

# 設 計 便 覧 (案)

## 第 2 編 河川編

近 畿 地 方 整 備 局

## 第 2 編 河 川 編 目 次

### (総 目 次)

第 1 章 総 則 .....	総 則	1
第 2 章 堤 防 .....	堤 防	1
第 3 章 護 岸 .....	護 岸	1
第 4 章 床 止 め .....	床 止 め	1
第 5 章 堰 .....	堰	1
第 6 章 樋 門 .....	樋 門	1
第 7 章 水 門 .....	水 門	1
第 8 章 排水機場 .....	排水機場	1
第 9 章 取水施設 .....	取水施設	1
第 10 章 伏せ越し .....	伏せ越し	1
第 11 章 水 路 .....	水 路	1
第 12 章 トンネル河川 .....	トンネル河川	1
第 13 章 海 岸 .....	海 岸	1
第 14 章 砂 防 .....	砂 防	1
第 15 章 地すべり .....	地すべり	1

## 土木構造物設計にあたっての基本的な考え方について

### ■はじめに

- 厳しい財政事情が続く中、地域の実情に応じた適切な土木構造物とするなど公共工事のコスト縮減を進め、限られた予算で、効率的な執行により、着実に必要な社会資本整備を進めることが求められている。
- また、老朽化する社会資本が急増する中、国民の安全安心へのニーズや将来の維持管理・更新費が増大することへの対応が求められており、計画段階から維持管理の確実性及び容易さを考慮することが重要である。
- さらに、民間企業による品質の向上やコスト縮減に向けた技術革新（新技術）が進展しており、積極的な活用が必要である。
- 一方で、行き過ぎたコスト縮減は品質の低下（安全性）、サービス水準の低下、維持管理の確実性及び容易さでの問題を招くおそれがある。
- 上記については、すでに個々に実施して一定の成果を上げているものの、今後、さらなる財源の制約から、計画段階から建設費のみならず管理・災害まで考えた、生涯にわたるコスト縮減等の抜本的な取り組みが求められている。

以上の背景から、品質を確保しつつ、維持管理を踏まえたライフサイクルコストの縮減について積極的に取り組むものとする。

### ■基本的な考え方

コストと品質の観点から、良質な社会資本を効率的に整備・維持することを目指しており、施策の実施にあたっては、社会資本が本来備えるべき供用性、利便性、安全性、耐久性、環境保全、省資源、美観等の所要の基本性能・品質の確保を図ることとする。

以下、基本的な考え方を示す。

- |  |
|--|
| <ol style="list-style-type: none"><li>① <u>コスト縮減を考慮しつつ品質を確保した設計とする</u>。</li><li>② <u>サービス水準、維持管理の確実性及び容易さを考慮した設計とする</u>。</li><li>③ <u>地域特性、現場状況を考慮した設計とする</u>。</li><li>④ <u>新技術・新工法・新材料を活用するための検討を行うものとする</u>。</li></ol> |
|--|

## 設計便覧（案）利用上の留意事項について

### ■設計便覧（案）の取り扱い上の留意事項

設計便覧（案）の利用にあたっては、各章節において「標準」、「参考」、「資料」と区分して記載しているが、これは便覧（案）を活用するにあたって、その取り扱いを明確にするために下記主旨により各編・各節に付記している。

「標準」：地方整備局として優先して統一運用すべき事項である。従って、複数記述のあるものは、地域特性等を勘案して選定するものとし、特別の理由のない限り、この新設計便覧（案）によって運用していただきたい事項である。

「参考」：過去の実施事例、他の文献より記述しているものであるが、当該地域の施工条件、地域特性等を加味し、弾力的に運用していただきたい事項である。

「資料」：内容については、今後さらに検討を要するものであり、運用にあたっては、十分検討の上実施されたい事項である。

### ■道路橋示方書の改訂に関して

道路橋示方書・同解説（H24.4以降に改訂版発刊予定）の改訂内容は反映されていないため、内容が便覧と異なった場合は便覧の内容を読み替えること。

道路橋示方書の主な改訂内容については、巻末資料を参照のこと。

# 第1章 総則

第1節 目的	1
第2節 運用	1
第3節 計画概論	1
1. 機能・安全性・耐久性の確保	1
2. 環境・景観等河川環境の保全・再生 ・創出への配慮	1
3. 河川空間活用への配慮	2
4. 経済性（コスト）	2
5. 維持管理（メンテナンス）	3
6. 建設副産物のリサイクル	3
7. 新技術の活用	3

## 第1節 目的

本設計便覧河川編は、近畿地方整備局における堤防、護岸、樋門、水門等の河川構造物、海岸保全施設、砂防施設、地すべり防御施設の設計にあたり、自由度の高い設計や新しい技術・工法などの積極的な取り入れを図り、技術の向上を目指すとともに、地域の個性（歴史・文化・風土）にあった、またそれぞれの現場や環境・景観等の特性に配慮した構造物等を整備するため、設計上考慮しておくべき項目や考え方等を示したものである。

本設計便覧河川編は、解説・河川管理施設等構造令、建設省河川砂防技術基準(案)同解説、河川改修事業関係例規集、海岸保全施設の技術上の基準・同解説、その他対象基準等を参考とし、そのうち最小限考慮しておくべき基準、留意すべき項目、考え方の背景等をとりまとめたものである。この意図するところは、構造物等を設計するにあたり、その施設の設置することの目的、要求性能事項等を理解され、その目的、機能、性能を達成するために様々な考え方を展開し、自由度を広げるとともに、新しい技術や工法を積極的に取り入れることによって、より一層環境や景観の保全・再生・創出及び地域の個性（歴史・文化・風土）に配慮し、技術の向上を図るものである。

## 第2節 運用

本便覧は、河川管理施設等構造令、建設省河川砂防技術基準(案)同解説、河川改修事業関係例規集、海岸保全施設の技術上の基準・同解説、その他対象基準等を参考とし、とりまとめたものであるが、現場における機能・安全性・環境・景観等に対する適切な配慮について、設計者の技術的判断を拘束するものではなく、現場状況等の様々な観点に基づく総合的な設計を求めるものである。

また、本便覧を適用するにあたり、関係諸法令・基準・指針等に別に定めがある場合、また改正が行われた場合などでは、これら諸法令に従い、速やかに対応するものとする。

## 第3節 計画概論

### 1. 機能・安全性・耐久性の確保

公共土木施設は、求められる機能を満足していなければならない。河川管理施設をはじめ公共土木施設に求められる機能は、地域住民が安心して生活ができる安全性を持ち、その状況が長期間にわたり維持できる十分な強度と耐久性が求められる。

### 2. 環境・景観等河川環境の保全・再生・創出への配慮

これからの川づくりにおいては、多自然川づくりの視点を踏まえ川づくり全体の水準の向上を図ることが必要である。

#### 2-1 「多自然川づくり」の定義

「多自然川づくり」とは、河川全体の自然の営みを視野に入れ、地域の暮らしや歴史・文化との調和にも配慮し、河川が本来有している生物の生息・生育・繁殖環境及び多様な河川景観を保全・創出するために、河川管理を行うことをいう。

#### 2-2 適用範囲

「多自然川づくり」はすべての川づくりの基本であり、すべての一級河川、二級河川及び準用河川における調査、計画、設計、施工、維持管理等の河川管理におけるすべての行為が対象となること。

#### 2-3 実施の基本

- (1) 川づくりにあたっては、単に自然のものや自然に近いものを多く寄せ集めるのではなく、可能な限り自然の特性やメカニズムを活用すること。
- (2) 関係者間で2-4に示す留意すべき事項を確認すること。

出典：[2.]

多自然川づくり基本指針(H18.10)

参考：

中小河川に関する河道計画の技術基準について(H22.8)

(3)川づくり全体の水準の向上のため、以下の方向性で取り組むこと。

- ・河川全体の自然の営みを視野に入れた川づくりとすること。
- ・生物の生息・生育・繁殖環境を保全・創出することはもちろんのこと、地域の暮らしや歴史・文化と結びついた川づくりとすること。
- ・調査、計画、設計、施工、維持管理等の河川管理全般を視野に入れた川づくりとすること。

#### 2-4 留意すべき事項

その川の川らしさを自然環境、景観、歴史・文化等の観点から把握し、その川らしさができる限り保全・創出されるよう努め、事前・事後調査及び順応的管理を十分に実施すること。

また、課題の残る川づくりを解消するために、配慮しなければならない共通の留意点を以下に示す。

- (1) 平面計画については、その河川が本来有している多様性に富んだ自然環境を保全・創出することを基本として定め、過度の整正又はショートカットを避けること。
- (2) 縦断計画については、その河川が本来有している多様性に富んだ自然環境を保全・創出することを基本として定め、掘削等による河床材料や縦断形の変化や床止め等の横断工作物の採用は極力避けること。
- (3) 横断計画については、河川が有している自然の復元力を活用するため、標準横断形による上下流一律の画一的形状での整備は避け、川幅をできるだけ広く確保するよう努めること。
- (4) 護岸については、水理特性、背後地の地形・地質、土地利用などを十分踏まえた上で、必要最小限の設置区間とし、生物の生息・生育・繁殖環境と多様な河川景観の保全・創出に配慮した適切な工法とすること。
- (5) 本川と支川又は水路との合流部分については、水面や河床の連続性を確保するよう努めること。落差工を設置せざるを得ない場合には、水生生物の自由な移動を確保するための工夫を行うこと。
- (6) 河川管理用通路の設置については、山付き部や河畔林が連続する区間等の良好な自然環境を保全するとともに、川との横断方向の連続性が保全されるよう、平面計画に柔軟性を持たせる等の工夫を行うこと。
- (7) 堰・水門・樋門等の人工構造物の設置については、地域の歴史・文化、周辺景観との調和に配慮した配置・設計を行うこと。
- (8) 瀬と淵、ワンド、河畔林等の現存する良好な環境資源をできるだけ保全すること。

### 3. 河川空間活用への配慮

市街地では、河川空間はまとまった自然が存在する貴重な空間であり、まちづくりのうえで重要な要素である。この観点から、河川空間と周辺地域とを一体的に考え、まちづくりの一環として整備し、まちの顔となる良好な水辺空間の創出を図る必要がある。また、地域や河川の特性を活かした交流ネットワークの構築など、地域間の交流・連携活動や個性豊かな地域づくりを支援するため、河川空間を活用して、親水、自然の学習、情報発信等多機能を有する水辺空間としての整備、また、川の持つ、人を健康にし、人の心を癒す機能を生かした、健康づくりやふれあい・交流の場としての川づくりが求められている。

そのため、河川管理施設等においても、施設のデザインへの配慮、河川空間の活用を阻害しない施設配置、施設への親水機能の付与等を通じて、こうした河川空間の活用に向けたニーズに的確に対応し、個性あふれる活力のある地域社会の形成に貢献する必要がある。

### 4. 経済性（コスト）

社会資本は、安全で豊かな国民生活の実現や活力ある経済発展に不可欠な基盤であり、今後ともその整備を計画的かつ着実に進めていくことが必要である。社会資本の整備に当たっては、社会経済情勢の動向や国民のニーズを的確に把握し、事業評価などによりその必要性や妥当性を明確にした上で、重点化を図りつつ実施することが重要である。

社会資本を整備する手段としての公共工事は、「より良いものをより安く」提供する、という観点から実施することが求められているところである。このため、限られた財源を有効に活用し、効率的な公共事業の執行を通じて、社会資本整備を着実に進めるため、公共工事コストの一層の縮減を推進する必

要がある。また、これまで実施してきたコスト削減施策の定着を図ることや新たなコスト削減施策を進めていくことが重要である。

さらに、工事コストの低減だけでなく、より耐用年数の長い施設、省資源・省エネルギー化に資する施設、環境・景観と調和する施設等の整備を推進するなど、施設の品質の向上を図ることにより、ライフサイクルを通じてのコストの低減や環境に対する負荷の低減を図るなど、総合的なコスト削減を図っていく必要がある。

#### 5. 維持管理（メンテナンス）

公共土木施設の設計は、施工と共にメンテナンス（維持管理）を考慮する必要がある。維持修繕の容易な構造・材料である場合、また特殊な材料などを用いる場合であっても、完成後のメンテナンスの頻度を機能・目的に反せず抑えることができれば、維持管理に優れているものといえ、ライフサイクルコストの低減にも寄与できるものである。

#### 6. 建設副産物のリサイクル

建設副産物については、資源の有効利用、環境保全及びコストの見地から重要な課題である。建設副産物の発生抑制、再利用の促進、適正処分の徹底を基本として、工法・資材の採用、再生資源の利用、建設副産物の処理方法などについて検討しなければならない。

#### 7. 新技術の活用

建設分野における技術研究開発は、広範な分野の技術を総合したものであるため、その技術開発の成果は、国民生活、経済活動等に大きな波及効果をもたらすものであり、新技術・新素材への期待は大きい。したがって、必要な技術の開発への模索として問題意識を持ち、政府研究機関などの研究成果の動静を常に把握しておくことや、民間で開発された新技術を試験フィールド、パイロット事業等を通じて新技術等を積極的に活用展開を図っていく必要がある。

# 第2章 堤防

第1節 通則	1	2. 設計の基本	33
1. 適用範囲	1	2-1 断面および構造	33
2. 適用基準等	1	2-1-1 堤防の高さ	33
3. 堤防の種類	1	2-1-2 堤防の形状	33
4. 堤防設計の基本	2	2-1-3 高規格堤防の天端幅	33
4-1 堤防の原則	2	2-2 堤体材料	34
4-2 完成堤防の定義	2	3. 高規格堤防の設計	35
4-3 堤防の性能と機能	3	3-1 対象水位	35
第2節 土堤（標準）	4	3-2 設計荷重	36
1. 適用	4	3-3 設計震度	37
2. 堤防の構造	4	4. 安全性に対する設計	38
2-1 堤防各部の名称	4	4-1 越流水による洗掘に対する安定性	38
2-2 堤防材料	4	4-2 河道内流水による侵食に対する安全性	38
2-3 堤防の形状	5	4-3 浸透に対する安全性	38
2-4 のり覆工	8	4-4 すべりに対する安全性	40
2-5 天端の処理	8	4-5 液状化に対する安全性	40
2-6 側帯工	9	4-6 堤防の沈下に対する配慮	41
2-7 堤防付属施設	10	4-7 隣接構造物への影響に対する設計	41
3. 堤防の安全性に対する設計	14	4-8 段階的施工における留意点等	42
3-1 堤防設計の必要性	14	第4節 特殊堤（標準）	43
3-2 堤防設計の手順	14	1. 定義	43
3-3 堤防設計外力	16	2. 断面形状および構造	43
3-4 機能毎の設計方法	16	2-1 高潮の影響を受ける区域における堤防	43
3-4-1 浸透に対する安全性の照査	16	2-2 胸壁（パラペット）を有する堤防	44
3-4-2 侵食に対する安全性の照査	23	2-3 コンクリート擁壁構造等の堤防	44
3-4-3 地震に対する安全性の照査	26	第5節 環境への配慮および河川空間活用への配慮	45
3-5 基礎地盤に対する調査、検討	28	1. 河川環境の整備と保全	45
第3節 高規格堤防（標準）	32	2. 河川空間活用への配慮	45
1. 定義	32		

## 第2章 堤防

### 第1節 通則

#### 1. 適用範囲

本章は、河川において行う堤防の設計についての考え方を示すものである。  
 なお、堤防は原則として盛土により築造するものとする。

出典：[1.]  
 改訂解説・河川管理施設等構造令  
 (H12.1)P112

#### 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	〃
河川土工マニュアル	平成21年4月	国土技術研究センター
河川堤防の構造検討の手引き(改訂版)	平成24年2月	〃
河川構造物の耐震性能照査指針・解説 II. 堤防編	平成24年2月	国土交通省水管理・国土保全局

#### 3. 堤防の種類

堤防とは、河川の流水の氾濫を防ぐ目的をもって、土砂・石礫等によって造られた河川構造物である。河川の特性と堤防の目的に応じて堤防の造り方も異なり、一般に土でつくられる土堤、コンクリートや矢板等で設けられる特殊堤、破堤による甚大な被害を軽減するために設けられる高規格堤防(スーパー堤防)等の種類がある。

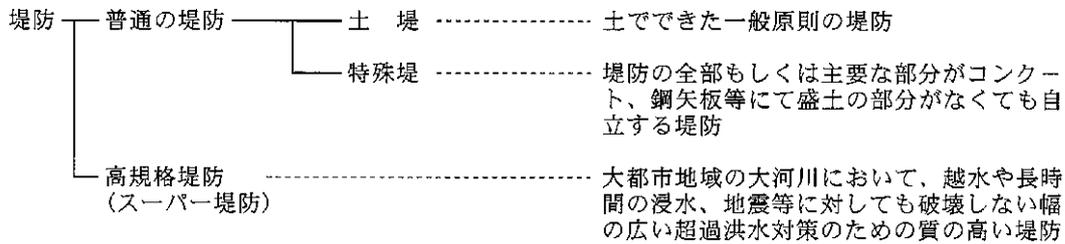


図 1-3-1 堤防の種類

また、機能上次のような種類の堤防がある。

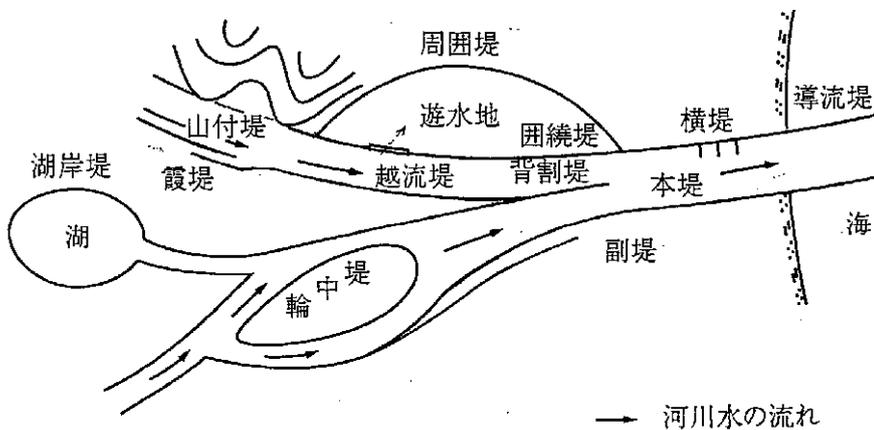


図 1-3-2 堤防の機能上の種類

## 4. 堤防設計の基本

### 4-1 堤防の原則

堤防は、護岸、水制その他これらに類する施設と一体として、計画高水位（高潮区間にあっては、計画高潮位）以下の水位の流水の通常的作用に対して安全な構造とするものとする。

河川改修工事は、計画の対象となる洪水流量（計画高水流量）を定め、それ以下の洪水に対して氾濫原を防御するために行うものである。いわば河川改修工事は、計画高水流量以下の洪水に限って計画河道の中に押し込めようとするものである。すなわち、堤防は、計画高水位以下の水位の流水の通常的作用に対して安全であるよう設置されるものであるといえる。

なお、高規格堤防においては、「本章第3節高規格堤防」に示すとおり、高規格堤防設計水位に対し安全となるように設計するものである。

### 4-2 完成堤防の定義

完成堤防とは、計画高水位に対して必要な高さとし、さらに必要に応じ護岸（のり覆工、根固め工等）等を施したものをいう。

河川管理施設等構造令（以下構造令という）における堤防に関する基準は、堤内地盤より 0.6m 以上のものについて定められており、この基準でも 0.6m 未満の盛土はこの節を適用しないものとする。

堤防の高さ、および断面については計画高水位を対象に築造されるが、一般に堤防は土でできているので越流や浸透に対して十分な配慮が必要である。

したがって、余裕高が必要であり、また、浸透等に耐える安定した断面形状と構造が必要である。さらに流勢に対して侵食による破壊を防ぐためには必要に応じて護岸（のり覆工に根固め等を備えたもの）等を設け、堤防の土羽部分は芝等で被覆する。

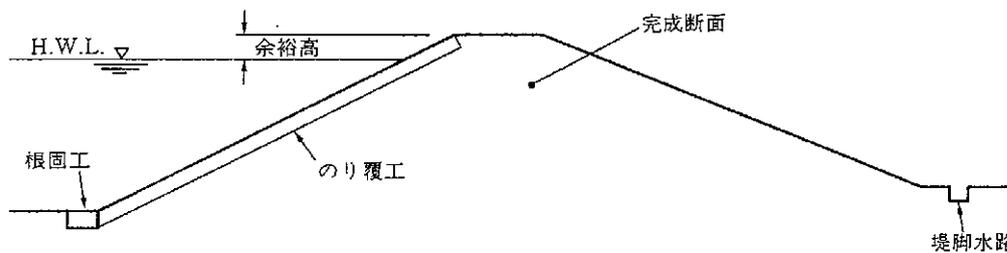


図 1-4-1 完成堤防の例

完成堤防は計画高水位の流水に対して構造上通常考えられている安全性を確保するものでなければならない。したがって、必要な余裕高、断面を有し、さらに必要に応じ護岸等を備えた構造とする必要がある。ただし、改修工事を進める場合に、段階的に洪水に対する安全度を向上させるため、対岸、または上下流の堤防の高さその他工事費等の関係から、堤防の暫定断面施工や護岸等を未施工とする、あるいは護岸ののり覆工のみ施工して根固め工を後年度に回す等段階施工が行われる場合がある。

この場合の堤防の強度は計画高水位の流水に対しては完全な構造物としての機能を期待し難いため、この場合の堤防を暫定堤防と称し完成堤防とは区別される。

出典：[4-1]  
改訂解説・河川管理施設等構造令

(H12.1)P106  
一部加筆

出典：[4-2]  
河川砂防技術基準  
(案)同解説 設計編 I  
(H9.10)P3, 4

### 4-3 堤防の性能と機能

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

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

出典：[4-3]  
河川砂防技術基準  
(案)同解説 設計編 I  
(H9.10)P4, 5

河川管理施設等構造令による「流水」には、河川の流水の浸透水が含まれるので、流水の通常的作用とは、洗掘作用のほか、浸透作用も考える必要があり、土堤を原則とする堤防は、これらの作用に対して安全な構造とする必要がある。洗掘作用は、一般的に局所的現象として発生するが多いため、河川の蛇行特性、河床変動特性等について検討のうえ、洗掘作用に対する堤防保護の必要性を判断しなければならない。したがって、高規格堤防を除く一般の堤防は、計画高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耐浸透性および耐侵食性について設計する必要がある。また、現在の堤防は、そのほとんどが長い歴史の中で、過去の被災の状況に応じて嵩上げ、腹付け等の修繕・補強工事を重ねてきた結果の姿であるので、通常経験しうる洪水の浸透作用に対しては、経験上安全であると考えられており、過去の経験等に基づき設計を行ってきた。現在においても、堤防の安全性を厳密に評価することは難しいが、技術の進歩等により土質構造に関する解析計算が容易に実施できるようになってきており、理論的な設計手法によって堤防の安全性を照査することが可能となっている。

地震については、これまで土堤には一般に地震に対する安全性は考慮されていない。これは、地震と洪水が同時に発生する可能性が少なく、地震による被害を受けても、土堤であるため復旧が比較的容易であり、洪水や高潮の来襲の前に復旧すれば、堤防の機能は最低限度確保することができることから、頻繁に発生する洪水に対しての防御が優先であるという考え方によるものである。過去の地震による堤防被害事例の調査によれば、最も著しい場合でも堤防すべてが沈下してしまう事例はなく、ある程度の高さ（堤防高の 25% 程度以上）は残留している。しかし、堤内地が低いゼロメートル地帯等では、地震時の河川水位や堤防沈下の程度によっては、被害を受けた河川堤防を河川水が越流し、二次的に甚大な浸水被害へと波及する恐れがあるため、浸水による二次災害の可能性がある河川堤防では、土堤についても地震力を考慮することが必要である。そこで、土堤の確保すべき耐震性として、地震により壊れない堤防とするのではなく、壊れても浸水による二次災害を起こさないことを原則として耐震性を評価し、必要に応じて対策を行うものとする。

堤防の設計にあたり、考慮すべき事項は 表 1-4-1 のとおりである。

表 1-4-1 堤防の安全性に求める機能と外力

作用	確保すべき機能	安全性に係る外力
降雨および流水	耐浸透	降雨および流水の浸透
流水	耐侵食	流水による流体力
地震	必要に応じて耐震	地震動による液状化, 慣性力

## 第2節 土 堤（標準）

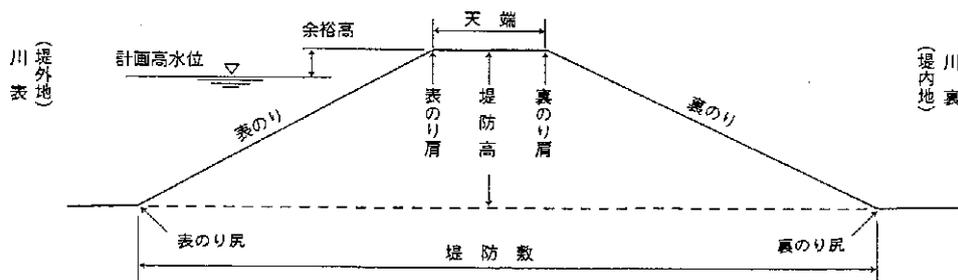
### 1. 適 用

本章は、河川において施工する堤防のうち、土堤の設計についての標準を示すものである。

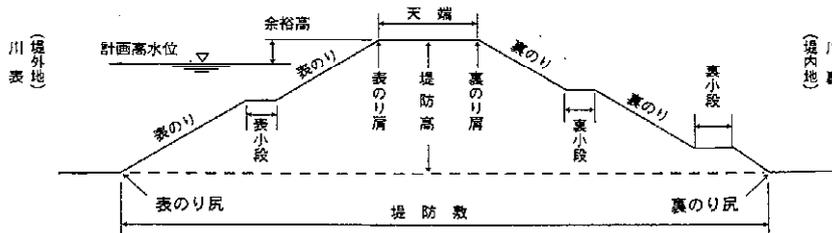
### 2. 堤防の構造

#### 2-1 堤防各部の名称

堤防各部の名称は 図 2-2-1 のとおり。



(a) 1枚のりの場合



(b) 従来断面で小段のある場合

注) 堤防法線とは、表のり肩を連ねた線をいう。

図 2-2-1 堤防各部の名称

#### 2-2 堤防材料

堤防は、盛土により築造するものとする。

堤防は、盛土により築造する土堤を原則とする。

盛土による堤防の材料は、原則として近隣において得られる土の中から、堤体材料として適当なものを選定し、地域の特性を生かして、堤防の機能・安定性が保たれるよう設計する。

なお、既設堤防を拡築する場合には、既設堤防の盛土材料を検討の上、その材料を選定する必要がある。

出典：[図 2-2-1]  
河川土工マニュアル  
(H21.4)P61  
一部加筆

出典：[2-2]  
改訂解説・河川管理施  
設等構造令  
(H12.1)P112

## 2-3 堤防の形状

堤防を計画するときの断面および形状は、「構造令」ならびに「河川砂防技術基準(案)設計編」によるものとする。

### (1) 堤防の高さ

#### a. 堤防の余裕高

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。

表 2-2-1 計画高水流量に対する堤防の余裕高

項	1	2	3	4	5	6
計画高水流量 (単位：m <sup>3</sup> /s)	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：m)	0.6	0.8	1	1.2	1.5	2

#### b. 支川の背水区間の堤防の高さ

支川の背水区間における堤防の高さは、合流点における本川の堤防の高さよりも低くならないように定めるものとする。

ただし、樋門・水門等逆流防止施設を設ける場合にはこの限りでない。

#### c. 余盛

堤防の施工箇所は、計画断面（堤防定規断面）に堤防の余盛基準による余盛高をとるものとする。

堤防を築造するときには、一般的に「余盛」と称する、沈下相当分を所要の余裕高に増高して施工することとしている。すなわち、余盛は施工上の配慮として行うものである。

堤防の余盛は、以下の余盛基準によるものとする。

- 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は表 2-2-2 に示す高さを標準とする。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の合流点、堤防山付、橋梁等によって区分される一連区間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 500m 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 施工断面については、堤防の天端および小段では排水を良好にするために勾配をつけるが、天端部では蒲鉾形とし、小段では片勾配とする。勾配は一般に 3～10% 程度が採用されている。なお、天端舗装をする場合は、この限りでない。
- 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。

出典：〔1〕

改訂解説・河川管理施設等構造令

(H12.1)P115

出典：〔4〕

河川土工マニュアル

(H21.4)P150

表 2-2-2 余盛高の標準 (単位: cm)

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

注) ① 余盛の高さは、堤防のり肩における高さをいう。  
 ② 嵩上げ・拡幅の場合の堤高は、垂直盛土厚の最大値をとるものとする。

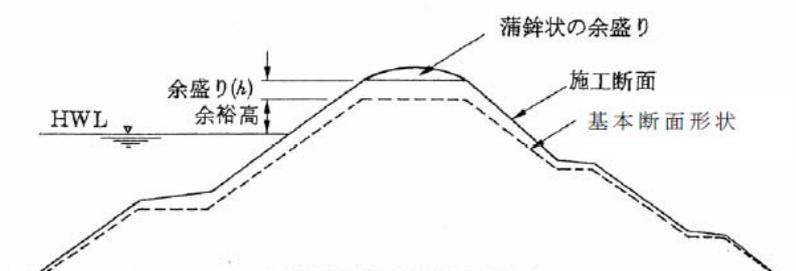


図 2-2-2 堤防余盛のすり付け

(2) 天端幅

a. 標準の区間

堤防の天端幅は、堤防の高さと堤内地盤高との差が 0.6m の未満である区間を除き、計画高水流量に応じ表 2-2-3 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場合にあつては、計画高水流量にかかわらず 3m 以上とすることができる。

表 2-2-3 計画高水流量と天端幅

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

b. 支川の背水区間

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

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

出典:[表 2-2-2]  
 河川土工マニュアル  
 (H21.4)P207

出典:[図 2-2-2]  
 河川土工マニュアル  
 (H21.4)P150

出典:[(2)]  
 改訂解説・河川管理施設等構造令  
 (H12.1)P121

出典:[表 2-2-3]  
 改訂解説・河川管理施設構造令 第 21 条  
 (H12.1)P120  
 一部加筆

出典:[b.]  
 河川砂防技術基準  
 (案)同解説 設計編 I  
 2.1.4.1(H9.10)P6

c. 高規格堤防の天端幅

高規格堤防の天端幅については、「本章第3節高規格堤防」による。

d. 計画高水流量を定めない湖沼の天端幅

計画高水流量を定めない湖沼の堤防については、堤防の高さ、および構造並びに背後地の状況を考慮して、3m以上の適切な値とする。

計画高水流量を定めない湖沼の堤防は、普通の堤防とは異なり流水の作用は浸透水、および波浪によるものが主体であることから、堤防設置箇所状況により個々に検討を行い、天端幅を決定することが特に必要である。

出典:[d.]

改訂解説・河川管理施設等構造令 第21条 (H12.1)P120, 124

(3) 管理用通路

堤防には、河川の巡視、洪水前の水防活動・消防活動、緊急車両の円滑な通行を図る等のために、次に定める構造の管理用通路を設けるものとする。

- ① 幅員は3m以上で堤防の天端幅以下の適切な値とすること。
- ② ただし、都市部の河川を中心に管理用通路を原則として4m以上とすることが望ましい。
- ③ 建築限界は、図2-2-3に示すところによること。

出典:[(3)]

改訂解説・河川管理施設等構造令

規則第15条

(H12.1)P150, 151

一部加筆

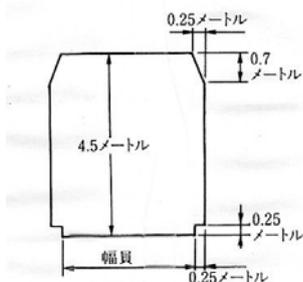


図2-2-3 建築限界

出典:[図2-2-3]

改訂解説・河川管理施設等構造令

規則第15条

(H12.1)P151

- ④ 舗装については、路床の状態、利用条件、ライフサイクルコスト等を勘案のうえ設計を行うものとする。

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

(4) のり勾配

堤防ののり勾配は3.0割以上の緩やかな勾配とするものとする。ただし、のり面を被覆する場合には、この限りでない。のり勾配の設定にあたっては、堤防敷幅が最低でも小段を有する断面とした場合の敷幅より狭くならないようにするものとする。

出典:[(4)]

河川砂防技術基準 (案)同解説 設計編 I 2.1.4.3(H9.10)P8

出典:[(4)の一部]

河川堤防の構造検討の手引き (改訂版) 参考1② (H24.2) P156

堤防の小段は降雨の堤体への浸透をむしろ助長する場合もあり、浸透面では緩勾配の一枚のりとしたほうが有利であること、環境面からも緩勾配ののり面が望まれる場合があること等から、小段の設置が特に必要とされる場合を除いては、一枚のり面とする単断面として、できるだけ緩いのり勾配とすることが望ましい。

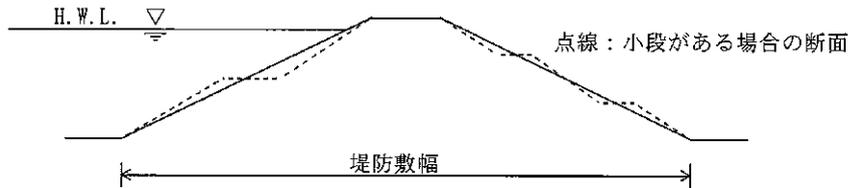


図 2-2-4 小段のあるのり面を緩勾配の一枚のりにする例

出典：[(4)]  
河川砂防技術基準  
(案)同解説 設計編 I  
2.1.4.3 図 1-2  
(H9.10)P8

## 2-4 のり覆工

盛土による堤防ののり面（高規格堤防の裏のり面を除く）が降雨や流水等によるのり崩れや洗掘に対して安全となるよう、芝等によって覆うものとする。

出典：[2-4]  
河川砂防技術基準  
(案)同解説 設計編 I  
2.2.3(H9.10)P13  
一部加筆

のり覆工として用いられている芝付工には、芝張り、種子吹付け等があり、施工箇所等を考慮して選定する。

なお、急流部、堤脚に低水路が接近している箇所、水衝部等、流水や流木等によりのり面が侵食されやすい箇所等については、表のり面に適当な護岸を設ける必要がある。

のり覆工は景観や河川の利用等の河川環境にも配慮して設計するものとする。

### (1) 芝の種類

のり面に使用する芝の種類は大別して野芝（土付き芝）と人工芝（種芝）に分かれるが、原則として野芝を用いるものとする。

張芝、筋芝、市松芝、種子吹付け等の使用区分は、安全性と経済性に留意して決定するものとする。

### (2) 使用区分

採用する芝の種類は、堤防各部の安全性と経済性に留意し決定するものとする。

## 2-5 天端の処理

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、堤防天端を舗装することが望ましい。

出典：[2-5]  
改訂解説・河川管理施設等構造令  
(H12.1)P122  
一部加筆

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

#### <原則>

- ・舗装は、計画堤防断面外に設置するものとする。

#### <雨水の堤体への浸透抑制>

- ・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。
- ・舗装天端には、適宜勾配を付けるものとする。
- ・堤防のり面に雨裂等が発生しないように、必要に応じて適切な雨水排水処理を講ずるものとする。

#### <河川巡視の効率化、河川利用の促進>

- ・舗装は、兼用道路でない場合には、堤防の変状が発見しやすいように簡易舗装を原則とする。
- ・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じる。

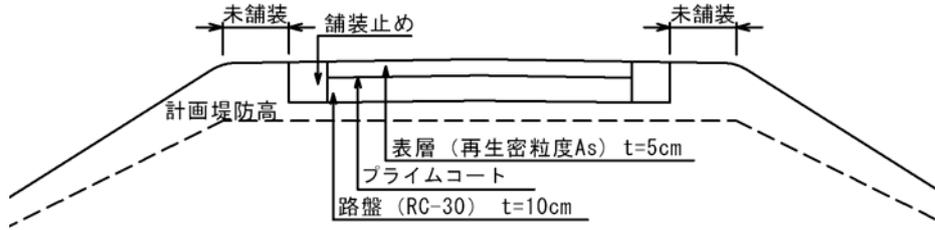


図 2-2-5 一般的な天端舗装の例

※図 2-2-5 は、舗装計画交通量 15 台未満/日・方向、信頼性 90%、路床 CBR8、設計期間 10 年の条件にて算定した舗装構成であり、天端舗装の参考例である。各現場においては、それぞれの条件を適切に考慮し、検討の上決定すること。

## 2-6 側帯工

堤防の安定を図るため必要がある場合、または非常用の土砂を備蓄し、あるいは環境を保全するため特に必要のある場合は、堤防の裏側に側帯を設けることができる。

第 2 種側帯の構造は、以下のとおりとする。

### a. 一般的な構造

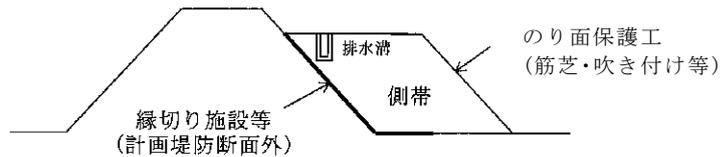


図 2-2-6 一般的な第 2 種側帯の例

### b. 桜づつみの縁切り施設について

第 2 種側帯整備区間が桜づつみモデル事業に含まれる場合は、「桜づつみ縁切り施設等について」(平成元年 5 月 29 日河川局治水課、都市河川室事務連絡)によるものとする。

なお、縁切り施設については、経済性を考慮して決定するものとする。

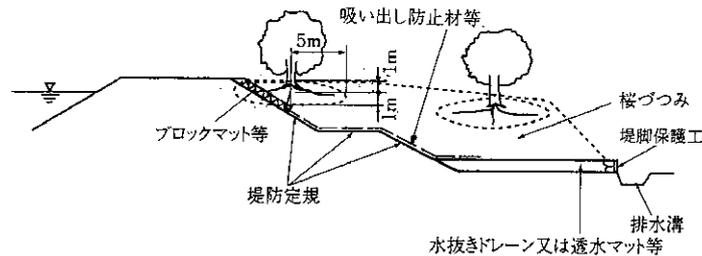


図 2-2-7 桜づつみ標準断面図

出典：[2-6]  
改訂解説・河川管理施設等構造令  
(H12.1)P138  
一部加筆

## 2-7 堤防附属施設

堤防の附属施設には、堤防脚部を保護する堤脚保護工等、または巡視・点検等維持管理や河川空間利用としてのアクセスを容易とするものとして、坂路、階段等を設置するものとする。

なお、これら施設の設置にあたっては、バリアフリー等に配慮するとともに、環境の保全にも配慮した構造とする。

### (1) 堤脚保護工

堤内背後地の利用状況を考慮して、堤脚保護のため川裏の堤脚部に設置する。堤脚保護工は、のり留工または水路等を設け境界工と兼ねることがある。

この川裏の堤脚部に設けるのり留工は、堤体内の浸透水および雨水の排水に支障を与えないとともに、堤体材料の微粒子が吸い出されることのないよう、特に配慮した構造とするものとする。

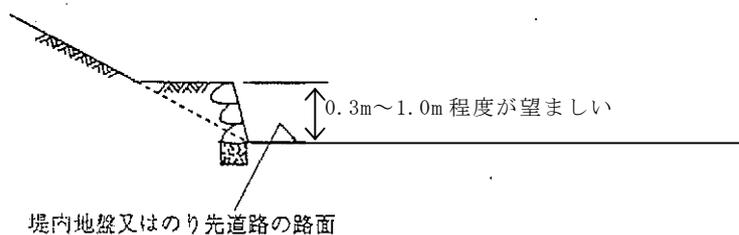


図 2-2-8 堤脚保護工

出典：〔(1)〕  
改訂解説・河川管理施設等構造令  
第 25 条 ②  
(H12.1)P146  
一部加筆

出典：〔図 2-2-8〕  
改訂解説・河川管理施設等構造令  
第 25 条 ②  
図 3.19 (H12.1)P146  
一部加筆

## (2) 坂路

坂路の設置は以下の事柄を考慮して設置するものとする。

- ① 堤外に設ける坂路は、狭窄部等治水上の支障となる箇所には、原則として設けてはならない。
- ② 堤外に設ける坂路は、堤防天端から下流に向かって下りるようにし、幅員も最小必要限度に押さえ、勾配も普通 6～10% 程度とし、できる限り流水の支障とならないようにするものとする。
- ③ 環境整備地区や河川敷利用者の多いところでは、地形の状況や地域の意向を踏まえ、構造等について特に配慮するものとする。なお、バリアフリー化を図る場合は、その用途に応じて勾配等を検討するものとする。この場合、「道路の移動円滑化整備ガイドライン（財）国土技術研究センター」等が参考となる。
- ④ 坂路部からののり勾配は、原則として本堤ののり勾配と同一とする。
- ⑤ 坂路は必ず計画堤防断面外に拡幅して設置し、のり面と坂路の接する部分には、のり留工（堤体保護工、法面保護工）を設置することとする。  
 なお、法留め工の構造等については、上下流の護岸を参考に定める。
- ⑥ 坂路の路面は、アスファルトまたはコンクリート舗装を施し、片勾配とし降雨等による洗掘から保護することが望ましい。
- ⑦ 橋梁、堰等の工作物の付近は極力避けること。
- ⑧ 坂路と堤体の間に空き地がある場合は水溜まりとならないように盛土を行い、平場は特定の用途（駐車場）に供する構造としないこと。

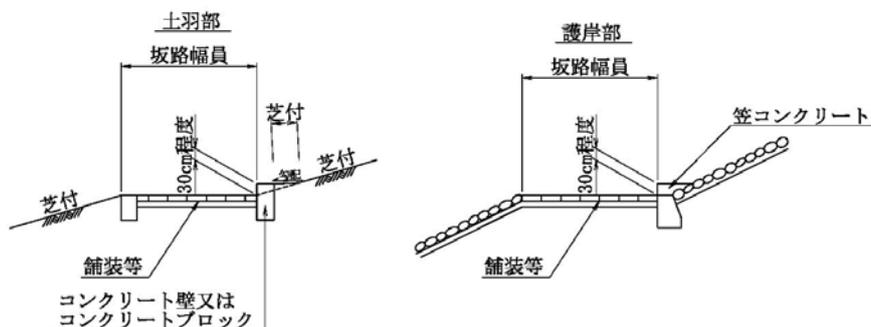


図 2-2-9 坂路構造図

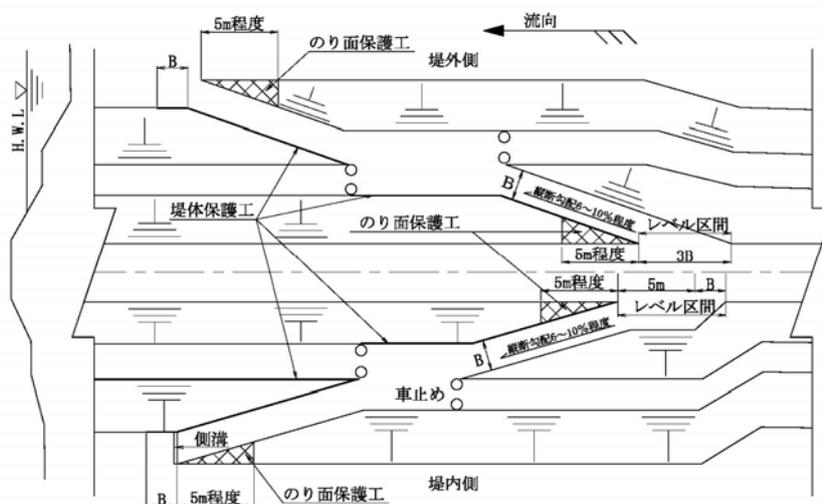


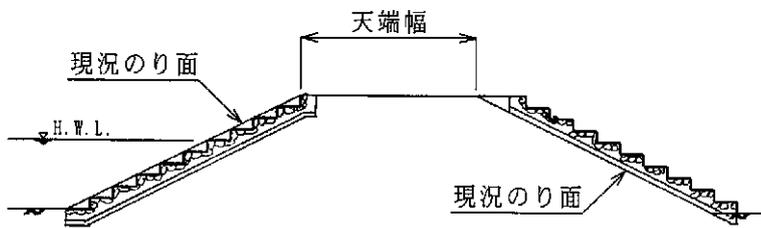
図 2-2-10 坂路の平面形状

### (3) 階段

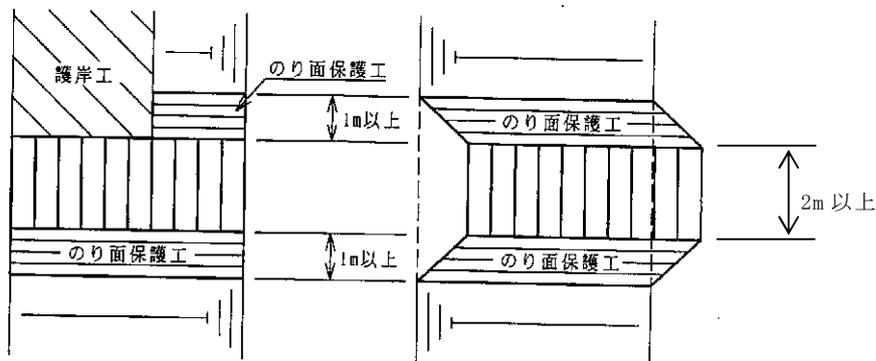
階段の設置は以下の事柄を考慮して設置するものとする。

- ① 階段は必要に応じ川表、川裏に設置するものとする。
- ② 環境整備地区や河川敷利用者の多いところでは、地形の状況や地域の意向を踏まえ、構造等について特に配慮するものとする。なお、バリアフリー化を図る場合には、幅員構成、勾配と蹴上げ高さの関係、手すりの設置等を考慮するものとする。
- ③ 設置位置  
川表に設ける場合は、計画堤防ののり面、または現状堤防ののり面に沿って設けるものとし、川裏に設ける場合には、計画断面外ののり面に設けることを原則とする。ただし、現地の状況等によりやむを得ない場合にはこの限りでない。
- ④ 土羽堤防の保護  
設置場所が土羽堤防の場合の川表にあつては、乱流等によりのり面洗掘がおこらないように施設の両端から 1.0m 以上の範囲において、のり面保護を行うことを原則とする。また、川裏にあつては、自転車運搬等で施設の両端部ののり面が損傷をまねくおそれがあり、川表と同様な範囲で保護工を施すものとする。
- ⑤ 階段の幅員  $W$  は、2m 以上とする。
- ⑥ なお、覆土等を行う河岸における階段では、周辺の環境や景観に配慮して、間伐材等を使用すること等も考慮すること。

