

【河川事業設計基準書】

（第4編 設計編）

- 第1章 総 説
- 第2章 耐 震 設 計
- 第3章 河 川 堤 防
- 第4章 河 川 構 造 物
- 第5章 設計審査・技術審査

1. 第1章 総説

1.1 設計編の取り扱いについて

本設計基準書の設計編は、本県で施行する河川工事の設計に適用する。

この設計編によらない河川工事については、河川課と協議すること。

設計編については、以下の図書等を引用し、設計思想並びに数値基準等の統一を図ることを目的に構成している。

- (1) 「河川管理施設等構造令」:(社)日本河川協会
- (2) 「河川砂防技術基準(案)同解説(調査編)」:(社)日本河川協会
- (3) 「河川砂防技術基準(案)同解説(設計編)」:(社)日本河川協会
- (4) 「河川砂防技術基準(案)同解説(設計編)」:(社)日本河川協会
- (5) 「河川砂防技術基準同解説(計画編)」:(社)日本河川協会
- (6) 「河川砂防技術基準 維持管理編」:国土交通省
- (7) 「河川砂防技術基準 計画編(基本計画編)」:国土交通省
- (8) 「河川砂防技術基準 計画編(施設配置等計画編)」:国土交通省
- (9) 「土木工事設計要領(共通編・河川編・道路編)」:九州地方整備局
- (10) その他

なお、シラス地帯においては、「土木工事設計要領(共通編)」参考資料にある「シラス地帯の河川・道路土工指針(案)」を参照すること。

1.2 参考図書等の表記

前述の図書等について、本設計基準書の設計編においては、図書等の名称については、下表の「略称」欄の表示にて表記することとする。

なお、各章・節において、追加引用する図書等に関しては、その都度、表記に関し、明示する。

表 1.2 参考図書等の表記一覧

| | 基準・指針名 | 発行先 | 制定・改訂 | 略称 |
|----|-------------------------------|---------------------|--------|-------------|
| 1 | 解説・河川管理施設等構造令 | (社)日本河川協会 | H12.1 | 構造令 |
| 2 | 建設省河川砂防技術基準(案) 同解説 設計編 [] | (社)日本河川協会 | H9.10 | 技術基準(設計) |
| 3 | 建設省河川砂防技術基準(案) 同解説 設計編 [] | (社)日本河川協会 | H9.10 | 技術基準(設計) |
| 4 | 建設省河川砂防技術基準(案) 同解説 調査編 | (社)日本河川協会 | H9.10 | H9 技術基準(調査) |
| 5 | 国土交通省河川砂防技術基準 同解説 計画編 | (社)日本河川協会 | H17.11 | 技術基準(計画) |
| 6 | 河川砂防技術基準 維持管理編(河川編) | 国土交通省 | H23.5 | 技術基準(維持管理) |
| 7 | 土木工事設計要領 第 編 共通編 | 国土交通省 九州地方整備局 | H23.7 | 要領(共通) |
| 8 | 土木工事設計要領 第 編 河川編 | 国土交通省 九州地方整備局 | H23.11 | 要領(河川) |
| 9 | 土木工事設計要領 第 編 道路編 | 国土交通省 九州地方整備局 | H23.7 | 要領(道路) |
| 10 | 解説・工作物設置許可基準 | (財)国土開発技術 研究センター | H10.11 | 工作物基準 |

2. 第2章 耐震設計

2.1 耐震性能照査指針

河川構造物の耐震性能照査は、「河川構造物の耐震性能照査指針（国土交通省水管理・国土保全局治水課：H24.2）」（以下、本指針という）を基に行うものとする。

本指針は、以下に示す5編で構成されている。

- (1) 共通編
- (2) 堤防編
- (3) 自立式擁壁の特殊堤編
- (4) 水門・樋門および堰編
- (5) 揚排水機場編

2.2 指針の適用範囲

本指針は、堤防、自立式構造の特殊堤、水門・樋門および堰並びに揚排水機場の耐震性能の照査に適用する。

ただし、前記以外の河川構造物についても、その機能、構造形式等に応じて本指針を準用することができる。

なお、当面の間、本県における河川構造物の耐震性能照査の実施については、河川課と協議の上、決定すること。

2.3 耐震性能照査の基本方針

耐震性能照査は、河川構造物の耐震性能および耐震性能の照査に用いる地震動を適切に設定した上で、適切な照査方法により行なうことを原則としている。

耐震性能の照査方法には、構造物の地震時挙動を動力学的に解析する動的照査法と、地震の影響を静力学的に解析する静的照査法があるが、本指針では、主に静的照査法について規定している。

耐震性能の照査において考慮する外水位は、原則として平常時の最高水位とする。

なお、河口部付近では、平常時の最高水位として、朔望平均満潮位および波浪の影響を考慮するものとし、また、地震の発生に伴い津波の遡上が予想される場合には、施設計画上の津波高についても考慮すること。

2.4 耐震性能照査に用いる地震動

耐震性能の照査では、次に示すレベル1地震動とレベル2地震動の2段階の地震動を考慮する。

- (1) レベル1地震動：河川構造物の供用期間中に発生する確率が高い地震動
- (2) レベル2地震動：対象地点において現在から将来にわたって考えられる最大級の強さを持つ地震動

レベル1地震動は、震度法による従来の耐震設計で考慮されていた地震動のレベルを踏襲かつ整合するように定めている。

レベル2地震動としては、プレート境界型の大規模な地震を想定したレベル2-1地震動、および、内陸直下型地震を想定したレベル2-2地震動を考慮する。

レベル2-1地震動は、大きな振幅が長時間繰り返して作用する地震動であるのに対し、レベル2-2地震動は継続時間が短い、構造物の地震応答に対して支配的な極めて大きい強度を有する地震動である。

2.5 河川構造物に求める耐震性能

耐震性能の定義を以下に示す。

- (1) 耐震性能1：河川構造物として健全性を損なわない性能
(供用性を満足し、修復も不要)
- (2) 耐震性能2：河川構造物としての機能を保持する性能
(供用性を満足する)
- (3) 耐震性能3：損傷が限定的なものにとどまり、河川構造物としての機能の回復が速やかに行ない得る性能
(供用性は損なうが、修復性は満足する)

3. 第3章 河川堤防

3.1 第1節 堤防設計の基本

3.1.1 参考図書等の表記

本節で引用する図書等の名称については、下表の「略称」欄の表示にて表記することとする。

表 3.1.1 参考図書等の表記一覧

| | 基準・指針名 | 発行先 | 制定・改訂 | 略称 |
|---|------------------------------------|-----------------|--------|---------|
| 1 | 中小河川に関する河道計画の技術基準；解説多自然川づくりポイントブック | (公社)日本河川協会 | H23.10 | ポイントブック |
| 2 | 中小河川計画の手引き | (財)国土開発技術研究センター | H11.9 | 中小手引き |

3.1.2 完成堤防の定義

完成堤防とは、計画高水位に対して必要な高さで断面を有し、更に必要に応じ護岸(のり覆工、根固め工)等を施したものをいう。

河川管理等施設構造令における堤防の基準は、堤内地盤より0.6m以上のものについて定められており、0.6m未満の盛土はこの節を適用しないものとする。

【要領(河川) 河1-1】

【構造令 P.106】

3.1.3 堤防断面各部の名称

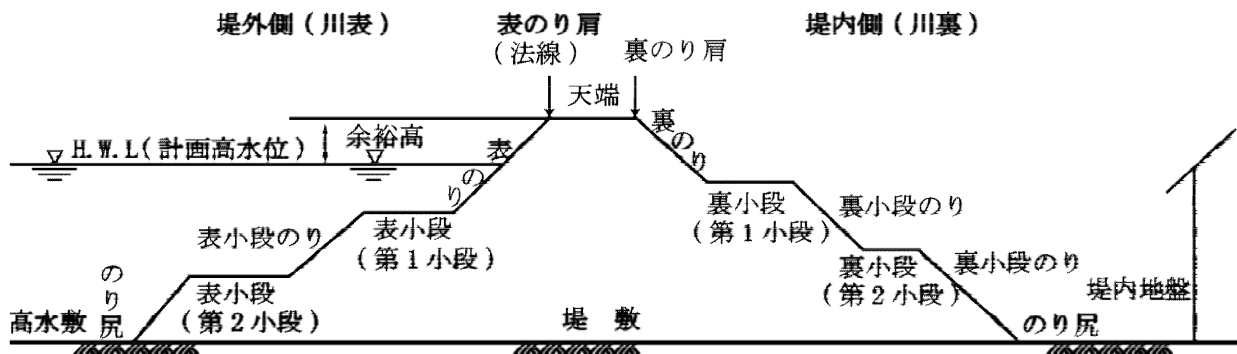


図 3.1.3 堤防断面各部の名称

【要領(河川) 河1-2】

3.1.4 堤防設計

流水が河川外に流出することを防止するために設ける堤防は、計画高水位(高潮区間)にあっては、計画高潮位、暫定堤防にあっては、河川管理施設等構造令第32条に定める水位)以下の水位の流水の通常的作用に対して安全な構造となるよう設計するものとする。

また、平水時における地震の作用に対して、地震により壊れても浸水による二次災害を起こさないことを原則として耐震性を評価し、必要に応じて対策を行うものとする。

【要領(河川) 河1-2】

3.1.5 堤防の形態

新堤防を築造する場合は、軟弱地盤等基礎地盤の不安定な箇所は極力避けるものとする。

旧堤拡築の場合は、出来るだけ裏腹付けとするものとするが、堤防法線の関連及び高水敷が広く川幅に余裕がある場合などは表腹付けとなってもやむをえない。

【要領（河川） 河 1-4】

3.1.6 堤防の計画断面

堤防計画断面の形状は、河川管理施設等構造令、建設省河川砂防技術基準（案）によるものとする。

【要領（河川） 河 1-5】

3.1.6.1 余裕高

堤防の余裕高は、計画高水流量に応じて、表3.1.6-1 に掲げる値以上とする。

ただし、当該堤防に隣接する堤内の土地の地盤高が計画高水位より高く、かつ地形の状況により治水上の支障がないと認められる区間にあつては、計画高水流量が200 m³/s 以上である場合でも余裕高を0.6m以上とすることができる。

支川の背水区間においては、堤防の高さが合流点における本川の堤防の高さより低くならないよう堤防の高さを定めるものとする。

ただし、逆流防止施設（樋門等）を設ける場合においては、この限りではない。

【要領（河川） 河 1-5】

【構造令 P.115】

表 3.1.6-1 計画高水流量と余裕高

| 計画高水流量(m ³ /s) | 余裕高(m) |
|---------------------------|--------|
| 200 未満 | 0.6 |
| 200 以上 500 未満 | 0.8 |
| 500 以上 2,000 未満 | 1.0 |
| 2,000 以上 5,000 未満 | 1.2 |
| 5,000 以上 10,000 未満 | 1.5 |
| 10,000 以上 | 2.0 |

堤防は、過去の洪水経験からは予想できない現象は別として、計画上予想すべき河床変動による水位上昇、水理計算の誤差等については、計画高水位を決定する時に考慮されるべきものである。

そのため、余裕高は、堤防の構造上必要とされる高さの余裕であり、計画上の余裕は含まない。

【構造令 P.116】

3.1.6.2 天端幅

堤防の天端幅は、堤防の高さと堤内地盤高との差が0.6m未満である区間を除き、計画高水流量に応じ、表3.1.6-2 に掲げる以上とするものとする。

ただし、堤内地盤高が計画高水位より高く、かつ地形の状況等により治水上の支障がないと認められる場合にあつては、計画高水流量にかかわらず3m以上とすることができる。

【構造令 P.120】

表 3.1.6-2 計画高水流量と天端幅

| 計画高水流量(m ³ /s) | 天端幅(m) |
|---------------------------|--------|
| 500 未満 | 3 |
| 500 以上 2,000 未満 | 4 |
| 2,000 以上 5,000 未満 | 5 |
| 5,000 以上 10,000 未満 | 6 |
| 10,000 以上 | 7 |

支川の背水区間においては、堤防の天端幅が合流点における本川の堤防の幅より狭くならないように定めるものとする。

ただし、逆流防止施設（樋門等）を設ける場合、または堤内地盤高が計画高水位より高く、かつ地形の状況等により治水上支障がないと認められる区間にあつてはこの限りではない。

【要領（河川） 河 1-5】

3.1.6.3 管理用通路

堤防には、河川の巡視、洪水前の水防活動などのために、次に定める構造の管理用通路を設けるものとする。

ただし、これに変わるべき適当な通路がある場合、堤防の全部若しくは主要な部分がコンクリート、鋼矢板もしくはこれらに準ずるものによる構造のものである場合、または、堤防の高さと堤内地盤高との差が0.6m未満の区間である場合はこの限りではない。

【要領（河川） 河 1-7】

【構造令 P.150】

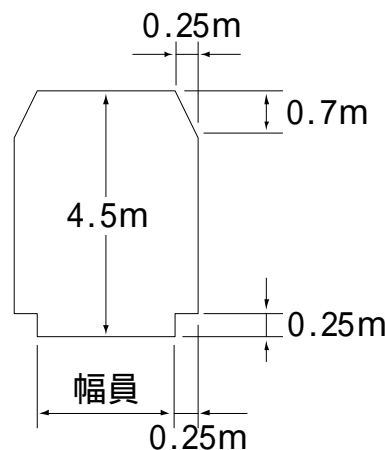


図 3.1.6-1 建築限界

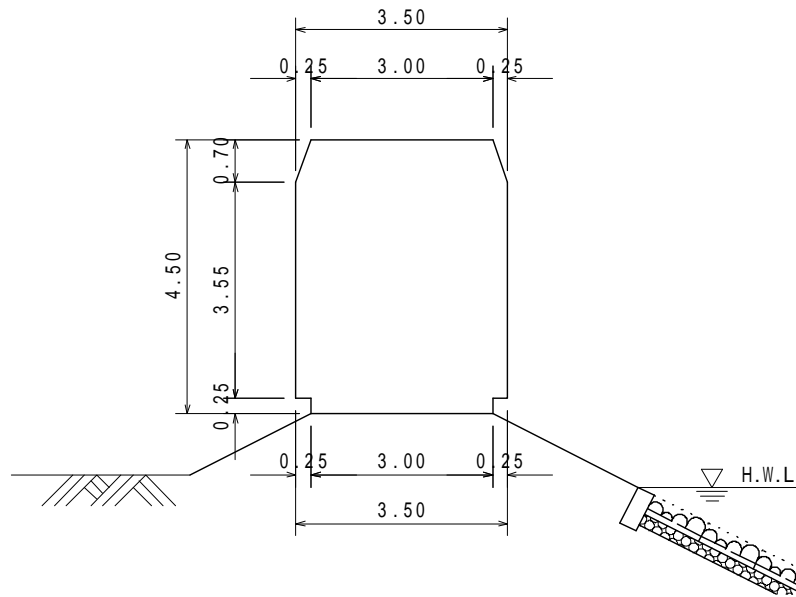


図 3.1.6-2 天端幅 3.0m の場合の建築限界

管理用道路に代わるべき適当な通路がある場合とは、堤防からおおむね100m以内の位置に存在する通路で、適当な間隔で堤防への進入路を有し、かつ、所定の建築限界を満たす空間を有する場合をいうものである。

【構造令 P.154】

また、一連の山付け区間や山間狭窄部など、治水上支障のない場合は、管理用道路を設ける必要はない。

【構造令 P.155】

3.1.6.4 のり勾配

堤防ののり勾配は、2割以上の緩やかな勾配とするものとする。

ただし、コンクリートその他これに類するもので法面を被覆する場合には、この限りではない。

のり勾配の設定にあたっては、堤防敷幅が最低でも小段を有する断面とした場合の敷幅より狭くならないようにするものとする。

【要領（河川） 河 1-7】

【構造令 P.125】

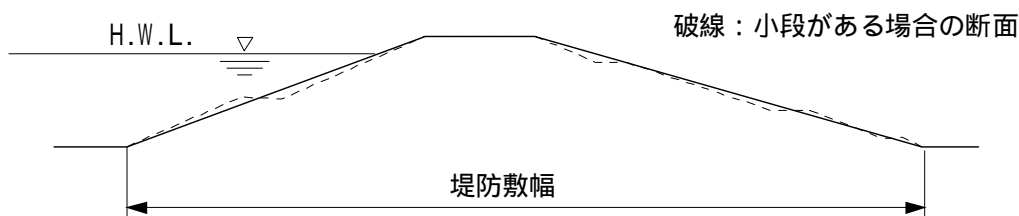


図 3.1.6-3 小段にあるのり面を緩勾配の一枚のりにする例

【構造令 P.126】

3.1.6.5 河岸ののり勾配

河岸ののり勾配は、河岸の自然復元や水辺へのアクセスの観点から緩勾配とするほうが望ましいものの、川幅（用地幅）の制約がある場合等においても川が有する自然の復元力を回復するには一般に河岸の法勾配を5分程度に立てて河床幅を十分に確保することが有効となる。

このとき、河岸の勾配を立てる一方、川幅を狭くするのではなく、現在の川幅の中で良好な澇筋が形成されるよう極力広い河床幅を確保するために現況の川幅を狭くしないことが重要である。

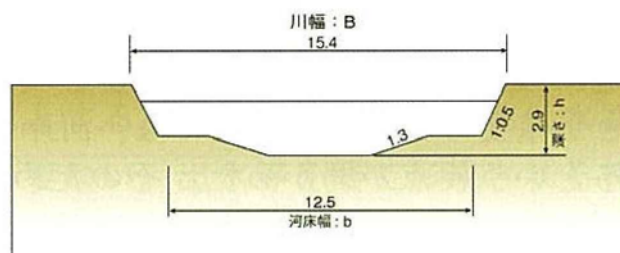
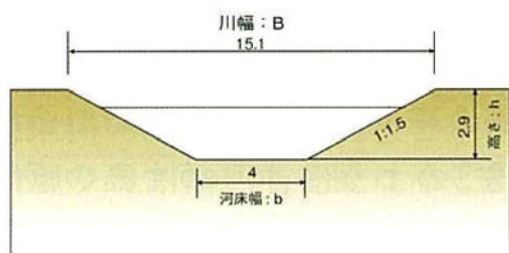
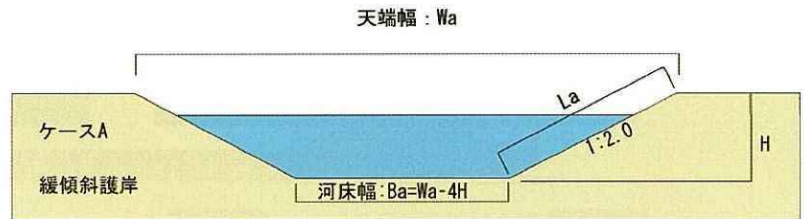


図 3.1.6-4 河床幅の違いによる自然回復の違い

●ケース A(2割勾配)

天端幅に比べて河床幅がかなり狭い構造になる。川幅が十分に広い場合は問題ないが、狭い場合は流水部が固定され、流れが均一となり水際植生が回復しにくい。



●ケース B(5分勾配)

天端幅を変えずに河岸法勾配を5分勾配に変更した場合の断面である。ケース A と比較すると、河床幅はかなり広くとれることになる。必要な河積を前提とすると、川の深さはケース A よりも浅くできる、あるいは低低水路を設け水際域を確保できるなどのメリットがある。



図 3.1.6-5 護岸勾配の違いによる自然回復の違い

川らしい景観を踏まえた横断形のあり方から検討すると、河床幅が横断形高さの3倍以上を確保できる場合に、2割以上の法勾配を採用することが望ましい。

また、2割以上ののり勾配の河岸とする場合には、盛土により現況の河床を埋没させないことを基本とする。

【ポイントブック P.40～42】

3.1.6.6 高潮の影響を受ける区間の堤防

高潮の影響を受ける区間の堤防の法面，小段，天端は，必要に応じてコンクリートその他これに類するもので被覆するものとする。

【要領（河川） 河 1-8】

高潮区間の堤防の高さは，計画高潮位に，それぞれの波浪の影響を考慮して必要と認められる値を加えた値を下回らないものとする。

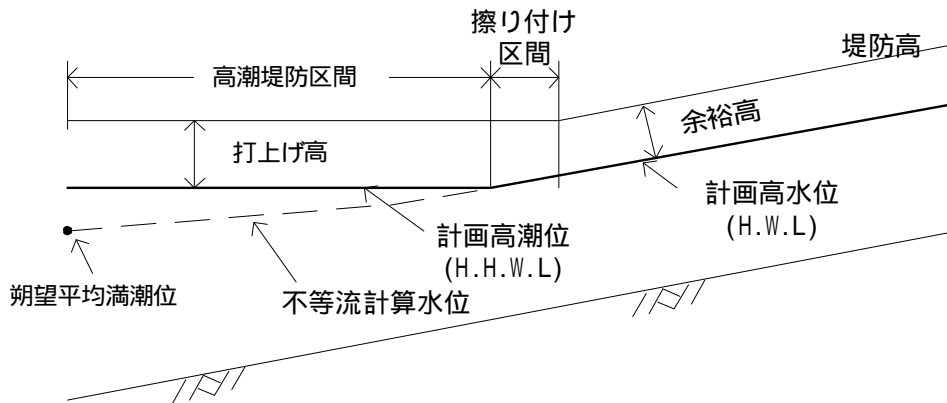


図 3.1.6-6 計画高水位と計画高潮位

【中小手引き P.143】

表 3.1.6-3 計画高潮位（参考値）

| 沿岸名 | 区間名 | 計画高潮位 |
|--------|--------|--------------|
| 鹿児島湾内 | | T.P. + 2.70m |
| 鹿児島湾口部 | | T.P. + 2.20m |
| 八代海沿岸部 | | T.P. + 2.55m |
| 鹿児島西岸 | 長島～川内 | T.P. + 2.30m |
| " | 川内～笠沙 | T.P. + 2.20m |
| " | 笠沙～長崎鼻 | T.P. + 2.40m |
| 鹿児島東岸 | | T.P. + 2.00m |
| 南西諸島 | 種子島沿岸 | T.P. + 1.80m |
| " | 屋久島沿岸 | T.P. + 1.90m |
| " | 奄美大島沿岸 | T.P. + 1.60m |
| " | 徳之島以南 | T.P. + 1.50m |

3.1.6.7 特殊堤

堤防は、盛土により構築することが原則であるが、地形の状況、その他特別の理由により「3.1.6 堤防の計画断面」を適用することが著しく困難な場合は、それらの規定にかかわらず、次の特殊な構造とすることができる。

計画高水位（高潮の影響を受ける区間の堤防については、計画高潮位）以上の高さで、盛土部分の上部に胸壁を設ける構造とする。

ただし、さらにこれより難しい場合は、コンクリート及び矢板等これに類するもので自立構造とする。

特殊堤は、河川の特長、地形、地質等を考慮してその形式を選定するとともに、堤防としての機能と安全性が確保される構造となるよう設計するものとする。

【要領（河川） 河1-9】

【構造令 P.113】

パラペット構造の特殊堤については、計画高水位以上の土堤にパラペットが設けられたものである。

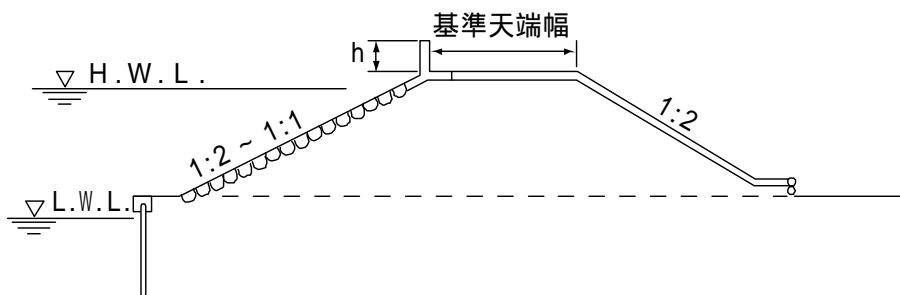


図 3.1.6-7 コンクリートの胸壁（パラペット）を有する堤防の例

自立式構造の特殊堤及びパラペット構造の特殊堤は、特別の事情によりやむを得ないと認められる場合に特例的に設けるものであるが、中でも自立式構造の特殊堤は、特例中の特例と考えるべきである。

【構造令 P.114～115】

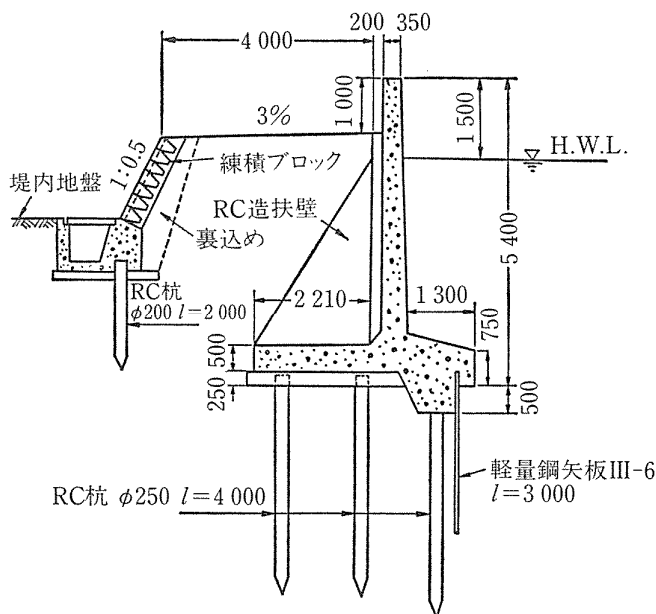


図 3.1.6-8 自立式構造の特殊堤の例

【構造令 P.162】

3.1.7 構造細目

3.1.7.1 堤防の構造

堤防の構造は、堤防設計の基本に基づき、過去の被災履歴、地盤条件、背後地の状況等を勘案して、過去の経験等に基づいて設計するものとし、必要に応じて、安全性の照査などを行ない定めるものとする。

