

護岸・水制・床固めの工法と設計例

はじめに

護岸、水制、床固めは築堤、掘削とともに河川工事の基本となる工種である。

したがって、これらの河川管理施設は、沿岸を洪水の氾濫から防止するための十分な機能を持つとともに、施設自体が流水によって損傷を受けないように考慮し、かつ経済的であり、維持管理も容易であるように工法を決定し、設計しなければならない。

これらの施設は流水を人為的に規制しようとするものである以上、流水の作用を受けることは当然であるが、この流水の力と性質とをうまく利用して所期の目的を果すようにすることが肝要である。

護岸、水制、床固めは、設置されるそれぞれの河川の個性に合った適切な工法をとることが必要で、河状、流量、流砂量、縦横断形状などについて検討を行なうほか、その河川および類似の河川において成功している実例を参考にして工法を決定する。

以下、護岸、水制、床固めについて、その工法と設計に当たって考慮すべき点についてのべることとする。

1. 護 岸

1-1. 護岸の機能と一般的事項

護岸は堤防を保護し、また河岸の欠壊を防止して河道を固定するために設けられる構造物であるが、河川工事の中でも比較的工費がかさむ工事であるから、その施工個所と工法の決定にあたっては、平面、縦横断形状、流量、流速のほか次の事項に留意する。

- 現在の水当りの状況および護岸設置後の水当りの変化。
- 過去ならびに将来の河床変動の傾向。
- 使用材料の入手、運搬に要する費用による経済性。
- 必要な護岸の強度と維持修繕の難易。

護岸はのり留工、のり覆工、根固め工の各部から成っており、根固め工（根固め水制）は低水護岸や水衝部の護岸で河床の洗掘のおそれがあるところに施工する。

1-2. 護岸の分類

護岸は施工する位置によって次のように分けられる。

- 堤防護岸 堤防に直接施工する護岸を堤防護岸という。
- 高水護岸 高水敷がある複断面の河道において、高水敷の高さまたは表小段以上の堤防護岸を高水護岸といふことがある。
- 低水護岸 高水敷を護るために低水路に設けられる護岸を低水護岸という。また堤防護岸のうち、表小段が広い場合に、直接低水に接する部分に設けられる護岸を低水護岸といふことがある。

また建設省の河川砂防技術基準では護岸を次の3種に分けている。

- 第1種護岸 水衝部で根固めを要する堤防護岸。
- 第2種護岸 根固めを要しない簡単な構造の堤防護岸。
- 第3種護岸 低水路護岸。

河川改修の全体計画では一般に上の分類が用いられる。

1-3. 護岸の設計諸元の決定

- (1) 施工個所と護岸の延長

護岸は一般に水当たり個所に重点的に設置するのが普通であるが、流速が3m/secを超える急流河川あるいは市街地の河川などでのりこう配が2割以下のところでは全面的に施工する。

護岸の延長は、護岸を設けることによって水衝りが下流に移動することがあるから十分な長さをとることが必要である。また下流端は被害を受けやすいので巻き止めには留意し、蛇籠などで緩衝地帯を設けることが望ましい。

また、堰、床固め、水門、樋門、樋管、および橋梁などの構造物の上下流には、相当の延長にわたって必ずH.W.L.までの護岸を設ける。大体の目安は上流については構造物の上流端から10m以上、下流については、同じく下流端から15m以上とし、かつ橋梁などでその巾が広い場合は、その巾以上とすることが望ましい。

(2) 護岸の法線

堤防護岸は問題はないが、低水護岸の法線は高水時の流れの方向を考慮して、水勢が堤防に直接ぶつからないように定めなければならない。また高水敷の保護のためにも、高水時の流心に沿わせてなるべくゆるやかなカーブとするように心がけることが大切である。

また堰などの取付け護岸の法線も、渦流や死水のできないように、十分な延長をとってスムーズに取り付けるようにする。

(3) 護岸の高さ

緩流河川ではH.W.L.-1.0mとする例が多かったが、一般に高水護岸の天端の高さは、H.W.L.とするのが普通である。

また遊水池、川巾の広いところ、河口付近などで波浪のおこるところでは堤防の天端まで護岸を張ることが望ましい。

急流河川では洪水時の流送土砂によって河床が上昇したり、あるいは河床の転石の影響で水位が変動することが考えられるので、H.W.L. + 1.0mあるいは堤防の天端まで張る例もある。

さらに狭窄部の出口、あるいは凹岸の水衝部で洪水時水位が異常に上昇するところも、その影響を考慮して十分な高さまで護岸を設置する。

(4) 護岸の根入れ

根入れの深さとしては、一般にのり留めの天端を低水位以下で、計画河床 - 50cm程度とするが、水衝部や深掘れ箇所、堰や床固めの上下流、捷水路や放水路などの護岸はさらに深く根入れをしておくことが必要である。さらに河床低下が予想される河川では、その傾向と将来の計画河床、床固めの位置などをあらかじめ想定して根入れを深くしておくことが望ましい。

(5) 護岸ののりこう配

堤防護岸は堤防の標準断面に合わせる。から石張では1.5割より緩やかにし、練石張でも1.5割より急にしないことが望ましい。

(6) 護岸の粗度

護岸は堤防や河岸の保護を目的とするので護岸の近くの流速をなるべく小さくしなければならない。また流速が速いと裏の土砂が吸い出されて破壊の原因となる。したがって、護岸の表面はなるべく粗になるように心がけ、コンクリート張り、アスファルト張り、の護岸では棧を設けたり、埋石をして粗度をつけるようにする。

(7) のり覆の工法の決定

のり覆工は護岸の費用の大部分を占めるので、工法の決定にあたっては現場の付近で入手できる材料をできるだけ利用するように配慮することが大切である。急流河川では玉石の練積が多く用いられるし、砂利、砂が豊富にあるところではのり枠、コンクリートブロック張が経済的である。