出典：〔③④〕  
改訂解説・工作物設置  
許可基準 第三十二  
(H10.11)P89  
一部加筆



(a) 断面形状



(b) 平面形状

図 2-2-11 階段の形状

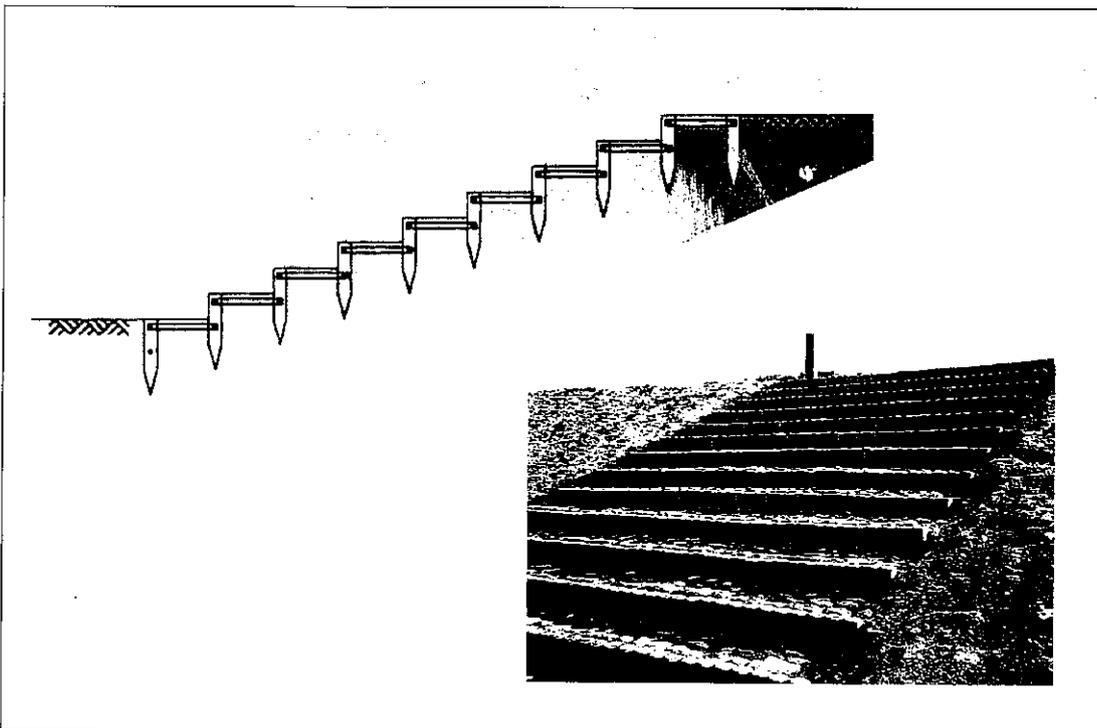
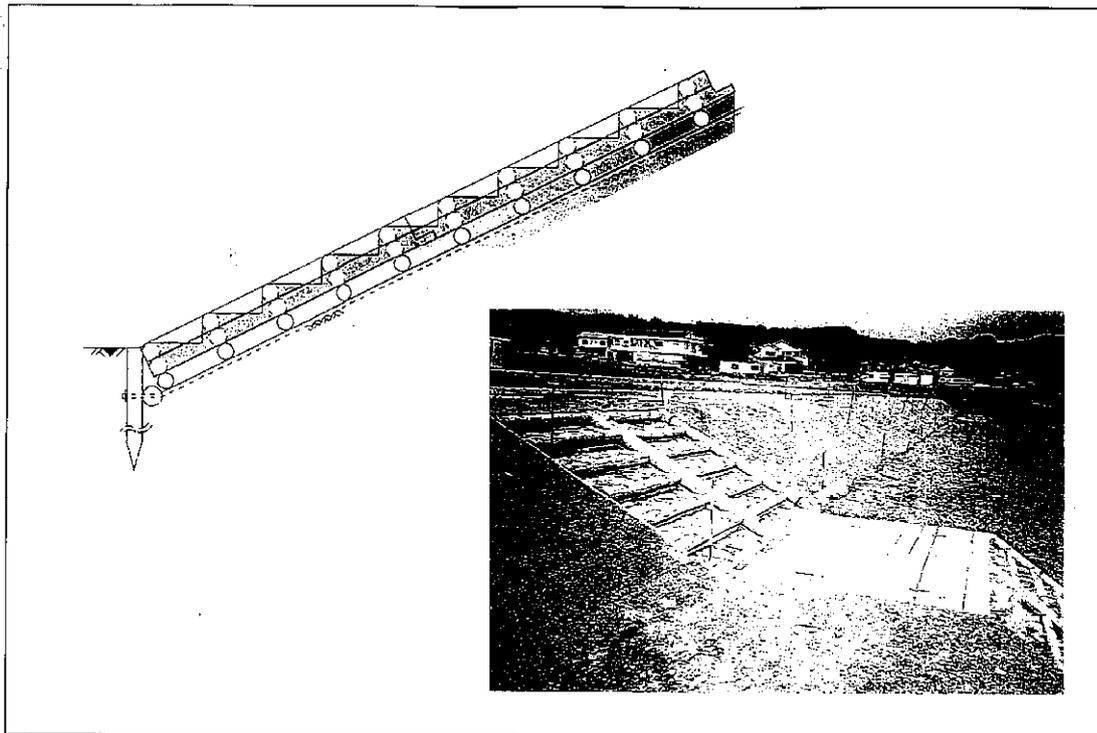


図 2-2-12 間伐材を利用した階段の例

(4) 境界明示

官民境界を明確にするために、必要に応じて境界杭を設置し、境界明示するものとする。

### 3. 堤防の安全性に対する設計

#### 3-1 堤防設計の必要性

新設堤防ならびに既設堤防について安全性を照査し、所要の安全率を有していない区間については積極的に強化整備を推進するものとする。

我が国の主要な盛土構造物は、構造物の安全性に対して力学的設計法を採用している。また、諸外国の河川堤防においても、最低限度確保すべき断面形状を定めているものの、外力に対して確保すべき安全性を定め力学的設計を実施している。

河川堤防の強化整備においては氾濫域に人口資産の集積が著しいこと、現存する堤防延長が長大であることを考慮すると、既存ストックの有効活用、機能の維持および危機管理の観点からの事業推進が重要と考えられる。つまり、今後は、新設堤防は勿論のこと既設の堤防についても安全性を照査し、所要の安全性を確保できていない区間については積極的に堤防の強化整備を推進することが効率的である。この結果、形状主義に基づいて築造された河川堤防の弱点箇所を無くし、強度的に均質で信頼性の高い堤防強化を進めることが可能となる。

そのためには、基礎地盤および堤体の内部構造および土質状況等を把握するための調査を実施するとともに、これらの成果を活用した水理的、力学的設計法を開発することが必要である。

#### 3-2 堤防設計の手順

堤防設計は、堤防に求められる機能（浸透、侵食、地震および構造物周辺）に対する安全性の照査を行うものとする。ただし、越水に対する安全性の照査については、各河川で必要に応じて検討するものとする。

堤防設計の手順は、図 2-3-1 に示すとおりであり、初めに堤防断面を設定し、堤防に求められる機能（浸透、侵食、地震および構造物周辺）に対する安全性の照査を行うものである。

堤防の機能維持の考え方として、洪水および地震に対する堤防の信頼性を高めるために、堤防の保持する個々の機能に着目したモニタリングが不可欠である。モニタリングにより機能の低下や喪失が認められた場合には、直ちにその再生を図ることは無論のことであるが、必要に応じて堤防の構造、部材の見直しや設計法そのものについて妥当性を検証することも必要である。

なお、堤防の安全性の点検、評価や設計法等に、堤防の計画、調査、設計、施工、災害、モニタリング等に関するデータをフィードバックし、より信頼性の高い堤防の整備に活かしていくことを目的として、共有可能なデータベースとして整備することも重要である。

出典：

河川堤防の構造検討  
の手引き（改訂版）

参考 1（H24.2）P159

一部加筆

出典：[図 2-3-1]  
 河川堤防の構造検討  
 の手引き（改訂版）  
 参考 1 図 1（H24.2）  
 P160

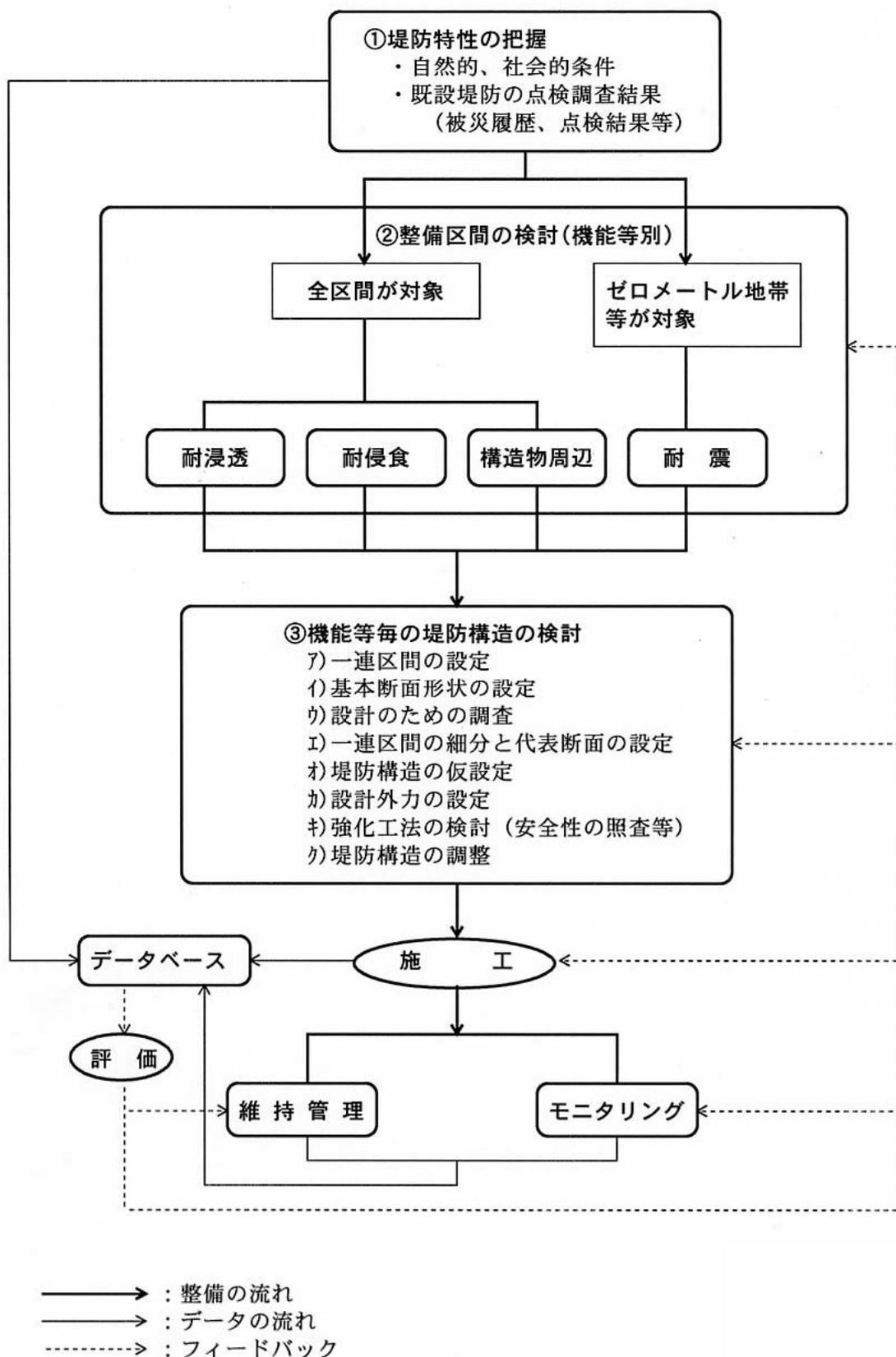


図 2-3-1 堤防設計の手順

### 3-3 堤防設計外力

河川堤防の設計における機能別外力の考え方は、次のとおりである。

- ① 耐浸透機能 計画高水位
- ② 耐侵食機能 計画高水位時の堤防近傍流速
- ③ 耐震機能 地震力（二次被害想定時の河川水位は平水位）

#### (1) 耐浸透、耐侵食設計の外力

河川堤防は構造令において、計画高水位以下の水位の流水の通常的作用に対して、十分安全となるよう構造の最低水準を定めていることから設計水位は、計画高水位とする。

#### (2) 耐震設計の外力

堤内地の地盤高が常時の河川水位よりも低い、いわゆるゼロメートル地帯等では、地震による堤防の変形（沈下等）に起因する浸水等による二次災害を防御する観点から地震現象を想定する。

地震外力として、液状化の判定に用いる地震力および慣性力として作用させる地震力、ともに震度（設計震度）により設定することを標準とする。

### 3-4 機能毎の設計方法

#### 3-4-1 浸透に対する安全性の照査

浸透に対する安全性を照査する場合には、堤防前面の河岸（高水敷）の状況、堤防付近の洪水流の水力条件、護岸・水制等の計画等を考慮して実施するものとする。

#### (1) 浸透に対する堤防の設計方針

河川堤防の浸透に対する安全性等を確保するために設定すべき目標水準（安全率等）は、フィルダムや防災調整地の目標水準をベースに基礎地盤や堤体構造・材料の複雑さ（不確定さ）を加えて設定する必要がある。

洪水特性および土質に関する調査を行ったうえで、一連区間を細分し、細分区間毎に代表断面を1断面以上選定する。そして、この代表断面について断面形状を設定して安全性を照査し、照査の基準を満足しない場合には、強化設計を実施する。

浸透に対する堤防設計の手順は、図 2-3-2 に示すとおりである。

出典：[3-4-1]  
河川砂防技術基準  
(案)同解説 設計編 I  
2.3.2(H9.10)P15

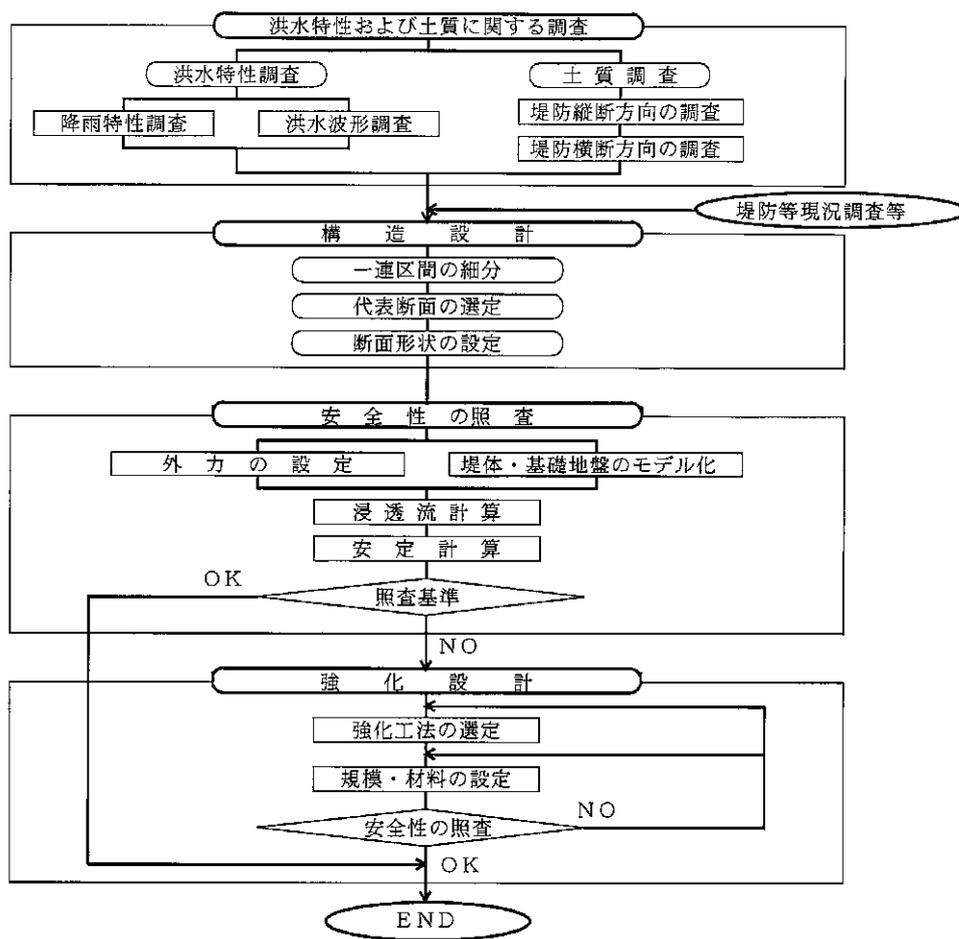


図 2-3-2 浸透に対する堤防設計の手順

(2) 浸透に対する堤防の設計外力

a. 初期条件

浸透に対する安全性照査では、初期条件として事前降雨量および初期地下水位を設定する。ここでは出水時期の地下水位を原則として計算によって再現することとし、そのために適切な降雨量（これを事前降雨量と呼ぶ）および初期地下水位を初期条件として設定する。

b. 外力の設定

浸透に対する安全性照査では外力として洪水時の降雨波形、河川水位波形を設定する。

表 2-3-1 降雨等外力の考え方

	降 雨		河 川 水 位
	総 降 雨 量	雨 量 強 度	
初 期	梅雨時期の月平均降水量の平年値程度	1mm/hr程度	平 水 位 程 度
洪水時	計 画 降 雨 量	10mm/hr程度	複数の計画降水波形をもとに所定の方法で求めた台形の水位波形で計画堤防高相当水位をピーク水位とする波形

出典：〔2〕  
河川堤防の構造検討の手引き（改訂版）2（H24.2）P59  
一部加筆

出典：〔表 2-3-1〕  
河川堤防の構造検討の手引き（改訂版）表 4.3.4（H24.2）P65

(3) 浸透に対する堤防の照査方法

浸透に対する堤防の照査方法は、堤体の浸透破壊(すべり破壊)と、基礎地盤の浸透破壊(パイピング破壊)による。

a. 堤体の浸透破壊に対する照査方法

(a) 照査の方法

堤体の浸透破壊に対する堤防の安全性照査の方法は、非定常浸透流計算および全応力法を用いた円弧すべり法による安定計算によるものとする。

(b) 照査の基準

堤体の浸透破壊に対する照査方法は、洪水時のすべり破壊に対する安全率を求め、それを割り増すことによって堤防の土質調査の調査密度に対して現堤防が抱えている土質の不確定さをもって表すものとする考えを導入している。

なお、新設堤防については、堤体材料の土質やその工学的性質が明らかでないこと、十分な施工管理のもとで築堤されることを考慮し、安全率の基準値の割り増しは行わないこととした。

(裏のりのすべり破壊に対する安全性)

$$F_s \geq 1.2 \times \alpha_1 \times \alpha_2 \quad (\text{小数点以下2位以下切り捨て})$$

$F_s$  : すべり破壊に対する安全性

$\alpha_1$  : 築堤履歴の複雑さに対する割り増し係数

複雑な場合

$$\alpha_1 = 1.2$$

単純な場合

$$\alpha_1 = 1.1$$

新設堤防の場合

$$\alpha_1 = 1.0$$

$\alpha_2$  : 基礎地盤の複雑さに対する割り増し係数

被災履歴あるいは要注意地形がある場合

$$\alpha_2 = 1.1$$

被災履歴あるいは要注意地形がない場合

$$\alpha_2 = 1.0$$

(表のりのすべり破壊に対する安全性)

$$F_s \geq 1.0$$

出典: [(3)]  
河川堤防の構造検討  
の手引き (改訂版)  
4.3.2 1) (H24.2)  
P46 一部加筆

出典: [(a)]  
河川堤防の構造検討  
の手引き (改訂版)  
4.3.3 (H24.2) P47  
一部加筆

出典: [(b)]  
河川堤防の構造検討  
の手引き (改訂版)  
表 4.2.1 (H24.2)  
P47 一部加筆

b. 基礎地盤の浸透破壊に対する照査方法

(a) 照査の方法

基礎地盤の浸透破壊に対する照査の方法としては、透水性地盤で被覆土層が無い場合と透水性地盤で被覆土層がある場合に分けられる。

被覆土層が無い場合は、パイピングに対する安全性の照査基準として、限界動水勾配にもとづくものや、限界流速にもとづく方法であるが、公表されている限界流速には大きな差異がある。また、一般には過大とされている。ここでは限界動水勾配にもとづいてパイピングに対する安全性を照査することとする。

パイピングに対する安全性は、基本的には粘着力  $C$  を有さない砂質土あるいは礫質土で、このような土における限界動水勾配  $I_c$  によって評価することができる。

また、被覆土層がある場合は、裏のり尻近傍の基礎地盤が砂質土、礫質土で構成されるような透水性地盤で、かつその上位を粘性土が被覆する場合には、基底面に作用する揚圧力  $W$  によって被覆土層が破壊することがあり、このような場合には被覆土層(粘性土)の重量  $G$  と被覆土層(粘性土)の基底面に作用する揚圧力  $W$  を比較することによって安全性を照査する。

(b) 照査の基準

- ① 被覆土層がない場合：裏のり尻近傍の基礎地盤の局所動水勾配の最大値  $I_c < 0.5$
- ② 被覆土層がある場合： $I_c > 0.5$  の場合であっても  $G/W > 1.0$  であれば安全とする。

ここで、 $G$ ：被覆土層の重量、 $W$ ：被覆土層基底面に作用する揚圧力

注) 土質力学では一般的に  $I_c > 1.0$  で不安定になるとされているが、宇野や河上によるとパイピング状態の動水勾配を計測した結果  $0.33 < I_c \leq 0.54$  の範囲にあったという報告がなされている。

出典：[(b)]

河川堤防の構造検討

の手引き（改訂版）

表 4.2.1 (H24.2)

P47 一部加筆

#### (4) 強化工法の設計

浸透に対して所要の安全性を満たしていない区間については、浸透に対する堤防強化工法の設計を行い、所要の安全性を確保する必要がある。

河川堤防の浸透による被害のメカニズムを考えると、堤防の浸透に対する堤防強化を図る基本的な考え方は次のとおりである。

- ① 堤体にはせん断強さの大きい材料を使用する（堤体のせん断強さを増す）
- ② 堤体内に浸透した水（降雨および河川水）を速やかに排水する
- ③ 堤体および基礎地盤の動水勾配を小さくする（特に裏のり尻付近）
- ④ 堤体内に降雨および河川水を入れない（降雨および河川水の浸透を抑制、防止する）

浸透に対する堤防強化にあたっては、以上の考え方を基本に、洪水の特性、築堤の履歴、土質特性、背後地の土地利用状況、効果の確実性、経済性および維持管理等を考慮して適切な工法を選定し、決定する必要がある。

詳細については、「河川堤防の構造検討の手引き」を参照されたいが、代表的な堤防強化工法を表 2-3-2 に示す。

また、堤防強化工法の設計にあたっては、以下に示す「堤防強化対策工法決定に有効活用できるチェック手順書（案）（詳細点検結果チェックシート）平成 22 年 10 月 近畿地方整備局河川部河川工事課」により、詳細点検結果をチェックし、一定の評価精度を確認した上で堤防強化詳細設計を実施すること。

#### 【チェックシート作成の目的】

- ① 対策工発注前の詳細設計時に詳細点検結果の再チェックを行い、詳細点検結果の精度向上を図る。
- ② 詳細点検の精度を向上させることにより適切な対策工の規模が設定でき、コスト縮減と対策工実施の進捗に寄与する。

詳細設計では、詳細点検で設定された検討モデルや物性値にもとづいて対策工の工法や規模を決定することが多いため、最適な対策工法を設計するためには、詳細点検が適切に行われていることが必要である。そこで、詳細設計の実施時に、本チェックシートにより詳細点検結果をチェックし、一定の評価精度を確認した上で詳細設計を実施するものである。

チェックシートは、「河川堤防の構造検討の手引き」に示される検討手順にしたがった構成となっており、検討モデルの作成から安全性照査までを網羅した内容となっている。また、手順書では、チェックシートにおけるチェック項目についてチェックの方法や着目点を示しており、各段階での要点が理解しやすくなるよう配慮している。

また、本チェックシートは、近畿地方整備局管内において実施された詳細点検の事例を整理・評価し、詳細点検を行う上での課題を整理した結果を踏まえて作成しており、詳細点検や対策工設計におけるチェック項目を具体的に示している。チェック項目には指針等に記載されていない項目を含む内容となっているが、細部については各河川の特性を踏まえて適切に運用されることが望まれる。合わせて、チェックの結果により追加調査等を行い、再評価を行うことが適当であると判断された場合には、トータルコスト縮減の観点から「調査」に戻って再検討を行うなど、適切な対策工設計の実施を考慮した対応が求められる。

出典：〔(4)〕

河川堤防の構造検討  
の手引き（改訂版）  
4.4.1（H24.2）P69

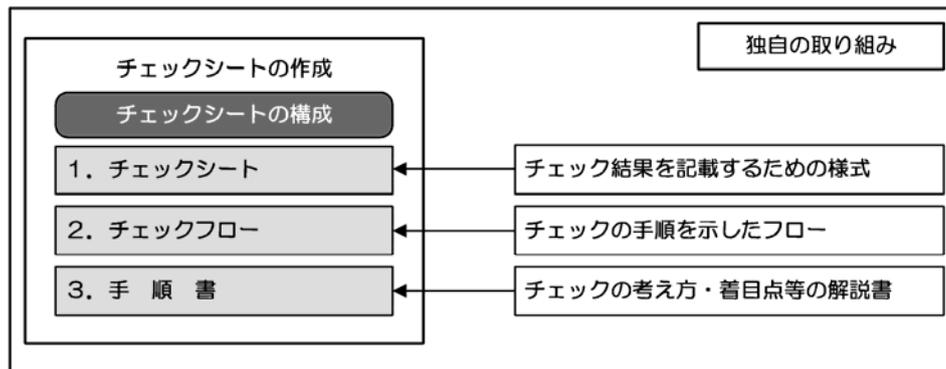
出典：〔(4)〕

堤防強化対策工法決定に有効活用できる  
チェック手順書（案）  
（詳細点検結果チェック  
シート）（H22.10）

【チェックシート作成の背景】

- 対策工の詳細設計では、詳細点検で設定された検討モデルや物性値に基づいて工法や規模を決定していることが多く、最適な対策工を設計するためには、詳細点検が適切に行われていることが必要である。
- 概略点検結果と詳細点検結果の整合がとれていないケース(概略評価AランクでNG, 概略評価DランクでOK)がみられ、詳細点検の精度に問題を含んでいる可能性がある。

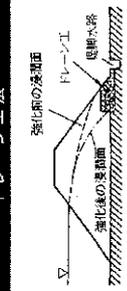
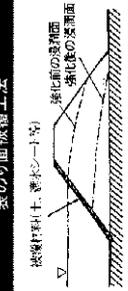
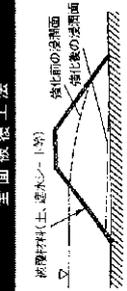
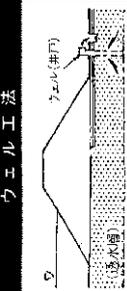
【チェックシートの構成】



《チェック手順》

- ① チェックフローに沿って項目毎に順番に確認する。
- ② 確認事項をチェックシートに書き込む。
- ③ チェックフローにより不適合等となった場合はフローの指示に従う。
- ④ 指示された手順書ページに移動しチェックポイント等の詳細を把握し内容を確認する。

表 2-3-2 浸透に対する堤防強化工法とその特性

代表的な工法	強化の原理・効果	計画・設計上の留意点	施工上の留意点	維持管理上の留意点	その他
<p><b>断面拡大工法</b></p>  <p>透水性材料 基本断面形状 堤防本体材料</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>堤防断面を拡大することにより浸透路長の短縮を抑制し、浸透水量を削減することにより、基礎地盤への浸透を抑制する。</li> <li>堤防の断面を拡大することにより、堤防の強度を向上させる。</li> <li>堤防の断面を拡大することにより、堤防の透水性を向上させる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>川床側および川岸側に用事が必要とする。この場合、川床側については河床の確保、川岸側については用地の確保に留意する。</li> <li>基礎地盤は、川床側の地盤では既設堤防本体より高透水性の材料を使用する。</li> <li>基礎地盤の透水性が、堤防本体の透水性よりも高透水性であることを確認する。</li> <li>基礎地盤の透水性が、堤防本体の透水性よりも高透水性であることを確認する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>基礎地盤の透水性が、堤防本体の透水性よりも高透水性であることを確認する。</li> <li>基礎地盤の透水性が、堤防本体の透水性よりも高透水性であることを確認する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>他の強化工法と併用し、浸透水量を削減することにより、堤防の強度を向上させる。</li> <li>基礎地盤の透水性が、堤防本体の透水性よりも高透水性であることを確認する。</li> </ul>	
<p><b>ドレーン工法</b></p>  <p>強化堤の浸透面 ドレーン管 排水路</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>堤防の内部にドレーン管を設置し、浸透水を排水することにより、堤防の強度を向上させる。</li> <li>ドレーン管の設置位置を適切に設定し、浸透水を効果的に排水する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ドレーン管の設置位置を適切に設定し、浸透水を効果的に排水する。</li> <li>ドレーン管の設置位置を適切に設定し、浸透水を効果的に排水する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ドレーン管の設置位置を適切に設定し、浸透水を効果的に排水する。</li> <li>ドレーン管の設置位置を適切に設定し、浸透水を効果的に排水する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ドレーン管の設置位置を適切に設定し、浸透水を効果的に排水する。</li> <li>ドレーン管の設置位置を適切に設定し、浸透水を効果的に排水する。</li> </ul>	
<p><b>表の片面被覆工法</b></p>  <p>被覆材料(土、砂、シート等) 強化前の浸透面 強化後の浸透面</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>堤防の表面に透水性材料を被覆し、浸透水を抑制することにより、堤防の強度を向上させる。</li> <li>被覆材料の透水性を適切に設定し、浸透水を効果的に抑制する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>被覆材料の透水性を適切に設定し、浸透水を効果的に抑制する。</li> <li>被覆材料の透水性を適切に設定し、浸透水を効果的に抑制する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>被覆材料の透水性を適切に設定し、浸透水を効果的に抑制する。</li> <li>被覆材料の透水性を適切に設定し、浸透水を効果的に抑制する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>被覆材料の透水性を適切に設定し、浸透水を効果的に抑制する。</li> <li>被覆材料の透水性を適切に設定し、浸透水を効果的に抑制する。</li> </ul>	
<p><b>全面被覆工法</b></p>  <p>被覆材料(土、砂、シート等) 強化前の浸透面 強化後の浸透面</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>堤防の全面に透水性材料を被覆し、浸透水を抑制することにより、堤防の強度を向上させる。</li> <li>被覆材料の透水性を適切に設定し、浸透水を効果的に抑制する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>被覆材料の透水性を適切に設定し、浸透水を効果的に抑制する。</li> <li>被覆材料の透水性を適切に設定し、浸透水を効果的に抑制する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>被覆材料の透水性を適切に設定し、浸透水を効果的に抑制する。</li> <li>被覆材料の透水性を適切に設定し、浸透水を効果的に抑制する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>被覆材料の透水性を適切に設定し、浸透水を効果的に抑制する。</li> <li>被覆材料の透水性を適切に設定し、浸透水を効果的に抑制する。</li> </ul>	
<p><b>川表造水工法</b></p>  <p>造水工(透水管等) 浸透水</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>川表に造水工を設置し、浸透水を排水することにより、堤防の強度を向上させる。</li> <li>造水工の設置位置を適切に設定し、浸透水を効果的に排水する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>造水工の設置位置を適切に設定し、浸透水を効果的に排水する。</li> <li>造水工の設置位置を適切に設定し、浸透水を効果的に排水する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>造水工の設置位置を適切に設定し、浸透水を効果的に排水する。</li> <li>造水工の設置位置を適切に設定し、浸透水を効果的に排水する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>造水工の設置位置を適切に設定し、浸透水を効果的に排水する。</li> <li>造水工の設置位置を適切に設定し、浸透水を効果的に排水する。</li> </ul>	
<p><b>フランケン工法</b></p>  <p>フランケン管(土、砂、シート等) 浸透水</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>堤防の内部にフランケン管を設置し、浸透水を排水することにより、堤防の強度を向上させる。</li> <li>フランケン管の設置位置を適切に設定し、浸透水を効果的に排水する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>フランケン管の設置位置を適切に設定し、浸透水を効果的に排水する。</li> <li>フランケン管の設置位置を適切に設定し、浸透水を効果的に排水する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>フランケン管の設置位置を適切に設定し、浸透水を効果的に排水する。</li> <li>フランケン管の設置位置を適切に設定し、浸透水を効果的に排水する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>フランケン管の設置位置を適切に設定し、浸透水を効果的に排水する。</li> <li>フランケン管の設置位置を適切に設定し、浸透水を効果的に排水する。</li> </ul>	
<p><b>ウェル工法</b></p>  <p>ウェル(井戸) 浸透水</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>堤防の内部にウェルを設置し、浸透水を排水することにより、堤防の強度を向上させる。</li> <li>ウェルの設置位置を適切に設定し、浸透水を効果的に排水する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ウェルの設置位置を適切に設定し、浸透水を効果的に排水する。</li> <li>ウェルの設置位置を適切に設定し、浸透水を効果的に排水する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ウェルの設置位置を適切に設定し、浸透水を効果的に排水する。</li> <li>ウェルの設置位置を適切に設定し、浸透水を効果的に排水する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ウェルの設置位置を適切に設定し、浸透水を効果的に排水する。</li> <li>ウェルの設置位置を適切に設定し、浸透水を効果的に排水する。</li> </ul>	

出典：[表 2-3-2]  
河川堤防の構造検討  
の手引き（改訂版）  
表 4.4.2 (H24.2)  
P72

### 3-4-2 侵食に対する安全性の照査

河川堤防は、流水の侵食作用に対し、安全な構造となるように設計する。

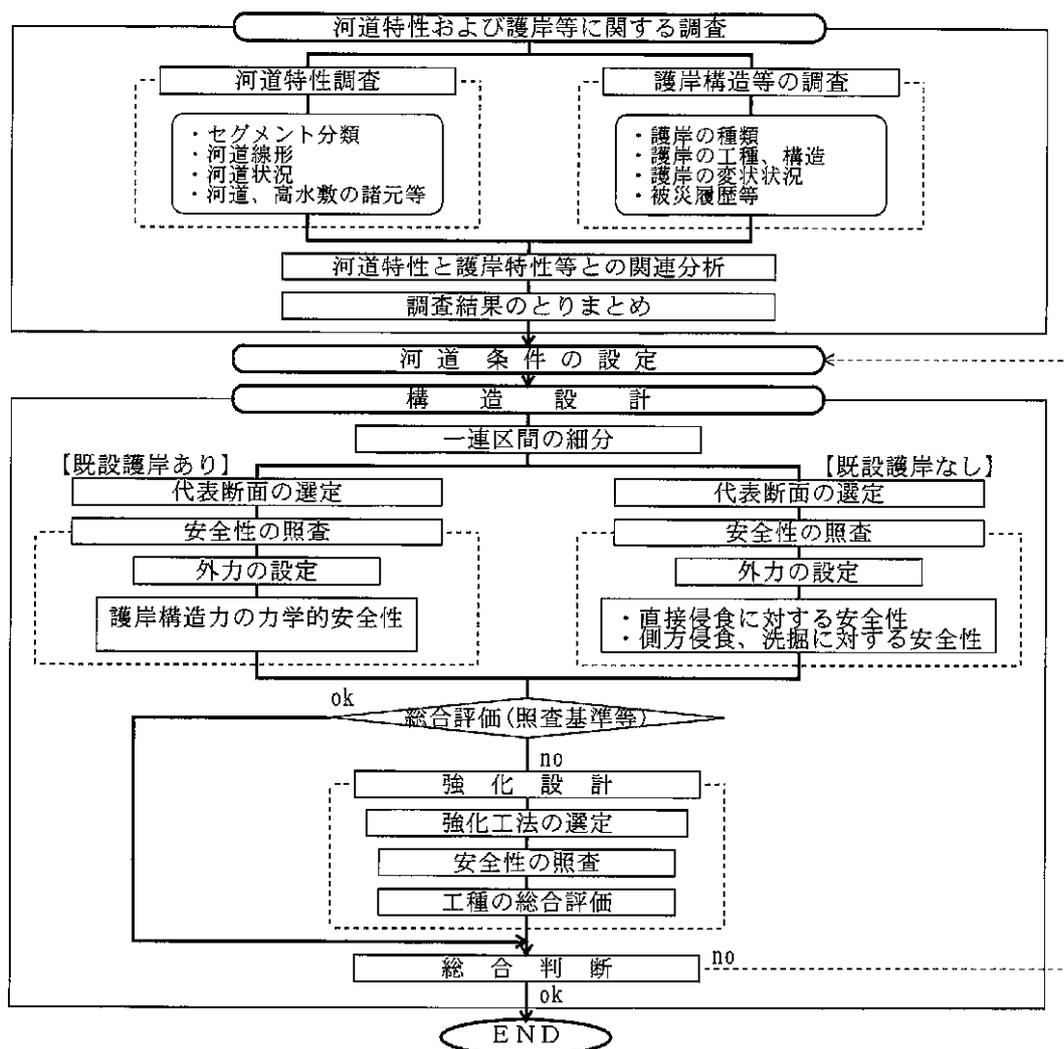


図 2-3-3 侵食に対する堤防設計の手順

#### (1) 侵食に対する堤防の設計方針

流水の侵食に対する堤防の安全性は、河道の形状(平面および縦横断形状)、堤防前面の河岸(高水敷)の状況、堤防近傍の洪水流の水利条件、現在の河岸あるいは堤防本体を防護する構造物の種別、堤防の土質条件等に関係する。

本来、侵食に対する堤防の設計にあたっては、洪水時の堤防近傍の流水によるせん断力を外力とし、耐力として堤防を被覆する植生の耐侵食力を評価する。

また、既に護岸等で防護されている堤防については、護岸工の力学的な安定性を照査し、侵食に対する安全性が確保されているか否かを判断する。ここで侵食に対する防護が必要と評価されれば、あるいは既設の護岸等の安定性に問題があると評価されれば、護岸等の直接的な対策だけではなく、河道形状の見直し等を含めて、対象区間の河川の特性に適した防護方策を総合的に検討し、護岸工による防護が必要と認められた場合には、侵食に対して所要の安全性を確保できるような工種や構造等を検討する。

## (2) 侵食に対する堤防の設計

### a. 河道特性に関する整理

#### (a) 河道平面形状

河道平面形状については、大別して直線部と湾曲部に分けることができる。湾曲部においては、堤防法線の湾曲半径  $r$  と川幅  $B$  の比で整理を行うものとする。

$r / B > 5$  のとき 直線部

#### (b) 河道横断面形状

河道断面形状については、大別して単断面河道と複断面河道に分けることができる。

$b / Hd < 3$  のとき単断面河道

ここで、 $b$  : 高水敷幅、 $Hd$  : 堤防のり尻部の水深

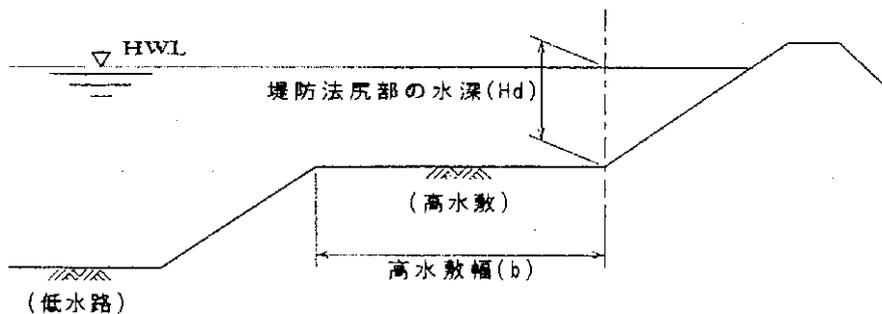
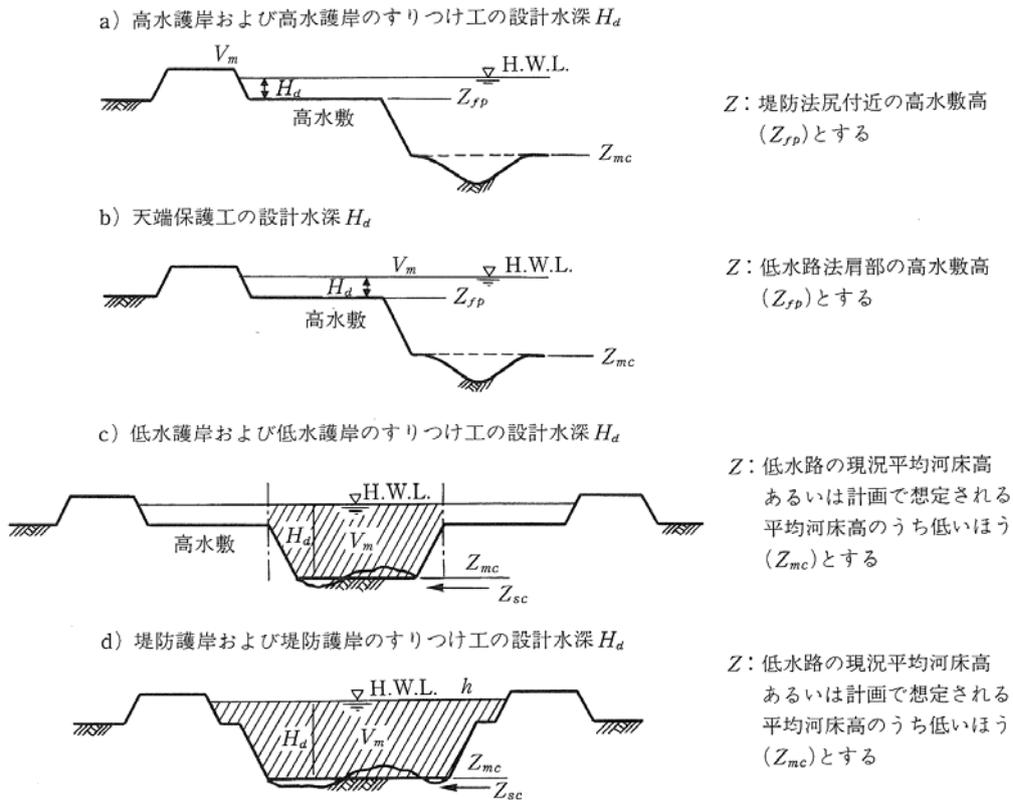


図 2-3-4 河道横断面形状の判定概念図

#### (c) 代表流速と設計水深の考え方

河道の断面形状は単断面と複断面河道を想定しているが、これらの河岸を防護するに当たっては、単断面河道については低水護岸、複断面河道については、十分な広さを待った高水敷が整備されている場合には高水敷と高水護岸、高水敷の広さが不十分な場合には低水護岸と高水敷と高水護岸をもって河岸の防護を行うものとする。

低水護岸・堤防護岸と高水護岸の照査に当たり、代表流速と水深の考え方は 図 2-3-5 に示すとおりである。



出典:[図 2-3-5]  
改訂 護岸の力学設計  
法 図 4-3(H19.11)P37  
一部加筆

図 2-3-5 低水護岸・堤防護岸と高水護岸の代表流速と水深の考え方

b. 外力の設定

既設護岸の安全性の照査にあたっては、外力として以下の値を設定する。

(a) 天端高相当水位の代表流速

選定した断面について、代表断面の特性を反映させるために、マンシングの流速公式により平均流速を求めるものとする。

なお、床止め付近や急縮部等の特殊箇所については、設計水深を用いた流速の算定は行わず、不等流計算結果等によって求められた流速を平均流速とする。

(b) 最深河床高(推定最大洗掘深)

最深河床高(推定最大洗掘深)を評価し、これを外力として設定することにした。

- ① 経年的な河床変動のデータから評価
- ② 既往の研究成果をもとにした評価
- ③ 数値計算による評価
- ④ 移動床模型実験による評価

c. 侵食に対する堤防の評価方法

堤防の侵食に対する防護については、河道の形状(平面ならびに縦横断形状)、堤防前面の河岸(高水敷)の状況、堤防近傍の洪水流の水力条件、現在の河岸あるいは堤防本体を防護する構造物の種類、堤防の土質条件等に関係する。しかし、侵食による堤防破壊のメカニズムは全て解明されているわけではないため、現段階における水理的・力学的な知見を用いて安全性の照査を行うものとする。

出典:[(a)]  
改訂 護岸の力学設計  
法 4-2 2)  
(H19.11)P36, 37  
一部加筆

出典:[(b)]  
改訂 護岸の力学設計  
法 4-3 (3)  
(H19.11)P51  
一部加筆

具体的には、洪水時の堤防近傍の流水によるせん断力を外力とし、耐力として堤防を被覆する植生や構造物を与える。張芝等植生により堤防の保護を行う場合においては、比較的侵食を受けやすい土質で構成された堤防における現場実験結果より、代表流速  $V_0 < 2\text{m/s}$  であれば、植生による耐侵食性が期待できる。

また、代表流速  $V_0 \geq 2\text{m/s}$  の場合は、護岸による堤防の防護が考えられる。一方、護岸の安全性照査においては、のり覆工および基礎工を対象に、設定した外力のもとでの力学的な安定性を照査する。