また、地震対策が必要な場合には、液状化などに対して所要の安全性を確保できる構造とするものとする。

【要領（河川） 河 1-12】

3.1.7.2 堤防の材料の選定

盛土による堤防の材料は、原則として近隣において得られる土の中から堤体材料として適当なものを選定する。

【要領（河川） 河 1-13】

堤防の材料の選定の際、あるいは締固め等の検討にあたっては、「河川土工マニュアル（H21.4：（財）国土技術研究センター）」等を参考にすると良い。

3.1.7.3 のり覆工

盛土による堤防の法面が降雨や流水等によるのり崩れや洗掘に対して安全となるよう、芝等によって覆うものとする。

【要領（河川） 河 1-14】

3.1.7.4 天端舗装

堤防天端は、雨水の堤体への浸透抑制や河川巡視の効率化、河川利用の促進等の観点から、河川環境上の支障を生じる場合等を除いて、舗装されていることが望ましい。

【構造令 P.122】

ただし、本県においては、河川管理上、舗装を必要としない区間が多いため、原則として、天端舗装を計画しない。

兼用道路の舗装については、路盤も含め、定規断面の外側に設けるものとし、堤防断面に異物を入れてはならない。（3.1.9.9 兼用工作物（道路）参照）

3.1.8 設計細目

堤防に、漏水・沈下等の異常が確認された場合、次の項について検討する。

3.1.8.1 侵食に対する安全性の照査

侵食に対する安全性を照査する場合には、堤防前面の河岸の状況、堤防付近の水力条件・護岸、水制等の計画等を考慮して実施するものとする。

【要領（河川） 河 1-17】

3.1.8.2 浸透に対する安全性の照査

浸透に対する安全性を照査する場合には、水位、降雨、堤体の土質、基礎地盤等を考慮して実施するものとする。

【要領（河川） 河 1-18】

3.1.8.3 地震に対する安全性

耐震対策が必要とされる堤防においては、堤体の土質、基礎地盤の条件等を考慮して、地震に対する安全性を確保するものとする。

【要領（河川） 河 1-19】

3.1.9 堤防の施工

3.1.9.1 段切り

築堤で在来堤防の拡築（表腹付け、裏腹付け）を行う場合には、旧法面となじませるため、段切りを行うものとする。

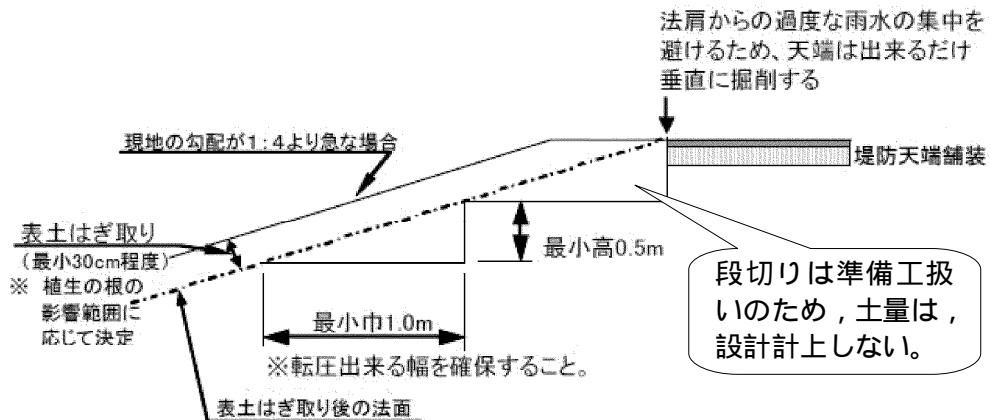


図 3.1.9-1 段切り標準図

【要領（河川） 河 1-21】

3.1.9.2 締固め

締固めは、土砂の密度を増し、堤防に必要な強度特性を持たせ、透水性を低下させ、堤体土砂を安定した状態にするため、十分締固めを行うものとする。

【要領（河川） 河 1-21】

3.1.9.3 張芝

盛土による堤防法面が降雨や流水によるのり崩れや洗掘に対して安全となるよう、芝等によって覆うものとする。

【要領（河川） 河 1-23】

本県においては、原則として図 3.1.9-2、図 3.1.9-3 のとおりとする。

堤防天端は、降雨時の水切り勾配として、2%勾配にて計画する。

計画高水位が堤内地盤高より高い区間、いわゆる築堤区間においては、川表ならびに川裏とも野芝とする。

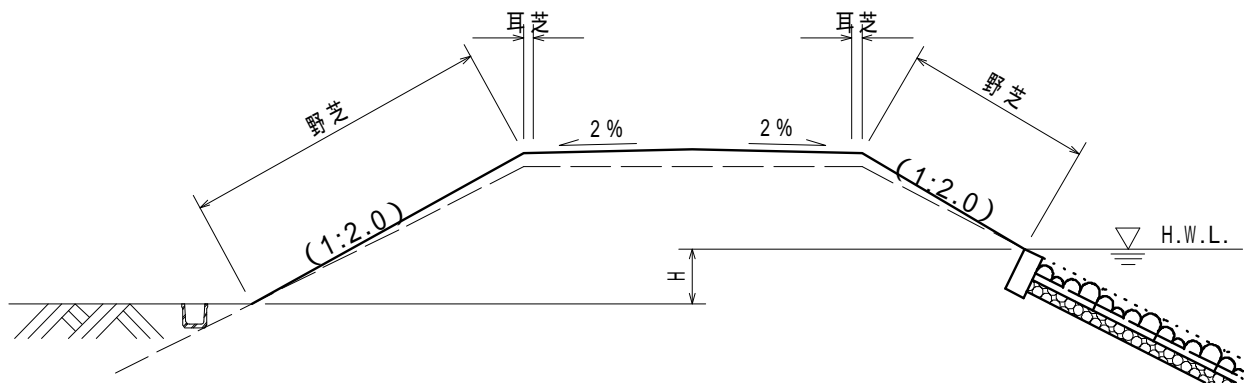


図 3.1.9-2 築堤区間

計画高水が堤内地盤高より低い区間、いわゆる掘込区間については、川表部を野芝とし、川裏については、わら芝とする。

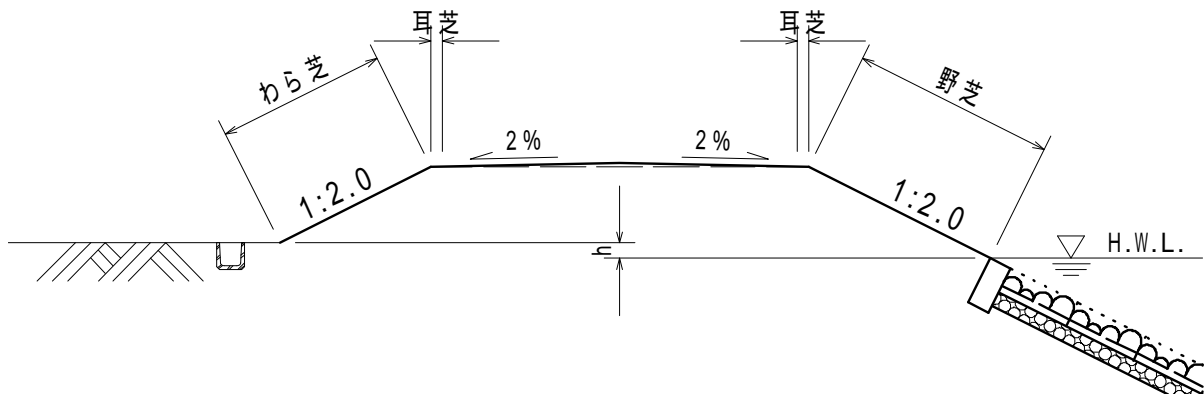


図 3.1.9-3 掘込区間

なお、堤防の法肩の崩れを防止するために、張芝の法肩は、法肩に沿って天端に幅 10～15cmの耳芝を計画する。

3.1.9.4 余盛り

築堤完了後の基礎地盤の沈下，堤体土砂の圧縮沈下及び堤防天端の通行，風雨による損傷等を勘案して，計画堤防断面に対し余盛を行うものとする。

余盛は，次に掲げる高さを標準とする。

表 3.1.9-1 余盛高の標準（単位：cm）

| 堤体の土質 | | 普通土 | | 砂・砂利 | |
|-------|---------|-----|------|------|------|
| | | 普通土 | 砂・砂利 | 普通土 | 砂・砂利 |
| 堤高 | 3m以下 | 20 | 15 | 15 | 10 |
| | 3m～5mまで | 30 | 25 | 25 | 20 |
| | 5m～7mまで | 40 | 35 | 35 | 30 |
| | 7m以上 | 50 | 45 | 45 | 40 |

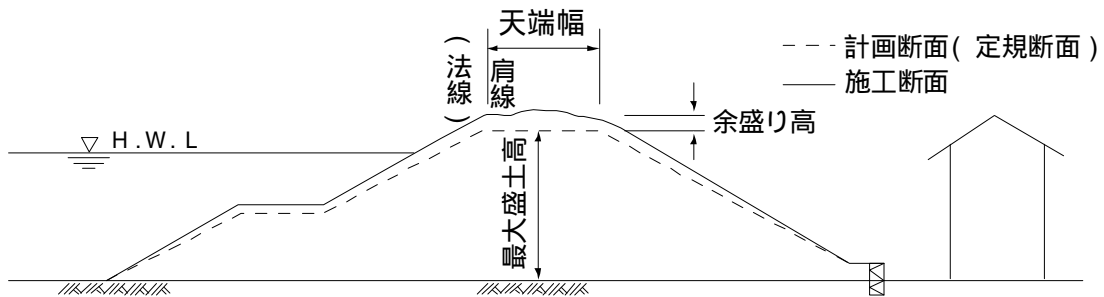


図 3.1.9-4 余盛り断面図

【要領（河川） 河 1-24】

ただし，余盛は，計画高水位が堤内地盤高より高い区間，いわゆる築堤区間においてのみ計画するものとし，計画高水位が堤内地盤高より低い区間，いわゆる掘込区間では計画しない。

また，余盛は，土堤部分にのみ適応するため，川表に護岸等ののり覆工を計画する場合には，計画しない。

3.1.9.5 小段及び高水敷きの排水勾配

堤防天端や小段及び高水敷は，雨水の排水を良好にするため，所要の勾配をつけるものとする。

【要領（河川） 河 1-25】

3.1.9.6 堤脚保護工

堤内背後地の利用状況を考慮して，堤防保護のため，川裏の堤脚部にのり覆工等を実施する。

また，雨水を排水するため，水路を設けることもある。

【要領（河川） 河 1-26】

盛土施工により，雨水等の排水が，堤内に湛水することが予想される場合，河川管理施設として堤脚水路を計画する必要がある。

堤内地の堤脚付近に設置する工作物の位置等について（通達）
（平成6年5月31日，建設省河地発第40号，建設省河川局治水課長通達）

堤内地において，堤防の堤脚に近接して工作物を設置する場合には，水路等の設置に伴う掘削により堤防の荷重バランスが崩れること若しくは基盤漏水が懸念される箇所においてパイピングが助長されること又は止水性のあるRC構造物等の設置により洪水時の堤防の浸潤面上昇が助長されること等の堤防の安定を損なうおそれがあることから，従来より，工作物の設置による堤防に与える影響について検討し，その設置の可否を決定してきているところであるが，この度，堤内地の堤脚付近に設置する工作物の位置等に係る判断基準等をまとめたので，今後は，下記により取り扱われたい。

記

- (1) 堤脚から50パーセントの勾配（二割勾配）の線より堤内側及び堤脚から20メートル（深さ10メートル以内の工作物の場合については10メートル）を越える範囲（下図の斜線外の堤内地側の部分）における工作物の設置（堤防の基礎地盤が安定している箇所に限る。）については，特に支障を生じないものであること。
- (2) 堀込河道（河道の一定区間を平均して，堤内地盤高が計画高水位以上）のうち堤防高が0.6メートル未満である箇所については，下図の斜線部分に該当する部分はなく，特に支障を生じないものであること。
- (3) 杭基礎工等（連続地中壁等長い延長にわたって連続して設置する工作物を除く。）については，壁体として連続していないことから，堤防の浸潤面上昇に対する影響はなく，下図の斜線部分に設置する場合においても，特に支障を生じないものであること。
- (4) 下図の斜線部分にやむを得ず工作物を設置する場合には，浸透流計算により求めた洪水時の堤防内の浸潤面に基づく堤防のすべり安定計算により，堤防の安定性について工作物設置前と比較し，従前の安定性を確保するために必要に応じて堤脚付近に土砂の吸い出しを生じない堤防の水抜き施設の設置等の対策を講ずるものとする。なお，旧河道や漏水の実績のある箇所においては，堤防の川表側に十分な止水対策を行う等の対策を併せて講ずる必要があると考えられるものであること。
- (5) 基礎地盤が軟弱な箇所における下図の斜線外の堤内地側の部分に工作物を設置する場合には，荷重バランスの崩れ，浸潤面上昇等により堤防の安定性を損なうことが考えられるため，(4)に準じて堤防の安定性について確認し，必要に応じて所要の対策を講ずるものとする。なお，事前に十分な検討を行い堤防への影響の範囲を明確にしておく（下図と同様の図を作成）ことが望ましいものであること。
- (6) 堤防の基礎地盤がシラスや泥炭地帯等の基盤漏水を生じやすい地質である場合には，すべりに対する堤防の安定性のほか基盤漏水に対する堤防の安定性についても確認し，必要に応じて所要の対策を講ずるものとする。
- (7) 排水機場の吐出水槽等の振動が堤防に伝わるおそれのある工作物を設置する場合には，堤防のり尻より5メートル以上離すものとする。
- (8) その他堤防の安全性を損なうおそれがある場合で上記の判断基準によりがたいものについては，個別に十分な検討を行い，所要の措置を講ずるものとする。

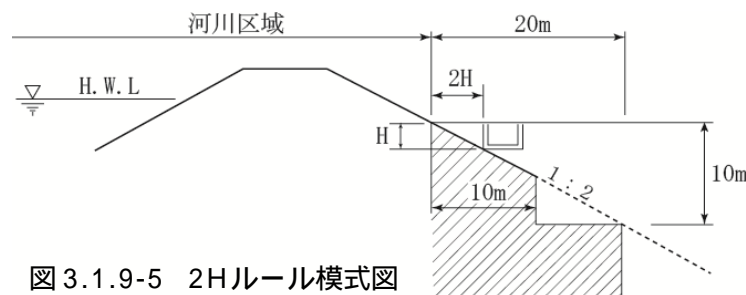


図 3.1.9-5 2Hルール模式図

3.1.9.7 用地杭の設置基準

用地杭は、直線で結ばれる境界の折れ点のすべてに設けるほか、同一直線が長く続くところでは、原則として 20m 間隔に打設するものとする。

ただし、必要に応じて間隔を伸縮できるものとする。

(1) 用地杭の構造及び設置の時期

用地杭は、用地（幅杭）測量のとき、適当な寸法の木杭を打設する。

(2) 切土部における用地杭の設置

切土部の法肩には、必要な余裕をとって用地杭を設置する。

余裕幅は、切土の高さによって、表3.1.9-2の範囲を標準として、土質や地形、地目等に応じて適宜決定する。

表 3.1.9-2 切土高による余裕幅

| 切土の直高(h:m) | 余裕幅(e:m) |
|------------|----------|
| 0~1 | 0.0~0.5 |
| 1~3 | 0.5~1.0 |
| 3~5 | 0.8~2.0 |
| 5~10 | 1.5~3.0 |
| 10~15 | 2.0~4.0 |
| 15~20 | 3.0~5.0 |
| 20m以上 | 5.0m以上 |

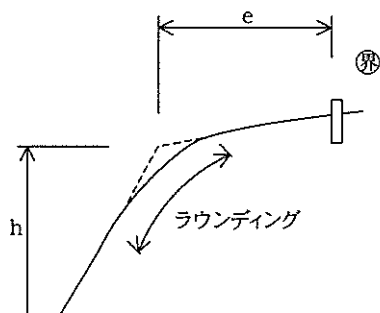


図 3.1.9-6 切土高による余裕幅

(3) 盛土部における用地杭の設置

(ア) 盛土部の法尻には、必要な余裕をとって、用地杭を設置する。この幅は、30cm 程度を標準とするが、盛土が高い場合や、地形の複雑なところでは、50cm ~ 1m 程度の余裕をとってもよい。

(イ) 法先に石積を設ける場合は、図（イ）の位置に用地杭を設置し、そこに石積の面を合わせる。

(ウ) 法先にコンクリート側溝がある場合は、側溝外壁面までを用地境界として用地杭を設置する。

(エ) 法先が土側溝の場合は、土側溝外肩より 30cm 程度の余裕をとって用地杭を設置する。

(オ) 擁壁のある場合は、原則として基礎前面に用地杭を設置する。

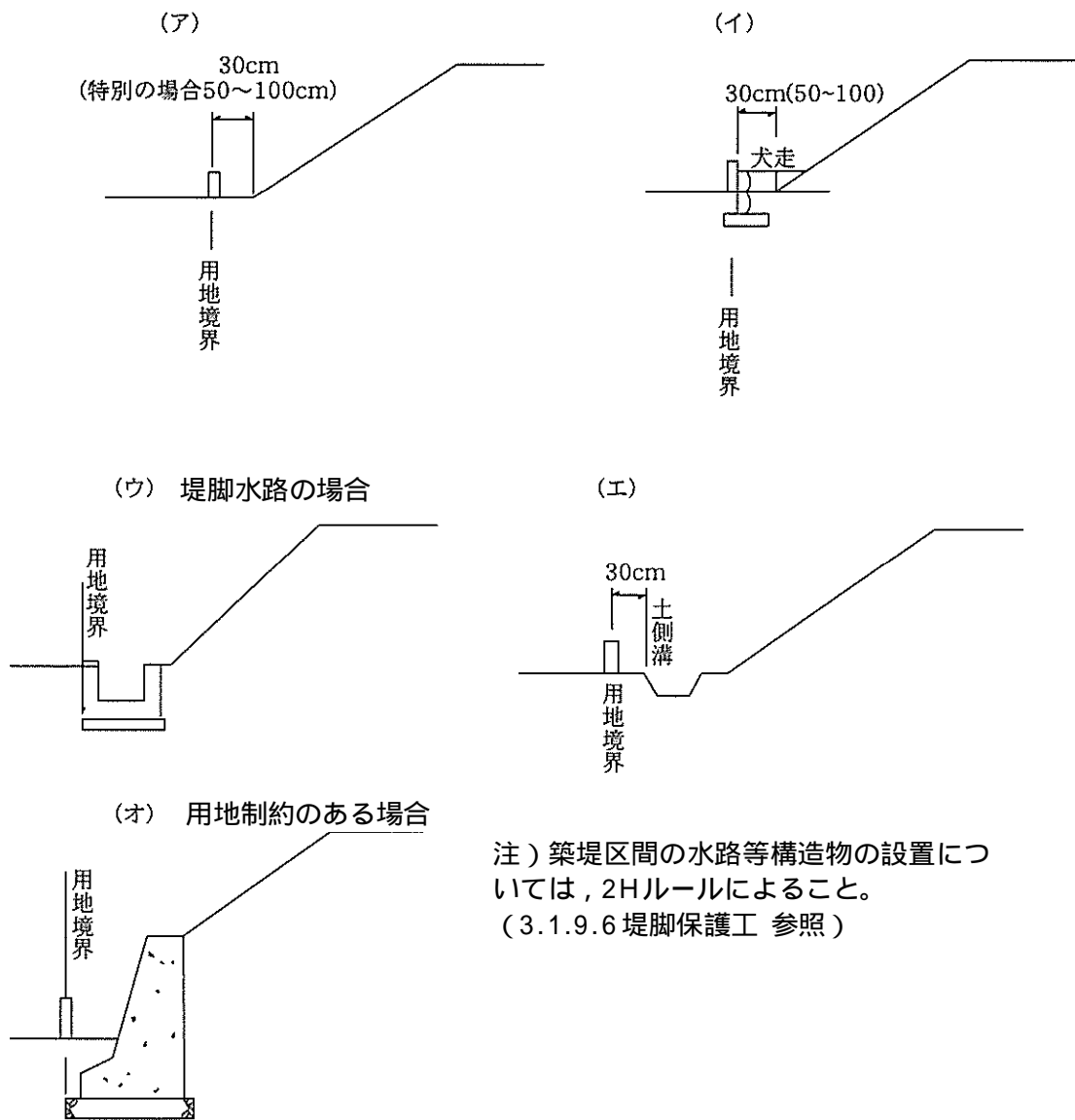


図 3.1.9-7 盛土部用地境界図

3.1.9.8 境界杭

官・民境界を明確にするために、必要に応じて境界杭を設置するものとする。

【要領（河川） 河 1-27】

3.1.9.9 兼用工作物（道路）

兼用工作物の設置は、堤防と効用を兼ねる道路で道路法上の道路認定が行われたものについて行うものとし、以下の事項で選定するものとする。

- (1) 道路は計画堤防断面外の裏小段に設けるものとし、堤防天端は極力避けるものとする。
- (2) 完成堤防以外は、原則として兼用させないものとする。
- (3) 堤外地及び堤防の川表側に道路を設けてはならない。ただし、工事期間中の仮橋及び河川公園のための道路については、この限りではない。

【要領（河川） 河 1-29】

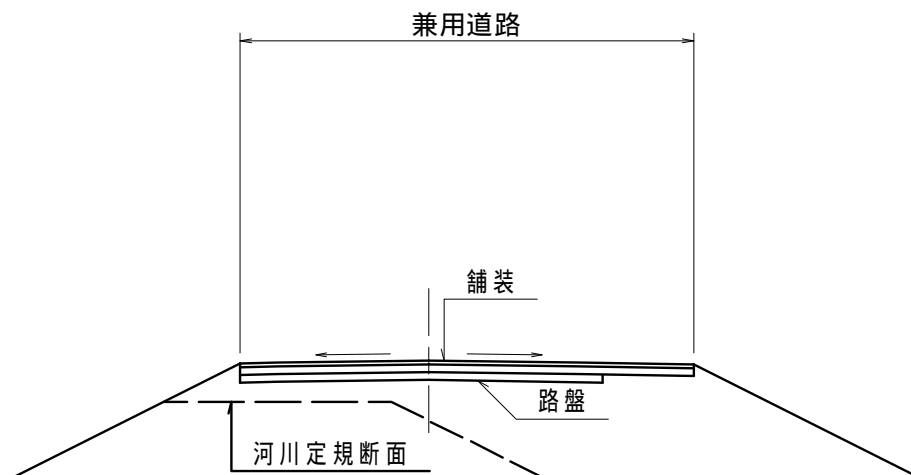


図 3.1.9-8 兼用道路区間における管理用通路

堤防を道路と兼用すると、日常の河川巡視、水防活動、河川工事、河川の自由使用及び河川環境の保全等に支障となる場合もあるため、堤防天端等に兼用道路を設けるときは、治水上、河川環境上または道路計画上の特質を総合的に勘案し、河川管理用通路の機能の確保を優先する。

防護策、標識、表示板、信号機等の道路交通のために設置する道路付属物は、必要最小限にとどめる。

道路付属物の基礎は、計画堤防内に設置しない。

橋の堤外地側にアンダークロスする道路は設置しないことを基本とする。

道路の設置にあたっては、他の一般公衆の自由かつ安全な河川使用の妨げとならないよう、堤内地及び堤外地へのアクセスに配慮した横断歩道の設置等の必要な対策を講ずる。

歩道等は、高齢者、障害者、車椅子等の利用に配慮した構造とする。

【工作物基準 P.75～78】

3.1.10 堤防の質的改良

3.1.10.1 漏水防止工

堤防は、堤体材料、基礎地盤材料、水位、高水の継続時間を考慮して、浸透水の遮断及びクイックサンド、パイピング現象を防止するため、必要に応じて漏水防止工を設けるものとする。

【要領（河川） 河 1-14】

3.1.10.2 ドレーン工

堤防の浸透水を安全に排水する場合には、必要に応じてドレーン工を設けるものとする。

【要領（河川） 河 1-15】

【構造令 P.127】

ドレーン工の設計にあたっては、「ドレーン工設計マニュアル（H10.3：（財）国土開発技術研究センター）」等を参考にすると良い。

3.1.10.3 堤防断面拡大

堤体の補強等により断面拡大する場合は、旧堤防部との一体性を確保し、かつ腹付け部分の締め固め密度を十分確保し、雨水による浸食や流水による洗掘、法崩れに対して安全に機能する構造とする。

- (1) 堤防断面を拡大する場合は、降雨時の法面滑りを考慮し、法面勾配は2割以上とし、原則一枚法とする。
- (2) 堤外側に堤防拡大する場合は、必要に応じて計画高水流量に対する河道容量の検証を行うものとする。
- (3) 堤防断面形状は、用地その他の制約条件を考慮し、効果的かつ経済的な設計・施工計画を検討し、場合によっては、図3.1.9-5に示すように堤脚保護工を行い、法勾配を確保するものとする。
- (4) 軟弱地盤地域においては、盛土の施工時に新たな荷重が基礎地盤に作用するため、堤体の安定解析を行い安定性を検討するものとする。
- (5) 堤防断面拡大を行う場合は、既設堤体となじみを良くするため、段切りを行うものとする。
- (6) 法面部等に締固幅及び密度を確保するため、図3.1.10に示すように仕上面¹より1m程度²の範囲（締固機械による最小施工幅を確保）で締固を行い、仕上げ面において、密度管理³を行うものとする。
- (7) 締固については、「3.1.9.2 締め固め」によるものとし、余盛締固部は施工のロット割により切返し、盛り立てる際に、順次流用し、不経済とならないように努めるものとする。
- (8) 法面仕上げは、盛土法面整形（機械による削り取り整形）とする。

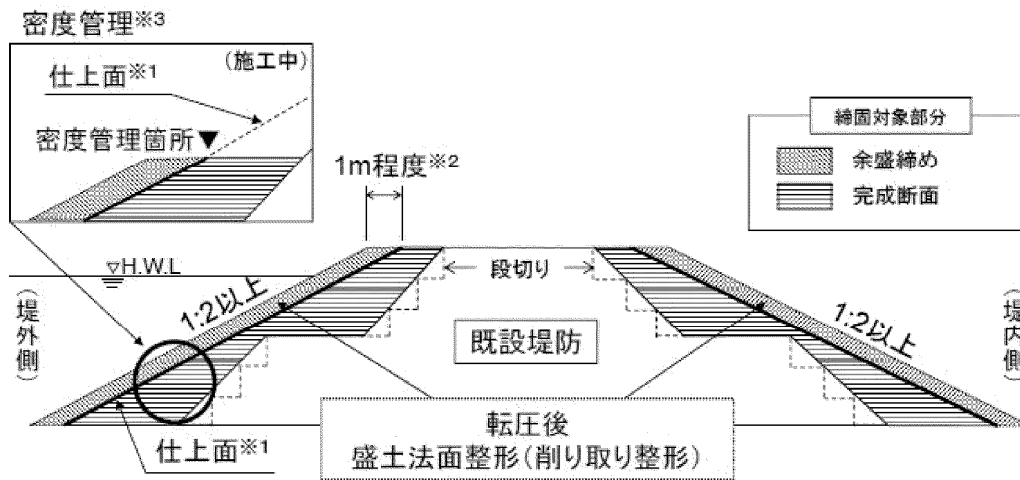


図 3.1.10 堤防断面拡大図

仕上面の施工においては、所定の割合で現場密度を測定し、最後に盛土法面整形（機械による削り取り整形）を行なうこと。

【要領（河川） 河 1-22】

3.1.11 その他

3.1.11.1 シラス地帯の河川堤防設計・施工

シラス地帯における河川堤防の設計・施工については、「シラス地帯の河川・道路土工指針（案）」（要領（共通）参考資料）を参照すること。

【要領（河川） 河 1-34】

3.2 第2節 河道掘削

3.2.1 参考図書の表記

本節で引用する図書の名称については、下表の「略称」欄の表示にて表記することとする。

表 3.2.1 参考図書の表記一覧

| | 基準・指針名 | 発行先 | 制定・改訂 | 略称 |
|---|--|------------|--------|---------|
| 1 | 中小河川に関する河道計画の技術基準；解説 多自然川づくりポイントブック | (公社)日本河川協会 | H23.10 | ポイントブック |

3.2.2 掘削工事

河道掘削は、河道改修計画に基づき十分施工計画を検討して設計する。

河道計画及び浚渫は、河川工事のうちでも重要であり、また効果も大きい。反面掘削土の処理を含めると工事費も極めて大きくなる。従って、設計にあたっては、治水上の基本事項を守ることは勿論であるが、施行計画を検討して、安全かつ経済的に行うことが必要である。

河道掘削は、計画河床より余裕高を確保(例えば低水位まで)し、横断方向にあっては、護岸基礎の根入れが不明な場合は根固工天端幅程度(第3節 護岸 3.3.3.4 根固工 参照)、護岸基礎の根入れが明確な場合は護岸からある程度の余裕幅を確保して実施し、最終年度において河川形態(水衝部等)を考慮し、計画流下断面を確保すること(図3.2.2 参照)。