1-4. のり留工

護岸ののり留工はのり覆から伝わる力を十分支える強度をもつものでなければならない。護岸の破壊はのり留工から起こることが多いので基礎の土質と支持力に合ったものとする。基礎の土質が岩盤や砂利の場合はコンクリート土台が用いられ、砂、真土、粘土のときは、一本土台、留めぐい一本土台、片はしご土台、留めぐい片はしご土台、はしご土台、留めぐいはしご土台、詰杭、くい打ちコンクリート土台などが用いられる。

また深掘れしてのり留工の施工がむずかしいときは、捨石や沈床をおきのり留めとしたり、コンクリート矢板の上に枕コンクリートを打ちのり留めとすることもあ

る。
のり留工に丸太などの木材を用いるときは、木材の部分がつねに水中にあるようにしなければならない。水中にある松丸太はほとんど永久的に腐らないとされている。近年ダムの建設、砂利採取、捷水路の開削による河床の低下が問題となっているが、河床が下がってもり留めが浮き上がらないように将来の河床の低下をも予想して十分深く根入れを行なうことが必要である。特に捷水路、放水路では河床の土が軟かく、河床材料が入れ換わるまでの間に一時的に深掘れすることがあるから注意を要する。

最近ではコンクリート製品の発達によってコンクリートパイル、コンクリート矢板も多く用いられるが、コンクリート矢板を用いるときは、前面が深掘れしやすく、そのために土圧やのり覆の重さを支えられなくなり、傾斜して護岸の破壊の原因となるから、十分根固めを行なわなければならない。またのり留工と根固工とは必ずず絶縁し、根固めの変位がのり留工に影響を及ぼさないようにしなければならない。

1-5. のり覆工

のり覆は堤防や海岸ののり面を保護するもので、芝付け、のりしがら工、石積・石張工、コンクリートののり覆工のほか、近年はコンクリート法枠工、コンクリートブロック工が広く用いられ、またアスファルトののり覆工も施工されている。のり覆工は堤防や河岸の近くの流速を小さくするために、粗度を大きくすることを考慮しなければならない。

(1) のりしがら工 (のり柵工)

そででしがらを組み、その中に栗石、玉石を詰めるもので、粗度が大きく、工費も低廉なので、緩流河川などで広く用いられたが、近年は少なくなっている。

(2) 籠 工

竹、柳、鉄線などで籠をあみ、栗石、玉石を詰めて法面を保護するものを籠工という。

この工法は粗度が大きく屈撓性に富み、作業が容易で熟練技術を要しない利点があるが耐久性に乏しい。河川の災害復旧などの応急工事、仮工事には現在でも広く用いられている。

(3) 石積・石張工

のり覆工として従来最も広く用いられてきた工法で、普通1割より急なものを石積、緩いものを石張といい、石積は土圧、水圧に耐える構造である。石積、石張はさらに次のように分けられる。

- 積み方による名称 積み方には谷積と布積とがあるが、河川工事では谷積として石の噛み合せをよくすることが必要である。
- 材料による名称 材料によって間知石積、割石張、雑割石張、玉石張、野面石張などがあり、施工個所の重要性、材料の入手の難易、費用などから材料を定める。間知石積は最も完全な工法で、構造物の取り付け個所や、特殊堤の護岸などに用いられる。急流河川では河道にある玉石、野面石を用いて表裏の全のり面に施工されることもある。

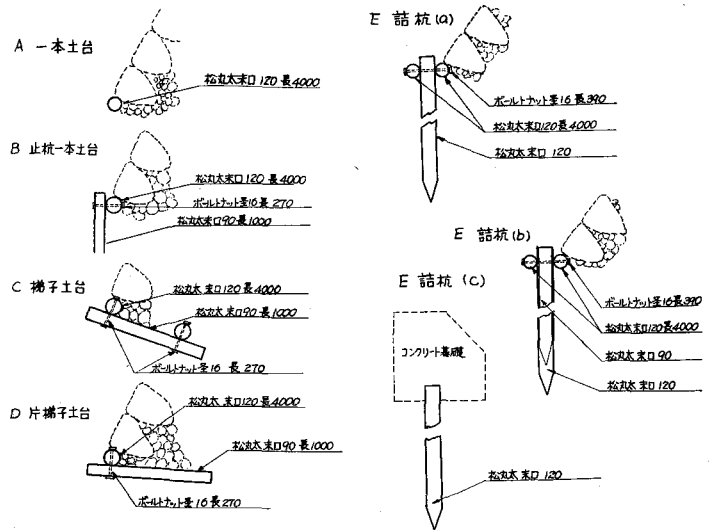
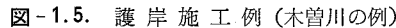


図-1.1. のり留め工



石積の施工にあたっては、図-1.2のような施工上の欠点がないように注意する。

水勢がかなり強いところや高潮堤ではコンクリート張工が用いられる。温度変化による亀裂を防止するため10m毎に伸縮継手を設け、かつ表面の粗度を増すために横断方向に棧を設けたり、玉石を埋め込むことがある。

コンクリートのり枠工は、場所打ちまたはコンクリートブロックで1.0～2.0mの格子枠または横断方向に2m間隔程度のコンクリートの枠を作り、その間に貧配合のコンクリートを打設し、または栗石、玉石を詰めるもので、施工が容易で熟練を要しない利点があり、粗度も大きく、補修も割合簡単なので、近年多く用いられている。格子枠の場合、横の桟の上に水がたまらないように施工するのが望ましい。

