橋がある場合は、通水量の変化がなくても直上流に余水吐を設置することが望ましい。

#### 【解説】

- 1) 用水路は、前述“2.6 余裕高”の規定により、最大流量時（降雨流入時）の余裕高 10cm を限界とする通水能力で設計される。この通水能力を減ずる場所には、余水吐が必要である。余水吐は水路断面縮小による工事費の減額分と余水吐設置による工事費の増額分を比較検討することが基本である。一般には、設計流量が 10%程度小さくなる位置で分水規模、水路地形、放水先などから検討し、その位置を決定している。
- 2) 降雨流入については、放水河川の流域内にある流入工からの流入量相当分を放水河川へ排除する。他の流域河川へ放水することは流域変更となるため、河川管理者の承諾が得られないことがあるので、注意しなければならない。
- 3) 一般に流入を許容する降雨量は、用水路の余裕高 10cm までである。改修用水路では、周辺の都市化または開発が進んでいることが多いので、安全のため上記の範囲に限定した。

### 6.3.2 余水吐の設計流量

余水吐の設計流量は、水路の通水能力の縮小量に降雨流入量を加算し、式 6.3.1 より設定する。

$$Q_W = Q_R + Q_F \quad \dots\dots\dots \text{式 6.3.1} \quad \text{ここに } Q_W : \text{余水量(m}^3/\text{s)}$$

$$Q_R : \text{設計流量縮小量(m}^3/\text{s) : 式 6.3.2)}$$

$$Q_F : \text{降雨流入量(m}^3/\text{s) : 式 6.3.3)}$$

1) 設計流量縮小量 ( $Q_R$ )

$$Q_R = (\text{余水吐より上流の設計流量}) - (\text{余水吐より下流の設計流量}) \quad \dots\dots\dots \text{式 6.3.2}$$

2) 降雨流入量 ( $Q_F$ )

$$Q_F = Q_r + Q_i + Q_e \quad \dots\dots\dots \text{式 6.3.3}$$

ここに  $Q_r$  : 降雨の直接流入量 ( $\text{m}^3/\text{s}$ ) =  $\frac{1}{3.6} \cdot f \cdot r \cdot B \cdot L$   
 $f$  : 流出率  $\cong 1.0$ ,  $r$  : 平均 1 時間降雨強度(mm/h)、 $B$  : 水路の上幅(m)  
 $L$  : 当該余水吐と直近上流余水吐間の開水路延長(m)  
 $Q_i$  : 当該余水吐と上流余水吐間の流入工からの流入量の合計( $\text{m}^3/\text{s}$ )  
 $Q_e$  : 上流余水吐での逸水量( $\text{m}^3/\text{s}$ ) 余水吐で排除できずに流下してくる流量 : 式 6.3.4)

3) 逸水量 ( $Q_e$ )

$$Q_e = \Delta h \times B \times V \quad \dots\dots\dots \text{式 6.3.4}$$

ここに  $\Delta h$  : 直近上流余水吐の末端水深(m) - 設計最大水深(m)  
 $B$  : 直近上流余水吐末端水路幅(m)  
 $V$  : 直近上流余水吐末端の水路平均流速( $\text{m}^3/\text{s}$ )

#### 【解説】

余水吐は、安全のため作動の確実な横越流堰による自然排出方式がとられる。この水理設計においては、一般にエンゲルの実験結果に基づく公式<sup>\*1</sup>を用いる。しかし、この方法は、**図 6.3.1** に示すように、余水吐下流端に水深 (h) が残るので、これが下流への逸水量となる。設計余水量の全量を確実に排水することができないことに注意しなければならない。

一般にこの逸水量は無視されることが多いが、水理実験によれば設計余水量の約 40%が下流へ流下することが判明している。このため、余水吐ごとに排水できず逸水した流量が流下すれば末流部では水路が溢水することになる。したがって、国営事業による幹線水路系では、以下の方法を取り、余水吐ごとに余水の全量を完全に排除できるようにする。

- 1) 余水吐下流にチェックを設ける。
- 2) サイホン式余水吐を併設する。
- 3) 余水吐の設計流量に直近上流余水吐の逸水量を加算する。

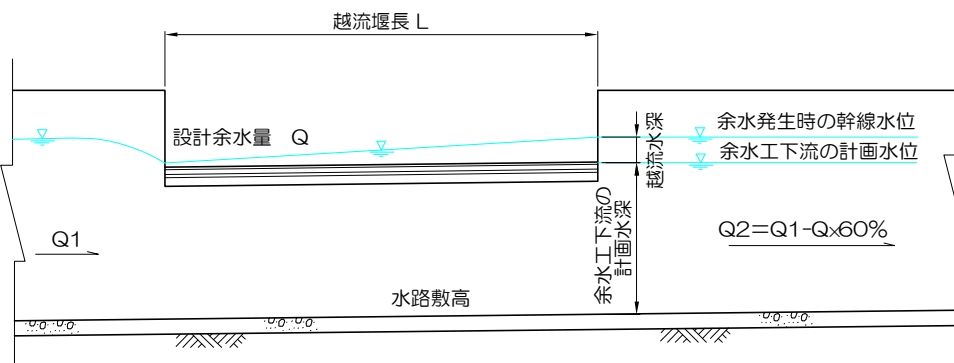


図 6.3.1 横越流余水吐の水面位置

※1 設計基準 水路工技術書 p712 式-10.2.2、式-10.2.3 ..... 農林水産省

### 6.3.3 型式

余水吐の型式は、表 6.3.1 のとおりであり、当該水路の立地、水理、放水等の条件から、安全性を第一に選定する。このうち、最も作動が確実な型式は、越流型である。

表 6.3.1 余水吐の型式別特徴

項目	越流型余水吐	サイホン型余水吐	ゲート式余水吐
1) 動力の有無	無	無	有 or 無
2) 作動の確実性	確 実	ほぼ確実	若干不確実
3) 流量変化	スムーズ	やや間欠的	連続的
4) 水位上昇	水位上昇大	極めて少ない	少ない
5) 構 造	簡 単	複 雑	簡 単
6) 余水吐越流幅	大	小	小

#### (1) 越流型余水吐

越流型は、水路の側壁天端に越流部を設け、そのクレスト高を設計水位 (N.W.S) に一致させ、計画流量以上の余剰水を処理するものである。その特徴および設計上の留意点は、次のとおりである。

- 1) 余水吐の作動障害は、水路の決壊事故や周辺地域への溢水被害に繋がる。このため、最も重要な機能は、作動の確実性である。この型式は、作動が最も確実である。
- 2) この型式は、逸水量が最も多いので、操作式チェックと組合せることが望ましい (写真 6.3.1)。
- 3) クレスト長が長くなる場合は、サイホン型余水吐を併設してクレスト長を短くする (写真 6.3.2)。もしくは、クレストの平面形状を長方形 (写真 6.3.3) や L 字形 (写真 6.3.4) にするなど、余水吐の設置箇所の地形や施設の状況に合わせて工夫するのが望ましい。
- 4) 余水吐にチェックを併設する場合は、越流堰のクレスト高とチェック水位 (C.W.S) と一致させる。
- 5) クレスト高を普通期水位と一致させてチェック水位との差分を角落しにする例もある。これは、チェック操作を行わなくても下流に余剰水を逸水させないための工夫のひとつである。



写真 6.3.1 チェックを併設した横越流余水吐



写真 6.3.2 サイホン余水吐を併設した横越流余水吐



写真 6.3.3 直方円形の余水吐



写真 6.3.4 L 字形の余水吐

## (2) サイホン型余水吐

サイホン型は、水路の水位が計画水位以上に上昇した場合にサイホンとして働き、計画流量以上の余剰水を処理するものをいう。サイホン型には、コンクリート構造のものと同製の工業製品のものがある。

ここでは、施工が容易で作動が確実な工業製品について取り扱う。特徴および設計上の留意点は、次のとおりである。

- 1) 図 6.3.2 にサイホン型余水吐の作動図を示す。幹線水位がクレストを超えるとまず越流堰として機能する（写真 6.3.5）。越流量が増えてくると次第にサイホンの出口が満流になりサイホン内の空気が頂部から抜けていく。完全に空気が排除されるとサイホン機能が作動を開始する（写真 6.3.6）。

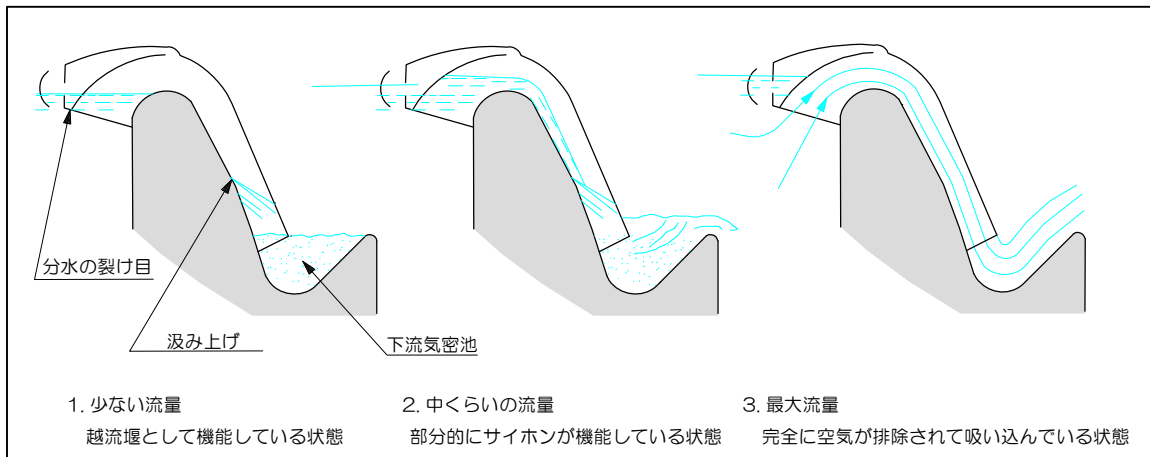


図 6.3.2 サイホン型余水吐の作動図



写真 6.3.5 初期の越流状態



写真 6.3.6 サイホン機能の作動開始

- 2) 越流式より施設幅が小さいため、設置場所に制約がある場合に適する。  
(注： $Q_w=1.0\text{m}^3/\text{s}$  のとき越流型余水吐の越流長  $L=4.5\sim 6\text{m}$ 、サイホン余水吐の幅  $L=0.70\text{m}$ )
- 3) 作動が若干、間欠的であるので、放水が放流河川の水位を急激に上昇させるおそれがある。この場合、数基に分割設置することが望ましい（写真 6.3.7）。据付標高は、 $2\sim 5\text{cm}$  程度の差をつける必要がある（写真 6.3.8）。設置箇所の敷地に余裕がない場合には、斜めに設置することがある（写真 6.3.9）。
- 4) サイホン型余水吐は、作動の確実性が越流型よりも低いため、次の措置をとることが望ましい。
  - ① 流入口がゴミによる閉塞を防止するため、余水吐の前面には、スクリーンを設ける（写真 6.3.10）。
  - ② 危険分散を図るため、余水吐を数基に分割する。
  - ③ 越流型余水吐を併設する（写真 6.3.11）。越流型余水吐の排除能力が、サイホン型余水吐の何基分の故障を補うことができるか検討し、最低でも 1 基分の排除能力があることを確認すること。



写真 6.3.7 複数基に分割



写真 6.3.8 据付状況(設置高は2~5cmの差をつける)



写真 6.3.9 斜めに配置



写真 6.3.10 流入部のスクリーン



写真 6.3.11 越流型余水吐の併設

### (3) ゲート式余水吐

ゲート式余水吐とは、水路の水位が計画水位以上に上昇したとき、ゲートが電動または無動力で開放し、余剰水を排除するものをいう。

この型式は、ゲートの戸当たりから漏水することがある。放水河川の水位が上昇したときにフロート室内の水位がその影響を受けて自動で制御できなくなるおそれがある。また、他の型式に比べて高価であるため、基本的に採用する例が少ない。しかし、降雨流入により下流水路への逸水が許容されない場合や、幹線締切ゲートと連動した管理を行う場合など、24時間にわたり、無人で降雨量に応じた流量管理が求められる箇所に適用することがある。

なお、ゲート式余水吐を採用する場合には、サイホン型余水吐と同様に越流型余水吐を併設する。

## 6.4 放水工

水路の保守点検、修理、堆砂・塵芥の除去等、管理上必要な落水と水路施設の事故や人車転落の救助のための緊急的な落水を必要とすることがある。この落水区間を必要最小限度に留め、再通水を遅滞なく行うために放水工を設ける。

放水工を適正に配置し、かつ調整池があれば上下流区間は通水しながら、途中区間を短期落水できる場合もある。

### 6.4.1 設計放水量

設計放水量は、原則として水路の計画最大流量とする。ただし、放流河川の状況、他の余水吐、放水工、分土工、ブローオフ（排泥工）等からの分散放流の可能性および緊急放水時の排除時間等を検討のうえ、施設断面を小さくしてもよい。

放水工に余水吐を併設しても工事費の増大はわずかであり、また、放流可能な河川は限定されるため、放水工に余水吐が併設される場合が多い。このような施設を放余水工という。

### 6.4.2 構成

放水工は、図 6.4.1<sup>※1</sup>に示す各部により構成される。

#### ① 放水口（写真 6.4.1）

一般に入口トランジションと放流ゲート部から構成される。

#### ② 放水路（写真 6.4.2）

一般に取付水路（常流）、急流部（射流）および放射流部（射流）から構成される。

#### ③ 減勢工（写真 6.4.3）

減勢池（または減勢構造物）および出口トランジションから構成される。なお、放水工の立地条件によりこれらの一部を省く場合がある。

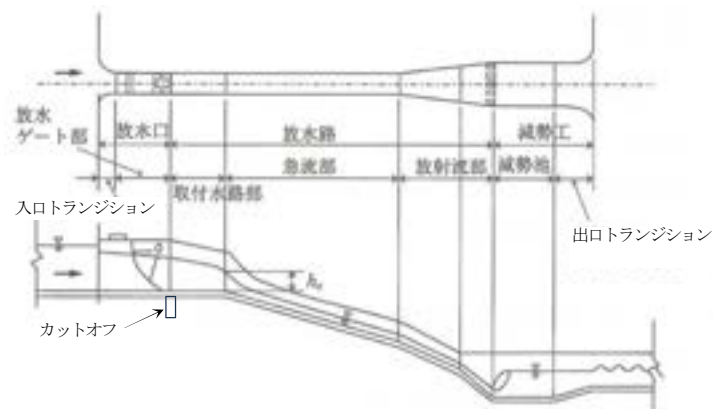


図 6.4.1 放水工の構成



写真 6.4.1 放水口



写真 6.4.2 放水路



写真 6.4.3 減勢工

※1 設計基準 水路工技術書 p722 図-10.3.1 農林水産省

### 6.4.3 放水口

放水口は、設計放水量を安全に流下させる構造であるとともに、放流河川への影響を与えないようにし、設計放水量を上回る能力を与えてはならない。

○ 設計放水量の上限  $\leq$  下流の幹線用水路設計流量  $\leq$  放水河川の受け入れ能力

#### 【解説】

- 1) 通常の管理では、かんがい期の通水時に事故などで緊急放流する。洪水時には、取入口において取水量を制限するので、余剰水を含めた通水量を全量放水する必要性は少ない。このため、設計放水量は、放水工設置地点から下流の設計流量または放水河川の受け入れ能力を上限とした。
- 2) 放水口および放水路は、水路内の流水が全て排除できる構造でなければならない。
- 3) 入口トランジションは、放流水がスムーズに流出するように、通常、起点部の側壁コーナーに 1/4 円を挿入する。
- 4) 放水ゲート部の設計は、次の点に留意する。
  - ① 放水ゲートは、機側操作が可能でなければならない。
  - ② 放水ゲートの設計は、チェックゲートの規定を準用する。
  - ③ 放水ゲート部の末端には、水路からの漏水および地山の地下水の流動を阻止するために、原則として十分なカットオフを設ける。
  - ④ 放水口の水理設計において、計算始点エネルギー高は、幹線水路における「設計水位」とする。入口トランジションにおける流入損失は無視する。

### 6.4.4 放水路

放水路は、安全な流下のため矩形の開水路が望ましい。その理由は次のとおりである。

- 1) 放水路は、一般に急流になることが多く、設計流速が 10m/s を越えることもある。しかし、使用頻度は少ないため、摩耗に対する安全設計は行わず、破損した時点で補修を行うのが一般である。開水路は、この補修作業が容易である。
- 2) 水理設計上、急流水路は矩形以外の特殊断面では不確定な要素が多い。前述のとおり、放水路は矩形の開水路が望ましいが、地形・管理等の理由により暗渠とする場合は、安全に対する適切な配慮が必要である。
- 3) ゲートが半開状態で使用される場合、またはオリフィス型の放水口の場合に生じる跳水は、減勢池内に納まるようにするのが望ましい。減勢池が短く、跳水が放射流部に達する場合は、流水が水路底より剥離しないように水路底の設定を行うことが必要である。
- 4) 放余水工において、余水吐と放水工の合流は、取付水路部で行う。
- 5) 急流部の線形は、直線で一様勾配が望ましい。やむを得ず曲線を挿入する場合は、流線の剥離が生じないように設計しなければならない。
- 6) 水理設計は、水面追跡など近似計算が多く、不確定な場合が多いので、水面形が設計上重要な場合には、水理実験を行う必要がある。

### 6.4.5 減勢工

放水路の末端には、放流水が放流河川、湖、池並びにそれらの関連工作物を浸食または破壊するおそれがあるため、減勢工を設けなければならない。

- 1) 減勢工は、高速射流が放流河川やその関連工作物の浸食破壊を防ぐ目的で、流水がもつ高エネルギーを減勢し、高速射流を常流にする構造物である。したがって、放流河川においてこれらの支障が生じるおそれがない場合には、減勢工は設けない。
- 2) 減勢工は、設計放水量以下の場合でも、不利不安定な状態が生じる場合がある。したがって、設計放流量 1/2～1/4 程度の流量についても検討を行わなければならない。
- 3) 減勢工には種々のタイプがある（写真 6.4.4、写真 6.4.5）。タイプの選定は、それぞれの水理特性、水路本体と減勢工の位置関係（距離、標高差）、減勢工付近の地形、水理特性（放流河川の水位など）、放流河川の状況等の諸要素に配慮して行う。



写真 6.4.4 インパクトボックス型



写真 6.4.5 水クッション型

## 第7章 附帯構造物の設計要点

### 7.1 基本事項

附帯構造物自体は、通水に対して直接的な機能をもつ施設ではないが、幹線の通水機能を十分に発揮するうえでは非常に重要な構造物である。附帯構造物は、**図 7.1.1** に示す水路保護施設、安全施設、環境整備施設、標識等、除塵施設に分類できる。本マニュアルでは、比較的整備を疎かにしがちな施設について、留意しなければならない設計要点を示す。

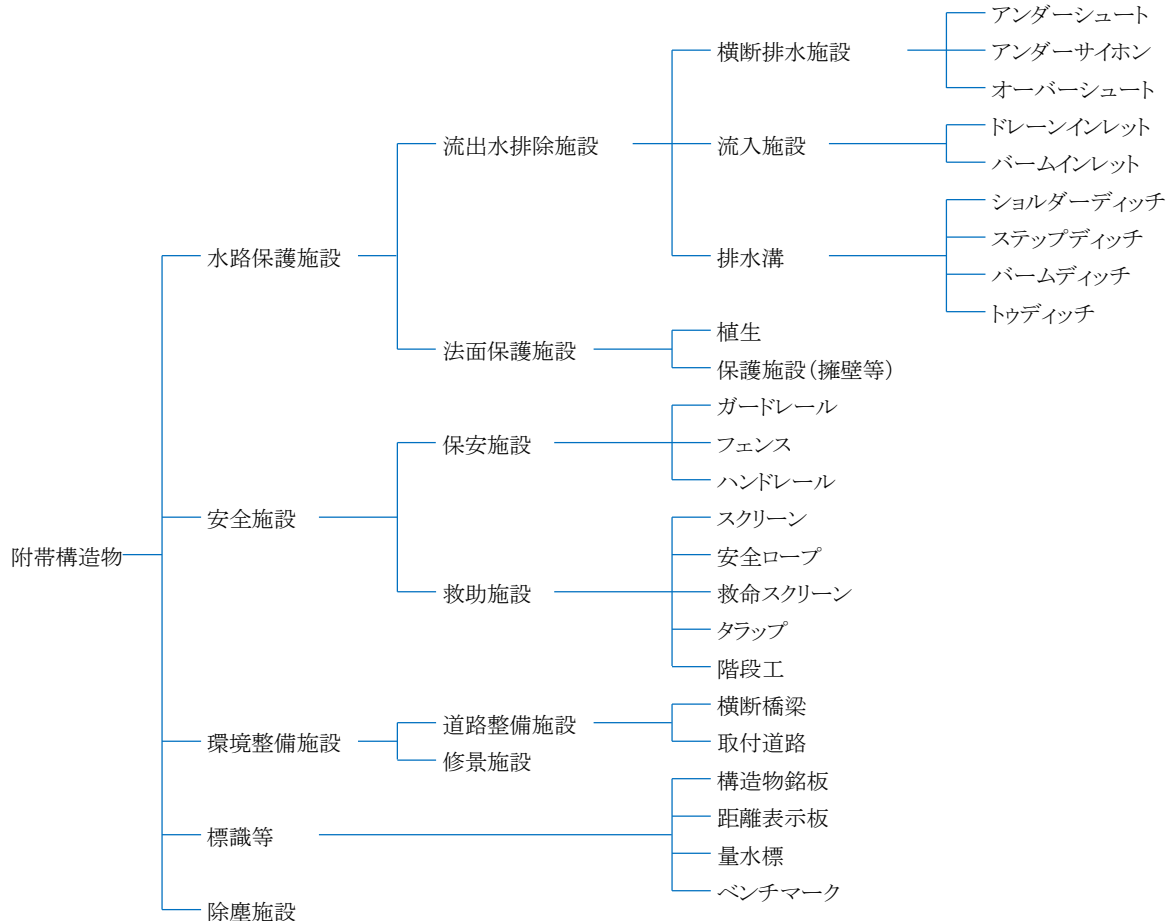


図 7.1.1 附帯構造物の分類

### 7.2 水路保護施設

幹線用水路そのものの安全性と円滑な送配水機能を確保し、長い年月にわたって安定した稼働を続けるには、できるだけ外部からの障害を排除するように十分な保護をしなければならない。

幹線用水路は、山間高位部または山裾を掘込み型式をとりながら通過することが多いので、周辺からの雨水や土砂流が集中しやすい。土工法面には、前述のように 1 : 1.0~2.0 の勾配を与えるが、一般に行われている植生だけでは侵食されやすく、これが土砂流となって水路に流入し、水質の汚濁や土砂の堆積を引き起こす。また、水路の山側の側壁背面に水が入ると、凍結によって側壁が水路内面側に傾倒する原因になる。このため、流出水に対する十分な排除施設を配置するとともに、植生は確実に活着するように維持しなければならない。また、法面ばかりではなく山側から水路を横断する道路では、豪雨時にはこれが流路となって土砂流を伴い、橋梁等の横断施設の周辺から水路に流入している例も多い。

このため、水路周囲の地形、土地利用、排水系統など広い範囲を調査し、水路周辺の排水対策を十分に立て、水路に集水される雨水や土砂流を水路外に安全に排除することが必要である。

これらの対策は、一般に疎かにされがちではあるが、厳しい自然の中に放置される水路の安全な稼働とその維持管理にとって極めて重要なことである。

この排水対策を省略したため、毎年大きな維持管理労力、費用負担を強いられている用水路が見受けられる。水路を安全に保護するには、図 7.2.1 に示す各種排水施設が必要である。

なお、各種の保護施設は、水路施設とともに長い年月にわたって十分に機能を果たさなければならないものであるから、その工事費と耐久性はもとより水路本体の維持管理、さらに環境との調和などを併せて水路系全体として整合性をもった配置や構造設計を行わなければならない。

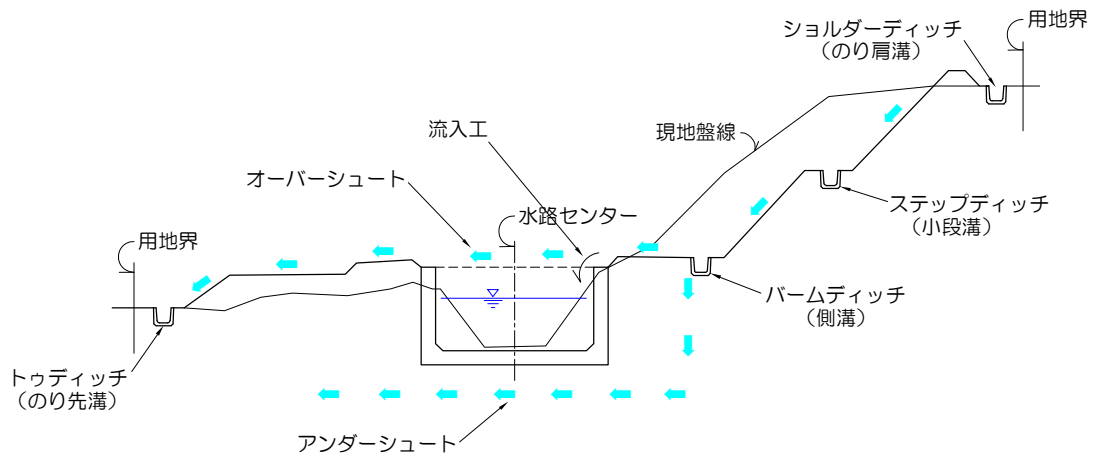


図 7.2.1 水路周辺排水の概念図

## 7.2.1 流出水排除施設

平常時の排水および降雨による流出水が水路に及ぼす影響に対して、水路施設の安全性を確保するために設ける施設である。この施設は、水路を横断して排水させる横断排水施設と水路内へ排水を流入させる流入施設、さらに水路に沿って排水を移動させる排水溝に分類される。

### (1) 基本事項

#### 1) 排水方式

- ① フルーム水路は、通水能力の余裕が小さいので、水路周辺の洪水、あるいは平常時の雨水、融雪水を原則として流入させない。
- ② 排水方式は、原則としてフルーム水路の上または下を横断する横断方式をとる。
- ③ やむを得ず流入させる場合は、必ず安全な位置に誘導して流入させるとともに、適切な放余水工を配置して下流に溢水被害等を与えてはならない。なお、放余水工の配置は、河川管理上の調整が必要となることがあるので、注意しなければならない。

### (2) 洪水量の算定

設計洪水量は、原則として式 7.2.1 (合理式) ※1により求める。洪水確率年について、横断排水施設および流入工は 10 年確率相当、排水溝は 3 年確率相当とする例が多い。用水路の規模や重要度、これまでの降雨時の水管理状況等を確認のうえ、適度な整備水準とするのが望ましい。

$$Q = \frac{1}{3.6} \cdot f \cdot R \cdot A \quad \dots\dots\dots \text{式 7.2.1}$$

ここに Q : 設計洪水量(m<sup>3</sup>/s)  
 f : 流出係数※2 (密集市街地 0.9, 一般市街地 0.8, 畑・原野 0.6, 水田・山地 0.7)  
 R : 洪水到達時間内の雨量強度(mm/hr)  
 A : 流域面積(km<sup>2</sup>)

※1 国土交通省河川砂防技術基準 調査編 p 第 3 章第 2 節-10 式 3.2.1----- 国土交通省  
 水管理・国土保全局  
 ※2 国土交通省河川砂防技術基準 計画編 p35 ----- 国土交通省河川局

## 【解説】

1) 幹線用水路は、一般に受益地域に対して自然かんがいを行うため、山間高位部に位置し、大小様々な流路を横断する。このため、雨水・融雪水が集まり、これらが流入すると特にフルーム水路は台形水路より通水能力の余裕が小さく溢ししやすい。溢水は、フルーム水路自体を破壊することは少ないが、低地部で集中被害を及ぼす危険性があるので、水路周辺の洪水あるいは流水は、原則として以下の理由から、水路内には流入させないことが基本である。

- ① 現況の排水形態、排水慣行を変化させることは、周辺地域へ悪影響を及ぼすことが多い。
- ② 洪水および排水を用水路へ流入させた場合、土砂の流入および水質汚濁を招くおそれがある。
- ③ 洪水量・排水量は不確定な要素を含んでおり、水路へ流入させた場合は、用水路の建設費増加および安全性の低下を招くおそれがある。
- ④ 放水工・余水吐などの設置費とこれら施設からの放流先となる河川などの改修・補償費が増大する。

2) 水路近傍の小流域や水路敷地内からの流出水を排水する方式として、排水溝により他流域へ排水する方式と流入施設により用水路へ流入させる方式とがある。流入方式は、他流域への排水が不可能または極めて不経済な場合で、土砂の流入および水質汚濁の危険性がない場合にのみ採用することが望ましい。なお、排水溝や余水吐により他流域に排水する場合、河川管理上、問題となることがある。このため、路線全体にわたって水路を横断する流路の流下能力を十分に熟知して放余水工とともに余剰水の排水計画を立てなければならない。

3) 水路周辺の排水対策は、水路を安全に稼働させるため、水路の通水機能と同様に重要な事項なので、必ず取水口から終点まで一貫した検討作業を行い、安全性を確認することが重要である。

4) 本マニュアルを適用する流出水排除施設は、河道を形成していない小流域を対象とする施設である。このため、施設の設計にあたっては、当該地域の水文資料が少ないこと、および小規模の流出水であることから、計算が簡便な合理式により洪水量を算定することを原則とする。なお、公共機関が管理する河川の洪水流出については、それぞれ個別に協議して取り決めなければならない。

## 7.2.2 横断排水施設

水路で遮断された流域の水を水路を横断して排水する施設で、水路の下を横断するもの（アンダーシュートまたはサイホン）と水路の上を横断するもの（オーバースhoot）とがあり、それぞれ地形条件に基づいて選択する。

これらの施設は、平常時の排水および降雨による流出水に対して、水路本体の安全性を確保するとともに、周辺地域、特に水路建設により遮断される流域の被害を防止するために設置するものであり、水路組織の一部として、十分な安全性、耐久性、維持管理の容易さが要求される。

したがって、これらの条件を十分満足しうる必要最小限の断面を与えなければならない。

### (1) アンダーシュート（横断暗渠、横断サイホン）

暗渠型式（図 7.2.2）とサイホン型式（図 7.2.3）がある。その区別は、横断管の埋設位置と出口の排水路敷高との関係から区分する。

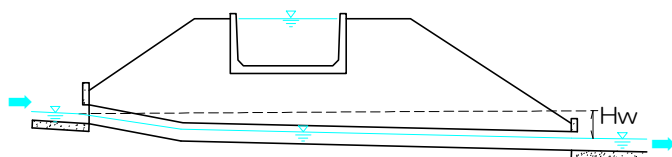


図 7.2.2 暗渠型式

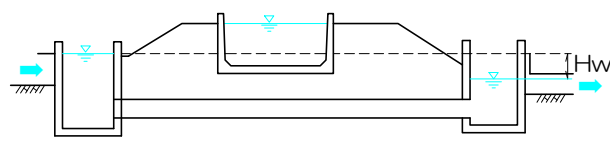


図 7.2.3 サイホン型式

## 1) 水理設計の留意点

### ① 基本事項

- ・水理的に暗渠型式は開水路流、サイホン型式は満流として設計する。
- ・曲りによる損失水頭は無視する。
- ・出入口の形状は面取り程度とする。

### ② 流速

施設を設置する地形は、一般に丘陵地帯が多いため、水頭（動水勾配）を大きく取ることが可能である。また、洪水は一時的な流れであるから、施設および周辺地区へ影響のない限り、最大の流速を与える。しかし、過大な流速は、構造物下流部の洗掘を起こしたり、湾曲部の破壊を起こすこともあるため、立地条件を検討して最大流速を 4.5m/s 程度までとすることが望ましい。

### ③ 出入口水位

入口の最高水位は、原則として水路バーム天端から下方向に 50cm 以上、下げた位置とする。また、許容湛水深は、地目、洪水時間、面積などにより異なるが、農地の場合 50cm 程度とする。一方、地形上、植生状況により将来的にも湛水を許容できる場合には、入口水位を高くして構造物の断面の縮小についても留意する。下流側水位については、構造物下流の現況断面の流下能力について Manning 式により検討を加えておく。

### ④ 最小断面

施設の断面は、流量計算により求められるが、小流量の場合は、非常に小さな断面となり、流入土砂の排除などが困難なので、維持管理上、必要な最小断面として  $\phi 600\text{mm}$  以上とする。横断管の延長が 10m 以上の場合は  $\phi 800\text{mm}$  以上を確保する。ただし、土砂堆積が考えられない場合、または延長が短く出入口より土砂の排除が行えるものについてはこれを適用しなくてよい<sup>\*1</sup>。

## 2) 構造設計の留意点

### ① 管体部

- ・管体は、水路底版下面から 60cm 以上離すのが望ましい。出口の水路標高の関係から 60cm が確保できない場合は、最低でも基礎砂利厚を確保するものとする。
- ・管体の勾配は、なるべく急勾配にして土砂が堆積しないようにするのが望ましい。
- ・一般に既製品が使用されるが、現場打ち鉄筋コンクリートとする場合の暗渠、サイホンの継目は収縮継目とし、継目の最大間隔は 12.0m 程度とする。

### ② 出入口部

- ・トランジションは、フルームとして計算する。
- ・3方向または2方向から流入する場合は、**図 7.2.4** に示すように、パーチカルトランジションを適用し、土砂溜と十分な止水翼壁を設ける。
- ・管体中心線方向からのみ流入する場合で流量が大きい場合には、**図 7.2.5** に示すように、ウェジットトランジションを適用するとよい。
- ・サイホン入口部は、原則として土砂溜・スクリーンを設ける（**図 7.2.6**）。ただし、スクリーンは閉塞の危険性があるため、施設管理者と協議のうえ、設置の可否を判断する必要がある。

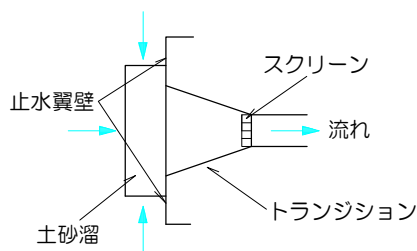


図 7.2.4 パーチカルトランジション

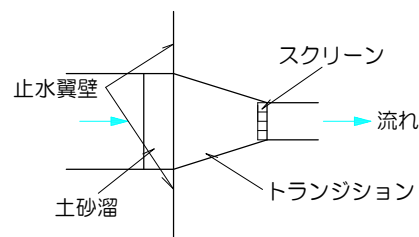


図 7.2.5 ウェジットトランジション

※1 設計基準 水路工技術書 p751

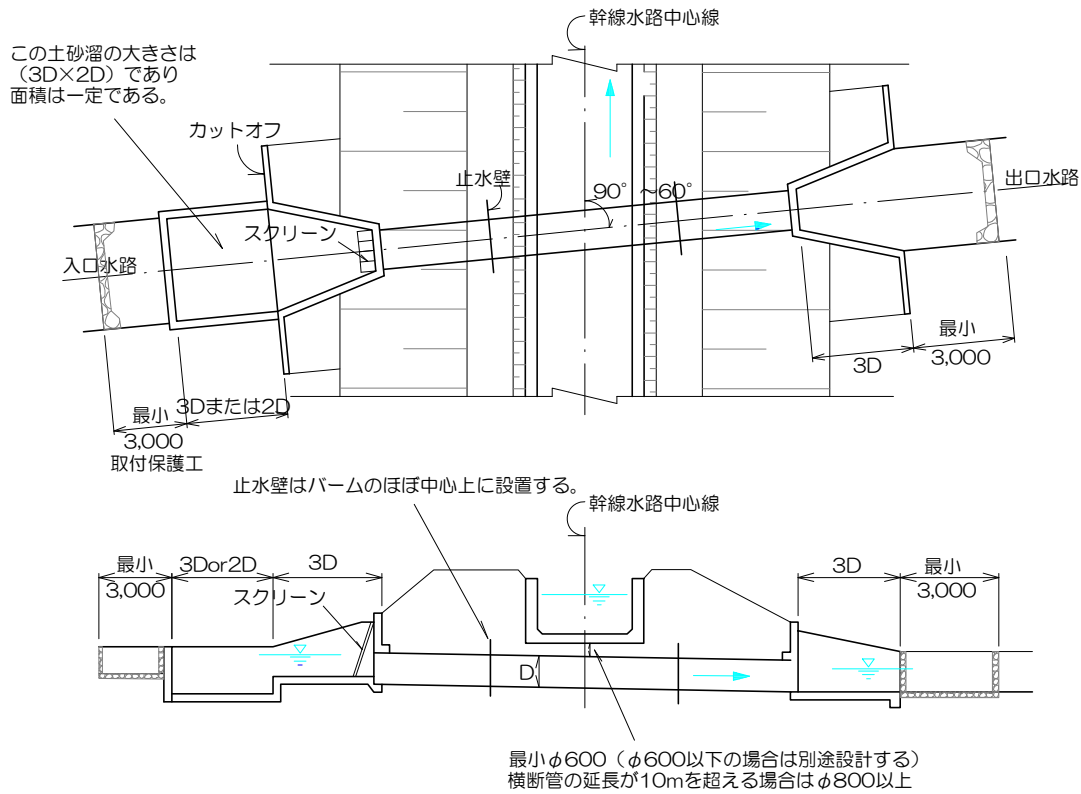


図 7.2.6 横断排水工構造例

## (2) オーバーシュート

水路山側の流出水を水路上を横断して排水する施設であり、図 7.2.7 に示す縦断形状で構成される。架樋部の型式は、現場打ち鉄筋コンクリートによるフルームまたはボックス型式のほか、鋼製フルーム型式や鋼管型式、プレキャストコンクリートフルーム型式がある。

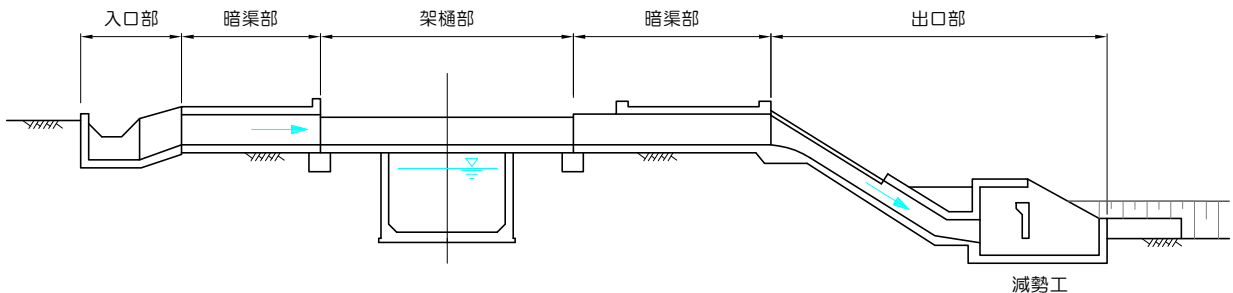


図 7.2.7 オーバーシュート縦断形状

### 1) 水理設計

#### ① 基本事項

- ・自由水面をもつ開水路として設計する場合と満流の管路として設計する場合に区分する。
- ・架樋部の流速は、原則として限界流速以下（常流）とする。
- ・架樋部の水路勾配は、限界勾配より緩くして通水量を求める。
- ・出口部には必要に応じて水クッション型、インパクトボックス、減勢池などの減勢工を設ける。

#### ② フルーム型式

- ・現場打ち鉄筋コンクリートによるフルームおよびボックス型式、プレキャストコンクリートフルーム型式は、開水路流として設計する。

#### ③ パイプ型式

- ・鋼管等、パイプ型式は、基本的に満流として設計する。なお、パイプの出口が自由流となる場合は開水路流となるため、パイプ出口に限界流を与えた不等流計算に基づき管径を決定する。

## 2) 構造設計

### ① フルーム型式 (写真 7.2.1)

- ・荷重は、自重、泥水重 ( $15\text{kN/m}^3$ ) および風圧 ( $3\text{kN/m}^2$ ) が作用するものとして計算する。ただし、歩道橋兼用の場合は、群集荷重 ( $3\text{kN/m}^2$ ) および高欄の荷重を加えて計算するものとする。

### ② パイプ型式 (写真 7.2.2)

- ・荷重は、自重と泥水重 ( $15\text{kN/m}^3$ ) とし、内水圧および風圧は無視する。
- ・支承は、両側をサドルサポートと伸縮継目を組合わせた単純支承とする。
- ・許容最大支間長は、単純支持型式の水管橋の場合、曲げ応力およびたわみにより算出した小さい方を取り、せん断応力を検討して決定する。
- ・サイホン型式には、必ず排泥工を設けるものとする。また、他の型式においても土砂が堆積した場合にその土砂を容易に排除できるように、排泥工を設けるのが望ましい。



写真 7.2.1 オーバーシュート(フルーム型式)



写真 7.2.2 オーバーシュート(パイプ型式)

## 7.2.3 流入施設

水路により遮断された小流域の流出水または水路敷地内の雨水などを水路内に流入させる施設である。水路により遮断された流域からの流入水の排水方式は、横断排水方式を原則としているが、山林・原野など将来にわたり水質汚濁、土砂流入のおそれのない小流域の排水および水路敷地内の排水について、流域を変更させることの可否、経済性等を検討のうえ、やむを得ない場合に限り、流入構造物を設けることとする。

### ① ドレーンインレット (流出水流入工)

水路隣接地域の流出水を水路内に流入させるものであって、一般に小流域(集水面積がおよそ 1.0ha 以下) の場合に適用する (図 7.2.8、写真 7.2.3)。

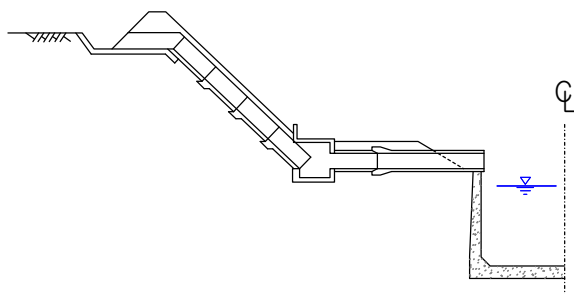


図 7.2.8 ドレーンインレット縦断面図



写真 7.2.3 ドレーンインレットの例

### ② バームインレット (側溝用流入工)

水路敷地内の切土面および管理用道路や管理用通路の路面の雨水などは、原則として側溝により水路外に排除する。しかし、切土区間が長く続く場合などで、地形条件により排水が困難な場合には、流入施設を設置することも必要となる (図 7.2.9、写真 7.2.4)。

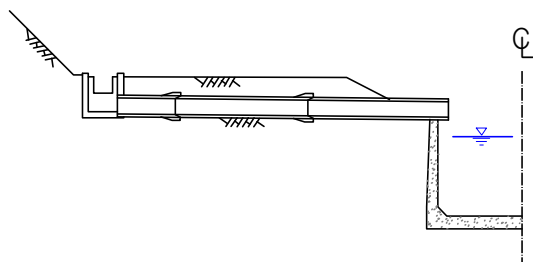


図 7.2.9 バームインレット縦断面図



写真 7.2.4 バームインレットの例

## 7.2.4 排水溝(ディッチ)

### (1) 基本事項

#### 1) 設置位置

ディッチの設置は、水路周辺環境によりそれぞれ異なるので、設置の目的、排水量、接続する施設の規模等を個々に検討することはもちろんではあるが、水路系全体としての流出水の排水計画を樹立し、その計画のもとに均衡のとれた配置にする必要がある。

#### 2) 設置位置による分類

ディッチは、切土法肩に設置するショルダーディッチ、法面の小段に設置するステップディッチ、道路側溝に設置するバームディッチ、盛土法先に設置するトゥディッチに分類される。

#### 3) 構造による分類

排水溝の構造は、既製品 U 型トラフ（一般用および路肩用）、プレハブ水路、コンクリートブロック張、鉄筋コンクリート製水路等に分類される。北海道では積雪寒冷下で野ざらしにされるので、現地の地形、地質、用地などを勘案し、安全で耐久性のある工法を選定しなければならない。

### (2) 設置方式

#### 1) ショルダーディッチ

切土法肩に設けるもので、地表の雨水を横断排水構造物または他の流域へ排水するために設置する。構造は、流量および地表勾配の小さい場合のみ土水路とし、一般には U 型トラフとする（図 7.2.10）。

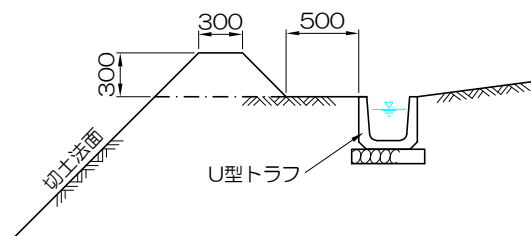


図 7.2.10 ショルダーディッチ構造(例)

#### 2) ステップディッチ

切土または盛土の法長が長く小段を設ける場合に設置する。素掘側溝は、法面の浸食・破壊につながるので、適さない。コンクリート保護や U 型トラフを単独で用いるか併用する（図 7.2.11）。

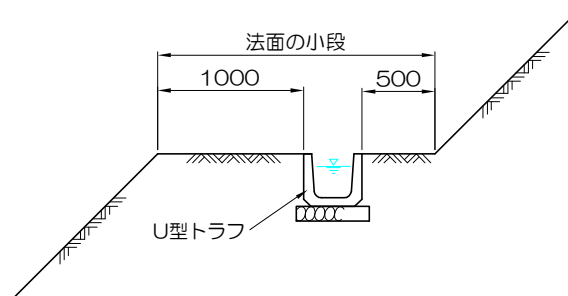


図 7.2.11 ステップディッチ構造(例)

#### 3) バームディッチ

管理用道路面などの雨水を横断排水施設または他の流路へ排水するために設置する。一般に土水路または U 型トラフを用いる（図 7.2.12）。

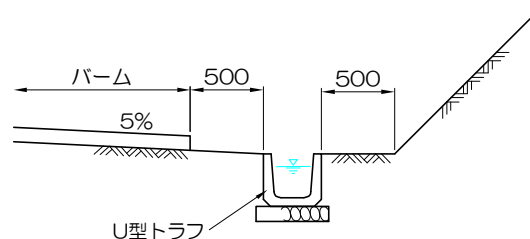


図 7.2.12 バームディッチ構造(例)

#### 4) トゥディッチ

盛土法先に設け、盛土および小段からの排水ならびに横断排水構造物からの排水を既存河川まで排水するために設置する。一般にこの構造はバームディッチと同じものを用いることが多い。

### 7.3 安全施設

用水路における人身事故の発生を予防して水路組織を社会環境に調和させるためには、安全施設を欠かすことはできない。この施設は、水路全体にわたって徹底して設置することが望ましいが、費用や水路機能の面から難しいので、水路周辺の社会環境に応じて重点的に設置することとする。

ただし、最近の水路環境は急変することがあるので、事業着手および工事着手時点で十分調査をして対応することが重要である。安全施設は、経年的に新しく加わる種類のものや改良される種類のものがあるが、ここでは図 7.3.1 に示す施設についての留意点を示す。

なお、管理用道路を一般公道と兼用する場合の保安設備は、関連基準に基づく措置をする。

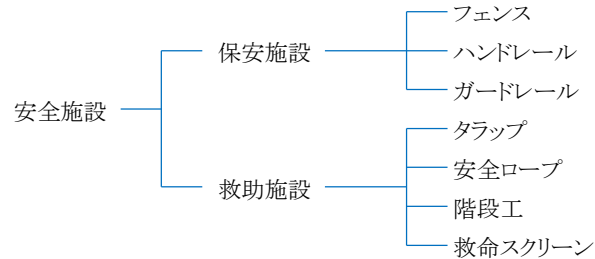


図 7.3.1 安全施設の種類

#### 7.3.1 保安施設

##### (1) フェンス

###### 1) 配置位置

地域住民、歩行者等の水路内転落および危険箇所等への立入り防止のため、以下に示す区間に設置する。なお、既設水路を改修する場合において、従来からフェンスが設置されている区間は、長年にわたる維持管理活動の結果として、設置の理由・経緯をもつものであると考えられる。それゆえ、既設フェンスの有無は、設置要否を判断する指標となる。

- ① 市街地、公道沿い、道路横断箇所等、一般者の通行が多い場所
- ② 放水工、余水吐、水位調整施設、大規模分水工などの管理施設周辺
- ③ 人家が点在し、地域住民の往来がある箇所
- ④ 管理用道路が耕作道を兼用する区間
- ⑤ ほ場に隣接し、耕作者の立ち入りが想定される区間
- ⑥ 水辺環境保全ゾーンや市街地景観ゾーン等では、景観に配慮したフェンスを設置

###### 2) 基本構造

図 7.3.2 に示す格子型フェンスを使用する例が多い。景観に配慮する場合は、木製構造にすることもある。フェンスの高さは、 $h=1.10\text{m}$  を標準とする<sup>※1</sup>。フェンスおよび基礎ブロックの部材寸法は、最大積雪深を条件とした部材計算および安定計算により求める。積雪深が大きい場合、支柱の控え柱が必要となることがある。ただし、控え柱は、草刈作業の支障になるため、写真 7.3.1 に示すように、基礎ブロックを横長に配置して底面積を大きくするなどの転倒対策をとることもある。

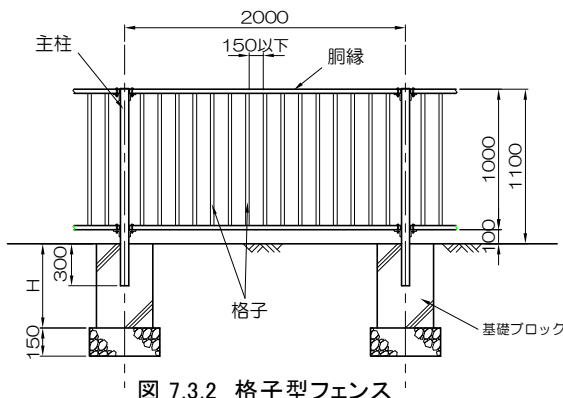


図 7.3.2 格子型フェンス



写真 7.3.1 基礎ブロックの横長配置例

※1 防護柵の設置基準・同解説 p74

### 3) 設置位置 (図 7.3.3)

フェンスには、大きな積雪荷重が作用するため、基礎ブロックは安定した現地盤上に置くのが望ましい。一方、現地盤上に配置した場合は、水路とフェンスの間に 3m 程度のスペースができ、ここの草刈りが非常に危険な作業となる。

長年にわたるフェンスの安定性を確保のうえ、毎年、安全な維持管理作業を行うためには、フェンスを水路側壁に接近させて水路とフェンス間の草刈り作業を不要とし、かつ強固な埋戻し地盤を造成する必要がある。

ただし、用水路の工事は、落水後に開始されるため、降雪時に埋戻し作業を行うことが多い。この場合、埋戻し土の凍結や積雪の混入により、十分な支持力が得られるように転圧するのは困難であり、発生土の性状や施工条件によって収縮変形を要因とした沈下が避けられない。したがって、フェンスの設置は、水路本体工事の翌春に施工し、埋戻し土の再転圧や整地、管理用道路の整備と併せて実施するのが望ましい。

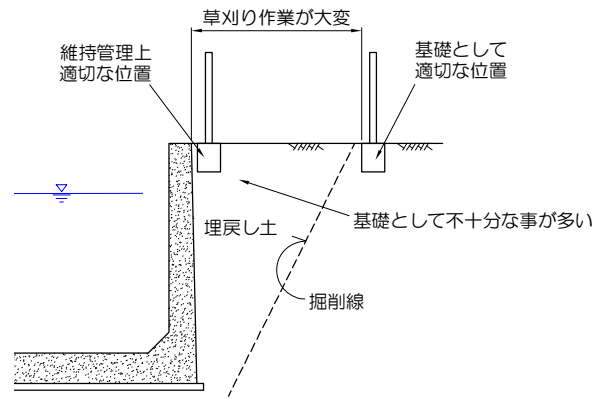


図 7.3.3 フェンスの設置位置

### (2) ハンドレール

ハンドレールは、施設管理者の運転操作作業時の転落防止を目的として、水路天端やゲート門柱のスラブに設置する。主柱の取付方法には、直接建込方式 (図 7.3.4) とベースプレート方式 (図 7.3.5) がある。直接建込方式は、箱抜き部に主柱を建込み、隙間に膨張モルタル等を充填するものであるが、気温の変化により発生する主柱内部の結露水や埋込み隙間へ浸入した降雨水、融雪水の凍結膨張により、コンクリートを破壊する例が多い (写真 7.3.2)。ここから凍害が進み、スケーリングを引き起こすこともある。

したがって、写真 7.3.3 に示すように、プレートや山形鋼をアンカーで固定したベースプレート方式を用いてコンクリートの劣化進行を防止するのが望ましい。

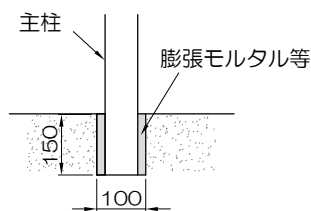


図 7.3.4 直接建込方式

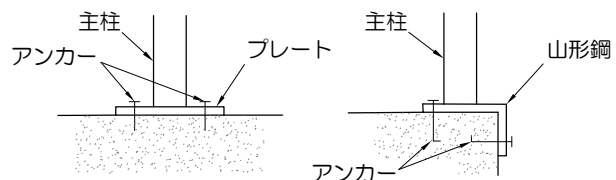


図 7.3.5 ベースプレート方式



写真 7.3.2 凍結膨張による破壊



写真 7.3.3 望ましい固定方式

## 7.3.2 救助施設

### (1) タラップおよび安全ロープ

#### 1) 整備方針

水路内の点検・見回りや転落者の救助のため、水路内昇降施設（タラップ）を設置する。安全ロープは、転落者がロープに掴まりタラップ位置に手探りで接近できるようにする。

#### 2) 配置位置

タラップは、道路横断工下流およびトンネル、サイホン、暗渠工等の工種変化地点の起終点、分水工や放余水工等の付帯施設位置を基本配置として、水路全線の連続歩行管理および管理車両からのアクセスを容易とする。基本配置箇所の間には、概ね 100m 間隔の千鳥配置で補間する。ただし、施設管理者および実際に草刈り作業や堆積土砂排除を行う関係地権者との打ち合わせにより、配置間隔や配置方法（千鳥、対面）を決定する。

安全ロープは、一般者が最も水路に接近して転落が予測される道路横断工地点のタラップに併設させる。また、トンネル、サイホン、暗渠工など、地上からの救出が困難な区間の入口にも設置する。

