

# 第3章 河道ならびに河川構造物計画

## 第1節 河道計画

河道計画は河川管理施設等構造令、河川砂防技術基準 計画編、河川砂防技術基準（案）設計編（Ⅰ・Ⅱ）、中小河川計画の手引き（案）、美しい山河を守る災害復旧基本方針、魚がのぼりやすい川づくりの手引き、多自然川づくりポイントブック等を参考に策定するものとする。

### 3.1 河道計画策定の基本

#### 3.1.1 河道計画の策定の基本

河道は、計画高水流量以下の流量を安全に流下させるとともに河川環境の整備と保全を考慮し計画するものとする。また、計画策定に当たっては河岸に沿う地域の土地利用の状況等についても配慮するとともに、総合的な土砂管理についても必要に応じて配慮するものとする。

河道とは、河川の流水が流下する土地空間をいい、通常は堤防又は河岸と河床で囲まれた部分を指す。また、河道は様々に変化するものであり、流水に伴って土砂そのほかの流下物をも流下させるものであるから、整備した後に計画目標に係わる機能が長期にわたり維持されるかどうか、そのために必要な維持管理がどのようなものになるかを、十分に検討することが重要である。特に、土砂移動の顕著な河川ではその点に十分留意する必要がある。さらに、土砂生産の盛んな山地流域を有する河川や、河川からの土砂を供給源とする海浜に注ぐ河川などでは、それらの地域との関係や総合的な土砂管理についても考慮することが望ましい。

河道計画は、当該河川の河道特性の下でもたらされる多様な河道の地形形状や、そこに形成される自然環境や景観等を考慮した、いわゆる多自然川づくりを基本とし、川と人々との日常的な関係を踏まえて河川の利用や歴史・文化などの川の持つ多様な側面に配慮したものとする必要がある。

河道計画の策定に当たっては、量的安全度の確保（流下能力の確保）、質的安全度の確保（侵食等の土砂移動に係わる河川管理施設の安全性確保、堤防の浸透面の安全性など）、トータルコストの最小化、河川環境の整備と保全（自然環境の保全と回復、河川利用との調和）の視点を総合的にとらえ最適な縦横断形状と平面形状などを見出すことが重要となる。

なお、従来の「計画河床勾配」、「計画河床高」の表現は、「計画」という用語を用いると、縦横断的に一様な高さにしなければならないという誤解が生じるおそれがあるため、記述を改めた。

#### 3.1.2 河道計画の策定手順

河道計画の策定に当たっては、現況河道の課題、周辺地城の状況、地域の自然環境、社会環境及びそれらの歴史的な変遷を踏まえて、次の手順によって具体的な検討を進めるものとする。

- 1 計画高水位を設定する。
- 2 改修を必要とする理由に応じ計画区間を設定する。
- 3 計画の法線、河道の縦断形・横断形について複数の検討ケースを設定する。
- 4 河川構造物などの案を設定する。
- 5 治水・利水・環境への効果及び影響について総合的に評価を行う。

総合的な評価をもとに、必要に応じて計画全体が均整のとれた計画となるまで必要な修正を繰り返すものとする。

河道計画は基本方針で定める目的に十分合致するよう策定するものである。まず、地形、土質等の自然条件を含むその河川特性、地域の自然環境、社会環境及びそれらの歴史的な変遷を把握する。それらを踏まえ、治水面・利水面・環境面の各目標等を総合的に勘案し、河道計画の具体的な検討を進める。次項の考え方に基づいて計画高水位を設定した後、計画高水流量を流下させることができるかどうかを検討する。その結果も含めて、流下能力の不足、洪水の流下の支障となる横断工作物の存在、河道法線の不良、過去の主要な災害の原因等を調査し、改修を必要とする理由及び区間を定める。その結果を踏まえて河道の平面、縦横断形について複数の検討ケースを設定する。

各検討ケースにおいて、設定した平面、縦横断形等の下で、長期的に河道が安定するよう、河道の侵食・洗掘・堆積を防止・抑制するための構造物などの配置計画を検討する。また、必要に応じて、堰、樋門、水門、そのほか（治水機能以外を主目的とした構造物を含む）の施設の新設や改築、統廃合等についても検討対象とする。河川構造物の配置に当たっては、平常時及び洪水時の流水の挙動と河床・河岸形状の変化特性、土質・地質特性、土砂流送の特性を十分踏まえ、河道計画の中での位置付けと役割、優先順位や設置時期の判断基準を明確にし、いたずらに構造物に頼ることなく、所要の機能を必要最小限の範囲で施設の新設や既設施設の改築で発揮させる方策を検討し、良好な河川環境の整備・保全等を十分に考慮した措置を講ずるようにする。

検討ケースごとの治水・利水・環境への効果及び影響について、総合的に評価するものとする。

また、河道計画の策定に当たっては、「中小河川に関する河道計画の技術基準について」（平成22年8月9日 国土交通省河川局河川環境課長・治水課長・防災課長通知）の内容を尊重し、多自然川づくりに配慮した計画の策定を行うようにする。

## 3.2 流能力の算定

### 3.2.1 粗度係数

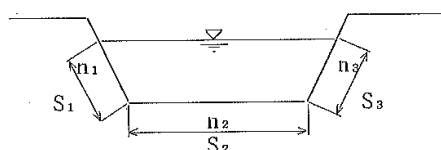
#### (1) 粗度係数の考え方

流下能力検討に当たって、設定された縦横断形に対応して設定する粗度係数は、現況が良好な状況である河川にあつては、現況と同程度となるように設定することを基本とし、少なくとも現況より小さくしないことを原則とする。特に川幅が比較的狭く護岸を有する横断形の場合には、相対的に護岸の粗度が大きく影響するので注意が必要である。一方で、川幅を大きく拡幅する場合には、植生の繁茂による粗度の増大に留意する。

- 1) 単断面の中小河川では河床材料の他に河岸法面粗度の影響も無視できないので、河床部、高水敷部と護岸部（法面部）に分けて粗度係数を設定し、これらを合成して求める合成粗度係数（N）を用いるものとし、各部位毎の粗度係数（n）とその潤辺（S）により次式を用いて求める。

$$N = \frac{\sum_{i=1}^m (n_i^{3/2} \cdot S_i)^{2/3}}{\left( \sum_{i=1}^m S_i \right)^{2/3}}$$

$S_i, n_i$  : 同一粗度を持つ  $i$  番目の潤辺部分の長さ と粗度係数



2) 複断面では、高水護岸を対象とする場合と、低水護岸を対象とする場合とに分けて求める。

[高水護岸]

①高水敷の粗度係数を用いる。(n = n<sub>2</sub> or n<sub>6</sub>)

また、この場合の設計水位 (H<sub>d</sub>) は下記のとおりとする。

$$H_d = \text{設計水位} - \text{平均高水敷高}$$

[低水護岸]

②低水路の粗度係数を用いる。(n = n<sub>4</sub>)

また、この場合の設計水位 (H<sub>d</sub>) は下記のとおりとする。

$$H_d = \text{設計水位} - \text{平均河床高}$$

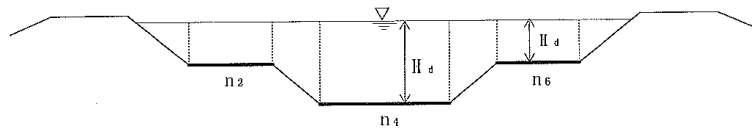
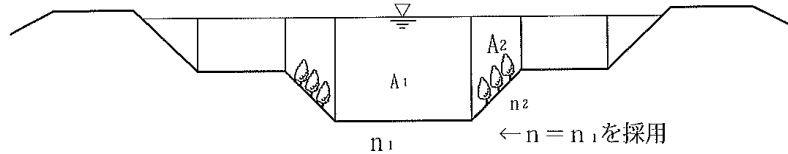


図 3 - 1 粗度係数の取り方

河畔林がある場合でも、河床部の粗度係数により算定する。



なお、各部位に用いる粗度係数は、(2) 以降により求める

参考) 河畔林に関する参考文献

- ①「護岸の力学設計法 改訂」、(財) 国土開発技術研究センター編、2007. 11
- ②「河川における樹木管理の手引き」、(財) リバーフロント整備センター編、1999. 9

## (2) 河床部の粗度係数

河床部の粗度係数 (n) は、次の手順により算出するものとする。

1) 河床部の粗度係数は、災害箇所毎の代表粒径を求め、マンニング・ストリクラーの式により算定する。

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

ここで、

k<sub>s</sub> : 相当粗度 (河床材料の代表粒径をm単位で使用)

g : 重力加速度 = 9.8 m/s<sup>2</sup>

・代表粒径 (d<sub>R</sub>) : 河床材料の平均的な粒径としてよい。

河床材料のサンプリング方法としては、

- ①面積格子法
- ②線格子法
- ③平面採取法
- ④写真測定法

などがあり、「中小河川計画の手引き（案）」（河道計画参考資料）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下表を参考としてもよい。

表 3-1 河床部の代表粒径と粗度係数の関係

d <sub>R</sub> : 代表粒径	n : 粗度係数		A と B 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ない。また表層に突出する粒径の大きな石が目立たない。
玉石 (40cm~60cm)	0.037 <sup>1)</sup>	0.042 <sup>2)</sup>	
// (20cm~40cm)	0.034 <sup>1)</sup>		
// (10cm~20cm)	0.030 <sup>1)</sup>		
粗礫[大] (5cm~10cm)	0.035 <sup>2)</sup>		B : 河床の凹凸が大きく粒径の大きな石が突出する。
// [小] (2cm~5cm)	0.029 <sup>2)</sup>	0.034	

注：1)はマニング・ストリカーの式より求めた値。

2)はτ\* - ψグラフより求めた値。

2) 代表粒径2cm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。

$$n = \frac{H_d^{1/6}}{\sqrt{g \cdot \psi}} \quad \psi = 6.0 + 5.75 \cdot \log \frac{H_d}{2.5 \cdot d_R}$$

ここに、H<sub>d</sub> : 設計水深 (m)

設計水深 = 設計水位 (W.L) - 平均河床高 (Z)

d<sub>R</sub> : 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<sub>R</sub>=0.005mを用いてもよい。

ただし、計算した粗度係数 (n) が0.020を下回る場合は0.020とする。

### (3) 高水敷部の粗度係数

- 1) 高水敷部の粗度係数は、高水敷上の設計水深 (H<sub>fp</sub>) と平均植生の高さ (h<sub>v</sub>) の比の関係より図 3-2 を参考に求めるものとする。
- 2) 流水中の草は、作用する流体力の大きさと草が有する曲げの強さの大小に応じて、通常繁茂している場合と同じように直立した状態 (直立状態)、流向に沿って倒伏している状態 (倒伏状態)、さらにはそれらの中間的な状態 (たわみ状態) を呈することになる。草の粗度としての大きさはこれらの状態によって変化する。
- 3) 洪水時の草の直立、たわみ、倒伏状態の判断は、出水後の現地で確認した植生状況を考慮して決

定する。

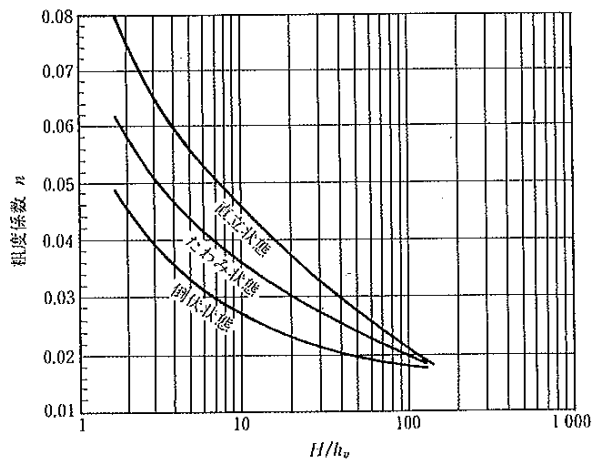
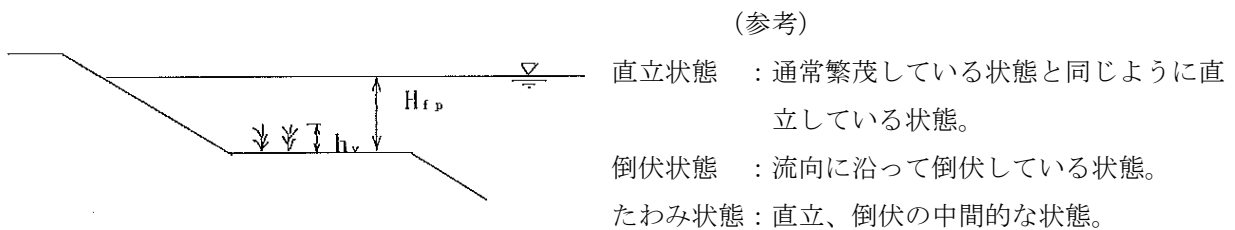


図3-2 流水中の草の状態と粗度係数の関係



なお、多くの場合、洪水時には高水敷上の草本類の植生は倒伏状態にあると考えられるので倒伏時の粗度係数を使ってよい。

4) ただし、高水敷の地被が発達しており、倒伏状態とすることが不適当と考えられる場合は、以下により求める。

流水中の草の状態は、洪水時の草の倒伏状態に関する調査資料を参考に設定する。資料がない場合には、以下に示す高水敷上の摩擦速度 ( $u_*$ ) によって判断する。

摩擦速度

$$u_* = \sqrt{(g \cdot H_{fp} \cdot I_e)}$$

$H_{fp}$  : 高水敷上の設計水深 (cm)

$I_e$  : エネルギー勾配 (平均的な河床勾配としてもよい)

$g$  : 重力の加速度 (980cm/s<sup>2</sup>)

【堅い草が繁茂している場合】

堅い草はヨシ、ススキ、セイタカアワダチソウなどに代表される、高さ1~2mに達する直立し

た堅い茎を有する草を指す。流水中の堅い草の状態は摩擦速度の大きさを以下のように設定する。

直立状態	$u_* \leq 12 \text{ cm/s}$
たわみ状態	$12 \text{ cm/s} < u_* \leq 22 \text{ cm/s}$
倒伏状態	$22 \text{ cm/s} < u_*$

【柔らかい草が繁茂する場合】

柔らかい草とはエノコログサ、イヌエビ、ネズミムギなどに代表される、地表面近傍から多数の葉が生えており、かつ比較的曲がりやすい茎を有する草を指す。

流水中の草の状態は摩擦速度の大きさを以下のように設定する。

直立状態	$u_* \leq 7 \text{ cm/s}$
たわみ状態	$7 \text{ cm/s} < u_* \leq 15 \text{ cm/s}$
倒伏状態	$15 \text{ cm/s} < u_*$

なお、高水敷上に多くの草が繁茂している場合には、各章の繁茂状況を勘案し、繁茂面積によって加重平均をとるものとする。また、高水敷上の凹凸が激しい場合や草の高さが大きくばらついている場合など、高水敷の粗度係数を大きくする要因が明確な場合には、図 3-2 に示す値より大きくしてもよい。

(4) 護岸（法面）部の粗度係数

1) 一般に、護岸部の粗度係数は、マニング・ストリクラーの式により求める。

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

$ks$  : 相当粗度 (m)

[法面の凹凸の大きさを表す係数]

$g$  : 重力加速度 ( $\text{m/s}^2$ )

ただし、玉石護岸等の粗度係数は、次式により求める。

$$n = \frac{H_d^{1/6}}{\sqrt{g} \cdot \psi} \quad \psi = 6.0 + 5.75 \cdot \log \frac{H_d}{2.5 \cdot d_R}$$

$H_d$  : 設計水深 (m)

設計水深 = 設計水位 (W. L) - 平均河床高 (Z)

$d$  : 玉石の粒径 (m)

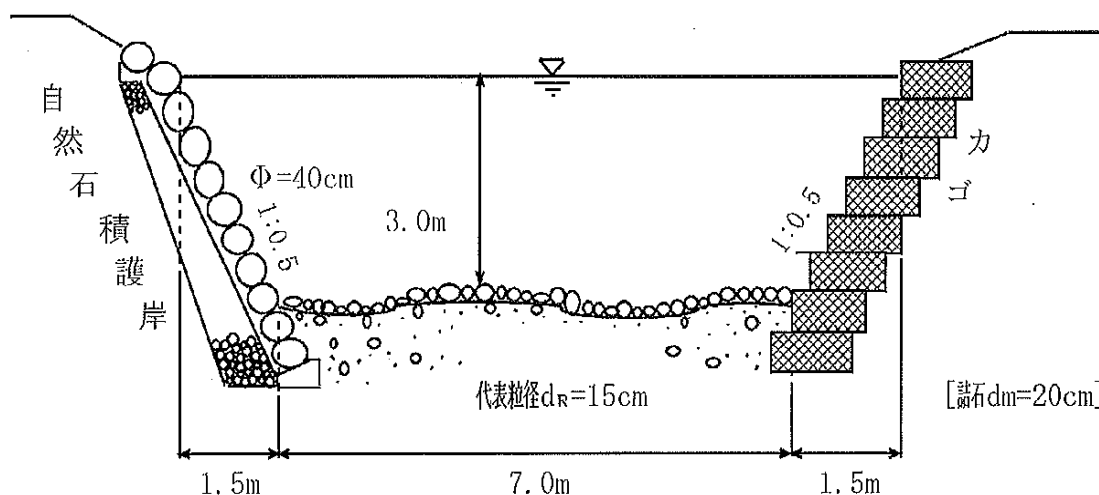
なお、相当粗度は通常は模型実験で求めるものであるが、相当粗度が把握できない場合、阻度係数は表 3-2 を参考としてもよい。

表 3-2 護岸構造と粗度係数の関係

護岸構造	粗度係数
間知、張ブロック (ks=0.04)	0.024
連節ブロック (ks=0.08)	0.027
鉄線籠型護岸(詰石径=20cm程度)	0.032
草丈20cm程度の雑草	0.032
木柵護岸 (詰石15~20cm程度)	0.030
玉石 (径30cm程度)、水深 (2~4 m)	0.025
玉石 (径40cm程度)、水深 (2 m)	0.027
〃 ( 〃 )、水深 (3~4 m)	0.026
玉石 (径50cm程度)、水深 (2~3 m)	0.028
〃 ( 〃 )、水深 (4 m)	0.027

注) 木柵護岸の階段状の影響については、現在評価法がないので当面この表による。

合成粗度係数の算出例



【各部位の粗度係数の算定】

◇河床部

代表粒径( $d_R$ )=15cm  $\Rightarrow$   $n=0.030$  (「表3-1」より)

◇護岸部

・想定護岸工法：右岸-かご、左岸-自然石積護岸

・自然石積護岸：径( $\Phi$ )=0.4m  $\Rightarrow$   $n=0.026$  (「表3-2」より)

$$\left( \begin{array}{l} n = H_d^{1/6} / \sqrt{g} \cdot \psi, \psi = 6 + 5.75 \log \{ H_d / (0.25 \cdot d) \} \\ \psi = 6 + 5.75 \times \log \{ 3.0 / (0.25 \times 0.4) \} \\ = 14.49 \\ n = 3.0^{1/6} / (\sqrt{9.8} \times 4.49) \\ = 0.026 \end{array} \right)$$

・かごマット：詰石  $d_m=0.2m$   $\Rightarrow$   $n=0.032$  (「表3-2」より)

$$\left( \begin{array}{l} n = k_s^{1/6} / 7.66 \sqrt{g} \\ = 0.20^{1/6} / (7.66 \times \sqrt{9.8}) = 0.032 \end{array} \right)$$

【粗度係数の合成】

$$N = \frac{\sum_{i=1}^m (n_i^{3/2} \cdot S_i)^{2/3}}{\left(\sum_{i=1}^m S_i\right)^{2/3}}$$

	粗度係数(n)	潤辺(S)	$n^{3/2} \cdot S$
・低水路部	0.030	7.00 m	0.0364
・自然石積護岸部	0.026	$\sqrt{1.5^2 + 3.0^2} = 3.35$ m	0.0140
・かご部	0.032	$\sqrt{1.5^2 + 3.0^2} = 3.35$ m	0.0192
		13.70 m	0.0696

$$\therefore N = (0.0696/13.70)^{2/3} = 0.030$$

### 3.2.2 平均流速を用いた流下能力の算定

流下能力の計算は、原則として不等流計算で行うものとする。流下能力の評価水位は現況の堤防高から余高を引いたものを基本とする。

洪水の流れそのものは、流速の時間的変化があるので現実には定常流ではないが、通常の河道計画では定常流として取り扱ってほとんど差異はない。

定常流として取り扱う場合において、大河川のように現状の河道を重視して改修する場合には、洪水の流下方向における河道断面や河状の変化が大きいため、流速の縦断方向の変化が無視できないので、流下能力の計算は原則として不等流計算による。

河口部の背水影響区間、局所的な狭窄部上流の背水区間など、背水の影響を特に考慮する必要がある場合には、必ず不等流計算により検討を行う必要がある。

なお等流計算、不等流計算の手法については河川砂防技術基準 調査編第5章 河川における洪水流の水理解析による。

平均流速公式としては多数の公式があるが、河川の特性に適合し、かつ扱いが簡単で便利なマンニング公式を用いる。

マンニング公式—— $V = 1 / n \times R^{2/3} \times I^{1/2}$  (m/s)

但し V：流水断面の平均流速  
n：粗度係数 R：径深 (m) = 断面積 / 潤辺長 (m<sup>2</sup>/m)  
I：水面勾配 (=河床勾配)

→ 流下能力：Q = A × V (m<sup>3</sup>/s) 但し A：断面積 (m<sup>2</sup>)

## 3.3 河道の平面形

### 3.3.1 河道の平面形の基本



改修を必要とする計画区間において、現河道の平面形を中心にして、治水・利水・環境についての目指すべき方向性を踏まえ平面形の設定を行うものとする。放水路、捷水路を計画する場合には、環境への影響等を検討し、適切な河道平面形とするものとする。

一般的に河川改修は、現河道沿いの地形、土地利用形態、用地取得の難易度等を勘案して、現河道沿いに実施している場合が多いことから、現河道の平面形を中心に治水・利水・環境の目指すべき方向性に即し平面形の設定を行う。

自然環境の保全の観点からも現河道に近い平面形を設定する方が有利な場合が多いが、拡幅する区域に貴重な自然環境が存在する場合などには、必要に応じて別の平面形を検討する必要がある。また、現河道の屈曲の著しい河川、あるいは、現河道沿いに大規模な家屋連たん地域が形成されている河川などについては、放水路、捷水路等の新川の整備を組み込んだ平面形を検討すべき場合もある。このような場合については、現河道利用部分と新川の整備部分を組み合わせた幾つかの平面形を設定し、それぞれについて、地形、地質、現在並びに将来の土地利用（地域の分断について考慮することが重要）、行政区画、用排水路系統、地下水位への影響、内水対策、計画区間の上下流への影響、自然環境、景観、経済性、改修後の維持管理等を勘案して最良の平面形を選定するものとする。

### 3.3.2 堤防法線

堤防の法線（掘込河道等の区間を含む）は、計画高水流量、沿川の土地利用状況、自然環境、洪水時の流況、現況の河道、将来の河道の維持、経済性等を総合的に勘案し、必要な川幅の確保を基本として設定するものとする。

堤防法線は、計画高水流量を流下させるために必要となる平面形の基本となる川幅を定めるものであり、堤内地にとっては土地利用を制約する最も重要な条件となる。また、計画高水流量が同じであっても、水深、勾配、河床の粗度が異なれば適正な川幅は異なる。さらに既設堤防の状態、沿岸における家屋の密集状況、自然環境や河川利用の状況、用地取得の状況によっても異なってくる。したがって、川幅は河道計画全体の検討の中で定める必要がある。なお、堤防法線の設定に当たっては、以上を踏まえた上で次の各点に留意して検討しなければならない。

- 1 当該河川固有の自然環境や河川の利用状況等との関係を十分に配慮して、河川環境の整備と保全が容易となるようにする。
- 2 流下能力からみて現況の河道に十分な余裕のある川幅であっても、一般には河道の貯留効果を考慮してその川幅を確保することが望ましい。なお、計画上の効果としては、洪水によってその効果に差異があることなどの理由から河道貯留による流量低減の効果は考慮しないのが通例であるが、この河道貯留の効果を低く評価するという趣旨ではない。
- 3 洪水時における流況を踏まえて、堤防の安全性の確保、侵食・堆積に対する河道の維持等の点を総合的に検討する。一般に急流河川では直線に近い形状とする場合が多い。また、緩流部の河川では、必ずしも直線的である必要はないが急な曲がり避け、場合によっては適切な蛇行形状にすることにより、堤防や河岸の侵食対策の必要範囲を限定することも可能である。
- 4 蛇行形状の設定に当たっては、現状の河道、背後の地形・地質の状況、土地利用状況等を考慮するものとし、家屋の連たん地域や旧川の締切り箇所などができるだけ水衝部とならないよう配慮するものとする。

また、河川が、出水等による経年的な変化を経て良好な自然環境を形成する河床形状や河床材料を有する状況になっている場合、すなわち平常時のみお筋の現況が良好な自然環境を形成している場合には、河道の法線は、その位置を極力変更しないように設定する。また、川底が良好な状況にない河道にあつては、多自然川づくり基本方針にある「可能な限り自然の特性やメカニズムを活用する」あるいは「河川が有している自然の復元力を活用する」ことを実現するために、河床に十分な幅をとることが必要となる。多自然川づくりを基本とする河道計画にあつては、このことを検討に際して特に重要視する必要がある。

中小河川にあつては、周辺の土地利用等の制約を受けることが多いため、川幅が狭く護岸が直接平常時の流路を拘束している場合が多い。中小河川では流下能力を2倍以上に増やす河川改修も多く、そのような河川と河川改修を行うことは、川本来の姿を取り戻す貴重な機会となる。その際に、安易に過度な河床掘削を選択することは、洪水時の流速を増大させ、河道特性に大きな変化を生じることになり、治水上の課題をもたらすことが多い。また、気候変動に伴う将来的な洪水流量の増加も予想されるところであり、十分な川幅が確保されていれば将来に河道の再改修の必要が生じても柔軟で効率的な手法をとれる余地が大きいことにも留意すべきである。以上のことから、流下能力を増大させるために必要な河積の拡大は、原則として川幅の拡幅により行い、河川が有している自然の復元力の活用を可能とすることとする。

すなわち、河道計画を検討する際には、まず拡幅による川幅の確保を先行して検討することを原則とし、できる限り洪水流量と河床勾配、河床材料に対応した川幅の確保を目指すものとする。その原則の下で、社会的・自然的な制約を踏まえて川幅や法線を設定する。この際、現況の地形及び地物、並びに利用可能な用地の状況等を良く把握し、それらの特徴を極力活かした設定を行うものとする。拡幅を原則とすることは、過度な河床掘削により洪水時の流速や掃流力を増大させないという河道の維持管理上の意義も有している。河床掘削が抑えられると、河床や構造物の安定、さらにはそれらに必要とされる対策の削減につながり、また河道の洗掘に対する維持管理は容易になるものと考えられる。ただし、堆積に伴う維持管理は増加する可能性があり、これを最小限とするため、必要に応じて3.5.2に記載する横断形状の工夫を行う。なお、中小河川は、過去の堆積地形等を下刻あるいは開削して形づくられた場合が多く、掘削により河床の材料構成（地質状況）が激変する場合がある。この点からも、河床掘削はできるだけ避けることが望まれる。

また、拡幅を行う場合に、河岸の河畔林など河岸の自然環境が良好なときには、出来る限りそのような河岸を保全することが大切であり、そのようなときには原則として片岸を拡幅する。