石材より安価にどこでも入手でき、かつ張立てに熟練を要しないので、河川工事で特に一般に用いられるようになった。ブロックとしては必要な強さと粗度をもつものを用いる。波の力が働らくところでは、控があり、ブロックの噛み合せが強固なものでなければ使用してはならない。

アスファルトのり覆工は堤防によくなじみ、不透水性なのでのり覆としては適しているが、こう配がきついと十分な輾圧ができないことと、老化現象についての耐久性の点で問題がある。施工にあたってはあらかじめ葦などの草根を完全に除去し、除草剤を散布しておき、輾圧は特に入念に施工し、所定の密度が得られるようにしなければならない。

根固めは護岸ののり留工の前に施工して、前面の洗掘に対処するものである。したがって、根固めは洗掘を防ぐとともに河床の変化になじんでいくことが大切である。

- 5 -

Technical drawing of a cross-section of a drainage structure. The drawing shows a grid of square openings (0.5m x 0.5m) with a central circular manhole (1.0m diameter). The structure is supported by a concrete base (1.0m thick). A sloped channel (1:2.0) leads from the base to a collection tank (3.3m x 1.3m). The collection tank has a sloped bottom (1:2.0) and a vertical outlet (1.0m). The outlet is connected to a main drainage pipe (1.0m diameter). The drawing includes dimensions for the grid, base, channel, and collection tank.

図-1.7. 護岸および根固め施工例(天竜川上流)

(1) 捨石

捨石は最も一般的な工法で、流速によって移動しない大きさのものを使用する。一般に50～100kg内外のものが多く、河口では200kg前後のものが用いられる。河床材料が細かいときは捨石がもぐってしまうので敷そだを行ったり、そだ単床を入れて、その上に捨石を施工する。

(2) 沈床

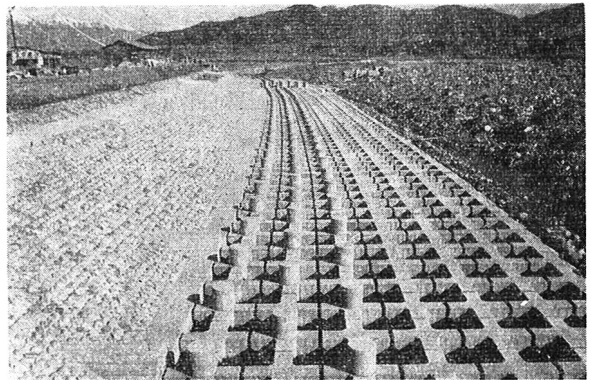
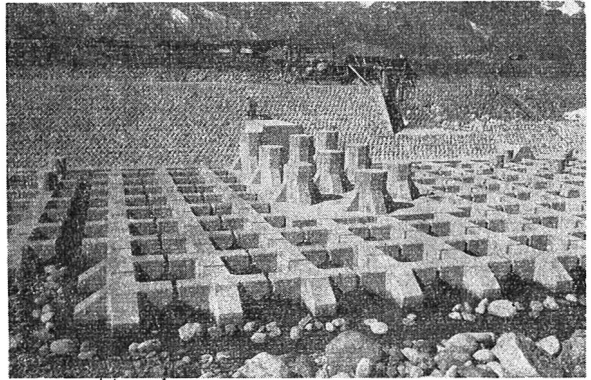
緩流河川ではそだ沈床が広く用いられ、急流河川では木工沈床、改良木床が用いられる。

(3) コンクリート根固め工

いろいろ工夫が行なわれており、十字ブロック、カーテンブロック、H型ブロック、I型ブロックなど多くの種類がある。河床の粒度が小さいときは敷そだ、そだ単床を入れることがある。

(4) テトラポット、コンクリートブロック

テトラポットは噛み合せがよいので河口部や急流河川の深掘れ個所に用いられるが、単価が高くなるのが欠点である。コンクリートブロックには、六脚ブロック、中空三角ブロックなどがあり、捨石と同様に使われる。



天竜川上流護岸・根固め

2. 水 制

2-1. 水制の機能と一般的事項

水制は常水路を固定するために設けられるものと、堤防、護岸を直接保護するために設けられるものとに分けられる。後者は一般に根固め水制といわれる。

水制はその目的、河状および出水状況に適応した強さ、耐久力、固さ、粗度を有しかつできるだけ構造が簡単でたわみ性のあるものが望ましい。

水制の計画をたてる場合は、平面、縦横断形状、流量、流速、河床の材料と河床変動の傾向などのほか、次の諸点に留意する。

- a. 水制の工法は、河状により決められるので、その河川のもつ荒さ、その河川で従来行なわれてきた水制の破損状況、類似性をもつ他の河川での実例などを考慮し、さらに経済的に施工するため、現地で入手しやすい材料との関係を考慮して決定する。
- b. 現状の河状が広すぎて乱流している河川の常水路をある程度規制しようという場合は、次の水衝部に流水を導くために、ある程度長い水制を必要とする。しかし長すぎると維持が困難となるから注意を要する。
- c. 現在の水衝部を保護する目的で設ける場合は、長大水制を出すと対岸に新しい水当りを生ずるから、根固め水制的なものを設けるのが良い。
- d. 低水路が狭い河川、または堤防間隔が狭い河川では、根固め水制を除いて水制計画は好ましくない。
- e. 緩流河川で水深維持または低水路固定のため水制を設けることがあるが、高水流量の流下能力の検討は勿論、高水敷の維持のため、低水路の流下能力、法線について十分考慮を払わなくてはならない。

2-2. 水制の分類

水制はその構造により次のように分けられる。

- a. 透過水制 水制の構造の中を流水が透過するもので、水制付近で流水の流速をおとして土砂を沈澱させ、洲をつけて護岸や河岸を保護する。緩流河川に設けられる。
- b. 不透過水制 完全に水をはね、その上を流水が越流するもので、流水の乱れが大きく、水制の上下流、あるいは前面に深掘れがおこる。

