

第3章 護岸

第1節 基本事項	1	3. 覆土工	16
1. 適用範囲	1	3-1 基本的考え	16
2. 適用基準等	1	3-2 設計の留意点	16
3. 護岸設計の基本的考え方	1	第3節 基礎工（のり留工）（標準）	17
3-1 護岸設計	1	1. 設計の基本	17
3-2 河川環境の保全	1	2. 基礎工の設計	17
3-3 護岸の設計	2	2-1 根入れ（基礎工天端高）	18
第2節 のり覆工（標準）	4	2-2 構造	18
1. 設計の基本	4	第4節 根固め工（標準）	20
1-1 工法の選定	5	1. 設計の基本	20
1-2 のり勾配等横断形状	5	2. 構造	20
1-3 力学安定性の設計条件	5	2-1 力学安定性の照査	21
2. 各種護岸の設計	6	2-2 間詰工	21
2-1 自然石護岸	6	第5節 護岸付属構造物（標準）	22
2-2 かごマット護岸（鉄線かご型護岸）	8	1. 工種および構造	22
2-3 ポーラスコンクリート護岸	9	第6節 水制工（標準）	25
2-4 捨石護岸	10	1. 基本的考え方	25
2-5 植生護岸、間伐材等を利用した護岸	10	2. 工種および構造	25
2-6 連節ブロック護岸	11		
2-7 擁壁護岸	12		
2-8 矢板護岸	12		
2-9 じゃかご工	14		
2-10 その他の護岸	14		

第3章 護岸

第1節 基本事項

1. 適用範囲

本章は、河川において実施する護岸の設計についての考え方を示すものである。

2. 適用基準等

表 1-2-1 示方書等の名称

指 針・要 綱 等	発行年月日	発 刊 者
改訂解説・河川管理施設等構造令	平成 12 年 1 月	日本河川協会
河川砂防技術基準 同解説 計画編	平成 17 年 11 月	〃
河川砂防技術基準（案）同解説 設計編 I	平成 9 年 10 月	〃
改訂 護岸の力学設計法	平成 19 年 11 月	国土技術研究センター
河川構造物の耐震性能照査指針・解説	平成 24 年 2 月	国土交通省水管理・国土保全局
その他関係法令等	-	-

3. 護岸設計の基本的考え方

3-1 護岸設計

護岸は、高水敷や他の構造物とともに流水による侵食作用から堤防（掘込河道にあっては堤内地）を保護するために設けるものである。また、護岸は河川環境および景観の保全・整備等とも強く関連するので、生物の多様な生息環境等に適した計画とするものとする。護岸の配置にあたっては、高水敷幅等の河道の横断形、洪水時の流水の状況、みお筋の変化等を十分に把握して、その必要性（設置箇所）、法線、延長を定めるものとする。

表 1-3-1 護岸の設計条件

安全性の設計	・流水の作用による外力、土圧等の外力、洪水時の河床変動 ・流砂や礫の衝突時による磨耗・破損・劣化 ・流水や降雨の浸透による吸出し等
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

出典：[表 1-3-1]
河川砂防技術基準
（案）同解説 設計編 I
4.1 (H9.10) P31
一部加筆

3-2 河川環境の保全

護岸設計にあたっては、堤防や河岸の侵食防止機能を有すること、また流水に対して安定な構造とすることが必要である。また、これらの機能に加え河川環境・景観の保全・創出を基本に据えるものとする。

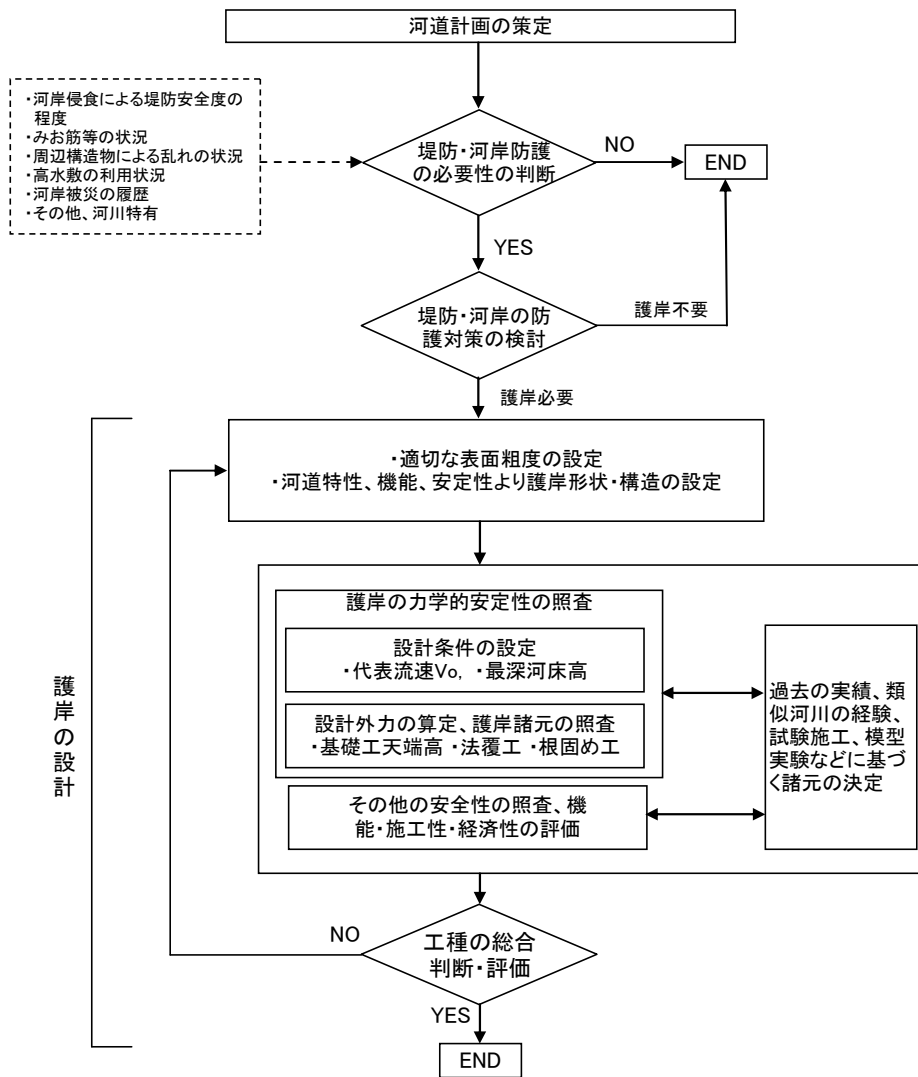
また、護岸の環境等への適応性は、現地での実績と経験を重ねつつ、技術の継承進展が図られるように設置後どのように変化するか事後調査・追跡調査により評価・検証を行い、設計ならびに施工技術にフィードバックするものとする。

河川環境の保全に関する基本的な考え方は、以下のとおりである。

- ① 護岸設計にあたっては、全ての河川で環境の保全に配慮した「コンクリートのない川」もしくは「コンクリートの見えない川」を目指す。
- ② 瀬や淵を残す等、改修前に有していた自然環境を大きく改変しないことを基本とし、護岸施工前に繁茂していた植物や生息していた魚類・両生類・昆虫等が、自然の回復力によって改修前、あるいは近傍と同程度の生態系が形成されるよう配慮された構造とする。
- ③ 護岸の施工にあたっては、近傍から入手できる木（間伐材等）や石等、自然の素材をできる限り活用する。
- ④ 追跡調査は、環境に配慮した護岸工法における設計施工技術の進展にとって必須のものであり、この結果を設計・施工にフィードバックしていくことが重要である。また、追跡調査とあわせてモニタリングを行う等して、周辺の環境変化についても把握していくことが重要である。

3-3 護岸の設計

護岸設計の一般的な手順は、以下のとおりである。



出典：[図 1-3-1]
改訂 護岸の力学設計
法 第 3 章 (2) 図 3-1
(H19.11)P30
一部加筆

図 1-3-1 護岸構造選定フロー
護岸—2

護岸の構造は、出水時において破壊されないよう十分な強度を有するものとし、また以下のことに留意するものとする。

- ① 表面には適当な粗度を持たす。
- ② 天端および上下流端は、破壊の原因とならないようすりつけ等を考慮する。
- ③ 河道特性、護岸特性、護岸の安全性、背後地の状況を十分踏まえた上で、生物の良好な生息・生育環境と自然環境および景観の保全・創出に適した工法を用いる。

なお、手順に示す各段階における具体的検討、照査等については「改訂 護岸の力学設計法」によるものとする。

第2節 のり覆工（標準）

1. 設計の基本

護岸ののり覆工は、河道特性に配慮し、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、良好な河川環境・景観等の保全・創造に十分配慮して設計する必要がある。

護岸ののり覆工は、以下の事柄に留意して設計する必要がある。

- ① 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。
- ② 護岸の工種は多種多様であり、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、良好な河川環境および景観を保全・創出できる工種を選定し、設計する必要がある。
- ③ 河岸そのものも、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、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）等により、相当程度の河岸防護効果が期待される。これらの効果については調査研究が進められており、種々の調査成果や追跡調査の結果等を活用して積極的に採用することが望まれる。

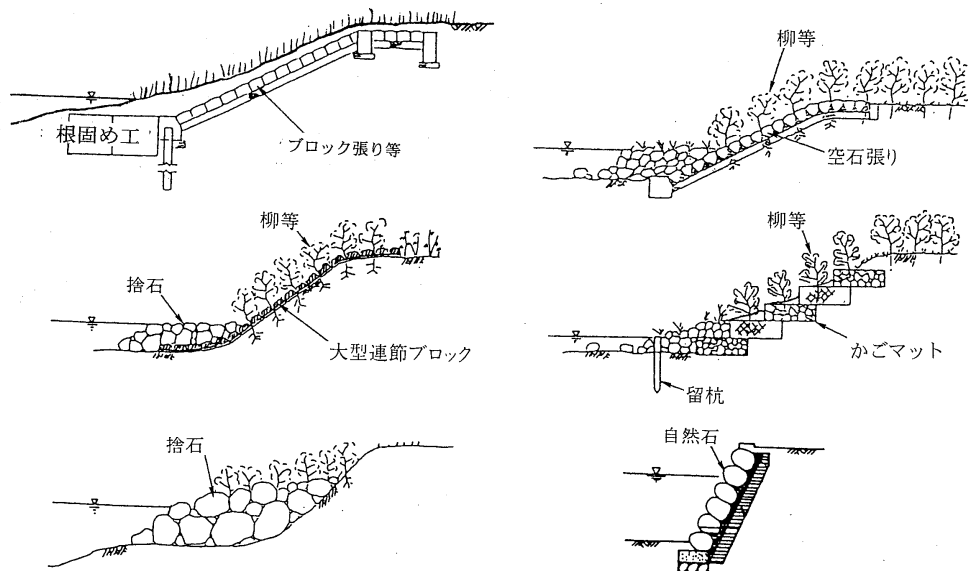


図 2-1-1 のり覆工の工種の例

出典：[1.]