### 3.3.3 支川の合流点形状

支川の合流点の形状は、合流点の流況と洗掘・堆積状況を踏まえ、原則として本川になめらかに合流する形状とするものとする。ただし、支川の計画高水流量が本川に比して極めて小さく、本川に対する合流の影響が小さい場合にはこの限りではない。また、合流部の縦断形状の設定に当たっては、水生生物の自由な移動にも配慮するものとする。

合流点においては、異なる流向・流速を持つ2つ（以上）の流れが合流するため、流況が通常の河道区間より複雑になる。このため、堤防沿いの高流速あるいは死水域の発生、規模の大きな洗掘・堆積、流れの抵抗による上流側での水位上昇等が生じる可能性がある。したがって、支川は一般的には平滑に本川に合流させなければならない。これによって合流点前後における洪水流下を安定させ、河床の洗掘、

堆積を防ぐものとする。ただし、支川の計画高水流量が本川に比して極めて小さく、本川に対する合流の影響が小さい場合等にはこの限りではない。また、合流点で本支川の河床に段差が生じると水生生物の自由な移動に支障を及ぼすため、水生生物の自由な移動にも配慮して合流部の縦断形状を設定するものとする。

### 3.4 計画高水位

#### 3.4.1 計画高水位設定の基本

計画高水位が定められている河川で河道計画の見直しを行う場合には、原則として既往の計画高水位を上回らないよう定めるものとする。やむを得ず部分的に計画高水位を上げることが必要となる場合においても、その範囲はできるだけ小さくするものとし、できる限り既往洪水の最高水位以下にとどめることが望ましい。

捷水路及び放水路などの新川の整備のように過去に計画高水位の定められていない河川や全面的な河川改修を行う河川で新たに計画高水位を定める場合には、接続する河川の計画高水位や地域の特性等を考慮しつつ、沿川の地盤高を上回る高さが極力小さくなるよう計画高水位を定めるものとする。特に、計画の規模の小さい河川で、下流河道の条件を考慮しても十分に水面勾配がとれる場合には、計画高水位を地盤高程度に設定するものとする。

計画高水位は、その水位以下で計画高水流量を流下させることができるよう設定された水位であって、堤防高や橋梁の桁下高、支川の河道計画や内水処理計画など、様々な計画の基本となる事項であるとともに、堤防が破堤した場合の被害の大きさをも左右する河川管理上最も重要な計画事項である。したがって、河道計画を検討する際には、計画高水位をどのように設定するかが最大の検討事項となるが、ほとんどの河川では既に計画高水位が定められており、それに基づいた河川改修や河川管理がなされてきている。そこで、ここでは過去に計画高水位が定められている場合と、計画高水位が定められていない、若しくは定められてはいてもしばしば中小河川で見られるように新川の整備に近いような全面的な改修を行う場合とに分けて計画高水位設定の原則を示している。

既に計画高水位が周辺地盤高よりも低く定められている掘込河道において、大幅な拡幅や掘削を必要とする河川改修に新たに着手する場合には、上記の趣旨に鑑みて必要に応じて計画高水位の見直しを検討することが望ましい。

その際、計画高水位を上げるとそれに伴って橋梁の桁下高も上げなければならない場合がある。その場合においては、上流部に流木の発生源のない河川や洪水時の流速の小さな河川では、既存橋梁の状況や周辺の土地利用との関係について十分に留意し、積極的に河川管理施設等構造令第73条第1項4号の大臣特認制度を活用した桁下高の見直しを検討することが望ましい。また、計画高水位を上げると接続する水路等の計画にも影響するので併せて検討する必要がある。

計画高水位を堤内地の地盤高程度とした場合に、小堤防（いわゆる余裕高堤）を計画することがあるが、前記の橋梁と同様に河川の状況を十分に勘案し、むやみに小堤防を設ける計画とはしない（構造令第20条は堤防のある場合にのみ適用される）。周辺の土地の状況などから小堤防を設ける場合においては、その高さは構造令第20条第1項のただし書きを踏まえて必要最小限の高さを検討する必要がある。

過去に計画高水位が定められている河川区間で河道計画の見直しを行う場合、計画高水位を以前よりも高くすることは河川を大幅に再改修するに等しいことになり、部分的な場合を除き現実的ではないばかりでなく、洪水をできるだけ低い水位で流すという治水の大原則に反するものであることから、既往

の計画高水位を踏襲するのが一般的である。

新川の整備のように過去に計画高水位の定められていない河川や全面的な河川改修を行うため必ずしも過去の計画高水位にとらわれる必要性がない河川で新たに計画高水位を定める場合には、計画高水流量、河道の縦横断形、接続する河川の計画高水位、地形や土地利用の状況などの地域の特件等を考慮しつつ、沿川の地盤高を上回る高さが極力小さくなるよう計画高水位を定める。特に、計画の規模の小さい河川では、計画を超える洪水が発生する可能性が高いことから、掘込河道とすることを積極的に検討すべきである。その場合においては、低水時における地下水位の確保、各種用水の取水位の確保、そのほかの流水の正常な機能の維持を図るための対策及び河川環境の保全に対して十分考慮する必要がある。なお、水系全般の安全度から見て上流部の河道を過度の掘込河道とした場合にはその区間の流下能力を実質上増すことになり、計画以上の流量を流下させうることになる。その場合、下流の堤防区間の河道に計画以上の過度の流量が流下することとなり、下流河川の安全上大きな問題となる。したがって、計画高水位は地盤高程度とすることが最も望ましい。

### 3.4.2 本川の背水区間内における支川の計画高水位

本川の背水区間内の支川の計画高水位は、次の水位のいずれか高いほうを基準にして定める。

- 1 本川が計画高水位であって支川は本川のピーク流量に対応する合流量が流下する場合に、背水計算によって求められる水位
- 2 支川から計画高水流量が合流するときの本川流量に対応する本川水位を出発水位として背水計算によって求められる水位

ただし、本川の計画高水流量に対して支川のその比が比較的小さいような場合には、2の水位に代えて支川の計画高水流量に対応して等流計算によって求められる水位とすることができる。

本川の背水区間内の支川の計画高水位は、本川の各水位に対応する支川の洪水流量に基づく支川の高水位を包絡して定めるのが正しいが、一般にはそれほどの検討を必要としない。本川が計画高水位の場合と、支川が計画高水流量の場合の2つを基準として差し支えない。

本川と支川の流域の状況が極端に違っている場合で、ピークの出現状況がほとんど関係ないと思われる場合には本川の背水はほとんど水平と考えられる。このような場合には本文1の水位は合流点の本川水位に対して水平の水位とする。

## 3.5 河道の縦横断形

### 3.5.1 河道の縦断形

河道の縦断形は、堤防法線及び河道の横断形と関連させて堤内地盤高、河川環境、河床の安定、経済性等を考慮して定めるが、一般には現況河道の縦断形を重視して定めるものとする。一般の河川では河床勾配が上流から下流に向かって急から緩となるように変化させるが、地下水位、用水の取水位、既設の重要構造物の敷高などにも配慮するものとする。

河床の横断形は流水等の作用により横断方向に一様な高さとはならないが、一般にはそのような河道の横断形のうち低水路（単断面では河岸を除く河床）の平均河床高により縦断形を定め、その勾配を河床勾配とする。河道の縦断形は、河道特性調査（河川砂防技術基準 調査編 第4章）等を参考にしながら、通常の河川では現況の低水路平均河床高の縦断形にならって定める。それは現在の河道において局部的な変化が進行中でない限り、一般には現状の河床勾配によることが将来の河道の維持上有利であるからである。その際、重要構造物の敷高、用水の取水位、支川であれば合流点の本川の河床高、岩盤露

出地点の河床高、周辺地下水位等に十分配慮することが重要である。河道の縦断形は特に水生生物の自由な移動、瀬や淵の形成などの動植物の生息・生育環境や河川の利用面などに強く関連するので、縦断方向の連続性の確保など河川環境も十分に考慮して検討する必要がある。

捷水路のように部分的に河床勾配を変化させる必要がある場合には、前後の河床勾配の状況を勘案して縦断形を決定するものとする。また、部分的だけでなく大幅に河状を変更する場合には、横断形なども組み合わせ、将来の河道の安定も考慮して縦断形を定める必要がある。通常の河川では、河床勾配は上流から下流に向かい急から緩へと変化させるのが一般である。

河床の安定上やむを得ない場合には、必要に応じ河床の状況等を考慮して、床止め等を設けるものとする。この場合、位置方向については河道の平面形状や水生生物の自由な移動に配慮するものとする。

実際の河床高は洪水による河床変動や部分的な深掘れ等により、計画時に想定した低水路平均河床高より低下する場合がある。したがって、河道の縦断形の検討に当たっては、長期的かつ局所的な河床変動に十分に留意するとともに、構造物の計画・設計のために必要とされる河床高を設定することが重要となる。特に床止めの上下流では生じ得る河床変動を想定して周辺構造物の根入れ、基礎工等を検討する。河床変動の検討については流送土砂調査（河川砂防技術基準 調査編 第4章）等を参考にしようといふ。

土砂生産の盛んな山地部の河道や扇状地の上流河道では、洪水時の土砂流出により急激に河床が上昇する場合がある。そのような現象の予測は技術的に難しいものの、過去の経験等を踏まえ、砂防施設等による土砂流出制御とあわせて、総合的に対策を検討する必要がある。

拡幅による河積の確保と河床幅の確保を基本として河道計画にあつては、

- ・洪水時の流速や掃流力を現況より増大させることがない。
- ・河床掘削を避けたことにより現況の河床の状況が維持され、その状況が良好な場合、川の有する自然の復元力をそのまま活かすことができる。
- ・これらより、大きな掘削による河道計画に比べると縦断形を維持しにくくする著しい河床変動は生じにくい。

等、河床の安定性確保の面で一般に利点が多く、縦断形の計画に当たり上下流間の生物移動の連続性を十分に考慮することが可能である。このため、現況が良好な場合には縦断形は現況踏襲が基本となり、縦断勾配を処理する床止め等の横断構造物は、拡幅を基本とした河道計画を検討した上で必要最小限の箇所とするものとする。

以上の拡幅を基本とした河道計画が難しく、河道掘削による河積の拡大を基本とした改修を行わざるを得ない場合の縦断形の設定については、以下の点に留意して検討を行うものとする。

- ①掘削が軽微である場合3.5.2に記載の平均的な掘削深が60cmに満たない場合）、現況の縦断形状が良好なときには河床形態等を変更しないように、3.5.2に記したとおり、縦断形はほぼ平行移動するように検討する。ただし、掘削により河床材料等に大きな変化がみられるときには、次の②と同様の検討を行う。
- ②掘削深が大きい（60cmを超える）場合には、3.5.2に記したよう掘削に伴い起こりうる河床変動を考慮した上で、縦断形を設定する。上下流間の生物移動の連続性を確保するという観点から、落差工等は極力避けることが望ましいが、どうしても必要になった場合には、その設置や設計・施工において、上下流間の生物移動の連続性や景観、設置後の河床変動に十分配慮する。
- ③急流河川では、現地において自然状態で形成されていた河床材料、河床形態、河床勾配の関係を十分に把握し、巨礫等の河床材料を残留させるなどの検討を行い、巨礫が河床安定に果たしてきた役

割を生かす計画とする。その際には、巨礫を存置し組み合わせることで落差工と同等の効果を発揮させることを積極的に検討する。その場合、洪水時の河床変動に対する護岸の安定等に関しては、類似河川の事例などを踏まえて検討しておく必要がある。なお、掘削によらない改修においても、河道内にある巨石は取り出さず存置することを原則とする。

### 3.5.2 河道の横断形

河道の横断形は、河道の縦断形、地形、地質、動植物の生息・生育環境等を含む河川環境、沿川の土地利用状況等を勘案し、また長期的、局所的な河床変動を十分に考慮して定める。低水路のある場合には堤防防護のために必要となる低水路河岸位置（堤防防護ライン）や必要に応じて高水敷利用等のために必要となる低水路河岸位置（低水路河岸管理ライン）を基にして計画上の低水路河岸の位置を定めるものとする。

最小流量と最大流量の比が大きい我が国の河川では、安定した河道とするために複断面とすることが多い。河道の横断形は、長期的に見ると洪水の履歴等に応じて変動するのが自然であり、また法線や縦断形との関係により局所的な深掘れを生ずることもあるので、これらの点を十分考慮して横断形を定めるとともに、河道の制御施設の計画・設計を行う必要がある。

急流河川で広い川幅の中に幾本もの流路があつて、しかもこれが変動する場合には、低水路と高水敷を明確に設定することは河道の維持の点から困難な場合が多い。また、計画高水流量の小さい河川では単断面とするのが一般的である。

計画横断形とは横断形のすべてを計画事項として定めるというものではなく、堤防の高さ、幅、高水敷の高さ、幅、管理に必要とされる低水路河岸の位置など、最低限必要な事項を定めるものである。河床形状などは、自然の営力により変化するものであり、そのような点を前提とした計画上の横断形であることに留意する必要がある。

河道の横断形は、自然環境、河川の利用等にとっても重要であり、平常時及び洪水時の流況を把握して、流水等の自然の作用に対して適したものとする。設定した堤防法線内の断面において流下断面を大きくする必要のある場合には、低水路河床の掘削、低水路幅の拡幅あるいは高水敷の掘削等を検討することになるが、いずれの場合においても河道の安定、河川管理施設等への影響、河川空間の利用、河川環境への影響等を総合的に判断して適切な方法を採用する必要がある。低水路を掘削する必要がある場合には、新しく形成される低水路の横断形は、もともとの川の姿を参考に、あわせて瀬や淵あるいは動植物の良好な生息・生育環境の保全・復元を図ることのできるよう、適切な河床あるいは河岸形状に設定する必要がある。

横断形を設定する上で特に重要なのは低水路の設定である。河道の平面形との関連からみれば、法線や砂州発生の有無等からみて洪水時に河岸侵食を受けやすい区間と受けにくい区間がある。特に川幅の広い大河川においては堤防防護の観点から設定するライン（堤防防護ライン）と低水路河岸を安定化させる必要があるライン（低水路河岸管理ライン）を設定し、それらのラインと現況横断を勘案して河岸侵食防止の必要箇所を定めることが重要となる。

堤防防護ラインとは、洪水時の河岸侵食によって生ずる堤防の破壊を防止することを目的として設定するラインである。したがってこのラインは、堤防区間の全川にわたり設定する必要がある。一般に堤防防護ラインの位置は1洪水で堤防が危険な状況とならないような位置に設定する。必要な高水敷の幅を確保できない場合には護岸等による河岸の防護で対処することになる。

低水路河岸管理ラインとは、河道内において治水、利水、環境等の面から期待される機能を確保するために河岸侵食を防止する必要がある区間を示すものであり、低水路河岸を安定化させることを目的に必要に応じ設定するものである。計画横断形には堤防防護ラインと低水路河岸管理ラインの位置を基にして定められる計画上の低水路河岸の位置を設定するものとする。

中小河川にあっては、河床部において護岸が直接平常時の流水を拘束している場合が多いが、拡幅される川幅の下で設定する横断形は、以下の事項に留意して河床幅に十分確保することを基本として設定する。

- ・川らしさを作る土砂の移動や河床変動が生じる場を確保し、良好な自然環境を形成させる。あるいは、現状の良好な自然環境を形成している河床をできるだけ改変しない。
- ・河床に作用する流速を増大させないことにより、河床形態の変化や河床低下などを生じることで必要とされる新たな対策を不要とする。

ただし、河床の拡幅時に全体を平坦にするなどして、出水時に河床に作用する流速が下がりすぎると土砂の移動や河床変動が止まり、川らしい自然環境を維持形成する作用が消失してしまう。特に、拡幅後の河床が過度に安定化すると、川幅一杯に植生が繁茂する、あるいは河道の樹林化が過度に進行するなど、河川環境の悪化とともに治水上の障害を生じることがあるので留意する。したがって、河床材料と拡幅時の掃流力との関係を検討するなどによって、河川の流水の力を活用した河道維持の可能性を評価し、掃流力が不足する場合には低水路を設ける等の対応を採ることとする。この場合、高水敷と低水路という2段階の高さの平場を設けることは必ずしも必要ない。出水等を経て形成される将来的な河道形状を想定した、自然な形状を持った河道断面にできれば良い。

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方が望ましい場合が多いものの、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活用するためには一般的に河岸ののり勾配を五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みお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。なお、これは前述の気候変動対応の点からも有効である。

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割以上ののり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。

用地の制約等から拡幅のみによる川幅の確保が困難な場合には、最小限の河床掘削を検討するものとする。河床掘削を行う場合は、河床材料、河床勾配、周辺の植生や景観等、河道特性や河川環境特性に大きく変化をもたらす河床の安定を損なうこととなる場合があるため、このような観点での検討を適切に行うものとする。特にこれまでの河積拡大の実績や環境面を考慮すると、平均的な掘削深にして60cmを上限とすることを原則として、その掘削深を超える場合には、河床材料、河床勾配、河床下層の土質、土砂供給動向、河床変動傾向等を踏まえた中長期的な河道変化や橋梁等の構造物や取排水への影響等を考慮した河道計画を十分な技術的知見を有する者が検討する必要がある。ただし、河道内の局部的もしくは一時的に堆積した土砂を撤去することに起因して平均的な掘削深が60cmを超える場合はこの

限りではなく、堰の改築・撤去部分上流などで部分的に必要とされる河床掘削や、河道周辺の崩壊で河床に堆積した土砂を撤去する場合の掘削などがこれにあたる。

また、掘削する場合の河床部の横断形状は、川らしい河床形状が持つ特性が施工直後から発現されるよう河床に形成されたみお筋や縦横断方向の地形を平行移動する形状とし、平坦な河床とした台形の横断形状は採用しない。さらに、河床掘削にあたっては以下の点に留意する。

- ・掘削により河床材料（または地質状況）に大きな変化を生じさせない。
- ・河道を拡幅、掘削する際に河床を構成する礫や巨石等を搬出してしまうと、河床材料が細粒化し著しい河床低下を生じさせることがある。したがって、河床を構成すべき礫や巨石等を存置させて河床の状況が現況と大きく変化しないようにする。なお、河床から突出するような巨石等であっても、必要とされる巨石等は存置させ、流下断面はその前提の下で検討することとする。

### 3.5.3 低水路の水路幅及び高水敷の高さ

低水路の水路幅及び高水敷の高さは、河道の維持、高水敷の冠水頻度、利用、動植物の生息・生育環境等を考慮して定める。

低水路の水路幅は一般に現状の河道形状を重視して定め、高水敷の高さは冠水頻度が数年に1回程度となるように流下能力を試算して定める場合が多い。ただし、河川の高水敷利用形態は様々であり地域によって異なることや、河道及び周辺の動植物の生息・生育環境の保全・復元の重要性、植生等の将来的な遷移予測、工作物の設置状況等を総合的に勘案し低水路の水路幅及び高水敷の高さを定める必要がある。高水敷の高さは河道の縦横断形の変遷や冠水頻度を踏まえ、低水路の水路幅と併せて検討するものであるが、高水敷の維持の点から洪水時の高水敷の安定を確保するためには、高水敷上の流速が過度に大きくなることは好ましくない。

### 3.5.4 堤防に沿って設置する植樹帯

堤防に沿って設置する樹林帯は、破堤・氾濫により著しい被害を生ずるおそれのある区間に、必要に応じて設置する。

堤防に沿って設置する樹林帯は、破堤・氾濫により著しい被害を生じるおそれのある場合に、越水時における洗掘の防止による破堤の防止及び破堤時において氾濫流による破堤部の拡大の防止を図るために設置するものである。

樹林帯の整備に当たっては、周辺の植生等の自然環境や堤内地の土地利用と調和するように配慮するものとする。

### 3.5.5 河岸・護岸・水際部の計画・設計

中小河川では一般に大河川と比較して川幅が狭いことから、河岸や水際部が河川環境に与える影響が相対的に大きい。

一方で、中小河川の河道は単断面形状であることが多く、周辺の土地利用等の制約を受けることが多いため、許容できる河岸侵食幅を十分取ることが一般に難しいことから、河岸処理方法の検討において、護岸や水制といった河岸防護施設の設置が対象になる場合が多い、このため中小河川では、河岸防護施設の必要性判断の適切さや、必要とされた場合の施設計画・設計の適切さが、良好な川づくりを達成す



る上でとりわけ重要となる。

### 1) 河岸・水際部の環境上の機能の確保に関する一般的留意事項

河岸・水際部は、河道のうち人に目に触れる部分の多くを占めるとともに、陸地と水面の境界という重要な景観要素を含むことから、河川景観の形成上重要な機能を持つ。また、河岸・水際部は、動物にとって重要な意味を持つ陸域と水域を結ぶ移動経路となるとともに、その場自体が多様な動植物の生息・生育・繁殖空間ともなるなど自然環境面でも重要な機能を担っている。

このため、河岸・水際部の計画・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。

### 2) 自然な河岸・水際の形成

自然状態の河岸では、湾曲部の外岸側が急勾配となり水際部には淵を形成し、内岸側が緩勾配となり水際部には砂州を形成するなど、流量や河床勾配・河岸材料等の河道特性に合わせてのり勾配や形状が多様に変化する。このことから、河岸・水際部を設計する際には、同じのり勾配で平坦な河川にするのではなく河道特性や自然環境上の特性を十分に踏まえ、できる限り縦断的・横断的に自然な変化をもつ河岸・水際部になるようにするものとする。

また、自然な水際部を形成するため、寄せ土や捨て石など現地で調達できる河岸・河床材料を有効活用することにより、水際部の植生の基盤となる土砂堆積を確保するとともに水際部の変化を与えることができる。このような方策を講じること等により、できるだけ、工事完成後の自然の働きにより植生が水際部を覆って水際部に境界が明瞭に視認できないようにするとともに、水際部を、直線又は単純な幾何形状が連続したものにしないようにすること。

なお、水際部の植生は、稚仔魚の生息場所や水際部を好む鳥類、昆虫類等の動物の生息場所として重要である。また、陸域と水域の間の生物の移動経路の確保や、魚類等への陸域からの餌資源供給の確保の観点からも水際部の植生は重要である。寄せ土や捨て石の効果的な配置は、魚類等の生息環境上重要な低流速域を作り出す効果もある。以上の点についても十分留意することが必要である。

### 3) 護岸設置の必要性の判定

対象箇所の河岸域の河道特性が以下のア)～キ)のいずれかに該当する場合は、侵食対策のための護岸を設置しないことを原則とした検討を行う。既設の護岸が設置されている河岸を改修する場合でも、機械的に新たな護岸設置を行うのではなく、同様の考え方で護岸設置の必要性を慎重に判断するものとする。いずれの場合でも、河岸域の侵食・洗掘に対する耐力等から河岸防護の必要があると判断された場合にのみ、後記の4)護岸を設置する場合の設計上の留意点を踏まえ、護岸等の検討に入るものとする。

ア) 周辺の土地利用状況等から、河岸防御を行う必要性が低いと考えられる箇所

イ) 現状が自然河岸であって、既往洪水によって侵食が大きく進行した様子が無く、改修後の河道条件下でも河岸に働く外力を増大させる方向での流水の作用の変化が想定されない箇所

ウ) 現状が岩河岸等で侵食が急激に進行する恐れのない箇所

エ) 川幅が局所的に拡大し死水域となる箇所

オ) 湾曲部内岸側等の水裏部で河岸を十分な高さで覆うような寄州の発達が見られ、その状況が規模の大きな洪水によっても変わらない（例えば内岸を主流が走るようになって水裏部の寄

- 州の一部が侵食されるような状況が生じない) と想定される箇所
- カ) 改修後の代表流速が1.8 m/s以下の箇所(河岸に裸地が残る可能性がある一方で、河岸が河岸を防御する機能を有する石礫で覆われていない箇所を除く。)
- キ) 河岸防御が必要な箇所であっても、水制の設置その他の代替策を適用する方が良いと判断される箇所

#### 4) 護岸を設置する場合の設計上の留意点

##### (1) 護岸の環境上の機能の確保

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御が必要な場合に限り適切に活用していくというスタイルが基本となる。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こととする。すなわち、護岸を設計する場合は治水機能の確保に加えて、3.5.5 1)に記した河岸・水際部が本来有する環境上の機能を確保する視点が重要となる。

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。

- ①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。
- ②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、周囲の景観との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。

##### (2) 護岸・根固め等を設置する場合における水際部の環境上の機能の確保

護岸・根固め等を設置する場合には、工夫を凝らさないと水際部の自然性が失われやすいことから、3.5.5 2)に記した自然な河岸・水際の形成のための施策を十分な注意を払って適切に実施すること。

また、水際部の根固めについて、天端高は水位変動を把握した上でできるだけ露出しない高さに設定するものとし、根固めの上部には捨て石を施すなど、露出した場合でも周辺の景観になじむような工夫を検討するものとする。なお、歴史・文化的景観の観点や、舟運等の河川利用の観点から、根固めの露出が問題ないと判断される場合にはこの限りではない。

水衝部で淵が形成される場合は、その河川環境上の役割(魚類の休息場、洪水時の避難場所、越冬場所等)を考慮して淵を保全することが望ましい。この場合は、洗掘域の位置、範囲、最深河床高の評価結果に基づき、淵の保全が図られるよう基礎工の根入れの天端高、根固めを設置する場合にはその敷設範囲と敷設高を設定する。

### (3) 掘込河川の護岸のり肩の処理

市街地等の掘込河川において護岸が整備されている場合に天端のり肩にできる土羽の空間は、並木や河畔林等がある環境上の貴重な場合となる空間が多い。掘込河川を整備する場合には、そのような空間の確保の重要性に留意し、天端工や天端保護工を施す必要がある場合でもその上部を土で覆った構造とする等の護岸の構造や高さの工夫を行い河川環境の向上に努めることとする。

### (4) CO<sub>2</sub>発生抑制

護岸を検討する際には、現地発生材料を用いた工法の検討など地球温暖化防止のためのCO<sub>2</sub>発生抑制の観点に留意するものとする。

### (5) 河畔樹木に関する基本的な考え方

現況の河道に良好な河畔樹木がある場合は、洪水に対する安全性、樹木の管理体制、流木対策等を十分に検討した上で、保全することが望ましい。河畔の樹木は、日差しが強い時期に安らげる木陰を生み出すとともに、日陰部の地面の乾燥化の防止や樹木から水域への餌資源の提供等を通じて良好な環境を形成するため、川幅が広く死水域となっている箇所などには「河川区域内における樹木の伐採、植樹基準（平成10年6月19日建設省河川局治水課長通知）」第十五の二の規定に従い、植樹が可能であるため、植樹の設置を含め河川環境・自然環境に配慮した構造を積極的に検討するものとする。また、まちづくり等と一体となって広い川幅を確保し、その中で樹木の存置の余地を生み出すこと等も推奨される。

なお、樹木の近接部に護岸を設置する必要がある場合には、樹木を保全できる構造や、樹根を受け入れる耐力の確保が求められる。

## 5) 附帯施設

### (1) 管理用通路

掘込河川では、川幅の確保を十分に考慮した上で、管理用通路の必要性及び幅を検討する必要がある。地盤高からの比高が小さな堤防の管理用通路については、昭和52年治水課長通知「河川管理施設等構造令及び同施行規則の運用について」7（2）により規定がなされているところである。この通知を十分に踏まえつつ、治水上の必要性を十分に考慮して管理用通路の幅及び必要性を検討する。特に暫定改修の場合には、コストと環境上の制約、将来の手戻り等を考慮して管理用通路の検討を行う必要がある。

ただし、都市河川にあっては、まちづくりとの連携を含め、良好な水辺空間の形成にとって十分な広さを有する管理用通路が必要となる場合が多い。したがって、そのような場合にはかわとまちづくりの関係を十分に考慮し、既存の沿川道路を勘案しながら管理用通路について検討する必要がある。