また水制の方向により、横工、縦工とよばれることがある。横工は流水に対して直角に近く設けられる水制で、縦工と合せてT字型に作られたとき幹部水制ともいわれる。縦工は流水に平行に設けられるもので、幹部水制に対して頭部水制ともいわれる。

建設省の河川砂防技術基準では、水制を機能および構造上から次の3種に分けている。

- a. 第1種水制 不透過水制
- b. 第2種水制 わく類以上の水制
- c. 第3種水制 それ以下の簡単な水制

2-3. 水制の設計諸元の決定

(1) 水制の方向

水制の方向は、水制域に土砂を堆積し、越流および流過した水流を河心に向わせると同時に、水制の周辺に深掘れを生じないように定めなければならない。

一般に上向き水制は水流を河心に向ける働きがあり、河岸近くに堆積を生じやすいので最も好ましいとされている。角度は普通直線部で $10^{\circ}\sim 15^{\circ}$ 、凹岸で $5^{\circ}\sim 10^{\circ}$ 、凸岸で 10° 程度である。

根固め水制などの短かい水制では直角に出されることが多い。また水制高を高くする必要があるときは、下向きまたは直角の非越流水制とする必要がある。

両岸に水制を設置する場合は、相対する水制の延長線が河心で会うようにするのがよいとされている。

(2) 水制の間隔

水制の間隔は水制域に土砂を堆積させ、または越流あるいは流過する水流によって河岸が浸食されないように定めなければならない。

水制の間隔は水制の構造、透過度、形状寸法、河巾、流勢、水流の方向、河床の状況、河川のこう配、水制の設置目的などによって決めるが、大体の目安としては、直線部で水制長の2.5～3倍、凹岸部はそれよりも短かく、凸岸部は長くとるようにする。急流河川ではこれより短かくとるのが普通である。

(3) 水制の法線

緩流河川の水制群の頭部は一定の法線に沿ってそろえなければならない。

(4) 水制の長さとし

水制の長さは、目的、川巾、上下流および対岸への影響、水制自体の安全などを考慮して定める。低水路固定のための水制は長く、堤防や河岸を保護する目的のものは短い。水制の長さに最も関係するのは川巾で、水制が長すぎると上下流や対岸に思わぬ災害を与えたり、水制自体の維持が困難となる。また短かすぎると水制の効果が現われない。急流部では上下流、対岸への影響が大きいため、透過度の高い短かい水制がよく用いられる。

水制は水流の激衝をうけるばかりでなく周辺を洗掘され転倒流失しやすいので、洗掘作用の盛んな個所、またはたわみ性の少ない工法の水制は幅員を広くとるのが望ましい。

(5) 水制の高さ

水制は目的が達成される範囲でなるべく低く設置するのが原則であるが、低すぎると水制域における土砂堆積が十分でなくなる。一方高すぎると先端に深掘れを生じて水制自体の破壊を招くばかりでなく、対岸の水衝が強くなり、災害の原因となるから、対象水位、透過度などを考慮して選定する。急流河川の透過水制では元付けを高く、先端に向かってこう配をつけて下げていく例が多い。

2-4. 水制の工法

(1) くい出し水制

くいを1.0～1.2m程度の間隔に2列以上打ち込んだもので、緩流河川に多く用いられている。くいのみでは河床が洗掘されるので、そだ沈床、そだ単床、捨石、蛇籠などをあわせて施工するのが普通である。

くいはまた布木、貫木で縦横あるいは斜に連結することもあり、近年は耐久性をもたせるためにコンクリート杭が用いられることが多い。

くい出し水制では各くいの受ける流水抵抗がなるべく均等になるように配列するとともに、各くいが流水抵抗および洗掘に対して十分耐えるように設計する。

(2) 沈床水制

沈床は、堰や床固めの水叩きとして用いられる以外に、根固め工、根固め水制として、また単独に水制として用いられる。

沈床としては、そだ沈床、そだ単床、木工沈床、コンクリート方格改良木床などがある。

a. そだ沈床 そだ沈床は大小河川の別なく、横工や並行工、根固め工に用いられ、中流部、緩流部に最も適した工法である。そだ沈床の層数は水深に応じて定め、重ねる場合には段引きしなければならない。

そだ沈床は、連柴、敷そだ、柵、沈石、目詰砂でできている。その施工順序は、連柴で河心の方向と下流に向けて約1m間隔に格子を組み、この上に敷そだを15cmほどの厚さで柵を流心方向、流れの方向、さらに流心方向と三層に敷き、その上に同様に連柴格子をのせて下の格子と緊結し、さらに連柴格子の上にくい木をうち、そだで柵を組む。これを所定の位置において沈石を入れて沈め、砂を目つぶしに入れて仕上げる。仕上りの高さは約90cmである。

そだ単床はそだ沈床を簡単にしたもので連柴格子の上に敷そだを1～2層敷き、上格子を省略して柵をかき、沈めるものである。そだ単床の高さは約60cmとなる。

b. 木工沈床、改良木床 急流河川ではそだ沈床が軽すぎて流失し易いので木工沈床が用いられる。木工沈床は割合撓屈性にかけ、詰石の脱落も多く、水中から出入りする部分の方格材の腐朽もあり、耐久度の低い欠点がある。したがって水から露出する部分のわく材、あるいはわく材の全部を鉄筋コンクリートで作った改良木床も多く用いられている。また詰石をコンクリートブロックに変えたり、撓屈性を増すために、部材を円柱としたり、ボルトを水平に使ったり、ボルト穴を大きくするなどの工夫が行なわれている。