照査の手順は、代表断面における既設護岸の諸元を設定した上で、のり覆工については構造モデルを選定し、代表流速を外力として控え厚(重量)あるいは石径が不足していないかを照査する。一方、基礎工については最深河床高の評価値(推定最大洗掘深)をもとに、基礎工の天端高やその構造、あるいは根固め工の有無や構造を考慮して安定が確保されているかを照査することとする。

### 3-4-3 地震に対する安全性の照査

堤防の耐震性能は、地震後においても、耐震性能の照査において考慮する外水位に対して耐震性能照査上の堤防としての機能を保持する性能とする。ここで、耐震性能照査上の堤防としての機能とは、河川の流水の河川外への越流を防止する機能とするものとする。

また、堤防の耐震性能の照査においては、原則として、地震の影響として基礎地盤及び堤体の液状化の影響と広域な地盤沈降を考慮するものとし、耐震性能の照査に用いる地震動としては、原則として、レベル2地震動を考慮する。

液状化に伴う土層の物性の変化を考慮し、堤防の変形を静的に算定できる方法を用いて、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ことを照査するものとする。

出典:[3-4-3]  
河川構造物の耐震性能照査指針・解説  
Ⅱ. 堤防編(H24. 2)  
P2~5  
一部加筆

#### (1) 地震に対する堤防の設計方針

堤防は、一般に、河川の流水が河川外に流出することを防止するために設けられるものであり、治水上重要な機能を有している。特に、堤内地盤高が外水位よりも低い地域では、地震により被災した堤防を河川の流水が越流した場合、二次的に浸水被害を引き起こす可能性もある。また、盛土による堤防(土堤)については、その構造上、地震に対して損傷をまったく許容しないことは不合理であるとともに、一般に、地震による損傷を受けても短期間での修復が可能である。このような堤防の特性を踏まえて、堤防の種々の機能のうち、地震によりある程度の損傷が生じた場合においても、耐震性能の照査において考慮する外水位に対して河川の流水の河川外への越流を防止するという耐震性能照査上の堤防の機能を保持することを堤防の耐震性能としたものである。

出典:[(1)]  
河川構造物の耐震性能照査指針・解説  
Ⅱ. 堤防編(H24. 2)  
P2~5  
一部加筆

## (2) 設計外力

レベル1地震動とレベル2地震動の2種類の地震動に対して、堤防に異なる耐震性能を付与することは、現状、十分なデータの蓄積もなく、合理性が認められないこと、また、レベル1地震動とレベル2地震動を受けた場合の堤防の変形、沈下等の損傷状況は異なるものの、修復性には顕著な差異が認められないことによるものである。以上のような理由により、堤防の耐震性能の照査においては、原則として、レベル1地震動とレベル2地震動のうち厳しい結果を与えるレベル2地震動のみを考慮すればよい。

出典:[(2)]  
河川構造物の耐震性能照査指針・解説  
II.堤防編(H24.2)  
P3  
一部加筆

## (3) 地震に対する堤防の照査方法

土構造物の地震時挙動や地震による変形に関しては、近年、種々の動的解析法及び静的解析法が提案され、実務に適用されている方法もある。耐震性能の照査にあたっては、外力や各種パラメータの設定も含め、事例や模型実験等により妥当性が検証された手法を用いなければならない。静的照査法については、地盤調査の方法からパラメータ設定方法を含め、標準的な手法として位置づけることのできる十分な検証がされている。

出典:[(3)]  
河川構造物の耐震性能照査指針・解説  
II.堤防編(H24.2)  
P3~5  
一部加筆

基礎地盤の液状化に伴う堤防の変形を簡便かつ精度よく静的に算定する方法としては、液状化の発生による土層の剛性低下を仮定するとともに、土構造物としての自重を作用させ、その変形を有限要素法により算定する方法(有限要素法を用いた自重変形解析法)、液状化した土層をせん断抵抗を有しない粘性流体と仮定し、地盤の流体的な変形を算定する方法(流体力学に基づく永久変形解析法)等を用いることができる。なお、いずれの変形解析方法も地震による堤防の損傷状況を完全に模擬するものではない点に注意が必要である。

基礎地盤の液状化に伴う堤防の変形を算定する方法を堤体の液状化に伴う堤防の変形に対して適用するには、変形メカニズムを十分に解明した上で、さらなる検証が必要であるものの、今次の地震被害から得られた知見を踏まえ、当面、堤体下部における液状化しやすい砂質土の有無や堤体の基礎地盤へのめり込み沈下量及び飽和土層厚により、堤体の液状化による大規模な変形が生じる可能性があるか照査することとする。

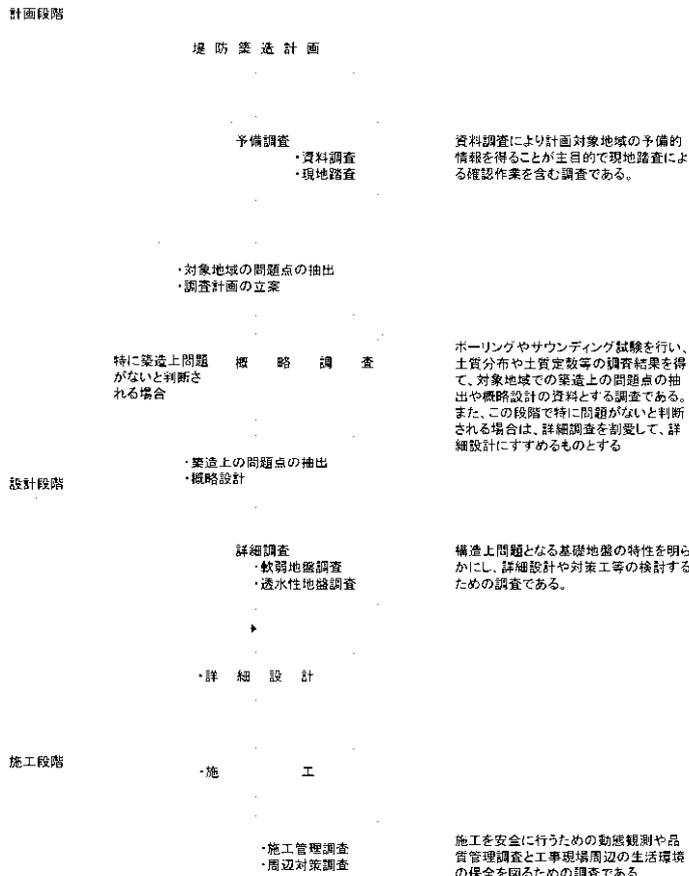
なお、詳細については「河川構造物の耐震性能照査指針・解説-II.堤防編-」および「河川構造物の耐震性能照査において考慮する河川における平常時の最高水位の算定の手引き(案)」、「レベル2地震動に対する河川堤防の耐震点検マニュアル平成23年12月国土交通省水管理・国土保全局治水課」、「河川堤防の耐震対策マニュアル(暫定版)平成23年12月国土交通省水管理・国土保全局治水課」を参照されたい。

### 3-5 基礎地盤に対する調査、検討

堤防の設計にあたっては、築堤の計画・設計・施工に際し、対象地域の基礎地盤の土質、地盤状況を的確に把握することは極めて重要で、安全かつ経済的に施工するための必要条件であり、適切かつ効率的に必要な土質情報が得られるように調査を実施して、設計するものとする。

出典:[3-5]  
河川土工マニュアル  
(H21.4)P5  
一部加筆

築堤工事においては、基礎地盤の土質、地盤状況の十分な調査が行われなかったために工事に支障をきたしたり、新しく築造した堤防の機能が短期間のうちに損なわれたような事例も少なくない。また、調査を進めていく中で、事業計画が大幅に変更されるような場合を生ずることもあるので、そのためには、計画・設計・施工の各段階で必要と考えられる情報を得ることが必要で、図 2-3-6 に示すように段階的に調査を進めることが重要である。



出典:[図 2-3-6]  
河川土工マニュアル  
図 2.1.1 (H21.4)P6

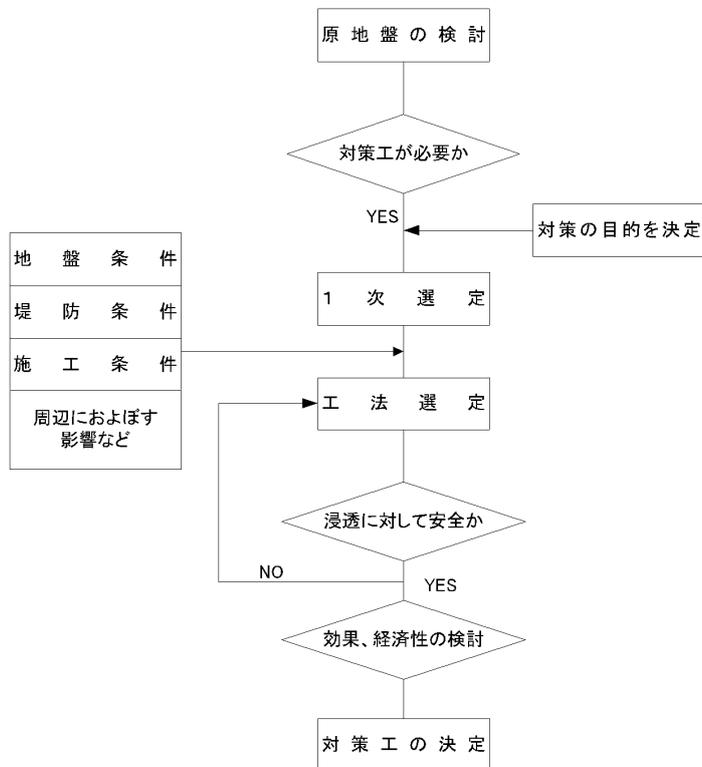
図 2-3-6 基礎地盤調査の一般的な流れ

堤防下の基礎地盤が堤防に悪影響を与える現象は、地盤の浸透と圧密沈下である。基礎地盤の透水性がよければ高水時の浸透流によって、地下水が堤体内に上昇しやすく、裏のり尻付近に漏水やガマが発生しやすい。また、地盤が軟弱な場合には、基礎地盤の破壊や圧密沈下を生じ、堤防に悪影響を与える。

出典:[3-5]  
河川土工マニュアル  
(H21.4)P59  
一部加筆

- ① 河川から地盤に流入する水を遮断もしくは減少させ、透水層の水圧上昇を防ぎ、堤体内浸潤面上昇をおさえる。
- ② 河川から地盤に流入する水が流路長を増大させることにより、地盤の透水層の水圧上昇を防ぎ、堤体内浸潤面上昇を抑える。
- ③ 地盤に浸透した水を速やかに排出し、裏のりの浸潤面上昇を起りにくくするため、地盤や堤体に排水構造を設ける。

軟弱地盤では、基礎地盤の支持力不足によるすべり破壊、基礎地盤の圧縮性が大きいために生ずる過大な沈下等の問題が生じ、これに対する対策が必要となる。軟弱地盤に対する対策工法には数多くあるが、選定にあたっては、目的、地盤条件、堤防条件、施工条件、周辺環境条件ならびに経済性等を十分に考慮し、現場の諸条件に適合した妥当な工法を選定する必要がある。



出典：[図 2-3-7]  
河川土工マニュアル  
図 3.2.16 (H21.4) P102

図 2-3-7 軟弱地盤における対策工の選定手順

軟弱地盤対策工法の目的と効果は下表に示したとおりである。

表 2-3-3 軟弱地盤対策工の目的と効果

対策工の目的	対策工の効果	区分
沈下対策	圧密沈下の促進：地盤の沈下を促進して、有害な残留沈下量を少なくする。	A
	全沈下量の減少：地盤の沈下そのものを少なくする。	B
安定対策	せん断変形の抑制：盛土によって周辺の地盤が膨れ上がり、側方移動したりすることを抑制する。	C
	強度増加の促進：地盤の強度を増加させることによって、安定を図る。	D
	すべり抵抗の増加：盛土形状を変えたり地盤の一部を置き換えることによって、すべり抵抗を増加し安定を図る。	E

出典：[表 2-3-3]  
河川土工マニュアル  
3.2.5 3) 表 3.2.1  
(H21.4) P106

このような軟弱地盤対策工法を河川堤防に適用する場合、パーティカルドレーン工法、表層処理工法、サンドコンパクションパイル工法は、盛土下に透水層を作る工法なので、河川水の浸透に対しては好ましくない。やむを得ずこれらの工法を採用する時は、表のり側の基礎地盤の止水を充分に行なう必要がある。

出典：  
河川土工マニュアル  
3.2.5 3) (H21.4) P106

また、石灰等の固結工法は、固結時や盛土荷重の集中によるひびわれ等に対しても十分な検討が必要である。

表 2-3-4 軟弱地盤対策工の種類と効果

(道路土工:軟弱地盤対策工指針 1986 を一部改変)

工法		工法の説明	主効果	二次効果
表層処理工法	殺菌材工法	基礎地盤の表面にジオテキスタイル(化学製品の布や網)あるいは鉄網などを敷広げたり、基礎地盤の表面や石灰やセメントで処理したり、排水溝を設けて改良したりして、軟弱地盤処理工や盛土工の機械施工を容易にする。 サンドマットの場合、圧密排水層を形成することが上記の工法と違って、パーチカルドレーン工法など、圧密排水に関する工法が採用される場合は併用されるのが普通である。	C	D
	表層混合処理工法			
	表層排水工法			
	サンドマット工法			
置換工法	掘削置換工法	軟弱層の一部または全部を除去し、良質材で置き換える工法である。置き換えによってせん断抵抗が付与されて安全率が増加し、沈下も置き換えた分だけ小さくなる。	E	B C
押え盛土工法	押さえ盛土工法 緩斜面工法	盛土の側方に押え盛土をしたり、のり面勾配をゆるくしたりして、すべりに抵抗するモーメントを増加させて盛土のすべり崩壊を防止する。 盛土の側面が急に高くはならないので、側方流動も小さくなる。 圧密によって強度が増加した後、押え盛土を除去することもある。	E	C
盛土補強工法	盛土補強工法	盛土中に鋼製ネット、帯鋼またはジオテキスタイルなどを設置し、すべり破壊を抑制する。 ただし、水平布設では堤体に浸透路を作るので好ましくない。	E	C
ドレーン工法	サンドドレーン工法 カードボードドレーン工法	地盤中に適当な間隔で鉛直方向に砂柱やカードボードなどを設置し、水平方向の圧密排水距離を短縮し、圧密沈下を促進し、併せて強度増加を図る。 工法としては、砂柱を袋やケーシングで包むもの、カードボードのかわりにロープを使うものなど各種のものが、施工法も鋼管を打込んだり、振動で押込んだり、砂柱を運るものや、ウォータージェットでせん孔して砂柱を運るものなど各種のものがある。	A	C D
サンドコンパクション工法	サンドコンパクション工法	地盤に締固めた砂ぐいを造り、軟弱層を締固めるとともに砂ぐいの支持力によって安定を増し、沈下量を減らす。施工法として打込みによるもの、振動によるもの、また砂の代りに砕石を使用するものなど各種のものがある。	B E	A C
固結工法	深層混合処理工法	軟弱地盤の地表から、かなりの深さまでの区間を、セメントまたは石灰などの安定剤と原地盤の土を混合し、柱体状または全面的に地盤を改良して強度を増し、沈下およびすべり破壊を抑制する工法である。施工機械には、かくはん翼式と噴射式のものがあ	B E	C
	石灰パイル工法	生石灰で地盤中に柱を造り、その吸水による脱水や化学的結合によって地盤を固結させ、地盤の強度を上げることによって安定を増すと同時に、沈下を減少させる工法である。	B E	C
	薬液注入工法	地盤中に薬液を注入して透水性の減少、あるいは原地盤強度を増大させる工法である。	B E	C
	凍結工法	土中に凍結管と呼ばれる鋼管を設置し、地盤中の間隙水を人工的に凍結させるものである。 仮設工法として用いられることがある。	B E	C

工法		工法の説明	主効果	二次効果
繰返載荷工法	漸増載荷工法 段階載荷工法	盛土の施工に時間をかけてゆっくり立ち上げる。圧密による強度増加が期待できるので、短時間に盛土した場合に安定が保たれない場合でも、安全に盛土できることとなる。盛土の立上りを漸増していくか、一次盛土を休止して地盤の強度が増加してからまた立上げるなどといった載荷のやり方で、名称が分れる。 パーチカルドレーンなどの他の工法と併用されることが多い。	C	—
載荷重工法	掘削置換工法	盛土や構造物の計画されている地盤にあらかじめ荷重をかけて沈下を促進した後、あらかじめ計画された構造物を造り、構造物の沈下を軽減させる。積荷重としては盛土が一般的であるが水あるいはウェルポイントで地下水を低下させることによって増加した有効応力を利用する工法などもある。	A	D
構造物工法	矢板工法	盛土側方の地盤に矢板を打設して地盤の側方変位を減じて安定性を高める。それによって周辺地盤の膨れあがりや沈下の影響も少なくなる。	C E	
	くい工法	木ぐいや既製ぐいを利用して沈下、せん断変形の抑制を図るもので、通常はくい同士を連結して効果を高める。	B C	

- A: 圧密沈下の促進: 地盤の沈下を促進して、有害な残留沈下量を少なくする。
- B: 全沈下量の減少: 地盤の沈下そのものを少なくする。
- C: せん断変形の抑制: 盛土によって周辺の地盤が膨れ上がった、側方移動したりすることを抑制する。
- D: 強度増加の促進: 地盤の強度を増加させることによって、安定を図る。
- E: すべり抵抗の増加: 盛土形状を変えたり地盤の一部を置き換えることによって、すべり抵抗を増加し安定を図る。

出典: [表 2-3-4]  
河川土工マニュアル  
表 3.2.2  
(H21.4)P107, 108

また、軟弱地盤上の築堤では堤体の安定・変形以外に、隣接構造物への影響がある。そのため、「軟弱地盤上に築堤する際の調査・設計手順書(平成23年3月20日)近畿地方整備局」に準拠した検討も必要である。

出典：[図 2-3-8]  
 軟弱地盤上に築堤する際の調査・設計手順書 図-2.1 (H23.3)P2

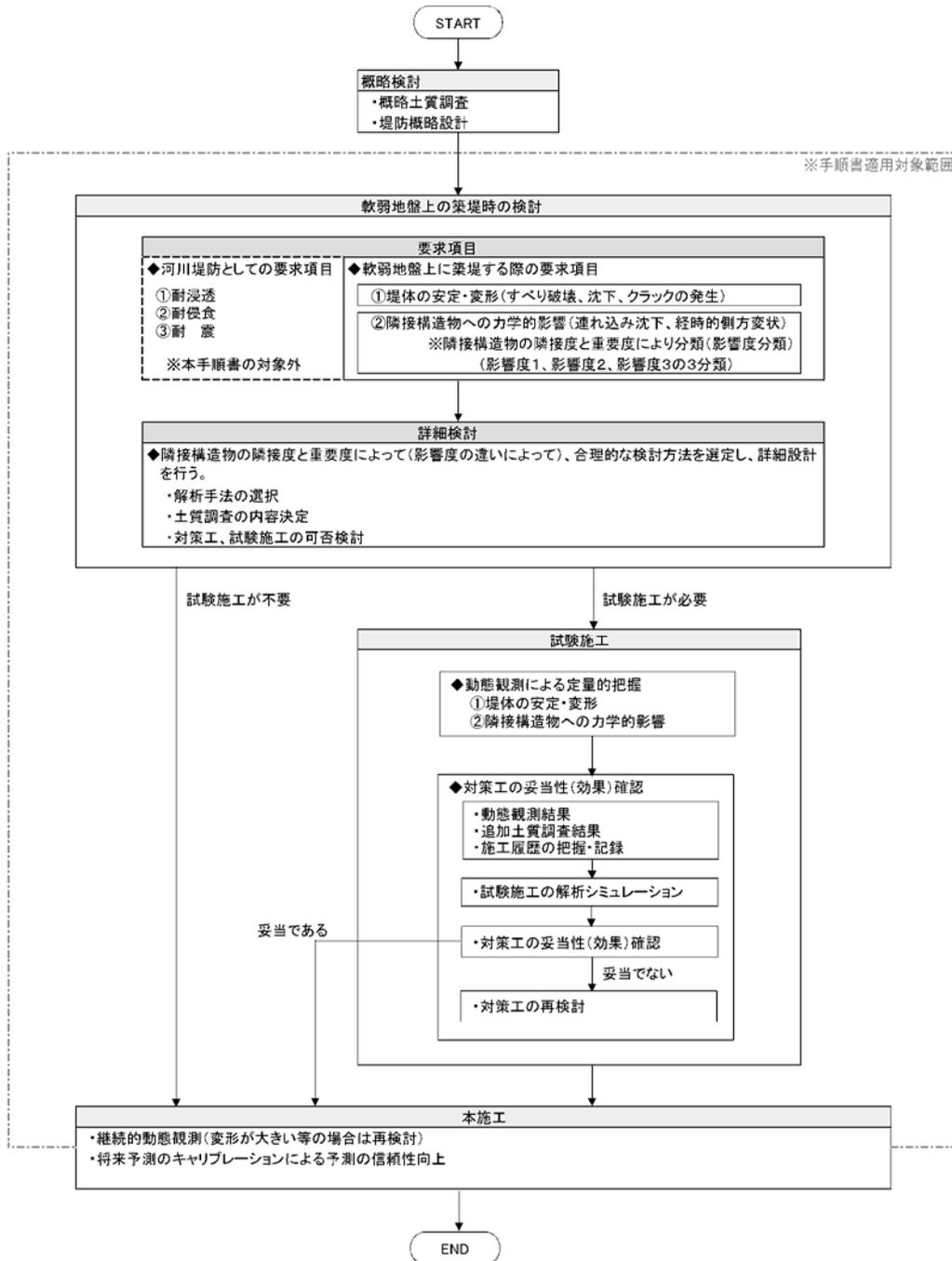


図 2-3-8 軟弱地盤上の築堤における基本的手順

### 第3節 高規格堤防（標準）

#### 1. 定義

一般にいう堤防は、河川整備計画等によって定められた超過確率における計画高水流量および計画高水位（高潮区間にあつては計画高潮位）以下の洪水の流下に対して、安全を確保する機能を有するものである。

これに対して、高規格堤防（スーパー堤防）は、計画以上の超過洪水が発生し堤防上から越水が生じた場合にも破堤しない機能を有した堤防（裏のり勾配が概ね 1/30）であり、遊水地等に設けられる越流堤とは構造的にも異なるものである。

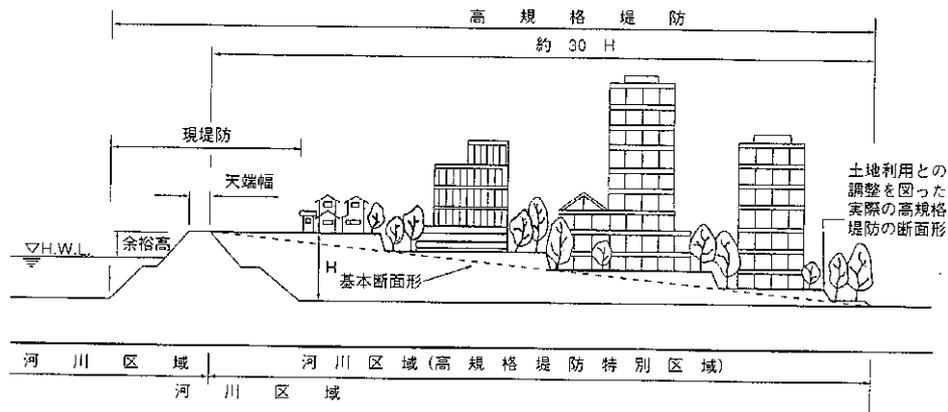


図 3-1-1 高規格堤防（スーパー堤防）の例

表 3-1-1 従来の堤防と高規格堤防の比較

	利 用	土地利用に対する行為規制	補 償	堤防築造の担保		維持管理
				整備中	整備後	
従来の堤防 (河川区域)	兼用道路位 しか利用で き ない	原則不許可	土地取得 建物等補償	所有権 (収 用)	所有権 公用制限	河川管理者
高規格堤防 (特別区域)	通常の土地 利 用	緩い規制 <sup>(注1)</sup>	原則、建物等 補償のみ	使用契約 (使 用)	公用制限	平常時 <sup>(注2)</sup> 土地所有者

(注1：高規格堤防としての効用を確保するうえで支障を及ぼすおそれのあるものでない限り許可（一部は許可不要）。(「河川法 第26条」参照)

(注2：高規格堤防の損傷に対しては河川管理者、またはその命じたもの若しくは、その委任を受けたもの。(「河川法 第22条の2」参照)

## 2. 設計の基本

高規格堤防の設計は、堤防形状、堤防材料とその物性、堤防の地盤、川表側に設けられる護岸、水制その他これらに類する施設を対象とし、高規格堤防特別区域が将来にわたりさまざまな通常の土地利用に供されることを前提として行う。また、高規格堤防の設計においては、高規格堤防特別区域の土地利用に関して、通常行われるであろう一般的土地利用のうち、堤防の破壊にとって予想される最も厳しい土地利用状況を前提にしなければならない。

出典：[2.]  
河川砂防技術基準  
(案)同解説 設計編 I  
3.1.2(H9.10)P19

高規格堤防の設計は、堤防形状、堤防材料とその物性、堤防の地盤、川表側に設けられる護岸その他これらに類する施設を対象とし、高規格堤防特別区域が半永久的に通常の土地利用に供されることを前提として行うものとする。

通常の土地利用とは、一般に行なわれている住宅・ビルの建築や道路・公園の設置、農地としての利用等種々の土地利用をいう。

高規格堤防が永久構造物であり、将来にわたる高規格堤防特別区域の土地利用状況を特定することは不可能であることから、設計においては、当面予想される土地利用状況とは無関係に、設計検討項目ごとに予想される堤防の破壊に対して最も厳しい土地利用状況を想定しなければならない。

### 2-1 断面および構造

#### 2-1-1 堤防の高さ

高規格堤防の高さは、「構造令 第20条」に掲げる計画流量に応じた余裕高を加えた高さとする。

出典：[2-1-1]  
河川砂防技術基準  
同解説 計画編  
9.2(H17.11)P150  
一部加筆

#### 2-1-2 堤防の形状

高規格堤防の基本断面形は、越流水による剪断力、地震時の慣性力等、予想される荷重によって洗掘破壊、すべり破壊、浸透破壊が生じない形状、構造としなければならない。

出典：[2-1-2]  
改定解説・河川管理施設等構造令  
(H12.1)P107  
一部加筆

高規格堤防特別区域の堤防形状決定のための支配的な項目は流水による洗掘破壊である。従って、基本断面形は、この項目を検討することにより概ね決定される。また、高規格堤防特別区域外の川表のり面は、越水時や地震時のすべり破壊に対する検討を行い、断面形を決定することとしている。

一般に、超過洪水によって生ずる越流水深により検討した場合、越流水による洗掘破壊を発生させない堤防の安全な勾配は、概ね 1/30 程度必要である。

#### 2-1-3 高規格堤防の天端幅

高規格堤防の天端幅は、「本章第2節土堤」に規定する普通の堤防の天端幅を最低限確保するものとする。

ただし、高規格堤防の機能の確保、河川の巡視、洪水時の水防活動、緊急車両の円滑な通行等を勘案し、普通の堤防の天端幅であってはこれらの機能を十分確保できない場合には、必要な天端幅を適切に設定するものとする。

出典：[2-1-3]  
河川砂防技術基準  
(案)同解説 設計編 I  
3.1.4(H9.10)P21  
一部加筆

高規格堤防は、普通の堤防の機能を包含するものである。普通の堤防の天端は、川表側の部分を構造的に支え、万が一洪水流により護岸の一部が損傷した場合にも、全体の破堤につながることを防止し、浸透水に対する難浸透帯を確保する等のためおよび護岸補修等の河川事業の実施、河川巡視、水防活動上の必要性等を勘案して定められているため、高規格堤防においても、天端幅については、普通の堤防における規定に定められた数値を最低限とするものとする。

しかし、高規格堤防においては、対象とする河道内水位が、計画高水位を越え流水による洗掘力が増大する結果、天端幅が普通の堤防の天端幅のままでは不足し、河川管理上重大な支障を生じる恐れがある。

さらに高規格堤防においては、越水するような事態においても破堤は許されず、堤防上は通常の土地利用に供されるために天端幅の拡大は完成後は不可能であるため、当該地区の重要性、流水による洗掘力の増大、水防活動における技術革新、社会状況の変化に伴い河川空間に期待される役割の増大等を勘案し、天端幅を定めなくてはならない。

出典：[2-1-3]  
改定解説・河川管理施設等構造令  
(H12.1)P124  
一部加筆

## 2-2 堤体材料

高規格堤防の築造には、高規格堤防の堤体材料として適当な性質をもつものを用いるものとする。

出典：[2-2]  
河川砂防技術基準  
(案)同解説 設計編 I  
3.2.1(H9.10)P22  
一部加筆

高規格堤防の堤体材料の選定にあたっては、「本章第2節2-2 堤防材料」の内容に加えて、普通の堤防にはない高規格堤防固有の性質にかかわる次のような点に十分留意しなければならない。

- ① 施工後の堤防の過度の不等沈下は、超過洪水時の越水による荷重を設計値よりも局所的に増大させる恐れがある。また、高規格堤防上の大部分が通常の土地利用に適した条件とならなければならない、施工後の過度な沈下および不等沈下は許されない。したがって、一定以上の高さの確保という観点からだけの施工管理では不十分である。
- ② 一般に、もともと堤内地として利用されていた土地が高規格堤防用地となるので、高規格堤防の施工期間を長くすることは困難である。このため、例えば、施工後の沈下量を抑えるために緩速施工が必要となるような堤体材料および堤防の地盤は適切といえない。
- ③ 農用地としての利用等、高規格堤防特別区域の土地利用形態によっては、堤防表層あるいは堤体の土が特定の性質をもつ必要がある。

以上のことから、高規格堤防の堤体材料には、一般的には、「本章第2節2-2 堤防材料」に示された選定の目安に準拠するが、堤体の圧縮沈下を極力抑えることや、地盤の地耐力、施工上のトラフィカビリティの確保を考慮し、コーン指数がある程度以上の材料を選定することが望ましい。

また、将来の土地利用形態に配慮し、盛土材の最大粒径や礫等の混入率についても適切な材料を用いるものとする。ただし、仕上がり面より1m未満の範囲には粒径が大きい転石等を含んではならない。さらに、圧縮性の大きい土や凍土、氷雪、草木、切株、その他の各種有害廃棄物を含む土を使用することは避けなければならない。

### 3. 高規格堤防の設計

#### 3-1 対象水位

高規格堤防設計のための水位として、高規格堤防設計水位、計画高水位、平水位を設定する。

高規格堤防設計水位は、流域の水文特性および河道計画等に基づき定めるものとする。

高規格堤防設計水位の設定は、超過洪水（計画の規模を上回る超過高潮を含む）により発生する河道内の平均的的最高水位に基づき行うものとする。

高規格堤防は、超過洪水対策を実施すべき区間として設定された高規格堤防設置区間で、おおよそ発生すると認められる超過洪水時にも破堤しないよう設計する堤防である。このため、計画高水位は計画高水流量を前提としたものであるが、高規格堤防設計水位は超過洪水流量を前提としたものではなく、おおよそ起こりうる河道内の平均的的最高水位であり、これを用いて高規格堤防の設計を行うものである。このことから、高規格堤防設計水位は、計画堤防天端高（堤防満杯流）の水位を基礎として、その時にいかなる地点でも発生しうる河床変動等に起因する水位変動による外力に対処できるよう設定することとしている。

また、越水現象は、過去の堤防越水の状況でも報告されているように、堤防天端が上下流方向になめらかな場合には、相当区間平均に薄層で発生すると考えられる。このため、高規格堤防設置区間の多くの区間では、堤防天端高とほぼ近い高さの水位で流下すると想定される。

さらに、こうして定められる高規格堤防設計水位には、山間部から平野部への出口等の非越水区間から越水区間への変化部、大支川の合流部等の多量の越水が生じる区間の現象や、河道形状の影響による現象等が加味されていないので、そうした現象を反映させる必要がある。これは、前述したように、どちらかといえば傾向をつかむためのものであり、実際、降雨条件を変えても、非越水区間から越水区間への変化部等を除き、ほとんどの区間で現象面としては変化がないためのものである。

河道内の最高水位は次のように求める。

- ① 不定流計算および高潮計算
- ② 河床変動等に起因する水位変動の加味
- ③ 高潮に伴う河道内への波浪侵入の考慮

出典：[3-1]

河川砂防技術基準

(案)同解説 設計編 I

3.1.3(H9.10)P19,20

一部加筆

## 3-2 設計荷重

高規格堤防の設計に用いる荷重としては、高規格堤防の自重、河道内の流水による静水圧の力、地震時における高規格堤防およびその地盤の慣性力、間隙圧（高規格堤防およびその地盤の内部の浸透水による水圧）の力、越流水によるせん断力、河道内流水によるせん断力等を考慮する。

設計においては、取り扱う破壊形態・機構の種類に応じて、採用する荷重の組み合わせを設定し、適切な河道内水位を想定して設計荷重を与える。

高規格堤防に作用する荷重としては、ダムや普通の堤防と同様に、堤防の自重、静水圧の力、地震時における慣性力に加え、高規格堤防の特質である越流水による洗掘破壊に対する安定性において検討すべき越流水によるせん断力等がある。

### a. 高規格堤防の自重

高規格堤防の自重は、高規格堤防の材料の単位体積重量を基礎として計算するものとし、単位体積重量は、原則として、実際に使用する材料について試験を行い、その結果に基づいて決定するものとする。

### b. 地震時慣性力

地震時における高規格堤防の堤体の慣性力は、堤体に水平に作用するものとし、堤体の自重に設計水平震度を乗じて求めるものとする。

### c. 間隙圧

間隙圧は、浸透流による間隙水圧と土質材料を構成する土粒子骨格の変形によって生じる圧力であり、間隙圧が発生すると、その分すべり破壊におけるすべり面の摩擦抵抗が減ぜられることになる。

### d. 越流水によるせん断力

高規格堤防上に越流水が流下した場合、流水との接触面に水平にせん断力が働く。このせん断力が一定以上になると堤体表面が浸食され、洗掘を受けることとなる。

出典：[3-2]

河川砂防技術基準

(案)同解説 設計編 I

3.3.1 (H9.10)P24

高規格堤防の破壊形態、破壊機構、想定する河道内水位および採用する荷重の組合わせを表 3-3-1 に示す。

表 3-3-1 想定する河道内水位と荷重

堤防破壊形態	堤防破壊機構	設計において想定する河道内水位	採用する荷重
川表側からの洗掘破壊	河道内の流水による堤防の川表側の洗掘	高規格堤防水位、計画高水位、平水位、水位低下時	河道内の流水によるせん断力
越流水による洗掘破壊	越流水による堤防の川裏側の洗掘	高規格堤防設計水位	$\tau$
すべり破壊	水の浸透による間隙圧の変化による堤防および地盤のすべり	高規格堤防設計水位、計画高水位、平水位、水位低下時	W, P, P <sub>p</sub>
	地震時慣性力に伴う不安定化による堤防および地盤のすべり	計画高水位、平水位、水位低下時(計画高水位以下)	W, P, P <sub>p</sub> , I
浸透破壊	浸透水の堤防裏面からの流出に伴う堤防の侵食(浸透水侵食破壊)	高規格堤防設計水位、計画高水位、平水位、水位低下時	P, P <sub>p</sub>
	浸透水によるパイプ状の地盤土砂流出路形成・発達(パイピング破壊)		
液状化破壊	地震時慣性力の作用により地盤が液状になることに伴う堤防沈下・変形等の発生	計画高水位、平水位	W, P, I 発生に伴う P <sub>p</sub>

出典:[表 3-3-1]  
河川砂防技術基準  
(案)同解説 設計編 I  
表 1-4(H9. 10)P25

注 1)「水位低下時」とは、河道内の水位が高規格堤防設計水位以下で、かつ、水位が急速に低下する場合である。

ただし「(計画高水位以下)」とある場合は、計画高水位以下での水位低下に限定する。

注 2) 荷重の記号の説明は、次のとおりである。

W : 高規格堤防の自重

P : 河道内の流水による静水圧の力

I : 地震時における高規格堤防およびその地盤の慣性力

P<sub>p</sub>: 間隙圧(高規格堤防およびその地盤の内部の浸透流による水圧、および地震時の過剰間隙水圧)の力

$\tau$  : 越流水によるせん断力

### 3-3 設計震度

高規格堤防およびその地盤のすべりに関する構造計算に用いる設計震度は、強震帯地域、中震帯地域および弱震帯地域の区分に応じ、それぞれ 0.15、0.12 および 0.10 とする。  
高規格堤防の液状化に関する構造計算に用いる高規格堤防の表面における設計震度は、上記の値に 1.25 を乗じて得た値とする。

出典:[3-3]  
河川砂防技術基準  
(案)同解説 設計編 I  
3.3.2(H9. 10)P24, 25

河道内の水位が平水位を超える場合の設計震度は、上記の値の 1/2 とするものとする。  
ここで、1/2 とするのは、洪水と地震の同時生起時の設計震度に非洪水時と同じ設計震度を用いることが、地震による堤防破壊の危険性を過大に評価することになるからであり、仮に壊れれば人工被害となるダム設計においても、計画高水位に相当するサーチャージ水位等に対しては、平常時の 1/2 としている。

ただし、上記の設計震度は、地盤条件が三種地盤かつ堤防幅・高さ比が 20 以上の場合を想定したものであるため、地震履歴、土質、地盤の特性および堤防規模等がこの前提と異なり、上記の値よりも大きな設計震度を用いる必要があると判断される場合には、適切な方法を用いて上記の値とは別に設計震度を定めるものとする。

## 4. 安全性に対する設計

### 4-1 越流水による洗掘に対する安定性

高規格堤防は、越流水による洗掘破壊が生じないように、堤防上部に作用する越流水による洗掘に対し、必要なせん断抵抗力を有するように設計する。

高規格堤防の堤体は、高規格堤防特別区域において通常の土地利用がなされても越流水による洗掘に対して耐えるものでなければならない。このため、河道内の水位が高規格堤防設計水位時における越流水の流速が堤体表面のせん断破壊を生じない流速以下にする必要があるが、越流水の流速は高規格堤防の川裏側の勾配に左右されるため、越流水による高規格堤防上部の表面のせん断力が、以下の式を満たすよう、堤防の川裏側の勾配を定めるものとする。

$$\tau = W_o \cdot h_s \cdot I_e$$

$$\tau \leq \tau_a$$

ここに、 $\tau$  : 越流水によるせん断力 (kN/m<sup>2</sup>)

$W_o$  : 水の単位体積重量 (kN/m<sup>3</sup>)

$h_s$  : 高規格堤防の表面における越流水の水深 (m)

$I_e$  : 越流水のエネルギー勾配

$q$  : 単位幅越水量 (m<sup>3</sup>/(s・m))

$I$  : 堤防の川裏側の勾配 ( $I = I_e$ )

$\tau_a$  : 堤防表面の許容せん断力 (0.08kN/m<sup>2</sup>)

### 4-2 河道内流水による侵食に対する安全性

高規格堤防は、高規格堤防設計水位以下の河道内流水の作用による侵食破壊に対して安全な構造となるよう、必要に応じ護岸、水制等を設けるものとする。

高規格堤防は、普通の堤防のもつべき条件を包含するとともに、超過洪水発生時に作用する荷重に対して破壊されないよう設計されなければならない。計画高水位を上回り高規格堤防設計水位以下の水位による河道内流水の作用によって、高規格堤防の破壊につながる重大な表のり侵食破壊が生じてはならない。このため、水衝部等において、計画規模洪水から超過洪水になる際の堤防表のり側への流水による荷重(外力)の増大量が無視できないほど大きい場合には、必要に応じて護岸、水制等を設ける等、その外力に見合う措置を高規格堤防の設計に組み込まなければならない。なお、ここでいう河道内流水の作用には、表のり肩付近における越流水の作用も併せて考えるものとする。

### 4-3 浸透に対する安全性

高規格堤防は、堤防およびその地盤における浸透破壊とパイピング破壊に対して安全な構造となるよう設計する。

#### (1) 浸透破壊

高規格堤防において、浸潤線が川裏側の堤体ののり先より高い位置に浸出すると、堤体ののり面等が泥ねい状になって堤体の強度が著しく低下し、浸透水等で堤体が侵食されやすくなるので、浸透水ののり面への浸出による堤防の侵食破壊を防ぐため、浸潤線が川裏側ののり面と交わらないようにしなければならない。もし、浸潤線が堤防の川裏側ののり面と交わる場合には、ドレーン工等の対策工を実施する必要がある。

出典:[4-1]

河川砂防技術基準

(案)同解説 設計編 I

3.3.3(H9.10)P26

一部加筆

出典:[4-2]

河川砂防技術基準

(案)同解説 設計編 I

3.3.4(H9.10)P27

一部加筆

出典:[4-3(1)]

河川砂防技術基準

(案)同解説 設計編 I

3.3.5(H9.10)P27, 28

一部加筆

浸潤線の算出については、有限要素法による非定常浸透流解析等により算出するものとし、この検討における川裏側ののり面位置としては、のり尻部を除き実際ののり面位置よりも 1.5m 低い位置をとるものとする。これは、高規格堤防特別区域においては、堤防表面から一定の深さまでは掘削・埋戻しが自由に行われるからである（「河川法 第 27 条第 2 項」参照）。

(2) パイピング破壊

パイピングは、堤体とその地盤あるいは構造物とその地盤の接合部およびその付近における浸透現象であり、高規格堤防は、高規格堤防特別区域で通常の利用がなされても、河道内の水位と川裏側の地表面の差から生ずる浸透力に対して耐えうるものでなければならない。

高規格堤防の堤体およびその地盤は、パイピング破壊が生じないよう必要な有効浸透路長を確保することとし、以下に示すレーンの加重クリープ比で評価するものとする。パイピング破壊が生じないためには、荷重クリープ比 C の値が、表 3-4-1 に示した値以上でなければならない。このレーンのクリープ比を用いるのは高規格堤防内に建築物や建築物の基礎等の構造物が入り、土と構造物との周辺部で水みちが生じやすくなることを考慮したものである。

$$C = (L_e + \Sigma 1) / \Delta H$$

$$= \{L_1 + L_2 / 3 + \Sigma 1\} / \Delta H$$

ここに、C : レーンの荷重クリープ比 (表 3-4-1 参照)

L<sub>e</sub> : 水平方向の有効浸透路長

L<sub>1</sub> : 水平方向の堤防と堤防の地盤の接触長さ

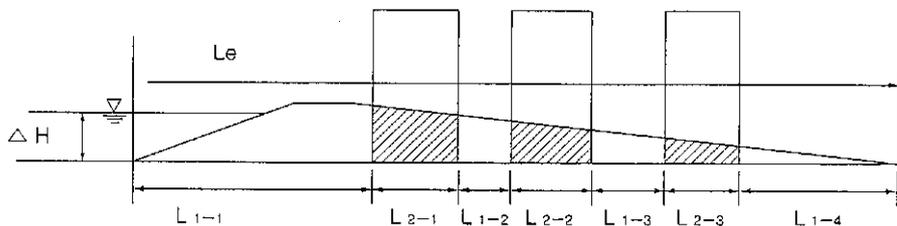
L<sub>2</sub> : 水平方向の堤防の地盤と地下構造物の接触長さ

Σ 1 : 鉛直方向の地盤と構造物の接触長さ (通常は 0 とする)

ΔH : 水位差

表 3-4-1 レーンの荷重クリープ比

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



上図においては、 $L_1 = L_{1-1} + L_{1-2} + L_{1-3} + L_{1-4}$   
 $L_2 = L_{2-1} + L_{2-2} + L_{2-3}$  となる。

図 3-4-1 浸透破壊に対する安全性の検討

出典:[(2)]

河川砂防技術基準

(案)同解説 設計編 I

3.3.5(H9.10)P27, 28

一部加筆

出典:[表 3-4-1]

河川砂防技術基準

(案)同解説 設計編 I

表 1-5(H9.10)P28

出典:[図 3-4-1]

河川砂防技術基準

(案)同解説 設計編 I

図 1-8(H9.10)P28

#### 4-4 すべりに対する安全性

高規格堤防は、浸透および地震時の慣性力によるすべり破壊に対して安全な構造となるよう、円弧すべり法により最小安全率を 1.2 として設計する。

高規格堤防のすべり破壊に対する安定性については、表 3-4-2 に示す水位、地震力等の組合わせについて検討するものとする。

浸透によるすべり破壊に対しては、浸透流解析による浸潤面を算出し、円弧すべり法によりすべり安定計算を行うものとする。なお、浸潤面の算出は、河川水位と降雨を考慮した外力条件で非定常浸透流解析によって行うものとする。

また、地震時の慣性力による安定問題については、地震時の堤防の安定性あるいは被害変形量を的確に予測する実用的な手法は、現時点では確立されていないため、当面は、従来より一般的に用いられている震度法を用いた円弧すべり法を用いるものとする。

すべり破壊に対する最小安全率については、高規格堤防上が通常の土地利用に供され、土地利用者やその施設等の地震時の安全性を通常の市街地と同程度以上に確保する必要があることから、1.2 とする。（「構造令 施行規則第 13 条の 5」参照）

算定された安全率が 1.2 以下である場合は、バーチカルドレーン工法、サンドコンパクションパイル工法、固結工法等により適切な対応を行うものとする。

表 3-4-2 すべり破壊に関する安定計算に用いる外力条件

条 件	計画対象 のり面	地震力			水 位	間隙圧
		強	中	弱		
(1) 計画高水位を超え 高規格堤防設計水位以下	裏のり面	—	—	—	高規格堤防 設計水位	浸透圧
(2) 平水位を超え 計画高水位以下	裏のり面	0.075	0.06	0.05	計画高水位	浸透圧
(3) 水位低下時	表のり面	0.075	0.06	0.05	高規格堤防 設計水位 →平水位	残留間隙 水 圧
(4) 平水位以下	裏のり面 表のり面	0.15	0.12	0.10	平水位	浸透圧