### (2) 河床へのアクセス

河岸が5分勾配の護岸となっている場合など、河床や水辺へ容易にアクセスできない場合には、河道内での維持管理作業や水辺での活動の支障とならないように、適切な間隔で階段工、坂路等の水辺へのアクセスを可能とする施設を設けることを基本とする。

## 6) 維持管理の考慮

河道計画で想定した良好な河川環境を実現していくためには、短期間に人為的に完成させようとするのではなく、出水等による河道の変化を踏まえ、河川改修等の工事実施後の定期的な観察や追跡調査等に基づく改善、あるいは自然環境も含めた維持管理が重要である。すなわち、順応的に河道を管理し河川環境を改善していくことが基本である。また、長期かつ広域にわたり順応的な取り組みを行い、河川環境に関する継続的な配慮などを可能とするためには、地域住民や市民団体等との連携・協働が必要とされる。

# 第2節 河川構造物計画

## 1 堤防

### (1) 堤防の設計

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、計画洪水位（暫定堤防にあつては「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。

#### 解 説

堤防は盛土により築造することを原則としている。土堤防は一般に工費が比較的低廉であること、構造物としての劣化現象が起きにくいこと、嵩上げ、拡幅、補修といった工事が容易であること、基礎地盤と一体となつてなじみやすいこと等の優れた点をもっている反面、長時間の浸透水により強度が低下すること、流水により洗掘されやすいこと、越水に対して弱いこと等の欠点も有している。

堤防保護の必要な箇所では護岸水制等の施設を施工する。

堤防又は基礎地盤の土質条件によっては浸透作用に起因して、のり崩れ等堤防の損傷を生ずることがある。したがって即応の洪水による漏水被害や状況を調査して、堤体の強度低下等が懸念される場合は土質調査又は透水性地盤調査等を実施のうえ必要に応じて漏水対策を行う。

軟弱地盤においてはすべりに対する検討を行う。また堤体の圧縮沈下、基礎地盤の圧密沈下等を加味した堤防余盛高を決定し沈下後においても所定の計画断面が確保されるようにしなければならない。

### (2) 堤防の安定

地盤条件の悪い箇所に設ける堤防については、その安定について検討を行うものとする。

#### 解 説

ア 透水性地盤に堤防を築造する場合には、洪水時に河川水位が上昇すると基礎地盤を通じる浸透作用により、堤体もその悪影響を受ける場合があるので、その安定について検討する。

イ 軟弱粘性土地盤や有機質上の軟弱地盤土に堤防を築造する場合等には常時のすべり及び沈下に対する検討を行う。

すべりに対する対策工法としては経済的に押え盛土工法、盛土制御工法、置換工法、サイドコンパクションパイル工法、固結工法等の工法がとられているが、それらのうち現場条件に合致する工法を採用する。

ウ 軟弱地盤上の堤防については必要に応じて地震による外力に対する対策の必要性等について検討する。

地震による外力については一般には検討しないが、地下水位の高い緩い砂質地盤や軟弱な沖積層

の悪い地盤上の堤防で0 m地帯の堤防等については対策の必要性等検討する。

(3) 堤体の材料の選定

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

**解 説**

堤体材料は下記事項を検討する。

- ア 浸潤、乾燥等の環境に対して安定していること。
- イ 腐食土等の高有機質分を含まないこと。
- ウ 施工時に締固めが容易であること。

〔参 考〕築堤用土砂

1. 一般事項

築堤工事には、経済的理由から一般に現場付近で容易に入手できる材料を用いる。材料の良否は堤防の安全性に大きな影響をもつもので、材料は、原則として土質試験結果等により検討を行うものとする。

堤体材料として良好な性質の主なものは次のとおりである

- (1) 河川水及び降雨の浸透水により堤水内の含水比が上昇しても、のり崩れを起こしにくいこと。
- (2) 透水性が低いこと。
- (3) 堀削、運搬、まき出し、締固めなどの施工が容易であること。
- (4) 浸潤、乾燥等の環境の変化に対して安定であること。

築堤材料の適性

各土質の築堤材料の適否は、表1-1を参考にして決定するものとする。

表1-1 築堤材料適性表（参考）

区分	記号	名称	築堤材料としての評価		(cm/sec) 透水係数	締固特性	備考	
			堤体土	表土				
粗粒土	砂利及び砂利質土	GW	粒度分布がよい砂利又は砂利・砂混合土	適	最不適	$>10^{-2}$	良	
		GP	粒度分布が悪い砂利又は砂利・砂混合土	不適	〃	$>10^{-2}$	良	
		GM	シルト質砂利、砂利・砂・シルト混合土	最適	適	$10^{-3} \sim 10^{-6}$	〃	
		GC	粘土質の砂利、砂利・砂・粘土の混合土	〃	〃	$10^{-6} \sim 10^{-8}$	可	
	砂及び砂質土	SW	粒度分布が良い砂又は砂利質の砂	適	最不適	$>10^{-3}$	良	
		SP	粒度分布が悪い砂又は砂利質の砂	やや適	〃	$>10^{-3}$	〃	
		SM	シルト質の砂、砂・シルト混合土	最適	最適	$10^{-3} \sim 10^{-6}$	〃	
		SC	粘土質の砂、砂・粘土混合土	〃	〃	$10^{-6} \sim 10^{-8}$	可	
細粒土	シルト及び粘土L L<50	ML	無機質のシルト及び極微砂、岩粉、塑性の小さなシルト質又は粘土質の細砂又は粘土質シルト	適	適	$10^{-3} \sim 10^{-6}$	良～不可	含水比が高いとき不適
		CL	塑性が普通以下の無機質粘土、砂利質粘土、シルト質粘土、粘り目の少ない粘土	〃	〃	$10^{-6} \sim 10^{-8}$	良～可	〃
		OL	塑性の低い有機質のシルト及びシルト質粘土	やや適	やや適	$10^{-4} \sim 10^{-6}$	可～不可	〃
	シルト及び粘土L L>50	MH	無機質のシルト、雲母質又は珪藻質の細砂又はシルト質土、弾性の大きいシルト	適	適	$10^{-4} \sim 10^{-6}$	不可～きわめて不可	〃
		CH	塑性の大きい無機質粘土、粘りけの多い粘土	やや適	やや適	$10^{-6} \sim 10^{-8}$	可～不可	〃
		OH	塑性が普通以上の有機質粘土、有機質シルト	不適	〃	$10^{-6} \sim 10^{-8}$	不可～きわめて不可	
	きわめて有機質土	Pt	泥炭及びその他のきわめて有機質土	使用してはならない	使用してはならない	—	—	

注) 透水係数が $10^{-3} \sim 10^{-2}$ 以上で特に単粒度の土質については十分検討の上決定するものとする。

#### (4) 堤防の構造

##### ア 法勾配

構造令 第22条 盛土による堤防（胸壁の部分及び護岸で保護される部分を除く。次項において同じ。）の法勾配は、堤防の高さとの差が0.6メートル未満である区間を除き、50パーセント以下とするものとする。

2 盛土による堤防の法面は、芝等によって覆うものとする。

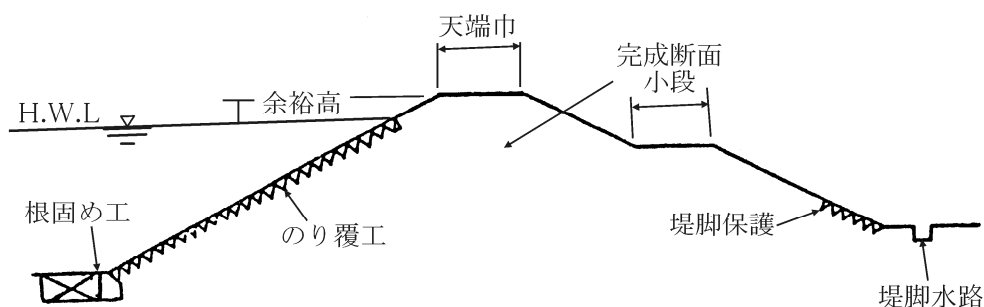


図2-2 完成堤防の例

従来、堤防には多くの場合小段が設けられてきた。しかし、小段は雨水の堤体への浸透をむしろ助長する場合もあり、浸透面から見ると緩やかな勾配（緩勾配）の一枚のりとしたほうが有利である。また、除草等の維持管理面や堤防のり面の利用面からも緩やかな勾配ののり面が望まれる場合が多い。このため、小段の設置が特に必要とされる場合を除いては、原則として、堤防は可能な限り緩やかな勾配の一枚のりとするものとする（図2-2-1参照）。一枚のりとする場合ののり勾配については、すべり破壊に対する安全性等を照査したうえで設定するものとする。なお、堤防のすべり安全性を現状より下回らないという観点からは、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ことが必要である。また、一枚のりの緩やかな勾配とした場合、のり面への車両の侵入、不法駐車等が行われる場合があるので、これらによる危険発生防止のため、必要に応じて裏のり尻に30～50cm程度の高さの石積み等を設置するものとする。

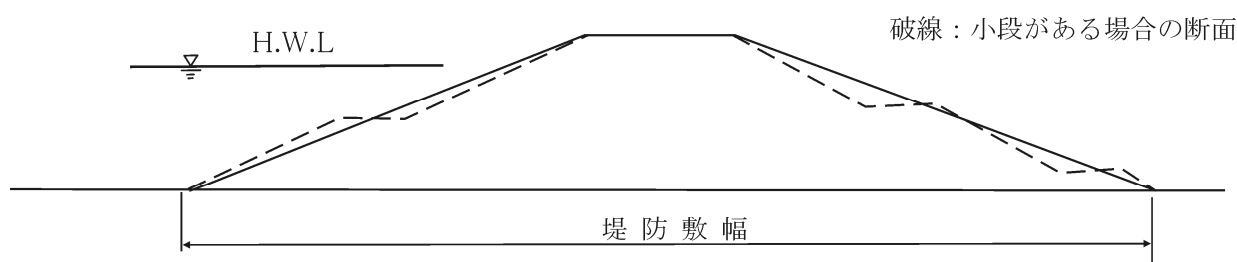


図2-2-1 小段のある法面を緩勾配の一枚法にする例

##### イ 小段

構造令 第23条 堤防の安定を図るため必要がある場合においては、その中腹に小段を設けるものとする。

2 堤防の小段の幅は、3メートル以上とするものとする。

小段を設ける場合の標準は、

- ・川表側：堤防直高6 m以上の場合に天端から3～5 m下りに幅3 mとする。
- ・川裏側：     "     4                     "                     2～3                     "

ウ 余裕高（高さ）

構造令 第20条 堤防（計画高水流量を定めない湖沼の堤防を除く。）の高さは、計画高水流量に応じ、計画高水位に次の表の下欄に掲げる値を加えた値以上とするものとする。

ただし、堤防に隣接する堤内の土地の地盤高（以下「堤内地盤高」という。）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区間にあつては、この限りでない。

2 前項の堤防のうち計画高水流量を定める湖沼又は高潮区間の堤防の高さは、同項の規定によるほか、湖沼の堤防にあつては計画高水位に、高潮区間の堤防にあつては計画高潮位に、それぞれ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。

3 計画高水流量を定めない湖沼の堤防の高さは、計画高水位（高潮区間にあつては、計画高潮位、次項において同じ。）に波浪の影響を考慮して必要と認められる値を加えた値以上とするものとする。

4 胸壁を有する堤防の胸壁を除いた部分の高さは、計画高水位以上とするものとする。

項	1	2	3	4	5	6
計画高水流量 （単位 1 秒間につき立方メートル）	200未満	200以上 500未満	500以上 2,000未満	2,000以上 5,000未満	5,000以上 10,000未満	10,000以上
計画高水位に加える値 （単位 メートル）	0.6	0.8	1.0	1.2	1.5	2.0

エ 天端幅

構造令 第21条 堤防（計画高水流量を定めない湖沼の堤防を除く。）の天端幅は、堤防の高さと堤内地盤高との差が0.6メートル未満である区間を除き、計画高水流量に応じ、次の表の下欄に掲げる値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区間にあつては、計画高水流量が1秒間につき500立方メートル以上である場合においても、3メートル以上とすることができる。

項	計画高水流量（単位 1 秒間につき立方メートル）	天端幅（単位 メートル）
1	500未満	3
2	500以上 2,000未満	4
3	2,000以上 5,000未満	5
4	5,000以上 10,000未満	6
5	10,000以上	7

2 計画高水流量を定めない湖沼の堤防の天端幅は、堤防の高さ及び構造並びに背後地の状況を考慮して、3メートル以上の適切な値とするものとする。



堤防天端は、散策路や高水敷へのアクセス路として、河川空間のうちで最も利用されている空間であり、これらの機能を増進し、高齢者等の河川利用を容易にするため、及び河川水を消火用水として利用する場合、消防車両等の緊急車両が堤防天端を経由して高水敷に円滑に通行できるようにするため、都市部の河川を中心に堤防天端幅をゆとりのある広い幅とすることが望ましい。

また、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。ただし、雨水の堤体への浸透を助長しないように舗装のクラック等は適切に維持管理するとともに、堤防のり面に雨裂が発生しないように、アスカーブ及び排水処理工の設置、適切な構造によるのり肩の保護等の措置を講ずるものとする(図2-2-2参照)。また、暴走行為等による堤防天端利用上の危険の発生を防止するため、必要に応じて、車止めを設置する等の適切な措置を講ずるものとする(「河川管理施設等構造令及び同令施行規則の運用について」平成11.10.15 建設省河政発第74号、建設省河計発第83号、建設省河治発第39号による水政課長、河川計画課長、治水課長通達(以下「平成11年課長通達」という)1を参照)。

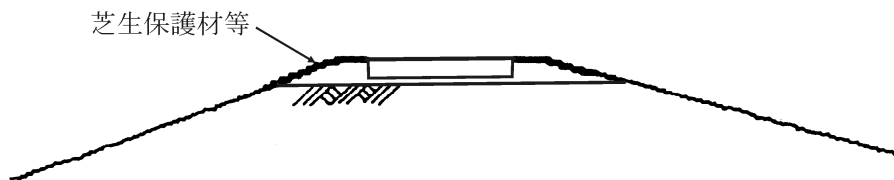


図2-2-2 のり肩保護の例

#### オ 堤防の余盛

堤防の余盛は下記によるものとする。

堤防余盛基準について

昭和44年1月17日 建設省河治発第3号

各地方建設局河川部長、北海道開発局建設部長あて建設省河川局治水課長通達

標記について、別添のとおり定めたので、通知する。

なお、この基準は、継続工事等急激に余盛高を変更することが不適当である場合を除き原則として昭和44年度工事より実施するものとする。

(別添)

堤防余盛基準

- ① 余盛は、堤体の圧縮沈下、基礎地盤の圧密沈下、天端の風雨等による損傷等を勘案して通常の場合には別表に掲げる高さを標準とする。ただし、一般的に地盤沈下の甚だしい地域、低湿地等の地盤不良地域における余盛高は、さらに余裕を見込んで決定するものとする。
- ② 余盛高は堤高の変動を考慮して支川合流点、堤防山付、橋梁等によって区分される一連区間(改修計画における箇所番号区間を標準とする。)毎に定めるものとする。
- ③ 余盛高の基準となる堤高は、対象とする一連区間内で、延長500メートル以上の区域についての堤高の平均値が最大となるものを選ぶものとする。
- ④ 余盛のほかに堤防天端には排水のために10%程度の横断勾配をつけるものとする。
- ⑤ 残土処理等で堤防断面をさらに拡大する場合には、この基準によらないことができる。

(別表)

余盛高の標準

(単位 cm)

堤体の土質		普通土		砂・砂利	
地盤の地質		普通土	砂・砂利	普通土	砂・砂利
堤高	3 m 以下	20	15	15	10
	3 m ~ 5 m まで	30	25	25	20
高	5 m ~ 7 m まで	40	35	35	30
	7 m 以上	50	45	45	40

注1) 余盛の高さは、堤防法肩における高さをいう。

2) かさ上げ、拡巾の場合の堤高は、垂直盛土厚の最大値をとるものとする。

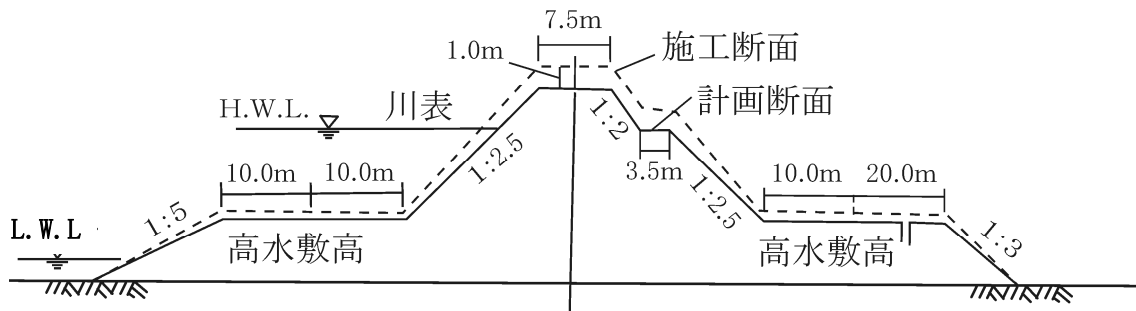


図 2-3 計画断面と施工断面の関係

カ 法覆工

堤防法面には、降雨及び流水に耐えるように法覆工を施すものとし、芝付工による場合には次によるものとする。

(ア) 衣土

- (1) 衣土は、透水の小さい粘性土によるものを標準とする。
- (2) 衣土の厚さは、法面に直角に30cmを標準とし、図 2-3-1 のとおりとする。

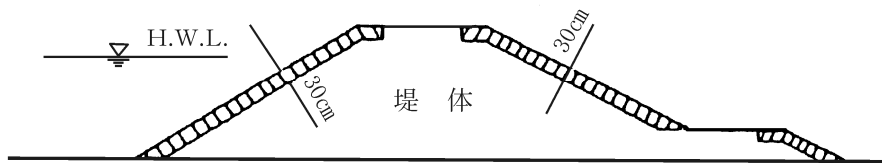


図 2-3-1 衣土の厚さ

(別紙)

(イ) 芝付工

- (1) 堤防法面の芝付けは野芝種子吹付けを標準とし、図 2-3-2 の次の範囲を標準とする。
  - ① 堤防の川裏法面の全て (Aの部分)
  - ② 川表の護岸以上 (H. W. L以上) の堤防法面の全て (Bの部分)
  - ③ 引き堤で前面に既設の堤防がある場合の新設堤防法面の全て
- (2) 種子吹付けでの施工を検討する範囲は以下のとおりとする。
  - ① 川表法面等で冠水頻度が高く、植生が繁茂する前に流失が予想される箇所 (Cの部分)

(3) 種子吹付けでの施工が困難とされる施工範囲

① 家屋等障害物により、日当たりが良好でない箇所

(4) 天端及び小段肩等には、法面保護のため図2-3-3のように50cm以上の芝付けを施すものとする。(Dの部分)

ただし、護岸等を施するものは除くものとする。

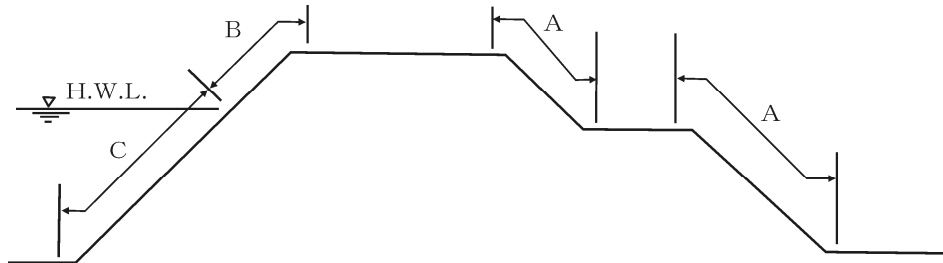


図2-3-2 吹付の範囲

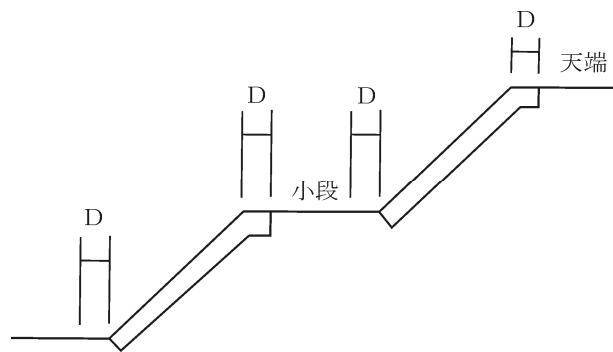


図2-3-3 法尻・法肩の芝付

(ウ) 芝材料

芝は、野芝を標準とし、堤防法面には原則として人工芝は使用しないものとする。

(エ) 芝養生工

芝養生は、植生後3年間は、人力除草工及び芝育成を目的とした薬剤散布工、芝焼工、施肥工を実施する。

キ 管理用通路

構造令 第27条 堤防には、建設省令で定めるところにより、河川の管理のための通路（以下「管理用通路」という。）を設けるものとする。

（堤防の管理用通路）

規則第15条 令第27条に規定する管理用通路は、次の各号に定めるところにより設けるものとする。ただし、管理用通路に代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、鋼矢板若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又は堤防の高さと堤内地盤高との差が0.6メートル未満の区間である場合においては、この限りでない。

1 幅員は、3メートル以上で堤防の天端幅以下の適切な値とすること。

2 建築限界は、次の図に示すところによること。

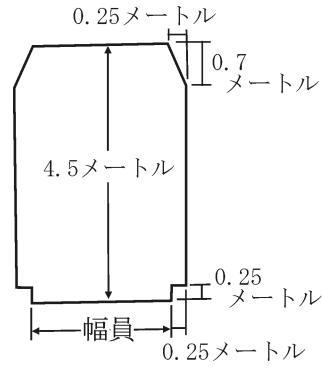


図 2-4

(7) 管理用通路と橋梁取付道路との取付け

管理用通路が橋梁取付道路と平面交差する場合の管理用通路は、図 2-4-1 のとおりとする。

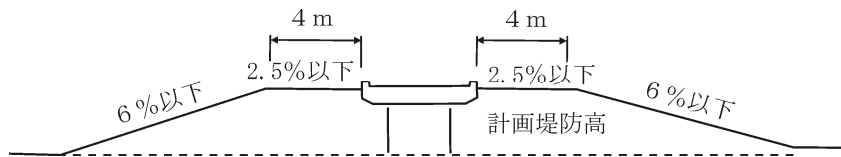


図 2-4-1 道路の勾配

(イ) 管理用通路の路盤工

管理用通路の路盤工は再生クラッシャーラン（40mm以下）とし、厚さ10cmを標準とする。

ただし、路床材料が粘性土等の場合は必要に応じて10cm以上とすることができるものとする。

(ウ) 管理用通路の舗装

管理用通路は、利用状況、防塵等を考慮し必要に応じ舗装する場合は、図 2-4-2 を標準とする。

又、天端に雨水が滞留し法面に集中して流出し法崩れ等を起している事例が多いことから、必要に応じて排水側溝・アスカーブ等の排水施設を設置するものとする。

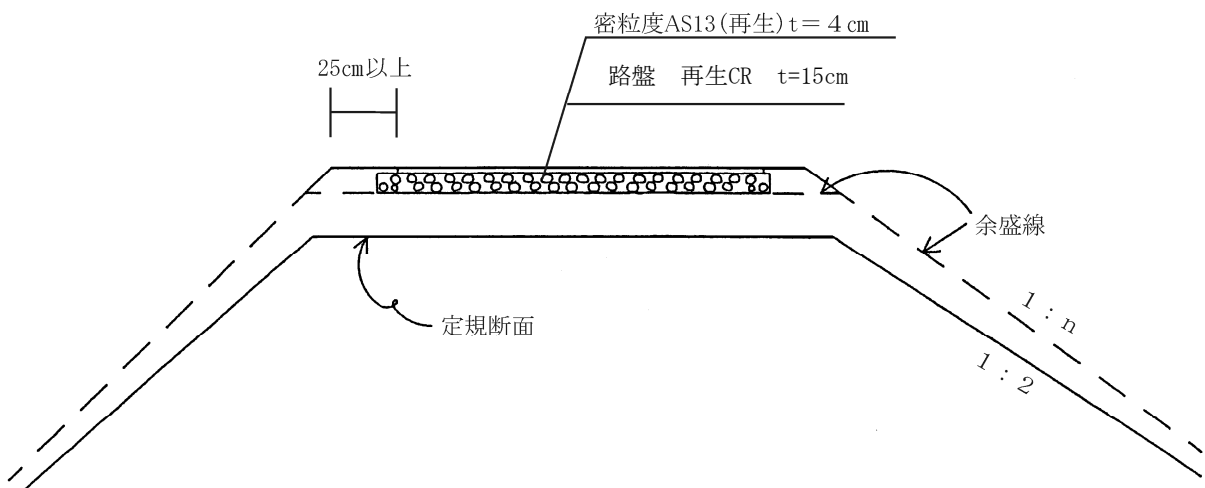


図 2-4-2 管理用通路の舗装

## 2 護岸

### (1) 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っては堤内地を安全に防護できる構造とするものとする。また水際部に設置する護岸は、水際部が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。

#### 1. 基本方針

護岸は、堤防および低水河岸を、洪水時の侵食作用に対して保護することを主たる目的として設置されるものである。護岸には高水護岸と低水護岸、およびそれらが一体となった堤防護岸があり図2-4-1、図2-4-2に示すように構成されている。

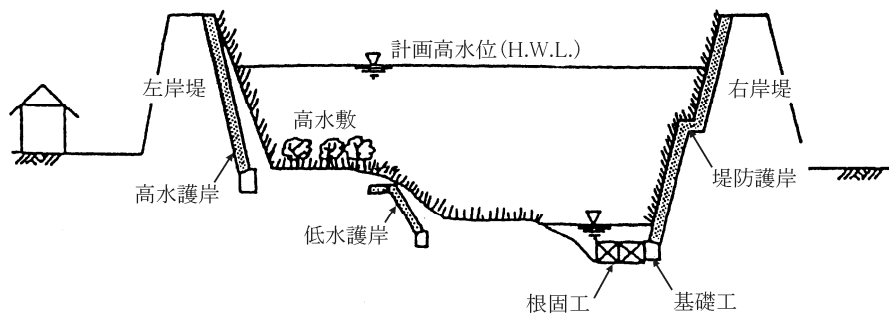


図2-4-1 高水護岸低水護岸

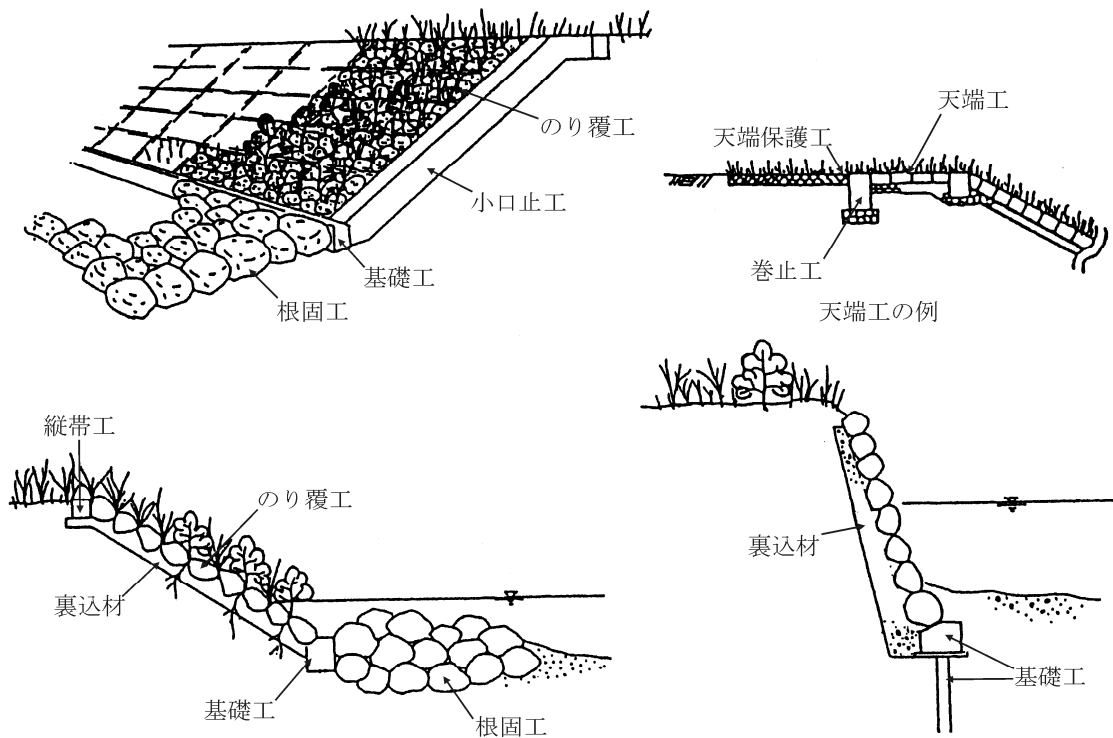


図2-4-2 護岸の構成

護岸の設計には設置個所の自然条件、外力条件、過去の被災履歴等のさまざまな要因が関係する。護岸はそれらの要因を考慮して、類似河川や近隣区間での実績を参考にしながら、計画高水位（高潮区間にあつては計画高潮位）以下の通常の流水の作用に対して、水制等の構造物や高水敷と一体となって堤防を保護する、あるいは掘込河道にあつては堤内地を安全に防護する構造とるように設計される。例えば高水敷の広い区間の低水護岸と堤防護岸とでは護岸の安全性に関する考え方は異なるものとなる。