上置用にコンクリートブロックを使うときは、柱石を作って平滑性を防ぐとともに方格材の保護をはかることもある。

木工沈床では詰石が脱出しないように特に配慮しなければならない。

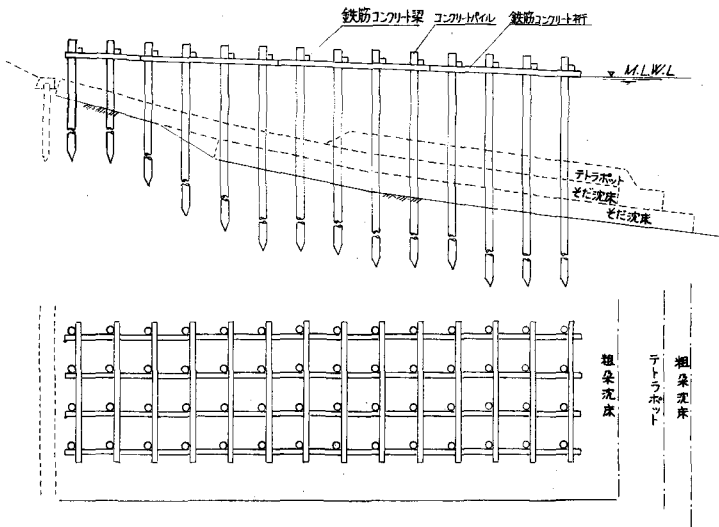


図-2.1. くい出し水制(阿武隈川の例)

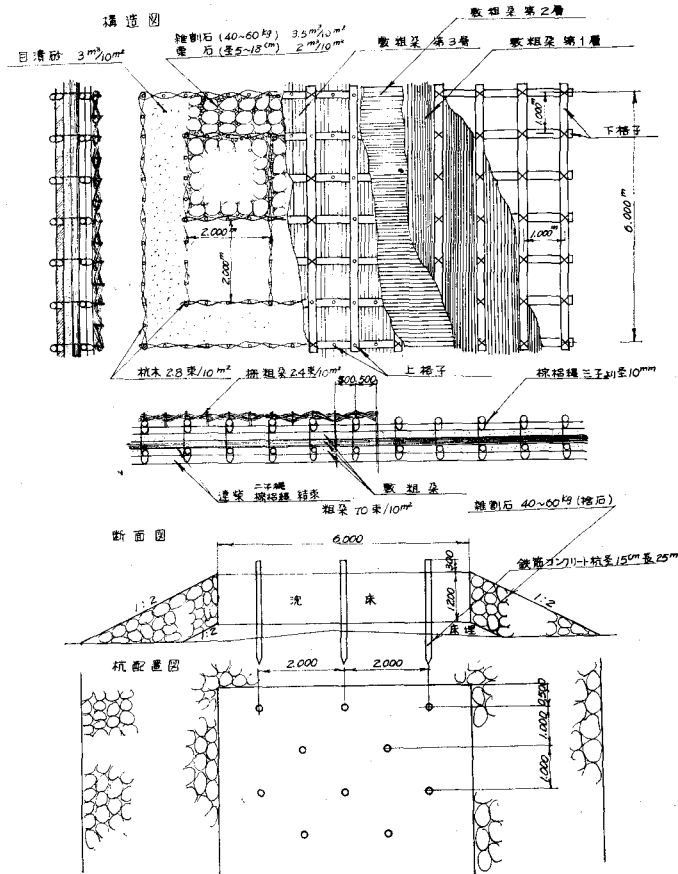


図-2.2. 沈床水制

(3) コンクリート水制

コンクリートは形状、大きさが自由に作れるので、その河川の水制の目的に合うようにいろいろ工夫されている。特に急流河川では、ピストル水制などが多く施工されている。

コンクリート水制は透過度を任意に変えることができる長所があるが、一方コンクリートのブロック自体の不透過性のため、大きな水衝をうけるので、他の水制に比して周辺の洗掘が大きい。このため、根固めを十分施工する。コンクリートブロックを用いるときはブロック相互をよく連結することが必要である。

コンクリート水制は形状の選択が容易であるから、下部から上部へ、また根元から先端へ向ってブロックの間隔、形状を変え、透過度を漸変し、洪水の大小にかかわらず、同じような水制効果を発揮するようにすることが必要である。また大きなものでは玉石コンクリートとして工費の節約をはかる。