また、軟弱地盤上の築堤で既設堤や周辺地盤への影響が懸念される場合には、別途検討を行い、必要に応じ適切な対策を行うものとする。

#### 4-5 液状化に対する安全性

高規格堤防は、地震時の地盤の液状化破壊に対して安全な構造となるよう、過剰間隙水圧を考慮した円弧すべり法により最小安全率を 1.2 として設計する。

地震時の堤防の安定性あるいは被害変形量を的確に予測する実用的な手法は、現時点では確立されていないため、当面は、従来より一般的に用いられている過剰間隙水圧を考慮した円弧すべり法を用いるものとする。

出典：[4-4]

河川砂防技術基準  
(案)同解説 設計編 I  
3.3.6(H9.10)P28, 29

出典：[表 3-4-2]

河川砂防技術基準  
(案)同解説 設計編 I  
表 1-6(H9.10)P29

出典：[4-5]

河川砂防技術基準  
(案)同解説 設計編 I  
3.3.7(H9.10)P29  
一部加筆

液状化によるすべり破壊の最小安全率は 1.2 とする。算出された安全率が 1.2 以下の場合には、地盤改良等適切な対策を講じなければならない。

#### 4-6 堤防の沈下に対する配慮

高規格堤防は、高規格堤防特別区域が通常の土地利用に供されることから、土地利用に支障を及ぼさないよう極力沈下を生じないように施工上配慮するとともに、必要な余盛りを設計に勘案するものとする。

出典：[4-6]  
河川砂防技術基準  
(案)同解説 設計編 I  
3.3.8(H9.10)P29

高規格堤防上に構造物等が築造された後、この堤防および構造物の荷重によって、土地利用に支障を及ぼすような新たな沈下が起こらないようにするため、高規格堤防の設計・施工段階から上載荷重を考慮しておく必要がある。なお、上載荷重としては、土地利用形態や宅地に建築される建築物の規模等を勘案して適切な荷重を設定する。この上載荷重を考慮して沈下計算を行い、残留沈下量の予測を行う。許容残留沈下量は、当面の土地利用形態を考慮して、築造後に高規格堤防上の構造物等に障害が生じない程度にしておくことが望ましい。

残留沈下量に見合う余盛りを設計時点で勘案しておくものとするが、「堤防余盛基準について」(昭和 44 年 1 月 17 日付治水課長通達)は高規格堤防については適用しない。なお、設計時点で予測した沈下挙動と実際の挙動とが異なる可能性もあるので、原則として動態観測を実施し、予測の修正や設計の見直しに反映させるものとする。

#### 4-7 隣接構造物への影響に対する設計

高規格堤防の予定地に隣接構造物がある場合には、側方変位や引き込み沈下の解析を行わねばならない。解析の結果より、変位量が許容値以上である場合には、必要な対策を講じなければならない。

高規格堤防の隣接区域は、既に商工業地域や住宅地として土地利用されている場合が多く、堤防盛土施工に伴い発生する側方変位や引き込み沈下によって、隣接構造物に機能障害が生ずることが懸念される。

このような盛土による影響が想定される場合には、常時の応力～変位解析や圧密沈下解析を行い、変位量が許容値以下であるかどうかを確認しなければならない。算定された変位量が許容値以上であることが明らかな場合には、必要な対策を講じなければならない。

なお、安定解析(常時)によって求められた最小安全率が  $F_s=1.4$  以上であれば、側方変位が小さいことが知られており、このような場合には、側方変位の解析を行わなくてよい。

#### 4-8 段階的施工における留意点等

高規格堤防の整備は、開発計画、現状の土地利用との整合から、全幅において完成断面にできなくても、逐次段階的に実施するものとする。しかしその設計にあたっては、高規格堤防特別区域が通常の土地利用に供されること、現状の堤防機能を損なわないものであること、将来完成時に極力手戻りが少なくなること等に配慮しなければならない。

出典：[4-8]

河川砂防技術基準  
(案)同解説 設計編 I  
3.3.9(H9.10)P30

一部加筆

ここで言う段階的施工とは高規格堤防の整備地区の施工順位を述べるものではない。ここでは、主として高規格堤防の横断方向断面形が、開発計画、現状の土地利用との整合から、全幅において完成できない部分的完成、いわゆる暫定断面形の設計等の考え方について述べるものである。

##### (1) 段階的施工における暫定断面形

段階的施工における暫定断面の高規格堤防とは、一般に高規格堤防基本断面に対して堤防幅の狭いものをさすが、この場合においても将来の完成時に手戻りとならないよう、その裏のり部分の高さについては将来形にそった高さでの施工を行うべきである。

##### (2) 段階施工時における設計

① 暫定断面とはいえ高規格堤防である以上、所要の安定性を求められるが、堤防幅とは密接な関係にある「構造令 施行規則第 13 条の 5 第 1 項」(洗掘)および「同第 13 条の 5 第 4 項」(浸透)については、完成後において確保すべき安定性に影響を与えない程度の安定性を有しているか、または「同第 13 条の 5 第 5 項、第 3 項」(すべり)、「同第 13 条の 5 第 5 項」(液状化)については、完成堤防と同等の安定性を有する必要がある。なお、高規格堤防の設計については、構造令のほか「高規格堤防盛土設計・施工マニュアル」等を参考に行う必要があるものである。

② 暫定断面として特に注意を要するのは「同第 13 条の 5 第 2 項、第 3 項、第 5 項」の安定性であり、これらについては、横断方向のみならず、縦断方向についても満足している必要がある。

## 第4節 特殊堤（標準）

### 1. 定義

高潮の影響を受ける区域における堤防、並びに地形、地質、土地利用状況等により「本章 第2節土堤」に示した基準による計画断面が確保できない場合の堤防を特殊堤という。

### 2. 断面形状および構造

#### 2-1 高潮の影響を受ける区域における堤防

高潮の影響を受ける区域における堤防においては、以下のことに留意するものとする。

- ① 堤防の表のり面は、コンクリートその他これに類するもので被覆するものとする。
- ② 堤防の前面には、必要に応じて波返工を設ける。
- ③ 越波のおそれのある区間の堤防には、前項のほか天端および裏のり面も被覆し、堤内の堤脚沿いには越波した水を集水する排水路を設ける。
- ④ 堤防天端或いは波返工の天端高は、次のどちらか高いほうの値とする。その高さは、上流の(イ)による計画堤防高と一致する地点まで同じ高さとする。
  - (イ) 計画高水位 + 余裕高
  - (ロ) 計画高潮位 + 打上げ波高を考慮した高さ
- ⑤ 高潮の影響を受ける区間の堤防は、一般に基礎地盤の軟弱な地域に築造されることが多いため、耐震に対する安全性を考慮するものとする。
- ⑥ 設計にあたっては、「河川砂防技術基準(案) 設計編Ⅱ 第7章第3節堤防および護岸」を参考とする。

出典:[2-1]

改定解説・河川管理施設等構造令 第28条  
(H12.1)P155, 156  
一部加筆

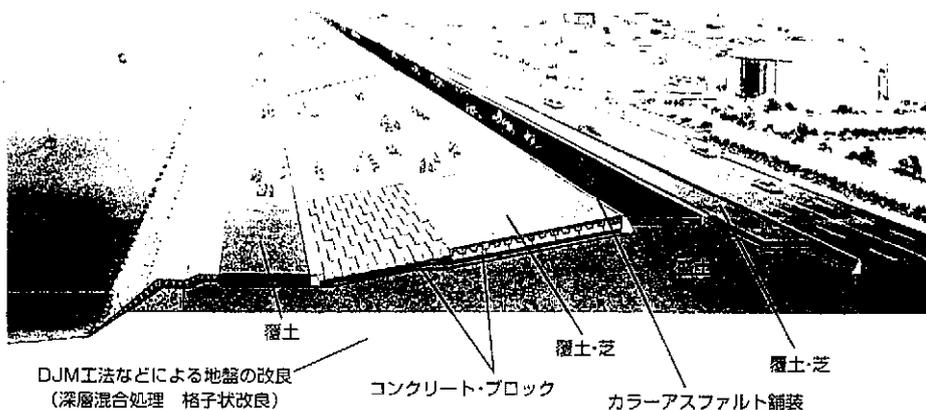


図 4-2-1 高潮堤防の例（淀川みらい堤）

## 2-2 胸壁（パラペット）を有する堤防

胸壁（パラペット）を有する堤防においては、以下のことに留意するものとする。

- ① 胸壁の高さは、余裕高（または波高相当高）未満とし、高くても 1m、極力 0.8m 程度以下にとどめることが望ましい。
- ② 胸壁は自立構造とし、原則的に支持杭を使用してはならない。
- ③ 堤防の基準天端高は、胸壁の背面から後ろに確保するものとする。
- ④ 胸壁の施工は、土堤部の圧密安定を待って行うものとする。

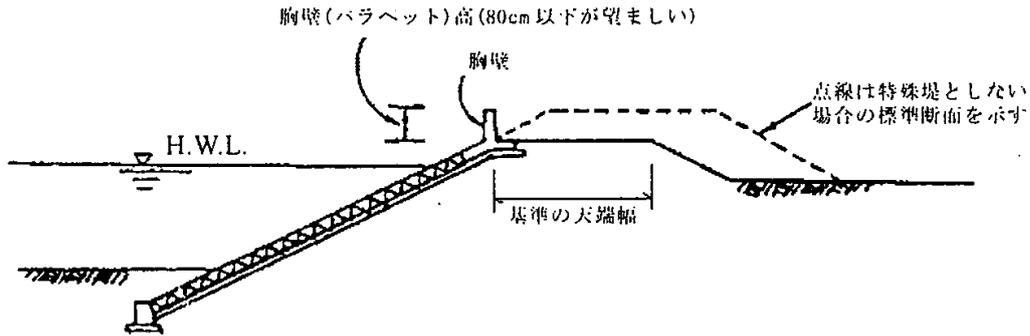


図 4-2-2 胸壁（パラペット）を有する堤防

出典：[図 4-2-2]  
河川砂防技術基準  
(案)同解説 設計編 I  
表 1-3(H9.10)P10

## 2-3 コンクリート擁壁構造等の堤防

コンクリート擁壁構造等の堤防においては、以下のことに留意するものとする。

- ① この構造は、胸壁（パラペット）構造を採用できない場合の特例とし、みだりに採用してはならない。
- ② この構造の場合であっても、最小限の管理用通路を確保するため、できれば 3m 以上少なくとも 1m 以上の盛土部分（三面張りのものを含む）を設けることが望ましい。
- ③ 自重、水圧、土圧、地震慣性力等の作用荷重に対しても安定した自立構造とする。
- ④ 鋼矢板構造、コンクリート擁壁と鋼矢板の組合せ構造も、これらに準ずる。

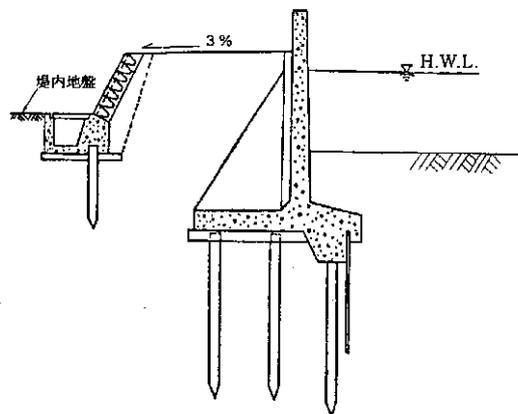


図 4-2-3 コンクリート擁壁構造の堤防例

出典：[2-3]  
改定解説・河川管理施設等構造令  
(H12.1)P161, 162  
一部加筆

出典：[図 4-2-3]  
改定解説・河川管理施設等構造令 図 3.27  
(H12.1)P162  
一部加筆

## 第5節 環境への配慮および河川空間活用への配慮

### 1. 河川環境の整備と保全

堤防のり面の植生は、高水敷や水辺と同様に河川環境を構成する一部であり、治水に影響の及ぼさない範囲で、堤防の安定を確保し、治水への影響を極力及ぼさないようにして環境の整備・保全に努める必要がある。

一般に堤防のり面には、降雨や流水等によるり崩れや洗掘に対して土堤が安全となるように、芝や雑草によって被覆される。これは、芝が一面を被覆し、土を緊縛することによって堤体表土の剥離を防止させるためである。また、出水前後においては、堤防の安全を点検するために、さらに、花粉や害虫等の環境面から除草等が行われる。このように、堤防は、河川環境を構成する一部であるが、人為的に管理された環境であることも否めない。

このことを念頭に置き、堤防への河川環境の整備と保全を配慮していくものとして、堤防安全度を損なわない範囲で、人々に安らぎを与えるような、管理された環境を創造していくことが重要である。

### 2. 河川空間活用への配慮

堤防には、高水敷の利用や水辺利用等、河川空間の利用を促進するため、階段および坂路等アプローチを容易なものとなるように配慮するものとする。

堤防は、状況によっては、人の動きを阻害する障害となる場合がある。

そこで、河川のオープンスペース機能やウェルネス効果を住民に提供できるように、河川敷へのアクセスを容易なものとする必要がある。特に、高齢者等が安心して河川敷にアクセスできるように、坂路の緩傾斜化、階段への手すりの設置等、バリアフリー化を推進するものとする。

さらに、堤防天端では、周辺住民の散策路や通学路等に利用されており、通行が容易となるように、環境整備とあわせて舗装化することも必要である。

# 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

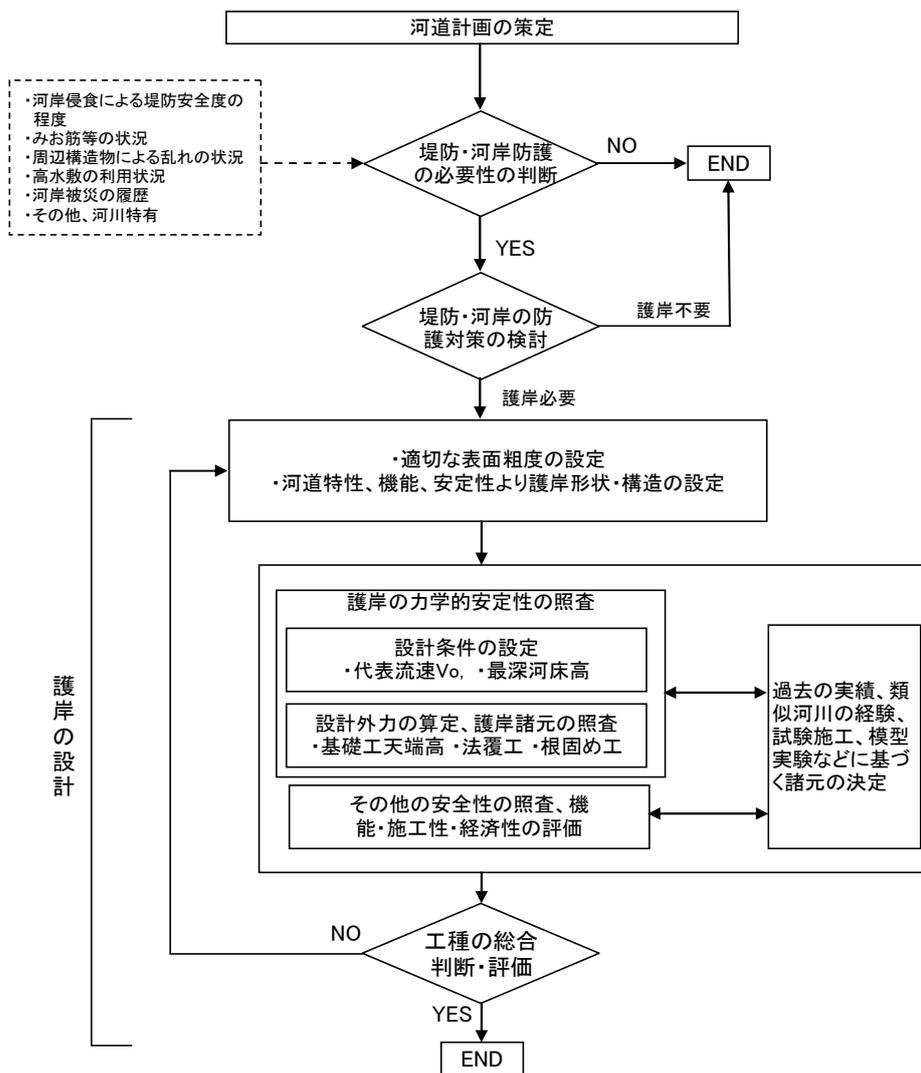
護岸設計にあたっては、堤防や河岸の侵食防止機能を有すること、また流水に対して安定な構造とすることが必要である。また、これらの機能に加え河川環境・景観の保全・創出を基本に据えるものとする。  
また、護岸の環境等への適応性は、現地での実績と経験を重ねつつ、技術の継承進展が図られるように設置後どのように変化するか事後調査・追跡調査により評価・検証を行い、設計ならびに施工技術にフィードバックするものとする。

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。

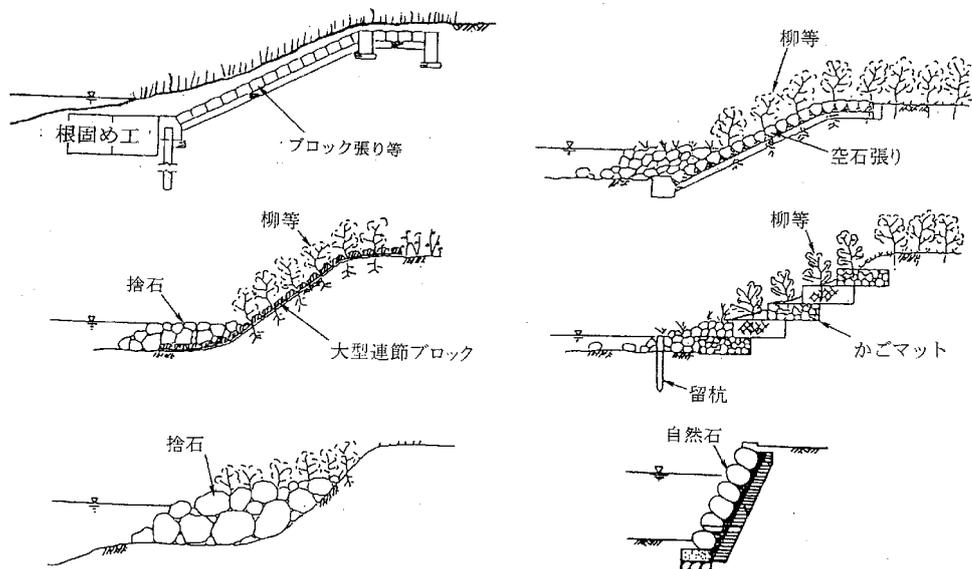


図 2-1-1 のり覆工の工種の例

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

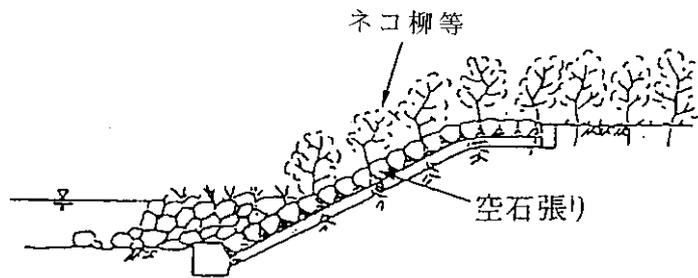


図 2-2-1 空石張り護岸の例

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

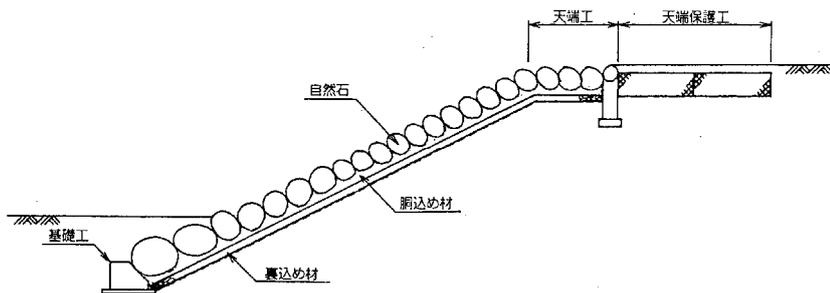


図 2-2-2 練石張り護岸の例

### (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

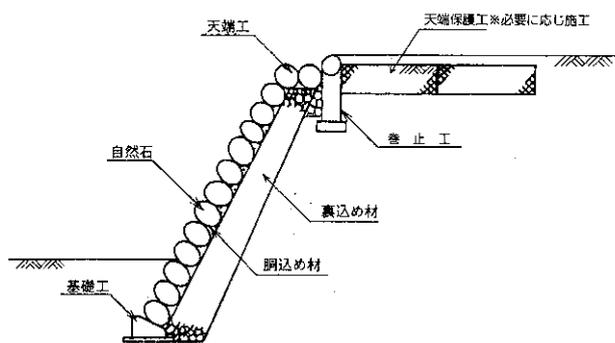


図 2-2-3 練石積み護岸の例

## 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)

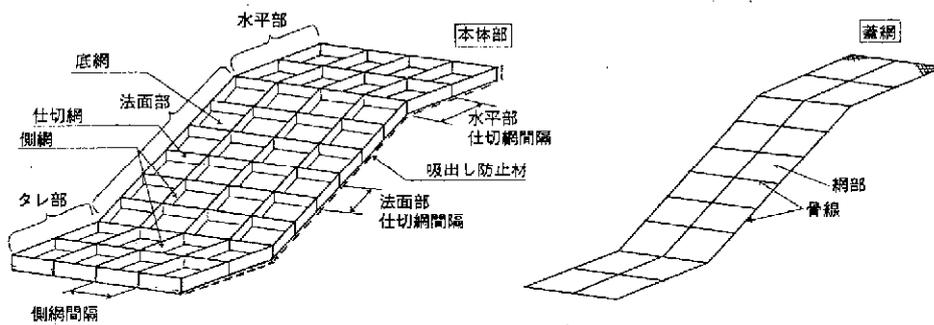


図 2-2-4 かごマット護岸（平張りタイプ）

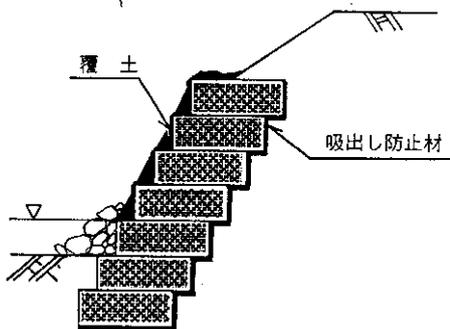


図 2-2-5 かごマット護岸（多段積みタイプ）

### 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

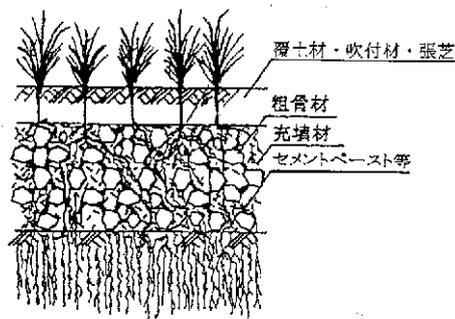


図 2-2-6 ポーラスコンクリート河川護岸の基本構成例

## 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。

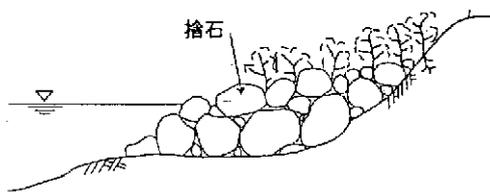


図 2-2-7 捨石護岸

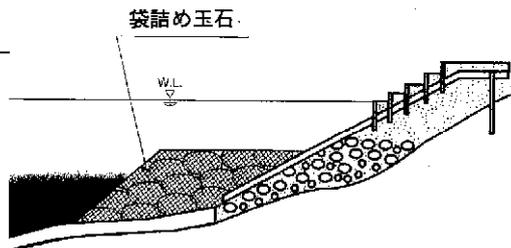


図 2-2-8 袋詰め玉石工

## 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。

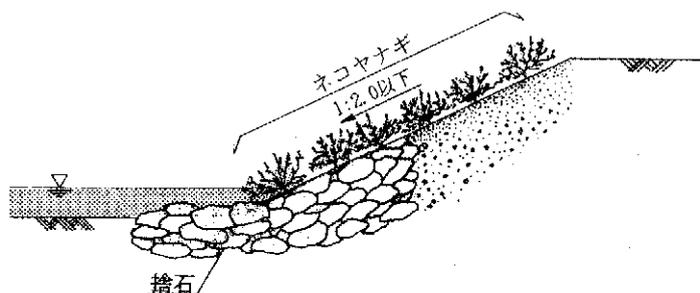


図 2-2-9 ヤナギによる自然型護岸

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

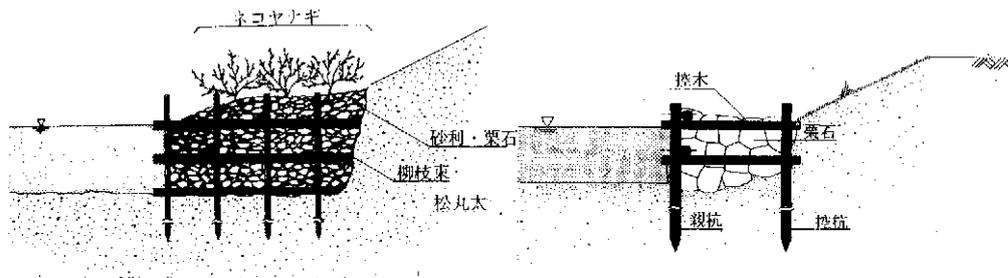


図 2-2-10 間伐材等を利用した護岸工法の例

## 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。

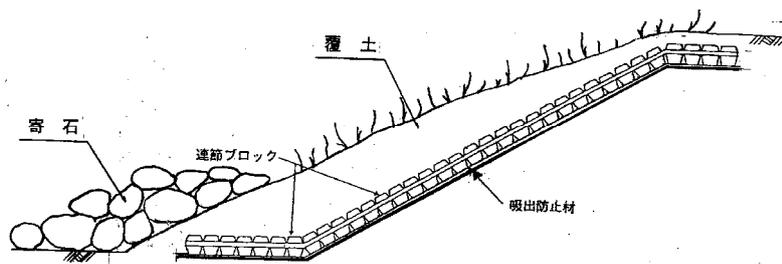


図 2-2-11 連節ブロック張りの低水護岸の例  
護岸—11

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。

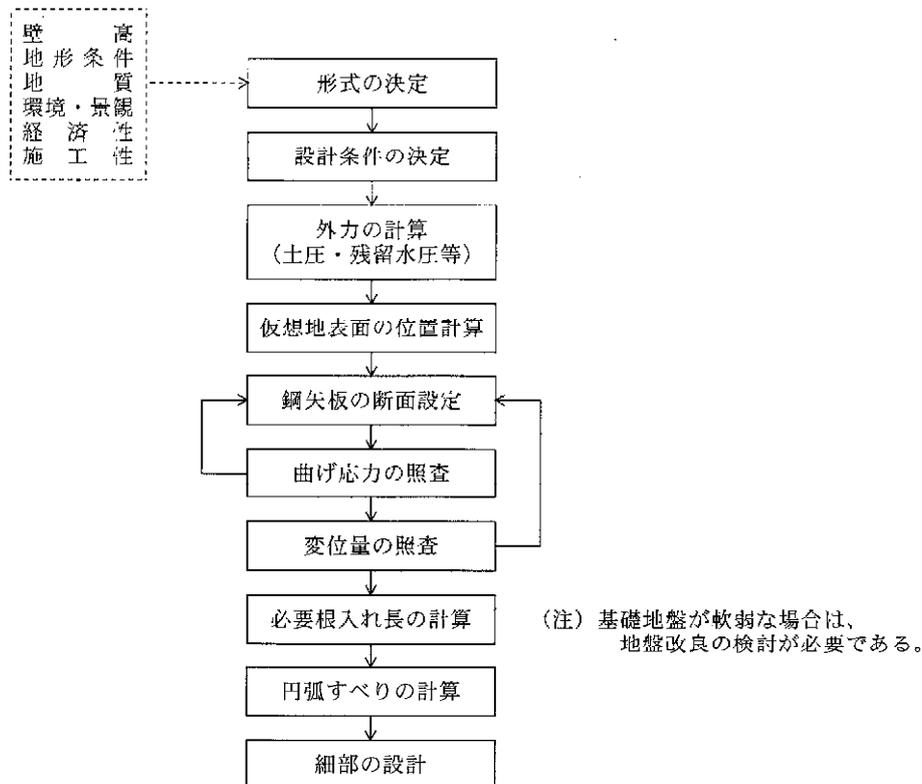
出典：[2-8]

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。

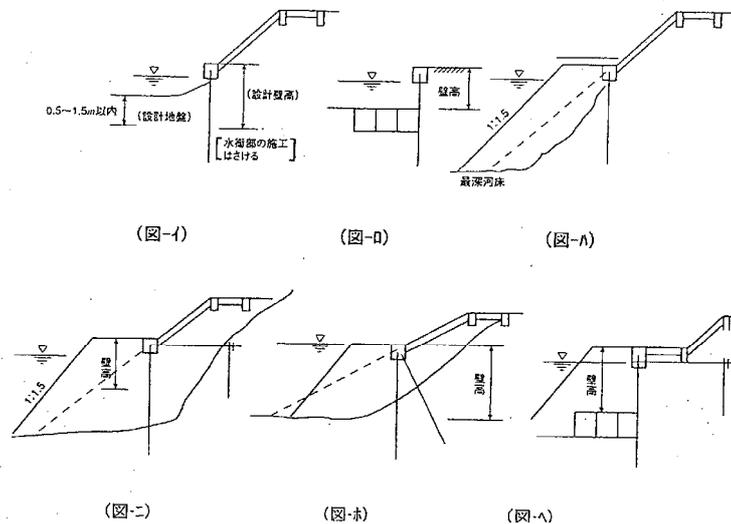


図 2-2-13 設計壁高の考え方

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。

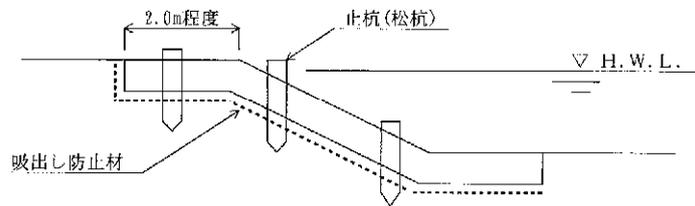
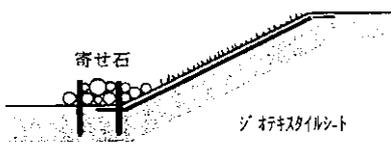
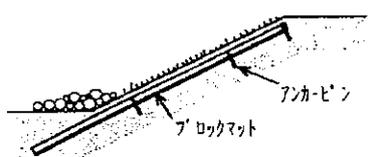
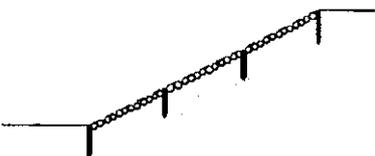
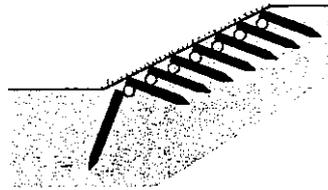
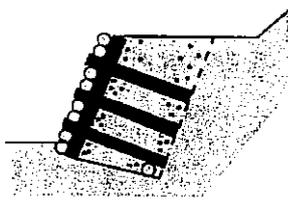


図 2-2-14 じゃかご工

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。

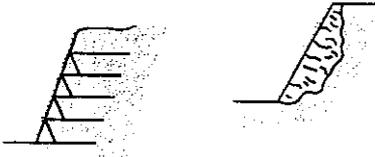
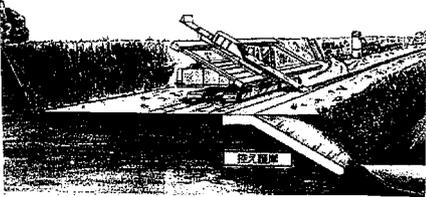
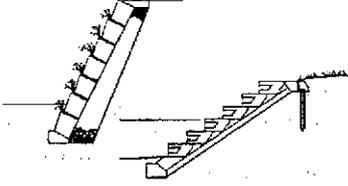
表 2-2-1 その他の護岸(1/2) [参考]

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"> <li>・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。</li> <li>・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。</li> <li>・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。</li> </ul>
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"> <li>・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。</li> <li>・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。</li> <li>・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。</li> <li>・水際部では、寄せ石を行い、洗掘を防止する。</li> </ul>
	<p>ブロックマット工</p> 	
粗朶のり覆工法		<ul style="list-style-type: none"> <li>・粗朶を用いてのり枠を組み、のり面を保護する工法。</li> <li>・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。</li> <li>・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。</li> </ul>
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"> <li>・間伐材を利用してのり面を補強する工法である。</li> <li>・格子および木製ブロック中の土は、良質土で締固める。</li> <li>・木杭、木製ブロックの腐食対策が必要である。</li> </ul>
	<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"> <li>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。</li> <li>自然環境との調和を図った植生が可能。</li> <li>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。</li> </ul>
TRD工法 (地中控護岸工法)		<ul style="list-style-type: none"> <li>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。</li> <li>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。</li> <li>施工場所を特に選ばない。</li> </ul>
環境保全型 ブロック工法		<ul style="list-style-type: none"> <li>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。</li> <li>治水機能、環境機能とも様々な性質を持つ製品がある。</li> <li>屈とう性がなく、河床低下等に追従できない場合が多い。</li> </ul>

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。

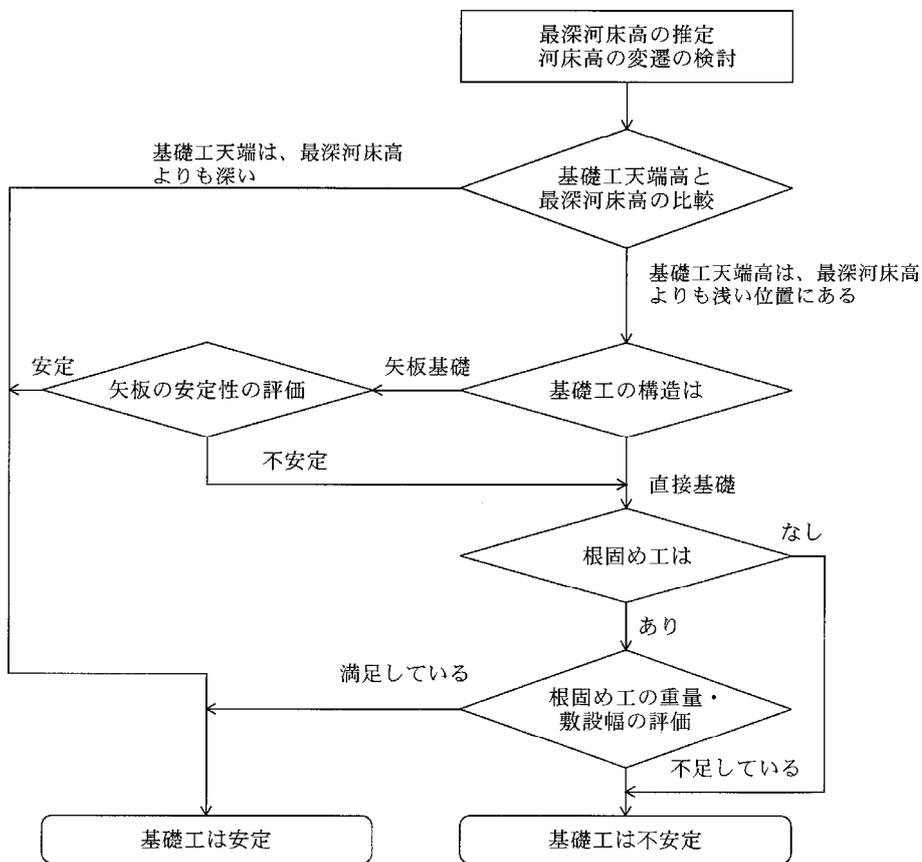


図 3-2-1 基礎工の力学的安定性の照査手順

## 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。

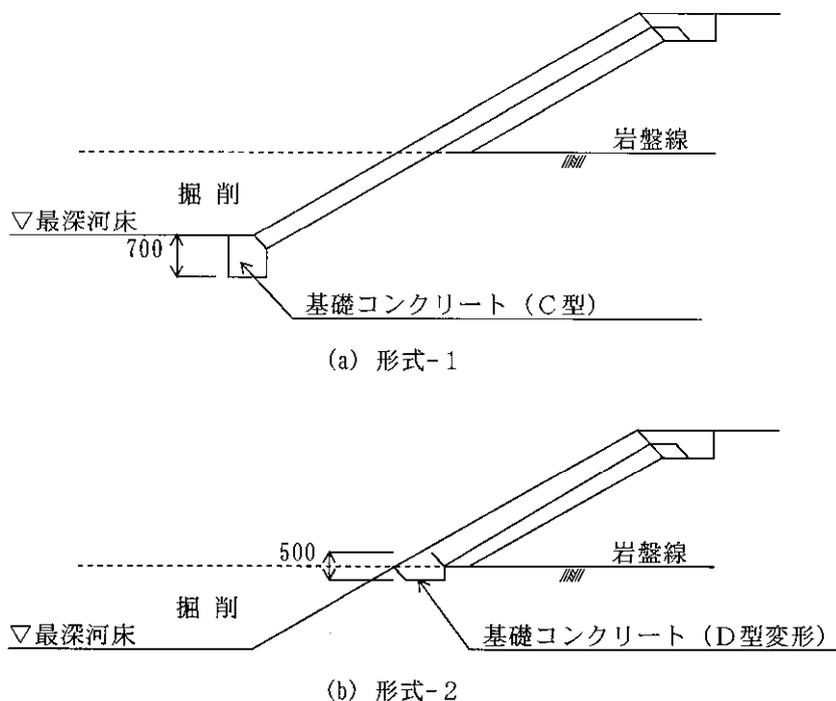


図 3-2-2 岩盤が露出した場合の構造

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。

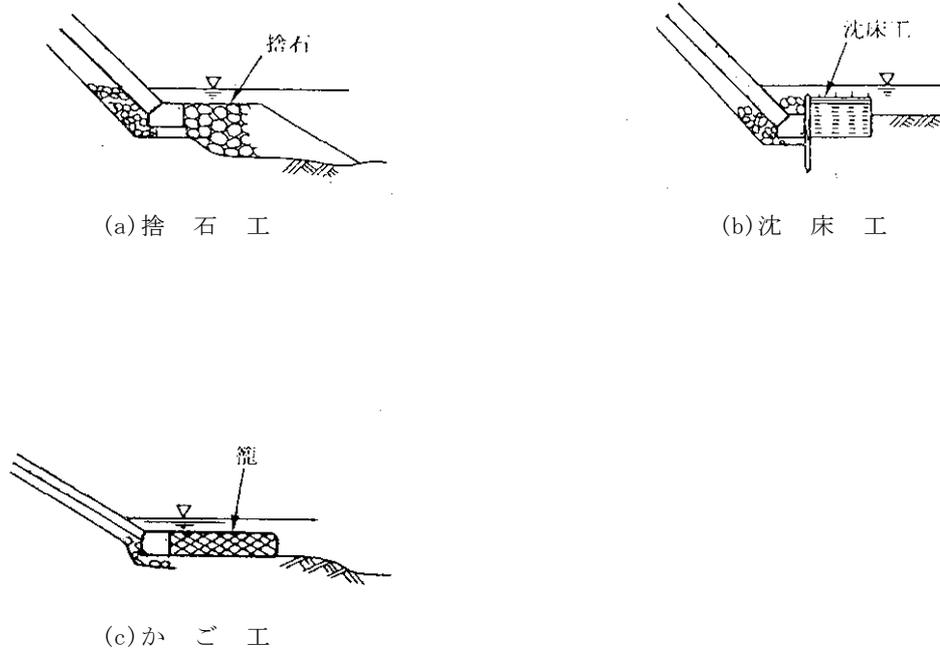


図 4-2-1 根固め工の代表的な工種

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。

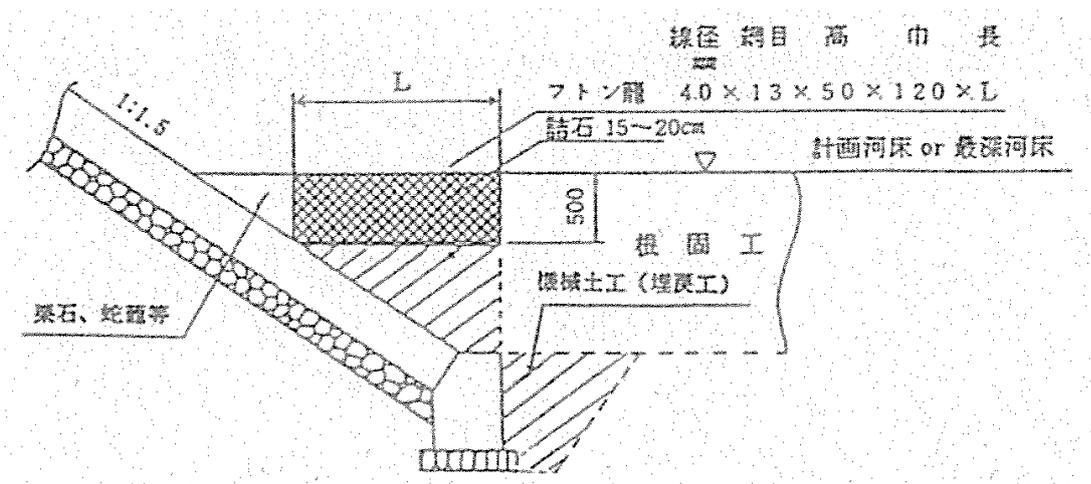


図 4-2-2 間詰工

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。

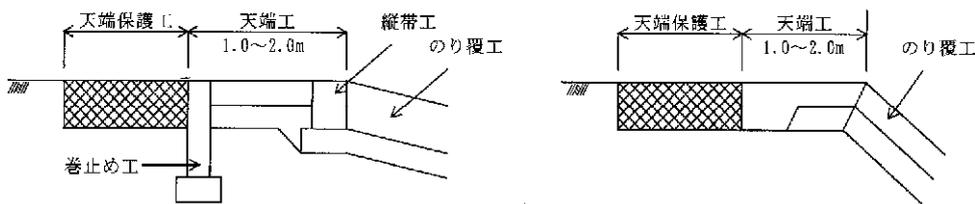


図 5-1-1 天端工の幅（設置例）

(2) 目地工

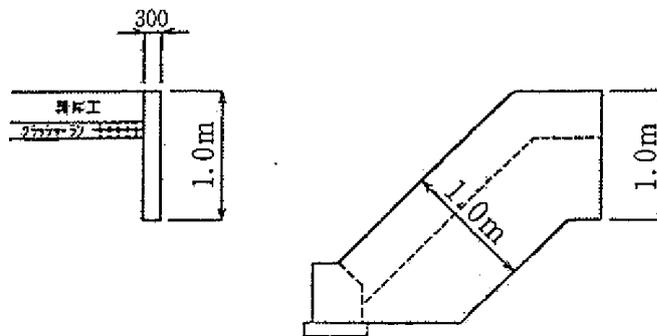
目地を必要とするのり覆工（護岸工、基礎工、天端工等）の目地間隔は、10m 程度につき 1 箇所 設けるものとする。

(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。



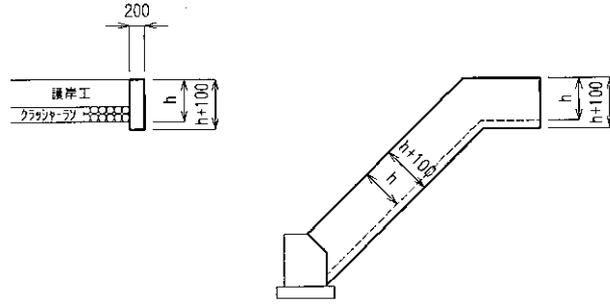
(a) 低水護岸の小口止工（コンクリートタイプ）

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

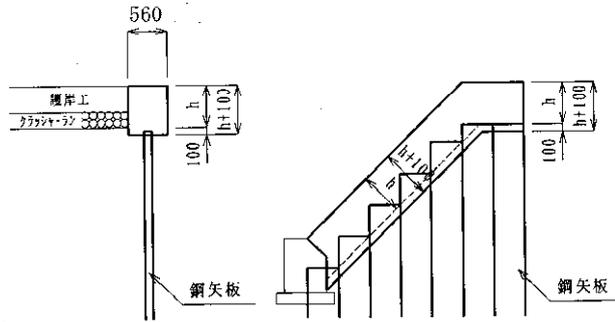
出典：[(1)]  
改訂 護岸の力学設計法 5-3-4(2)  
(H19.11)P93, 94  
一部加筆

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）

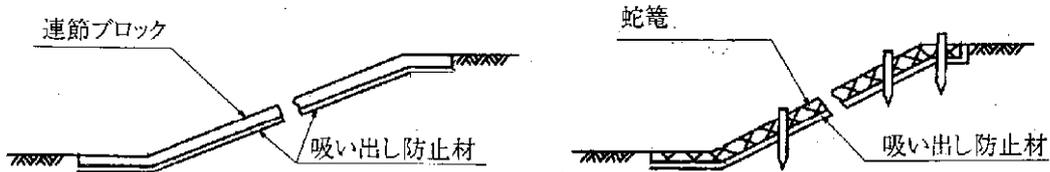
図 5-1-2 小口止・横帯工

(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ので、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。

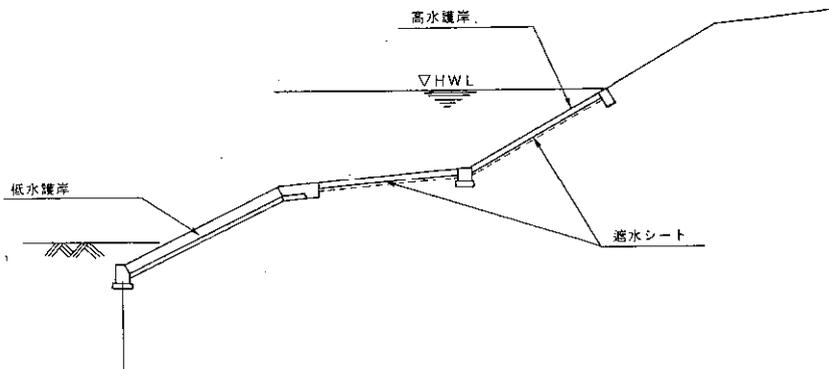
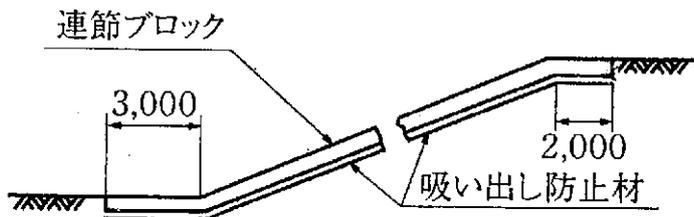


図 5-1-4 遮水シートの設置位置

(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

# 第4章 床止め

第1節 基本事項	1	3. 設 計	12
1. 定 義	1	3-1 本 体	12
2. 分 類	1	3-1-1 本体の構造型式	12
3. 適用基準等	1	3-1-2 断面形	13
4. 床止め設置の留意点	1	3-1-3 本体の安定計算	14
		3-1-4 基 礎	14
第2節 落差工（標準）	3	3-2 水叩き	15
1. 落差工の設置	3	3-3 遮水工	15
1-1 設置位置	3	3-4 護床工	16
1-2 設計の手順	4	3-5 高水敷保護工・のり肩工	17
1-2-1 落差工設置のための調査	4	3-6 屈とう性構造	17
1-2-2 天端高	5		
2. 構 造	6	第3節 帯 工（標準）	18
2-1 構造の基本	6	1. 帯工の設置	18
2-2 本 体	7	1-1 本体天端	18
2-3 水叩き	9	1-2 平面形状	18
2-4 護床工	9	1-3 縦断形状	18
2-5 遮水工	9	1-4 構 造	18
2-6 取付擁壁・護岸	10	2. 護床工	20
2-7 高水敷保護工	11	2-1 護床工の考え方	20
2-8 魚 道	11	3. 護 岸	20
2-9 基礎工	12		

## 第4章 床止め

### 第1節 基本事項

#### 1. 定義

床止めとは、河床の洗掘を防いで河道の勾配等を安定させ、河川の縦断または横断形状を維持するために、河川を横断して設ける施設をいう。

構造令では、床固めも含めて床止めと称することとしている。したがって、砂防工学の分野でいう「床固め」についても、河川法の適用区間に設ける場合は、構造令の適用がある。

#### 2. 分類

構造的には、落差がある床止めを「落差工」、落差がないか又はあっても極めて小さい床止めを「帯工」と呼んでいる。

目的別に分類すれば、砂防を目的とするものと単に河床の安定を目的とするものに大別される。前者は、縦侵食を防止して河床を安定させることによって、河床堆積の再移動、河岸の決壊等を防止するものである。後者については、①河床勾配を緩和するためのもの(一般に落差工となる)、②乱流を防止し、流向を定めるためのもの(落差工となる場合が多い)、③河床の洗掘または低下を防止するためのもの(一般に帯工となる)に分けられる。

#### 3. 適用基準等

表 1-3-1 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	〃
床止めの構造設計の手引き	平成 10 年 12 月	国土技術研究センター
その他関係法令等	-	-

#### 4. 床止め設置の留意点

(1) 河道計画では、洪水流のエネルギーを分散させて、必要な箇所に護岸や水制を設置して堤防を防御することが望ましい。しかし、勾配が急な河川において、洪水流のエネルギーを1箇所に集中させ、その場所でエネルギーを減らすために設置するものである。このため、落差工を設置する場合は、治水上の問題を十分意識しつつ、一方で、堤防が危険となることのないよう、次に示す措置が必要である。

- ① 落差工が被災しても堤防に支障を生じないよう、落差工本体と堤防とを絶縁すること。その際、落差工本体と堤防が近接している場合等は、必要に応じて堤防基礎部を矢板で補強しつつ絶縁する等の対策を講じること。
- ② 落差工本体の端部を擁壁構造とするとともに、高水敷や本体下流部の河岸の侵食を防止するため、適切な範囲に高水敷保護工を設置すること。
- ③ 落差工下流部において河床低下や洗掘が発生すると、洪水時の上下流の水位差が設計時に想定したものより大きくなり、流速や衝撃が大きくなり、危険性が増加する。このため、設置後も適切な頻度で下流部の河床低下や洗掘について状況を把握し、安全性について検討しておく必要がある。

出典:[1.]