河川砂防技術基準
(案)同解説 設計編 I
4.2(H9.10)P33, 34
一部加筆

出典：[図 2-1-1]
河川砂防技術基準
(案)同解説 設計編 I
4.2.1 図 1-11
(H9.10)P33, 34

1-1 工法の選定

護岸の設計に際しては、設置箇所の河道特性および背後地の状況等に応じた護岸とすることが重要であり、各種工法の特徴を理解した上で選定を行う。

護岸工法の選定においては以下の事柄に留意して選定する必要がある。

- ① 護岸は、堤防および低水路河岸を侵食作用に対して保護することを主たる目的で設置するものであり、護岸工法の選定に際しては、設計流速、背後地の状況、河川環境、河道計画、被災状況、経済性、施工性等を総合的に勘案して選定する必要がある。また、必要に応じて根固めや水制等の組み合わせを考慮する。
- ② 護岸は、本来あるべき「川らしさ」の目指す環境に応じた適切な護岸を選定する。目指す環境とは、単に植生の発生を促すだけでなく、動植物の保全や回復を図る等、具体的に目指す環境に応じた護岸を考慮するものであり、例えば、動植物、魚類、親水性等の親しみやすさ、川らしさとしての景観等である。
- ③ 護岸工法の選定にあたっては、多様な工法を積極的に選定するものとするが、水際と陸上部の連続性に考慮し、動植物の生息、生育環境上好ましくない工法は使用しないものとする。
- ④ 各工法に対する設計流速等の目安や、適応箇所等は、「美しい山河を守る災害復旧基本方針」等、各種文献等に示されており、これらを参考として工法選定を行い、実際の適応にあたっては、設計流速に対する安定性を検討した上で、使用する必要がある。安定性の検討等については「河川砂防技術基準（案）」や「改訂 護岸の力学設計法」を参考とするものとする。

1-2 のり勾配等横断形状

のり勾配等の断面形状は、上下流の河道状況に配慮し、以下の事項に留意して設定するものとする。

- ① のり勾配は、可能な限り緩勾配とし、護岸工法の選定の自由度を高める。
- ② 淵、山付き部、樹木のある箇所等では、無理に緩くする必要はない。
- ③ 河床部の淵や瀬は、現況を尊重し、平滑化しないことを心がける。
- ④ 河床、水際、陸上部の生態系の連続性が確保できるように、必要に応じて勾配に変化を付ける等、工夫を行う。

1-3 力学安定性の設計条件

力学的安定性の照査に用いる設計条件は、設置箇所の河道特性に応じた適切なものを選定する。主な設計条件としては、流速、土圧および水圧、最深河床高を扱い、その他については必要に応じて検討する。

(1) 設計条件の評価方法

洪水時に発生する流速は、護岸の設置する箇所の最深河床高、低水路および高水敷の粗度、のり勾配等の影響を受ける。したがって、設計に用いる流速や、最深河床高等の設計条件は、水理模型実験、数値計算、最近の研究成果による理論的な算定方法等の中から護岸設置箇所の河道特性を反映できる方法で評価するものとする。流速算定に用いる粗度係数および河岸近傍の最深河床高の評価方法については、「改訂 護岸の力学設計法」を参考とするものとする。

出典：[1-3]
改訂 護岸の力学設計法 4-1(H19.11)P33

出典：[(1)]
改訂 護岸の力学設計法 4-1(2)
(H19.11)P33, 34
一部加筆

(2) 流速算定の考え方

設計に用いる流速は、計画高水位以下の水位のさまざまな流況条件の中で、実際に河岸に作用する流速のうち最大の値を用いる必要がある。

流速は、一般に計画高水位相当の水深が生じた場合が最も大きくなるが、堰・床止め等の横断構造物等や狭窄部の上下流部、高水敷から低水路へ流れが落ち込む場合や低水路の主流が高水敷に乗り上がる場合、水深変動に伴う河床形態の変化が大きい場合には、計画高水位以下の水位での流速が大きくなることもある。

出典：[(2)]
改訂 護岸の力学設計
法 4-2 1)
(H19.11)P34, 35
一部加筆

2. 各種護岸の設計

2-1 自然石護岸

(1) 設計の基本

自然石護岸は、以下の外力に対して検証して用いるものとする。

- ① 空石張り護岸は、流体力による掃流に対する安定性を検証して用いる。
- ② 練石張り護岸は、流体力による滑動に対する安全性を検証して用いる。
- ③ 練石積み護岸は、土圧に対する安全性を検証して用いる。

護岸の構造形式である石張り、石積みの区分は、「河川砂防技術基準（案）」に従い、流体力が破壊の主要因となる 1:1.5 より緩い場合を「張り」、土圧・水圧が破壊の主要因となる 1:1.5 より急な場合を「積み」と規定する。なお、一般には、のり勾配が 1:1.0 程度より急な場合に積み護岸として設置される。

自然石護岸の設計にあたっては、次の点に留意すること。

- ① 練石張り護岸は、水循環や植生の復元等、環境の観点からは積極的に採用する工法ではなく、急流河川等やむを得ない場合に用いる工法である。したがって、検討にあたっては、先ず空石張り護岸の検討を行い、やむを得ない場合には練石張り護岸の適用を検討するものとする。
- ② 練石張りあるいは練石積み護岸とする場合は、目地は深目地を基本とし、少しでも植生が繁茂できるようにする。
- ③ 自然石はできるだけ現地材料を利用することが望ましく、石の大きさは余り規格にとらわれず、多様な粒径のものを使用するのがよい。

出典：[(1)]
河川砂防技術基準
(案)同解説 設計編 I
4.3 (H9.10)P39

(2) 空石張り護岸

空石張り護岸に用いる自然石の粒径は、流体力に対して掃流が生じない大きさとする。

- ① 空石張り護岸に用いる自然石の粒径は、「改訂 護岸の力学設計法」に示される「掃流～一体性の強い」モデルで、掃流力に対する安定性の照査を行い決定する。
- ② 求められた石の必要径は、のり覆工に用いる石の最小径とする。
- ③ 求められた必要径は、かみ合わせ効果が確保されたときの粒径であり、何らかの原因でかみ合わせが不十分であるとき、石は急激に流出しやすくなるので、これらを考慮した安全確保が必要である。

出典：[(2)]
河川砂防技術基準
(案)同解説 設計編 I
4.3 4(6) (H9.10)P42
出典：[(2)]
改訂 護岸の力学設計
法 5-3-3(5)
(H19.11)P86, 87

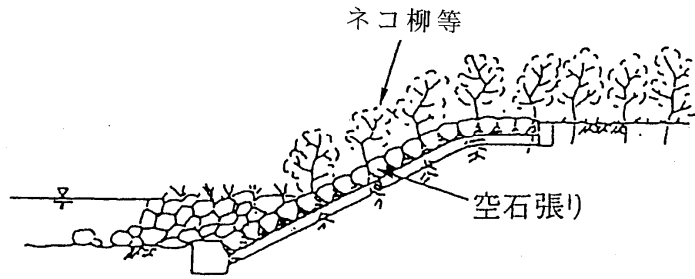


図 2-2-1 空石張り護岸の例

出典：[図 2-2-1]
河川砂防技術基準
(案)同解説 設計編 I
4.2.1 図 1-11
(H9.10)P34

(3) 練石張り護岸

練石張り護岸は、流体力による滑動に対して安全な構造として設計する。

- ① 練石張り護岸に用いる自然石の粒径は、「改訂 護岸の力学設計法」の「滑動～群体」モデルにより、安定性の照査を行い決定する。
- ② 求められた石の必要径は、のり覆工に用いる石の最小径とする。

出典：[(3)]
河川砂防技術基準
(案)同解説 設計編 I
4.3.4 (3) (H9.10)P41

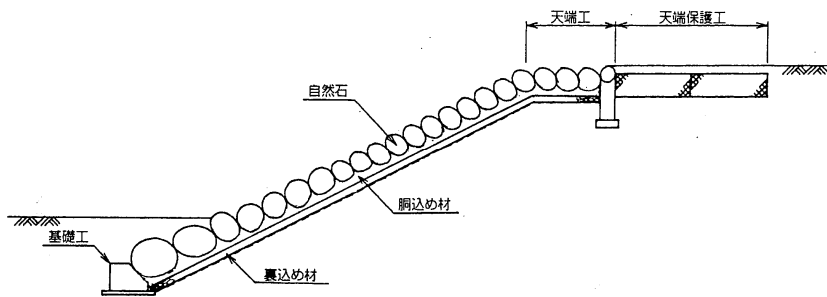


図 2-2-2 練石張り護岸の例

(4) 練石積み護岸

練石積み護岸は、のり覆工、基礎工、天端工を組み合わせる構成し、土圧に対して安全な構造として設計する。

土圧を受け持つのり覆工、のり覆工を支持する基礎工、のり覆工天端部を保護する天端工を組み合わせる構成し、以下の点に留意して設計するものとする。

- ① 使用する石の粒径は、控え厚が確保できる範囲内で多様な粒径を用いるものとする。
- ② 低水護岸として用いる場合、背後からの流水作用が想定される場合は、天端保護工を設ける。
- ③ 練石積み護岸を計画する場合は、土圧、水圧に対する検討を行い、安全性の検証を行う。