なお、設置箇所数はなるべく多い方が安全性が向上する反面、通水期間中のフロートに付着する浮遊ゴミの除去や冬期間の取り外し作業など維持管理作業が増大する。このため、道路横断工地点の設置は、通行量の多い一般道を対象としている例が多い。

図 7.3.6 にタラップおよび安全ロープの配置例を示す。

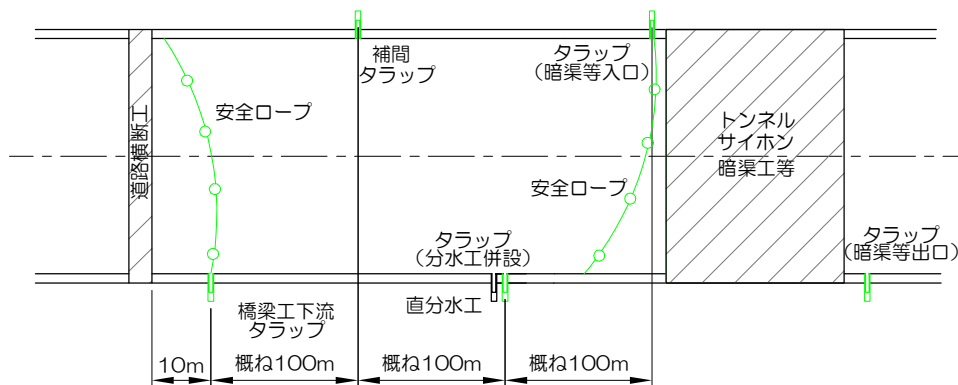


図 7.3.6 タラップ、安全ロープの配置例

#### 3) 現場打ち鉄筋コンクリート水路の場合の基本構造 (図 7.3.7、写真 7.3.4、写真 7.3.5)

タラップが水路内に突出する場合、塵芥物が付着して通水障害を引き起こす例がある。このため、塵芥物が多く流下する水路では、タラップの設置部を幅 1.0m、奥行き 0.3~0.5m 程度で凹ませることが望ましい。

タラップは、腐食による折損事故を避けるため、ゴムライニングされたものを使用し、φ16mm を 30cm 間隔で配置するのがよい。最上段には、手摺付き 1 段型を配置して昇降を容易にする。ただし、豪雪地帯においては、大きな雪庇力により手摺の部分が変形することがあるので、フルーム天端に特 1 段型を設置することがある。

安全ロープは、フロートを付けたロープを図 7.3.7 のように 20° の角度をもたせて側壁に結び、水路幅の 1.1 倍程度の長さを与える。ロープの取付は、タラップの対岸を FIX (固定) としタラップ側は水位とともにロープ高さが変動する MOVE (可動) とするのが望ましい (図 7.3.8)。水路幅が広くロープに強い引張力が作用する場合や水位変動が大きい場合は、両岸ともに MOVE とする例がある。

ロープ端は、FIX 側にフック、MOVE 側にシャックルを使用する例が多い (図 7.3.9)。なお、冬期間の取り外しが容易となるように、両側ともにフックにする例もある。

フロートは、φ350mm を端部 1.0m、中心間隔 1.0~2.0m 程度に配置し、フロート内をロープが貫通する方式をとることが多い。

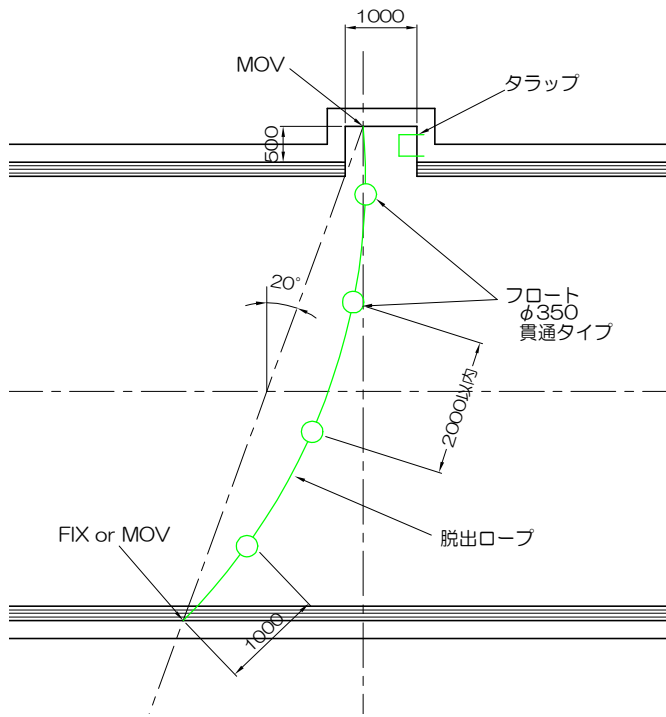


図 7.3.7 タラップ、安全ロープ標準図



写真 7.3.4 通水期間中



写真 7.3.5 落水後

MOVE側

FIX側

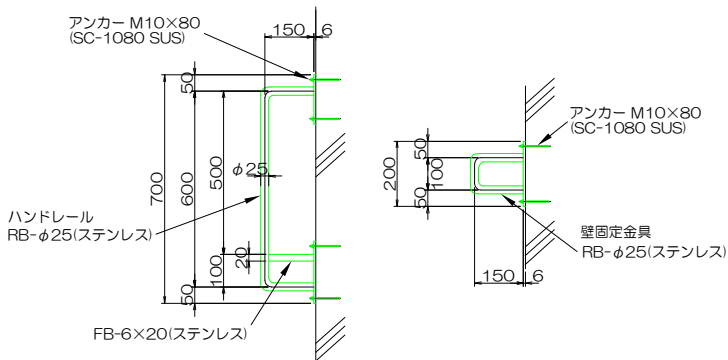


図 7.3.8 安全ロープ端詳細図

MOVE側

FIX側

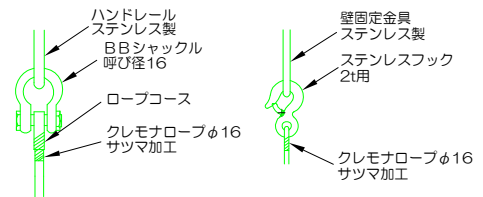


図 7.3.9 固定金具詳細図

#### 4) プレキャストコンクリート水路の場合の基本構造

ゴムライニングタラップ特1段型φ16mm(写真7.3.6)を30cm間隔で配置し、天端には、手摺付き1段型を設置する。天端タラップについて、施設管理者から草刈り作業の支障とならないように求められた場合は、脱着式(写真7.3.7、写真7.3.8:プラスチック被覆)を設置する。脱着式は、フルーム天端を開口してキャップしておくのが簡易であるが、プレキャストコンクリートの天端厚が薄いため、隙間への侵入水の凍結膨張による部材破損、さらには、凍結融解作用による凍害劣化の進行が予測される。このため、図7.3.10に示すように、側壁背面に基礎ブロックを設置し、これを脱着加工する。



写真 7.3.6 ゴムライニング特1段型



写真 7.3.7 プラスチック被覆(着)



写真 7.3.8 プラスチック被覆(脱)

基礎ブロックの大きさは、ある程度の重量が必要であるため、成人体重相当として  $B=200 \times L=500 \times H=300\text{mm}$  (69kg) 以上とする。開口は貫通させて、穴に入った水が滞水しないようにする。

通常は、草刈りの支障とならないようにキャップをしておく。水路内点検等の際には、脱着式タラップを持参して挿し込むとよい。

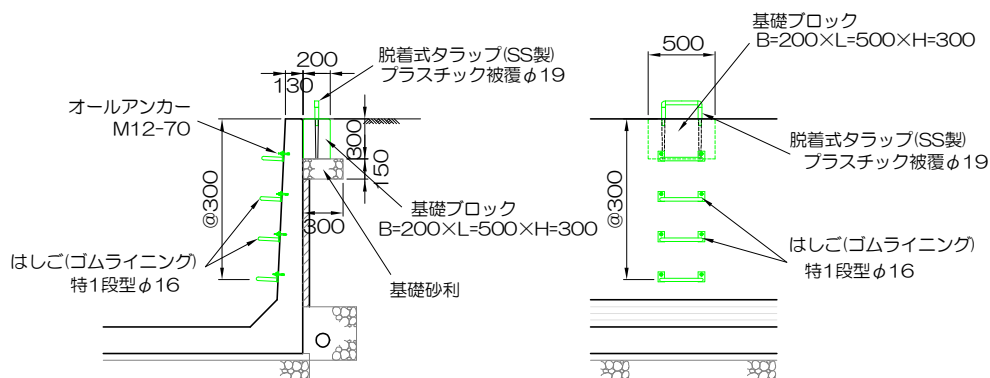


図 7.3.10 プレキャストコンクリート水路の場合のタラップ標準図

## (2) 階段工 (動物保護工)

### 1) 整備方針

ゲートメンテナンスや管内土砂排除等の実作業が必要な箇所については、作業機械や機材の搬出入を考慮してタラップを階段工に変更することがある。階段工には、動物保護工の機能が付加される。水路内に動物(シカ、タヌキ、キツネ、ヘビ等: 写真 7.3.9)が転落することが多々ある。階段工が設置してあれば自力脱出が可能で、かつ通報を受けた管理者による救助が容易となる。



写真 7.3.9 転落したタヌキ

### 2) 現場打ち鉄筋コンクリート水路の場合の基本構造

図 7.3.11 に示すように、管理者が通行できるだけの幅 1.0m 程度の L 型擁壁をフルーム水路に併設する例がある。フルーム水路本体の側壁を開口し、出入口を設置する。階段のステップは、0.30m 以下を目安にする。動物保護を優先する場合には、階段をスロープにすることもある。スロープとする場合には、10~20%の緩勾配とする必要がある。

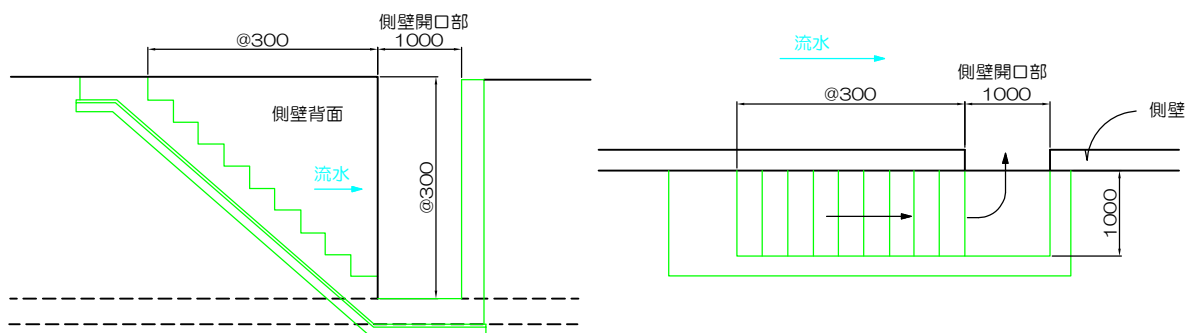


図 7.3.11 現場打ち鉄筋コンクリート水路の場合の階段工標準図

### 3) プレキャストコンクリート水路の場合の基本構造

図 7.3.12 に示すように、現場打ち鉄筋コンクリートの L 型擁壁 (写真 7.3.10)、もしくは、工場製品の大型雨水桝の半割 (写真 7.3.11) を組み合わせる例がある。階段のステップは、現場打ち鉄筋コンクリート水路の場合と同様、0.30m 以下を目安にする。歩行幅は、プレキャストコンクリート水路の開口製品幅に合わせる。なお、階段ステップの規模を最小にするため、製品の開口位置を 0.30m 上げてこれを 1 ステップ目にすることもできる。

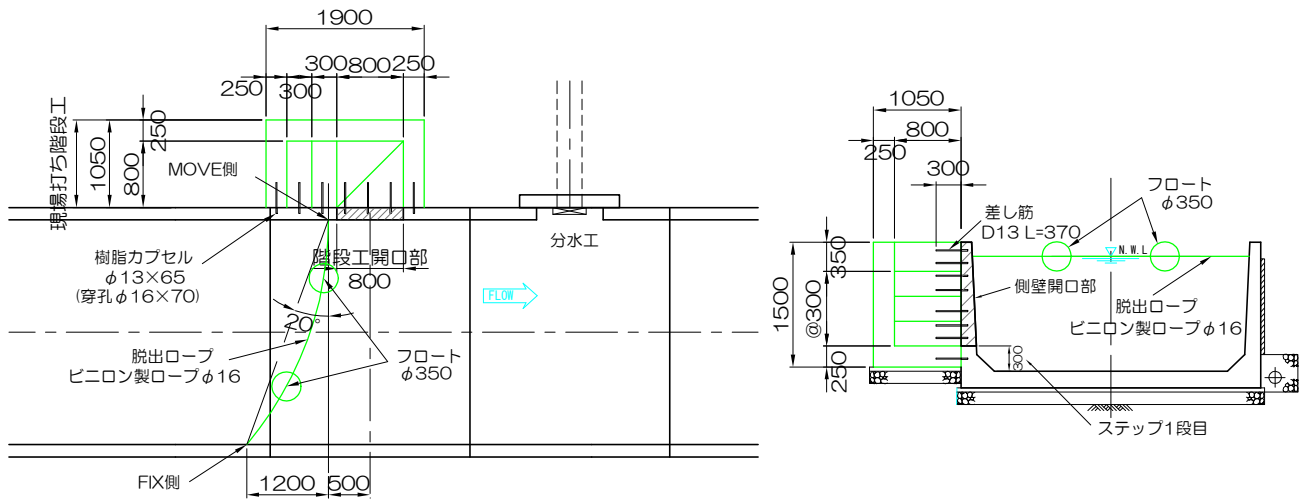


図 7.3.12 プレキャストコンクリート水路の場合の階段工標準図



写真 7.3.10 現場打ち L 型擁壁タイプ



写真 7.3.11 工場製品大型雨水枡の半割タイプ  
(ステップは現場打ち鉄筋コンクリートによる)

### (3) 救命スクリーン

用水路内の転落者がサイホンや延長の長いトンネル、ボックスカルバート内に流れ込まないように、施設の入口に設置する格子型のスクリーンである。このスクリーンは 1 次除塵（大型ごみ）を兼ねることができるため、格子間隔を 15~30cm とする例が多い。

除塵を目的としない場合は、写真 7.3.12 および図 7.3.13 に示すように、可動式とすることがある。通常の通水期間は巻き上げた状態で経過し、事故情報があった場合に降下させて転落者を救助する。



写真 7.3.12 救命スクリーン

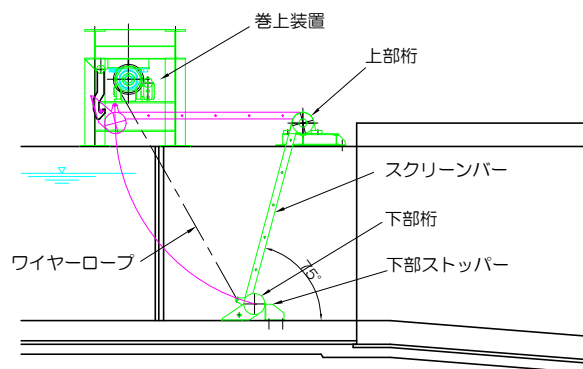


図 7.3.13 可動の仕組み

## 7.4 標識等

用水路の供用後、送配水とともに各種の水利施設を含めた水路管理が行われる。水管理は、施設管理計画に基づく水管理システムにより集中監視されることが多いが、運転管理は、通常、現地での機側操作となる。このため、水路パトロールにおいて的確な状況判断ができるように、**図 7.4.1** に示す水路維持に必要な諸標識を設置しなければならない。

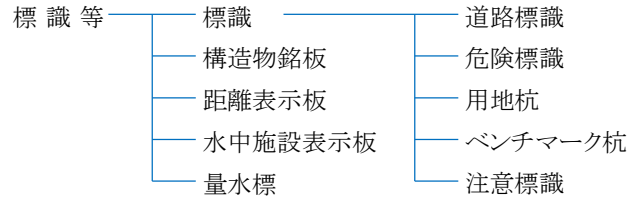


図 7.4.1 標識等の分類

### (1) 標準設計と耐久性の確保

諸標識は、管理の混乱を避けるため、水路組織全体にわたって統一し、一般の人にもすぐ理解できる様式でなければならない。このため、当初から標識施設について統一した様式を定めておき、年度工事ごとにそれを採用して行くことが必要である。

また、これらは数十年にわたって、風雪、流水にさらされるので、見やすく耐久性の高い材質でなければならない。

### (2) 危険標識

危険標識は、専門用語を避け誰でも理解しやすく読みやすい文面とする。

### (3) 距離表示板

一般にフルーム側壁に設置されるが、水垢により見づらくなりやすいので、水垢がついても見やすく耐久性の高い材質としてプラスチック製を用いる例が多い（**写真 7.4.1**）。

距離表示板の設置位置は、**図 7.4.2** に示すように、開水路の場合は、かんがい期間中の水面よりも上で、側壁天端から 10cm 程度下の箇所とし、50m ごとに左右岸の両方に設置する。トンネルやボックスについても、同様に通水面の上部に設置する。

なお、距離の表示は、必ず取入口からの流下位置をわかりやすくすることが大切である。設計縦平面図の測点を安易に用いてしまい、管理の都度、取水口からの追加距離を計算しなければ分からないようなことは避けなければならない。特に、改修水路では、任意な区間から改修が行われることから破鎖が生じ、取水口からの追加距離の増減が発生しやすいので、注意しなければならない。

大事なことは、工事着手前に水路組織全体の標識について基本設計をしておくことである。



写真 7.4.1 距離表示板の設置例

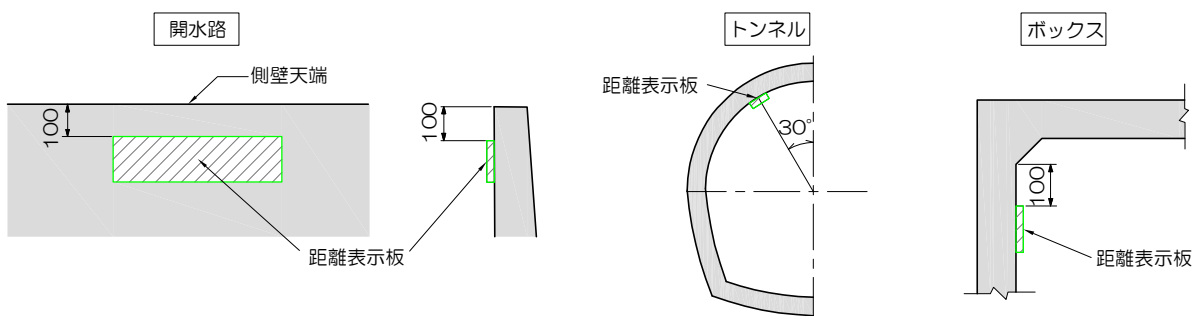


図 7.4.2 距離表示板の設置位置

#### (4) 量水標

量水標も距離表示板と同様に水垢がつきやすいので、見やすく耐久性の高い材質としてプラスチック製を用いる例が多い（写真 7.4.2）。量水標の設置位置は、図 7.4.3 に示すようにハンチ上に取り付ける。量水標は、ハンチ高さの分だけ切り落とす。波立ちのない位置を選んで設置しなければならない。なお、写真 7.4.3 示すように、量水標の横に距離表示板を設置すると位置と水位の関係がわかりやすい。

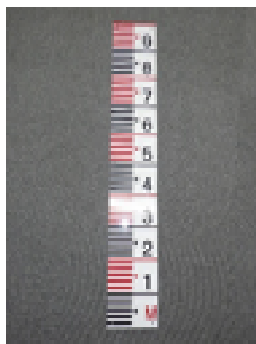


写真 7.4.2 量水標

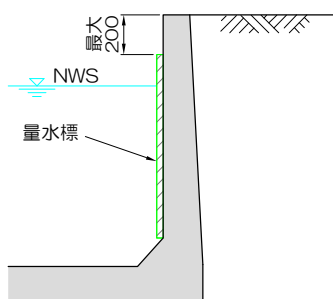


図 7.4.3 量水標の設置位置



写真 7.4.3 量水標・距離表示板の設置例

#### (5) ベンチマーク杭

ベンチマークは、工事中はもちろんのこと長い年月にわたる補修、改修時にも重要な役割をもつので、統一的に耐久性の高い専用の杭を用い、発見しやすい位置に設置する。一般に工事に用いたマークをそのままにしておく例が多いが、後日見失ったり破損したりすると、補修や改修時に改めて高価な測量費を支出することとなる。特に、橋台縁や木根に設置されているマークは、年月を経るに従って忘れてしまいがちなので、必ず専用マークに取り替えておく。また、標高値を記入した木製標識はすぐ劣化するので、金属板に数値を刻み込んだプレートを専用マークに付けておくといよい。

### 7.5 除塵施設

用水路には、用水の送配水管理の障害となる塵芥物を取り除くための除塵施設が必要である。用水路の塵芥物は、市街地はもちろん農村部においても流入し、草木の枝葉などの自然的なもの以外にポリエチレン製品などの生活廃棄物も多い。水路の維持管理労力において、除塵は大きなウェイトを占めており、除塵施設は設計上、十分このことに配慮する必要がある。しかし、除塵施設の設計における諸基準、許容範囲などの規定は難しいので、特に留意しなければならない基本的事項を示す。

#### (1) 基本事項

##### 1) 除塵型式とその配置

用水路における除塵施設は、水路始点から末端まで水路系全体について検討し、それぞれの設置位置ごとに除塵の目的と塵芥物の種類・量に適応した型式を決めなければならない。

#### 【解説】

ダムの除塵施設は、取水施設付近の点的施設であるため、その地点に最も有効な型式を設定すればよいが、用水路においては、数十キロメートルにも及ぶ長い線状施設であるから、塵芥物の種類・量が区間ごとに異なるといった課題があるため、まず除塵機能の全体計画を立てる必要がある。

塵芥物の種類・量のほか、用水路の工種・型式や立地条件等を考慮して除塵機の配置を決める。次に、自動除塵機の適する箇所、または手動除塵機の設置で差支えない箇所など維持管理に配慮して水路系全体の計画を立てたうえで、それぞれの除塵機の型式を定める必要がある。

なお、これらのことについては、施設管理者と十分協議して決定することが望ましい。

## 2) 塵芥物の種類と量

塵芥物の種類は、多種多様化しており、次のようなものに分けられる。

- ① 粗大ごみ（流木、建材廃棄物、古タイヤ、ポリ容器、鹿などの動物等）
- ② 草木の枝葉、ビニール・ポリエチレン袋、生活廃棄物
- ③ 細かいごみ（スプリンクラーかんがいに阻害要因となる藻等の微小ごみ）

### 【解説】

これまでの事例は、ごみの大部分は、草葉類（写真 7.5.1）で、次いで木片、ビニール類である。特にビニール類は水中においても腐食せず、通水阻害を引き起こす確率が極めて高い。さらに、鹿の増加に伴い水死する鹿の死骸や不法投棄の大型ごみも問題であり、市街地を通過する水路内には、畳、オートバイ、自転車、空きペットボトル、空きカン類が目立つ（写真 7.5.2）。

このほか、山間地や丘陵地の畑作地帯では、通常の除塵施設では除去できない流入土砂がある。



写真 7.5.1 草葉類の除去作業状況

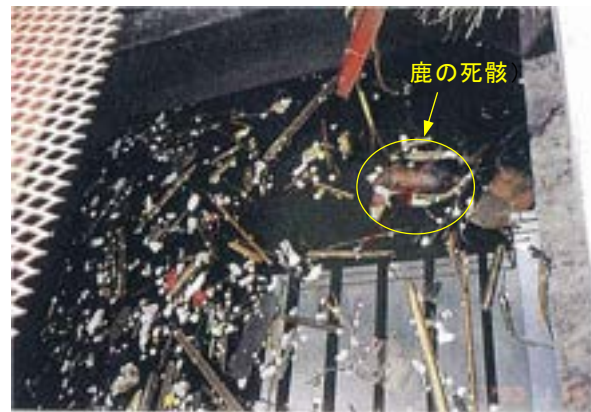


写真 7.5.2 市街地通過後の塵芥物  
(生活廃品、鹿の死骸)

## 3) 除塵施設の種類

用水路における除塵施設は、表 7.4.1<sup>※1</sup>のとおりに分類する。

表 7.4.1 除塵施設の種類

区分	項目	設置位置例	設置目的
防塵装置		取水口付近	取水口へのごみ等の流入を防止する。
第1次除塵装置		取水口付近	取水口へ流入したごみを除塵し水路への流入を防ぐ。
第2次除塵装置		開水路、中間点	開水路に入り込んだごみを除塵し、下流への流下を防ぐ。安全施設を兼ねる場合もある。
第3次除塵装置		管水路始点、調整池等	水田用給水栓あるいはスプリンクラー等の障害となる微小ごみを除塵する。

### (2) 除塵施設の設置上の留意点

除塵施設の設置位置を選定するうえで、考慮しなければならない点は次のとおりである。

- ① その目的別に適切な位置に設置し、水位の変化にも十分機能が発揮できるようにする必要がある。
- ② ごみ処理用地を必要とすること、ごみのために水位上昇の危険性があること等により高盛土区間での設置は避けなければならない。
- ③ 水の流れが速い位置は、ごみの除去作業が危険なこと、除去中にごみが下流に流下して効果が薄いこと、ごみのスクリーン閉塞による損失水頭が大きいことから設置を避ける必要がある。スクリーンへの接近流速は、機械掻き上げで 0.5~1.0m/s、人力掻き上げで 0.3m/s 以下を標準とする<sup>※2</sup>。

※1 設計基準 水路工技術書 p771 表-13.3.5 農林水産省  
 ※2 設計基準 水路工技術書 p771 農林水産省

- ④ 第1次および第2次除塵施設の付近には、ごみの水切り・集積・焼却等のために、ごみの量を考慮して十分用地を確保する必要がある。
- ⑤ 第2次除塵施設の施設間隔は、ごみの流入量・施設構造・除去回数等により異なるが、開水路2～3kmあたりに1ヶ所の設置が望ましい<sup>※1</sup>。ただし、管理が増えるので、慎重な計画が必要である。
- ⑥ 除塵は、集中処理の方が有利な場合が多く、可能な限り途中のトンネル・暗渠では、ごみを通過させることが望ましい。このような場合でもそれぞれの入口には、スクリーンを設置する。
- ⑦ サイホンに入ったごみ・土砂等の取り除きは困難なため、サイホン入口付近にスクリーンを設置する必要がある。ただし、上記③を考慮して設置位置を決める必要がある。

### (3) 標準的構造

#### 1) 第1次除塵施設

第1次除塵施設は、取水口の前面に張り出したフロート式スクリーンで流木等の粗大ごみを止め、取入口には鋼製のスクリーンを設置し、大小のごみを防ぐ二重構造のものが多い。

#### 2) 第2次除塵施設

第2次除塵施設は、**図 7.5.1**<sup>※2</sup>のとおり分類できる。



図 7.5.1 除塵施設の種類



写真 7.5.3 鋼製バースクリーン



写真 7.5.4 全自動チェーン式スクリーン

一般的に多く用いられる固定式のバースクリーンは、落ち葉など塵芥物の人力除去作業を伴う。特に、通水開始時（洗い水時）では、大量の塵芥物が一気に流下してくるため、除去作業が追いつかないことがある。

このため、**図 7.5.2**に示すように、スクリーンを複数セットに分割して脱着可能としたうえで、そのうちの1セットをヒンジ加工により上下の可動を可能にした例がある。通水開始時に可動部を1.0m程度巻き上げることで、落ち葉等を下流に流下させて近傍の放水工で排水処理することにより、人力除去作業が不要となる。

※1 設計基準 水路工技術書 p772 農林水産省  
 ※2 設計基準 水路工技術書 p772 図-13.3.7 農林水産省

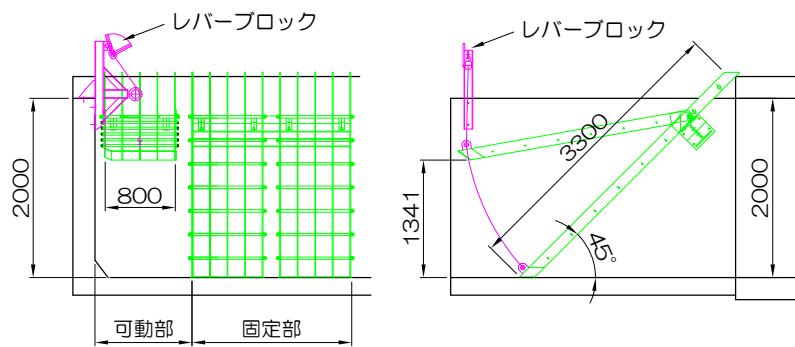


図 7.5.2 固定式バースクリーンの改良

### 3) 第3次除塵施設

施設園芸およびスプリンクラーによる畑地かんがい等では、数ミリメートルの藻・草根・水草など微小なごみが障害となる。これらのごみの除去として第3次除塵を行う必要がある。

型式としては、支派線水路の始点付近にその分水量を一括して除塵する型式（一括式）と、温室等末端の給水地点にその給水量のみを対象として除塵する型式（分割式）とがある。

なお、第3次除塵施設は、国営事業の対象となる幹線系のフルーム水路では取扱うことが少ない。

### (4) ごみ処理施設

宅地化した区域またはその付近にごみを放置することはできず、また、山間部における水路でも、一旦掻き上げたごみが、再び水路内に落ちることのないように処理施設が必要である。

## 7.6 車両進入路

### (1) 整備方針

水路施設の保守点検、補修工事等の効率的実施、また除塵施設では除去できない土砂や大型ごみの搬出を容易にするため、幹線系的水路内に直接小型車両が出入りできる進入路を設けることが望ましい。

水路内には、頭首工からの取水や山地からの降雨に伴った土砂流入、橋梁上からのゴミの投棄などによって、多量の土砂や塵芥物が堆積する状況にある。現在、堆積土砂の撤去作業は、小型ショベルを水路内にクレーンで吊り降ろして集積するなど、大掛かりでその費用が嵩んでいる状況にある（写真 7.6.1）。

また、自転車などの大型ごみは、人力作業によって撤去されている（写真 7.6.2）。これらの搬出作業は、年1回のペースで行われており、施設管理者の負担が増している状況にある。

これらの対応として、土砂搬出用の車両進入路を設置して塵芥物処理作業を効率化・省力化し、維持管理労力の軽減を図るのが望ましい。



写真 7.6.1 堆積土砂の撤去作業状況



写真 7.6.2 大型ごみの撤去作業状況

## (2) 基本構造

図 7.6.1 に示すように、水路側壁に沿ったスロープを設置する例が多い。設計にあたっては、施設管理者から土砂搬出に使用する重機類を聞き取り、車両の大きさに相当する施設規模とするのが望ましい。

例えば、土砂の集積・積込みにホイールローダ (0.4~0.5m<sup>3</sup>程度)、運搬にダンプトラック (4t) を想定した場合、スロープの勾配はダンプトラックの登坂能力から 10%程度、幅員は車両幅員 3.0m+側方余裕 0.5m×2=4.0m とし、水路出入口は車両が自由に転回できる十分なスペースとして車両幅の 2 倍程度とするなどである (写真 7.6.3)。スロープの向きは、用水路の水理的・構造的な制約はないため、上下流のどちら向きでも構わない。アクセス道路との関係や立地条件から決めるとよい。また、必ずしも水路側壁に沿う必要はなく、地形的条件から独立した進入路としてもよい (写真 7.6.4)。

なお、スロープ面には、使用する重機の規模や土砂の搬出頻度に応じて、滑り止め防止 (ゴムチップ舗装等) や摩耗対策 (鉄筋かぶりの増加) をとる例もある。

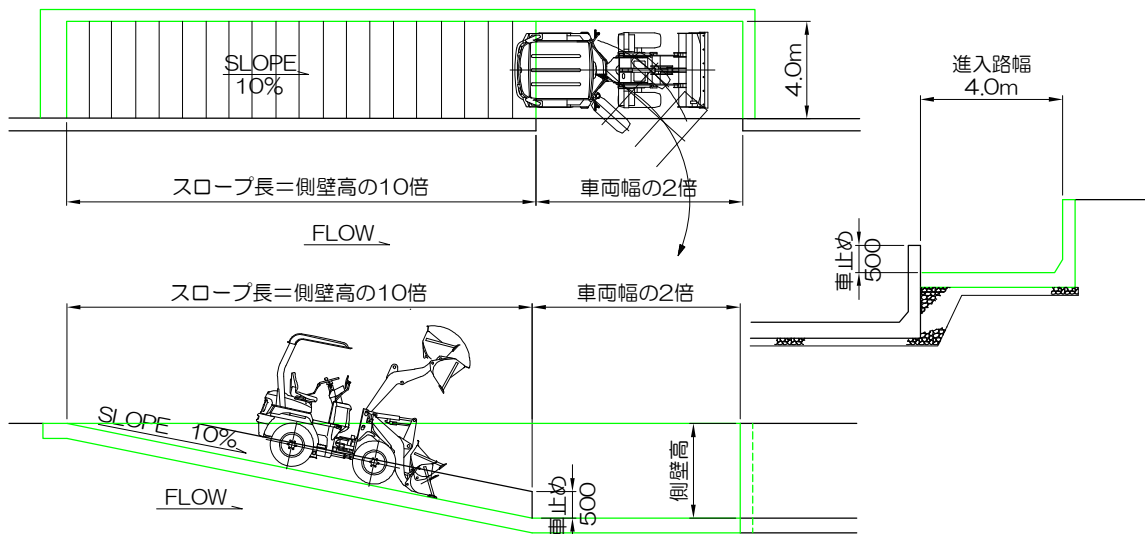


図 7.6.1 車両進入路の概念図



写真 7.6.3 土砂搬出作業状況  
(ホイールローダ 0.3m<sup>3</sup>)



写真 7.6.4 独立型の進入路

### 【解説】

幹線系水路では水路内の土砂の堆積が多く、これの迅速な除去に車両の出入りが必要である。山間地の山裾を等高線に沿うように配置される用水路では、土砂の流入が絶えない。水路工事に関係のない周辺開発、特に土地造成、開畑などから相当の土砂の流入がある。

この土砂は、水締めされているため人力では排除しきれない。また、最近は鹿などの動物が転落することが多く、直立するフルームでは水路から脱出することのできない状況にあり、これの対応も必要である。

このような状況から、幹線系には緩傾斜なスロープの進入路が必要である。なお、本施設には、フェンスおよび門扉 (施錠付) を設置し、一般者の侵入防止対策をとること。

## 第8章 接続工種の設計要点

### 8.1 基本事項

用水路システムには、開水路型式のフルーム水路と組み合わせられるサイホン、道路横断工（ボックスカルバート等）、トンネルなどの工種がある。これらの設計手法については、土地改良事業計画設計基準などに示されているが、細部について不十分な点や北海道特有の水路環境への適用が難しい点がある。

本マニュアルでは、フルーム水路と組み合わせられる主要工種について、水理および構造などの設計上の留意すべき点を示す。

### 8.2 サイホン

#### 8.2.1 一般事項

##### (1) サイホンの位置と施工期間

改修水路におけるサイホン（水路橋も同じ）は、施工期間の制約を受けないように、例えば並列ラインに切り替えるなどの路線変更を行って通年施工を可能とし、冬期施工を避けるのが望ましい。

路線変更が困難な場合は、パイプまたはプレキャスト等の既成品を利用して施工期間の短縮を図り翌年の通水に支障のないようにする必要がある。この場合、サイホンの材料は、経済性だけで選定するのではなく、施工期間を優先的に考慮しなければならない。

##### (2) 水理設計

前述の“5.2.4 設計上の留意点”の項で述べたように、新設または改修直後の側壁面は、当分の間、水路粗度が良好で、かつ現況流量の流下により水位の低下現象が続く。このため、サイホンの上流区間では、分水路の配水位が不足することがある。また、写真 8.2.1 に示すように、サイホン入口で水位低下を引き起こし、管内へ空気が連行されて下流水路の水面が脈動することがある。

したがって、良好な水路粗度（ $n=0.012$  程度）により水理状況を検証し、必要に応じてチェックを配置するなどの措置をとる。特に、改修水路では、計画流量よりも少ない現況流量が流下した場合の流況も検討する必要がある。

##### (3) その他

- 1) 入口のオープントランジションは、水深が最も深く流入エネルギーが大きいので、人や車の転落防止のため、ボックス構造とする。なお、入口のシール部には、塵芥が溜まりやすいので、油圧ショベルのバケットが入る程度の開口部（グレーチング蓋）を設けるとよい（図 8.2.1）。
- 2) 延長の長いサイホンの入口には、救命スクリーンまたは鋼製バースクリーンを設置し、水路内の転落者が管体内に呑み込まれないようにする。



写真 8.2.1 サイホン入口の水位低下

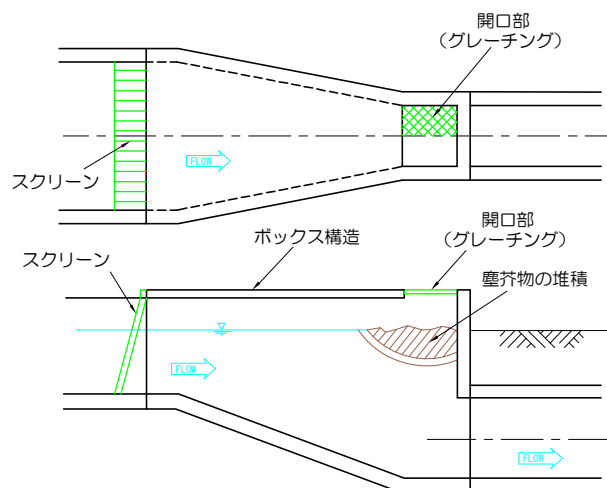


図 8.2.1 ボックス構造と開口部の設置

## 8.2.2 設計における留意点

### (1) 水密性の確保

サイホンは、内水圧を受ける構造物であるため、確実に水密性を確保することが基本である。既製管を利用する場合は、その継手性能に注意すればよいが、現場打ち鉄筋コンクリート構造とする場合は、構造設計・施工とともに水密性を低下させる有害な管体のひび割れを防ぐため、以下の措置をとる。

- ① 温度変化、乾燥収縮、基礎の不同沈下に対して鉄筋を十分に配置する。
- ② 作用する内水圧の大きさと内空形状（箱形：写真 8.2.2、円形：写真 8.2.3）に応じて、鉄筋の許容応力度を低減する（表 8.2.2<sup>\*1</sup>）。
- ③ 部材厚さは、内幅に対して箱形サイホンで 1/10 以上、円形サイホンで 1/12 以上かつ 25cm 以上とする。
- ④ 底版と側壁・アーチ部のコンクリート打継目は、漏水やそれによる鉄筋腐食等の構造劣化が発生しやすいので、その原因となるレイタンスの除去とヘアークラックの防止の養生を十分に行わなければならない。

表 8.2.2 内水圧構造物の鉄筋の許容応力度(単位:N/mm<sup>2</sup>)

種類	許容応力度低減公式	
	$\sigma_{ss}=137^*$	$\sigma_{ss}=157$
箱形	$137-3.7H$	$157-4.0H$
円形	$110-0.9H$	$127-1.0H$

注) 適用範囲は、箱形では  $H \leq 10$  m、円形では  $H \leq 38$  m とする。  
ここに、 $H$  は箱又は管の中心までの水頭 (m) で水撃圧を含むものとする。

\*  $\sigma_{ss}=137$  N/mm<sup>2</sup> は軸荷重が直接載荷する場合である。



写真 8.2.2 箱形サイホンの例



写真 8.2.3 円形サイホンの例

### (2) 横断継目構造

- ① 1 バレルは 12.0m を標準とし、バレルごとの横断継目は収縮継目とする。ただし、出入口ランジションと上下流フルームの接続点は伸縮継目とする。
- ② 管体の横断継目は、フルーム水路と同様に止水材、ダウエルバーを挿入する。また、軟弱地盤では、受台構造をとり不同沈下に対処する。

※1 設計基準 水路工技術書 p335 表-7.9.5 ..... 農林水産省

## 8.3 道路横断工

### 8.3.1 一般事項

#### (1) 適用基準

道路横断工は、一般道や農道・耕作道が水路と交差する区間に設置する構造物である。代表的な工種は、ボックスカルバートである。これは、オープン掘削により施工される埋設構造物であり、水理的には自由水面をもつ開水路の流れとなる。満流となって管体に内圧がかかるサイホンとは区別する。

設計に適用する基準は、施設管理者に応じて選定する。適用する基準によって、コンクリートや鉄筋の基準強度・許容応力度のほか、最小部材厚や鉄筋のかぶり等の細部事項が異なる。また、配筋の要領も異なるので、施設管理者と協議のうえ選定する。

一般的には、以下の基準類が用いられる。

- 1) 一般道横断：北海道開発局道路設計要領、道路事業設計要領、道路土工カルバート工指針等
- 2) 農道・耕作道横断：土地改良事業計画設計基準 水路工技術書、農道技術書

#### (2) 構造型式

道路横断工の構造型式には、コンクリート製、金属製、プラスチック製、複合材料製等、様々な材質があるが、用水路においては、コスト・耐久性の面からフルーム水路と同様のコンクリート製を用いる。コンクリート製のボックスカルバートには、以下の型式がある。また、ボックスカルバート以外に簡易スラブ橋を用いる例がある。

##### 1) 現場打ち鉄筋コンクリート (写真 8.3.1)

現場において、鉄筋の加工・組立、コンクリートの打設・養生を行うもので、2か月程度の施工期間が必要である。任意の断面形状が施工でき、上載荷重等の設計荷重や縦断勾配等の現地条件に応じた設計・施工が可能である。ただし、内型枠の脱型作業を考えると比較的断面の大きい方が有利である。また、内空幅が大きくなる場合には、中間に隔壁を設置して2連構造とすることもある。

##### 2) プレキャストコンクリート (写真 8.3.2)

工場で作成された製品を現場に搬入して設置するもので、施工期間を短縮することができる。また、工場製品であるため品質が安定している。しかし、断面が大きくなると運搬における制約から部材を2分割、4分割など多分割化する必要がある。その場合は、現場での接合方法および接合位置について検討し、組立処理などについても十分注意しなければならない。構造的には、鉄筋コンクリート構造とプレストレストコンクリート構造があり、上載荷重や内空断面に応じて選定する。

##### 3) 簡易スラブ橋 (写真 8.3.3)

工場で作成されたスラブ（床版）を現場に搬入して設置するもので、比較的、簡単に設置が可能で施工期間を短縮することができる。この型式は、H型鋼を基礎としてプレキャスト製のロングスパンのPC床板を架設するものであり、管理橋や耕作道横断等の小規模な施設に適用できる。

用水路と分離した構造であるため、用水路工事の翌年以降の施工も可能である。なお、H型鋼杭の施工における支持力は、パイプロハンマによる動的支持力により算出する。



写真 8.3.1 現場打ち鉄筋コンクリート



写真 8.3.2 プレキャストコンクリート



写真 8.3.3 簡易スラブ橋

### 8.3.2 設計における留意点

#### (1) 型式選定

型式選定にあたっては、内空断面や土被りのほか設置場所の地形・地質、迂回路や周辺構造物等の施工条件等に関する検討を行い、その使用目的にあった型式を選定する必要がある。なお、前述“2.1.3 水路型式の選定”と同様に、原則、プレキャスト製品を優先的に選定する。ただし、現場条件（輸送可否、特殊形状など）により、導入が不適当な場合は除く。

以下に断面設定や経済性の評価が必要となった場合の留意点を示す。

- 1) 水路幅が広い場合は、部材厚が大きくなる。このため、隔壁を設けて2連とする方が部材厚を小さくでき経済的となることが多い。しかし、隔壁には流下してくる塵芥物が引っ掛かる。特に通水開始時は相当な塵芥物が流下し、隔壁に堆積する。その除去作業は容易ではなく危険な作業を伴うため、隔壁設置の要否について、施設管理者と協議する必要がある。
- 2) プレキャストコンクリートの価格は、フルーム水路と同様に製品の製作個数により決定される。ボックスカルバートの延長が短い場合、製作個数が少なく高価になりやすい。このため、施設の単体設計ではなく、水路全体を見渡して全体の製作個数を割り出し、適正な製品価格を求める必要がある。このとき、全体水理計画を振り返り、なるべく同一断面にするのが望ましい。
- 3) 簡易スラブ橋は、フルーム水路の建設後に施工する。既設利用区間での設置も可能で既設を撤去してボックスカルバートを再構築するよりも経済的である。簡易スラブ橋に用いるPC床版の規格は、表 8.3.1<sup>\*1</sup>を参照し、上載荷重と支間長に応じて床版の厚さを決定する。支間長が短ければ自動車荷重 T-25 の適用も可能である。

簡易スラブ橋 1 箇所あたりの施工に要する日数は、6 日間程度である。

表 8.3.1 横断工用 PC 床版規格表

形式	設計曲げモーメント (kN・m/m)	厚さ (cm)	断面係数 (cm <sup>3</sup> )	断面二次モーメント (cm <sup>4</sup> )	参考重量 (kg/m)	参考最大支間長 (m)			
						T-6	T-10	T-14	T-25
PC-13	46	13	2,816	18,308	325	4.1	3	2.3	
PC-14	54	14	3,266	22,866	350	4.6	3.4	2.7	
PC-15	62	15	3,750	28,125	375	5.1	3.8	3	
PC-16	71	16	4,266	34,133	400	5.6	4.3	3.4	2.2
PC-17	80	17	4,816	40,941	425	6	4.7	3.7	2.5
PC-18	90	18	5,400	48,600	450	6.5	5.1	4.1	2.7
PC-19	100	19	6,016	57,158	475	6.9	5.5	4.4	2.9
PC-20	111	20	6,666	66,666	500	7.3	5.9	4.8	3.1
PC-21	123	21	7,350	77,175	525	7.8	6.4	5.2	3.4
PC-22	135	22	8,066	88,733	550	8.2	6.8	5.6	3.7
PC-23	147	23	8,816	101,391	575	8.6	7.1	6	3.9
PC-24	160	24	9,600	115,200	600	9	7.5	6.3	4.2
PC-25	174	25	10,416	130,208	625	9.4	8	6.7	4.5
PC-26	188	26	11,266	146,466	650	9.8	8.3	7.1	4.8
PC-27	203	27	12,150	164,025	675	10.2	8.7	7.5	5.2
PC-28	219	28	13,066	182,933	700	10.6	9.1	7.9	5.5

- 4) 経済性は、現場打ち鉄筋コンクリート、プレキャストコンクリート、簡易スラブ橋について比較検討する。比較にあたっては、前述の“2.1.3 水路型式の選定”と同様に、現場条件（輸送可否、特殊形状など）について確認し、導入が不適当な場合を除き、原則、プレキャスト製品を適用する。

なお、プレキャスト製品の適用に関して、現場打ち鉄筋コンクリートとの経済比較は不要である。経済比較が必要となった場合は、プレキャストコンクリート水路のもつメリットを本体工事費以外の要素（維持管理費、仮設費等）として金額換算し、検討に加えてよい。

※1 横断工用 PC 床版規格表 ..... (参考) 山一ピーエスコンクリート(株)

## (2) 地覆および車両用防護柵

一般道の場合は、道路管理者の基準に基づき、視線誘導および用水路内への転落防止のため、地覆および車両転落防護柵を設置する。地覆の規模は、**図 8.3.1**<sup>\*1</sup>を参照して幅 60cm×高さ 25cm とし、橋面側にテーパーを設ける。地覆コンクリートは、ひび割れ防止のため、膨張材入りとする。

車両用防護柵の種別は、**表 8.3.2**<sup>\*2</sup>より、設置箇所および設計速度に応じて選定する。積雪ランクは、**図 8.3.2**<sup>\*3</sup>に示す 5 年確率最大積雪深線図による当該地域の積雪深から、**表 8.3.3**<sup>\*4</sup>に示す積雪ランクに区分する。一般的に Gr-C2-2B が採用されることが多い。

表 8.3.2 一般区間の種別適用

設置箇所	設計速度	種別	
路側	60km/h 以上	B種 【土中埋込】 Gr-B-4E Gc-B-6E Gr-B2-4E Gc-B2-6E Gr-B3-3E Gc-B3-5E	【コンクリート建込】 Gr-B-2B Gc-B-4B Gr-B2-2B Gc-B2-4B Gr-B3-2B Gc-B3-4B
	50km/h 以下	C種 【土中埋込】 Gr-C-4E Gc-C-6E Gr-C2-3E Gc-C2-6E Gr-C3-2E Gc-C3-5E	【コンクリート建込】 Gr-C-2B Gc-C-4B Gr-C2-2B Gc-C2-4B Gr-C3-2B Gc-C3-4B
歩車道境界	60km/h 以上	B種 【土中埋込】 Gp-Bp1-2E Gp-Bp2-1E	【コンクリート建込】 Gp-Bp1-2B Gp-Bp2-1B
	50km/h 以下	C種 【土中埋込】 Gp-Cp1-1.5E Gp-Cp2-1E	【コンクリート建込】 Gp-Cp1-1.5B Gp-Cp2-1B
中央帯	60km/h 以上	B種 【土中埋込】 Gr-Bm-4E Gc-Bm-6E Gr-Bm-2E	【コンクリート建込】 Gr-Bm-2B Gc-Bm-4B Gr-Bm-2B
	50km/h 以下	C種 【土中埋込】 Gr-Cm-4E	【コンクリート建込】 Gr-Cm-2B

※Gr (ガードレール) -C2 (設計速度・積雪ランク) -2B (コンクリート建込)  
 ※Gc (ガードケーブル) -C2 (設計速度・積雪ランク) -3E (土中埋込)

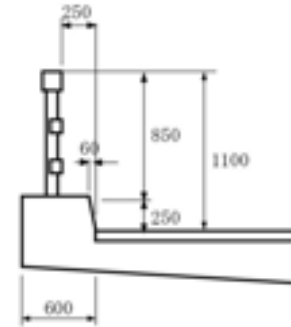


図 8.3.1 地覆構造

表 8.3.3 積雪ランク区分表

積雪ランク	5年再現最大積雪深
1	1m以下
2	1mを超え2m以下
3	2mを超え3m以下

農道や耕作道においては、車両用防護柵を設置せず地覆のみとする場合が多い。これは、農業用車両のアタッチメント幅が有効幅員を超えるためであり、設計にあたっては、実際の通行車両について施設管理者や施設利用者に確認する必要がある。

防護柵を設置しない場合の地覆の規模は、**表 8.3.4**<sup>\*5</sup>の注釈に示されており、幅 30cm×高さ 20cm とする。なお、地覆のコンクリートは、現場打ち鉄筋コンクリートのほか、二次製品ブロック (標準 L=2.0m) を使用する例もある (写真 8.3.4)。

表 8.3.4 防護柵の型式と地覆寸法(単位:mm)

形式	区分	地覆幅	地覆高さ
橋梁用車両防護柵		$600 \geq C \geq 0.1 \times \text{有効幅員}$	250
高欄兼用車両防護柵		(C:地覆幅)	
高欄		400	100

注) 根入れの浅い場合は、固定方法及び床版補強を十分検討して設計すること。  
 また、防護柵の必要のない橋梁の地覆は幅30dn、高さ20dnとする。



写真 8.3.4 二次製品ブロックによる地覆

- ※1 道路事業設計要領 p10-183 図 10-15-13 ----- 北海道土木局道路課
- ※2 道路事業設計要領 p17-11 表 17-2-2 ----- 北海道土木局道路課
- ※3 道路事業設計要領 p17-17 図 17-2-3 ----- 北海道土木局道路課
- ※4 道路事業設計要領 p17-13 表 17-2-5 ----- 北海道土木局道路課
- ※5 設計基準 農道技術書 p549 表-9.1.22 ----- 農林水産省

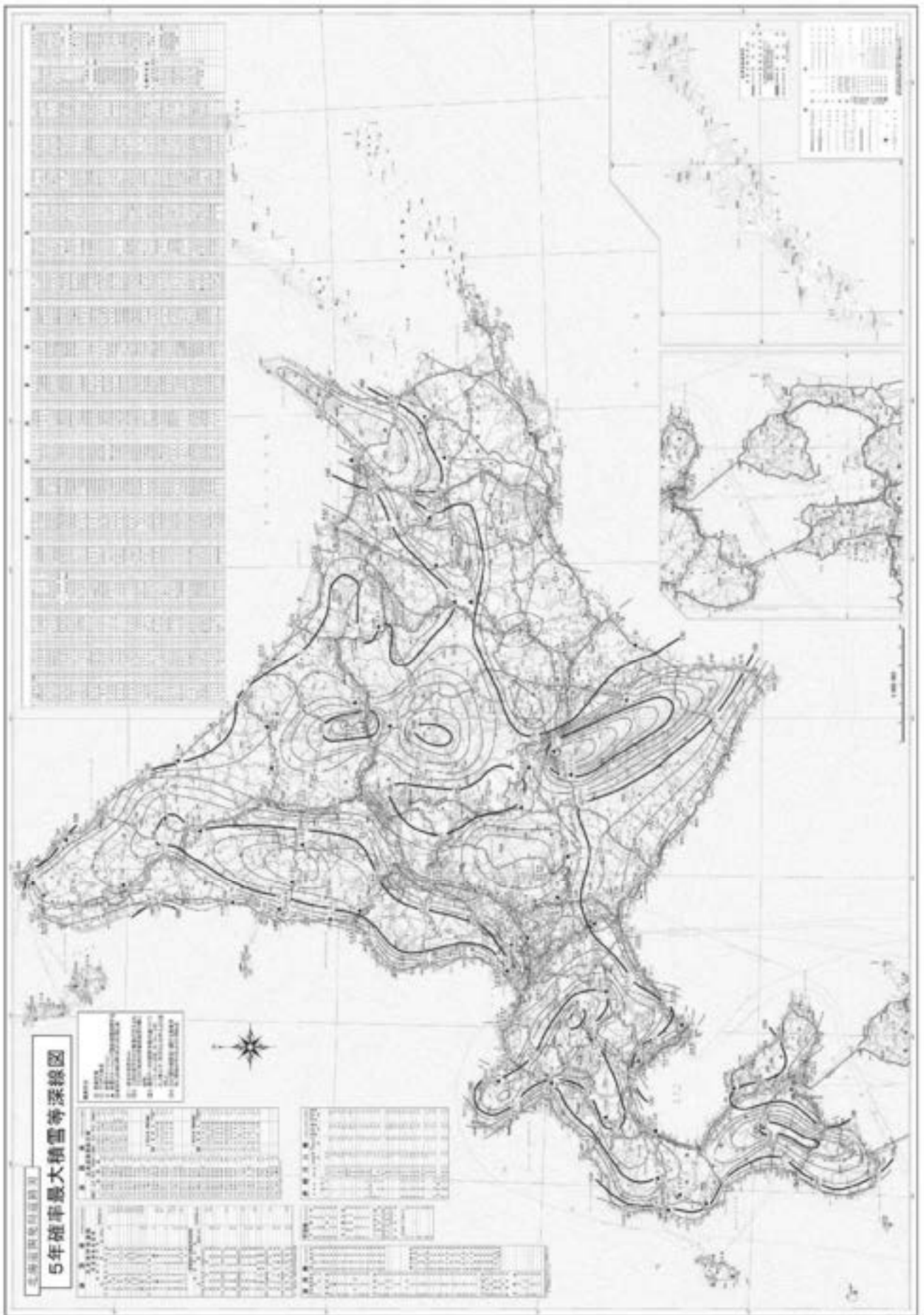


图 8.3.2 5年確率最大積雪等深線圖

### (3) 踏掛版と舗装構成

一般道の場合は、ボックスカルバートと埋戻し部に生じる段差を緩和するため、踏掛版を設置する。踏掛版の設置位置は上面を路面と並行にし、設置深さは路面下 100mm 以深として、交通量区分に応じて表 8.3.5\*<sup>1</sup>による。長さは、表 8.3.6\*<sup>2</sup>を標準とする。踏掛版の設計は、「道路事業標準設計図集」に標準図が記載されているので、参照すること。