(4) 牛およびわく

牛工、およびわく工はいずれも古くから施工されている工法で、その種類も非常に多い。

近年は部材としてコンクリートが用いられて、耐久度、強度が大きくなっている。

2-5. 元付け工

水制の元付け付近は越流する流水によって災害をうけやすいので、上下流に15mくらいずつ護岸や根固めを施工する。

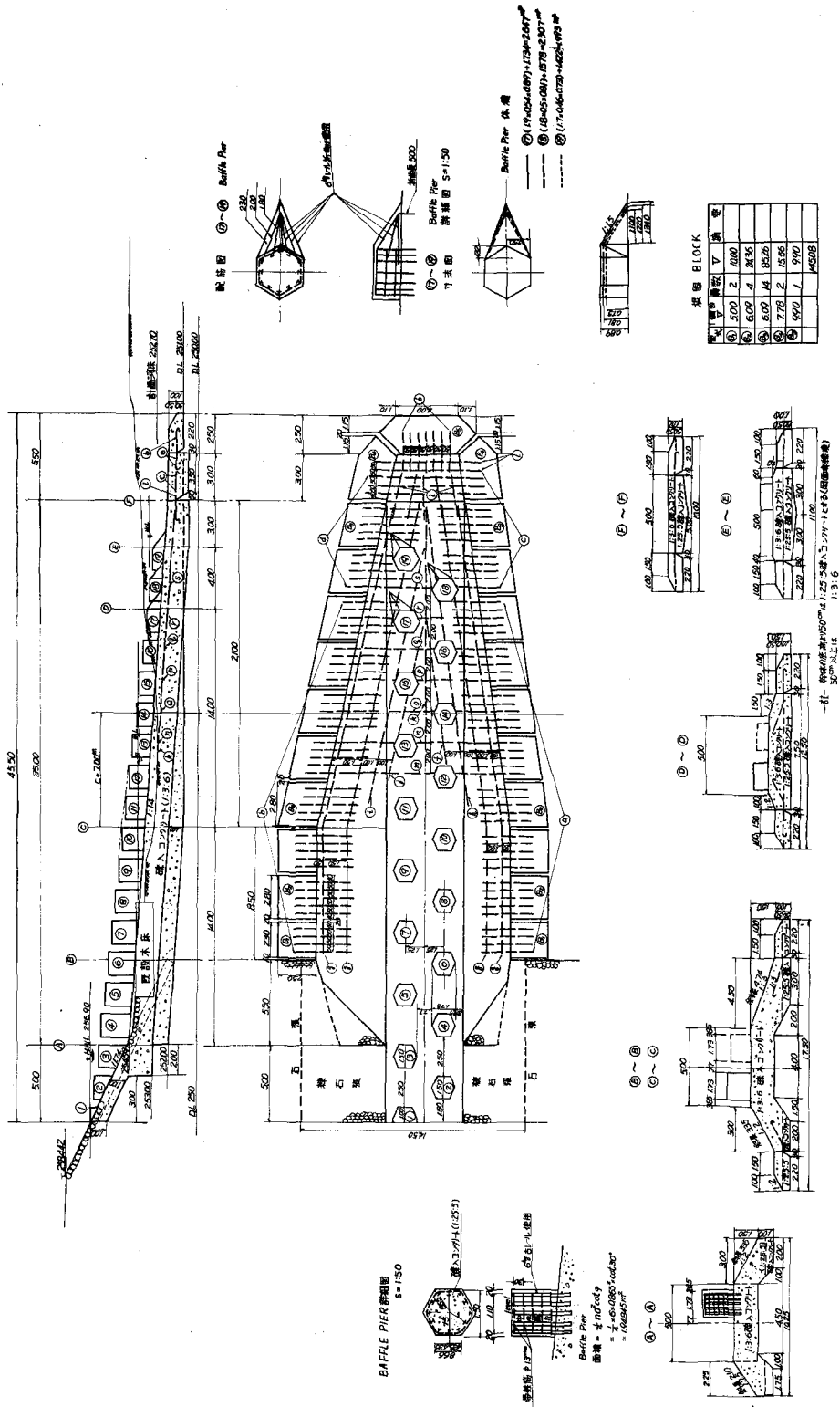


図-2.3. コンクリート水制 (阿賀野川の例)

3. 床 固 め

3-1. 床固めの機能と一般的事項

床固めは河川を横断して設けられる工作物で、河道における計画縦横断形状を維持するために設けられる。日本においては、これまで工事の経済性と河川の利用の状況から河床を固定し、築堤方式による高水防禦工事を実施してきたが、特に天井川では積極的に河床を下げるのが望ましいので、将来のその川の姿を十分考慮して床固めの計画をすることが望まれる。床固めの機能としては次の3つがある。

- a. 河床こう配を緩和する。
- b. 河床の洗掘を防止する。
- c. 乱流を防止し、流向を定める。

aは急激河川などにおいて階段的に床固めを設けて河床こう配を緩和する場合で、縦断形状を考慮して数、間隔、高さを決める。一般に落差工といわれるものである。

bは新しく捷水路、放水路を開削する場合などで河床こう配が急となり、河床洗掘のおそれがある場合、これを防止するため現河床を計画河床に合わせて施工するものである。河床低下の防止のために施工するものでは、落差のつくことを考慮して設計する必要がある。一般に緩流河川では自然のまま河床を安定させ床固めを作らない方が望ましく、人為的に河床を維持しようとすれば、上下流が深掘れしてきて維持が困難となるから、設置の可否は、河状、河床材料、流送土砂量をよく検討して定めることが必要である。

捷水路、放水路を開削したときは、河床材料が入れ変わるまで深掘れが起りやすいが、護岸の根入れを深くしておき、様子をみながら床固めを入れていくことが望ましい。

cの場合は床固め工の平面、縦横断形状をよく検討して定めないと目的を果し得ないから注意を要する。

床固めの設計に際して考慮すべき事項を明らかにするために必要な資料としては次のようなものがある。

(1) 地 形

平面図、縦横断形状

(2) 水理資料

イ. 高水流量、高水位、水面こう配、流速、水深（主として河道を支配するもの）

ロ. 計画高水流量、計画高水位

ハ. 低水流量、渇水流量、平均水位、平均低水位、渇水位

(3) 河床変動

イ. 経年的な平均河床高、最深河床高、河積の変動量

ロ. 河床の土質ならびに粒度

ハ. 流送土砂量

ニ. 掃流力

以上の資料から平衡河床こう配線を推定し、床固めの高さ、位置を決定する。また河床の洗掘状況を調べて最大洗掘深を推定し、安定計算の資料とする。

床固めの設計では、特に床固めの上下流の水位差により本体の下の方の土砂粒子が移動しないよう十分根入れを行なうことと、下流部の河床が洗掘されないよう十分な水叩き、河床保護工を行なう点に留意しなければならない。