出典：[(4)]
改訂 護岸の力学設計
法 5-3-3 (7)
(H19.11)P89～91

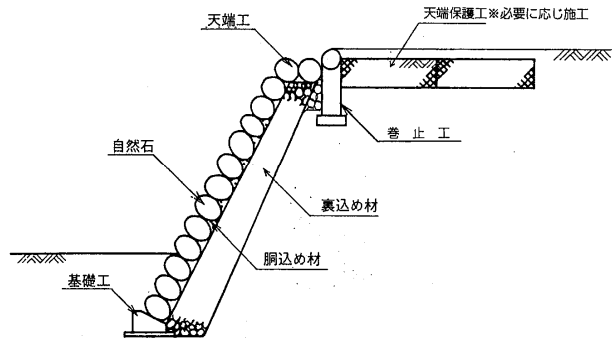


図 2-2-3 練石積み護岸の例

2-2 かごマット護岸(鉄線かご型護岸)

かごマット護岸は、中詰め材料の粒径選定、鉄線かごの規格(厚さ、幅)、構造の安定について照査を行い、設計するものとし、基本的に以下の箇所に適用するものとする。

- ① 平張りタイプにおいては、のり勾配が 1:2.0 以上の緩やかな勾配の区間に適用する。
- ② 多段積みタイプにおいては、のり勾配が 1:1.0 以下の急な勾配の区間に適応する。
- ③ 河川水が強い酸性または高い塩水濃度を有する河川で、著しく鋼線の腐食の恐れのある区間を除く。なお、特殊な条件のもとで使用する場合には、連節鉄筋の材質を考慮する必要がある。
- ④ 河床材料が転石等で構成され、鉄線の耐久性に著しく支障を及ぼす区間を除く。

出典：[2-2]

河川砂防技術基準

(案)同解説 設計編 I

4.3.4 (7) (H9.10)P42

出典：[2-2]

改訂 護岸の力学設計

法 5-3-3(6)

(H19.11)P87~90

かごマット護岸は、流水を容易に通過させるかご状の枠に石等を詰めた状態であり、かごの変形は許すが中詰め材料の移動を許さないものとし、「掃流~かご詰め」モデルで流体力による滑動に対する安定性の照査行うものとする。なお、設置にあたっては、以下に示す事柄の他、連節ブロック護岸を準用するものとする。

- ① 平張りタイプのかごマット護岸で 1:2.0 より急勾配で 1:1.5 までののり勾配の箇所にあつては次の 2 点を考慮して、のり覆工の滑りに対して十分安全性が確保できる場合にあつては適用してもよいものとする。
 - 1) 護岸上部において、摩擦力を含めた支持機能の補強を施した構造(折り返し構造等)。
 - 2) 護岸のり尻部において、摩擦力を含めた支持機能の補強を施した構造(水平の護床工を施した構造および突っ込み構造等)
- ② かごマット護岸には、植生が容易に回復するように覆土を行うものとする。覆土は、植生が復元しやすい表土の利用を考慮する。
- ③ 水際部は、洗掘防止、覆土の流失の防止、多様な水際の復元に配慮した設計を行うことが望ましい。
- ④ 詰石は、コンクリート塊を使用すること等、リサイクルに配慮するものとする。
- ⑤ 中詰め材料として、標準以外の詰石や現地発生砂利の使用、流速、河岸特性等で標準構造によりがたい場合には、別途考慮するものとする。(「鉄線籠型護岸の設計施工技術基準(案)」参照)

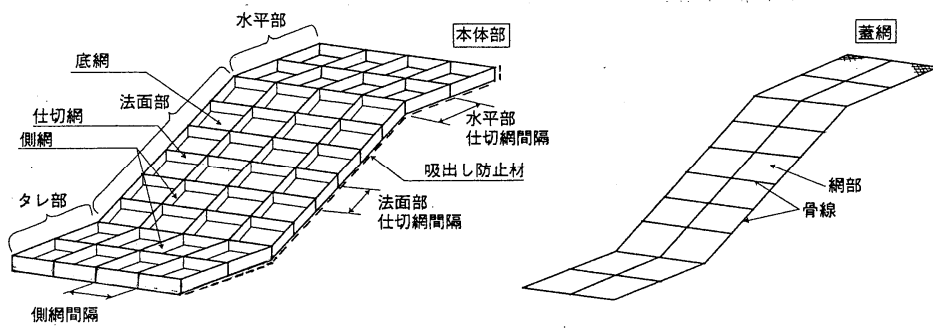


図 2-2-4 かごマット護岸（平張りタイプ）

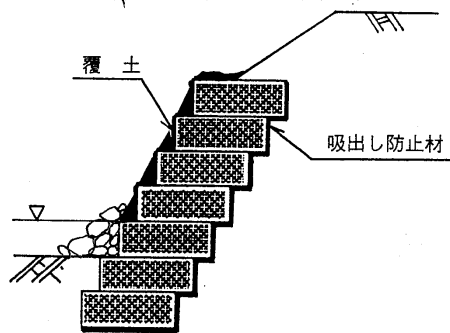


図 2-2-5 かごマット護岸（多段積みタイプ）

2-3 ポーラスコンクリート護岸

ポーラスコンクリート護岸は、従来のコンクリート護岸に植生機能を付加できる多孔質河川護岸であり、護岸の安定性に加え、微生物を含んだ動植物の生息・生育場所としての機能があり、自然生態系の保全、河川景観の向上をねらった多自然型川づくりの護岸工法である。

出典：[2-3]
ポーラスコンクリート河川護岸工法の手引き

ポーラスコンクリート護岸の設計は、「ポーラスコンクリート河川護岸工法の手引き」によるものとする。

なお、ポーラスコンクリートには現場打ちとプレキャスト二次製品がある。

ポーラスコンクリート河川護岸の基本的な構造としては、①粗骨材とセメントペーストあるいはモルタル、樹脂等からなるポーラスコンクリートのみ使用、もしくはこれに加え、②充填材、③覆土材、吹付材、張芝を併用したものがあ

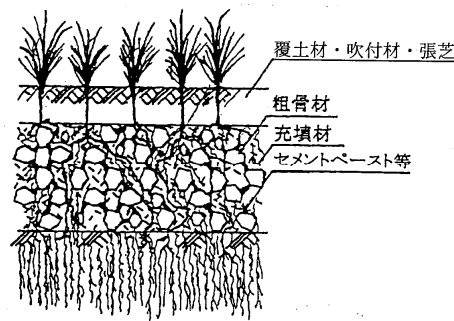


図 2-2-6 ポーラスコンクリート河川護岸の基本構成例

2-4 捨石護岸

捨石護岸は、巨石により河岸部と河床部の保護をねらった自然型護岸であり、空隙が多く魚類や水生昆虫の恰好の生息場、避難場となるもので、水際部の良好な自然景観の保全・創出が図れる工法である。

この工法の類似として、建設副産物をリサイクルするコンクリート塊を袋詰めした袋詰め玉石工法等もある。安定度照査は「掃流～一体性の弱い」モデルにより、掃流力に対する安定性の照査を行い決定する。

捨石護岸では、求められた石の必要径は、石の最小径であり、それ以上の様々な大きさの石を使って十分なかみ合わせを考慮する。

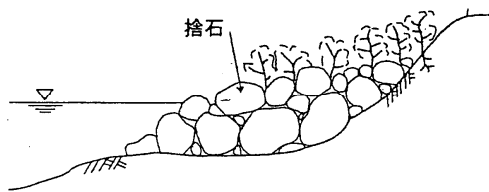


図 2-2-7 捨石護岸

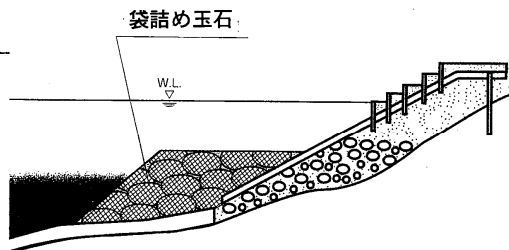


図 2-2-8 袋詰め玉石工

2-5 植生護岸、間伐材等を利用した護岸

植生護岸は、ヤナギ等の緊密な根による土の緊縛力と枝葉による洪水時の流速低減効果と河岸保護を確保した自然型護岸である。

また、河川伝統工法には、間伐材を利用した護岸が多くあり、良好な河岸環境が創出される。

ヤナギが繁茂すれば、河岸部の日陰の創出、洪水時の流速低減が図られ、水際部の自然環境・景観の保全・創出が図ることができる工法である。

植栽工による侵食限界は、植栽等の管理レベルにより差が生じるため、植栽が堤体や河岸ののり面等に十分活着していること、植栽の維持管理が行われることが必要である。

なお、これらの工法では、河床部や水際部の洗掘低減、多孔質空間の確保のため、寄せ石による保護が必要である。

間伐材を堤外側の護岸等に使用する場合は、材料の腐食を前提として設計を行うこと。

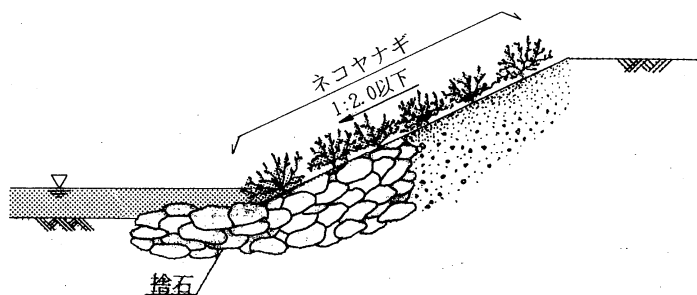


図 2-2-9 ヤナギによる自然型護岸

出典：[2-4]

