

第3編 排水路

第3編 排水路 目次

第1章 総論

1.1 指針の主旨.....	1-1
1.2 排水路の定義及び適用範囲.....	1-1
1.3 排水路の分類.....	1-2
1.4 排水路の組織.....	1-2
1.5 設計の基本.....	1-3
1.5.1 設計の基本.....	1-3
1.5.2 排水路組織の設計.....	1-3
1.6 設計の手順.....	1-4
1.7 関係法令の遵守.....	1-7
1.8 リサイクル計画.....	1-7
1.9 環境に配慮した排水計画.....	1-7
1.10 参考とすべき文献.....	1-7

第2章 調査

2.1 調査計画.....	2-1
---------------	-----

第3章 基本設計

3.1 総則.....	3-1
3.1.1 設計の基本的な考え方.....	3-1
3.1.2 他機関との協議.....	3-2
3.2 排水機能と整備水準.....	3-3
3.3 排水計画.....	3-3
3.4 計画排水量.....	3-4
3.4.1 計画排水量の計算手法.....	3-5
3.4.2 計画排水量の計算.....	3-5
3.5 対象流量.....	3-14
3.6 路線配置.....	3-15
3.6.1 路線配置の留意事項.....	3-15
3.6.2 線形計画.....	3-16
3.7 排水路断面と護岸工.....	3-20
3.8 環境との調和への配慮.....	3-21

第4章 水理設計

4.1 総則.....	4-1
4.2 許容流速.....	4-3
4.2.1 最小許容流速.....	4-3
4.2.2 最大許容流速.....	4-5
4.3 等流計算と粗度係数.....	4-6
4.3.1 平均流速公式.....	4-6
4.3.2 粗度係数.....	4-6
4.3.3 合成粗度係数.....	4-7
4.4 不等流の計算.....	4-8
4.5 排水路断面.....	4-9

第5章 構造設計

5.1 総則.....	5-1
5.2 荷重.....	5-1
5.3 基礎の検討.....	5-1
5.4 部材の設計.....	5-1
5.4.1 設計手法.....	5-1
5.4.2 許容応力度.....	5-1

第6章 護岸工の設計

6.1 総則.....	6-1
6.2 護岸工法.....	6-2
6.2.1 護岸工の計画設計.....	6-4
6.2.2 かごマット工.....	6-5
6.2.3 自然石工.....	6-6
6.2.4 連節ブロック工.....	6-7
6.2.5 積ブロック工.....	6-14
6.2.6 プレキャストコンクリート水路（コンクリートトラフ）.....	6-15
6.2.7 現場打ちフルーム工.....	6-16
6.2.8 コンクリート柵渠工.....	6-17

第7章 附帯施設

7.1 総則.....	7-1
7.2 落差工、急流工.....	7-1
7.2.1 落差工.....	7-2

7.2.2 急流工	7-6
7.3 流入工	7-7
7.4 橋梁工	7-8

第1章 総論

第1章 総論 目次

1.1	指針の主旨.....	1-1
1.2	排水路の定義及び適用範囲.....	1-1
1.3	排水路の分類.....	1-2
1.4	排水路の組織.....	1-2
1.5	設計の基本.....	1-3
1.5.1	設計の基本.....	1-3
1.5.2	排水路組織の設計.....	1-3
1.6	設計の手順.....	1-4
1.7	関係法令の遵守.....	1-7
1.8	リサイクル計画.....	1-7
1.9	環境に配慮した排水計画.....	1-7
1.10	参考とすべき文献.....	1-7

第1章 総論

1.1 指針の主旨

本指針は北海道の農業農村整備事業における排水路の計画設計に当たって、必要となる標準的事項について、基本的な考え方を示すものであり、本編は排水路を対象とする。

- (1) 排水路の設計は、本指針に定められた基本的な事項を遵守し、個々の設計及び施工の際には、その目的、位置、規模、自然条件、社会的諸条件及び施工条件等の実情に即し、かつ、環境との調和や景観に配慮し適切に行わなければならない。

用排水路の計画設計における一般的、基本的な事項については、次の基準に準拠する。

「土地改良事業計画設計基準 設計 水路工」(平成26年3月 農林水産省農村振興局)

「土地改良事業計画設計基準 設計 パイプライン」(令和3年3月 農林水産省農村振興局)

「土地改良事業計画設計基準 計画 排水」(平成31年4月 農林水産省農村振興局)

- (2) 本指針は、北海道の地域性を考慮し、設計技術者が用排水路の新設または改修の計画設計に当たって、必要となる標準的事項についてその考え方・配慮すべき点を定めたものである。

標準事項とは、用排水路の必要な水理機能を確保し、構造的条件に対応する事項を示す。

- (3) 排水路の設計を行う上で必要となる標準的事項のうち、この指針で定めていない事項については、現地の個別の諸条件を反映して関連する技術書等を参考にしながら、的確な判断により決定することがそれぞれの設計技術者に求められる。参考とすべき文献を「1.10 参考とすべき文献」に明示した。

1.2 排水路の定義及び適用範囲

本編が対象とする排水路は、主として農地等の湛水防止、または地下水の排除を行うための流路をいう。

排水路は、主として農地及び集落の排水の流送または農地の地下排水を受けるための流路で、農作物の良好な生育条件の確保及び農作業の機械化等を妨げる過剰水を排除するための流路の他、農地の水食等を防止する農地保全のための流路がある。

このため、対象とする排水路は、水田地帯を流下する低平地流路から山間地を流下する山間地流路、人工流路から自然流路とさまざまな地形特性を持っており、自然流路については、「河川法」の適用を受ける河川（法河川）、各市町村長が定めた「普通河川管理条例」の適用を受ける河川（以下、普通河川と称す）等が含まれる。

農業農村整備事業において法河川及び普通河川を整備する場合は、河川管理者との協議が必要であり、関係法令等の規定に基づいた設計を行わなければならない。

本編が対象とする排水路の規模は、排水量で0.2～50m³/s程度を適用可能とする。これより小規模な排水路については、特に調査、設計方法及び経済性等について検討し、支障のない場合、本指針の事項を簡素化または省略することができる。

一方、大規模な排水路については、流出形態と水理特性等に応じた排水路機能の維持及び安全性の確保等の特別な検討が必要であり、前述基準によるほか、別途の検討が必要となる。

1.3 排水路の分類

排水路は系統により次のように分類する。

(1) 幹線排水路 (2) 支線排水路 (3) 小排水路 (4) 放水路

排水路は、最下流端より「幹線排水路」、「支線排水路」、さらにほ場の排水を受ける「小排水路」に分類される。このほか、洪水処理、土砂排除、排水路維持管理等の目的で排水量の一部または全部を河川等に放流するための「放水路」がある。

排水路の形式は開水路形式を原則とするが、ほ場内の小排水路においては管路形式とする場合もある。管路形式の詳細については、「土地改良事業計画設計基準 計画 ほ場整備（水田）3.8.3」による。

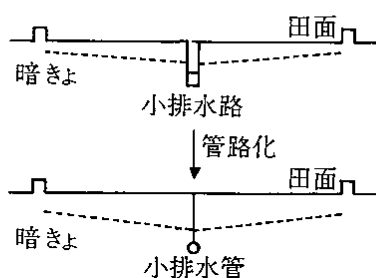


図 1.3.1 管路形式

1.4 排水路の組織

排水路の組織は、受益地域の湛水被害を未然に防止するため、降雨流出を受益地域から排水本川まで迅速かつ安全に流送できる一連の系として、一体となってその機能を発揮するよう十分配慮しなければならない。

排水路の組織は、幹線、支線等の各排水路や落差工、急流工、合流工、流入工、放水工、安全施設、管理施設、ポンプ場や遊水池等の施設から構成される。

排水路組織の設計は、降雨流出地点から排水本川まで統一した考え方により受益地区の計画目標を達成するために施設を適切に組合せ、維持管理費を含めて経済的となる排水組織とすることが重要である。

1.5 設計の基本

排水路の設計は、その目的、立地条件等を的確に把握した上で行うものとし、一連の排水系として必要な機能の確保を図り、排水施設の維持及び保全ができ、かつ経済的な施設となるように行うとともに、環境との調和に配慮して行わなければならない。

1.5.1 設計の基本

排水路組織の設計は、一連の排水系として必要な機能の確保を図り、排水施設の維持及び保全の検討をしなければならない。

排水路組織は、洪水時と常時について、排水改良の受益地及び流域の現況排水系統ならびに土地利用状況等を考慮し、排水路下流端の流量及び水位を設定する。また、排水本川の条件等により排水方法（自然排水及び機械排水またはその両方）、排水先の位置及び水位を設定する場合がある。

排水路組織の設計においては、これらの水位を基にした排水施設の位置・規模の決定が重要である。

1.5.2 排水路組織の設計

排水路組織の設計における基本的事項は次のとおりである。

① 土地利用区分に応じた排水整備目標の確保

排水組織の設計における排水施設系の計画は、水田、汎用水田、畑作及び宅地等の土地利用区分に応じた排水整備目標を満足させるように行わなければならない。

② 排水解析手法の活用と適切な施設計画

排水解析手法には降雨ピーク流量の解析から地区内湛水を許容する湛水解析、排水路や排水路網の不定流解析、地下水流を含む排水解析等があり、解析目的、排水区域の広狭、湛水の時間変化、排水先を含む施設の流下能力の検証等のため、不等流や不定流解析、さらには数理モデルによる方法等を活用し、一連の系として適切な施設構成・規模や路線、排水路の断面・勾配、遊水池容量等の検討や排水能力診断を行うことが必要な場合がある。

③ 水路施設の安全と適切な管理手法の確立

排水路の維持管理機能は排水施設の維持保全や安全管理並びに排水施設の操作運用管理に分けられるが、これら維持管理や安全確保等費用の軽減と、排水整備目標に合った適切な排水施設の操作運用管理手法の確立を図り、排水組織の適正な機能の維持に努めなければならない。

④ 除塵、掃流及び堆砂対策

排水路は水路の立地条件から、急流水路での洗掘掃流、市街地等でのごみの掃流、低平地での堆砂等の対策が必要となる場合が多い。このため、ごみ処分先を含む除塵機の適切な設置・運転計画や、掃流、堆砂の水理・構造検討並びにこれらの対策が重要である。

1.6 設計の手順

排水路の設計は、現地の自然的、社会的諸条件を基にして、骨格となるものから順次細部のものへと適切かつ合理的な手順で行わなければならない。

排水路の設計は、次の手順で行うことを原則とするが、それぞれの段階の作業は、相互に整合をとりながら合理的に進めなければならない。

- ① 現地条件及び排水の基礎諸元の把握（調査）
- ② 水路組織の設計（排水系統の検討、設計流量、設計水位、水路形式、路線選定、工種選定等）
- ③ 施設設計（水理設計、構造設計、施工図面の作成、数量計算）

また各段階において、採用し得る複数の案が考えられる場合には、適宜、総合的な比較検討を行い、その結果から最適なものを選定しなければならない。

排水路設計の標準的な作業手順を図-1.6.1に示す。

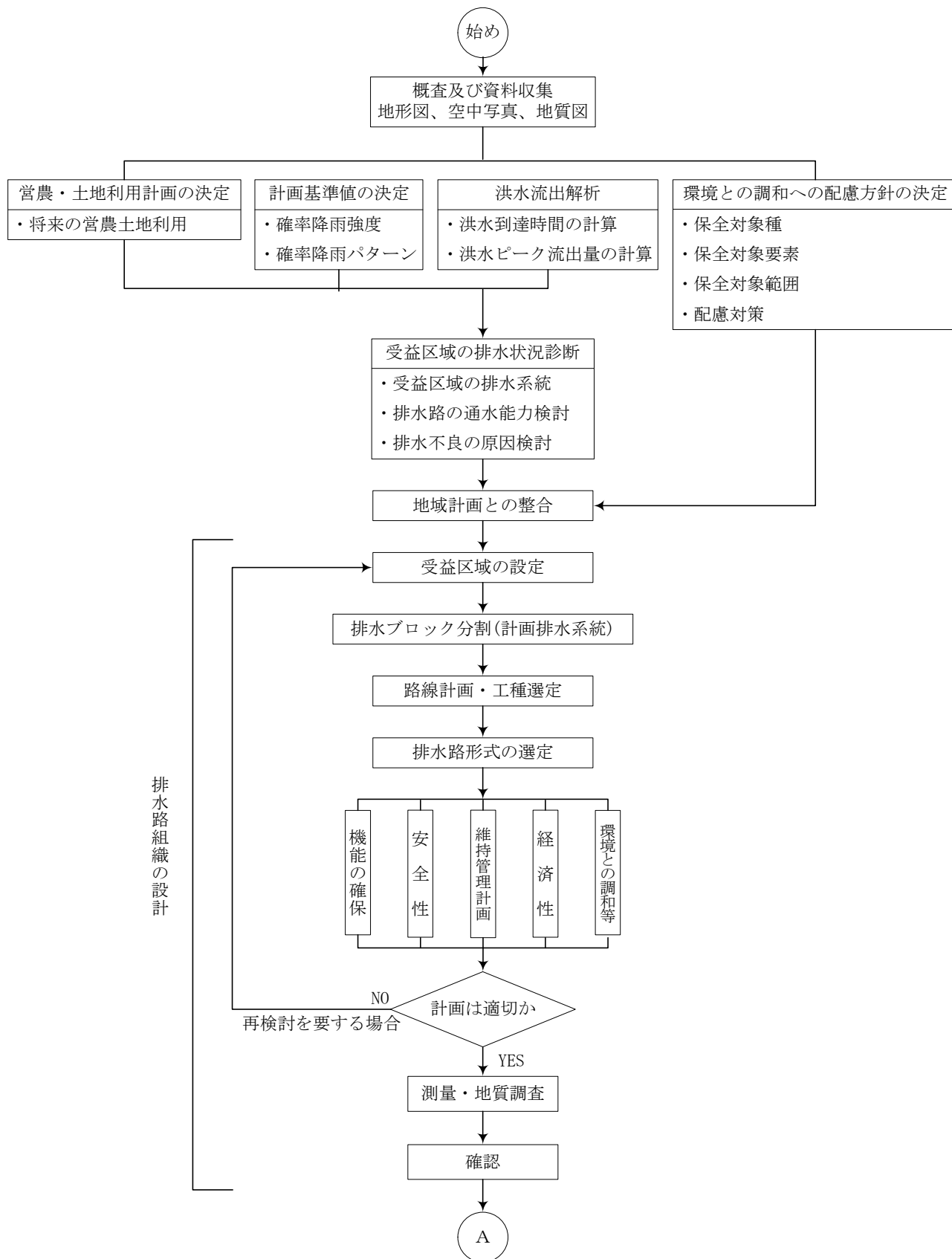


図-1.6.1 排水路設計のフローチャート(1)

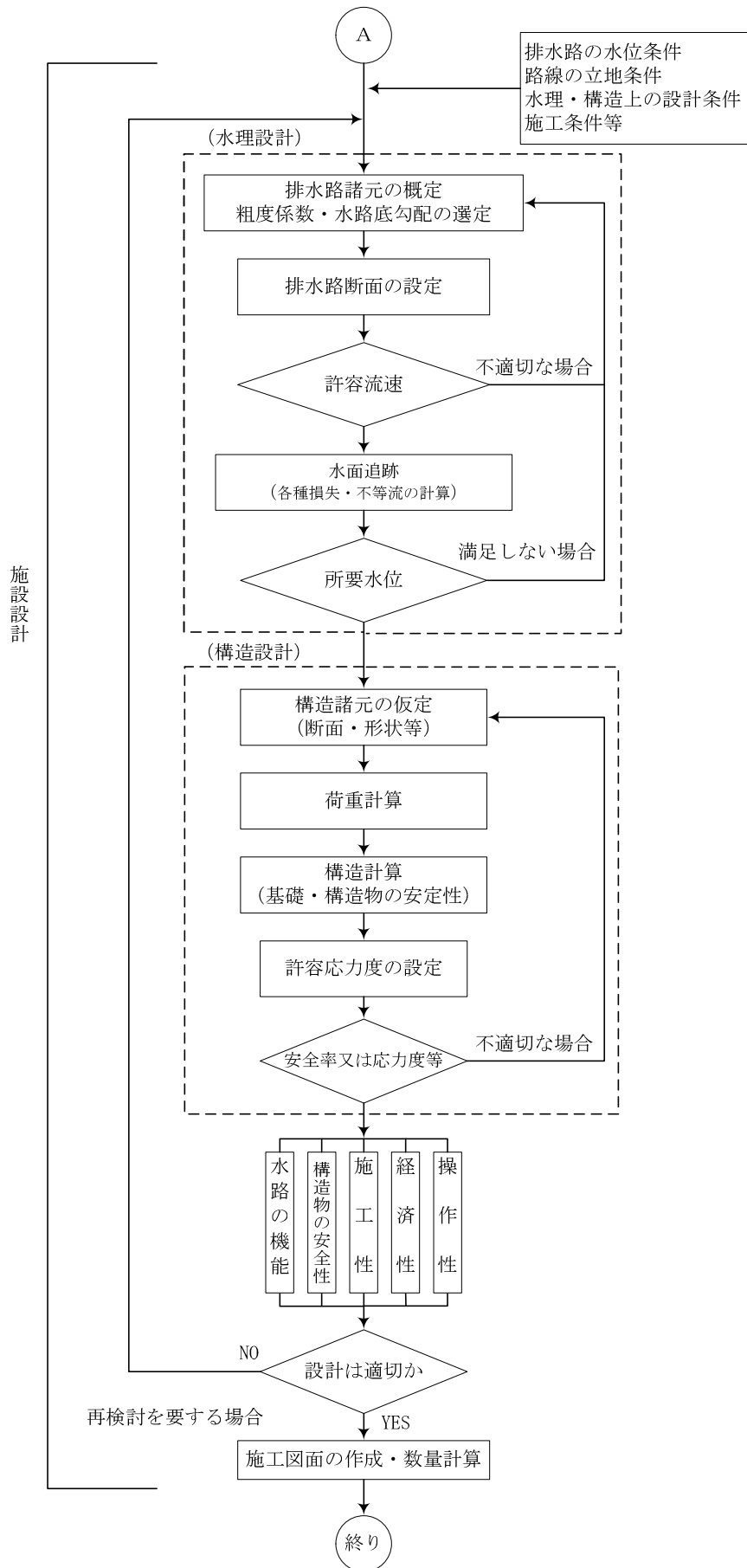


図-1.6.1 排水路設計のフローチャート (2)

1.7 関係法令の遵守

設計に当たっては、関係法令等を遵守するとともに、関連する計画と整合を図らなければならない。

排水路構造物の位置及び工事の内容によっては河川法、道路法及び環境保全を目的とする各種の法令等に関する規制を受けるので、設計に当たっては、関係機関と事前に協議し、関係法令等の規定に基づいて設計しなければならない。また、排水路の設計に当たっては、関連する河川・道路等の改修、施設整備計画及び各種土地利用計画等と整合がとれるよう調整を行わなければならない。

詳細については、「土地改良事業計画設計基準 設計 水路工 4-1」による。

1.8 リサイクル計画

建設事業の計画・設計段階から施工段階までの各段階、積算、完了の各執行段階において、リサイクル計画書を作成する。

詳細については、「第1編 開水路 1.8」による。

1.9 環境に配慮した排水計画

排水路の調査計画、設計に当たっては、地域の実情に応じた環境との調和に配慮し行わなければならない。

環境との調和に配慮した排水路設計に当たっては、地域の自然的・社会経済的・文化的な条件を十分に調査することが必要である。この場合において、農家を含む地域住民の意見を調査・計画の早い段階から取り入れる工夫を講じたり、事業の透明性を確保しながら効率的に調査・計画を進めるために学識経験者等の有識者の指導・助言を受けつつ、各地区において様々な創意工夫をすることが望ましい。

詳細については、「環境との調和に配慮した排水路整備の手引き」を参照する。

1.10 参考とすべき文献

本指針に示されていない事項は、下記の基準、指針、示方書等を参考とすること。

(1) 排水路全般

「土地改良事業計画設計基準 計画 排水」	(平成 31 年 農林水産省農村振興局)
「土地改良事業計画設計基準 設計 水路工」	(平成 26 年 農林水産省農村振興局)
「土地改良事業計画設計基準 計画 ほ場整備 (水田)」	(平成 25 年 農林水産省農村振興局)
「排水路計画設計技術指針 (案)」	(平成 25 年 北海道開発局農業水産部)
「土地改良事業標準設計 第 11 編 ほ場整備」	(平成 3 年 農林水産省農村振興局)

(2) 河川

- 「改訂解説・河川管理施設構造令」 (令和4年 日本河川協会)
「国土交通省河川砂防技術基準(案)同解説 調査編」 (平成24年 日本河川協会)
「国土交通省河川砂防技術基準同解説 計画編」 (令和3年 日本河川協会)
「美しい山河を守る災害復旧基本方針」 (平成30年 全国防災協会)
「河川事業実務要領」 (平成18年 北海道建設部土木局河川課)
「河川事業設計要領」 (平成27年 北海道建設部土木局河川砂防課)
「北海道砂防技術指針(案)」 (平成23年 北海道建設部土木局河川砂防課)
「治水協議の手引き」 (平成19年 北海道土木部河川課)
「実用河川計画-中小河川改修計画の理論と実際-」 (平成4年 理工図書)
「自然的河川計画-改修における自然との調和と対策-」 (平成3年 理工図書)

(3) その他

- 「よりよき設計のためにここが知りたいQ&A」 (平成15年 農林水産省農振興局)
「建設副産物適正処理マニュアル」 (平成14年 北海道農政部)
「農道設計指針」 (令和2年 北海道農政部)
「環境との調和に配慮した排水路整備の手引き」 (平成17年 北海道農政部)
「道路事業設計要領」 (平成26年 北海道建設部土木局道路課)
「現場技術者のための設計のチェックポイント(案)-水路工・パイプライン編」 (平成15年 土地改良測量設計技術協会)
「道路土工-カルバート工指針」 (平成22年 日本道路協会)
「北海道の大雨資料 第14編のⅡ」 (令和3年 北海道土木部河川砂防課)
「水理公式集(昭和46年版)」、「水理公式集(2018年版)」 (土木学会)

※記載年は、文献の制定又は発刊年であるため、改正等が行われている場合は、最新のものを参考とすること。

第2章 調 査

第 2 章 調 査 目 次

2.1	調査計画	2-1
-----	------------	-----

第2章 調 査

2.1 調査計画

調査は、排水路の路線選定、工種、施設設計、施工方法及び管理計画の検討に必要な基礎資料を得るために行うものである。従って、調査はその初期の段階から系統的に計画性を持って実施することが望ましい。