なお、埋戻し部の面積が非常に小さく、切込砂利等の良質な材料を用いて十分な締固めを行うことができる場合は、踏掛版を設置しなくてもよい。

表 8.3.5 踏掛版の設置深さ(合計=踏掛版の設置深さ)

交通量区分		N <sub>3</sub> 交通	N <sub>4</sub> 交通	N <sub>5</sub> 交通	N <sub>6</sub> 交通	N <sub>7</sub> 交通
路面からの深さ(mm)	表層	30	30	40	40	建設部担当課と別途協議すること
	中間層	—	—	—	50	
	基層	40	40	50	50	
	上層路盤	50	50	60	—	
	合計	120	120	150	140	
一方向大型車計画交通量(台/日・方向)		100未満	100以上 250未満	250以上 1,000未満	1,000以上 3,000未満	3,000以上

表 8.3.6 踏掛版の長さ(単位:m)

橋台底面より路面までの高さ 橋台の形式	地盤の種類	普通地盤	
	裏込め材の種類	切込砂利、硬岩など 締固めによって細粒化しないもの	左記以外の材料
下記以外の形式	6m未満	設置しない	5.00
	6m以上	5.00	
中抜き盛りこぼし	全て	5.00	

注1) 設計速度80km/h未満を対象とする。

注2) 橋台背面アプローチ部の基礎地盤において、載荷重工法や深層混合処理工法など、軟弱地盤対策工により残留沈下量(100mm程度以下)を制御する場合、地盤の種類は普通地盤とする。なお、これによらない場合は別途検討する。

受台幅は 40cm を標準とし、長さは踏掛版幅の両端に 10cm 加えた長さとする。

プレキャストコンクリートにおいては、製品を受台付きで制作した場合、型枠改良費が加算される。このため、図 8.3.3 に示すように、H 形鋼 400 により代替えし、踏掛版コンクリートを一体的に打設する例がある。H 形鋼の固定は、製品の製作時にインサートを挿入してボルトで連結する。

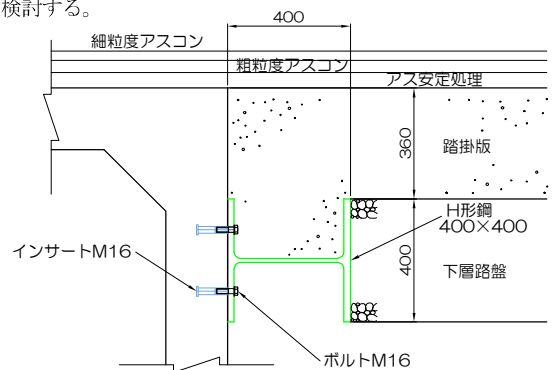


図 8.3.3 H 型鋼による受台

### (4) 排水孔

橋面上の降雨水や融雪水により水溜まりができないように表面排水を行う。表面排水が困難な場合は、ボックスカルバートの両端に排水管(φ50程度)を各 2ヶ所以上配置するのが望ましい(写真 8.3.5)。



写真 8.3.5 排水管

※1 道路事業設計要領 p10-101 表 10-8-10 ..... 北海道土木局道路課  
 ※2 道路事業設計要領 p10-102 表 10-8-11 ..... 北海道土木局道路課

## 8.4 トンネルおよび水路橋

トンネルおよび水路橋は、水路構造物のなかでも建設費が高い。このため、最小断面となるように水頭配分し、上下流の開水路よりも水路敷高を高く、あるいは低くすることがある（図 8.4.1、図 8.4.2）。

しかし、このことは水路内に常時滞水を生じることになるため、保守点検が困難となる（写真 8.4.1）。また、結氷等が生じて水路の劣化を早める原因になるので、避けた方がよい（写真 8.4.2）。

基本的には、上下流の開水路敷高と差を設けなくてもよい経済断面を設定するのが望ましい。やむを得ず敷高差を設ける場合は、使いやすく耐久性の高い水抜き工の設置など、滞水の放流施設を設ける。

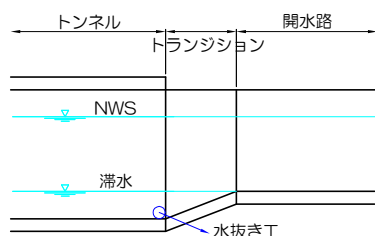


図 8.4.1 低いトンネル敷高

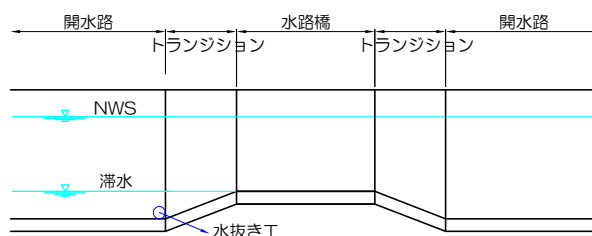


図 8.4.2 高い水路橋敷高



写真 8.4.1 トンネル区間の滞水



写真 8.4.2 水路橋上流開水路区間の結氷

### 【解説】

#### (1) 滞水除去の必要性

トンネル、水路橋は、各種水路構造物のなかでも大きな建設費を必要とする。このため、設計にあたりこれらの構造物の水路敷高を前後の水路敷高より高く、あるいは低くして水路断面を縮小し、建設費の抑制を図ることが一般に行われる。しかし、このことは、非かんがい期のおよそ8カ月にわたって水路内に滞水を引き起こす。水路内に滞水が生じると水草の繁茂、泥土や塵芥の堆積、冬期間には結氷、融解を繰り返すことから、水路の劣化を早めている。

水路規模が大きくなると滞水の深さや区間も大きくなり、滞水の排除は通常の管理では難しく、結局、放置される。なかでも泥土は水締めされた形で堆積が進み、通水障害を起こしている例もある。

水路は、他の構造物と異なり極めて薄い部材から造られているため、水中や風雪にさらされるなどの厳しい環境下におくと劣化の進行が極めて早い。なお、建設費の節減は、その構造物のみで考えるのではなく、供用後の維持管理を含め水路全体からみて対処することが重要である。

#### (2) 滞水除去対策

河川を横断する水路橋の場合は、放余水工を併設して降雨流入水や分水余剰水の排除とともに滞水を除去できるようにするのが望ましい。

簡易な水抜き工や臨時ポンプ排水施設などを設ける場合は、それが使いやすさとともに耐久性がなければ結局放置されるので、供用後の維持管理に配慮し、十分な措置をしておくことが必要である。

## 第9章 開水路の施工

### 9.1 開水路の施工要領

#### 9.1.1 基本事項

長大な延長にわたって建設される開水路は、直接、流水や風雨にさらされ、さらに苛酷な気象条件下となる冬期を過ごす。このため、開水路に用いられるコンクリートは、比較的、乾燥下におかれる道路構造物や建築物等と比べ、常に湿潤状態にあり凍害の影響を受けやすい。

フルーム水路は、側壁と底版が一体構造であり、しかも薄い部材厚であるため、わずかな施工ミスでも耐久性が大きく損なわれやすい。また、開水路工事では、一般に雨水が流入しやすい掘込み地形のなかで次々と位置を変えながらコンクリート工事が行われる。しかも、大部分が改築工事となるため落水後の施工となり、多雨、低温から寒冷地特有の降雪、凍結期に至る厳しい施工環境下におかれるのが通例である。

このような条件下で耐久性の高い良質のフルーム水路を建設することは容易ではない。これまでに経験した水路構造の劣化実態を踏まえ、部材厚の増加、側壁と底版コンクリートの連続打設工法の導入、さらにコンクリート打継目の化学的処理工法の開発など、種々の耐久性向上措置をとってきたが、一層の耐久性を高めるには施工過程における良好な管理が強く要求される。

このマニュアルでは、開水路の施工として重要な現場打ち鉄筋コンクリート工事、プレキャストコンクリート工事、土工事、仮設工事について記載し、一般的な開水路工事の施工フローに基づいた施工事例写真と施工に対する留意事項等を表形式にまとめて紹介する。

なお、施工管理の詳細については、北海道開発局「農業土木工事仕様書」等を参考にされたい。

#### 9.1.2 現場打ち鉄筋コンクリート工事

##### (1) レディミクストコンクリート

表 9.1.1\*<sup>1</sup>にコンクリートの標準配合条件表を示す。開水路では、このうちの RC-a を用いて水密性の高いコンクリートとする。

粗骨材は、一般に最大寸法の大きいものを用いれば、所要のワーカビリティのコンクリートを得るために必要な単位水量は少なくなり、所定の強度を得るための単位セメント量も一般に少なくなる。このため、最大寸法の大きい粗骨材を用いるのが経済的にも乾燥収縮を減少させるためにも、またマスコンクリートの温度上昇をおさえるためにも有利である。しかし、コンクリートの曲げ強度は、粗骨材の最大寸法が 20mm で最大となり、またコンクリートの水密性は最大寸法が小さいほど良好となる。このようなことを考慮のうえ、開水路では、粗骨材の最大寸法を 20～25mm とする。

##### (2) 品質管理

###### 1) フレッシュコンクリート

レディミクストコンクリートの荷卸し時に必要な試験は、スランブ試験（写真 9.1.1）、空気量測定（写真 9.1.2）および塩化物総量規制（写真 9.1.3）であり、完成後の構造物の強度、耐久性（水密性を含めて）に大きく影響する。表 9.1.2\*<sup>2</sup>にこれらの品質管理基準および規格値を示す。

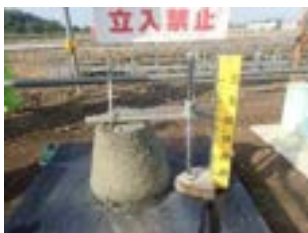


写真 9.1.1 スランブ試験



写真 9.1.2 空気量測定



写真 9.1.3 塩化物総量規制

※1 令和6年度 部内単価表（旭川開発建設部）p8 ----- 北海道開発局  
※2 土木工事施工管理基準 p2-97 ----- 北海道開発局

表 9.1.1 コンクリートの標準配合条件表

記号	設計基準強度 N/mm <sup>2</sup>	スランブ cm	空気量 %	最大水セメント比 %	粗骨材最大寸法 mm	最小単位セメント量 kg/m <sup>3</sup>	適用する構造物の代表例		
							道 路	河 川	農 業
C-1	—	8.0	4.5	—	20~25	—	基礎均し、埋戻し、縁石基礎、雨水樹等の基礎	同 左	同 左
C-1P	—	8.0	4.5	—	20~25	270			
C-4	18 (180)	5.0	4.5	55	40	—	ガードケーブル支柱基礎、内陸部の(橋台、橋脚、擁壁、管渠基礎等)無筋構造物	無筋構造物(基礎等)、床固工、天端工、法覆工、根固工等、管理橋受台、階段工、積ブロック基礎、巻止コンクリート	擁壁、サイフォン基礎、頭首工提体、落差工、ダム余水吐の溢流部基礎、小構造物基礎等の無筋構造物、ガードケーブル端末支柱、法覆工、護床ブロック、橋台、橋脚等
C-4P	18 (180)	8.0	4.5	55	40	270			
C-7	$\sigma_{bk}=4.5$ ( $\sigma_{bk}=45$ )	2.5	4.5	45	40	280	舗装工(小規模人力施工は、スランブ6.5cmとして良い)		
C-9	—	15.0	4.5 又は 4.0	50	40	370	井筒底板等の水中コンクリート		
C-10	18 (180)	8.0	5.0	55	20~25	—	胴込・裏込コンクリート、歩道舗装工、橋面の均し、覆道の均しコンクリート、勾配調整コンクリート	海上及び飛沫帯の(海水遡水上の影響部を含む)胴込コンクリート、裏込コンクリート	胴込コンクリート、裏込コンクリート 橋面均し、覆道均し
C-11	18 (180)	5.0	4.5	60	40	—		砂防ダム提体	
RC-11	30 (300)	18	4.0	55	20~25	350	場所打杭等の水中コンクリート		
T-1	18 (180)	8.0	4.5	55	40	—	トンネルの覆工(無筋構造物)		同 左
T-1P(a)	18 (180)	15.0	4.5	60	40	270	トンネルの覆工(アーチ)		同 左
T-1P(I)	18 (180)	8.0	4.5	60	40	270	トンネルの覆工(インパート)		同 左
TRC-1P(a)	24 (240)	15.0	4.5	60	40	280	トンネルの覆工(坑口部アーチ)		同 左
TRC-1P(I)	24 (240)	8.0	4.5	60	40	280	トンネルの覆工(坑口部インパート)		同 左
RC-a	21 (210)	8.0	5.0	55	20~25	280			水密性を必要とする構造物、用水路 ファームバンド

表 9.1.2 フレッシュコンクリートの品質管理基準および規格値

試験項目	試験方法	規格値	試験基準
スランブ試験	JIS A 1101	8cm ± 2.5cm	<ul style="list-style-type: none"> <li>荷卸し時</li> <li>1回/日以上、または構造物の重要度と工事の規模に応じて20~150m<sup>3</sup>ごとに1回、および荷卸し時に品質変化が認められたとき。</li> </ul>
空気量測定	JIS A 1116 JIS A 1118 JIS A 1128	5% ± 1.5%	<ul style="list-style-type: none"> <li>荷卸し時</li> <li>1回/日以上、または構造物の重要度と工事の規模に応じて20~150m<sup>3</sup>ごとに1回、および荷卸し時に品質変化が認められたとき。</li> </ul>
塩化物総量規制	「コンクリートの耐久性向上」仕様書	0.3kg/m <sup>3</sup> 以下	<p>コンクリートの打設が午前と午後にまたがる場合は、午前に1回コンクリート打設前に行い、その試験結果が塩化物総量の規制値の1/2以下の場合、午後の試験を省略することができる(1試験の測定回数は3回とする)。試験の判定は3回の測定値の平均値</p>

## 2) 硬化後のコンクリート

コンクリート構造物は、通常、材齢 28 日の圧縮強度 ( $\sigma_{28}$ ) を基準として設計するため、 $\sigma_{28}$  によりコンクリートの品質を判断するのが適切である。しかし、品質管理においては、試験の結果を速やかに工程管理に反映させることが大切であるため、早期材齢の圧縮強度あるいは温水養生供試体の圧縮強度等、早期に試験結果が得られる方法を用いて品質管理することが望ましい。

このため、材齢 7 日の圧縮強度 ( $\sigma_7$ ) を測定し、コンクリートが初期硬化過程で予想される強度に達しているかを確認する。この初期段階での強度発現は、工事の進行スケジュールや型枠の早期脱型などに重要な情報を得ることができる。また、 $\sigma_7$  と  $\sigma_{28}$  の強度結果を比較することで、コンクリートの強度発達特性を理解し、最終的な  $\sigma_{28}$  を予測することが可能になる。このことにより、品質管理のプロセスで早期に問題を特定し、必要な対策を講じることができる。

強度試験に用いるテストピース (写真 9.1.4) は打設場所で採取し、1 回につき 6 個 ( $\sigma_7 \times 3$  個、 $\sigma_{28} \times 3$  個) とし、コンクリート圧縮試験機 (写真 9.1.5) により強度を計測する。

表 9.1.3\*<sup>1</sup>にこれらの品質管理基準および規格値を示す。



写真 9.1.4 テストピース



写真 9.1.5 圧縮試験機

表 9.1.3 硬化後のコンクリートの品質管理基準および規格値

試験項目	試験方法	規格値	試験基準
コンクリートの圧縮強度試験	JIS A 1108	1 回の試験結果は指定した呼び強度の 85%以上であること。 3 回の試験結果の平均値は指定した呼び強度以上であること。 (1 回の試験結果は、3 個の供試体の試験値の平均値)	・ 荷卸し時 1 回/日以上、または構造物の重要度と工事の規模に応じて 20 ~150m <sup>3</sup> ごとに 1 回

## (3) コンクリート打設順序

コンクリートの打設は、底版と側壁の連続打設工法をとり、劣化の原因となる打継目は設けない。

側壁天端から打設するコンクリートは、ポンプ車のシュートホース等を使用して打設高さを低くする (写真 9.1.6) とともに、バイブレーターで振動を与え、材料の分離を防ぐ。

このとき、コンクリートが底版側にこぼれ出てくるが、ハンチ部型枠にハンマー等で振動を与え、ハンチ部に気泡が溜まらないようにする (写真 9.1.7)。

底版上に堆積したコンクリート重量とこれから打設する側壁コンクリート重量とのバランスをとりながら、順次、側壁部を打ち上げる。

側壁の打設が完了した後にハンチ部からこぼれ出たコンクリートを均し、底版コンクリートを打設する。



写真 9.1.6 シュートホースを用いた打設



写真 9.1.7 ハンチ部の気泡抜き

※1 土木工事施工管理基準 p2-97

#### (4) 締固め

##### 1) 基本事項

コンクリートの締固めに用いるバイブレーターは、0.4～0.6m 以下の間隔で前層に 0.10m 程度、先端が入るまで垂直に突っ込み、締固め時間は 1 カ所あたり 10～20 秒で千鳥・格子状に行うことが望ましい。決してバイブレーターを鉄筋や型枠に直接当てて振動させたり、また横に引きずってコンクリートの移動をさせてはならない。

バイブレーターが鉄筋に当たると先行しているコンクリート中の鉄筋が振動し、その周囲にブリージング水が集まり硬化後にこれが空洞化して鉄筋の付着力を損なう。

##### 2) 側壁コンクリートの締固め（写真 9.1.8）

作業位置が高く狭い幅のなかでコンクリートを打設するため、コンクリートが鉄筋に当たって粗骨材とモルタルが分離して側壁の付け根に粗骨材が集中しやすいので、適切にバイブレーターにより振動を与え、コンクリートが均等になったことを確認して打設を再開する。

また、バイブレーターをかけ過ぎるとブリージング水がどんどん上昇し、比重の大きい粗骨材が下部に偏り、上部は水セメント比の大きい脆弱なモルタルからセメントミルクになりかねない。そのまま硬化すると上部はブリージング水の上昇による細管孔や骨材下面の空洞の多いポーラスなコンクリートとなり、やがて天端付近にひび割れが発生して雨水が侵入し、これが凍結融解を繰り返してフレーク状にボロボロに風化する。

これを避けるには、透水性型枠の使用も考えられるが、最も確実な方法は、スランプ管理を厳重にするとともに、ブリージング水が溜まったときは素早く除去することが大事である。また、天端より 30 cm 位下からは少し固練りコンクリートに移行させ、上昇してくるブリージング水を混ぜるように打ち上げることが望ましい。

##### 3) 底版コンクリートの締固め（写真 9.1.9）

同じ場所でバイブレーターをかけ過ぎないことである。同じ場所を集中して締固めるとブリージング水が多量に浮き上がったり、表層に厚いモルタル層やレイタンス層ができ、硬化すると沢山のひび割れが発生する。締固め中に発生したレイタンス含みのブリージング水は、常に場外に排除する。



写真 9.1.8 側壁コンクリートの締固め



写真 9.1.9 底版コンクリートの締固め

#### (5) 打継目

フルーム水路建設の初期頃（昭和 40 年～50 年代）は打継目を設けており、この位置が不適切であったため、側壁傾倒の主要因となっていた。このことから、平成元年よりこの打継目を設けない側壁と底版の連続打設工法を原則として採用している。

ただし、側壁が高いフルームやこれと類似した矩形断面をもつ水路橋、分水工、チェック、さらにボックスカルバートなどの構造物では、コンクリートの施工上、側壁の付け根または頂部に打継目を設けなければならない。この打継目の位置が不適切であったり、打継目の表面に発生するレイタンス除去が不十分であれば、これが構造の弱点となり、側壁の傾倒、漏水、鉄筋腐食などが発生し、水路構造物の耐久性に大きな影響を与えるので、打継目の施工について慎重な管理が必要である。

## 1) 基本事項

水路構造物は、側壁と底版あるいは頂版部材が一体となって外力に抵抗するように設計される。特に、常に湿潤な環境におかれ、かつ部材厚が薄いため、一般的な土木構造物よりも高い一体性が要求される。コンクリートの施工上、部材間に打継目ができるとしても、先打ちコンクリートと後打ちコンクリートが一体となるように密着させなければならない。この密着が不十分であれば、大きな構造上の弱点となり側壁の傾倒、漏水および漏水による鉄筋腐食等が生じて、施設の耐久性を著しく低下させる（写真 9.1.10）。



写真 9.1.10 打継目からの漏水

このため、コンクリート施工にあたり、付着強度低下の要因となる打継目の表面のレイタンスと緩んだ骨材を十分に除去することが必要である。

## 2) 適切な処理方法

水路構造物のレイタンス除去は、その処理面積が小さく、かつ鉄筋が入り混んでいるため、通常、コンクリートの硬化前処理として人手によるワイヤブラッシング方法をとってきた。この方法は、レイタンス除去に適する時間が短いため、そのタイミングを判断するのが難しい。また、この作業は、かがみこんでの手作業となるため、一般に処理が疎かになりやすい。このような施工上の制約と作業の困難性を緩和するため、平成 4 年よりコンクリート打継目にグルコン酸ナトリウム等を主成分とするコンクリート硬化遅延剤を散布してコンクリート打継目の薄層部の硬化を計画的に遅らせ、処理時期を大幅に延長できる化学的処理を基本としている。

この工法は、作業性がよく、確実にしかも安価にレイタンスを除去できる。しかし、この方法もそのベースとして打継目周辺におけるコンクリートの締固めと表面の均しを十分にしておくことが必要である。

## 3) 化学的レイタンス処理作業

レイタンス除去は、硬化前処理をすることとし、その処理開始時間を工程に合わせて計画的に選択できるように、コンクリート硬化（凝結）遅延剤を利用したグリーンカットを標準とする。

以下に施工要領を示す。

### ① 遅延剤の散布と養生

打継目の表面の十分な均しが行われたことを確認した後、打継目の表面と鉄筋についたノロに所定の遅延剤をスプレーで均等に散布し（写真 9.1.11）、直ちに養生マットをかけて乾燥を防ぐ。打継目の表面の養生を忘れる例が多いので、注意する。



写真 9.1.11 遅延剤の散布状況  
(赤矢印の先が鉄筋に付着したノロ)

遅延剤（リガゾール C、ディスパライト）の使い方

- 原液のまま 1.0m<sup>2</sup>あたり 300g または 2 倍液 1.0m<sup>2</sup>あたり 600g を均等に散布し、20～24 時間後エッチングする。  
(浮水があってもよい)
- 2 倍液を 1.0m<sup>2</sup>あたり 300g 使用の場合、およそ 16 時間でエッチングする。
- 3 倍液を 1.0m<sup>2</sup>あたり 300g 使用の場合、およそ 8 時間でエッチングする。

※ 希釈倍率は、硬化を遅延させたい時間を明確にし、その時間に応じて選定する。例えば遅延剤の散布が 16 時に終了予定で、エッチングを翌日 8 時に行う予定の場合は、2 倍液（16 時間）を選定する。

② エッチング（レイタンス除去）

遅延剤の散布から 8～20 時間後、打継目の表面を 30～60kg/cm<sup>2</sup> の高圧洗浄水で深さおよそ 2～3mm 程度エッチングする（写真 9.1.12）。また、鉄筋に付着しているノロも併せて除去する。



写真 9.1.12 エッチング状況  
（赤矢印の先がエッチング済み）

③ 養生

エッチングの終了後、レイタンスが残っていないことを確認する（写真 9.1.13）。レイタンスの除去が確認されたら、後打ちコンクリートの施工直前まで打継目の表面は、再び十分な湿潤養生を行わなければならない。



写真 9.1.13 レイタンスが除去された状況

特に、この打継目部分は、鉄筋が露出しているため、床版面と比べてマットで覆いにくいいためか、無養生で放置してひび割れを発生させている例が多い（写真 9.1.14）。

打継目の養生マットは、ベルト状にしたものを側壁鉄筋かぶり面と主鉄筋の間に振り分けて敷くとやりやすい。

なお、冬期施工の防寒仮囲い内では、温度制御養生中に過剰な乾燥が起りやすいので、必ず濡れマットをかけるように注意する。



写真 9.1.14 無養生によるひび割れの発生  
（赤矢印の先がひび割れ）

④ 後打ちコンクリートとモルタル

後打ちコンクリートを施工するときは、打継目を水洗いし、モルタル（RC-a コンクリートより粗骨材を除いたもの）をおよそ 1cm 程度敷いた後、所定のコンクリートを打設する。

(6) 養生

1) 基本事項

養生の良否は、コンクリートの強度、耐久性、水密性に大きな影響を与える。養生の基本は、適度の温度と湿気（水分）である。特に、水密性は初期材齢時に著しく増進することから、この間の十分な養生が極めて重要である。

この温度と水分を与えるためには、各種の方法がある。一般には図 9.1.1 に示す方法があり、このうち最も広く用いられるのは養生マットや散水による湿潤養生である。

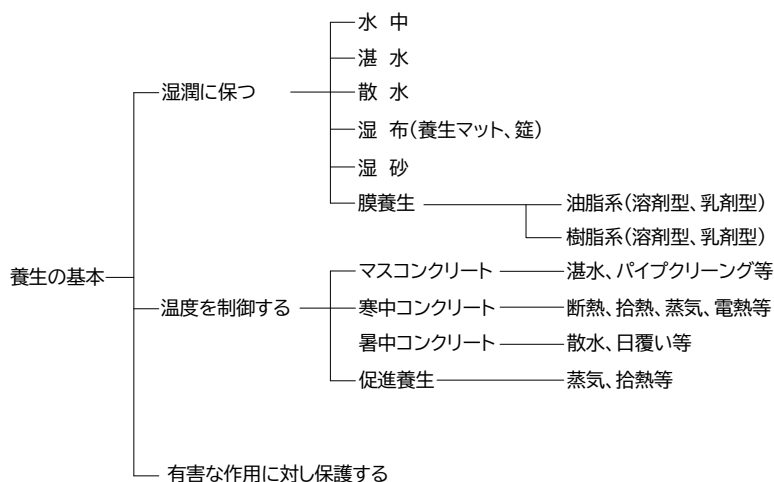


図 9.1.1 養生の基本

## 2) 湿潤養生

コンクリートは打設後、硬化を始めるまでシートなどで日光の直射、風等による水分の逸散を防がなければならない。表面を荒らさずに作業ができる程度に硬化したら、露出面（底版、側壁天端、打継目等）を湿った養生用マットで覆うか、散水を行い湿潤状態を保つ（写真 9.1.15、写真 9.1.16）。

湿潤養生の期間は、日平均気温およびセメントの種類に応じて表 9.1.4 に示すとおりであり、この期間の養生の良否がコンクリートの品質に最も大きな影響を与える。なお、冬期施工に至る前の温度制御養生は、通常、保温シート等でコンクリート露出面を覆う方法を用いる。

表 9.1.4 湿潤養生期間

日平均気温	普通ポルトランド	混合セメント B 種	早強ポルトランド
15℃以上	5 日	7 日	3 日
10℃以上	7 日	9 日	4 日
5℃以上	9 日	12 日	5 日



写真 9.1.15 養生用マットの設置



写真 9.1.16 散水養生状況

## 3) 冬期の防寒養生

まだ固まらないコンクリートの凍結温度は、水セメント比や混和材料の種類およびその量によって異なるが、おおよそ $-0.5\sim-2.0^{\circ}\text{C}$ とされている。このため、日平均気温が $4^{\circ}\text{C}$ 以下になるような気象条件のもとでは、凝結硬化反応が著しく遅延し、夜間、早朝ばかりでなく日中でもコンクリートが凍結するおそれがあるので、寒中コンクリートとして防寒養生が必要となる（写真 9.1.17、写真 9.1.18）。



写真 9.1.17 雪寒仮囲い工の設置



写真 9.1.18 特殊養生(給熱養生)

以下に寒中コンクリートの養生の管理要点を示す。

- ① 初期凍害を防止するためには、少なくとも圧縮強度 $4\text{N}/\text{mm}^2$ 以上が必要である。そのためには、打設後のコンクリート養生温度を $5^{\circ}\text{C}$ 以上に保ち、3日間以上にわたって完全な養生を行うことが必要である。
- ② 養生の終了は、コンクリートの圧縮強度を $15\text{N}/\text{mm}^2$ 以上確保するまで必要である。そのためには、7日間以上にわたってコンクリート養生温度を $5^{\circ}\text{C}$ 以上に保つとともに、養生終了後、さらに2日間は $0^{\circ}\text{C}$ 以上に保ち、急冷を防ぐことが必要である。
- ③ コンクリートは、打設後の初期に凍結しないように十分に保護し、特に風を防がなければならない。
- ④ コンクリートに給熱する場合、コンクリートの急激な乾燥や局部的に熱せられないようにしなければならない。特に、仮囲いでの給熱養生は、異常な乾燥となることが多いので注意する。

### 9.1.3 プレキャストコンクリート工事

#### (1) クレーンの選定

クレーンの型式・規格は、製品の重量、工事用道路幅、作業半径等、様々な条件により選定する。工事用道路幅が狭小な現場ではアウトリガーの張出が困難なため、クローラクレーンを選定する。十分な工事用道路幅が確保されている現場では、ラフテレーンクレーンを選定することが一般的である。クレーンのアウトリガー、キャタピラーの張出位置には、敷鉄板を布設する。

クレーンの規格は、横断方向の作業半径（図 9.1.2）および縦断方向の作業半径（図 9.1.3）の大なる方と製品重量からクレーン性能を照合して選定する。

例えば、製品重量 7.5t、フック等の吊具重量を加算して 8.2t の場合、50t クローラクレーンの限界作業半径は、表 9.1.5 の性能表より R=12m である。事例として横断方向の作業半径 R=6.8m、縦断方向 R=10.0m とすると 50t クローラクレーンでの設置が可能である。

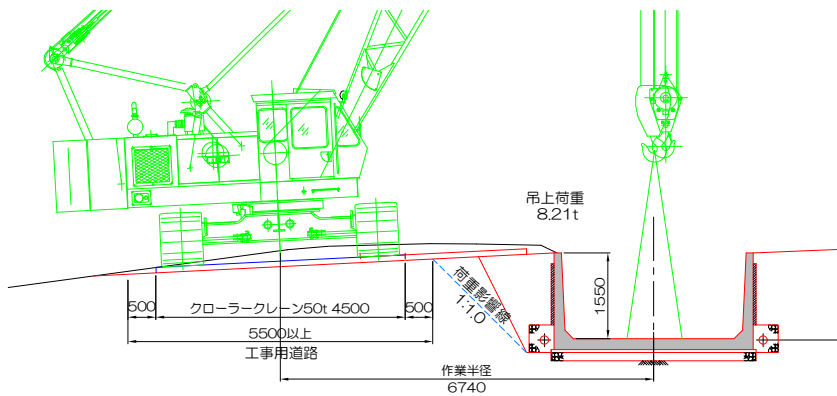


図 9.1.2 50t クローラクレーン 横断方向作業半径例

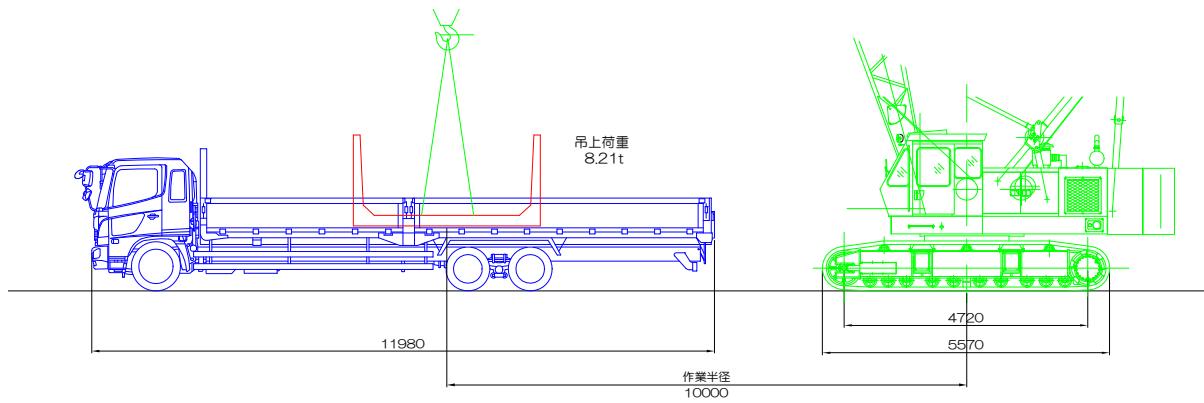


図 9.1.3 50t クローラクレーン 縦断方向作業半径例

表 9.1.5 50t クローラクレーン性能表(単位: ton)

作業半径	9.1 (30)	12.2 (40)	15.2 (50)	18.3 (60)	21.3 (70)	24.4 (80)	27.4 (90)	30.5 (100)	33.5 (110)	36.6 (120)	39.6 (130)	42.7 (140)	45.7 (150)	48.8 (160)	51.8 (170)
3.5	3.5m(11.5)	3.5m(11.5)													
3.8	30.0	30.0													
4.0	48.0	48.0	4.0m(13.1)	4.5m(14.8)											
5.0	35.1	35.0	35.0	34.9	5.0m(16.4)	5.0m(16.4)									
6.0	28.4	28.4	28.3	28.3	26.2	26.2	6.1m(20.0)	6.0m(19.7)							
7.0	21.1	21.0	21.0	20.9	20.9	20.8	20.8	20.7	7.2m(23.6)	7.2m(23.6)					
8.0	17.5	17.5	17.4	17.4	17.3	17.3	17.2	17.1	17.1	8.3m(27.2)	8.3m(27.2)				
9.0	14.9	14.9	14.8	14.8	14.7	14.7	14.6	14.6	14.5	14.5	14.4	14.4	13.3m(43.7)	13.3m(43.7)	
10.0	9.1m(29.7)	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0
12.0		17.0m(55.8)	10.1	10.1	10.0	10.0	9.9	9.9	9.8	9.8	9.7	9.7	9.6	9.6	9.5
14.0			8.3	8.3	8.2	8.2	8.1	8.1	8.0	8.0	7.9	7.9	7.8	7.8	7.7
16.0				17.0m(55.8)	7.0	6.9	6.8	6.7	6.7	6.6	6.6	6.5	6.5	6.4	6.3
18.0					17.0m(55.8)	5.9	5.8	5.7	5.7	5.6	5.6	5.5	5.4	5.4	5.3
20.0						18.0m(59.0)	5.0	4.9	4.9	4.9	4.8	4.8	4.7	4.6	4.5
22.0							4.4	4.3	4.2	4.1	4.1	4.0	3.9	3.9	3.8
24.0								18.0m(59.0)	3.6	3.7	3.6	3.5	3.4	3.4	3.3
26.0									24.0m(78.7)	3.2	3.2	3.1	3.0	2.9	2.8

## (2) 工事用道路

設置工事には、クレーンおよび運搬用トラックを使用する。工事用道路幅は、施工現場で使用する車両の最大幅員に路肩 50cm×2 を加えたものとする（図 9.1.4）。

工事用道路幅が確保できない場合は、大型土のうを設置して拡幅することを検討する（図 9.1.5）。地形条件の制約や用地制限がある場合には、工事用道路の盤下げをして道路幅員を確保する方法（図 9.1.6）などを検討する。工事用道路の併設が困難な場合には、後述の“(4)狭隘部等の特殊な現場条件における施工方法”を参照すること。

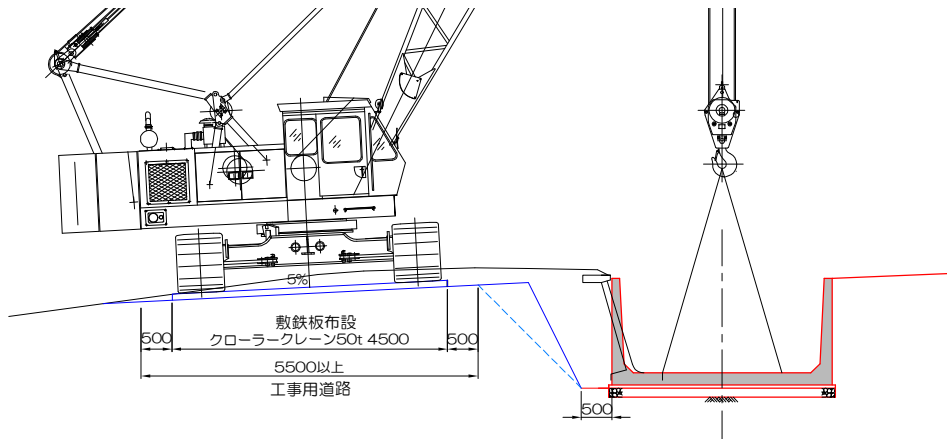


図 9.1.4 工事用道路標準断面図

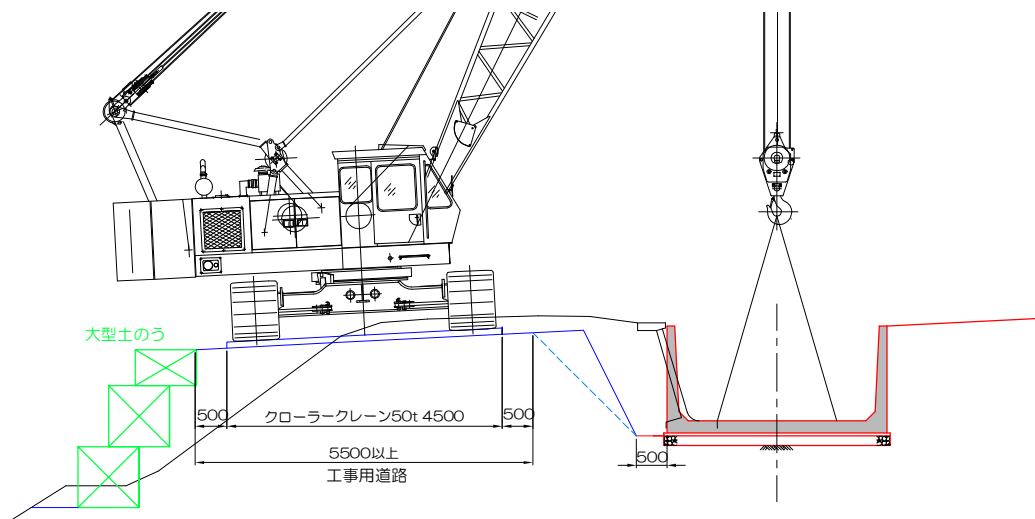


図 9.1.5 大型土のうによる工事用道路の拡幅例

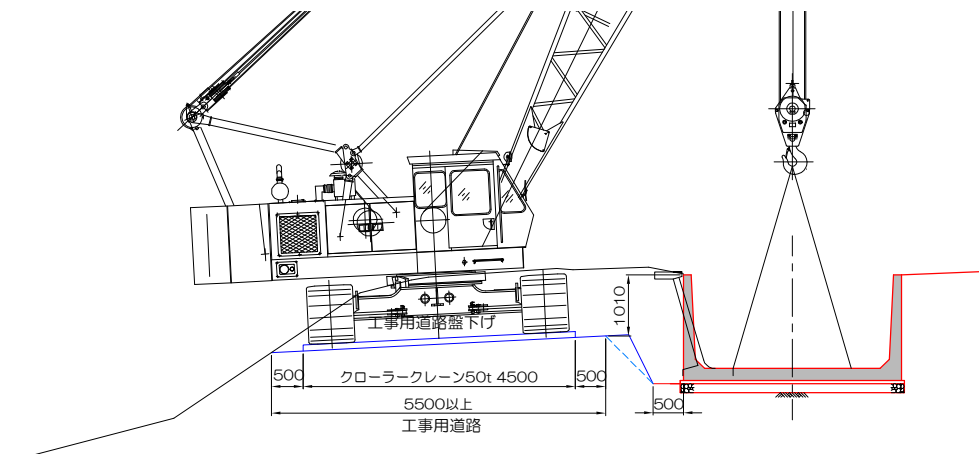


図 9.1.6 盤下げによる工事用道路幅の確保例

### (3) アクセス道路

一般道と施工現場を結ぶアクセス道路の事情は様々である。現在の道路状況で施工現場へ搬入可能な場合もあれば、新たにアクセス道路の設置が必要な場合もある。

アクセス道路は、最重量車両であるクローラークレーン運搬時のセミトレーラー（30t：図 9.1.7）や、最多頻度通行となるプレキャストコンクリート運搬のトラック（10t：図 9.1.8）の通行を考慮し、線形や幅員、隅切り等を検討する必要がある。

図 9.1.9 に 30t セミトレーラー、図 9.1.10 に 10t トラックの出入時の必要隅切り幅の例を示す。

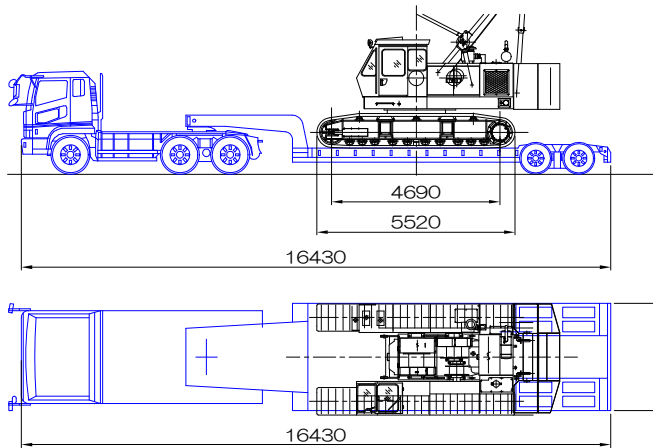


図 9.1.7 30t セミトレーラー車両寸法

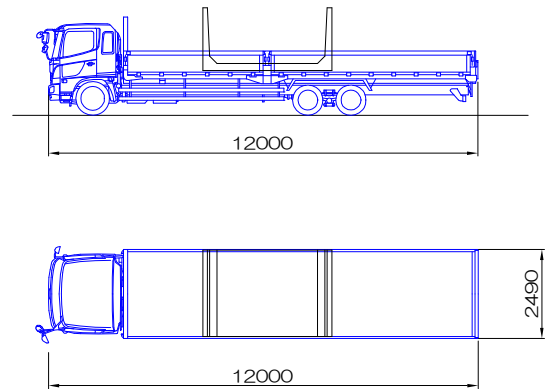


図 9.1.8 10t トラック車両寸法

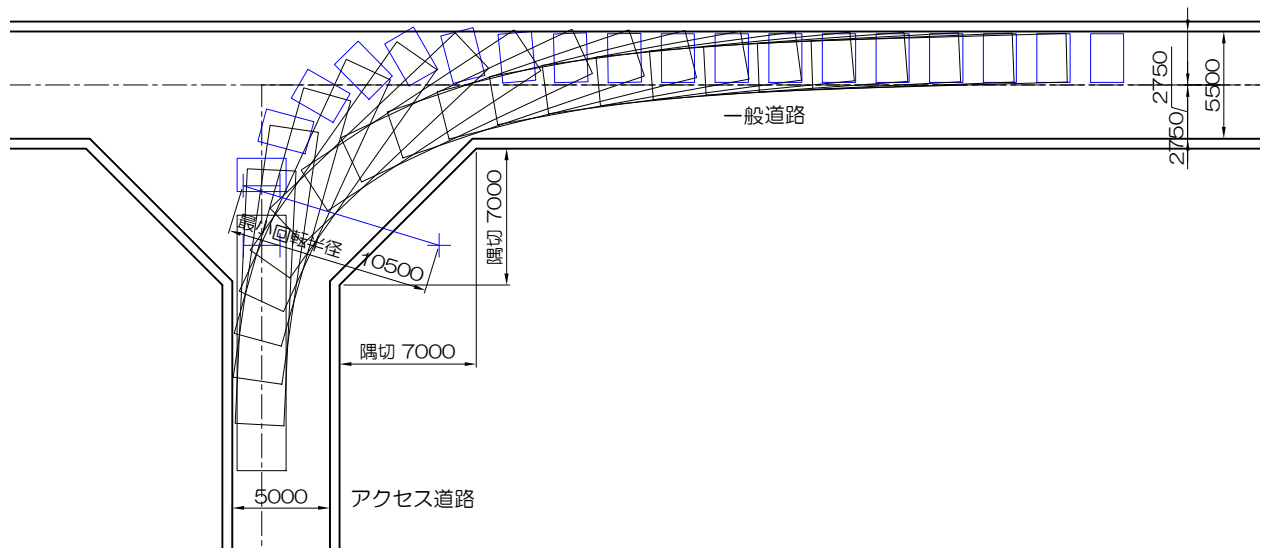


図 9.1.9 30t セミトレーラー出入時の必要隅切り幅例

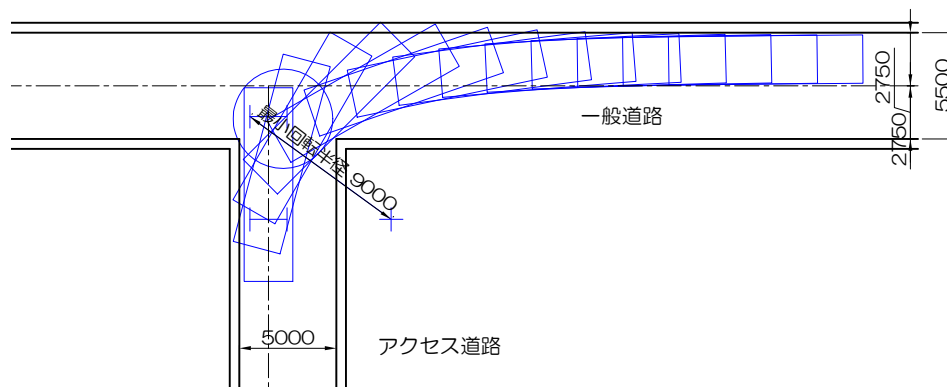


図 9.1.10 10t トラック出入時の必要隅切り幅例

アクセス道路が用水路敷地以外となる場合や歩道等がある場合は、隅切り等の工事が困難であるため、**写真 9.1.19** および**写真 9.1.20** に示すように、トレーラーの軌道範囲に敷鉄板を布設して歩道等を養生する。新設の場合や縦断線形の調整が必要な場合は、歩道、縁石を撤去・復旧する。

また、土地使用に関する協議が必要である。協議図書には、仮設図のほかに位置図、地番合成図、使用面積求積図、全部事項証明書（写し）、公図（写し）を添付する。



写真 9.1.19 敷鉄板の布設



写真 9.1.20 歩道部の養生

#### (4) 狭隘部等の特殊な現場条件における施工方法

用水路沿いにクレーンを配置する十分なスペースがない場合は、他の施工方法を検討する必要がある。代表的な工法には、自走式搬送工法、横引き工法等がある。挿し込みタイプの目地の設置を行う場合は、繊細な施工が求められるため、目地材設置時における微調整の容易性、モルタル敷均しやグラウト注入の確実性および日施工量の大小を考慮する。一般的には、自走式での工法が有利であることが多く、そのなかでも最も施工幅が少なく、かつL=5.0mの製品の搬送が可能である自走式搬送工法（リフトローラー工法：NETIS CB-990105-VE※2017/4/20 掲載終了）を適用する例が多い。

この工法は、プレキャストコンクリート水路の搬送から据付までの一連の作業を連続的に行うことができるものである。曲線部の施工も可能で縦断方向の勾配施工も10%まで対応可能である（**写真 9.1.21**、**写真 9.1.22**）。搬送機には様々なタイプがあり、搬送重量は2tから50tまでで適用範囲が非常に広い（**写真 9.1.23**、**写真 9.1.24**）。ただし、自走式工法を採用する場合は、一般的なクレーン設置作業における仮設から、以下の事項の変更が必要になる。

- ① 均しコンクリートを基礎コンクリートに変更する（増厚5cm→15cm）。
- ② 基礎コンクリートは有筋構造にする（D13@250 シングル）。
- ③ 基礎コンクリートの余裕幅を変更する（5cm→最低10cm）。
- ④ 水路吊り下げスペースを確保する（自走式搬送機の搬出入も考慮する）。



写真 9.1.21 自走式搬送工法 施工例



写真 9.1.22 自走式搬送工法 施工例



写真 9.1.23 ハング式 15t



写真 9.1.24 ハング式 25t

## (5) 設置方法

### 1) 準備工

基礎砂利(厚さ  $t=15\text{cm}$ ) を敷均す(写真 9.1.25)。均しコンクリートを打設する場合は、厚さ  $t=5\text{cm}$  とし、均しコンクリートの仕上げ高は、(水路計画高-底版厚- $15\text{mm}$ ) とする(写真 9.1.26)。打設完了後、均しコンクリート上にプレキャストコンクリート水路の外側寸法、バレル割を墨出しする。また、目地両端部にセンター位置をマーキングする。



写真 9.1.25 基礎砂利敷均し



写真 9.1.26 均しコンクリート打設

### 2) ライナープレート設置

プレキャストコンクリート水路の底面はコテ仕上げであるため、多少の不陸がある。この調整は、敷モルタルで行うが、事前に布設高さの基準となるライナープレートを設置する(写真 9.1.27)。ライナープレートは、墨出し位置より内側に 4~6 箇所設置し、長手方向を上下流方向に合わせる(図 9.1.11)。ライナープレート位置をチョーク等でマーキング(写真 9.1.28)してレベル計測し、ライナープレートの重ね枚数を決定する。さらに、ライナープレートを設置した後、ライナープレート上面の高さを計測し、水路の鉛直方向の設置位置を確認する(写真 9.1.29)。ライナープレートには厚みがあるため、水路の設置高さを正確には設定しきれないが、鉛直方向の設置位置が底面四隅においても許容範囲(水路計画高-底盤厚)を超えないように留意する。



写真 9.1.27 ライナープレート

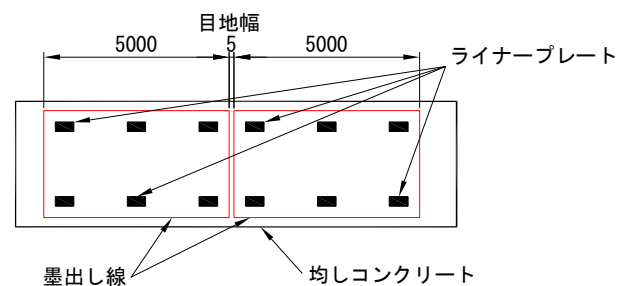


図 9.1.11 プレートの設置箇所例



写真 9.1.28 墨出し、マーキング



写真 9.1.29 ライナープレート設置完了

### 3) 敷モルタル敷均し

モルタルは、セメント 1：砂 3 程度（重量比）の配合とし、ミキサー等で攪拌して製作する（写真 9.1.30）。均しコンクリート上に型枠を設置してそのなかに撒出し（写真 9.1.31）、ぬき板や専用治具により均等に敷き均す（写真 9.1.32）。ライナープレートのみで水路の荷重を受けると均しコンクリートが破壊されてしまうので、モルタルはライナープレート上面より 1～2mm 程度高い位置まで全面に敷き詰めて、この敷モルタルで水路の荷重を受けるようにする。モルタル敷均し完了後は、型枠を取り外す。降雨や降雪時には、ブルーシート等で養生する（写真 9.1.33）。



写真 9.1.30 攪拌機



写真 9.1.31 敷モルタル撒出し



写真 9.1.32 敷モルタル敷均し



写真 9.1.33 養生

### 4) プレキャストコンクリート水路の仮設置

墨出し位置に水路を仮設置する（写真 9.1.34）。吊り上げ時には他の障害物との接触に注意し、必要であれば、吊具にチェーンブロックを使用してバランスを調整する。特に異形製品の吊り上げの際には吊り上げバランスに留意が必要である。仮設置した水路の底版上面の四隅のレベルを計測する（図 9.1.12）。

水路の基準高の規格値は±30mm ではあるが、挿し込みタイプの目地工法による実施工では、規格値を±3mm で施工管理している事例が多いようである。施工後の仕上がりとしては、施設管理者の維持管理（土砂上げ等）における作業性を考えると、規格値内であっても、できる限り高さは均一で凹凸のない状態が望ましいため、設置高さの調整は重要である。



写真 9.1.34 水路の仮設置

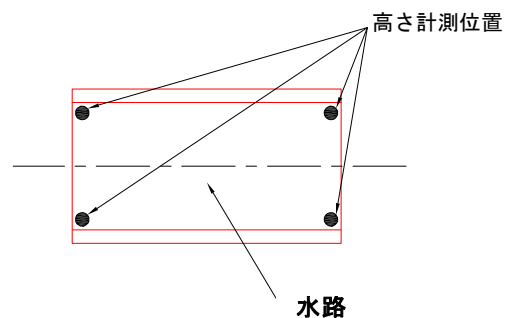


図 9.1.12 高さ計測位置

## 5) 敷モルタルの接触状況の確認

仮設置時の水路の高さが許容範囲内であれば、水路を一度吊り上げて、敷モルタルと底版の接触の状態が必要条件（敷モルタルと水路底面が概ね7割程度の範囲で接触）を満たしていることと、ライナープレート周辺の敷モルタルが水路底面に接触していることを確認する（写真 9.1.35）。ライナープレートに直乗りしている場合は、均しコンクリートを破壊するおそれがあるので、接触の状況確認は重要である。接触の状態が必要条件を満たしていない場合には、水路の設置高さが許容値内に収まり、かつ接触状況が条件（敷モルタルと水路底面が概ね7割程度接触）を満たすまで上記手順3）からの作業を繰り返す。必要条件が満たされた後は、敷モルタルを横から突き固める（写真 9.1.36）。