河川砂防技術基準

(案)同解説 設計編 I

4.3.4 (5) (H9.10)P42

出典：[2-4]

改訂 護岸の力学設計

法 5-3-3(4)

(H19.11)P84, 85

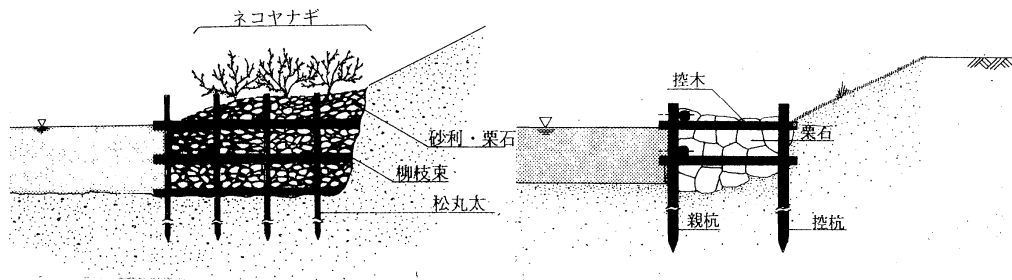


図 2-2-10 間伐材等を利用した護岸工法の例

2-6 連節ブロック護岸

連節ブロック護岸は、流水の作用に対して抵抗するように設計するものとし、基本的に以下の箇所に適用するものとする。

- ① 施工箇所ののり勾配が 1:2.0 以上の緩い勾配の区間
- ② 護岸に連結用として鋼線を使用する場合は、河川水が強い酸性または高い塩水濃度を有する河川で、著しく鋼線の腐食の恐れのある区間を除く。なお、特殊な条件のもとで使用する場合には、連節鉄筋の材質を考慮する必要がある。

連節ブロック護岸は、連結が確実な鉄筋等によつてのり覆工に一体性が保たれており、「河川砂防技術基準（案）」によれば群体としてとり扱うことのできる工種であり、使用するブロックの重量は、「滑動～群体」モデルおよび「めくれ」モデルにより安定性の照査を行い、決定するものとする。

なお、設置にあたっては、次に示すことに留意するものとする。

- ① 連節ブロック護岸で 1:2.0 より急勾配で 1:1.5 までののり勾配の箇所にあつては次の 2 点を考慮して、のり覆工の滑りに対して十分安全性が確保できる場合にあっては適用してもよいものとする。
 - 1) 護岸上部において、摩擦力を含めた支持機能の補強を施した構造（折り返し構造等）。
 - 2) 護岸のり尻部において、摩擦力を含めた支持機能の補強を施した構造（水平の護床工を施した構造 および突っ込み構造等）
- ② 低水護岸に使用する場合には、局所的に急変することのないようにし、上下流河岸になじみよく取り付ける。また、人工的に直線化しない。
- ③ 連節ブロック護岸は、環境保全等を考慮して、覆土、寄せ石等を行つて、植生の復元等を図るものとする。覆土は、植生が復元しやすい表土の利用を考慮する。また、水際部には河床材の玉石等で寄せ石を行う等、生息動物等の環境保全を図るものとする。
- ④ 連節ブロック護岸工法には、ブロックの下に吸出し防止材を設置する。

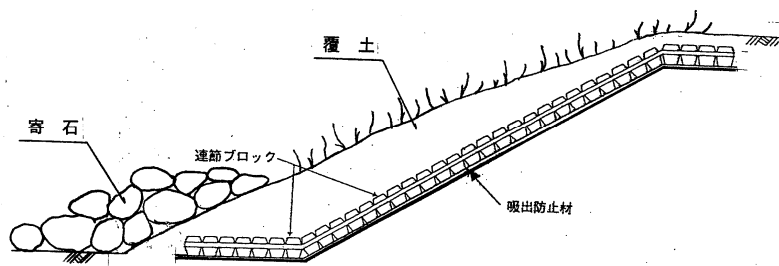


図 2-2-11 連節ブロック張りの低水護岸の例
護岸—11

出典：[2-6]
河川砂防技術基準
(案)同解説 設計編 I
4.3 4 (3)(4)
(H9.10)P41
出典：[2-6]
改訂 護岸の力学設計
法 5-3-3 (2)(3)
(H19.11)P79～84

2-7 擁壁護岸

擁壁護岸は、高水敷が狭く堤防までの距離が十分でない場合に設置される護岸形式であり、堤防保護が最大目的であることから、堅固な安定性が要求される。

擁壁護岸には逆T型、L型、または重力式等水圧、土圧による滑動、転倒を安定の対象とするのり覆工であり、「道路土工 擁壁工指針」を参考にして、擁壁の安定に関する照査を行うものとする。

構造については「土木構造物設計マニュアル(案)」に準じて設計を行うものとする。

なお、擁壁構造の護岸では、環境および景観等に考慮し、壁面を緑化や化粧型枠等も検討するものとする。

出典：[2-7]
改訂 護岸の力学設計
法 5-3-3 (8)
(H19.11)P91, 92

2-8 矢板護岸

矢板護岸は、高水敷が狭く堤防までの距離が十分でない場合や、護岸設置のための仮締切等が困難な場合によく採用される護岸形式であり、自立式、控え式がある。また、控え式には、タイロッド式、斜め控え杭式等がある。

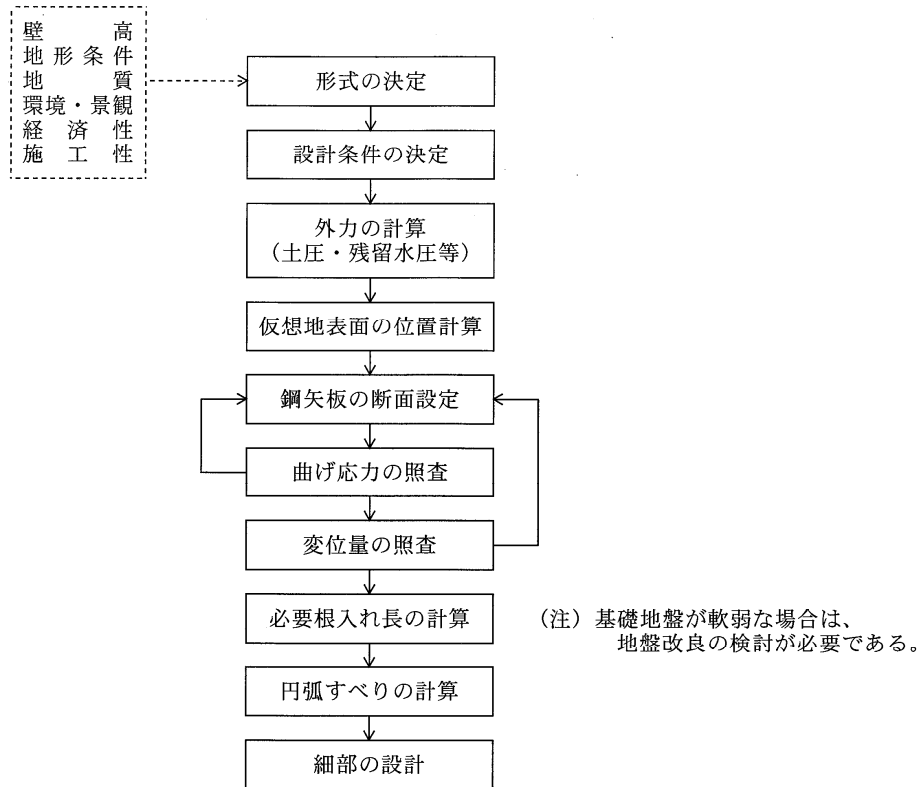
矢板護岸では、土留め高、作用荷重の大きさ、土質、背面の条件、重要度等を勘案して、形式の特性、安全性、経済性等から適正な形式を選定するものとする。

なお、矢板護岸では、環境および景観等に考慮した設計を行うものとする。

出典：[2-8]
改訂 護岸の力学設計
法 5-3-3 (9)
(H19.11)P92

a. 設計の手順

矢板護岸における設計の手順を以下に示す。



出典：[図 2-2-12]
平成 23 年版 災害復旧
工事の設計要領
2-8 (H23. 7)P955
一部加筆

図 2-2-12 鋼矢板護岸の設計手順

b. 設計に用いる河床高（「災害復旧工事の設計要領」参照）

(a) 自立矢板護岸

(図-I) 根固め工のない場合は、洗掘を考えた設計地盤から護岸基礎天端までを壁高とする。

(図-II) 堅固な層積みの根固め工がある場合は、根固め工の天端から護岸基礎天端までを壁高とする。

(図-III) 鋼矢板の前面に根固め工を併用する場合は、根固め工の高さの 1/2 程度を受動土圧として有効と考え設計河床と仮定する。

(b) 控式矢板護岸

(図-II) 根固め工（乱積み）の断面が大きい場合は、根固め工の高さ 1/2 を設計地盤高と考える。（主に堤防護岸）

(図-IV) 根固め工（乱積み）の断面が小さい場合の壁高は、河床からとし根固めブロックを過載荷重（空隙率や水中重量を考慮する）とし、河床の受動土圧に考慮して矢板を設計する。（主に堤防護岸）