改訂解説・河川管理施設等構造令 第4章 1.  
(H12.1)P167

出典:[2.]

改訂解説・河川管理施設等構造令 第4章 1.  
(H12.1)P167

出典:[(1)]

改訂解説・河川管理施設等構造令 第4章 1.  
(H12.1)P167, 168  
一部加筆

(2) 床止めは、一般に、上下流で落差を生じさせたり、床止め本体上で浅い水深の流れを生じさせ、流水の連続性を断ち、魚類の遡上等を妨げる。このため、床止めは、河床等の安定を図る上でやむを得ない場合に限って設置することを基本とする。やむを得ず床止めを設置する場合は、魚道を設置したり、床止め本体を緩傾斜型の構造とする等の対策を講じる必要がある。

出典：〔2〕  
改訂解説・河川管理施設等構造令 第4章 1.  
(H12.1)P168  
一部加筆

## 第2節 落差工（標準）

### 1. 落差工の設置

#### 1-1 設置位置

落差工の設置位置は、河道の平面形状や、落差工を設置したことによる流況の変化等を十分検討して定めるものとする。

落差工の設置位置は、設置後の流況変化という観点から、望ましいと考えられる設置箇所の河道特性を整理すると以下のようである。

- ① 砂州が形成されるような河道で、蛇行が小さく砂州が移動する場合には、砂州が落差工を乗り越えて移動するので落差工の上下流で大きな局所洗掘を生じないように、なるべく直線河道であるところに設置する。
- ② 蛇行がある程度あり砂州の移動が生じる場合は、横断形状がほぼ長方形断面となる地点になるべく設置する。長方形断面の位置は低水路の法線形状や砂州の形成条件によって変わるので、横断測量結果よりその位置を判断する。
- ③ 落差工は、偏流等が生じることの少ない堤防法線と低水路法線ができるだけ平行な箇所へ設置することが望ましい。
- ④ 落差工は、洪水時の周辺部での激しい流れを考慮して、山つき箇所、堤内地盤高の高い箇所がある場合には、その地点を掘り込み河道部等を選んで設置することが望ましい。
- ⑤ 合流点付近に落差工を設置する必要がある場合は、合流点の直近に設置するのではなく、やや上流側へ設置し、洪水時に魚が待避できる空間を確保できるようにすることが望ましい。

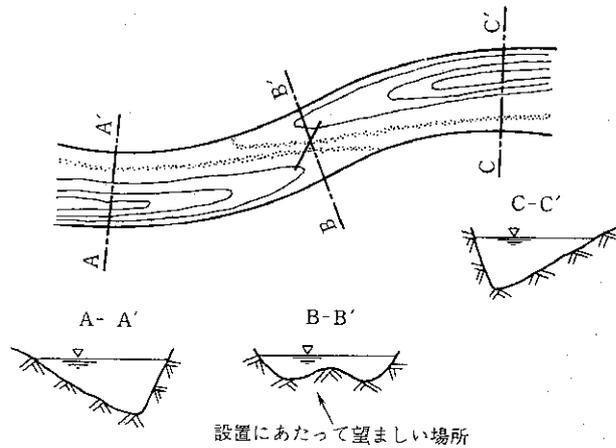


図 2-1-1 砂州が移動しない場合の湾曲部の横断形状

出典:[1-1]  
床止めの構造設計手  
引き 2-1-1  
(H10.12)P15  
一部加筆

出典:[①~⑤]  
床止めの構造設計手  
引き 2-1-1  
(H10.12)P15, 16  
一部加筆

出典:[図 2-1-1]  
床止めの構造設計手  
引き 2-1-1 図 2-1  
(H10.12)P16

1-2 設計の手順

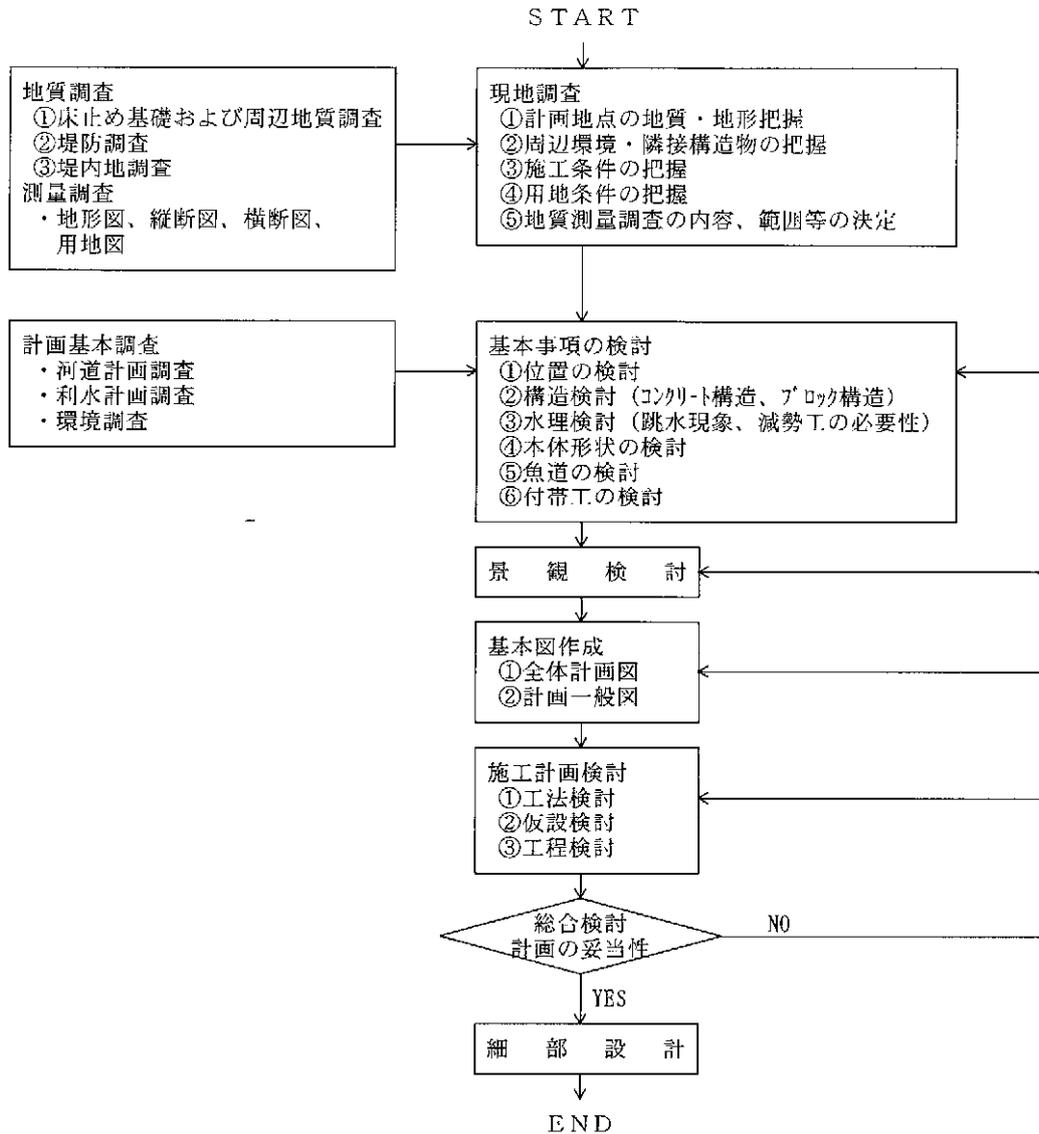


図 2-1-2 床止め工の設計手順

1-2-1 落差工設置のための調査

落差工の設計にあたっては、設置箇所付近の河道特性と周辺地域も含めた環境特性を考慮することが重要であるため、以下に示す項目について、既存資料の整理と現地踏査を行い、設計条件の設定に反映させるものとする。

- ① 設置場所の河道状況把握のための調査
- ② 維持すべき河床高のための調査
- ③ 外力算定、設計条件決定のための調査
- ④ 魚のための水理、水文調査
- ⑤ 設計・工法決定の参考とするための調査

出典:[1-2-1]  
床止めの構造設計手  
引き 2-1-2  
(H10.12)P16  
一部加筆

## 1-2-2 天端高

落差工の天端高は、計画河床高（設定河床高）と一致させることを基本とし、一般に落差工上・下流の河床の落差は 2m 以内とする。

落差工天端高・落差の設定にあたっては、落差工上下流の河岸および河川内構造物が安全であるかどうか、落差工上下流における河床変動量を勘案するものとする。

落差工では、流水の落下に伴い、その上流では低下背水により流速の縦断分布を生じ、落差工に近い河床での掃流力が增大する（図 2-1-3 参照）。このため、落差工上流では、掃流力のバランスが崩れて河床低下を生じ、掃流力のバランスに対応した河床になって低下が落ち着く。

この現象は、急流河川では小さく、緩流河川では大きく現れる傾向にある。したがって、落差工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、落差や上流河道の構造物を設計することが重要である。

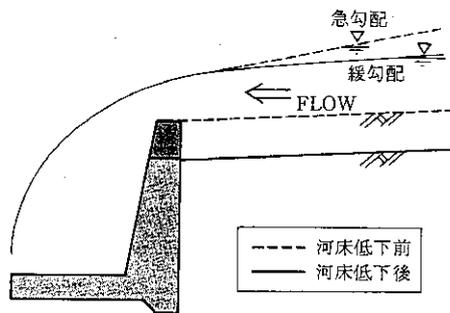


図 2-1-3 落差工上流での河床低下による水面勾配の変化

### (1) 天端高

落差工天端高・落差の設定では、設置後の上下流の河岸および構造物が安全であるようにする必要がある。そのためには、設置後の将来的な河床変動量を把握し、計画河床高を維持できるかどうかを確認する必要がある。河床変動量予測の結果、計画河床高を維持できないと判断される場合には、落差工の位置・落差高を変更する、河川内構造物の基礎高を変更する等の対策が必要となり、河道計画の見直しが必要となる。

河床変動量予測を行う際には、比較的変動量の小さい平水時と中小洪水を中心とした経年的な予測に加え、短期的に変動量が大きい洪水時の状況も把握しておく必要がある。

### (2) 落差

一般に、落差の小さい落差工よりも大きい落差の落差工のほうが、落差工下流で確実な跳水による減勢を期待できる。費用の点からも低落差のものを多数設置するよりも高落差のものを少数設置したほうが経済的に見ても有利である。

しかし、その一方で魚類への対応が難しくなったり、洗掘の危険が増大する等の課題も生じる。したがって、落差高は落差工上下流河床の河床差が 2m 程度以内とすることが望ましい。

### (3) 落差工天端形状

落差工の天端の横断形状は、河床を平均的に維持するために水平とすることが一般的である。

従来の袖付型の落差工は、河岸部近くに袖を付け河岸部の侵食を防ぐことを目的としたものである。

出典:[1-2-2]

床止めの構造設計手

引き 2-1-3

(H10.12)P17, P20

一部加筆

出典:[1-2-2]

床止めの構造設計手

引き 2-1-3

(H10.12)P17

出典:[図 2-1-3]

床止めの構造設計手

引き 2-1-3 図 2-2

(H10.12)P17

出典:[(1)]

床止めの構造設計手

引き 2-1-4

(H10.12)P20, 21

一部加筆

出典:[(2)]

床止めの構造設計手

引き 2-1-4

(H10.12)P21

出典:[(3)]

床止めの構造設計手

引き 2-1-4

(H10.12)P22

この形状は砂防河川で一般的に用いられるものであり、落差工の袖の部分を出させ、水制のように流路を溪流の流心付近に固定することを目的としたものである。

砂防河川と異なり比較的河床勾配が緩い河川区間に落差工を設置する場合は、このような袖部を設けると、流れを絞り込むことで落差工上下流の河床変動を大きくしたり、大きな局所洗掘を生じさせる恐れがある。このため落差工天端を水平にし、落差工周辺での流れを横断方向に平滑化することが望ましい。

ただし、平水時のみお筋の安定を図り、上下流の連続性を確保するためには、河道の形状に応じて天端形状を工夫する必要がある。例えば、落差工天端高の一部は、魚道設置のために洪水時に問題が生じない範囲で切欠きを設けてもよい。(図 2-1-4)

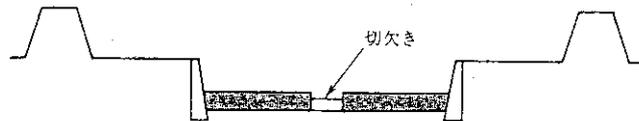


図 2-1-4 天端の切欠き概念図

出典:[図 2-1-4]  
床止めの構造設計手  
引き 2-1-4  
(H10.12)P22, 23

出典:[図 2-1-4]  
床止めの構造設計手  
引き 2-1-4 図 2-8  
(H10.12)P23

## 2. 構造

### 2-1 構造の基本

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・降下等の河川環境および景観等に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。

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等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、揚圧力等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。

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、魚道の設置等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。

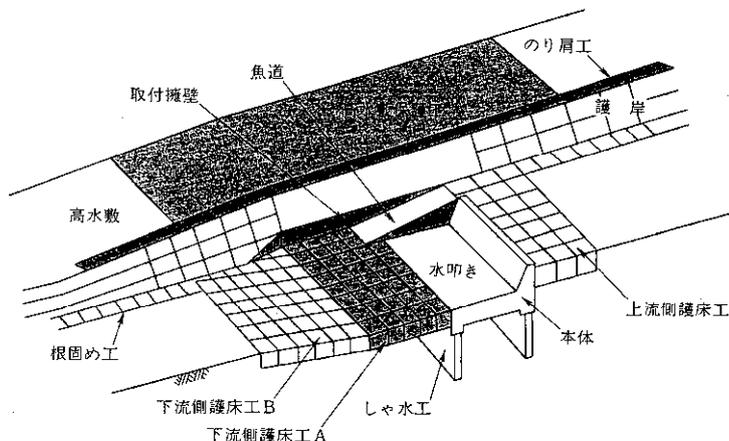


図 2-2-1 落差工を構成する構造物

出典:[2-1]  
河川砂防技術基準  
(案)同解説 設計編 I  
6.1(H9.10)P48

出典:[2-1]  
河川砂防技術基準  
(案)同解説 設計編 I  
6.1(H9.10)P48

出典:[図 2-2-1]  
床止めの構造設計手  
引き 1-4 図 1-3  
(H10.12)P8

## 2-2 本 体

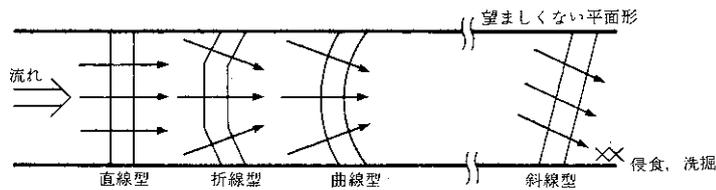
床止め本体の形状、構造は、河道特性、落差部の流れ、景観、魚類の移動等を考慮して決定するものとする。  
また、端部の処理等によって床止め全体が安全な構造となるように決定するものとする。

出典:[2-2]  
河川砂防技術基準  
(案)同解説 設計編 I  
6.2(H9.10)P48

### (1) 平面形状

落差工の平面形は直線型、折線型、曲線型、斜線型に分けることができるが、設置する河道の特性や環境的な観点も含めて総合的に比較検討を行って選定する。

出典:[(1)]  
床止めの構造設計手  
引き 2-3-1  
(H10.12)P34  
一部加筆



出典:[図 2-2-2]  
床止めの構造設計手  
引き 2-3-1 図 2-16  
(H10.12)P35

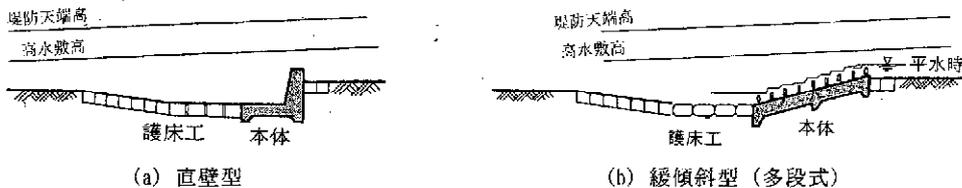
図 2-2-2 落差工の平面形状

### (2) 縦断形状

落差工の本体縦断形状は直壁型と緩傾斜型に分けることができる。選定にあたっては、設置する河道の特性を十分に踏まえ、環境的な観点も含めた総合的な比較検討を行うことが望ましい。また、下流側の水叩きおよび護床工は、魚類等の生息に配慮して下流側の河床より低く設定し、本体下流部を水褥池とすることが望ましい。

出典:[(2)]  
床止めの構造設計手  
引き 2-3-1  
(H10.12)P35, 36  
一部加筆

- a. 直壁型：本体下流のり勾配が5分（1：05）より急な形式である。
- b. 緩傾斜型：本体下流のり勾配を1：10程度よりゆるくし、落差をある程度の延長をもって処理した形式であり、本体表面に適切な処理を施すことで、魚類等の遡上効果に望ましい構造とすることが可能である。



出典:[図 2-2-3]  
床止めの構造設計手  
引き 2-3-2 図 2-17  
(H10.12)P37  
一部加筆

図 2-2-3 落差工の縦断形状

- c. 水褥池：本体下流部では、通常ある程度の水深をもつ水域が存在することが、魚類の生息や魚道の機能確保のために望まれる。水褥池の深さについては、河床の状況や生息する魚類等を考慮して定める。

出典:[図 2-2-4]  
床止めの構造設計手  
引き 2-3-2 図 2-18  
(H10.12)P38

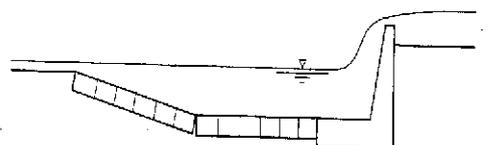


図 2-2-4 水褥池の概念図

(3) 構造型式

落差工の構造型式は、コンクリート構造と屈とう性構造とがある。構造型式の選定にあたっては、環境(生態系、景観等)や維持管理の容易さに配慮するとともに、経済性、施工性、安全性、耐久性等にも配慮すべきである。

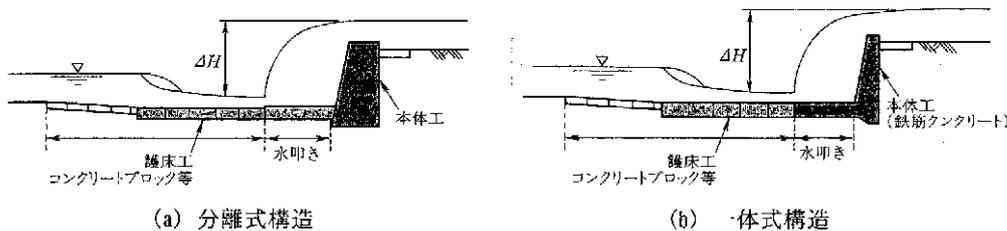
出典:[(3)]  
床止めの構造設計手  
引き 2-3-3  
(H10.12)P38

a. コンクリート構造

本体をコンクリート構造物とした型式であり、落差工の一般的な構造型式である。

出典:[a.]  
床止めの構造設計手  
引き 2-3-3  
(H10.12)P38, 39

コンクリート構造には、分離式構造と一体式構造とがある(図 2-2-5 参照)。分離式構造は、本体と水叩きを分離し、本体にかかる重力により、土圧、水圧等の外力に対する安定を保つ型式である。一体式構造は、本体・水叩きを鉄筋コンクリートで一体化した型式である。



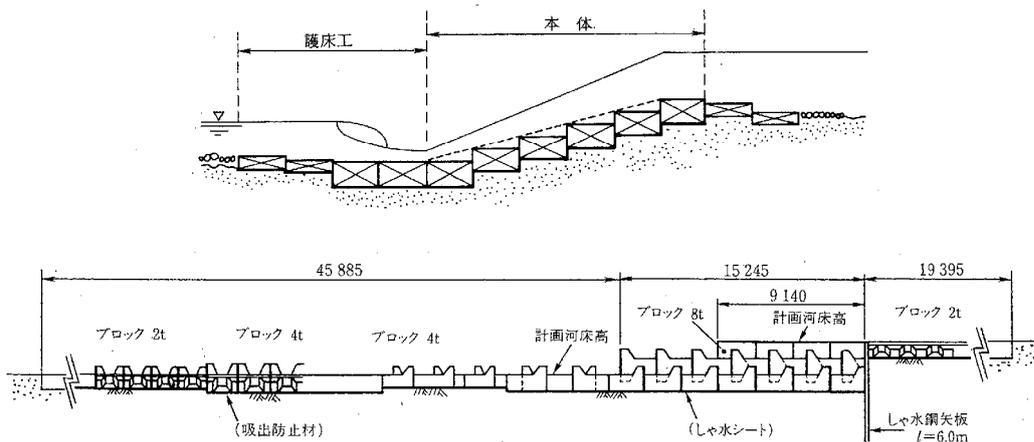
出典:[図 2-2-5]  
床止めの構造設計手  
引き 2-3-3 図 2-19  
(H10.12)P39

図 2-2-5 各構造型式の概念図

b. 屈とう性構造

本体がコンクリートブロック、かご工等で構成される型式である(図 2-2-6 参照)。落差工では、天端高の沈下、欠落は許されないので、ブロック同士の一体性の強い層積みとしたほうがよい。また、特に高流速となり流れが乱れる区間では、鉄筋によるブロック間の連結等によって全体が一体になって流水に抵抗できるようにすべきである。

出典:[b.]  
床止めの構造設計手  
引き 2-3-3  
(H10.12)P39, 40



出典:[図 2-2-6]  
床止めの構造設計手  
引き 2-3-3 図 2-20  
(H10.12)P40

出典:[図 2-2-6]  
河川砂防技術基準  
(案)同解説 設計編 I  
6.2.1 図 1-16  
(H9.10)P49

図 2-2-6 屈とう性の床止めの例

### 2-3 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侵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。

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で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。

### 2-4 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で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。

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。

### 2-5 遮水工

遮水工は、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。

遮水工は、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本体の安全性に問題のない場合等には、遮水工を設けなくてもよい。

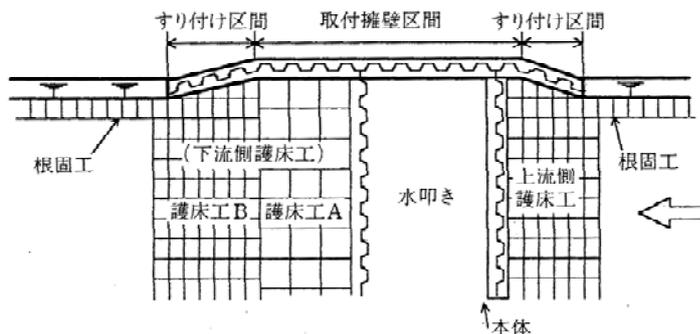


図 2-2-7 遮水工の設置平面図

出典:[2-3]  
河川砂防技術基準  
(案)同解説 設計編 I  
6.2.2(H9.10)P51

出典:[2-4]  
河川砂防技術基準  
(案)同解説 設計編 I  
6.2.3(H9.10)P51

出典:[2-5]  
河川砂防技術基準  
(案)同解説 設計編 I  
6.2.5(H9.10)P52

出典:[図 2-2-7]  
河川砂防技術基準  
(案)同解説 設計編 I  
6.2.5 図 1-69  
(H9.10)P52

## 2-6 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。

出典:[2-6]  
河川砂防技術基準  
(案)同解説 設計編 I  
6.2.6(H9.10)P52

床止めからの越流落水水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。

### (1) 取付擁壁

#### a. 設置範囲

取付擁壁の設置範囲は、下流側では跳水の発生区間を原則とする。また、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 5m 程度上流までを設置範囲とすることが望ましい。

出典:[(1)]  
河川砂防技術基準  
(案)同解説 設計編 I  
6.2.6(H9.10)P52

#### b. 構造

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接合部は絶縁し、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。

一部加筆  
出典:[b.]  
河川砂防技術基準  
(案)同解説 設計編 I  
6.2.6(H9.10)P53

取付擁壁ののり面形状は、周辺の景観等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。

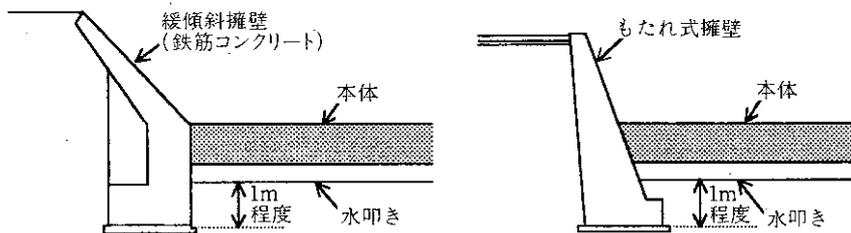


図 2-2-8 取付擁壁

出典:[図 2-2-8]  
河川砂防技術基準  
(案)同解説 設計編 I  
6.2.6 図 1-20  
(H9.10)P53

### (2) 護岸等

#### a. 設置範囲

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。

護岸等の設置範囲は、水理模型実験等による流速評価によって求めることが望ましい。

出典:[a.]  
河川砂防技術基準  
(案)同解説 設計編 I  
6.2.6(H9.10)P52  
一部加筆

#### b. 構造

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、洗掘深等を評価しつつ安定検討を行う必要がある。

出典:[b.]  
河川砂防技術基準  
(案)同解説 設計編 I  
6.2.6(H9.10)P53  
一部加筆

## 2-7 高水敷保護工

高水敷保護工は、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。

床止めの被災原因の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等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、高水敷に落差ができる場合は別途検討を行うものとする。

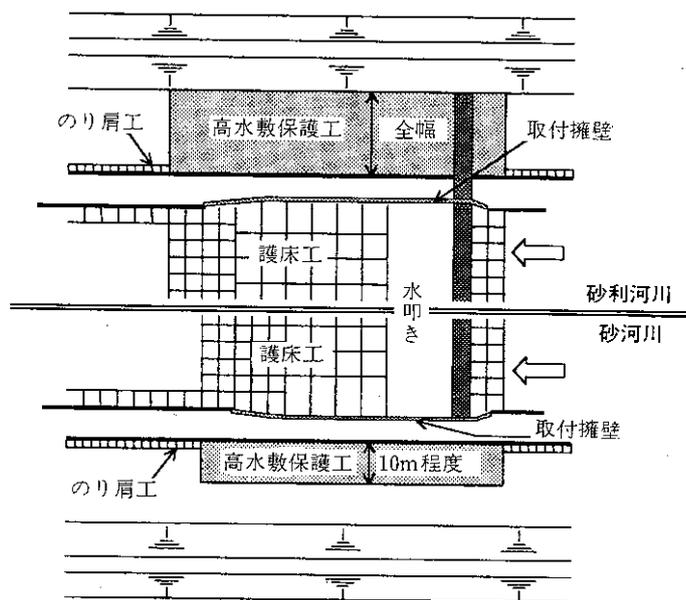


図 2-2-9 高水敷保護工の敷設の例

## 2-8 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。

魚道の構造型式の選定にあたっては、対象とする魚種、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。

また、魚道の整備にあたっては、十分な事前調査により対象魚種の選定を行い、効率的に良好な効果を期待できるよう、既設の施設を最大限生かすことや、魚種による適切な魚道形式の選定が重要となる。また、設置した後においても追跡調査を行い、手直し等により、よりよい施設に改善していくことが重要である。

出典:[2-7]

河川砂防技術基準

(案)同解説 設計編 I

6.2.7(H9.10)P53

出典:[2-7]

河川砂防技術基準

(案)同解説 設計編 I

6.2.7(H9.10)P53

出典:[図 2-2-9]

河川砂防技術基準

(案)同解説 設計編 I

6.2.7 図 1-21

(H9.10)P54

出典:[2-8]

河川砂防技術基準

(案)同解説 設計編 I

6.2.8(H9.10)P54

具体的な魚道の型式選定や設計方法等については「魚道のはなし」(中村俊六、(財)リバーフロント整備センター)、「魚道の設計」(ダム水源地センター)、「魚にやさしい川のかたち」(水野信彦、信山社)、「最新 魚道の設計」(ダム水源地環境整備センター)、「多自然型魚道マニュアル」(ドイツ水資源・農業土木協会)等の文献が参考となる。

## 2-9 基礎工

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。

床止め本体の基礎は、直接基礎、杭基礎が一般的である。

## 3. 設計

### 3-1 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、所定の安全率が確保されるように設計するものとする。  
 本体はコンクリート構造を標準とし、鉄筋コンクリート構造の場合は本体と水叩きを一体として設計し、重力式構造の場合は本体と水叩きとは分離して設計を行うものとする。

#### 3-1-1 本体の構造型式

落差工には、鉄筋により本体と水叩きを一体化した一体式構造と、本体と水叩きを分離する分離式構造がある。

本体の安定計算には水叩き長が必要となる。このため、まず水叩き長を決定し、その後安定計算を行ったほうが合理的であると考えられる。

図 2-3-1 に、一体式構造の設計手順を示す。

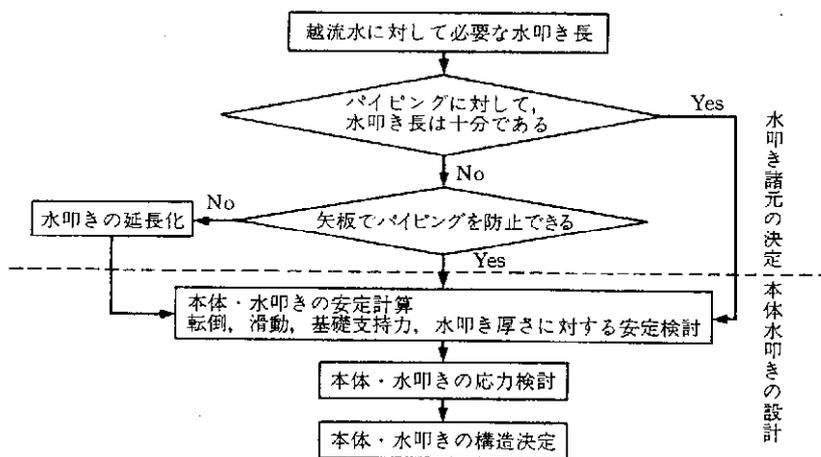


図 2-3-1 本体・水叩き一体構造の場合の設計手順

出典:[2-9]

河川砂防技術基準  
 (案)同解説 設計編 I  
 6.2.4(H9.10)P51

出典:[3-1]

河川砂防技術基準  
 (案)同解説 設計編 I  
 6.3.1(H9.10)P54

出典:[3-1-1]

床止めの構造設計手  
 引き 2-4-2

(H10.12)P44

一部加筆

出典:[3-1-1]

床止めの構造設計手  
 引き 2-4-2

(H10.12)P44, 45

一部加筆

出典:[図 2-3-1]

床止めの構造設計手  
 引き 2-4-2 図 2-23

(H10.12)P44

### 3-1-2 断面形

天端幅は、床止め付近の河床材料、土砂流下形態等を考慮して決定するものとする。

出典：[3-1-2]

床止めの構造設計手  
引き 2-4-2

(H10.12)P45

一部加筆

#### (1) 型式と断面形

直壁式の落差工の本体は、矩形または台形の断面形状が一般的に用いられている。落差があまり大きくない場合には、遊泳力の大きな魚や吸盤を有する魚等が、本体を直接遡上できる場合もあるので、必要に応じて天端の下流側の肩に丸みを付ける、のり面を流水がはく離しない程度に緩くする、等の工夫を行うことが望ましい。

#### (2) 天端幅

天端幅は主に滑動等に対する安定性から設定される。ただし、転石が多い河川に設置する場合は、流出土砂による衝撃に耐えられるとともに、通過土砂の摩耗に対して考慮する必要がある。

#### (3) 本体端部の形状

床止め本体が被災しても堤防は安全であるように、一般に床止め本体と堤防とは絶縁する。ただし、急流河川では、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。

出典：[(3)]

床止めの構造設計手  
引き 2-4-2

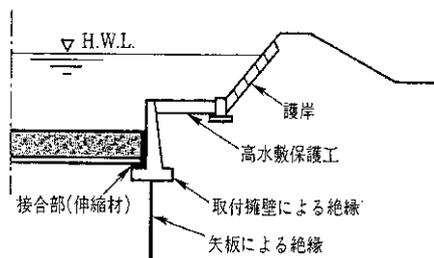
(H10.12)P49,50

一部加筆

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。

##### a. 比較的緩い河川での端部処理

比較的緩い河川では、洪水時の掃流力が小さいため、高水敷の侵食は保護工により防止することが可能である。



出典：[a. 図 2-3-2]

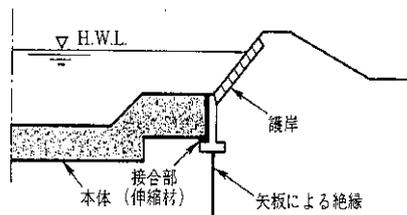
床止めの構造設計手  
引き 2-4-2(b)

図 2-27 (H10.12)P51

図 2-3-2 取付擁壁 + 高水敷保護工

##### b. 急流河川での端部処理

急流河川では、高水敷上で洪水時の流速が大きく、落差工下流で河道内に流れ込むため、高水敷の侵食が生じやすく、高水敷侵食が堤防に及ばないように、高水敷へ本体を嵌入させるのが適切である。



出典：[b. 図 2-3-3]

床止めの構造設計手  
引き 2-4-2(a)

図 2-26 (H10.12)P50

図 2-3-3 本体を堤防のり尻までの嵌入

### 3-1-3 本体の安定計算

落差工は、転倒、滑動、地盤支持力に対して所要の安全性が確保されるよう設計を行う。

本体工の安定計算においては、直接基礎の場合は滑動および地盤支持力について検討し、杭基礎の場合は杭の鉛直支持力と水平支持力について検討する。

#### (1) 設計荷重

設計荷重としては、自重、土圧、静水圧、揚圧力、地震時慣性力を考慮しなくてはならない。図 2-3-4 に (a) 本体・水叩き一体式構造と (b) 分離式構造の場合の常時における土圧、水圧、揚圧力の荷重状態を示す。

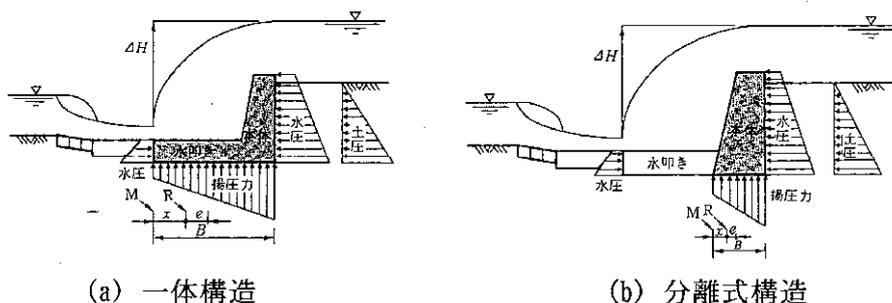


図 2-3-4 落差工の常時における荷重状態

#### (2) 安全率

基礎の地盤支持力、および本体工、取付擁壁の転倒、滑動に対しては、常時(平水時、洪水時)、地震時のそれぞれについて検討し、表 2-3-1 に示す安全率が確保される必要がある。ただし、地震時慣性力と洪水時における水圧は、同時には作用しないものとする。

表 2-3-1 安全率

項目	常時	地震時
支持力	3	2
転倒	合力の作用点が中央 1/3 以内	合力の作用点が中央 2/3 以内
滑動	1.5	1.2

なお、本体の基礎を杭基礎とする場合については、許容水平変位量と杭の許容曲げ応力度により設計を行う。

### 3-1-4 基礎

基礎は、上部荷重を良質な地盤に安全に伝達できる構造として設計するものとする。

落差工の基礎は、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、砂礫または砂等の場所で、十分な地耐力が得られる場合に採用される。

出典:[3-1-3]

床止めの構造設計手  
引き 2-4-2  
(H10.12)P46

出典:[(1)]

床止めの構造設計手  
引き 2-4-1  
(H10.12) P41

出典:[図 2-3-4]

床止めの構造設計手  
引き 2-4-1 図 2-21  
(H10.12)P41

出典:[(2)]

床止めの構造設計手  
引き 2-4-1  
(H10.12)P43

出典:[表 2-3-1]

床止めの構造設計手  
引き 2-4-1 表 2-2  
(H10.12)P43

出典:[3-1-4]

河川砂防技術基準  
(案)同解説 設計編 I  
6.2.4(H9.10)P51

### 3-2 水叩き

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するものとする。

水叩きの設計において、以下に基本的な考え方を示す。

- ① 水叩き上では、常時ある程度の水深を確保し、魚の移動阻害となりにくい形状としたほうがよい。
- ② 水叩き長は、越流水が落ち込む範囲を考慮した長さとしたほうがよい。
- ③ 水叩きは、流水や転石の落下衝撃に耐えられるよう、コンクリート構造としたほうがよい。

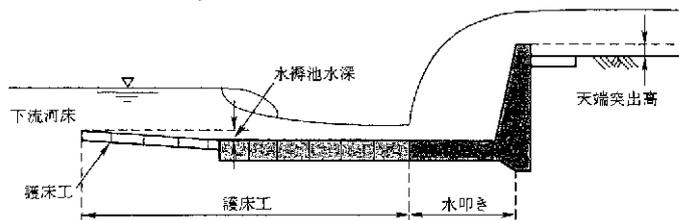


図 2-3-5 水叩きの概念図

### 3-3 遮水工

床止めの遮水工は、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得る構造として設計するものとする。

遮水工は、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。

遮水工の根入れ長は、次に示すレインの式により算出する

$$C \leq \frac{\frac{L}{3} + \sum l}{\Delta H}$$

ここで、 $C$ ：クリープ比（表 2-3-2）

$L$ ：本体および水叩きの長さ (m)

$\sum l$ ：鉛直方向浸透路長 (m) ( $l_1 + l_2 + l_3 + l_4$ )

$\Delta h$ ：上下流最大水位差 (m)

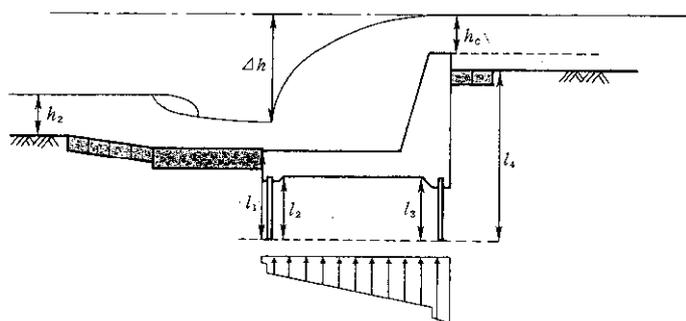


図 2-3-6 レインの式の図

出典：[3-2]  
床止めの構造設計手  
引き 2-4-2  
(H10.12)P51

出典：[3-2]  
床止めの構造設計手  
引き 2-4-2  
(H10.12)P51

出典：[図 2-3-5]  
床止めの構造設計手  
引き 2-4-3 図 2-28  
(H10.12)P52

出典：[3-3]  
床止めの構造設計手  
引き 2-2-4  
(H10.12)P56

出典：[3-3]  
床止めの構造設計手  
引き 2-4-4  
(H10.12)P56

一部加筆

出典：[図 2-3-6]  
床止めの構造設計手  
引き 2-4-4 図 2-33  
(H10.12)P57

表 2-3-2 クリープ比 C

区 分	C	区 分	C
極めて細かい砂またはシルト	8.5	細 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

区 分	C
極めて細かい砂またはシルト	8.5
細 砂	7.0
中 砂	6.0
粗 砂	5.0
細砂利	4.0
中砂利	3.5
栗石を含む粗砂利	3.0
栗石と礫を含む砂利	2.5
軟らかい粘土	3.0
中くらいの粘土	2.0
堅い粘土	1.8

出典:[表 2-3-2]  
 床止めの構造設計手  
 引き 2-4-4 表 2-4  
 (H10.12)P57  
 出典:[表 2-3-2]  
 柔構造樋門設計の手  
 引き 7.13 表 1-7-14  
 (H10.12)P188

### 3-4 護床工

護床工は、落差工上下流で生じる局所洗掘の防止や、高流速の減勢のために必要な長さおよび構造とし、魚類等の生息にも配慮して設計する。

出典:[3-4]  
 床止めの構造設計手  
 引き 2-4-6  
 (H10.12)P58  
 出典:[a.]  
 床止めの構造設計手  
 引き 2-4-6  
 (H10.12)P58, 59  
 一部加筆

#### a. 下流側護床工

下流側護床工は、洪水の作用に対して以下の点に留意し設置する。

- ① 落差工下流側の護床工は、洪水時の水理現象(跳水およびその後の流れの乱れ)を考慮して、下流護床工A、Bの二つの区間に分けて考える。
- ② 護床工Aの設置区間は、高流速で流れが乱れる区間であるため、構造としては、コンクリート構造もしくは護床ブロックが連結された構造とするのが望ましい。
- ③ 護床工Bの設置区間は、予測しきれないような上下流の河床変動に追従できるような屈とう性構造とすることが望ましい。