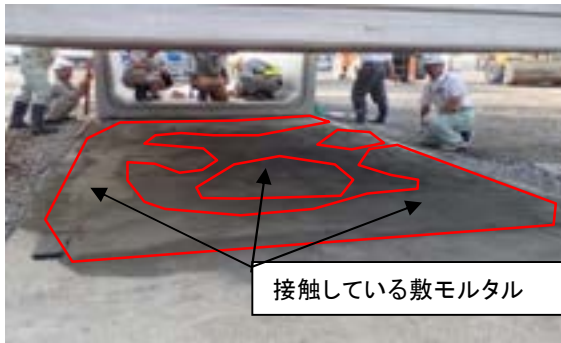


写真 9.1.35 敷モルタル接触状況確認



写真 9.1.36 敷モルタル突き固め

## 6) 目地材・ジョイントゴム取り付け

水路を一度持ち上げ、先行設置箇所と後設置箇所の目地に樹脂を充填する（写真 9.1.37）。充填材の充填量を専用治具で確認する（写真 9.1.38）。ジョイントゴムは、後設置箇所に取り付ける（写真 9.1.39）。

これらの作業は、敷モルタル上の作業となるため、事前に歩み板などを敷き、敷モルタルを乱さないようにする（写真 9.1.40）。



写真 9.1.37 充填材注入



写真 9.1.38 専用治具による充填量の確認



写真 9.1.39 ジョイントゴム取り付け



写真 9.1.40 簡易足場設置

### 7) プレキャストコンクリート水路の設置・引き込み

先行設置箇所から 5cm 程度離れた位置に一度仮置きし、その後、割付墨、中心の通り、ライナープレートのズレの有無を目視で確認しながら、レバーブロックを使用して左右同時にゆっくり引き込む（写真 9.1.41）。引き込み時は、継目部付近の敷モルタルを撤去して目地への侵入を防ぐこと。

なお、レバーブロックを用いた設置では、荷重 1t 以下を目安とし、これを超える場合は別の方法での引き込みを検討する。横断方向や左右の微妙なズレは、バール等で微調整を行う（写真 9.1.42）。このとき、水路の部材端の損傷に注意し、目地間隔は 3~7mm（挿し込みタイプの目地工法の場合、設計目地幅 5mm±2mm）程度で管理する。



写真 9.1.41 レバーブロックによる引き込み



写真 9.1.42 バールによる微調整

### 8) 最終確認

設置した水路の底版上面の四隅をレベル計測する。目地部の縦ズレ・横ズレ・目地間隔が許容範囲内であることを確認する（写真 9.1.43）。設置完了後、敷モルタルの流出を防止するため、両サイド（縦断方向）をモルタルで仕上げる（写真 9.1.44）。



写真 9.1.43 目地間隔確認



写真 9.1.44 流出防止モルタル打設

### 9) 設置完了



写真 9.1.45 幌加内幹線用水路



写真 9.1.46 倶知安幹線用水路

## (6) 管理指針

### 1) 準備工

- ① 均しコンクリートの仕上げ高は、水路計画高－底版厚－15mm とすること。
- ② 必要に応じて均しコンクリートおよびフルーム底版下面を濡らさないようにブルーシート等で保護すること。
- ③ 水路の目地部は、ゴミ、汚れ、水分等の不純物を取り除き養生すること。

### 2) ライナープレート設置

- ① ライナープレートの設置箇所数は、水路の規格により選定する。(L=2.4m であれば 4 箇所、L=5.0m であれば 6 箇所が目安)
- ② ライナープレート同士の固定は、凸部を重ねて固定するタイプや釘で固定するタイプ等、製品によって違いがあるため、取扱説明書をよく確認して使用すること。
- ③ 設置の際、ライナープレートが移動する可能性があるため、必ずマーキングすること。
- ④ ライナープレートの組み合わせは、設置枚数が少なくなるようにすること。

### 3) 敷モルタル敷均し

- ① 敷モルタルの配合は、セメント 1 : 砂 3 程度 (重量比) とする。
- ② 敷モルタル厚は 15mm 以内を目安とする。
- ③ 降雨・降雪時は、敷モルタルが固まるので、仮囲い等で養生するか施工を中止すること。
- ④ 均しコンクリートが濡れている場合は、ガスバーナー等で水分を除去すること。

### 4) プレキャストコンクリート水路の仮設置

- ① 設置高と測定高の規格値 (許容範囲) は、仕様書より±30mm とする。挿し込みタイプの目地工法による実際の施工では、規格値を±3mm で施工管理している事例が多いようである。施工後の仕上がりとしては、施設管理者の維持管理等を考慮し、できる限り高さは均一で凹凸のない状態が望ましいため、設置高さの調整は重要である。
- ② ライナープレートのみで水路の荷重を受けると、均しコンクリートを破壊するので、敷モルタルはライナープレートよりも 1~2mm 程度高く設置し、敷モルタルで荷重を受けるようにすること。

### 5) 敷モルタル設置状況の確認

- ① 敷モルタルと水路の底面が、概ね 70%以上接触していることを確認すること。
- ② ライナープレート周辺の敷モルタルと水路の底面が接触していることを確認すること。
- ③ 接触の状態が不十分な場合は、敷モルタルを調整すること。

### 6) 目地材・ジョイントゴム取付

- ① 目地にゴミ、水分等が付着している場合は、ウエスやバーナー等で除去すること。
- ② ブロアで除去する場合は、敷モルタルの吹き飛ばしに注意すること。
- ③ 樹脂の練り混ぜは、雨等の影響を受けないように屋根の下で行うこと。

### 7) プレキャストコンクリート水路の設置・引き込み

- ① 引き込み時は、継目部付近の敷モルタルを撤去して目地への侵入を防ぐこと。
- ② 引き込み時の目地間隔は 3~7mm 程度 (挿し込みタイプの目地工法の場合) とする。ただし、製品誤差もあることから、引き込みでは目地間隔よりも中心線の通りを優先すること。

### 8) 最終確認、設置完了

- ① 目地部に大きなズレが生じた場合は、監督職員と協議し、必要な対策をとること。

## 9.1.4 土工事

### (1) 掘削のための補足調査

補足調査には、直接掘削作業に関する地盤調査（地表付近の土質、地下水の状況等）と施工計画等に関係する環境調査がある。本来これらは、設計調査や工事实施調査の段階で完了しているものであるが、施工段階において現場状況が著しく異なる場合があるので、確認すること。

### (2) 掘削および床掘り

掘削は、できるだけ必要範囲以外の部分を緩めることのないように所定の深さに掘り下げ、かつ不陸のないように行う。掘削による緩み等で基礎地盤の支持力等が変化し、設計諸元との間に相違がある場合には、構造物の安全性について確認しなければならない。

また、掘削高さが大きい場合や軟弱な地質、地下水の豊富な地盤等では、掘削法面の安全性について円弧すべり面法等を用いて確認する必要がある。さらに、工事に支障のある湧水等は、ポンプあるいは排水溝等を設けて排除し、ドライワーク工法で実施するのが望ましい。

### (3) 法面仕上げ

法面は、設計図書に示す勾配で仕上げる。法面が不安定な場合や岩、転石の露出または湧水等により施工が困難な場合には、設計諸元等を再検討し、法面の安全性の確認を行う。特に、湧水等により法面がすべり破壊を起こすような場合には、水に伴う背面土圧の増加により構造物の安定性に大きく影響することになるので、十分な対策を立てなければならない。

### (4) 埋戻し

埋戻し土は、基本的に工事発生土を使用するが、作業前に雑物を除去し、構造物に影響を与えないように十分注意して作業を行わなければならない。原則として水中埋戻しは行ってはならない。また、冬期施工では、積雪の混入や埋戻し土が凍結することがあるため、翌春に再転圧を行うなど安全フェンスの設置と併せて追加工事を実施する必要がある。

### (5) 締固め

締固め作業は、あらかじめ設計図書に定められた締固め仕様（使用機種、層厚、転圧回数）に則って、当該現場の含水比、気象条件を考慮して適切に実施する。締固め作業にあたっては、次のことを特に注意する。

- ① 締固め機械は、その通過軌跡を十分重ね合わせるものとする。
- ② 盛土路体は、凹部から施工を始め、各層を水平に締固めながら逐次所定の高さまで盛上げるものとする。
- ③ 構造物の隣接箇所や狭い箇所は使用機種等に留意し、入念に締固めなければならない。

### (6) 余盛り

側壁背面の埋戻し土では、冬期施工に伴う凍結土砂や雪の混入あるいは経年収縮を要因とした沈下が起こることがある。背面土高を側壁天端に合わせてレベルで仕上げたのでは、やがて側壁が突出して側壁背面が凹部となり、雨水が側壁背面へ浸入しやすくなることが予想される。特に、側壁高が高く埋戻し土量が多くなる場合には、沈下量も増大する。このような場合には、側壁背面土の泥濘化や過剰な水圧作用、凍上被害の誘発などを防止するため、高さ 10cm 程度の余盛り整形を行うのが望ましい。

## 9.1.5 仮設工事

### (1) 一般事項

開水路の仮設工事においては、事前の計画と調査が重要である。工事の目的、規模、期間等の基本的な事項を明確にし、関連する法規制や環境影響評価を考慮する必要がある。また、工事使用地、アクセス道路、隣接家屋等との関連による施工条件等を十分に考慮する。仮設計画の良否は、工事全体の施工方法とも関連し、経済的にも大きく影響することになる。このため、現場条件、一般道路とのアクセス方法、周辺の農地や家屋等への配慮、工事使用地の復旧方法等を十分把握し、過不足とならないように仮設計画を立てなければならない。

仮設工事は、工事の施工に直接必要となる工事と現場事務所など間接的に必要となる工事とに分類されるが、本マニュアルでは、工事の施工に直接必要となる仮設工事について検討しなければならない留意事項を述べる。

### (2) 仮設工事における設備の分類

仮設工事に使用される設備は、その機能により大きく分類される。水路の掘削には重機等が必要であり、土木作業には様々な工具や仮設の構造物が用いられる。また、工事期間中の安全を確保するための安全設備も重要である。直接仮設工事における設備は、共通的な設備と個別的な設備とに大別され、それぞれ表 9.1.6 のように分類される。

共通的な設備は、工事の規模、作業量、運搬資材の量および工期等に応じて適切な規模と内容を有するものとしなければならない。また、個別的な設備は、使用目的、使用期間等に応じて定めるとともに、作業中の衝撃、振動等を加味した条件においても十分に安全な構造となるようにしなければならない。

仮設備を安易に考えると大きな事故に繋がることもあるので、本工事と同様、十分に留意して設計を行わなければならない。

表 9.1.6 直接仮設工事における設備の分類

共通的な設備	個別的な設備
① 工事用道路（現場内道路、アクセス道路等）	① 土留工（掘削補助、家屋保護等）
② 電気設備（受配電設備、送電線設備）	② 支保工
③ 給水設備（取水設備、給水管その他設備）	③ 足場工
④ 材料置場（工事用材料、仮設材の置場）	④ 型枠工
⑤ 排水設備（ポンプ、排水溝）	⑤ 防護設備（安全柵、防音壁等）
⑥ 通信照明設備	⑥ 安全施設
⑦ 機械設備（コンプレッサー、クレーン等）	⑦ 掘削土仮置場

### (3) 準備および後片付け

工事開始前には、現地の状況を詳細に調査し、必要な設備や材料の準備を行う。また、工事終了後は、仮設備の撤去や現場の復旧を迅速に行い、環境への影響を最小限に抑えるとともに、施設管理者や隣接地権者との間に問題が生じないように誠意をもって対処しなければならない。

開水路工事における準備および後片付け作業は、工事内容、規模、現場の状況によって異なるが、一般的には、①用地手配・確認、②既設水路等障害物の処理、③測量、④工事現場の保安、⑤既設水路の改築・代替および仮廻しなどの調整、⑥本工事に含まない復旧、⑦後片付け清掃のような作業がある。

### (4) 排水設備

工事施工中は、常に降雨や湧水等による湛水を生じないように、排水設備計画を立てなければならない。特に構造物の基礎地盤処理については、完全ドライワーク工法を基本とし、その処置方法を十分検討したうえで行わなければならない。

排水を集める手段として、低いところに自然流下させる「重力排水」と真空圧などによって水を吸引する「強制排水」がある。一般に重力排水には釜場排水工法、強制排水にはウェルポイント工法が多く用いられており、その概要と一般的事項は、次のとおりである。

## 1) 釜場排水工法

掘削基盤面下に仮排水路と集水柵を組合せ、工事区域内の水を掘削面より一段低くした釜場に集めてポンプで排水する工法である。

湧水または降雨等を集水する釜場は、湧水箇所および工事施工条件等を考慮してその設置場所を選定する。また、釜場の構造は、排水量、工事現場の土質、地下水状況、施工方法、施工期間等を勘案して決定する。

工事により排出した泥水およびセメント混入水等の濁水が放流先に影響を及ぼすと考えられる場合は、**図 9.1.13** に示すような濁水処理施設を設置して汚濁処理を行うものとする。濁水処理施設は、**図 9.1.14** に示すノッチタンクによる自然沈殿とし、ヤシガラマット等によるフィルターを設置して濁水の流出を防止する例が多い。

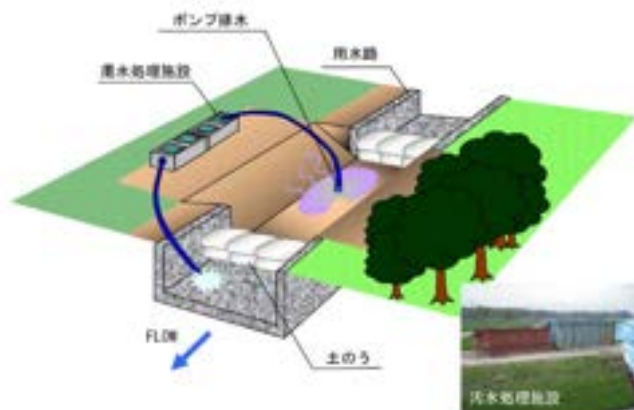


図 9.1.13 濁水処理施設の設置概要図

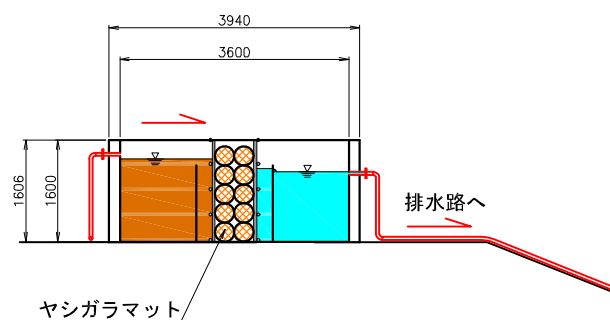


図 9.1.14 ノッチタンク  
(フィルター設置、上澄み放流、10m<sup>3</sup>の例)

## 2) ウェルポイント工法

ウェルポイントと呼ばれる集水パイプを地中に埋込み、地表に設置した真空ポンプに連結し、地下水を強制的に吸い上げる工法である。

この工法は、土の透水係数が  $1 \times 10^{-3} \sim 1 \times 10^{-4} \text{cm/s}$  程度の場合に特にその効果が大きいとされ、釜場排水では、対処できない場合等に採用されている。ただし、釜場排水工法に比較して深く広い範囲にわたって地下水を強制的に吸い上げるために、地下水位の低下が工事現場内のみにとどまらず周辺地域の地下水位も低下させ、近傍の井戸枯れや地盤沈下を引き起こすおそれがあるので、事前の調査を十分に行っておかなければならない。

## (5) 安全施設

### 1) 照明施設

開水路工事の現場条件によって、または夜間作業の必要な場合においては、工事現場での事故防止のため、危険な箇所に照明施設を設ける。

### 2) 通路、安全柵等

各種作業に従事する重機等の作業範囲内には、関係者以外の立入りを禁止する。また、工事現場内に通路を設けることにより、歩行者および車両通行の安全を確保する。さらに、掘削現場等への転落防止のための安全柵を設置し、隣接家屋がある場合には、必要に応じて防音壁を設けるとともに、現場案内の看板を設けなければならない。

### 3) 運搬路

土砂、コンクリート、その他資機材の運搬のため、工事用道路と一般道路の交差する箇所および見通しが困難な場所等には、監視員または誘導員を配置する。また、安全標識等を設置して運搬車両が安全かつ円滑に作業を実施できるようにし、一般交通の安全を確保しなければならない。なお、開水路工事は、複数の施工業者による共同作業となることもあるので、運搬車両が錯綜する箇所での調整、工事用道路等の仮設の利用または転用について、あらかじめ考慮しておく必要がある。

## 9.2 施工管理

### 9.2.1 段階確認

開水路工事において、施工を円滑に進め最終的に高品質で安全な施設とするため、以下を目的として段階確認を行う。表 9.2.1 に現場打ち鉄筋コンクリート水路、表 9.2.2 にプレキャストコンクリート水路の段階確認一覧表を示す。

#### (1) 品質確保

各施工の段階での確認を行うことで、設計図書や仕様書に基づいた施工が行われているかを確認し、最終的な仕上がりの品質を確保する。

#### (2) 問題の早期発見

施工中に問題や不具合が発生した場合、段階確認を行うことで早期に発見し、迅速に対処することが可能となる。これにより、大きな問題が発生する前に修正を行うことができる。

#### (3) 安全確保

施工段階ごとに確認を行うことで、工事の安全性を確保する。特に水路の場合は、地中工事となるため、掘削法面の崩落防止や地下水・湧水等の処理、安全施設の配置状況の確認が重要である。

#### (4) 進捗管理

工事の進捗を正確に把握するためにも段階確認が必要である。これにより、工事の遅延や進捗の偏りを防ぎ、スケジュール通りに作業が進むように管理することができる。

#### (5) 法令遵守

建設工事には様々な法令や規制が存在する。段階確認を行うことで、これらの法令や規制を遵守しているか確認し、違反を防ぐことができる。

表 9.2.1 現場打ち鉄筋コンクリート水路の段階確認一覧表

種 別	細 別	確認・検査項目	位置・区間	確認時期	確認程度
土工	掘削	床仕上状況、 基準高、土質	床面	初期 完了時	1回/土(岩)質の変化時
	地盤支持力	地盤支持力	床面	掘削 完了時	1回/指定箇所
基礎工	基礎砂利(碎石・砂) 均しコンクリート等	幅、厚さ、高さ	水路基礎	施工 完了時	1回/構造物(初期施工段階)
鉄筋組立		設計図書との対比 (かぶり、中心間 隔、継手間隔等)	フルーム 水路	組立 完了時	全体の 30%
現場打ち 開水路		厚さ、高さ、 幅、基準高	フルーム 水路	埋戻し 前	1回/タイプ(初期施工段階) 以降、タイプ変更ごとに1回
サイド ドレーン	被覆材	幅、厚さ	被覆材	施工 完了時	1回/構造物(初期施工段階)
放水工	管水路基礎	幅、厚さ、高さ	放水工	施工 完了後	1回/工事(初期施工段階) 以降、口径・管径変更ごとに1回
	コンクリート製 管体	ジョイント間隔、 基準高	〃	布設 完了時	1回/工事(初期施工段階) 以降、口径・管径変更ごとに1回
排水 施設工	縦断排水工 (基礎砂利)	幅、厚さ、高さ	基礎	施工 完了時	1回/構造物(初期施工段階) 以降、規格変更ごとに1回
	縦断排水工 (トラフ)	基準高	底面	施工 完了時	1回/構造物(初期施工段階) 以降、規格変更ごとに1回
路盤工 舗装工	路盤工 舗装工	基準高、厚さ (舗装工は厚さのみ)	路盤工 舗装工	施工 完了時	1回/工事(初期施工段階) 以降、規格変更ごとに1回

※ 出典：土木工事監督実務要覧「別表1 段階確認一覧」

※ 実施時期は、提出する週間工程表に記入する。

※ その他、確認等の必要が発生した場合は、監督員と協議を行い、随時様式 9.11 号により処理する。

※ 遠隔臨場で行う場合は「建設現場における遠隔臨場に関する実施要領（案）」により行うものとする。

表 9.2.2 プレキャストコンクリート水路の段階確認一覧表

種 別	細 別	確認・検査項目	位置・区間	確認時期	確 認 程 度
土工	掘削	床仕上状況、 基準高、土質	床面	初期 完了時	1回/土(岩)質の変化時
	地盤支持力	地盤支持力	床面	掘削 完了時	1回/指定箇所
基礎工	基礎砂利(碎石・砂)、 均しコンクリート等	幅、厚さ、高さ	水路基礎 受台基礎	施工 完了時	1回/構造物 (初期施工段階)
杭基礎工	既製杭	基準高、偏心量、 支持力	杭頭	打込 完了時	試験杭+1回/10本 但し、支持力は全数
		杭頭処理状況	杭頭	杭頭処理 完了時	
鉄筋組立		設計図書との対比 (かぶり、中心間 隔、継手間隔等)	受台	組立 完了時	全体の30%
受台、 基礎コン	コンクリート	基準高、幅、 厚さ、高さ	受台、 基礎コン	埋戻し前	1回/構造物(初期施工段階)
二次製品 開水路	据付	基準高	底面	施工 完了時	1回/構造物(初期施工段階)
サイド ドレーン	被覆材	幅、厚さ	被覆材	施工 完了時	1回/構造物(初期施工段階)
排水 施設工	縦断排水工 (基礎砂利)	幅、厚さ、高さ	基礎	施工 完了時	1回/構造物(初期施工段階) 以降、規格変更ごとに1回
	縦断排水工 (トラフ)	基準高	底面	施工 完了時	1回/構造物(初期施工段階) 以降、規格変更ごとに1回
路盤工 舗装工	路盤工 舗装工	基準高、厚さ (舗装工は厚さのみ)	路盤工 舗装工	施工 完了時	1回/工事(初期施工段階) 以降、規格変更ごとに1回

※ 出典:土木工事監督実務要覧「別表1 段階確認一覧」

※ 実施時期は、提出する週間工程表に記入する。

※ その他、確認等の必要が発生した場合は、監督員と協議を行い、随時様式9.11号により処理する。

※ 遠隔臨場で行う場合は「建設現場における遠隔臨場に関する実施要領(案)」により行うものとする。

### 9.2.2 出来形管理基準および規格値

開水路工事の出来形を確認する目的は、以下のような重要な理由に基づいている。これらの目的を達成することで、開水路工事は高品質で長期にわたり地域の農業に貢献する重要なインフラとなる。

次頁以降に出来形管理基準および規格値を示す。

#### (1) 品質保証

工事が設計通りに行われ要求された品質基準を満たしていることを確認する。これにより、用水路がその機能を適切に果たすことが保証される。

#### (2) 安全性の確保

用水路の構造的安定性と耐久性を確認し、将来的な問題や事故の発生を防ぐ。これは、農業用水の安定供給と地域社会の安全に直結する。

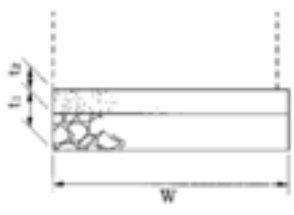
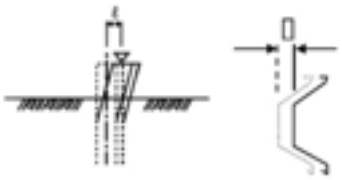
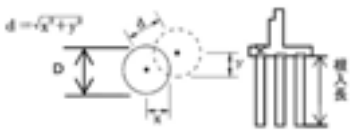
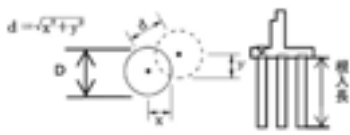
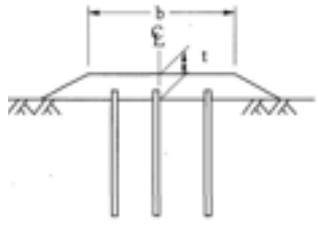
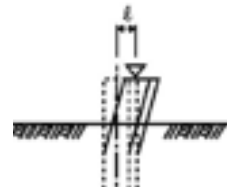
#### (3) 維持管理の容易化

完成した用水路の構造を正確に確認し記録することで将来の維持管理が容易になる。また、必要な修繕や改善を計画的に行うことができる。

#### (4) 利害関係者への報告

工事の進捗と品質を利害関係者、特に受益者や施設管理者などのほか、地域社会に透明に報告することができる。これにより、信頼と理解を深めることができる。

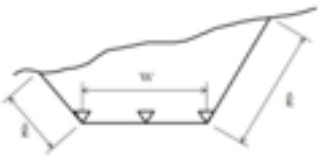
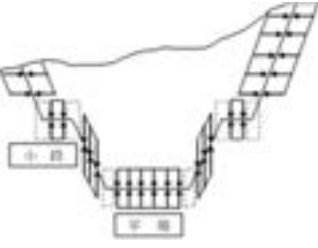
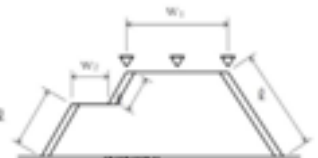
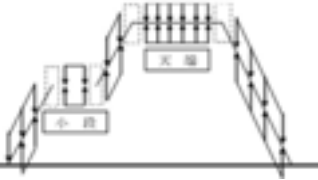
◇ 出来形管理基準及び規格値(単位 mm)


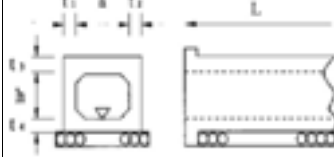
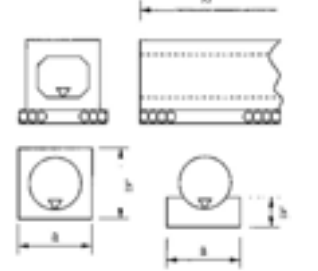

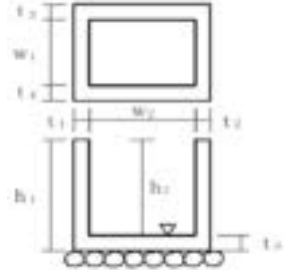
工種	測定項目	規格値	測定基準	測定箇所
基礎工 (栗石・クラッシュラン) 均しコンクリート	幅 W	設計値以上	施工延長50mにつき1箇所、 延長50m以下のものは1施 工箇所につき2箇所。 ただし、情報化施工技術に おける出来形管理を行う場 合は「情報化施工技術の活 用ガイドライン(令和4年3 月)」によること。	
	厚さ t、t <sub>e</sub>	-30		
	延長 L	各構造物の規格値による		
矢板工 [指定仮設・任意仮設は除く] (鋼矢板) (軽量鋼矢板) (コンクリート鋼矢板) (広幅型鋼矢板) (可とう鋼矢板)	基準高▽	±50	基準高は、施工延長50mに つき1箇所、延長50m以下 のものは1施工箇所につき2 箇所、変位は、施工延長 25mにつき1箇所、延長25m 以下のものは1施工箇所につ き2箇所。	
	根入長	設計値以上		
	変位 δ	100		
既製杭工	基準高▽	±50	全数について杭中心で測定 する。	
	根入長	設計値以上		
	偏心量 d	D/4 以内かつ 100 以内		
	傾斜	1/100 以内		
場所内杭工	基準高▽	±50	全数について杭中心で測定 する。	
	根入長	設計値以上		
	偏心量 d	100 以内		
	傾斜	1/100 以内		
	杭径 D	(設計径(公称径)-30)以上		
パイルネット	基準高▽	±50	施工延長50mにつき1箇所。 厚さは、中心線及び両端で 掘り起こして測定する。  杭については、当該杭の項 目に準じる	
	厚さ t	-50		
	幅 b	-100		
	延長 L	-200		
仮設鋼矢板工 仮設軽量鋼矢板工 鋼管矢板工 仮設H鋼杭工	基準高▽	±100	基準高は、施工延長50mに つき1箇所。延長50m以下 のものは、1施工箇所につ き2箇所。	
	根入長	設計値以上		

※ 出典：土木工事施工管理基準及び規格値

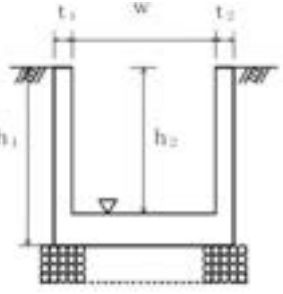
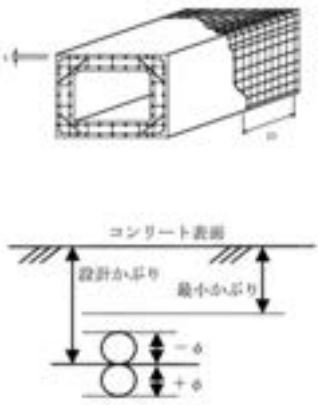
工種	測定項目	規格値				測定基準	測定箇所
		個々の測定値(X)		10個の測定値の平均(X10)			
		中規模以上	小規模以下	中規模以上	小規模以下		
下層路盤工	基準高▽	±40	±50	-	-	基準高、幅は、延長50mごとに1箇所の割とし、厚さは各車線100mごとに1箇所を掘り起こして測定する。ただし、情報化施工技術における出来形管理を行う場合は「情報化施工技術の活用ガイドライン」によること。	○工事規模の考え方 中規模以上の工事とは、管理図等を描いたうえでの管理が可能な工事をいい、舗装施工面積が10,000㎡以上あるいは使用する基層及び表層用混合物の総使用量が、3,000t以上の場合が該当する。小規模工事とは、管理結果を施工管理に反映できる規模の工事をいい、同一工種の施工が数日連続する場合で、次のいずれかに該当するものをいう。 ①施工面積で2,000㎡以上10,000㎡未満 ②使用する基層及び表層用混合物の総使用量が500t以上3,000t未満
	厚さ	-45	-45	-15	-15		
	幅	-50	-50	-	-		
粒度調整路盤工	厚さ	-25	-30	-8	-10	幅は、延長100mごとに1箇所の割とし、厚さは各車線100mごとに1箇所を掘り起こして測定する。	
	幅	-50	-50	-	-		
加熱アスファルト安定処理路盤工	厚さ	-15	-20	-5	-7		
	幅	-50	-50	-	-		
基層工	厚さ	-9	-12	-3	-4		
	幅	-25	-25	-	-		
表層工	厚さ	-7	-9	-2	-3	幅は、延長100mごとに1箇所の割とし、厚さは、1,000㎡に1個の割でコアーを採取して測定する。ただし、情報化施工技術における出来形管理を行う場合は「情報化施工技術の活用ガイドライン」によること。	厚さは、個々の測定値が10個に9個以上の割合で規格値を満足しなければならないとともに、10個の測定値の平均値(X10)について満足しなければならない。ただし、厚さのデータ数が10個未満の場合は測定値の平均値は適用しない。  コアー採取について 橋面舗装等でコアーの採取により床版等に損傷を与えるおそれのある場合は、他の方法によることができる。
	幅	-25	-25	-	-		
	平坦性	-		3mプロファイルメーター(σ)2.4mm以下 直続式(足付き) (σ)1.75mm以下			
下層路盤 (面管理の場合)	基準高▽	±90 <sup>注1</sup>		+50	-15	情報化施工技術における出来形管理において「情報化施工技術の活用ガイドライン」に基づき出来形管理を面管理で実施する場合に適用する。  注1:個々の計測値の規格値には計測精度として±10mmが含まれている。 注2:個々の計測精度として±4mmが含まれている。	
	厚さ又は標準較差	±90 <sup>注1</sup>		+50	-15		
上層路盤 (アスファルト) (面管理の場合)	厚さ又は標高較差	-63 <sup>注1</sup>		-10			
上層路盤 (コンクリート) (面管理の場合)	厚さ又は標準較差	-66 <sup>注1</sup>		-8			
基層 (アスファルト舗装) (面管理の場合)	厚さ又は標高較差	-25 <sup>注2</sup>		-4			
表層 (アスファルト舗装) (面管理の場合)	厚さ又は標高較差	-20 <sup>注2</sup>		-4			
コンクリート舗装版 (面管理の場合)	厚さ又は標高較差	-22 <sup>注2</sup>		-3.5			

※ 出典：土木工事施工管理基準及び規格値

工種	測定項目		規格値		測定基準	測定箇所
掘削工	基準高▽		±50		施工延長 50m につき 1 箇所。延長 50m 以下のものは 1 施工箇所につき 2 箇所。基準高は道路中心線及び端部で測定する。ただし、情報化施工技術における出来形管理を行う場合は「情報化施工技術の活用ガイドライン」によること。	
	幅 W		-100			
	法長 $l < 5m$		-200			
	法長 $l \geq 5m$		法長-4%			
掘削工 (面管理の場合)			平均値	個々の計測値	1.情報化施工技術における出来形管理において「情報化施工技術の活用ガイドライン」に基づき出来形管理を面管理で実施する場合に適用する。 2.個々の計測値の規格値には計測精度として±50mmが含まれる。 3.出来形測定は天端面(掘削の場合は平場面)と法面(小段を含む)の全面とし、全ての点で設計面との標高較差又は水平較差を算出する。出来形測定密度は 1 点/m <sup>2</sup> (平面投影面積あたり)以上とする。 4.法肩、法尻から水平方向に±50mm 以内に存在する計測点は、標高較差の評価から除く。同様に、標高方向に±50mm 以内にある計測点は水平較差の評価から除く。 5.評価する範囲は、連続する一つの面とすることを基本とする。規格値が変わる場合は、評価区分を分割するか、又は規格値の条件の最も厳しい値を採用する。	
	平場	標高較差	±100	±150		
	法面(小段含む)	水平又は標高較差	±70	±160		
盛土工 (路体・路床)	基準高▽		±50		施工延長 50m につき 1 箇所。延長 50m 以下のものは 1 施工箇所につき 2 箇所。基準高は道路中心線及び端部で測定する。ただし、情報化施工技術における出来形管理を行う場合は「情報化施工技術の活用ガイドライン」によること。	
	幅 $W_1, W_2$		-100			
	法長 $l < 5m$		-100			
	法長 $l \geq 5m$		法長-2%			
盛土工 (路体・路床) (面管理の場合)			平均値	個々の計測値	1.情報化施工技術における出来形管理において「情報化施工技術の活用ガイドライン」に基づき出来形管理を面管理で実施する場合に適用する。 2.個々の計測値の規格値には計測精度として±50mmが含まれる。 3.出来形測定は天端面(掘削の場合は平場面)と法面(小段を含む)の全面とし、全ての点で設計面との標高較差又は水平較差を算出する。出来形測定密度は 1 点/m <sup>2</sup> (平面投影面積あたり)以上とする。 4.法肩、法尻から水平方向に±50mm 以内に存在する	
	天端	標高較差	±100	±150		
	法面(小段含む)	標高較差	±80	±190		

				計測点は、標高較差の評価から除く。同様に標高方向に±50mm以内にある計測点は水平較差の評価から除く。  5.評価する範囲は、連続する一つの面とすることを基本とする。規格値が変わる場合は、評価区間を分割するか、又は規格値の条件の最も厳しい値を採用する。	
法面整形工	厚さt	※-30		施工延長 50m につき 1 箇所。延長 50m 以下のものは 1 施工箇所につき 2 箇所。法の中央で測定する。  ※土羽打ちのある場合に適用。	
現場打ちカルバート工	基準高▽	±30		両端、施工継手箇所及び構造図の寸法表示箇所にて測定。	
	厚さ t1~t2	-20			
	幅(内法)a	-30			
	高さ h	±30			
	延長 L L<20m	-50			
	延長 L L≥20m	-100			
プレキャストボックス工 プレキャストパイプ工	基準高▽	±30	施工延長 50m につき 1 箇所。延長 50m 以下のものは 1 施工箇所につき 2 箇所。  ※印は現場打ち部分のある場合	1 施工箇所ごと	
	※幅 a	-50			
	※高さ h	-30			
	延長 L	-200			
プレキャスト U 型側溝工 コルゲートフレーム工 自由勾配側溝工 管(函)渠型側溝工	基準高▽	±30	施工延長 50m につき 1 箇所 延長 50m 以下のものは 1 施工箇所につき 2 箇所。	1 施工箇所ごと	
	延長 L	-200			
集水枳工	基準高▽	±30	1 箇所ごと  ※印は、現場打ち部分のある場合		
	※厚さ t1~t2	-20			
	※幅 W1、W2	-30			
	※高さ h1、h2	-30			

※ 出典：土木工事施工管理基準及び規格値

工種	測定項目	規格値	測定基準	測定箇所
側溝工	基準高▽	±30	施工延長 50m につき 1 箇所。 延長 50m 以下のものは 1 施工箇所につ につき 2 箇所。なお製品使用の場合は、 製品寸法については規格証明書等によ る	
	幅 a <sub>1</sub>	-30		
	高さ h <sub>1</sub> , h <sub>2</sub>	-30		
	厚さ a <sub>1</sub> , a <sub>2</sub>	-20		
	延長 L	-200	1 施工箇所毎	
カルバート工 組み立て	平均間隔 d	±φ	$d = \frac{D}{n-1}$ D : n 本間の延長 N : 10 本程度とする φ : 鉄筋径	 <p>※かぶりとは鉄筋の最外縁からコンクリート表面までの距離をいう。ただし、設計図書に記載がある場合は設計図書の記載による。</p>
	かぶり t	設計かぶり±φかつ 最小かぶり以上		
橋梁橋台、取水口、落差工、放水工、暗渠工と同種の構造物	中心線のずれ	直線部、曲線部±20		
	基準高▽	±20		
	長さ又は間隔	指定された寸法の-1% 又は-20を限度		
	高さ			
	幅			
	厚さ	100 未満 -5 100~300 未満 -7 300 以上 -10		
	流水に接する面の目違い	5		

※ 出典：土木工事施工管理基準及び規格値

工種	測定項目	規格値	測定基準	測定箇所
アンダードレーン	幅	設計値以上	測点ごとに測定 (測点間隔は50mを原則とする。)  情報化施工技術における出来形管理を行う場合は「情報化施工技術の活用ガイドライン」によること。	
	厚さ	-30		
基礎砂利	幅	設計値以上		
	厚さ	-30		
開水路 (現場打) 底版	基準高▽ (V)	±30		
	厚さ (T)	-20		
	幅 (B)	-25		
	高さ (H)	-25		
	中心線のズレ (e)	直線部 ±50 曲線部 ±100		
	施工延長 (L)	-0.1% ただし延長 150m 未満 -150		
	スパン長	直線部 ±20 曲線部 ±30		
	接合間隔		ジョイント間隔については1本ごとに測定	
	延長	-0.1% ただし延長 200m 未満 -200		
水路トンネル	基準高▽	±50	1. 基準高、厚さ、幅、高さについては施工延長1スパンにつき1箇所の割で測定する。 2. 巻厚 ・コンクリート打設前の巻立空間を1スパンの終点において図に示す①～⑩の各点で測定する。 ・コンクリート打設後の覆工コンクリートについて1スパンの端面(施工継目)において図に示す①～⑩の各点で測定する。 ・削孔(抜き取りコア)による巻厚の測定は図の①において50mにつき1箇所、②③④において100mにつき1箇所の割で行う。ただし、トンネル延長が100m未満のものについては2箇所以上の削孔を行い、巻厚測定を行う。 3. 中心線のずれ ・直線部は50mにつき1箇所、曲線部は1スパンにつき1箇所の割で測定する。 4. 支保工間隔、幅は全基数について測定する。支保工幅の測定時期は原則として建込み直後及び覆工前の2回とする。	
	厚さ	設計厚に対し-0		
	幅	-40		
	高さ	-40		
	中心線のずれ	直線 100 曲線 150		
	施工延長	-0.1% ただし延長 150m 未満 -150		
	支保工間隔	±75		
	支保工幅	Bタイプ -0 C、Dタイプ -40		

※ 出典：土木工事施工管理基準及び規格値

### 9.3 開水路工事例

#### 9.3.1 工事工程フロー

図 9.3.1 に開水路工事（現場打ち鉄筋コンクリート水路およびプレキャストコンクリート水路）の一般的な工事工程を示す。

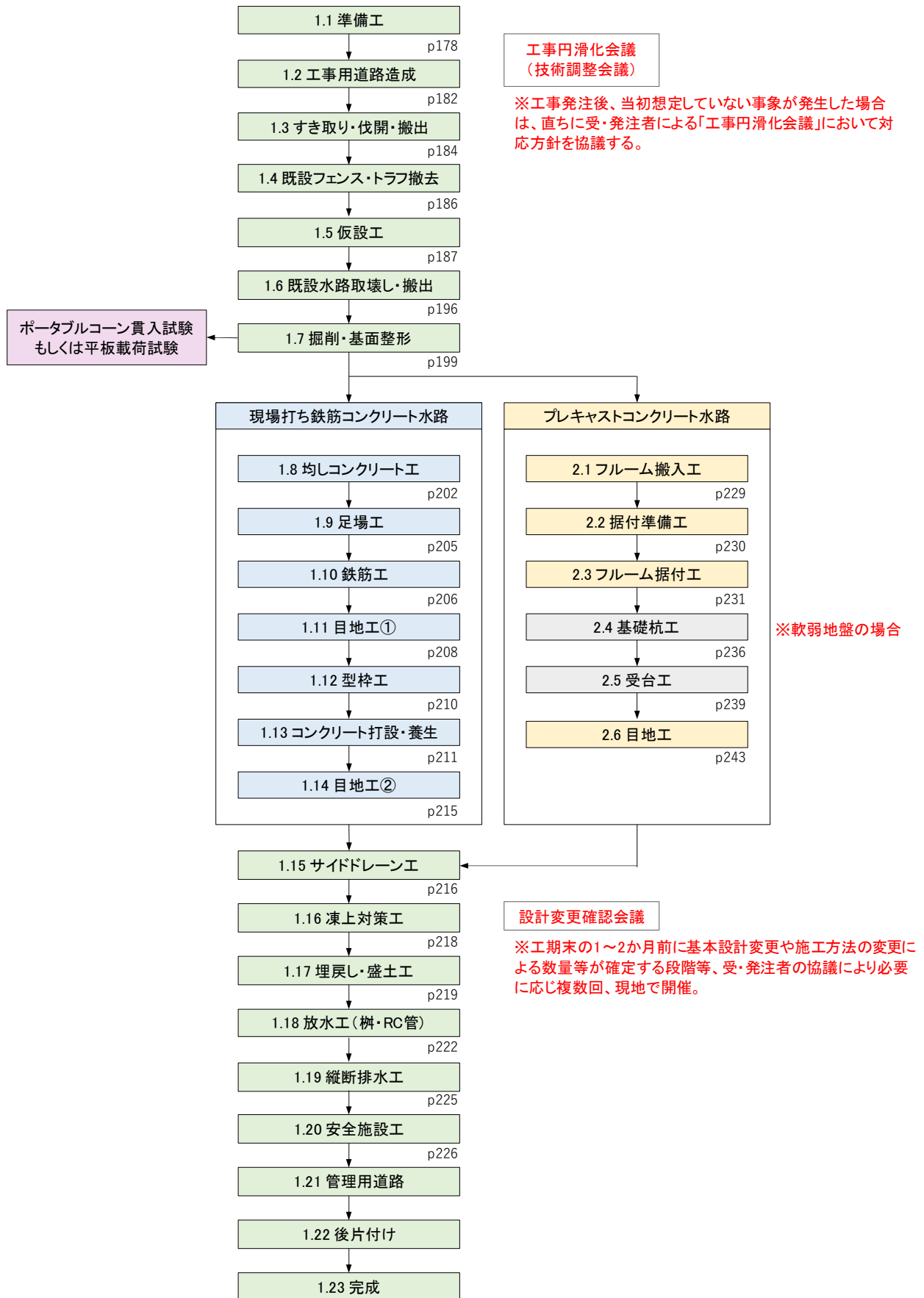


図 9.3.1 開水路工事の工事工程

### 9.3.2 開水路工事の施工と留意事項

開水路工事における一般的な工事工程について、施工状況（写真）と留意事項を示す。なお、具体的な施工要領等については、北海道開発局「農業土木工事仕様書」等を参照されたい。

#### (1) 現場打ち鉄筋コンクリート水路の施工状況（例）



写真 9.3.1 床版コンクリートの打設状況  
（北海幹線用水路）



写真 9.3.2 L型擁壁鉄筋組立状況  
（北海幹線用水路）



写真 9.3.3 L型擁壁型枠設置状況  
（北海幹線用水路）



写真 9.3.4 冬期防寒養生（雪寒仮囲い工）  
（北海幹線用水路）

#### (2) プレキャストコンクリート水路の施工状況（例）



写真 9.3.5 プレキャストコンクリート水路設置状況  
（倶知安幹線用水路 L=2.4m）



写真 9.3.6 プレキャストコンクリート水路設置状況  
（幌加内幹線用水路 L=5.0m）

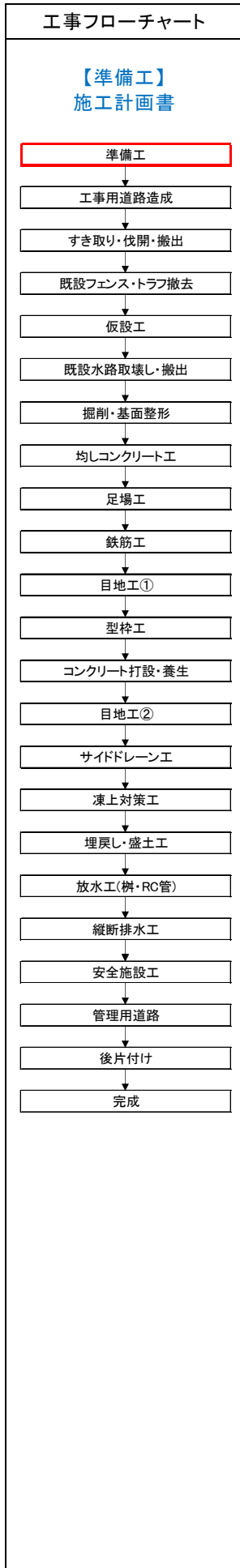
1.1 準備工(1/4)

工事フローチャート	基準高の確認	支障物件調査(立木)
<p style="text-align: center;"><b>【準備工】</b> 測量・調査</p> <pre> graph TD     A[準備工] --&gt; B[工事用道路造成]     B --&gt; C[すき取り・伐開・搬出]     C --&gt; D[既設フェンス・トラフ撤去]     D --&gt; E[仮設工]     E --&gt; F[既設水路取壊し・搬出]     F --&gt; G[掘削・基面整形]     G --&gt; H[均しコンクリート工]     H --&gt; I[足場工]     I --&gt; J[鉄筋工]     J --&gt; K[目地工①]     K --&gt; L[型枠工]     L --&gt; M[コンクリート打設・養生]     M --&gt; N[目地工②]     N --&gt; O[サイドドレーン工]     O --&gt; P[凍上対策工]     P --&gt; Q[埋戻し・盛土工]     Q --&gt; R[放水工(構・RO管)]     R --&gt; S[縦断排水工]     S --&gt; T[安全施設工]     T --&gt; U[管理用道路]     U --&gt; V[後片付け]     V --&gt; W[完成]                     </pre>		
	支障物件調査(電柱)	支障物件調査(家屋)
		
	<p><b>【測量】</b></p> <p>(1) 基準点等杭・座標値・基準点成果・水準点成果・用地境界杭について、監督職員に確認する。また、現地にてBM等の杭設置状況を確認する。</p> <p>(2) 地権者から立ち入りの了解を得た後に、中心線・基準高の確認を行い、縦断・横断測量を実施して設計図面とチェックする。重要な基準杭等は、控え杭を設置し、防護する。</p> <p><b>【基準点測量】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・基準点座標成果表について、距離と角度を測定し、各点の相対的な平面位置を確認後、工区内に基準点を設置する。</li> <li>・基準点(三角点・多角点・水準点等)および既存杭は、現状通り保全する。</li> <li>・工事進捗上、支障を及ぼし、保全が不可能な場合は、監督職員と協議してその処置を決定する。また、必要により引照杭を設置して引照図を提出する。</li> </ul> <p><b>【水準点測量】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・既存する水準点を確認のうえ、仮BMを工区内の必要な箇所に数点設置する。なお、仮BM設置場所については、作業上、支障・変位のおそれがない場所を厳選して設置し、定期的(月1回)に点検を実施する。</li> <li>・仮BM杭は、表示板により明示しておく。</li> </ul> <p><b>【工事中心線測量】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・設計図書に基づき設計との差異をチェックし、既設にタック等を変動のないように打込み設置する。また、その引照控杭を設置し、本工事の施工中に紛失してもすぐに復元できるようにする。</li> </ul> <p><b>【縦横断測量】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・縦横断測量は、測点並びに変化点ごとに実施し、成果並びに測量記録標を整理する。また、土工数量等の確認を行い、設計図書と現地との照合を確認する。測量成果については、設計図面に赤書きで対比し、監督職員に資料を提出する。</li> </ul> <p><b>【丁張設置】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・上記の測量完了後、本工事施工に必要な丁張を設置し、地権者、監督職員立会のうえ『段階確認・丁張検査』を受け了解後に施工する。</li> </ul>	

1.1 準備工(2/4)

工事フローチャート	土質等の現地確認	立木調査
<p>【準備工】 現地調査 関係地権者との協議</p> <p>準備工</p> <p>工事用道路造成</p> <p>すき取り・伐開・搬出</p> <p>既設フェンス・トラフ撤去</p> <p>仮設工</p> <p>既設水路取壊し・搬出</p> <p>掘削・基面整形</p> <p>均しコンクリート工</p> <p>足場工</p> <p>鉄筋工</p> <p>目地工①</p> <p>型枠工</p> <p>コンクリート打設・養生</p> <p>目地工②</p> <p>サイドドレーン工</p> <p>凍上対策工</p> <p>埋戻し・盛土工</p> <p>放水工(樹・RC管)</p> <p>縦断排水工</p> <p>安全施設工</p> <p>管理用道路</p> <p>後片付け</p> <p>完成</p>		
	<p>特定外来生物（植物）の確認</p> 	<p>地元説明会の開催</p> 
	<p>【現地調査】</p> <p>(1) 設計図書と現地の確認</p> <p>①地形地質 ・地形、土質および地質等をできる限り調査し、施工計画に反映する。</p> <p>②支障物件の確認 ・電線、電柱、光ケーブル、水道管、立木、既設作工物等、工事に支障となる支障物を調査する。 ・ライフライン事故防止チェックリストを工事施工前に作成して監督職員に提出する。</p> <p>③工事用敷地の確認 ・工事借用地および官民用地界等の確認を地先の了解を得てから行う。</p> <p>④施工場所の交通路の確認 ・工事に使用する道路状況および沿線の環境を調査し、運搬経路等を決定する。</p> <p>⑤特定外来生物（植物）の確認 ・工事区域について、特定外来生物（植物）の有無について調査し、監督職員へ報告する。</p> <p>【関係機関等との協議】</p> <p>(1) 河川への放水、道路横断工、取付道路の設置・撤去に係る協議や施工承認などの調整状況を監督職員に確認する。</p> <p>(2) 現地に設置した敷地境界、施工丁張りについて、工事敷地境界者、監督職員と現地立会を行う。</p> <p>(3) 工事について、地元関係住民等に施工説明会を開催し、理解を得る。</p> <p>(4) 近隣住民等への挨拶・説明を行い、工事に対する理解を求め、トラブルのないようにする。</p>	

1.1 準備工(3/4)



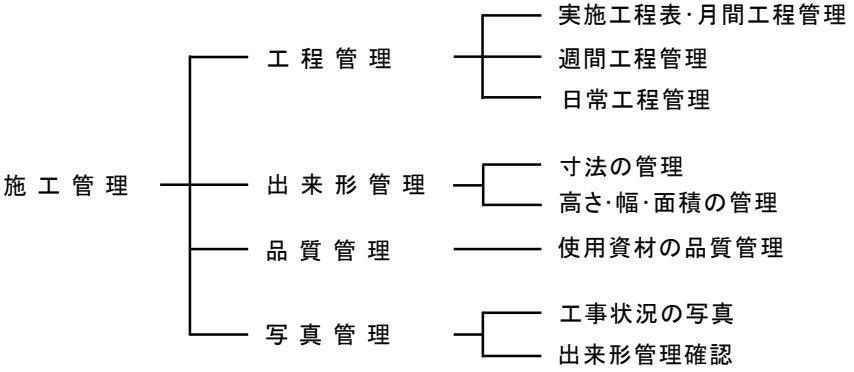
【施工計画書】

(1) 全体計画

- ① 本工事請負契約後、設計書、設計図、農業土木仕様書、特記仕様書、契約書により必要な使用資材の品質・規格、作業機械の機種規格、施工法等を記載した施工計画書を作成し、監督職員に提出した後、承諾を得て本工事に着手する。
- ② 計画工程および施工体制（情報管理体制含む）は、施工時期の制約を加味し、営農作業への配慮や積雪厳寒期を検討して作成する。
- ③ 設計図書の照査および現地調査を行い、施工計画立案における技術的疑問点がある場合は、監督職員に報告し、工事円滑化会議、技術調整会議の開催の申込みを行う。
- ④ 天候把握と監視体制（インターネット、雨量計）や台風・大雨時の巡回、雨水等の流入箇所の把握、仮締切り・水替え等の応急対策、掘削法面の崩落防止対策なども事前検討をして記載する。
- ⑤ 施工工程、工事車両搬入搬出路、発生土置場、仮設（水替等）、施工分界点の継目処理など競合する工事間の調整に際し、発注者・受注者間、受注者相互間の連絡がスムーズに行えるように、安全連絡協議会等を設置し、連絡体制の強化を図る。
- ⑥ 降雨による作業への影響、積雪厳寒期前の工程進捗を勘案し、施工計画書の全体工程表と週間工程表の点検を行う。クリティカルパスとなる工種の節目ごとの施工工程を検討し、安全で効率的な作業機械の組合せ、作業員配置、コンクリート打設作業セット数の見直しを行う。