護岸の設計条件として、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磨耗・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必要がある（下表）

安全性の設計	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 流水の作用による外力、土圧等の外力、洪水時の河床変動</li> <li>・ 流砂や礫の衝突等による磨耗・破損・劣化</li> <li>・ 流水や降雨の浸透による吸出し等</li> </ul>
機能の設計	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 侵食防止・軽減</li> <li>・ 河川環境の保全・整備</li> </ul>
合理性の設計	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 経済性、施工性</li> </ul>

これらすべての要因について理論上の解釈を与えて設計することは現状では難しく、伝統工法等に関しての過去の経験や類似河川の実績、あるいは新しい工種に関しての試験施工・模型実験、調査研究の成果等を利用して設計するものとする。特に、河川環境の保全やコスト縮減等の観点から、より合理的な護岸の構造とすることが望まれる場合があるので、試験施工・模型実験、調査研究の成果等を積極的に活用して設計検討を実施する必要がある。護岸の力学的な安定性については種々の調査研究成果があるので、それらを利用して安全性の照査を行うことが望ましい。

護岸は河川環境にとって特に重要である水際部に設置されることが多く、設置個所の生態系や景観を保全するような構造が求められる。したがって、各河川における多自然川づくりの目標が十分に達せられるよう、護岸の構造は自然環境や景観に適したものとする必要がある。ただし、生態系や景観の保全に配慮した護岸には多くの種類があり、また使用される素材も石、木材、植生などさまざまである。このような新しい機能を含む護岸を設計する場合には、その耐久性について十分吟味し、堤防や河岸の侵食防止機能を有することと、流水に対し安全な構造とするよう十分な検討が必要である。その際、むやみに耐久性や安全性に過大な余裕をもたせるのではなく、河道の長期的な変化になじんだ構造であること、高水敷や水制などと一体として堤防を保護することが護岸の目的であることを勘案して設計する。

## (2) 構造細目

### ア のり覆工

護岸ののり覆工は、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。

#### 解 説

のり覆工は堤防および河岸を保護する構造物であり、護岸の構造の主たる部分を占めるので、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とともに、その形状・構造は多くの場合に河川環境の保全・整備と密接に関連することから、設計に際しては生態系や景観について十分に考慮する必要がある。

護岸の工種は多種多様であり、種々の文献にまとめられている。のり覆工の工種の例を図2-4-3に示す。のり覆工は河道特性や作用する流速、あるいは高水敷の幅等を考慮して、河川環境に適した工種を選定し、設計する必要がある。

のり覆工の高さは、堤防護岸（高水護岸）では原則として堤防天端までとする。ただし、植生被覆等の効果等も勘案して過大な範囲とならないように留意する。また、のり長が10mを越えるような場合には、必要に応じて1m以上の幅の小段を設けるものとする。低水護岸については、流水の作用状況や植生等による自然河岸の耐侵食性等を勘案して、必要とされる範囲に設置するものとする。

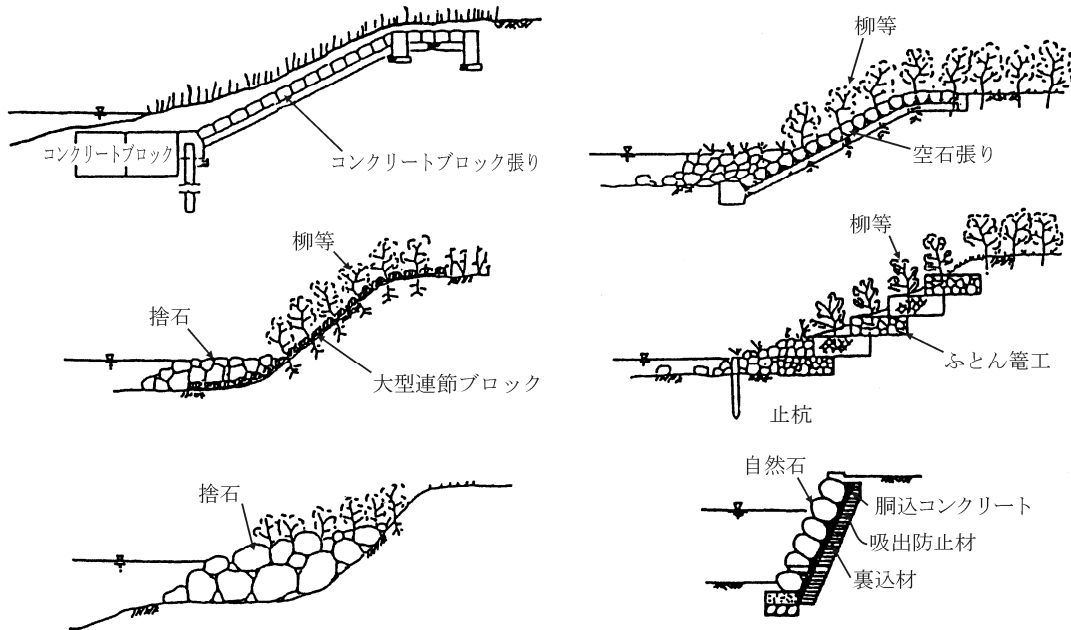


図2-4-3 のり覆工の工種の例

力学的な設計では護岸構造と外力条件によって決まる破壊時の物理現象を反映させることが重要である。のり覆工の安定性は、工種や設置状態等により異なるものであり、過去の経験・類似河川の実績を基にして、試験施工・模型実験、調査研究の成果等を利用して力学的安定や耐久性について必要に応じて照査し、適切に設計する。また、新しい素材を利用した工種等では、特に土砂の移動の激しい個所での磨耗等の耐久性についても検討しておく必要がある。

小段の上に護岸を設ける場合には、小段位置において、コンクリートブロック張り等の場合は基礎工を、また蛇籠張り等の場合には止杭を設けるものとする。石積みまたはコンクリートブロック積みの練積みのり覆工においては、組石材を胴込コンクリートで一体構造とする。

一方、河岸は粘性土や砂礫質土等の種々の土質材料とそこに生育する植生により構成される。河岸そのものもある程度の耐侵食性を有し、外力の条件によっては自然河岸のまま、あるいは多少の補強により洪水時の安全を確保できる場合もある。特に、植生は地上部の葉や茎による流体力の低減、河岸表面の被覆による河岸の流水作用からの保護、根による河岸表面の直接保護（強化）などにより、相当程度の河岸防護効果が期待される。また、河岸近傍の樹木についても流速の低減などにより河岸防護機能が期待できる場合がある。これらの効果については調査研究が進められており、確実な効果の発現や長期的な効果の維持、土壌や植生、補助工が複合した状態等について留意しながら設計する必要がある。ただし、植生を活用した河岸防護は今後の河川改修にとっては重要な手法となるものであり、種々の調査成果を活用して積極的に採用することが望まれる。

なお、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には、必要に応じて水抜きを設けるものとする。水抜きは、堤体材料等の微粒子が吸い込まれないよう考慮するものとする。

吸出防止材は、護岸背後の残留水が抜ける際、あるいは高流速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設置する。また、吸出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。

(1) 小口止工：のり覆工の上下流端に施工して、護岸を保護する。

(2) 横帯工：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。

(3) 縦帯工：護岸ののり肩部の施工を容易にし、また護岸ののり肩部の破損を防ぐ

#### イ 基礎工（のり留工）

護岸の基礎工（のり留工）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。

#### 1. 天端高（根入れ）

護岸の被災事例で最も顕著なものは、洪水時の河床洗掘を契機として基礎工が浮き上がってしまい、基礎工およびのり覆工が被災を受ける事例である。基礎工が被災を受けると、裏込材の吹出しなどが生じ、広範囲にわたる被災を引き起こすことがある。このため、基礎工の設計では、基礎工天端高の決定が最も重要である。

基礎工天端高は、洪水時に洗掘が生じても護岸基礎の浮上がりが生じないよう、過去の実績や調査研究成果等を利用して最深河床高を評価することにより設定するものとする。なお、根入れが深くなる場合には、根固工を設置することで基礎工天端高を高くする方法もある。基礎工天端高の基本的な考え方としては次の4つがある。

(1) 最深河床高の評価高を基礎工天端高とし、必要に応じて前面に最小限の根固工を設置する方法。

(2) 最深河床高の評価高よりも上を基礎工天端高とし、洗掘に対しては前面の根固工で対処する方法。

(3) 最深河床高の評価高よりも上を基礎工天端高とし、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。

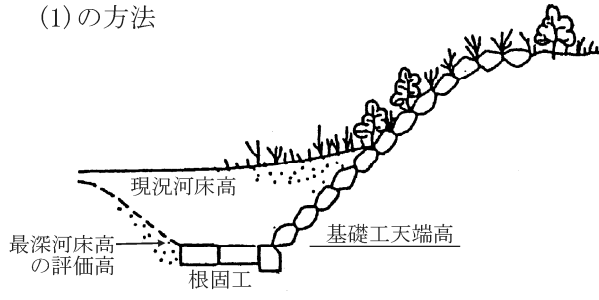
(4) 感潮区間など水深が大きく基礎の根入れが困難な場合に、基礎を自立可能な矢板で支える方法。

これらの考え方の中から、当該箇所に最も適切な考え方で基礎工天端高を決定する。なお、今までの事例によると、(2)および(3)の方法では、基礎工天端高を計画断面の平均河床高と現況河床高のうち低いほうより0.5～1.5m程度深くとしているものが多い。また、根固工を設置する場合には、その敷設天端高は、基礎工天端高と同じ高さとするのが望ましい。

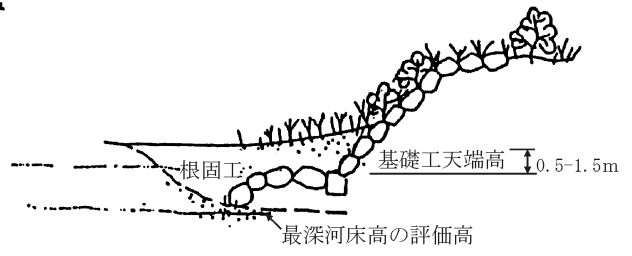
基礎工天端高の設計にあたっては、一連の護岸（一湾曲部程度）は、その区間の最深河床高に対して求めた基礎工天端高とすることが基本的な考え方であるが、一連の護岸の設置区間が長く、かつ深掘れ位置が移動しないような場合には、河道の特性に応じて各断面ごとの最深河床高の評価高を検討することが望ましい。



(1)の方法

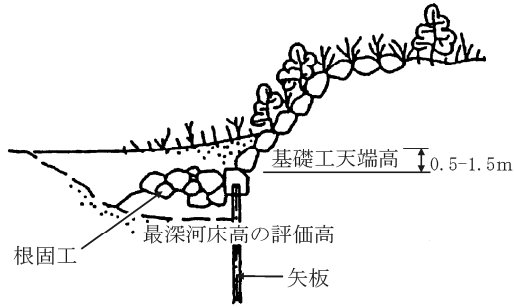


(2)の方法



※根固工の設置位置は、基礎工天端高よりも上として、洗掘を防止する方法もある

(3)の方法



(4)の方法

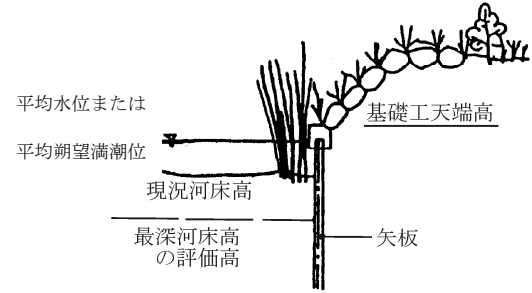


図 2-4-4 基礎工天端高と根固工の組み合わせ

表 2 - 1 護岸工の工種と標準構造

		工種	標準構造	勾配	特徴
張 り 護 岸	練 張 工	石張	割石又は玉石、控石25～45cm 胴込めと裏込めコンクリート	1 : 1.0～3.0 標準 1 : 2.0	<ul style="list-style-type: none"> <li>耐流速性は大きい。</li> <li>緩勾配の法面に適当である。</li> <li>直高5m程度までの事例が多い。</li> <li>控長は積み護岸に比べ小さくできる。</li> </ul>
		コンクリート ブロック張	控長30～40cm、標準35cm 胴込めコンクリート施工		
	コ ン ク リ ー ト	平張	コンクリート厚10～25cm 目地10～20cm、植石、鉄鋼入 りの場合もある。		
		法枠	法寸法20～30×30～40cm 枠間隔1～2m、コンクリー ト厚10～25cm		
空 張	石張	控長25～45cm	1 : 1.5～2.5 標準 1 : 2.0	<ul style="list-style-type: none"> <li>耐流速性は練張工に比較して小さい。</li> <li>直高3m程度までの事例が多い。</li> <li>排水性は良好。</li> </ul>	
	コンクリート ブロック張	控長30～40cm			
積 み 護 岸	練 積 工	石積	割石又は玉石、控長35～45cm 胴込めと裏込めコンクリート 総控長35～65cm	1 : 0.3～0.6 標準 1 : 0.5	<ul style="list-style-type: none"> <li>転石、流速に対する耐力が大きい。</li> <li>胴込めと一体化させることにより、安定させ 急な法勾配の施工が可能である。</li> <li>直高5m程度までの事例が多い。</li> <li>地震荷重を考慮しない。</li> <li>控長が大きい。</li> </ul>
		コンクリート ブロック積	控長30～40cm、標準35cm 胴込めと裏込めコンクリート 総控長35～65cm		
擁 壁 護 岸	擁壁	逆T型、L型、重力式等の自 立構造のコンクリート擁壁。	自立～1 : 0.2	<ul style="list-style-type: none"> <li>耐流速は大きい。</li> <li>直立に近い形状でも可能な構造である。</li> <li>躯体の変形が大きい。</li> <li>地震荷重を考慮する。</li> </ul>	
矢 板 護 岸	矢板護岸	鋼矢板及び鋼管矢板自立又 は、控え式。	直立	<ul style="list-style-type: none"> <li>耐流速性は比較的大きい。</li> <li>地震荷重を考慮する。</li> <li>機械施工が可能である。</li> <li>遮水性が良好である。</li> <li>腐食に注意を要する。</li> </ul>	
蛇 籠 ・ 連 接 ブ ロ ック 護 岸	大型連続ブロック 張	大型ブロックを鉄筋等で連結 したもので普通連続ブロック よりも平面積、重量を大きく したものの。	1 : 1.5～3.0 標準 1 : 2.0	<ul style="list-style-type: none"> <li>耐流速性は練張に比較して小さい。 (ただし、大型連続ブロックは対流速性を増し たものであり機械施工が可能である。)</li> <li>屈とう性が大きく、不陸断面等へのすりつけ に適する。</li> <li>吸出防止材等との併用が必要である。</li> <li>植生を併用する事も可能である。</li> </ul>	
	連続ブロック張	厚20～30cmのブロックを鉄筋 等で連結。			
	蛇籠張	鉄線蛇籠に石をつめたもの。	<ul style="list-style-type: none"> <li>屈とう性がある。</li> <li>鉄線の腐食や摩擦に注意を要する。</li> </ul>		
	布団籠張	直法体の鉄線籠に石をつめた もの。			
そ の 他 護 岸	捨石工	混合粒径の石または砕石等を 河岸法面に施工	1 : 2.0～	<ul style="list-style-type: none"> <li>対流速性は小さい。</li> <li>機械化施工が可能で、補修が容易。</li> <li>排水性が良好である。</li> <li>自然景観的（多自然工法の一つ）には良好 である。</li> </ul>	
	柳枝工	河岸法面を木棚で保護し、表 面に柳枝を植えた工法	1 : 2.0～	<ul style="list-style-type: none"> <li>河岸流速の低減が可能である。</li> <li>自然景観的（多自然工法の一つ）には良好 である。</li> </ul>	
	マット工	河岸法面をマットで覆う工法	1 : 2.0～	<ul style="list-style-type: none"> <li>適度な粗度をつけることができる。</li> <li>プレキャスト化が可能である。</li> <li>適当なめくれ防止工が必要である。</li> </ul>	
	ヨシ	他の護岸工・根固め工と合わ せてヨシを生育させる工法		<ul style="list-style-type: none"> <li>自然景観的（多自然工法の一つ）には良好 である。</li> </ul>	

※ 個々の護岸についても多自然工法とする工夫がなされており、上記工種を基本として多自然工法とする事は可能である。

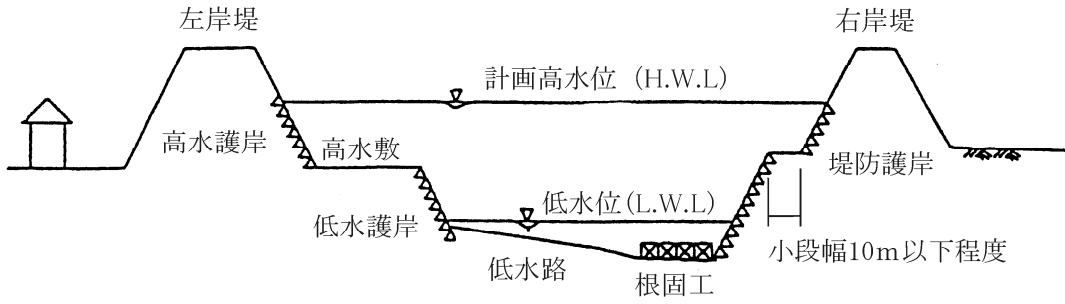


図 2 - 5 護岸の分類

イ 護岸各部の名称

護岸の各部の名称は図 2 - 6 によるものとする。

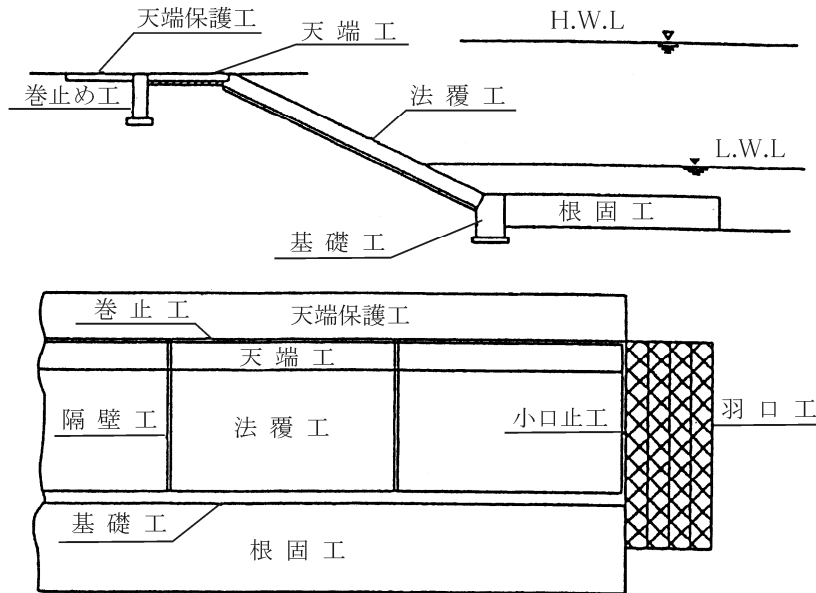


図 2 - 6 護岸の各部名称

## ウ 護岸各部の名称の定義

- (1) 護岸・根固め工及び付属構造物の定義は以下のとおりとする。
- ① 法覆工 堤防及び河岸法面を流水、流木等に対して安全となるよう保護するもの。
  - ② 基礎工及び根固め工 法覆工の基礎部に設置し、根固め工をもとに法覆工を支持し、法留工の法尻を保護するもの。
  - ③ 天端工 護岸の法覆工の上部の天端を法覆工と同等なもので保護するもの。
  - ④ 天端保護工 低水護岸工の上端部と背後地とのすりつけを良くし、かつ、低水護岸が流水により裏側から破壊しないよう保護するもの。一般には蛇籠、連結ブロック、コンクリート平張等を用いる。
  - ⑤ 巻止工 低水護岸の天端工の外側に施工して、低水護岸が流水により裏側から侵食されて破壊しないよう保護するもの。
  - ⑥ 隔壁工 法覆工の延長方向の一定区間毎に設け、護岸の損壊が他に波及しないよう保護するもの。
  - ⑦ 小口止工 法覆工の上下流端に施工して、護岸を保護するもの。
  - ⑧ 羽口工 護岸の上下流端に施工して、河岸又は他の施設とのすりつけを良くするもの。蛇籠又は連結ブロックを上下流端に各々5～20m設ける事例が多い。
  - ⑨ 張り護岸 一般的に法勾配が1：1より緩やかな場にブロック、石、コンクリート平張り等により設置される護岸を指す。胴込め材の有無によって、練張りと空張りに分類され、控え長を積み護岸に比べて小さくすることができる。
  - ⑩ 積み護岸 一般的に法勾配が1：1より急な場にブロック、石、コンクリート張り等により設置される護岸を指す。胴込め材の有無によって、練積みと空積みに分類され、張り護岸に比べて転石、流速に対する耐力は大きい。
  - ⑪ 矢板護岸 鋼矢板及び鋼管矢板の打設による直立護岸を指す。河床材料の比較的小さい場で施工される。又、ドライワークが困難な場でも設置可能である。
  - ⑫ 擁壁護岸 逆T型、L型、重力式等の自立構造のコンクリート護岸を指す。
  - ⑬ 鉄線籠、連結ブロック護岸 鉄線籠に石を詰めたものを籠護岸といい、籠は蛇籠、フトン籠、鉄線籠に大別される。連結ブロック護岸は鋼線等で連結したブロック等により法面を覆う工法である。ともに屈とう性が大きく、又、植生を併用することも可能である。
  - ⑭ 覆土工 植生の復元等を期待し、既設護岸を発生土砂等の覆土材で覆う工法を指す。

### (3) のり覆工

護岸の法覆工は流水、流木等に対して安全な構造となるよう設計するものとする。

#### 解 説

護岸の法覆工は河川の規模、河状、堤防又は河岸の法勾配、土質等を考慮して工法を定めるものとする。

また、工種選定に当たっては、護岸設計の基本及び構造細目によるものとする。

法覆工は、以下に留意の上、表2-1を参考にして決定する。

また、急流河川等で、法覆工にコンクリートブロックを止むを得ず使用する場合は次の項目を参考に、河道の状況、設計外力、周辺環境への配慮、耐久性、維持管理、背後地の状況、河川の規模等を考慮し、併せて施工性、経済性も検討の上、選定すること。

- ・護岸勾配、護岸高さ、平面線形（曲線）等
- ・河床材料、粗度係数、流速及び水衝部
- ・施工箇所生物や植生等の状況
- ・家屋、公園、史跡や公益施設等、背後地の状況
- ・施工箇所の上下流での使用状況

(3) のり覆工の構造

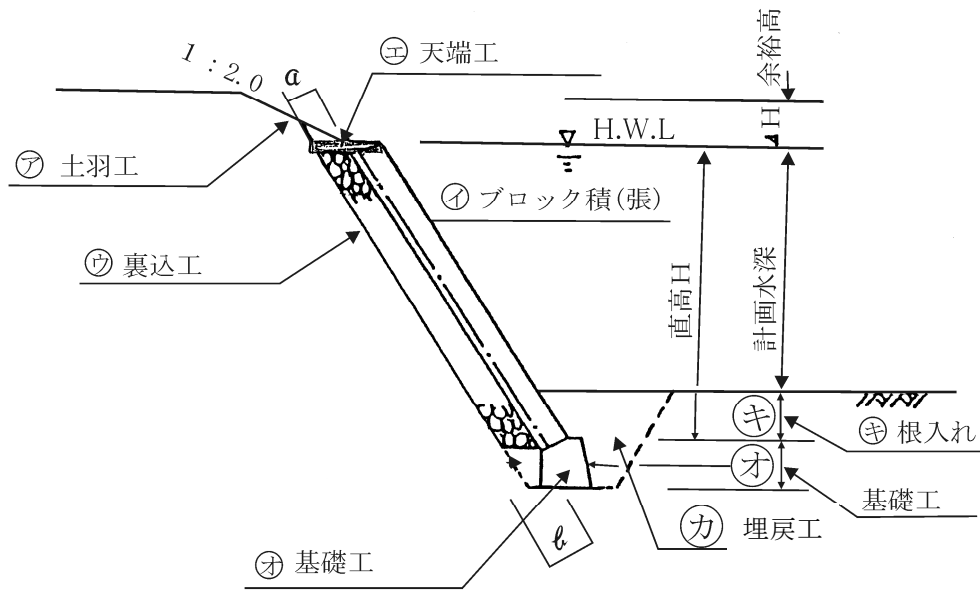


図 2-7

㊦ 土羽工 (図 2-7 の ㊦)

余裕高部分 ( $\Delta H$ ) の土羽工については従来用地取得が困難及び維持管理上等の理由をもってブロック積とする施工例が見受けられるが、親水性や転落の危険の軽減等相当の効果が望めるため、土羽構造での計画実施を原則とする。

河川改修の全体計画にあたっては、土羽構造と計画するよう特に留意されたい。

土羽部分の施工は総芝、碁の目、千鳥、筋芝等があり芝付けの箇所等を考慮して選択するものとする。

㊩ ブロック積張等 (図 2-7 の ㊩)

(ア) 護岸ののり勾配は、表 2-2 を標準として設計する。

なお、直高  $H < 3.0\text{m}$  にあっても、できる限り 5 分以上ののり勾配で検討のこと。

(イ) 大型ブロック ( $\text{m}^2$  ブロック)

工法決定にあたり、現場条件及び経済性等十分に検討し採用のこととし、原則として張工 (1 割より緩) に採用のこと。

表 2-2 護岸ののり勾配

のり覆工の構造		のり覆工の直高 (単位 m)	のり勾配 (単位 割)
石積み、コンクリートブロック積み	練積み	3 以上 5 未満	0.5
		3 未 満	0.3
	空積み	3 未 満	1
石張り、コンクリートブロック張り	練張り		1.5
	空張り	3 未 満	
コンクリートのり枠張り			1.5
蛇籠張り、連結コンクリートブロック張り		3 以上 5 未満	2~1.5