各調査段階に対応した調査の手順を図-2.1.1に示す。

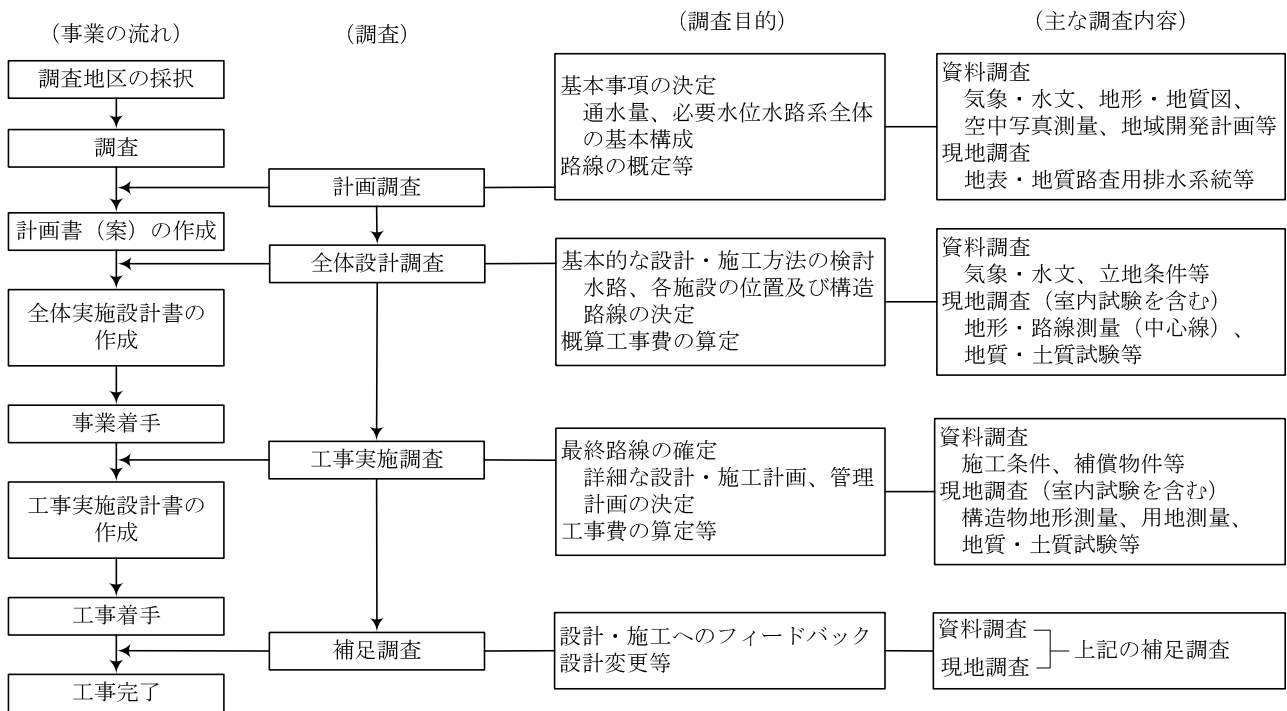


図-2.1.1 調査の手順

調査の詳細については、「第1編 開水路 2.1」による。

(白紙)

第 3 章 基本設計

第3章 基本設計 目次

3.1	総則.....	3-1
3.1.1	設計の基本的な考え方.....	3-1
3.1.2	他機関との協議.....	3-2
3.2	排水機能と整備水準.....	3-3
3.3	排水計画.....	3-3
3.4	計画排水量.....	3-4
3.4.1	計画排水量の計算手法.....	3-5
3.4.2	計画排水量の計算.....	3-5
3.5	対象流量.....	3-14
3.6	路線配置.....	3-15
3.6.1	路線配置の留意事項.....	3-15
3.6.2	線形計画.....	3-16
3.7	排水路断面と護岸工.....	3-20
3.8	環境との調和への配慮.....	3-21

第3章 基本設計

3.1 総則

把握した現地の自然的、社会的諸条件を基にして、細部の設計の基礎となる基本設計を行わなければならない。基本設計においては、排水路が備えるべき基本的な機能に関する条件を定め、これに基づいて排水路の基本的な諸元を決定する。

排水路が備えるべき基本的な機能に関する条件とは、計画排水量及び設計水位であり、また、この条件に基づいて決定される基本的な諸元とは、排水路断面、護岸形式、施設配置、線形計画等である。

設計の基本的考え方は、排水路の整備水準範囲で、農地への湛水被害防止等の十分な排水機能を与えるとともに、計画以上の出水についてもその被害を最小限に止め、かつその復旧が容易で維持管理軽減についても考慮した排水路構造とすることを基本とする。

また、河川を農業用排水路として改修する場合には、公共の河川としての治水、利水機能及び環境保全等に配慮するとともに、関連法規、条例等を十分理解したうえで、排水路としての必要な機能を確保しなければならない。このため、計画排水量や施設の構造などについては、河川管理者との協議において手戻りが生じないように円滑な協議進行に努めなければならない。

3.1.1 設計の基本的な考え方

(1) 農業用排水路の特性と公共性

農業農村整備事業で整備する排水路は、自然の流路の中流となっているものから、圃場内の人工的水路までさまざまなものがある。

自然の流路は、河床の移動による勾配や材料の連続性、川幅、水深、水質、生態系など、源流から支流、本流を経て、海に至るまで一体的な整合性を保っている。またこの自然の流路に流入する水路は、圃場内の人工的な小排水であっても、水系として連続している。

従って、設計に当たっては、水系としてもっている連続性を損なってはならず、また公共水域の一部として全体に与える影響を理解した上で、農業用排水路としての整備を検討する必要がある。

また、現況の路線を拡幅したり、切替を行うことで、並木や沼地などの既存の自然環境が影響を受ける可能性がある場合は、ルート選定に配慮する等の検討をする必要がある。

(2) 農村水辺環境の整備

農業用排水路は農村地域における身近な水辺環境の一つである。このため、計画、設計に当たっては、排水路としての農地湛水の防止、地下水の排除などの機能を満足させつつ、既存の地形、流れ、草木、景観などの水辺環境を保全するよう努めるとともに、将来の良好な水辺環境を積極的に形成することも、視野に入れて検討することが望ましい。

(3) 排水路構造

土水路を基本とし、護岸は流水による浸食作用が予想される箇所、水衝部及び付帯構造物の保護等を目的として行うことを原則とし、その形状は植生や木石等による自然護岸やブロック等によるライニング水路は単断面、フルーム水路は複断面を標準とする。

(4) 計画排水量の整合

北海道の農業農村整備事業によって実施される農業用排水路の計画排水量の決定については、耕地の利用状況、他事業との関連等により排水量決定法は画一的なものではない。

すなわち、水田は被害状況との相関の中である程度の「湛水」を許容し、畑地帯にあっては原則として「湛水」を許容しないことを基本としている。

しかし、水田の汎用化を図る場合にあっては、従来の水田排水とは趣を異にし、水田と畑との輪換の見地により、「湛水」を原則的には許容できないことになる。

また、上記の作物対応とは別に他事業関連として、国営附帯、或いは同一水系で行う事業にあっては、余剰水は速やかに流下させることを基本としながらも、一方では治水上の問題を併せて検討する必要があることにより、国営で施工した明渠近傍の「湛水」被害を増長させることのないよう整合性を図る必要がある。

このことは河川改修計画のない流路を改修する場合にあっても、下流への湛水被害について充分配慮し、下流の現況断面及び勾配等から計画排水量を検討する必要がある。

3.1.2 他機関との協議

計画排水量の他機関との関連及び事業との整合については次のとおりである。

(1) 国営農業農村整備事業との関連

国営事業における比流量を採用する場合は、国営計画地区の地形的、植生的条件等との整合性について総合的に検討を行い、整合が図れない場合には当該地区の計画排水量を別手法により定める必要がある。

(2) 河川協議との関連

① 河川計画高水量が示されている場合

基本的には計画高水流量に対応することが望ましいが農業用排水路の性格をふまえ、次により計画排水量を決定するものとする。

- a. 設計流量は農業側の手法(3.4.2(1)参照)により求めるものであるが、河川側が示す計画高水流量の1/4流量をチェックする。
- b. 下流側現況勾配及び断面(未改修部分)より流下能力を超える設計流量とならないよう検討する。
- c. 横断構造物については、a.で求めた流量のいずれか大なる方を採用し、構造物の検討計画を行い、将来手戻りを生じないようにしなければならない。

ただし、横断構造物(橋梁工、函渠工等)以外の落差工及び流入工等についての対象流量は、農業用排水路の計画排水量を用いるものとする。

② 河川改修の将来計画がない流路の場合(計画高水流量の示されていない場合)

横断構造物の設置計画に当たっては、河川側の手法(3.4.2(6)参照)により高水流量を求める。設計流量の決定に当たっては、①に準ずるものとする。

3.2 排水機能と整備水準

排水路の必要な機能と整備水準は、およそ 10 年に 1 度程度発生すると予測される計画排水量を安全に排除し、湛水被害を防止するとともに、常時のほ場地下水位をおよそ 60cm 以下に保つ程度の排水断面(縦断及び横断)を確保するものである。

排水路の必要な機能と整備水準は次のとおりである。

(1) 洪水時排水

洪水時排水機能は、およそ 20 年に 1～3 程度発生する豪雨規模による洪水を出来るだけ受益地内に湛水、氾濫させずに受益地外に速やかに排出できる断面が経済的に最適となることが多く、一般に 10 年に 1 度程度の出水規模に対応することを目標としている。

(2) 常時排水

常時排水機能は、地下水位からの流出、農地からの排水、宅地からの排水などを含む排水量が受益農地の地下水位をおよそ 60cm 以上高めない範囲で河床高を与えねばならない。

このことは、洪水被害の軽減とともに地温の上昇、融雪促進、凍上防止、農耕期間の増長、作物の育成環境及び機械作業環境の改良など、寒冷地農業の発展に大きな役割を果たす。

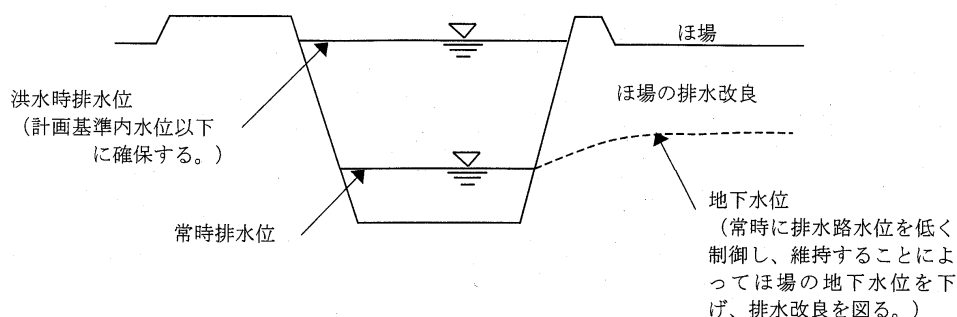


図-3.2.1 排水機能概念図

3.3 排水計画

排水計画における排水方式は、まず自然排水方式の可能性を検討し、それが困難な場合に受益区域の一部または全部について機械排水方式を選定するものとする。

排水計画における排水方式には、自然排水方式、機械排水方式及び自然排水と機械排水の併用方式の三つのタイプがある。受益区域の排水路組織の排水方式の選定に当たっては、以下の事項に留意しなければならない。

- ① 自然排水方式を優先し、受益区域の諸条件及び外水位条件を総合的に勘案して、地域的・時間的に最大限に自然排水ができるようにする。
- ② 自然排水方式が不可能または著しく不利な部分がある場合、受益区域を分割して部分的に機械排水方式を採用する。機械排水方式の範囲は、排水解析によって検討し、適正なポンプ施設を計画する。
- ③ 自然排水と機械排水を併用する場合は、それぞれについて個別に検討し、これを調整して最も有効で経済的な組合せを採用する。

3.4 計画排水量

排水計画における計画排水量は、地形等から判断して、基準となる地点を定めて流出量を計算し、これを基に受益区域内の主要地点での排水量を求めるものとする。

排水計画の基本となる計画排水量には、目的を異にする以下の二つがある。

(1) 計画洪水時排水量

計画洪水時排水量は、洪水時の流域内排水量で、受益区域の湛水被害を解消するための施設の設計条件を得ることを目的として決定する。計画基準点の計画洪水時排水量は、事業計画に基づく対策施設の目的によって**表-3.4.1**のように区分される。

表-3.4.1 目的別計画洪水時排水量

計画排水量の対象	対策施設の目的
①洪水ピーク流出量	・傾斜地における排水施設の容量決定等、洪水ピーク流出量のみを必要とする場合
②洪水ハイドログラフ	・傾斜地からの流出水の一部または全部を低平地に導入し一時貯留させる場合 ・低平地からの流出水を一時貯留させ、機械排水または自然排水する場合 ・洪水調節用ダムを建設する場合

(2) 計画常時排水量

計画常時排水量は常時の流域内排水量で、ほ場の地下水位を低下させて排水改良するための施設の設計条件を得ることを目的として決定される。

計画常時排水量に相当する常時排水位は、一般に 0.2m としてよい。

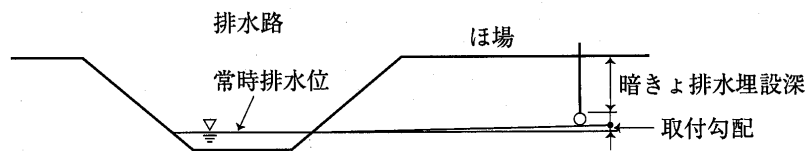


図-3.4.1 常時排水位

3.4.1 計画排水量の計算手法

計画排水量の計算手法は、洪水を対象とした洪水流出解析法と低水を対象とした長期流出解析法に大別される。計画基準点における計画排水量計算手法の体系は表-3.4.2のとおりである。

表-3.4.2 計画排水量計算手法の体系

	目的	手法	流出モデル	適用対象域
計画洪水時排水量	洪水ピーク流出量の推定	合理式	-	傾斜区域
	洪水ハイドログラフの推定	単位図法	-	
		貯留法	貯留関数モデル	
			タンクモデル	
	雨水流法	キネマティックモデル		
湛水状況（湛水深、排水量）の推定	貯留法	遊水池モデル	氾濫区域	
	雨水流法	低平地タンクモデル		
		不定流モデル		
計画常時排水量	常時排水量の推定	低水解析法	タンクモデル	全流域

- 注1) 傾斜区域とは、降雨から流出までの過程で、一時貯留または湛水による氾濫が生じない区域をいう。
 2) 氾濫区域とは、降雨から流出までの過程で、一時貯留または湛水による氾濫が発生する区域をいう。

3.4.2 計画排水量の計算

本指針では、排水路の計画排水量の計算に当たって、排水方式を自然排水方式、対象を計画洪水時排水量、目的を洪水ピーク流出量、計算手法を合理式として以下により求める。

洪水ハイドログラフの計算、常時排水量の計算等の詳細については、「土地改良事業計画設計基準 計画排水 10」を参照する。

(1) 合理式による計算法

自然排水方式による合理式の計算方法には、受益地域の形態等により合理式、日雨量・日排水及び4時間雨量・4時間排水に分類される。また、流域単位面積当たりの排水量から算出する比流量による方法がある。

計算に当たっては、事業計画の目的に合致した計算方法を採用し、流域の特性を踏まえて計画排水量を算定することが重要である。計算方法と適用条件は表-3.4.3に示すとおりである。

表-3.4.3 計画排水量計算方法と適用条件

計 算 方 法	適 用 条 件
合 理 式	幹線排水路及び山地流域を受ける場合
日 雨 量 ・ 日 排 水	水田単作の場合
4 時 間 雨 量 ・ 4 時 間 排 水	田畑輪換の場合
比 流 量	関連地区との整合性配慮が必要な場合

- 注1) 4時間雨量、4時間排水の適用要件について原則として田畑輪換地域で使用するが、畑地帯においても地区が平坦で集水区域内に山地を含まない場合は適用することができる。

(2) 合理式

傾斜地域における排水路の規模決定等、洪水ピーク流出量を計画洪水時排水量とする場合には、式(3.4.1)の合理式により計算することができる。

$$Q = \frac{1}{3.6} f \cdot r \cdot A \quad \dots\dots\dots (3.4.1)$$

- Q : 洪水ピーク流量 (m³/s)
(10 m³/s 未満は小数 1 位に切り上げ、10 m³/s 以上は単位限に切り上げ)
- f : ピーク流出係数
- r : 洪水到達時間内の平均雨量強度 (mm/h)
- A : 流域面積 (km²)

① ピーク流出係数

ピーク流出係数は、地域の地質、地被、先行降雨等の諸条件により異なるので、それぞれの流域についての観測値に基づき定めるのが妥当である。しかし、事業実施後のピーク流出係数を推定する場合や、実測資料の乏しい場合には表-3.4.4 に示す値を参考としてよい。

表-3.4.4 ピーク流出係数 (物部)

地形の状態	f
急峻な山地	0.75 ~ 0.90
三紀層山地	0.70 ~ 0.80
起伏のある土地及び樹林地	0.50 ~ 0.75
平らな耕地	0.45 ~ 0.60
かんがい中の水田	0.70 ~ 0.80
山地河川	0.75 ~ 0.85
平地小河川	0.45 ~ 0.75
流域のなかば以上が平地である大河川	0.50 ~ 0.75

「改訂新版建設省河川砂防技術基準(案)同解説調査編」(日本河川協会) 2.2

表-3.4.4 は物部が河川の洪水時の値として与えたものであるが、流域の状況によって変化するとともに、安全係数に類するものも含めてあり、さらに対象とした洪水が大きなものであるため、土地改良事業で対象とする降雨に対しては大きな値となる傾向がある。特に、水田の場合には、0.7~0.8 をとることはほとんどなく、大略 0.4~0.5 の範囲内と考えてよい。

② 降雨確率年

超過確率年 (年超過確率の逆数) は 10 年を原則とする。

③ 確率雨量強度 (r)

合理式において用いる洪水到達時間内の平均雨量強度は、原則として最新の「北海道の大雨資料」

(北海道土木協会) によるものとする。

北海道大雨資料に記載されていない地域であって日雨量の既往値について十分な情報が得られている場合は、洪水到達時間内の平均雨量強度を式 (3.4.2) (物部式) により推定することができるものとする。

$$r_t = (r_{24} / 24) \cdot (24 / T)^n \quad \dots\dots\dots (3.4.2)$$

- r_t : 洪水到達時間内平均雨量強度 (mm/h)
- r_{24} : 日雨量 (mm)
- T : 洪水到達時間 (hr)
- n : 1/2~2/3

④ 洪水到達時間 (T)

洪水到達時間 (T) は、河道までの流入時間 (t_1) と河道の流下時間 (t_2) の合計で求まる。洪水到達時間は、実測に基づいて定めることが望ましいが、流域に十分な水文観測資料が得られない場合は計算による推定式や経験値を用いてよい。

計算による推定式には、洪水到達時間の和 (T) を求める角屋・福島公式、河道までの流入時間 (t_1) を求めるルチハ式、河道の流下時間 (t_2) を求めるクラーク・ヤング式、マニング式等がある。

推定式の適用に当たっては、流域の地形、植生及び土地利用状況等を勘案し、適切に選択する必要がある。

$$T = t_1 + t_2 \quad \dots\dots\dots (3.4.3)$$

- T : 洪水到達時間 (hr)
- t_1 : 流入時間 (hr)
- t_2 : 流下時間 (hr)

(a) 洪水到達時間の和 (T) を求める角屋・福島公式

洪水到達時間内の平均有効降雨強度 (r_e) は、式 (3.4.4)、(3.4.5) を同時に満足する値とする。

$$t_p = C \cdot A^{0.22} \cdot r_e^{-0.35} \quad \dots\dots\dots (3.4.4)$$

$$r_e = f_p \cdot r_T \quad \dots\dots\dots (3.4.5)$$

- t_p : 洪水到達時間 (min)
- C : 土地利用係数
- A : 流域面積 (km²)
- r_e : 洪水到達時間内の平均有効降雨強度 (mm/h)
- f_p : ピーク流出係数
- r_T : 確率降雨強度 (mm/h)

表-3.4.5 土地利用係数 (C) の値

土地の利用状況	土地利用係数 (C)
自然山地	250~350 ≒ 290
放牧地	190~210 ≒ 200
ゴルフ場	130~150 ≒ 140
粗造成宅地 (水路道路整備)	90~120 ≒ 100
開畑地 (数 ha 程度の小面積)	50~130 ≒ 90
運動場	80
市街地	60~ 90 ≒ 70

式 (3.4.4) は、角屋・福島により東北、近畿、中国、四国及び九州の山地丘陵地流域の 14 河川 (流域面積: $A=0.13\sim 740 \text{ km}^2$) での観測結果より導かれた式である。

有効降雨強度 (r_e) は、降雨継続時間 (t_r) と有効降雨強度 (r_e)、有効降雨強度 (r_e) と洪水到達時間 (t_p) の二つの関係を同時に満足するものでなければならない。この二つの関係が式表示されていれば両式を連立して解を求めればよいが、実用的には 30、60、120 分等の 3 種類以上の降雨継続時間曲線 ($t_r \sim r_e$ 曲線) として描き、洪水到達時間曲線 ($r_e \sim t_p$ 曲線) との交点における r_e を解とする。

具体的には以下のようにして求める。

- (イ) 降雨継続時間 t_r を 20 分間、1 時間、2 時間等 3 種類以上想定する。想定する範囲は、当該流域特性に支配される洪水到達時間から定める。
- (ロ) 「大雨資料」より降雨継続時間 t_r ごとにある確率年 T に対する確率降雨強度 r_T を求める。確率降雨強度式が定まっている場合は、それを利用する。
- (ハ) 上記で求めた降雨継続時間 t_r ごとの確率降雨強度 r_T に対して、式 (3.4.5) により確率有効降雨強度 r_e を求める。
- (ニ) このようにして求めた降雨継続時間 t_r ごとの確率有効降雨強度 r_e に図-3.4.2 を示すような滑らかな曲線を挿入する。
- (ホ) 洪水ピーク流出量 Q_p は洪水到達時間 t_p に等しくなるような降雨継続時間に対応する確率有効降雨強度 r_e から求める。すなわち、図-3.4.2 のように、降雨継続時間曲線 ($t_r \sim r_e$ 曲線) として描き、洪水到達時間曲線 ($r_e \sim t_p$ 曲線) を同一グラフ上に描くと、両曲線の交点の値が合理式に用いるべき確率有効降雨強度になる (図の結果では、50 mm/h を示している)。

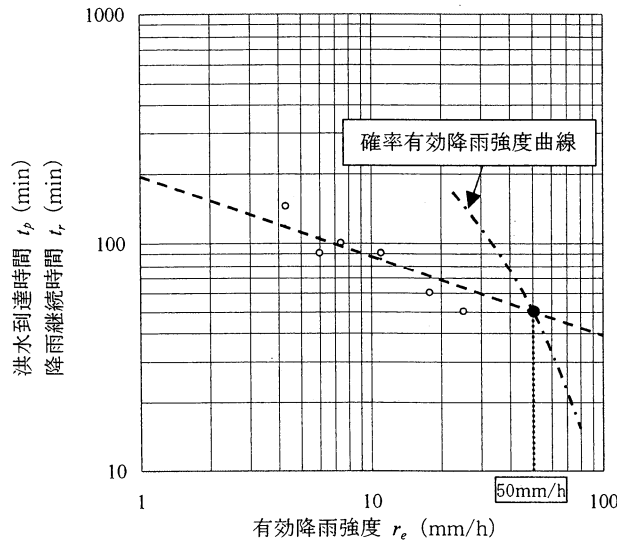


図-3.4.2 確率有効降雨強度の推定グラフ

(b) 河道までの流入時間 (t_1)、河道の流下時間 (t_2) を別々に求める方法

(i) 流入時間 (t_1)

(1) 経験値による流入時間 (t_1)

流路(河道)の最上流端部より上流の面積が 2.0 km²未満の場合 0.3 (hr)

” 2.0 km²以上の場合 0.5 (hr)