(図-V) 層積みの根固め工がある場合は、根固め工の天端から壁高をとる。

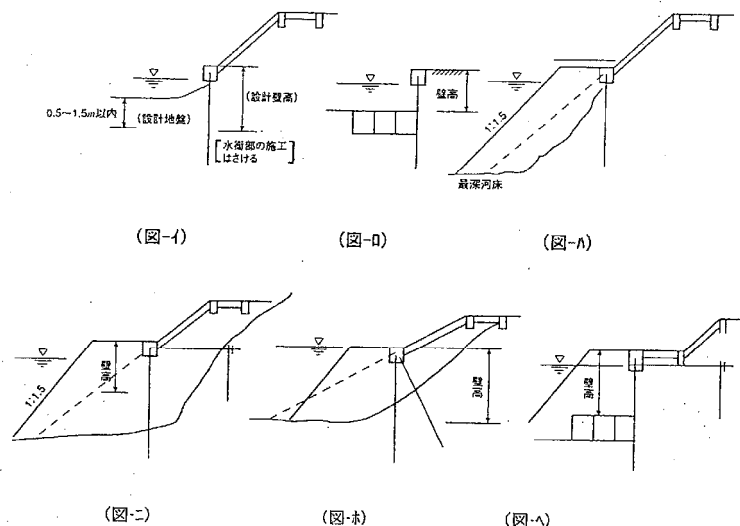


図 2-2-13 設計壁高の考え方

c. 設計荷重

鋼矢板護岸の設計には設計荷重として、自重、土圧、残留水圧、地震時慣性力、護岸背面の上載荷重を考慮するものとする。

d. 継手効率

護岸用鋼矢板の継手効率は、「例規集 2.10 護岸鋼矢板の継手効率について」（昭和 57 年 5 月 31 日事務連絡）によるものとする。

e. 安全度照査

(a) 許容応力度

河川構造物に鋼矢板を使用する場合（仮設を除く）には、原則として JIS A 5523 SYW295 若しくは SYW390 を用いるものとする。鋼矢板およびタイ材の許容応力度は、「当設計便覧（案）第 1 編土木工事共通編」の値を参照すること。

(b) 杭頭変位量

杭頭変位は、常時 50mm を標準とする。

地震時については「河川構造物の耐震性能照査指針（案）同解説」に準ずるものとし、レベル 1 地震動に対する変位としては ~~70mm~~75mm。レベル 2 地震動に対しては矢板の変位に伴う地震後の堤防高が耐震性能の照査において考慮する外水位を下回らないものとする。

出典：[b.]

平成 23 年版 災害復旧
工事の設計要領
2-8(H23.7)P942
一部加筆

出典：[e.(b)]

平成 23 年版 災害復旧
工事の設計要領
2-8(H23.7)P968

出典：[e.(b)]

河川構造物の耐震性
能照査指針(案)同解
説 (H19.3)P11

一部加筆

(c) 安全率

① 円弧すべりに対する安全率

常時は 1.2 以上とする。ただし、すべりが生じた場合本堤に影響を及ぼす恐れがある場合には 1.3 以上とする。

一般に、地震時については、検討されることは少ないが、規模・地盤特性・背後地の重要度より検討する場合には、1.0 以上とすることができる。

② 矢板の根入れに対する安全率

設計河床以下の基礎地盤が砂質土にあつては、常時 1.5 以上、地震時 1.2 以上、粘性土にあつては常時、地震時とも 1.2 以上とする。

自立式矢板護岸の根入れ長は、Chang 式による根入れ長の計算で必要根入れ長以上を確保することを原則とする。

f. 腐食対策

護岸矢板の腐食代は、一般の場合、片面 1 mm (両面 2 mm) とし、感潮区間等 (汚濁の激しい区間を含む) 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ものとする。

ただし、YL. Chang 式による根入れ長の計算の場合は、腐食代を考慮しない断面二次モーメントを使用するものとする。護岸矢板背面の土中部に設けるタイロッド、控杭、控矢板等の腐食代は、片面 1 mm (両面 2 mm) を標準とする。頭部コンクリートに埋設される部材、塩ビ等で被覆されるタイロープ等は腐食を考慮する必要はない。

2-9 じゃかご工

じゃかご工は、主に仮設護岸や現況河岸へのすり付け箇所等に用いられる。

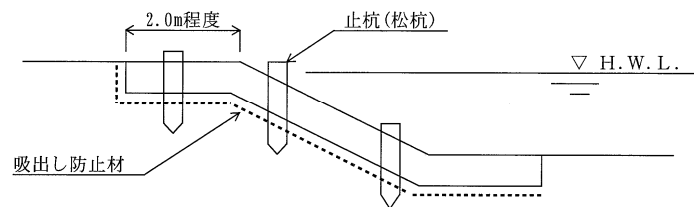
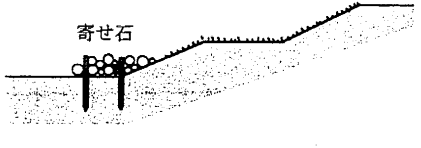
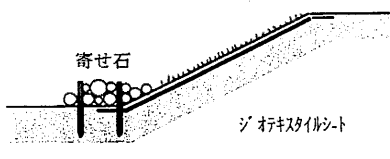
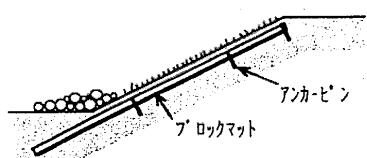
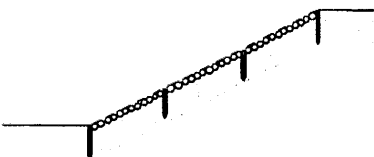
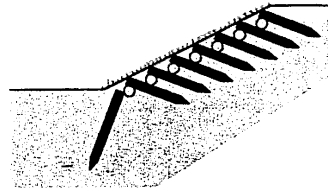
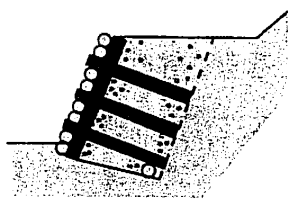


図 2-2-14 じゃかご工

2-10 その他の護岸

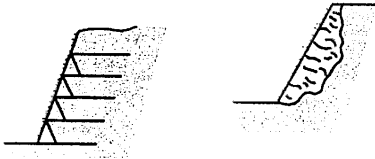
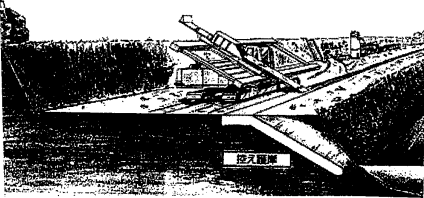
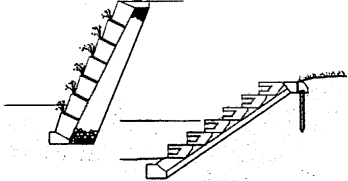
護岸形式には、上記護岸形式の他、表 2-2-1 にあげるような各種護岸形式があり、各種護岸工法の特徴を理解し、設置箇所の河道特性および背後地の状況に応じ、選定するものとする。

表 2-2-1 その他の護岸(1/2) [参考]

工法名	工法概要図	概要および特徴
張芝工法		<ul style="list-style-type: none"> ・芝の根の活着によって、のり面の洗掘を防止する工法である。 ・平常時は浸水しない箇所で、芝が確実に活着するまで流水にさらされない箇所に適応する。水際部では、寄せ石をして洗掘の防止を図る。 ・のり勾配は概ね 1:2.0 以上緩くして、のり面の安定を図る。
シート系護岸工法	<p>ジオテキスタイルシート工</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ・のり面の表面をジオテキスタイルシートやブロックマット等により覆い、表土の植生の根を貫通させてのり面の補強効果を得る工法である。 ・シート上には植生の根が通根するように 10cm 程度覆土を行う。 ・のり勾配は、ジオテキスタイルシートでは 1:2.0 以上緩く、ブロックマットでは 1:1.5 以上緩くする。 ・水際部では、寄せ石を行い、洗掘を防止する。
	<p>ブロックマット工</p> 	
粗朶のり覆工法		<ul style="list-style-type: none"> ・粗朶を用いてのり枠を組み、のり面を保護する工法。 ・のり枠内には、流速に対して移動しない石で詰め石を行う。 ・のり勾配が 1:1.5 より緩く、転石の少ない河川で適用する。
丸太格子、木製ブロック工法	<p>丸太格子工</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ・間伐材を利用してのり面を補強する工法である。 ・格子および木製ブロック中の土は、良質土で締固める。 ・木杭、木製ブロックの腐食対策が必要である。
	<p>木製ブロック工</p> 	

出典：[表 2-2-1]
平成 23 年版 災害復旧
工事の設計要領
2-4-4 表 2-1
(H23. 7)P1026
一部加筆

表 2-2-1 その他の護岸(2/2) [参考]

工法名	工法概要図	概要および特徴
補強土工法		<ul style="list-style-type: none"> 補強材等により地山自体の抵抗力を高め護岸として効用を図る。 自然環境との調和を図った植生が可能。 基本的には、平常時に浸水しない箇所での適応である。平水以下で使用する場合には、吸出しに対する対策が必要。
TRD工法 (地中控護岸工法)		<ul style="list-style-type: none"> 河岸沿いの土中に、連続した傾斜壁を造成するものである。 河岸を掘削しないため自然河岸に手を加えることなく控え護岸が造成できる多自然護岸工法である。 施工場所を特に選ばない。
環境保全型 ブロック工法		<ul style="list-style-type: none"> 従来のコンクリートブロック護岸と同等の強度が期待できる。 治水機能、環境機能とも様々な性質を持つ製品がある。 屈とう性がなく、河床低下等に追従できない場合が多い。