(ウ) コンクリートブロック積の裏込コンクリート

河川工事のコンクリートブロック積の裏込コンクリートは原則として入れないものとする。  
 (昭和56年5月21日付 治水課、砂防課、防災課各課専門官通知)

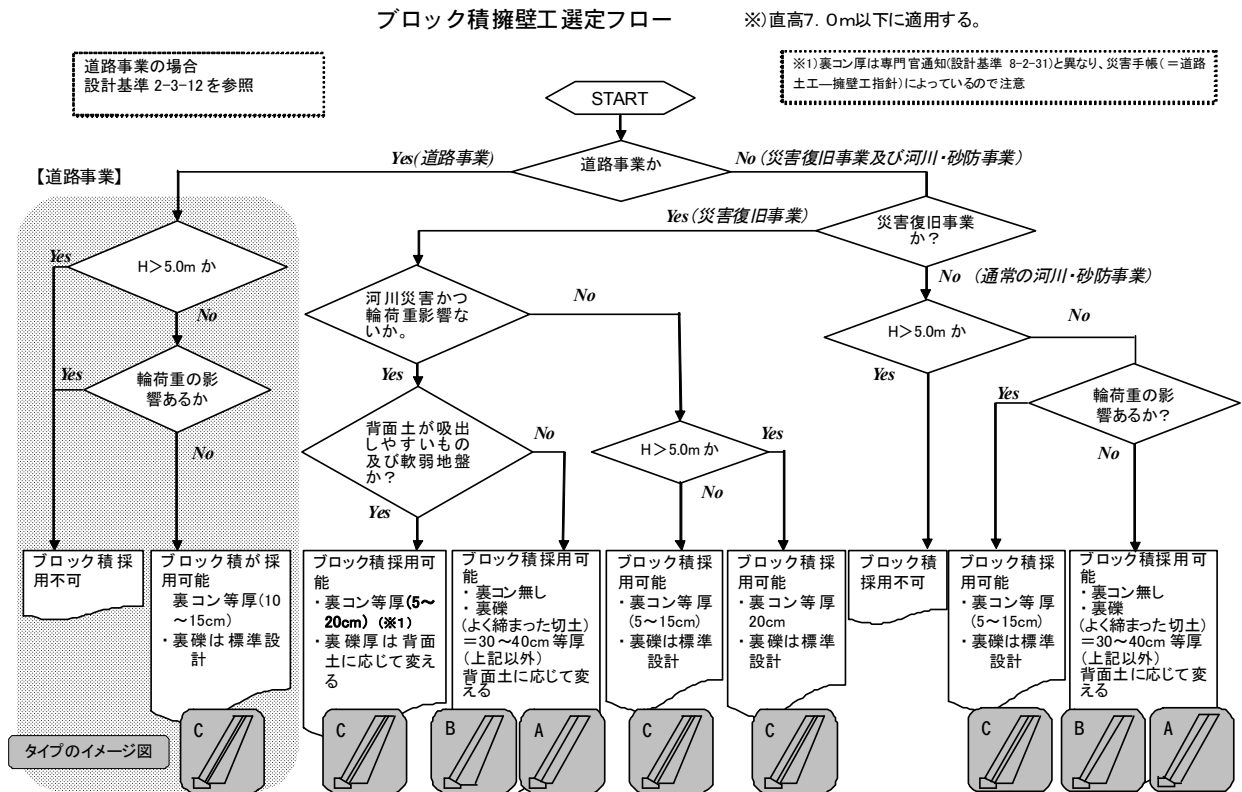
特例として、以下の場合においては道路土工-擁壁工指針に基づき、裏込コンクリート厚を決定する。ただし、河川護岸としての適用範囲は直高5.0mまでとする。

- (1) 路肩部分が兼用道路で輪荷重が護岸の安定に著しく影響する場合
- (2) 河川の縦断方向に堤外水路を設置する場合の水路下部にブロック積を使用する場合

この方針によりがたい場合は別途協議すること。(平成25年5月23日付 25建政技第69号)

災害復旧事業におけるブロック積擁壁(道路関係)は、背面の地山が切土の場合、直高7.0mまで申請することが可能である。(平成25年3月19日付 24河第403号)

(エ) コンクリートブロック積擁壁工選定フロー(平成25年3月19日付 24河第403号)



(オ) 鉄線籠型護岸工における吸出し防止材の設置について

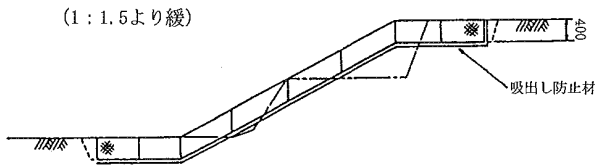
(平成22年5月17日付 22河第69号、22砂第9号)

河川、溪岸の構造物として鉄線籠型護岸工を実施する場合(仮設等で使用する場合を除く)、鉄線籠型護岸工(蛇籠、フトン籠、かごマット等)の背面及び下面には、土砂の流出及び吸い出しを防止するため、吸出し防止材を設置することを標準とする。

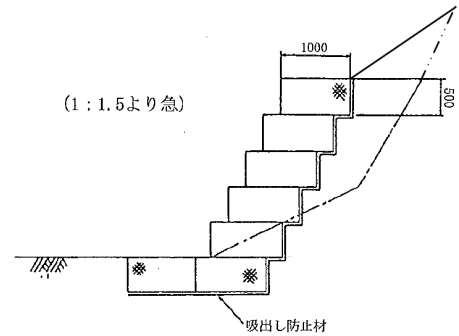
なお、後背地の地質状況から、明らかに土砂流出等が発生しないと判断される場合にはこの限りではない。

背面及び下面の敷設は下記を参考にすること。

○標準タイプ



○多段タイプ



吸出し防止材の重ね合わせ等、詳細については、下記を参考にすること。

※社団法人全国防災協会 河川災害復旧護岸工法技術指針（案）より抜粋

- (1) 吸出し防止材は、透過性のある鉄線籠型工法においては背後地盤あるいは基礎部の土砂の流出防止が重要であるので、慎重に施工する必要がある、特に吸出し防止材の継ぎ目は弱点となりやすいため、重ね幅（一般的に10cm以上としている例が多い）を確実に確保する。
- (2) 重ね合わせは、流水によるめくれを考慮し、河川の上流側のシートを上にする。

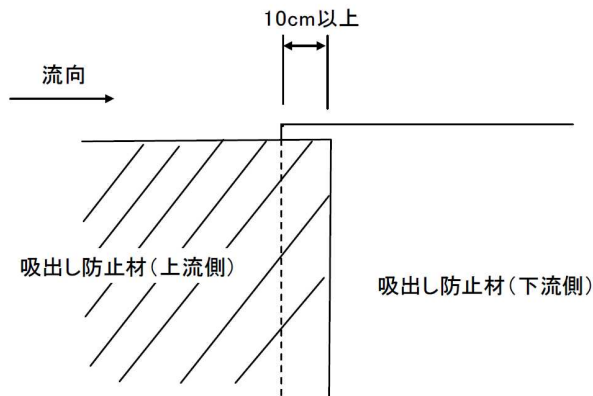


図 吸出し防止材の重ね合わせ

- (3) 吸出し防止材は、重ね合わせのずれの防止から法面方向に縦に敷設するのがよい。特に、背後が段切りの場合は角部で重ね合わせがずれる可能性があり、河岸が曲線の場合は、ずれが大きくなるので、河川方向に布設することは避けるべきである。

㊦ 裏込工（図2-7の㊦）

切土及び盛土の地質、直高に応じて、表2-3を標準とする。

なお比較的良好な地山の切土の場合は上下等厚とし、 $a = b = 30 \sim 40\text{cm}$ としてよい。

表2-3 裏込め材厚さ（法勾配 1:0.5の場合）（単位 mm）

H (直高)	U (裏込め材厚さ)					
	U <sub>1</sub> (裏込め土が良好な場合)		U <sub>2</sub> (裏込め土が普通の場合)		U <sub>3</sub> (裏込め土がよくない場合)	
	a	b	a	b	a	b
1.00m	200	330	300	430	400	530
1.50	200	374	300	474	400	574
2.00	200	419	300	519	400	619
2.50	200	464	300	564	400	664

3.00	200	509	300	609	400	709
3.50	200	558	300	658	400	758
4.00	200	602	300	702	400	802
4.50	200	647	300	747	400	847
5.00	200	692	300	792	400	892

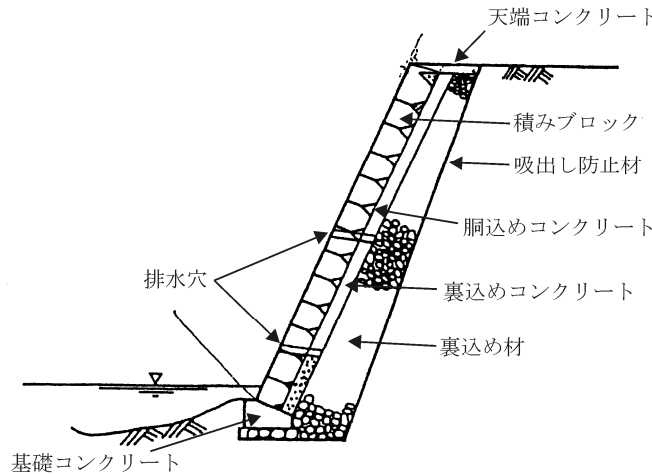
裏込め材料は、クラッシャーラン又は栗石を標準とするが、材料入手の難易、経済性を考慮して決定するものとする。

(ア) 裏込め材

護岸に残留水圧が発生する場合には水抜きとして裏込め材を設置する。

積み護岸では、残留水圧が作用しないことを前提としているので、原則として水抜きのために裏込め材を設置する。裏込め材料は、砕石など透水性の高い材料が望ましく、厚さは表2-3を参考に検討する。ただし、法面の地盤が砂礫質で透水性の高い場合には、裏込め材を設置しない方法もある。また、張り護岸でも、施工性を考慮して裏込め材を設置することがある。

なお、地下水位が高い場所では法覆工に水抜き工を設置することが望ましい。また、水が抜ける際に背面土砂の細粒分が抜ける恐れがある場合は、吸出し防止材を敷設するとよい。



裏込め材の設置例

(イ) 吸出し防止材

背面土砂が吸い出される恐れのある場合には、吸出し防止材を設置する。

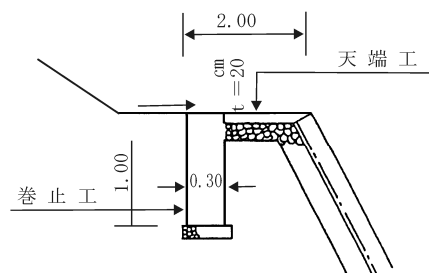
護岸背面の残留水が抜ける際、あるいは高流速が空積みの法覆工に作用する際に、背面土砂が吸出されることがある。吸出しは法覆工の変形に結びつき、容易に破壊につながるため、それを防止するためには、法覆工、または裏込め材の下に吸出し防止材を設置する。

また、練積み護岸などでは、裏込め材への細粒分の流入を防止し、裏込め材の透水性の低下を防ぐ目的で使用される場合、あるいは施工性を考慮して設置される場合がある。

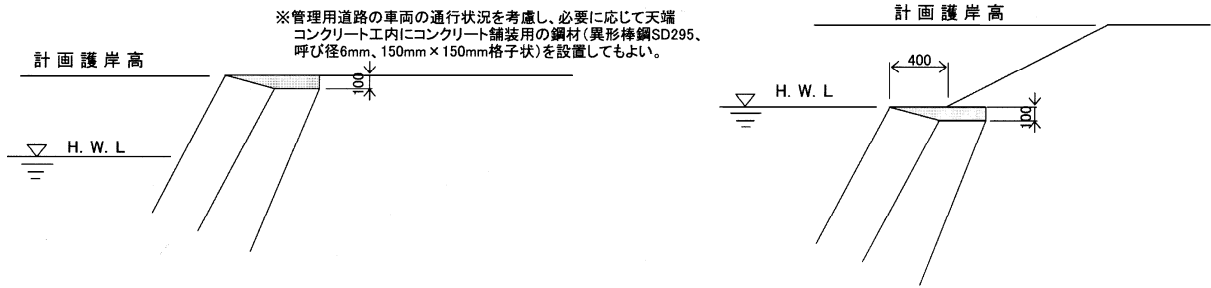
(エ) 天端工

ブロック積の天端処理は、裏礫に雨水等が入らないように、土砂で埋戻して仕上げるのを原則とし、構造及び土砂の地質等により必要な場合は、天端コンクリート処理を検討のこと。

なお、低水護岸のケースのように、水位が護岸より高く上



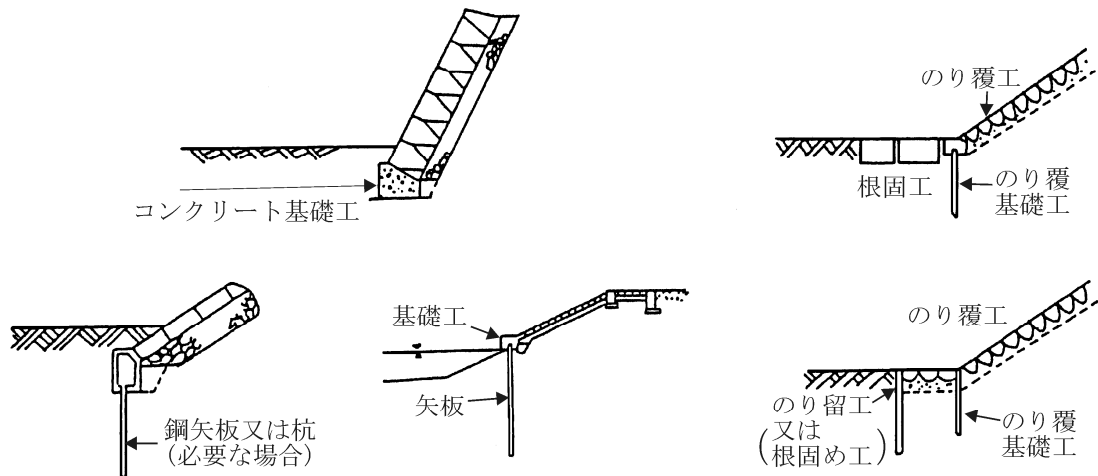




天端及び巻止工(例)

㊦ 基礎工

基礎工は土質、施工条件、河状に応じて選択する。地盤が良好な場合は直接基礎とし、軟弱地盤の場合には杭又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(のり留工)の例

コンクリート土台工の基礎高は、25 (cm) 以上を標準とする。

なお、基礎材又は捨コンクリートについては、基礎の土質が軟弱な場合以外は原則として計上しない。

㊧ 埋戻工

(ア) 基礎の背面の埋戻については、標準として在来土砂で埋戻とする。

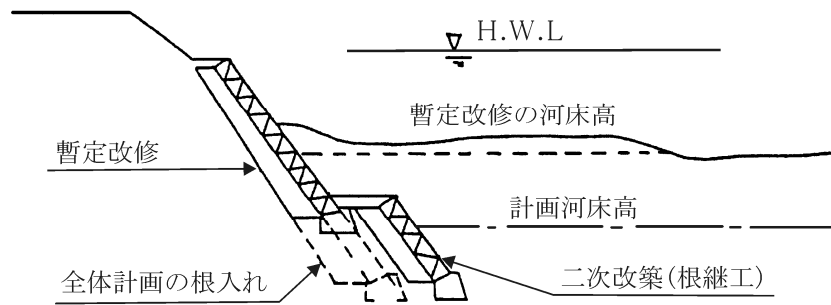
(イ) 護岸の前面の埋戻は、在来土砂で埋戻しているが、工事施工により、締った既存の河床が緩み、工事後の出水で簡単に土台が露出している事例が多く見られるので十分突き固め、必要に応じては、根固工や発生材での寄石等の実施を検討し計画すること。

㊨ 護岸の根入れ

護岸の根入れについては、流水により河床等の洗掘を考慮しながら決定するものとする。

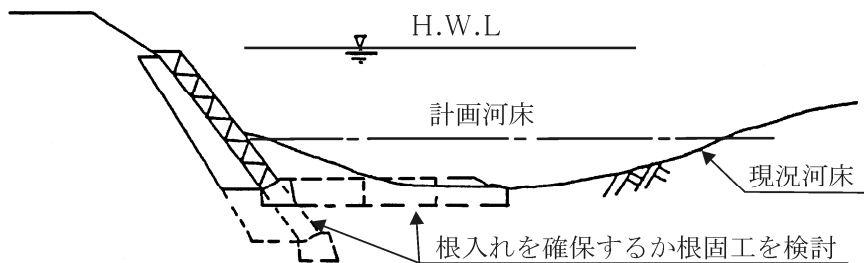
局部洗掘の大きい急流河川等については、十分に検討し決定するものとする。

(ア) 計画的に改修を進めている中小河川で、計画河床に対し、現況河床が相当高く、延長的にもあり、又、河積も比較的広く、当面の改修方針では、計画河床まで切り下げるのに、相当の期間を要することが予測される時は、将来に対し、手戻りが少ない工法による、二次改築を想定して暫定工法を検討の上、事前協議し決定すること。



根継工法による将来計画と暫定改修の例

(イ) 改修区間の上流にダムを設置や、護岸整備等により生産土砂が減り、河床が低下傾向にありながら、当初の改修計画の根入れのままで、現状を把握せず実施しているケースがあるので、計画区間の上下流の河床状況は時々チェックしながら実施を検討し、変更を要する場合は、事前に協議すること。



河床低下に対する措置 (例)

(ウ) 急流河川においては、床止めの下流部が異常洗掘し易いので、図2-8のように、護岸の根入れを変化させた実施も、被災例を参考に検討し、計画すること。

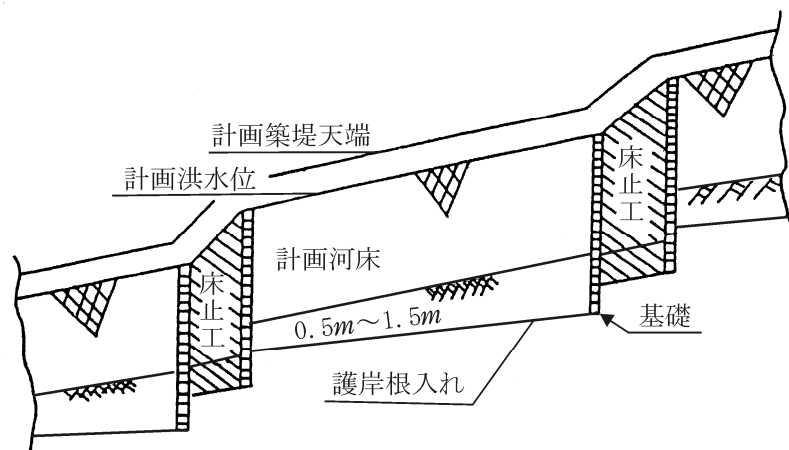


図2-8 急流河川の根入れ (例)

⑦ 帯工及び隔壁工

帯工等で河床安定を計る場合には、計画河床勾配の分母の値 (m) 程度に1箇所、帯工を計画するのを標準とする。

川幅の広い中小規模の河川や護岸 (ブロック積、ブロック張) が、相当区間連続する場合、20m程度に1箇所隔壁工の実施を検討すること。

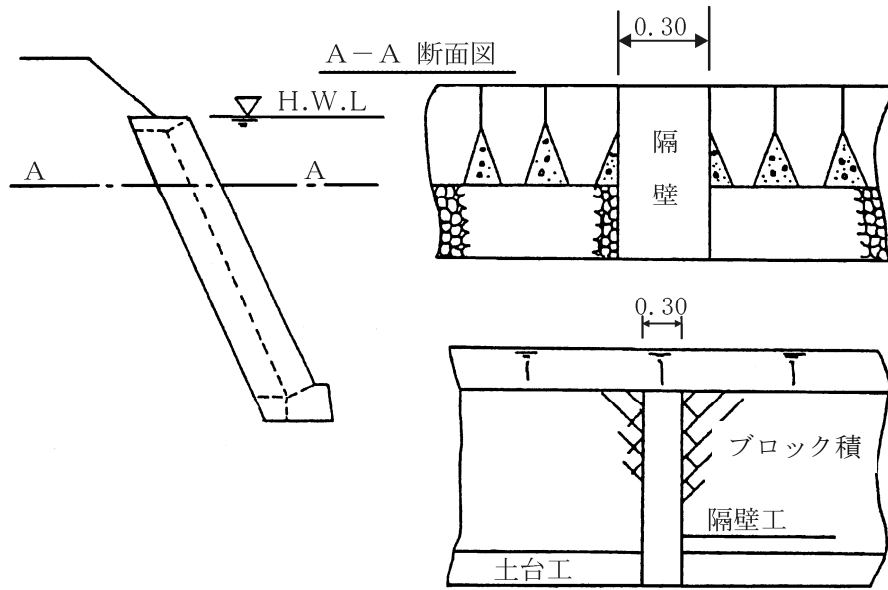


図 2 - 9 隔壁工

㊦ 底張工

河川改修事業においては、原則として底張工は計画しないものとする。ただし、小河川で計画河床が急勾配の場合（標準的には1/30以上）、又は、川幅が小さく、護岸の根入れが困難で、現河床材料が浮流しやすい場合など、やむを得ないケースに設けるものとする。

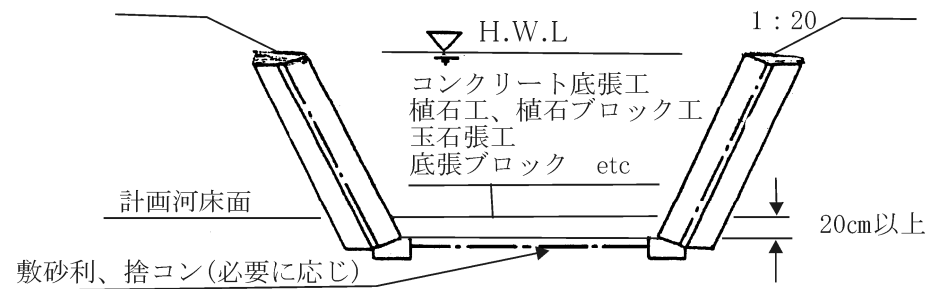


図 2 - 1 0 底張工

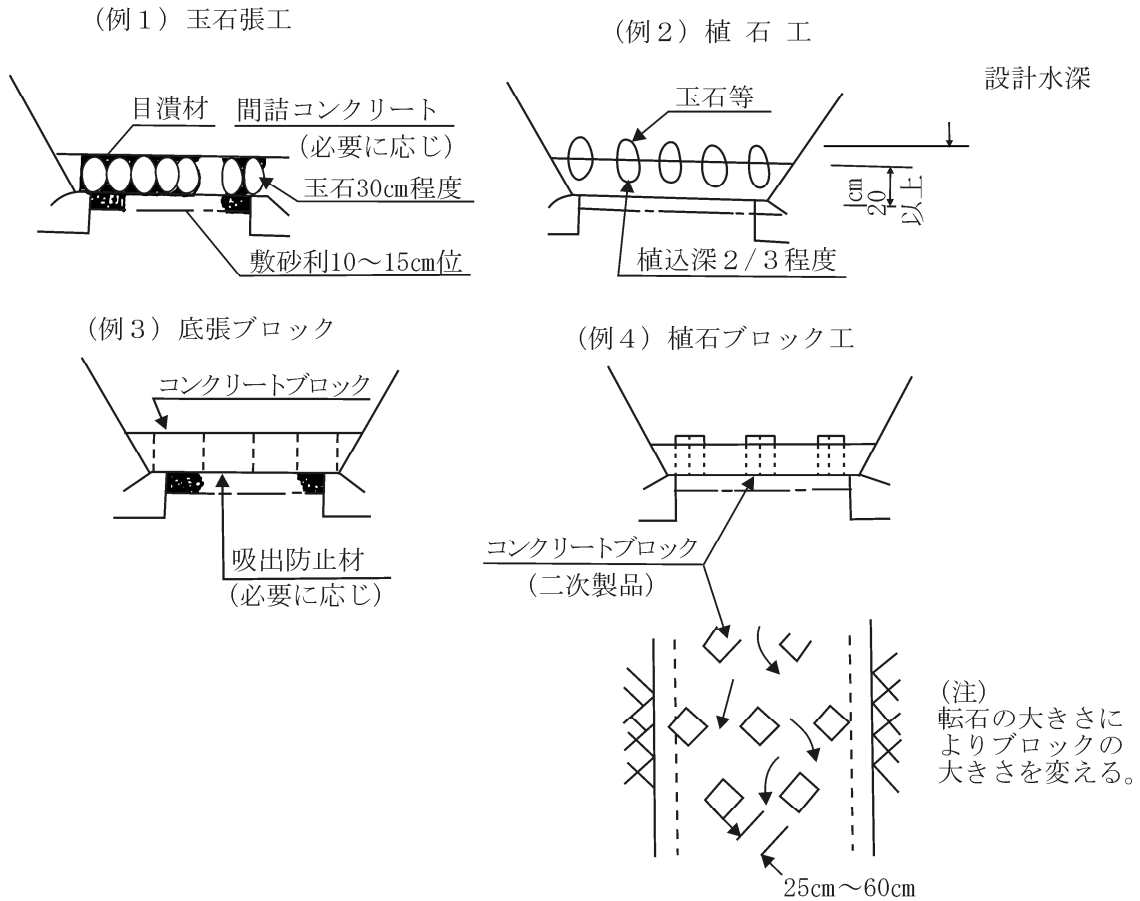


図 2 - 1 1 底張工

㊦ 鋼矢板護岸

1 鋼矢板護岸工

(1) 工法の採用

鋼矢板護岸は他の工法に比べ施工費が高いため採用に当たっては、次の事項を考慮し検討するものとする。

- 1) 水深が深く他の工法では仮締切に経費がかかり過ぎる場合、又は仮締切の施工が不可能な場合。
- 2) 河床低下が予想され、護岸根入れに不安がある場合。

(2) 鋼矢板護岸の型式

1) 自立式

自立式は一般に壁高の小さいときに採用される。

2) 控式 (タイロッド等)

自立式に比べ壁高が高い場合に採用される。

3) 斜杭式

控式より壁高が高い場合に採用されるが、一般的な工法ではない。

(3) 鋼矢板護岸の設計諸元

鋼矢板護岸の設計諸元は次を標準とする。

1) 設計震度 (水平)

空 気 中	0.1
水 中	0.2

2) 土の単位体積重量

	砂 質 土	粘 性 土
地下水以上	1.8t/m <sup>3</sup> (18KN/m <sup>3</sup> )	1.7t/m <sup>3</sup> (17KN/m <sup>3</sup> )
地下水以下	1.0t/m <sup>3</sup> (10KN/m <sup>3</sup> )	0.7t/m <sup>3</sup> (7KN/m <sup>3</sup> )

3) 上載荷重

	常 時	地 震 度
上載荷重	1.0t/m <sup>3</sup> (10KN/m <sup>3</sup> )	0.5t/m <sup>3</sup> (5KN/m <sup>3</sup> )