「河川砂防技術基準 計画編」

経験値では現状と整合しない場合の算出方法として参考に示す。

(2) ルチハ式による流入時間 (t_1)

$$t_1 = \frac{\ell}{W} = \frac{L}{W} \quad (s, hr) \dots\dots\dots (3.4.7)$$

$$W = 20 \left(\frac{h}{\ell} \right)^{0.6} \quad (m/s) = 72 \left(\frac{H}{L} \right)^{0.6} \quad (km/hr) \dots\dots\dots (3.4.8)$$

t_1 : 流入時間 (s、hr)

ℓ 、 L : 常時河谷をなす最上流点から対象地点までの流路に沿う水平距離 (m、km)

W : 洪水流下速度 (m/s、km/hr)

h 、 H : 流路上下端高低差 (m、km)

山腹流下時間 (t_0) が無視できない場合はこれを加える。 t_0 は、山腹流下の平均流速 0.3m/s 内外と考えて山腹長を除いて求めてもよい。

$$t_1 = L/W + t_0 \dots\dots\dots (3.4.9)$$

(ii) 流下時間 (t_2)

(1) クラーヘン式による流下時間 (t_2)

流路勾配による洪水流下速度は表-3.4.6 による。

表-3.4.6 流路勾配と洪水流下速度との関係

H/L	1/100 以上	1/100~1/200	1/200 以下
W (km/hr)	12.6km/h	10.8km/h	7.6km/h

$$t_2 = \frac{L}{W} \dots\dots\dots (3.4.10)$$

t_2 : 流下時間 (hr)

L : 常時河谷をなす最上流点から対象地点 (基準点) までの流路に沿う水平距離 (km)

W : 洪水流下速度 (km/hr)

H : 流路上下端高低差 (km)

(v) マニング式による流下時間 (t_2)

$$V = \frac{1}{n} \cdot R^{2/3} \cdot I^{1/2}$$

V : 平均流速 (m/s)

R : 径深 (m) = A/P : [A : 通水断面積 (m²)、 P : 潤辺長 (m)]

I : 流路勾配

n : 粗度係数 [「4.3.2 粗度係数」P 排 4-6]

流下時間 t_2 (s) は、

$$t_2 = L/V \dots\dots\dots (3.4.11)$$

として求める。ただし、 L は流路長 (m) を示す。

(3) 日雨量・日排水

計画日雨量が地区内に降った場合、それを1日で排除しようとする方式である。24時間以内ではあるが、ある程度地区に湛水させつつ徐々に排水する方式である。このため地区外流域をほとんど持たない末端ほ場であって、ある程度の湛水を許容する水稲単作の場合に適用する。

日雨量・日排水の考え方を図-3.4.3に示す。

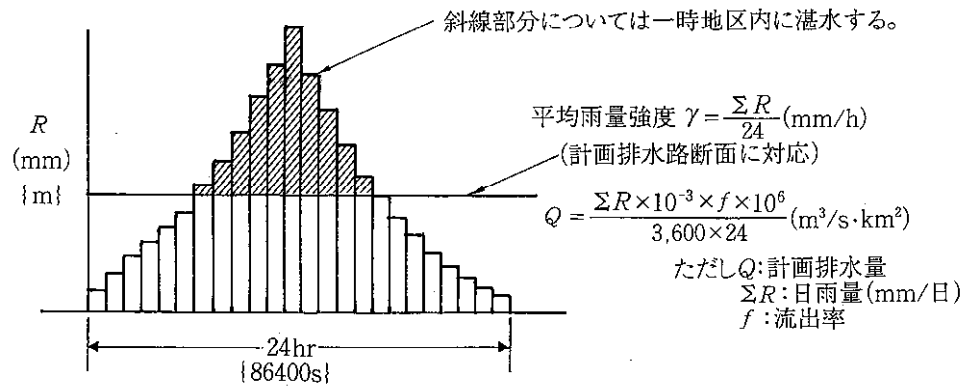


図-3.4.3 日雨量、日排水の考え方

(4) 4時間雨量・4時間排水

計画4時間雨量が地区内に降った場合、それを4時間で排除しようとする方式である。同手法は、原則として田畑輪換地域で用いるが、畑作帯においても地区が平坦で集水区域内に山地を含まない場合は適用することができる。

4時間雨量・4時間排水の考え方を図-3.4.4に示す。

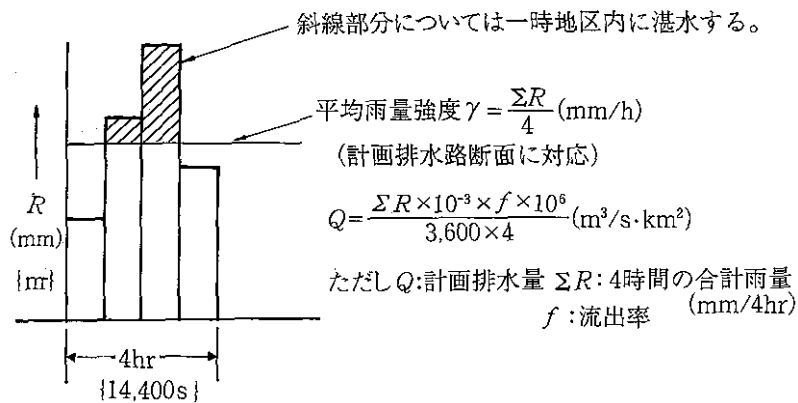


図-3.4.4 4時間雨量、4時間排水の考え方

(5) 比流量による場合

比流量はいくつかの支川、派川の流量がある地点のピーク流量となるものであり、全体的比流量は各支川等の積重ねである。国営農村整備事業の比流量を用いる場合は、国営計画地区の地形的、植生的条件等との整合性について総合的に検討を行い、整合が図れない場合には当該地区の計画排水量を別手法により定める必要がある。

$$q = \frac{1}{3.6} \cdot f \cdot \gamma t \quad \dots\dots\dots (3.4.12)$$

q : 与えられた比流量 ($\text{m}^3/\text{s}/\text{km}^2$)
 γt : その地域の時間雨量強度 (mm/h)
 f : 逆算的に求める

(例)

$$f = \frac{\sum_{n=1}^n A_n \cdot f_n}{A}$$

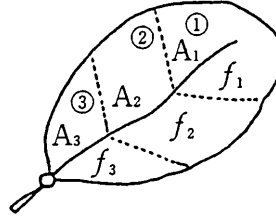


図-3.4.5 比流量による算出例

(6) 河川側手法による洪水流量

① 洪水流量

$$Q = \frac{1}{3.6} \cdot f \cdot r \cdot A \quad \dots\dots\dots (3.4.13)$$

Q : 洪水流量 (m^3/s)
 r : 洪水の到達時間内の最大平均時間雨量 (mm/h)
 A : 集水面積 (km^2)
 f : 流出係数

② 確率雨量強度

計画の規模は一般には計画降雨量の年超過確率で評価するものとし、その決定にあたっては計画対象区域の重要度等を考慮し、次表を基準に定めるものとする。ただし、下流河川で河川整備基本方針、河川整備計画(工実施基本計画)が策定されている場合、一定計画規模の改修工事が行われている場合は、その計画規模を勘案し決定すること。

表-3.4.7 河川側手法による計画規模

区 分	計画規模 (超過確率年)
都 市 河 川	1/10~1/50
そ の 他 の 河 川	1/10~1/30

なお、「大雨資料」に掲載されている観測所以外で実態に沿うものと判断できる場合は、他の資料に基づく雨量強度式によることができる。

日雨量 (r_{24}) が既往値として与えられている場合は、洪水到達時間 (t) 内の時間雨量強度 (r_t) を式 (3.4.14) により推定することができる。

$$r_t = (r_{\text{a}} / 24) \cdot (24 / T)^n \text{ (ただし、} n = 2/3 \text{)} \dots\dots\dots (3.4.14)$$

③ 洪水到達時間

一般的にクラーク公式によるものとする。

(a) 流域面積 $A > 2\text{km}^2$ の場合

$$t = L / W + t_o \text{ (ただし、} t > 0.5 \text{ hr)} \dots\dots\dots (3.4.15)$$

L : 常時河谷の形をなす最上流点から流出量を求めようとする地点までの河道または溪谷に沿って測った水平距離 (km)

W : 洪水の流下速度 (km/hr) 表-3.4.6 参照

t_o : 河道到達に到る山腹流下時間 (流入時間)

$$\begin{aligned} t_o &= 0.50 \text{ hr} \dots\dots\dots \text{山地流域 } 2 \text{ km}^2 \\ &= 0.33 \text{ hr} \dots\dots\dots \text{特に急斜面流域 } 2 \text{ km}^2 \end{aligned}$$

(b) 流域面積 $A \leq 2\text{km}^2$ の場合

$$t = \sqrt{A/2} \times 0.5 \text{ (hr)} \dots\dots\dots (3.4.16)$$

ただし、上式の結果を用いる場合、雨量強度式の適用について十分注意し河川管理者と協議を行うこと。(一般に雨量強度式は洪水到達時間が 30 分または 1 時間以上であるため)

④ 流出係数

合理式中の流出係数は表-3.4.8 を標準とする。

表-3.4.8 流出係数

地 形	f
密 集 市 街 地	0.9
一 般 市 街 地	0.8
畑 ・ 原 野	0.6
水 田	0.7
山 地	0.7

「河川砂防技術基準 (案)」(建設省河川局) より

3.5 対象流量

排水路設計の対象流量には、排水路計画断面設定と排水路組織内の各施設の機能検討を目的とした設計流量（計画排水量）、低水護岸を検討するための流量及びその他重要施設に支障を及ぼすことが考えられる流量の三つに分けられ、それぞれ該当する流量を用いて検討を行わなければならない。

(1) 設計流量

排水路計画断面決定及び余裕高の算出に用いる流量である。また、排水路組織内の各施設の機能検討を行うための流量である。

(2) 低水護岸を検討するための流量

排水路に低水護岸を行う場合にあつては、当該水路の流速、土質、流況の発生頻度等を検討して定める必要があるが、一般には1年もしくは2年確率流量が多く用いられ、この流量から求めた水位を用いて、護岸高を定めることにより排水路の構造設計等を行う。また、排水路における最小、最大許容流速の検討の際にも、この低水護岸等を検討するための流量が多く用いられる。

北海道の農業農村整備事業によって実施される排水路については、「1年もしくは2年確率流量」として、計画排水量（10年確率）の55%を「低水護岸を検討するための流量」としてよい。

(3) その他重要施設に支障を及ぼすことが考えられる流量

排水路断面を流れる最大流量等で、その施設の規模からみて相当の被害が予想される場合、排水路の流況、能力を確認するとともに施設の構造、配置等、その対策方法を検討する場合に用いられる。

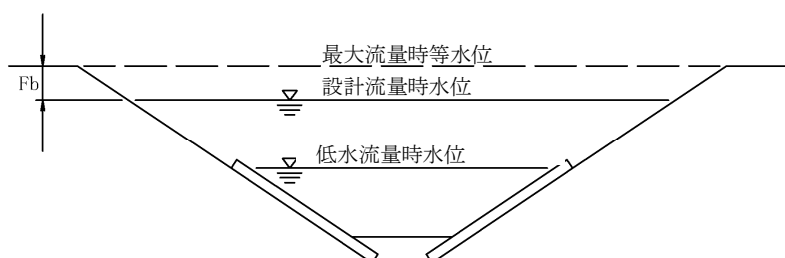


図-3.5.1 排水路断面と対象流量

3.6 路線配置

排水路の路線の配置及び排水口の位置は、技術的に可能な複数の案から、受益区域内外の地形、排水の目的及び方法、用地取得の難易、排水慣行、維持管理、環境との調和への配慮等について比較検討の上、最も適切なものを決定する。

排水路の配置計画は、受益区域において、できるだけ自然排水が可能となるように配置する。

排水路の路線の選定に当たっては、1/2,500～1/5,000の地形図を基に、現地調査も加えて可能な複数の路線を検討する。

次に各路線について、水位、排水路の構造等を選定し、さらに土地利用形態等の社会経済的条件、生物の生息・生育状況等の自然的条件等も十分調査して排水計画の妥当性と建設費の検討を行い、路線を決定する。

3.6.1 路線配置の留意事項

排水路の路線の選定に当たっての留意事項は以下のとおりである。

(1) 排水口の位置

- ① できるだけ自然排水可能となる地点であること。
- ② 排水水門やポンプ場を設ける場合には、必要な支持力が確保できる基礎地盤であること。
- ③ 排水口が流砂や漂砂で閉塞されない位置であること。
- ④ 高潮等外水の影響に対し危険な場所は回避すること。
- ⑤ 地域条件によって環境との調和に配慮すること。

(2) 幹線排水路

- ① 線形は、流出水を安全で効率的に処理できるとともに、環境との調和にも配慮したものとする。
- ② 勾配の大きい河川を幹線排水路として改修利用する場合は過度な直線化を避け、現況流路等の利用を図りながら直線を挿入して緩やかに蛇行させる方が安全である。
- ③ 土質の悪いところを避け、また、人家、交通機関に危険を与えないようにする。
- ④ 原則として切土水路内で洪水時断面を確保し、築堤排水路は極力回避する。
- ⑤ 路線は原則として受益区域の最低部に求める。受益区域の一部を機械排水とする場合にも、高位部排水路、低位部排水路に区分することにより、自然排水の活用を十分検討する。
- ⑥ すべて機械排水を必要とする区域においても、高位部、低位部あるいは中位部等に分けて排水路を2段または3段式の配置とすることにより、ポンプ運転経費を節約できることもあるので比較検討する。

(3) 支線排水路及び小排水路

- ① これらの配置は、幹線排水路の位置、耕地の区画形状、道路、用水路配置、環境との調和等を十分考慮して決定する。
- ② 一般に平坦な水田地帯では、小排水路は小用水路と平行で交互に配置する。
- ③ 幹線と支線との合流は、流向になじむように取り付けるのが望ましい。
- ④ 地形により用水路と兼用する場合もあるので、水田の畑利用や用排水慣行等も十分考慮して検討する。

3.6.2 線形計画

排水路の線形はできるだけ直線形に近付けることがのぞましい。また、路線線形は耕地の利用度を高めると共に、橋梁等の横断構造物、護岸施設等を可能な限り減少させるよう配慮する。

線形の計画にあたっては、以下の事項を踏まえて検討を行う。なお、自然流路を農業用排水路として整備する場合には、「実用河川計画」、「自然的実用河川計画」等を参考にする。

(1) 湾曲部

① 湾曲度

排水路の湾曲部の線形は、支線排水路及び小排水路等のほ場内排水路を除き、**図-3.6.1**、**図-3.6.2**を標準として計画する。

曲線半径 $3 < R/B < 10$

湾曲度 $30^\circ < \theta < 60^\circ$

R : 曲線半径 (m)

B : 矩形断面を考慮した流路幅 (m) $(b_1 + b_2) / 2$

θ : 曲線の中心角

b_1 : 設計洪水水位水面幅 (m)

b_2 : 敷幅 (m)

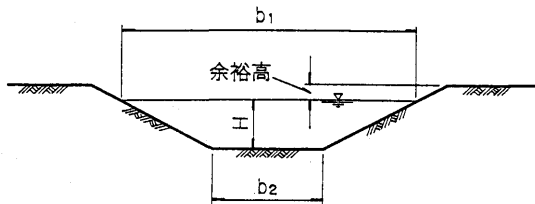


図-3.6.1 b_1 、 b_2 のとり方

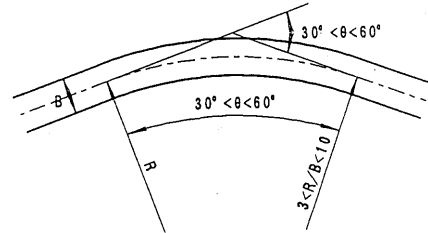


図-3.6.2 湾曲度

複断面水路の矩形断面を考慮した流路幅を求める場合の敷幅 (b_2) は、**図-3.6.3**、**図-3.6.4** に示すとおりとする。

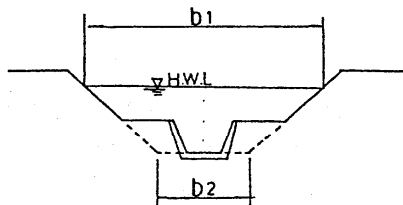


図-3.6.3 低水路幅(上図ではトラフ幅)が b_2 よりも小さい場合

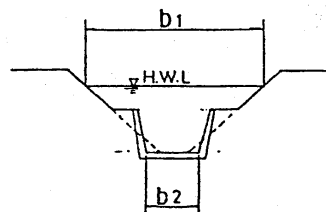


図-3.6.4 低水路幅が大きい場合

② 拡幅

湾曲部は曲線半径、湾曲度を大きくとっても直線部と同じに流下するとは限らず、外側への水位

上昇、内側への土砂堆積は避けられないので、湾曲度のきつい場合は、次の範囲で流路幅を内側へ
 拡げ、概ね(B)の3倍以上の距離ですりつける。

$R \cdot \theta$ とも①の標準以下の場合は概ね 30%

$R \cdot \theta$ 何れかが①の標準以下の場合は概ね 20%

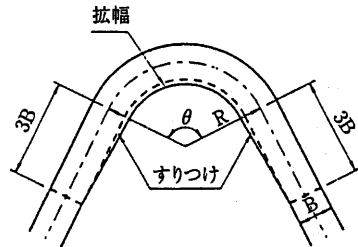


図-3.6.5 拡幅の範囲

③ 湾曲部の水面傾斜

路線規模が小さい場合や、用地取得などで内側拡幅ができない場合は、表-3.6.1を参考に湾曲外
 側余裕高の増加、護岸の増強などで安全性を確保しなければならない。

表-3.6.1 フルード数と R/B の
 変化による $\Delta H/H$ の値

$R/B \backslash F$	0.5	0.8	1.0	2.0
1	0.23	0.59	0.92	3.68
2	0.12	0.31	0.49	1.96
3	0.08	0.21	0.33	1.31
5	0.05	0.13	0.20	0.80
10	0.03	0.06	0.10	0.40

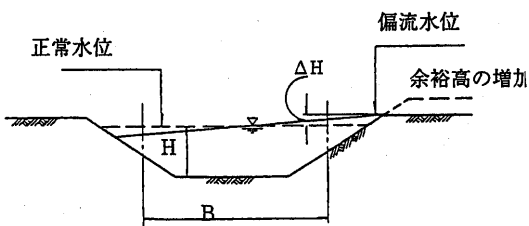


図-3.6.6 湾曲部の水面傾斜

(2) 反曲部

反曲線となる場合は曲線の連続を避け、おおむね $6B$ 以上の直線を挿入することが望ましい。

第1曲線部で強制された流れが、第2曲線の外線部に激突することを避けるため直線区間を挿入し、
 ある程度通常の流れに戻してやる必要がある。

なお、地形的要因および既設構造物等でやむを得ず直線区間 $6B$ が確保できない場合は、拡幅また
 は、護岸工等で安全を図る。

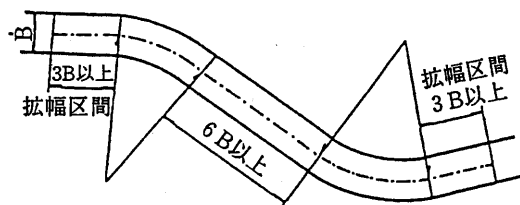


図-3.6.7 反曲線区間の取付方法

注) 図に拡幅とあるのは、拡幅の方法を
 とった場合で、全ての反曲線という
 ことではない。

(3) 合流部

支線の合流線形は湾曲部と同様の方式をとり、支線流心を本流流心になじむように計画することが望ましい。なお、このことは幹線排水路の排水本川合流形状も同様である。

① 幹線と支線の合流形状

支線の合流部分は、堆積(A)ゾーンに土砂堆積を生じやすく、それに草木が繁茂、流積を狭めることが多い。また、支線流量が幹線流量に近い場合、流出ピークのずれで支線が幹線(D)ゾーンに激突し断面破壊の原因となるので、合流角は概ね 60° 以内とし、取付けることが望ましい。(図-3.6.8、図-3.6.9 参照) なお、この合流角がとれない場合は、護岸等を強化する。

道路側溝、暗渠排水の付帯排水路、また本線に対して小規模な自然流路等、幹線設計流量に対して、流入量がおおよそ10%程度以下の場合には、支川への逆流がないよう水頭の配慮だけでよく、この合流部線形によらなくてもよい。

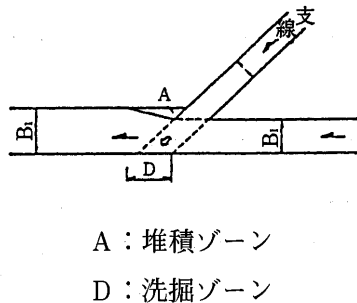


図-3.6.8 合流部変動箇所

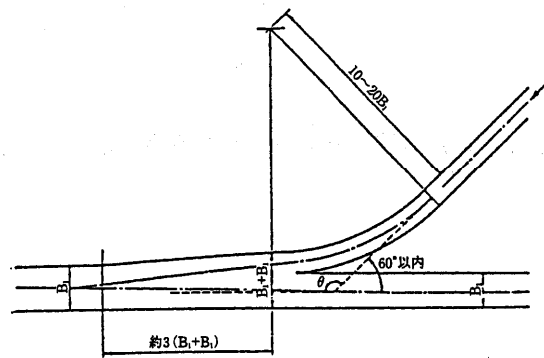


図-3.6.9 幹線と支線流の取付け形状

② 排水本川と幹線の合流形状

幹線排水路の排水本川への取付け線形についても①と同様の形状とすることが望ましいが、合流形状等については管理者と協議して決定する。

湾曲の程度は、合流部であり高水時の安全を考慮して(1) ①湾曲度を示した $3 < R / B < 10$ によらず、 $R = 10 \sim 20 B$ とする。

(4) 縦断線形

排水路の勾配決定は、水路断面及び工事費に大きく影響するので、排水組織と関連して十分な検討を要する。排水路の勾配は、受益区域の地形、排水路線の配置や排水口の位置との関係によって制約される場合が多いが、一般には許容最大流速の範囲で急勾配のものほど有利である。

また、地形勾配が急で、最大許容流速を超えるような場合には、落差工、急流工等により勾配を緩和したり、護岸装工等により洗掘を防止する。

逆に勾配が緩すぎると、流出土砂の堆積や水草の繁茂により通水能力が阻害されるので、障害物を掃流するだけの流速を与えるよう計画する。

(5) 敷高計画

① ほ場排水

最小切深決定にあたっては、地域のほ場排水計画、地形・土質等を勘案し計画するもので、幹線全体の安全性から過大切深にならないよう十分留意しなければならない。

特に丘陵地にあつては、ほ場排水計画・地形等から排水路の勾配・落差工を考慮し、過大切深に

ならないよう注意する。

- (a) ほ場排水方式（排水路周辺ほ場、末端ほ場）と関連させて、ほ場の必要排水深度を計画する。
- (b) 最低耕地面よりの取付勾配（高低差）を計上する場合、平坦地において取付区間が相当長い場合があるので注意すること。

② 河川等との接合部

- (a) 河川等の河床勾配を適切に判断しなければならない。
- (b) 基幹排水路が河川等に合流する場合は、河川の河床が乱れていることが多いので、一時的な洗掘堆積部分を河川の河床と判断する事がある。このような場合、高水時の河床変動により、基幹排水路の排水不良の現象が生じたり、河床低下により洗掘現象が生じるので、河床の設定にあたっては河川等の変動経緯を把握の上、定めなければならない。
- (c) 河川等の改修計画の有無に留意し、計画がある場合は内容を十分把握の上、定めなければならない。
- (d) 幹線排水路の床下げにより、合流する支線の河床が低下する場合は、取付を考慮し、支線に床止め等を設置し、施設の安全を図らなければならない。
- (e) 河川等との関係が本計画の重要なポイントとなるので、外水位の決定にあたっては、新たな災害の発生、助長等がないよう十分留意しなければならない。