従来、下流側護床工天端高は下流側河床高と一致させていたが、以下に示すような魚等の生態系に及ぼす問題が指摘されている。

- ① 下流側で河床低下が発生した場合、水が護床工中に伏流するために魚が遡上できなくなる。
- ② 護床工を河床と水平に敷設するために、平常の水深が浅くなり魚が遡上できる水深を確保できない。

#### b. 上流側護床工

上流側護床工は、落差工直上流で生じる渦による洗掘を防ぐために設置することが望ましい。構造は、河床変動に追従できるように、屈とう性構造とすべきである。また、落差工上流の河床低下に対応できるように、上流に向けて下向きに勾配を付ける等の対応をとることが望ましい。

出典:[b.]  
 床止めの構造設計手  
 引き 2-4-6  
 (H10.12)P60  
 一部加筆

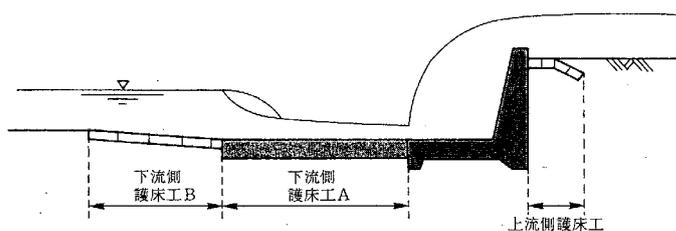


図 2-3-7 護床工の概念図

出典:[図 2-3-7]  
 床止めの構造設計手  
 引き 2-4-6 図 2-3-4  
 (H10.12)P59

### 3-5 高水敷保護工・のり肩工

高水敷保護工・のり肩工は、高水敷から低水路へ落ち込む流れと、乗上げる流れによって生じる洗掘現象を防止できる構造として設計する。

床止めを複断面河道に設置する場合、落差工下流で高水敷から低水路へ落ち込む流れや、低水路から高水敷へ乗上がる流れにより、のり肩部、高水敷が洗掘を受ける可能性がある。このため、洗掘を受ける可能性がある箇所には、高水敷保護工、のり肩工を設置するものとする。

なお、ここでは高水敷部分のすり付けのために落差を設ける場合は対象としていない。落差が生じる場合は、下流側は水叩き部となるため、落下水の衝撃に耐える構造となるよう別途検討が必要である。

### 3-6 屈とう性構造

屈とう性構造の落差工とは、コンクリートブロック等を使用して作られるものとし、設置にあたっては、特に流水によるブロック等の安定性や、ブロック間からの土砂移動の防止に配慮して変形を防ぐとともに、落差工上の水深確保が困難となることが考えられるため、魚道を設置する等、魚等の移動のしやすさに十分配慮するものとする。

屈とう性構造の落差工として、コンクリートブロックを使用する場合、コンクリートブロックの移動や吸出しにより変形を生じ、著しい機能低下や環境の悪化を生じるので、以下の点を十分検討する必要がある。

- ① ブロック重量の算定については、乱れを伴う高流速の流れに対応できるように決定する必要がある。
- ② ブロック下部におけるパイピング現象防止に対しては、仮想斜面勾配をクリープ比の逆数より緩くする等をして対応することができる。
- ③ ブロックの下に吸出し防止材を敷設する等をし、土砂が吸出されてブロックが沈下し、破壊されないようにする必要がある。
- ④ ブロック下の土砂が移動しないよう、ブロックおよびブロック間に栗石等の間詰めを行う。
- ⑤ 流水が伏流しやすいため、魚の上下流の移動に配慮する必要がある場合にはブロック間の水密性を高くするか、魚道の設置を別途考慮する。

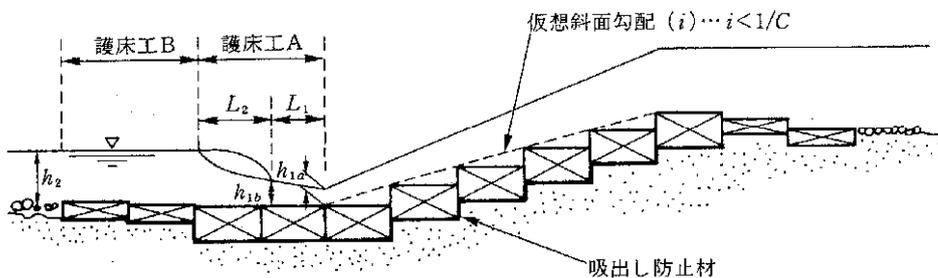


図 2-3-8 ブロック構造による落差工の模式図

出典:[3-5]

床止めの構造設計手  
引き 2-4-8

(H10.12)P80

一部加筆

出典:[3-5]

床止めの構造設計手  
引き 2-4-8

(H10.12)P81

一部加筆

出典:[3-6]

床止めの構造設計手  
引き 2-4-10

(H10.12)P84

一部加筆

出典:[2-3-8]

床止めの構造設計手  
引き 2-4-10 図 2-54

(H10.12)P86

### 第3節 帯工（標準）

#### 1. 帯工の設置

帯工は、みお筋の移動しやすい河川において、洗掘に対して橋脚、護岸等の河川構造物が安全であるように流れの集中を防止して洗掘を軽減するために設置される構造物である。

出典：[1.]  
床止めの構造設計手  
引き 3-1

(H10.12)P89

一部加筆

#### 1-1 本体天端

帯工の天端は水平とし、帯工上での流れを平準化して流水の集中を抑制し、それによって洗掘現象の低減効果を期待するものである。

出典：[1-1]  
床止めの構造設計手  
引き 3-1

(H10.12)P89

一部加筆

魚ののぼりやすさに配慮すれば、帯工天端を水平とした場合に平水時に水深を確保できなかつたり、みお筋部では落差ができる場合があり、魚が上下流に移動できなくなる危険性があるため、注意を要する。

天端高は、洪水時の河積を確保しつつ、洗掘現象を極力低減させることができる高さとするべきであり、天端高は現況河床では低水路平均河床高、将来計画河道では計画における河積を確保できる河床高が目安となる。ただし、現況河道において狭窄部のため流下能力が不足している箇所や、湾曲部は、洪水時の河積確保を目的とし、平均河床高よりも低く天端高を設定する場合もある。したがって、天端高は河道特性を踏まえ、適宜検討を行い設定することが望ましい。

#### 1-2 平面形状

帯工の平面形は直線型を原則とする。

出典：[1-2]

床止めの構造設計手  
引き 3-1

(H10.12)P90

一部加筆

帯工の平面形を曲線型、折線型とした場合、帯工下流で流れが河道の中心に集中し、洗掘が生じやすく、洗掘箇所の下流は堆積箇所となる。この箇所で分散した流れは河岸へ向かうため、河岸防御の観点からは、直線型としたほうがよい。

#### 1-3 縦断形状

帯工の縦断形状は、洗掘を防止できるような形状、配置とする必要がある。

出典：[1-3]

床止めの構造設計手  
引き 3-1

(H10.12)P90

一部加筆

通常帯工が設置されるような河道では、河床が平坦でなく、砂州の動きにより起伏がある形態となっている。したがって、帯工天端は横断的に突出、埋没した箇所が生じる。また、設置場所の河道特性によって、突出、埋没する位置が洪水ごとに変化することになる。このような状態により、帯工の縦断形状は、横断的にどの箇所が突出しても安全である形状としたほうがよい。

#### 1-4 構造

帯工は、屈とう性があり、補修および改修が容易な構造としたほうがよい。

出典：[1-4]

床止めの構造設計手  
引き 3-1

(H10.12)P91, 92

一部加筆

帯工本体の形式としては、コンクリート構造物とする型式と、屈とう性を有するコンクリートブロック等を用いた簡易的な型式とがある。構造型式の選定は、以下の考え方に留意して決定するのがよい。

- ① 帯工は、河岸防御、橋脚保護等のために、洗掘を防止することを目的として設置される構造物である。
- ② 河道の状態が経年的に変化することや、将来的な河道計画の見直し等を考慮すると、帯工はコンクリート構造の永久構造物として設計するよりは、簡易的な構造とし、河床変動の状況に応じて改修していくのが合理的と考えられる。
- ③ 将来河床低下が発生し、帯工下流で落差が発生する場合は、そのときに落差工へ改築すればよく、帯工は仮設的なものと考えべきである。
- ④ 帯工の本体は、簡易的な構造としたほうがよい。ただし、簡易的な構造であっても、流体力に対して安定であるべきである。
- ⑤ 急流河川において、本体を屈とう性とした構造では洪水時の流速に対して安全を確保できない場合、コンクリート構造として設計する方がよい。
- ⑥ コンクリート構造とする場合は、上下流で局所洗掘を発生させる危険性があるため、護床工により上下流河床との緩衝区間を設けたほうがよい。
- ⑦ コンクリートブロック等の屈とう性構造では、魚の移動という観点からは透過性であることが問題となる。平水時には水が伏流し、魚が移動するための水深を帯工天端で確保できない危険性がある。したがって、帯工本体部には必要に応じて遮水工を設けたほうがよい。

出典：[①～⑦]  
 床止めの構造設計手  
 引き 3-1  
 (H10.12)P92  
 一部加筆

### (1) 屈とう性構造の設計

構造的には、本体、護床工の区分はない。ただし、縦断的にブロック敷設範囲の中央部には、水平となる区間を設けるべきである。この水平区間の長さについては、特に決まりはない。通常は 4～6m 程度確保すればよいと考えられる。また、コンクリートブロックは、洪水時の流速に耐え得るようなブロックの種類、重量、積み方とする必要がある。

出典：[(1)]  
 床止めの構造設計手  
 引き 3-2  
 (H10.12)P93  
 一部加筆

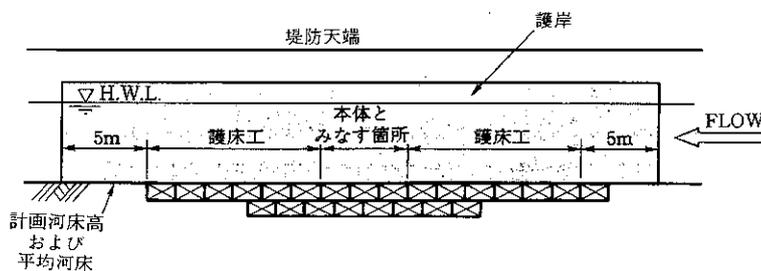


図 3-1-1 屈とう性構造の帯工縦断面図

出典：[図 3-1-1]  
 床止めの構造設計手  
 引き 3-1 図 3-3  
 (H10.12)P92

### (2) コンクリート構造の設計

コンクリート構造では、天端幅は 0.5m 程度を最小とし、主に滑動等に対する安定性から設定するものとする。本体の根入れは、最深河床高よりも 1m 以上行ったほうがよい。

出典：[(2)]  
 床止めの構造設計手  
 引き 3-2  
 (H10.12)P93  
 一部加筆

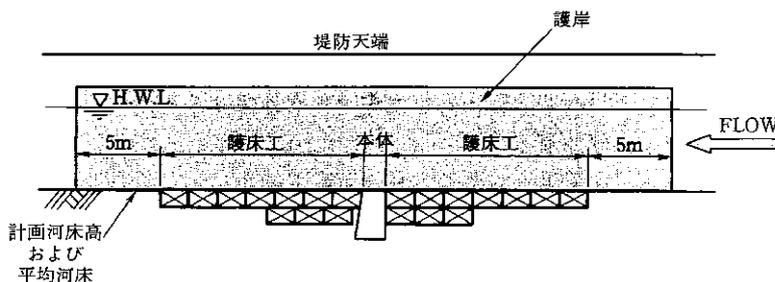


図 3-1-2 コンクリート構造の帯工縦断面図

出典：[図 3-1-2]  
 床止めの構造設計手  
 引き 3-2 図 3-4  
 (H10.12)P93

## 2. 護床工

### 2-1 護床工の考え方

帯工には、本体のみでは上下流河床となじむ緩衝区間がないために、本体が被災を受ける危険性があり、この緩衝区間での河床変動に追随できるような屈とう性構造の護床工を設置する。

屈とう性構造の材料としては、コンクリートブロック、ふとんかご等がある。ふとんかご等のかご類を設置する場合は、経年的な劣化や摩耗および洪水時の流水の作用に対して、耐久性をあらかじめ考慮しておくものとする。

## 3. 護岸

洪水時には、みお筋に沿った主流が帯工上で分散した流れとなり、分散した流れの一部は河岸へ向かう。また、帯工下流で河床低下が発生した場合、洪水流速が増大するので、河岸を保護するための護岸を設置する。

帯工の設置により必要となる護岸の敷設範囲は、帯工上下流の護床工からさらに 5m 程度長く設置する。

出典:[2-1]  
床止めの構造設計手  
引き 3-2  
(H10.12)P94  
一部加筆

出典:[3.]  
床止めの構造設計手  
引き 3-2  
(H10.12)P95  
一部加筆

# 第5章 堰

第1節 基本事項（標準）	1	2. 基礎	13
1. 定義	1	3. 端部の処理	13
2. 構造の概要	1	4. 護床工	13
3. 適用基準等	3	5. 取付護岸	13
4. 周辺環境との調和	4	6. 高水敷保護工	14
5. 設計の手順	4	7. その他の構造物	14
6. 設置位置	5	7-1 管理橋	14
7. 平面形状および方向	5	7-2 土砂吐き	15
8. 可動堰の天端高等	5	7-3 取水設備	15
9. 流下断面との関係	6	7-4 沈砂池	15
10. 可動堰の可動部の径間長	6	7-5 船通し、閘門	15
11. 可動堰の可動部のゲートの高さ	6	7-6 魚道	15
12. 起伏堰の構造	7	7-7 付属設備	15
第2節 可動堰（標準）	8	第3節 設計（標準）	16
1. 本体構造	8	1. 設計荷重	16
1-1 床版	8	2. 本体の設計	16
1-2 堰柱	9	2-1 可動堰	16
1-3 門柱	11	2-2 固定堰	16
1-4 水叩き	11		
1-5 遮水工	12		

## 第5章 堰

### 第1節 基本事項（標準）

#### 1. 定義

堰とは、河川の流水を制御するために、河川を横断して設けられるダム以外の施設であって、堤防の機能を有しないものをいう。

「構造令」の適用においては、次の点に基づいて、堰とダムとを区分する。

- ① 基礎地盤から固定部の天端までの高さが 15m 以上のものはダム。
- ② 流水の貯留による流量調節を目的としないものは堰。
- ③ 堤防に接続するものは堰。

ただし、最近では流量調節を行って積極的に流水の正常な機能を維持するための堰が設けられるようになってきており、堰とダムの区分が必ずしもはっきりしなくなっている。

#### (1) 分類

##### a. 用途別分類

- ① 分流堰：河川に分派点付近に設け、水位を調節または制限して洪水または低水を計画的に分流させるもの(分水堰ともいう)。
- ② 潮止堰：感潮区間に設け、塩水の遡上を防止し、流水の正常な機能を維持するためのもの。
- ③ 取水堰：河川の水位を調節して、都市用水、かんがい用水および発電用水等を取水するためのもの。
- ④ その他：河川の水位および流量(流水)を調節するための堰および多目的の堰。

##### b. 構造上分類

###### ① 可動堰

ゲートによって水位の調節ができるものをいい、ゲート形式によって次のように分類される。

- イ) 引上式ゲート堰：鋼製ローラゲートを有し、洪水時には高水位以上に引上げて全開とすることができる堰
- ロ) 鋼製起伏堰：扉体の下部にヒンジ支承軸(またはトルク軸)を有した鋼製ゲートを支承軸回りに回転させることによって起伏および倒伏させる堰
- ハ) ゴム引布製起伏堰：袋状の合成ゴム引布製の袋体(扉体)に、水または空気を圧入もしくは排除することによって起伏および倒伏させる堰

###### ② 固定堰

水位の調節のできないものを固定堰という。

#### 2. 構造の概要

堰は、計画高水位(高潮区間にあつては計画高潮位)以下の水位の流水の作用に対して安全な構造となるよう設計する。また、堰は、計画高水位以下の水位の洪水の流下を妨げることなく、付近の河岸および河川管理施設の構造および機能に著しい支障を及ぼさず、ならびに堰に接続する河床、高水敷等の洗掘の防止について適切に配慮した構造とし、操作性、河川環境および景観、ならびに経済性等を総合的に考慮して設計するものとする。

出典:[1.]

改訂解説・河川管理施設構造令 第5章

(H12.1)P183

出典:[1.]

改訂解説・河川管理施設等構造令 第5章

(H12.1)P184

一部加筆

出典:[a.]

改訂解説・河川管理施設等構造令 第5章

(H12.1)P183

一部加筆

出典:[b.]

改訂解説・河川管理施設等構造令 第5章

(H12.1)P184

一部加筆

出典:[2.]

河川砂防技術基準

(案)同解説 設計編 I

7.1(H9.10)P60

引上げ式ゲートを有する可動堰の各部の名称を 図 1-2-1 に示す。

また、起伏堰（ゴム引布製起伏堰）および固定堰の各部の名称を 図 1-2-2、図 1-2-3 に示す。  
 なお、鋼製起伏堰は、ゴム引布製起伏堰の袋体を鋼製転倒ゲートと読み替えれば良い。

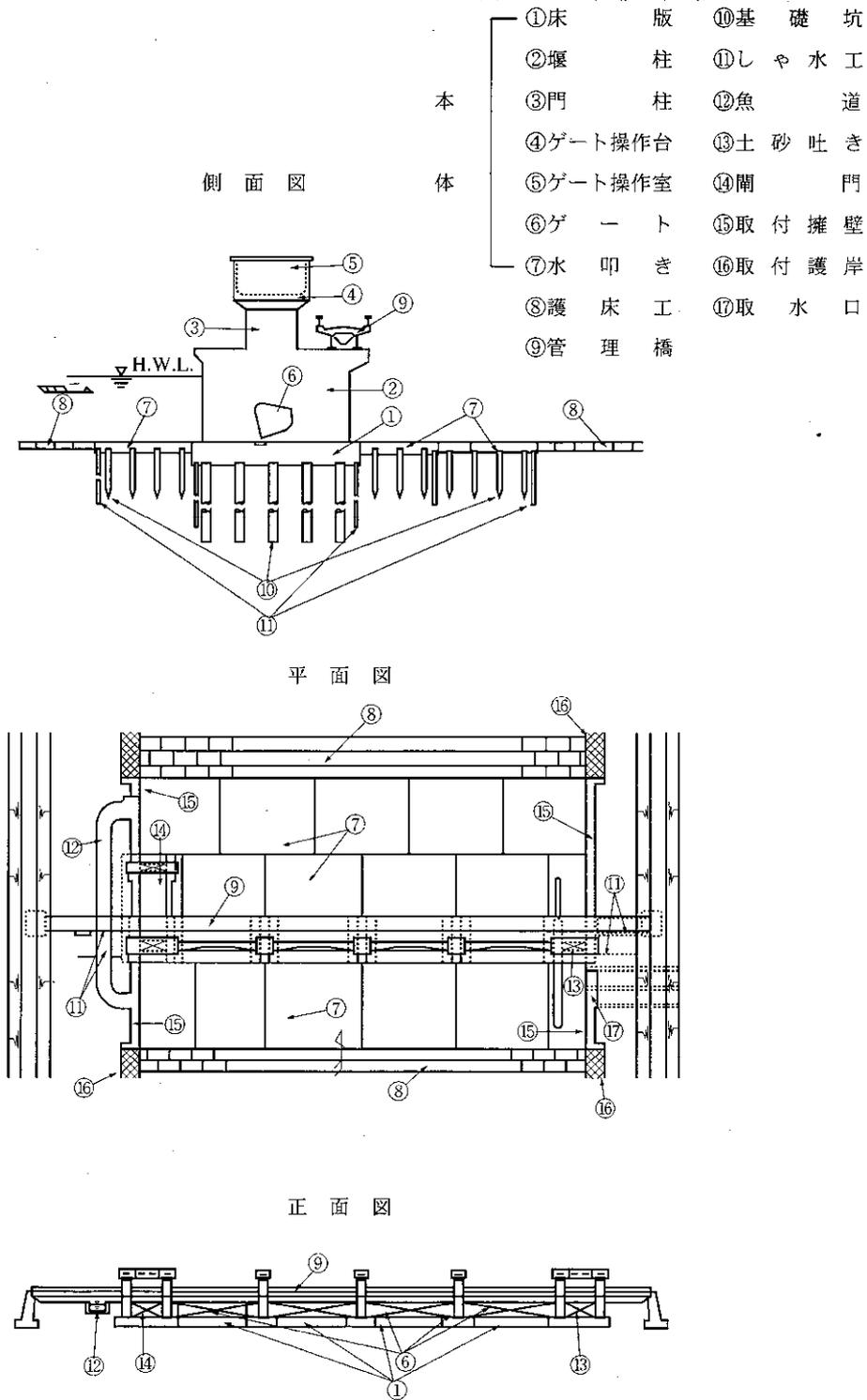


図 1-2-1 引き上げ式ゲートを有する可動堰の各部の名称

出典:[2.]

河川砂防技術基準  
 (案)同解説 設計編 I

7.1 (H9.10) P60

一部加筆

出典:[図 1-2-1]

河川砂防技術基準  
 (案)同解説 設計編 I

7.1 図 1-27

(H9.10) P61

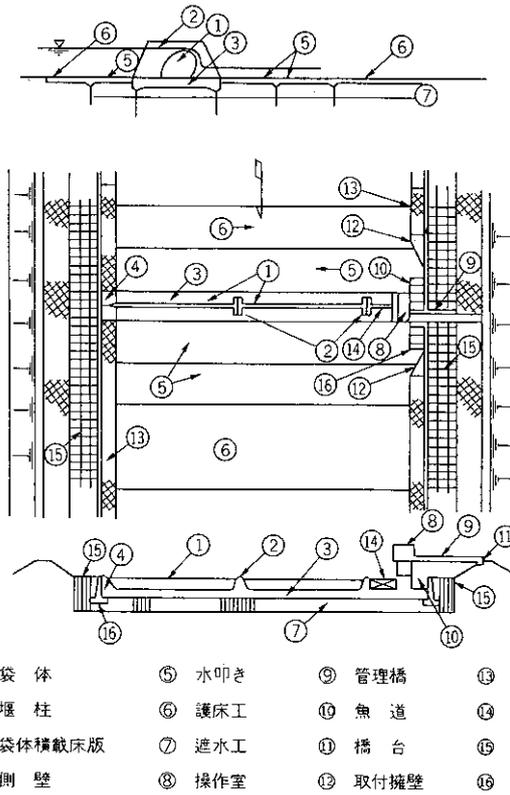


図 1-2-2 ゴム引布製起伏堰の各部の名称

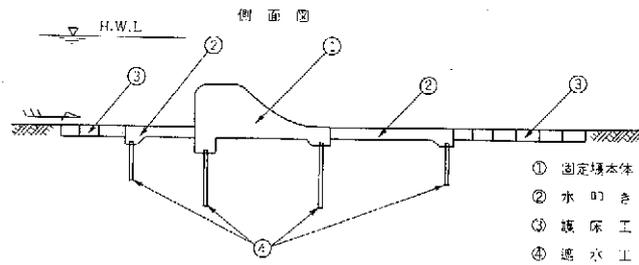


図 1-2-3 固定堰の各部の名称

出典:[図 1-2-2]  
 ゴム引布製起伏堰技術基準(案) 1.3.3  
 図 1.3(H12.10)P21

出典:[図 1-2-3]  
 河川砂防技術基準(案)同解説 設計編 I  
 7.1 図 1-28  
 (H9.10)P61

3. 適用基準等

表 1-3-1 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	〃
ダム・堰施設技術基準(案)	平成 23 年 7 月	ダム・堰施設技術協会
鋼製起伏ゲート設計要領(案)	平成 11 年 10 月	〃
ゴム引布製起伏堰技術基準(案)	平成 12 年 10 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 IV. 水門・樋門及び堰編	平成 24 年 2 月	国土交通省水管理・国土保全局
設計便覧 (案) 機械編	平成 24 年 4 月	近畿地方整備局
その他関係法令等	-	-

#### 4. 周辺環境との調和

堰本体および関連施設の設計にあたっては、周辺環境及び景観との調和に配慮するものとする。

- ① 堰は、常時閉鎖され満水状態を保つことが多いため、堰の上下流で落差を生ずることになり、流水の連続性を断ち、魚類の遡上を妨げる。このため、堰には、魚道を設置したりして、魚類の生息環境の保全に対する配慮を行う必要がある。
- ② 堰の堰柱、門柱、操作室及びその関連施設について、周辺の景観に配慮した設計を行う必要がある。
- ③ 堰は、常時越流することが多く、越流水による騒音、低周波振動等が周辺環境に影響を与える場合も考えられるので、計画にあたっては留意する必要がある。

#### 5. 設計の手順

堰の設計の手順として一般的な項目を図 1-5-1 に示す。

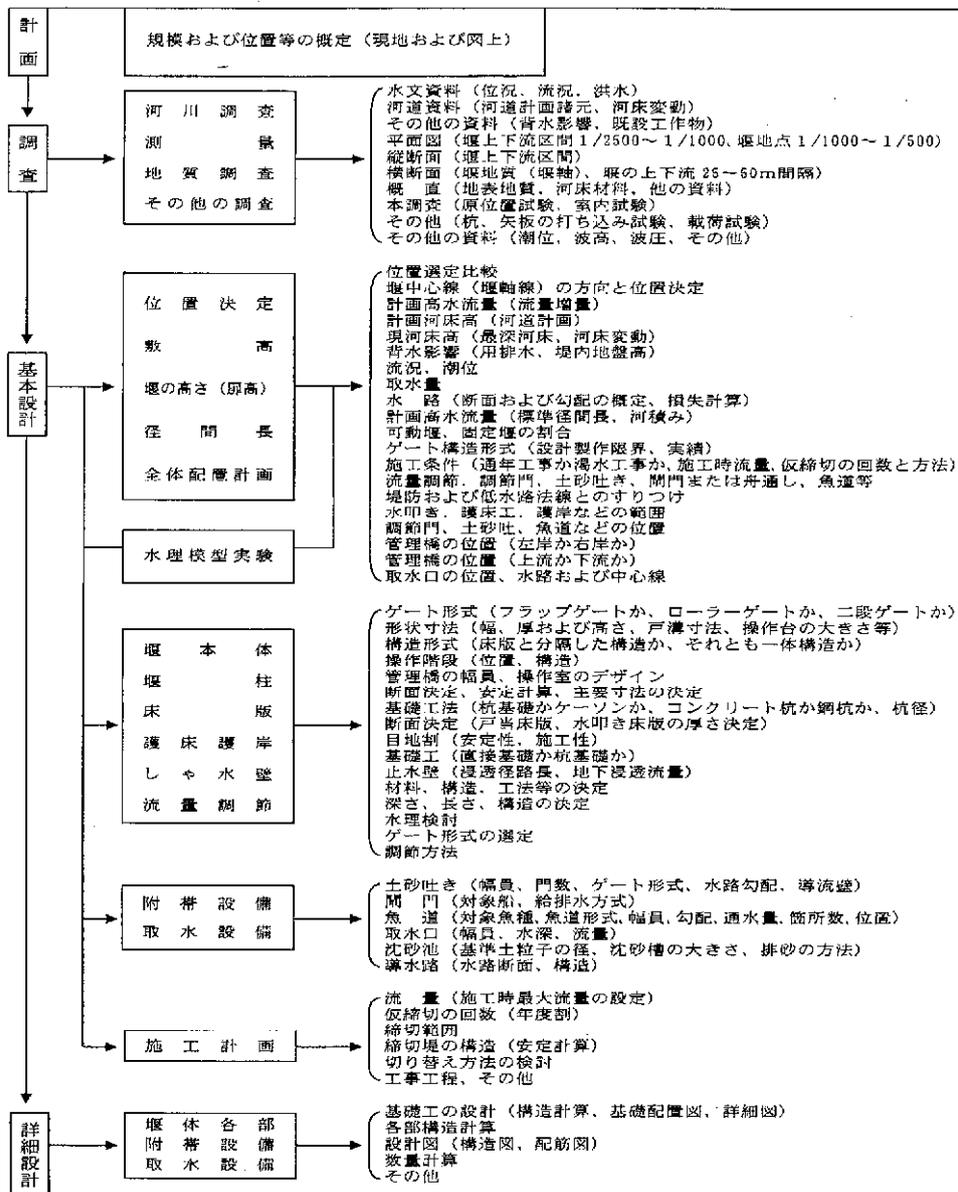


図 1-5-1 堰の設計手順

出典：[4.]

鋼製起伏ゲート設計

要領(案) 1-4

(H11.10)P15

一部加筆

## 6. 設置位置

堰の設置位置は、その設置目的に応じて選定し、河道の湾曲部や河道断面の狭小な箇所は極力避けるものとする。

堰の設置位置等の検討に当たっては、「構造令 施行規則第 21 条の解説」および「改訂 解説・工作物設置許可基準」に準じるものとする。

なお、堰の建設費を節約するためには、川幅の狭い箇所が有利と考えられがちであるが、高水の安全な流下を図るため特別の配慮が必要となり、かつ、堰が将来にわたって河道の制約条件ともなるので、努めて避けなければならない。

## 7. 平面形状および方向

堰の河川横断方向の線形は洪水の流心方向に直角の直線形(直堰)とし、堰柱の方向は、洪水の流心方向とすることを基本とする。

堰を流下する流水は、通常、堰と直角の方向に流れるものであり、その平面形状のいかんによっては、下流側の水衝作用を助長したり、局所洗掘の原因となることが多い。したがって、堰の河川横断方向の線形は洪水の流心方向に直角の直線形(直堰)とし、堰柱の方向は、洪水の流心方向とすることを基本とする。

## 8. 可動堰の天端高等

可動堰の天端高は、計画湛水位に必要な余裕高を考慮してゲート天端高を設定する。

余裕高は堰の設置目的、河川の流況、操作条件等を勘案して必要高を検討する必要がある。一般に、中流部に設けられる取水堰の場合では、この余裕高を 0m とし 計画湛水位＝ゲート天端高 とする事例が多い。

また、下流の潮位が影響する河口部等に設けられる潮止堰、取水堰の場合には、上記の他に下流の潮位、波浪、波浪の打上げ高をも勘案して必要高を検討する必要がある。

堰の計画湛水位は、原則として高水敷高より低い高さおよび堤内地盤高より高くしないものとする。ただし、盛土等適切な処置を講じた場合はこの限りでない

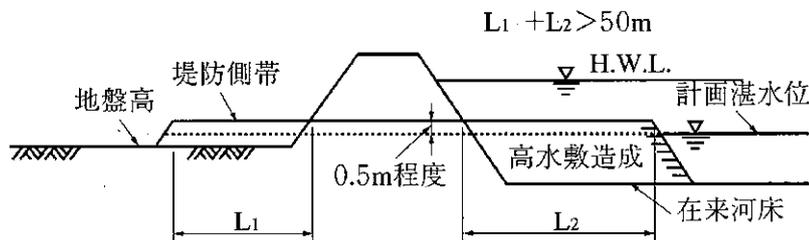


図 1-8-1 堰の湛水位が堰堤内地盤高より高く、堤防に常時水圧をかけることとなる場合の措置例

出典:[7.]

改訂解説・河川管理施設等構造令 第 5 章

(H12.1)P186

一部加筆

出典:[図 1-8-1]

改訂解説・工作物設置許可基準 第 2 章

図 2.1(H10.11)P19

一部加筆

## 9. 流下断面との関係

堰の固定部(または固定堰)、土砂吐き、舟通し、魚道等は、原則として、現状または計画の流下断面内に設けてはならない。

堰の固定部(または固定堰)は、利水機能上からは現状または計画の流下断面内に設けなければならない必然性がなく、また洪水の流下に与える影響も極めて大きく、土砂吐き、舟通し、魚道等を現状または計画の流下断面内に設けることは、堰上流部における洪水時の水位上昇、下流部における局所洗掘等を招き、洪水による被害の危険性を増大させるものである。したがって、堰の固定部(または固定堰)、土砂吐き等は、原則として現状または計画の流下断面内に設けないものとしている。

ただし、やむを得ない場合は、これら(固定堰は除く)を現状または計画の流下断面外に設けるとその機能が発揮されない場合等では、「構造令 第 37 条のただし書き」の取扱いを行って設置するものとする。

## 10. 可動堰の可動部の径間長

可動堰の可動部の径間長(隣り合う堰柱の中心線間の距離をいう。)は、計画高水流量に応じ、表 1-10-1 の下欄に掲げる値以上(可動部の全長が、計画高水流量に応じ、同欄に掲げる値未満である場合には、その全長の値)とするものとする。

表 1-10-1 計画流量に対する径間長

計画流量 (m <sup>3</sup> /s)	500 以上		2,000 以上	
	500 未満	2,000 未満	4,000 未満	4,000 以上
径間長 (m)	15	20	30	40

ただし、山間狭窄部であること、その他河川の状況、地形の状況等により治水上の支障がないと認められるときは、この限りでない。

可動堰の堰柱は、橋の橋脚と同様に河道内において洪水の流下に対して障害物であることは否めない事実である。したがって、その径間長は、河積の阻害を小さくするため、できるだけ大きくとり、堰柱の数を減らすことが望ましい。また、堰柱によって流木等の閉塞が生じ、それが原因で災害が発生することがないようにできるだけ大きい径間長としなければならない。

## 11. 可動堰の可動部のゲートの高さ

引上げ式ゲートの最大引上げ時におけるゲートの下端の高さは、計画高水位との間に洪水時における流木等流下物の浮上高等を考慮して、決定するものとする。

引上げ式ゲートの最大引上げ時におけるゲートの下端の高さは、一般的には、現状または計画堤防のいずれか高いほうに合わせるものとする。

高潮区間においては、一般に計画高水流量の流下のための計画高水位は計画高潮位より相当低く設定されており、ゲートの下端の高さを計画高潮位に合わせてもなお計画高水位との間には十分な空間があるので、洪水疎通に対しては特段の支障がない。しかし、高潮と洪水とがほぼ同時に生じた実績を有するような河川にあっては、洪水の流下に支障のない高さをゲートの下端の高さとする必要がある。

出典:[9.]

改訂解説・河川管理施設等構造令 第 5 章

(H12.1)P186

一部加筆

出典:[10.]

改訂解説・河川管理施設等構造令 第 5 章

第 38 条(H12.1)P195

一部加筆

出典:[10.]

改訂解説・河川管理施設等構造令 第 5 章

第 38 条 解説 1.

(H12.1)P197

一部加筆

出典:[11.]

改訂解説・河川管理施設等構造令 第 5 章

第 41 条

(H12.1)P211, 212

一部加筆

## 12. 起伏堰の構造

起伏堰は、ゲートの特性、水位条件、流量条件および点検・整備等を考慮して、洪水時においても、土砂や流下物によって倒伏が妨げられない構造とする。

出典：[12.]  
改訂解説・河川管理施設等構造令 第5章  
(H12.1)P224

一部加筆

起伏堰は、その工事の簡易、低廉、横断構造物としての河川流水の阻害の僅少等、引上げ式ゲートに比していくつかの優位性を認めることができる。一般に堰高および堰長が設置箇所の河積、河幅等に比して十分小さい場合および河積に十分余裕のある場合については起伏堰の設置が有利となる。また、洪水の到達時間等からみて、引上げ式ゲートでは出水時の的確な開閉ができない場合については、一般に起伏式ゲートを用い、自動開閉式とすることが望ましい。更に、渇水時以外は常に倒伏させておく潮止堰等、出水時における不完全倒伏の懸念の全くない場合は起伏式とすべきである。

起伏堰には、ゴム引布製ゲートを使用したゴム引布製起伏堰(通称ラバーダム)と鋼製転倒ゲートを使用した鋼製起伏堰とがある。

### a. ゴム引布製起伏堰

ゴム引布製起伏堰は、「構造令 施行規則第21条第1号および第2号」の「ゲートを洪水時においても土砂、竹木その他の流下物によって倒伏が妨げられない構造」として取り扱っている。ただし、水位や流量を制御するような堰高操作を必要とする機能については十分でないことや、倒伏時に袋体上に多量の堆砂が生じた場合には起立不能となる場合がある。また、堰下流側に堆砂が生じる場合は不完全倒伏のおそれがあること等に留意する必要がある。

出典：[a.]  
改訂解説・河川管理施設等構造令 第5章  
(H12.1)P224

一部加筆

ゴム引布製起伏堰の設計方法については、「ゴム引布製起伏堰技術基準(案)」に準拠すること。

### b. 鋼製起伏堰

鋼製起伏堰はその構造上、出水時の不完全倒伏が懸念されてきたが、近年の技術開発により、不完全倒伏を回避するための措置が可能となったため、鋼製起伏堰についても、ゴム引布製起伏堰と同様に「構造令 施行規則第21条第1号および第2号」の「ゲートを洪水時においても土砂、竹木その他の流下物によって倒伏が妨げられない構造」として取り扱えるものである。

出典：[b.]  
改訂解説・河川管理施設等構造令 第5章  
(H12.1)P225

一部加筆

鋼製起伏堰の設計方法については、「鋼製起伏ゲート設計要領(案)」に準拠すること。

## 第2節 可動堰（標準）

本基準は、主に引上式ゲート可動堰について定めたものである。

以下の可動堰に関する基準等は、主として「引上式ゲート可動堰」の設計に関する事柄について記載したものであり、ゴム引布製起伏堰および鋼製起伏堰においては、これによるほか以下の基準等によるものとする。

- ・ゴム引布製起伏堰： 「ゴム引布製起伏堰技術基準(案)」
- ・鋼製起伏堰： 「鋼製起伏ゲート設計要領(案)」

### 1. 本体構造

引上式ゲートの場合の可動堰では、本体の主要構造物のうち、床版、堰柱、門柱、ゲート操作台は、原則として鉄筋コンクリート構造とし、ゲートは、原則として鋼構造とするものとする。

引上式ゲートの場合の可動堰の本体は、上記の主要構造物のほかに、ゲート操作室、戸当り、開閉装置を含んで構成される。

#### 1-1 床版

可動堰の床版は、上部荷重を支持し、ゲートの水密性を確保し、堰柱間の水叩きの効用を果たすことのできる構造として設計するものとする。

本体の形式が逆T形のように床版が分離している場合(図 2-1-1)には、堰柱からの荷重を支持する堰柱床版と、ゲート荷重を主な荷重とする中間床版とがある。中間床版の基礎は、ゲート荷重に対して不同沈下が生じないような構造とし、中間床版は、ゲートとの間の水密性が確保できるようにする必要がある。

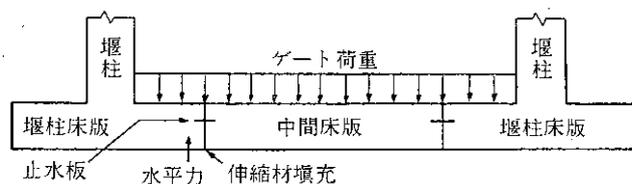


図 2-1-1 本体の形式が逆T型の場合

出典:[1.]  
河川砂防技術基準  
(案)同解説 設計編 I  
7.2.1.1.1(H9.10)P62  
一部加筆

出典:[1-1]  
河川砂防技術基準  
(案)同解説 設計編 I  
7.2.1.1.2(H9.10)P62

出典:[図 2-1-1]  
河川砂防技術基準  
(案)同解説 設計編 I  
7.2.1.1.2 図 1-30  
(H9.10)P62

## 1-2 堰 柱

堰の堰柱は、上部荷重および湛水時の水圧を安全に床版に伝える構造として設計するものとする。

### (1) 両端の堰柱の位置

両端の堰柱の位置は、計画堤防を著しくおかさないう配慮するものとする。

- ① 堰柱を計画堤防内に設ける場合の問題点は、それが堤防の弱点になることである。
- ② 堰柱を計画堤防外に設ける場合の問題点は、堤防との間に無効河積が生じて堰による河積の阻害が大きくなる。また、堤防との間に流木等により閉塞しやすくなる点があげられる。

以上の点を総合的に勘案のうえ、両端の堰柱の位置を決定する必要がある。

また、堰が低水路部分のみに設けられる場合には、原則として、低水路ののり肩線に堰柱の内面(ゲート側)を合わせるものとするが、低水路の断面積が上下流に比べて著しく大となるときのおよび起伏堰にあつては堰の設置前の低水路断面積と等値となるよう両端の堰柱の位置を決定してもよい。

### (2) 高 さ

堰柱の天端高は、引上げ式ゲートの場合には、計画高水位に余裕高を加えた値以上とする。また、起伏式ゲートの場合には、起立時のゲートの天端高に、ゲートの操作、戸当りの裾付け等に必要の高さを加えた値とする。

出典:[1-2]

河川砂防技術基準

(案)同解説 設計編 I

7.2.1.1.3(H9.10)P63

出典:[(1)]

改訂解説・河川管理施

設等構造令 第5章

第36条 解説

(H12.1)P187

一部加筆

出典:[(2)]

河川砂防技術基準

(案)同解説 設計編 I

7.2.1.1.3(H9.10)P63

一部加筆

### (3) 堰柱の幅

堰柱の幅は、洪水時の障害を少なくするため力学的に安定かつゲートの戸溝構造による必要幅が確保できる範囲で狭くするものとする。

堰柱の幅は、ゲートの大きさ、堰柱の高さ、地盤の土質条件等によって左右されるため、技術的に無理のない範囲で、極力小さくするものとする。

#### a. 河積阻害率

河川管理施設等構造令によれば堰柱による河積の阻害率（計画高水位における流向と直角方向の洪水吐き部の堰柱の幅の総和が川幅（無効河積分を除く）に占める割合）はおおむね10%以内を目標値としている。

ただし、やむを得ずこれを超える場合は堰柱によるせき上げ、背水の計算を行い、上流側水位に与える影響を検討し、場合により河積拡大の措置を講ずるものとする。

出典：[a.]  
改訂解説・河川管理施設等構造令 第5章  
第36条 解説  
(H12.1)P187  
一部加筆

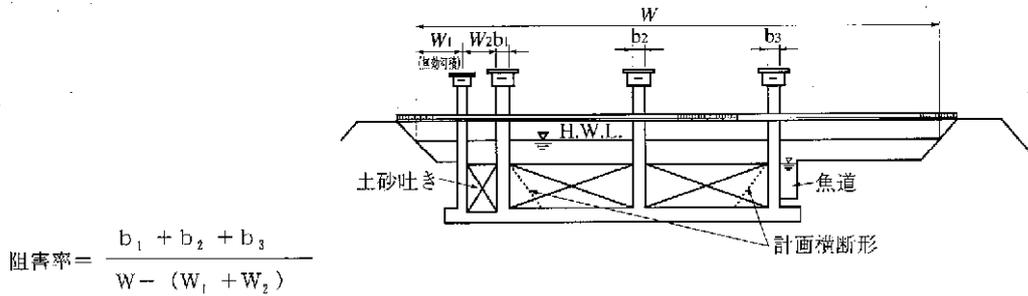


図 2-1-2 堰の阻害率

#### b. 形状

引上式ゲートの場合の中央堰柱の断面形状は、流水に対する抵抗を小さくし、流水に対する安全性を確保するため、原則として小判型または舟型とする。

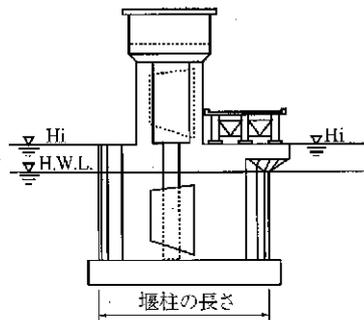


図 2-1-3 堰柱の長さ

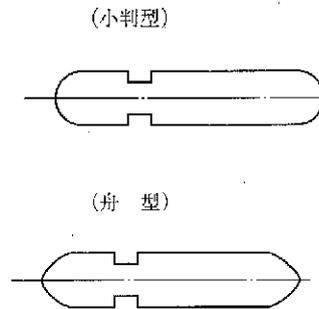


図 2-1-4 堰柱の形状

### 1-3 門柱

引上式ゲートの場合の堰の門柱は、上部荷重を安全に堰柱に伝える構造として設計するものとする。

引上式ゲートの場合の堰の門柱の天端高は、ゲート全開時のゲート下端高にゲートの高さおよびゲートの管理に必要な高さを加えた値とするものとする。

門柱の断面は、戸当り、ゲートの操作用階段等の設置を考慮して、十分検討のうえ、決定する必要がある。ゲートの管理に必要な高さとしては、引上余裕高のほか滑車等の付属品の高さを含んだものであり、ゲート操作台下面までの高さとし、ゲートの規模、開閉装置の構造、開閉速度等を考慮して決定するが、原則として、引上余裕高は 1m 以上とする(図 2-1-5)。

なお、門柱は、その上に設置される操作室とともに、周辺景観との調和に配慮した設計を行う必要がある。

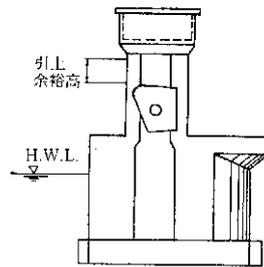


図 2-1-5 門柱

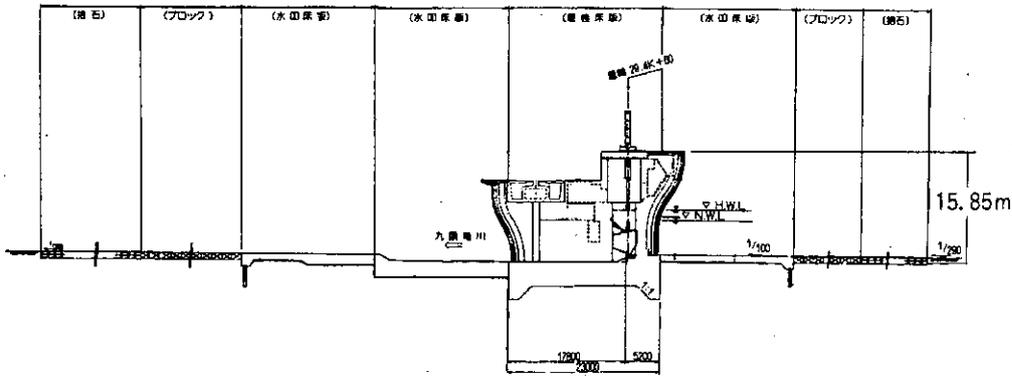


図 2-1-6 操作室をなくした門柱の例

### 1-4 水叩き

水叩きは、鉄筋コンクリート構造とすることを原則とし、水叩きと床版との継手は、水密でかつ不同沈下にも対応できる構造とする。

水叩きは、堰の越流、またはゲートの一部開放による強い水流による侵食作用に対して安全となるように、鉄筋コンクリートによることを原則とする。

水叩きと護床工を含めた長さは、必要に応じて、水理計算、水理模型実験、河床材料、河道形状(単、複断面)、河床勾配、堰の全幅、揚圧力に対する安定条件、遮水壁形状等についての検討結果および過去の事例等を参考として総合的に判断して決定するものとする。