(2) 施工管理計画

施工管理計画は、『設計図書』、『農業土木仕様書』、『特記仕様書』に定められた工事目的の出来形、品質管理の確保を目的として、基本構成は下記のとおりとする。

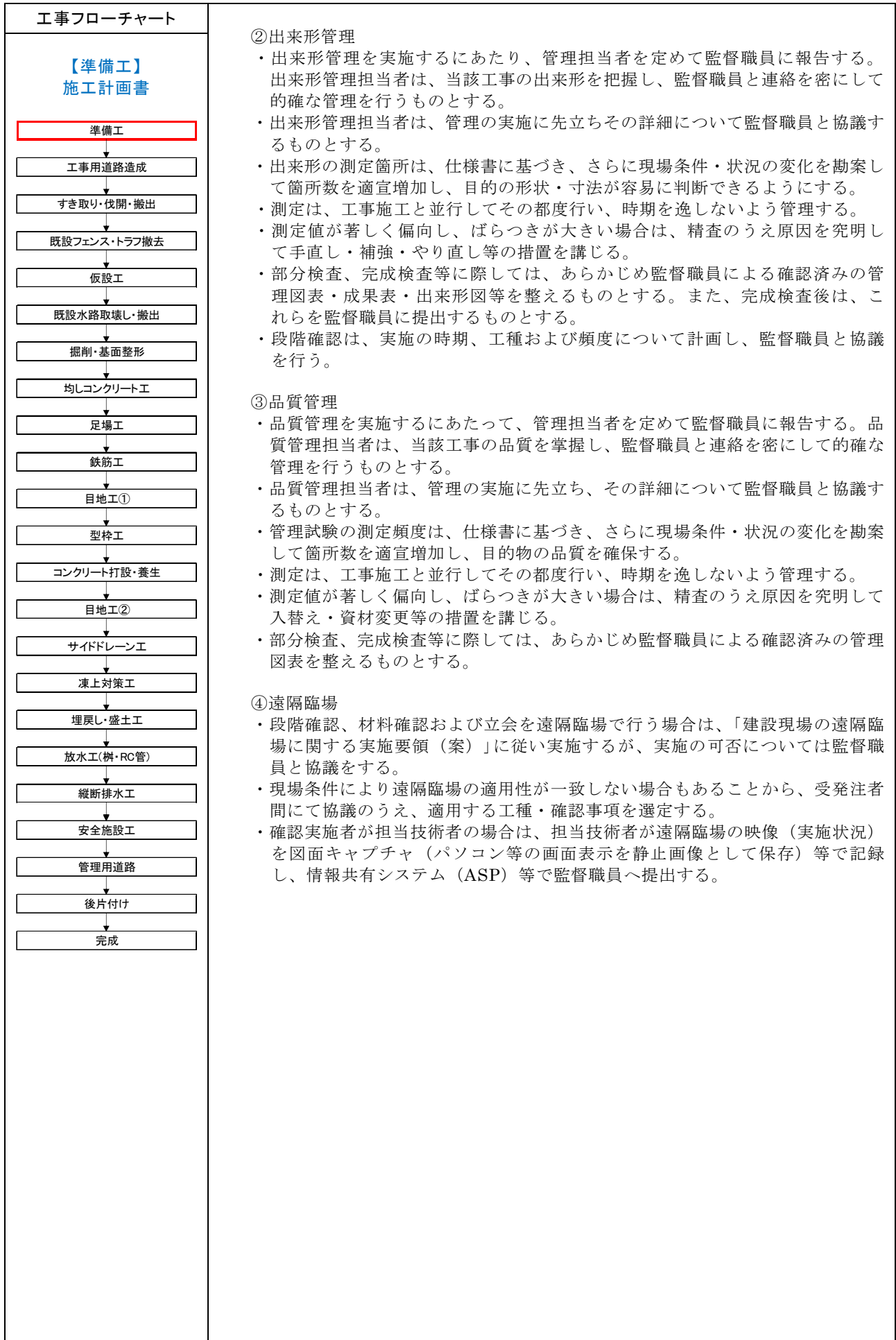


① 工程管理

\* 実施工程表は、現場における諸条件を考慮し、安全面を検討して作成する。工期を左右する重要工程を十分に検討し、作業前日に翌日の作業内容を確実にチェックする。資機材の調達、作業方法を密に打合せしてその日の作業量を確実にを行うように日々管理する。また、工事区域内の営農・気象情報の収集と情報の共有化のため、発注者、他工事受注者と綿密な連携を図る。

- 実施工程表・月間工程管理
  - ・ 実施工程表を基に月間工程表を作成し、随時進捗状況を確認しながら施工する。
  - ・ 遅滞工種が発生した場合は、原因を追及して実施工程表を再検討する。
- 週間工程管理
  - ・ 月間工程表を基に週間工程表を作成し、日々の工程管理を行う。
- 日常工程管理
  - ・ 日々の工程管理は、週間工程表を基に前日に行う。
- クリティカルパス点検
  - ・ 工程の節目ごとの施工工程を点検し、安全で効率的な機械作業の組合せ、作業員配置や作業セット数等の見直し検討を適宜行う。

1.1 準備工(4/4)



1.2 工事用道路造成(1/2)

工事フローチャート	地耐力調査状況	地耐力調査状況																																	
<p><b>【工事用道路造成】</b></p> <pre>           graph TD             A[準備工] --&gt; B[工事用道路造成]             B --&gt; C[すき取り・伐開・搬出]             C --&gt; D[既設フェンス・トラフ撤去]             D --&gt; E[仮設工]             E --&gt; F[既設水路取壊し・搬出]             F --&gt; G[掘削・基面整形]             G --&gt; H[均しコンクリート工]             H --&gt; I[足場工]             I --&gt; J[鉄筋工]             J --&gt; K[目地工①]             K --&gt; L[型枠工]             L --&gt; M[コンクリート打設・養生]             M --&gt; N[目地工②]             N --&gt; O[サイドドレーン工]             O --&gt; P[凍上対策工]             P --&gt; Q[埋戻し・盛土工]             Q --&gt; R[放水工(樹・RC管)]             R --&gt; S[縦断排水工]             S --&gt; T[安全施設工]             T --&gt; U[管理用道路]             U --&gt; V[後片付け]             V --&gt; W[完成]           </pre>																																			
	<p><b>敷鉄板布設状況</b></p> 	<p><b>盗難防止</b></p> 																																	
	<p><b>【工事用道路】</b></p> <p>(1) 仮設道路（任意）を新設する場合は、仮設計画図を作成し、監督職員の承諾を得る。既設道路を利用する場合は、現況写真を撮影し、補修等の協議を行う。また、損傷した場合は補修を行う。</p> <p>(2) 工事用道路の使用にあたり、現地の地耐力を測定し、必要に応じて敷鉄板を布設する。敷鉄板の布設に先立ち、ズレ・浮き沈み防止のため、不陸整形を行う。また、必要に応じて盗難防止対策にダブルプレート等を設置する。</p>																																		
	<table border="1"> <caption>地耐力による運用機種の標準</caption> <thead> <tr> <th>機種名</th> <th>コーン支持力値</th> <th>載荷時接地圧</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ブルドーザ（超湿地）</td> <td>200 ㎏/㎡以上</td> <td>15～23 kPa</td> </tr> <tr> <td>ブルドーザ（湿 地）</td> <td>300 〃</td> <td>22～43 〃</td> </tr> <tr> <td>ブルドーザ（普 通）15t級</td> <td>500 〃</td> <td>50～60 〃</td> </tr> <tr> <td>ブルドーザ（普 通）21t級</td> <td>700 〃</td> <td>60～100 〃</td> </tr> <tr> <td>ブルドーザ（普 通）32t級</td> <td>800 〃</td> <td>83～111 〃</td> </tr> <tr> <td>スクレールドーザ</td> <td>600 〃</td> <td>41～56 〃</td> </tr> <tr> <td>被けん引式スクレーパー</td> <td>700 〃</td> <td>130～140 〃</td> </tr> <tr> <td>ダンプトラック</td> <td>1,200 〃</td> <td>350～550 〃</td> </tr> <tr> <td>不整地運搬車 クローラ型・ダンプ式2t</td> <td>—</td> <td>44～52 〃</td> </tr> <tr> <td>不整地運搬車 クローラ型クレーン装置付3.5t</td> <td>—</td> <td>30～31 〃</td> </tr> </tbody> </table> <p>(注1) コーン支持力値は深さ50cm程度までの平均値である。            (注2) コーン支持力値とは、ポータブルコーン貫入試験により得られるコーン貫入抵抗を示す。            (注3) こね返しがある場合は上表を参考にして機種を選定を行う。</p>		機種名	コーン支持力値	載荷時接地圧	ブルドーザ（超湿地）	200 ㎏/㎡以上	15～23 kPa	ブルドーザ（湿 地）	300 〃	22～43 〃	ブルドーザ（普 通）15t級	500 〃	50～60 〃	ブルドーザ（普 通）21t級	700 〃	60～100 〃	ブルドーザ（普 通）32t級	800 〃	83～111 〃	スクレールドーザ	600 〃	41～56 〃	被けん引式スクレーパー	700 〃	130～140 〃	ダンプトラック	1,200 〃	350～550 〃	不整地運搬車 クローラ型・ダンプ式2t	—	44～52 〃	不整地運搬車 クローラ型クレーン装置付3.5t	—	30～31 〃
機種名	コーン支持力値	載荷時接地圧																																	
ブルドーザ（超湿地）	200 ㎏/㎡以上	15～23 kPa																																	
ブルドーザ（湿 地）	300 〃	22～43 〃																																	
ブルドーザ（普 通）15t級	500 〃	50～60 〃																																	
ブルドーザ（普 通）21t級	700 〃	60～100 〃																																	
ブルドーザ（普 通）32t級	800 〃	83～111 〃																																	
スクレールドーザ	600 〃	41～56 〃																																	
被けん引式スクレーパー	700 〃	130～140 〃																																	
ダンプトラック	1,200 〃	350～550 〃																																	
不整地運搬車 クローラ型・ダンプ式2t	—	44～52 〃																																	
不整地運搬車 クローラ型クレーン装置付3.5t	—	30～31 〃																																	
	<p>(3) 工事期間中は、定期的に道路状態を確認し、損傷等（轍や陥没）があった場合には早急に砂利（切込砂利または砕石 40mm 級）で補修を行う。（砂利は即対応できるよう現場内に仮置きする。）</p>																																		

1.2 工事用道路造成(2/2)

工事フローチャート	敷鉄板の段差処理	敷鉄板布設完了
<p>【工事用道路造成】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>準備工</li> <li style="border: 2px solid red;">工事用道路造成</li> <li>すき取り・伐開・搬出</li> <li>既設フェンス・トラフ撤去</li> <li>仮設工</li> <li>既設水路取壊し・搬出</li> <li>掘削・基面整形</li> <li>均しコンクリート工</li> <li>足場工</li> <li>鉄筋工</li> <li>目地工①</li> <li>型枠工</li> <li>コンクリート打設・養生</li> <li>目地工②</li> <li>サイドドレーン工</li> <li>凍上対策工</li> <li>埋戻し・盛土工</li> <li>放水工(樹・RC管)</li> <li>縦断排水工</li> <li>安全施設工</li> <li>管理用道路</li> <li>後片付け</li> <li>完成</li> </ul>		
<p>※工事用道路施工位置図(例)</p>		
		
<p>※ 特に No.〇〇の右岸側出入口において、幹線沿い(ピンク斜線部)は、地域住民の生活道路となっているため、一般車両の通行の支障とならないように、注意を払い対応する。</p>		

1.3 すき取り・伐開・搬出(1/2)

工事フローチャート	刈払い状況	すき取り状況
<p>【すき取り・伐開・搬出】 すき取り 伐開</p> <pre> graph TD     A[準備工] --&gt; B[工事用道路造成]     B --&gt; C[すき取り・伐開・搬出]     C --&gt; D[既設フェンス・トラフ撤去]     D --&gt; E[仮設工]     E --&gt; F[既設水路取壊し・搬出]     F --&gt; G[掘削・基面整形]     G --&gt; H[均しコンクリート工]     H --&gt; I[足場工]     I --&gt; J[鉄筋工]     J --&gt; K[目地工①]     K --&gt; L[型枠工]     L --&gt; M[コンクリート打設・養生]     M --&gt; N[目地工②]     N --&gt; O[サイドドレーン工]     O --&gt; P[凍上対策工]     P --&gt; Q[埋戻し・盛土工]     Q --&gt; R[放水工(樹・RC管)]     R --&gt; S[縦断排水工]     S --&gt; T[安全施設工]     T --&gt; U[管理用道路]     U --&gt; V[後片付け]     V --&gt; W[完成]                     </pre>		
	<p>スケルトンバケット</p> 	<p>ふるい分け作業状況</p> 
	<p>すき取り物集積状況</p> 	<p>堆積状況</p> 
	<p>【すき取り、伐開】</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>(1) すき取り前に刈払い機により草本を地際より 10cm 以下となるように、刈取りを行う。</li> <li>(2) 刈取った地上茎は、数か所に集積する。</li> <li>(3) 地上茎刈取り後、バックホウにより 10cm 程度すき取りを行う。</li> <li>(4) すき取り物は、ある程度天日乾燥してからスケルトンバケットを装着したバックホウにより減量化を図る。建設副産物適正処理推進要綱に基づき処理を行う。</li> </ol>	

1.3 すき取り・伐開・搬出(2/2)

工事フローチャート	積込状況	一般廃棄物として搬出
<p>【すき取り・伐開・搬出】 搬出 産業廃棄物処理工</p> <pre> graph TD     A[準備工] --&gt; B[工事用道路造成]     B --&gt; C[すき取り・伐開・搬出]     C --&gt; D[既設フェンス・トラフ撤去]     D --&gt; E[仮設工]     E --&gt; F[既設水路取壊し・搬出]     F --&gt; G[掘削・基面整形]     G --&gt; H[均しコンクリート工]     H --&gt; I[足場工]     I --&gt; J[鉄筋工]     J --&gt; K[目地工①]     K --&gt; L[型枠工]     L --&gt; M[コンクリート打設・養生]     M --&gt; N[目地工②]     N --&gt; O[サイドドレーン工]     O --&gt; P[凍上対策工]     P --&gt; Q[埋戻し・盛土工]     Q --&gt; R[放水工(柵・RC管)]     R --&gt; S[縦断排水工]     S --&gt; T[安全施設工]     T --&gt; U[管理用道路]     U --&gt; V[後片付け]     V --&gt; W[完成]                     </pre>		
	産業廃棄物収集運搬車	処理場での計量
		
	<p><b>【搬出】</b></p> <p>(1) ふるい分けにより分別された土は現場利用し、草の根や刈取った地上茎は一般廃棄物として運搬排出する。</p> <p>(2) 運搬に際しては、荷台をシートで覆い飛散防止を行い、運搬車両は〇〇市町村の一般廃棄物収集運搬業許可を受けた業者とし、搬出先は、〇〇市町村内の処分場とする。</p> <p><b>【産業廃棄物処理工】</b></p> <p>(1) 発生した建設副産物（すき取り物、コンクリート殻、アスファルト殻、金属、プラスチック等）は、「建設副産物適正処理推進要綱」に従い、建設廃棄物の発生抑制、再生利用の促進および再生骨材の活用を図る。</p> <p>(2) 搬出する建設副産物は、「廃棄物の処理および清掃に関する法律」により、産業廃棄物管理表（マニフェスト）で管理を行う。</p>	

1.4 既設フェンス・トラフ撤去

工事フローチャート	撤去前	既設フェンス撤去
<p>【既設フェンス・トラフ撤去】</p> <pre>           graph TD             A[準備工] --&gt; B[工事用道路造成]             B --&gt; C[すき取り・伐開・搬出]             C --&gt; D[既設フェンス・トラフ撤去]             D --&gt; E[仮設工]             E --&gt; F[既設水路取壊し・搬出]             F --&gt; G[掘削・基面整形]             G --&gt; H[均しコンクリート工]             H --&gt; I[足場工]             I --&gt; J[鉄筋工]             J --&gt; K[目地工①]             K --&gt; L[型枠工]             L --&gt; M[コンクリート打設・養生]             M --&gt; N[目地工②]             N --&gt; O[サイドレーン工]             O --&gt; P[凍上対策工]             P --&gt; Q[埋戻し・盛土工]             Q --&gt; R[放水工(柵・RO管)]             R --&gt; S[縦断排水工]             S --&gt; T[安全施設工]             T --&gt; U[管理用道路]             U --&gt; V[後片付け]             V --&gt; W[完成]           </pre>		
	基礎部切断	指定箇所での集積
		
	搬出前の重量測定	搬出状況
		
	<p><b>【準備】</b> 既設フェンスは、撤去前に寸法などを写真に撮影し、再利用の可否を監督職員と協議する。塗装については、PCB含有調査を行う。含有濃度が0.5mg/kg以下となる場合は、PCB汚染物に該当しないものと判断する。0.5 mg/kgを超える場合は、「ポリ塩化ビフェニル廃棄物の適正な処理の推進に関する特別措置法」に基づいて保管、処理する。</p>	
	<p><b>【撤去】</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>既設フェンスがボルトなどで固定されている箇所は、ボルト・ナットを取り外して既設フェンスを撤去する。</li> <li>支柱など固定されている箇所については、ガス切断にて撤去する。</li> <li>撤去後、既設フェンスのタイプ別に重量を測定する。</li> </ol> 	
	<p><b>【搬出】</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>撤去完了後、現場内に集積し、監督職員に現場発生材報告書を提出したあと、監督職員より指示の受けた場所へ搬出する。</li> <li>基礎部は、監督職員の指示で廃棄する場合、前頁【産業廃棄物処理工】に準じて処理を行う。</li> </ol>	

1.5 仮設工(1/9)

工事フローチャート	ポリシート布設状況	大型土のう設置
<p>【仮設工】 仮締切設置</p> <pre>           graph TD             A[準備工] --&gt; B[工事用道路造成]             B --&gt; C[すき取り・伐開・搬出]             C --&gt; D[既設フェンス・トラフ撤去]             D --&gt; E[仮設工]             E --&gt; F[既設水路取壊し・搬出]             F --&gt; G[掘削・基面整形]             G --&gt; H[均しコンクリート工]             H --&gt; I[足場工]             I --&gt; J[鉄筋工]             J --&gt; K[目地工①]             K --&gt; L[型枠工]             L --&gt; M[コンクリート打設・養生]             M --&gt; N[目地工②]             N --&gt; O[サイドドレーン工]             O --&gt; P[凍上対策工]             P --&gt; Q[埋戻し・盛土工]             Q --&gt; R[放水工(樹・RC管)]             R --&gt; S[縦断排水工]             S --&gt; T[安全施設工]             T --&gt; U[管理用道路]             U --&gt; V[後片付け]             V --&gt; W[完成]           </pre>		
	<p>ポリシート布設状況</p> 	<p>仮締切完成</p> 
	<p>【仮締切設置】 落水後、No.〇〇に大型土のうを設置して仮締切を行い、上流側へ逆流させてNo.〇〇の放水工より排水する。</p>  <p>土のう仮締切(PP 土のう) W=〇〇m N=〇〇個×2 列=〇〇個(下段) N=〇〇個×1 列=〇〇個(上段)</p>  <p>ポリシート</p>	

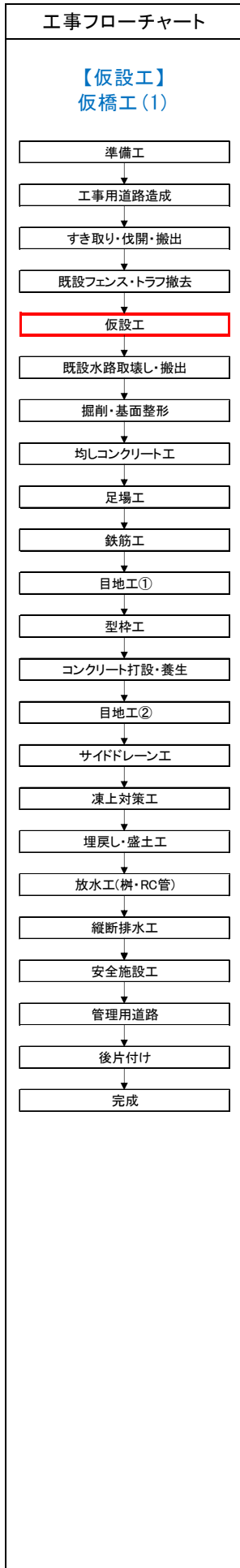
1.5 仮設工 (2/9)

工事フローチャート	水中ポンプ設置	排水状況
<p><b>【仮設工】</b> 水中ポンプ設置 汚濁処理施設</p> <pre>           graph TD             A[準備工] --&gt; B[工事用道路造成]             B --&gt; C[すき取り・伐開・搬出]             C --&gt; D[既設フェンス・トラフ撤去]             D --&gt; E[仮設工]             E --&gt; F[既設水路取壊し・搬出]             F --&gt; G[掘削・基面整形]             G --&gt; H[均しコンクリート工]             H --&gt; I[足場工]             I --&gt; J[鉄筋工]             J --&gt; K[目地工①]             K --&gt; L[型枠工]             L --&gt; M[コンクリート打設・養生]             M --&gt; N[目地工②]             N --&gt; O[サイドドレーン工]             O --&gt; P[凍上対策工]             P --&gt; Q[埋戻し・盛土工]             Q --&gt; R[放水工(柵・RC管)]             R --&gt; S[縦断排水工]             S --&gt; T[安全施設工]             T --&gt; U[管理用道路]             U --&gt; V[後片付け]             V --&gt; W[完成]           </pre>		
	<p><b>汚濁処理施設設置</b></p> 	<p><b>処理状況</b></p> 
	<p><b>【水中ポンプ設置】</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>(1) 掘削時から埋戻し施工時における湧水処理として、流出状況に合わせて水中ポンプ (〇〇V) を設置する。</li> <li>(2) 動力は、現場内仮設電源 (〇〇V) および発電機 (〇kVA) を使用して施工に合わせて使用する。</li> <li>(3) 発電機は、排気ガス規制対策型、並びに低騒音対策型を選定して使用する。</li> <li>(4) 発電機の燃料漏れ事故を防ぐため、燃料受皿 (オイルフェンス) を使用する。</li> </ol> <p><b>【汚濁処理施設】</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>(1) 汚濁処理施設は、監督職員の承諾を得る。</li> <li>(2) 水中ポンプから排水された濁水は、沈砂槽で不純物を沈殿させ、上水だけを既設排水路に放水する。</li> <li>(3) 水路施工区間に 2 箇所の設置とし、掘削部下流側に釜場を設け、排水を行いながら移動する。</li> <li>(4) 随時、処理水の状態を確認し、予想以上の湧水または処理能力を超える場合は、速やかに対応する。</li> <li>(5) 油、汚水を流出させないように、油流出緊急用品を常備する。</li> </ol> <p><b>参考事例</b></p>  <p>汚濁処理施設 (容量 10m³) : 4.50m×1.524m×1.46m=10m³</p> 	

1.5 仮設工(3/9)

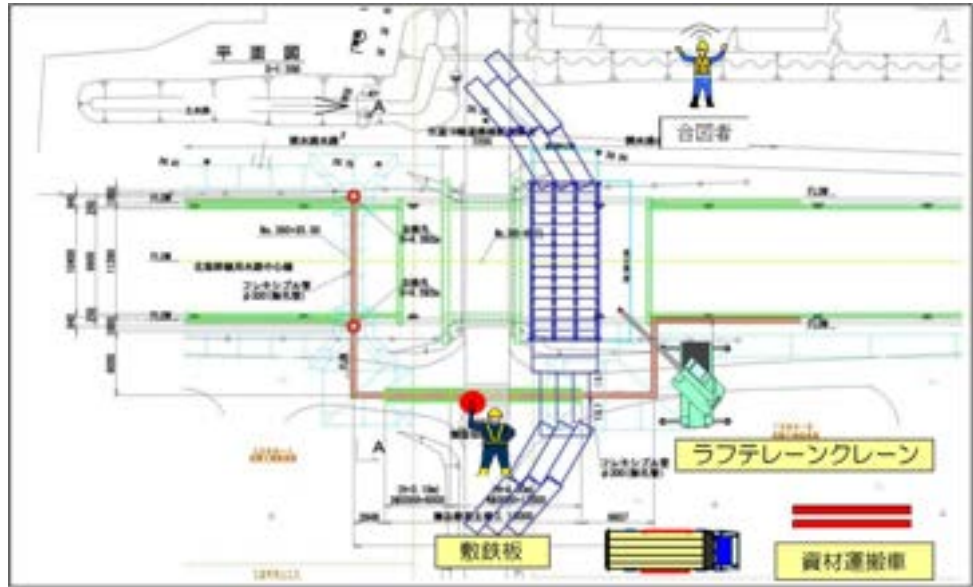
工事フローチャート	架設状況	主桁設置状況
<p>【仮設工】 仮橋工(1)</p> <pre>           graph TD             A[準備工] --&gt; B[工事用道路造成]             B --&gt; C[すき取り・伐開・搬出]             C --&gt; D[既設フェンス・トラフ撤去]             D --&gt; E[仮設工]             E --&gt; F[既設水路取壊し・搬出]             F --&gt; G[掘削・基面整形]             G --&gt; H[均しコンクリート工]             H --&gt; I[足場工]             I --&gt; J[鉄筋工]             J --&gt; K[目地工①]             K --&gt; L[型枠工]             L --&gt; M[コンクリート打設・養生]             M --&gt; N[目地工②]             N --&gt; O[サイドドレーン工]             O --&gt; P[凍上対策工]             P --&gt; Q[埋戻し・盛土工]             Q --&gt; R[放水工(樹・RC管)]             R --&gt; S[縦断排水工]             S --&gt; T[安全施設工]             T --&gt; U[管理用道路]             U --&gt; V[後片付け]             V --&gt; W[完成]           </pre> <p>準備工</p> <p>工事用道路造成</p> <p>すき取り・伐開・搬出</p> <p>既設フェンス・トラフ撤去</p> <p><b>仮設工</b></p> <p>既設水路取壊し・搬出</p> <p>掘削・基面整形</p> <p>均しコンクリート工</p> <p>足場工</p> <p>鉄筋工</p> <p>目地工①</p> <p>型枠工</p> <p>コンクリート打設・養生</p> <p>目地工②</p> <p>サイドドレーン工</p> <p>凍上対策工</p> <p>埋戻し・盛土工</p> <p>放水工(樹・RC管)</p> <p>縦断排水工</p> <p>安全施設工</p> <p>管理用道路</p> <p>後片付け</p> <p>完成</p>		
	<p>主桁設置状況</p> 	<p>覆工版設置状況</p> 
	<p>地覆部設置</p> 	<p>高欄設置</p> 
	<p>取付部転圧</p> 	<p>完成</p> 

1.5 仮設工(4/9)



【仮橋工(1)】

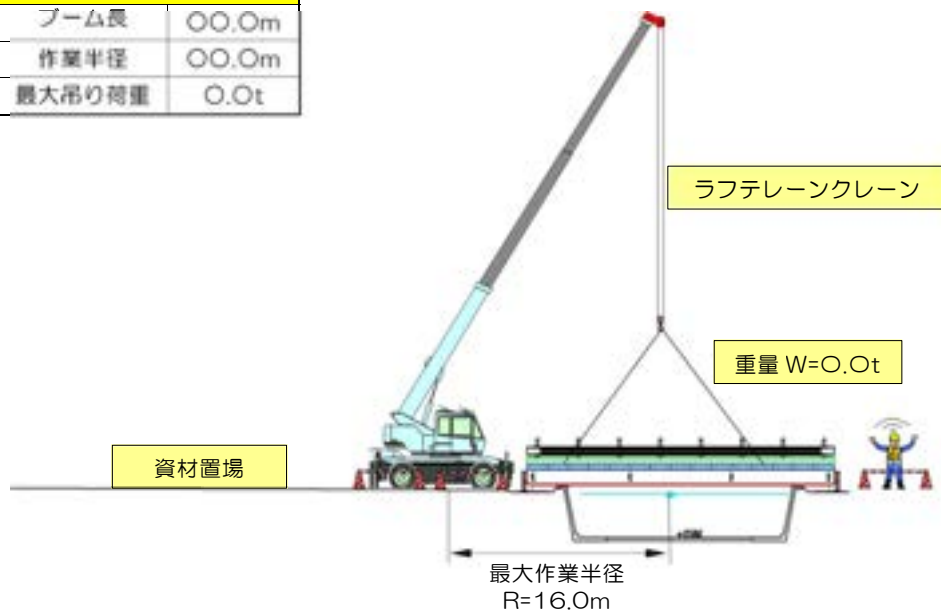
- (1) 既設橋の老朽化に伴い取り壊しする際、工事車両の運行経路として仮橋を設置する。鋼材搬入時には、交通誘導員を配置して一般車両通行に支障がないように誘導する。
- (2) 鋼材の荷下ろしは、有資格者が行う。鋼材の荷下ろしには、鋼材クランプまたはシャックル等の外れない金具を使用し、ワイヤー等も点検済みの安全が確認されているものを使用する。長尺物の吊荷作業には、介錯ロープを使用する。
- (3) 鋼材の荷下ろし・桁架設は、ラフテレーンクレーンを使用して有資格者の合図で吊り荷作業を行う。
- (4) 荷下ろし後、資材検収により寸法・規格等に間違いがないかを確認してから、作業主任者の指示により作業を進める。



※仮橋の設置は、図面に明記された組立図のとおり形状にするため、作業主任者が指示し、固定箇所の不具合等を現場職員と確認しながら施工する。

■ 定格荷重	
ブーム長	〇〇.〇m
作業半径	〇〇.〇m
最大吊り荷重	〇.〇t

※クレーン規格、吊り荷重は事前に要確認



1.5 仮設工(5/9)

工事フローチャート	主桁設置状況	主桁設置状況								
<p style="text-align: center;"><b>【仮設工】 仮橋工(2)</b></p> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">準備工</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">↓</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">工事用道路造成</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">↓</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">すき取り・伐開・搬出</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">↓</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">既設フェンス・トラフ撤去</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px; border: 2px solid red;">仮設工</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">↓</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">既設水路取壊し・搬出</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">↓</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">掘削・基面整形</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">↓</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">均しコンクリート工</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">↓</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">足場工</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">↓</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">鉄筋工</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">↓</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">目地工①</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">↓</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">型枠工</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">↓</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">コンクリート打設・養生</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">↓</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">目地工②</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">↓</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">サイドドレーン工</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">↓</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">凍上対策工</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">↓</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">埋戻し・盛土工</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">↓</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">放水工(柵・RO管)</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">↓</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">縦断排水工</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">↓</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">安全施設工</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">↓</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">管理用道路</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">↓</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">後片付け</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">↓</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">完成</div>										
	<p style="text-align: center;"><b>覆工版(敷鉄板)設置</b></p> 									
	<p style="text-align: center;"><b>【仮橋工(2)】</b></p> <p>(1) 既設橋（設計荷重 T-14）は存置し、工事車両の運行経路として既設橋箇所仮橋を設置する。鋼材搬入時には、交通誘導員を配置して一般車両通行に支障がないように誘導する。</p> <p>(2) 鋼材の荷下ろしは、有資格者が行う。鋼材の荷下ろしには、鋼材クランプまたはシャックル等の外れない金具を使用し、ワイヤー等も点検済みの安全が確認されているものを使用する。</p> <p>(3) 鋼材の荷下ろし、桁架設は、ラフテレーンクレーンを使用して有資格者の合図で吊り荷作業を行う。</p> <p>(4) 荷下ろし後、資材検収により寸法・規格等に間違いがないかを確認してから、作業主任者の指示により作業を進める。</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p>※仮橋の設置は、図面に明記された組立図のとおり形状にするため、作業主任者が支持し、固定箇所の不具合等を現場職員と確認しながら施工する。</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th colspan="2" style="background-color: yellow;">■ 定格荷重</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ブーム長</td> <td>〇〇.〇m</td> </tr> <tr> <td>作業半径</td> <td>〇〇.〇m</td> </tr> <tr> <td>最大吊り荷重</td> <td>〇.〇t</td> </tr> </tbody> </table> <div style="text-align: center; margin-top: 10px;">  </div> <p style="color: red; font-weight: bold;">※クレーン規格、吊り荷重は事前に要確認</p>		■ 定格荷重		ブーム長	〇〇.〇m	作業半径	〇〇.〇m	最大吊り荷重	〇.〇t
■ 定格荷重										
ブーム長	〇〇.〇m									
作業半径	〇〇.〇m									
最大吊り荷重	〇.〇t									


1.5 仮設工(6/9)

工事フローチャート	鋼矢板の検収	鋼矢板の肉厚測定
<p>【仮設工】 山留工</p> <pre>           graph TD             A[準備工] --&gt; B[工事用道路造成]             B --&gt; C[すき取り・伐開・搬出]             C --&gt; D[既設フェンス・トラフ撤去]             D --&gt; E[仮設工]             E --&gt; F[既設水路取壊し・搬出]             F --&gt; G[掘削・基面整形]             G --&gt; H[均しコンクリート工]             H --&gt; I[足場工]             I --&gt; J[鉄筋工]             J --&gt; K[目地工①]             K --&gt; L[型枠工]             L --&gt; M[コンクリート打設・養生]             M --&gt; N[目地工②]             N --&gt; O[サイドドレーン工]             O --&gt; P[凍上対策工]             P --&gt; Q[埋戻し・盛土工]             Q --&gt; R[放水工(構・RC管)]             R --&gt; S[縦断排水工]             S --&gt; T[安全施設工]             T --&gt; U[管理用道路]             U --&gt; V[後片付け]             V --&gt; W[完成]           </pre>		
<p>【山留工】</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>既設生活道路の用地幅確保のため、自立式鋼矢板〇型 L=〇〇mによる山留工を施工する。鋼材搬入時には、交通誘導員を配置して一般車両通行に支障がないように誘導する。</li> <li>鋼材の荷下ろしは、有資格者が行う。鋼材の荷下ろしには、鋼材クランプまたはシャックル等の外れない金具を使用し、ワイヤー等も点検済みの安全が確認されているものを使用する。</li> <li>鋼材の荷下ろし・桁架設は、ラフテレーンクレーンを使用して有資格者の合図で吊り荷作業を行う。</li> <li>荷下ろし後、資材検収により寸法・規格等に間違いがないかを確認してから、作業主任者の指示により作業を進める。</li> </ol>	<p>油圧圧入機</p> 	<p>自走式パワーユニット</p> 
	 <p>The diagram illustrates the construction process for sheet piling. It shows a curved wall of sheet piles being installed. Key components labeled include:         <ul style="list-style-type: none"> <li>ラフテレーンクレーン (Rough Terrain Crane) at the top and bottom.</li> <li>自走式パワーユニット (Self-propelled Power Unit) at the top right.</li> <li>油圧圧入機 (Hydraulic Press-in Machine) in the middle right, with a green arrow indicating the direction of pile insertion.</li> <li>資材運搬車 (Material Transport Vehicle) on the left.</li> </ul> </p>	

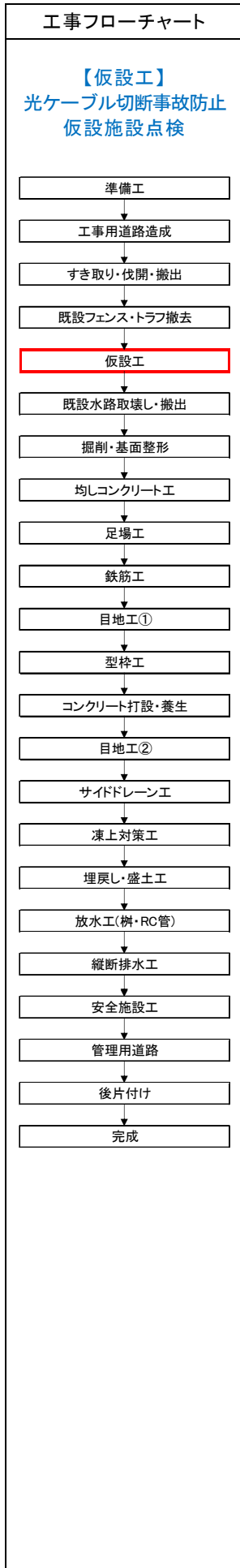
1.5 仮設工(7/9)

工事フローチャート	矢板つり込み状況	圧入状況						
<p style="text-align: center;"><b>【仮設工】 山留工</b></p> <p>準備工</p> <p>↓</p> <p>工事用道路造成</p> <p>↓</p> <p>すき取り・伐開・搬出</p> <p>↓</p> <p>既設フェンス・トラフ撤去</p> <p>↓</p> <p style="border: 2px solid red;">仮設工</p> <p>↓</p> <p>既設水路取壊し・搬出</p> <p>↓</p> <p>掘削・基面整形</p> <p>↓</p> <p>均しコンクリート工</p> <p>↓</p> <p>足場工</p> <p>↓</p> <p>鉄筋工</p> <p>↓</p> <p>目地工①</p> <p>↓</p> <p>型枠工</p> <p>↓</p> <p>コンクリート打設・養生</p> <p>↓</p> <p>目地工②</p> <p>↓</p> <p>サイドドレーン工</p> <p>↓</p> <p>凍上対策工</p> <p>↓</p> <p>埋戻し・盛土工</p> <p>↓</p> <p>放水工(樹・RO管)</p> <p>↓</p> <p>縦断排水工</p> <p>↓</p> <p>安全施設工</p> <p>↓</p> <p>管理用道路</p> <p>↓</p> <p>後片付け</p> <p>↓</p> <p>完成</p>								
	圧入状況	完了						
								
	<div style="text-align: center;"> <p><b>■ 定格荷重</b></p> <table border="1" style="margin: 0 auto;"> <tr> <td>ブーム長</td> <td>〇〇.〇m</td> </tr> <tr> <td>作業半径</td> <td>〇〇.〇m</td> </tr> <tr> <td>最大吊り荷重</td> <td>〇.〇t</td> </tr> </table> <p style="color: red;">※クレーン規格、吊り荷重は事前に要確認</p> </div> <div style="text-align: center; margin-top: 20px;">  <p>ラフテレーンクレーン      油圧圧入機      自走式パワーユニット</p> <p>台車      敷鉄板養生</p> </div> <p style="text-align: center; margin-top: 20px;"><b>油圧圧入引抜工法(サイレントパイラー工法)</b></p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px auto; width: fit-content;"> <p style="text-align: center;">サイレントパイラー施工順序</p> </div> <ol style="list-style-type: none"> <li>①反力架台を法線上に水平にセットし、オートパイラー、反力ウェイトの順に設置する。</li> <li>②オートパイラーチャックにNo.1 鋼矢板を建込み、法線、垂直度確認後、圧入開始。</li> <li>③No.1 鋼矢板を所定の高さまで圧入。次にNo.2 鋼矢板を途中まで圧入（安全に自走できる位置まで）後、オートパイラー自走。</li> <li>④No.2 鋼矢板を所定の高さまで圧入完了。</li> <li>⑤前記要領でAT-90は3枚、AT-150は4枚圧入完了。</li> </ol> <div style="text-align: center; margin-top: 10px;">  </div>		ブーム長	〇〇.〇m	作業半径	〇〇.〇m	最大吊り荷重	〇.〇t
ブーム長	〇〇.〇m							
作業半径	〇〇.〇m							
最大吊り荷重	〇.〇t							

1.5 仮設工(8/9)

工事フローチャート	既設水管橋	保護資材搬入
<p><b>【仮設工】</b> <b>既設水道管防護施設</b></p> <p>準備工</p> <p>↓</p> <p>工事用道路造成</p> <p>↓</p> <p>すき取り・伐開・搬出</p> <p>↓</p> <p>既設フェンス・トラフ撤去</p> <p>↓</p> <p><b>仮設工</b></p> <p>↓</p> <p>既設水路取壊し・搬出</p> <p>↓</p> <p>掘削・基面整形</p> <p>↓</p> <p>均しコンクリート工</p> <p>↓</p> <p>足場工</p> <p>↓</p> <p>鉄筋工</p> <p>↓</p> <p>目地工①</p> <p>↓</p> <p>型枠工</p> <p>↓</p> <p>コンクリート打設・養生</p> <p>↓</p> <p>目地工②</p> <p>↓</p> <p>サイドレーン工</p> <p>↓</p> <p>凍上対策工</p> <p>↓</p> <p>埋戻し・盛土工</p> <p>↓</p> <p>放水工(樹・RC管)</p> <p>↓</p> <p>縦断排水工</p> <p>↓</p> <p>安全施設工</p> <p>↓</p> <p>管理用道路</p> <p>↓</p> <p>後片付け</p> <p>↓</p> <p>完成</p>		
	保護資材組立状況	門型接触保護設備装置
		
	<p><b>【既設水道管防護施設】</b></p> <p>ライフライン前後に鋼材で門型接触防護用設備（下図参照）を設置して接触を防止し、鋼材とライフラインの間に緩衝材を挟む。</p> 	

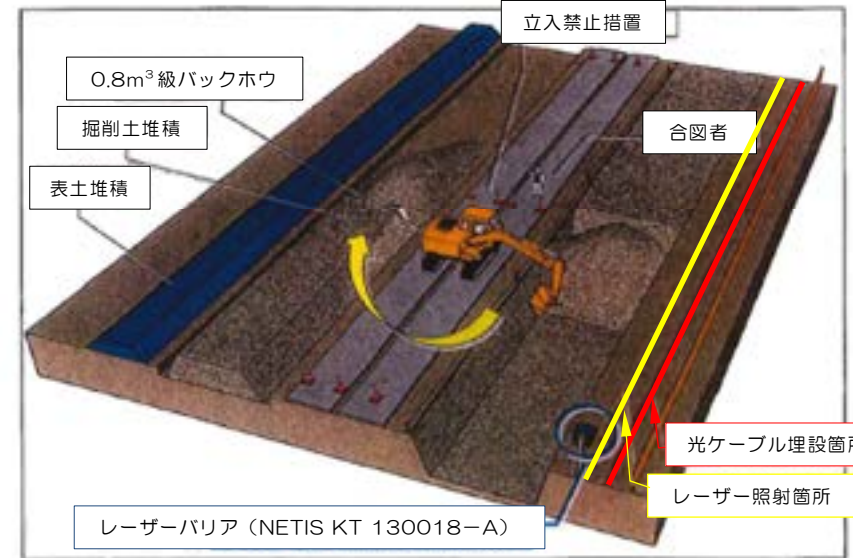
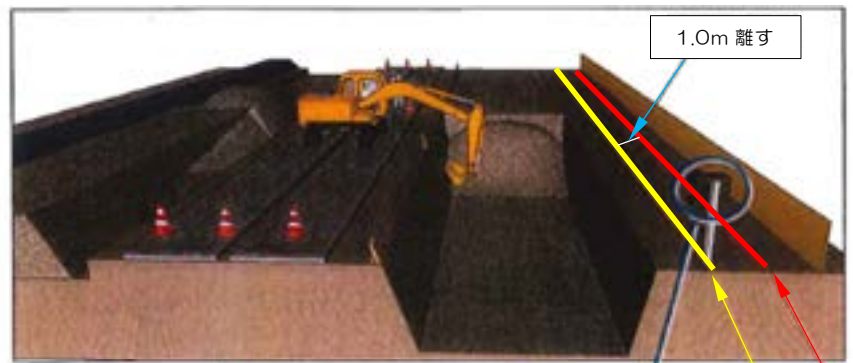
1.5 仮設工(9/9)



【光ケーブル切断事故防止】

- (1) 光ケーブルの切断事故の場合、通信量の大きさにもよるが、賠償問題に大きく影響を与えることがあるので、十分に注意を行う必要がある。
- (2) 工事着手前、光ケーブル管理者の立会の下、試掘して埋設箇所を確認する。
- (3) オペレーター、作業員が光ケーブルの全線を視認できるように、カラスプレー等を用いて地盤に直接線を引き明す。または、下図に示すような光ケーブルと並行にレーザーを照射し、レーザーに接触した場合は警告音と回転灯で知らせるなどの対策を行う。

レーザー照査による対策（事例）  
「レーザーバリアシステム LMS シリーズ（NETIS:KT-130018-A）」






【仮設施設点検】

仮設施設は、施設が変形・倒壊のおそれ、処理能力不足がないか等、機能が維持されているか必ず安全点検を行う。

1.6 既設水路取り壊し・搬出(1/3)

<p>工事フローチャート</p>	<p>既設水路断面測定</p>	<p>防音シート設置</p>
<p>【既設水路取り壊し・搬出】 準備工 既設水路取り壊し</p> <pre>         graph TD             A[準備工] --&gt; B[工事用道路造成]             B --&gt; C[すき取り・伏開・搬出]             C --&gt; D[既設フェンス・トラフ撤去]             D --&gt; E[仮設工]             E --&gt; F[既設水路取壊し・搬出]             F --&gt; G[掘削・基面整形]             G --&gt; H[均しコンクリート工]             H --&gt; I[足場工]             I --&gt; J[鉄筋工]             J --&gt; K[目地工①]             K --&gt; L[型枠工]             L --&gt; M[コンクリート打設・養生]             M --&gt; N[目地工②]             N --&gt; O[サイドドレーン工]             O --&gt; P[凍上対策工]             P --&gt; Q[埋戻し・盛土工]             Q --&gt; R[放水工(樹・RC管)]             R --&gt; S[縦断排水工]             S --&gt; T[安全施設工]             T --&gt; U[管理用道路]             U --&gt; V[後片付け]             V --&gt; W[完成]             </pre>		
	<p>大型圧砕機(ニブラ付き)</p>	<p>既設側壁取り壊し状況</p>
<p>既設水路取壊し・搬出</p>		
	<p>既設側壁取り壊し状況</p>	<p>既設底板取り壊し状況</p>
		
<p>【準備工】</p> <p>(1) 既設水路の取り壊し前に監督職員の立会を受け、各横断面を測定（各断面毎）して写真を撮影する。施工方法について工事計画書を提出する。</p> <p>(2) 取り壊し作業において、騒音を低減する機種を選定するとともに近接に住宅地がある場合は、境界に防音シートを設置し、2段階で周辺環境に配慮して作業する。粉塵が発生する場合は散水しながら行う。</p> <p>(3) 既設水路の取り壊しは、落水後（〇月〇日予定）速やかに取り掛かる。既設フェンスを撤去し、指定された場所へ搬出する。</p> <p>また、トラフ等の再利用可能な発生材は、再利用計画を監督職員に提出する。</p> <p>【既設水路取り壊し】</p> <p>(1) 解体作業は、既設水路側壁の一部を先に取り壊し、工事用道路から水路内に入り水路内でバックホウ（ニブラ付）にて30cm以下に小割して取り壊しを行う。周辺への振動・騒音を極力少なくするために、現場内では大割りで搬出し、コンクリート殻の受入ヤードにブレーカーを搬入して小割り作業を行う。</p> <p>(2) 取り壊し手順は、床地盤を乱さないために既設水路の側壁部分を倒して既設底板上にて破砕し、側壁を取り壊した後に既設底板部の取り壊しを行う。</p> <p>(3) 取り壊したコンクリート殻は、鉄筋・無筋に分別集積し、工事用道路上の積み込み用バックホウにてダンプトラックに積み込む。</p> <p>(4) 取り壊し作業に際しては、必要のない振動や騒音の発生が生じないように事前にオペレーターに指導する。</p>		

1.6 既設水路取り壊し・撤出(2/3)

工事フローチャート	コンクリート殻積込み	コンクリートカッターによる取壊し
<p>【既設水路取り壊し・撤出】 既設水路取り壊し</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>準備工</li> <li>↓</li> <li>工事用道路造成</li> <li>↓</li> <li>すき取り・伐開・撤出</li> <li>↓</li> <li>既設フェンス・トラフ撤去</li> <li>↓</li> <li>仮設工</li> <li>↓</li> <li style="border: 2px solid red;">既設水路取壊し・撤出</li> <li>↓</li> <li>掘削・基面整形</li> <li>↓</li> <li>均しコンクリート工</li> <li>↓</li> <li>足場工</li> <li>↓</li> <li>鉄筋工</li> <li>↓</li> <li>目地工①</li> <li>↓</li> <li>型枠工</li> <li>↓</li> <li>コンクリート打設・養生</li> <li>↓</li> <li>目地工②</li> <li>↓</li> <li>サイドレーン工</li> <li>↓</li> <li>凍上対策工</li> <li>↓</li> <li>埋戻し・盛土工</li> <li>↓</li> <li>放水工(柵・RO管)</li> <li>↓</li> <li>縦断排水工</li> <li>↓</li> <li>安全施設工</li> <li>↓</li> <li>管理用道路</li> <li>↓</li> <li>後片付け</li> <li>↓</li> <li>完成</li> </ul>		
	コンクリート殻集積状況	振動・騒音測定状況
		
【取り壊し 平面図】		
		
【取り壊し 断面図】		
		
<p>(5) 道路横断部は、コンクリートカッターと人力の併用にて取り壊しを行う。          (6) 取壊し作業時は、近隣住宅への対策として自動騒音測定器で測定・データ記録を行い、騒音基準○dB（基準値 85dB）以下で管理する。</p>		
【道路取壊し 断面図】		
		



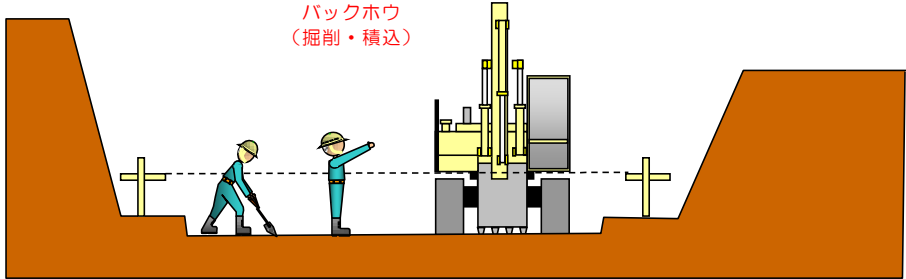
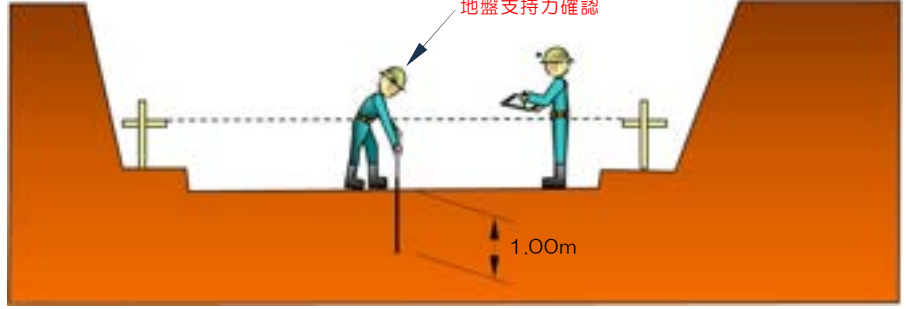
1.6 既設水路取り壊し・搬出(3/3)

工事フローチャート	CCA 処理木材	処理場へ運搬
<p>【既設水路取り壊し・搬出】 既設水路取り壊し 搬出</p> <pre>           graph TD             A[準備工] --&gt; B[工事用道路造成]             B --&gt; C[すき取り・伐開・搬出]             C --&gt; D[既設フェンス・トラフ撤去]             D --&gt; E[仮設工]             E --&gt; F[既設水路取壊し・搬出]             F --&gt; G[掘削・基面整形]             G --&gt; H[均しコンクリート工]             H --&gt; I[足場工]             I --&gt; J[鉄筋工]             J --&gt; K[目地工①]             K --&gt; L[型枠工]             L --&gt; M[コンクリート打設・養生]             M --&gt; N[目地工②]             N --&gt; O[サイドドレーン工]             O --&gt; P[凍上対策工]             P --&gt; Q[埋戻し・盛土工]             Q --&gt; R[放水工(柵・RC管)]             R --&gt; S[縦断排水工]             S --&gt; T[安全施設工]             T --&gt; U[管理用道路]             U --&gt; V[後片付け]             V --&gt; W[完成]           </pre>		
	呈色試薬塗布前	呈色試薬塗布後
		
	<p>(7) 取壊しコンクリートの下には、木材が入っている場合がある。木材には防腐剤が塗布されていることもあり、昭和 38 年（1963 年）以降の建築物の場合、毒性のある CCA（クロム・銅・ヒ素化合物系木材防腐剤）処理木材が使用されている可能性が高い。このため、撤去にあたっては、建設リサイクル法に基づく「国が定める基本方針」や「道が定める実施に関する指針」において、「CCA 処理木材については、それ以外の部分と分離・分別し、適正に焼却または埋立を行う必要がある」とされており、解体時に分別する必要がある。</p> <p>(8) CCA 処理木材は、木材内部に薬剤が注入されていることから、薬剤に反応して発色する試薬を用いて判別することができる。塗布面に試薬を塗布し、10～15 分経過すると、クロムアズロール S による呈色反応の場合、CCA 薬剤が注入されている部分は青色に呈色し、薬剤が注入されていない部分はピンクまたはオレンジ色に呈色する。ジフェニルカルボニヒドラジド溶液による場合は、CCA 薬剤が注入されている部分は紫色に呈色し、薬剤が注入されていない部分は無色となる。</p> <p>(9) CCA 処理木材は、他の資材と混同しないようマーキングして分別し集積する。</p>	
	<p><b>【搬出】</b></p>	
	<p>(1) 取り壊したコンクリート塊は、有筋と無筋と分別して搬出する。CCA 処理木材は、CCA 処理木材の処分を行っている処分場に他の資材と混同しないよう搬出を行う。建設副産物適正処理推進要綱に基づいて処理する。（ manifests に無筋・有筋を記載する。）</p> <p>(2) 再生砕石として再利用する場合は、指定されたヤードに搬出し、自走式破砕機にて破砕を行い、異物が含まれていないことを確認する。再生砕石の資料・写真の提出を行い、監督職員の承諾を得た後、現地に搬入する。搬入時は、監督職員の立会を受ける。また、他工事にて再生されたものを使用する場合は、使用時期・使用数量を監督職員と協議する。</p> <p>(3) 「1.3 すき取り、伐開、搬出」【産業廃棄物処理工】に準じて処理を行う。</p>	

1.7 掘削・基面整形(1/3)

工事フローチャート	水路掘削状況	基面整生状況
<p>【掘削・基面整形】 掘削工</p> <p>準備工 ↓ 工事用道路造成 ↓ すき取り・伐開・搬出 ↓ 既設フェンス・トラフ撤去 ↓ 仮設工 ↓ 既設水路取壊し・搬出 ↓ <b>掘削・基面整形</b> ↓ 均しコンクリート工 ↓ 足場工 ↓ 鉄筋工 ↓ 目地工① ↓ 型枠工 ↓ コンクリート打設・養生 ↓ 目地工② ↓ サイドドレーン工 ↓ 凍上対策工 ↓ 埋戻し・盛土工 ↓ 放水工(柵・RO管) ↓ 縦断排水工 ↓ 安全施設工 ↓ 管理用道路 ↓ 後片付け ↓ 完成</p>		
	掘削完了	掘削流用土の一時堆積
		