4) 材質及び許容応力

表 1 材料及び許容応力

材 料 名	規 格	応力度の種類	許容応力度	
			常 時	地震時
鋼 矢 板	2種(SY295)	曲げ	180N/mm <sup>2</sup>	270N/mm <sup>2</sup>
鋼 矢 板	3種(SY390)	曲げ	235N/mm <sup>2</sup>	352.5N/mm <sup>2</sup>
H 鋼	SS400	〃	140N/mm <sup>2</sup>	210N/mm <sup>2</sup>
溝 形 鋼	SS400	〃	140N/mm <sup>2</sup>	210N/mm <sup>2</sup>
タイロッド	SS400 φ 40mm以下	引張	94N/mm <sup>2</sup>	141N/mm <sup>2</sup>
タイロッド	SS400 φ 40mm以上	引張	86N/mm <sup>2</sup>	129N/mm <sup>2</sup>
タイロッド	高張力45	引張	180N/mm <sup>2</sup>	270N/mm <sup>2</sup>

5) 腐食代

腐食代は、片面 1 mm (両面 2 mm) を標準とする。

ただし、河口部で海水の影響を受けるところは片面 2 mm を標準とする。

6) 断面係数

腐食と断面係数は次によるものとする。

① 鋼矢板

表2 鋼矢板の断面係数

型式	寸法			鋼矢板1枚当たり				壁幅1m当たり			
	有効幅 W mm	有効高さ h mm	厚さ t mm	断面積 cm <sup>2</sup>	断面二次 モーメント cm <sup>4</sup>	断面 係数 cm <sup>3</sup>	単位 質量 kg/m	断面積 cm <sup>2</sup>	断面二次 モーメント cm <sup>4</sup>	断面係 数 cm <sup>3</sup>	単位質量 kg/m
II	400	100	10.5	61.18	1,240	152	48.0	153.0	8,740	874	120
II <sub>W</sub>	600	130	10.3	78.70	2,110	203	61.8	131.2	13,000	1,000	103
III	400	125	13.0	76.42	2,220	223	60.0	191.0	16,800	1,340	150
	400	130	13.0	76.40	2,320	232	60.0	191.0	17,400	1,340	150
III <sub>W</sub>	600	180	13.4	103.9	5,220	376	81.6	173.2	32,400	1,800	136
IV	400	170	15.5	96.99	4,670	362	76.1	242.5	38,600	2,270	190
IV <sub>W</sub>	600	210	18.0	135.3	8,630	539	106	225.5	56,700	2,700	177
V <sub>L</sub>	500	200	24.3	133.8	7,960	520	105	267.6	63,000	3,150	210
VI <sub>L</sub>	500	225	27.6	153.0	11,400	680	120	306.0	86,000	3,820	240
10H	900	230	10.8	110.0	9,430	812	86.4	122.2	10,500	902	96.0
25H	900	300	13.2	144.4	22,000	1,450	113	160.4	24,400	1,610	126

注 メーカーによって製造されていない種類があるので注意するものとする。

② 溝形鋼（腹起し）

腹起し材は、法留コンクリートの中に埋込むものとし、腐食代は見込まないものとする。  
ただし、外に出す場合は片面1mmを見込むものとする。

7) 洗掘深

推定洗掘深は「護岸の根入れ」に準じるものとする。

8) 継手効率

鋼矢板護岸の継手効率は、笠コンクリートや鋼矢板の根入れ等が十分確保できる場合は、当分の間次によるものとする。

① 断面二次モーメントに関する継手効率 $\alpha_1=0.8$ とする。

② 断面係数に関する継手効率 $\alpha_2=1.0$ とする。

③ 鋼矢板の長さを決めるための断面二次モーメントに関する継手効率 $\alpha_1=1.0$ とする。

(Changの式)なお、仮設鋼矢板には適用しないものとする。

9) 杭頭変位（常時）

杭頭変位は、自立式矢板で常時5cm、地震時7.5cm程度以下を標準とするが、重要でない護岸等の場合は、別途考慮するものとする。

10) リングジョイント

タイロッド式の場合は、リングジョイントを設けるものとし、2箇所/本を標準とする。

11) タイロッド等

タイロッド等の取付は、鋼矢板4枚に1本とする。

2 護岸用鋼矢板の選定について

護岸用鋼矢板選定にあたっては、次の「護岸用鋼矢板の選定について」（S54. 4. 10付治水課建設専門官通知）によるものとする。

(1) 感潮区間の場合 標準型とする。

(2) その他一般区間の場合

1) 低水護岸 原則として標準型とする。

2) 高水護岸 原則として改良型とする。ただし、矢板長が概ね8mを超える場合、又は土質条件が概ね最大N値20、又は平均N値15を超える場合は標準型とする。

(補足事項) イ) 上記の条件で標準型となる場合においても、工法アップ（プレボーリング等）を考え経済比較のうえ、改良型とする場合もある。

ロ) 公害対策工法等を義務づける場合は、原則として改良型とする。

3) 応力計算をする矢板護岸

原則として改良型とする。ただし、河床の洗掘のおそれのあるところは「1の低水護岸」に準じ、その他は、「2の高水護岸」に準じて選定する。

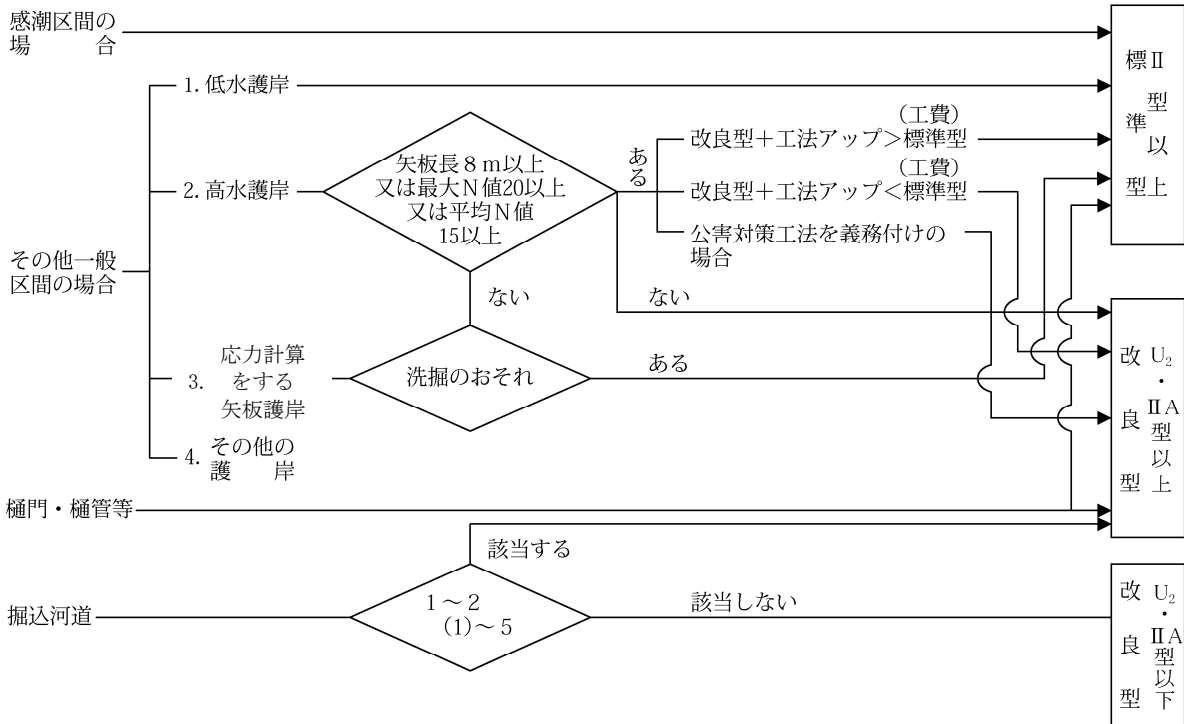
4) その他の護岸 その他の護岸については、上記「1～3」に準じて運用する。

(3) I型及び軽量鋼矢板の使用

鋼矢板のI型及び軽量鋼矢板は、特別な場合を除き使用しないものとする。

ただし、「護岸用鋼矢板の選定について」（54. 4. 10付治水課建設専門官通知）の1・2・(1)～(5)]いずれにも該当しない場合でかつ掘込み河川のと看、II型の改良型以上に限定せず、施工条件、施工箇所等工事目的に適合する鋼矢板を使用してもよい。

(附則) 1) 樋門、樋管等については、従前の通達のとおりII型以上の標準型とする。



護岸用鋼矢板選定について

平成10年 4月 6日 事務連絡  
各地方建設局河川部長、北海道開発局河川工事課長あて  
建設省河川局治水課流域治水調整官、建設省河川局河川環境課建設専門官

標記については、昭和54年 4月10日付治水課建設専門官及び、昭和57年 4月10日付治水課建設専門官及び都市河川課建設専門官から事務連絡されているところである。経済性、安全性の観点から鋼矢板の腐食代の実態調査及び近年の広幅鋼矢板の普及状況を踏まえ、応力計算を要しない遮水用を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II型の標準型、改良型、広幅型の中から適切な型を選定し使用するものとする。

### 3 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。

#### 解 説

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、その地点の流勢を減じ、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合に設置されるため、流体力に耐える重量であること、護岸基礎前面に洗掘を生じさせない敷設量であること、耐久性が大きいこと、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基礎工天端高と同高とすることを基本とするが、根固工を基礎工よりも上として洗掘を防止する方法もある。また、根固工とのり覆工との間に間隙を



生じる場合には、適当な間詰工を施すものとする。

根固工の敷設方法には、洗掘前の河床に重ね合わせずに設定して自然になじませる場合と、既存の深掘れ部に重ねて設置する場合とがある。沈床を深掘れ部に重ねて設置する場合には1枚3～6m幅を基本とし、これを階段状に積み重ねることが多い。沈床の場合には、重ね合わせ幅を、下段沈床幅の1/3以上とする事例が多い。木工沈床を重ね合わせて設置する工法は、急流河川に多い事例である。

周辺の河床低下や洗掘が予想される区間では、護岸基礎前面の河床が低下しない敷設幅を確保する必要がある。すなわち、護岸前面に河床低下が生じても最低1列もしくは2m程度以上の平坦幅が確保されることが必要とされる。幾何学的には、敷設幅Bは、根固工敷設高と最深河床高の評価高の高低差 $\Delta Z$ を用いれば

$$B = L n + \Delta Z / \sin \theta$$

となる。ここで、

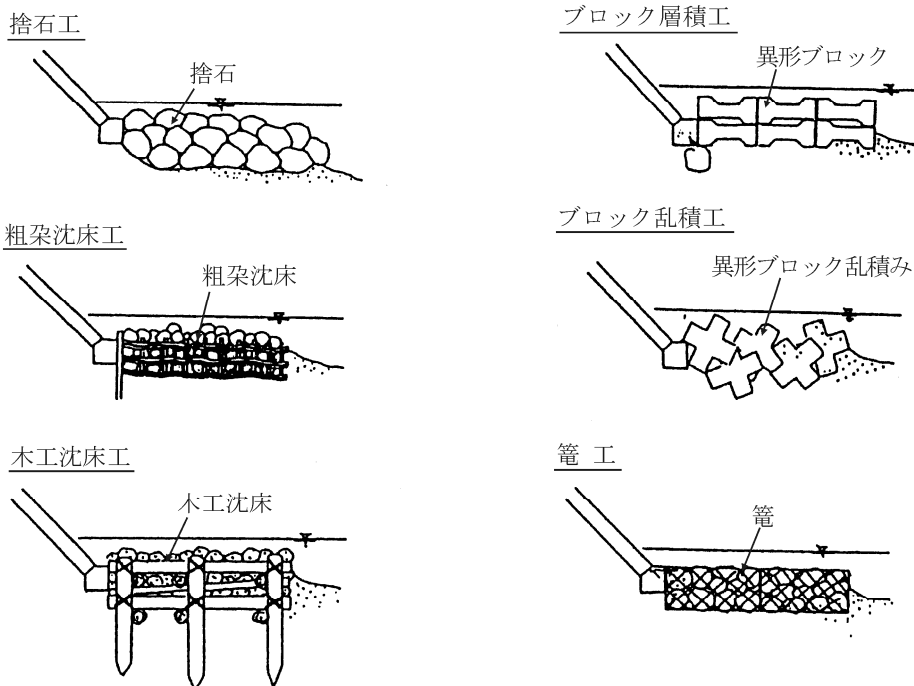
$L n$  : 護岸前面の平坦幅 (ブロック1列もしくは2m程度以上)

$\theta$  : 河床洗掘時の斜面勾配

$\Delta Z$  : 根固工敷設高から最深河床高の評価高までの高低差

斜面勾配 $\theta$ は、河床材料の水中安息角程度になるが、安全を考えると一般に $30^\circ$ とすればよい。以上より、基礎工天端高が設定されれば、最深河床高を評価することにより、照査の目標とする敷設幅を算定できる。

根固工の代表的な工種としては次のようなものがある。



#### 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、木工沈床は急流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。

根固工は、設置箇所の河道特性等に応じて最も適する構造とすべきであり、のり覆工同様に過去の経験・類似河川の実施、あるいは試験施工・模型実験、調査研究の成果等に基づき、必要に応じて力学的安定や敷設量等について照査しながら適切に設計する必要がある。

## 4 水制工

水制工は「構造令第26条」および「国土交通省河川砂防技術基準案計画編」等によるが、下記「設計要領〔河川編〕（国土交通省北陸地方整備局）」をも参考にされたい。

### ア 一般事項

水制は、河道を安定させるため、次の目的で設置するものである。

- (1) 河岸附近の流勢を弱め河床の洗掘を防止し、土砂の堆積を促進させ河岸を保護する。
- (2) 流水の方向を変える。
- (3) 低水路の幅や水深を維持させる。

しかし、工法が不適当な場合は、他の部分に与える影響が大きいため十分に検討のうえ設計するものとする。

### イ 水制の分類

水制は、一般に、その形状及び構造から次のように分類される。

#### (1) 平面形状による分類

- 1) 横工：流水に対してその方向が直角又は直角に近いもの
- 2) 縦工（平行工）：流水に平行に近いもの

なお、その設置目的により横工と平行工を組み合わせる場合もある。一方、横工については、その設置する水制の方向により、直角水制、上向水制等に分類される場合もある。

#### (2) 構造による分類

##### 1) 透過水制

流水の一部が透過するように作られるもので、水に抵抗することが不透過水制に比べて小さいので維持が比較的容易であると同時に、水制の部材によって流速が減少し、土砂沈殿に有効に働くことが多い。（杭打水制、牛柵水制等）

##### 2) 不透過水制

流水を透過させないため水はねの効果は大きいですが、流水に強く抵抗するからこれに応じて十分な強度及び重量を要するとともに洗掘等に対しても十分配慮する必要がある。（コンクリートブロック水制等）

### ウ 工法の選定

水制工の工種は、河川の平面および縦横断形状、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。

#### (1) 流速減少を目的とするもの

- ① 水制の高さは低い。
- ② 透過性あるいは水深に比し低い不透過性水制である。
- ③ 杭工などが主で軽い工作物になっている。

- ④ 数本ないし数十本が並置され、それが全体として作用する。
- (2) 水はねを目的とするもの
- ① 水制の高さは高い。
- ② 半透過性または不透過性である。
- ③ 土石、コンクリートなどが主で容量が大きく、重い構造物になっている。
- ④ 単独あるいは少数並置される。
- (3) 水制の工種としては
- ① コンクリートブロック、四基構、三基構、大型牛
- ② 三角枠、ポスト、枠出し、籠出し、棚牛、笈牛、菱牛、川倉
- ③ 木工沈床、改良沈床、合掌枠、ケレップ、杭打ち上げ置工、杖（杭）出

[参 考]

表1は、建設省土木研究所で全国44河川249箇所において、比較的 success している水制について、河床勾配と水制工法との関係を調べた結果であり、これをみれば緩流河川の工法と急流河川の工法の違いがだいたい判断がつく。

表1 水制工種と河床勾配の関係

河床勾配 工種	1/50~	1/100~	1/200~	1/500~	1/1000	1/5000~	計
	1/100	1/200	1/500	1/1000	1/1000 ~ 1/5000		
ブ ロ ッ ク	5	2	4	6	1	0	18
聖 牛	1	8	15	3	0	0	27
四 基 構	0	4	3	0	0	0	7
三 基 構	0	2	5	0	0	0	7
三 角 枠	0	3	2	0	0	0	5
ポ ス ト	0	1	1	0	0	0	2
土 出 し	0	1	15	2	2	0	20
棚牛、方形牛、菱牛、川倉	0	0	1	3	1	0	8
木工沈床（含改良木床）	0	0	1	16	12	0	29
杭 出 し	0	0	11	24	56	8	99
合 掌 枠	0	0	2	0	19	0	21
ケ レ ッ プ	0	0	0	0	6	0	6
計	6	21	63	54	97	8	249

## エ 構造

### 1) 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。

水制高の低い根固水制あるいは不透過水制については経済性の観点から、また土砂を積極的に堆積させなければならないというものでもないので、水制の方向は直角でよいと判断される。

セグメント1（扇状地河川）で特に急流の河川では、不透過あるいは半透過型の水はね水制を設置し、水衝部を河岸から離す計画がなされることがある。この場合は水制先端部の局所洗掘を軽減するために下向きに水制を設置するのが普通である。

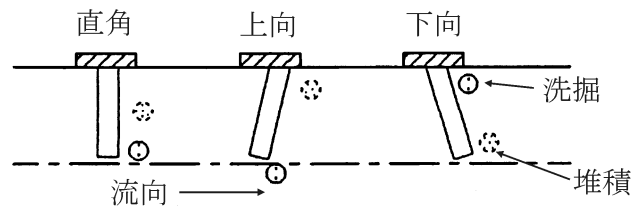


図 水制の方向

### 2) 長さ、高さ及び間隔

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

#### (1) 河岸侵食防止のための根固水制

流速を減少するために設置する水制の長さは河幅の10%以下、高さは計画高水流量が流れるときの水深の0.2~0.3倍程度、間隔は長さの2~4倍、高さの10~30倍程度にすることが多い。湾曲部の凹岸では水制の間隔は長さの2倍以下にすることが多い。砂防河川での水制の高さは根付け付近で平水位上0.5~1.0m程度とし、河心に向かって1/20~1/100の下り勾配をつけるのが一般的である。急流部では高い水制を用いる傾向がある。

なお、水制を用いず護岸根固工でも河岸侵食に対処しうるので、経済面、環境面、景観面など総合的に検討して水制設置の判断を行う必要がある。

#### (2) 河岸侵食防止のための水はね水制

高さが高く不透過である水制を設置する場合は、これを根固水制と位置付けるのではなく、水制先端線を結んだ線を河岸防御の防護線に位置付けて、侵食防止のための水制として位置付けるべきである。

扇状地河川で単断面河道にこのような水制を設置する場合は、水制工の元付け部分の高さは計画高水位程度とし、水制を越流した流水が堤防護岸をたたかないようにする。なお水制の前面の水位は、水制先端部の流水の流速水頭だけ水位が上昇するので、水制前後の堤防護岸は十分な高さまで練積み等の強固な護岸で保護しておく。この種の水制では、水制の間隔は当該区間に形成される砂州長さの1/2~1/3程度以下とする。

また、あまり長大な不透過水制を出すことは工事費の面で得策ではない。この場合の水制の方向は、河岸に直か、多少下向きとする。

#### (3) 航路維持のための水制

航路維持のための水制は、中砂以下の河床材料をもつ河川を対象に設置する。

砂利河川の場合、河床は洪水時しか大きく変化しないので、プレジャーボートなどのためには掘削を行うほうが一般に得策である。

航路維持のための水制の長さ、高さ、間隔については文献や過去の事例等を参考にして決定する。

#### (4) 河川環境の保全・創出のための水制

生態系の保全・創出に役立つ水制の機能としては、①水の流れに変化を与えることにより、水中生物に多様な環境を作る、②洪水時の魚の避難空間を形成する、③河岸を自然河岸と同様な環境としうる、の3点が考えられる。この場合の設計のポイントは次のようである。

- (1) 水制の材料として木材を用いる場合には、水面付近の木材が腐りやすい点に十分に留意して設計する。
- (2) 多孔質な材料（石材、籠工）を用いた水制を工夫する。
- (3) 意図的に水制によってワンドを形成する場合は、ワンドが土砂により埋没しないようにする。
- (4) 既存の護岸、根固め周辺の生態環境の改善を図るために水制を設置する場合には、護岸との取付部周辺で流体力が大きくなるので、護岸およびその周辺河岸の安全性に留意する。
- (5) 工事終了後に水制周辺に生ずる土砂の堆積、侵食、植生状態の変化等を想定して設計する、この想定のためには、ほぼ同じような河道特性をもつセグメントでの事例調査が役立つ。

## 5 床止め

### (1) 床止め設計の基本

床止めは、計画高水位（高潮区間にあつては計画高潮位）以下の水位の通常の流水の作用に対して必要とされる機能を有し、かつ安全な構造となるよう、魚類等の遡上・降下等の河川環境を十分考慮して設計するものとする。また、床止めは付近の河岸および河川管理施設の構造に著しい支障を及ぼさない構造となるよう設計するものとする。

#### 解 説

河床低下を防止して河床を安定させ、河川の縦断および横断形状を維持するために設置される横断構造物を床止めという。床止めには落差のあるものとなないものがあり、落差のあるものを落差工、落差のないものを帯工というが、本節でいう床止めはおもに落差工をさしている。

床止めは、平水時および洪水時において、期待される機能が発揮されるものであることはもちろん、計画高水位以下の洪水時などに構造物に作用する外力に対して安全でなければならない。特に、本体周辺の堤防や河岸が被災すると、大きな災害に至ることがあるので、十分に留意して設計する必要がある。床止めは、本体、水叩き、護床工をはじめ、いくつかの構造物から構成される。各構造物には、流速、水圧、土圧、揚圧力などの外力が作用するが、床止め全体として機能を発揮し、安全性を保つためには、各構造物ごとに適切な外力を選定して、安定検討を行う必要がある。

また、床止めの設計にあたっては、上流側の河床が本体天端より低下することに十分留意して、天端高や上流河道の構造物を設計することが重要である。一方、床止めは、魚類等の水棲生物の遡上・降下の障害となるため、魚道の設置など生態系に配慮した構造について検討する必要がある。さらに、床止めは河川景観の大きな構成要素となるため、周辺の景観と調和するよう配慮することが望ましい。

(2) 構造細目

ア 本体

床止め本体の形状、構造は、河道特性、落差部の流れ、景観、魚類の移動等を考慮して決定するものとする。また、端部の処理などによって床止め全体が安全な構造となるように決定するものとする。

解 説

1. 床止めの構成

床止めの本体には、一般にコンクリート構造のものと、根固ブロック等を用いて屈とう性をもたせた構造のものがあるが、本節では、設置事例が多く一般的な構造であるコンクリート構造についておもに示している。屈とう性構造の床止めを設計する場合には、外力に対する安定検討は、本節に示すコンクリート構造に対する手法と同様の考え方により実施することができる。屈とう性をもつ床止めは、作用する揚圧力が大きくならないこと、床止めが一体となって河床になじみ、河床の変化に追従しやすいことなどから設置されるが、上下流の河床変動を護床工が吸収できなければ、床止めとしての機能を失われてしまうことになるため、屈とう性構造の床止めでは護床工の安定性について十分に検討することが重要である。

床止めを構成する構造物各部を図2-15に示す。一般に本体と水叩きは一体でありその区分は明確でないが、本節では機能上から別構造物として取り扱うこととした。また、屈とう性の床止めの例を図2-16に示す。屈とう性構造物の場合には、平水時の流れが伏流すること等による河川環境への影響について留意する。なお、舟通しについては、必要に応じて設けるものとする。

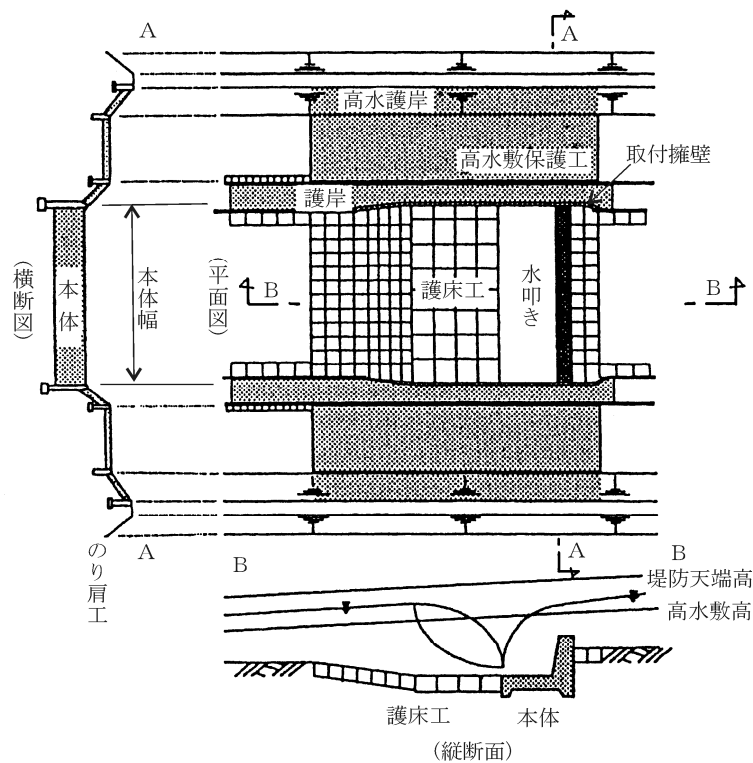


図2-15 床止め各部の名称

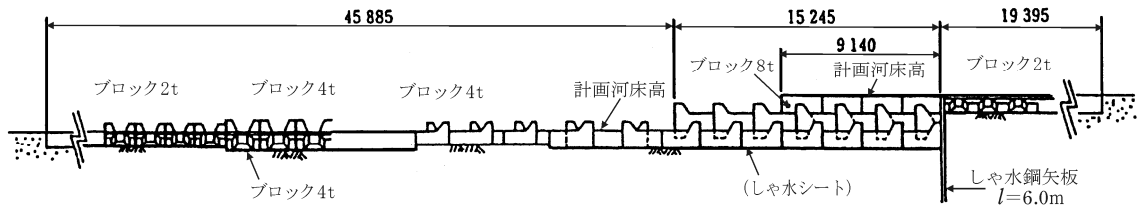


図 2-16 床止め各部の名称

## 2. 横断形状

床止めの天端は、流水が1個所に集中しないように水平とすることが一般である。ただし、魚道設置のために天端部に切欠きを設ける場合や、水棲生物の遡上降下のための天端形状をV字型にすることがある。この場合には、流水の集中による河床変動や構造物の安全性について十分に留意する必要がある。

床止め本体の端部処理については、従来は堤体に嵌入することとしていたが、この場合、床止め本体と堤体との間で水みちが発生する危険性や、床止め本体が被災を受けた場合に、堤防にまで被災が及ぶ危険性がある。このため床止め本体が被災しても堤防は安全であるように、床止め本体と堤防とは絶縁することが望ましい。特に複断面河道では、高水敷上での流水の乱れが床止め付近の洗掘を生じさせ堤防の決壊を起こす危険性があるため、これを防止することを目的として図2-17に示すように床止め取付部の上下流を擁壁構造の護岸とし、高水敷に保護工を設けることが望ましい。ただし、セグメント1に代表されるような急流河川では、洪水時に高水敷上での流速が速いほか、床止め下流で高水敷から低水路への落込流により高水敷侵食が生じやすい。

これを防止するため、図2-18のように床止め本体の両端を堤防表のり尻まで嵌入させ、堤防とは矢板で絶縁し、仮に床止めが被災しても堤防に影響が及ばないようにすることが必要である。