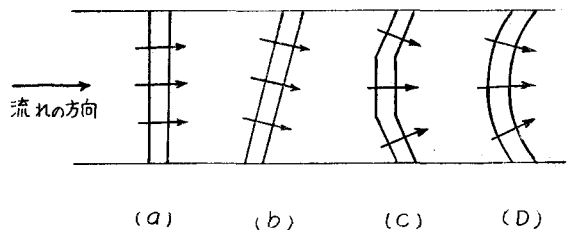


図-3.1. 床固めの平面形状

3-2. 床固めの設計諸元の決定

(1) 平面形状

床固めの平面形状は図-3.1のように4つの形があるが、直線形で下流の高水法線に直角に設けられるが(a)水理的にも、河床の維持の点でも優れており、工費も比較的安いので最も適切な形である。

(b)は床固めをこえた流水が堤防に当たり、危険であるばかりでなく、さらに下流の反対側に水当たりを作ってゆくので、好ましくない。乱流を防止するため(c)、(d)の形が作られたこともあるが、治水上も、維持上も好ましくないので近年はあまり用いられない。

(2) 高さ

床固めの高さはその河川の平衡河床から決められた計画河床に基づいて決定される。高さを高くすれば数を減ずることができるが、本体、基礎および特に水叩きの工事費が増大するのみならず、維持が困難になる例が多いので河状、流量、流送土砂量、工費、維持の難易などを十分検討して高さを決める。普通河川工事の床固め工として用いられるものは、河床からの高さが1m以下で、50cm程度のものが多い。

河床低下を防止するための床固めのでんば高は、現河床程度とする。

急流河川で連続して床固めを設ける場合はでんばの高さは上流の床固めの基礎の高さとするかそれよりやや高くする。

また高い床固めは上流の排水を不良にし、内水被害を増大させるから、堤内地盤高、排水系統を十分調査しておくことが必要である。

(3) 床固めの長さ

床固めの長さは全河巾にとり、なお堤防の表のり肩、あるいは表小段ののり肩の線まで入れることが望ましい。大河川で低水路のみに施工するときは取付部から洗掘崩壊が起らないよう上下流の護岸の設計は特に注意が必要である。

(4) 床固めの断面形

床固めの断面形は、床固めの種類および高さ、河川の規模および河床の地質などを考慮して決定する。コンクリート造および石造のものでは、でんば巾は最小限1mを必要とし、上下流面に適当なこう配をつける。河川工事では上流面が直で下流面にこう配をつけるのが普通である。また揚圧力に対する安全性も考慮しなければならない。

(5) 基礎工と遮水工

永久構造の床固めでは沈下、洗掘、滑動、転倒などに対して安全であるよう十分な基礎工を施工する。一般に古い基礎が使われる。

遮水壁は上下流の水位差による渗透流動水による流速で、地盤の最小土粒子が移動しないよう十分な長さをとらなければならない。渗透水の流速 v は上下流の水位差を H とすれば

$$v = KH/l_0$$

K : 係数

l_0 : 浸透経路長

この流速 v は土質によって異なるが普通 1mm/sec 以下であれば差し支えないとされている。

Bligh および Lane は経験上、 $C = l_0/H$ の値が表3.1の値より大であれば安全であるとしている。この場合 図-3.2 において

Bligh によると $C = (\Sigma L + \Sigma l)/H$

Lane によると $C_w = (1/3\Sigma L + \Sigma l)/H$

である。

Σl の値は矢板の間隔が相当離れている場合 ($L_1 < L_2 + l_3$) には

$$\Sigma l = l_1 + l_2 + l_3 + l_4$$

と考えられるが、矢板の間隔が狭い場合 ($L_1 < L_2 + l_3$) には

$$\Sigma l = l_1 + l_4$$

と考えた方がよい。

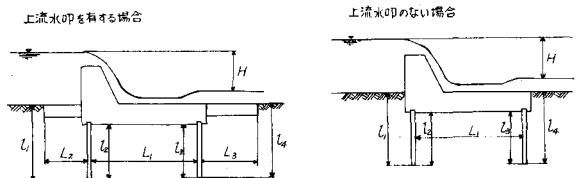


図-3.2. 渗透経路長の計算

水叩きは床固め下流の洗掘を防ぎ、本体の安全を保つのに必要な構造と長さをもつようにする。

水叩きの構造はできるだけ流勢をそぐ摩擦式のものとし、鉄線かご、木工沈床、改良木床、そだ沈床、コンクリートブロックなどのたみわ性に富む工法を単独または併用して用いたり、あるいは水叩き面をコンクリートまたは石張りの平面とし、その下流側にさらに水叩き根固め工としてこれらの沈床などを設ける工法も使用される。

水叩き工の長さは、河川の大小、水深、河床こう配、および河床の土質等によって異なるが、いかなる流量の場合でも水叩きの範囲内で跳水をおこし、河床の洗掘が起きないように決めなければならない。

(7) 取付け護岸

床固めの取付け部は弱点となるので、上下流には強固な護岸を施工しなければならない。

特に下流側は水たたき以上に護岸をのばし、護岸の基礎は床固め本体の下部まで下げることが必要である。

3-3. 床固めの工法

床固めは設置される目的、河状、流量、落差、河床材料、掃流力、縦横断形状によって、適した工法をとらなければならない。普通本体には、コンクリート工、練り(空)石張工、方格わく工、沈床工などが用いられるが、いずれの場合も特に滲透による土砂の移動を防ぐための矢板遮水壁および下流側の洗掘防止のための水叩き工に対する配慮が必要である。

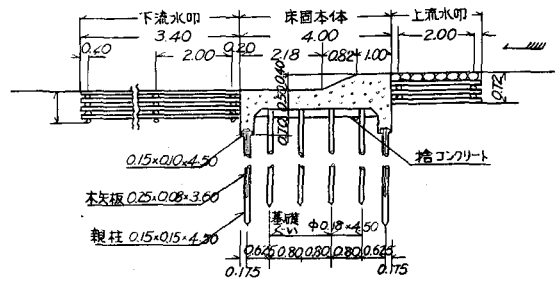


図-3.3. 床固めの設計例(a)