	<p>【掘削工】</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>(1) 掘削に先立ち試掘を行い、岩盤線・湧水・地下水を把握するとともに、前歴事業の埋戻しか地山かの確認を行う。土質等から掘削予定断面や掘削工法に問題がある場合は、監督職員と協議する。</li> <li>(2) 設置した丁張りに従ってバックホウにより仕上げを行い、過掘りのないように十分注意して施工する。掘削中に予期しない不良土や埋設物が確認された場合には、監督職員に報告し、指示を受ける。</li> <li>(3) 良好な基礎工施工のため、開削底面のトレンチ・ドレーンパイプ・釜場設置等で地下水・湧水等の排水を行ってドライワークを行う。</li> <li>(4) 現地発生土は、指定された仮置き土場に堆積する。堆積した発生土は、バックホウにより表面を押さえ、雨水が浸透しないようにする。また、滞水しないように勾配を設けて施工する。</li> <li>(5) 掘削法面は、雨水による崩落防止、冬期の氷雪の混入の防止のためにブルーシート等で養生する。掘削床等への昇降には、昇降階段等を設置する。</li> </ol> <p>【掘削平面図】</p> <p>【掘削断面図】</p>	

1.7 掘削・基面整形(2/3)

工事フローチャート	基礎砂利部の掘削	地盤支持力確認
<p data-bbox="199 271 400 360">【掘削・基面整形】 基礎砂利部掘削 地盤支持力確認</p> <pre data-bbox="167 409 427 1599"> graph TD     A[準備工] --&gt; B[工事用道路造成]     B --&gt; C[すき取り・伐開・搬出]     C --&gt; D[既設フェンス・トラフ撤去]     D --&gt; E[仮設工]     E --&gt; F[既設水路取壊し・搬出]     F --&gt; G[掘削・基面整形]     G --&gt; H[均しコンクリート工]     H --&gt; I[足場工]     I --&gt; J[鉄筋工]     J --&gt; K[目地工①]     K --&gt; L[型枠工]     L --&gt; M[コンクリート打設・養生]     M --&gt; N[目地工②]     N --&gt; O[サイドドレーン工]     O --&gt; P[凍上対策工]     P --&gt; Q[埋戻し・盛土工]     Q --&gt; R[放水工(柵・RC管)]     R --&gt; S[縦断排水工]     S --&gt; T[安全施設工]     T --&gt; U[管理用道路]     U --&gt; V[後片付け]     V --&gt; W[完成]                     </pre>		
	<p data-bbox="459 622 683 651">【基礎砂利部掘削】</p> <p data-bbox="475 651 1428 741">(1) 既設水路背面の掘削と既設水路の取り壊しが終わった時点で、基礎砂利部分の掘削を行い、掘削土砂と砂利部分に分けて仮置きする。 (2) 基礎部は、丁張りに従いバックホウにて掘削し、過掘りのないようにする。</p>	
	<p data-bbox="853 768 1038 797">【基礎部 断面図】</p> 	
	<p data-bbox="459 1144 683 1173">【地盤支持力確認】</p> <p data-bbox="475 1173 1428 1323">(1) 掘削完了後、特記仕様書によりポータブルコーン貫入試験または平板載荷試験による地盤支持力の確認を監督職員と協議した測定位置・深度・測定点数で行う。各用水路タイプ別・施設別の必要地耐力を確認する。 (2) 試験により必要地耐力を下回った測定箇所は、再度測定する。結果が下回った場合は、監督職員に報告し、対策工法について協議を行う。</p>	
	<p data-bbox="783 1368 1070 1397">【基礎部 地盤支持力確認】</p> 	

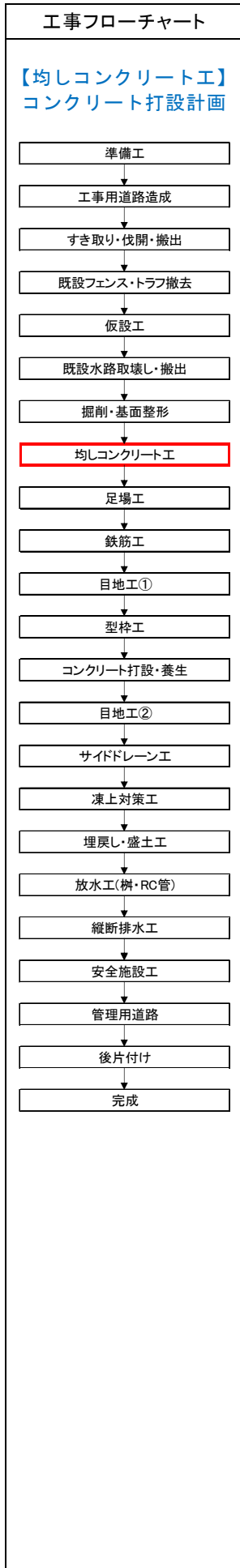
1.7 掘削・基面整形 (3/3)

工事フローチャート	基礎砂利敷均し	基礎砂利転圧
<p><b>【掘削・基面整形】 基礎砂利工</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>準備工</li> <li>↓</li> <li>工事用道路造成</li> <li>↓</li> <li>すき取り・伐開・搬出</li> <li>↓</li> <li>既設フェンス・トラフ撤去</li> <li>↓</li> <li>仮設工</li> <li>↓</li> <li>既設水路取壊し・搬出</li> <li>↓</li> <li style="border: 2px solid red;"><b>掘削・基面整形</b></li> <li>↓</li> <li>均しコンクリート工</li> <li>↓</li> <li>足場工</li> <li>↓</li> <li>鉄筋工</li> <li>↓</li> <li>目地工①</li> <li>↓</li> <li>型枠工</li> <li>↓</li> <li>コンクリート打設・養生</li> <li>↓</li> <li>目地工②</li> <li>↓</li> <li>サイドドレーン工</li> <li>↓</li> <li>凍上対策工</li> <li>↓</li> <li>埋戻し・盛土工</li> <li>↓</li> <li>放水工(構・RC管)</li> <li>↓</li> <li>縦断排水工</li> <li>↓</li> <li>安全施設工</li> <li>↓</li> <li>管理用道路</li> <li>↓</li> <li>後片付け</li> <li>↓</li> <li>完成</li> </ul>		
	<p>砂置換による密度試験</p> 	
	<p><b>【基礎砂利工】</b></p> <p>(1) 地盤支持力を確認した後、バックホウにて基礎砂利（再生骨材または切込砂利・碎石）80mm 級を投入し、バックホウおよび人力により均一に敷き均しを行う。</p> <p>(2) 基礎砂利転圧は、ブルドーザー、振動ローラおよび振動プレート等、作業幅に適合した機種にて入念に締固めを行う。</p> <p>(3) 転圧完了後、締固め密度（最大乾燥密度の85%）を測定する。</p> <p style="text-align: center;"><b>【基礎砂利 平面図】</b></p>  <p style="text-align: center;">バックホウ      振動ローラ</p> <p style="text-align: center;">バックホウ      基礎砂利投入作業</p> <p style="text-align: right;">進行方向 →</p>	

1.8 均しコンクリート工(1/3) 【現場打ち鉄筋コンクリート水路】

工事フローチャート	コンクリート配合試験状況	コンクリート配合試験状況																																																		
<p>【均しコンクリート工】 コンクリート打設計画</p> <pre>           graph TD             A[準備工] --&gt; B[工事用道路造成]             B --&gt; C[すき取り・伐開・搬出]             C --&gt; D[既設フェンス・トラフ撤去]             D --&gt; E[仮設工]             E --&gt; F[既設水路取壊し・搬出]             F --&gt; G[掘削・基面整形]             G --&gt; H[均しコンクリート工]             H --&gt; I[足場工]             I --&gt; J[鉄筋工]             J --&gt; K[目地工①]             K --&gt; L[型枠工]             L --&gt; M[コンクリート打設・養生]             M --&gt; N[目地工②]             N --&gt; O[サイドドレーン工]             O --&gt; P[凍上対策工]             P --&gt; Q[埋戻し・盛土工]             Q --&gt; R[放水工(柵・RC管)]             R --&gt; S[縦断排水工]             S --&gt; T[安全施設工]             T --&gt; U[管理用道路]             U --&gt; V[後片付け]             V --&gt; W[完成]           </pre>	 <p>【コンクリート打設計画】</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>(1) 使用コンクリートは、JIS 表示工場で生産された生コンクリートを使用し、配合報告書を監督職員に提出し、承諾を得てから使用する。</li> <li>(2) コンクリートの種別は、下記のとおりとし、打設は雨天または強風時には行わない。</li> <li>(3) コンクリート打設の前日には、生コン工場と他社との状況やトラブル時の連絡方法等について打合せを行い、打設に支障のないようにする。</li> <li>(4) 打設するコンクリートの配合は、特記仕様書に記載の配合によるものとする。</li> </ol> <p>(参考例)</p> <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>コンクリートの施工箇所</th> <th>記号</th> <th>設計基準強度 (σ<sub>ck</sub> N/mm<sup>2</sup>)</th> <th>セメントの種類</th> <th>粗骨材最大寸法 (mm)</th> <th>スランプ (cm)</th> <th>最大水セメント比 (%)</th> <th>空気量 (%)</th> <th>最小単位セメント量 (kg/m<sup>3</sup>)</th> <th>備 考</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>開渠工</td> <td>RC-a</td> <td>21</td> <td>BB, N</td> <td>20-25</td> <td>8</td> <td>55</td> <td>5.0</td> <td>280</td> <td></td> </tr> <tr> <td>開渠工</td> <td>C-1P</td> <td>—</td> <td>BB</td> <td>20-25</td> <td>8</td> <td>—</td> <td>4.5</td> <td>—</td> <td>均しコンクリートのため 記載されていない。</td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> </tbody> </table> <p style="font-size: small;">セメントの種類は次の符号による。 N：普通ポルトランドセメント H：早強ポルトランドセメント BB：高伊セメント目種 F：フライアッシュセメント目種</p> <p>セメントの種類 BB (1日の平均気温が4℃～25℃以下の場合) セメントの種類 N (1日の平均気温が4℃以下の場合)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>(5) コンクリートポンプ車も一週間前より予定を入れ、打設前日には再度配車を確認する。</li> <li>(6) コンクリート打設する場合の気温は、日平均気温で4℃から25℃以下とし、4℃を下回ると予想される場合は、寒中コンクリートの規定により施工を行う。 (セメントの種類 N)</li> <li>(7) 生コンクリートのプラントからの運搬時間に〇〇分を要し、アジテータ車の間隔を〇〇分～〇〇分とし、アジテータ車1台の拘束時間を最大〇〇分として打設計画を立てる。</li> <li>(8) コンクリートの打設時間は、コンクリートの練上がり後、25℃以上で1.5時間、25℃以下で2時間以内とする。コンクリートの打設は、中断することなく連続して行う。</li> <li>(9) 打設に際しては、あらかじめ下記の事項を行っておく。             <ol style="list-style-type: none"> <li>①型枠の位置・寸法および支保工の検査。</li> <li>②型枠へのはく離材の塗布と付着物の除去。</li> <li>③パイプレータなどの機械器具類の点検と整備および緊急時の予備器具の用意。</li> <li>④型枠内の掃除および溜まり水の排除。</li> <li>⑤コンクリートと接して吸水するおそれのある箇所はあらかじめ湿らせておく。</li> <li>⑥寒中コンクリート施工の場合は、型枠内などについた氷雪を取り除く。</li> </ol> </li> </ol>	コンクリートの施工箇所	記号	設計基準強度 (σ <sub>ck</sub> N/mm <sup>2</sup> )	セメントの種類	粗骨材最大寸法 (mm)	スランプ (cm)	最大水セメント比 (%)	空気量 (%)	最小単位セメント量 (kg/m <sup>3</sup> )	備 考	開渠工	RC-a	21	BB, N	20-25	8	55	5.0	280		開渠工	C-1P	—	BB	20-25	8	—	4.5	—	均しコンクリートのため 記載されていない。																					
コンクリートの施工箇所	記号	設計基準強度 (σ <sub>ck</sub> N/mm <sup>2</sup> )	セメントの種類	粗骨材最大寸法 (mm)	スランプ (cm)	最大水セメント比 (%)	空気量 (%)	最小単位セメント量 (kg/m <sup>3</sup> )	備 考																																											
開渠工	RC-a	21	BB, N	20-25	8	55	5.0	280																																												
開渠工	C-1P	—	BB	20-25	8	—	4.5	—	均しコンクリートのため 記載されていない。																																											

1.8 均しコンクリート工 (2/3) 【現場打ち鉄筋コンクリート水路】

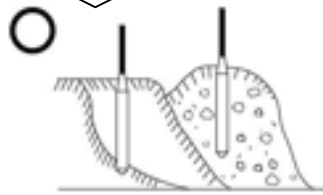


(10) 締め固めに使用する高周波バイブレータは、下表のものから選定して〇〇台を使用し、人員は〇〇名にて、生コンクリート打設作業を行う。

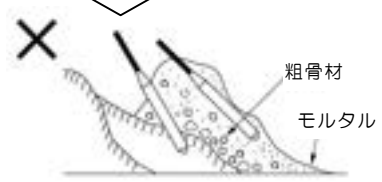
【標準部 能力値】

径	振動数 (Hz)	振動部直径 (mm)	締め固め範囲 直径 (mm)	締め固め能力 (m <sup>3</sup> /hr)
φ 30	200/240	31	350	12
φ 40		43	450	18
φ 50		52	600	24

バイブレータを用いてコンクリートの横流しを行わない



バイブレータでコンクリートを移動させるとモルタル分だけが遠くに流れて、粗骨材の分離を起こす



(11) 打設は、原則としてコンクリートポンプ車を使用し、フレキシブルホースの先端にサニーホースを使用して落下高 1.5m 以内を確保し、材料の分離のないよう投入する。

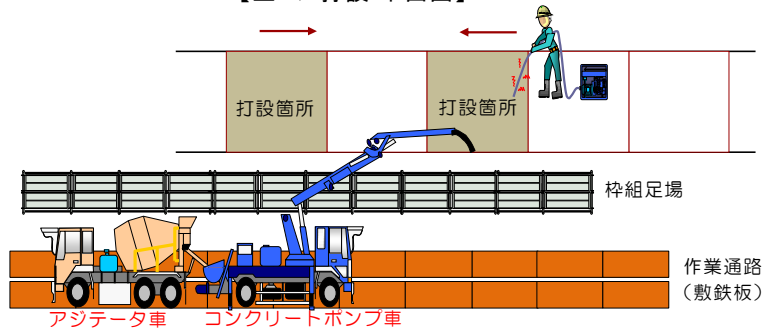
(12) 1 日の打設予定数量は、1 バレルあたりの打設数量および型枠形状を考慮して決定する。

【生コンクリート 打設数量】

	O-12-2(底版部)	O-12-2(側壁部)	O-13-1
1 バレル当たりの打設数量	〇〇m <sup>3</sup>	〇〇m <sup>3</sup>	〇〇m <sup>3</sup>

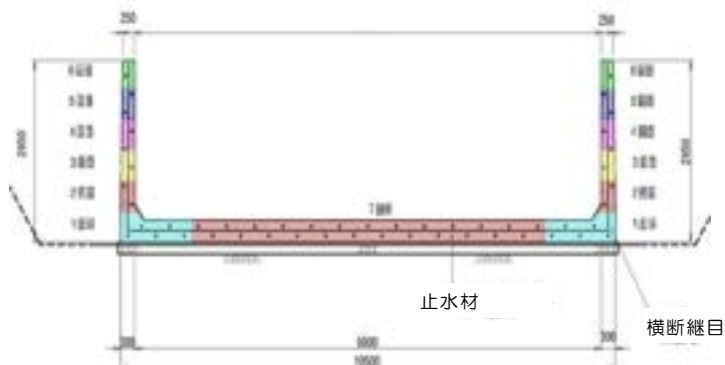
(13) コンクリートの打設は、ポンプ車やアジテータ車の位置より遠い箇所から開始し、次第に手前に近づくようにする。

【生コン打設 平面図】



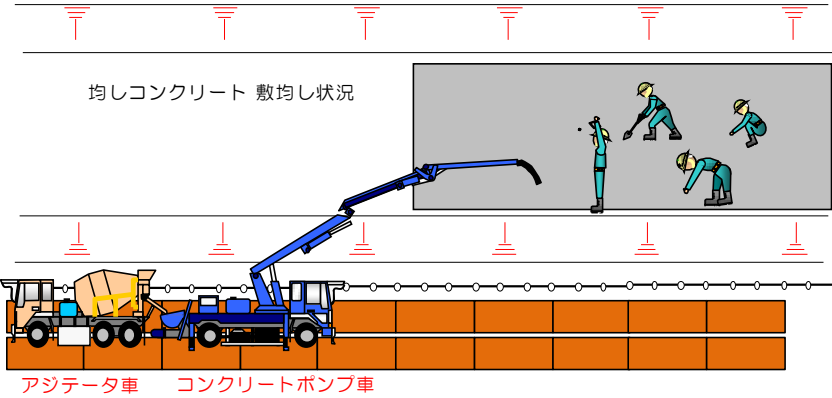
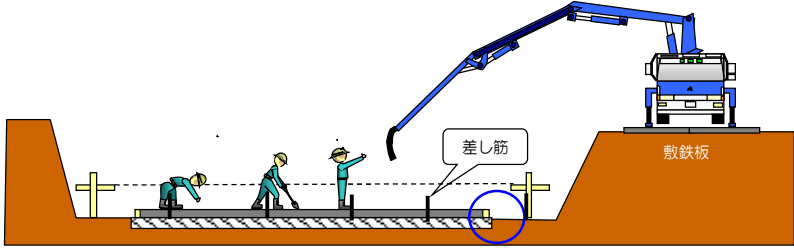
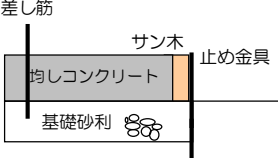


(14) 生コンの躯体打設順序は、基本的にハンチ部分から側壁を順次、打設し、最後に底版部分を打設する。


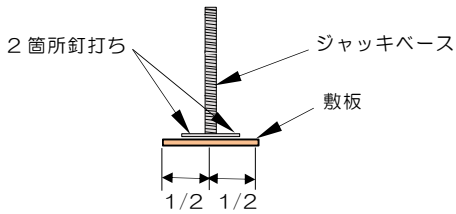
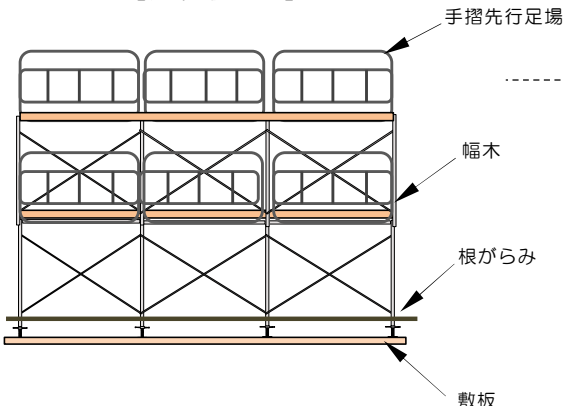
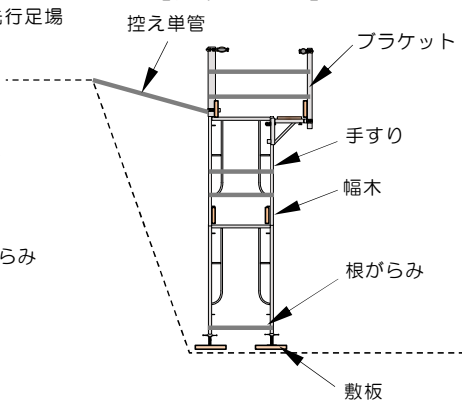

【生コン打設 打設順序】



1.8 均しコンクリート工 (3/3) 【現場打ち鉄筋コンクリート水路】

工事フローチャート	均しコンクリート打設状況	均しコンクリート敷均し状況
<p>【均しコンクリート工】 コンクリート打設</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>準備工</li> <li>↓</li> <li>工事用道路造成</li> <li>↓</li> <li>すき取り・伐開・搬出</li> <li>↓</li> <li>既設フェンス・トラフ撤去</li> <li>↓</li> <li>仮設工</li> <li>↓</li> <li>既設水路取壊し・搬出</li> <li>↓</li> <li>掘削・基面整形</li> <li>↓</li> <li style="border: 2px solid red;">均しコンクリート工</li> <li>↓</li> <li>足場工</li> <li>↓</li> <li>鉄筋工</li> <li>↓</li> <li>目地工①</li> <li>↓</li> <li>型枠工</li> <li>↓</li> <li>コンクリート打設・養生</li> <li>↓</li> <li>目地工②</li> <li>↓</li> <li>サイドレーン工</li> <li>↓</li> <li>凍上対策工</li> <li>↓</li> <li>埋戻し・盛土工</li> <li>↓</li> <li>放水工(柵・RO管)</li> <li>↓</li> <li>縦断排水工</li> <li>↓</li> <li>安全施設工</li> <li>↓</li> <li>管理用道路</li> <li>↓</li> <li>後片付け</li> <li>↓</li> <li>完成</li> </ul>		
<p><b>【均しコンクリート工】</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>(1) 均しコンクリートの型枠は、50×30の栈木（サン木）を使用して取付ける。</li> <li>(2) 使用コンクリートは、JIS 表示工場で生産された生コンクリートを使用し、事前に配合報告書を監督職員に提出し、承諾を得てから使用する。</li> <li>(3) 生コンクリートの打設は、コンクリート圧送車を用いて行う。</li> <li>(4) 鉄筋かぶりを確保するため、均しコンクリートの打設の際に横断的に鉄筋を打込み、高さをビニールテープでマーキングし、仕上げ高の管理を行なう。</li> <li>(5) 均しコンクリートは、木ごてにより所定の高さで平坦に敷均しを行う。</li> <li>(6) 打設目印とした鉄筋は、敷均しの終わった部分から順次撤去する。</li> </ol>		
<p style="text-align: center;"><b>【均しコンクリート 平面図】</b></p>  <p style="text-align: center;">アジテータ車    コンクリートポンプ車</p>		
<p style="text-align: center;"><b>【均しコンクリート 断面図】</b></p> 		
<p style="text-align: center;"><b>【詳細図】</b></p> 		

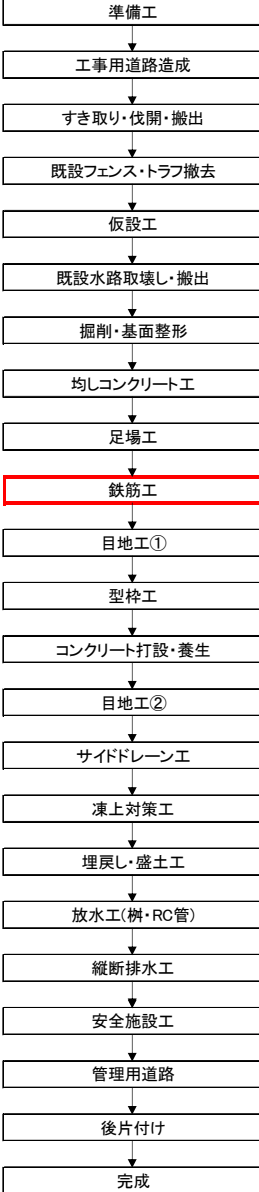

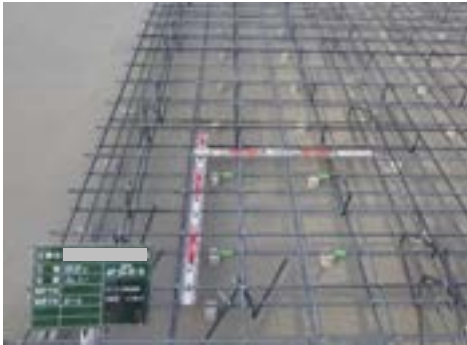


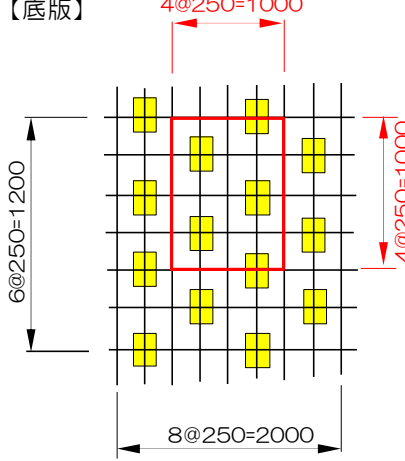
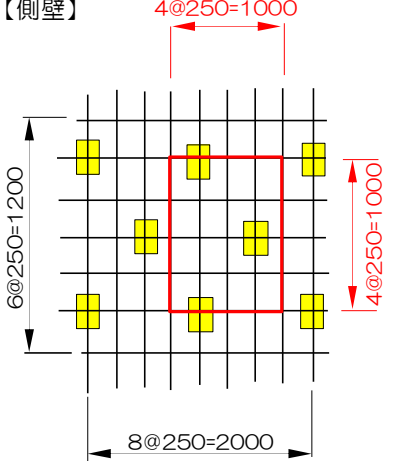
1.9 足場工 [現場打ち鉄筋コンクリート水路]

工事フローチャート	足場組立状況	足場組立完了
<p><b>【足場工】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>準備工</li> <li>↓</li> <li>工事用道路造成</li> <li>↓</li> <li>すき取り・伐開・搬出</li> <li>↓</li> <li>既設フェンス・トラフ撤去</li> <li>↓</li> <li>仮設工</li> <li>↓</li> <li>既設水路取壊し・搬出</li> <li>↓</li> <li>掘削・基面整形</li> <li>↓</li> <li>均しコンクリート工</li> <li>↓</li> <li style="border: 2px solid red;">足場工</li> <li>↓</li> <li>鉄筋工</li> <li>↓</li> <li>目地工①</li> <li>↓</li> <li>型枠工</li> <li>↓</li> <li>コンクリート打設・養生</li> <li>↓</li> <li>目地工②</li> <li>↓</li> <li>サイドドレーン工</li> <li>↓</li> <li>凍上対策工</li> <li>↓</li> <li>埋戻し・盛土工</li> <li>↓</li> <li>放水工(樹・RC管)</li> <li>↓</li> <li>縦断排水工</li> <li>↓</li> <li>安全施設工</li> <li>↓</li> <li>管理用道路</li> <li>↓</li> <li>後片付け</li> <li>↓</li> <li>完成</li> </ul>	 <p><b>【足場工】</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>(1) コンクリート足場は、全て手摺り先行足場とし、手摺り据え置き方式を使用する。</li> <li>(2) 足場組立前に沈下がないように地盤の状態を確認し、平坦に均したあと敷板を敷く。</li> <li>(3) ジャッキベースは、敷板の中心に、かつ決められた建柱間隔・位置に配置し、移動のないように釘止めする。なお、釘止めは2箇所以上とする。</li> </ol> <p style="text-align: center;"><b>【ジャッキベース 断面図】</b></p>  <ol style="list-style-type: none"> <li>(4) ジャッキベースの上に建柱の支柱を建て、脚柱間に根がらみを設ける。枠組足場は、手摺り先行にて組み上げる。脚柱ジョイント部の抜け止めにアームロック式抜け止めを確実にを行う。</li> <li>(5) 布枠の隙間は3cm以下とし、つかみ金具は外れ止めを確実にかけ、下面からの風の吹き上げ等に対しても外れないようにする。</li> <li>(6) 通路、作業床の開口部には、建柱の内側に2段手摺りを取り付ける。手摺りの高さは、床面から90cm程度とし、中さん等を設ける。作業床には幅木を設け、最大積載量を表示する。</li> </ol> <p style="text-align: center;"><b>【足場 側面図】</b></p>  <p style="text-align: center;"><b>【足場 断面図】</b></p> 	


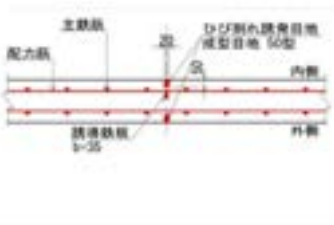
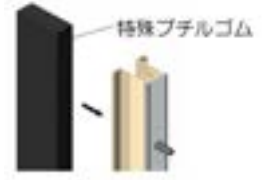

1.10 鉄筋工(1/2) [現場打ち鉄筋コンクリート水路]

<p style="text-align: center;">工事フローチャート</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;"> <p style="text-align: center; color: blue;">【鉄筋工】</p> <p style="text-align: center;">準備工</p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p style="text-align: center;">工事用道路造成</p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p style="text-align: center;">すき取り・伏開・搬出</p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p style="text-align: center;">既設フェンス・トラフ撤去</p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p style="text-align: center;">仮設工</p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p style="text-align: center;">既設水路取壊し・搬出</p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p style="text-align: center;">掘削・基面整形</p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p style="text-align: center;">均しコンクリート工</p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p style="text-align: center;">足場工</p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p style="text-align: center; border: 2px solid red;">鉄筋工</p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p style="text-align: center;">目地工①</p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p style="text-align: center;">型枠工</p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p style="text-align: center;">コンクリート打設・養生</p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p style="text-align: center;">目地工②</p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p style="text-align: center;">サイドドレーン工</p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p style="text-align: center;">凍上対策工</p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p style="text-align: center;">埋戻し・盛土工</p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p style="text-align: center;">放水工(樹・RC管)</p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p style="text-align: center;">縦断排水工</p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p style="text-align: center;">安全施設工</p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p style="text-align: center;">管理用道路</p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p style="text-align: center;">後片付け</p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p style="text-align: center;">完成</p> </div>	<p style="text-align: center;">鉄筋搬入時の規格形状確認</p> 	<p style="text-align: center;">防錆剤散布処理</p> 																			
	<p style="text-align: center;">底版部鉄筋組立状況</p> 	<p style="text-align: center;">底版部鉄筋組立完了</p> 																			
	<p style="text-align: center;">【鉄筋工】</p> <p>(1) 使用する鉄筋は、すべて SD345 (JIS G3112) を使用する。</p> <p>(2) 鉄筋は、加工場へ搬入して加工を行う。組立時に現場へ搬入する。</p> <p>(3) 鉄筋加工は、屋内工場で設計図書に示された形状・寸法に加工する。また、幅止め筋の加工については、定められた鉄筋かぶりを守るよう(芯かぶり)並びに中心間隔を圧迫しないように加工する。曲げ加工した鉄筋を曲げ戻してはならない。</p> <p>(4) 現場に鉄筋を搬入する際には、長期保管とならないように原則として使用分の数量を搬入する。やむを得ず搬入する場合には敷台の上に置き、シート等で養生し、鉄筋の浮き、錆が生じないようにする。</p> <p>(5) 使用鉄筋の保管は、必ず角材等の上に置く。作業終了時には、必ずシートで覆いをする。</p> <p>(6) 鉄筋は、組立てる前に鉄筋の表面についた泥、油、ペンキ、浮き錆等、鉄筋とコンクリートとの付着を害するおそれのあるものは、取り除いて使用する。</p> <p>(7) 鉄筋加工完了後は、湿気等による錆が発生しないように、曲げ加工部や端部などに防錆剤を塗布して保管する。</p> <p>(8) 鉄筋は、所定の位置に配置し、コンクリートを打設するときに動かないように 0.8mm 以上のなまし鉄線を使用して緊結する。</p> <p style="text-align: center; margin-top: 20px;">【加工寸法の許容誤差】 (コンクリート標準示方書)</p> <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse; margin-bottom: 10px;"> <thead> <tr> <th colspan="2" style="text-align: center;">鉄筋の種類</th> <th colspan="2" style="text-align: center;">許容誤差 (mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">スターラップ、帯鉄筋、らせん鉄筋</td> <td style="text-align: center;">a,b</td> <td style="text-align: center;">±5</td> </tr> <tr> <td rowspan="2" style="text-align: center;">その他の鉄筋</td> <td style="text-align: center;">径 28 mm以下の丸鋼・D25 以下の異形鉄筋</td> <td style="text-align: center;">a,b</td> <td style="text-align: center;">±15</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">径 32 mm以下の丸鋼・D29 以上の D32 以下の異形鉄筋</td> <td style="text-align: center;">a,b</td> <td style="text-align: center;">±20</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">加工後の全長 (L)</td> <td style="text-align: center;">a,b</td> <td style="text-align: center;">±20</td> </tr> </tbody> </table> <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="margin-right: 20px;"> <p>スターラップ 帯鉄筋 らせん鉄筋</p>  </div> <div> <p>その他の鉄筋</p>  </div> </div> 		鉄筋の種類		許容誤差 (mm)		スターラップ、帯鉄筋、らせん鉄筋		a,b	±5	その他の鉄筋	径 28 mm以下の丸鋼・D25 以下の異形鉄筋	a,b	±15	径 32 mm以下の丸鋼・D29 以上の D32 以下の異形鉄筋	a,b	±20	加工後の全長 (L)		a,b	±20
鉄筋の種類		許容誤差 (mm)																			
スターラップ、帯鉄筋、らせん鉄筋		a,b	±5																		
その他の鉄筋	径 28 mm以下の丸鋼・D25 以下の異形鉄筋	a,b	±15																		
	径 32 mm以下の丸鋼・D29 以上の D32 以下の異形鉄筋	a,b	±20																		
加工後の全長 (L)		a,b	±20																		



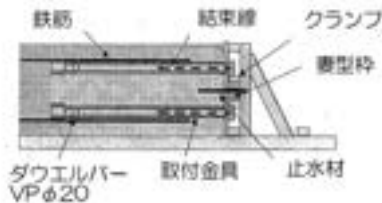
1.10 鉄筋工(2/2) [現場打ち鉄筋コンクリート水路]

工事フローチャート	側壁部鉄筋組立	組立筋、スペーサー配置確認
<p><b>【鉄筋工】</b></p>  <p>準備工 ↓ 工事用道路造成 ↓ すき取り・伐開・搬出 ↓ 既設フェンス・トラフ撤去 ↓ 仮設工 ↓ 既設水路取壊し・搬出 ↓ 掘削・基面整形 ↓ 均しコンクリート工 ↓ 足場工 ↓ <b>鉄筋工</b> ↓ 目地工① ↓ 型枠工 ↓ コンクリート打設・養生 ↓ 目地工② ↓ サイドドレーン工 ↓ 凍上対策工 ↓ 埋戻し・盛土工 ↓ 放水工(樹・RC管) ↓ 縦断排水工 ↓ 安全施設工 ↓ 管理用道路 ↓ 後片付け ↓ 完成</p>		
	幅止筋、スペーサー配置確認	側壁部鉄筋組立完了
		
	<p>(9) スペーサー設置個数は、農業土木工事仕様書の「3-7-4 3. 鉄筋かぶりの確保」記載事項より、側壁については、1m<sup>2</sup>あたり 2 個以上、底版については、1m<sup>2</sup>あたり 4 個以上の設置(千鳥の配置)を行う。なお、使用するスペーサーについては、コンクリート製で本体コンクリート(圧縮強度 21N/mm<sup>2</sup>)と同等以上の品質を有するものを使用する。使用前に試験書を提出し、承諾を得る。使用した焼なまし鉄線、クリップ等は、かぶり内に残さないように確認する。</p>	
	<p align="center"><b>【スペーサーの配置】</b></p>	
	<p><b>【底版】</b></p> 	<p><b>【側壁】</b></p> 
	<p>(10) 鉄筋の組立後、コンクリートを打設する前に、鉄筋の本数、径、配置等の確認を行い、コンクリートの打設に際し、変形・移動のおそれがないか確認する。組立平均間隔 (d) の規格値は、±φ (鉄筋径) とする。かぶり (t) は、設計かぶり±φかつ最小かぶり以上とする。最小かぶりは、コンクリート標準示方書(設計編 標準 4.2)を参照。</p>	

1.11 目地工①(1/2) [現場打ち鉄筋コンクリート水路]

工事フローチャート	型枠にひび割れ誘発目地取付	ひび割れ誘発目地取付完了												
<p style="text-align: center;"><b>【目地工】</b> ひびわれ誘発目地</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">準備工</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">工事用道路造成</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">すき取り・伏開・搬出</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">既設フェンス・トラフ撤去</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">仮設工</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">既設水路取壊し・搬出</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">掘削・基面整形</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">均しコンクリート工</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">足場工</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">鉄筋工</div> <div style="border: 2px solid red; padding: 5px; margin-bottom: 5px; color: red;"><b>目地工①</b></div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">型枠工</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">コンクリート打設・養生</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">目地工②</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">サイドドレーン工</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">凍上対策工</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">埋戻し・盛土工</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">放水工(樹・RC管)</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">縦断排水工</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">安全施設工</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">管理用道路</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">後片付け</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">完成</div>	 <p><b>【ひび割れ誘発目地】</b></p> <p>(1) コンクリート構造物は、セメントの水和熱や外気温等による温度変化、乾燥収縮等の外力以外の要因による変形が生じ、変形が拘束されるとひび割れが発生することがある。このため、あらかじめ所定の間隔で断面欠損部を設けておき、ひび割れを人為的に生じさせるひび割れ誘発目地を設ける。</p> <p>(2) ひび割れ誘発目地を設ける間隔は、バレル長が6m以上の場合に設置する。</p> <p>(3) ひび割れ誘発目地の断面欠損率は、コンクリート標準示方書では「50%以上とすることで確実に誘発できる場合が多い」とされている。</p> <div style="text-align: center; border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0;">ひび割れ誘発目地 参考例</div> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>側面</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>断面図</p>  </div> </div> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center; border-collapse: collapse; margin: 10px 0;"> <caption>断面欠損率算定</caption> <thead> <tr> <th>壁厚 W (mm)</th> <th>ひび割れ誘発目地幅 a (mm)</th> <th>誘導鉄板幅 b (mm)</th> <th>断面欠損量 (mm)</th> <th>断面欠損率算定式</th> <th>断面欠損率 (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>250</td> <td>50×2</td> <td>25×1</td> <td>125</td> <td>125/250×100</td> <td>54.0</td> </tr> </tbody> </table> <p>(4) ひび割れ誘発目地の取付</p> <p>① 誘導鉄板取付 配力筋に誘導鉄板取付位置の墨出しをしてホルダーを取付ける。誘導鉄板の位置がズレた場合、ひび割れ誘発効果を損なうおそれがあるので、必ず墨出しを行い取付ける。ホルダーに誘導鉄板を取付ける。ホルダー間で誘導鉄板が波打たないように注意しながら取付ける。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin: 10px 0;"> <div style="text-align: center;"> <p>ホルダー取付</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>誘導鉄板取付</p>  </div> </div> <p>② 目地組立・取付 目地本体に軸を差し込む。軸は折れやすいので、十分注意して差し込む。特殊ブチルゴムを目地に挿入する。型枠を立て、躯体面側から軸を型枠穴に差し込み、型枠面からワッシャー、蝶ナットで締めて取付ける。目地軸は、蝶ナットで締めすぎると破損するので、締め過ぎに注意すること。</p> <p>③ コンクリート打設 コンクリート打設時は、パイプレータが目地および誘導鉄板に接触しないように注意しながら行う。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin: 10px 0;"> <div style="text-align: center;"> <p>目地に軸差し込み</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>目地にブチルゴム挿入</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>型枠に目地取付</p>  </div> </div>	壁厚 W (mm)	ひび割れ誘発目地幅 a (mm)	誘導鉄板幅 b (mm)	断面欠損量 (mm)	断面欠損率算定式	断面欠損率 (%)	250	50×2	25×1	125	125/250×100	54.0	
壁厚 W (mm)	ひび割れ誘発目地幅 a (mm)	誘導鉄板幅 b (mm)	断面欠損量 (mm)	断面欠損率算定式	断面欠損率 (%)									
250	50×2	25×1	125	125/250×100	54.0									


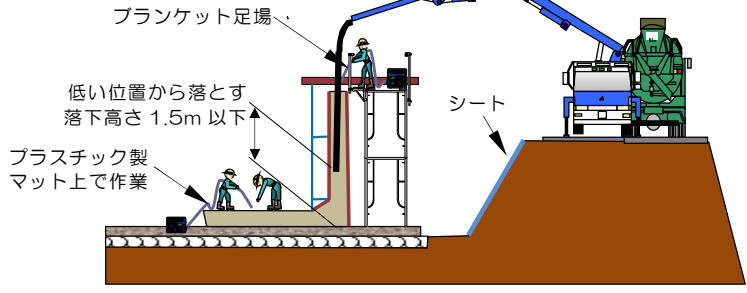

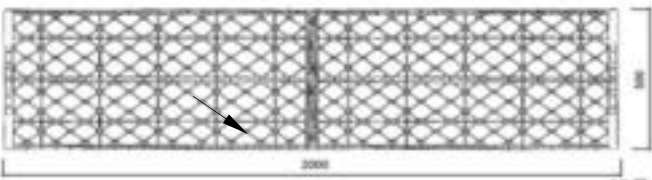
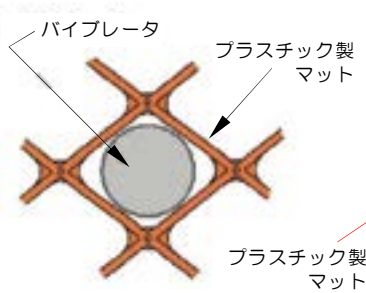


1.11 目地工①(2/2) [現場打ち鉄筋コンクリート水路]

工事フローチャート	塩ビ管・止水板の設置状況	ダウエルバーを塩ビ管に挿入
<p style="text-align: center;"><b>【目地工】</b> ダウエルバー工 止水板工</p> <pre>           graph TD             A[準備工] --&gt; B[工事用道路造成]             B --&gt; C[すき取り・伐開・搬出]             C --&gt; D[既設フェンス・トラフ撤去]             D --&gt; E[仮設工]             E --&gt; F[既設水路取壊し・搬出]             F --&gt; G[掘削・基面整形]             G --&gt; H[均しコンクリート工]             H --&gt; I[足場工]             I --&gt; J[鉄筋工]             J --&gt; K[目地工①]             K --&gt; L[型枠工]             L --&gt; M[コンクリート打設・養生]             M --&gt; N[目地工②]             N --&gt; O[サイドドレーン工]             O --&gt; P[凍上対策工]             P --&gt; Q[埋戻し・盛土工]             Q --&gt; R[放水工(樹・RC管)]             R --&gt; S[縦断排水工]             S --&gt; T[安全施設工]             T --&gt; U[管理用道路]             U --&gt; V[後片付け]             V --&gt; W[完成]           </pre>		
	<p><b>【ダウエルバー工・止水板工】</b></p> <p>(1) ダウエルバーは、接続箇所にも丸鋼 (φ16) L=1.0m (0.5m にターレエポキシ樹脂塗装仕上)、塩ビ管 (VPφ20、L=0.5m、キャップ付) を使用する。</p> <p>(2) 先打コンクリートの型枠に塩ビ管を水平に取付け、後打コンクリート打設前に丸鋼 (樹脂塗装側を塩ビ管の中) を挿入する。止水板は、横断目地の中央に取付ける。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div data-bbox="512 808 887 846" style="border: 1px solid black; padding: 2px;">             ダウエルバー(塩ビ管取付)施工図           </div> <div data-bbox="919 808 1422 846" style="border: 1px solid black; padding: 2px;">             ダウエルバー(先打コンクリート)完了施工図           </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;"> <div data-bbox="496 875 879 1077">  </div> <div data-bbox="991 875 1390 1077">  </div> </div> <div style="text-align: center; margin-top: 20px;"> <div data-bbox="703 1122 1086 1160" style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">             ダウエルバー(丸鋼φ16)施工図           </div> </div> <div style="text-align: center; margin-top: 10px;">  </div>	

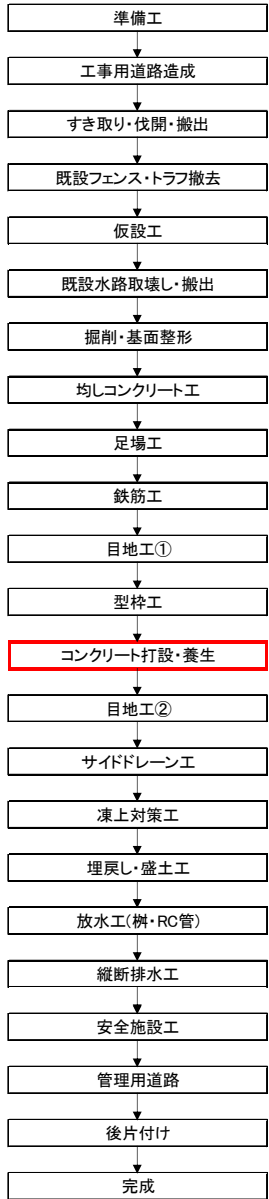

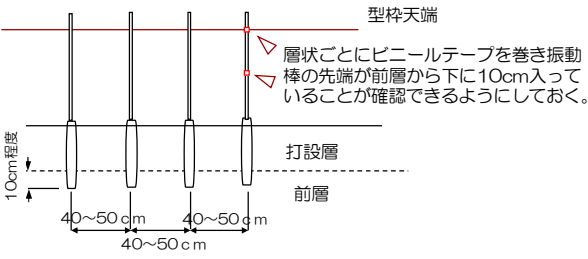
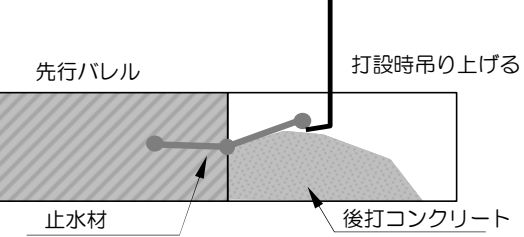

1.12 型枠工 [現場打ち鉄筋コンクリート水路]

工事フローチャート	型枠資材の搬入	底版部型枠組立状況												
<p><b>【型枠工】</b></p> <pre> graph TD     A[準備工] --&gt; B[工事用道路造成]     B --&gt; C[すき取り・伐開・搬出]     C --&gt; D[既設フェンス・トラフ撤去]     D --&gt; E[仮設工]     E --&gt; F[既設水路取壊し・搬出]     F --&gt; G[掘削・基面整形]     G --&gt; H[均しコンクリート工]     H --&gt; I[足場工]     I --&gt; J[鉄筋工]     J --&gt; K[目地工①]     K --&gt; L[型枠工]     L --&gt; M[コンクリート打設・養生]     M --&gt; N[目地工②]     N --&gt; O[サイドドレーン工]     O --&gt; P[凍上対策工]     P --&gt; Q[埋戻し・盛土工]     Q --&gt; R[放水工(樹・RC管)]     R --&gt; S[縦断排水工]     S --&gt; T[安全施設工]     T --&gt; U[管理用道路]     U --&gt; V[後片付け]     V --&gt; W[完成]                     </pre>														
	<p>側壁部型枠支保工組立状況</p> 	<p>社内型枠検査状況</p> 												
	<p><b>【型枠工】</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>型枠の使用材料は、パネコートを使用する。丸セパレーターは、φ9mmを使用する。</li> <li>型枠のハンチ部分には、気泡防止シート等の対策を講じてコンクリートの表面に発生する気泡跡を防止する。</li> <li>型枠は、設計図書に示されたコンクリート構造物寸法に一致するように組立てる。</li> <li>底版と側壁は、打継目のない一体型に施工するため、荷重、パイプレータ等の影響による変形が生じないように堅固に固定する。</li> <li>型枠の剥離材は、汚色の残らない塗布剤を使用し、型枠清掃後均一に塗布する。転用回数を遵守する。</li> <li>フルーム水路型枠の脱型時期の決定は、構造物と同じような状態で養生した供試体の圧縮強度をもとに決定する。なお、コンクリート圧縮強度※5N/mm<sup>2</sup>以上を参考の目安とする。(初回に供試体を採取してσ<sub>3</sub>強度試験を行い確認) 施工計画書に取外しの時期および順序の計画を記載する。</li> <li>型枠脱型後のPコン穴埋め処理は、本体コンクリートと同等以上の品質を有するモルタル(セメント1:砂2)により施工する。</li> <li>記録写真にて測定値等の確認ができるように整理する。</li> </ol> <p style="text-align: center;"><b>【型枠を取り外してよい時期のコンクリート圧縮強度の参考値】</b></p> <table border="1" data-bbox="534 1751 1353 2042"> <thead> <tr> <th>部材面の種類</th> <th>例</th> <th>コンクリート圧縮強度(N/mm<sup>2</sup>)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>厚い部材の鉛直に近い面、傾いた上面、小さいアーチの外側面</td> <td>フーチングの側面</td> <td>3.5</td> </tr> <tr> <td>薄い部材の鉛直、または、45°より急な傾きの下面、小さいアーチの内側面</td> <td>柱、壁、梁側面</td> <td>5.0</td> </tr> <tr> <td>橋、建物のスラブおよび梁、45°よりゆるい傾きの下面</td> <td>スラブ、梁の下面</td> <td>14.0</td> </tr> </tbody> </table>		部材面の種類	例	コンクリート圧縮強度(N/mm <sup>2</sup> )	厚い部材の鉛直に近い面、傾いた上面、小さいアーチの外側面	フーチングの側面	3.5	薄い部材の鉛直、または、45°より急な傾きの下面、小さいアーチの内側面	柱、壁、梁側面	5.0	橋、建物のスラブおよび梁、45°よりゆるい傾きの下面	スラブ、梁の下面	14.0
部材面の種類	例	コンクリート圧縮強度(N/mm <sup>2</sup> )												
厚い部材の鉛直に近い面、傾いた上面、小さいアーチの外側面	フーチングの側面	3.5												
薄い部材の鉛直、または、45°より急な傾きの下面、小さいアーチの内側面	柱、壁、梁側面	5.0												
橋、建物のスラブおよび梁、45°よりゆるい傾きの下面	スラブ、梁の下面	14.0												

1.13 コンクリート打設・養生(1/4)【現場打ち鉄筋コンクリート水路】

工事フローチャート	コンクリート打設前の清掃	底版部コンクリート打設状況
<p data-bbox="162 271 432 331">【コンクリート打設・養生】 コンクリート打設工</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>準備工</li> <li>↓</li> <li>工事用道路造成</li> <li>↓</li> <li>すき取り・伐開・搬出</li> <li>↓</li> <li>既設フェンス・トラフ撤去</li> <li>↓</li> <li>仮設工</li> <li>↓</li> <li>既設水路取壊し・搬出</li> <li>↓</li> <li>掘削・基面整形</li> <li>↓</li> <li>均しコンクリート工</li> <li>↓</li> <li>足場工</li> <li>↓</li> <li>鉄筋工</li> <li>↓</li> <li>目地工①</li> <li>↓</li> <li>型枠工</li> <li>↓</li> <li style="border: 2px solid red;">コンクリート打設・養生</li> <li>↓</li> <li>目地工②</li> <li>↓</li> <li>サイドドレーン工</li> <li>↓</li> <li>凍上対策工</li> <li>↓</li> <li>埋戻し・盛土工</li> <li>↓</li> <li>放水工(樹・RC管)</li> <li>↓</li> <li>縦断排水工</li> <li>↓</li> <li>安全施設工</li> <li>↓</li> <li>管理用道路</li> <li>↓</li> <li>後片付け</li> <li>↓</li> <li>完成</li> </ul>	 <p data-bbox="459 616 710 649">【コンクリート打設工】</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>(1) 搬入したコンクリートは、スランプ・空気量・温度・単位水量の試験を行うとともに写真を撮影し、所定の品質が確保されていることを確認する。また、圧縮強度測定用の現場養生・標準養生用のテストピースを採取する。</li> <li>(2) コンクリートの打設速度は、30分につき1.0～1.5m程度とする。鉛直に低い位置から落とす(落下距離は1.5m以下)。打設時は、横方向にコンクリートを移動することなく、仕上がり面が水平となるように打設する。</li> </ol> <div style="text-align: center;"> <p data-bbox="821 857 1061 891">【生コン打設 断面図】</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p data-bbox="1013 1205 1268 1238">【型枠内打設 詳細図】</p>  <p data-bbox="534 1361 805 1395">均等厚に水平に打込む。 (1層の高さを40～50cm以下とする)</p> </div> <ol style="list-style-type: none"> <li>(3) コンクリート打設作業は、鉄筋上にプラスチック製マットを敷いてその上を通路とし、直接鉄筋に影響を与えないように慎重に作業を行う。</li> </ol> <div style="text-align: center;">    </div>	

1.13 コンクリート打設・養生(2/4) 【現場打ち鉄筋コンクリート水路】

工事フローチャート	側壁部コンクリート打設状況	側壁部コンクリート締固め状況
<p data-bbox="162 271 432 331">【コンクリート打設・養生】 コンクリート打設工</p>  <pre> graph TD     A[準備工] --&gt; B[工事用道路造成]     B --&gt; C[すき取り・伐開・搬出]     C --&gt; D[既設フェンス・トラフ撤去]     D --&gt; E[仮設工]     E --&gt; F[既設水路取壊し・搬出]     F --&gt; G[掘削・基面整形]     G --&gt; H[均しコンクリート工]     H --&gt; I[足場工]     I --&gt; J[鉄筋工]     J --&gt; K[目地工①]     K --&gt; L[型枠工]     L --&gt; M[コンクリート打設・養生]     M --&gt; N[目地工②]     N --&gt; O[サイドドレーン工]     O --&gt; P[凍上対策工]     P --&gt; Q[埋戻し・盛土工]     Q --&gt; R[放水工(構・RC管)]     R --&gt; S[縦断排水工]     S --&gt; T[安全施設工]     T --&gt; U[管理用道路]     U --&gt; V[後片付け]     V --&gt; W[完成]                     </pre>	 <p data-bbox="475 618 1428 678">(4) 生コンは、型枠内にコンクリートを均一に隔々まで連続して打込み、各層にコールドジョイントが生じないように締固めを行う。</p> <p data-bbox="475 683 1428 768">(5) 振動をかける時間は、コンクリートの沈下が落ち着き、表面にセメントペーストが薄く浮き上がり、光沢が認められ始めるまでを目安とする。（通常は5～15秒間）</p> <p data-bbox="475 772 1428 898">(6) バイブレータは、40～50cm 以下の間隔で、前層が硬化する前に前層に対して10cm 程度バイブレータの振動棒の先端が入るまでできるだけ垂直に突っ込み、所定の時間振動させた後、バイブレータの穴を残さないようにゆっくり引き抜く。</p> <div data-bbox="694 929 1284 1220" style="text-align: center;"> <p>【バイブレータ 詳細図】</p>  <p>型枠天端</p> <p>層状ごとにビニールテープを巻き振動棒の先端が前層から下に10cm入っていることが確認できるようにしておく。</p> <p>打設層</p> <p>前層</p> <p>10cm程度</p> <p>40～50cm</p> <p>40～50cm</p> </div> <p data-bbox="475 1238 1428 1299">(7) 生コン打設中、表面にブリージング水がある場合は、これを取り除いてから打設し、写真を撮影する。</p> <p data-bbox="475 1303 1428 1388">(8) 止水板の下のコンクリート打設は、止水板が下がり気泡やブリージング水が溜まることのないように、吊り金具等で排除し、コンクリートが十分に行きわたるようにする。</p> <div data-bbox="694 1422 1220 1691" style="text-align: center;"> <p>【止水板 打設詳細図】</p>  <p>先行バレル</p> <p>止水材</p> <p>後打コンクリート</p> <p>打設時吊り上げる</p> </div> <p data-bbox="475 1736 1428 1796">(9) バイブレータは、コンクリート中を横に引きずって移動させない。また、鉄筋や型枠に直接当てて振動させない。</p> <p data-bbox="475 1800 1428 1921">(10) コンクリート打設の表面は、一度木ゴテで均等に均し、表面に浮き出たブリージング水がなくなった後か、ブリージング水を処理した後に再度木ゴテで表面を押さえ、指で押ししてもコンクリート面がくぼまなくなったときに、金ゴテで強く押し付けながら仕上げる。</p> <p data-bbox="475 1926 1428 1986">(11) 打継目が生ずる場合は、事前に打継目位置について監督職員に承諾を得る。打継目箇所は、打継目処理（遅延剤の塗布、高圧水洗浄）を行うものとする。</p>	