3.7 排水路断面と護岸工

(1) 設計流量

排水路の設計流量は、以下の事項を踏まえて検討する。

- ① 地区内での同一水系の排水路では、計画単位排水量（比流量）の値が全線の各断面にわたってすべて等しいことを原則とする。
- ② 計画単位排水量は、当該排水路の下流端における計画排水量をその地点の支配する流域面積で除した値とする。
- ③ 設計流量は、主な合流点で挟まれた区間ごとに計画単位排水量にその区間下流端の支配する流域面積を乗じた値とする。
- ④ 排水路では、整備目標から求められる計画対象流量を上回る流量が生じる可能性があるため、このような排水路の保全及び調整機能等についても検討しなければならない。
- ⑤ 区間別設計流量は、それぞれの対象流量の 1/4 程度の変化がある場合に变化させることを原則とする。ただし、合流工、流入工等で対象流量に大幅な変化があり、より経済的になる場合には変化させてもよい。

(2) 設計水位

排水路の設計水位は洪水時と常時で異なる。計画洪水時排水の設計水位は、排水路に沿う地盤標高を超過してはならない。これに対して、計画常時排水の設計水位は、ほ場における暗渠の出口標高を超過してはならない。

湛水を許容している地区においても、洪水時における設計水位は排水路周辺の地盤標高を超えないように計画する。

(3) 設計断面

計画洪水時排水の設計水位については、排水路上流端から下流端に至る各区間相互の高さ関係を勘案して、計画洪水時排水に対する設計水面勾配線を各区間に描く。この水面勾配線の下で、洪水時の設計流量を流し得る断面をマンニングの平均流速公式を用いて求める。

また、低平地の排水路において、下流端の水位条件が上流側に影響を及ぼすおそれがある場合には、計画洪水時排水量を用いて下流端から水面追跡を行い、その背水曲線が設計水位を超過しないことを確かめる必要がある。

排水路については、経年での堆砂や水草等の繁茂は避けられない面があり、必要に応じ現場状況を勘案し、排水路断面及び縦断勾配を検討する。

さらに、環境との調和に配慮する場合は、計画常時排水時等において、生物の生息・生育に必要な水深等に留意して断面を決定する。

(4) 護岸工

- ① 護岸工は、流水の作用から排水路法面を保護する必要がある場合において、排水路の表法面または小段に設ける。
- ② 護岸工の種類によっては環境に影響を与えることがあるため、保全対象種の生息・生育環境や保全対象要素の特徴等に留意して選定する。
- ③ 護岸高さは、低水護岸を検討するための流量時の水位を原則とし、次のような場合には護岸高さを高くしてもよい。

- ・用地費及び維持管理費等を含めた護岸高の経済比較を行い、護岸を高くしたほうが有利な場合

- ・張芝装工を行っても法面崩壊のおそれがある土質の場合
- ・大型構造物、落差工、各流入工等、水位変動の激しい箇所

(5) 護岸工の種類

かごマット、連結ブロック、積ブロック、鉄筋コンクリート2次製品水路、現場打ちコンクリート、コンクリート柵渠のほか、自然素材を利用した護岸工が考えられるが、工法の採用に当たっては水理条件、経済性及び環境との調和に留意して検討する。

3.8 環境との調和への配慮

環境との調和に配慮した排水路の整備目的は実に多種多様であり、地域ごとにその特質を生かした計画を策定することが重要である。従って、画一的な設計は極力避け、実施例等を参考に創意工夫により設計するものとする。

環境との調和に配慮した排水路設計の考え方として、地域の文化、風土に根ざした各地域の特性に加え、地域の土地利用に応じた水路の機能分類に基づいて、親水性、生態系保全、景観、水質浄化、その他の目的を的確に把握し、真にその地域の整備目的に合致する計画のもと、地域の利用者、管理者との合意の基に設計を行わなければならない。

(1) 路線計画

自然流路は直線ではなく、地形・地質、河床材料の粒径や流速等の条件により湾曲している。環境に配慮した排水路の路線は、その立地条件や用地条件により可能な限り平面曲線を組合せる等を工夫して、景観や動植物の生息・生育環境の改善を図ることが望ましい。

また、排水路の整備では、環境機能の目標が満足される範囲内で部分改修について検討を加え、困難な場合に全面改修を計画するものとする。

(2) 構造

排水路を構成する護岸及び排水路の底質は、水生植物や魚類、昆虫等の動植物にとって重要な生息・生育条件の一つである。また、魚類、昆虫の種類、生育段階によってもそれぞれ適合する環境が異なるため、排水路の断面や構造において多様な場を用意することも考えなければならない。

生態系に配慮した排水路が必要としている要素は、底質の保全や水量、水質、避難所、餌、産卵場の確保等である。このため排水路は縦断的、平面的に変化をもたらせることが必要であり、緩急の排水路勾配区分や広・狭の排水路断面状等の工夫、急流水路にあたっては底質の掃流の問題や落差工等に特別な設計上の配慮が求められる。

(3) 流速

水質の浄化等を考慮する必要がある場合は、少なくとも排水路の流速は0.3m/s以上とし、排水路の流速は速い部分（早瀬、小落差工）と遅い部分（洲、淵）を適当に組み合わせて変化に富んだ流れとすることが好ましい。この場合、速い流れでは洗掘、遅い流れでは堆砂等の対策が必要となる。

(4) 粗度係数

環境との調和に配慮した排水路に用いられることの多い水路構成材料別の粗度係数について、現在多くの現場実測値を持たないため、「土地改良事業計画設計基準 水路工、表-6.2.1」の最小値及び最大値の両方を用いて水理状況を検討する。すなわち、最大値を使用して必要な余裕高の確保を図り、また最小値を使用して排水路に必要な水位や水深並びに流速の検討を行う。

また、記載のない護岸材料を使用する場合、表面の粗度の状況やその形状から類似の護岸材料を推定し、その値を使用してもよい。

なお、参考として、環境との調和に配慮した水路の粗度係数と設計基準における粗度係数（図-3.8.1）並びに、「美しい山河を守る災害復旧基本方針」に規定された粗度係数算定法について示す。

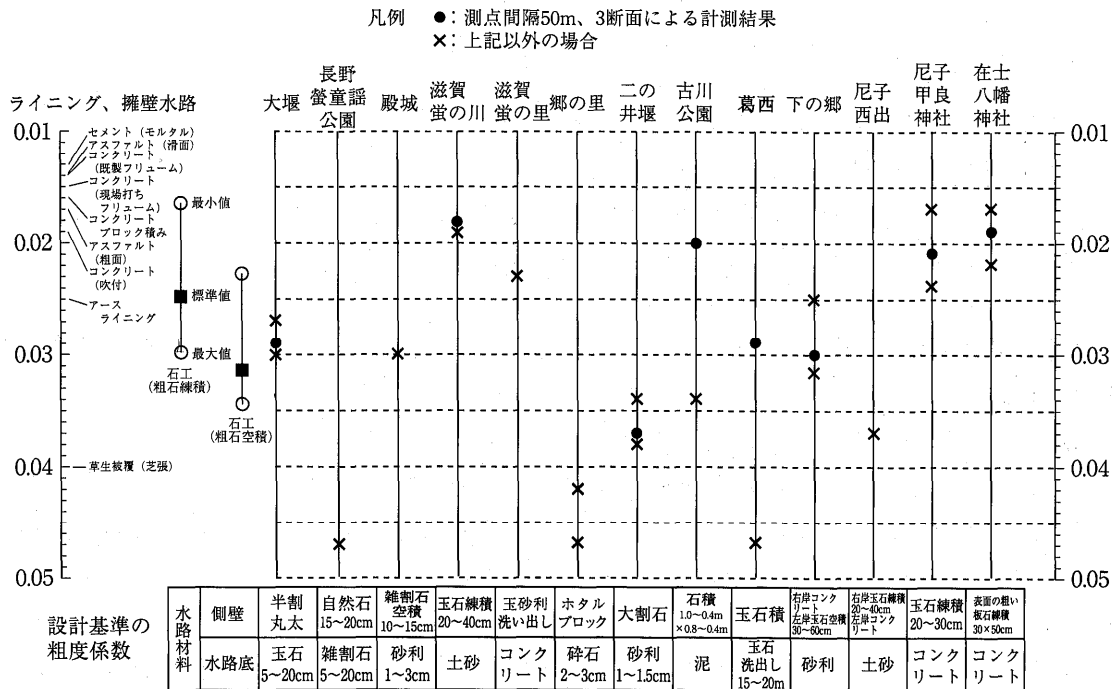


図-3.8.1 環境との調和に配慮した排水路の粗度係数と設計基準における粗度係数

＜「美しい山河を守る災害復旧基本方針」に規定された粗度係数算定法＞

河床部の粗度係数（ n ）は、次の手順より算出するものとする。

河床部の粗度係数は、災害箇所ごとの代表粒径を求め、マンニング・ストリクラーの次式により算定する。

$$n = \frac{k_s^{1/6}}{7.66\sqrt{g}}$$

k_s : 相当粗度（河床材料の代表粒径をm単位で使用）

代表粒径（ d_R ）：河床材料の平均的な粒径としてよい。

g : 重力加速度=9.8m/s²

河床材料のサンプリング方法としては面積格子法、線格子法、平面採取法、写真測定法などがあり、「河川砂防技術基準(案)同解説」（調査編）などを参考に、これらの中から最適な手法を選んで行うものとする。

なお、代表粒径と粗度係数の関係は、表-3.8.1を参考としてもよい。

表-3.8.1 河床部の代表粒径と粗度係数の関係

d_R : 代表粒径	n : 粗度係数		AとBとの区分法
	A	B	
岩盤	0.035~0.050		A : 河床が平坦で砂州が目立たず表層に突出する粒径の大きな石が目立たない。 B : 河床の凹凸が大きく粒径の大きな石が突出する。
玉石 (40 cm~60 cm)	0.037 [*]	0.042	
〃 (20 cm~40 cm)	0.034 [*]		
〃 (10 cm~20 cm)	0.030 [*]		
粗礫[大] (5 cm~10 cm)	0.035		
粗礫[小] (2 cm~5 cm)	0.029	0.034	

※) マニング・ストリクラーの式より求めた値

代表粒径 2 cm未満の河床部の粗度係数は、次式により計算するものとする。

$$n = \frac{H_d^{1/6}}{\sqrt{g} \cdot \phi} \quad \phi = 6.0 + 5.75 \cdot \log\left(\frac{H_d}{2.5 \cdot d_R}\right)$$

H_d : 設計水深=設計水位 (H) - 平均河床高 (L)

d_R : 河床材料の代表粒径 (m)

なお、河床材料の代表粒径を迅速に求めるのが困難な場合は、当面 $d_R = 0.005$ m を用いてもよい。ただし、計算した n が 0.020 を下回る場合は 0.020 とする。

(白紙)

第 4 章 水理設計

第 4 章 水理設計 目次

4.1	総則.....	4-1
4.2	許容流速.....	4-3
4.2.1	最小許容流速.....	4-3
4.2.2	最大許容流速.....	4-5
4.3	等流計算と粗度係数.....	4-6
4.3.1	平均流速公式.....	4-6
4.3.2	粗度係数.....	4-6
4.3.3	合成粗度係数.....	4-7
4.4	不等流の計算.....	4-8
4.5	排水路断面.....	4-9

第4章 水理設計

4.1 総則

水理設計は、排水路に要求される水理機能を満足するための必要な断面規模や安定した流況が得られることを目的として、許容流速、粗度係数等を適切に選択して行う。

排水路の水理設計は、洪水時の設計流量について、排水路組織内の各施設の機能が的確に発揮されるよう行い、設計流量以外の流量についても検討しなければならない。

設計流量以外の流量とは、低水護岸等を検討するための流量、その他重要施設に支障を及ぼすことが考えられる流量のことである。

表-4.1.1 水理設計対象流量

項 目	目 的
設計流量	計画断面余裕高算定用 (100%流量)
低水護岸を検討するための流量	低水護岸高算定用 (55%流量)
その他重要施設に支障を及ぼすことが考えられる流量	当該施設安全対策検討用 (最大流下流量)

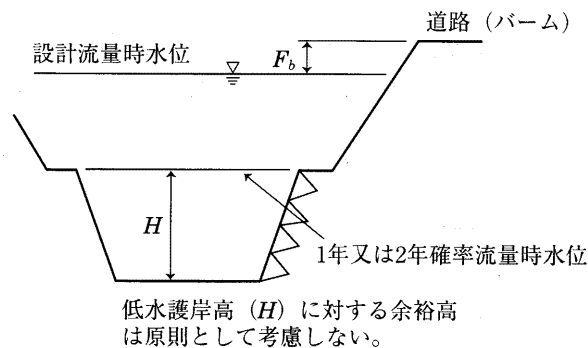
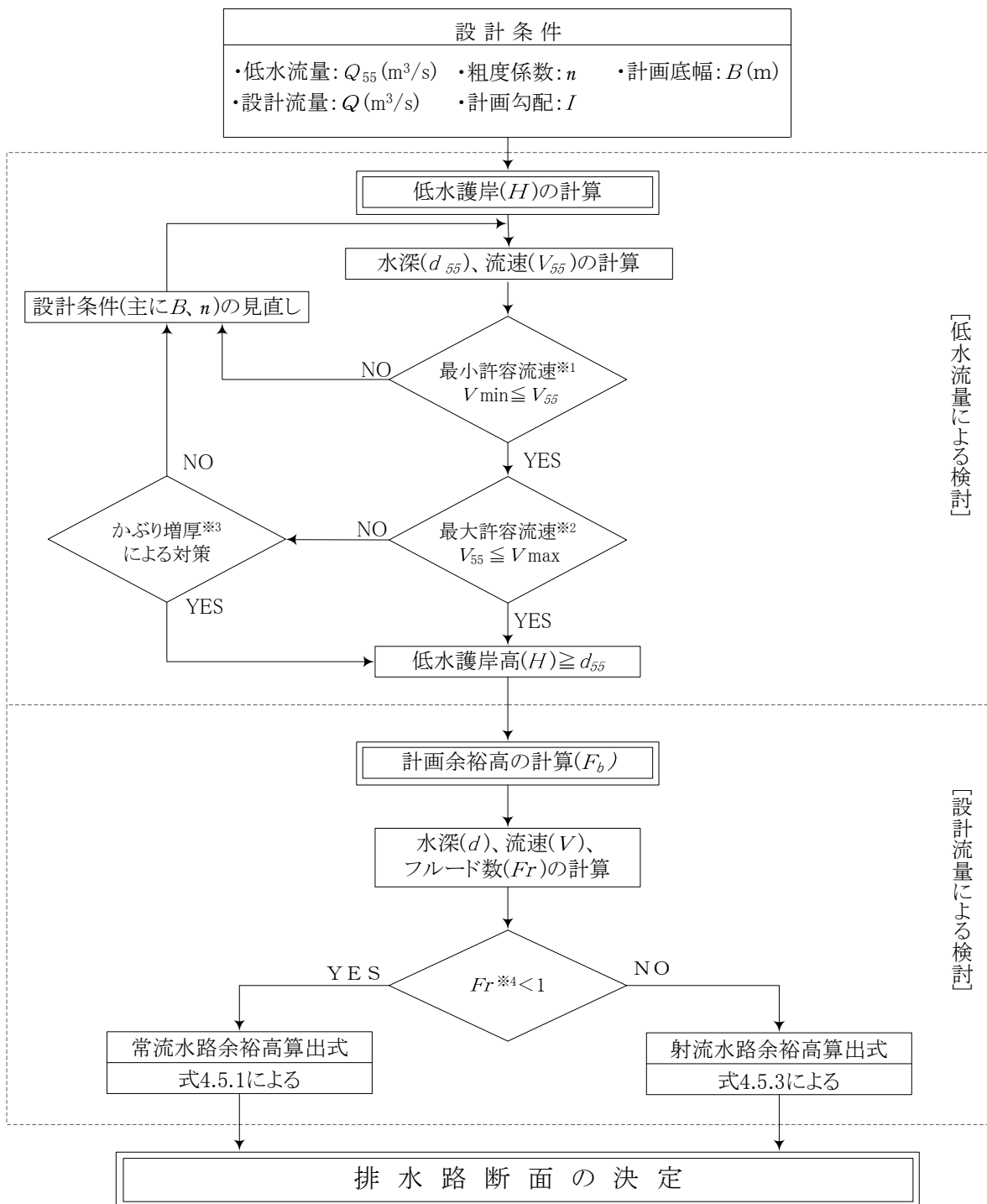


図-4.1.1 排水路の余裕高と護岸高

排水路の低水護岸高と余裕高算定については、図-4.1.2 に示すフローチャートに基づいて行う。



「低水流量による検討」

「設計流量による検討」

- ※1： 最小許容流速（表-4.2.1による）
 ※2： 最大許容流速（表-4.2.2による）本フローの判定では表-4.2.2注1）、2）は適用しない
 ※3： $3.0 < V \leq 6.0$ m/s：1.5cmのかぶり増厚、 $6.0 < V \leq 9.0$ m/s：左記に加え1.5cmのかぶり増厚
 ※4： フルード数（ $Fr = V / \sqrt{g \cdot d}$ ）

図-4.1.2 低水護岸高と余裕高算定フローチャート

4.2 許容流速

排水路の流速は、土砂の堆積が起こらず、かつ水中植物が繁茂しない最小許容流速と、水路内面を構成する材料が流水によって耐久性が確保され水理的に不安定な流況が発生しない最大許容流速の範囲内とすることを標準とする。

4.2.1 最小許容流速

(1) 対象流量

最小許容流速検討時の対象流量は、「低水護岸を検討するための流量」を標準とする。

(2) 最小許容流速

最小許容流速は表-4.2.1のとおりとする。なお、環境との調和に配慮する場合は、保全対象種の遊泳能力（巡航速度、突進速度）や生息・生育環境等に留意して勾配を検討する。

表-4.2.1 最小許容流速 (m/s)

水路の状況	最小許容流速
浮遊土砂の堆積の懸念される水路	0.45～0.90
水中植物の繁茂の懸念される水路	0.70

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。

最小許容流速を制約する要素は不明確で、適切な値を確定することは必ずしも容易ではない。一般には、管理の面から最小許容流速は土砂の堆積を起こさない速さ、水中植物が繁茂して流水の妨げとならないような速さから求めることとし、一般的にシルト及びそれよりも大きい粒径の土砂が少ない場合、各粒径に応じて0.45～0.90m/sの平均流速があれば、浮遊土砂の堆積を起こさず、また0.70m/s以上の平均流速があれば著しく流れを妨げるような植物の生育も防止できるとされている。

水の流れによる土砂の動きは、掃流形式によるものと浮遊形式によるものがある。前者は、土砂が河床上を流水の直接的な作用により転動、滑動しながら輸送されるものをいう。後者は、乱れの拡散作用によって、土砂が断面全体を浮遊しながら輸送されるものをいう。また、水路内においては、平均流速Vと摩擦速度 u_* の比(V/u_*)は一般に8～25倍程度であるため、以下により摩擦速度等を求め、最小許容流速の目安とすることができる。

① 掃流力

土砂は水の流れによって、水からせん断力を受ける。この力は土砂を流れの方向に押し流そうとする力であり掃流力と呼ばれる。掃流力が一定の限界を超えると、土砂の移動が始まる。この限界値を限界掃流力という。

掃流力は、式(4.2.1)に示すとおり、摩擦速度 u_* を用いて表すことができる。

$$\tau_0 = \rho g R I_f = \rho u_*^2 \dots\dots\dots (4.2.1)$$

τ_0 : 掃流力 (g/(cm・s²))

ρ : 水の密度 (g/cm³)

- g : 重力加速度 (cm/s²)
- R : 径深 (cm)
- I_f : 流水のエネルギー勾配
- u_* : 摩擦速度 (cm/s)

限界掃流力 ($\tau_c = \rho u_{*c}^2$) は、**式(4.2.2)** の岩垣の式より粒径別の限界摩擦速度 u_{*c} を算出して求める。

$$\left. \begin{array}{ll} d \leq 0.0065 & u_{*c}^2 = 226 d \\ 0.0065 \leq d \leq 0.0565 & u_{*c}^2 = 8.41 d^{11/32} \\ 0.0565 \leq d \leq 0.1180 & u_{*c}^2 = 55.0 d \\ 0.1180 \leq d \leq 0.3030 & u_{*c}^2 = 134.6 d^{31/32} \\ 0.3030 \leq d & u_{*c}^2 = 80.9 d \end{array} \right\} \dots\dots\dots (4.2.2)$$

- d : 粒径 (cm)
- u_{*c} : 限界摩擦速度 (cm/s)

② 沈降速度

土砂が浮遊するための浮遊限界の目安は、静水中における粒子の沈降速度 V_f と摩擦速度 u_* の関係から、**式(4.2.3)** となる。

$$u_* = V_f \dots\dots\dots (4.2.3)$$

沈降速度 V_f は、**式(4.2.4)** のルベイの実験式より算出する。**式(4.2.4)** において、 $s = 1.65$ 、 $\nu = 0.01$ cm²/s、 $g = 980$ cm/s² とおくと、沈降速度 V_f は、土砂の粒径 d から算出することができる。

$$\frac{V_f}{\sqrt{sgd}} = \sqrt{\frac{2}{3} + \frac{36\nu^2}{sgd^3}} \sqrt{\frac{36\nu^2}{sgd^3}} \dots\dots\dots (4.2.4)$$

- V_f : 沈降速度 (cm/s)
- s : 砂の水中比重
- g : 重力加速度 (980cm/s²)
- d : 土砂の粒径 (cm)
- ν : 動粘性係数 (cm²/s)

③ 最小許容流速の設定

岩垣の式及びルベイの式を用いると、限界摩擦速度 u_{*c} 及び沈降速度 V_f は粒径 d の関数となり、**図-4.2.1** に示す関係となる。

図-4.2.1 に示した曲線では、土砂の流下において概ね 0.0125cm 以上の粒径では掃流力が支配的であり、それ以下の粒径では沈降速度が支配的であることから、対象とする粒径により適用範囲を設定する必要がある。

設定した限界摩擦速度もしくは沈降速度を 8~25 倍することで平均流速 V が求まり、これが土砂の堆積を防ぐ最小許容流速の目安となる。

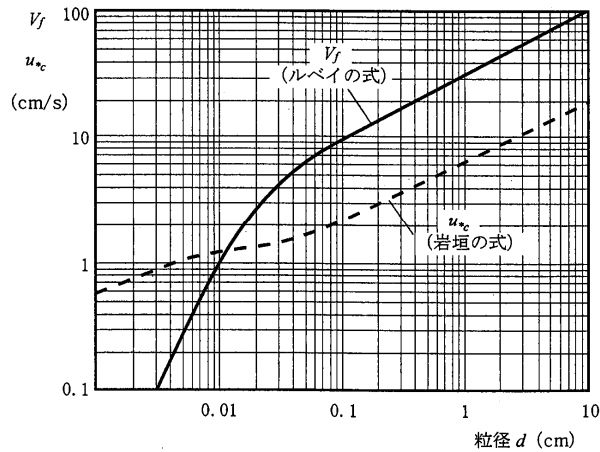


図-4.2.1 沈降速度 V_f 、限界摩擦速度 u_{*c} と粒径の関係
($s=1.65$ 、 $\nu=0.01 \text{ cm}^2/\text{s}$ の場合)