出典:[1-3]

河川砂防技術基準

(案)同解説 設計編 I

7.2.1.1.4 (H9.10)P63

一部加筆

出典:[図 2-1-6]

河川砂防技術基準

(案)同解説 設計編 I

7.2.1.1.4 図 1-32

(H9.10)P63

出典:[1-4]

河川砂防技術基準

(案)同解説 設計編 I

7.2.2 (H9.10)P66

一部加筆

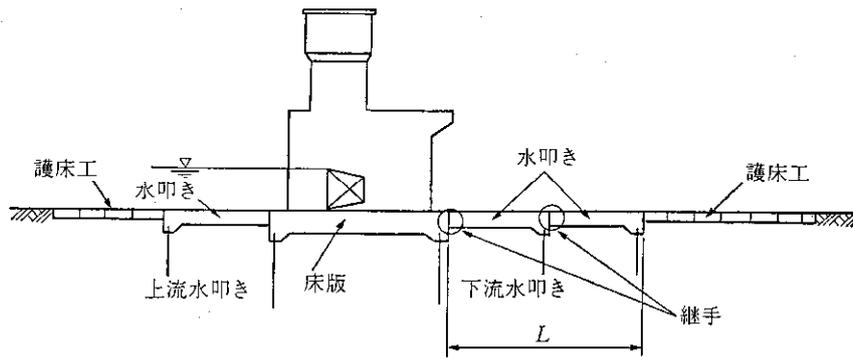


図 2-1-7 水叩き

1-5 遮水工

遮水工は、原則としてコンクリート構造のカットオフ、または、鋼矢板構造とし、上下流の水位差によって生じる浸透水の動水勾配を減少させ、土砂の流動および吸出しを防止しうる構造として設計するものとする。

遮水工は、土砂の流動および吸出しを防止するものであるが、浸透経路長を長くすることにより揚圧力を減殺し、床版、水叩き厚を薄くする効果もあるので、遮水工の長さはこれらの効果を総合的に検討して決定する必要がある。

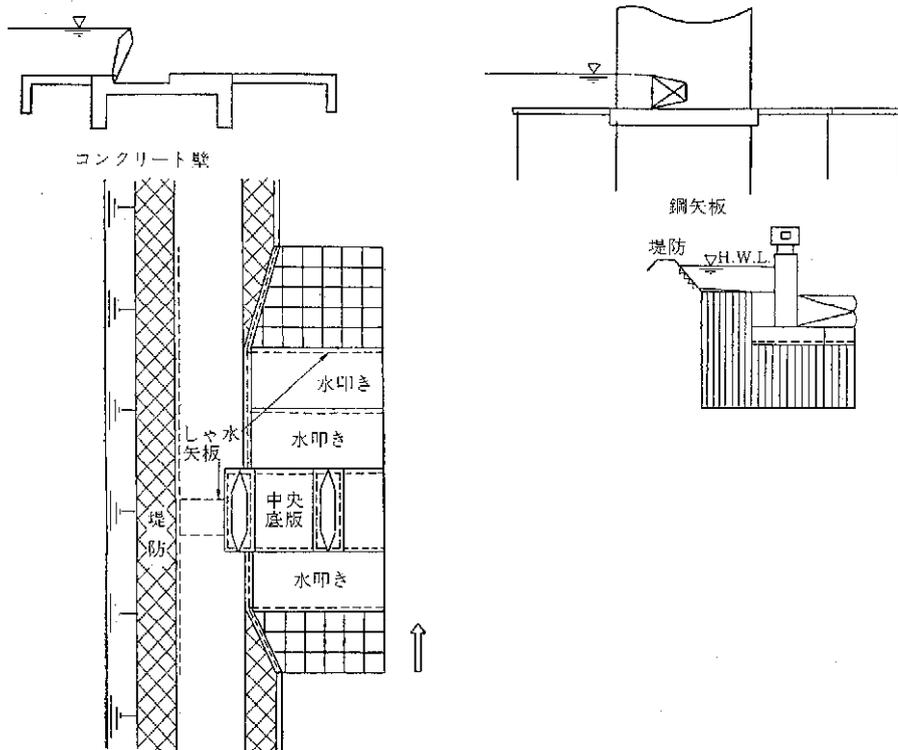


図 2-1-8 遮水工

出典：[図 2-1-7]  
河川砂防技術基準  
(案)同解説 設計編 I  
7.2.2 図 1-35  
(H9.10)P66

出典：[1-5]  
河川砂防技術基準  
(案)同解説 設計編 I  
7.2.3 (H9.10)P67  
一部加筆

出典：[図 2-1-8]  
河川砂防技術基準  
(案)同解説 設計編 I  
7.2.3 図 1-37  
(H9.10)P67

## 2. 基礎

堰の基礎は、上部荷重によっても不同沈下を起こさないよう、良質な地盤に安全に荷重を伝達する構造として設計するものとする。

基礎形式の選定にあたっては、必要工期、作業場面積の大小、環境面での制限、施工機械等を考慮するものとする。

また、地質条件等によっては、地震時に基礎地盤が液状化する可能性があるので、必要に応じて液状化対策を行うものとする。

対象とする地震時の水平震度等については、「河川構造物の耐震性能照査指針（案）」に準ずるものとする。

## 3. 端部の処理

堰本体の端部処理については、堰取付部の上下流を擁壁構造の護岸とすることを基本とする。

また、堰が被災しても堤防に支障を生じないように、堰と堤防とを絶縁した構造とする。

## 4. 護床工

本体およびそれと連続する水叩きの上下流には、原則として、屈とう性を有する護床工を設ける。

堰を設置した場合には、上下流河床と堰部分の粗度の違い、または堰柱の縮流による流水変化、あるいは堰のゲートからの越流水等によって河床が洗掘されるのを防止する必要がある。また、流速を弱め流水を整える作用をもち、併せて本体および水叩きを保護するため、護床工を設ける必要がある。

## 5. 取付護岸

護岸は、流水の作用により堤防、または河岸を保護しうる構造として設計するものとする。

堰にはゴム引布製ゲート等特別な場合を除いて取付擁壁を設けるものとする。その施工範囲は、堰本体の構造、堤防法線の線形、すり付けの線形、護岸の形式、魚道、土砂吐き、閘門の有無およびその位置等を考慮の上決定するものとする。

堰の設置に伴い必要となる護岸は、「構造令 第 35 条および規則第 16 条」の規定を準用した範囲を最低限とし、必要な場合には数値計算(必要に応じて水理模型実験)等により、設置範囲を決定するものとする。

堰上流の湛水池に接する河岸または堤防は、波浪による洗掘を受けたり、また常時湛水により堤内地への漏水によって、河岸または堤防が弱体化するおそれがある。したがって、これらの影響を受ける区間においては必要に応じ、護岸、漏水対策の措置を講ずるものとする。

出典:[2.]

河川砂防技術基準

(案)同解説 設計編 I

7.2.4(H9.10)P70

一部加筆

出典:[3.]

改訂解説・河川管理施設等構造令 第 4 章

第 33 条 解説 (H12.1)

P170 一部加筆

出典:[4.]

河川砂防技術基準

(案)同解説 設計編 I

7.2.5(H9.10)P70

一部加筆

出典:[4.]

改訂解説・河川管理施設等構造令 第 5 章

第 36 条 解説 (H12.1)

P222 一部加筆

出典:[5.]

河川砂防技術基準

(案)同解説 設計編 I

7.2.6(H9.10)P71

一部加筆

出典:[5.]

改訂解説・河川管理施設等構造令 第 5 章

第 44 条 解説 3.

(H12.1)P222

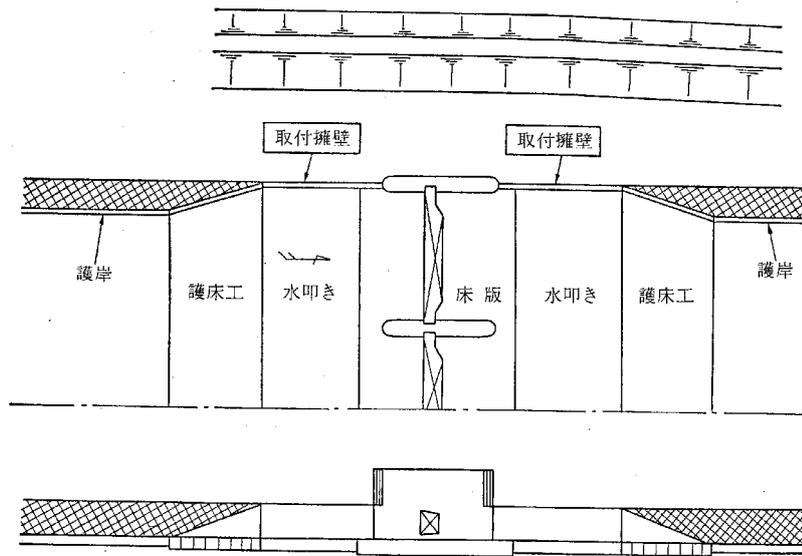


図 2-5-1 取付擁壁

出典：[図 2-5-1]  
河川砂防技術基準  
(案)同解説 設計編 I  
7.2.6 図 1-38  
(H9.10)P71

## 6. 高水敷保護工

流水等の作用による高水敷の洗掘を防止するため、堰柱の背面付近および堰上下流の取付護岸ののり肩付近は、屈とう性のある構造の高水敷保護工で保護するものとする。

一般に、流水が高水敷を流下する場合、堰付近では流水の乱れにより護岸の肩部分および高水敷内に設けられた構造物の部分(例えば魚道)が特に洗掘されやすい。したがって、高水敷内の構造物周辺および護岸肩部分については保護するものとする。この場合、粗度を急変させないように留意するものとする。

出典：[6.]  
河川砂防技術基準  
(案)同解説 設計編 I  
7.2.7(H9.10)P71, 72  
一部加筆

## 7. その他の構造物

### 7-1 管理橋

堰には、原則として管理橋を設けるものとする。ただし、起伏式ゲート等によるもの、その他必要がないと認められる場合においてはこの限りでない。

また、管理橋の幅員は、堰の維持管理上必要な幅、堤防の管理用通路幅等を考慮して決定するものとする。

可動堰の可動部(洪水吐き)が引上げ式ゲートである場合には、原則として、管理橋を設けるものとする。

管理橋の位置については、その堰の設置目的により維持管理等を考慮のうえ、決定するものとする。

管理橋の設計にあたって、幅員、設計荷重の決定にあたっては、次のような事項を検討する必要がある。

- ① 管理橋を一般の道路橋または堤防管理用通路として使用するか、または併設するか。
- ② ゲートの組立において、管理橋を利用するか否か。
- ③ 維持管理において、どのような事態が予想されるか。

出典：[7-1]  
河川砂防技術基準  
(案)同解説 設計編 I  
7.2.8.1(H9.10)P72

出典：[7-1]  
改訂解説・河川管理施設等構造令 第5章  
第43条 解説(H12.1)  
P218 一部加筆

出典：[7-1]  
河川砂防技術基準  
(案)同解説 設計編 I  
7.2.8.1(H9.10)P72

## 7-2 土砂吐き

土砂吐きの規模、設置位置は非洪水時の堰上流の堆砂の防止および堰下流への土砂の供給の機能が確保されるよう決定するものとする。

出典：[7-2]  
河川砂防技術基準  
(案)同解説 設計編 I  
7.2.8.2(H9.10)P73

## 7-3 取水設備

取水施設は、次の事項を満足するよう位置を選定するものとする。

- ① 取水機能が確保できること。
- ② 取水口本体の安全が確保できること。
- ③ 維持管理が容易であること。

## 7-4 沈砂池

沈砂池は、用水路にとって有害な流入土砂を沈積排除するために、必要に応じ設置するものとする。

## 7-5 船通し、閘門

船通しや閘門の規模、設置位置は対象となる舟種を考慮のうえ決定するものとする。

閘門には、必要に応じて次のような設備を設けるものとする。

- ① 充給排水設備(閘渠)
- ② 繫留設備
- ③ 保安設備

出典：[7-5]  
河川砂防技術基準  
(案)同解説 設計編 I  
7.2.8.2(H9.10)P73  
一部加筆

## 7-6 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。

堰は河川の低水路部分を横断して設置される工作物であり、上下流の落差等の構造によっては魚類の遡上等を妨げることから、原則として魚道を設置するものとする。

魚道の設計については、「本編第4章床止め」を参照すること。

出典：[7-6]  
改訂解説・河川管理施設等構造令 第4章  
第35条2解説  
(H12.1)P179  
一部加筆

## 7-7 付属設備

堰には、維持管理および低水時、洪水時の操作に必要な付属設備を設けるものとする。

出典：[7-7]  
河川砂防技術基準  
(案)同解説 設計編 I  
7.2.8.4(H9.10)P75

### 第3節 設計（標準）

#### 1. 設計荷重

堰の設計に用いる荷重については、堰の規模、ゲートや堰柱、門柱の形式、堰の位置等を考慮して、自重、静水圧、泥圧、揚圧力、地震時慣性力、地震時動水圧、温度荷重、波圧、残留水圧、土圧、風荷重、雪荷重および自動車荷重の中から設計荷重を定めて、堰の安定について検討するが、必要に応じてその他の荷重についても検討するものとする。

出典：  
河川砂防技術基準  
(案)同解説 設計編 I  
7.3.1(H9.10)P75  
一部加筆

#### 2. 本体の設計

##### 2-1 可動堰

可動堰の本体は、設計荷重に対して、転倒、滑動、基礎支持力に対する所要の安全性が確保されるよう設計するものとする。

出典：[2-1]  
河川砂防技術基準  
(案)同解説 設計編 I  
7.3.2.1(H9.10)P83

可動堰の安定計算等は、「河川砂防技術基準（案）同解説 設計編 I 7.2.1.1 可動堰」を基本とし、設計するものとする。この他、予想される荷重に対し適切な組み合わせを行い、安全であるように設計を行うものとする。

堰の耐震性能については、「河川構造物の耐震性能照査指針・解説」に準じた地震に対する照査を行うものとする。

- ① レベル1地震動は、河川構造物の供用期間中に発生する確率が高い地震動である。レベル1地震動に対しては、地震後においても機能回復のための修復をすることなく、地震前と同じ機能を保持することができるように、地震によって堰としての健全性を損なわない性能（耐震性能1）を確保することとする。
- ② レベル2地震動は、対象地点において現在から将来にわたって考えられる最大級の強さを持つ地震動である。レベル2地震動に対しては、治水上又は利水上重要な堰については、地震後もゲートの開閉性等の確保が求められることから、地震後においても堰としての機能を保持できる性能（耐震性能2）を確保することとする。一方、前記以外の堰については、地震後に堰としての機能が応急復旧等により速やかに回復できる性能（耐震性能3）を確保することとする。

出典：[2-1]  
河川構造物の耐震性能照査指針・解説 IV  
(H24.2) P3  
一部加筆

##### 2-2 固定堰

固定堰の本体は、設計荷重に対して、転倒、滑動、基礎支持力に対する所要の安全性が確保されるよう設計するものとする。

出典：[2-2]  
河川砂防技術基準  
(案)同解説 設計編 I  
7.3.2.2(H9.10)P93

固定堰の安定計算を行う場合の荷重条件は、「河川砂防技術基準（案）同解説 設計編 I 7.3.2.2 固定堰」を基本とし、設計するものとする。

この他、必要に応じて上流側に堆砂がなく動水圧が作用する場合や揚圧力が作用しない場合の荷重条件に対しても安全であるように設計するものとする。

# 第6章 樋門

第1節 基本事項	1	1-3 本体のスパン割	16
1. 定義	1	2. 函体の横方向の設計	17
2. 樋門設計の手順	1	2-1 設計モデル	17
3. 適用基準等	2	2-2 荷重の設定	17
4. 樋門の構造	2	3. 本体の縦方向の設計	18
5. 樋門の設置	2	3-1 設計モデル	18
5-1 設置位置	3	3-2 本体の縦方向の計算	18
5-2 設置間隔	3	4. 継手の設計	19
5-3 方向	3	5. 門柱の設計	20
5-4 その他	3	5-1 門柱の構造	20
6. 樋門断面	3	5-2 門柱の設計	21
6-1 樋門の総幅員	3	5-3 広域地盤沈下に対する対応	21
6-2 樋門断面	3	5-4 ゲート、開閉装置の設計	21
第2節 構造(標準)	4	6. 胸壁の設計	22
1. 樋門の基本諸元	4	7. 翼壁の設計	22
1-1 樋門の構造形式	4	7-1 翼壁の構造	23
1-2 樋門の断面	5	7-2 翼壁の安定	23
1-3 二連以上の函渠の径間長および断面	6	7-3 翼壁の範囲	23
1-4 樋門の本体長	7	8. 水叩き	24
1-5 樋門の敷高	7	9. 遮水工の設計	24
2. 樋門本体の構造	7	9-1 水平方向の遮水工	25
3. ゲート等の構造	8	9-2 遮水工の本体への影響	25
4. 管理施設等	8	10. 取付水路	26
5. グラウトホール	8	11. 護床工	26
第3節 基礎地盤の検討(標準)	9	12. 護岸工	26
1. 地盤調査	9	13. 高水敷保護工	27
1-1 一般的な調査項目	9	第5節 耐震設計(標準)	28
1-2 軟弱地盤および透水性地盤の調査項目	10	1. 地震対策の基本	28
1-3 耐震設計のための調査項目	10	1-1 耐震性能	28
2. 地盤の残留沈下量の許容値と地盤の安定	11	1-2 耐震設計の基本方針	28
2-1 荷重条件の検討	11	1-3 樋門の耐震性の向上	29
2-2 沈下量、変位量の算定	12	2. 地震設計の照査方法	29
3. 地盤対策の検討	12	第6節 特殊構造の樋門の設計(参考)	31
3-1 地盤対策の基本	12	1. 非開削工法による樋門	31
3-2 地盤対策工の選定	14	2. 門柱を必要としないゲート構造	31
3-3 地盤対策工の概要	14	第7節 施工の合理化を図るための設計の考え方(参考)	34
第4節 樋門の設計(標準)	15	1. 基本方針	34
1. 設計に関する一般事項	15	2. 対象範囲	34
1-1 本体の設計の基本	15	3. 計画における配慮	34
1-2 函体の構造形式の選定	15		

# 第 6 章 樋門

## 第 1 節 基本事項

### 1. 定義

樋門とは、河川または水路を横断して設けられる制水施設であって、堤防の機能を有するものをいう。

樋門と水門の区別については、当該施設の横断する河川または水路が合流する河川(本川)の堤防を分断して設けられるものは水門であり、堤体内に暗渠を挿入して設けられるのは樋門である。通常、支川がセミバック堤(半背水堤)の場合は水門を採用し、自己流堤の場合は、樋門を採用する。なお、構造令では、樋門と樋管の区別はなく、通常樋管と称しているものも樋門に含めて取り扱うこととしている。

### 2. 樋門設計の手順

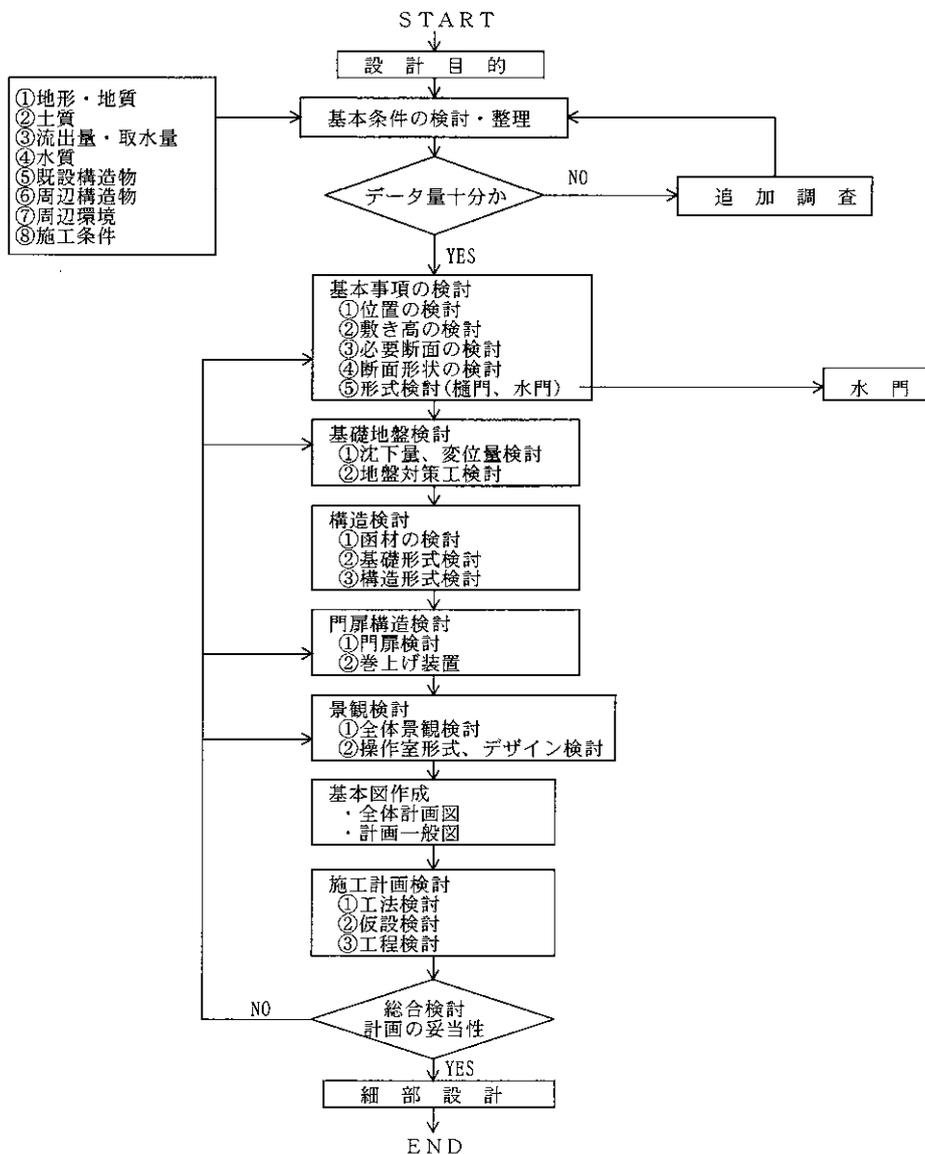


図 1-2-1 樋門の設計手順

出典:[1.]  
改訂解説・河川管理施設等構造令

(H12.1)P233

出典:[1.]  
改訂解説・河川管理施設等構造令

(H12.1)P235

### 3. 適用基準等

表 1-3-1 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	〃
ダム・堰施設技術基準(案)	平成 23 年 7 月	ダム・堰施設技術協会
柔構造樋門設計の手引き	平成 11 年 12 月	国土技術研究センター
設計便覧 (案) 機械編	平成 24 年 3 月	近畿地方整備局
河川構造物の耐震性能照査指針・解説 IV. 水門・樋門及び堰編	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	-	-

### 4. 樋門の構造

樋門の本体は、原則として函体、継手、胸壁、門柱、ゲート操作台、遮水壁等で構成される。設計にあたっては、各部構造部位の機能の確保と同時に全体系としての安定に配慮した構造としなければならない。

さらに、操作性、景観および経済性を総合的に考慮して設計するものとする。

樋門の本体には、ゲート、戸当たり、開閉装置、管理橋、付属設備等も含まれる。本体に加えて樋門にはその他翼壁、水叩き、遮水工、取付水路、護床・護岸、管理用階段、その他に付属設備等によって構成されるのが普通である。樋門の構造の基本構成および各部の名称を 図 1-4-1 に示す。

なお、樋門では、門柱および操作室等は、周辺景観調和に配慮して設計するものとする。また、堤内支川の状況によっては、魚の遡上に配慮した構造を検討するものとする。

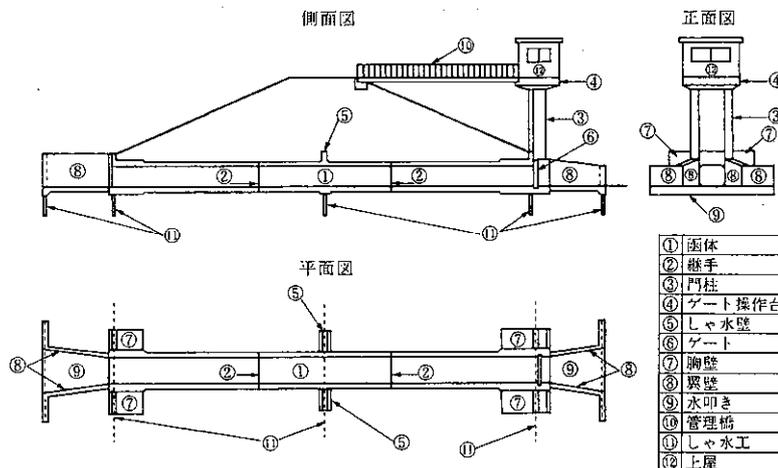


図 1-4-1 樋門の各部の名称 (コンクリート構造の場合)

### 5. 樋門の設置

樋門等、堤体内に異質の工作物が含まれると、漏水の原因となりやすく堤防の弱点となるおそれがある。また、操作や維持管理の面からも、樋門はできるだけ少ないほうがよく、樋門の設置は必要やむを得ないものに限るべきである。樋門をやむを得ず設置する場合は、堤防の弱点とならないよう、その構造および施工について十分配慮する必要がある。

出典:[4.]

柔構造樋門設計の手引き 6.1.1

(H11.12)P89

一部加筆

出典:[図 1-4-1]

柔構造樋門設計の手引き 6.1.1 図 1-6-1

(H11.12)P90

出典:[5.]

改訂解説・河川管理施設等構造令 1 (1)

(H12.1)P236

一部加筆

### 5-1 設置位置

樋門等の設置位置は、その設置目的に応じて選定するが地盤の軟弱な場所および旧河道等を避け河状の安定した位置とし、統廃合に努めるものとする。

出典：[5-1]  
河川工作物設置許可  
基準(案)

### 5-2 設置間隔

樋門相互の設置間隔をやむを得ず近傍する場合は、堤体の弱体化および既設樋門への影響等を生じないように十分距離を離すものとする。

(H15.1)P21～26  
一部加筆

### 5-3 方向

樋門の方向は、堤防法線に対して原則として直角とするものとする。ただし、河川の流水方向に対し、上流向きとならないこと。

### 5-4 その他

高規格堤防や緩傾斜堤防等の計画がある区間に樋門を計画する場合には、設置条件や荷重条件等に留意して設計するものとする。

出典：[5-4]  
改訂解説・河川管理施設等構造令  
(H12.1)P238

## 6. 樋門断面

用水を目的とするものにあつては、取水計画上問題とならない範囲において対象渇水時においても計画取水量が確保できる断面とする。

排水を目的とするものにあつては、計画高水位以下の水位の洪水（計画高水位の定めない水路等においては、水路の設計流量、または流下能力）の流下を妨げない断面とするものとする。管内流速は、接続する支川の流速に比べて著しく増減することがないようにするものとする。

出典：[6.]  
河川砂防技術基準  
(案)同解説 設計編 I  
8.2.1.2.1 (H9.10)P97

### 6-1 樋門の総幅員

樋門の総幅員は、「構造令 第48条 1. 水門および樋門の総幅員」に準じて決定する。

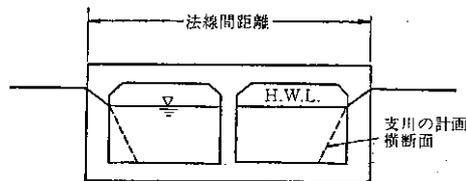


図 1-6-1 樋門の断面説明図（流下断面が 1:1.3 以内の場合）

出典：[図 1-6-1]  
改訂解説・河川管理施設構造令  
(H12.1)P244 図 6.8

### 6-2 樋門断面

計画流出量を基に樋門断面を設定する場合には、下表の方法から最も適した方法を採用する。

表 1-6-1 樋門の断面設定方法

	方法	適用範囲
①限界水深方式	樋門吐口の限界水深を境界条件として水面計算を行い断面を決定する方法	支川計画が無く、また地形や社会的等の条件により支川計画の想定が適当でない場合及び、本川水位の影響を受ける場合等に適用する。
②内水解析方式	実績湛水より計画対象湛水を選定し、内水位計算により断面を決定する方法	内水排除ポンプや遊水池等樋門方式と他の方式を併設する場合に適用される場合が多い。
③流速仮定方式	管内流速を仮定して断面を求める方式	等流計算を出発点水位として等流、不等流計算により必要断面を求める。

第2節 構造（標準）

1. 樋門の基本諸元

1-1 樋門の構造形式

樋門の構造形式は、基礎地盤の残留沈下量および基礎の特性等を考慮して選定するものとし、原則として柔構造樋門とする。

樋門の構造形式は、地盤の沈下への対応特性から柔構造樋門と剛構造樋門に分けられる。

堤防内に設置される樋門の構造形式は、地盤あるいは基礎の沈下・変位に追随し、周辺堤防に悪影響を及ぼすことが少ない柔構造樋門とすることを原則とする。ただし、基礎地盤の残留沈下量が樋門の構造特性を損なわず、周辺堤防に悪影響を及ぼさない範囲のものであるとき、あるいは抑制する場合には剛支持の直接基礎形式としてもよい。なお、杭基礎等を用いた剛支持樋門は、函体周辺の空洞化や堤防クラックの発生等によって、堤防機能を損なう恐れが高いため、特殊な制約条件がある場合を除いて適用してはならない。

表 2-1-1 樋門の構造形式とその特徴

樋門の構造形式		柔構造樋門	剛構造樋門
主要構造			
地盤の残留沈下量への対応		本体の沈下を許容する	本体の沈下をほとんど許容しない
基礎形式		柔支持基礎	剛支持基礎
継手構造		カラー継手 可とう性継手 弾性継手	カラー継手 可とう性継手 弾性継手
函軸構造形式	函軸たわみ特性	函軸たわみ性構造	函軸非たわみ性構造 函軸たわみ性構造
	函軸変位特性	函軸自由変位構造 函軸弾性構造	
門柱、ゲート、管理橋		傾斜に対応できる構造	—

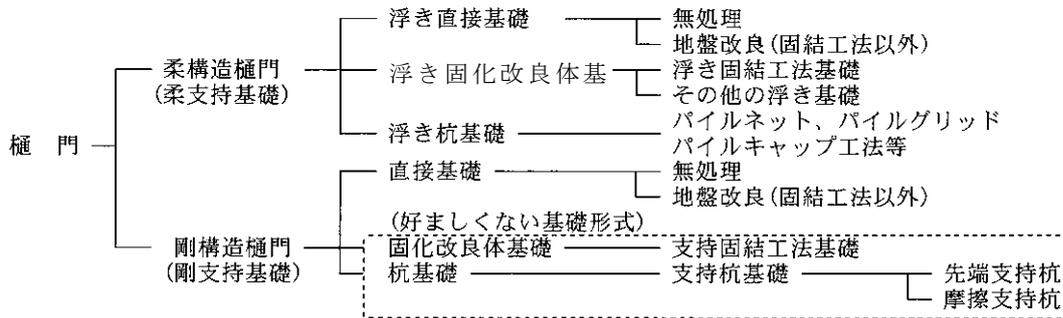


図 2-1-1 基本の構造形式と基礎形式

出典:[1-1]  
柔構造樋門設計の手引き  
2.4.1(H11.12)P23

出典:[1-1]  
柔構造樋門設計の手引き 2.4.1  
(H11.12)P23, 24  
一部加筆

出典:[表 2-1-1]  
柔構造樋門設計の手引き 2.4.1 表 1-2-4  
(H11.12)P23  
一部加筆

出典:[図 2-1-1]  
柔構造樋門設計の手引き 2.4.1 図 1-2-2  
(H11.12)P24

## 1-2 樋門の断面

### 1-2-1 排水樋門

排水樋門における函渠断面は、次のとおり決定する。

- ① 函渠断面は、維持管理の容易性等を考慮して内径 1.0m 以上でなければならない。
- ② 函内流速は、支川の計画を考慮して函内に土砂が堆積しないように配慮して決定する。
- ③ 函体断面の内法高(図 2-1-2 参照)は、流木等の流下物が特に多い場合を除き、計画排水量が流下するときの水位に表 2-1-2 に掲げる値を加えた高さ以上とする。また、即時沈下量の 1 / 2 程度をキャンバー盛土として実施することにより、残留沈下量を低減することも出来る。

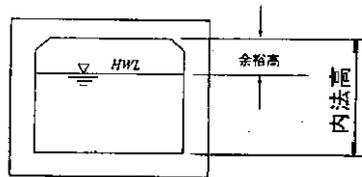


図 2-1-2 函体断面の余裕高

表 2-1-2 函体断面の余裕高

計画高水流量 ( $m^3/s$ )	余裕高	備考
20 未満	計画高水流量が流下する断面の 1 割を内法幅で除した値以上	残留沈下量の扱いは、適宜検討の上、左表の値に加算してもよい。 (0.1m 単位に切り上げる)
50 未満	0.3m 以上	
50 以上	0.6m 以上	

出典:[表 2-1-2]  
改訂解説・河川管理施設等構造令  
(H12.1)P244  
一部加筆

また、供用後は追跡調査を実施するものとし、期間は 3 カ年程度として調査計画を立案して実施する。なお、3 カ年後においても沈下傾向がある程度継続している場合は調査を継続するものとする。

### 1-2-2 取水樋門

取水樋門の断面は、排水樋門に準じるが、計画取水量に対応できかつ函体内に土砂が沈殿しないように断面を定めるのがよい。取水可能量が過大となる場合には、計画取水量以上の取水ができないような措置を行なう。

### 1-2-3 余裕高の設定

柔構造樋門は函体の沈下を許容するものであり、沈下が生じてもその機能を確保する必要高さを余裕高さとして函体断面を計画する。

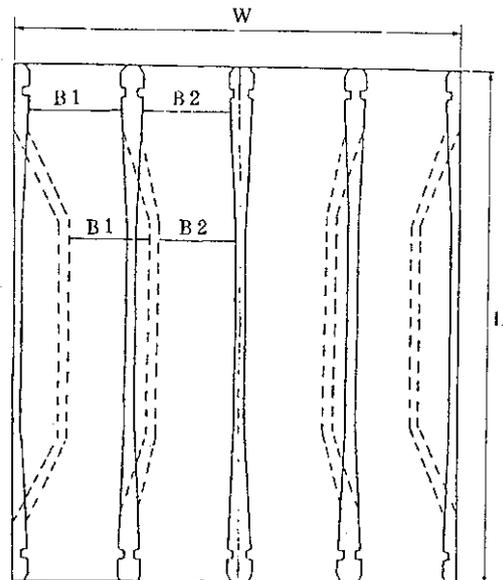
### 1-3 二連以上の函渠の径間長および断面

二連以上の函渠の端部の通水断面は、原則として本体中央部の通水断面と同等とする。

また、樋門等が4連以上で、かつ、樋門延長  $L$  と樋門幅  $W$  の比  $L/W$  が 1.5 未満の場合は流水線が急に曲がることを防ぐため、端部と中央部を直線上にそろえることができる。

二連以上の函渠の端部の通水断面は、「構造令 第 49 条」および「河川砂防技術基準(案) 同解説 設計編 I 第 1 章第 8 節樋門」に準ずるものとする。

樋門等の延長が長いと、流水線の変化が出入口のみとなり、あまり支障とならず、かつ費用の点でも前記の方針を適用するとかかなりの差が生じるため、樋門延長と樋門比が 1.5 未満の場合には、端部と中央部を直線上にそろえることができるものとした。ただし、樋門管理上や流水線の変化が支障とならない場合には、施工性等を考慮して  $L/W$  が 1.5 以上の場合でも端部と中央部を直線上にそろえることも検討するものとする。なお、4 連以上の樋門の場合は、水門とした方が好ましい場合が多いので、構造の選択については十分検討のうえ決定する必要がある。



注) 4 連以上で、かつ 1.5 未満の場合は実線を採用  
3 連以下で、または 1 連以上のものは点線を採用

図 2-1-3 二連以上の函渠の端部の通水断面

## 1-4 樋門の本体長

樋門の本体長は、原則として計画堤防断面の川表および川裏の法尻までとする。  
なお、敷高および通水断面等の樋門の機能の確保のために、堤防断面を切込まざるを得ない場合においても、切込みを必要最小限とするように努めなければならない。

必要最小限の切込みは、胸壁が護岸の基礎として機能することを考慮して、本体頂版から胸壁の天端までの高さが 1.5m 以下とすることであり、胸壁が護岸の基礎として機能することを考慮して、図 2-1-4 のように 0.5m 程度とすることが望ましい。

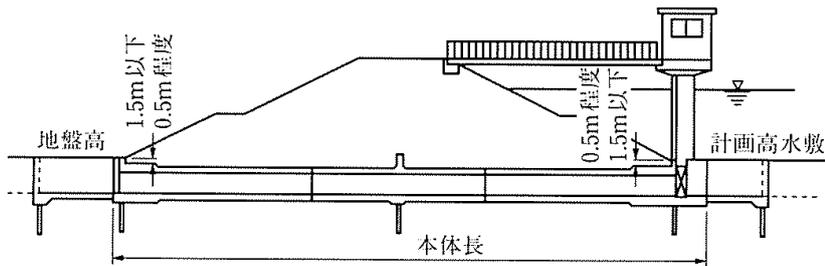


図 2-1-4 望ましい樋門本体長の決め方

## 1-5 樋門の敷高

樋門の敷高は、堤内湛水地域の地盤高、本川の河床高、支川あるいは水路の敷高、湛水位を考慮して堤防の安全、用排水に支障のない高さとする。

樋門の敷高の決定に際しては、以下の事柄に留意して、決定するものとする。

- ① 排水樋門の敷高は、低すぎると吐口付近に土砂が堆積して流下断面積が減少し、高すぎると排水能力が減少するので、本川の河床高と支川あるいは水路の敷高との関係から決定する。
- ② 取水樋門の敷高は、河床低下により取水困難となっている例が多く、低すぎると取水量が水利権以上となることがあるので、過去の河床変動の動向を調べ将来の河床低下を考慮して決定する。

## 2. 樋門本体の構造

樋門本体は、鉄筋コンクリート構造またはこれに準ずる構造とするものとする。

「これに準ずる構造」とは、強度、耐久性等が鉄筋コンクリート構造と同等と見なせる材質のものであり、プレキャストコンクリート管、鋼管およびダクタイル鋳鉄管を含むものとする。

また、その他のたわみ性管（高耐圧ポリエチレン管、FRP管、強化プラスチック管等）を使用する場合には、検討を十分に行い、その安全性を確かめるものとする。

出典：[1-4]

河川砂防技術基準  
(案)同解説 設計編 I  
8.2.1.2.2(H9.10)P97  
一部加筆

出典：[1-4]

柔構造樋門設計の手  
引き 6.1.3(H11.12)  
P91 一部加筆

出典：[図 2-1-4]

柔構造樋門設計の手  
引き 6.1.3 図 1-6-2  
(H11.12)P91

出典：[2.]

改訂解説・河川管理施  
設等構造令  
(H12.1)P240

出典：[2.]

柔構造樋門設計の手  
引き 2.4.2 2)③  
(H11.12)P33  
一部加筆

### 3. ゲート等の構造

樋門のゲートは、確実に開閉し、かつ、必要な水密性を有し、鋼構造またはこれに準ずる構造とするものとする。

また、樋門のゲートの開閉装置は、ゲートの開閉を確実に行うことができる構造とするものとする。

樋門のゲートの構造については、構造令の準用規定がない。これは、樋門は川とはいえない小規模な水路を横断して設けられるものも非常に多く、その規模は千差万別であり、極めて小規模な樋門のゲートについては、ある程度弾力的な取扱いが必要であるという事情によるものである。なお、大規模な樋門のゲートについては、必要に応じ、ダムゲートに関する規定を準用すべきは当然のことである。

ただし、完全掘込河道の場合はゲートを設ける必要はない。

### 4. 管理施設等

樋門には、管理橋等その他の必要な管理施設を設けなければならない。

樋門に必要な管理施設としては、次のものがある。

- ① 管理橋
- ② ゲート操作台および上屋
- ③ 階 段
- ④ 防護柵
- ⑤ 水位標
- ⑥ 照明設備
- ⑦ 監視装置
- ⑧ その他

### 5. グラウトホール

函体底版下の空洞化を監視するため、原則として函体底版にはグラウトホールを設ける。グラウトホールには空洞測定用沈下板を設置するのがよい。

グラウトホールの設置間隔は、遮水矢板の位置、グラウトの能力を考慮して決定する。

出典：[3.]

改訂解説・河川管理施設等構造令

(H12.1)P247, 248

一部加筆

出典：[5.]