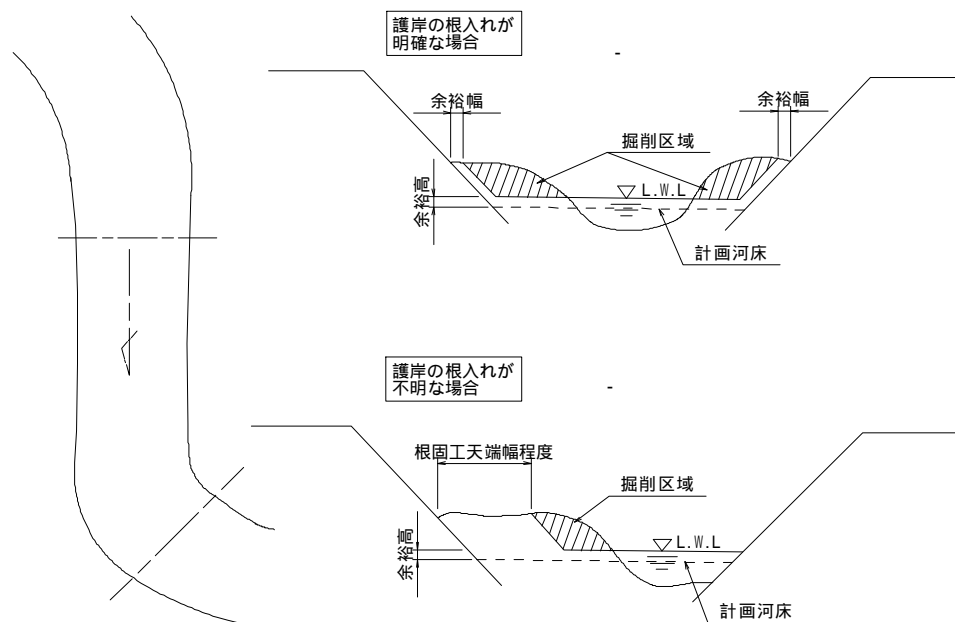


図 3.2.2 河道掘削の概要図

堆積土(中洲, 寄洲)除去工事は、バックホウ掘削積込みを原則とし、人力施工の計上はしない。

掘削・築堤は後年度を含めた土量収支を考えて計画することとし、残土・新土の発生を抑制すること。

なお、中小河川における河道計画については、通知「中小河川に関する河道計画の技術基準について」(国河環第30号、国河域第7号、国河防第174号：H22.8.9 国交省河川局河川環境課長、治水課長、防災課長通知)に河床掘削については概ね以下の事項が示されており、実施に当たっては河川課と協議の上、決定すること。

- (1) 河床掘削の平均的な掘削深は、60 cmを上限とすることを原則とする。
- (2) 掘削深が60cmを越える場合は、中長期的な河道変化等を考慮して検討する。
- (3) 河床部の横断形状が良好な場合には、現況地形を平行移動することを基本とする。
- (4) 掘削により河床材料に大きな変化を生じさせない。
- (5) 河床を構成している礫や巨石等は存置し、河床の現況を大きく変化させない。

【要領(河川) 河1-37~38】

【ポイントブック P.251~258】

3.2.3 旧堤掘削工事

旧堤については、新堤工事竣工後3年間は原則として除去できない。

- (1) 堤防のり面の植生の生育状況、堤防本体の締固めの状況(自然転圧)等を考慮して、新堤工事竣工後3年間は、旧堤除去を行ってはならない。
- (2) 特別な事情で、3年以内に旧堤除去を行う場合は、新堤防の表のりをH.W.Lまでコンクリートブロック張等で覆う必要がある。
- (3) 旧堤掘削計画にあたっては、新規築堤箇所への利用等を考慮した施工計画により実施するものとする。

【要領(河川) 河1-39】

3.3 第3節 護岸

3.3.1 参考図書等の表記

本節で引用する図書等の名称については、下表の「略称」欄の表示にて表記することとする。

表 3.3.1 参考図書等の表記一覧

| | 基準・指針名 | 発行先 | 制定・改訂 | 略称 |
|----|--|--------------------|--------|-----------------|
| 1 | 中小河川に関する河道計画の技術基準；解説 多自然川づくりポイントブック | (公社)日本河川協会 | H23.10 | ポイントブック |
| 2 | 川づくり参考資料 多自然型川づくりの理解のために | 建設省九州地方建設局 河川部 | H9.8 | 川づくり資料 |
| 3 | 災害復旧工事の設計要領 | (社)全国防災協会 | H23.7 | 災害復旧要領 |
| 4 | 美しい山河を守る災害復旧基本方針 | (社)全国防災協会 | H18.6 | 災害復旧方針 |
| 5 | 災害手帳 | (社)全日本建設技術協会 | H23.5 | 災害手帳 |
| 6 | 港湾の施設の技術上の基準・同解説 | (社)日本港湾協会 | H19.7 | 港湾技術基準 |
| 7 | 護岸の力学設計法 | (財)国土技術研究センター | H19.11 | 力学設計法 |
| 8 | 低水護岸の外力評価と水利設計 基本資料 二次案改定版 | 建設省九州地方建設局 河川部 | H9.8 | 外力評価 |
| 9 | 土木構造物標準設計 第2巻 擁壁類 | (社)全日本建設技術協会 | H12.9 | 標準設計(擁壁類) |
| 10 | 鉄線籠型護岸の設計・施工 技術基準(案) | 国土交通省河川局 治水課 | H21.4 | 鉄線籠型護岸 技術基準 |
| 11 | 鉄線籠型多段積護岸工法設計・ 施工技術基準(試行案) | 国土交通省河川局 防災・海岸課 | H10.5 | 鉄線籠型護岸工法 |
| 12 | 道路土工 - 擁壁工指針 | (社)日本道路協会 | H11.3 | 擁壁工指針 |
| 13 | 実務者のための護岸・根固め ブロック選定の手引き(案) | (財)土木研究センター | H22.6 | ブロック選定 手引き |
| 14 | 護岸・水制の計画・設計 | (株)山海堂 | H15.6 | 護岸水制計画設計 |
| 15 | 美しい山河を守る災害復旧基本方針 | (公社)全国防災協会 | H26.6 | 災害復旧方針 (H26) |

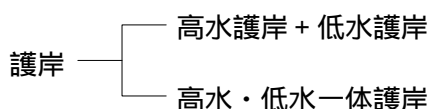
3.3.2 護岸設計の基本

護岸は、水制等の構造物や高水敷と一体となって、計画高水位以下の水位の流水の通常的作用に対して堤防を保護する、あるいは掘込河道にあつては堤内地を安全に防護できる構造とするものとする。

また、水際に位置する護岸は、水際に生物の多様な生息環境であることから、十分に自然環境を考慮した構造とすることを基本として、施工性、経済性等を考慮して設計するものとする。

護岸は、堤防および低水河岸を、洪水時の浸食作用に対して保護することを目的として設置される。

護岸は、のり覆工・基礎工・根固工等で構成される（図3.3.2-1参照）。



* 上記の例としては、下図のようになる。

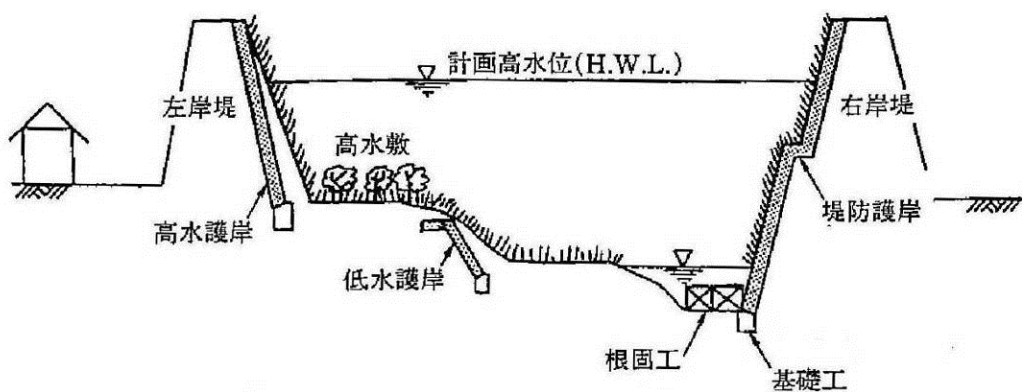


図 3.3.2-1 高水護岸・低水護岸の概要図

護岸の設計条件としては、流体力、土圧等の外力、洪水時の河床変動による周辺地形変化、流砂や礫の衝突による摩耗・破損、流水や降雨の浸透、自然環境、河川利用、施工性、経済性等を考慮する（表3.3.2参照）。

表 3.3.2 護岸の設計条件

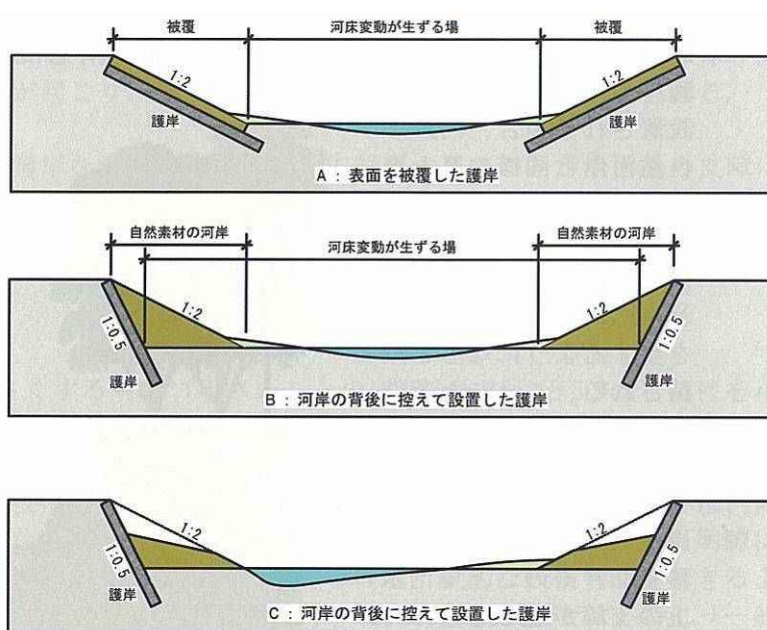
| | |
|--------|--|
| 安全性の設計 | 流水の作用・土圧等の外力，洪水時の河床変動 流砂や礫の衝突等による摩耗・破損・劣化 流水や降雨の浸透による吸い出し等 |
| 機能の設計 | 侵食防止・軽減 河川環境の保全・整備 |
| 合理性の設計 | 経済性，施工性 |

【要領（河川） 河 1-40～42】

なお、中小河川における多自然川づくりにあたり、河岸・水際部の設計は、川の営みにより形成される自然状態の河岸を手本に行う。護岸は、河岸・水際部の設計の一部であり、必要最小限に設置するというスタンスを基本とする。

浸食や堆積等の川の営みにより形成される自然状態の河岸は、流量や河床勾配・河岸材料等の河道特性に合わせ、例えば湾曲部の外岸側の河岸は急勾配となり水際部には淵が形成され、内岸側の河岸は緩勾配となり水際部には砂州が形成されるなど、のり勾配や形状が多様に変化する。このため河岸・水際部の設計を行う際には、定規断面が連続する単調な川づくりを行うのではなく、川の営みにより形成される自然状態の河岸の特徴を踏まえ、縦断的・横断的に自然な変化を持つように行うことを基本とする。

河岸設計・水際設計にあたっては、治水機能の確保に加え、河岸・水際部が本来有する河川景観及び自然環境面での機能が十分発揮されるよう行うものとする。このとき、護岸は、河岸・水際部の設計の一部であり、護岸による河岸防護は治水上の観点から必要な場合に限り活用していくというスタンスを基本とする。



- A: 従来は、護岸表面に被覆して河岸を緑化する方法が多くとられてきた。河岸が護岸でほぼ固定されるため、流水の作用による変化が抑制され、画一的な断面が連続する。
- B: 護岸を河岸の背後に控えて立てて設置し、護岸の前面に自然な河岸を形成する方法。流水の作用による変化を許容できる領域が増える。
- C: 護岸前面の河岸形状に変化を持たせた設計例。護岸前面の河岸は、安定性を考慮しつつ、河道の平面形やみお筋にあわせて河岸を設計し、画一的な断面にならないよう工夫する。

図 3.3.2-2 護岸と河岸の区別

護岸は、河岸・水際部の計画・設計を行う際の手段の一つであり、治水上の観点から河岸防護が必要な場合に限り適切に活用していくというスタンスが基本となる。護岸は、治水上の安全性を確保しながら、想定される河川環境への影響を緩和するように必要な機能を確保する。

護岸の設計の際に、環境上確保すべき機能についての考え方は以下のとおりである。

護岸は、のり肩・水際部に植生を持つことを原則とし、直接人の目に触れる部分を極力小さくすることが望ましい。なお、その護岸自体が川らしい景観を創出する場合は、その限りではない。

護岸は、周囲の景観と調和するとともに、水際及び背後地を重要な生息空間とする生物が分布している場合は、生息・生育空間・移動経路としての機能を持つことが望ましい。

- a 護岸は、周囲の景観と調和について以下の機能を持つことが望ましい。
- ・護岸の素材が周囲と調和した明度、彩度、テクスチャーを有していること。
 - ・護岸のり肩、護岸の水際線等の境界の処理は目立たず周囲と調和していること。
- b 護岸は、生息・生育空間・移動経路として以下の機能を持つことが望ましい。
- ・生物の生息・生育場所や植生基盤となりうる空隙を持つこと。なお、空隙の確保を優先するあまり、景観上不自然なものとならないよう配慮すること。
 - ・生物の生息・生育に適した湿潤状態ののり面を確保するため、透水性・保水性を持つこと。

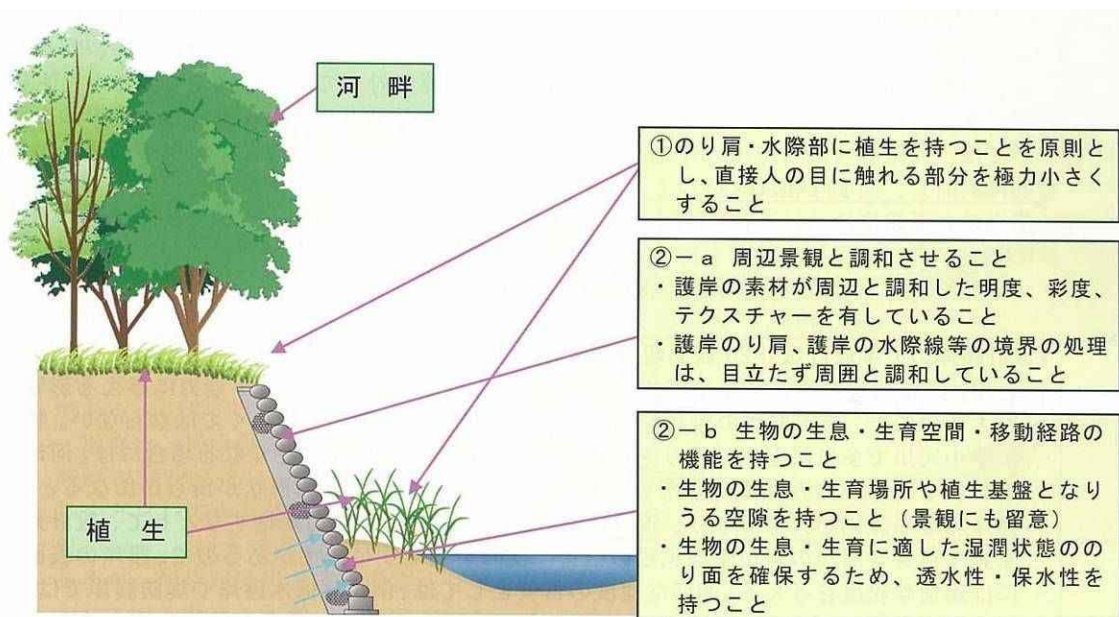


図 3.3.2-3 護岸が確保すべき機能

【ポイントブック P.102～103】

護岸工の設計の手順は概ね，図 3.3.2-4 のとおりとする。

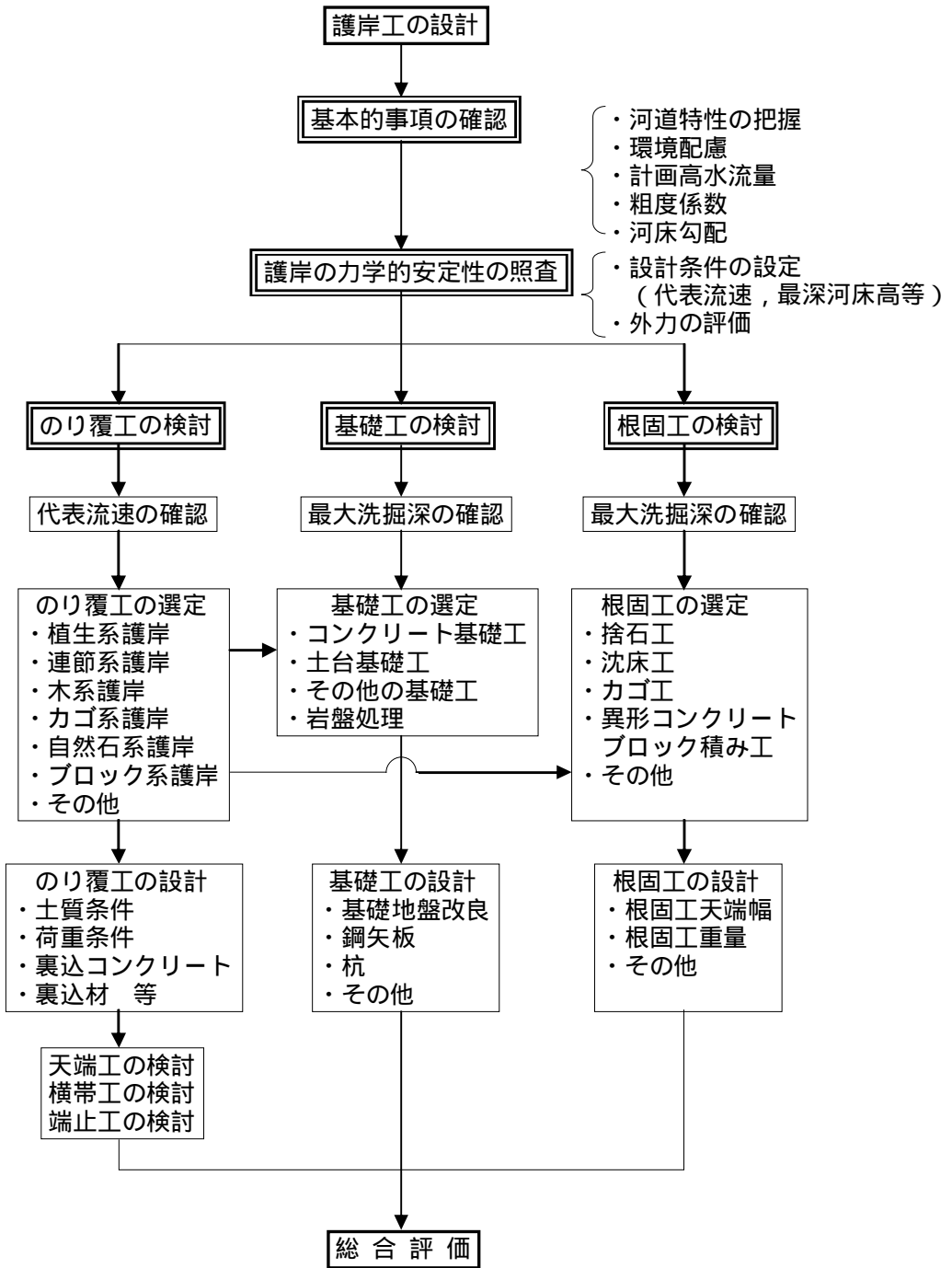


図 3.3.2-4 護岸工の設計手順

3.3.3 護岸の構造

3.3.3.1 のり覆工

護岸ののり覆工，河道特性，河川環境等を考慮して，流水・流木の作用，土圧等に対して安全な構造となるように設計するものとする。

のり覆工の構造（工種）は，多種多様であり，数々の文献にまとめられているが，工種の選定や設計に関しては，「河道特性」や「作用する流速」，「河川環境」等を考慮する。

のり覆工は，原則として河川断面（通水断面）の外側に配置するものとする。（図3.3.3-3 参照）

設計にあたっては，前述の外力等に対して安全に設計するのはもちろんのことだが，基本知識として一般に用いられる施工例（構造）としては図3.3.3-2に示すものがある。

なお，工法や設計については現在種々の新工法・設計法があるため，これらも参考にすること。

また，護岸には残留水圧が作用しないよう，必要に応じて裏込材を設置する必要がある。

ただし，裏込土砂が砂礫質で透水性が高い場合には必ずしも裏込材を設置する必要はない。

護岸には一般に水抜きは設けないが，掘込河道等で残留水圧が大きくなる場合や護岸背面の地下水位が高い場合には，必要に応じて水抜きを設けるものとする。

水抜きは管径50mm程度の管を2㎡あたり1本程度設ける。水抜きの設置高さは原則として平水位から想定される残留水位（直高の2/3程度）及び地下水位の範囲とする。

また，堤体材料等の微粒子が吸い込まれないよう，水抜き管の背面に吸出し防止材を設置するものとする。

護岸背後の残留水が抜ける際，あるいは高速流の流水がのり覆工に作用する際に，のり覆工の空隙等から背面土砂が吸い出されるのを防ぐために吸出し防止材を設置する。

また，吸出し防止材は練積み護岸において裏込材への細粒分の流入を防止したり，施工性を考慮して設置される場合もある。

のり覆工には必要に応じて次の付属工を設けるものとする。

- ・ 横帯工（小口止工）：のり覆工の延長方向の一定区間ごとに設け，護岸の変位・破損が他に波及しないように絶縁する。
- ・ 端止め工：のり覆工の上下流に施工して，護岸を保護する。

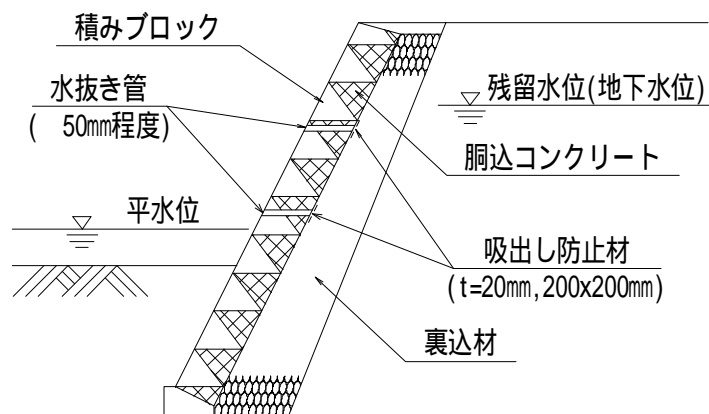


図 3.3.3-1 裏込め材と水抜き管の設置例

【要領（河川） 河 1-42～43】

【要領（道路） 道 1-142】

【力学設計法 P.95】

(1) のり覆工の種類

法覆工の種類を選定にあたっては、周辺環境や生態系及び河川の特長等を充分考慮し、現地状況に適した多様性のある工法を選定するものとする。

法覆工の種類の代表的なものは次のとおりであるが、この他にも多種多様な工法があり、選定にあたっては当該地区の河川特性や周辺の自然景観、環境及び河川の生態系に配慮し選定するものとする。のり覆工の種類と特徴を表 3.3.3-1、3.3.3-2 に示す。

また、護岸工法と設計流速の関係表を表 3.3.3-3、3.3.3-4 に示す。

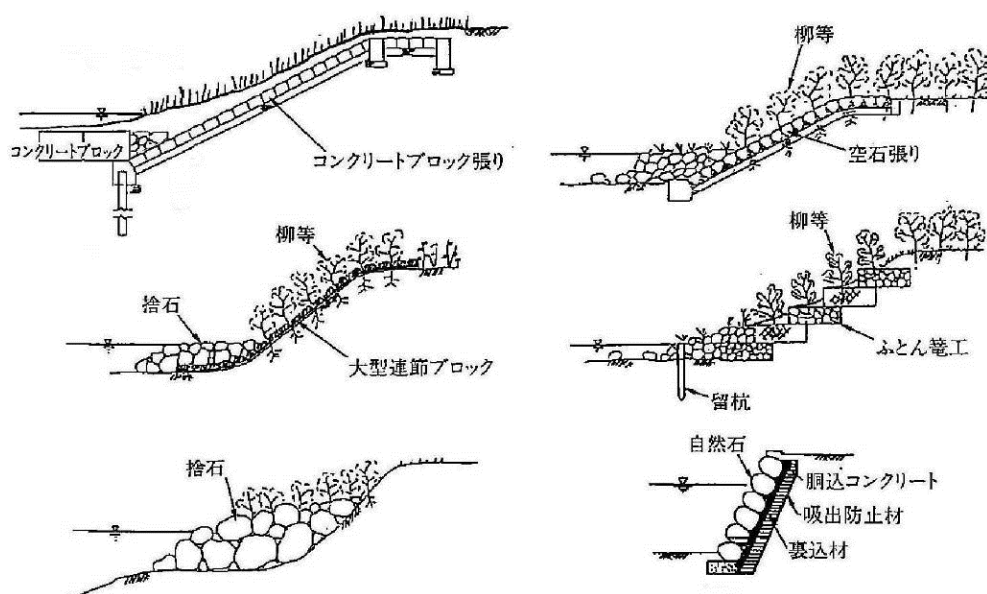


図 3.3.3-2 のり覆工の工種の例

【要領（河川） 河 1-44～45】

【川づくり資料 P.32～37】

【災害復旧要領 P.873～874】

【災害復旧方針 P.36,38】

【災害復旧方針(H26) P.68～】

表 3.3.3-1(1) 護岸工法（法覆工）の種類と特徴
 護岸の法勾配が 1 : 1.5 より急な場合に適用する工法例
 （他工法等の施工実績を踏まえ、今後見直していくものとする。）