出典：[表 2-2-1]
平成 23 年版 災害復旧
工事の設計要領
2-4-4 表 2-1
(H23. 7)P1026
一部加筆

3. 覆土工

3-1 基本的考え

覆土工は、護岸の上に原則として残土を利用した覆土を行うことにより、植生の生成基盤である土壌を確保するものである。
したがって、護岸材料に人工的なものを使用する場合には、覆土を施して、植物の生育環境の復元に努めるものとする。

覆土工の設計の考え方は次のとおりである。

- ① 護岸等の施設の上に土壌を確保し、植生が生育できる環境を創造することにより、環境の保全を図るものである。
- ② 植生の育成を左右する主たる要因は、光、水、土壌であり護岸上に緩やかに覆土を行うことにより、自然河岸と同様に植生が育成しやすいような条件を整えるものである。
- ③ 覆土上に植生が密生することにより、副次的効果の一つとして、かくし護岸として、護岸の強度の増大が期待される。しかし、植生の早期復元を図るために土を散布する程度のものであり、設計として護岸強度を増加させるものではない。

3-2 設計の留意点

覆土は、生態系の保全、資材の有効利用のために極力現場発生材を利用するものとする。

- ① 材料は、周辺の残土のうち表土を用いて従来の植生の早期復元を図ることが望ましい。
- ② 覆土の厚さは、一様な護岸を隠すとともに、植生が繁茂するような厚さを確保するとともに、厚さ変化をもたせる等し、締固めはしない。
- ③ 水際部は、覆土が流出しないような構造とする。

第3節 基礎工（のり留工）（標準）

1. 設計の基本

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。

出典：[1.]
河川砂防技術基準
（案）同解説 設計編 I
4.2.2(H9.10)P34

2. 基礎工の設計

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。

出典：[2.]
河川砂防技術基準
（案）同解説 設計編 I
4.2.2(H9.10)P35

基礎工の力学的安定性の照査手順は 図 3-2-1 に示すとおりである。

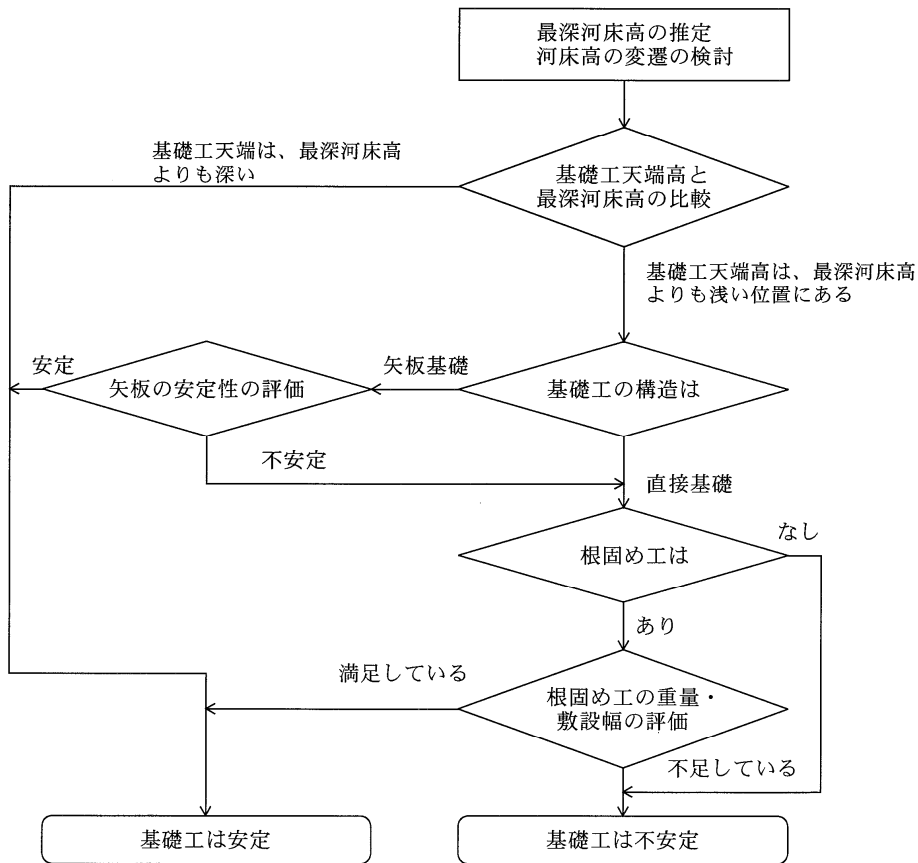


図 3-2-1 基礎工の力学的安定性の照査手順

2-1 根入れ（基礎工天端高）

基礎工天端高は、洪水時に洗掘が生じても護岸基礎の浮き上がりが生じないように、過去の実績や調査研究成果等を利用して、洪水時に推定される最大洗掘深を考慮して設定した最深河床の評価高とする。

なお、根入れが深くなる場合には、根固め工や基礎矢板等を設置することで基礎工天端高を浅くする方法もある。また、かごマット工法等の屈とう性を有する工法についてはこの限りでない。

(1) 最深河床高の評価

最深河床高の評価方法としては、これまでの研究成果等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

これらの方法の中から、河床変動データの所在状況、河道特性、設計対象区間の重要性等を勘案して適切な方法を用いる。

なお、護岸の力学的安定性の照査にあたり、「改訂 護岸の力学設計法 第4章 4-3 最深河床高の評価法」を参照し、設計対象箇所最深河床高を評価するものとする。

(2) 根入れが深くなる場合

根入れが深くなる場合には、根固め工を設置することで基礎工天端高を浅くする方法も検討することが必要である。

2-2 構造

基礎工は、地盤条件、施工条件に応じて選定する。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、杭または矢板の天端をコンクリートでコーピングした基礎を用いる場合がある。

また、平水時において護岸前面の水深が深く、瀬替えが容易でない場合や、船着き場として利用される護岸等では、矢板基礎とすることが多い。なお、この場合、土圧、水圧、載荷重、地震時慣性力、上載荷重等の設計条件に対して矢板が自立でき、安全となるように照査する。

(1) 直接基礎工

直接基礎工には、概ね台形断面のコンクリート構造、大型の自然石等を利用することがある。

のり留基礎工のコンクリート基礎は、状況に応じてコンクリート二次製品の使用についても検討を行う。なお、二次製品の使用にあたり、地盤条件や現場条件等によっては、施工性を考慮して、均しコンクリート等の使用も検討するものとする。

(2) 鋼矢板基礎

洗掘の恐れのある箇所、吸出しの恐れがある箇所、基礎漏水箇所では、鋼矢板基礎を用いることも検討すること。

なお、破堤実績箇所や旧河川締切箇所の本堤部において堤防基盤漏水が予想される箇所（区間）について、漏水防止矢板を使用する場合は、矢板を不透水層まで貫入することを原則とする。

出典：[2-1]
河川砂防技術基準
(案)同解説 設計編 I
4.2.2(H9.10)P35
一部加筆

出典：[(1)]
河川砂防技術基準
(案)同解説 設計編 I
4.3(H9.10)P39
一部加筆

出典：[2-2]
改訂 護岸の力学設計
法 5-4-4
(H19.11)P99, 100
一部加筆

出典：[(1)(2)]
改訂 護岸の力学設計
法 5-4-4
(H19.11)P99
一部加筆

(3) 岩盤が露出した場合の基礎構造

岩盤が露出した場合の基礎工の構造は以下のとおりとする。

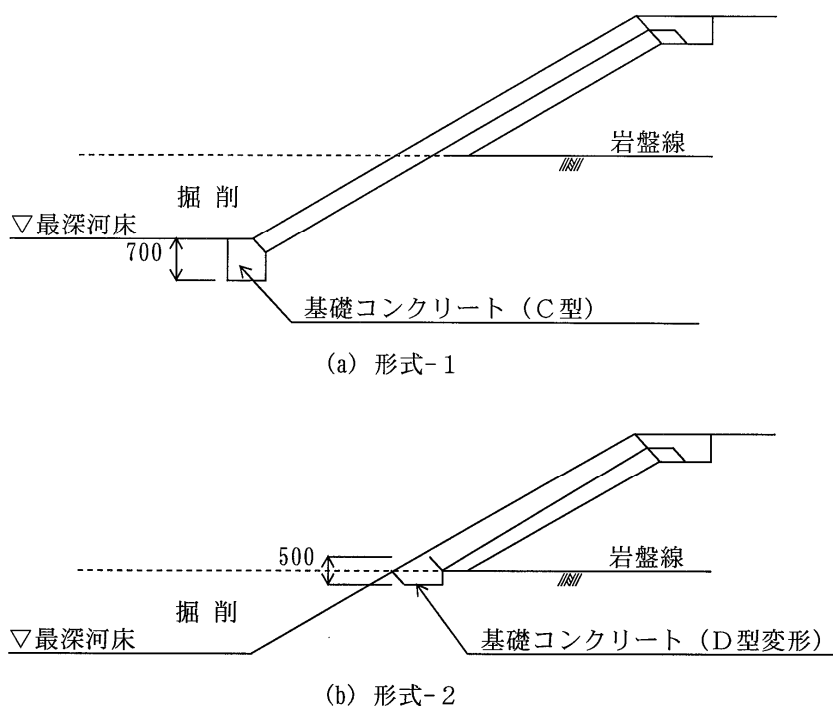


図 3-2-2 岩盤が露出した場合の構造

表 3-2-1 施工条件および岩質条件による構造形式

施工条件および岩質条件		構造形式
掘削を同時に行う場合	・岩質が「軟岩Ⅰ」の場合	形式-1
	・岩質が「軟岩Ⅱ」でもろく、ブロック張りを施工する必要がある「ある」場合	
	・岩質が「軟岩Ⅱ」で、ブロック張りを施工する必要がある「ない」場合	形式-2
掘削を行わない場合	・岩質に関係なく施工する場合	形式-2