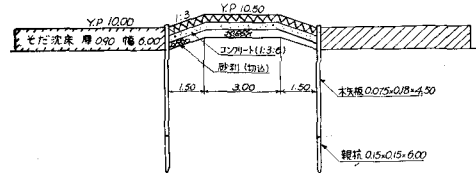
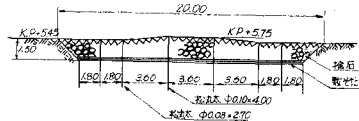


図-3.3. 床固めの設計例(b)

表-3.1 クリープ^o比の値

基礎の構成材料	C	Cw	基礎の構成材料	C	Cw
シルト	18	8.5	中砂利	—	3.5
細砂	15	7.0	砂と砂利の混合物	9	—
中砂	—	6.0	栗石を含む粗砂利	4~6	3.0
粗砂	12	5.0	栗石と砂利を少し含む石	—	2.5
細砂利	—	4.0			

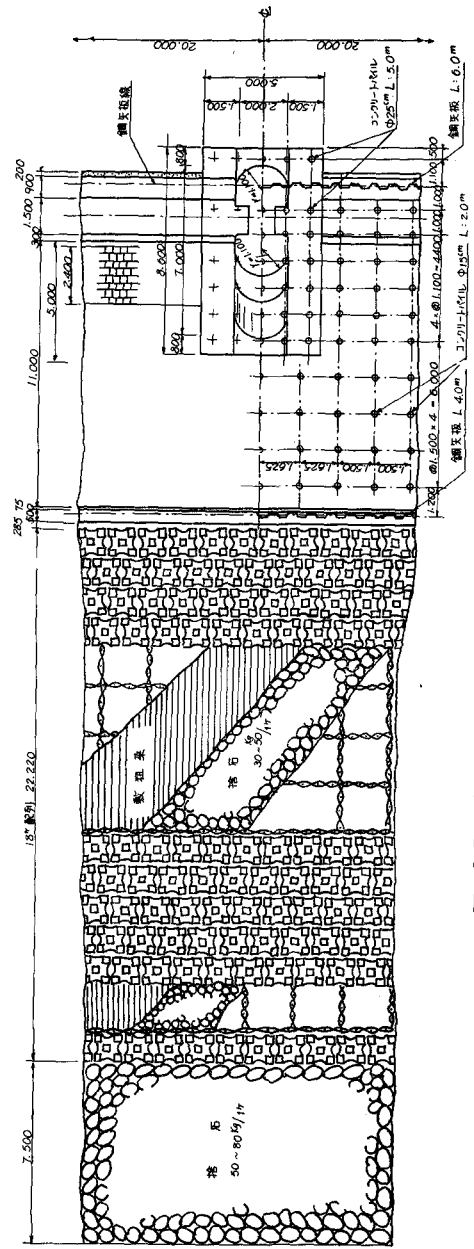
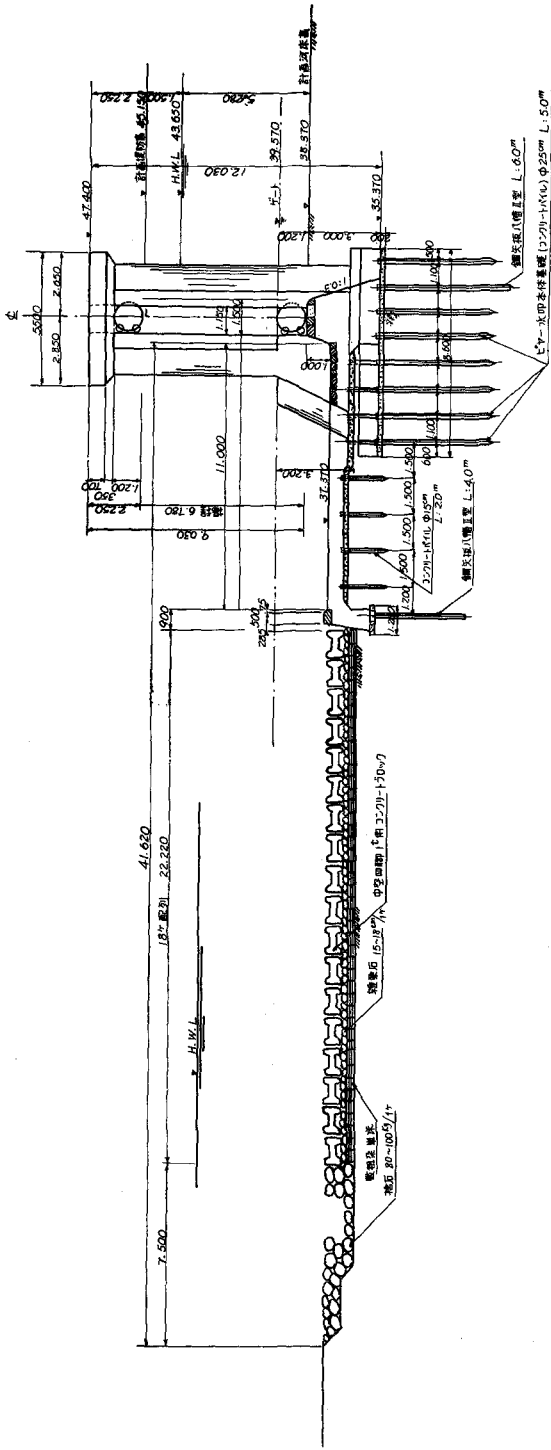


図 - 3.5. 床 固 め (取水堰兼用) 施 工 例 (大和川排水路)