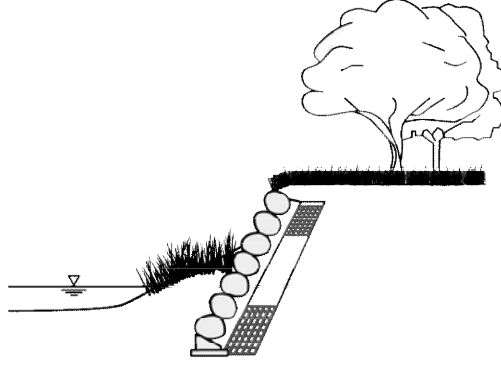
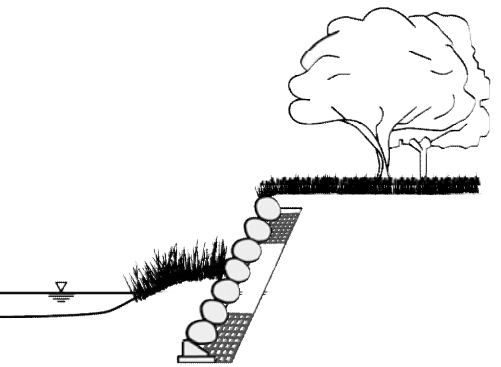
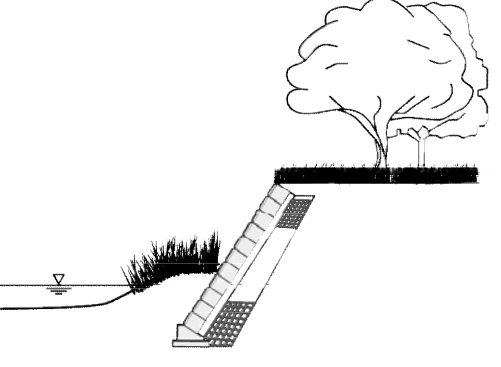
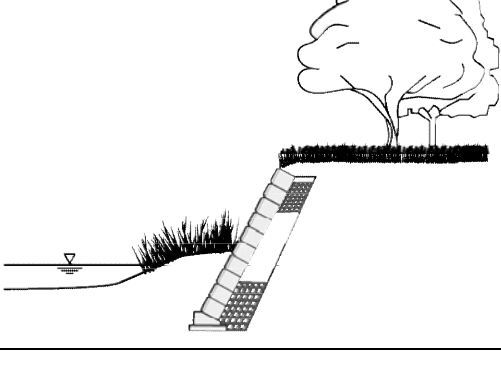
| 復旧工法例 | 工法の概要図 | 工法の特徴 |
|---------|---|---|
| 石系 | 自然石（練積）  | <ul style="list-style-type: none"> 野面石, 間知石, 雑割石, 割石などを積み重ね, 石のかみ合わせによるせん断抵抗を増し, さらに胴込コンクリート等により石材相互の一体化を図った構造である。 自重により急勾配ののり面を保持する工法である。 現地石材の使用により, 周辺景観に馴染みやすくなる。 深目地構造にすることで, 空隙を持たせることができる。 石材を選べば, 生物の移動経路に適したのり面の粗度も持たせることができる。 |
| | 自然石（空積）  | <ul style="list-style-type: none"> 野面石, 間知石, 雑割石, 割石などを積み重ね, 石のかみ合わせにより石材間のせん断抵抗を増した構造である。 自重により急勾配ののり面を保持する工法である。 現地石材の使用により, 周辺景観に馴染みやすくなる。 適度な空隙を持たせることができる。 適切な中込め材を用いれば, 透水性を持たせることができる。 石材を選べば, 生物の移動経路に適したのり面の粗度も持たせることができる。 |
| コンクリート系 | コンクリートブロック（練積）  | <ul style="list-style-type: none"> コンクリートブロックを積み重ね, 胴込コンクリート等によりブロック相互の一体化を図った構造である。 自重により急勾配ののり面を保持する工法である。 多種多様なものがあるので, 景観性能や自然環境性能をきちんと評価する必要がある。 構造によっては景観や自然環境に配慮できる。 |
| | コンクリートブロック（空積）  | <ul style="list-style-type: none"> コンクリートブロックを積み重ね, ブロックの突起や中込材, 連結金具等によりブロック間のせん断抵抗を増した構造である。 自重により急勾配ののり面を保持する工法である。 多種多様なものがあるので, 景観性能や自然環境性能をきちんと評価する必要がある。 構造によっては景観や自然環境に配慮できる。 透水性を持たせることができる。 |

表 3.3.3-1(2) 護岸工法（法覆工）の種類と特徴
 護岸の法勾配が 1：1.5 より急な場合に適用する工法例
 （他工法等の施工実績を踏まえ、今後見直していくものとする。）

| 留意事項 | | | | | | | 工法の特徴 | 工法の特徴 |
|------|----|----|---|------|----|----|---|--|
| 景観 | | | | 自然環境 | | | | |
| 天端 | 法面 | 水際 | 他 | 空隙 | 湿潤 | 移動 | 設計段階 | 施工段階 |
| | | | | | | | <ul style="list-style-type: none"> ・ 護岸のり肩，水際部に植生を持たせる。 ・ 河畔林の保全・配置に努める。 ・ 壁高が高い場合，護岸を分節する。 ・ 現況が良好な状況の河川では，現況と同程度の粗度係数に設定する。 ・ 適切な大きさ，種類の石材を選定し，石材に合せた適切な積み方を用いる。 ・ 天端部は美しく仕上げる。 ・ 小口止めを目立たせない。 (水際及び背後地の自然環境が良好な場合，下記にも留意する) ・ 植生基盤となりうる空隙を持たせる。 ・ 湿潤状態ののり面を確保するために透水性・保水性を持たせる。 ・ 生物の移動経路を確保する。 | <ul style="list-style-type: none"> ・ 水際部の捨石，寄せ土(寄せ石)には現地発生材をできる限り用いる。ただし，過度の採取は避ける。 ・ 良好な淵，河畔林などが存在する場合，できる限り保全するように努める。 ・ 使用する石材は現地の材料をできる限り用いる。ただし，過度の採取は避ける。 ・ 望ましくない積み方による施工は避ける。 ・ 伸縮目地部や隅角部も美しく仕上げる。 ・ 小口止めや天端部を美しく仕上げる。 ・ 水抜きパイプを設置する場合，極力目立たせないように工夫する。 |
| | | | | | | | <ul style="list-style-type: none"> ・ 護岸のり肩，水際部に植生を持たせる。 ・ 河畔林の保全・配置に努める。 ・ 壁高が高い場合，護岸を分節する。 ・ 現況が良好な状況の河川では，現況と同程度の粗度係数に設定する。 ・ 護岸が露出する場合，護岸の明度は 6 以下を目安とする。 ・ 護岸が露出する場合，護岸の彩度は 0，もしくは周囲の景観と調和させる。 ・ 護岸が露出する場合，護岸の素材に適度なテクスチャーを持たせる。 ・ 護岸が露出する場合，景観パターンを周囲の景観と調和させる。 ・ 護岸が露出する場合，周囲の景観と調和する護岸の素材の大きさとする。 ・ 天端部を目立たせない。 ・ 小口止めを目立たせない。 (水際及び背後地の自然環境が良好な場合，下記にも留意する) ・ 植生基盤となりうる空隙を持たせる。 ・ 湿潤状態ののり面を確保するために透水性・保水性を持たせる。 ・ 生物の移動経路を確保する。 | <ul style="list-style-type: none"> ・ 水際部の捨石，寄せ土(寄せ石)には現地発生材をできる限り用いる。ただし，過度の採取は避ける。 ・ 良好な淵，河畔林などが存在する場合，できる限り保全するように努める。 ・ 小口止めや天端部が目立たないように工夫する。 ・ 水抜きパイプを設置する場合，極力目立たせないように工夫する。 |

表 3.3.3-1(3) 護岸工法（法覆工）の種類と特徴
 護岸の法勾配が 1 : 1.5 より急な場合に適用する工法例
 （他工法等の施工実績を踏まえ、今後見直していくものとする。）

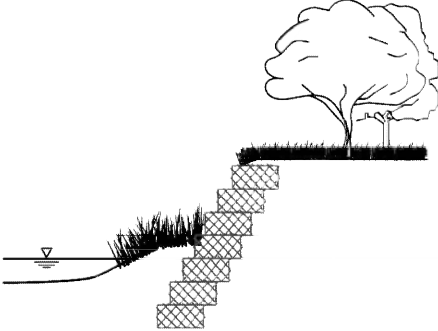
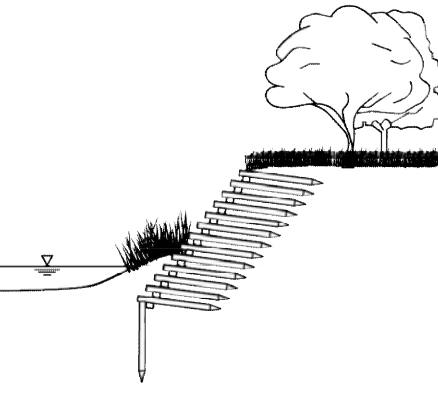
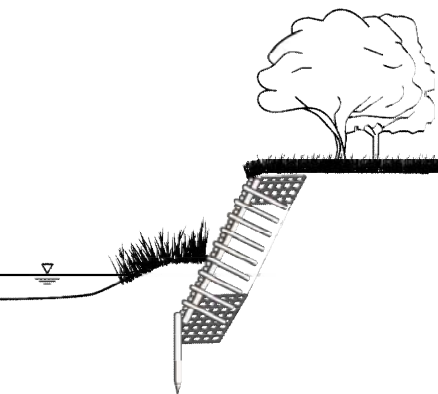
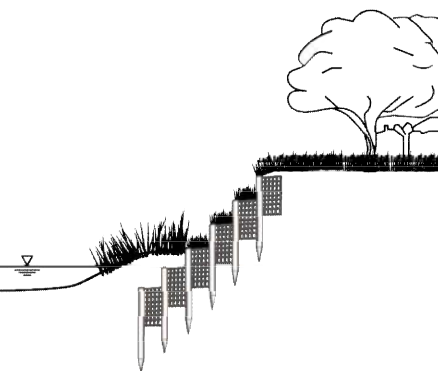
| 復旧 工法例 | 工法の概要図 | 工法の特徴 |
|----------------|---|---|
| かこ系 かこ（多段積） |  | <ul style="list-style-type: none"> ・ 鉄線で編んだ籠をのり面に設置し、籠の中に石を詰め、その上から蓋籠を被せた構造である。 ・ 自重により急勾配ののり面を保持する工法である。 ・ 空隙を持たせることができる。 ・ 透水性を持たせることができる。 ・ 転石が少ない河川や堤内地盤より低い河岸保護に用いる。 ・ 輪荷重がかかる箇所や有堤部での適用は控える。 |
| 丸太格子 |  | <ul style="list-style-type: none"> ・ 丸太をのり面に打ち込み、格子状に組み上げた構造である。 ・ 丸太と土塊を一体化して河岸浸食の防止を図る工法である。 ・ 木材の使用により、周辺景観に馴染みやすくなる。 ・ 空隙を持たせることができる。 ・ 透水性・保水性を持たせることができる。 ・ 転石が少ない河川や堤内地盤より低い河岸保護に用いる。 ・ 輪荷重がかかる箇所での適用は控える。 ・ 木材の腐朽対策を行う必要がある。 |
| 木系 木製ブロック |  | <ul style="list-style-type: none"> ・ ブロック化した丸太格子を積み重ねて中詰め材を充填した構造である。 ・ 丸太と土塊を一体化して河岸浸食の防止を図る工法である。 ・ 木材の使用により、周辺景観に馴染みやすくなる。 ・ 空隙を持たせることができる。 ・ 透水性を持たせることができる。 ・ 転石が少ない河川や堤内地盤より低い河岸保護に用いる。 ・ 輪荷重がかかる箇所での適用は控える。 ・ 木材の腐朽対策を行う必要がある。 |
| 杭柵 |  | <ul style="list-style-type: none"> ・ 木杭をのり面に打ち込んで柵をつくり、詰石した構造である。 ・ 木杭と詰石を組合わせて河岸を保護する工法である。 ・ 木材の使用により、周辺景観に馴染みやすくなる。 ・ 空隙を持たせることができる。 ・ 透水性を持たせることができる。 ・ 転石が少ない河川や堤内地盤より低い河岸保護に用いる。 ・ 輪荷重がかかる箇所での適用は控える。 ・ 木材の腐朽対策を行う必要がある。 |

表 3.3.3-1(4) 護岸工法（法覆工）の種類と特徴
 護岸の法勾配が 1：1.5 より急な場合に適用する工法例
 （他工法等の施工実績を踏まえ、今後見直していくものとする。）

| 留意事項 | | | | | | | 工法の特徴 | 工法の特徴 |
|------|----|----|---|------|----|----|--|--|
| 景観 | | | | 自然環境 | | | | |
| 天端 | 法面 | 水際 | 他 | 空隙 | 湿潤 | 移動 | 設計段階 | 施工段階 |
| | | | | | | | <ul style="list-style-type: none"> ・ 護岸のり肩，水際部に植生を持たせる。 ・ 河畔林の保全・配置を検討する。 ・ 壁高が高い場合，護岸を分節する。 <p>（水際及び背後地の自然環境が良好な場合，下記にも留意する）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 植生基盤となりうる空隙を持たせる。 ・ 湿潤状態ののり面を確保するために透水性・保水性を持たせる。 ・ 生物の移動経路を確保する。 ・ 現地の残土や土砂等を利用して植生の回復を図る場合，土砂の流出を防ぐため吸出し防止材等を設置する。 | <ul style="list-style-type: none"> ・ 中詰めに使用する石材や水際部の捨石，寄せ土（寄せ石）には現地の材料をできる限り用いる。ただし，過度の採取は避ける。 ・ 良好な淵，河畔林などが存在する場合，できる限り保全するように努める。 |
| | | | | | | | <ul style="list-style-type: none"> ・ 護岸のり肩，水際部に植生を持たせる。 ・ 河畔林の保全・配置に努める。 <p>（水際及び背後地の自然環境が良好な場合，下記にも留意する）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 植生基盤となりうる空隙を持たせる。 ・ 湿潤状態ののり面を確保するために透水性・保水性を持たせる。 ・ 生物の移動経路を確保する。 ・ 現地の残土や土砂等を利用して植生の回復を図る場合，水極め等による空隙の充填を行い，土砂の流出を防ぐため吸出し防止材等を設置する。 | <ul style="list-style-type: none"> ・ 水際部の捨石，寄せ土（寄せ石）には現地の材料をできる限り用いる。ただし，過度の採取は避ける。 ・ 良好な淵，河畔林などが存在する場合，できる限り保全するように努める。 ・ 地元の間伐材を積極的に使用する。 |

表 3.3.3-2(1) 護岸工法（法覆工）の種類と特徴
 護岸の法勾配が 1 : 1.5 より緩やかな場合に適用する工法例
 （他工法等の施工実績を踏まえ、今後見直していくものとする。）

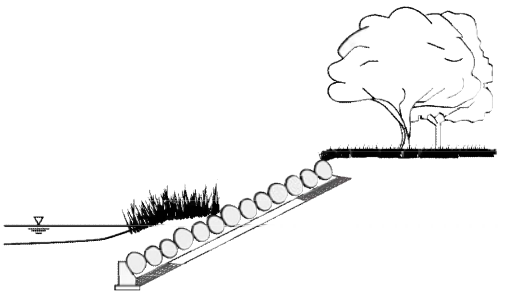
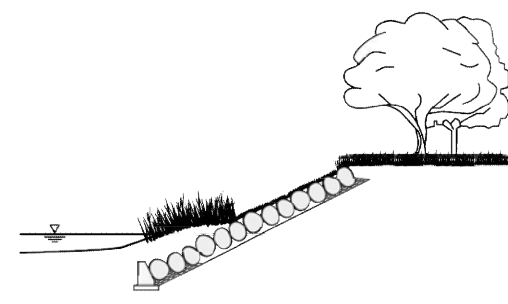
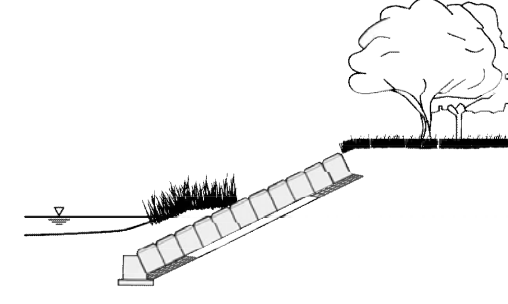
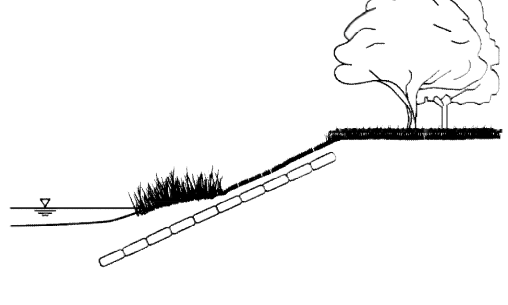
| 復旧工法例 | 工法の概要図 | 工法の特徴 |
|---------|--|--|
| 石系 | 自然石（練張）  | <ul style="list-style-type: none"> 野面石，間知石，雑割石，割石などをのり面に張り，石のかみ合せによりせん断抵抗を増し，さらに胴込コンクリート等により石材相互の一体化を図った構造である。 流耐力による掃流力に対して自重で抵抗し，緩勾配ののり面を浸食から保護する工法である。 現地石材の使用により，周辺景観に馴染みやすくなる。 深目地構造にすることで，空隙を持たせることができる。 石材を選べば，生物の移動経路に適したのり面の粗度も持たせることができる。 |
| | 自然石（空張）  | <ul style="list-style-type: none"> 野面石，間知石，雑割石，割石などをのり面に張り，石のかみ合わせ等により石材間のせん断抵抗を増した構造である。 流耐力による掃流力に対して自重で抵抗し，緩勾配ののり面を浸食から保護する工法である。 現地石材の使用により，周辺景観に馴染みやすくなる。 適度な空隙を持たせることができる。 適切な中込め材を用いれば，透水性を持たせることができる。 石材を選べば，生物の移動経路に適したのり面の粗度も持たせることができる。 |
| コンクリート系 | コンクリートブロック張  | <ul style="list-style-type: none"> コンクリートブロックをのり面に張り，連結金具や胴込コンクリート等によりブロック相互の一体化を図った構造である。 流体力による滑動やめくれに対して自重で抵抗し，緩勾配ののり面を浸食から保護する工法である。 多種多様なものがあるので，景観性能や自然環境性能をきちんと評価する必要がある。 構造によっては景観や自然環境に配慮できる。 |
| | 連節ブロック  | <ul style="list-style-type: none"> コンクリートブロックをのり面に張り，連結線等によりブロック相互の一体化を図った構造である。 流体力による滑動やめくれに対して自重で抵抗し，緩勾配ののり面を浸食から保護する工法である。 多種多様なものがあるので，景観性能や自然環境性能をきちんと評価する必要がある。 構造によっては景観や自然環境に配慮できる。 透水性を持たせることができる。 |

表 3.3.3-2(2) 護岸工法（法覆工）の種類と特徴
 護岸の法勾配が 1：1.5 より緩やかな場合に適用する工法例
 （他工法等の施工実績を踏まえ、今後見直ししていくものとする。）

| 留意事項 | | | | | | | 工法の特徴 | 工法の特徴 |
|------|----|----|---|------|----|----|---|--|
| 景観 | | | | 自然環境 | | | | |
| 天端 | 法面 | 水際 | 他 | 空隙 | 湿潤 | 移動 | 設計段階 | 施工段階 |
| | | | | | | | <ul style="list-style-type: none"> ・ 護岸のり肩，水際部に植生を持たせる。 ・ 河畔林の保全・配置に努める。 ・ 法長が長い場合，護岸を分節する。 ・ 現況が良好な状況の河川では，現況と同程度の粗度係数に設定する。 ・ 適切な大きさ，種類の石材を選定し，石材に合せた適切な積み方を用いる。 ・ 天端部は美しく仕上げる。 ・ 小口止めを目立たせない。 (水際及び背後地の自然環境が良好な場合，下記にも留意する) ・ 植生基盤となりうる空隙を持たせる。 ・ 湿潤状態ののり面を確保するために透水性・保水性を持たせる。 ・ 生物の移動経路を確保する。 | <ul style="list-style-type: none"> ・ 水際部の捨石，寄せ土(寄せ石)には現地発生材をできる限り用いる。ただし，過度の採取は避ける。 ・ 良好な淵，河畔林などが存在する場合，できる限り保全するように努める。 ・ 使用する石材は現地の材料をできる限り用いる。ただし，過度の採取は避ける。 ・ 石材に合せた適切な張り方により施工する。 ・ 望ましくない張り方による施工は避ける。 ・ 伸縮目地部や隅角部も美しく仕上げる。 ・ 小口止めや天端部を美しく仕上げる。 ・ 水抜きパイプを設置する場合，極力目立たせないように工夫する。 |
| | | | | | | | <ul style="list-style-type: none"> ・ 護岸のり肩，水際部に植生を持たせる。 ・ 河畔林の保全・配置に努める。 ・ 法長が長い場合，護岸を分節する。 ・ 現況が良好な状況の河川では，現況と同程度の粗度係数に設定する。 ・ 護岸が露出する場合，護岸の明度は 6 以下を目安とする。 ・ 護岸が露出する場合，護岸の彩度は 0，もしくは周囲の景観と調和させる。 ・ 護岸が露出する場合，護岸の素材に適度なテクスチャーを持たせる。 ・ 護岸が露出する場合，景観パターンを周囲の景観と調和させる。 ・ 護岸が露出する場合，周囲の景観と調和する護岸の素材の大きさとする。 ・ 天端部を目立たせない。 ・ 小口止めを目立たせない。 (水際及び背後地の自然環境が良好な場合，下記にも留意する) ・ 植生基盤となりうる空隙を持たせる。 ・ 湿潤状態ののり面を確保するために透水性・保水性を持たせる。 ・ 生物の移動経路を確保する。 | <ul style="list-style-type: none"> ・ 水際部の捨石，寄せ土(寄せ石)には現地発生材をできる限り用いる。ただし，過度の採取は避ける。 ・ 良好な淵，河畔林などが存在する場合，できる限り保全するように努める。 ・ 小口止めや天端部が目立たないように工夫する。 ・ 水抜きパイプを設置する場合，極力目立たせないように工夫する。 |

表 3.3.3-2(3) 護岸工法（法覆工）の種類と特徴
 護岸の法勾配が 1 : 1.5 より緩やかな場合に適用する工法例
 （他工法等の施工実績を踏まえ、今後見直していくものとする。）

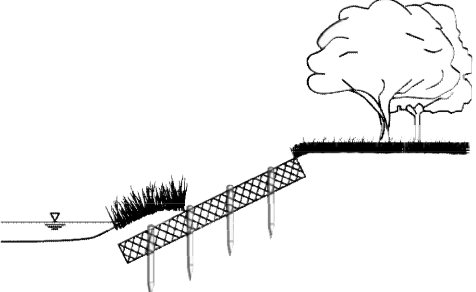
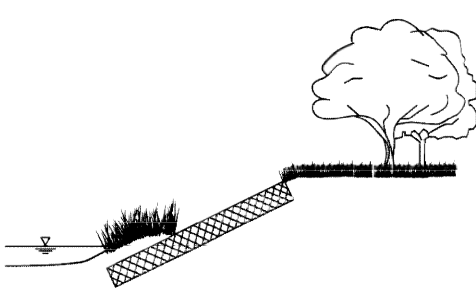
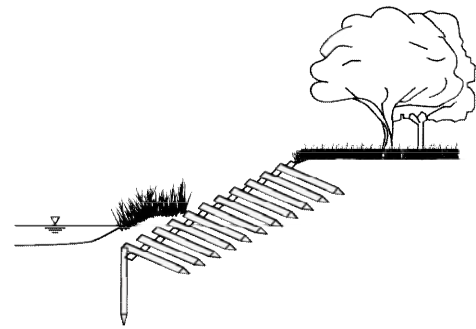
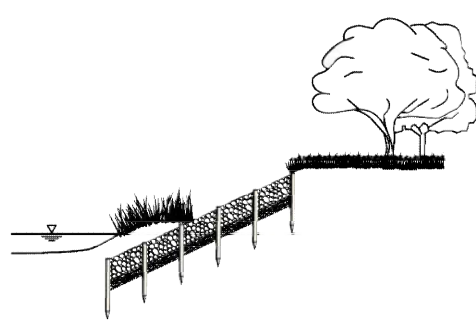
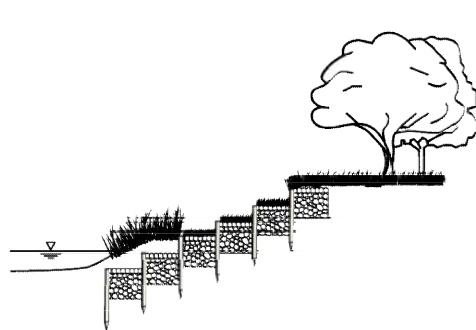
| 復旧工法例 | 工法の概要図 | 工法の特徴 |
|-------|---|--|
| かご系 |  | <ul style="list-style-type: none"> 鉄線で編んだ円筒形の籠の中に石を詰め、杭を打ち込んでのり面に固定した構造である。 掃流力に対して中詰め材（石材等）の自重で抵抗し、緩勾配ののり面を浸食から保護する工法である。 空隙を持たせることができる。 透水性を持たせることができる。 転石が少ない河川や堤内地盤より低い河岸保護に用いる。 |
| |  | <ul style="list-style-type: none"> 鉄線で編んだ籠をのり面に設置し、籠の中に石を詰め、その上から蓋籠を被せた構造である。 掃流力に対して中詰め材（石材等）の自重で抵抗し、緩勾配ののり面を浸食から保護する工法である。 空隙を持たせることができる。 透水性を持たせることができる。 転石が少ない河川や堤内地盤より低い河岸保護に用いる。 |
| 木系 |  | <ul style="list-style-type: none"> 丸太をのり面に打ち込み、格子状に組み上げた構造である。 丸太と土塊を一体化して河岸浸食の防止を図る工法である。 木材の使用により、周辺景観に馴染みやすくなる。 空隙を持たせることができる。 透水性・保水性を持たせることができる。 転石が少ない河川や堤内地盤より低い河岸保護に用いる。 木材の腐朽対策を行う必要がある。 |
| |  | <ul style="list-style-type: none"> のり面に打ち込んだ杭に粗朶を絡めて法枠を形成し、栗石等を充填した構造である。 掃流力に対して中詰め材（石材等）の自重で抵抗し、緩勾配ののり面を浸食から保護する工法である。 木材の使用により、周辺景観に馴染みやすくなる。 空隙を持たせることができる。 透水性を持たせることができる。 転石が少ない河川や堤内地盤より低い河岸保護に用いる。 木材の腐朽対策を行う必要がある。 |
| |  | <ul style="list-style-type: none"> 木杭をのり面に打ち込んで柵をつくり、詰石した構造である。 木杭と詰石を組合わせて河岸を保護する工法である。 木材の使用により、周辺景観に馴染みやすくなる。 空隙を持たせることができる。 透水性を持たせることができる。 転石が少ない河川や堤内地盤より低い河岸保護に用いる。 木材の腐朽対策を行う必要がある。 |

表 3.3.3-2(4) 護岸工法（法覆工）の種類と特徴
 護岸の法勾配が 1 : 1.5 より緩やか場合に適用する工法例
 （他工法等の施工実績を踏まえ、今後見直していくものとする。）

| 留意事項 | | | | | | | 工法の特徴 | 工法の特徴 |
|------|----|----|---|------|----|----|---|--|
| 景観 | | | | 自然環境 | | | | |
| 天端 | 法面 | 水際 | 他 | 空隙 | 湿潤 | 移動 | 設計段階 | 施工段階 |
| | | | | | | | <ul style="list-style-type: none"> ・ 護岸のり肩，水際部に植生を持たせる。 ・ 河畔林の保全・配置に努める。 ・ 法長が長い場合，護岸を分節する。 <p>（水際及び背後地の自然環境が良好な場合，下記にも留意する）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 植生基盤となりうる空隙を持たせる。 ・ 湿潤状態ののり面を確保するために透水性・保水性を持たせる。 ・ 生物の移動経路を確保する。 ・ 現地の残土や土砂等を利用して植生の回復を図る場合，水極め等による空隙の充填を行い，土砂の流出を防ぐため吸出し防止材等を設置する。 | <ul style="list-style-type: none"> ・ 中詰めに使用する石材や水際部の捨石，寄せ土（寄せ石）には現地発生材をできる限り用いる。 ・ ただし，過度の採取は避ける。 ・ 良好な淵，河畔林などが存在する場合，できる限り保全するように努める。 |
| | | | | | | | <ul style="list-style-type: none"> ・ 護岸のり肩，水際部に植生を持たせる。 ・ 法肩が長い場合，護岸を分節する。 <p>（水際及び背後地の自然環境が良好な場合，下記にも留意する）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 植生基盤となりうる空隙を持たせる。 ・ 湿潤状態ののり面を確保するために透水性・保水性を持たせる。 ・ 生物の移動経路を確保する。 ・ 現地の残土や土砂等を利用して植生の回復を図る場合，水極め等による空隙の充填を行い，土砂の流出を防ぐため吸出し防止材等を設置する。 | <ul style="list-style-type: none"> ・ 水際部の捨石，寄せ土（寄せ石）には現地発生材をできる限り用いる。 ・ ただし，過度の採取は避ける。 ・ 良好な淵，河畔林などが存在する場合，できる限り保全するように努める。 ・ 地元の間伐材を積極的に使用する。 |