4.2.2 最大許容流速

(1) 対象流量

最大許容流速検討時の対象流量は、「低水護岸を検討するための流量」を標準とする。

(2) 最大許容流速

水路構造体の材質による最大許容流速は表-4.2.2 に示すとおりである。なお、護岸工法検討のための最大許容流速は、表-6.2.1 による。

表-4.2.2 最大許容流速 (m/s)

種 類	流 速	種 類	流 速
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	プレキャストコンクリート水路類	3.00
粘質ローム	0.90	ブロック空積(控30cm未満)	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	ブロック練積	2.50
軟岩	2.00	プレキャストコンクリート管	3.00
—	—	コルゲート水路	5.00

注1) 排水路の場合、低水護岸等を検討するための流量(1年もしくは2年確率流量)に対して本表の値の1.5倍を限度として適用する。ただし、平水量時またはかんがい期常時排水量時においても本表の値を上回らないものとする。また、急流工・急傾斜排水路等で当該施設に護床またはその他適切な浸食防止処置が講じられる場合、またはコンクリートの厚さを増すとか鉄筋等で部材の補強が行われる場合、もしくは河川に相当する大きな排水路にあつては本表の適用を除外する。この場合の最大許容流速は、当該水路の構造及び地形・地質並びに類似の実施例を参考にして定める。

2) 流水に接する面で、流速が3%を超過する場合は、コンクリートの磨耗等を考慮して、次のようにかぶり厚を加算する。

- ① 流速が3%を超過する場合、標準かぶり厚に15mmを加算する。
- ② 更に流速が3%増加するごとに15mmを加算する。

(3) 流速決定に当たっての留意事項

- ① 排水路における流速は、用水路と異なり速やかな排水や生起頻度と経済性の観点から、設計流量時を含め射流域を許容するものである。この場合、排水路の安全性を確保する必要から平面線形は直線とし、適切な余裕高を考慮するとともに必要に応じて次の対策を検討する。
 - a. 浸食防止対策
 - b. 飛散対策
 - c. 沈砂対策
 - d. 取付水路や接続柵での溢水対策
 - e. その他
- ② やむを得ず湾曲部や屈折部を流下させる場合には、波動の発生や水面の偏り、その他、溢水・振動・騒音・飛散等に対する検討を行い、護岸高の嵩上げ、屈折柵・合流工・落差工の構造の工夫等、必要な対策を講じなければならない。
- ③ 射流水路の安全性に対する対策は、①に示すとおりであるが、「第6章 6.2.6、6.2.7」を参照する。

4.3 等流計算と粗度係数

排水路断面の水理計算は、等流計算を原則としマニング公式を用いる。

4.3.1 平均流速公式

開水路系の等流の平均流速は、原則としてマニング公式により計算する。

$$Q = A \cdot V \dots\dots\dots (4.3.1)$$

- Q : 流量(m³/s)
- A : 通水断面積(m²)
- V : 平均流速(m/s)

$$V = \frac{1}{n} \cdot R^{2/3} \cdot I^{1/2} \dots\dots\dots (4.3.2)$$

- V : 平均流速(m/s)
- n : 粗度係数
- R : 径深= A/P (m)
- I : 水路底勾配
- A : 通水断面積(m²)
- P : 潤辺(m)

4.3.2 粗度係数

一般的に用いられる排水路装工の粗度係数は表-4.3.1、自然河川現況流下能力算定用の粗度係数は表-4.3.2に示すとおりである。その他の材質の粗度係数の詳細については、「土地改良事業計画設計基準設計 水路工 6.2.2」による。

表-4.3.1 粗度係数 n の値 (排水路装工)

排水路装工	区 分	粗 度 係 数
プレキャストコンクリート水路	目 地 材 あ り	0.014
	目 地 材 な し	0.016
現 場 打 ち コ ン ク リ ー ト		0.015
積 ブ ロ ッ ク		0.016
か ご マ ッ ト		0.032
連 結 ブ ロ ッ ク		0.030
コ ン ク リ ー ト 柵 渠		0.017
合 成 樹 脂 管	内面平滑	0.012
	内面波状網状	0.016
コ ル ゲ ー ト 水 路	縦波	0.017
	横波	0.025
張 芝		0.040
自 然 河 床		0.030

表- 4.3.2 粗度係数 n の値 (自然河川)

改 修 河 川	一般河道	0.030~0.035
	急流河川及び川幅が広く水深の浅い河川	0.040~0.050
	暫定素堀河道	0.035
	河川トンネル	0.023
自 然 河 川	平野の小流路・雑草なし	0.025~0.033
	平野の小流路・雑草・灌木有り	0.030~0.040
	平野の小流路・雑草多・れき河床	0.040~0.050
	山地流路、砂利、玉石	0.030~0.050
	山地流路・玉石・大玉石	0.040 以上
	大流路、粘土、砂質床、蛇行少	0.018~0.035
	大流路、れき河床	0.025~0.040

注) 環境との調和に配慮した水路の粗度係数算定法については、「土地改良事業計画設計基準 設計水路工 5.8 環境と調和に配慮した水路の考え方 (参考)」による。

4.3.3 合成粗度係数

潤辺の粗度係数が部分的により異なる水路断面においてマニング公式を適用する場合は、全潤辺に対する合成粗度係数を計算して流速を求める (図-4.3.1 及び表-4.3.3)。

合成粗度係数 n_i は、式 (4.3.3) によって求められる。

$$n_i = \left\{ \frac{1}{\sum p_i} \left(p_1 \cdot n_1^{3/2} + p_2 \cdot n_2^{3/2} + \dots + p_5 \cdot n_5^{3/2} \right) \right\}^{2/3} \dots\dots\dots (4.3.3)$$

ただし、排水路、河川等で、図-4.3.2 のように高水敷の水深が浅い場合、単純に前述のような合成粗度係数により流量計算を行うことは不相当であり、図-4.3.2 のように流積を区分して計算を進めるほうが適当な場合がある。区分の境界面は潤辺とはみなさない。

表-4.3.3 合成粗度係数

潤辺	粗度係数	潤辺長
A B	n_1	p_1
B C	n_2	p_2
C D	n_3	p_3
D E	n_4	p_4
E F	n_5	p_5
全潤辺	n_i	Σp_i

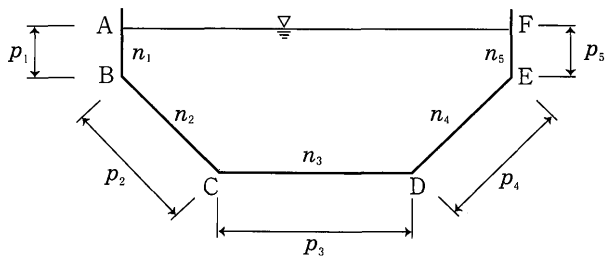


図-4.3.1 潤辺図

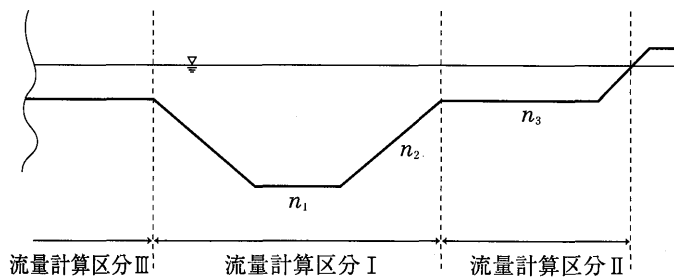


図-4.3.2 流量計算区分図

4.4 不等流の計算

水路断面の変化、堰上げ及び低下背水等により流水の断面が一樣とならない区間の流況は不等流の計算により解析しなければならない。

不等流の計算の詳細は、「第1編開水路第4章水理設計 4.4」を参照する。

4.5 排水路断面

排水路断面には、その水理上の安全性を確保するため、計画排水量に対応する余裕高を設計水面上に見込んで通水断面を決定しなければならない。

余裕高は原則として、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及び水面変動に対する余裕を加えて決定する。

排水路の余裕高は、断面形状や排水路の規模、重要度、立地条件更には工種配置、路線形状、流速等の要素を考慮して決定する。

(1) 排水路余裕高の算定方法

① 擁壁型水路（フルーム水路）

プレキャストコンクリート水路、現場打ちフルーム水路等の余裕高は原則として式(4.5.1)による。ただし、複断面水路で設計水位（100%流量）が、装工天端よりも上になる場合は、式(4.5.2)による。

$$\text{余裕高} \quad F_b = 0.07d + \beta \cdot h_v + h_w \quad \dots\dots\dots (4.5.1)$$

F_b : 余裕高(m)

d : 設計流量に対する水深(m)

h_v : 流速水頭(m)

β : 流速水頭の静水頭への変換係数で0.5～1.0をとる。

h_w : 水面動揺に対する余裕(m)

式(4.5.1)において、水面動揺に対する余裕 h_w は、水路の状況に応じて0.05～0.15m程度を考慮する必要があるが、0.10mを標準としてよい。

② ライニング水路

$$\text{余裕高} \quad F_b = 0.05d + \beta \cdot h_v + h_w \quad \dots\dots\dots (4.5.2)$$

③ 射流・急流水路

$$\text{余裕高} \quad F_b = C V d^{1/2} \quad \dots\dots\dots (4.5.3)$$

$$F_b = 0.6 + 0.037 V d^{1/3} \quad \dots\dots\dots (4.5.4)$$

V : 流速(m/s)

d : 水深(m)

C : 係数 長方形水路 0.1、台形水路 0.13

式(4.5.3)は小規模な水路を想定しており、式(4.5.4)はダムの洪水吐等の大規模な水路を想定している。

流水が射流となる矩形断面における急勾配水路の余裕高は、排水路の規模、勾配、断面形状、

不陸の程度などにより大きく変動するため、高速射流の空気混入による水面上昇や波による水面動揺に対する転波列の影響、水路の不陸によって生ずる飛散高について検討する必要がある。

(2) 排水路余裕高決定のための着眼点

水路の余裕高決定のための主な着眼点は、「第1編 開水路 第4章 水理設計 4.6 (2)」を参照する。

(3) 水路の余裕高と壁高の算定

① 排水路の余裕高の算定は、**図-4.5.2**に示すフローチャートに基づいて行う。

② 計画排水量を単断面で流下させる場合で、プレキャストコンクリート水路のU、V型コンクリートトラフ水路標準型の余裕高は、「第1編 開水路 第4章 水理設計」**表-4.6.1**に示す値としてよい。

なお、余裕高を含んだ断面の通水可能量と設計流量との比率は、1.2を下回らないものとする。

③ 計画排水量を複断面で流下させる場合の余裕高は、**図-4.5.2**により、 $(d', d + F_b, d + 0.3)$ を算出し、 $(d', d + F_b)$ で算出した余裕高が0.3mより極端に下回った場合、 $(d', d + F_b)$ の最大値を持って余裕高としてよい。

④ 現場打ちフルーム水路の余裕高を含めた水路壁高、水路内幅は0.10m単位とする。

⑤ 連結ブロック水路の突型ブロックの突部は、水理計算の流積から控除しなくてもよい。

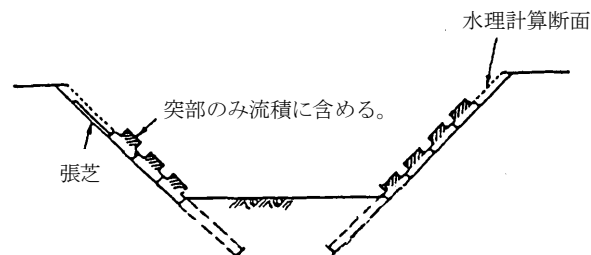
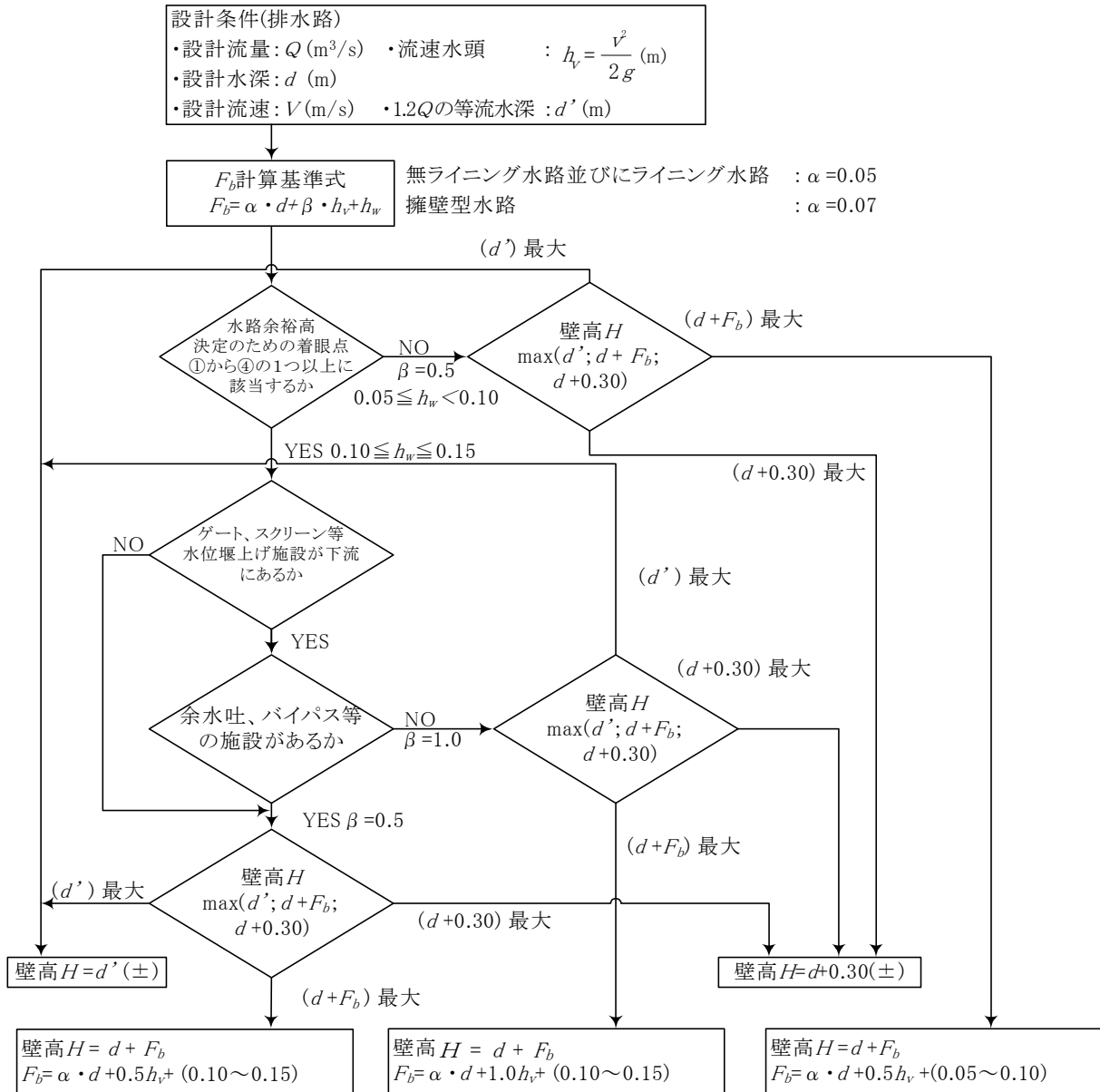


図-4.5.1 水理断面



- 注 1) 水路余裕高決定のための着眼点②、③の場合で、水理的検討により必要と判断される場合、上式以外により壁高算定を行ってもよい。
- 2) 小規模の排水路では最小余裕高 0.30m を低減することができる。(③ ③を参考とする)

図-4.5.2 排水路(開水路) 水路余裕高算定と水路壁高決定のフローチャート

(4) 河川の余裕高

普通河川を農業用排水路として整備する場合の余裕高は、計画高水位または計画排水位に管理者の定めた余裕高を確保しなければならない。

(5) 横断構造物

橋梁工、水路橋及び暗渠工等の横断施設には、計画高水位または計画排水位に所要の余裕高を確保しなければならない。余裕高の算定は下記のとおりとする。

① 河川協議の必要がない場合

河川協議の必要がない場合の余裕高は、**図-4.5.2** のフローチャートに基づいて算定する。なお、暗渠工を円形断面とする場合の余裕高は、「第1編 開水路 **4.6 (4)**」**表-4.6.2**、**表-4.6.3**による。

暗渠工の通水断面は、円形断面、矩形断面とも上下流水路の水深、流積に合わせて $A_1 > A_2$ の断面となるよう決定する。なお、円形断面の場合については、その計算上の流量が小さい場合でも、清掃等の維持管理その他保守を考慮して直径(D)は60cm以上としてもよい。

円形断面の通水断面モードは**図-4.5.3**、矩形断面の通水断面モードは**図-4.5.4**に示すとおりである。

暗渠工通水断面設定条件 $A_1 > A_2$

ここに A_1 : 円形断面通水面積 (m²)

A_2 : 上下流取付水路通水面積 (m²)

h_2 : 水路底の落差は下記を標準とする。

$D \leq 500$ $h_2 = 0.05$ m

$D > 600$ $h_2 = 0.10$ m

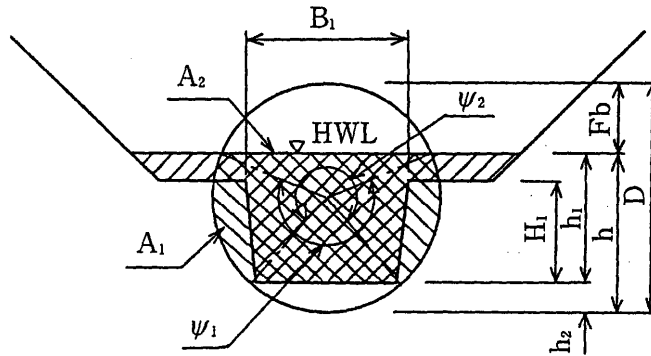


図-4.5.3 円形断面の通水断面モード

円形断面通水面積は、**式 (4.5.5)** より求める。管径別の通水断面モードは、**表-4.5.1** に示すとおりとする。

$$A_1 = \frac{1}{2} \cdot r^2 (\psi_1 + \psi_2 - 2\pi - \sin \psi_1 - \sin \psi_2) \dots \dots \dots (4.5.5)$$

r : 円形断面の半径 (m)

$\psi_1 \psi_2$: 角度 (rad)

表-4.5.1 円形断面通水断面面積

管 径	D-300	D-350	D-400	D-450	D-500	D-600	D-700	D-800	D-900
通水断面積 (m ²)	0.027	0.040	0.054	0.070	0.088	0.110	0.194	0.294	0.412
管 径	D-1000	D-1100	D-1200	D-1350	D-1500	D-1650	D-1800	D-2000	—
通水断面積 (m ²)	0.546	0.697	0.865	1.147	1.465	1.781	2.127	2.636	—

注) D-300~D- 500..... $h_2=0.05\text{m}$
 D-600~D-2000..... $h_2=0.10\text{m}$ } を標準とする。

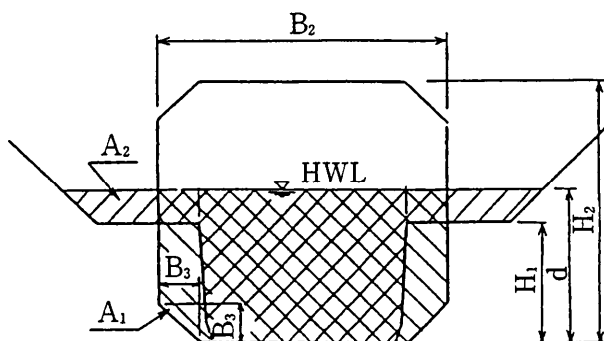


図-4.5.4 矩形断面通水断面模式

矩形断面通水面積は、式 (4.5.6) より求める。

$$A_1 = B_2 \cdot d - B_3^2 \dots \dots \dots (4.5.6)$$

A_1 : ボックスカルバート通水断面 (m²)

A_2 : 計画水路通水断面 (m²)

d : 計画最大流量に対する水深(m)

ただし、適用範囲は常流域に限る。

② 河川協議の必要がある場合

河川協議の必要がある場合の余裕高は、一般に 60cm 以上の余裕高を考慮しなければならない。詳細については、橋梁工、水路橋にあっては「農道設計指針 8.8.2」、函渠工は「農道設計指針 9.2.5」を参照する。

(白紙)

第 5 章 構造設計

第 5 章 構造設計 目次

5.1	総則.....	5-1
5.2	荷重.....	5-1
5.3	基礎の検討.....	5-1
5.4	部材の設計.....	5-1
5.4.1	設計手法.....	5-1
5.4.2	許容応力度.....	5-1

第5章 構造設計

5.1 総則

排水路の構造設計は、構造物の安全性の確保を目的として、構造物に作用する荷重を適切に定め、地盤の力学的性質、気象条件等に応じた施工条件及び経済性を考慮して、構造物の形式、設計諸数値及び構造細目を決定しなければならない。

本指針では、構造物に作用する荷重について、荷重算定の具体的な手法や諸元値を規定していないものがあるので、関連する技術書や類似の設計事例等を参照しながら設計者が適切な判断のもとで決定する必要がある。

5.2 荷重

構造設計に当たっては考慮すべき荷重は、現地の条件、構造物の重要度、形式、使用材料、設置場所、施工方法及び自然条件等に応じて適切に算定しなければならない。

荷重の詳細については、「第1編 開水路第5章構造設計 5.3」を参照する。ただし、河川協議を伴う施設の構造設計に当たっては、土の単位体積重量、土の内部摩擦角及び粘着力等の土質定数並びに諸数値に本指針と相違があることから、「河川事業設計要領」、市町村が定める関連基準等により適切に行うことを原則とする。

5.3 基礎の検討

基礎地盤が軟弱な場合には、地盤の沈下、変形及び破壊について検討し、水路に悪影響を及ぼすと判断されるときには適切な対策工法を講じるものとする。

基礎の検討の詳細については、「第1編 開水路第5章構造設計 5.4」を参照する。

5.4 部材の設計

部材の設計手法は、原則として許容応力度法によるものとするが、限界状態設計法における材料強度や荷重の特性値並びに各種の安全係数等が適切に与えられる場合等、限界状態設計法で行うのがより合理的と判断される場合には、限界状態設計法により設計してよいものとする。

5.4.1 設計手法

設計手法の詳細については、「第1編 開水路第5章構造設計 5.5.1」を参照する。

5.4.2 許容応力度

許容応力度の詳細については、「第1編 開水路第5章構造設計 5.5.2」を参照する。ただし、河川協議を伴う施設の構造設計に当たっては、本指針と相違があることから、「河川事業設計要領」等の関連基準により適切に行うことを原則とする。

(白紙)

第 6 章 護岸工の設計

第6章 護岸工の設計 目次

6.1	総則.....	6-1
6.2	護岸工法.....	6-2
6.2.1	護岸工の計画設計.....	6-4
6.2.2	かごマット工.....	6-55
6.2.3	自然石工.....	6-6
6.2.4	連節ブロック工.....	6-7
6.2.5	積ブロック工.....	6-14
6.2.6	プレキャストコンクリート水路（コンクリートトラフ）.....	6-15
6.2.7	現場打ちフルーム工.....	6-16
6.2.8	コンクリート柵渠工.....	6-17