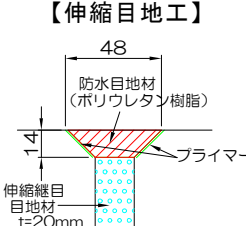
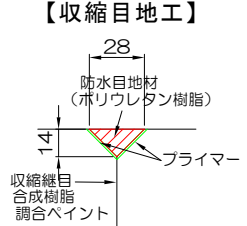
1.13 コンクリート打設・養生(3/4)【現場打ち鉄筋コンクリート水路】

工事フローチャート	被膜養生材	被膜養生材散布状況																																																									
<p><b>【コンクリート打設・養生】 コンクリート養生工</b></p> <pre>           graph TD             A[準備工] --&gt; B[工事用道路造成]             B --&gt; C[すき取り・伐開・搬出]             C --&gt; D[既設フェンス・トラフ撤去]             D --&gt; E[仮設工]             E --&gt; F[既設水路取壊し・搬出]             F --&gt; G[掘削・基面整形]             G --&gt; H[均しコンクリート工]             H --&gt; I[足場工]             I --&gt; J[鉄筋工]             J --&gt; K[目地工①]             K --&gt; L[型枠工]             L --&gt; M[コンクリート打設・養生]             M --&gt; N[目地工②]             N --&gt; O[サイドドレーン工]             O --&gt; P[凍上対策工]             P --&gt; Q[埋戻し・盛土工]             Q --&gt; R[放水工(柵・RO管)]             R --&gt; S[縦断排水工]             S --&gt; T[安全施設工]             T --&gt; U[管理用道路]             U --&gt; V[後片付け]             V --&gt; W[完成]           </pre>	 <p><b>【コンクリート養生工】</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>コンクリートの養生は、養生の計画を立て監督職員と協議する。</li> <li>表面を荒らさずに作業ができる程度の硬化を待ち、コンクリートの露出面（底版部、側壁天端部）に養生マットを布設して散水を行い、湿潤状態を保つ。また、コンクリート初期の水分蒸発による乾燥収縮ひび割れを防止するため、側壁のコンクリート表面に高性能被膜養生剤を散布する。</li> <li>日平均気温が4℃以下になることが予想される場合は、寒中コンクリートとしての施工を行わなければならない。養生中のコンクリートの温度を5℃以上に保ち、下記の養生期間を標準とし、圧縮強度が得られるまでコンクリート温度を5℃以上に保たなければならない。下記の養生期間後、さらに2日間はコンクリート温度を0℃以上に保たなければならない。</li> </ol> <p style="text-align: center;"><b>【コンクリートの標準養生期間】</b></p> <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>日平均気温</th> <th>普通ポルトランド</th> <th>混合セメントB種</th> <th>早強ポルトランド</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>15℃以上</td> <td>5日</td> <td>7日</td> <td>3日</td> </tr> <tr> <td>10℃以上</td> <td>7日</td> <td>9日</td> <td>4日</td> </tr> <tr> <td>5℃以上</td> <td>9日</td> <td>12日</td> <td>5日</td> </tr> </tbody> </table> <p><b>【激しい気象作用を受けるコンクリートの養生終了時の所要強度の標準(N/mm<sup>2</sup>)】</b></p> <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">構造物の露出状態</th> <th colspan="3">断面</th> </tr> <tr> <th>薄い場合</th> <th>普通の場合</th> <th>厚い場合</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>(1)連続して、あるいはしばしば水で飽和される場合</td> <td>15</td> <td>12</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>(2)普通の露出にあり、(1)に属さない場合</td> <td>5</td> <td>5</td> <td>5</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;"><b>【寒中コンクリートの温度制御養生期間】</b></p> <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">5℃以上の温度制御養生を行った後の次の春まで想定される凍結融解の頻度</th> <th rowspan="2">養生温度</th> <th colspan="3">セメントの種類</th> </tr> <tr> <th>普通ポルトランド</th> <th>早強ポルトランドセメント</th> <th>混合セメントB種</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">(1)しばしば凍結融解を受ける場合</td> <td>5℃</td> <td>9日</td> <td>5日</td> <td>12日</td> </tr> <tr> <td>10℃</td> <td>7日</td> <td>4日</td> <td>9日</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">(2)まれに凍結融解を受ける場合</td> <td>5℃</td> <td>4日</td> <td>3日</td> <td>5日</td> </tr> <tr> <td>10℃</td> <td>3日</td> <td>2日</td> <td>4日</td> </tr> </tbody> </table>	日平均気温	普通ポルトランド	混合セメントB種	早強ポルトランド	15℃以上	5日	7日	3日	10℃以上	7日	9日	4日	5℃以上	9日	12日	5日	構造物の露出状態	断面			薄い場合	普通の場合	厚い場合	(1)連続して、あるいはしばしば水で飽和される場合	15	12	10	(2)普通の露出にあり、(1)に属さない場合	5	5	5	5℃以上の温度制御養生を行った後の次の春まで想定される凍結融解の頻度	養生温度	セメントの種類			普通ポルトランド	早強ポルトランドセメント	混合セメントB種	(1)しばしば凍結融解を受ける場合	5℃	9日	5日	12日	10℃	7日	4日	9日	(2)まれに凍結融解を受ける場合	5℃	4日	3日	5日	10℃	3日	2日	4日	
日平均気温	普通ポルトランド	混合セメントB種	早強ポルトランド																																																								
15℃以上	5日	7日	3日																																																								
10℃以上	7日	9日	4日																																																								
5℃以上	9日	12日	5日																																																								
構造物の露出状態	断面																																																										
	薄い場合	普通の場合	厚い場合																																																								
(1)連続して、あるいはしばしば水で飽和される場合	15	12	10																																																								
(2)普通の露出にあり、(1)に属さない場合	5	5	5																																																								
5℃以上の温度制御養生を行った後の次の春まで想定される凍結融解の頻度	養生温度	セメントの種類																																																									
		普通ポルトランド	早強ポルトランドセメント	混合セメントB種																																																							
(1)しばしば凍結融解を受ける場合	5℃	9日	5日	12日																																																							
	10℃	7日	4日	9日																																																							
(2)まれに凍結融解を受ける場合	5℃	4日	3日	5日																																																							
	10℃	3日	2日	4日																																																							
	<p>※「しばしば」とは、しが想定される時から1月頃に打設</p> <p>※「まれに」とは、打くなる季節にコンクリートを打設した場合。</p> <p>打設後、気温が暖くなる次の春まで何度も凍結融解の繰り返しにコンクリートを打設した場合を指す。例えば、11月後半のような場合。</p> <p>設後、しばらくすると暖くなって凍結融解の繰り返しが少ないコンクリートを打設した場合を指す。例えば、2月や3月頃に打設した場合。</p>																																																										

1.13 コンクリート打設・養生(4/4) [現場打ち鉄筋コンクリート水路]

工事フローチャート	ADMフラットタイプ架設(囲い)	堅固な防寒囲い
<p><b>【コンクリート打設・養生】 コンクリート養生工</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>準備工</li> <li>↓</li> <li>工事用道路造成</li> <li>↓</li> <li>すき取り・伐開・搬出</li> <li>↓</li> <li>既設フェンス・トラフ撤去</li> <li>↓</li> <li>仮設工</li> <li>↓</li> <li>既設水路取壊し・搬出</li> <li>↓</li> <li>掘削・基面整形</li> <li>↓</li> <li>均しコンクリート工</li> <li>↓</li> <li>足場工</li> <li>↓</li> <li>鉄筋工</li> <li>↓</li> <li>目地工①</li> <li>↓</li> <li>型枠工</li> <li>↓</li> <li style="border: 2px solid red;">コンクリート打設・養生</li> <li>↓</li> <li>目地工②</li> <li>↓</li> <li>サイドドレーン工</li> <li>↓</li> <li>凍上対策工</li> <li>↓</li> <li>埋戻し・盛土工</li> <li>↓</li> <li>放水工(柵・RO管)</li> <li>↓</li> <li>縦断排水工</li> <li>↓</li> <li>安全施設工</li> <li>↓</li> <li>管理用道路</li> <li>↓</li> <li>後片付け</li> <li>↓</li> <li>完成</li> </ul>		
	ジェットヒーターによる保温	温度測定装置
		
	<p>(4) 養生囲い内は、ジェットヒーターを用いて加熱し保温する。急激な温度変化はひび割れの促進に繋がるので、徐々に温度調節を行う。火災については、消火器等を常備し、十分に注意を払う。コンクリート養生は、外気温・養生内温度・コンクリート内温度をモバイル通信でリアルタイムに計測・記録できる養生温度管理システムを採用して管理する。</p>	
	<p style="text-align: center;"><b>【寒中コンクリートの温度測定】</b></p> 	
	<p>(5) 囲い内の温度計は下図の位置を標準とし、コンクリート内部温度は底版・側壁各1ヶ所、および養生囲い内温度を1ヶ所設置して温度管理を行う。          (6) 防寒養生囲いは、枠組足場・単管パイプおよびシートを用いて設け、内部に養生温度を満足できる温風ヒーターを設置する。</p>	
	<p style="text-align: center;"><b>【温度計設置位置および防寒囲い断面図】</b></p> 	



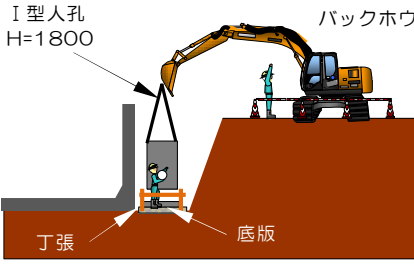
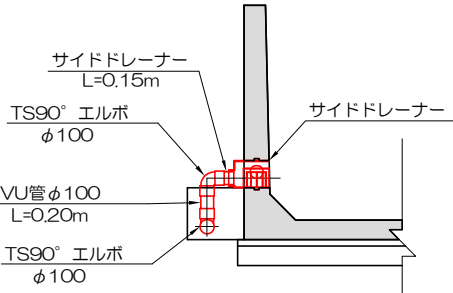
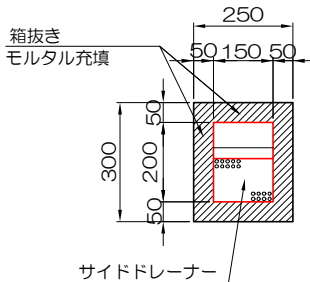
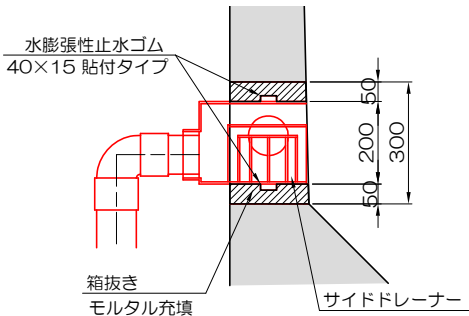
1.14 目地工②【現場打ち鉄筋コンクリート水路】

工事フローチャート	伸縮・収縮目地施工状況	伸縮・収縮目地施工状況
<p style="text-align: center;"><b>【目地工】</b></p> <div style="text-align: center;"> <div style="border: 1px solid black; width: 100px; height: 20px; margin: 5px auto;">準備工</div> <div style="border: 1px solid black; width: 100px; height: 20px; margin: 5px auto;">工事用道路造成</div> <div style="border: 1px solid black; width: 100px; height: 20px; margin: 5px auto;">すき取り・伏開・搬出</div> <div style="border: 1px solid black; width: 100px; height: 20px; margin: 5px auto;">既設フェンス・トラフ撤去</div> <div style="border: 1px solid black; width: 100px; height: 20px; margin: 5px auto;">仮設工</div> <div style="border: 1px solid black; width: 100px; height: 20px; margin: 5px auto;">既設水路取壊し・搬出</div> <div style="border: 1px solid black; width: 100px; height: 20px; margin: 5px auto;">掘削・基面整形</div> <div style="border: 1px solid black; width: 100px; height: 20px; margin: 5px auto;">均しコンクリート工</div> <div style="border: 1px solid black; width: 100px; height: 20px; margin: 5px auto;">足場工</div> <div style="border: 1px solid black; width: 100px; height: 20px; margin: 5px auto;">鉄筋工</div> <div style="border: 1px solid black; width: 100px; height: 20px; margin: 5px auto;">目地工①</div> <div style="border: 1px solid black; width: 100px; height: 20px; margin: 5px auto;">型枠工</div> <div style="border: 1px solid black; width: 100px; height: 20px; margin: 5px auto;">コンクリート打設・養生</div> <div style="border: 2px solid red; width: 100px; height: 20px; margin: 5px auto;">目地工②</div> <div style="border: 1px solid black; width: 100px; height: 20px; margin: 5px auto;">サイドドレーン工</div> <div style="border: 1px solid black; width: 100px; height: 20px; margin: 5px auto;">凍上対策工</div> <div style="border: 1px solid black; width: 100px; height: 20px; margin: 5px auto;">埋戻し・盛土工</div> <div style="border: 1px solid black; width: 100px; height: 20px; margin: 5px auto;">放水工(樹・RC管)</div> <div style="border: 1px solid black; width: 100px; height: 20px; margin: 5px auto;">縦断排水工</div> <div style="border: 1px solid black; width: 100px; height: 20px; margin: 5px auto;">安全施設工</div> <div style="border: 1px solid black; width: 100px; height: 20px; margin: 5px auto;">管理用道路</div> <div style="border: 1px solid black; width: 100px; height: 20px; margin: 5px auto;">後片付け</div> <div style="border: 1px solid black; width: 100px; height: 20px; margin: 5px auto;">完成</div> </div>		
	<p><b>【目地工】</b></p> <p>(1) 伸縮目地 伸縮目地の目地材（樹脂発泡体 t=20mm）は、圧縮率 50%程度のものを使用し、所定の位置に合わせてコンクリート釘で正確に確実に固定し、取付ける。</p> <p>(2) 収縮目地 収縮目地に塗布する油性調合ペイントは、先行バレルに 2 回塗りとし、止水板や鉄筋などに付着しないように注意し、断面にムラなく塗布し、施工する。</p> <p>(3) 防水目地 ①防水目地は、ポリウレタン系のシーリング材を使用する。天候の影響を受けやすい底版、側壁ハンチ部を先行して施工する。 ②施工にあたっては、目地部分を清掃して乾燥させてから、目地の両側にプライマーを塗布し、防水目地を注入して仕上げる。 ③施工場所の両側に紙テープを貼って、コンクリートにシーリング材が付着しないように注意する。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-start;"> <div style="text-align: center;"> <p><b>【伸縮目地工】</b></p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p><b>【収縮目地工】</b></p>  </div> </div>	

1.15 サイドドレーン工(1/2)

工事フローチャート	ドレーン基礎部均し	ドレーン管布設
<p><b>【サイドドレーン工】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>準備工</li> <li>↓</li> <li>工事用道路造成</li> <li>↓</li> <li>すき取り・伏開・搬出</li> <li>↓</li> <li>既設フェンス・トラフ撤去</li> <li>↓</li> <li>仮設工</li> <li>↓</li> <li>既設水路取壊し・搬出</li> <li>↓</li> <li>掘削・基面整形</li> <li>↓</li> <li>均しコンクリート工</li> <li>↓</li> <li>足場工</li> <li>↓</li> <li>鉄筋工</li> <li>↓</li> <li>目地工①</li> <li>↓</li> <li>型枠工</li> <li>↓</li> <li>コンクリート打設・養生</li> <li>↓</li> <li>目地工②</li> <li style="border: 2px solid red;">サイドドレーン工</li> <li>↓</li> <li>凍上対策工</li> <li>↓</li> <li>埋戻し・盛土工</li> <li>↓</li> <li>放水工(樹・RC管)</li> <li>↓</li> <li>縦断排水工</li> <li>↓</li> <li>安全施設工</li> <li>↓</li> <li>管理用道路</li> <li>↓</li> <li>後片付け</li> <li>↓</li> <li>完成</li> </ul>		
	ドレーン管被覆材の充填	ドレーン工社内検査状況
		
	<p><b>【サイドドレーン工】</b></p>	
	<p>(1) サイドドレーン管布設は、勾配に留意して布設する。被覆材の充填に際しては、抜き枠を使用し、排水管被覆材（切込砂利・砕石 80mm 級）の断面を確保して施工する。</p>	
	<div style="text-align: center;"> <p><b>【抜き枠 断面図】</b></p>  </div>	
	<p>(2) 抜き枠の引抜き・移動は、バックホウ（クレーン仕様）を使用して施工する。          (3) サイドドレーン管は、排水用フレキシブルパイプ（φ100～300mm）を使用し、人力にて所定の位置・高さに設置する。          (4) サイドドレーン管の布設後、管が蛇行しないよう注意しながら被覆材（切込砂利 80mm 級）をバックホウにて投入し、人力にて平坦に敷均しする。          (5) サイドドレーンの流末処理方法は、現地確認を行い監督職員と協議する。</p>	
	<p><b>【サイドドレーン施工図】</b></p> 	

1.15 サイドドレーン工 (2/2)

工事フローチャート	ドレーン点検孔設置状況	サイドドレーナー設置状況
<p><b>【サイドドレーン工】</b> ドレーン点検孔 サイドドレーナー</p> <pre>           graph TD             A[準備工] --&gt; B[工事用道路造成]             B --&gt; C[すき取り・伐開・搬出]             C --&gt; D[既設フェンス・トラフ撤去]             D --&gt; E[仮設工]             E --&gt; F[既設水路取壊し・搬出]             F --&gt; G[掘削・基面整形]             G --&gt; H[均しコンクリート工]             H --&gt; I[足場工]             I --&gt; J[鉄筋工]             J --&gt; K[目地工①]             K --&gt; L[型枠工]             L --&gt; M[コンクリート打設・養生]             M --&gt; N[目地工②]             N --&gt; O[サイドドレーン工]             O --&gt; P[凍上対策工]             P --&gt; Q[埋戻し・盛土工]             Q --&gt; R[放水工(柵・RC管)]             R --&gt; S[縦断排水工]             S --&gt; T[安全施設工]             T --&gt; U[管理用道路]             U --&gt; V[後片付け]             V --&gt; W[完成]           </pre>		
	<p><b>【ドレーン点検孔】</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>(1) 水路工の躯体完成後、バックホウ（クレーン仕様）と人力にて過掘りのないように丁張に従い掘削を行う。</li> <li>(2) 掘削後、不陸がないように人力で床均しを行い、プレート等で転圧を行う。</li> <li>(3) 床均し完了後、バックホウ（クレーン仕様）で基礎材（再生骨材 80mm 級）を投入し、人力にて敷均し転圧を行う。</li> <li>(4) I 型人孔底板および直壁などは、丁張に従い、バックホウ（クレーン仕様）と人力にて設置する。高さは敷砂で調整する。</li> <li>(5) I 型人孔設置後、掘削土で埋め戻す。1 層の仕上がり厚さは 30cm 以下とする。傾かないように十分注意して埋め戻す。</li> </ol> <p><b>【サイドドレーナー】</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>(1) サイドドレーナーは、側壁部に箱抜きして取付ける。</li> <li>(2) サイドドレーナーの外周に水膨張性止水ゴム（貼付タイプ）を設置する。</li> <li>(3) 箱抜き部とサイドドレーナーの空隙は、モルタルで充填する。</li> </ol>	<p><b>【人孔布設 施工図】</b></p>  <p><b>【サイドドレーナー設置図】</b></p>  <p><b>【箱抜き正面図】</b></p>  <p><b>【箱抜き側面図】</b></p> 

1.16 凍上対策工

工事フローチャート	断熱材貼付状況	断熱材設置完了
<p>【凍上対策工】 断熱材工</p> <pre>           graph TD             A[準備工] --&gt; B[工事用道路造成]             B --&gt; C[すき取り・伐開・搬出]             C --&gt; D[既設フェンス・トラフ撤去]             D --&gt; E[仮設工]             E --&gt; F[既設水路取壊し・搬出]             F --&gt; G[掘削・基面整形]             G --&gt; H[均しコンクリート工]             H --&gt; I[足場工]             I --&gt; J[鉄筋工]             J --&gt; K[目地工①]             K --&gt; L[型枠工]             L --&gt; M[コンクリート打設・養生]             M --&gt; N[目地工②]             N --&gt; O[サイドドレーン工]             O --&gt; P[凍上対策工]             P --&gt; Q[埋戻し・盛土工]             Q --&gt; R[放水工(楯・RC管)]             R --&gt; S[縦断排水工]             S --&gt; T[安全施設工]             T --&gt; U[管理用道路]             U --&gt; V[後片付け]             V --&gt; W[完成]           </pre>		
	<p>断熱材、サイドドレーン、点検孔</p> 	<p>下敷マット設置状況</p> 
	<p>【断熱材工】</p> <p>(1) 断熱材には、空隙タイプ+下敷きマットと透水タイプがある。透水係数 <math>K=0.1\text{cm/s}</math> 以上、熱伝導率 <math>0.044\text{W/m}\cdot\text{k}</math> 以下、熱抵抗 <math>1.136\text{m}^2\cdot\text{k/W}</math> 以上を有するものとする。</p> <p>(2) 人力にて断熱材同士の隙間を開けないように、丁寧にコンクリートボンド、粘着テープを使用して貼付ける。空隙タイプの場合は、下図のように、断熱材を重ねて下敷きマットを貼付ける。</p> <p>【断熱材図：空隙タイプ+下敷きマット】</p> 	

1.17 埋戻し・盛土工(1/3)

工事フローチャート	流用土含水試験	埋戻し転圧
<p><b>【埋戻し・盛土工】 埋戻し工</b></p> <pre>           graph TD             A[準備工] --&gt; B[工事用道路造成]             B --&gt; C[すき取り・伐開・搬出]             C --&gt; D[既設フェンス・トラフ撤去]             D --&gt; E[仮設工]             E --&gt; F[既設水路取壊し・搬出]             F --&gt; G[掘削・基面整形]             G --&gt; H[均しコンクリート工]             H --&gt; I[足場工]             I --&gt; J[鉄筋工]             J --&gt; K[目地工①]             K --&gt; L[型枠工]             L --&gt; M[コンクリート打設・養生]             M --&gt; N[目地工②]             N --&gt; O[サイドドレーン工]             O --&gt; P[凍上対策工]             P --&gt; Q[埋戻し・盛土工]             Q --&gt; R[放水工(樹・RO管)]             R --&gt; S[縦断排水工]             S --&gt; T[安全施設工]             T --&gt; U[管理用道路]             U --&gt; V[後片付け]             V --&gt; W[完成]           </pre>		
	<p>埋戻土締固め試験</p> 	<p>埋戻し(端部)転圧</p> 
	<p><b>【埋戻し工】</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>現地発生土により埋戻しを行う場合は、最初に土の材料試験を行い、埋戻し材の適否を確認してから施工を行う。また、土質が変化した場合も土の材料試験を実施し、適否を確認する。否の場合は監督職員と協議をする。</li> <li>埋戻し材は、雨水等の浸透防止や流出防止のため、転圧整形やシート掛け等を行い保管養生する。仮置き場周辺には、降雨時の排水処理や土砂流出防止措置を行う。また、構造物に接する部分は、砂質土等の良質土を使用する。</li> <li>埋戻しは、バックホウにて土砂を投入して敷均しを行う。ただし、仮置き土が構造物の反対側等の場合は、ダンプトラックによる運搬により埋戻し箇所へ土砂を運搬し、施工する。</li> <li>転圧は、タンピングランマ・振動ローラ(600kg級)等で行う。1層の仕上がり厚は30cm以下とし、構造物に偏圧を与えない。また、構造物背面の断熱材に十分注意し、転圧作業を行う。埋戻しが半分程度終わったときに埋戻し箇所の締固め密度(最大乾燥密度の85%)を測定する。</li> <li>冬期施工における埋戻し作業は、予定箇所を埋戻し作業の2日前より温風ヒーターで給熱養生し、土壌硬度計にて法面が凍結していないことを確認後に行う。</li> <li>工事場所および発生土置き場への搬出入経路・時期を施工計画書に記載し、ダンプ1台あたりの積載量を確認し、台数を管理して土量を把握する。復旧前・復旧後の横断図を作成し、監督職員の確認を得る。</li> </ol> <p><b>【埋戻し断面図】</b></p> 	

1.17 埋戻し・盛土工(2/3)

工事フローチャート	盛土部敷均し転圧	砂置換による盛土部密度試験
<p><b>【埋戻し・盛土工】</b> 盛土工</p> <pre>           graph TD             A[準備工] --&gt; B[工事用道路造成]             B --&gt; C[すき取り・伐開・搬出]             C --&gt; D[既設フェンス・トラフ撤去]             D --&gt; E[仮設工]             E --&gt; F[既設水路取壊し・搬出]             F --&gt; G[掘削・基面整形]             G --&gt; H[均しコンクリート工]             H --&gt; I[足場工]             I --&gt; J[鉄筋工]             J --&gt; K[目地工①]             K --&gt; L[型枠工]             L --&gt; M[コンクリート打設・養生]             M --&gt; N[目地工②]             N --&gt; O[サイドドレーン工]             O --&gt; P[凍上対策工]             P --&gt; Q[埋戻し・盛土工]             Q --&gt; R[放水工(樹・RC管)]             R --&gt; S[縦断排水工]             S --&gt; T[安全施設工]             T --&gt; U[管理用道路]             U --&gt; V[後片付け]             V --&gt; W[完成]           </pre>		
	<p>盛土法面整形状況</p> 	
	<p><b>【盛土工】</b></p> <p>(1) 盛土材は、現地発生土を使用し、バックホウと人力の併用にて平坦に敷均しを行う。仕上がり厚さが1層あたり30cmを超えないように振動ローラ(600kg)にて転圧を行う。</p> <div style="text-align: center;"> <p>【盛土転圧】</p>  </div> <p>(2) 法面整形の施工は、盛土作業において余盛を行い、転圧終了後、バックホウの法面バケットにて丁張の勾配に合わせて正しく整形する。</p> <div style="text-align: center;"> <p>【盛土法面整形】</p>  </div>	

1.17 埋戻し・盛土工(3/3)

工事フローチャート	発生土の保管状況	発生土運搬状況
<p><b>【埋戻し・盛土工】 残土処理工</b></p> <p>準備工 ↓ 工事用道路造成 ↓ すき取り・伐開・搬出 ↓ 既設フェンス・トラフ撤去 ↓ 仮設工 ↓ 既設水路取壊し・搬出 ↓ 掘削・基面整形 ↓ 均しコンクリート工 ↓ 足場工 ↓ 鉄筋工 ↓ 目地工① ↓ 型枠工 ↓ コンクリート打設・養生 ↓ 目地工② ↓ サイドドレーン工 ↓ 凍上対策工 ↓ <b>埋戻し・盛土工</b> ↓ 放水工(樹・RO管) ↓ 縦断排水工 ↓ 安全施設工 ↓ 管理用道路 ↓ 後片付け ↓ 完成</p>		
	<p>交通誘導員の配置</p> 	<p>交通誘導員の配置</p> 
	<p><b>【残土処理工】</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>現場から発生した残土は、ダンプトラックで一時保管場所に運搬し、バックホウで整形する。</li> <li>ダンプトラックの過積載を防止するため、運搬前に土の単位体積重量および使用するダンプトラックの積載重量を確認し、積込む土量 (m<sup>3</sup>) を決める。また、重機オペ・ダンプ運転者には、過積載のないように教育し、過積載禁止を厳守させる。</li> <li>発生土の搬出後、発生土量を監督職員と確認する。</li> <li>発生土の運搬前に、運搬経路区間の危険箇所・交通規制箇所・通学路等を確認してそれらを記入した発生土運搬経路図を作成する。</li> <li>第三者に対する交通災害を防止するため、上記の運搬経路図を活用し、ダンプトラック運転者に運搬経路図および危険箇所を教育・周知させる。また、発生土運搬経路図は、全車に常備させる。</li> </ol> <p><b>【運搬経路図作成】</b></p>  <p>現場出入口部 合流注意!</p> <p>施工箇所</p> <p>カーブ多い注意して走行</p> <p>スピードに注意して走行</p> <p>発生土置場 (東明工業団地)</p>	

1.18 放水工(桝・RC管)(1/3)

工事フローチャート	放水工掘削状況	集水および落口桝床均し状況
<p>【放水工(桝・RC管)】 掘削工 集水桝・落口桝設置</p> <pre>           graph TD             A[準備工] --&gt; B[工事用道路造成]             B --&gt; C[すき取り・伏開・搬出]             C --&gt; D[既設フェンス・トラフ撤去]             D --&gt; E[仮設工]             E --&gt; F[既設水路取壊し・搬出]             F --&gt; G[掘削・基面整形]             G --&gt; H[均しコンクリート工]             H --&gt; I[足場工]             I --&gt; J[鉄筋工]             J --&gt; K[目地工①]             K --&gt; L[型枠工]             L --&gt; M[コンクリート打設・養生]             M --&gt; N[目地工②]             N --&gt; O[サイドドレーン工]             O --&gt; P[凍上対策工]             P --&gt; Q[埋戻し・盛土工]             Q --&gt; R[放水工(桝・RC管)]             R --&gt; S[縦断排水工]             S --&gt; T[安全施設工]             T --&gt; U[管理用道路]             U --&gt; V[後片付け]             V --&gt; W[完成]           </pre>		
		
	<p><b>【掘削工】</b></p> <p>(1) バックホウ(クレーン仕様)により、丁張に基づいて過掘りがないように、幅、深さを確認しながら掘削する。</p> <p>(2) 掘削土は、使用地内の仮置場に流用土として使えるように堆積する。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div data-bbox="478 1187 925 1556"> <p><b>【掘削平面図】</b></p>  </div> <div data-bbox="933 1187 1436 1556"> <p><b>【掘削断面図】</b></p>  </div> </div> <p>(3) 掘削断面内に予期しない不良土や埋設物があった場合は、監督職員に報告を行い、立会を求めて打合せを行う。</p> <p>(4) 基床面は、地山を乱さず十分に注意し、人力にて仕上げる。</p> <p><b>【集水桝、落口桝設置】</b></p> <p>(1) 床均し完了後、バックホウで基礎材(再生骨材 80mm)を投入し、丁張りに従って人力にて敷均し、タンピングランマーとプレートにて転圧を行う。</p> <div style="display: flex; justify-content: center; align-items: center;"> <div data-bbox="558 1814 766 1848" style="margin-right: 20px;"> <p><b>【基礎砂利 断面図】</b></p> </div>  </div>	

1.18 放水工(桝・RC管)(2/3)

工事フローチャート	集水桝および落口桝設置状況	集水桝および落口桝設置状況
<p><b>【放水工(桝・RC管)】 放水管設置</b></p> <pre>           graph TD             A[準備工] --&gt; B[工事用道路造成]             B --&gt; C[すき取り・伐開・搬出]             C --&gt; D[既設フェンス・トラフ撤去]             D --&gt; E[仮設工]             E --&gt; F[既設水路取壊し・搬出]             F --&gt; G[掘削・基面整形]             G --&gt; H[均しコンクリート工]             H --&gt; I[足場工]             I --&gt; J[鉄筋工]             J --&gt; K[目地工①]             K --&gt; L[型枠工]             L --&gt; M[コンクリート打設・養生]             M --&gt; N[目地工②]             N --&gt; O[サイドドレーン工]             O --&gt; P[凍上対策工]             P --&gt; Q[埋戻し・盛土工]             Q --&gt; R[放水工(桝・RC管)]             R --&gt; S[縦断排水工]             S --&gt; T[安全施設工]             T --&gt; U[管理用道路]             U --&gt; V[後片付け]             V --&gt; W[完成]           </pre>		
	<p>放水管基礎材(路盤砂)敷均し</p> 	<p>放水管基礎材(路盤砂)転圧</p> 
	<p>(2) 集水桝または落口桝は、ラフテレーンクレーンにて丁張に従って所定の位置、高さに据付ける。</p> <p><b>【据付断面図】</b></p>  <p>(3) 集水桝の接続目地は、ブチルゴム系止水材を接続部分に切れ目がないように設置し、上部中間桝をズレないように据付ける。</p> <p>(4) 埋戻し後、人力にてコンクリート蓋を設置する。</p> <p><b>【放水管設置】</b></p> <p>(1) 床均し完了後、バックホウで基礎材(路盤砂)を投入し、丁張に従って人力にて敷均し、タンピングランマとプレートにて管の沈下が起こらないように十分転圧を行う。このとき、砂基礎が管全体を均一に支持するように留意する。</p> <p><b>【基礎砂利断面図】</b></p>  <p>(2) 基床の転圧終了後、鉄筋コンクリート管のソケット部分と差し込み部分を十分に清掃し、差し込み部分にゴムリングを装着してその上から滑材を塗布する。バックホウ(クレーン仕様)により、鉄筋コンクリート管を下流側よりソケット部を上流に向けて傷つけないようにナイロンスリングを使用し、管径・年号を上にして施工する。</p>	

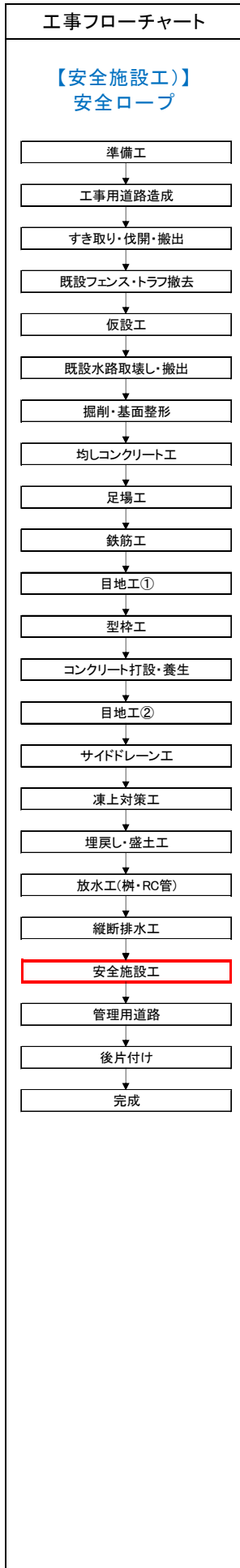
1.18 放水工(桧・RC管)(3/3)

工事フローチャート	放水管据付状況	布設延長の確認
<p><b>【放水工(桧・RC管)埋戻し工】</b></p> <pre>           graph TD             A[準備工] --&gt; B[工事用道路造成]             B --&gt; C[すき取り・伐開・搬出]             C --&gt; D[既設フェンス・トラフ撤去]             D --&gt; E[仮設工]             E --&gt; F[既設水路取壊し・搬出]             F --&gt; G[掘削・基面整形]             G --&gt; H[均しコンクリート工]             H --&gt; I[足場工]             I --&gt; J[鉄筋工]             J --&gt; K[目地工①]             K --&gt; L[型枠工]             L --&gt; M[コンクリート打設・養生]             M --&gt; N[目地工②]             N --&gt; O[サイドドレーン工]             O --&gt; P[凍上対策工]             P --&gt; Q[埋戻し・盛土工]             Q --&gt; R[放水工(桧・RC管)]             R --&gt; S[縦断排水工]             S --&gt; T[安全施設工]             T --&gt; U[管理用道路]             U --&gt; V[後片付け]             V --&gt; W[完成]           </pre>		
	放水管基床部転圧	放水管埋戻し転圧状況
		
	<p>(3) 管の据付にあたっては、管に衝撃を与えず接合のゴムリングにねじれなどが無いように、また、塗布した箇所はゴミや砂などの付着がないように注意して丁張に従って中心線・高さを確認しながら据付ける。</p> <p>(4) 鉄筋コンクリート管の布設後、基礎材(路盤砂)をバックホウにて投入し、管がズレないように人力にて敷均し、転圧を行う。管下部分は、突き棒などで転圧する。</p>	
	<p><b>【鉄筋コンクリート管 布設図】</b></p> 	
	<p><b>【基礎 施工図】</b></p> 	
	<p><b>【埋戻し工】</b></p> <p>(1) 埋戻し材は、現地発生土を使用し、バックホウにて投入する。管頂 60cm までは、人力により敷均しを行い、一層の仕上がり厚さが 30cm となるようにタンピングランマ、振動ローラで締固めを行う。</p> <p>(2) 鉄筋コンクリート管、桧に偏圧が掛からないように注意して転圧する。</p> <p>(3) 管頂 60cm 以上は、機械により敷均しを行い、振動ローラにて転圧を行う。</p>	

1.19 縦断排水工

工事フローチャート	縦断排水工掘削状況	トラフ基礎砂利敷均し・転圧
<p>【縦断排水工】</p> <pre>           graph TD             A[準備工] --&gt; B[工事用道路造成]             B --&gt; C[すき取り・伏開・搬出]             C --&gt; D[既設フェンス・トラフ撤去]             D --&gt; E[仮設工]             E --&gt; F[既設水路取壊し・搬出]             F --&gt; G[掘削・基面整形]             G --&gt; H[均しコンクリート工]             H --&gt; I[足場工]             I --&gt; J[鉄筋工]             J --&gt; K[目地工①]             K --&gt; L[型枠工]             L --&gt; M[コンクリート打設・養生]             M --&gt; N[目地工②]             N --&gt; O[サイドドレーン工]             O --&gt; P[凍上対策工]             P --&gt; Q[埋戻し・盛土工]             Q --&gt; R[放水工(樹・RC管)]             R --&gt; S[縦断排水工]             S --&gt; T[安全施設工]             T --&gt; U[管理用道路]             U --&gt; V[後片付け]             V --&gt; W[完成]           </pre>		
	<p>トラフ設置状況</p> 	<p>突棒による転圧</p> 
	<p>【掘削工】</p> <p>(1) バックホウと人力により、丁張に合わせて掘削を行う。その際、手元作業員は過掘りがないようにロッド等で深さ・幅を確認しながら施工する。            (2) 掘削後、不陸がないように人力で床均しを行う。</p> <p>【基礎砂利工】</p> <p>バックホウで基礎砂利（80mm 級）を投入後、人力で敷均しを行い振動プレートで締固める。</p> <p>【掘削および基礎砂利 施工図】</p>  <p>【トラフ設置工】</p> <p>基礎材転圧完了後、敷砂で高さ調整を行い、バックホウ（クレーン仕様）、人力にて丁張に従って U 型側溝トラフ（U-300）を設置する。</p> <p>【布設施工図】</p>  <p>【埋戻し工】</p> <p>U 型側溝トラフの設置後、バックホウ（クレーン仕様）により残土を投入し、人力により敷均し、突棒を用いて締め固める。</p>	

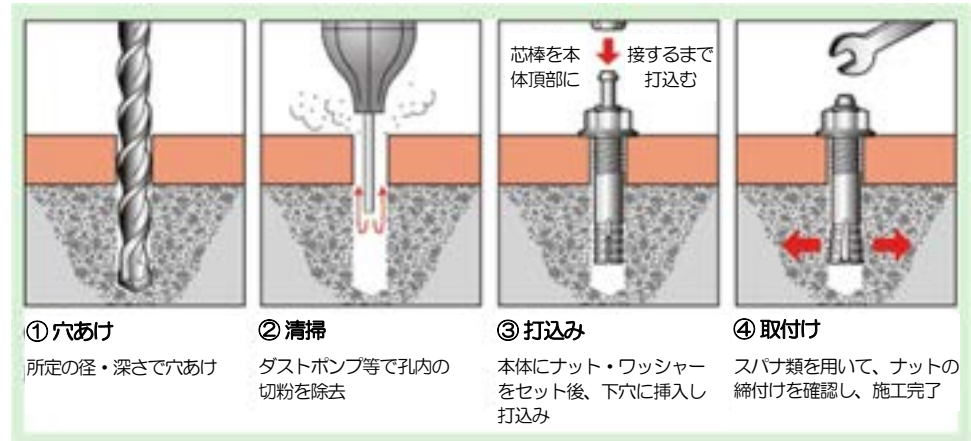
1.20 安全施設工(1/3)



【安全ロープ】

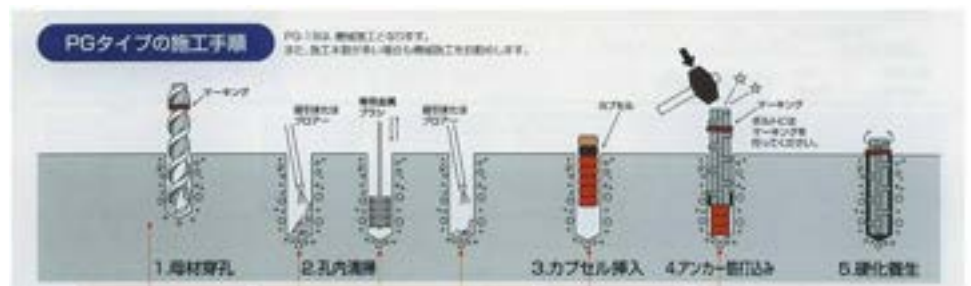
- (1) ゴムライニングトラップは、型枠埋込とし、所定の位置に固定して設置する。
- (2) 梯子は、躯体の完成後、設置箇所を確認してコンクリートをドリルにより削孔し、内部を清掃してからオールアンカーを挿入し、心棒を打込んで設置する。
- (3) オールアンカー設置後、ナット・ワッシャーを外して梯子を設置し、再度ナット・ワッシャーを取付け、締付け固定する。

【オールアンカー 施工手順図】



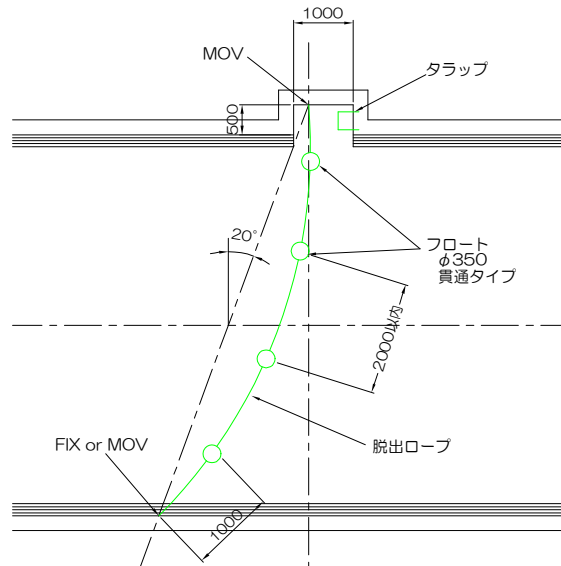
- (4) ハンドレールはケミカルアンカーを挿入後、オールアンカーにより固定する。
- (5) 躯体の完成後に取付け位置を確認し、ドリルによりコンクリートを削孔して内部を清掃する。
- (6) ケミカルアンカーを挿入後、オールアンカーを上記のように挿入し、心棒を打込んでハンドレールを固定する。

【ケミカルアンカー 施工図】



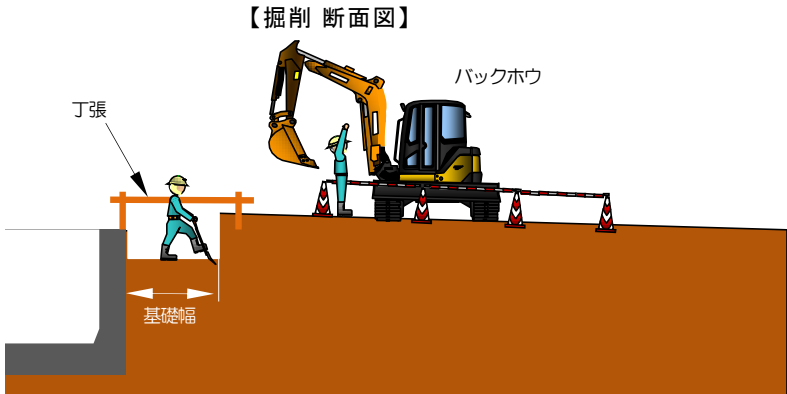
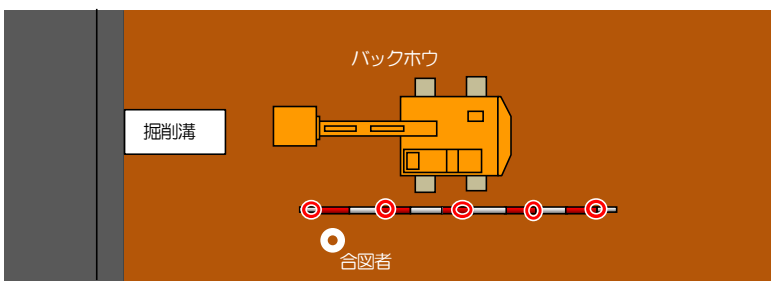
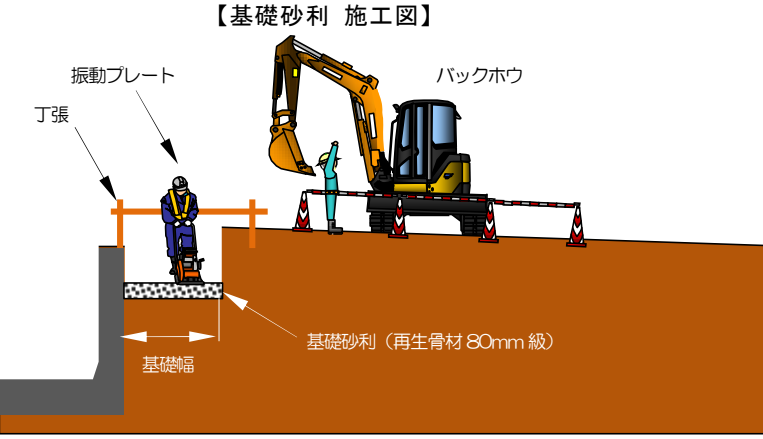


- (7) ハンドレールを取付けた後は、クレモナロープにフロートを2.0m以内の間隔に取付け、脱出ロープの両端のステンレスフックをハンドレールに取付ける。

【安全ロープ設置箇所】



1.20 安全施設工(2/3)

工事フローチャート	基礎ブロック下部の出来形確認	基礎ブロック設置完了
<p>【安全施設工】 フェンス</p> <pre>           graph TD             A[準備工] --&gt; B[工事用道路造成]             B --&gt; C[すき取り・伐開・搬出]             C --&gt; D[既設フェンス・トラフ撤去]             D --&gt; E[仮設工]             E --&gt; F[既設水路取壊し・搬出]             F --&gt; G[掘削・基面整形]             G --&gt; H[均しコンクリート工]             H --&gt; I[足場工]             I --&gt; J[鉄筋工]             J --&gt; K[目地工①]             K --&gt; L[型枠工]             L --&gt; M[コンクリート打設・養生]             M --&gt; N[目地工②]             N --&gt; O[サイドドレーン工]             O --&gt; P[凍上対策工]             P --&gt; Q[埋戻し・盛土工]             Q --&gt; R[放水工(枺・RC管)]             R --&gt; S[縦断排水工]             S --&gt; T[安全施設工]             T --&gt; U[管理用道路]             U --&gt; V[後片付け]             V --&gt; W[完成]           </pre>		
	<p>【フェンス】</p> <p>(1) 施工に先立ち、フェンスの割付図を提出する。            (2) 掘削は、開水路工事および縦断排水工の進捗に合わせてバックホウと人力により行い、丁張に従って過掘りを生じないように仕上げる。</p> <p>【掘削 断面図】</p>  <p>【平面図】</p>  <p>(3) 基礎砂利（再生骨材 80mm）を投入し、人力にて敷均し、振動プレートにて締固める。</p> <p>【基礎砂利 施工図】</p>  <p>(4) 基礎ブロックを所定の位置・高さに設置する。</p>	

1.20 安全施設工(3/3)

工事フローチャート	基礎ブロック布設後のフェンス設置状況	フェンス設置の出来形確認
<p data-bbox="215 268 383 324"><b>【安全施設工】</b> フェンス</p> <pre data-bbox="167 358 422 1556">           graph TD             A[準備工] --&gt; B[工事用道路造成]             B --&gt; C[すき取り・伐開・搬出]             C --&gt; D[既設フェンス・トラフ撤去]             D --&gt; E[仮設工]             E --&gt; F[既設水路取壊し・搬出]             F --&gt; G[掘削・基面整形]             G --&gt; H[均しコンクリート工]             H --&gt; I[足場工]             I --&gt; J[鉄筋工]             J --&gt; K[目地工①]             K --&gt; L[型枠工]             L --&gt; M[コンクリート打設・養生]             M --&gt; N[目地工②]             N --&gt; O[サイドドレーン工]             O --&gt; P[凍上対策工]             P --&gt; Q[埋戻し・盛土工]             Q --&gt; R[放水工(枘・RC管)]             R --&gt; S[縦断排水工]             S --&gt; T[安全施設工]             T --&gt; U[管理用道路]             U --&gt; V[後片付け]             V --&gt; W[完成]           </pre>		
	<p data-bbox="821 649 1061 683"><b>【基礎ブロック 布設図】</b></p> 	
	<p data-bbox="470 1093 1173 1126">(5) 基礎ブロック布設後、支柱を既定の高さに垂直に建込む。</p> <p data-bbox="470 1126 1428 1187">(6) パネルは、設計図書に示されたとおりに支柱に不離がなく、通りがよいように水平に取付ける。</p>	
	<p data-bbox="885 1209 997 1243"><b>【平面図】</b></p> 	
	<p data-bbox="470 1724 1428 1792">(7) パネル設置後、支柱を基礎ブロックに固定し、ブロックが移動しないように人力にて埋戻す。</p>	

## 2.1 フルーム搬入工〔プレキャストコンクリート水路〕

工事フローチャート	工場検査	搬入時検査(外観、寸法)
<p>【フルーム搬入工】</p> <pre> graph TD     A[準備工] --&gt; B[工事用道路造成]     B --&gt; C[すき取り、伐開、搬出]     C --&gt; D[既設フェンス、トラフ撤去]     D --&gt; E[仮設工]     E --&gt; F[既設水路取壊し、搬出]     F --&gt; G[掘削、基面整形]     G --&gt; H[フルーム搬入工]     H --&gt; I[据付準備工]     I --&gt; J[フルーム据付工]     J --&gt; K[基礎杭工]     K --&gt; L[受台工]     L --&gt; M[目地工]     M --&gt; N[サイドドレーン工]     N --&gt; O[凍上対策工]     O --&gt; P[埋戻し、盛土工]     P --&gt; Q[放水工(柵、RC管)]     Q --&gt; R[縦断排水工]     R --&gt; S[安全施設工]     S --&gt; T[管理用道路]     T --&gt; U[後片付け]     U --&gt; V[完成]                     </pre>		
	フルーム搬入状況	吹流しによる管理状況
		
	立入禁止	製品の吊り下し状況
		
	<p>【フルーム搬入工】</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>製品の材料・品質書類、形状寸法図、布設図（バレル割り）を提出し、承諾を得る。また、試験内容の承諾を得るため、試験に関する試験要領書を監督職員に提出する。納入前に工場検査（必要ロット数、外観、曲げ強度、形状寸法、配筋等）を実施し、製品の可否を判定する。</li> <li>納入時に全数に対して有害なひび割れ・欠け・反り等の外観検査および製造日表示検査を実施する。種類別に初回納入時と延長〇〇mごとに寸法検査を行う。</li> <li>製品を仮置きする場合には、地表水が集まらない場所を選定し、1.0m以上の間隔をあけて（吊上げ作業時における製品の衝突を防止）、地盤に設置した台木（10cm角）の上に仮置きする。</li> <li>製品の吊下ろし作業は、荷を安定させるため、ワイヤー4本吊りで行うとともに資格者による玉掛作業を行う。また、クレーン足場は敷鉄板で養生しクレーンの作業能力に余裕をもった範囲で合図者の指示のもとで吊下ろし作業を行う。</li> <li>目地材をはめ込む溝には、運搬時や設置時に異物や雪氷が入るおそれがある。これを防ぐために、工場出荷時にこの溝に棒状のバックアップ材を充填したうえ、これをシールで固定する。</li> <li>製品の輸送経路は、工場から現場までの順路に従わせ、輸送業者の同行による調査および打合せを行う。渋滞の防止、一般車両および第三者に対する交通災害の防止のため、交通誘導員を配置する。また、運搬経路図を作成し、運転者に遵守させる。</li> <li>製品の輸送では、製品の隅角部が破損・損傷のないように適切な処置を行う。</li> <li>製品の搬入量が施工サイクル（掘削⇒設置⇒埋め戻し）を著しく超過した場合、仮置き場の確保や適正な品質管理が困難となることから、搬入量を施工サイクルに同調させる。</li> </ol>	



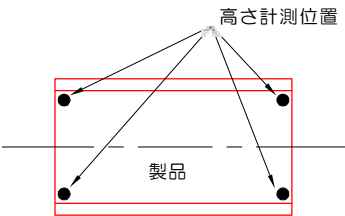
2.2 据付準備工 [プレキャストコンクリート水路…直接基礎]

工事フローチャート	(均しコンクリート仕上げ)	ライナープレート
<p><b>【据付準備工】</b> (均しコンクリート) ライナープレート設置 敷モルタル布設</p> <pre>           graph TD             A[準備工] --&gt; B[工事用道路造成]             B --&gt; C[すき取り、伐開、搬出]             C --&gt; D[既設フェンス、トラフ撤去]             D --&gt; E[仮設工]             E --&gt; F[既設水路取壊し、搬出]             F --&gt; G[掘削、基面整形]             G --&gt; H[フルーム搬入工]             H --&gt; I[据付準備工]             I --&gt; J[フルーム据付工]             J --&gt; K[基礎杭工]             K --&gt; L[受台工]             L --&gt; M[目地工]             M --&gt; N[サイドドレーン工]             N --&gt; O[凍上対策工]             O --&gt; P[埋戻し、盛土工]             P --&gt; Q[放水工(樹、RC管)]             Q --&gt; R[縦断排水工]             R --&gt; S[安全施設工]             S --&gt; T[管理用道路]             T --&gt; U[後片付け]             U --&gt; V[完成]           </pre>		
	ライナープレート設置状況	敷モルタル布設状況
		