表 3.3.3-2(5) 護岸工法（法覆工）の種類と特徴
 護岸の法勾配が 1 : 1.5 より緩やかな場合に適用する工法例
 （他工法等の施工実績を踏まえ、今後見直していくものとする。）

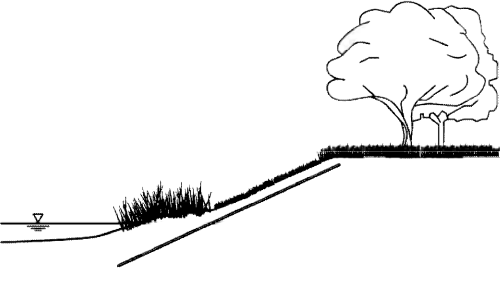
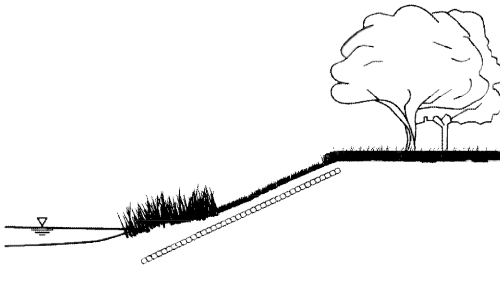
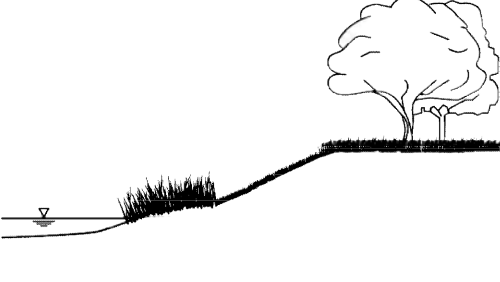
| 復旧 工法例 | 工法の概要図 | 工法の特徴 |
|-----------|---|--|
| シート系 |  | <ul style="list-style-type: none"> ・ ジオテキスタイルをのり面に敷き、覆土した構造である。 ・ のり面の植物の根がジオテキスタイルを貫通し、地盤に活着することで補強効果を得る工法である。 ・ 植生回復により、景観や自然環境に配慮できる。 ・ 転石が少ない河川や水衝部以外の箇所に用いる。 ・ アンカーピン等により端部のめくれ対策およびのり面のすべり対策を施す。 |
| |  | <ul style="list-style-type: none"> ・ 多数の小型ブロックを接着・固定化したシートをのり面に敷き、覆土した構造である。 ・ 流体力による滑動やめくれに対して自重で抵抗し、緩勾配ののり面を浸食から保護する工法である。 ・ 植生回復により、景観や自然環境に配慮できる。 ・ 転石が少ない河川や水衝部以外の箇所に用いる。 ・ アンカーピン等により端部のめくれ対策およびのり面のすべり対策を施す。 |
| 植生系 |  | <ul style="list-style-type: none"> ・ のり面に芝を張り付けた構造である。 ・ 芝の根がのり面に活着することでのり面の耐侵食性を早期に確保する工法である。 ・ 芝の生育により、景観や自然環境に配慮できる。 ・ 張芝は平水位では浸水しない箇所で、確実に根が活着するまで流水にさらされない部分に施工する。 ・ 植生の管理レベルで差が生じるため、根が活着するまで十分な養生が必要である。 |

表 3.3.3-2(6) 護岸工法（法覆工）の種類と特徴
 護岸の法勾配が 1 : 1.5 より緩やか場合に適用する工法例
 （他工法等の施工実績を踏まえ、今後見直していくものとする。）

| 留意事項 | | | | | | | 工法の特徴 | 工法の特徴 |
|------|----|----|---|------|----|----|--|--|
| 景観 | | | | 自然環境 | | | | |
| 天端 | 法面 | 水際 | 他 | 空隙 | 湿潤 | 移動 | 設計段階 | 施工段階 |
| | | | | | | | <ul style="list-style-type: none"> ・ 護岸のり肩，水際部に植生を持たせる。 ・ 河畔林の保全・配置に努める。 ・ 法長が長い場合，護岸を分節する。 覆土が流出する可能性がある場合は，コンクリート系の留意事項を参照する。 | <ul style="list-style-type: none"> ・ 水際部の捨石，寄せ土(寄せ石)には現地発生材をできる限り用いる。ただし，過度の採取は避ける。 ・ 良好な淵，河畔林などが存在する場合，できる限り保全するように努める。 |
| | | | | | | | <ul style="list-style-type: none"> ・ 護岸のり肩，水際部に植生を持たせる。 ・ 河畔林の保全・配置に努める。 | <ul style="list-style-type: none"> ・ 水際部の捨石，寄せ土(寄せ石)には現地発生材をできる限り用いる。ただし，過度の採取は避ける。 ・ 良好な淵，河畔林などが存在する場合，できる限り保全するように努める。 ・ 地元の間伐材を積極的に使用する。 |

表 3.3.3-3 護岸工法設計流速関係表 (C表)
 護岸の法勾配が 1 : 1.5 より急な場合に適用する工法例
 (他工法等の施工実績を踏まえ、今後見直していくものとする。)

| セグメント | | | 復旧工法例 | | | | 設計流速 | | | | | | | | | |
|-------|-----------|----------|---------|----------------|----|------------------|-------|---|---|---|---|---|---|---|--|--|
| 山間地河道 | 谷底平野扇状地河道 | 自然堤防帯三角州 | 素材 | 構造 | 工法 | | (m/S) | | | | | | | | | |
| | | | | | | | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | ~ | | |
| | | | 石系 | 自然石(練) | 1 | 巨石積(練) | 4~8 | | | | | | | | | |
| | | | | | 2 | 野面石積(練) | 4~8 | | | | | | | | | |
| | | | | | 3 | 間知石積(練) | 4~8 | | | | | | | | | |
| | | | | 自然石(空) | 4 | 巨石積(空) | 5 | | | | | | | | | |
| | | | | | 5 | 野面石積(空) | 5 | | | | | | | | | |
| | | | | | 6 | 間知石積(空) | 5 | | | | | | | | | |
| | | | | | 7 | 連結自然石(空積) | 8 | | | | | | | | | |
| | | | | | 8 | アンカー式空石積 | 8 | | | | | | | | | |
| | | | コンクリート系 | コンクリートブロック(練積) | 9 | コンクリートブロック練積 | 4~8 | | | | | | | | | |
| | | | | | 10 | ポーラスコンクリートブロック練積 | 4~8 | | | | | | | | | |
| | | | | コンクリートブロック(空積) | 11 | コンクリートブロック空積 | 5 | | | | | | | | | |
| | | | | | 12 | ポーラスコンクリートブロック空積 | 5 | | | | | | | | | |
| | | | かご系 | かご(多段) | 13 | 鉄製籠型多段積工 | 6.5 | | | | | | | | | |
| | | | | | 14 | パネル枠工(ダクタイルパネル) | 4.5 | | | | | | | | | |
| | | | 木系 | 丸太格子 | 15 | 丸太格子(片法枠工含) | 4 | | | | | | | | | |
| | | | | | 16 | 木製ブロック | 4 | | | | | | | | | |
| | | | | 杭柵 | 17 | 杭柵 | 4 | | | | | | | | | |
| | | | | | 18 | 板柵 | 4 | | | | | | | | | |

上表の適用範囲は目安であるため、設計流速に適用できる合理的な工法は積極的に採用して良い。復旧工法の留意事項を十分考慮し、工法を選定する。

注) 植生の復元を図るため、可能な範囲で残土を使うようにし、法肩や水際に覆土を行うこと。

表 3.3.3-4 護岸工法設計流速関係表 (C表)
 護岸の法勾配が1:1.5より緩い場合に適用する工法例
 (他工法等の施工実績を踏まえ、今後見直していくものとする。)

| セグメント | | | 復旧工法例 | | | | 設計流速 | | | | | | | | | | |
|-------|-----------|----------|---------|-------------|----|-----------------|-------|---|---|---|---|---|---|---|--|--|--|
| 山間地河道 | 谷底平野扇状地河道 | 自然堤防帯三角州 | 素材 | 構造 | 工法 | | (m/S) | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | ~ | | | |
| | | | 石系 | 自然石(練) | 1 | 巨石張(練) | 4~8 | | | | | | | | | | |
| | | | | | 2 | 野面石張(練) | 4~8 | | | | | | | | | | |
| | | | | | 3 | 間知石張(練) | 4~8 | | | | | | | | | | |
| | | | | 自然石(空) | 4 | 巨石張(空) | 5 | | | | | | | | | | |
| | | | | | 5 | 野面石張(空) | 5 | | | | | | | | | | |
| | | | | | 6 | 間知石張(空) | 5 | | | | | | | | | | |
| | | | | | 7 | 連結自然石(空積) | 4~8 | | | | | | | | | | |
| | | | コンクリート系 | コンクリートブロック張 | 8 | コンクリートブロック張 | 4~8 | | | | | | | | | | |
| | | | | | 9 | ポーラスコンクリートブロック張 | 4~8 | | | | | | | | | | |
| | | | | | 10 | 法枠工 | 4~8 | | | | | | | | | | |
| | | | | 連節ブロック | 11 | 連節ブロック | 5 | | | | | | | | | | |
| | | | | | 12 | 大型連節ブロック | 5 | | | | | | | | | | |
| | | | | | 13 | ポーラス連節ブロック | 5 | | | | | | | | | | |
| | | | かご系 | 蛇籠 | 14 | 植生蛇籠 | 5 | | | | | | | | | | |
| | | | | かご(平張) | 15 | 鉄線籠型平張り工 | 5 | | | | | | | | | | |
| | | | | 袋体 | 16 | 連結袋体張(礫) | 5 | | | | | | | | | | |
| | | | 木系 | 丸太格子 | 17 | 丸太格子(片法枠工含) | 4 | | | | | | | | | | |
| | | | | 粗朶法枠 | 18 | 粗朶法枠 | 4 | | | | | | | | | | |
| | | | | | 19 | 粗朶柵工 | 4 | | | | | | | | | | |
| | | | | | 20 | 木製格子工 | 4 | | | | | | | | | | |
| | | | | 杭柵 | 21 | 杭柵 | 4 | | | | | | | | | | |
| | | | | | 22 | 板柵 | 4 | | | | | | | | | | |
| | | | シート系 | ジオテキスタイル | 23 | ジオテキスタイル | 3 | | | | | | | | | | |
| | | | | | 24 | 植生マット | 3 | | | | | | | | | | |
| | | | | ブロックマット | 25 | ブロックマット | 4 | | | | | | | | | | |
| | | | | | 26 | 植石ネット | 4 | | | | | | | | | | |
| | | | 植生系 | 張芝 | 27 | 張芝 | 2 | | | | | | | | | | |

上表の適用範囲は目安であるため、設計流速に適用できる合理的な工法は積極的に採用して良い。

復旧工法の留意事項を十分考慮し、工法を選定する。

法枠工 : 中張材によって、設計流速が変わる工法である。

(例 中張材がコンクリートの場合は8m/s, 自然石(空)の場合は5m/s等。)

(2) 外力の評価

のり覆工の設計にあたっては、河岸に作用する洪水時の外力を算定し、外力に応じた強度の護岸を実施することにより、河岸に多様性をもたせるものとする。

治水上の安全度を有し、かつ、生態系や自然景観に配慮した護岸を実施するためには全川的に一律な種類と強度ではなく、当該地区の河川特性にあった多様な工法で実施することが必要である。

そのためには、当該地区の河岸に作用する洪水力の外力を算定し、外力に応じた強度の護岸を実施するものとする。

外力に応じた護岸の設計法については、以下に示す要領等に準拠するものとする。

【要領（河川） 河1-46】

【力学設計法】

【技術基準（設計）】

【外力評価】

(3) のり覆工の構造規格

コンクリートブロック、石積工類については、本項に示す構造規格により設計を行うものとする。

本項に示す工法以外のものについては、外力に対して必要な強度を確保するように設計を行うものとする。

コンクリートブロック等の二次製品や鉄線籠工類をのり覆工に使用する場合は、土木工事設計要領 第 編 河川編（九州地方整備局）に示す構造、品質規格により設計を行うものとする。

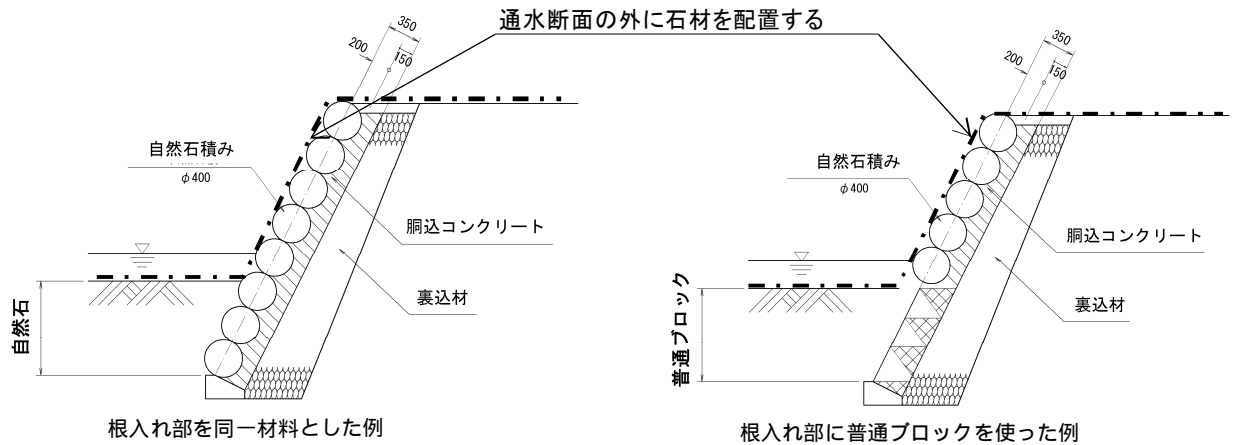
河川護岸には、本項に示す工法以外に多種多様なのり覆工があるが、それらの工法については、当面、構造規格を定めないので、使用する工法に応じて外力に対する必要強度を確保するような設計を行うものとする。

なお、のり覆工（空石張・巨石張を除く）の最小控え厚は35cmを基本とする。例えば、自然石護岸（練）においては、自然石背面の胴込コンクリートの厚さが35cmとなるよう調整する（図3.3.3-3参照）。

計画河床以下の根入れ部（一般的には0.5～1.5m程度）については、景観等に配慮した石積み等の護岸で、河床が安定しているなどの箇所に設置するものは、経済的な根入れ部分の構造とする。（環境保全型ブロックも同様の取扱いとする。）（3.3.3.2(2) 護岸の根入れ 参照）

また、河川工事における積みタイプの護岸工の法勾配は1:1.0～1:0.5とし、護岸工背面には、原則として裏込コンクリートを入れないものとする。

ただし、兼用護岸については、「道路土工 - 擁壁工指針 - 」を参考とする。



自然石積み(練)の控え厚は原則として、石の中心までを有効とする。
 (【外力評価 P.74】より)

図 3.3.3-3 自然石積み護岸工(練)の例

床止工や樋門・樋管工，坂路工，階段工等の施設の配置に伴い必要となる護岸については，上下流の所定の区間に配置し，高さは計画高水位以上とする。

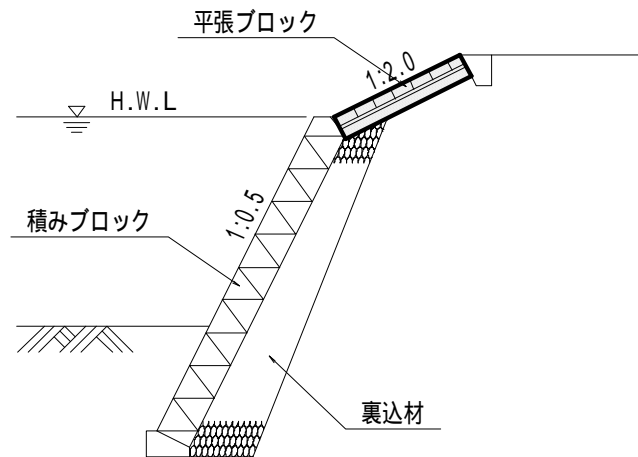


図 3.3.3-4 河川施設取付護岸の構造事例

なお，護岸ブロック選定においては，「実務者のための護岸・根固めブロック選定の手引き(案)」を参考にすると良い。

- 【標準設計(擁壁類)】
- 【要領(河川) 河 1-46~1-58】
- 【災害手帳】
- 【鉄線籠型護岸技術基準】
- 【鉄線籠型護岸工法】
- 【擁壁工指針】
- 【外力評価】
- 【構造令 P173~P175】

(4) 肩止めコンクリート

護岸には、雨水及び流水等により裏側より侵食されるのを保護するため、必要に応じて肩止めコンクリートを設けるものとする。

肩止めコンクリートの標準は図3.3.3-5のとおりとする。

なお、裏込材有りの場合と裏込材無しの場合(遮水シート)の使い分けについては、図3.3.3-6のフローにより選定するものとする。

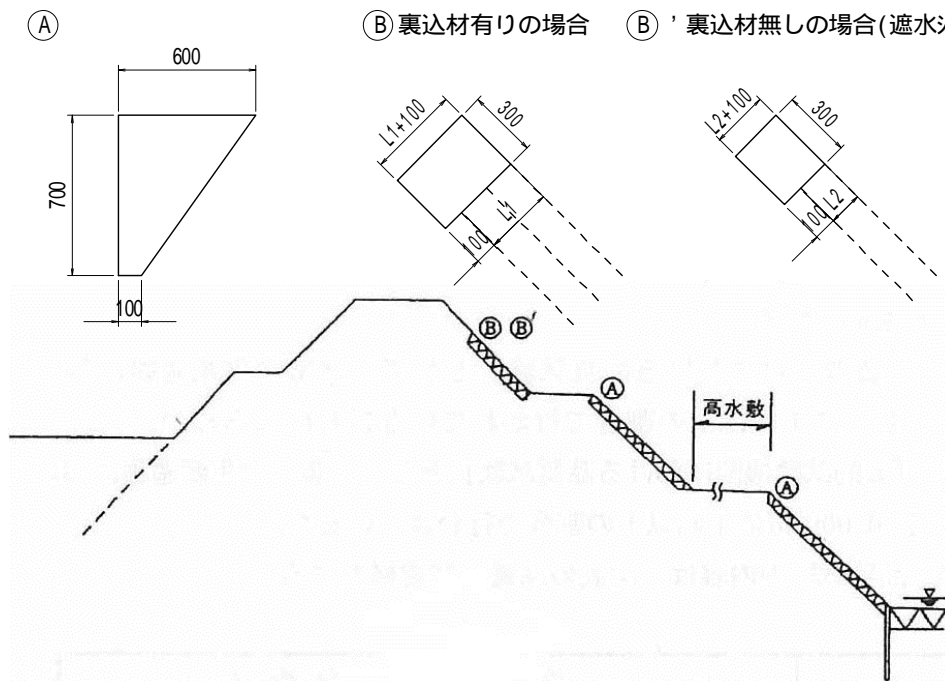
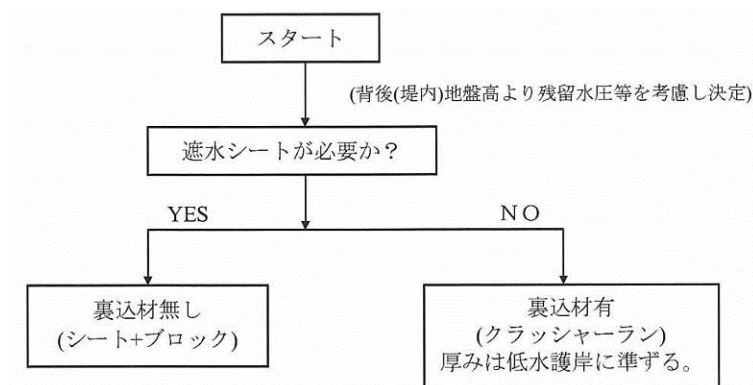


図 3.3.3-5 肩止めコンクリート



遮水シートの設置基準等

遮水シートは原則として HWL より堤内地盤が低い場合に設置する。但し HWL と堤内地盤高の差が 60 cm 以下の場合には設置しない。

設置する箇所は HWL と堤内地盤高の範囲を原則とするが、1 つ法面に設置要・不要箇所がある場合は当該法面全面に設置する。

設置の必要な護岸は、中・高水護岸でコンクリートブロック張(控 10 cm 程度)及び連節ブロック構造のものとする。

図 3.3.3-6 遮水シート判定フロー

【要領(河川) 河 1-52,59】

(5) 天端工

低水護岸が流水により裏側から侵食されることを防止するため、必要に応じて天端工を設けるものとする。

掘込河道の護岸の天端コンクリートは、ブロック上部に10cm程度のコンクリートを打つタイプ(図3.3.3-7(a))や天端ブロックの面に合わせて水平に打つタイプ(図3.3.3-7(b))が多いが、これらの場合、護岸のり面も天端もコンクリートで硬い印象になる。

一方、天端コンクリートを天端ブロック上面から少し低い位置に打ったり(図3.3.3-7(c))、あるいは天端コンクリートをなくしたり(図3.3.3-7(d))して、その上面を土で埋め戻した場合、天端に草が生えてエッジが和らぐ。

さらに、これらのタイプには天端上部の盛土が流出しにくいというメリットもある。

護岸上に土羽を設ける場合、護岸工法肩から20cm控えて土羽を施工する(図3.3.3-9)。

自動車道と兼用される場合の天端コンクリートは、自動車の衝突荷重等を考慮した設計計算によりその規模を設定する。

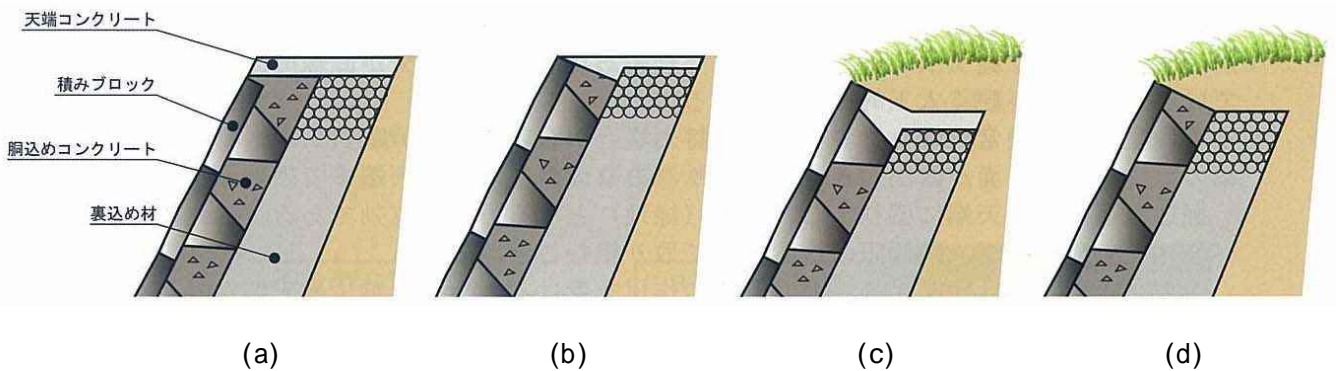
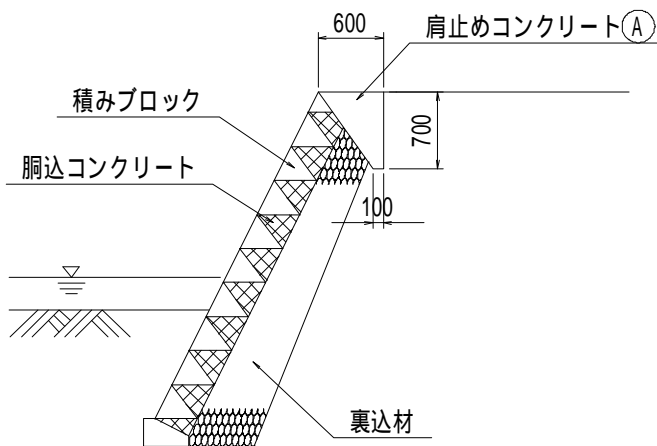


図 3.3.3-7 掘込河道を対象とした護岸天端の処理



河川水位が、護岸天端を上回る恐れのある場合は、肩止めコンクリート(A)タイプを天端工として設置する。

図 3.3.3-8 河川水位が護岸天端を上回る恐れがある場合の天端工

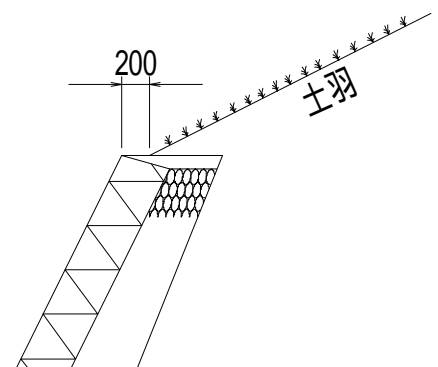


図 3.3.3-9 護岸工上部に設置する土羽

【要領(河川) 河 1-49,59】
【ポイントブック P.117~119】
【擁壁工指針 P.38,P.79~81】

(6) 横帯工

のり覆工には、温度変化、乾燥収縮及び損傷の復旧等を考慮して適当な間隔で横帯工（小口止工）を設けるものとする。

横帯工（小口止工）の間隔は50mを標準とし、伸縮目地5箇所につき1箇所設置すること。なお、伸縮目地の間隔は10mを基本とする。また、階段工等で横帯工（小口止工）として代用出来る構造物がある場合は、端壁の厚さを横帯工厚以上とすること。