第4節 根固め工（標準）

1. 設計の基本

根固め工は、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。根固め工は、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。

根固め工は、堤防に近傍した河岸や水衝部等、洪水時の洗掘が著しい場所において、基礎工前面の河床の洗掘を防止し基礎工の安定を図る必要がある区間に設けるものとする。

2. 構造

根固め工は、設置箇所の河道特性等に応じて適する構造とし、のり覆工同様に外力条件や河川環境に適した構造とすること。なお、河床の変動等を考慮するとともに、以下の点に留意し、基礎工全体が安全となる構造とする。

下記に示す根固め工の性能確保に加えて、魚類等の生育環境の確保や植物の育成に配慮した配置を考慮する必要がある。

- ① 流体力に耐える重量であり、護岸基礎前面に洗掘を生じさせない敷設量であること。
- ② 耐久性が大きく、河床変化に追随できる屈とう性構造であること。
- ③ 敷設天端高は、基礎工天端高と同高程度を基本とする。
- ④ 根固め工は、基礎工の前面に絶縁して設ける構造とする。

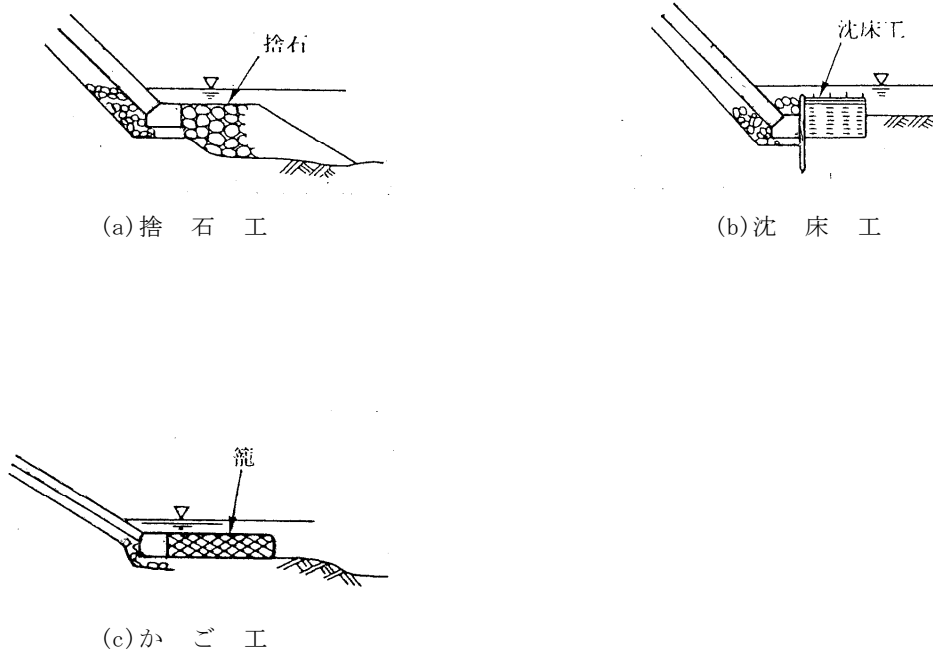


図 4-2-1 根固め工の代表的な工種

出典：[1.]

河川砂防技術基準
(案)同解説 設計編 I
4.2.3(H9.10)P36
一部加筆

出典：[2.]

河川砂防技術基準
(案)同解説 設計編 I
4.2.3(H9.10)P36
一部加筆

出典：[図 4-2-1]

改訂 護岸の力学設計
法 5-5-3
(H19.11)P105
表内の挿し絵

2-1 力学安定性の照査

根固め工については、その構造の力学的安定性ならびに敷設幅について照査する。

根固め工の破壊は、流体力により根固め工そのものが破壊する場合（重量不足）と周辺が洗掘されることにより変形する場合（敷設幅不足）がある。根固め工本体の破壊形態としては、滑動、転倒および掃流に分けることができ、その安定性について照査を行うものとする。

安定性の検討等については、「河川砂防技術基準(案)」や「改訂 護岸の力学設計法」を参考とすること。

2-2 間詰工

根固め工とのり覆工との間の間詰工は、流水の呼び込み渦流、洗掘防止に対して安全な構造とする。

間詰工の材料は、間隙を防ぎ、流出しにくいものとする。

間詰工の施工については、下図を標準とする。

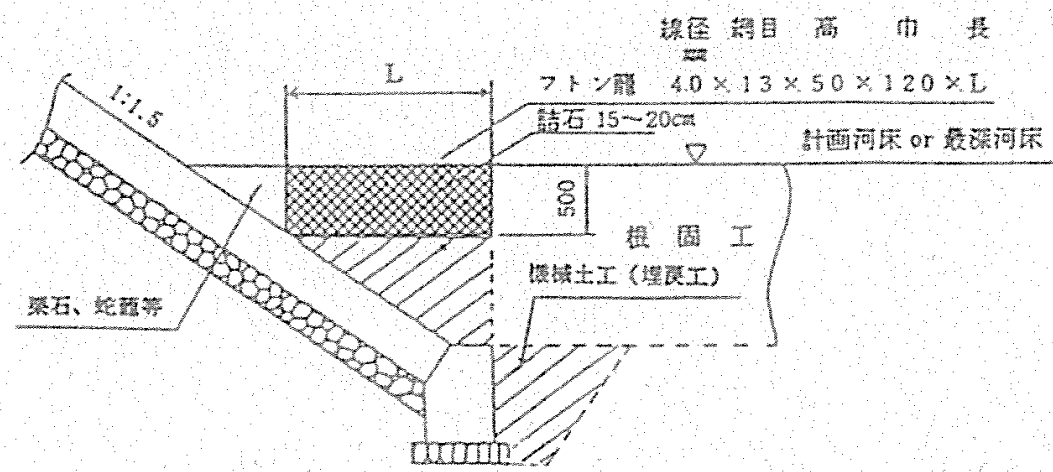


図 4-2-2 間詰工

注) フトン籠の長さ (L) は根固め工の種類により取付く長さとするよう考慮すること。

第5節 護岸付属構造物（標準）

1. 工種および構造

護岸の付属工は、のり覆工の天端、上下流の侵食防止、背後からの吸出し防止等、のり覆工周辺の保護を目的として設置されるものであり、天端工・天端保護工、目地工、小口止工、横帯工、吸出し防止材、遮水シート、すり付け工等からなる。

(1) 天端工、天端保護工

護岸天端からの洗掘を防止する必要がある場合には、天端工、天端保護工を設置するものとし、これらは流れの作用に対して安全な構造とするものとする。

流体力に対する安全性の考え方は、設置場所が平坦であることを除けば、のり覆工と同様であり、のり覆工の構造モデルを基本として、控え厚等の安定性の照査を行うものとする。

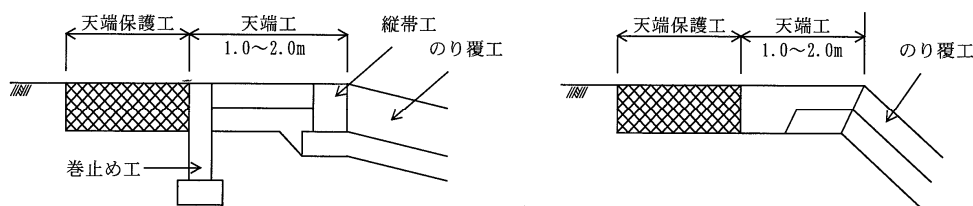


図 5-1-1 天端工の幅（設置例）

(2) 目地工

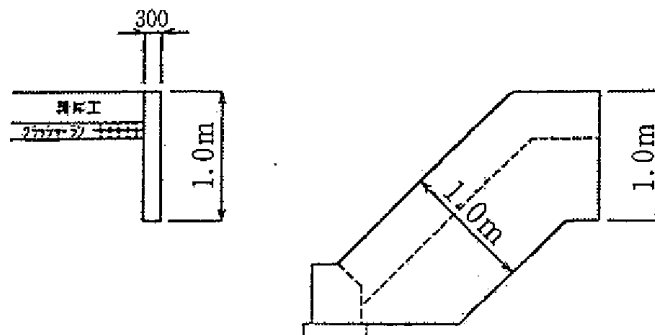
目地を必要とするのり覆工（護岸工、基礎工、天端工等）の目地間隔は、10m 程度につき 1 箇所 設けるものとする。

(3) 小口止工、横帯工

小口止工は、のり覆工の上下流端部を保護する必要がある場合に設置するものであり、護岸上下流で河岸侵食が発生しても、流れが護岸背後に回り込むことによる洗掘を防止する構造とする。

また、護岸施工区間の中間部には 50m 程度の間隔で横帯工を設け、護岸の変位・破損が他に波及しないように絶縁する。

なお、高水護岸の場合、小口止工等を深く嵌入させることは、堤体を弱体化する懸念があるため、深さの決定に際しては留意することとする。



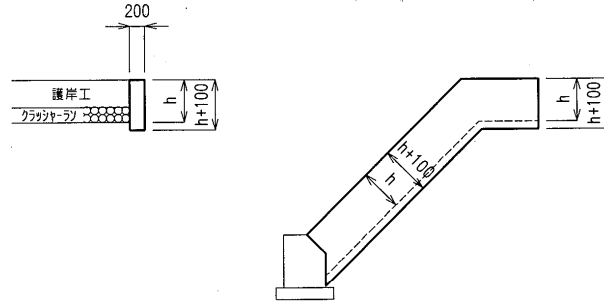
(a) 低水護岸の小口止工（コンクリートタイプ）

出典：[1.]
改訂 護岸の力学設計
法 5-3-4(1)
(H19.11)P93

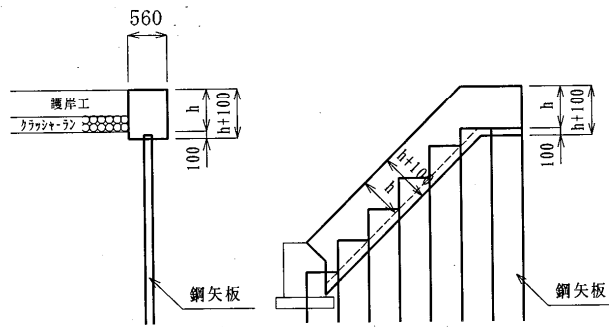
出典：[(1)]
改訂 護岸の力学設計
法 5-3-4(2)
(H19.11)P93, 94
一部加筆