第6章 護岸工の設計

6.1 総則

護岸工は、流水の作用から排水路法面等を保護する必要がある場合において、計画洪水時排水の設計水位以下の流量に対して、排水路の法面を防護できる構造とする。また、護岸工法及び断面形状は、用地費及び維持管理費を含む経済性の検討並びに環境との調和への配慮により決定しなければならない。

排水路の護岸工として一般に採用されている工法は、**図-6.1.1**に示すとおりである。

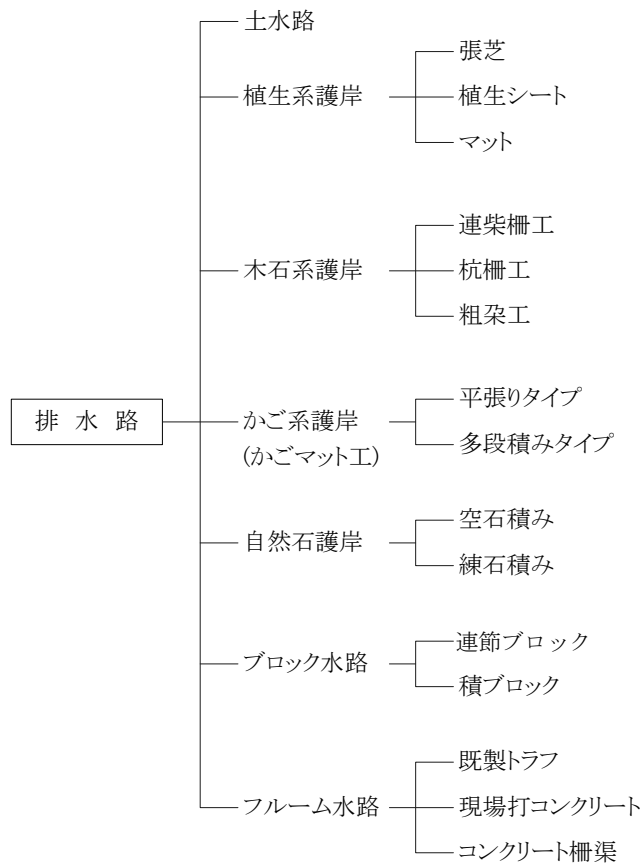


図-6.1.1 排水路護岸工の種類

6.2 護岸工法

護岸工法の種類と概要を示せば表-6.2.1のとおりである。

表-6.2.1 護岸工法一覧 (1)

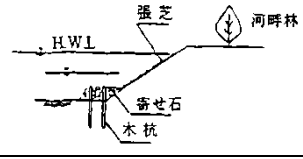
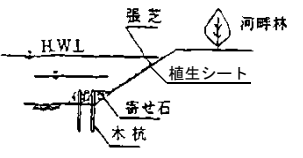

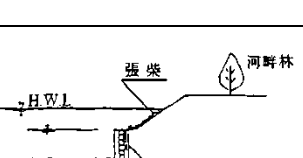
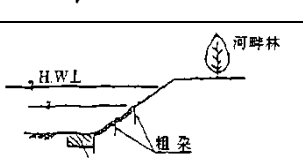
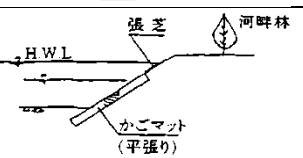
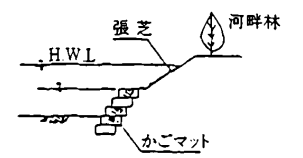
護岸	工法	概要図	構造設計	留意点
植生系	張芝		<ul style="list-style-type: none"> 法勾配は、1:2.0より緩い勾配に適用。 張芝の流却限界は$V=1.5\text{m/s}$を標準とする。 平水位以下木柵、寄せ石等の根固工を組み合わせ使用。 	植生が河岸に充分活着し、植生の管理が行われることが望ましく、出水期までに芝が活着するよう、施工時期に配慮する。
	植生シート		<ul style="list-style-type: none"> 法勾配は、1:2.0より緩い勾配に適用。 流速$v=3.0\text{m/s}$以下に適用。 表面を植生シートで覆い、10cm程度覆土し、表面の植生の根を通根されることによって補強効果を得る。 平水位以下木柵、寄せ石等の根固工を組み合わせ使用。 	植生が河岸に充分活着し、植生の管理が行われることが望ましく、出水期までに芝が活着するよう、施工時期に配慮する。 植生シートはめくれ対策が重要であり、特に上下流端部のすりつけ部の処理は寄せ石等の根固工を確実にを行う必要がある。
	マット工		<ul style="list-style-type: none"> 法勾配は、1:2.0より緩い勾配に適用するが、1:1.5~1:2.0の勾配では、杭等による滑り止めを行う。 流速$v=4.0\text{m/s}$以下に適用。ただし、転石の多い場合、水衝部では採用しない。 マットは、吸出し防止効果を兼ねるので、吸出し防止に適したマットを使用する。 	マットはめくれ対策が重要であり、特に上下流端部のすりつけ部の処理は寄せ石等の根固工を確実にを行う必要がある。
木石系	連柴柵工		<ul style="list-style-type: none"> 法勾配は、1:1.5より緩い勾配に適用する。 流速$V=2.25\text{m/s}$以下に適用。 法尻に木杭を一定間隔で柳枝束や粗朶を束ねた連柴を取り付け、背面に粗朶等の吸出し防止策を施したうえで、土砂で埋戻す工法である。 	杭は洪水時に流出しないように十分な根入れを確保する必要がある。 詰石は設計掃流力により大きい石とする。 転石の少ない水路に適用する。 柳枝を併用する場合は、根付きをよくするために施工時期に配慮する必要がある。(秋季が望ましい)。
	杭柵工		<ul style="list-style-type: none"> 法勾配は、1:0.6より緩い勾配に適用。 流速$V=4.0\text{m/s}$以下に適用。 	
	粗朶工		<ul style="list-style-type: none"> 法勾配は、1:1.5より緩い勾配に適用。 流速$V=4.0\text{m/s}$以下に適用。 	
かご系	かごマット工		<ul style="list-style-type: none"> 平張りは代表流速、水深、中詰め材料の平均粒径より適用を検討し、多段積みは流速6.5m/s以下に適用。 設計無次元掃流力に対し移動しない径の中詰石を用いる。 	かご系護岸は屈とう性があり、かつ空隙があつて、かご上に残土処理を行うことにより植生の復元が早く自然型の護岸として適している。 背面は土砂の吸出しを防止するため、吸出し防止材を敷設する。 以下の区間については適用できない。 <ul style="list-style-type: none"> PH5以下の水が流れている区間。 塩素イオン濃度が年平均450mg/l以上の水が流れている区間。 黒色有機物混り土、泥炭層等の土壌で電気抵抗率が$2,300\Omega\cdot\text{cm}$以下の区間。 河床材料が大きな(人頭大程度以上)転石や玉石で構成されている区間
			<ul style="list-style-type: none"> 法勾配は、1:2.0より緩い場合は、平張り型を採用し、1:1.0より急な場合は多段積み型を採用する。 法勾配が1:1.0~1:2.0の場合は複合型を検討する。 	

表-6.2.1 護岸工法一覧 (2)

護岸	工法	概要図	構造設計	留意点
自然	石張り(空・練)		(空石張り) ・護岸近傍の代表流速により計算して安全な石の径を用いる。 ・流速 5.0m/s 以下に適用。 ・法勾配が 1:1.5 より緩い勾配に適用 (練石張り) ・流速 5.0m/s 以上に適用。 ・法勾配が 1:1.5 より緩い勾配に適用。 ・胴込コンクリートは表面に出ないように深目地とする。	・自然石を利用した護岸工法は、強度もあり、当該水路に自然石がある場合にはこれを活用することにより、周辺とも適合し、優れた工法ともいえるが、周辺の景観との整合に留意する必要がある。 ・空石張りは背面の土砂の吸出しを防止するため、吸出し防止材を布設する。 ・練石張り、練石積み最大の流速は 8.0m/s とする。
	石積み(空・練)		(空石積み) ・流速 5.0m/s 以下に適用。 ・法勾配が 1:1.5 より急な勾配に適用 (練石積み) ・流速 5.0m/s 以上に適用。 ・法勾配が 1:1.5 より急な勾配に適用。 ・コンクリートブロック積と同等の控えの厚さがあればブロック積と同等と考える。 ・胴込コンクリートは表面に出ないように深目地とする。	
ブロック	連節ブロック		・排水路敷地を十分に確保できる場合に適用する。 ・許容流速は流速とブロック材料の対応より極力 $V=2.25m/sec^{300}$ 以下とする。 ・法勾配が、1:1.5 より緩い勾配に適用する。	・植生の早期回復を考慮し、小型ブロックの使用を原則とする。 ・護岸工の規模によっては施工性、安定供給の観点から大型ブロック ³⁰⁰ の採用を検討する。 ・背面の土砂の吸出しを防止するため、吸出し防止材を敷設する。 ・基礎は突込み式を原則とする。
	積ブロック		・軟弱地盤以外に適用する。 ・流速は $3.0m/s^{300}$ 以下に適用。 ・裏込材の厚さは、護岸高、地山の土質により決定する。 ・法勾配が 3~5 分に適用。	
フル	コンクリート水路 プレキャスト		・普通地盤、軟弱地盤とも適用可能である。 ・外力条件等により薄いコンクリートでも対応可能な条件に限る。 ・流速は、 $3.0m/s^{300}$ 以下に適用。	・トラフ水路は、用地の制約があり、流速が小さい比較的小規模な排水の条件下で採用される工法である。 ・単体構造で軽量であること、施工の面から継目の段差等が水路全体としての安定の点で不安があることから、施工に十分注意を払うとともに、止水壁等の配置に配慮しなければならぬ。
	現場打ちコンクリート		・軟弱、普通地盤とも適用可能(ただし軟弱地盤については基礎処理が必要) ・外力条件等により薄いコンクリート構造(厚さ 10cm 以下)では対応できない場合に適用 ・水路敷地内の制限ある場合に有利である。 ・水路、暫縮、暫拡部及び移行部等に適用する。 ・許容流速は、水路の安全性では、基本的に $3.0m/s^{300}$ とするが、計画の変更が困難な場合、かぶり厚を増すことにより $3.0m/s$ 以上とすることができる。	
	コンクリート 柵渠		・軟弱地盤に適用することを原則とする。 ・柵渠法長の限界を概ね 2.00m とする。 ・水路敷地の制限ある場合に有利である。 ・許容流速は、製品が一体構造でない等、背面土砂、底部の吸出しにより安全性、機能性を失うことが予想されることから $2.25m/s^{300}$ を限度とする。	・柵渠工法は軟弱地盤に対応可能な可塑性を有した構造をもち、水路断面を小さくして農用地の有効利用を図ることができる。 ・二面装工を基本とするが、通水断面を縮小し用地の軽減を図る必要がある場合やヒーピング防止のためやむを得ない場合は、三面装工を検討する。

※1 護岸構造における流速の限界は、低水護岸等を検討するための流量に対して最大許容流速を 1.5 倍した値 ($V \leq 3.00m/s$) である。
 ※2 大型ブロックとは、1 個の幅の寸法が 1m 程度、または平ブロック張の 150kg/個以上のものである。

6.2.1 護岸工の計画設計

(1) 最大許容流速

表-6.2.1 に示す護岸工法の最大許容流速の考え方は次のとおりである。

植生系、木石系、かご系及び自然石護岸は、マニング公式により求まる平均流速（**式（4.3.2）**による）に対し、河道（排水路）の湾曲・洗掘等の影響を考慮した補正がなされた代表流速（ V_0 ）であることに留意する必要がある。よって、補正後の代表流速が護岸工法計画上の対象流速となる。

代表流速（ V_0 ）の算定については、「河川事業設計要領 **2-13**」を参照する。

ブロック、フルーム水路系護岸は、**表-4.2.2** に示す最大許容流速の1.5倍とする値を標準とするが、その最大を3.0m/sとする。ただし、現場打ちコンクリートフルームは、かぶりの増厚による摩耗対策が可能なことから、最大許容流速を3.0m/s以上とすることができる。

(2) 根入れ

河床部に根入れが必要となる護岸工法については、洗掘等に対して安全な根入れを確保しなければならない。

根入れ深さは、一般に0.5～1.5m程度としている例が多いが、流路特性、現況河床の河床材料、設計対象区間の重要性等を考慮して適切に定めなければならない。

河川協議をともなう場合の根入れの設計は、「河川事業設計要領 **2-6**」を参照する。

6.2.2 かごマット工

かごマット工は、鉄線籠に中詰材を詰めてマット状にして、平張りまたは積み上げることによって、法面を流水の作用から保護し、決壊、流失から守る護岸工法である。平張りタイプは図-6.2.1、多段積みタイプは図-6.2.2に示すとおりである。

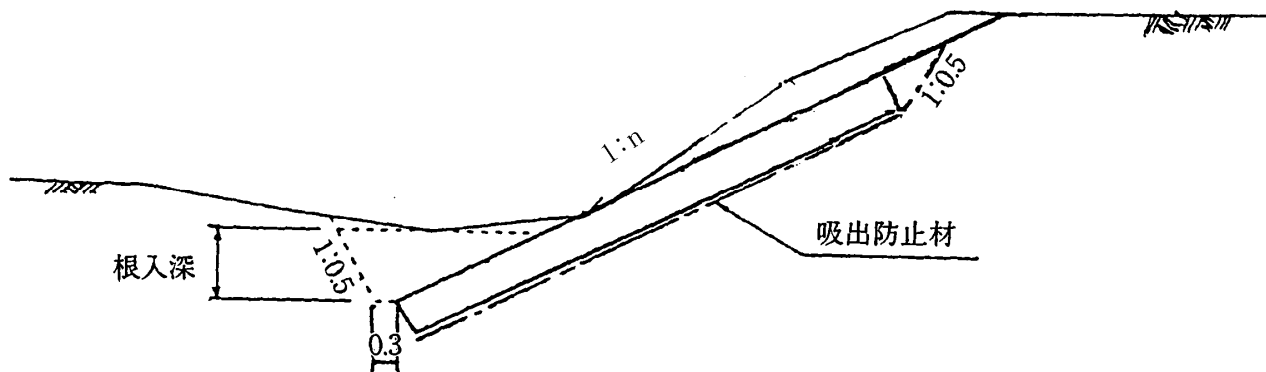


図-6.2.1 平張りタイプ標準図

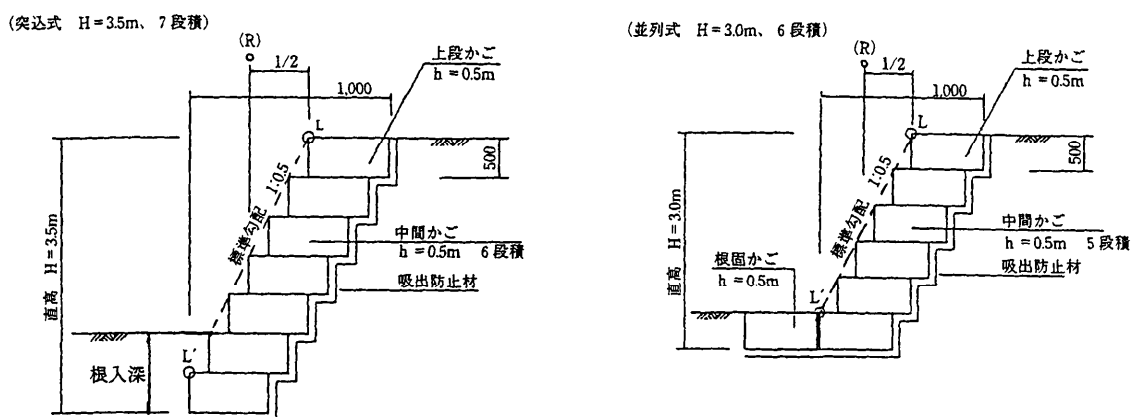


図-6.2.2 多段積みタイプ標準図

かごマット工は、マット状であるので屈撓性があり、水中にあっては隙間が水生生物の生息、生育に適し、水上部にあっては覆土を行うことによって植生の回復が得られやすい。また、施工性がよく、従来の鉄線籠の欠点である耐久性についても改良されているので、多自然型護岸工法として多用される護岸工法である。

平張りタイプの勾配 (n) は、1:2.0より緩い勾配を標準とするが、下記に示す2点を考慮してかごマット工の滑りに対して十分な安全性が確保できる場合にあつては、1:1.5とすることができる。

- ① かごマット上部において、摩擦力を含めた支持機能の補強を施した構造
(折り返し構造、止杭等)
- ② かごマット法尻部において、摩擦力を含めた支持機能の補強を施した構造
(水平の護床工を施した構造、止杭及び突っ込み式構造等)

多段積みタイプの勾配は、1:0.5より緩い勾配を標準とする。

中詰材は、現地材の利用が基本であるが、他の場所から搬入する場合には、現地河床材料と異質なものとにならないように周辺環境との整合性を検討しなければならない。

かごマット工背面には、土砂の吸出しを防止するために吸出し防止材を敷設するものとする。吸出し防止材の規格は、**6.2.4** (3) による。

かごマット工の設計の詳細については、「河川事業設計要領 **3.5**」による他、下記の技術基準を参照する。

- ・平張りタイプ

国土交通省河川局「鉄線籠型護岸の設計施工技術基準(案)」(平成21年4月)

- ・多段積みタイプ

国土交通省河川局「鉄線籠型多段積護岸工法設計施工技術基準(試行案)」(平成10年5月)

6.2.3 自然石工

自然石護岸工法は、自然石を用いて石張りまたは石積みにより法面を流水の作用から保護し、決壊、流失から守る護岸工法である。

自然石護岸は、法勾配が1:1.5より緩い場合(1:1.5含む)を張りタイプ、1:1.5より急な場合を積みタイプに分類し、それぞれに空石張り(積み)、練石張り(積み)がある。

両タイプの特徴として、空石張り(積み)は水循環や水生生物等の環境面に優れている護岸なのに対して、練石張り(積み)は強度面と耐久性に優れている強固な護岸である。

なお、練石張り護岸は、水循環や植生の復元等環境の観点からは有効なものとは言い難く、上流部の急流勾配等の止むを得ない場合に用いられることから、多自然型対応の護岸工には適さない。

6.2.4 連節ブロック工

(1) 護岸計画

連節ブロックの護岸高さは、排水路の湾曲形状、落差工や合流工等の附帯施設の配置状況に応じ、以下の形態に分類する。

Aタイプ：低水流量（55%流量）時水位まで連結ブロック、これより上方を張芝装工。

Bタイプ：設計流量（100%流量）時水位に余裕高を加えた高さまで連節ブロックで装工。

① Aタイプ

連節ブロックより上方の張芝長は0.30m単位とし、設計流量時水位以上まで装工する。

Aタイプ標準図は、**図-6.2.3**に示すとおりである。

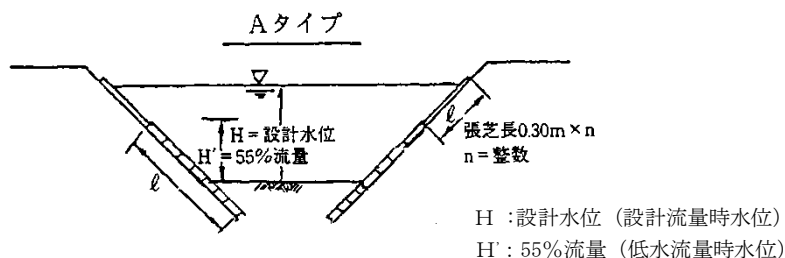


図-6.2.3 Aタイプ

② Bタイプ

Bタイプ装工の適用範囲は次のとおりとする。

- a. 落差工の上流護床工及び上流取付護岸区間。
- b. 合流部両岸及び巻込み部分。
- c. 湾曲部の $R \cdot \theta$ とも標準値以下、または $R \cdot \theta$ のいずれかが標準値以下の場合。(標準値は **3.6.2 (1) ①**による。)

上記cの場合は、拡幅量の標準値の程度によって以下のとおりとする。(標準値は **3.6.2 (1) ②**による)

(イ) 拡幅範囲が標準値の50%未満の場合 (B-1タイプ)

内、外カーブともBタイプによる。

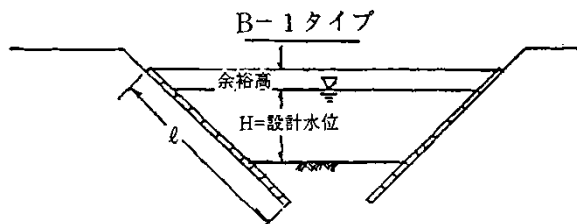


図-6.2.4 B-1タイプ

(ロ) 拡幅量が標準値の50%以上の場合 (B-2タイプ)

外カーブはBタイプ、内カーブは設計流量時水位までの護岸とする。Bタイプの護岸長は、曲線長+上、下流ともに流路幅 B の3倍程度とする。流路幅 B は、矩形断面を考慮した流路幅で3.6.2(1)①による。

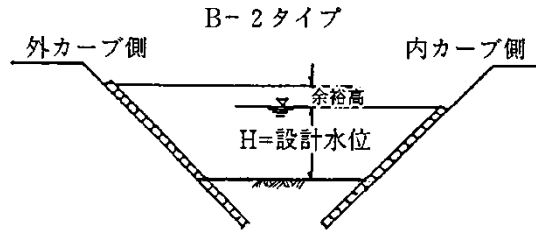


図-6.2.5 B-2タイプ

(参考)護岸の範囲

- 湾曲部基準に合致している場合はAタイプを適用する。
- $R \cdot \theta$ が標準値以下の場合、拡幅とすり付区間を設け、B-2タイプを適用する。
- $R \cdot \theta$ が標準値以下で、拡幅が必要であるが地形上、または障害物等で拡幅ができない場合はB-1タイプを適用し、すり付区間を含め同一護岸とする。
- 反曲線が設定される場合、上下流曲線部の $R \cdot \theta$ が標準値以下で、反曲線間の直線部の長さが $6B$ 以下のときは、下流側曲線部はB-1タイプを適用し、内側に拡幅とすり付部を設けるものとする。

(2) ブロック布設計画

水理計算から断面が決定され、これに伴い護岸ブロックの布設設計を行う。

護岸工の規模によっては施工性、安定供給の観点から大型ブロックの採用を検討する。但し、大型ブロックとは、1個の幅の寸法が1m程度、または平ブロック張の150kg/個以上のものである。

ブロック布設計画の基本は、使用するブロックを想定し、ブロックの規格寸法より、法面に割付けを行いそれぞれの設計長を求める。以下にブロック布設計画の設計例を示す。

(小型ブロック布設計画設計例)