横帯工（小口止工）及び端止め工の幅は0.3m、厚さは（胴込+裏込材+0.1m）とする。横帯工（小口止工）の表面は景観に配慮し、必要に応じて植石等を施すこと。

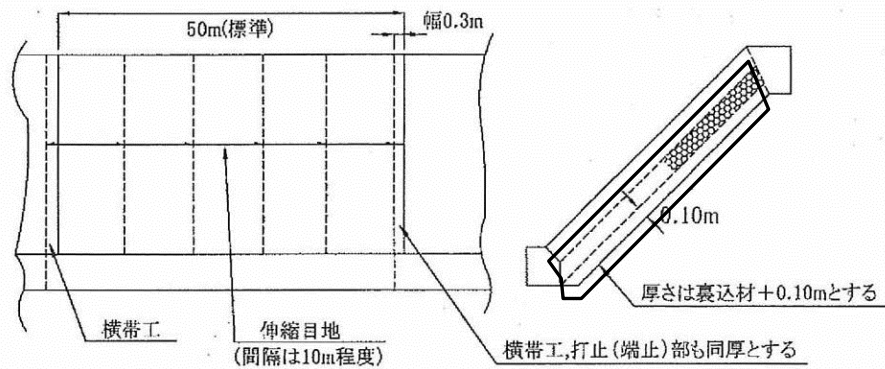


図 3.3.3-10 横帯工の配置（一般の場合）

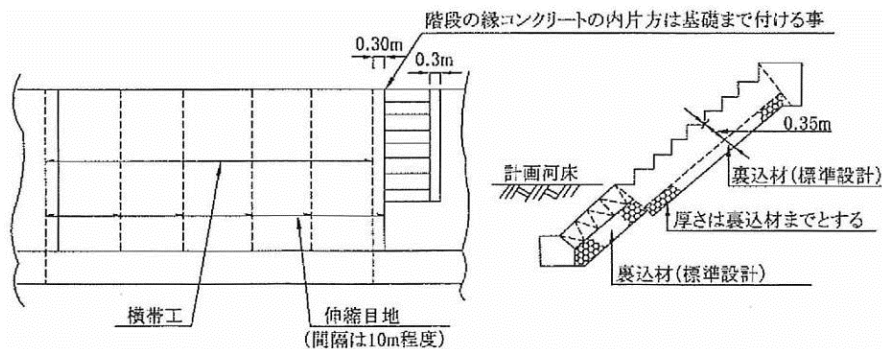


図 3.3.3-11 横帯工の配置（階段工で代用できる場合）

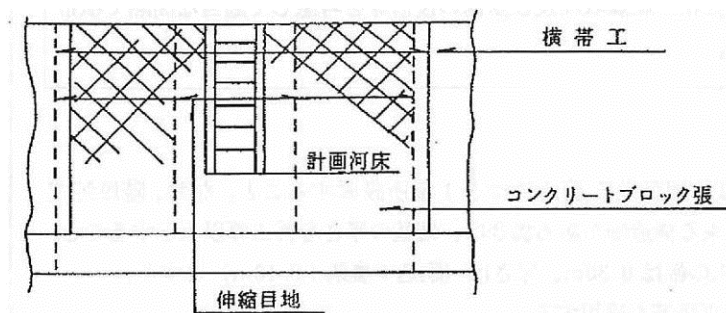


図 3.3.3-12 横帯工の配置（階段工で代用できない場合）

【要領（河川） 河 1-60～61】

(7) 端止工

地形・地質等の状況によりのり覆工の上・下流端に端止め工を設置し、護岸を保護する。

土質が悪い（シラス等）場合や、盛土箇所等には、必要に応じて護岸の上下流端に設置するものとする。

なお、矢板の設置にあたっては、現場の地形・地盤の状況や上下流端部に設けるすり付け工の構造に応じて検討する。

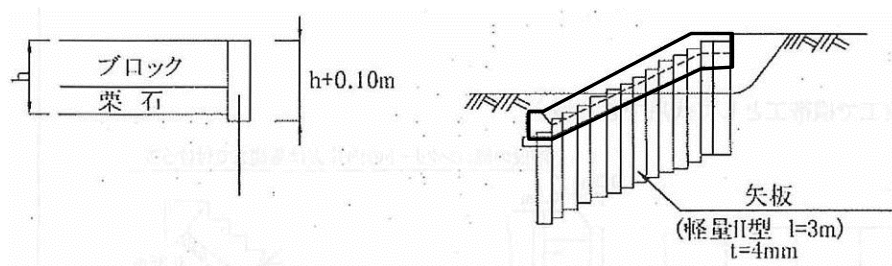


図 3.3.3-13 端止め工

【要領（河川） 河 1-61】

3.3.3.2 基礎工

護岸の基礎工（のり覆工）は、洪水による洗掘等を考慮して、のり覆工を支持できる構造とするものとする。

護岸の基礎工の根入れは、計画河床から1.0m程度としているが、河道形状により特に水衝部では将来にわたり洗掘等が生じる可能性があるため護岸基礎の浮上りが生じないようにしておく必要がある。

なお、計画河床高より高い位置にある護岸基礎工については、基礎材が水の通り道となり堤防の弱体化を招くおそれがあるため、基礎材を設置しない。また、計画河床高以下にあっては、現場の基礎地盤の状況に応じて検討する。

基礎工の根入れに関する基本的な考え方としては次の4つがある(図3.3.3-14参照)。

- (1) 最深河床高の評価高を基礎工天端高とし、必要に応じて前面の最小限の根固工を設置する方法。
- (2) 最深河床高よりも基礎工天端高を上にし、洗掘に対しては前面の根固工で対処する方法。
- (3) 最深河床高よりも基礎工天端高を上にし、洗掘に対しては基礎矢板等の根入れと前面の根固工で対処する方法。
- (4) 感潮区間など水深が大きく基礎の根入れが困難な場合に、基礎を自立可能な矢板等で支える方法。

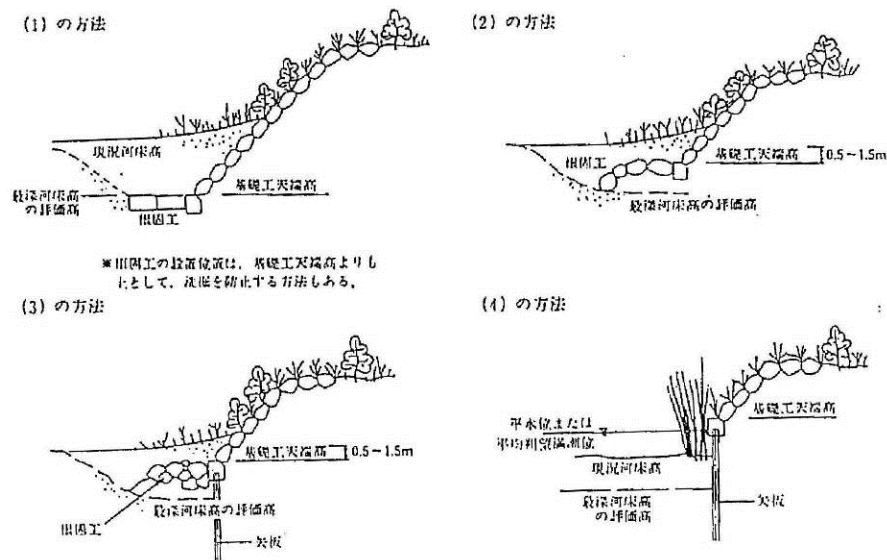


図 3.3.3-14 基礎工天端高と根固工の組み合わせ

基礎工は、土質、施工条件、河道特性に応じて選択する。地盤が良好な場合には直接基礎とし、軟弱地盤の場合には杭または矢板を用いることが多い。

また、平水位の高い箇所や洗掘を考慮する必要のある箇所では矢板を用いるケースがある。

基礎工およびのり留工の工種は、その程度、耐久性等を考慮して選定するものとする。酸性河川、感潮河川等において鋼矢板を用いる場合は腐食代を十分見込むか、腐食を考慮しなければならない。

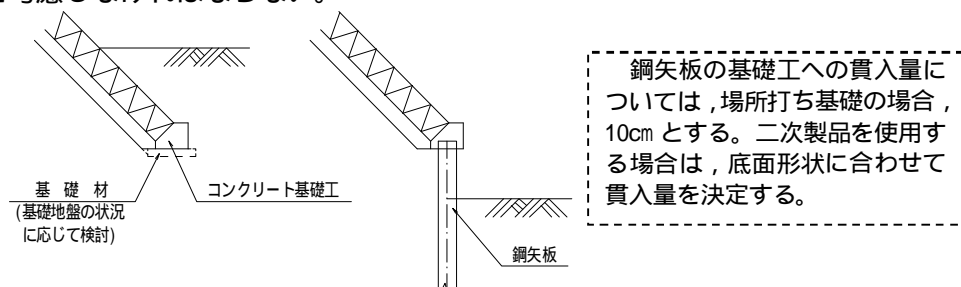


図 3.3.3-15 基礎工およびのり留工の例

(1) 基礎工の種類

コンクリート基礎工

概ね台形断面のコンクリート構造とし杭又は矢板は次により実施すること。

本県においては、プレキャストコンクリート基礎工を標準とする(図 3.3.3-18 参照)。

- 矢板 : ア 洗掘のおそれのある箇所
 イ 吸出しのおそれのある箇所
 ウ 基礎漏水箇所
 エ その他必要な箇所
- 杭 : ア 平水位以下は木杭を標準とする。
 イ 粘質土地盤で支持力が小さな箇所

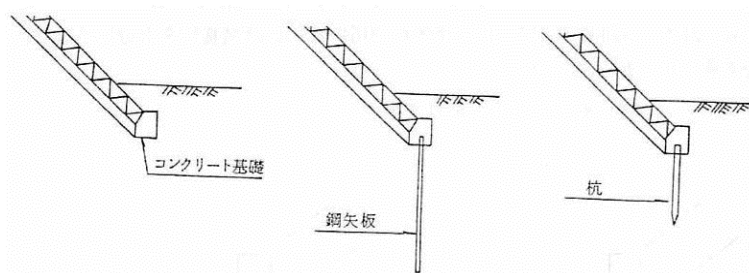


図 3.3.3-16 コンクリート基礎工

(コンクリートブロック積) (コンクリートブロック張り) (コンクリートブロック張り)
 (控え 35cm) (控え 10cm 以上)

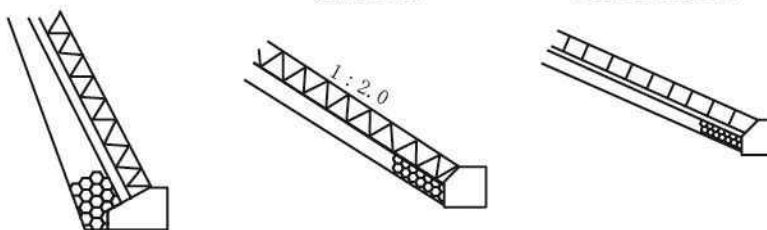


図 3.3.3-17 法勾配や控え厚の違いによる基礎工の形状

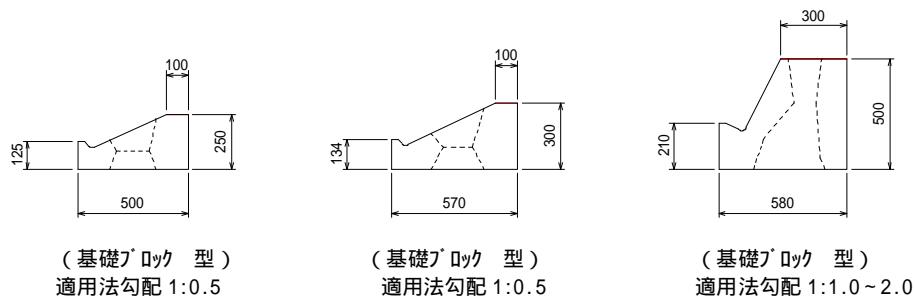


図 3.3.3-18 プレキャストコンクリート基礎工(参考)

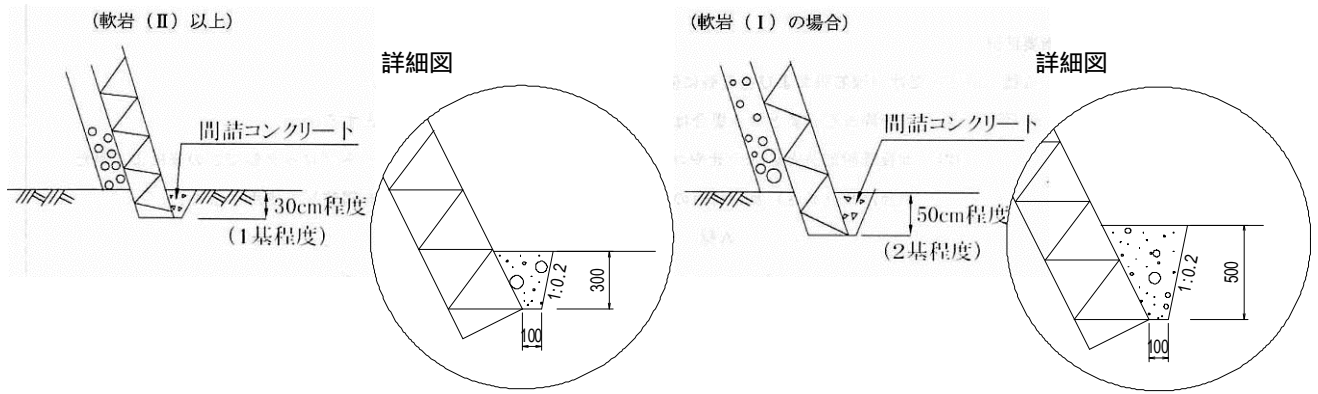


図 3.3.3-19 岩盤への根入れ処理

土台基礎工

基礎部の沈下を防ぐための土台木(枕胴木,丸太胴木,梯子胴木とも呼ばれる)の基礎工をいう。梯子土台や一本土台がある。

ア 梯子土台

イ 一本土台

(注)必要に応じて止杭を実施すること。

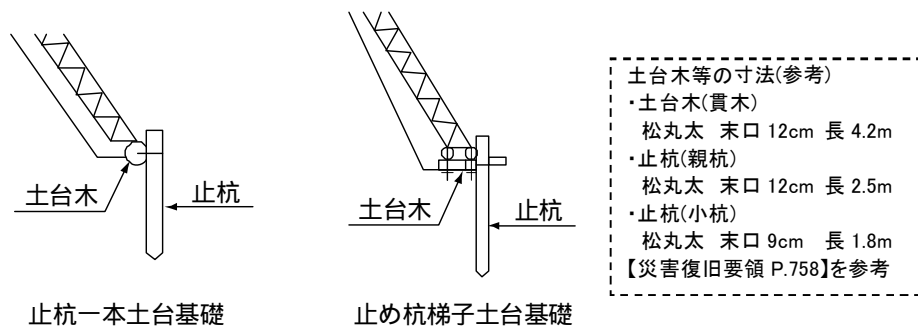


図 3.3.3-20 土台基礎工

その他の基礎工

護岸基礎部の洗掘を防止すると共に,川に生息する水生生物の生息・生育空間や植生基盤としての機能を持たせた,伝統的工法に詰杭工等がある。

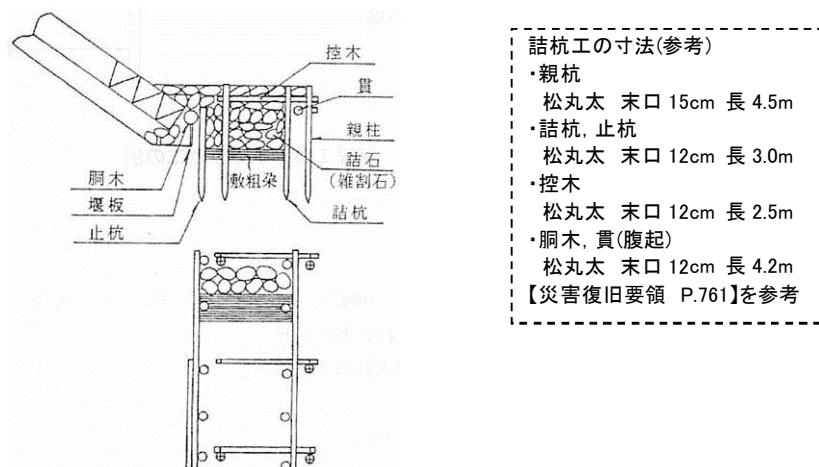


図 3.3.3-21 詰杭工

(2) 護岸の根入れ

護岸の根入れは、流水による河床等の洗掘を考慮して次によることを標準とする。なお、設計上の河床高等は一連区間で検討するものとする。

低水護岸の根入れ

低水護岸の根入れは、河川整備計画の低水路河床または現況最深河床のいずれかの低いものに対し、洗堀状況に応じて 0.5~1.5m 確保する（1.0m を標準とする）。

根入れの検討にあたっては、一連の護岸（一湾曲部程度）は、その区間の最深河床に対して求めた根入れ深さとするのが基本的な考え方である。

ただし、一連の護岸の設置区間が長く、かつ深掘れ位置が移動しないような場合には、河道の特性に応じて断面ごとの最深河床高の評価高を検討することが望ましい。

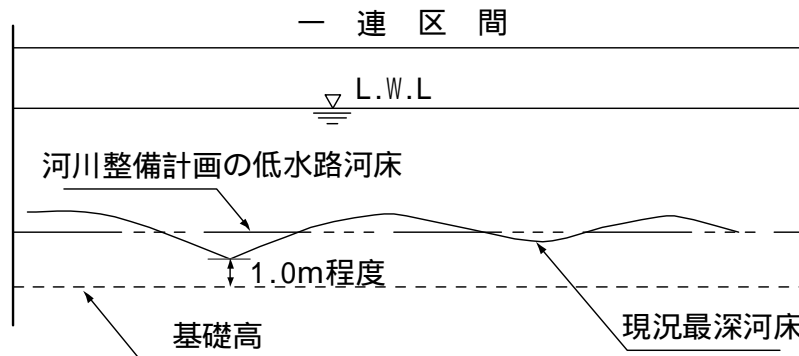


図 3.3.3-22 低水護岸の根入れ

高水護岸の根入れ

高水護岸の根入れは、高水敷を保護工で保護される場合は、河川整備計画の高水敷高とする。通常の場合、高水護岸の根入れは、計画高水敷高より、0.5m 程度、または現況高水敷高が河川整備計画の高水敷高より低い場合は、現況高水敷から 0.5m 程度を標準とする。

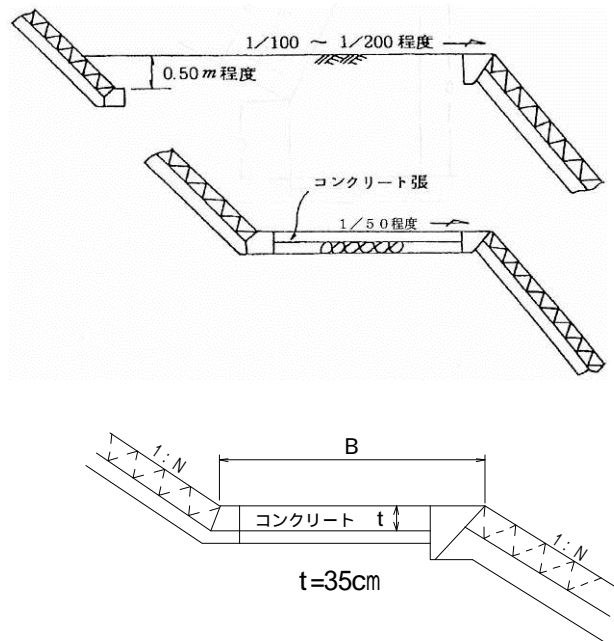
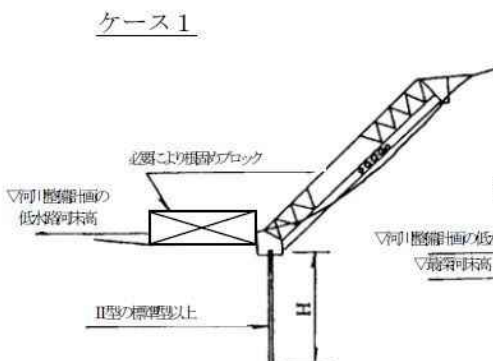
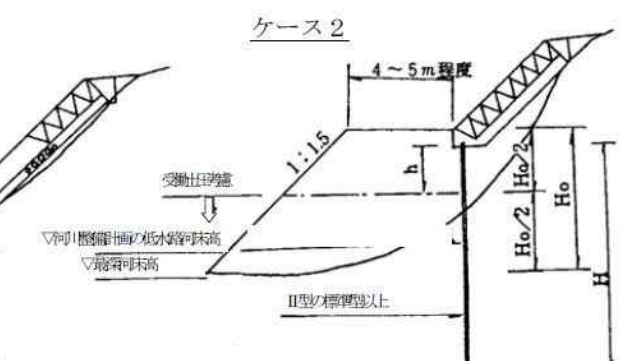


図 3.3.3-23 高水護岸の根入れ

(3) 護岸用鋼矢板の決定

護岸基礎工の鋼矢板を施工する場合は、本省通達（「護岸用鋼矢板選定について」等）および「土木工事設計要領 第 編 河川編」を参考に検討するものとするが、使用区分および運用方法の補足説明を以下に示す。

表 3.3.3-5 鋼矢板の使用区分および運用方法の補足説明

| 使用区分 | 運 用 方 法 |
|-------------------|---|
| 漏水防止 | <ol style="list-style-type: none"> 1 旧川及び漏水の想定される箇所施工。 2 ボーリング柱状図等より不透水層を確認し、不透水層に1m程度貫入する。但し不透水層が相当深い場合は、クリープ比等を総合して決定する。 3 応力検討は原則として行わないが、土圧等の水平力作用が考えられる場合は、洗掘防止鋼矢板に準じて応力度検討を行いⅡ型の標準型以上とする。 |
| 洗掘防止 | <ol style="list-style-type: none"> 1 低水護岸の基礎高が河川整備計画の低水路河床高以下の場合は、河川整備計画の低水路河床高又は最深河床高の深い方より2～4m程度貫入する。使用鋼矢板は、Ⅱ型の標準型以上を使用し応力計算は行わない。（ケース1） |
| 平水位が高く基礎の根入が困難な場合 | <ol style="list-style-type: none"> 1 低水護岸の基礎高を河川整備計画の低水路河床高より上部に施工する場合は土留矢板として応力計算を行い矢板形式を決定する。但し、使用鋼矢板はⅡ型の標準型以上とする。 必要根入れ長は、$[\text{仮想支点} + 3/\beta]$以上とするが、最低限河川整備計画の低水路河床高又は最深河床高の深い方より2～4m程度貫入する。（ケース2） 2 応力計算手法は、下記事項を原則とする。 <ol style="list-style-type: none"> 1) 使用土圧公式は、ランキン・レザール公式及びクーロン公式とする。 2) 応力計算は、changの式による。 3) 根固めブロック高の1/2は、受働土圧として考慮する。 4) 応力計算上の仮想支点は、主働側荷重強度と受働側荷重強度の釣り合う点とするが、N値が20以上の場合土留高さ(h)を考慮して、仮想支点は0.1h～0.3hとしてよい。但し最大値は1/βとする。 5) 横方向地盤反力係数(KH)は設計要領共通編第2章仮設構造物に準じる。 3 運用上上記項目の適用が不適当と思われる箇所については、別途考慮する。 <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 20px;"> <div style="text-align: center;"> <p>ケース1</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>ケース2</p>  </div> </div> <ol style="list-style-type: none"> ① 根入れ長(H)は、河川整備計画の低水路河床高又は最深河床高の深い方より2～4m。 ② 応力計算不要。 ① 根入れ長(H)は、河川整備計画の低水路河床高又は最深河床高の深い方より2～4mか、$[\text{h} + \text{仮想支点} + 3/\beta]$の長い方より決定。 ② 応力計算を行い矢板形式を決定。（Ⅱ型の標準型以上） ③ 根固めブロック高の1/2より受働土圧を考慮する。 |

(4) 鋼矢板使用区分

応力計算をしないで使用する鋼矢板については、施工性等の現場の条件を勘案して型の標準型、改良型、広幅型、ハット型の中から適切な型を選定して使用するものとする。

応力計算をして使用する鋼矢板については、計算値により使用する型を決めるものとする。決定にあたっては施工性等の現場の条件を勘案して標準型、改良型、広幅型、ハット型の中から適切な型を選定して使用するものとする。

鋼矢板の腐食代は表裏合わせて2mmを考慮するものとする。

なお、特に腐食が著しいと判断される場合には現地に適合した腐食代を見込むことができるものとする。

継続工事等で鋼矢板の変更が出来ない場合は従来どおりとするが、構造物等の区切りの良い箇所から変更するものとする。

タイロッド式護岸の控杭に鋼矢板を用いる場合も、を準用することを原則とする。

高水護岸漏水防止鋼矢板についても、を準用することを原則とする。

樋門・樋管等河川構造物の遮水矢板については、を準用する。

護岸用鋼矢板の設計計算については、現地の状況（河口部等）に応じて、「災害復旧工事の設計要領」や「港湾の施設の技術上の基準・同解説」等に準拠して行うものとする。

【要領（河川）河 1-62～70】

【力学設計法】

【技術基準（設計）】

【港湾技術基準】

【災害復旧要領】

3.3.3.3 根継工

根継工は、河床洗掘、河床低下に伴い既設護岸の基礎部分が露出したり、被災した場合に基礎部を保護するために設置するものであるが、施工する場合は、河川環境に十分配慮して実施する。

- (1) 護岸の基礎部分が被災した場合は、吸い出し、洗掘等で護岸全体が被災している可能性も高いので、十分調査し適用すること。また、小河川においては、帯工、床固工等が有利な場合もあるので留意する。
- (2) 根継工は、治水上流下断面に支障を与えないもので、かつ施工時に既設護岸の増破や緩みを生じさせない安全な構造とする。
- (3) 河積に余裕がある場合の根継工の構造としては、大別して腰掛型と矢板型があるが、これらは水際部の河川環境上の多様性を保全する上で望ましくないことから、やむを得ず施工する場合には、寄せ石、盛土等により水際部に变化を持たせるなど、河川環境にも配慮する。
- (4) 河積に余裕のない場合には、一法型が考えられるが、この場合、床堀中に既設護岸が崩壊する等の二次災害を誘発する恐れもあるので、基礎部の土質が良好で既設護岸が堅固な場合に限るなど、慎重な検討が必要である。

矢板型の検討においては、「表 3.3.3-5 鋼矢板の使用区分および運用方法の補足説明(ケース 2)」に従い、設計計算により矢板の規格、根入れ長を決定する。

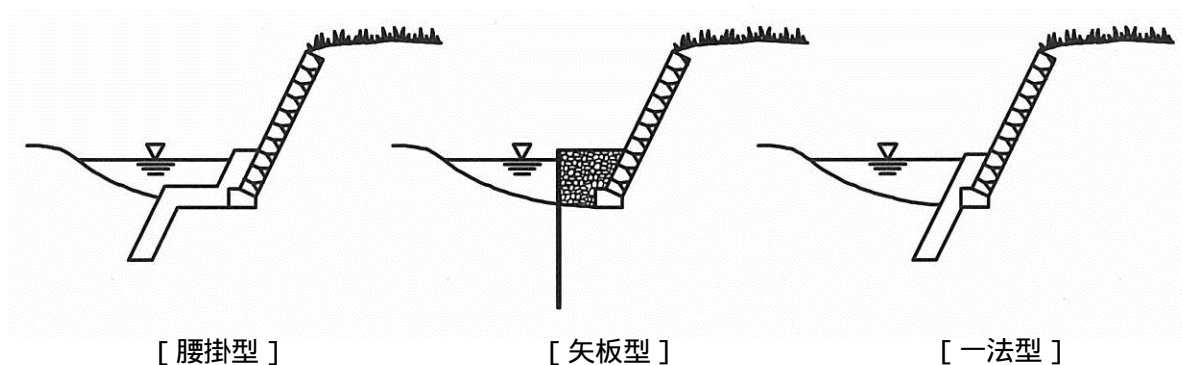


図 3.3.3-24 根継工の種類

【災害復旧方針 P.47】

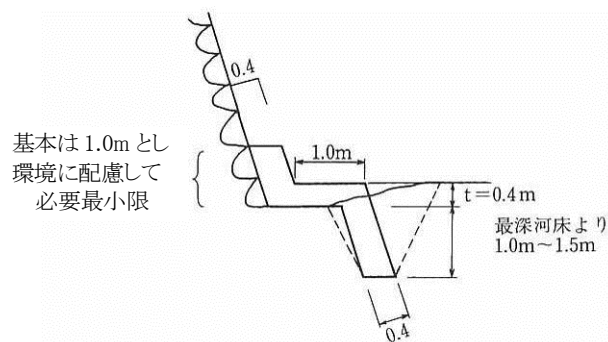


図 3.3.3-25 根継工の構造例

【災害手帳 P.310】

3.3.3.4 根固工

根固工は、河床の変動等を考慮して、基礎工が安全となる構造とするものとする。護岸の破壊は、基礎部の洗掘を契機として生じることが多い。

根固工は、その地点で流勢を減じ、さらに河床を直接覆うことで急激な洗掘を緩和する目的で設置される。

根固工は大きな流速の作用する場所に設置されるため、流体力に耐えうる重量であること、護岸基礎前面に洗掘を生じさせない敷設量であること、耐久性があること、河床変化に追従できる屈とう性構造であることが必要となる。