なお、単断面で河床勾配が1/100程度の急流の掘込河道の場合には、安全のため床止め本体を河岸等に嵌入させてもよい。

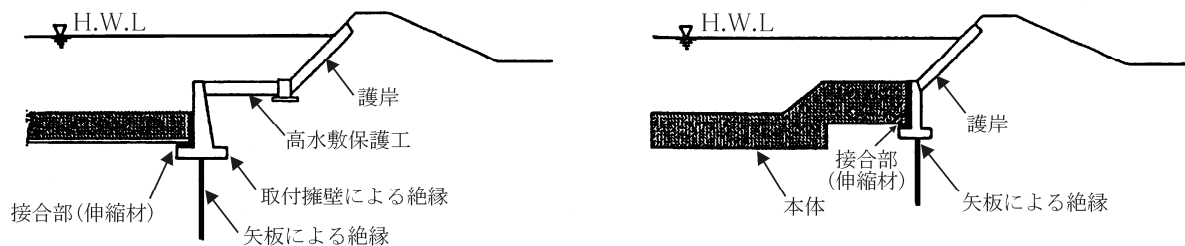


図 2-17 横断形状 (取付擁壁+高水敷保護工) 図 2-18 横断形状 (本体の堤防のり尻までの嵌入)

## 3. 縦断形状

本体の縦断形状としては、本体の下流側のり面勾配は一般に1割～5分が多い。なお、流水の落下によって生じると予想される騒音を防止する目的、また魚道の機能をもたせる目的で、本体の下流側のり面勾配を1割以下の緩いものにする場合もある。ただし、落差が大きい場合に緩い勾配にすると、流速の速い範囲が下流に広がる恐れがあるので注意を要する。

## 4. 水棲生物の遡上・降下に配慮した形状

水棲生物の遡上・降下に配慮した形状としては、魚道を設置しさらに水叩き工の計画天端高を下げる方式や、落差工本体を緩傾斜型の構造とする方式がある。どのような手法を採用するかについ

ては、河道特性、治水上および河川環境上の効果、施工法、経済性、維持管理等の面から検討する必要がある。

緩傾斜床止めとしては多段式、粗石付斜路式、粗石付斜曲面式等のタイプがある。緩傾斜型の勾配、表面形状の検討は、魚道の設計と同様に水棲生物および河道の特性や流況等を考慮して検討する。

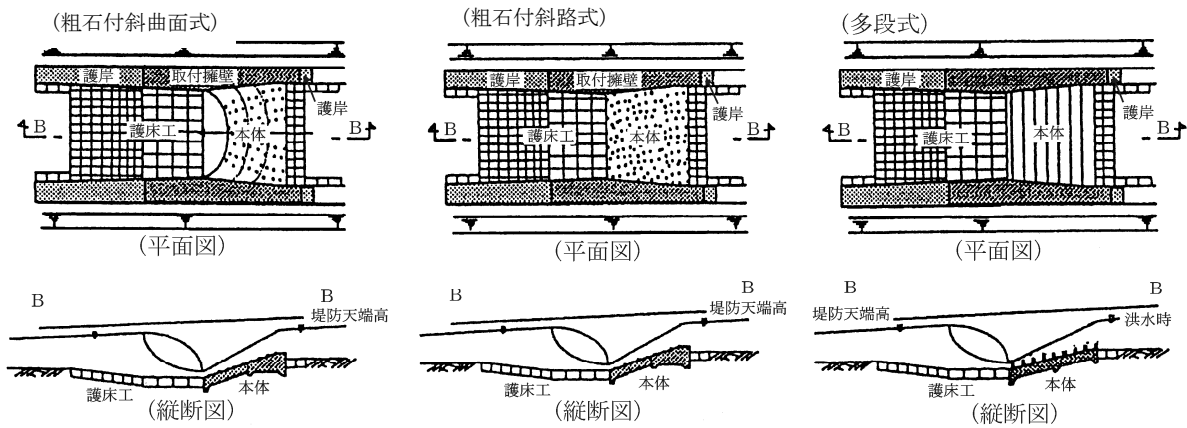


図 2-19 緩傾斜型床止めの種類

#### イ 水叩き

水叩きは、コンクリート構造を標準とする。また、水叩きは本体を越流する水の浸食作用および下面から働く揚圧力に耐えうる構造として設計するものとする。

#### 解 説

床止めの被災形態としては、本体、水叩き等の下部でのパイピング現象による地盤支持力の低下、流水や転石による水叩きへの直接衝撃、流水による下流部の洗掘および堤体下部からの吸出し、揚圧力に起因する移動等が考えられる。したがって、水叩きは、洗掘等を防げる長さや揚圧力に耐える重量（厚さ）を有するものでなければならない。

上流から流下する流水や転石による水叩きへの直接衝撃や大規模な洗掘に対しては、水叩きを所要の長さを有する強固な構造とし、下流部の洗掘に対しては所要の長さを有する護床工を設置して対処するとともに、間詰め石などにより吸出しを防止する必要がある。

水叩きの縦断形状は、流水の減勢や魚類等の移動を考慮して、下流河床よりも掘り込んで水褥池化する等の工夫を図ることが望ましい。

#### ウ 護床工

護床工は、床止め上下流での局所洗掘の防止等のために必要な長さや構造を有するものとし、原則として屈とう性を有する構造として設計するものとする。

#### 解 説

河状等を考慮して必要がないと認められる場合を除き、原則として床止め本体の上下流には、護床工を設けるものとする。

護床工の工種は、床止め上下流の河床勾配、落差、洪水時の流速、平水時の流況による生態への影響、河床の地質等を勘案して選定するものとする。

護床工の構造は、水叩き下流での跳水の発生により激しく流水が減勢される区間では、例えば、鉄



筋により連結されたブロック構造かコンクリート構造等とし、その下流の整流となる区間は、できるだけ流勢を減殺する工法として、一般には、粗朶沈床、木工沈床、改良沈床、コンクリート床版、コンクリートブロック等が用いられるが、できるだけ屈とう性を持たせ、硬い構造のものから漸次軟らかい構造のもので、河床になじみよくするような配慮が必要である。

下流側の護床工の範囲は、落差工による流水の影響がなくなると推定される範囲までとし、上流側の護床工の範囲は計画高水位時の水深以上とする。

特に急流河川では、護床工が長くなる場合が多いので、これを短くするために流れの減勢を目的とした補助構造物を水叩きまたは護床工に設置し、これにより強制的に跳水を発生させエネルギーを減勢する方法がある。強制跳水に必要な補助構造物としては、エンドシル、バップルピア、段上がりがある。魚類などのためには、段上がりとして水褥池水深を深くする方法がよい。

## エ 基 礎

基礎は、上部荷重を良質な地盤に安全に伝達する構造として設計するものとする。

### 解 説

床止め本体の基礎は、直接基礎、杭基礎が一般的である。

直接基礎は、地盤が良好な岩、砂礫または砂等の個所で、十分な地耐力が得られる場合に採用する。杭基礎には、既成杭と場所打ち杭がある。既成杭としてRC、PC杭等を採用する場合には、水平力による曲げ抵抗と継手の強度について検討するものとする。また、鋼杭を採用する場合には、先端閉鎖効果も検討する。

なお、将来も不同沈下の生ずる恐れのないと判断される場合には、摩擦形式の杭基礎とすることができる。

ここで、杭の許容水平変位は1cmを標準とする。また、良質な地盤の目安としては、砂層、砂礫層においてはN値が概ね30以上、粘性土層ではN値が概ね20以上と考えてよい。基礎の検討手法は「道路橋示方書・同解説」等による。

## オ シャ水工

床止めのシャ水工は、原則として鋼矢板構造またはコンクリート構造のカットオフとし、上下流の水位差で生じる恐れのある揚圧力やパイピング作用を減殺しうる構造として設計するものとする。

### 解 説

シャ水工は、上下流の水位差で生じる恐れのある揚圧力やパイピング作用を減殺するために設けるものである。

ただし、基盤が強固でパイピング作用により安全性に問題のない場合等には、シャ水工を設けなくてもよい。シャ水工としては、一般的にⅡ型の鋼矢板を用いる場合が多いが、土質等によって、打込み困難等の場合にはⅢ型以上の鋼矢板を使用する場合もある。

本体および水叩き端部に設けられるシャ水工は、取付擁壁および護岸の基礎とを連続させるものとする。また、取付擁壁基礎の矢板は、シャ水矢板と同規模とすることが望ましい。図2-20にシャ水工の設置平面図を示す。

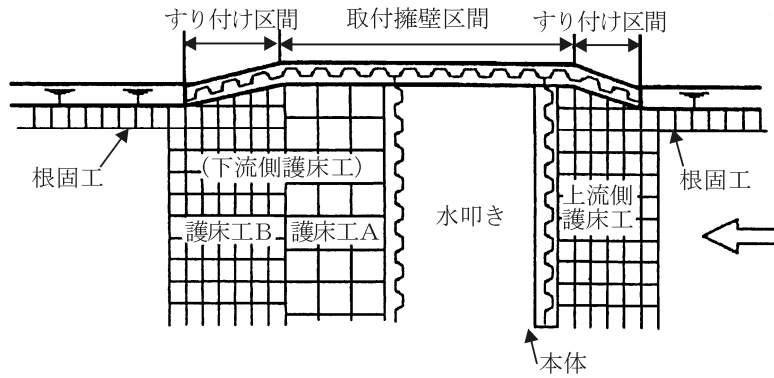


図 2-20 シャ水工の設置平面図

#### カ 取付擁壁・護岸

取付擁壁・護岸は、流水の作用より堤防または河岸を保護しうる構造とし、河川環境にも配慮して設計するものとする。

#### 解 説

床止めからの越流落下により跳水が発生する取付区間では、特に流水の乱れが激しく、河岸部に強いせん断力が発生する。また、高水敷からの落込流による河岸侵食の恐れもあるため、この区間では強固な河岸防護工として取付擁壁を設置する必要がある。取付擁壁の設置範囲は、跳水の発生区間を原則とする。なお、上流側については、低下背水による流速増に対する安全を見込み、本体より 5 m 程度上流までを設置範囲とするとが望ましい。

床止め周辺で大きな流速が発生し、河岸および高水敷の侵食の恐れがある範囲には、侵食防止工として護岸を設置する必要がある。特に床止め下流部では、高水敷からの落込流および低水路からの乗上げ流が発生することがあるため、その対策として高水敷保護工あるいはのり肩工とともに護岸を設置する必要がある。護岸の設置範囲は、水理模型実験などによる流速評価によって求めることが望ましい。設置範囲の目安として、河川管理施設等構造令第35条では、「床止めに接する護岸、または堤防の護岸は、上流側は、床止めの天端から10mの地点または護床工の上流端から5mの地点のうちいずれか上流側の地点から、下流側は、水叩きの下流端から15mの地点または護床工の下流端から5mの地点のうちいずれか下流側の地点までの区間以上の区間に設けること」としているが、セグメント1に代表されるような急流河川では全区間護岸が必要になる場合があるので、必要に応じて配慮するものとする。

取付擁壁の構造は、堤防の機能を損なわないように自立構造を原則とする。床止め本体および水叩きと取付擁壁との複合部は図2-21のように絶縁し、擁壁の基礎は水叩きや護床工の底面より1m程度低い所に設けるほか、護床工下流の擁壁および護岸前面には根固工を設ける等により洗掘に備える必要がある。

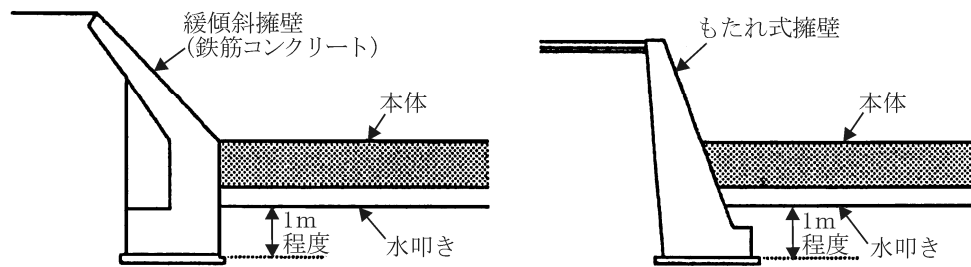


図 2-21 取付擁壁

取付擁壁ののり面形状は、周辺の景観などを考慮して直壁とはせず、斜面形状とする等の工夫を図ることが望ましい。のり面を直壁形状とする場合は、落差工下流部の河岸侵食を低減させるために、拡幅した形状として低水河岸に取り付ける。この場合、取付擁壁の床止め直下流河岸部においては、取付擁壁に沿う流れと床止めを直進してきた流れが集中することによって局所洗掘が生ずる。この対策として、取付擁壁の下流側護岸とのすり付け角度は、はく離が生じないとされている角度とすることが望ましい。

護岸の構造は、対象地点の特性に応じ工種、諸元を定める。この際、既往の調査研究成果等を参考にしながら流速、洗掘深などを評価しつつ安定検討を行う必要がある。

#### キ 高水敷保護工

高水敷保護は、流水の作用による高水敷の洗掘を防止しうる構造として設計するものとする。

#### 解 説

床止め被災原因の1つに高水敷の侵食があげられる。これは、高水敷から低水路へ落ち込む流れや、逆に乗り上げる流れなどの床止め周辺の局所流によって生じるものである。特に、このような流れが強くなることが予想される場所では、のり肩工、高水敷保護工を設置して高水敷を保護する必要がある。

高水敷保護工の敷設範囲は、落差工の上下流護床工の位置までの長さが必要である。幅については、砂利河川の高水敷は全幅が望ましく、砂利河川においても10m程度以上は必要と考えられる。また、上下流の護床工のさらに上下流に設置される前記カによる護岸には、のり肩を保護するのり肩工を設ける。その幅については護岸の天端工の幅としてよい。

なお、高水敷きに落差ができる場合は別途検討を要する。

高水敷保護およびのり肩工は、蛇籠や布団籠、連節ブロック等の屈とう性がある構造が望ましい。なお、保護工の控え厚は、洪水時の掃流力に耐えるだけの厚さを有している必要がある。また、高水敷の被災状態によっては、高水敷保護工あるいはのり肩工と高水敷表土のなじみが悪く、その境界部で流水による洗掘が発生する場合もあるため注意を要する。

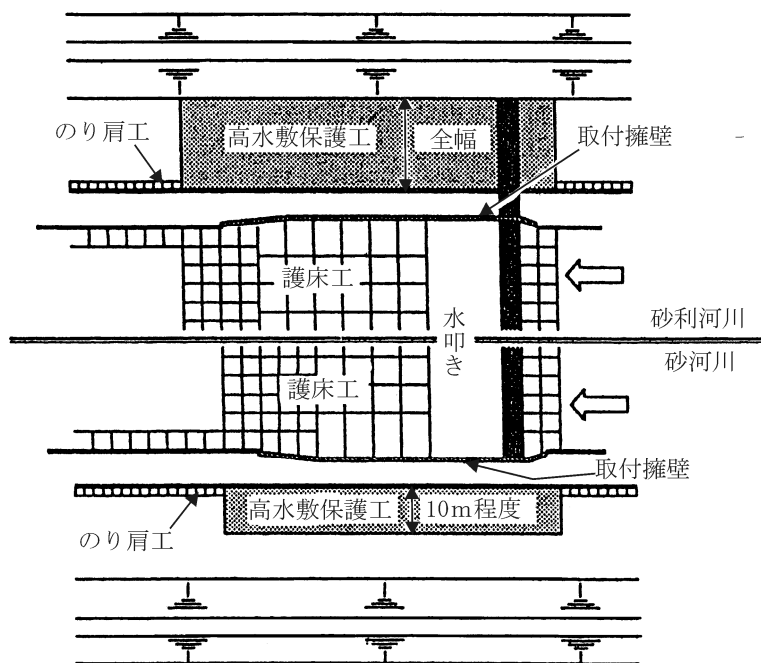


図 2-22 高水敷保護工の敷設例

#### ク 魚道

魚道は、魚類等の遡上・降下に適した形状とし、計画高水位以下の水位の作用に対して安全な構造とするものとする。

#### 解 説

魚ののぼりやすい床止めの構造には、全断面を魚道とできる緩傾斜型の本体構造や魚道等がある。

落差が小さい場合には落差工天端に切欠きを設ける構造や天端をV字型とする構造も考えられるが、切り欠く深さ、幅等によっては洪水時に流れが集中することにより、床止め上下流に著しい洗掘をもたらす危険があるので、影響が大きいと想定される場合は、水理模型等により対策工を含めた検討を行う必要がある。

魚道の構造形式の選定にあたっては、対象とする魚道、設置位置、流況に応じて行うことが望ましい。また、平常時および中小出水時の流況を把握して魚類等の遡上・降下の特性に適したものとなるよう検討するものとする。

#### (3) 設計細目

##### ア 本体

床止め本体は、自重、静水圧、揚圧力、地震時慣性力、土圧等を考慮して、所要の安全性が確保されるように設計するものとする。

#### 解 説

##### 1. 設計外力

静水圧については、常時には上下流の水位差が最大となる水位での水圧を、地震時には平成時における床止め上下流の水圧を用いる。揚水圧、地震時慣性力、土圧については、建設省河川砂防技術基準（案）設計編〔I〕第7節を参考にして定める。

## 2. 安全率、許容応力度

基礎に対する安全率および本体の転倒、滑動に対する安全率は、建設省河川砂防技術基準（案）設計編〔I〕第7節による。

床止め本体のコンクリートは、半川締切りで場所打ちの場合が多く、施工現場の条件が悪いためコンクリートの品質を確保しにくいので、一般に通常より小さい設計強度の $18\text{N}/\text{mm}^2$ 程度のものが使われることが多い。

ただし、鉄筋コンクリート構造とする場合は、付着力や耐久性等から設計強度が $24\text{N}/\text{mm}^2$ 程度のものを用いることが望ましい。

## 3. 本体の設計

コンクリート構造の床止めの場合は、転倒、滑動、基礎支持力に対する安全性が確保されるように設計する。無筋構造とす場合は、本体と水叩きとが一体構造となっても、不測の事態を考慮して、図2-23のように本体単独で安定計算を行う。転倒については、本体底面について検討する。

本体と水叩きとの間に必要な配筋がなされた鉄筋コンクリート構造の場合は、一体構造と見なし図2-24に示す荷重に対する安定検討を行う。一体構造として設計を行う場合は、従来の安定検討に加えて配筋部分の応力検討が必要となる。

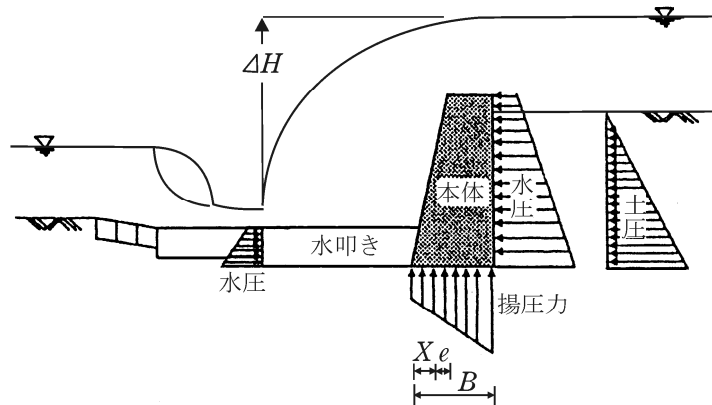


図2-23 一体構造と見なさない場合

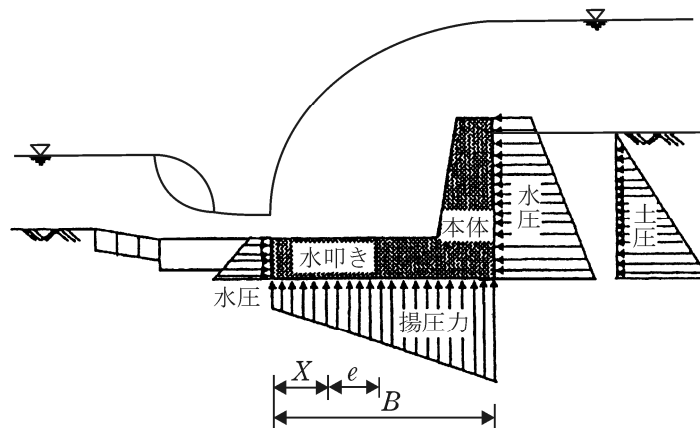


図2-24 一体構造と見なす場合

滑動および支持力は、直接基礎にあっては、地盤と底面との摩擦抵抗力および地盤支持力について検討し、杭基礎等である場合には鉛直支持力と水平支持力について検討する。

屈とう性構造の床止めは、流水の作用に対して安全であることが必要である。このため、床止め本体を構成するブロックや鉄線などが流水により移動や過大な変形を生じない形状、重さ、材質とする必要がある。また、土砂の吸出しや揚圧力によるパイピングを防止するため、吸出し防止材をブロック構造体の下に敷設すると同時に、揚圧力により基礎の土砂が動かないように、床止め本体の下流側傾斜勾配はレインのクリープ比Cの逆数よりも緩くすることが望ましい（図2-25参照）。また、ブロックの下端長は浸透経路長として評価することも必要である。

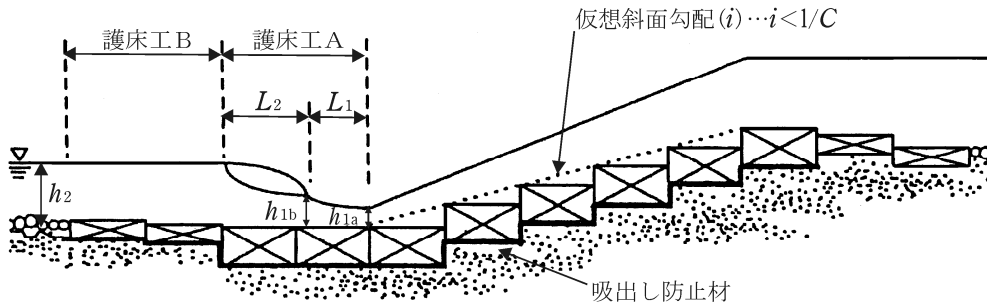


図2-25 ブロック構造による落差工の模式図

コンクリート構造の床止め本体の安定計算法の例を次に示す。これは直接基礎の場合の例であり、常時および地震時について行う。

(1) 荷重

設計に用いる荷重は、自重、地震時慣性力、土圧（一般にクーロンの式により常時、地震時の土圧を計算）、水圧（常時：流量規模に応じた上・下流側の最大水位差、地震時：上下流ともに平水時の水位差）、揚圧力である（図2-26）。揚圧力は、水叩きの長さとして上下流水位差とにより、次式により計算するものとする。

$$U_{px} = \left( h_2 + \Delta h \frac{\sum l - l_x}{\sum l} + d \right) W_0$$

$U_{px}$ ：任意の点の揚圧力

$\Delta h$ ：上下流最大水位差

$\sum l$ ：全浸透経路長 =  $L_p + l_1 + l_2 + l_3 + l_4$

$l_x$ ：任意の点での浸透経路長

$W_0$ ：水の単位積重量

$d$ ：水叩き天端高と本体底面高の差

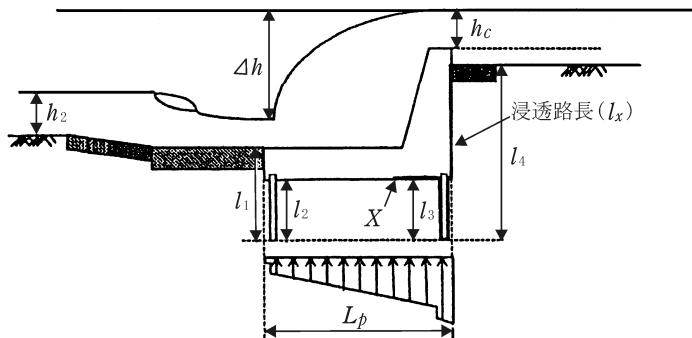


図2-26 床止めに作用する揚圧力

(2) 転倒に対する検討

底面下流端部に関する常時、地震時のモーメントを計算し、合力の作用点を計算して偏心距離を求め、転倒に対する安全率が規定以上になるように設計する。建設省河川局砂防技術基準（案）同解説設計編〔I〕〔参考1.1.3〕

(3) 滑動に対する検討

直接基礎の場合、滑動に対する安全率が建設省河川局砂防技術基準（案）同解説設計編〔I〕〔参考1.1.3〕の値以上となるよう設計する。

(4) 地盤支持力に対する検討

直接基礎においては、建設省河川局砂防技術基準（案）同解説設計編〔I〕〔参考1.1.1〕に示す地盤許容支持力度が鉛直最大反力以上でなければならない。

安定計算は、重力擁壁としての安定計算法を用いて枠内の順序に従って行う。なお、地盤支持力に対する検討としては、揚圧力が生じないこと（水位が底面以下の場合）を確認しておく必要がある。

床止め本体を一体と見なさずに設計する場合は、コンクリート本体の応力計算は行わなくてもよいが、比較的地盤の軟弱な箇所や、背後地に及ぼす影響の大きい個所に設置する床止めについては、鉄筋直径13mmの用心鉄筋を表面付近に30cm間隔程度で配筋をする場合もある。一体構造とする場合には、応力計算を行って必要な鉄筋量を求める。

イ 水叩き・護床工

水叩きは、本体を越流する水や転石による直接衝撃による構造物の破損を防ぎ、揚圧力に対して安全な長さおよび構造とし、護床工は、床止め上下流での洗掘を防ぐことができる長さおよび構造とするものとする。

解 説

1. 水叩きの長さ

水叩きの長さは、水や転石による直接衝撃を受ける範囲とする必要がある。したがって、長さの計算は本体から越流水の落下距離を求めることで行う。越流水の落下距離の計算にはさまざまな方法があり、石田・井田の公式に代表されるような流量公式に自由落下現象を組み合わせる方法もある。ここでは簡易的に求めることができるRAND（1955）の公式を示す。

$$W/D=4.3(hc/D)^{0.81}$$

ここに、 $W$ ：水叩きの長、 $D$ ：落差高、 $hc$ ：限界水深である。この式は床止め天端限界水深が発生する場合に適用できる。

床止め上の越流現象は、 $hc+D>h_2$ の場合に完全越流であり、 $hc+D=h_2$ の付近で潜り越流へ変化して水叩き部へ与える落下衝撃力が小さくなる。したがって、水叩き長の計算は低水流量から計算流量のうちで完全越流から潜り越流に変化する限界の条件（一般には $hc+D=h_2$ でよい）について行う。

常に越流現象が潜り越流になっている場合は、水叩きは特に必要ない。実際の現象としては、 $hc+D=h_2$ 付近では完全越流と潜り越流との過渡状態である不完全越流状態となる。したがって、水叩きへの落下衝撃も完全越流時よりも弱まってくる。しかし、ここでは設計での判断を単純化するために $hc+D=h_2$ を境界とし、完全越流、潜り越流に分類して扱う。

## 2. 護床工の長さ

### (1) 上流側護床工

床止め上流側の護床工は、床止め直上流で生ずる局所洗掘を防止し、本体および河岸部の取付擁壁を保護するために設けるもので、水理実験や既設事例によれば、最低でも計画高水位時の水深程度以上の長さは必要である。

### (2) 下流側護床工

床止め上流側の護床工の長さは、水叩き下流での跳水の発生により激しく流水が減勢される区間（護床工A）と、その下流の整流区間（護床工B）とに分けて求めることができる（図2-27）。各区間での計算方法を次に示す。

#### a) 護床工Aについて

護床工Aの区間長Lは、 $L=L_1+L_2$ で表すことができる。

$L_1$ ：落下後から跳水発生までの射流で流下する区間

$L_2$ ：跳水発生区間

射流区間長 $L_1$ と跳水発生区間長 $L_2$ の計算は、低水流量から計画流量までの流量について床止め本体から落下した流水の跳水現象を検討することにより以下の手法で計算することができる。