出典：[(1)]
河川砂防技術基準
(案)同解説 設計編 I
4.2.4(H9.10)P37
一部加筆

出典：[(3)]
改訂 護岸の力学設計
法 5-3-4 (3)
(H19.11)P94
一部加筆



(b) 低水護岸の横帯工、高水護岸の小口止工・横帯工



(c) 低水護岸の小口止工（鋼矢板タイプ）

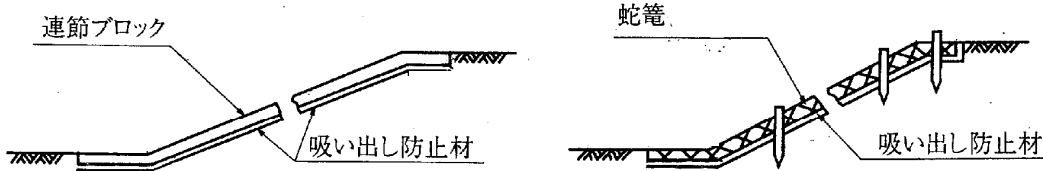
図 5-1-2 小口止・横帯工

(4) 吸出し防止材

かご系・木系・連節ブロック系等の透過性護岸は、背後の残留水や流水による背面土砂の吸出しがのり覆工の変形に結びつき、容易に破壊につながるため、これを防止するために吸出し防止材を設置する。

また、練石積み等の不透水性護岸においては、特に背後の土砂が細粒土の場合、裏込め材に細粒分が流入し、裏込め材の透過性が低下する恐れがあるので、吸出し防止材が使用される場合がある。

出典：
改訂 護岸の力学設計
法 5-3-4(5)
(H19.11)P95, 96
一部加筆



(a) 連節ブロック

(b) じゃかご

図 5-1-3 吸出し防止材の設置例

(5) 遮水シート

漏水箇所・破堤実績箇所・旧河川締切箇所の本堤部の高水護岸および本堤開削に伴う構造物周辺の高水護岸には、護岸用遮水シートを使用するものとする。ただし、胴込めコンクリートを施工する護岸には適用しない。

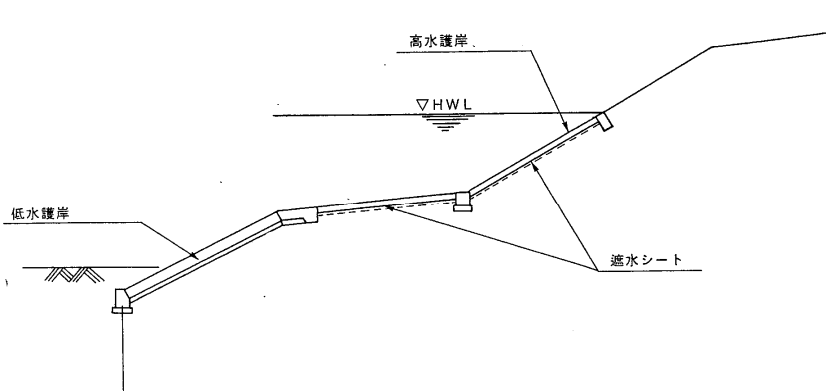
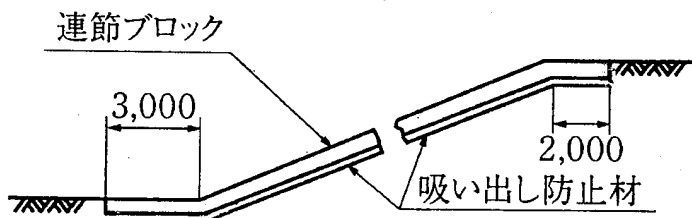


図 5-1-4 遮水シートの設置位置

(6) すり付け工

護岸には、原則として上下流端で河岸侵食が発生しても護岸本体に影響を及ぼさないようなすり付け工を設置するものとする。護岸下流部のすり付け工は、流速を緩和し下流河岸の侵食を発生しにくくする機能を有することから、屈とう性と適度な粗度を持つ構造とする。また、上流側のすり付け工は、かご系・連節ブロック等の柔構造護岸のめくれ防止工として機能することから、十分な控え厚の確保または杭による固定等、めくれに対して安全な構造とする。

なお、安定性の照査は「改訂 護岸の力学設計法」によるものとする。



(a) 連節ブロック

図 5-1-5 すり付け工の設置例

出典：〔(6)〕
河川砂防技術基準
(案)同解説 設計編 I
4.2.5(H9.10)P38
一部加筆
出典：〔(6)〕
改訂 護岸の力学設計
法 5-3-4(6)
(H19.11)P96
一部加筆

第6節 水制工（標準）

1. 基本的考え方

水制は、目的、河状および出水状況に適応した強さ、耐久力、固さ、粗度等を有し、かつできる限り構造が簡単で屈とう性のあるものが望ましい。

(1) 横 工（流水に対してその方向が直角または直角に近いもの）

- ① 水制の方向は、水制域に土砂を堆積し、越流および流下した水流を河心に向わせるとともに周辺に深掘れを生じないように定める。
- ② 水制の間隔は、水制域に土砂を堆積させ、もしくは越流または流下する水流により、河岸を侵食されないように定める。
- ③ 水制の長さおよび勾配は、その目的、川幅、上下流および対岸への影響、水制自体の安全等を考慮して定める。
- ④ 水制の幅は、水衝および周辺の洗掘に耐えうる幅とする。
- ⑤ 水制の高さは、その目的、上下流および対岸への影響、それ自体の安全等を考慮して定める。

(2) 縦 工（流水に平行に近いもの）

- ① 水制の方向は、河岸または堤脚の流勢を最も緩和するように定める。
- ② 水制の間隔は、水制を越流または流下した水流により、河岸を侵食されないように定める。

(3) 導流水制

- ① 水制の方向は、主河川の河状を漸変し先端で激変しないよう法線を定めなければならない。
- ② 水制の間隔は、水流を所定方向に導くとともに先端に向い透過度が漸増するよう定めなければならない。
- ③ 水制の長さは、先端付近の河状の変化を考慮して決定しなければならない。
- ④ 水制の高さは、施工箇所付近の河状に最も悪影響を与える支配洪水を対象として定めるものとする。なお、通常は中洪水以上の洪水に対応できる高さとする必要がある。

(4) 元付け工

水制の上・下流においては、透過流および越流に対して河岸を保護するため元付け工を設けなければならない。

(5) 間詰工

水制と元付け工との間の水流のため護岸を破壊されないよう間詰工を設ける。特に凹岸においては、破壊の傾向が著しいので特に注意を要する。

2. 工種および構造

水制の工種は、その目的によりまた河状および出水状況等により異なるものであるが、その河川の特性と既往の施工事例、研究事例等を参考として、河川環境に配慮してその箇所に適合した工種を採用するように留意するものとする。

設計にあたっては、「河川砂防技術基準(案)同解説 設計編Ⅰ 第1章第5節水制」を参考とするものとし、大規模なものの場合には、対岸または上下流への影響度を含め水理模型実験等を行う必要がある。

(1) 水制と景観

水制は護岸と異なり、水際に凸凹をつくり水際線が複雑となるとともに、景観上のアクセントとなるものであり、水制の設置にあたっては、水制の水理機能、水制設置による流水に対する変化、河床や河岸に対する影響等を十分チェックの上、景観に対する配慮をした設計をすることが望ましい。

景観のための水制設計のポイントをあげれば、以下のとおりである。

① 水制工種が設置場所の河川風景、護岸形式との調和

河川景観の構成要素として、川幅・水深、河道の平面形状、水面幅・水面の表情（水面波）、河床材料とその表層での分級状況・色調、河岸物質とその色調、河岸形状、植生配置等があり、これらは河道特性の各構成要素であり、河川景観は河道特性が総合化された姿であるといえる。したがって、周辺の景観、護岸等との調和に配慮する。

② 水制だけでなく、護岸、河岸植栽と一体化した修景

③ 既存水制の利用

既存の水制は、その河川の河道特性にマッチし、なじんだ風景となっており、貴重な風景資源となっていることが多く、河岸防御を含めて既存水制を生かすことを考慮する。

④ 水制設置後の環境変化に対する検討

水制設置後の植生変化や土砂の堆積、洗掘に関する検討を行い、無理な維持管理を行わなくてもよいようにする。

(2) 水制と生態系の保全

水制が生態系の保全・育成に役立つものとして、以下のポイントが考えられ、水制の設置にあたってはこれらの事柄を考慮に入れ河川環境の保全・創造に努めるものとする。

① 水の流れに変化を与え、流速の変化が大きいことから、水中生物に対して多様な生息環境を提供する。

② 水制周辺の洗掘部や土砂の堆積によって、河岸に変化のある微地形を形成し、①の作用と相まって水中生物に対して多様な生息環境を提供する。

③ 洪水時の魚の避難空間を提供する。

④ 土砂の堆積等によって河岸が自然河岸と同様なものと発展する可能性がある。

出典：[(1)]

護岸・水制の計画・設計 10-2-2

(H17.5)P296

一部加筆

出典：[(2)]

護岸・水制の計画・設計 9-3(1) (H17.5)P287

一部加筆