水理計算上における計画断面は、図-6.2.6のとおりである。

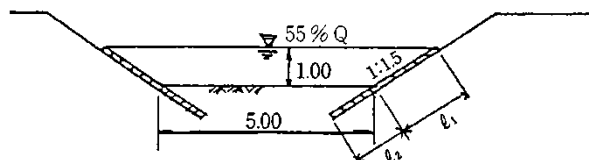


図-6.2.6 計画断面

水理計算で求められた護岸ブロックの範囲について、ブロック規格が3個/m使いの条件の場合、実際のブロック布設設計は図-6.2.7のとおりである。

基礎の掘削埋戻し部分において洗掘の恐れのある場合の構造として、石寄せ、捨石またはふとん籠等による根固め工を設けることが望ましい。

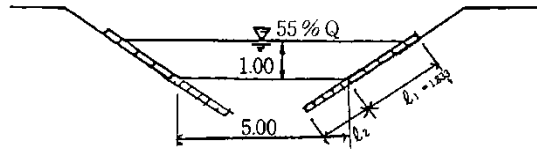


図-6.2.7 想定ブロックの割付けによる布設設計

Aタイプ護岸を考えると、

$l_1 = 1.80\text{m}$ を境に $(1.80 - 0.05) \sim (1.80 + 0.20)$ の範囲に配列を計画する。

$$\frac{3\text{個}}{1\text{m}} = \frac{X\text{個}}{l_1} \quad l_1 = 1.75, 2.00\text{m}\text{として}$$

$$5.25\text{個} \leq X \leq 6\text{個}$$

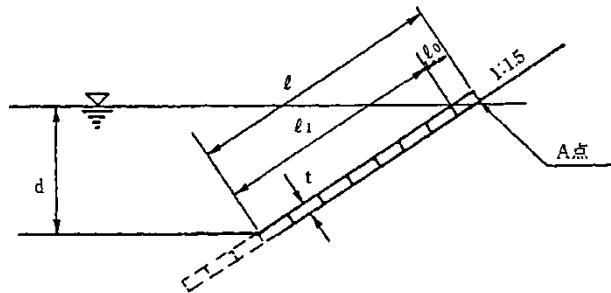
5個の場合 $l_1 = 1.665\text{m}$ で計画の 1.8m より $-0.135\text{m} \rightarrow \text{out}$

6個の場合 $l_1 = 2.000\text{m}$ で " " $+0.200\text{m} \rightarrow \text{ok}$

しかし、半載型を考えて5.5個使いとすると、 $l = 1.833\text{m}$ となり条件を満足し経済的となる。

ブロックの割付けに際し、計画位置と想定ブロックの個数配置による護岸、護床長が一致することは少ない。このような場合のブロック布設設計においては、計画位置に対し下記の範囲内で調整を行う。

- ・計画に対し、概ね $-5\text{cm} \sim +20\text{cm}$ 程度の範囲で設計する。



A点を基本とし、 l_0 は $(-5\text{cm} \sim +20\text{cm})$

図-6.2.8 ブロック割付け調整

(大型ブロック布設計画設計例)

水理計算上における計画断面は、図-6.2.9のとおりである。

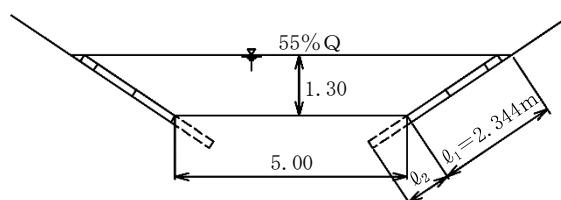


図-6.2.9 計画断面
排 6-9

水理計算で求められた護岸ブロックの範囲について、ブロック規格が1個/m使いの条件の場合、実際のブロック布設設計は図-6.2.10のとおりである。

基礎の掘削埋戻し部分において洗掘の恐れのある場合の構造として、石寄せ、捨石またはふとん籠等による根固め工を設けることが望ましい。

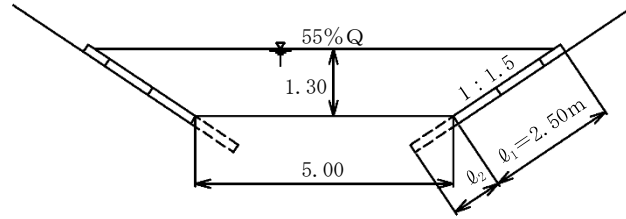


図-6.2.10 想定ブロックの割付けによる布設設計

Aタイプ護岸を考えると、

$l_1 = 2.30\text{m}$ を境に $(2.30 - 0.05) \sim (2.30 + 0.45)$ の範囲に配列を計画する。

$$\frac{\# \text{個}}{\# \text{m}} = \frac{X \text{個}}{l_1} \quad l_1 = 2.25, 2.75\text{m} \text{として}$$

$$2.25 \text{個} \leq X \leq 2.75 \text{個}$$

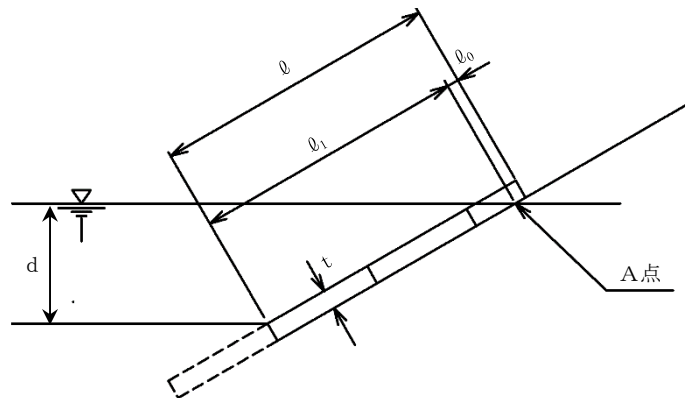
2個の場合 $l_1 = 2.000\text{m}$ で計画の 2.3m より $-0.300\text{m} \rightarrow \text{out}$

3個の場合 $l_1 = 3.000\text{m}$ で " " $+0.700\text{m} \rightarrow \text{ok}$

しかし、半載型を考慮して2.5個使いとすると、 $l = 2.500\text{m}$ となり条件を満足し経済的となる。

ブロックの割付けに際し、計画位置と想定ブロックの個数配置による護岸、護床長が一致することは少ない。このような場合のブロック布設設計においては、計画位置に対し下記の範囲内で調整を行う。

- ・計画に対し、概ね $-5\text{cm} \sim +45\text{cm}$ 程度の範囲で設計する。



A点を基本とし、 l_0 は $(-5\text{cm} \sim +45\text{cm})$

図-6.2.11 ブロック割付け調整
排 6-10

(3) 吸出し防止材

連節ブロック工背面の土砂の吸出しを防止するために適度の強度と透水性を持ち、かつ、耐候性に優れた吸出し防止材を敷設することを標準とする。

吸出し防止材に要求される機能は、吸出し防止材を引張る力に対して安全な引張り強度と有害な背面水を速やかに排水する透水性を有するとともに、背面土砂の粒子を透過させない機能を持っていることである。吸出し防止材の敷設は縦張り、重ね幅は10cm以上とする事を原則とする。

吸出し防止材は、**表-6.2.2**の規格を満足した「河川護岸用吸出し防止シート評価書」（国土交通大臣認可）を有しているシートもしくは、「公的機関による技術証明書」を有しているシートでなければならない。

表-6.2.2 吸出し防止シート規格値

項 目	規 格	備 考
厚 さ	10mm 以上	
開 孔 径	0.2mm 以下	
引 張 り 強 度	9.8kN/m	縦・横方向
化学的安定性(強度保持率)	70%以上 130%未満	JIS K 7114 準拠(PH5~9)
耐候性(強度保持率)	70%以上 130%未満	JIS A 1410、JIS A 1415 準拠
密 度	0.12g/cm ³ 以上	JIS L 3204
圧 縮 率	12%以下	JIS L 3204
引 張 強 さ	9.8kN/m 以上	JIS L 3204
伸 び 率	50%以上	JIS L 3204
耐 薬 品 性	不溶解分 90%以上	JIS L 3204
透 水 係 数	0.01cm/s 以上	JIS L 3204

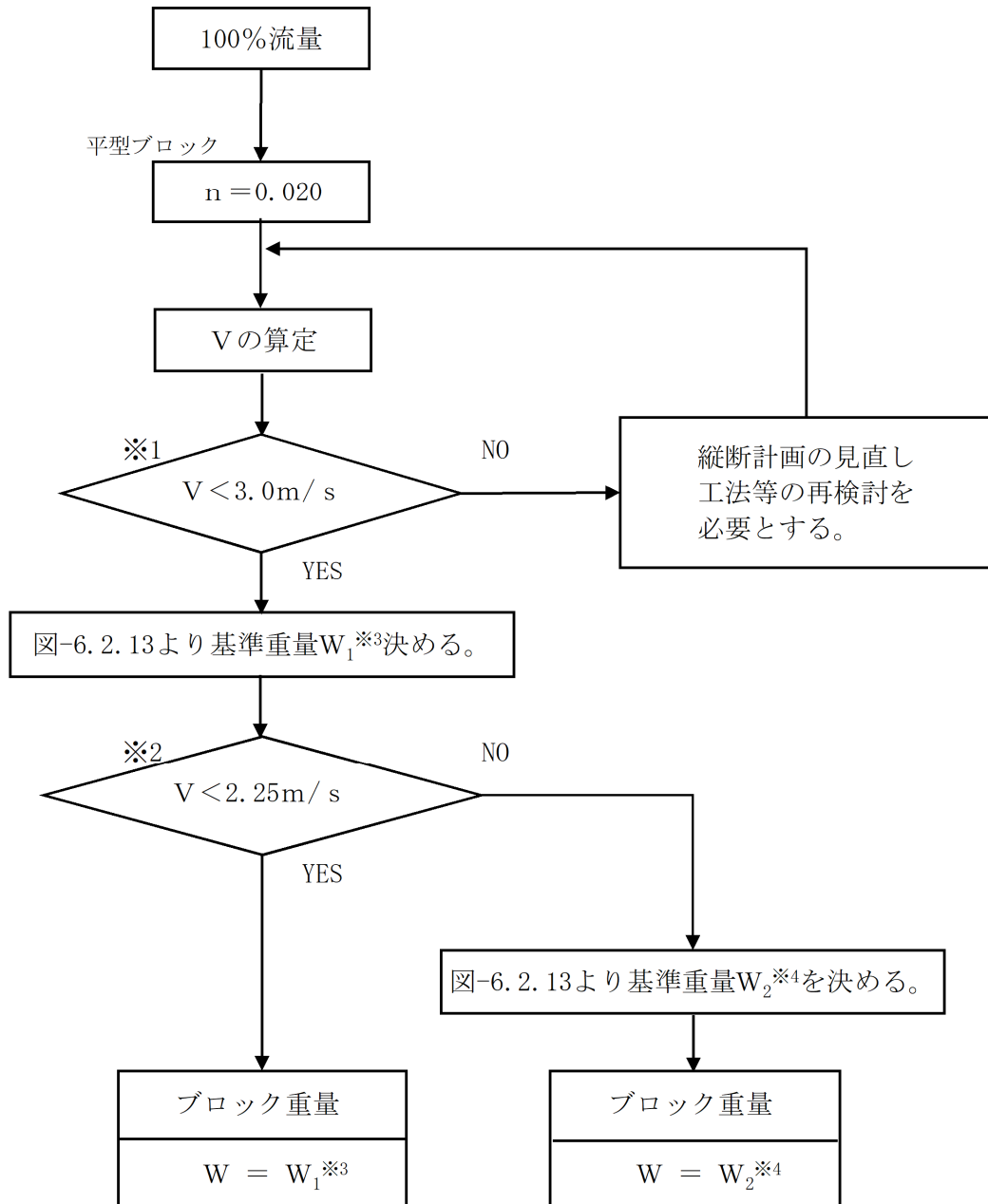
(4) ブロック重量の選定

連節ブロック重量算定の構造検討にあたっては、対象流量を計画排水量（100%流量）とする流速から、所要ブロック重量の算定を行う。流速算定における連節ブロックの表面粗度は、流速が最も速い施工直後について、平型ブロックの布設状態を基本として検討するものとする。

連節ブロックの流速によるブロック重量の算定は、**図-6.2.12**に示すフローチャートに基づいて行う。また、ブロックの粗度係数は**表-6.2.3**、連節ブロックの基準重量は**図-6.2.13**に示すとおりである。

表-6.2.3 連節ブロックの粗度係数

使 用 す る 状 態	区 分	粗 度 係 数
平 型 ブ ロ ッ ク に よ る 装 工	全 面	$n = 0.020$



- ※1 55%流量時
厚いコンクリートの許容流速 3.00m/s
- ※2 55%流量時
ブロック空積（控30cm未満）の許容流速
1.50m/s × 1.5倍 = 2.25m/s
- ※3 W_1
流速が2.25m/s未満となるブロックの重量
- ※4 W_2
流速が3.00m/s未満となるブロックの重量

- 注1) 計算開始の粗度係数は、平型ブロックの布設状態として $n=0.02$ を用いる。（ W_1 の算出）
- 注2) 平型ブロックの布設状態における流速が2.25m/secを超える場合は、厚いブロックを用いた場合について所要ブロック重量の算定を行う。（ W_2 の算出）
- 注3) 護岸工の規模によっては施工性、安定供給の観点から大型ブロックの採用を検討する。

図-6.2.12 連節ブロック重量の選定フロー

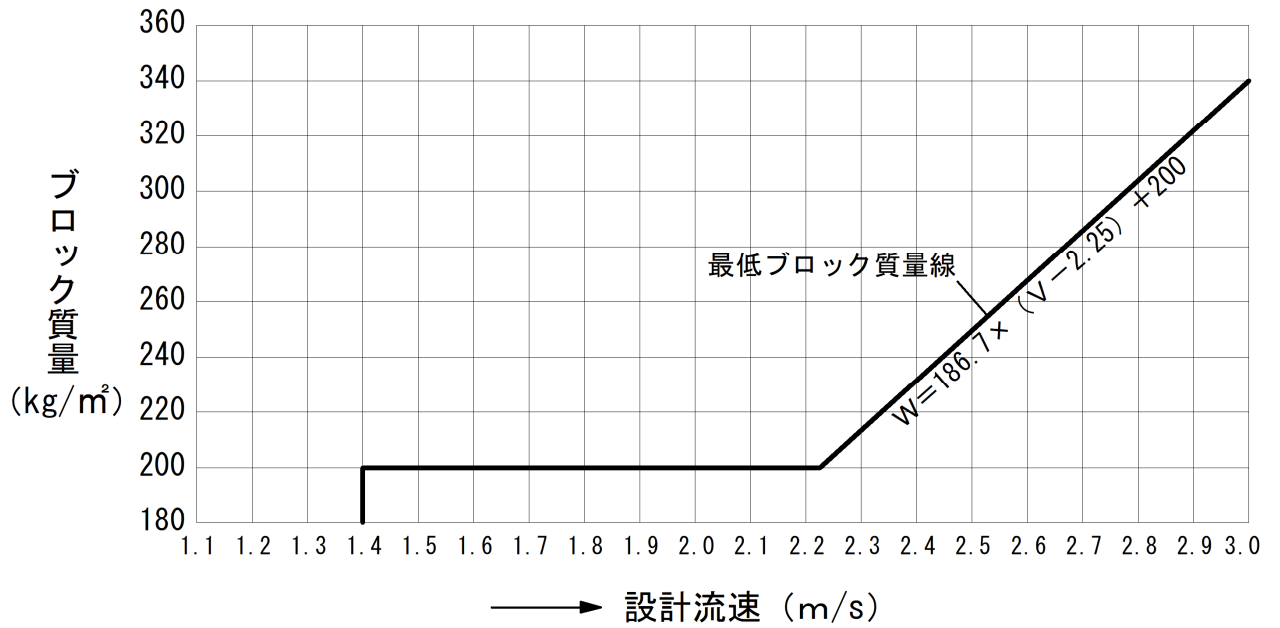


図-6.2.13 連節ブロック基準重量

(5) 護岸基礎工

連節ブロック護岸基礎工は、突込式を標準とするが、左右岸の護岸が交差する等の不都合が生じる場合は、コンクリート自立式基礎工を検討するものとする。

護岸基礎工の構造は、図-6.2.14 に示すとおりである。

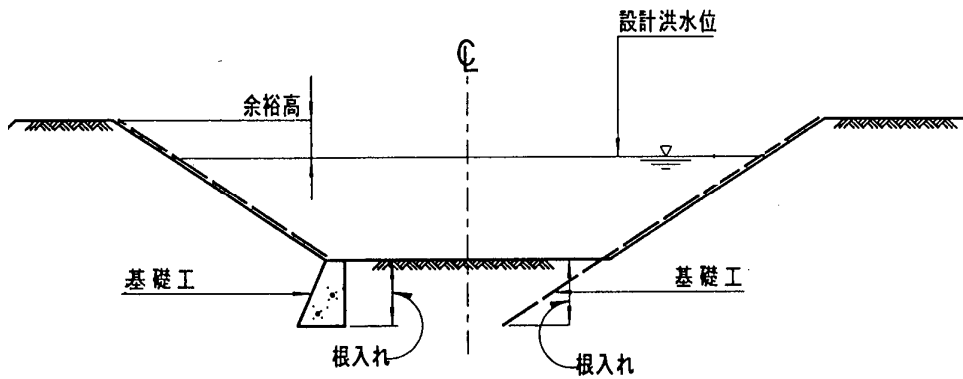


図-6.2.14 護岸基礎工の構造

6.2.5 積ブロック工

コンクリート積ブロックの構造は、それぞれのブロックの相互のかみ合わせ及びその重量によって安定を保つものであるため、①転倒、②滑動、③基礎地盤の支持力に対する検討が必要となる。安定性の検討は、コンクリートブロックの重量と土圧の合力が示す線（示力線）が断面の1/3に入るようにするとともに、滑動並びに基礎地盤に生じる最大反力が地盤の許容支持力以下になるようにしなければならない。

コンクリートブロックの積み方には布積みと谷積みがあるが一般的には谷積みを標準とする。また、構造的には空積みと練積みに大別され、練積みは裏込めコンクリートの厚さを変化させて安定度を増すことができる。

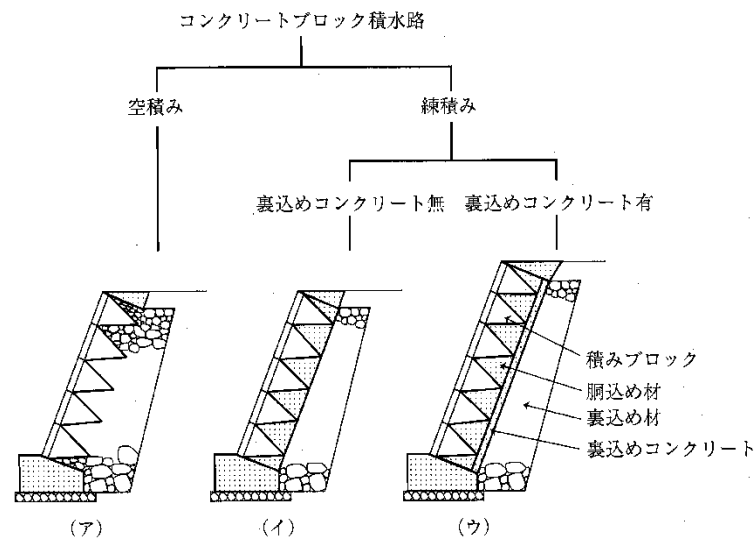


図-6.2.15 積ブロック水路の構造

環境との調和に配慮した計画とする場合、植生復元の観点から階段状に布設されたブロック各段に水平部を有するものや、魚巢効果を期待したブロックを階段状に布設し、植生復元と魚類生息に配慮された環境対応のブロック等について検討を行う必要がある。

積みブロックの安全検討は、浮力を考慮してその安定を検討しなければならない。排水路の場合、計画水位に対して短期の安全率を確保する。また、常時または1年もしくは2年確率流量時水位において常時の安全率を確保する。

積みブロック前面に十分な滑動抵抗力を有する洗掘防止等に配慮した底張コンクリートが施工される場合は、滑動に対する検討を省略できるものとする。

基礎及び裏込工の諸寸法については、「土地改良事業計画設計技術基準 設計 水路工 8.1.1(4)」、河川協議をとともなう場合は、「河川事業設計要領 3.4」による。

積ブロックの安定計算にあたっては、「現場技術者のための設計のチェックポイント（案）－水路工・パイプライン編Ⅲ参考資料」のコンクリートブロック積み水路護岸工の安定計算例を参照する。

6.2.6 プレキャストコンクリート水路（コンクリートトラフ）

(1) 設計条件

- ① 排水路におけるコンクリートトラフ水路の最小断面は、水路内への土砂流入が多い条件下にあつては、維持管理上から 300 型としてよい。
- ② 目地は空目地を原則とする。ただし、維持管理上必要と思われる場合、あるいは射流域の範囲にある場合は、モルタル目地を標準とする。
- ③ 基礎砂利及び裏込砂利厚については、「第 1 編 開水路 第 6 章 6.2.5」による。
- ④ 軟弱地盤において、「第 1 編 開水路 第 5 章 5.4.2」の検討より直接基礎形式が選定される場合、不陸防止を目的として敷板を補助工法として採用することができる。敷板の設計に当たっては、「第 1 編 開水路 第 5 章 5.4.6」による。
- ⑤ 設計の詳細については、「第 1 編 開水路 第 6 章 6.2」を参照する。

(2) 止水壁の構造

- ① 止水壁は、コンクリートトラフ側面部からの浸透水等による洗掘を防止する目的で設置する。
- ② 止水壁貫入範囲は、裏込工、基礎工から 50mm 程度とする。
- ③ 止水壁設置間隔は、 $I/1$ を目安とする。（ I は勾配を表す分母の値で距離 (m) に読み替える）
- ④ 700 型以上の断面については、現場打ちコンクリートに準ずるものとする。

(3) 射流水路

- ① 射流水路にあつては、排水路の安全性確保の観点より、複断面法面部に対する飛散対策の検討を行い、必要な安全対策を図る必要がある。また、余裕高を含む護岸高とする計画断面との比較検討を行い、経済性及び施工性から排水路断面を決定しなければならない。
- ② 射流水路において、屈折部及び合流部が発生する場合は、射流の衝撃波による溢水の危険性が高いため、水路勾配が $I=1/20$ 以上かつ屈折角が 10° 以上の条件では、柵を設ける必要がある。柵の大きさは、柵内に跳水を発生するための長さとして、水路幅の 3 倍程度以上の内寸法が必要である。
- ③ 飛散対策の検討及び柵内跳水の検討にあつては、「土地改良事業計画設計基準 計画 ほ場整備（水田）21」による。

6.2.7 現場打ちフルーム工

(1) 設計条件

- ① 基礎砂利及び裏込砂利厚については、「第1編 開水路 第6章 6.3.6」による。
- ② 設計の詳細については、「第1編 開水路 第6章 6.3」を参照する。

(2) 止水壁の構造

- ① 止水壁は、フルーム側面部からの浸透水等による洗掘を防止する目的で設置する。
- ② 止水壁設置間隔は、 $I/1$ を目安とする。 $(I$ は勾配を表す分母の値で距離(m)に読み替える)
- ③ 詳細については、「土地改良事業計画設計基準 設計 水路工 7.9.2 (12)」による。

表-6.2.4 止水壁の標準寸法

水深(m)	止水壁の幅	止水壁の深さ	水深(m)	止水壁の幅	止水壁の深さ
0.90以下	0.60m	0.60m	1.80以上	0.90m	0.90m
0.90~1.80	0.75m	0.75m	—	—	—