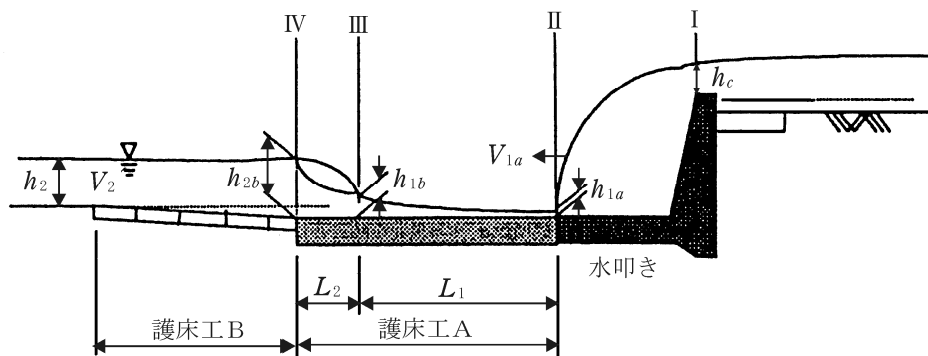


図2-27 下流側護床工の区分

#### ① 越流落水深 $h_{1a}$ の計算

I-Ⅱ断面（図2-23参照）間の関係はエネルギー保存式に $V_{1a}=q/h_{1a}$ （ $q$ ：単位幅流量）を代入して $h_{1a}$ の多項式とし、トライアル計算により越流落水深 $h_{1a}$ を求める。

#### ② 跳水開始水深 $h_{1b}$ の計算

Ⅲ-Ⅳ（図2-27参照）断面間で発生している跳水の開始水深を床止め下流部の水深 $h_2$ 、床止め下流部のフルード数 $F_2$ より求める。

#### ③ 本体直下流水深 $h_{1a}$ と跳水開始水深 $h_{1b}$ との比較

ア.  $h_{1a}=h_{1b}$ の場合

$h_{1a}=h_{1b}$ の場合、跳水は本体越流落下直下流より発生する。したがって、射流区間 $L_1$ は発生せず、跳水発生区間長 $L_2$ のみの計算となる。跳水発生区間長は下流水深 $h_2$ の4.5~6倍程度であるため、護床工A区間長Lは次式により算出される。

$$L=L_2=(4.5\sim 6) \cdot h_2$$

イ.  $h_{1a}>h_{1b}$ の場合

$h_{1a}>h_{1b}$ の場合は、もぐり跳水となるため護床工A区間を特に設置する必要はない。ただ



し、河床上で噴流が走る可能性があるため、護床工B区間長を長めにする必要がある。

ウ.  $h_{1a} < h_{1b}$  の場合

$h_{1a} < h_{1b}$  の場合は、水叩き下流端でから跳水が発生するまで射流区間が発生し、位置が本体越流落下点より下流へ移動するため、この分護床工Aを長くする必要がある。したがって、護床工A区間長は次式により算出される。

$$L = L_1 + L_2$$

$L_1$  は、 $h_{1a}$  が  $h_{1b}$  の水位まで上昇する間の長さであり、水面形を求めることにより求められる。よって必要な護床工A区間長  $L$  は、先の跳水の発生区間の長さとして併せて次式となる。

$$L = L_1 + L_2 = L_1 + (4.5 \sim 6) \cdot h_2$$

急流河川では、跳水発生前の射流区間  $L_1$  が長くなりすぎ、護床工施工延長が長くなってしまふことがある。この場合には、エンドシル、バップルピア、段上がり等による強制跳水で  $L_1$  区間を短縮する方法が有効である。

b) 護床工Bについて

護床工Bは、跳水終了後の整流および下流河床とのすり付けのために設置される。設置範囲は水理模型実験効果などによると、下流側計画高水位時の水深の3～5倍程度必要であることが明らかになっている。

### 3. 水叩きの厚さ

水叩きは、水叩きにかかる揚圧力に対して安定である厚さとする。ただし、水叩きの最小部材厚は、衝撃や耐久性等から35cm以上としておく必要である。水叩き厚さの計算は、本体、水叩きが鉄筋コンクリートで一体化している場合は、本体の安定検討から求められる。無筋構造の場合、鉄筋構造でも次式により水叩きにかかる最大揚圧力から求められるのが一般的である。

$$t = F_s \frac{U_{pm} - h_2 W_0}{\gamma_c - 1} \left\{ = F_s \frac{U_{pm} - h W_0}{\gamma_c - 9.8} \right\}$$

$t$  : 水叩きの必要厚 (m)

$U_{pm}$  : 水叩きに作用する揚圧力のうち最大の値 ( $t/m^2$ ) { $kN/m^3$ }

$\gamma_c$  : コンクリートの単位体積重量 (2.35～2.45 $t/m^3$ ) {2.305～24.03 $kN/m^3$ }

$F_s$  : 安全率 ( $F_s$  は一般に 4/3 が用いられている)

### 4. 護床ブロック重量

護床工のブロックの重量は、各区間でブロックに作用する近傍流速を用いて、力学的な安定等から定めるものとする（護岸の根固め等を参照）。以下には、近傍流速の考え方の一例を示す。

(1) 上流側護床工

床止め上流の平均流速を用いる。

(2) 下流側護床工

① 護床工A

護床工Aは流れが激しく乱れ、かつ高流速となる場である。したがって護床工A区間では、一般ブロックを鉄筋で連結して、ブロック全体で外力に対抗できるような群体とする。この区間の近傍流速は、次の2つの区間に分けて検討する。（図2-28参照）。

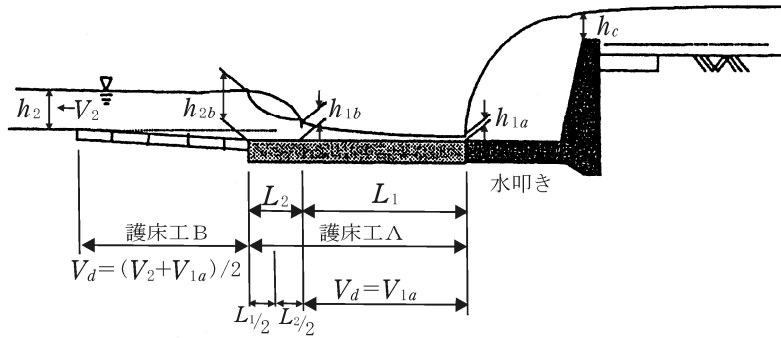


図 2-28 下流側護床工の長さの区分

イ. 本体直下流～跳水発生区間前半 $L_2/2$

本体直下流から跳水が発生するまでの区間 $L_1$ から跳水発生区間前半 $L_2/2$ は高流速で流下するため、設計流速 $V_d$ =本体直下流流速 $V_{1a}$ とする。

ロ. 跳水発生区間後半

跳水発生区間後半部では、上記区間より流速が緩くなっている。しかし、どの程度速度が緩くなっているかについては定かではない。大体本体直下流と護床工下流の流速の平均程度と見積もっておくとよいと考えられる。

$$\text{設計流速 } (V_d) = \{ \text{本体直下流流速 } (V_{1a}) + \text{下流流速 } (V_2) \} \times 1/2$$

② 護床工B

護床工B下流の跳水後の水位での平均流速を用いる ( $V_d=V_2$ )。

ウ. しゃ水工

しゃ水工は、パイピング作用を減殺できるような根入れ長を決定するものとする。

解 説

しゃ水工の根入れ長は、次式(レインの式)のほか、過去の事例等から総合的に検討して決定する。

(クリープCは下表を参照)

レーンの加重クリープ比

地盤の土質区分	C	地盤の土質区分	C
極めて細かい砂またはシルト	8.5	粗砂利	4.0
細砂	7.0	中砂利	3.5
中砂	6.0	栗石を含む粗砂利	3.0
粗砂	5.0	栗石と砂利を含む	2.5

なお、しゃ水工の根入れ長は、床止め基部の河床材料を考慮して、必要な浸透経路長を確保する必要がある。

しゃ水工の根入れ長は、鉛直方向の浸透経路で計算するが、しゃ水工を二列に入れる場合、実現象の流線を考えてしゃ水工間隔の一般に $1/2$ 以内の長さにすることが望ましい。なお、 $1/2$ 以上の長さとなる場合は、水叩きの長さを延ばすなどの処置をする場合が多い。なお、しゃ水工に鋼矢板を用いることが多いが、その長さは、施工性、信頼性等から最低2m程度が必要である。

## 6 トンネル河川

(河川砂防技術基準・同解説(計画編第2-1章)、河川砂防技術基準・同解説(設計編〔1〕第1章第10節)

### (1) トンネル河川の一般的基準

トンネル河川は、地形の状況、その他特別の理由によりやむを得ない場合に限り設けるものとする。  
また、特にやむをえない場合を除き現状河道は確保するものとする。

#### 解 説

河川の洪水時における流下物は大洪水になるほど異常なくらい大きくなるので、この点からトンネル河川を設けることは不利である。またトンネル河川は開水路河道に比較して流下能力増大の対応が困難な場合が多いし、河道維持の上では通常の開水路に比して困難な問題が多い。その他河道計画上不利な点が多いので、トンネル河川はできるだけ避けるべきである。しかしながら、現状の河道の下流部が都市化していて、十分な河道拡幅が不可能であり、分水路の河道も家屋密集地帯を通過しなければならないか、地形上開水路の選定が不可能である場合にはやむをえずトンネル河川を検討するものとする。

この場合、異常出水時の流過能力を確保し河道の維持対策を安全に行えるように、現状の河道は確保しておくことが望ましい。トンネル河川を設定したことによって、トンネル河川がたとえ使用不能になった場合でも現状より不利にならないように配慮できるからである。

### (2) トンネル河川の設計流量

トンネル河川の設計流量は、原則として計画で配分される計画高水流量の130%流量とするものとする。

#### 解 説

トンネル河川は、他の開水路河道に比較して流下能力増大の対応が極めて困難であること、流下物による閉塞の危険性が高いこと等の不利な点があるので、計画上設定される流量に対して断面の設計に用いる設計流量は割増しする必要がある。

この割増率は、トンネル構造による河川の形式(開水路方式、圧力管方式、自然流下方式、ポンプを併用する方式)や、地先の河道特性や流域の特性、及び断面に影響を与えるゴミ、土砂等疎通障害の原因となる課題について個別に地先で検討して設定するものとするが、一般的に開水路方式のトンネルの場合は、計画で配分される計画高水流量の130%流量以上とするものとする。

トンネル河川を計画する場合にはトンネル河川の一般的基準の規定により原則として現状の河道は残すものとするが、やむをえぬ事情から現状の河道を廃止せざるをえない場合、トンネル河川の設計流量は本文のとおり計画高水流量の130%流量以上とすることはもとより、次の流量のうちいずれか大きいものを下回らない流量とする。

1. トンネル河川の上流の現状河道が有堤の場合その流下能力の130%流量
2. トンネル河川呑口部における超過確率1/100流量の130%流量

圧力管方式のトンネル内の流下量は、別途断面の割増率を検討する。圧力管方式の場合は、水理実験等による検討を要する。

### (3) トンネル河川の計画断面

トンネル河川の計画断面は、設計流量の流下に必要な断面積のほかに、原則として十分な空面積を確保しなければならない。

## 解 説

トンネル河川はサイホンのように常時圧力がかかるような構造となっている場合を除いて、原則として圧力トンネルとならないように設計すべきである。特に圧力トンネルになったり、開水路になったりする構造となっている場合には、遷移点でトンネル内に負圧が生じてトンネルの安全には悪影響となる恐れがある。

また、トンネル河川内に高速水流が流れると空気圧が低下するので、十分空気が補給できるように空気流の流過ができるような空面積を確保しなければならない。

空面積として設計流量の流過に必要な断面積の15%を下回らない値を標準とする。

### (4) 設計流速

トンネル河川の設計流速は、トンネルの維持上安全な流速とするものとする。

## 解 説

トンネル河川の設計流速が過大である場合には、ライニングの損耗が激しくなることが考えられ、流水のエネルギーが大きいので安全性の点でも不利である。一方、設計流速が過小である場合には、トンネル内への堆砂が問題となる。

一般にはトンネル河川の設計流速は7 m/s以下にとる場合が多い。

### (5) トンネル河川の縦断勾配

トンネル河川の縦断勾配は、洪水処理機能の確保、水理的な安全性、維持管理上の観点から適切な勾配を決めるものとする。

原則として一様又は上流から下流へ勾配を緩から急に变化させるものとする。

## 解 説

トンネル河川の縦断勾配が適当でない場合には緩勾配の区間で堆積の生じる恐れがある。したがって、一般には一様とするが緩勾配から急勾配に漸変させれば安全である。

### (6) トンネル河川の位置

トンネル河川のルートを選定に当たっては地質調査を行って決定する。なお線形は著しい屈曲を避けるよう定めるものとする。

## 解 説

トンネル河川のルートは地質上十分安全である区域に設定しなければならない。ルートを選定に当たっては事前に地質調査を行って確認するものとする。

線形は直線が望ましい。著しい屈曲では断面内に偏流が生じたり、屈曲による抵抗が生じたりするので局部的に流下能力の落ちる区間が生じて好ましくない。

### (7) トンネル河川の呑口部

トンネル河川の呑口部には、河状に応じて、流出土砂、流木等に対して適当な防除対策を行うものとする。

呑口部は流水が平滑に流入できる形状とする。

また、トンネル河川の呑口部に接続する河道には、必要な範囲に護岸及び護床工を設けるものとする。

## 解 説

トンネル河川は流出土砂、流木等による閉塞が最も危険なので河状に応じて適当な防除対策を行うものとする。

流出土砂量が多い河川や、流出土砂の粒形の粗い河川では適当な沈砂地を設けることを検討する。呑口部の敷高は沈砂地の底面高、沈砂地がない場合は上流河道の河床高よりも高くしておくといよい。

なお沈砂地は上流河床材料等を検討して設計する。

流木類の流出の恐れのある河川では、流木類に対して除却スクリーン等を設ける。

流木や流出家屋が流入する恐れのある河川では、除却スクリーンの面積は流水の有効面積の20倍以上を確保している例がある。

呑口部の形状は、中小洪水時でも異常出水時でも流水が潤滑に流入できるように設計しなければならない。特にトンネル内で跳水現象や負圧現象が起こらないように配慮するものとする。

#### (8) トンネル河川の吐口部

トンネル河川の吐口部は、流水が平滑に流出できる形状とするものとする。

トンネル河川の吐口部に接続する河道には、必要な範囲に護岸及び護床工を設けるものとする。

トンネル河川の吐口部は、下流河道の計画高水位に対して計画高水流量に対応する水位が下回らないものとする。

#### 解 説

トンネル河川からの流水が付近の河道及び河川構造物に著しい支障を与える恐れがある場合には、適切な減勢工を検討するものとする。

なお、この場合の流水の平滑な流出は、トンネル河川とそれに接続する河川との断面形状に左右されるためすり付け部の形状は十分な検討が必要である。

トンネル河川の吐口部の敷高は、圧力トンネルとならないように下流河道の水位に対して十分安全な高さとする必要がある。

#### (9) 維持管理に対する施設

トンネル河川は非洪水時に容易にかつ安全に巡視ができるように、また、非洪水時に上下流からトンネル河川内への流入を容易にしゃ断でき、かつ維持修繕工事のための資材搬入が確保できる構造とするものとする。

#### 解 説

トンネル河川は常時巡視ができてライニングの欠落、クラックの発生、インバートの破損、落盤の徴候等を観察できなければならない。そのためには容易にかつ安全に巡視ができるように非洪水時にトンネル河川内をドライな状態に簡単にできる構造とする必要がある。

このため上流河道の流水を旧河道、他の水路、湖沼等切り替えることができなければならない。

したがって、水門等を設けるか、固定堰等で非洪水時流水はしゃ断した構造とする。この場合通常の角落では簡単に締め切ることにはできないので留意する必要がある。

非洪水時において下流河道から流水がトンネル河川内に逆流する恐れがある場合には、水門及び排水孔（トンネル内の湧水等を排除するため設けるもの）を設けなければならない。

維持修繕工事を施工するために上下流のいずれかに資材搬入路が確保できるように必要空間を確保するものとする。

#### (10) トンネル河川の本体

トンネル河川の本体は、全断面コンクリート・ライニングその他これに類するもので流出土砂による摩耗に対して安全な構造とする。

#### 解 説

地質が良好な場合にも原則としてトンネル河川は全断面コンクリート・ライニング若しくはこれに類する構造とする。

なお、地質の良・不良に関わらず、インバートは必ず設け、厚さは35cm以上とし、トンネル施工継目には止水板を設けるものとする。

## 7 遊水地等

(河川砂防技術基準・同解説(計画編第2-1章))

### (1) 計画の基本

遊水地等の計画に当たっては、地形、土地利用の状況、地下水位、河川の状況、自然環境、流量調節条件、越流頻度、経済性、維持管理などを考慮するものとする。

#### 解 説

遊水地等とは、平野部において、洪水の一部を貯留して主として下流のピーク流量を低減させるために設けられるもののほか、主として内水処理や支川処理の一環として設けられるものもある。

遊水地等の形式としては、自然の地形を利用し、周囲堤、越流堤などで囲む形式や土地を掘りこんで貯留機能を確保する形式、又は地下空間に貯留機能を確保する形式等がある。

遊水地等の空間を洪水処理以外の目的にも活用することも併せて検討しておくことが必要である。

### (2) 遊水地等の位置の選定

遊水地等は、洪水防御の対象地域に対する洪水調節効果が確実に貯水容量の確保が有利である地点に設けなければならない。

#### 解 説

遊水地等は地形上、土地利用上の制約から位置を任意に選定することが困難な場合が多いが、洪水調節効果から考えると、治水計画上考えられている洪水防御の対象地域にできるだけ近いことが望ましい。しかし、下流域になればなるほど対象洪水のハイドログラフが扁平になるため、カット量に比較して大きな容量を必要とし、山間部の貯水池のように大きな水深が取れないので広大な面積を必要とする。また、下流の都市周辺地域では都市化の進行が著しく、用地の確保が難しくなっているため、これらを総合的に勘案して決定しなければならない。

### (3) 調節施設の計画

遊水地等の調節施設は、調節の目的に応じた効果を確実に挙げるような十分な調節機能を有するように計画するものとする。

#### 解 説

一般に、遊水地等はダム等の調節設と異なり、河道からの横越流方式をとることが多い。

この場合、調節施設の計画に考慮すべき事項は次のとおりである。

#### 1. 越流堤の高さ及び長さ

越流堤の高さは調節開始流量に直接関係するもので、またその高さ及び長さは調節効果そのものを左右し、調節後のハイドログラフの形を支配するので、調節の目的を考慮して慎重に検討する必要がある。

#### 2. 河道

越流堤付近の河道計画に当たっては、河床変動や洪水時の流況を慎重に検討する必要がある。

### (4) 調節開始流量

調節開始流量は、調節の目的、洪水流出の特性などを考慮して、所期の効果を確実に挙げるよう決定するものとする。

#### 解 説

調節開始流量とは、越流堤等から遊水地への流入が始まる流量である。これを大きくとれば、すなわち、越流堤を高くすれば計画規模の出水に対しての調節効果は大きいですが、中小洪水に対しては調節効果を発揮しにくい。逆に小さくとれば、すなわち、越流高を低くすると中小洪水に対しては十分な

調節効果を有するが、計画規模の出水に対する調節効果が減少するが多い。このように調節の目的、洪水流出の特性、遊水地等の要領等を考慮して、所期の効果を確実に挙げるよう調節開始量を決定しなければならない。

## 8 伝統的な工法

### (1) 杭柵工

〔解説〕

杭柵工は、詰杭工の上部が地盤線より通常1m程度以上出たものであって別名打詰杭工、並杭工又は成木柵工ともいい、柵工としては最も堅牢な部類に属し、河床勾配が相当急な箇所にも用いられる。その内最も簡単な構造のものは図3-2-8-1のように杭木を打並べるに過ぎないものがあるが、多くは図3-2-8-2のようにその杭木の両側に挟貫をあてボルトで締付け、あるいは図3-2-8-3のように2m間隔に親杭を打ち、これに腹起をボルトにて締付け、その裏に杭を打詰するものである。普通打詰杭の裏には敷粗朶及び立粗朶を施した上で栗石を填充するものである。

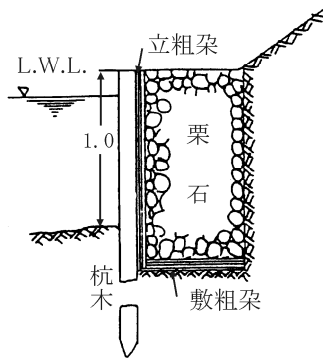


図3-2-8-1 杭柵工断面

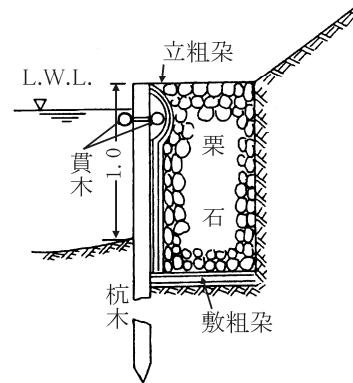


図3-2-8-2 杭柵工(貫付)断面

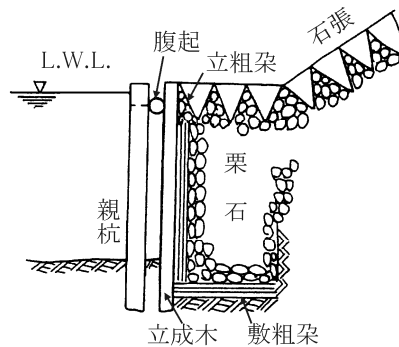
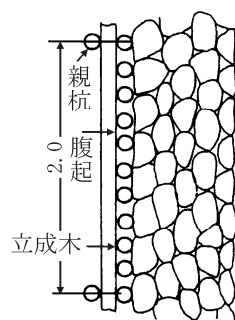


図3-2-8-3 杭柵工(親杭付)断面

## (2) 木工沈床

### 〔解説〕

木工沈床は、一般に栗石以上の大きさの石を用い流下する水勢に対して粗朶沈床では抵抗し得ない場合の根固、水制床止等に用いられている。

長さ約2.4m末口径12～15cmの生松丸太又は杉丸太を中心間隔2mに井筒形に重ねたものを方格材といい、これを数層重ねた上方格の四方には径16mmの丸鋼を通して上下両端を9～12cm以上折曲げる。方格は所要の幅及び長さ縦横に連結し、底には長さ2.3m末口径9cmの生松丸太又は杉丸太を敷成木として1方格7本遣いとし、12番鉄線をもって方格付に結付けた上沈石を填充する。

木工沈床は、河床の不陸を均したうえ、その天端を低水位以下に据付けることを要し、高さは水深に応じて2層建から6層建くらいにおよぶが、水勢急なる場合には沈石が脱出して流失を招くことがあるから、このような虞のある場合には天端に蓋成木を施して沈石を押え又は表面を大型の石で入念に張り立て、あるいはコンクリート・ブロックを据付けて下部沈石を押える等、種々の工法が行われている。この内、コンクリート・ブロックを使用するものが最も有利で、1方格につき1辺長70～80cm、厚さ50～70cmのブロックを4個使用し、間隙には玉石を填充する。

本表の玉石量は、全詰石量の70%、沈石量は30%として計上するものであるが、この割合は河床勾配等を勘案のうえ適当なものとし脱石を阻止しなければならない。

次に改良沈床(図3-2-8-6)は、木工沈床における方格材の磨損腐朽を防止するために木材を鉄筋コンクリートに代えたもので、これを上部1～3層に限る場合と方格材全部及び敷成木におよぼす場合がある。

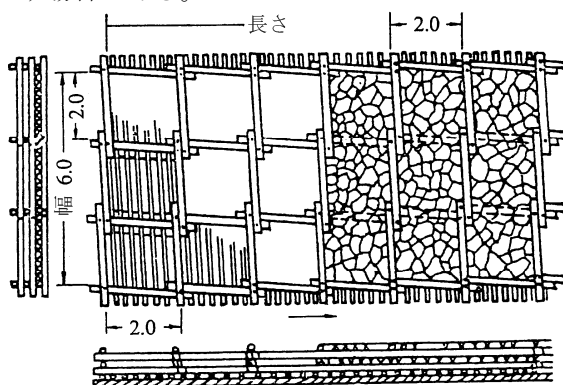


図3-2-8-4 木工沈床(3層建)

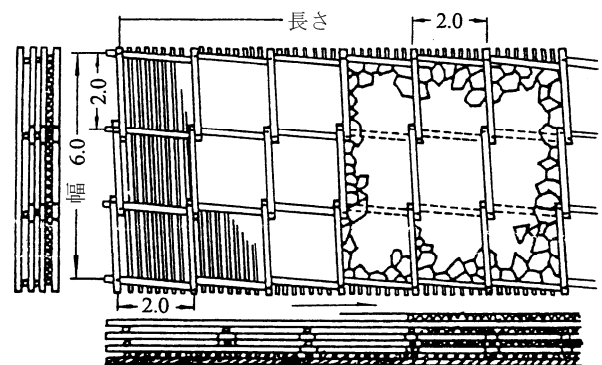


図3-2-8-5 木工沈床(4層建)

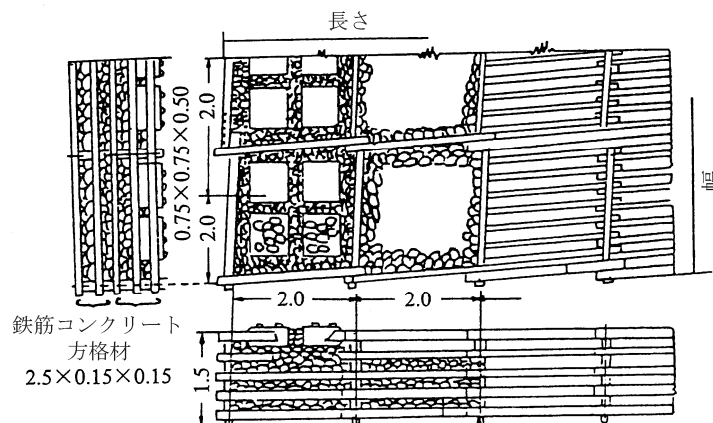


図3-2-8-6 改良沈床



### (3) 牛柵

#### 〔解説〕

牛柵は、杭打の不可能な砂利又は玉石河床の水制、根固めに適し、かつ、杭打よりは構造は堅牢であるからもっぱら河川の中流部以上に採用されている。牛柵の一行は長さ2.7mの合掌木及び梁木と長さ4.5mの棟木及び桁木をもって高さ約1.2mの三角すいを組み立て、これに砂払木及び柵敷木を取付け、これを長さ2.7mの重籠2本及び尻押籠1本をもって沈圧する。

牛柵は、数組配列しこれを連続体として使用する場合が多く、乱流部の護岸欠止水制、仮締切工事、瀬替ならびに用水堰等に使用される。この場合の重籠は急流部では2本とも柵内に積載し、暖流部では内1本を各柵の中間に使用する。

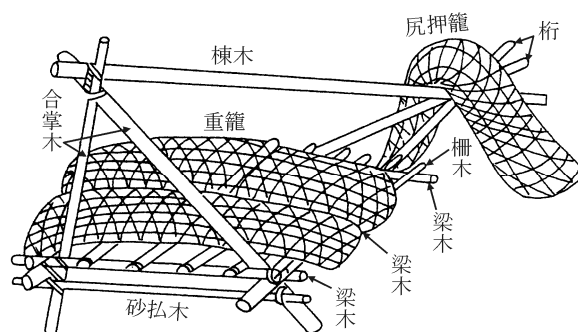


図 3-2-8-7 牛柵