	<p><b>【均しコンクリート工】</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>(1) 均しコンクリートは、フルーム設置の支障とならないように平坦に仕上げる。 (均しコンクリート仕上げ高さ＝水路計画高－底版厚－モルタル厚 15mm 以内)</li> <li>(2) 均しコンクリートにフルームの外側寸法・スパン割を墨出しする。</li> <li>(3) フルームの目地部両端にセンター位置をマーキングする。</li> <li>(4) 均しコンクリートおよびフルーム底版の下面を濡らさないように、ブルーシート等で保護する。</li> <li>(5) フルーム目地部は、ゴミ・汚れ・水分等の不純物を取り除き養生する。</li> </ol> <p><b>【ライナープレート設置】</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>(1) プレートの設置位置は、6ヶ所とする（作業員等へ確認）。</li> <li>(2) 端部のプレートは、墨出し位置より 10cm 内側に設置し、プレートの長手方向を上下流方向に合わせる。</li> <li>(3) 均しコンクリートには、プレートの設置位置をマーキングする。</li> <li>(4) プレート同士の固定は、製品によって固定方法に違いがあるため、取扱説明書等を確認する。</li> <li>(5) ライナープレート上でレベル計測を行い、高さ調整をする。設置枚数はなるべく少なくなるように組み合わせる。</li> </ol>	
	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div data-bbox="598 1624 885 1881"> <p><b>【プレートの設置箇所】</b></p>  </div> <div data-bbox="981 1624 1300 1859"> <p><b>【プレートの端部位置と向き】</b></p>  </div> </div>	
	<p><b>【敷モルタル布設】</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>(1) 敷モルタルは、現地にてモルタルミキサーで 1:3 の配合で練混ぜる。</li> <li>(2) 高さ調整を行ったライナープレートを基準に敷均しを行い、圧密を考慮して 1～2mm 程度の余盛を見込み、ぬき板等により均等に敷均しを行う。</li> <li>(3) 降雨、降雪時は施工を中止する。均しコンクリートが濡れている場合は、水分を取り除く。</li> </ol>	

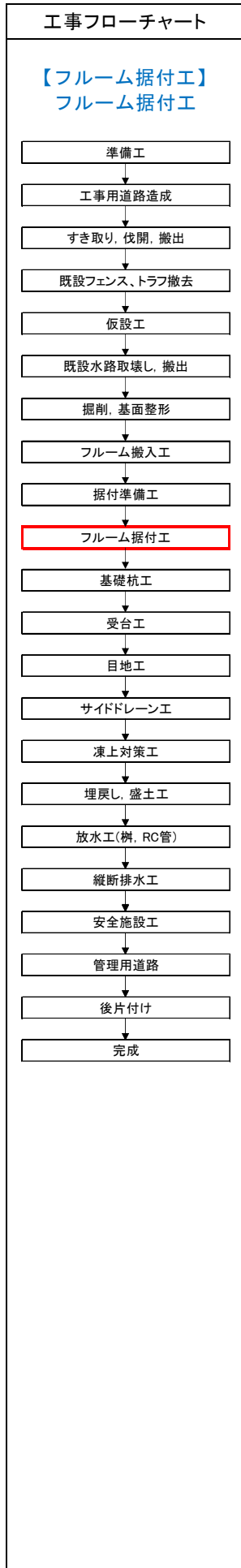
2.3 フルーム据付工(1/5) [プレキャストコンクリート水路…直接基礎]

工事フローチャート	安全作業打合せ	安全作業計画書
<p>【フルーム据付工】 クレーン据付工</p> <pre>           graph TD             A[準備工] --&gt; B[工事用道路造成]             B --&gt; C[すき取り, 伐開, 搬出]             C --&gt; D[既設フェンス, トラフ撤去]             D --&gt; E[仮設工]             E --&gt; F[既設水路取壊し, 搬出]             F --&gt; G[掘削, 基面整形]             G --&gt; H[フルーム搬入工]             H --&gt; I[据付準備工]             I --&gt; J[フルーム据付工]             J --&gt; K[基礎杭工]             K --&gt; L[受台工]             L --&gt; M[目地工]             M --&gt; N[サイドドレーン工]             N --&gt; O[凍上対策工]             O --&gt; P[埋戻し, 盛土工]             P --&gt; Q[放水工(柵, RC管)]             Q --&gt; R[縦断排水工]             R --&gt; S[安全施設工]             S --&gt; T[管理用道路]             T --&gt; U[後片付け]             U --&gt; V[完成]           </pre>		
	<p>フルーム水路の据付状況</p> 	<p>基準高確認状況</p> 
	<p>【クレーン据付工】</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>クレーンの吊り上げ荷重、作業半径、クレーン足場（敷鉄板）、作業時の合図者、合図方法などの据付計画書を作成し、作業員への周知徹底を図る。</li> <li>設置は、クレーンと人力併用で作業し、クレーン計画に基づいて作業半径を厳守させ、吊り作業を進める。</li> <li>クレーン作業時、風力によるクレーン転倒、接触防止対策として、作業中止基準を記載した早見表を掲示するとともに、風速計および吹流しを作業現場に設置して作業当日の風速を監視しながら作業を進める。</li> <li>フルームの設置精度を向上させるため、設置作業中の中心線のズレと基準高は、トランシットおよびレベル機器で製品の設置ごとに測定して管理する。</li> </ol> 	

2.3 フルーム据付工(2/5) [プレキャストコンクリート水路…直接基礎]

工事フローチャート	敷モルタル接触状況確認	フルーム仮設置状況
<p>【フルーム据付工】 クレーン据付工</p> <p>準備工</p> <p>↓</p> <p>工事用道路造成</p> <p>↓</p> <p>すき取り、伐開、搬出</p> <p>↓</p> <p>既設フェンス、トラフ撤去</p> <p>↓</p> <p>仮設工</p> <p>↓</p> <p>既設水路取壊し、搬出</p> <p>↓</p> <p>掘削、基面整形</p> <p>↓</p> <p>フルーム搬入工</p> <p>↓</p> <p>据付準備工</p> <p>↓</p> <p><b>フルーム据付工</b></p> <p>↓</p> <p>基礎杭工</p> <p>↓</p> <p>受台工</p> <p>↓</p> <p>目地工</p> <p>↓</p> <p>サイドドレーン工</p> <p>↓</p> <p>凍上対策工</p> <p>↓</p> <p>埋戻し、盛土工</p> <p>↓</p> <p>放水工(樹、RC管)</p> <p>↓</p> <p>縦断排水工</p> <p>↓</p> <p>安全施設工</p> <p>↓</p> <p>管理用道路</p> <p>↓</p> <p>後片付け</p> <p>↓</p> <p>完成</p>		
	<p>(5) フルーム仮設置</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) 専用施工吊具を利用して 4 点吊にて目地が破損しないように慎重に設置する。施工吊具・ワイヤーは、吊角度・吊上げ強度より線形・長さ等を選定する。</li> <li>2) バレル割りした墨線に合わせて仮設置したライナープレート上に仮設置を行う。</li> <li>3) 仮設置後、底版の横四隅からさしがねでプレートを叩き、プレートの緩みを確認する。</li> </ol> <p>(6) フルーム基準高測定</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) 仮設置後、フルーム底版上面の 4 箇所をレベルで測定する。</li> <li>2) 測定値の差が許容範囲内 (<math>\pm 3\text{mm}</math>) であることを確認する。</li> <li>3) 許容範囲を外れている時は、一度フルームを外し、再度、敷モルタルの布設(余盛または除去等による調整)を行う。</li> </ol> <p>(7) 敷モルタル接触(転圧)状況の確認</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) 基準高の許容範囲 (<math>\pm 3\text{mm}</math>) を確認後、フルームを持上げ敷モルタルとフルーム底面の接触状況の確認を行う。</li> <li>2) プレート周辺の敷モルタルが接触していることを確認し、接触面が 7 割以下の場合は再度、敷モルタルの布設(余盛または除去等による調整)を行う。</li> </ol>	
	<p>【高さ計測位置】</p>  <p>高さ計測位置</p> <p>製品</p> <p>(8) 目地充填材、ジョイントゴム取付</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) 目地の溝にゴミ・水分が付着している場合は、ウェス等でふき取る。</li> <li>2) ジョイントゴム接続部に 8 割程度まで充填材を注入し、余分な充填材は専用のヘラで除去を行った後、ゴムジョイントの取付を端部より行い、所定の溝に確実に挿入するよう押し込む。</li> <li>3) ジョイントゴムは、傷や変形がないのを確認後、後設置スパン側に取付ける。</li> </ol>	

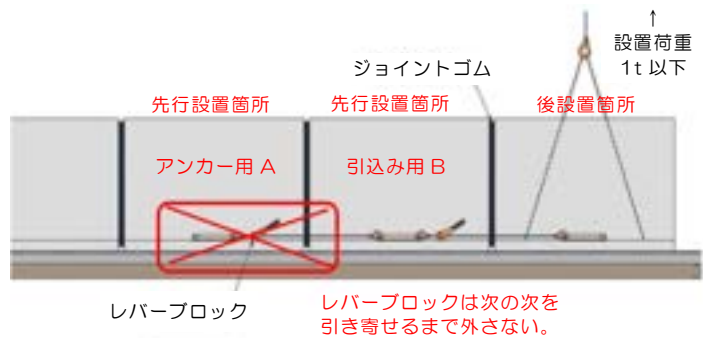
2.3 フルーム据付工(3/5) [プレキャストコンクリート水路…直接基礎]



(9) フルーム設置、引き込み

- 1) ジョイントゴムにモルタル等が付着していないのを確認しながら、フルームを挿入先から 5~7cm 手前に仮置きする。
- 2) 浮き上がらない程度に吊上げる。設置荷重は 1t 以下にする。
- 3) 割付墨・中心の通り・プレートの大きなズレがないかを監視しながら、レバーブロックを使用してゆっくり引き込む（レバーブロックの配置図を参照）。
- 4) レバーブロックは、先行設置箇所（引込み用 B）と後設置箇所の左右 2 組とする。
- 5) レバーブロックは、左右合わせて操作する。※作業員は専任する。
- 6) 引き込みの際には、継目部付近の敷モルタルを撤去し、ジョイント部への敷モルタルの侵入を防ぐ。
- 7) 引込み時の目地幅は 3~7mm とする。ただし、製品誤差もあることから『中心の通り』を優先して引込む。

【レバーブロックの配置】



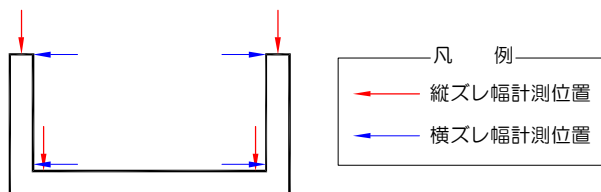
(10) 最終確認

- 1) フルーム底版上面の四隅の基準高をレベル計測する。
- 2) 目地部の縦・横ズレを確認する。
- 3) 大きなズレが生じた場合は、監督職員と協議し、対策を検討する。

(11) 流出防止モルタル

製品据付完了後、敷モルタルの両サイド（縦断方向）に流出防止モルタルを打設する。

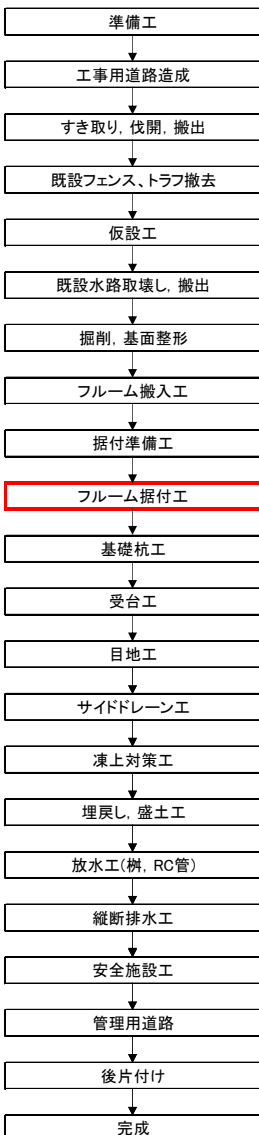


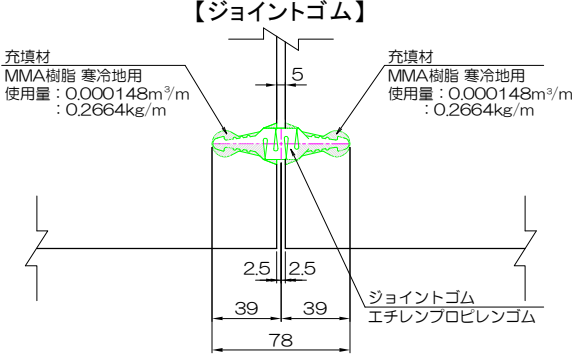
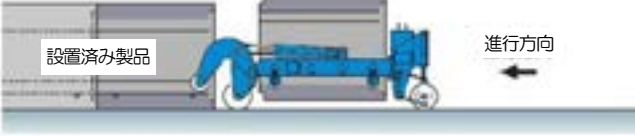

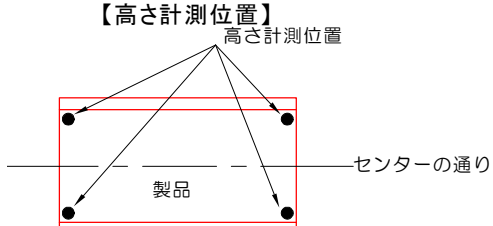
【目地ズレ確認位置】



2.3 フルーム据付工(4/5) [プレキャストコンクリート水路…直接基礎]

工事フローチャート	クレーンにて製品の吊下ろし	リフトローラー(ハング式)全景
<p><b>【フルーム据付工】</b> <b>リフトローラー据付工</b></p> <pre>           graph TD             A[準備工] --&gt; B[工事用道路造成]             B --&gt; C[すき取り, 伐開, 撤出]             C --&gt; D[既設フェンス, トラフ撤去]             D --&gt; E[仮設工]             E --&gt; F[既設水路取壊し, 撤出]             F --&gt; G[掘削, 基面整形]             G --&gt; H[フルーム搬入工]             H --&gt; I[据付準備工]             I --&gt; J[フルーム据付工]             J --&gt; K[基礎杭工]             K --&gt; L[受台工]             L --&gt; M[目地工]             M --&gt; N[サイドドレーン工]             N --&gt; O[凍上対策工]             O --&gt; P[埋戻し, 盛土工]             P --&gt; Q[放水工(樹, RO管)]             Q --&gt; R[縦断排水工]             R --&gt; S[安全施設工]             S --&gt; T[管理用道路]             T --&gt; U[後片付け]             U --&gt; V[完成]           </pre>		
	リフトローラーにて運搬中	リフトローラーにて据付
		
	<p><b>【リフトローラー据付工】</b></p>	
	<p>工事用道路幅が狭くクレーンによる設置ができない区間での工法であり、掘削溝内にて製品の運搬・設置を行うものである。均しコンクリートを有筋構造の基礎コンクリートにする必要がある。厚さ等は使用機種により検討が必要である。</p>	
	<p>(1) 製品の吊下ろし クレーンの設置が可能な箇所にて製品を運搬し、運搬車から製品を水路内に損傷がないように下ろす。</p>	
		
	<p>(2) 製品保持 吊下ろした製品にリフトローラーを進め保持する。</p>	
		
	<p>(3) 運搬 製品をリフトローラーにて抱きかかえ運搬する。</p>	
		

2.3 フルーム据付工(5/5) [プレキャストコンクリート水路…直接基礎]

工事フローチャート	充填材注入	設置済側ゴムジョイント取付完了
<p>【フルーム据付工】 リフトローラー据付工</p> 		
	<p>(4) ジョイントゴム取付</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>目地の溝にゴミ・水分が付着している場合は、ウェス等でふき取る。</li> <li>ジョイントゴム接続部に充填材を注入し、余分な充填材は専用のヘラで除去する。</li> <li>ジョイントゴム据付は、後設置スパン側とし、ジョイントゴムの取付を端部より行い、所定の溝に確実に挿入するよう押し込む。</li> <li>設置側も 1)、2)の作業を行う。</li> </ol>  <p>(5) 既設へ乗り上げ 設置済みの製品にリフトローラーを乗り上げる。</p>  <p>(6) 据付</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>丁張および計測機械により所定の基準高（4点）およびセンターの通りを確認し、製品を調整しながら据付ける。</li> <li>据付高さの調整は、敷モルタル（容積配合はセメント1：砂3、t=0～20mm程度）により行う。</li> </ol>  	


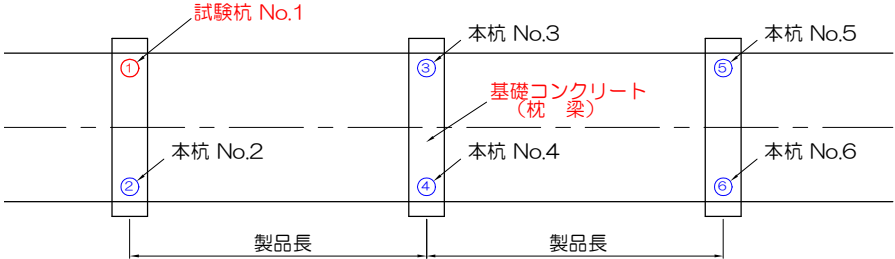
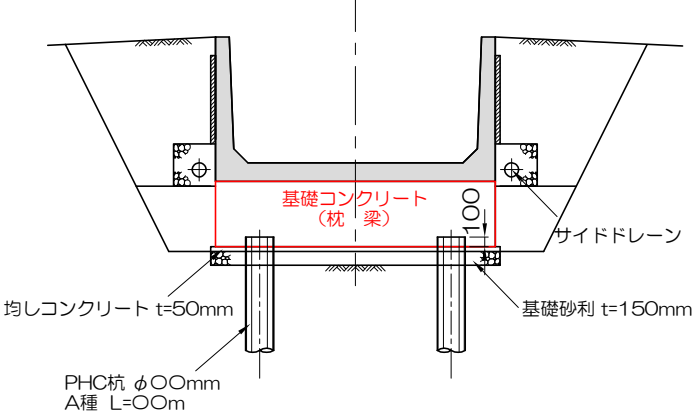
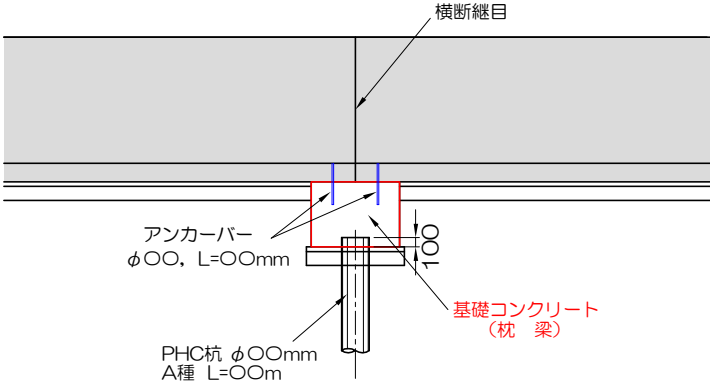

2.4 基礎杭工(1/3) [プレキャストコンクリート水路…杭基礎]

工事フローチャート	資材検収状況	既製杭継手溶接状況
<p style="text-align: center;"><b>【基礎杭工】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>準備工</li> <li>↓</li> <li>工事用道路造成</li> <li>↓</li> <li>すき取り、伐開、搬出</li> <li>↓</li> <li>既設フェンス、トラフ撤去</li> <li>↓</li> <li>仮設工</li> <li>↓</li> <li>既設水路取壊し、搬出</li> <li>↓</li> <li>掘削、基面整形</li> <li>↓</li> <li>フルーム搬入工</li> <li>↓</li> <li>据付準備工</li> <li>↓</li> <li>フルーム据付工</li> <li style="border: 2px solid red;">↓</li> <li style="border: 2px solid red;"><b>基礎杭工</b></li> <li>↓</li> <li>受台工</li> <li>↓</li> <li>目地工</li> <li>↓</li> <li>サイドドレーン工</li> <li>↓</li> <li>凍上対策工</li> <li>↓</li> <li>埋戻し、盛土工</li> <li>↓</li> <li>放水工(構、RC管)</li> <li>↓</li> <li>縦断排水工</li> <li>↓</li> <li>安全施設工</li> <li>↓</li> <li>管理用道路</li> <li>↓</li> <li>後片付け</li> <li>↓</li> <li>完成</li> </ul>		
	2 方向からの精度管理	2 方向からの精度管理
		
	<p><b>1. 基礎杭工</b></p> <p>※杭の打込工法は、PHC 杭を用いた油圧ハンマーによる打撃工法について記載している。</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>(1) 杭の施工に際しては、あらかじめ試験杭の施工を行うことを原則とする。ただし、施工地点における杭の施工性が把握されている場合は、試験杭を省略することができる。また、試験杭について設計図書に示されていない場合は、原則として各基礎における最初の 1 本を試験杭として施工する。なお、この試験杭は、本施工の基礎杭の一部として使用できるものでなければならない。</li> <li>(2) 試験杭の施工は、監督員立会いで行い、試験杭の支持力計算書を監督職員に提出する。</li> <li>(3) 杭の打止め管理は、杭の根入れ長さ・リバウンド量（動的支持力）・貫入量・支持層の状態により総合的に判断する。一般には、試験杭施工時に支持層における 1 打撃あたりの貫入量・リバウンド量などから動的支持力算定式を用いて支持力を推定し、打止めを決定する。</li> <li>(4) 杭の搬入時、現場周辺の経路・待機場所等の確保について、納入業者と打合せを行い、第三者を巻き込む事故災害の防止に努める。</li> <li>(5) 杭の積み込み・荷下ろしは、2 点支持で平坦な場所に置き、段積みは 2 段以下で水平に置く。なお、クサビ形の歯止めを固定する。</li> <li>(6) 打込み方法・使用機械・ハンマー等は、土質条件・立地条件・杭の種類に応じて選定し、杭打機の転倒防止対策として敷鉄板による重機足場養生（敷鉄板は 2 枚重ねによる鉄板強度の増加）の検討を行う。</li> <li>(7) 杭の建込みおよび打込み時は、打込み線に対して杭芯・キャップおよびハンマーの各軸が一直線になるように直角 2 方向からトランシットで垂直を確認する。</li> <li>(8) 杭頭部を保護するため、杭径に適したキャップを使用し、衝撃材は変形していないものを使用する。</li> <li>(9) 現場でアーク溶接を行う場合は、溶接施工監理技術者を配置する。また、気温 5℃以下の溶接は行ってはならない。ただし、気温 -10～+5℃の場合は、溶線部から 100mm 以内を+36℃以上に予熱して施工する。</li> <li>(10) 溶接の品質管理試験は、全溶接箇所にて浸透深傷試験を行い、かつその 10% 以上は有資格者による試験とする。</li> </ol> <div style="text-align: right;">  </div>	

2.4 基礎杭工(2/3) [プレキャストコンクリート水路…杭基礎]

工事フローチャート	敷鉄板による転倒安全対策	リバウンド値の計測状況
<p style="text-align: center;"><b>【基礎杭工】</b></p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">準備工</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">↓</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">工事用道路造成</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">↓</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">すき取り、伐開、搬出</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">↓</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">既設フェンス、トラフ撤去</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">↓</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">仮設工</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">↓</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">既設水路取壊し、搬出</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">↓</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">掘削、基面整形</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">↓</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">フルーム搬入工</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">↓</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">据付準備工</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">↓</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">フルーム据付工</div> <div style="border: 2px solid red; padding: 5px; margin-bottom: 5px;"><b>基礎杭工</b></div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">↓</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">受台工</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">↓</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">目地工</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">↓</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">サイドドレーン工</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">↓</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">凍上対策工</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">↓</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">埋戻し、盛土工</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">↓</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">放水工(樹, RC管)</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">↓</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">縦断排水工</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">↓</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">安全施設工</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">↓</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">管理用道路</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">↓</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">後片付け</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">↓</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">完成</div>		
	<p style="text-align: center;"><b>杭打ち機</b></p> 	
	<p>(11) 杭打ち施工時には、騒音規制法・振動規制法を遵守する。(特定建設作業の場所の敷地境界における基準：騒音 85dB 以下、振動 75dB 以下)</p> <p>(12) 杭打ち機の作業半径を確保するため、既設水路内にコンクリートブロック等を設置し、その上に敷鉄板を布設して杭打ち機の足場とする。</p> <p style="text-align: center;"><b>【杭打ち機配置計画】</b></p> 	







2.4 基礎杭工(3/3) [プレキャストコンクリート水路…杭基礎]

工事フローチャート	偏心量確認状況	PHC 杭打設完了
<p style="text-align: center;"><b>【基礎杭工】</b></p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p style="text-align: center;">準備工</p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p style="text-align: center;">工事用道路造成</p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p style="text-align: center;">すき取り、伐開、搬出</p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p style="text-align: center;">既設フェンス、トラフ撤去</p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p style="text-align: center;">仮設工</p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p style="text-align: center;">既設水路取壊し、搬出</p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p style="text-align: center;">掘削、基面整形</p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p style="text-align: center;">フルーム搬入工</p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p style="text-align: center;">据付準備工</p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p style="text-align: center;">フルーム据付工</p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p style="text-align: center; border: 2px solid red;">基礎杭工</p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p style="text-align: center;">受台工</p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p style="text-align: center;">目地工</p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p style="text-align: center;">サイドドレーン工</p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p style="text-align: center;">凍上対策工</p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p style="text-align: center;">埋戻し、盛土工</p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p style="text-align: center;">放水工(柵、RC管)</p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p style="text-align: center;">縦断排水工</p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p style="text-align: center;">安全施設工</p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p style="text-align: center;">管理用道路</p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p style="text-align: center;">後片付け</p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p style="text-align: center;">完成</p> </div>	<div style="text-align: center;">  </div> <div style="text-align: center; margin-top: 20px;"> <p><b>【基礎杭配置図】</b></p>  </div> <div style="text-align: center; margin-top: 20px;"> <p><b>【断面図】</b></p>  </div> <div style="text-align: center; margin-top: 20px;"> <p><b>【側面図】</b></p>  </div>	<div style="text-align: center;">  </div>

2.5 受台工(1/4) [プレキャストコンクリート水路…杭基礎]

工事フローチャート	受台工	受台工
<p><b>【受台工】</b> <b>枕梁コンクリート</b></p> <pre>           graph TD             A[準備工] --&gt; B[工事用道路造成]             B --&gt; C[すき取り、伐開、搬出]             C --&gt; D[既設フェンス、トラフ撤去]             D --&gt; E[仮設工]             E --&gt; F[既設水路取壊し、搬出]             F --&gt; G[掘削、基面整形]             G --&gt; H[フルーム搬入工]             H --&gt; I[据付準備工]             I --&gt; J[フルーム据付工]             J --&gt; K[基礎杭工]             K --&gt; L[受台工]             L --&gt; M[目地工]             M --&gt; N[サイドドレーン工]             N --&gt; O[凍上対策工]             O --&gt; P[埋戻し、盛土工]             P --&gt; Q[放水工(柵、RC管)]             Q --&gt; R[縦断排水工]             R --&gt; S[安全施設工]             S --&gt; T[管理用道路]             T --&gt; U[後片付け]             U --&gt; V[完成]           </pre>		
	受台工基礎砂利転圧	基礎砂利厚確認
		
	受台工型枠確認	受台工出来形確認
		
	<p><b>【 枕梁コンクリート 】</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) 基礎砂利は、所定の幅・厚さを確保して人力で敷均し、プレートランマで転圧する。</li> <li>2) 均しコンクリート (C-1) は、バックホウ (クレーン仕様) を使用し、ホッパーにて打設する。</li> <li>3) 鉄筋は、SD345 を使用し、加工所で加工したものを現場搬入する。</li> <li>4) 鉄筋は、所定のかぶり・間隔・寸法で組立て、生コンクリート打設時に動かないように結束線で緊結する。</li> <li>5) 型枠は、打設時に変位・変形のないように組立てる。また、型枠脱型時期は、コンクリート圧縮強度 (3.5N/mm<sup>2</sup>) に達したときとする。</li> <li>6) 強度確認は、初回のコンクリート打設時に <math>\sigma_3</math> 日の供試体を採取して確認する。</li> <li>7) 基礎コンクリート (RC-1) は、バックホウ (クレーン仕様) を使用し、ホッパーにて打設する。また、打設時は、骨材分離に注意してバイブレータで締固める。</li> <li>8) 養生は「1.12 コンクリート打設、養生(3/4)[現場打ち鉄筋コンクリート水路]」を参照すること。</li> </ol>	





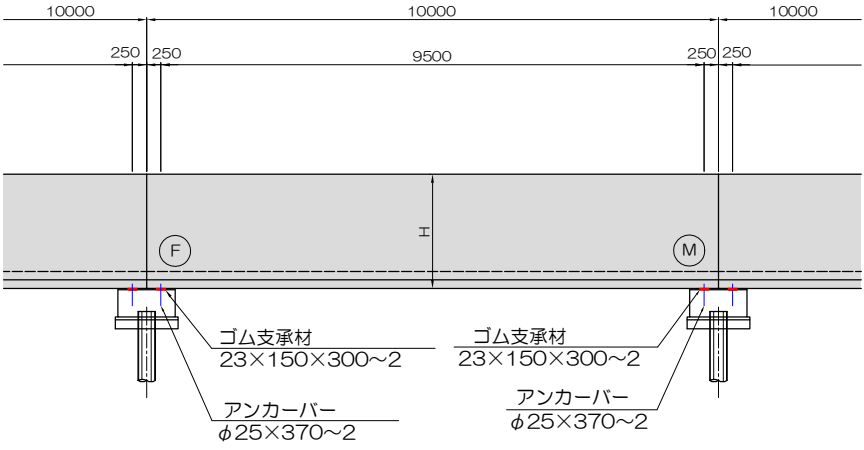
2.5 受台工(2/4) [プレキャストコンクリート水路…杭基礎]

工事フローチャート	生コンクリート搬入時の品質管理	コンクリートの投入打設状況
<p>【受台工】 枕梁コンクリート</p> <pre>           graph TD             A[準備工] --&gt; B[工事用道路造成]             B --&gt; C[すき取り、伐開、搬出]             C --&gt; D[既設フェンス、トラフ撤去]             D --&gt; E[仮設工]             E --&gt; F[既設水路取壊し、搬出]             F --&gt; G[掘削、基面整形]             G --&gt; H[フルーム搬入工]             H --&gt; I[据付準備工]             I --&gt; J[フルーム据付工]             J --&gt; K[基礎杭工]             K --&gt; L[受台工]             L --&gt; M[目地工]             M --&gt; N[サイドドレーン工]             N --&gt; O[凍上対策工]             O --&gt; P[埋戻し、盛土工]             P --&gt; Q[放水工(柵、RC管)]             Q --&gt; R[縦断排水工]             R --&gt; S[安全施設工]             S --&gt; T[管理用道路]             T --&gt; U[後片付け]             U --&gt; V[完成]           </pre>		
	均しコンクリート打設完了	ブリージング水の除去
		
	鉄筋の保管状況	鉄筋の掃除、配置位置等の確認状況
		
	<p>9) 鉄筋は、直接地面に触れさせないように枕木の上に保管する。また、汚れを付着させないようにシートで被覆する。</p> <p>10) 鉄筋検査では、掃除状況・鉄筋径ごとの配置位置・本数・間隔や継手方法・重ね継手の長さ・結束状況およびスペーサーブロックの配置数による「かぶり」の施工精度を確保する。</p> <p>11) コンクリートの品質管理、特に空気量の確認や温度・スランプの確認および記録写真による試験結果の確認を行う。</p> <p>12) コンクリートの投入高さは1.5m以下とし、1回あたりの投入厚、打設時の横方向移動禁止等の施工方法を遵守する。また、コンクリート打設時に生じるブリージング水除去の確認を行う。</p> <p>13) 寒中コンクリートの施工は、①積雪荷重に耐える防寒囲い、②均しコンクリートや型枠への氷雪付着防止、③現場到着温度の記録管理、④ひび割れ発生防止や防寒養生期間・温度設定を適切に行う。</p>	


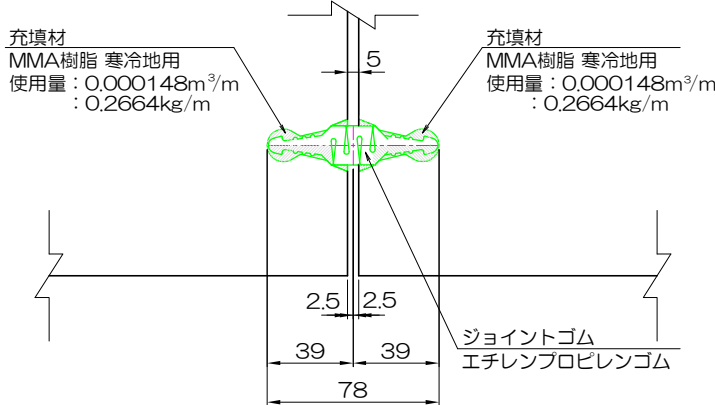
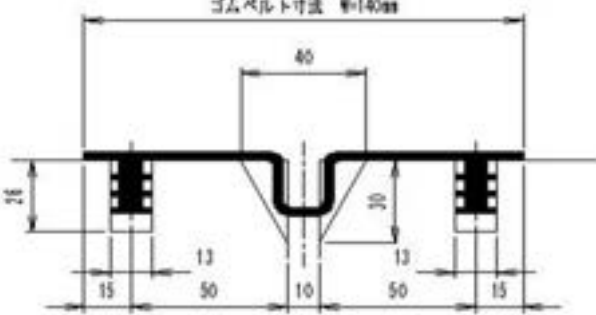

2.5 受台工(3/4) [プレキャストコンクリート水路…杭基礎]

工事フローチャート	寒中コンクリートの養生状況	養生温度確認
<p><b>【受台工】 防寒養生</b></p> <pre>           graph TD             A[準備工] --&gt; B[工事用道路造成]             B --&gt; C[すき取り、伏開、搬出]             C --&gt; D[既設フェンス、トラフ撤去]             D --&gt; E[仮設工]             E --&gt; F[既設水路取壊し、搬出]             F --&gt; G[掘削、基面整形]             G --&gt; H[フルーム搬入工]             H --&gt; I[据付準備工]             I --&gt; J[フルーム据付工]             J --&gt; K[基礎杭工]             K --&gt; L[受台工]             L --&gt; M[目地工]             M --&gt; N[サイドドレーン工]             N --&gt; O[凍上対策工]             O --&gt; P[埋戻し、盛土工]             P --&gt; Q[放水工(柵、RC管)]             Q --&gt; R[縦断排水工]             R --&gt; S[安全施設工]             S --&gt; T[管理用道路]             T --&gt; U[後片付け]             U --&gt; V[完成]           </pre>		
	<p>防寒養生状況</p> 	<p>防寒養生状況</p> 
	<p><b>【防寒養生】</b></p> <p><b>施工順序例</b></p>  <p><b>AC100V タテ、ヨコ連結自由自在</b></p> <p>AC100Vでは、15Aコンセントより4枚連結(KYS-3A-3)の使用が可能。</p>  <p><b>中継BOXで大面積使用</b></p> <p>中継BOX (三相200V、30A) 別売</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>KYS-5A-3 (18枚連結使用)</li> <li>KYS-3A-3 (24枚連結使用)</li> <li>KYS-2A-2 (36枚連結使用)</li> </ul> 	

2.5 受台工(4/4) [プレキャストコンクリート水路…杭基礎]

工事フローチャート	アンカーバー据付状況	アンカーバー据付状況
<p style="text-align: center;"><b>【受台工】 支承工</b></p> <pre>           graph TD             A[準備工] --&gt; B[工事用道路造成]             B --&gt; C[すき取り、伐開、搬出]             C --&gt; D[既設フェンス、トラフ撤去]             D --&gt; E[仮設工]             E --&gt; F[既設水路取壊し、搬出]             F --&gt; G[掘削、基面整形]             G --&gt; H[フルーム搬入工]             H --&gt; I[据付準備工]             I --&gt; J[フルーム据付工]             J --&gt; K[基礎杭工]             K --&gt; L[受台工]             L --&gt; M[目地工]             M --&gt; N[サイドドレーン工]             N --&gt; O[凍上対策工]             O --&gt; P[埋戻し、盛土工]             P --&gt; Q[放水工(柵、RC管)]             Q --&gt; R[縦断排水工]             R --&gt; S[安全施設工]             S --&gt; T[管理用道路]             T --&gt; U[後片付け]             U --&gt; V[完成]           </pre>		
	<p>ゴム支承材</p> 	<p>固定・可動部の状況</p> 
	<p><b>【支承工】</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>アンカーバー箱抜き部は、コンクリート打設時にボイド管（3d または <math>d+100\text{mm}</math> 以上のいずれか大きい方、<math>d</math>：アンカー径）で箱抜きし、アンカーバー取付後に無収縮モルタルで充填する。</li> <li>アンカーバーは、固定を上流側、可動を下流側にセットする。</li> <li>無収縮モルタル充填後は、寒中コンクリート養生と同じ養生期間とする。</li> </ol> 	

2.6 目地工 [プレキャストコンクリート水路]

工事フローチャート	止水板方式目地取付け状況	くさび挿入方式
<p style="text-align: center;"><b>【目地工】</b></p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p style="text-align: center;">準備工</p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p style="text-align: center;">工事用道路造成</p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p style="text-align: center;">すき取り、伐開、搬出</p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p style="text-align: center;">既設フェンス、トラフ撤去</p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p style="text-align: center;">仮設工</p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p style="text-align: center;">既設水路取壊し、搬出</p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p style="text-align: center;">掘削、基面整形</p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p style="text-align: center;">フルーム搬入工</p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p style="text-align: center;">据付準備工</p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p style="text-align: center;">フルーム据付工</p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p style="text-align: center;">基礎杭工</p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p style="text-align: center;">受台工</p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p style="text-align: center; border: 2px solid red;">目地工</p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p style="text-align: center;">サイドドレーン工</p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p style="text-align: center;">凍上対策工</p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p style="text-align: center;">埋戻し、盛土工</p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p style="text-align: center;">放水工(樹、RC管)</p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p style="text-align: center;">縦断排水工</p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p style="text-align: center;">安全施設工</p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p style="text-align: center;">管理用道路</p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p style="text-align: center;">後片付け</p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p style="text-align: center;">完成</p> </div>	 <p><b>【目地工】</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>(1) 水路用目地材には、二次製品の形状により止水板方式とくさび挿入方式が使われている。止水板方式は、二次製品の溝に樹脂を填充してジョイントゴムを挿入・固定する。また、くさび挿入方式は、二次製品の溝にゴム製の目地材をはめ込み、プラスチック製のハンマーで叩き固定する。</li> <li>(2) 目地の溝へのはめ込みは、あらかじめ溝から土砂および雪氷等を取除いてから行う。また、完了後、目地材のはめ込み状態が悪い箇所や破損がないことを確認する。</li> <li>(3) 水路用目地材は、温度差による品質劣化を防止するため、小屋などの室内に保管する。また、外気温が低いと目地材が硬くなり、曲線部のはめ込みが不十分となり水漏れの原因になるため、使用前に室内で暖め施工の安定を図る。</li> </ol> <div style="text-align: center; margin-top: 20px;"> <p><b>【止水板方式】</b></p>  </div> <div style="text-align: center; margin-top: 20px;"> <p><b>【くさび挿入方式】</b></p>  </div>	

### 9.3.3 支線・小用水路工事の施工と留意事項

支線および小用水路工事（開水路、管水路）における一般的な工事工程について、施工状況（写真）と留意事項を示す。図 9.3.2 に開水路（V 型トラフ）、図 9.3.3 に管水路（硬質ポリ塩化ビニール管）の一般的な工事工程を示す。

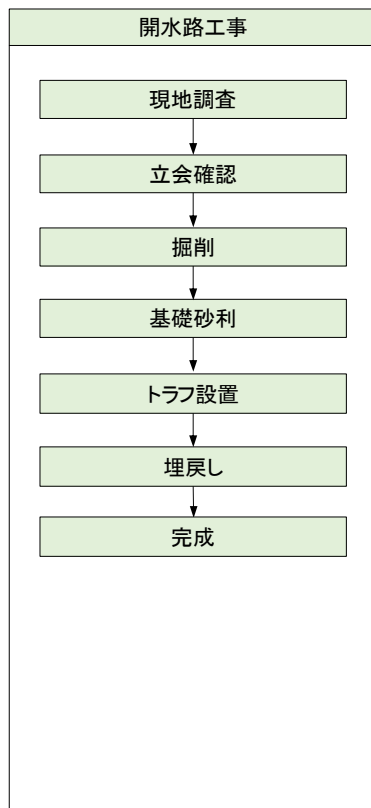


図 9.3.2 開水路工事の工事工程

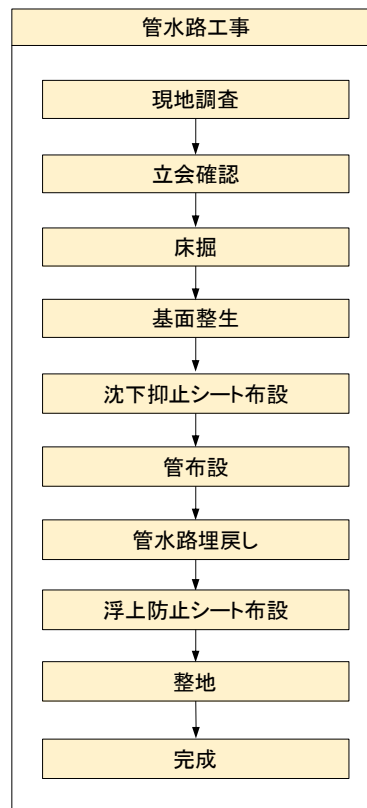


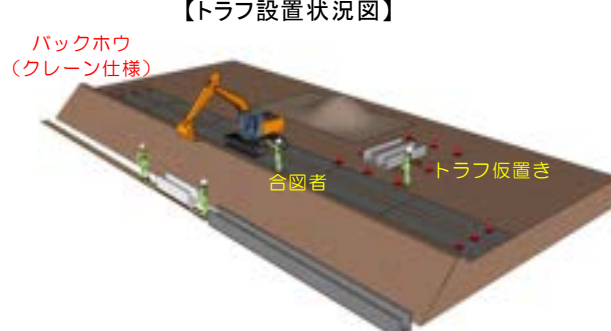
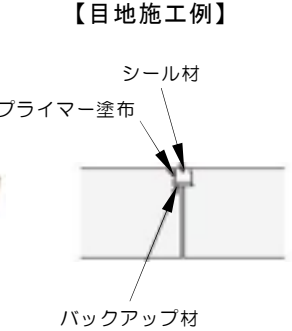
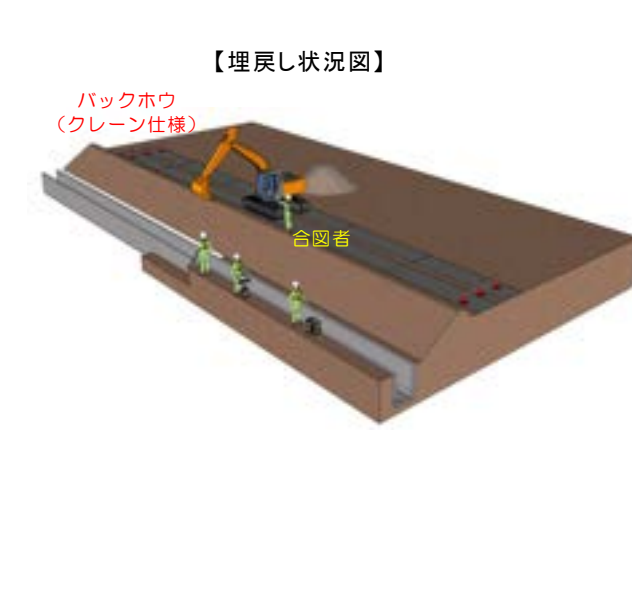


図 9.3.3 管水路工事の工事工程

1. 開水路工(1/2)

工事フローチャート	開水路掘削状況	床仕上げ掘削
<p style="text-align: center;"><b>【開水路工】</b></p> <div style="text-align: center;"> <div style="border: 1px solid red; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">現地調査</div> <div style="border: 1px solid red; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">↓</div> <div style="border: 1px solid red; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">立会確認</div> <div style="border: 1px solid red; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">↓</div> <div style="border: 1px solid red; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">掘削</div> <div style="border: 1px solid red; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">↓</div> <div style="border: 1px solid red; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">基礎砂利</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">↓</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">トラフ設置</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">↓</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">埋戻し</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">↓</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">完成</div> </div>		
	<p style="text-align: center;"><b>基礎砂利敷均し</b></p> 	<p style="text-align: center;"><b>基礎砂利転圧</b></p> 
	<p><b>【現地調査】</b></p> <p>(1) 開水路の施工前に土質状況、湧水や支障物件等の有無の現地調査を行い、基準高・中心ライン等を確認し、丁張を設置する。</p> <p>(2) 計画田面標高、耕作道路との路線位置、暗渠管・排水路との交差位置、水路の分水口および施工基面高を考慮した縦横断図等を作成し、監督職員の承諾を得る。</p> <p><b>【立会確認】</b></p> <p>丁張設置後、受益者、監督職員および隣接ほ場地権者の立会確認を受けて承諾を得た後、施工を行う。</p> <p><b>【掘削】</b></p> <p>(1) 設置した丁張りに従ってバックホウにより仕上げを行い、過掘りのないように十分注意して施工する。掘削中に予期しない不良土や埋設物が確認された場合には、監督職員に報告し、指示を受ける。</p> <p>(2) 良好な基礎工施工のため、掘削底面の排水溝・ドレーンパイプ・釜場設置等で地下水・湧水等の排水を行ってドライワークを行う。</p> <p>(3) 掘削完了後、人力により凹凸のないように基床面を所定の高さに仕上げる。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-start; margin-top: 20px;"> <div data-bbox="448 1624 943 1937" style="text-align: center;"> <p><b>【掘削状況図】</b></p> <p>バックホウ (クレーン仕様)</p>  </div> <div data-bbox="948 1668 1439 1937" style="text-align: center;"> <p><b>【排水溝設置図】</b></p>  </div> </div> <p><b>【基礎砂利】</b></p> <p>基礎砂利の敷均しはバックホウ・人力で行い、タンピングランマ等により入念に転圧する。</p>	

1. 開水路工 (2/2)

工事フローチャート	トラフ設置状況	埋戻し状況
<p style="text-align: center;"><b>【開水路工】</b></p> <pre> graph TD     A[現地調査] --&gt; B[立会確認]     B --&gt; C[掘削]     C --&gt; D[基礎砂利]     D --&gt; E[トラフ設置]     E --&gt; F[埋戻し]     F --&gt; G[完成]                     </pre>		
	<p><b>【トラフ設置】</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>(1) 搬入したトラフに損傷等が確認された場合は、使用しないように指示する。</li> <li>(2) 保管のための積み重ねをする場合は安全に配慮し、損傷のないように緩衝材を用いて適切な保護を行わなければならない。</li> <li>(3) トラフ設置作業は、合図者・玉掛け者等を配置してバックホウ（クレーン仕様）にて行う。吊り金具または支点付近で支える2点支持で行うとともに衝撃を与えないように注意しなければならない。</li> <li>(4) トラフ設置作業は熟練した作業員で行う。所定の位置・高さで細心の注意を払い、接続部に凹凸やズレがないようにする。</li> <li>(5) 目地の施工に際しては、十分に清掃して乾燥させ、バックアップ材の取付後、プライマーを塗布してシーリング材を充填する。</li> </ol>	
	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div data-bbox="478 976 1101 1321"> <p style="text-align: center;"><b>【トラフ設置状況図】</b></p>  </div> <div data-bbox="1101 976 1404 1321"> <p style="text-align: center;"><b>【目地施工例】</b></p>  </div> </div>	
	<p><b>【埋戻し】</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>(1) トラフ設置完了後、合図者の指示により偏土圧や衝撃のかからないように左右均等に土砂を投入し、適切な機械（機種・規格）で転圧を行う。</li> <li>(2) 掘削時に設けた排水溝等も埋戻しと同様に入念に転圧する。</li> </ol>	
	<p style="text-align: center;"><b>【埋戻し状況図】</b></p> 	

## 2. 管水路工(1/2)

工事フローチャート	沈下抑止シート布設状況	沈下抑止シート布設完了
<p style="text-align: center;"><b>【管水路工】</b></p> <div style="text-align: center;"> <div style="border: 1px solid red; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">現地調査</div> <div style="border: 1px solid red; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">↓</div> <div style="border: 1px solid red; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">立会確認</div> <div style="border: 1px solid red; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">↓</div> <div style="border: 1px solid red; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">床掘</div> <div style="border: 1px solid red; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">↓</div> <div style="border: 1px solid red; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">基面整生</div> <div style="border: 1px solid red; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">↓</div> <div style="border: 1px solid red; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">沈下抑止シート布設</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">↓</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">管布設</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">↓</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">管水路埋戻し</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">↓</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">浮上防止シート布設</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">↓</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">整地</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">↓</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">完成</div> </div>	<div style="text-align: center;">  </div> <p><b>【現地調査】</b></p> <p>(1) 管水路の施工前に土質状況、湧水や支障物件等の有無の現地調査を行い、基準高・中心ライン等を確認し、丁張を設置する。</p> <p>(2) 計画田面標高、耕作道路との路線位置、暗渠管・排水路との交差位置、水路の分水口を考慮した縦平面図（管割図含む）を作成し、監督職員の承諾を得る。</p> <p><b>【立会確認】</b></p> <p>丁張設置後、受益者、監督職員および隣接ほ場地権者の立会確認を受けて承諾を得た後、施工を行う。</p> <p><b>【床掘】</b></p> <p>(1) バックホウ（クレーン仕様）、キャリア等を使用して掘削する。</p> <p>(2) 掘削時における管理項目として、①掘削幅、②中心線、③掘削勾配、④基床高等があり丁張を基準に掘削を行い、適宜、担当技術者が基床高や幅を確認する。</p> <p>(3) 設置した丁張りに従ってバックホウにより仕上げを行い、過掘りのないように十分注意して施工する。掘削中に予期しない不良土や埋設物が確認された場合には、掘削方法について監督職員と協議する。</p> <p>(4) 地下水等がある場合は、掘削底面に排水溝・ドレーンパイプ・釜場設置等を設置し、地下水・湧水等の排水を行ってドライワークを行う。</p> <p style="text-align: center;"><b>【掘削状況図】</b></p> <p style="text-align: center;">バックホウ (掘削法勾配に応じたバケットを使用)</p> <div style="text-align: center;">  </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 10px auto;"> <p>掘削丁張の設置高・離れに合わせた掘削定規を使用し、基準高・中心線の管理を行いながら作業する。</p> </div>	<div style="text-align: center;">  </div> <p><b>【基面整生】</b></p> <p>機械掘削完了後、人力により凹凸のないように基面整正を行い、所定の高さに仕上げる。</p> <p><b>【沈下抑止シート布設】</b></p> <p>基床の支持力が均等かつ不陸が生じないように、人力により沈下抑止シートを布設する。沈下抑止シートは、ストランド間隔の狭い方（6kN/m）を横断方向に布設する（ロール長さ方向で縦断的に布設する）。シート同士のラップ長は 10cm 以上とする。</p>

## 2. 管水路工 (2/2)

工事フローチャート	管布設状況	基床部埋戻し状況
<p style="text-align: center;"><b>【管水路工】</b></p> <pre> graph TD     A[現地調査] --&gt; B[立会確認]     B --&gt; C[床掘]     C --&gt; D[基面整生]     D --&gt; E[沈下抑止シート布設]     E --&gt; F[管布設]     F --&gt; G[管水路埋戻し]     G --&gt; H[浮上防止シート布設]     H --&gt; I[整地]     I --&gt; J[完成]                     </pre>		
	<p>浮上防止シート布設状況</p>	<p>管頂部埋戻し状況</p>
		
	<p><b>【管布設】</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>管の受口、挿入部外面のゴミ、土等をきれいに清掃し、継手用滑剤を刷毛で塗布する。</li> <li>管布設高および中心線・延長等の確認を行い、施工精度を管理する。管の接合は、直接接合を原則として管軸を一直線に合わせて標線まで挿入する。</li> <li>管種・管径・継手型式ごとの施工手順および品質管理（継手部の清掃、滑剤の塗布、接合器具、管軸芯出し、トルク）を記録する。また、作業が基準通りに実施されているかを他の者がクロスチェックする。</li> <li>布設完了時には、縦断平面図および点検チェックリストを提出する。</li> </ol> <p><b>【管水路埋戻し】</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>埋戻し材に発生土を使用する場合は、土質試験を行い監督職員の承諾を得る。埋戻し材に適さないと判断した場合は、購入土等について監督職員と協議する。</li> <li>管の布設完了後、管中心までを埋戻す。埋戻し土は、左右均等に層状に投入して数均す。管底部は、空隙ができやすいので、突き棒等により斜めに突き固める。</li> <li>1層の仕上げ厚は30cm以下とし、十分に締固めながら所定の高さまで埋戻す。埋戻し材には、有機物や含水比の高い土砂を混入させない。</li> </ol> <p><b>【浮上防止シート布設】</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>管中心までの埋戻し完了後、人力により浮上防止シートを布設する。シートは上載土重（浮力抵抗力）が管に均等に作用するように、かつ不陸が生じないように布設する。</li> <li>浮上防止シートは、ストランド間隔の狭い方（6kN/m）を横断方向に布設する。</li> <li>浮上防止シートのラップ長は10cm以上とする。</li> </ol> <p><b>【整地】</b></p> <p>掘削溝内の埋戻し完了後、バックホウにより、周辺地形に合わせて整地する。</p>	
	 <p style="text-align: center;">滑剤の塗布</p>	
	 <p>現場発生土 最小土締め1000以上 基礎材 1000 300 200 500φ VUφ500</p>	

用水路（水田）の計画設計・施工マニュアル

---

発 行 令和7年12月

編集・発行所 一般社団法人 北海道土地改良設計技術協会

〒060-0807 札幌市北区北7条西6丁目2-5 NDビル8F

TEL (011) 726-6038 FAX (011) 717-6111

---

本書の一部または全部を模写複製する場合は予め発行所の承諾を得て下さい。