根固工の敷設天端高は計画河床高及び現況河床高と同じ高さとするを基本とする。ただし、河床低下に対応するため、既設護岸に設置する場合は、根固工を基礎工天端より上に設置するものとする。

根固工下端が護岸基礎面より下る場合は基礎工底面とする。

また、根固工とのり覆工との間に隙間を生じる場合には、適当な間詰工を施すものとする。異形ブロック等で根固めをする場合は、縦断方向の前後については局所洗掘を起こすことから、捨石等ですり付けを行うこととする。

根固工の天端幅については、「河川砂防技術基準(案)同解説 設計編」に基づき、下式より算定するが、設置箇所の河道特性、過去の経験、類似河川の実績等も考慮し、総合的に決定するものとする。

$$B_c = L_n + Z / \sin \theta$$

ここに、 L_n ：護岸前面の平坦幅（ブロック1列もしくは2m程度）

Z ：根固工敷設高から最深河床高の評価高までの高低差

θ ：河床洗掘時の斜面勾配

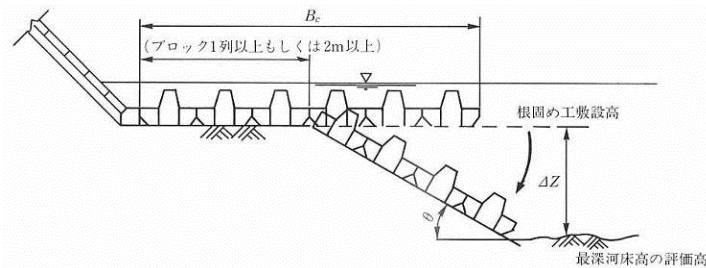


図 3.3.3-26 根固工の敷設幅

なお、根固工の代表的な工種としては下図のようなものがある。

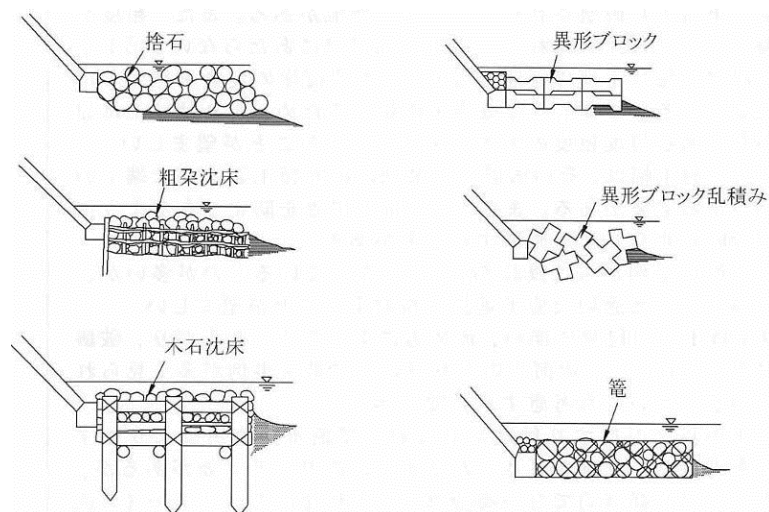


図 3.3.3-27 根固工の代表的な工種

- (1) 捨石工：十分な重量を有する捨石を用いる。
- (2) 沈床工：粗朶沈床，木工沈床，改良沈床等があり，粗朶沈床は緩流河川で，木工沈床は比較的流れの速い河川で用いられることが多い。改良沈床は枠組み材にコンクリート材を用いたものである。
- (3) 籠工：蛇籠，ふとん籠等を用いる。
- (4) 異形コンクリートブロック積み工：各種の異形コンクリートブロックを用いたもので，層積みと乱積みがある。異形コンクリートブロックは，洪水時の外力評価を行い，過去の経験，類似河川の実績，異形ブロックの特性等を考慮して安定した重量のものを決定するものとする。なお，根固めブロック選定においては，「実務者のための護岸・根固めブロック選定の手引き(案)」を参考にすると良い。

「護岸の力学設計法」P109に示される，異形コンクリートブロックの重量算定式を以下に示す。

$$W > \alpha \left(\frac{\rho_w}{\rho_b - \rho_w} \right)^3 \cdot \frac{\rho_b}{g^2} \cdot \left(\frac{V_d}{\beta} \right)^6$$

- ここに， W : コンクリートブロックの所用重量 (N)
- α, β : 係数
- ρ_b : コンクリートの密度 (kg/m³)
- ρ_w : 流水の密度 (kg/m³)
- V_d : 設計流速 (m/s)
- g : 重力加速度 (m/s²)

表 3.3.3-6 異形コンクリートブロックの係数 および β の値

| ブロック種別 | 模型ブロックの比重 | α × 10 ⁻³ | β |
|-----------|--------------------------------------|----------------------|-----|
| A : 対称突起型 | ρ _b /ρ _w =2.22 | 1.2 | 1.5 |
| B : 平面型 | ρ _b /ρ _w =2.03 | 0.54 | 2.0 |
| C : 三角錐型 | ρ _b /ρ _w =2.35 | 0.83 | 1.4 |
| D : 三点支持型 | ρ _b /ρ _w =2.25 | 0.45 | 2.3 |
| E : 長方形 | ρ _b /ρ _w =2.09 | 0.79 | 2.8 |

なお，係数 α および β については，ブロックの形状や配置により異なることから，各メーカーから出されている水理模型実験および現地の施工実績による数値を参考にすると良い。

【要領（河川） 河 1-71～72】

【力学設計法】

【ブロック選定手引き】

【護岸水制計画設計】

3.3.3.5 すり付け工

護岸上下流端部に設けるすり付け工は、上下流端で河岸侵食が発生しても本体に影響が及ばないような構造とするものとする。

すり付け工の施工幅は、その機能から最低限のり覆工および天端工の範囲をカバーする必要がある。

また、のり尻の侵食を防止できるよう河床面に適切な幅の垂らし幅を確保する必要がある。

施工延長は既往事例からは概ね5m以上となっているものが多いが、河道の特性等に応じた適切な施工延長を検討することが望ましい。

すり付け工は上流の侵食に伴い、流体力によってめくれ上がり、破壊する事例が多く、特に急流河川のすり付け工に被災事例が多く見られるため、この点についても考慮する必要がある。

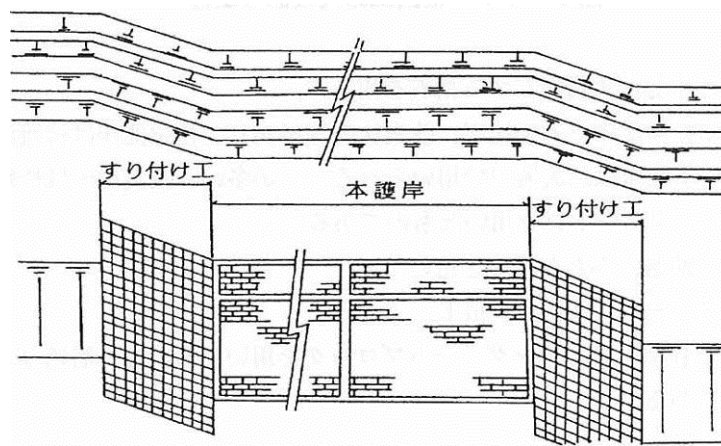


図 3.3.3-28 護岸のすり付け工

【要領（河川） 河 1-72】

3.3.3.6 低水護岸に小段を設ける場合の取り扱い

小段のコンクリート厚については、法部同様外力評価に基づき決定するものとするが、本県における中小河川においては、低水護岸と同等の取扱いとし、35cmを標準とする。

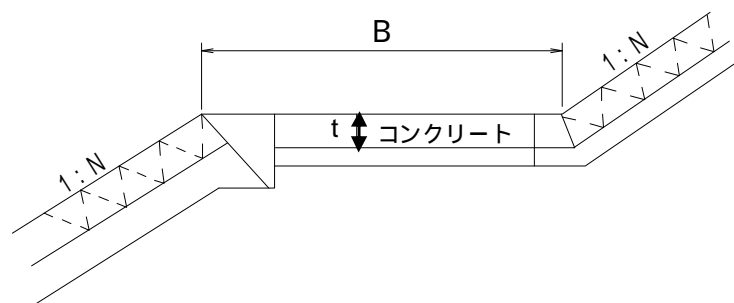


図 3.3.3-29 低水護岸の小段

【要領（河川） 河 1-73】

3.3.4 護岸の安全性の照査

護岸の安全性の照査は、のり覆工、基礎工、根固工等について、流水の作用、土圧、河床変動等を考慮して行うものとする。

護岸の安定性の照査については、「土木工事設計要領 第 編 河川編」および「護岸の力学設計法」によるものとし、以下のフローに準拠して行うものとする。

なお、護岸ブロック選定においては、「実務者のための護岸・根固めブロック選定の手引き(案)」を参考にすると良い。

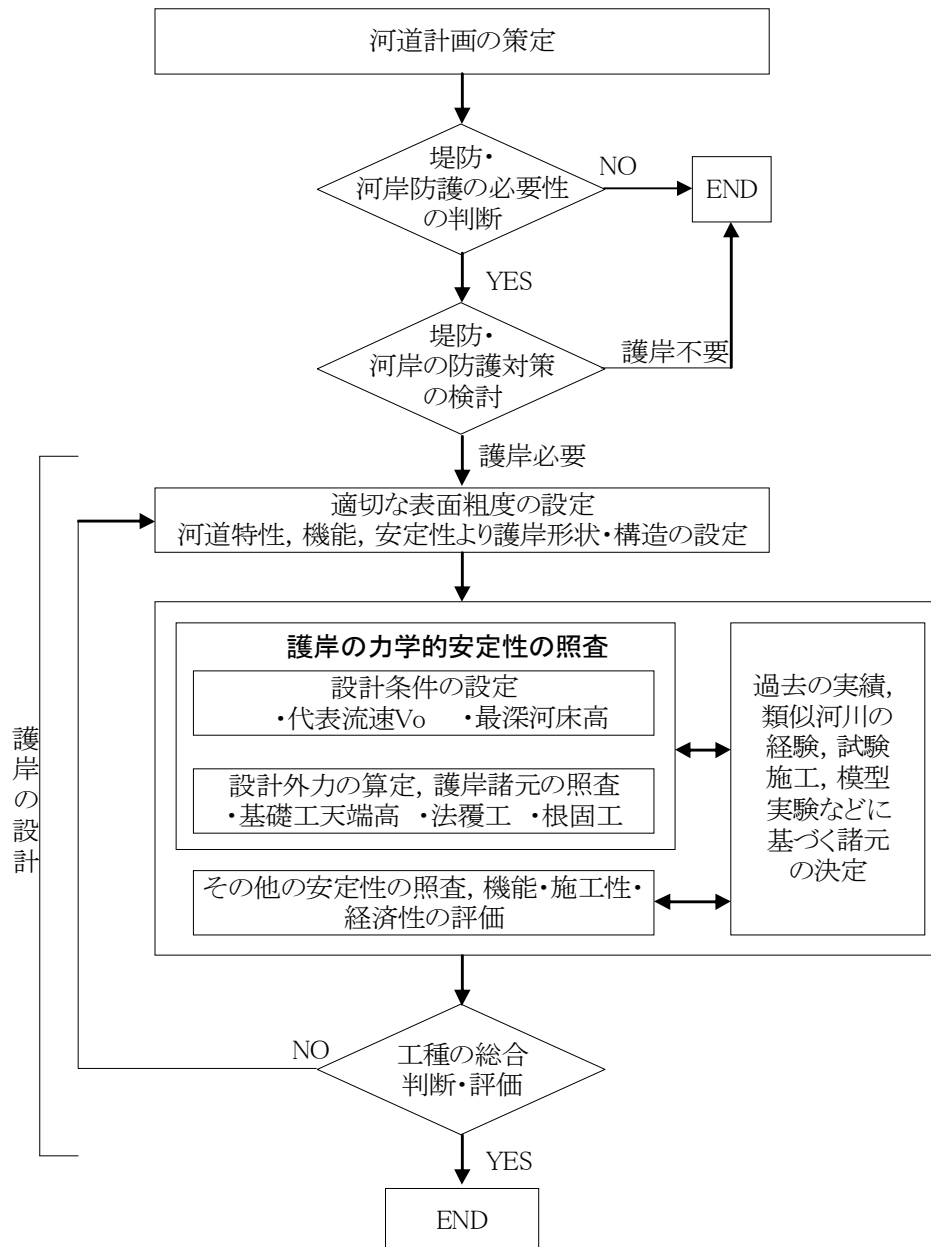


図 3.3.4 護岸の設計手順

(1) 外力

護岸の安定性の照査のうち、力学的な安定性を照査するための主な外力は、流水による流体力と土圧および水圧である。堤防、河岸に作用する侵食力の大きさや、護岸ののり覆工に作用する抗力、揚力などの流体力は、流速の大小と密接に関連している。このため、流速の評価は照査において重要となる。また、護岸の設計では、洪水時の最深河床高が重要な設計条件となる。護岸の被災事例の多くが、流水による急激な河床洗掘を契機とした基礎工の流出を原因としているためである。なお、基礎工の沈下やのり尻からの土砂の流出などを防止するために設置される根固工を設計する場合でも最深河床高の評価は重要である。

(2) 代表流速の求め方

堤防および低水河岸の護岸設計に用いる流速を代表流速 V_0 と定義する。代表流速 V_0 の算定方法は、マンシングの平均流速公式で求めた平均流速 V_m について、考慮されていない要因を水理的に評価補正することにより補正係数を求め、

$$V_0 = V_m$$

として求めるものである。

平均流速 V_m は、護岸の設置位置に応じてマンシングの平均流速公式より算定する。

$$V_m = 1/n \cdot Hd^{2/3} \cdot Ie^{1/2}$$

ここで、設計水深 Hd は低水護岸および堤防護岸の場合は低水路内断面平均流速を算定するための水深を、高水護岸の場合は堤防近傍流速を算定するための水深をさす。

(3) 最深河床高の評価法

最深河床高は、洪水時の洗掘現象や埋戻しによって変化する。この変化の状態は河道特性によって異なり、定量的な評価に必要なデータ収集が観測の難しさもあって現段階では不十分なことから、最深河床高の定量的評価は難しい。そのため、これまでの研究成果などを基にした次の方法により推定するのが一般的である。

- ・方法1：経年的な河床変動データからの評価
- ・方法2：既往研究成果からの評価
- ・方法3：数値計算による評価
- ・方法4：移動床水理模型実験による評価

(4) のり覆工の流体力に対する安定性の照査法

のり覆工の破壊要因は流体力、および土圧・水圧であり、のり勾配によりどちらが主要因となるか分類できる。一般に、のり勾配が1:1.5より緩い場合が‘張り’の状態であり、流体力が破壊の主要因となり、のり勾配が1:1.5より急な場合が、‘積み’の状態であり土圧・水圧が破壊の主要因となる。‘張り’構造ののり覆工の流体力による破壊形態と安定性照査のモデルをまとめて表3.3.4-1に示す。

表 3.3.4-1 のり覆工の流体力による破壊形態と安定性照査モデル

| 破壊形態 | 設置状態 | 安定性照査のモデル |
|------|-------|------------------|
| 滑動 | 単体 | 「滑動 - 単体」モデル |
| 滑動 | 群体 | 「滑動 - 群体」モデル |
| めくれ | 単体 | 「めくれ」モデル |
| 掃流 | 一体性弱い | 「掃流 - 一体性が弱い」モデル |
| 掃流 | 一体性強い | 「掃流 - 一体性が強い」モデル |
| 掃流 | 籠詰め | 「掃流 - 籠詰め」モデル |

(5) 根固工の流体力に対する力学的安定性の照査法

根固工の破壊は流体力が主要因である。なお、洗掘による変形に対しては、最深河床高の評価高を想定して十分な敷設高をもたせることにより対応する。根固工のおもな破壊形態と安定性照査のモデルを表3.3.4-2に示す。

表 3.3.4-2 根固工の破壊形態と安定性照査モデル

| 破壊形態 | 設置状態 | 安定性照査のモデル |
|--------|------|------------------|
| 滑動, 転倒 | 層積み | 「滑動・転倒 - 層積み」モデル |
| 滑動, 転倒 | 乱積み | 「滑動・転倒 - 乱積み」モデル |
| 掃流 | 乱積み | 「掃流 - 乱積み」モデル |
| 掃流 | 籠詰め | 「掃流 - 籠詰め」モデル |
| 掃流 | 中詰め | 「掃流 - 中詰め」モデル |

【要領（河川） 河 1-73～81】

【力学設計法】

【ブロック選定手引き】

【護岸水制計画設計】

3.3.5 自立式矢板護岸等

3.3.5.1 適用範囲

一般の護岸の設計は安定計算を実施していないが、自立式矢板護岸等の設計においては安定計算を行う。

【要領（河川） 河 1-82】

3.3.5.2 設計荷重及び設計条件

自立式矢板護岸等の安定を計算する必要がある場合には、設計荷重として、自重、土圧、地震時慣性力、残留水圧、護岸背面の上載荷重を考慮するものとする。

また、仮想地盤面についても考慮するものとする。

鋼矢板の選定については、本節「表3.3.3-5 鋼矢板の使用区分および運用方法の補足説明」を参照すること。また、鋼矢板の設計計算においては、表3.3.5を基に行うこと。

表 3.3.5 鋼矢板の継手効率等一覧表

| 分類 | 構造 | | 継手効率 | | | | 腐食代 (表裏計算) | 矢板の許容応力度 | | 矢板の許容変位量 | |
|----|--------------------|-----------|---------------------------------|-------------------|--------------------------------|-------------------|---------------|----------------------------|-------------------------------------|--------------------|---------|
| | | | モーメント 計算 Changの式 使用の場合 | 断面算定 | 根入れの 決定 Changの式 使用の場合 | たわみ計算 | | 常時 (N/mm ²) | 地震時 レベル1 (N/mm ²) | 常時 | 地震時 |
| 本設 | 鋼矢板壁 (自立式矢板護岸等) | | $I=0.80 \times F$ | $Z=1.00 \times F$ | $I=1.00$ 腐食は 考えない | $I=0.80 \times F$ | 2mm | 180 | 270 | 5.0cm程度 | 7.5cm程度 |
| 仮設 | 二重締切方式 鋼矢板壁 | 堤防開削 有 | — | $Z=0.60$ | — | $I=0.45$ | — | 180 | 270 | — | — |
| | | 堤防開削 無 | — | $Z=0.60$ | — | $I=0.45$ | — | 270 | — | — | — |
| | 切梁・腹起し材 のある鋼矢板壁 | | — | $Z=0.60$ | — | $I=0.45$ | — | 270 | — | — | — |
| | 自立式鋼矢板壁 | | $I=0.45$ | $Z=0.60$ | $I=1.00$ | $I=0.45$ | — | 270 | — | ※(6) 自立高の 3% | — |

(1)鋼矢板の断面二次モーメントIと断面係数Zは、継手の剛性を考えて、幅1m当たりの値に表中の効率を乗じた値を用いる。

(2)F;腐食効率(腐食時の鋼矢板断面係数Z/腐食のない場合の断面係数Z₀)

(3)本設の腐食代は、感潮区間等で特に腐食の著しいところでは別途考慮すること。

(4)矢板天端をコンクリートまたは溶接によりコーピングする場合は、断面二次モーメントI及び断面係数Zを0.80まであげることができる。

(5)鋼矢板の設計長は本設、仮設とも0.5m単位で切り上げる。

※ (6)自立式鋼矢板の許容変位量は、変位により近傍民家や地盤に影響がない場合、また河川内の締切り等については30cm以下とする。

【要領（河川） 河 1-82～86】

【要領（共通） 共 2-39～40】

【災害復旧要領 P.780～800】

3.3.6 護岸仮締切

河状，水深，施工時期，工事規模等の諸条件を勘案して，その工法，断面，長さを決定する。

なお，締切高の決定については，工事期間中の水位，潮位等を検討のうえ定めるものとし，とくに重要な仮締切の場合には断面強度について必ず応力計算を行い，不測の事故を起こさないよう十分考慮すること。なお，護岸締切高については，「第6編 施工編 第3章 仮設工」を参照のこと。

【要領（河川） 河1-87】

3.3.6.1 仮締切高

設計対象水位は工事施工期間内の最大流量による水位とする。

- (1) データの期間は，過去5ヶ年とする。
- (2) データの種類は，時刻のピーク水位(異常値を除く)。ただし，余裕高は考慮しない。
- (3) 最大流量は，近接水位観測所を参考として比例的に求める。
- (4) 締切り設置後の河積がせばめられ，明らかに水位の上昇が認められる場合等，現場条件も考慮すること。
- (5) 海岸，河川高潮区間，感潮区間については，潮待作業等を含め別途考慮するものとする。

なお，近傍に水位観測所がなく流量データ（水位データ）の推算が困難な場合は，対象箇所に近い雨量観測所（気象庁他）の雨量データを用い，ラショナル式（合理式）により流量を求め，仮締切高を設定しても良い。

【要領（河川） 河1-87】

3.3.6.2 工法及び天端幅

表 3.3.6 仮締切工法と天端幅

| 水深 | 工法 | 天端幅 | 適用 |
|--------|-------------|------|----------|
| 1.5m以下 | 土堤方式 | 4.0m | 河口部は別途考慮 |
| 1.5m以上 | 矢板方式，矢板土堤混合 | - | |

- (注) (1) 上表を基準とするが，施工性，河状等を考慮して決定すること。
(2) 土堤方式の場合，土俵積は現場条件により適宜計上する。
(3) 1ブロックの標準最大長さは150m程度とするが，現場条件等により考慮して決定すること。
(4) 波浪による波圧等は必要に応じて考慮すること。

【要領（河川） 河1-87】

3.3.6.3 仮締切撤去

土堤の撤去高は，現地盤までを原則とするが，河川整備計画の低水路河床が現地盤より高い場合は河川整備計画の低水路河床を目安とする。

【要領（河川） 河1-87】

3.4 第4節 水制

3.4.1 参考図書の表記

本節で引用する図書の名称については、下表の「略称」欄の表示にて表記することとする。

表 3.4.1 参考図書の表記一覧

| | 基準・指針名 | 発行先 | 制定・改訂 | 略称 |
|---|----------------------|-------------------|-------|------|
| 1 | 低水水制の設計参考資料 (二次案) | 建設省九州地方整備局 河川部 | H9.8 | 水制資料 |

3.4.2 水制の種類と目的

水制を治水上の目的別に分類すると、高水水制、護岸水制、低水水制、ハイドロバリヤー水制の4種類に分けることができる。

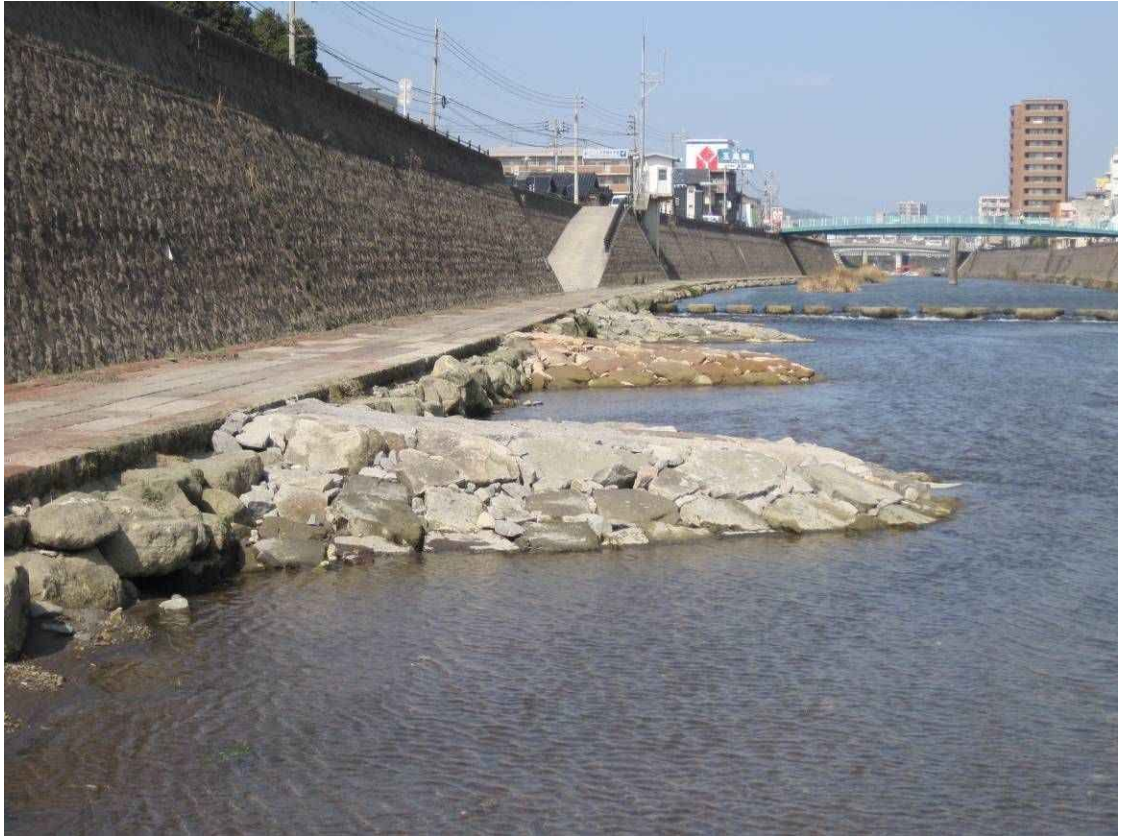
設計にあたっては、それぞれの特徴を踏まえて、機能・構造等を検討しなければならない。

【要領(河川) 河1-88】

【水制資料 P.1】

表 3.4.2 水制の分類

| 分類 | 治水上の目的 | 特徴 |
|------------|----------------------------------|---|
| 高水水制 | “水はね”として洪水から堤防を直接守る | <ul style="list-style-type: none"> ・護岸法面から突き出す。 ・基本的に高水が越流しない高さ。 ・下流向きを基本とする。 ・水衝部または直線区間に設置する。 |
| 護岸水制 | 岸寄りの流速を抑えて、低水護岸全体を保護する。堤防を直接守る。 | <ul style="list-style-type: none"> ・低水護岸から突き出す。 ・接合部は低水護岸と同じ高さ。 ・上向きを基本とする。 ・水衝部または直線部に設置する。 |
| 低水水制 | 護岸基礎部の洗掘を防ぎ、河岸を間接的に保護する。 | <ul style="list-style-type: none"> ・根固工と同じ位置に設置する。 ・平水位程度の高さ。 ・水衝部または直線部に設置する。 |
| ハイドロバリヤー水制 | 流向流速を変えて護岸を保護したり、土砂の堆積をコントロールする。 | <ul style="list-style-type: none"> ・開口部をもつ水制 ・設置場所は目的によって様々。 ・堆積、浸食場所をコントロールする。 |



(甲突川の低水水制)



(米之津川の低水水制)

写真 3.4.2 水制の施工例

3.4.3 水制設計の基本

水制は、高水敷等と一体となり、計画高水位（高潮区間にあつては計画高潮位）以下の水位の流水の通常的作用に対して、堤防（掘込河道にあつては堤内地）を安全に防護できる構造とするよう、河川環境の保全・整備に十分留意しつつ、過去の経験・類似河川の実績、あるいは試験施工・模型実験の成果等を基にし、施工性、経済性等を考慮して設計し、必要に応じて施工後の経緯を踏まえて改良するものとする。