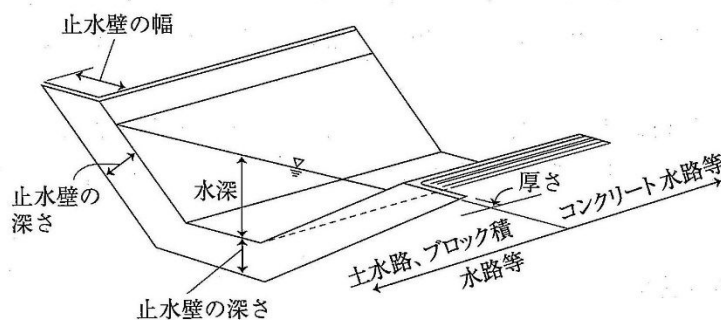


図-6.2.13 止水壁の概念図

(3) 射流水路

- ① 射流水路にあつては、排水路の安全性確保の観点より、複断面法面部に対する飛散対策の検討を行い、必要な安全対策を図る必要がある。また、余裕高を含む護岸高とする計画断面との比較検討を行い、経済性及び施工性から排水路断面を決定しなければならない。
- ② 射流水路の線形計画にあつては、原則直線としなければならないが、現地条件等より曲線が避けられない場合は、屈曲による偏流(水面片勾配)を考慮した壁高嵩上げについて検討しなければならない。計算の詳細については、「北海道砂防技術指針(案) 8.7.3」等による。

6.2.8 コンクリート柵渠工

(1) 断面設定

柵渠工法は、軟弱地盤に対応可能な可撓性を有した構造をもち、水路断面を小さくして農用地の有効利用を図ることができる。

柵渠による護岸装工は、二面装工を原則とするが、下記の条件に合致するときは三面装工の検討を行うことができる。

- ① 三面装工により通水断面を縮小し、用地の軽減を図ることが有利である場合。
- ② 柵渠自体は軟弱地盤上で沈下を許容しうるものであるが、ヒービングによる断面縮小を防止する必要がある場合。

(2) 柵渠設計諸元

- ① 柵板、親柱の選定については、設計箇所における現場条件に照らし妥当な規格の製品を選定するものとする。

なお、柵板長 2.00m と 1.50m の使用区分は、施工費、材料費を含め、更に現場的判断の下に比較設計により選定を行うこととする。

- ② 土質・構造条件の設定

構造設計の荷重条件等の詳細については、「第1編 開水路 第5章 構造設計」を参照する。

- ③ 特殊柵板 (USP) の使用

V型柵渠水路の最上部に使用する柵板は、多雪地帯にあつてはスノーブリッジによる雪クサビ力等が、予想外の外力因子となって作用する場合があります。後志・石狩・空知・上川・留萌・宗谷管内については、最上段部の1枚について特殊柵板を用いるものとする。

特殊柵板の幅は 0.3m を標準とする。

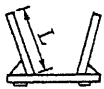
(3) V型柵渠水路の構造

- ① 底版の基礎

底版基礎の切込砂利は計上しないことを標準とするが、基礎地盤が泥炭の場合は、親柱の極端な部分的不陸を防止する目的で、敷板を設置してもよい。

敷板の規格は、表-6.2.6 に示すとおりである。

表-6.2.5 敷板の規格

法長 (L)m	敷板規格	備 考	
	B×t (mm)		
～1.0	210×24	・施工実績より、規模別に分類して規格を決定。 ・基礎砂利は計上しないことを標準とする。	
1.1～1.5	240×24		
1.6～2.0	270×24		

- ② 裏込砂利

泥炭地においては、水抜対策用として 0.15m 厚の裏込砂利を計上することができる。

- ③ 二面装工の場合の親柱構造は、裏込対応から根入型が有利である。

④ 底張用

イ) ヒービング対応の場合の設計

(A) 柵板規格は SP1 を適用し、引張り側を上面とすることを標準とする。

(B) 底幅 1.5m を超えるものについては、下面からの反力に加え、冬期その他荷重^{※1}に対応させるため、中央部の概ね 2~3 枚程度^{※2}を幅広(B=0.4m)の USP1 を用いる。

※1 積雪荷重、スノーブリッジ解氷に伴う氷塊による上面からの衝撃荷重等による影響を考慮。

※2 底版の中央部とは路線が道路沿いであれば積雪の影響、風向きによる吹きだまりの影響、日照方向の影響等が考えられるため、必ずしも中央に位置するとは限らない。

ロ) ヒービング対応以外の場合の設計

(A) 柵板規格は SP1 を適用し、引張り側を下面とすることを標準とする。

(B) 水路切深が非常に大きく、積雪深が大きな条件下の場合は、雪荷重等を考慮して柵板規格を検討しなければならない。

ハ) 施工について

底版の破壊に影響を与える因子として考えられるものは、積雪深並びに密度、水路の断面、規模、切深、水深、流水の有無、方向、風向、排雪状況、融雪にともなう底版部の接地面積等があげられるが、これらがどのようなかたちで底版に作用するものか、現在の段階では十分に解析されていない。

底張用柵板の布設の際には、極力空隙が生じない様に配慮し柵板が点支持の荷重を受けないうような施工方法を工夫すること。

⑤ 均し砂利

柵渠工法は、一般に軟弱地盤を対象とした護岸工法であり、基礎地盤においては土質特性から浸透水等により泥濘化する事が多く、基礎の均平化が非常に困難な場合が多い。このため、地盤反力を均等に作用させることを目的とし、底版下面に地盤との空隙を埋める均し砂利を計上できる。

均し砂利の厚さには、底版からH鋼底面までとし、基礎地盤への貫入及び施工上の損失等による割増しを計上するものとする。

第 7 章 附帯施設

第 7 章 附帯施設 目次

7.1	総則.....	7-1
7.2	落差工、急流工.....	7-1
7.2.1	落差工.....	7-2
7.2.2	急流工.....	7-6
7.3	流入工.....	7-7
7.4	橋梁工.....	7-8
7.5	函渠工.....	7-8

第7章 附 帯 施 設

7.1 総則

附帯施設の設計は、各施設それぞれが水理的、構造的諸条件を満足するとともに、排水路全体としての調和のとれたものになるように行わなければならない。

附帯施設の設計を進めている段階で、基本設計で決定した諸元に影響を与えることが明らかになった場合には、基本設計にさかのぼって検討し直す必要がある。

7.2 落差工、急流工

落差工及び急流工は、排水路の安全な機能保持のために与える勾配配分の中から生ずる余剰落差を調整する構造物であり、水路中大きなエネルギーの集中する箇所であるから、位置及び構造には十分注意する必要がある。また、生物の移動の障害となることがあるため、環境との調和にも配慮して決定しなければならない。

(1) 一般事項

落差工及び急流工は、直線部で流れの安定した地点を選定し、直上流または直下流に屈曲のある地点は避け、騒音、振動、飛沫等にも十分に配慮した上で計画する。

落差工及び急流工は、生物の移動に障害となることがあるため、必要に応じて保全対象種の特徴等を踏まえながら、生物の生息・生育環境の連続性に留意して構造を検討する。

(2) 設計対象流量

落差工及び急流工の設計に用いる流量は次のとおりとする。

排水路では、設計流量を上回る排水流出を避けることができない。このため、落差工や急流工等の余剰落差の調整施設には、より大きなエネルギーが集中し、被害発生時には相当の被害が予想される。

このことより、落差工の水理・構造設計に用いる対象流量は、安全のために「その他重要施設に支障を及ぼすことが考えられる流量」として、落口断面（支配断面）での流下流量（設計流量に余裕高部分を含めた流量）とする。なお、落口位置の切深が排水計画上の最小切深以上となる時は落差工の位置について検討しなおす必要がる。

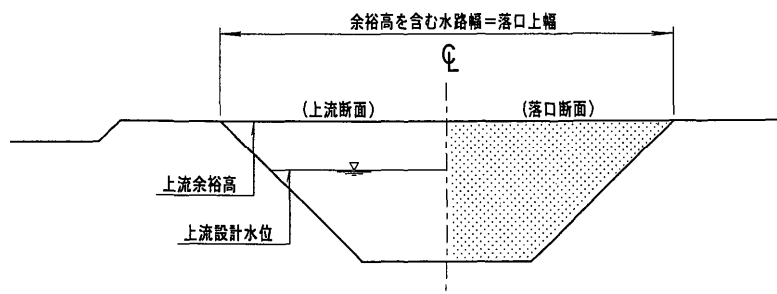


図-7.2.1 落口断面と対象流量

7.2.1 落差工

(1) 落差工の分類

落差工をその構造形式で分類すると次のとおりとなる。

- ① 床止め工型落差工
- ② 静水池型落差工
- ③ 緩傾斜型落差工
- ④ 階段型落差工

(2) 設置位置の選定

落差工の設置位置の選定に当たっては、次の点を考慮の上設置することが望ましい。

- ① 落差工の設置に当たっては、地形的に落差のある地点等付近の地形と調和した場所を選定する。
- ② 落差工の基礎地盤は、落差工本体の自重ばかりでなく、これら流水の衝撃に対しても耐え得る支持力を有する地点を選定する。
- ③ 流水に対して好ましくない波を発生させないため、できる限り直線とし、非対称な構造とならないようにしなければならない。従って、上下流にわたって排水路の線形が直線的である区間を選定することが望ましい。
- ④ 落差工は流水の落下による振動・騒音を伴う場合が多い。従って、大規模な落差工の設置に当たっては、周辺・社会環境に与える影響を考慮し、民家等に隣接した地点での設置は避けることが望ましい。
- ⑤ 落差工に魚道を併設する場合、落差工の設置によって産卵床等が消滅するような地点は避けなければならない。

(3) 各落差工の特徴

① 床止め工型落差工

床止め工型落差工は下流に静水池を設けず、急傾斜の床止め工堤体を越流した落下水は下流水叩きとの衝突及び護床工で減勢される。このため、落下流水の衝突エネルギーが大きいため堅固な水叩きや護床工が必要である。

魚道を併設する場合、堤体本体下流端より上流側に魚道を設置する引き込み式魚道、堤体本体落ち口より下流エプロン上に魚道を設置する突き出し式魚道等があるが、魚道入り口を迷うことなく進入できる引き込み式魚道が優れる。

床止め工型落差工の設計に当たっては、「土地改良計画設計技術基準 設計 頭首工」、「床止め工の手引き」(山海堂)、「河川事業設計要領」等による。

また、魚道の設計に当たっては、「魚道整備の手引き」(農政部)、「土地改良事業設計指針 頭首工の魚道」、「魚道のはなし」((財)リバーフロント整備センター)、「北海道砂防技術指針(案)」による。

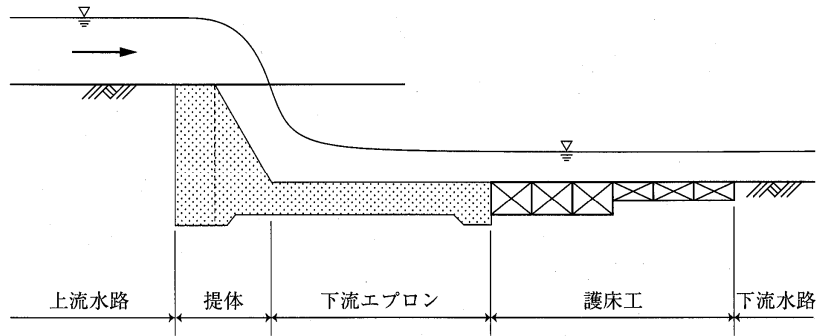


図-7.2.2 床止め工型落差工

② 静水池型落差工

用水路で多用される水クッション型落差工の水クッションを設けなくて、落下水脈を下流エプロン上で跳水させる型式である。下流エプロンは、水平エプロンで、かつエプロン上には何も特殊な付加物を設置しないI型静水池(自然跳水)を採用する。

魚道を併設する場合、床固め工型落差工に準じる。

静水池落差工の設計に当たっては、「土地改良計画設計技術基準 設計 水路工 8.1.5 (3) 落差工 ④設計 b 阻柱型、静水地型落差工」による。

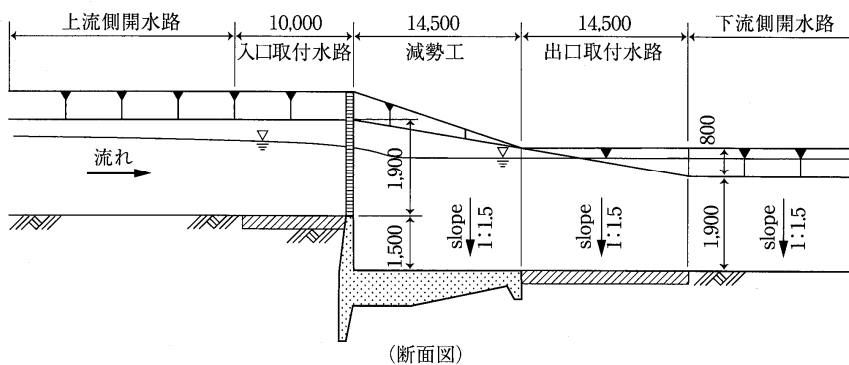


図-7.2.3 静水池型落差工の例

③ 傾斜型落差工

傾斜型落差工は、流水面を1:10より緩い緩傾斜とする方式で、落下流水の衝突エネルギーは床止め工型より小さいが、減勢効果を得るためには下流減勢工の規模が相対的に大きくなる。

一方、流水面が緩傾斜にすることにより、魚類等の遡上効果を高めることができる。このことから、魚類の遡上面からは、流水の連続性を断つ床止め工型、静水池型落差工の段落型よりも緩傾斜の方が望ましく、魚道の機能確保、維持管理の面からも引き込み式、突き出し式となる魚道タイプよりも望ましい場合が多い。

しかし、落差工本来の目的である流水の減勢効果の面からは、段落型に比べ下流側で減勢しにくいため、減勢効果とその対策に当たっては十分に考慮する必要がある。

傾斜型落差工の設計に当たっては、「土地改良計画設計技術基準 設計 水路工 8.1.5 (4) 急流工③急流工の設計」、「河川事業設計要領」等による。

また、魚道の設計に当たっては、「土地改良事業設計指針 頭首工の魚道」、「魚道のはなし」((財)リバーフロント整備センター)、「北海道砂防技術指針(案)」による。

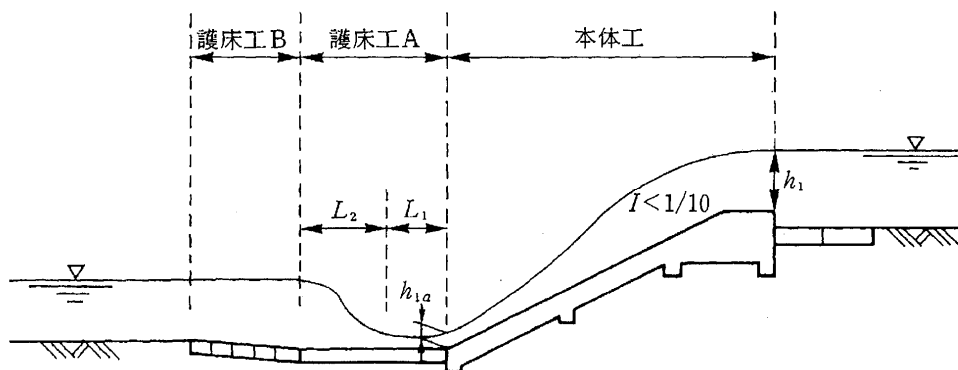


図-7.2.4 傾斜型落差工

④ 階段型落差工

階段型落差工は、余剰落差を小落差に連ねて階段状に調節する型式であり、一般には流水面の勾配を1:10より緩い勾配とすることにより、魚類等の遡上効果を高めることができる。

減勢効果の面では、洪水時においては緩傾斜型と同様の水理状況となることから、減勢効果とその対策に当たっては十分に考慮する必要がある。

階段型落差工の設計に当たっては、「土地改良計画設計技術基準 設計 水路工 8.1.5 (4) 急流工③急流工の設計」、「河川事業設計要領」等による。

また、魚道の設計に当たっては、「土地改良事業設計指針 頭首工の魚道」、「魚道のはなし」(財)リバーフロント整備センター)、「北海道砂防技術指針(案) 14.6 魚道(全断面部分越流型)の設計」(図-7.2.5 参照)による。

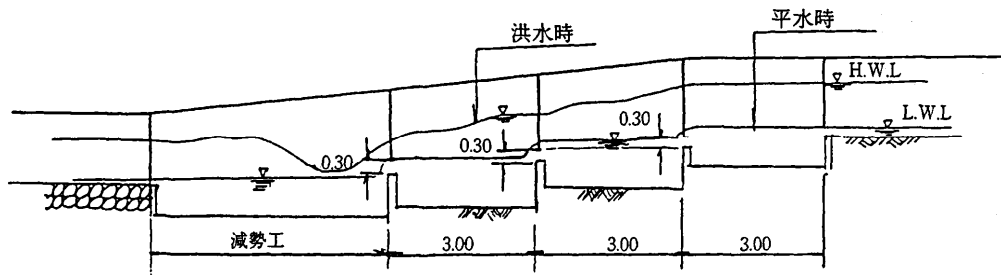


図-7.2.5 階段型落差工 (1)

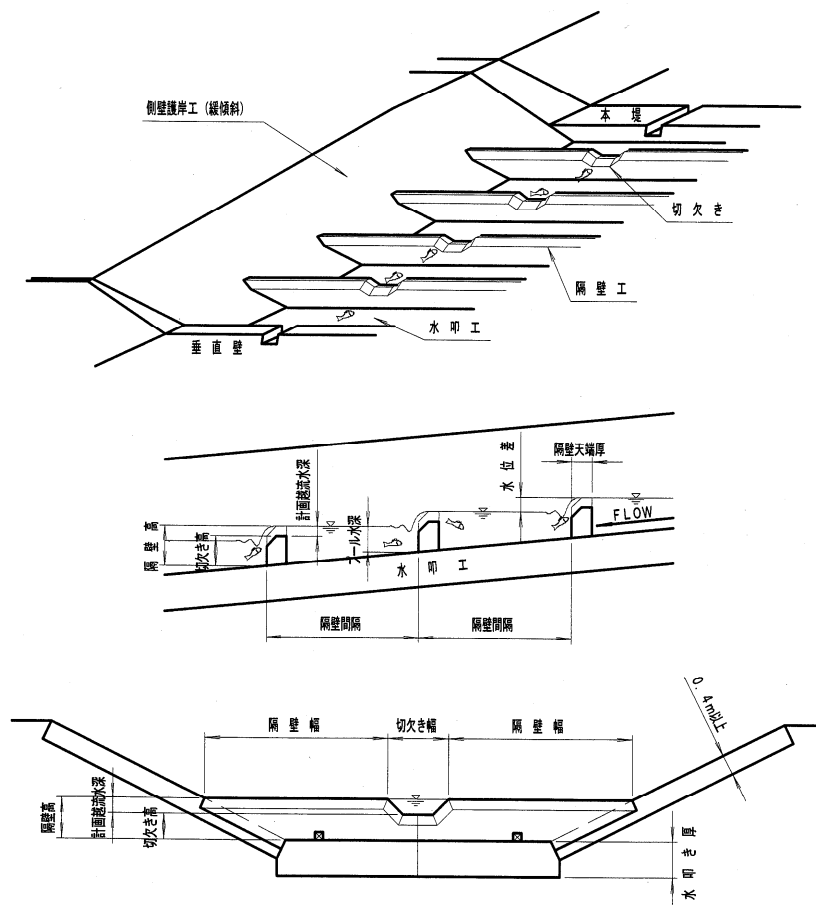


図-7.2.5 階段型落差工 (2)

7.2.2 急流工

(1) 設置位置

急流工は、落差工と同様に適正な勾配、路線設定によってもなおかつ余剰落差を生じる場合に、現地形に沿って比較的長い区間にわたり急勾配水路を設け、高流速のエネルギーを末端の減勢工において減勢し、余剰落差を調整するものである。従って、その設置位置の選定に当たっては、次の点に留意することが望ましい。

- ① 現地形に沿って長い区間にわたり用地の確保ができる位置を選定する。
- ② 急流工は上流水路の平面曲線から十分な距離を保つ位置を選定する。
- ③ 急流工は流水や減勢工での衝撃により、騒音・振動を伴うため、民家等から十分離れた位置に設ける。
- ④ 流水・飛沫等による浸食に対して十分安全な地形、地盤を有する地点を選定する。
- ⑤ 急流工の途中において望ましくない波を発生させないよう、急流工の線形は直線が望ましい。

(2) 水理構造設計

急流工の設計に当たっては、「土地改良事業計画設計基準 設計 水路工 8.1.5 落差工及び急流工」による。

7.3 流入工

流入工は、流入位置、流入排水路の状態等を考慮し、水理的、構造的に安全かつ経済的になるよう検討するとともに、環境との調和に配慮して決定する。

流入工の設計は次のとおりとする。

- ① 水理計算は Manning 式による。
- ② 水路型式は開水路型式を標準とする。現地の状況より管水路型式を採用する場合の最小径は、 $\phi 450\text{mm}$ 以上とする。
- ③ 計画対象流量は、排水路本線の単位排水量の 2 倍程度とすることができる。また、流速は表 -4.2.2 に示す最大許容流速以下を標準とする。
- ④ 単位排水量の 2 倍とした場合の流下能力計算では、余裕高を見込まなくてもよい。
- ⑤ 流入工本体の基礎、裏込めには透水性材料を用いてはならない。
- ⑥ 流入工上下流 5m の区間については、設計洪水位（設計流量時水位）までの護岸を行う。また、排水路本川の敷幅が 3.0m 程度以下の場合、流水が対岸に影響を与えることが考えられるので、対岸護岸の高さも設計洪水位までとする。
- ⑦ ほ場からの落ち口や地先排水等のような小排水は、落口工として設計を別途行うものとする。
- ⑧ 生物の移動経路となる場合にあっては、必要に応じて保全対象種等の特徴等を踏まえながら、生物の生息・生育環境の連続性に留意して構造を検討する。

7.4 橋梁工

排水路に架設する橋梁については、現況機能の補償を原則とし、架橋位置について十分検討のうえ計画するものとする。

排水路に架設する橋梁の設計については、「農道設計指針 第 8 章」による。ただし、小規模農道橋の場合は、「土地改良事業計画設計基準 設計 農道 8.1」によるものとするが、以下の項目は「農道設計指針」を適用するものとする。

- ① 非除雪路線の積雪荷重 3.5kN/m³
- ② 非除雪路線の雪荷重載荷方法
- ③ 地盤の極限支持力算出における基礎の有効根入れ深さ(Df)の取り扱い

〈小規模農道橋の定義〉

(a)～(c)のすべてに該当する農道橋を小規模農道橋とする。

(a) 道路構造令に準拠しない“ほ場内農道”のうち、支線農道・耕作道においてほ場内の用排水路等^{※1}に架設する農道橋で、万一地震による被害を被ったとしても、地域社会に大きな影響を及ぼすおそれのないもの。

(b) 橋長 50m以下(2 径間)かつ単純支間長 24m以下、かつ橋台高 6m程度以下、かつ橋脚高 10m以下のもの。

(c) 設計自動車荷重 137kN 以下、かつ 1 車線かつ車道幅員 5.5m未満のもの。

※1 用排水路等とは、農業施設専用のものであり、河川構造令を適用(普通河川を含む)するものについては「農道設計指針」によること。

7.5 函渠工

排水路に設置する函渠工については、使用目的に応じた内空断面を確保するとともに、軟弱地盤上などでは構築後の沈下に対処できる余裕を確保するのが望ましい。

排水路に設置する函渠工の設計については、「農道設計指針 第 9 章」による。沈下に対して余裕を設ける場合は、断面の規模に応じて 1m以内で検討する。