【要領（河川） 河 1 - 89】

3.4.4 構造・設計細目

3.4.4.1 工種の選定

水制工の工種は、河川の平面及び縦横断形状、流量、水位、河床材料、河床変動などをよく検討し、目的に応じて選定するものとする。

【要領（河川） 河 1 - 91】

3.4.4.2 方向

水制の方向は、一般に流向に対して直角または上向きとするが、その設置目的、河川の状況等により個々に定めるものとする。

【要領（河川） 河 1 - 92】

3.4.4.3 長さ、高さおよび間隔

水制の長さ、高さおよび間隔は、形状、水制の目的、上下流および対岸への影響、構造物自身の安全性を考慮して定めるものとする。

【要領（河川） 河 1 - 93】

3.4.5 低水水制

3.4.5.1 低水水制の目的

低水水制は、根固め工と同様に護岸基礎前面に平水位程度の高さで設置するもので、護岸基礎部の洗掘を防いで、河岸を間接的に保護する働きを担う。

同時に、河岸へ土砂の堆積を誘導したり、水流に変化を与えるなど、平水位時の水際付近の水中と陸上の環境を多様化する作用もある。

これらを上手く活用すれば、自然に近い河岸の形成を促すことができる。

【要領（河川） 河1 - 95】

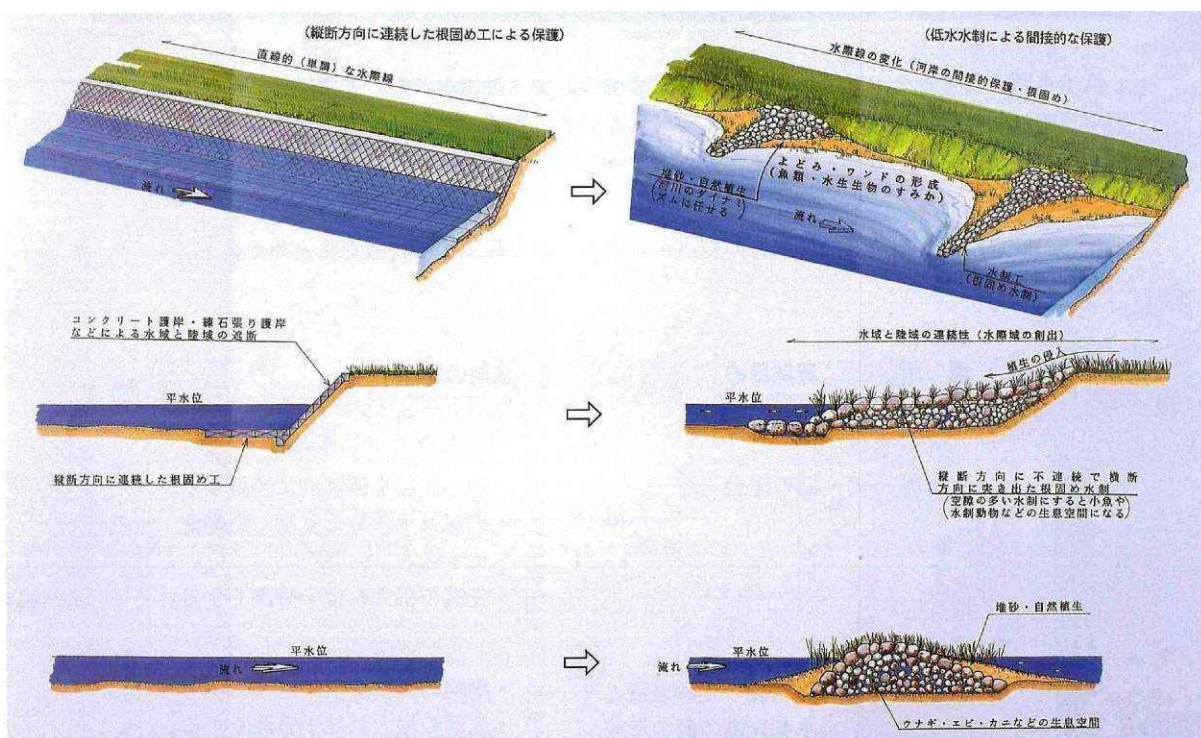


図 3.4.5-1 低水水制による水際の改善効果の概念図

【水制資料 P.4】

3.4.5.2 低水水制の効果

低水水制に期待できる具体的な効果については、次のようなことをあげることができる

(1) 治水上の効果

根固め工とともに洗掘を防止し、護岸の基礎部を間接的に守る。

流向を変えて、下流や対岸の堆積をコントロールする。

河道を固定する。

(2) 生態系への効果

水制間には静水域(よどみ)が形成され、魚類の産卵場や遊泳力の小さい小魚の生息空間が確保される。

洪水時に流速が弱められる水制の下流側は、魚類などの避難場所となる。

水制の間には、土砂が堆積し、植物が根付くことが予想され、水生昆虫や水際に棲む小動物にとって良好な生息空間が形成される。

水制の空隙は穴居性生物の格好のすみかとなる。

材料である石、ブロックなどには、河川生態系の基礎となる藻類が生育する。

(3) 景観面・親水性への効果

これまできわめて人工的で無機質な感じを与えていた水際でも、水位変化に応じて変化する多様な水際線が形成され、そこに植物が定着することにより、自然に近い河川景観となる。

コンクリート護岸によって陸域と水域が分断されていたところでも、水制によって連続性が生まれ、親水性が向上する。

平常時の流向流速に変化を与え、川らしい動きのある水の表情を創り出すことが出来る。

【水制資料 P.3】

3.4.5.3 低水水制の計画

低水水制を計画する場合は、目的を明確にして、設置位置や材料、形状を検討しなければならない。

【要領（河川） 河1 - 96】

【水制資料 P.7】

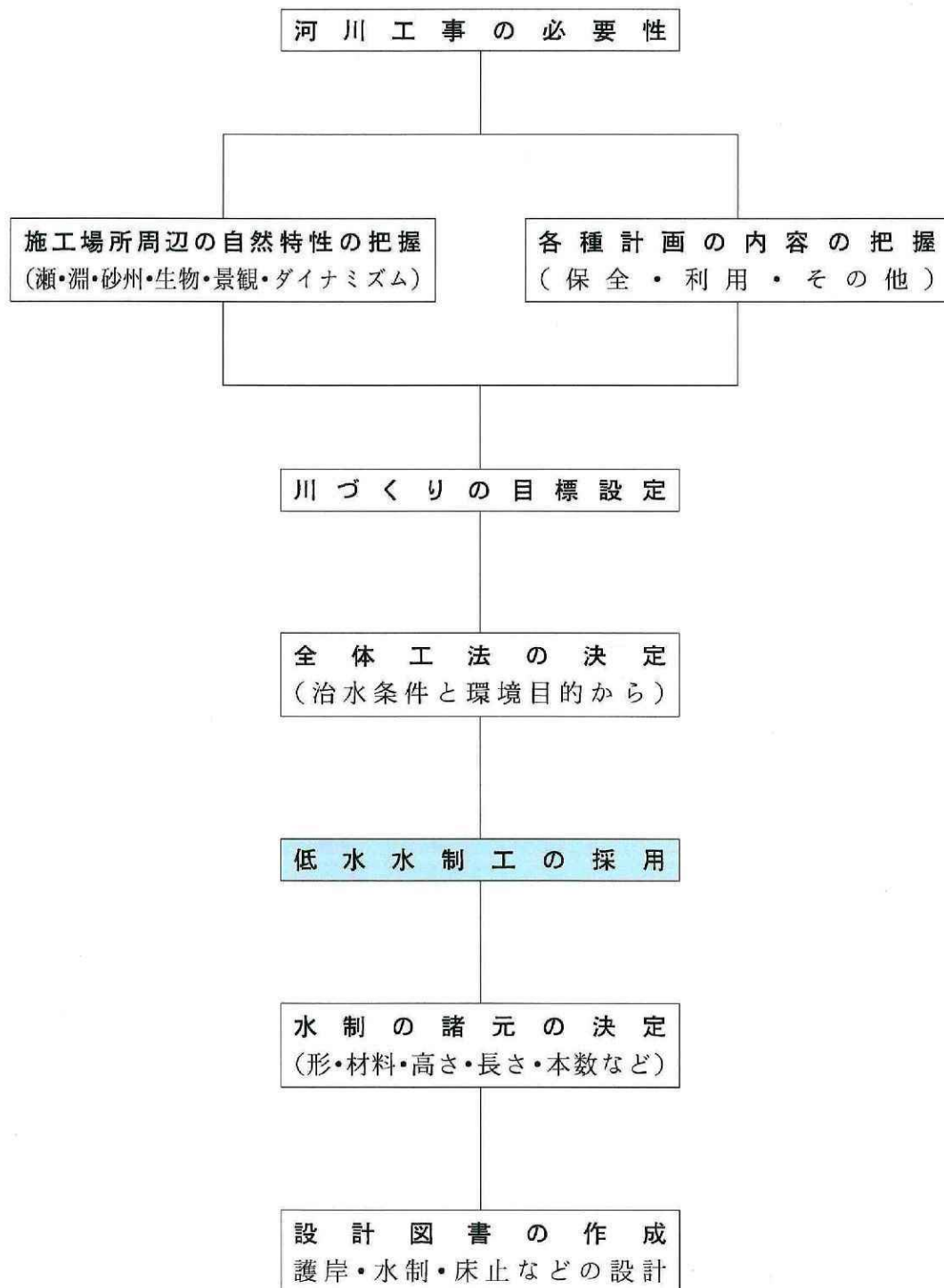


図 3.4.5-2 川づくりにおける低水水制工の設計のフロー

3.4.5.4 構造・設計細目

(1) 低水水制の種類と材料

水制を構造から分類すると透過水制と不透過水制に分かれ、不透過水制はさらに越流水制と非越流水制に分けられる。

不透過型の非越流水制は先端部の著しい洗掘や対岸への影響が大きいため、流れの速い河川で用いる場合は注意を要する。

表 3.4.5 低水水制のタイプと材料

おおよその適地 ○:適する △:場合によっては、適する

| セグメント(河川形態) | 低水水制の種類と材料 | | | | | | | | | | | | 備考 | | |
|-------------|------------|------|--------------------|----------|-----------|---|------|----|--------|----|----|----|----|---|--|
| | 区分 | 設置場所 | 水際の 状態 | 水制の形 | 透過・半透過型水制 | | | | 不透過型水制 | | | | | | |
| | | | | | 聖牛 | 杭 | ブロック | 空石 | 練り | 箆類 | 枠類 | 空石 | | 土出し | ブロック |
| 上流 | 水衝部 | 露岩 | 岩盤・巨石のように仕上げる | - | - | - | - | ○ | - | - | △ | - | △ | 岩盤が出ているところでは、通常は必要なし | |
| | 直線部 | 砂礫 | 短い標準的なタイプ水制長を変化させる | ○ 高水用 | △ | △ | △ | ○ | ○ | △ | ○ | - | ○ | 上向き水制として、下流側に砂礫を堆積させる | |
| | 水裏部 | 砂礫 | 標準的なタイプで、水制長を変化させる | ○ | △ | △ | △ | ○ | ○ | △ | ○ | - | ○ | 透過水制も土砂の堆積で不透過になる可能性が大 | |
| 中流 | 水衝部 | 露岩 | 岩盤・巨石のように仕上げる | - | - | △ | △ | ○ | △ | △ | ○ | - | ○ | 岩盤が出ているところでは、通常は必要なし | |
| | 直線部 | 砂礫 | 短い標準的なタイプ水制長を変化させる | △ 高水用 | △ | △ | △ | △ | △ | ○ | ○ | - | ○ | 局所洗掘の注意する基礎を十分に入れる | |
| | 直線部 | 砂礫 | 中程度で、先端を水中に入れる | △ 高水用 | - | - | - | △ | ○ | ○ | ○ | △ | ○ | 上向き水制として、水制間に土砂の堆積を行う横断勾配を少し変化させ、長さに変化をつける | |
| | | 砂泥 | 中程度で、地形(横断面)に近い形 | - | ○ | △ | △ | △ | ○ | ○ | ○ | △ | ○ | 不等沈下に注意する屈撓性のあるタイプとすること | |
| | 水裏部 | 砂礫 | 低くて、長いもの植物を生育させる | - | △ | △ | △ | △ | ○ | ○ | ○ | ○ | △ | ○ | 透過型でも堆積で不透過になることがある下流側にカギをつけてワンドが埋まるのを防ぐ |
| | | ワンド | 低くて、長いもの植物を生育させる | - | △ | △ | △ | △ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | 通常は堆積場所であるので、必要としない浸食を受けた場合の対策なら埋込み型とす |
| 下流 | 水衝部 | 砂礫 | 水面幅に応じて中～長いもの | - | ○ | △ | △ | - | △ | ○ | ○ | △ | ○ | 水制だけでなく、ワンドも埋まる可能性がある流下土砂量に注意する | |
| | 直線部 | 砂泥 | 水面幅に応じて中～長いもの | - | ○ | △ | △ | - | △ | ○ | ○ | ○ | ○ | ブロックと石との透過型は、穴が埋まる可能性がある箆類は塩分に注意するブロックの表面に見えないように被覆する周辺の状況に応じて、覆土・植栽を行なう低水路の固定に有効 | |
| | 水裏部 | ワンド | 水面程度の高さで、植物を生育させる | - | ○ | △ | △ | - | △ | ○ | ○ | ○ | ○ | | |

ブロック:透過水制には、異形ブロックの乱積み、不透過水制に背景ブロックと石の併用または方形ブロック等を示す。魚類等の生息のためには、異形ブロックの乱積み、大きな石による空石積が良い

【要領(河川) 河1-97】

(2) 水制の方向

護岸基礎部の洗掘の防止に用いられる越流水制は、上向きまたは直角方向を原則とする。

また、下向きの越流水制は、洪水時の流れを河岸に向けるので、一般には用いられないが、水制の下流側に淵を作る場合や洲を除去する場合には有効である。

【要領(河川) 河1-98】

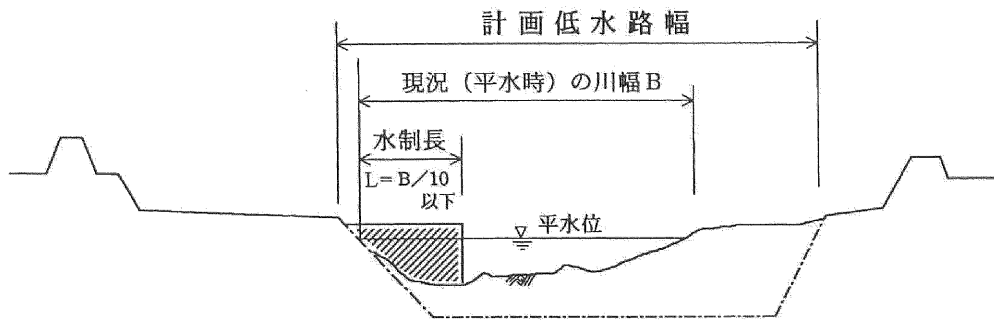
(3) 水制の平面形状と長さ

水制の平面形状(線形)は、実施例から見ると直線水制が殆どであるが、河道の状況や水制の設置目的によっては、特殊なケースとして屈折水制とカギ型水制があるので、目的に応じて使い分けるものとする。

また、長さについては、これまで施工例があまりないため、長さは平水時における川幅の10%以下で、現地の自然景観に調和するよう短めに計画し、完成後の効果を見ながら必要に応じて継ぎ足しなどを行うものとする。

【要領(河川) 河1-99】

【水制資料 P.24】



※水制の長さLは、平水時の川幅Bの10%以下を目安とするが、根固め工の範囲を下回らないものとする。

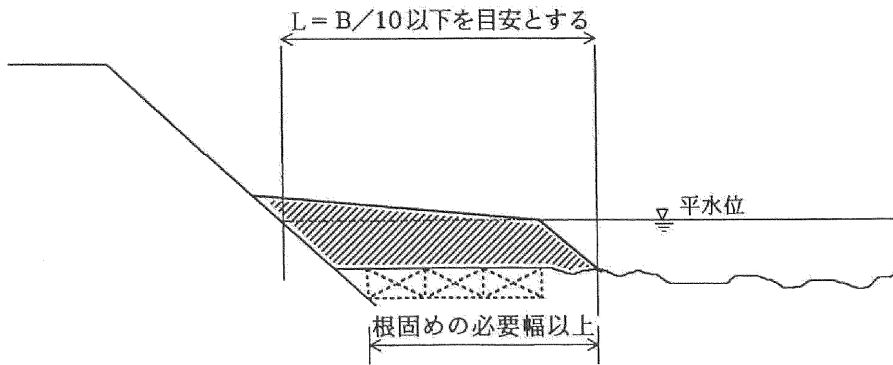
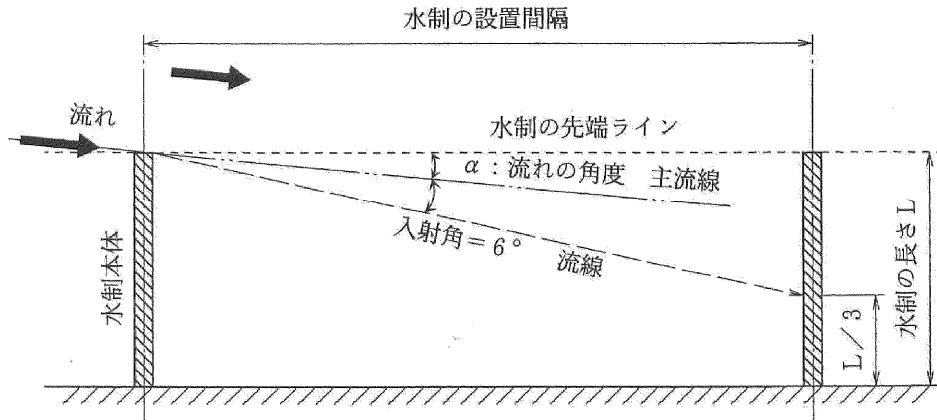


図 3.4.5-3 水制長の考え方

(4) 水制の間隔

水制の間隔は、水制先端からの流れ入射角（約6°）を考慮し、水流の影響が岸まで及ばない程度の間隔に設置する。



$$\text{水制間隔} = \frac{2 \cdot L}{3} \times \frac{1}{\tan(6 + \alpha)}$$

図 3.4.5-4 水制の間隔

【要領（河川） 河 1 - 100】

【水制資料 P.26】

(5) 水制の断面形状

水制の断面形状は、出来るだけ流れの抵抗を受けないような形状とする。

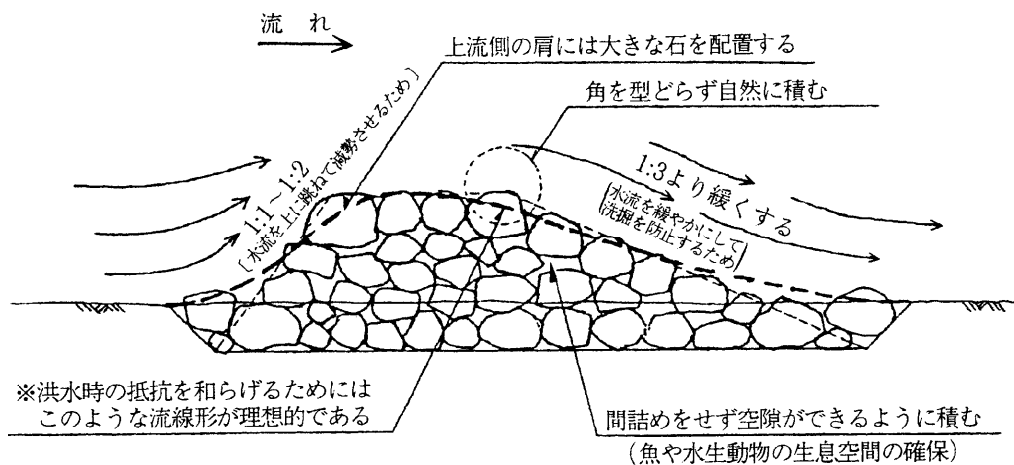


図 3.4.5-5 水制の断面形状

【要領（河川） 河 1 - 101】

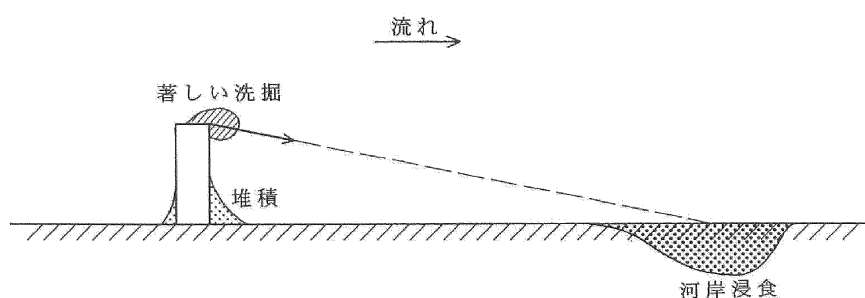
(6) 最低限必要な本数

一般に、強固な単独水制で流勢をおさえるのは、水流の乱れを大きくし、水制付近の大きな洗掘を招くことが多い。

また、1基だけでは効果が限定されるので、水制群として数基設置し、一定区間にわたる総合力により流速を低減させて、河岸よりの河床に堆積を促すほうがよい。

設置本数は、水制長と水制間隔によって決まるが、水制の周囲に土砂の堆積を期待することから、少なくとも3基は設置するものとする。

強固な単独水制



水制群

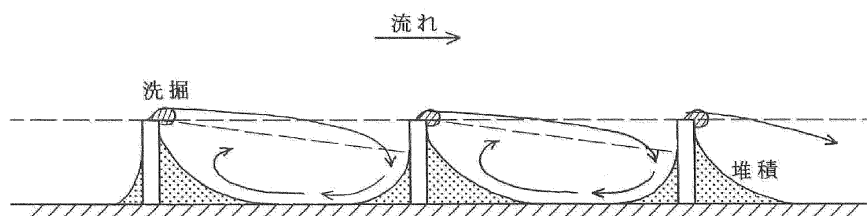


図 3.4.5-6 水制の配置例

【水制資料 P.19】

(7) 根入れ深さ

河川構造物の破壊は、基礎部の洗掘によって引き起こされるものが極めて多く、水制の設計上からも重要な点である。

特に水制先端部の水衝部側では、洪水のピークを過ぎた後に洗掘が大きくなるため、深掘れへの配慮が必要である。

石組み水制の場合は、洗掘に対応できるように河床へ0.5m～1.5m程度の根入れを行なっている事例が多いが、施工箇所の堆積・洗掘傾向を見て適宜決定する。

乱積み水制の場合は、施工上、一般に根入れは行わないので、洗掘・沈下などに対しては天端の嵩上げで対応している例が多い。

【水制資料 P.34】

3.4.5.5 水理学的な検討

(1) 目標流速の設定

水制により流速を低減し、護岸基礎部の洗掘を防止するものであるため、水制設置後の目標流速は、河床材料が移動しない程度の流速とする。

河床材料の平均粒径 d m と限界流速 U_{*c} の関係を、岩垣の実験式をもとに m sec 単位で表せば、 $U_{*c}^2 = 0.809 d m$ (但し、 $d m > 0.00303 m$) である。

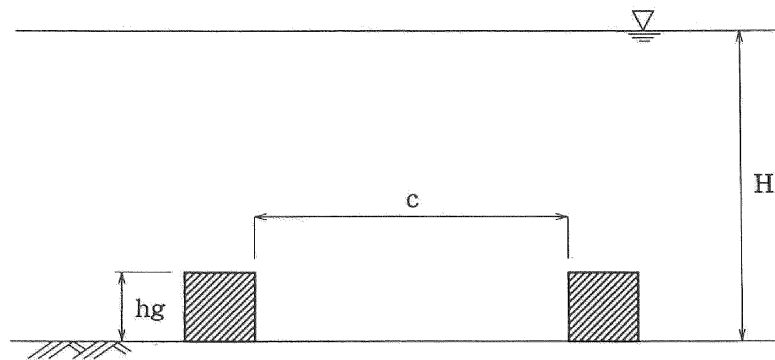
$U_{*c}^2 = g \cdot H \cdot I_e$ であることから、 Manning 式に $I_e = U_{*c}^2 / g \cdot H$ を代入すれば、河床材料の移動限界流速 d が求まることになる。

$$Vd = \frac{1}{n} \cdot H^{2/3} \cdot I_e^{1/2} = \frac{1}{n} \cdot H^{2/3} \cdot \left(\frac{0.809 d m}{g \cdot H} \right)^{1/2} = \frac{H^{1/6} \cdot \sqrt{0.809 d m}}{n \sqrt{g}}$$

【水制資料 P.37】

(2) 水制の形状の決定

越流型不透水制によって、平均流速を d にしたい場合、次式によって求める摩擦損失係数 f をもつ水制とすればよい。



$$f = k \left(\frac{c}{hg} \right)^{-0.5} \cdot \left(\frac{H}{hg} \right)^{-0.77} \cdot \left(\frac{U_{mo}}{\sqrt{g \cdot hg}} \right)^{-1.47} \cdot m^{-0.62} \dots \text{式(1): 中川らによる水制の抵抗則}$$

$$\bar{f} = 2(U_{*d} / U_d)^2 \dots \text{式(2)}$$

$$U_{*d} = \sqrt{g H I_e}$$

まず、式(2)により、目標流速にするために必要な損失係数 \bar{f} を求め、次に水制の形状を仮定して式(1)により f を求め、 $f = \bar{f}$ となるような形状に決定する。

$$m = \frac{\text{水制長}}{\text{河川幅}}$$

ただし、 $m < 0.2$ の場合

$m = 0.2$ とする。

$k = 0.11$ (0.11~0.12)

- U_{mo} : 水制より上流の河川流速 (= V_o)
- U_d : 水制領域の流速 (= 目標流速 V_d)
- U_{*d} : 摩擦速度
- f : 水制の摩擦損失係数
- H : 水深 (m)
- I_e : エネルギー勾配
- hg : 水制高 (m)
- c : 水制間隔 (m)

【水制資料 P.37】

3.4.5.6 材料の大きさの決定

(1) 水制周りの局所流速 V_g

水制材料に自然石を用いる場合は、洪水時も移動しない重さ、大きさを有するものとする。

水制周りの局所流速 V_g は、水制から離れた位置での一様流の流速 V_m に対して、最大で2倍程度として設計する。

ここで、 V_m は、湾曲や洗掘などの影響を考慮した河岸の代表流速 V_o を用いる。

$$V_g = 2 \cdot V_m$$

【水制資料 P.39】

(2) 石の粒径の算定

限界状態設計法と通常状態設計法の二つの考え方があるが、材料がバラバラになった状態でも安定を保つ限界状態設計法で検討を行う。

$$d \geq F_s \cdot \frac{\rho_w}{\rho_s - \rho_w} (0.094C_L + 0.162C_D) \frac{V_g^2}{g}$$

ここに、 d : 石の粒径 (m) ρ_w : 水の密度 (1.0)
 F_s : 安全率 (1.2~1.5) ρ_s : 石の密度 (2.65)
 C_L : 揚力係数 (0.32) V_g : 局所流速 (m/s)
 C_D : 抗力係数 (0.4) g : 重力加速度 (9.8m/s²)

なお、石は横断勾配（下流面）に沿って配置されるので、次に示すレインの補正係数 K により粒径の補正を行う。

補正係数 K は、傾斜角度を θ 、材料の静止摩擦係数を μ （ 30° ）とすると、次式で示せる。

$$K = \cos \theta \left(1 - \frac{\mu^2}{\tan^2 \theta} \right)$$

よって、必要粒径 d' は、次のとおりとなる。

$$d' = d / K$$

【水制資料 P.39】