柔構造樋門設計の手引き 7.4.3

(H11.12)P128, 129

一部加筆

第3節 基礎地盤の検討（標準）

1. 地盤調査

地盤調査は、ボーリング調査、原位置試験および室内土質試験の組み合わせで実施する。調査位置は、原則として樋門の計画位置とし、必要に応じてその周辺にて行う。

出典：[1.]  
柔構造樋門設計の手  
引き 2.3.2  
(H11.12)P14

地盤調査の目的は、土層構成、土質、地下水の状況等を把握し、設計に必要な地盤性状および土層の特性等の条件を把握することにある。

1-1 一般的な調査項目

地盤調査の一般的な調査方法により得られる情報とその利用法を表 3-1-1 に示す。具体的な調査項目は、これらを参考として選定する。

出典：[1-1]  
柔構造樋門設計の手  
引き 2.3.2 4)  
(H11.12)P16  
出典：[表 3-1-1]  
柔構造樋門設計の手  
引き 2.3.2 4)  
表 1-2-1 (H11.12)P17

表 3-1-1 調査方法と利用法

目的	調査方法	得られる情報	主な利用法	備考	
土層構成の把握 土質定数の概略推定	ボーリング	・土層区分(分類, 厚さ) ・地下水位, 支持層の位置	・土層構成の把握		
	標準貫入試験 (ボーリングと併用)	・N値 ・資料採取による土質の分類	・砂の内部摩擦角( $\phi$ )の推定 ・砂地盤の液状化の判定 ・粘土の一軸圧縮強さの( $q_u$ ), 粘着力( $c$ )の推定 ・杭の鉛直支持力の推定 ・土の変形係数( $E$ )の推定 ・水平方向地盤反力係数( $k_h$ )の推定	一般にボーリングと併用して用いる。これらの調査結果から推定される土性値は、あくまで概略値として用いるべきである。	
	サウンディング オランダ式二重管 コーン貫入試験	・コーン支持力( $q_c$ )	・N値の推定 ・粘土の一軸圧縮強さの( $q_u$ ), 粘着力( $c$ )の推定	一般に概略的な調査として、あるいはボーリング間の土層の連続性を把握するために用いる。	
	スウェーデン式 サウンディング試験	・貫入量 1m あたりの半回転数	・N値の推定, ・粘土の一軸圧縮強さの( $q_u$ ), 粘着力( $c$ )の推定		
地盤の変形特性	ボーリング孔内 水平載荷試験	・地盤の変形係数( $E_0$ ) ・水平方向地盤反力係数( $k_h$ )	・地盤の即時沈下( $S_i$ ), 側方変位量( $R$ )の推定	軟弱地盤では本試験を実施するのが望ましい。	
地盤の鉛直支持力	平板載荷試験	・地盤の極限支持力( $q_u$ ) ・鉛直方向地盤反力係数( $k_v$ ) ・変形係数( $E_0$ )	・地盤の支持力の推定, ・水平方向地盤反力係数( $k_h$ )の推定	特に入念な検討を行う場合に調査する。	
土質定数の推定	室内土質試験	物理試験 (土粒子の密度, 含水比, 湿潤密度, 粒度, 液性・塑性限界試験など)	・土の判別分類 ・土粒子の密度, 含水比 ・湿潤密度 ・粒度分布 ・液性・塑性限界	・砂地盤の液状化の判定 ・地盤の透水係数( $k$ )の推定(粒度試験結果より) ・粘土の圧縮指数( $C_c$ ), 圧密係数( $c_c$ )の推定(液性・塑性限界試験結果より)	一般に粘性土を対象として行う。土の力学特性の推定値は、あくまで概略値として用いるべきである。
		一軸圧縮試験	・土の一軸圧縮強さ( $q_u$ ) ・変形係数( $E_0$ )	・土の粘着力( $c$ )の推定 ・水平方向地盤反力係数( $k_h$ )の推定	盛土材の土質定数を求める場合、盛土の安定を検討する場合には、この試験が必要である。
		三軸圧縮試験	・土の粘着力( $c$ ) ・内部摩擦角( $\phi$ ) ・変形係数( $E_0$ )	・地盤の支持力の推定 ・土の強度増加率の推定 ・水平方向地盤反力係数( $k_h$ )の推定	
圧密沈下量の推定	圧密試験	・圧密降伏応力( $p_c$ ) ・ $e \sim \log P$ 曲線 ・圧密係数( $C_c$ ) ・体積圧縮係数( $m_v$ )	・粘土層の圧密沈下量( $S_c$ ), 圧密時間の推定	軟弱粘性土地盤の場合には、この試験が必要である。	
地下水対策 透水性地盤	地下水調査	地下水測定	・各帯水層の地下水位 ・間隙水圧 ・流向・流速	・水圧分布の測定 ・被圧の有無の判定 ・砂地盤の液状化の判定, 工法選定の資料	堤防開削の場合には調査することが望ましい。
		現場透水試験 室内透水試験 揚水試験	・地盤の透水係数( $k$ ) ・地盤の貯留係数( $S$ )	・工法選定の資料	透水性地盤や重要な構造物の場合は、調査することが望ましい。地盤の透水係数を求める方法としては、揚水試験が最も信頼性が高い。

## 1-2 軟弱地盤および透水性地盤の調査項目

樋門を建設する際に問題となる地盤は、軟弱地盤および透水性地盤である。

### 1-2-1 軟弱な粘土性地盤の調査

#### a. 孔内水平載荷試験

地盤の変形特性を把握するためにボーリング孔を利用した孔内水平載荷試験が一般的であり、各層を代表する深度を選定して実施する。

#### b. 物理試験等の室内土質試験

土質、強度、圧密特性を明らかにするための試験等として、シンウォールサンプラーまたはフォイルサンプラーを用いて乱さない資料を採取して、物理試験（土粒子の密度、含水比、粒度、湿潤密度、液性・塑性限界等）、一軸圧縮試験、圧密試験、三軸圧縮試験、その他試験等を地盤の状況に応じた試験を行う。

#### c. その他補助調査

軟弱層の深さ、層厚、広がり、原位置強度特性等について詳細に調べることを目的として、オランダ式二重コーン試験、スウェーデン式サウンディング試験、三成分コーン試験等を行う。

### 1-2-2 有機質土地盤の調査

基本的に可能であれば、上記軟弱な粘土性地盤に準じた試験を行う。その他強熱減量試験を行う。

### 1-2-3 緩い砂地盤の調査

a. ボーリング孔を利用して孔内水平載荷試験を行う。また、被圧水頭の影響が予測される場合では間隙水圧の測定を行う。

#### b. 物理試験

乱さない資料の採取は一般的に困難であるので、標準貫入試験で得られる資料を用いて、地震時の液状化判定に必要な物理定数を求めるための物理試験（土粒子の密度、含水比、粒度等）を行う。必要があれば、ボーリングの補助として、軟弱層の深さ、層厚、広がり、原位置強度特性等について詳細に調べることを目的として、スウェーデン式サウンディング試験を行う。

## 1-3 耐震設計のための調査項目

耐震設計を行う場合は、耐震設計の内容に応じた調査を行う。

耐震設計に必要な土質定数と調査法の概要を表 3-1-2 に示す。

表 3-1-2 耐震設計に必要な土質定数とその調査法

目的	調査方法	得られる情報	他の定数からの推定	備考
設計震度 地盤種別	PS 検層	・S波速度 $V_s$	・N値から推定可	必要に応じて調査する
	ボーリング	・層区分と層厚		一般に調査する
液状化 判定	標準貫入試験	・N値		一般に調査する
	土の粒度試験 (乱した試料で可)	・平均粒径 $D_{50}$ ・細粒分含有率 $f_c$		
	土粒子の密度試験	・土粒子の密度		
地盤の 変形特性	乱さない試料の 振動三軸試験等	・液状化強度 ・変形特性		特に入念な検討を行う場合に調査する
	PS 検層	・S波速度 $V_s$	・N値から推定可	必要に応じて調査する
FEM 等の 変形解析	土の湿潤密度試験	・単位体積重量	・土質別推定可	一般に調査する
	PS 検層	・S波速度 $V_s$	・N値から推定可	特に入念な検討を行う場合に調査する
	土の湿潤密度試験	・単位体積重量	・土質別推定可	
	乱さない試料の 振動三軸試験等	・液状化程度に応じた変形係数 ・軟弱粘性土の繰り返しせん断応力等に応じた変形係数	・既往のデータの集積は少ない	
対策工	現場透水試験	・透水係数	・透水係数は粒径 $D_{10}$ , $D_{30}$ から推定可	対策工を検討する場合は、調査することが望ましい
	揚水試験	・透水係数 ・貯留係数		

出典:[1-2]

柔構造樋門設計の手引き 2.3.2 4)

(H11.12)P18

一部加筆

出典:[1-2-2]

柔構造樋門設計の手引き 2.3.2 4)

(H11.12)P19

一部加筆

出典:[表 3-1-2]

柔構造樋門設計の手引き 2.3.3 表 1-2-2

(H11.12)P20

## 2. 地盤の残留沈下量の許容値と地盤の安定

地盤の残留沈下量の許容値の目安は、表 3-2-1 に示すとおりである。

表 3-2-1 残留沈下量の許容値の目安

樋門の構造形式	残留沈下量の許容値	
	キャンバー盛土非考慮	キャンバー盛土考慮
直接基礎	5cm	—
柔支持基礎	30cm	50cm

出典：[表 3-2-1]  
 柔構造樋門設計の手  
 引き 7.3 表 1-7-3  
 (H11.12)P120  
 一部加筆

地盤の安定は、沈下・側方変位、支持力、液状化に対して検討する必要がある。樋門の基礎地盤および樋門の周辺堤防の安定は、常時および地震時の円弧すべり安全率によって評価することが可能であり、円弧すべりに対する許容安全率は、一般に次の値がとられている。地震時の検討においては、慣性力および過剰間隙水圧を考慮する。

- ① 常時 ……………  $F_s = 1.2$
- ② 地震時（慣性力考慮）……………  $F_{sh} = 1.0$
- ③ 地震時（過剰間隙水圧考慮：砂質地盤）……………  $F_{sd} = 1.0$

### 2-1 荷重条件の検討

#### 2-1-1 堤防盛土条件

沈下計算に考慮する盛土条件を設定する場合は、沈下が終息している既設盛土と盛土荷重として考慮する新規盛土を明確に区分しなければならない。さらに、次の項目について検討し、必要に応じて考慮する。

- ① 余盛り盛土
- ② 置換する場合は、置換材と原状土の単位体積重量差
- ③ 荷重として考慮した盛土(湿潤重量)が地下水位以下に沈下することによる浮力(水中重量)の影響
- ④ 堤防天端高を確保するために堤防が沈下した分を追加する盛土による影響

#### 2-1-2 荷重条件

即時沈下の計算には、図 3-2-1(a) に示すように床付け面以上の全盛土荷重を考慮する。圧密沈下の計算には、図 3-2-1(b) に示すように新たに加わる盛土部分のみを考慮する。

上載荷重(活荷重)は、一般に圧密沈下の計算に考慮するのがよい。なお、ここで上載荷重を考慮した場合は、本体の縦方向の計算には上載荷重を考慮しない。

出典：[2-1-2]  
 柔構造樋門設計の手  
 引き 5.3.1  
 (H11.12)P83  
 一部加筆

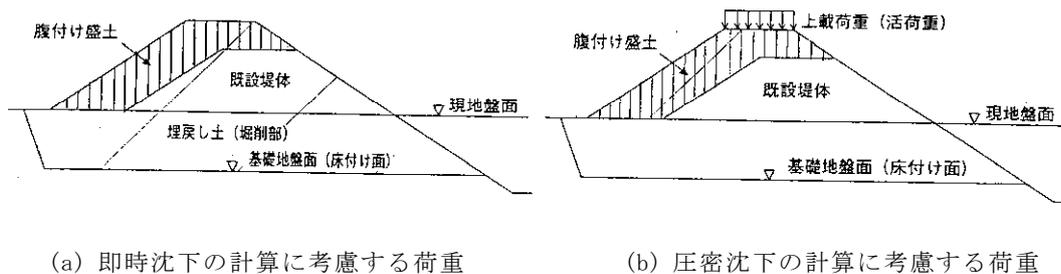


図 3-2-1 沈下の計算に考慮する荷重

## 2-2 沈下量、変位量の算定

### 2-2-1 残留沈下量の算定

地盤の残留沈下量は、函体施工以後の即時沈下量および圧密沈下量の沈下量分布を算出する。一般に樋門の存在を無視して計算してもよい。

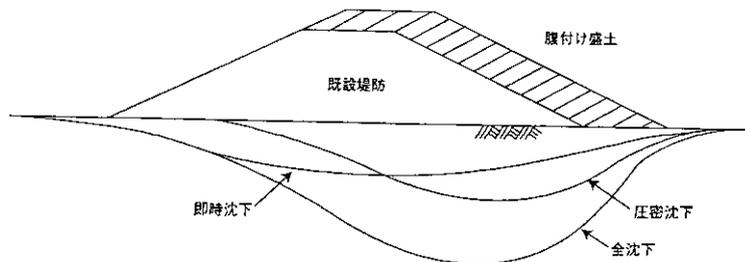


図 3-2-2 腹付け盛土による一般的な地盤の沈下量分布

### 2-2-2 地盤の側方変位量の算定

地盤の側方変位量は、盛土の载荷による地盤のせん断変形に伴う水平変位量とし、地盤を弾性体とみなして求める。一般に樋門の存在を無視して計算してもよい。

なお、側方変位量は、即時沈下量と同様に地盤を弾性体としたFEM解析等によっても求めることができる。

出典:[2-2-2]

柔構造樋門設計の手

引き 5.3.4

(H11.12)P87

一部加筆

## 3. 地盤対策の検討

### 3-1 地盤対策の基本

樋門の地盤対策を検討する場合は、次の事項を考慮するものとする。

- ① 地盤改良工法は、樋門の基礎地盤全体の強度増加を図る(圧密促進工法等)、地盤強度を改善する(置換工法等)を優先して採用する。
- ② キャンバー盛土は、残留沈下量分布に対応して適切に設定する。
- ③ 柔支持基礎は、地盤改良工法による沈下抑制では十分な効果が得られない場合に適用するのが原則であるが、沈下抑制を主目的とするので、地盤対策工の一つとして検討する。

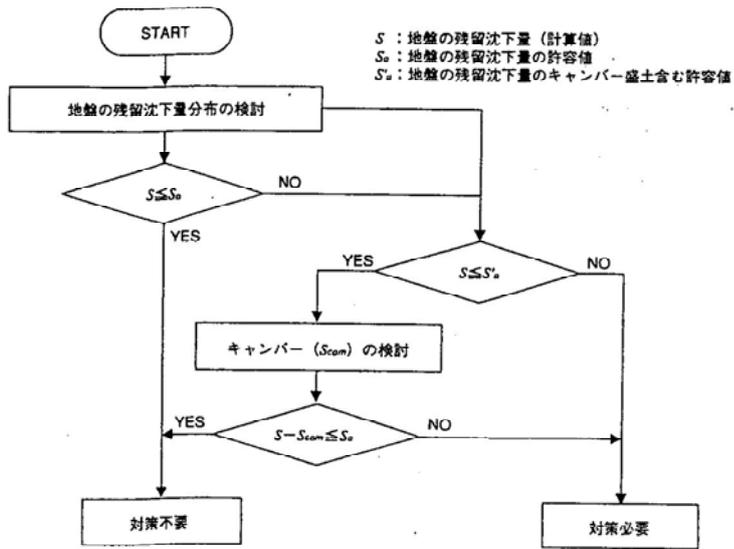


図 3-3-1 沈下対策検討フロー

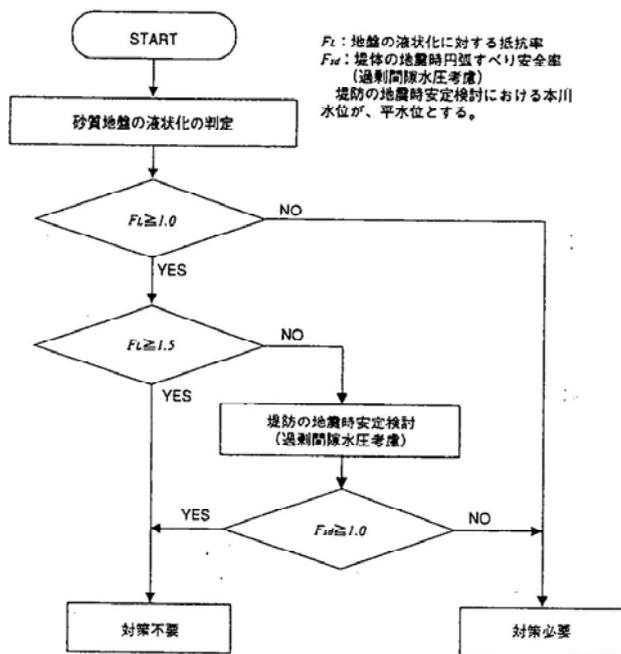


図 3-3-2 液状化対策の検討フロー

### 3-2 地盤対策工の選定

地盤対策工の選定にあたっては、表 3-3-1 等を参考にして対策工を必要とする理由・目的を明確にしなければならない。

表 3-3-1 地盤対策の目的区分

目的	概要	
沈下対策	圧密沈下の促進	地盤の沈下を促進して有害な沈下量を少なくする。
	全沈下の減少	地盤の沈下そのものを少なくする。
	不同沈下の減少	地盤の沈下を段階的に抑制して不同沈下を少なくする。
側方流動対策	せん断変形の抑制	盛土によって周辺の地盤が膨れ上がったり、側方流動したりすることを抑制する。
安定対策	強度低下の抑制	地盤の強度が盛土などの荷重によって低下することを抑制し安定を図る。
	強度増加の促進	地盤の強度を増加させることによって安定を図る。
	すべり抵抗の付与	盛土形状を変えたり地盤の一部を置き換えることによってすべり抵抗を付与し安定を図る。
	液状化防止	地盤の液状化を防ぎ、地震時の安定を図る。
浸透流対策	浸透流の影響を軽減	浸透流によるパイピング、ルーフィングを防止する。

### 3-3 地盤対策工の概要

地盤対策は、その対策原理から 図 3-3-3 に示すように分類される。柔支持基礎は、主に沈下対策や地盤補強対策等として用いることから地盤対策の一つとして位置付けられる。

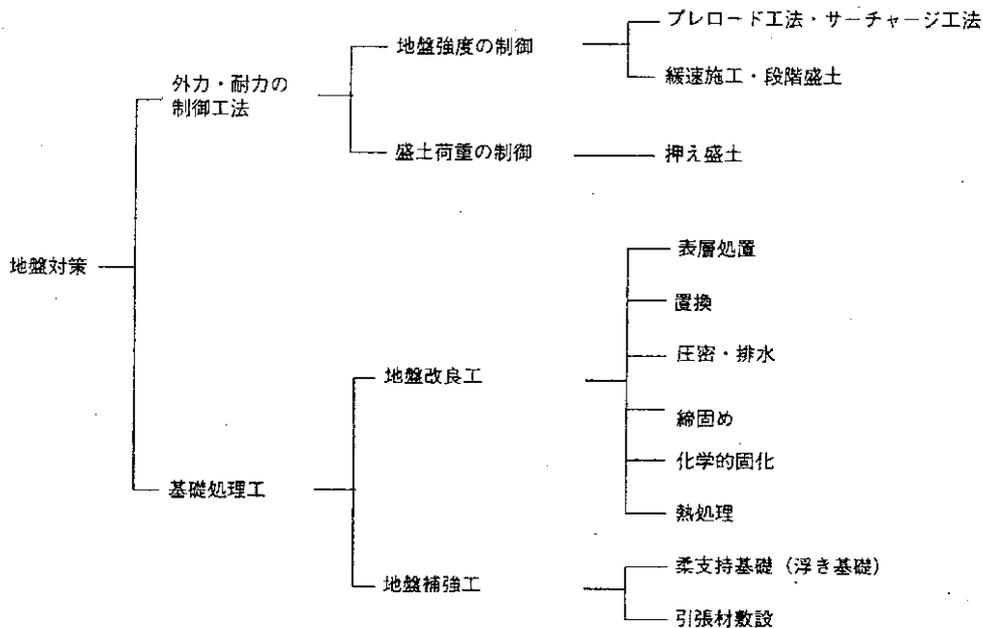


図 3-3-3 地盤対策の原理による分類

## 第4節 樋門の設計（標準）

### 1. 設計に関する一般事項

#### 1-1 本体の設計の基本

柔構造樋門の本体は、函体の構造形式を問わず本体の函軸方向の地盤変位（沈下・側方変位）分布をできるだけ精度良く推定し、地盤変位分布に適切に対応できるように設計しなければならない。

樋門本体の設計は、「河川砂防技術基準（案）同解説 設計編Ⅰ」および「柔構造樋門設計の手引き」、「建設省制定 土木構造物標準設計」を参考として設計するものとする。

出典：[1-1]  
柔構造樋門設計の手引き 7.2.1  
(H11.12)P108  
一部加筆

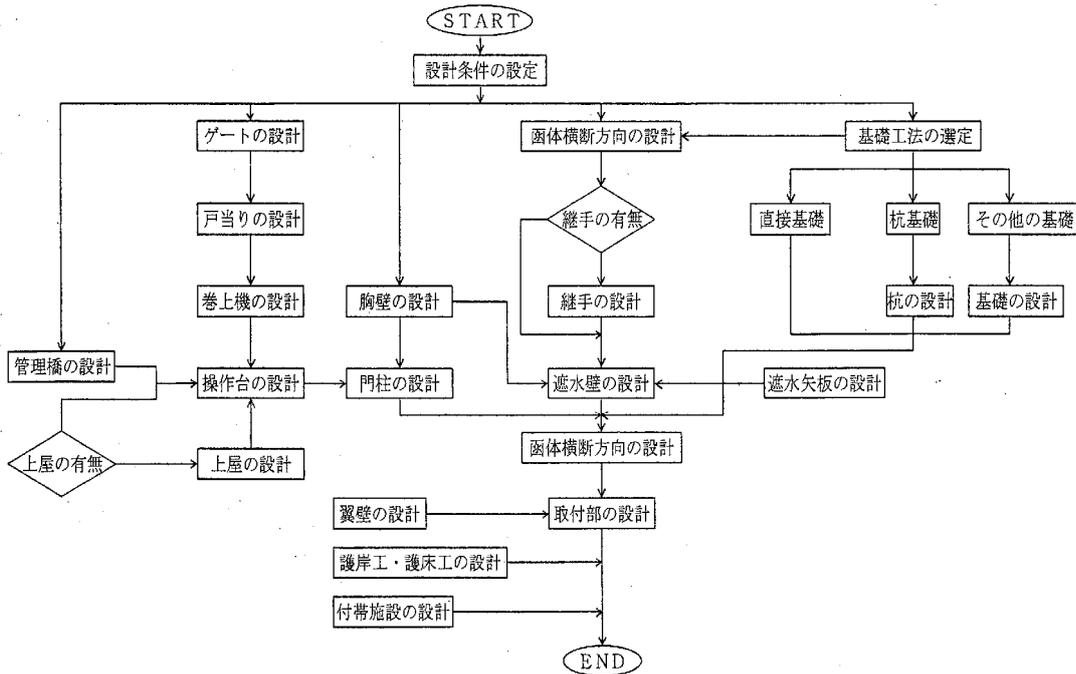


図 4-1-1 一般的な樋門の設計手順

#### 1-2 函体の構造形式の選定

函体構造は、地盤の残留沈下量の大きさや分布形状、キャンバー盛土対応、改良後地盤の特性、基礎形式の影響等の条件によって適用性が異なる。このため、沈下対策等の地盤対策を伴う場合は、地盤対策を検討した上で、函体構造の選定を行うのがよい。

函体構造を検討する上で函体の構造形式とりわけ函体の函軸構造形式の特性を理解することが重要である。柔構造樋門の残留沈下（地盤変位）の影響と函軸構造形式の特性との対応は、次のようになる。

- ① 地盤の沈下の影響に対しては、函軸たわみ特性で対応する。
- ② 地盤の側方変位の影響に対しては、函軸変位特性で対応する。

函軸たわみ性は、函体構造、スパン割、継手の変形能力によって達成される。函体構造と継手構造は密接に関係するので、函体構造を検討する場合は、継手構造との適合性を考慮する。一般的に用いられる函体構造は、表 4-1-1 に示すとおりである。

出典：[1-2]  
柔構造樋門設計の手引き 7.2.1  
(H11.12)P108  
一部加筆

表 4-1-1 一般的な函体構造

構造材		形状	特徴
コンクリート構造	RC構造	矩形 (円形)	施工実績多い 大断面に対応できる
	PC構造		
ダクタイル 鋳鉄管		円形	大きな沈下に対応できる 管長 4~6m、弾性継手 溶接が適さない
鋼 構造		円形	比較的大きな沈下に対応できる 水密性が高い、弾性継手 防食が必要

出典:[表 4-1-1]  
柔構造樋門設計の手  
引き 2.4.2  
(H11.12)P29  
一部加筆

### 1-3 本体のスパン割

本体の函軸方向は、地盤の残留沈下量分布、堤防の横断形状、樋門の構造形式、基礎および地盤の変形特性、基礎形式等を考慮して適切なスパン割とする。

#### (1) 留意事項

本体のスパン割の検討にあたっては、次の事項に留意する。

- ① 本体のスパン割りは、残留沈下量分布の曲線にスムーズに適合するように計画する。
- ② 予想される残留沈下量の大きさとスパン割・継手形式に配慮して検討する。
- ③ 地盤の不均質性等によって地盤に大きな不同沈下が予想される場合には、できるだけ短いスパン(15m 以内)とすることが望ましい。
- ④ 門柱部のスパンの安定を図るために、門柱部のスパンはある程度の長さを堤体内部に貫入させる。
- ⑤ 特に改良型カラー継手(従来型カラー継手は適用できない)等の変形能力が小さい継手を使用する場合には、スパン割に十分配慮する。

#### (2) 樋門本体の最大スパン長

- ① 良質な地盤の直接基礎の樋門は、20m 以下を標準とする。
- ② 上記以外の樋門は、15m 以下とすることが望ましい

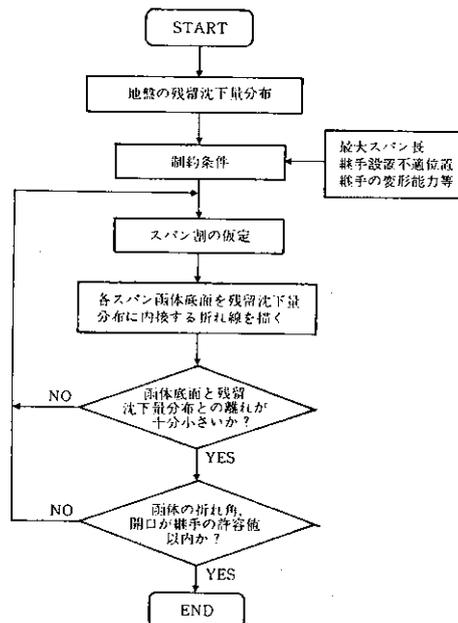


図 4-1-2 柔構造樋門の樋門本体のスパン割の検討基準

## 2. 函体の横方向の設計

### 2-1 設計モデル

函体の横方向は、函体の材質・断面構造等の特性を考慮して設計する。

函体の断面構造には、その形状から矩形、円形、幌形(アーチ形)があり、さらに、円形管体は剛性管とたわみ性管に分けられる。函体の横方向の設計にあたっては、これらの断面構造および材料特性に応じた設計法を適用する。

### 2-2 荷重の設定

荷重は、函体横方向にもっとも不利な断面力が生じるように作用させるものとする。

函体の横方向の設計にあたっては、表 4-2-1 に示す荷重について函体に最も不利となる組合せを設定して部材計算を行う。

地下水位については、大断面である場合や浮力の影響が大きい場合を除いて、一般に地下水位は無視できる。

表 4-2-1 函体の横方向の設計に考慮する荷重の種類

荷重種別		函体の横方向の設計
死荷重	函体自重	○
活荷重	自動車荷重	○
土圧	鉛直土圧・水平土圧	○
水圧	地下水圧	△
	内水圧等	△

○：考慮する、△：条件によって考慮する

出典：[表 4-2-1]  
柔構造樋門設計の手  
引き 7.2.2 表 1-7-1  
(H11.12)P109

#### (1) 矩形(剛性)函体

- ① 横方向の設計は、各スパンごとに最も危険な断面を選定し、各々の荷重条件に対して検討する。
- ② 排水機場等に接続する函体で内水圧が作用する場合は、内水圧作用時の検討を行う。このときの外圧(鉛直土圧、水平土圧等)は、該当スパンの最小有効土かぶりを考慮する。多連の函体において、排水機場に連結する場合等その一部の断面にのみ内水圧を作用させる場合は、内水圧が偏載荷となる場合を考慮して検討する。

#### (2) 円形たわみ性管体(ダクトイル鑄鉄管および鋼製管体)

- ① 盛土等の荷重の変化点ごとの各々の荷重条件に対して検討する。
- ② 管体周辺の盛土材の土性を管体の設計支持角に反映させる。
- ③ 管体自重は無視してもよい。
- ④ 内水圧が作用する場合は、別途検討する。

### 3. 本体の縦方向の設計

本体の縦方向における設計の基本は次に示すとおりである。

- ① 本体の縦方向の設計には、樋門の構造形式、基礎形式の特性そして地盤の残留沈下量の影響に配慮した設計手法を適用する。
- ② 荷重は、本体に最も不利な断面力あるいは変位を生じるように作用させるものとする。
- ③ 本体と地盤との相対沈下量、相対水平変位量は、許容値以内とし、本体の地盤反力度は、地盤の許容支持力度以内でなければならない。

出典：[3.]  
柔構造樋門設計の手  
引き 7.6.1  
(H11.12)P149

本体の縦方向の計算は、基礎形式に応じて表 4-3-1 のように区分して設計する。浮き固化改良体基礎、浮き杭基礎を原則として設計する。浮き直接基礎として設計するのは、これらの基礎は樋門本体と結合させないで構造的に分離して適用するためである。

出典：[3.]  
柔構造樋門設計の手  
引き 2.4.4  
(H11.12)P41  
一部加筆

表 4-3-1 基礎形式と設計計算方法

基礎形式		設計計算法
直接基礎 <sup>注1</sup>		直接基礎
柔支持基礎	浮き直接基礎	浮き直接基礎
	浮き固化改良体基礎	原則として浮き直接基礎 <sup>注2</sup>
	浮き杭基礎	原則として浮き直接基礎 <sup>注2</sup>

注 1)地盤の残留沈下量が 5cm 程度を超える場合は、柔支持基礎とする。

注 2)基礎工の特性によってはその影響を地盤反力係数等により適切に評価した設計法による必要がある。

出典：[表 4-3-1]  
柔構造樋門設計の手  
引き 2.4.4 表 1-2-6  
(H11.12)P40

#### 3-1 設計モデル

本体の縦方向は、基礎形式に応じて次のようにモデル化する。なお、いずれの場合も函体スパンを継手の結合条件に応じて連結した連続梁と仮定して解くのがよい。

- ① 直接基礎の樋門は、本体を「弾性床上の梁」とモデル化する。
- ② 柔構造樋門は、本体を「地盤変位の影響を考慮した弾性床上の梁」とモデル化する。

出典：[3-1]  
柔構造樋門設計の手  
引き 7.6.2  
(H11.12)P150  
一部加筆

本体の縦方向の設計は、本体に最も不利な断面力および変位が生じる荷重の組合せを設定して行う。

#### 3-2 本体の縦方向の計算

本体の縦方向は、以下の照査事項を満足しなければならない。

- ① 本体の沈下・側方変位
- ② 地盤反力度、本体と地盤との相対変位(沈下)量
- ③ 継手、接合部の変形能力

出典：[3-2]  
柔構造樋門設計の手  
引き 7.2.2  
(H11.12)P109  
一部加筆

表 4-3-2 照査項目と方法

照査項目	照査箇所	照査方法
本体の沈下	本体	省略
側方変位	継手部	継手の開口量
地盤反力度	門柱部函体端部	基礎地盤との相対変位量 (基礎幅の1%かつ5cm以内)
本体と地盤との相対変位量	本体下部	相対変位量(空洞量5cm以内)
継手・接合部の変形	継手・接合部	許容開口量以内

4. 継手の設計

<p>函体の継手は、以下の機能を確保できるように設計する。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>① 函体内外の水圧に対する水密性</li> <li>② 継手部の変位に対応できる変形能力</li> <li>③ 継手部に発生する応力に対する安全性</li> </ul>
---

出典:[4.]  
柔構造樋門設計の手  
引き 7.6.7  
(H11.12)P173

(1) 継手の特性

樋門で使用される継手の特性は、表 4-4-1 のように示される。一般に継手バネは非線形の変形特性を有しており、計算結果としての変形量が弾性範囲の外にある場合は、その特性を考慮した解析(試行による等価線形バネの設定等)が必要となる場合がある。

可とう性継手の結合条件は、一般的にはフリーとすることが多いが、継手ゴムのバネ定数を評価することで弾性継手に準じて設計することもできる。

表 4-4-1 継手形式と変形特性および結合条件

継手形式	継手の種類	特 徴	変形特性	結合条件
可撓性継手	可撓継手	主部材はゴムメンブレン等で、スパン間の相対変位を拘束することが他の構造に比べ少ない。	継手の開口、折れ角、目違いをほとんど拘束しないため断面力の伝達は少ない。	フリー
カラー継手	カラー継手 改良型カラー継手	せん断方向には変位を拘束するが、函軸方向に対しての拘束はほとんどない。 カラー・函体間に応力分散ゴムを挟んだ改良型カラー継手の場合は、弾性継手として考える。	継手の目違いを拘束するが、開口、折れ角をほとんど拘束しない。このため、せん断力のみを伝達する。	ヒンジまたは弾性(函軸方向はフリー)
弾性継手	プレストレインド ゴム継手	スパン間にゴムを挟んで、これにプレストレスを与えて弾性を確保した継手である。軸力、せん断力、曲げモーメントを隣接するスパンに伝達させる機能がある。	継手バネの大きさとスパン間の変位差に応じた断面力の伝達がある。	弾性 (函軸方向バネ、せん断バネ、曲げバネ)
	スチールベローズ 継手	鋼管構造に使用される継手である。変形に対して剛性の高い継手であるが、比較的小量の変形で塑性状態となる。		
	メカニカル継手	S型ダクタイル鋳鉄管のソケット型の継手である。バックリング材のゴム輪が弾性挙動を示す。		

## (2) 継手の設計

継手の設計では、モデル化した継手の特性を考慮して本体の縦方向の計算を行い、使用する継手の変形能力以内であることを照査する。

## 5. 門柱の設計

門柱は、函体頂版を固定端として、横方向は門形フレーム、縦方向は片持梁として設計する。

出典：  
柔構造樋門設計の手  
引き 7.8  
(H11.12)P182

### 5-1 門柱の構造

門柱の構造は、コンクリート構造、鋼構造を標準とする。  
門柱の天端高は、計画堤防高に管理橋桁高を加えてゲート操作台の厚さを差し引いた値、または引き上げ完了時のゲート下端高にゲートの高さ、門柱部の沈下量および管理に必要な高さを加えた値の大なる方で決定する。

門柱の構造および断面は、以下の項目に留意して決定すること。

- ① 門柱の断面は、本川の流水方向に対し、出来るだけ門柱の幅を狭くするように配慮し、戸当たり金物を十分余裕をもって取り付けられる断面とする。
- ② 操作台は、構造的に門柱と一体とする。
- ③ 門柱の高さは、次式を満足するように検討する。なお、余裕高さ  $h_2$  については、ゲート上部の吊り金具等と巻上げ余裕高が含まれる。また、巻上げ余裕高さは 50cm 程度とする。

$$H_m = h_1 + h_2 + h_3 + h_4 \geq h_5 + h_6 + h_4$$

ここに、 $H_m$ ：門柱高さ     $h_1$ ：ゲート高さ     $h_2$ ：余裕高さ  
 $h_3$ ：操作台厚     $h_4$ ：門柱部の沈下量     $h_5$ ：計画堤防高  
 $h_6$ ：管理橋桁高

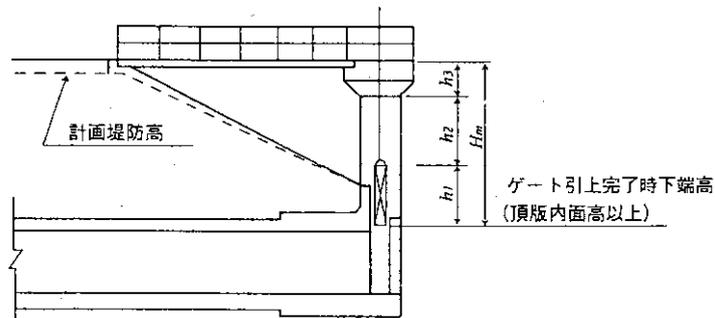


図 4-5-1 ゲートの引き上げ余裕高

- ④ 戸当たりについては、次項を考慮して決定する。
  - a) 底部戸当たり面は、原則として函体底版と同一平面とする。
  - b) 門柱部の戸当りは、ゲートの点検・塗装・修繕のため、容易に取り外し可能な構造とする。  
なお、ゲートの取り外し作業を容易にするため、門柱に吊フックを設置したり、取り外し戸当りをヒンジ構造とする等設計時点で配慮をしておくのが望ましい。
- ⑤ 川表・川裏側の胸壁部には、樋門を閉塞するために、10cm 程度の溝を設置する必要がある。

出典：〔⑤〕  
改訂解説・河川管理施  
設等構造令 (4)  
(H12.1)P250

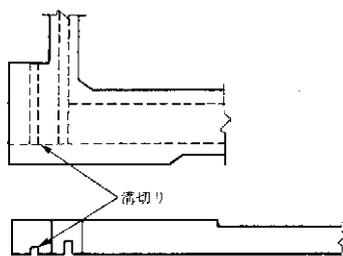


図 4-5-2 川表側の溝切り

出典：[図 4-5-2]  
改訂解説・河川管理施設構造令（4）図 6.11  
（H12.1）P250

## 5-2 門柱の設計

門柱の設計の詳細は、「柔構造樋門設計の手引き I 共通編 7.8 門柱の計算」によることを標準とする。

門柱の標準的な検討ケースと許容応力度の割増係数の関係は、表 4-5-1 のとおりとする。

表 4-5-1 門柱の標準的な検討ケース

荷重状態	許容応力度の割増係数
常時（風荷重非考慮）	1.0
地震時	1.5
風荷重作用時	1.25
温度変化	1.15

その他荷重の組み合わせ時の割増係数は、「道路橋示方書・同解説下部構造編」に準ずるものとする

出典：[表 4-5-1]  
柔構造樋門設計の手引き 7.6.7 表 1-4-15  
（H11.12）P75  
一部加筆

門柱の傾斜は、沈下終息時においてゲート機能に支障がないようにする。一般にローラーゲートの場合は、門柱の傾斜角としては 2 度程度まで許容できると考えられている。

比較的大きな残留沈下量を許容する場合は、予期せぬ不同沈下が生じる可能性が大きくなるので、必要に応じて施工時に逆傾斜を付けて門柱を施工する等、できるだけ供用時に垂直となるように配慮する。

## 5-3 広域地盤沈下に対する対応

広域地盤沈下が予測できる地域に樋門を設置する場合は、次の事項を考慮する。

- ① 門柱の高さは、予想される広域地盤沈下量を考慮して余裕高を設定する。
- ② 門柱間の胸壁、翼壁等の地上に露出する構造の高さは、広域地盤沈下によって将来追加される盛土、および想定堤防断面に対応できるように配慮する。

## 5-4 ゲート、開閉装置の設計

樋門に設置する一般的なゲート、戸当り、開閉装置の設計は、「ダム・堰施設技術基準(案)」および「当設計便覧 機械編」による。

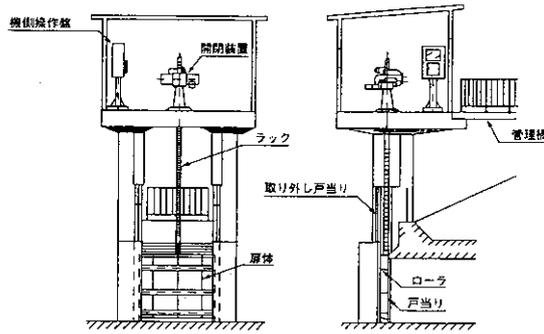


図 4-5-3 標準的な扉体部の構造

## 6. 胸壁の設計

胸壁は、本体と一体構造として設計する。

胸壁の縦壁および底版盤は、原則として本体に固定された片持梁として設計する。

胸壁は、本体と一体構造として堤防内の土粒子の移動および吸出しを防止するとともに、翼壁の破損等による堤防の崩壊を一時的に防止するものであり、樋門の川表、川裏に設置するものとする。

胸壁の断面形状は、逆T型を標準とする。

胸壁の横方向の長さは 1.0m 程度とし、天端は計画堤防断面内の護岸にクラック等の悪影響を与えない高さとする。

胸壁の計算では、主動側の土圧、残留水圧等を考慮し、受動側のそれらは考慮しないものとする。また、底版の設計にあたっては、自重、土重、揚圧力、地盤反力等を考慮して設計する。

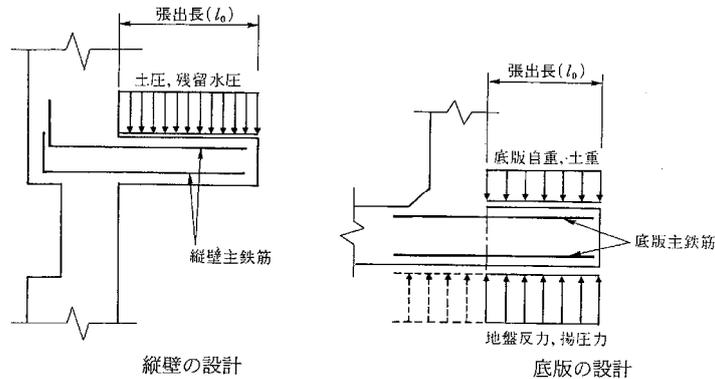


図 4-6-1 胸壁の構造

## 7. 翼壁の設計

翼壁は、原則として本体と分離した自立構造として設計する。

翼壁は、樋門本体と分離し自立構造として設計する。ただし、翼壁長が短いために翼壁を自立構造とすることが不適当な場合、および函体端部の安定を図るために翼壁の一部を樋門本体と一体化することが望ましい場合は、樋門本体と一体化してもよい。

出典:[6.]

柔構造樋門設計の手  
引き 7.7

(H11.12)P181, 182

出典:[6.]

河川砂防技術基準  
(案)同解説 設計編 I  
8.2.2.1(H9.10)P101

出典:[6.]

柔構造樋門設計の手  
引き 6.1.6

(H11.12)P94

一部加筆

出典:[図 4-6-1]

柔構造樋門設計の手  
引き 7.7

図 1-7-34, 1-7-35

(H11.12)P182

出典:[7.]

柔構造樋門設計の手  
引き 7.12

(H11.12)P186

## 7-1 翼壁の構造

翼壁の構造は、鉄筋コンクリート構造を原則とする。  
 樋門本体と翼壁の接合部は、可とう性のある止水板等により接続し、本体と翼壁の接続部に相対変位が生じて水密および構造の安全を確保できるよう設計する。

翼壁の平面形は、本川および支川の河状を考えて決定する。

翼壁の端部は、水路の洗掘等を考え、堤防に平行に取付護岸の範囲または端部壁高 +1m 以上かん入させる。

## 7-2 翼壁の安定

翼壁は、常時および地震時において安定性を照査するものとする。

翼壁の一般的な安定照査条件は、表 4-7-1 に示すとおりである。ただし、U 形タイプの翼壁の場合は、滑動および転倒の照査は行わなくてよい。

翼壁の端部(ウィング部分)の設計においては、原則として単位幅当りで安定を確保するものとする。

揚圧力による浮き上がりに対する安全率は、U 形タイプ、逆 T 形タイプともに  $F_s=4/3$  とする。

表 4-7-1 翼壁の安定照査条件

	滑動 (安全率)	転倒 (荷重の偏心距離 $e$ )	地盤支持 <sup>1)</sup> (最大地盤反力度)
常時	$F_s=1.5$	$ e  \leq \frac{B}{6}$ , $B$ : 底版幅	常時の許容支持力以内
常時(揚圧力考慮)	$F_s=1.2$	$ e  \leq \frac{B}{3}$ , $B$ : 底版幅	
地震時			地震時の許容支持力以内

注：柔支持基礎の地盤支持に対する安定は、基礎地盤の降伏変位量によって照査し、必要に応じて施工時の支持力を照査する(柔構造樋門設計の手引き II 基礎構造編参照)。

## 7-3 翼壁の範囲

翼壁は、堤防または堤脚の保護を目的として、堤防断面以上の範囲まで設けることを原則とする。

### (1) 川裏側

「堤内地の堤脚付近に設置する工作物の位置等について」を準用して、堤内地盤から下方には、1:2.0 の仮想勾配を切らない範囲とする。

### (2) 川表側

地震と洪水とは同時に発生しないものとし、高水敷の洗掘に対する堤脚保護の範囲として、高水敷から下方に 1:2.0 の仮想勾配を切らない範囲とする。

これは、洗掘時の斜面勾配は、高水敷の土質状況によって変化するが、「護岸の力学設計法」では、洗掘時の斜面勾配は、河床材料の水中安息角程度とし、一般に 30 度 (1:1.73) が使用されていることによる。

出典:[7-1]  
 柔構造樋門設計の手  
 引き 6.2

(H11.12)P98

一部加筆

出典:[7-1]  
 柔構造樋門設計の手  
 引き 6.2 2)

(H11.12)P100

出典:[7-2]  
 柔構造樋門設計の手  
 引き 7.12

(H11.12)P186,187

出典:[表 4-7-1]  
 柔構造樋門設計の手  
 引き 7.12 表 1-7-13

(H11.12)P187

出典:[7-3]  
 柔構造樋門設計の手  
 引き 6.2 2)

(H11.12)P99

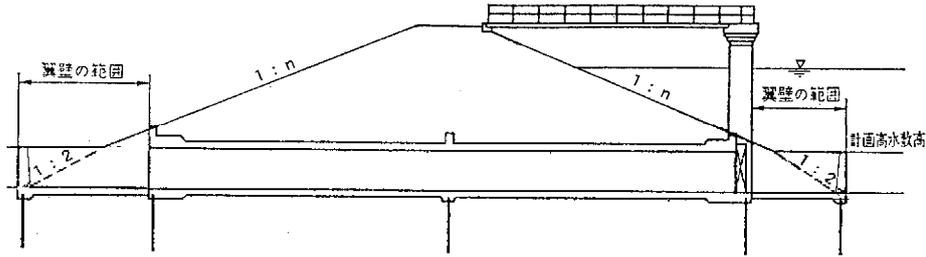


図 4-7-1 翼壁の範囲

8. 水叩き

翼壁部に設ける水叩きの長さは、翼壁と同一とする。水叩きと翼壁底版との接続部には、不同沈下に対応できる止水板あるいは可とう性継手を設けて水密性を確保するものとする。

9. 遮水工の設計

遮水工は、ルーフィング等の浸透流による影響に対して安全となるように設計する。

構造物周辺の水みちは、河川の水位変動(中小洪水、潮位変動等)や降雨による堤体内の間隙水圧の上昇等による土粒子の吸出しの繰り返し作用によって、進展・拡大していき、連続した空洞として形成されるものである。

遮水工の目的は、このような浸透流による悪影響に対する安全を確保するため、浸透流が構造物と地盤の接触面に沿って流れやすいことから図 4-9-1 に示すように鉛直方向の浸透流と水平方向の浸透流を想定し、それぞれ必要な浸透経路長が確保できる遮水工を設けるものとする。

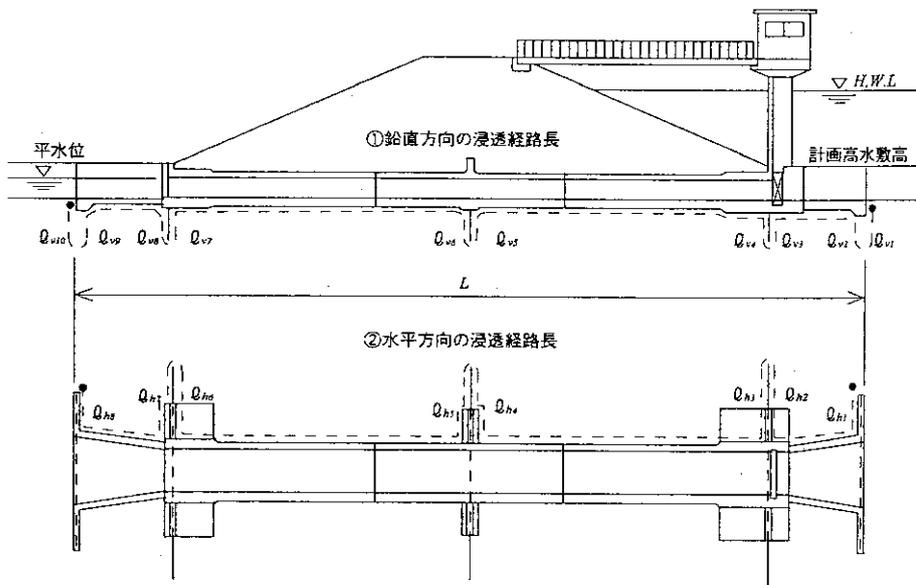


図 4-9-1 鉛直方向と水平方向の浸透経路

出典:[9.]  
柔構造樋門設計の手  
引き 7.13  
(H11.12)P188

出典:[図 4-9-1]  
柔構造樋門設計の手  
引き 7.13 図 1-7-14  
(H11.12)P190

### 9-1 水平方向の遮水工

水平方向の遮水工を検討する場合は、浸透流が水平方向に卓越する性質があることを考慮する。

- ① 水平方向の遮水工は、原則として川表から優先して2箇所以上設ける。
- ② 水平方向の遮水工の設置幅は標準開削幅を原則とする(図4-9-2(a)参照)。浸透路長より求めた長さを満足しない場合は、設置箇所を増やして対応するのがよい。
- ③ 無堤部(新設)の場合は、原則として床掘線と矢板の接する点、もしくは鉛直方向の遮水工の長さのいずれか長い方の長さ以上とする(図4-9-2(b)参照)。
- ④ 水平方向の遮水鋼矢板の設置幅が2mを超える場合は、原則として可とう性矢板を設ける。

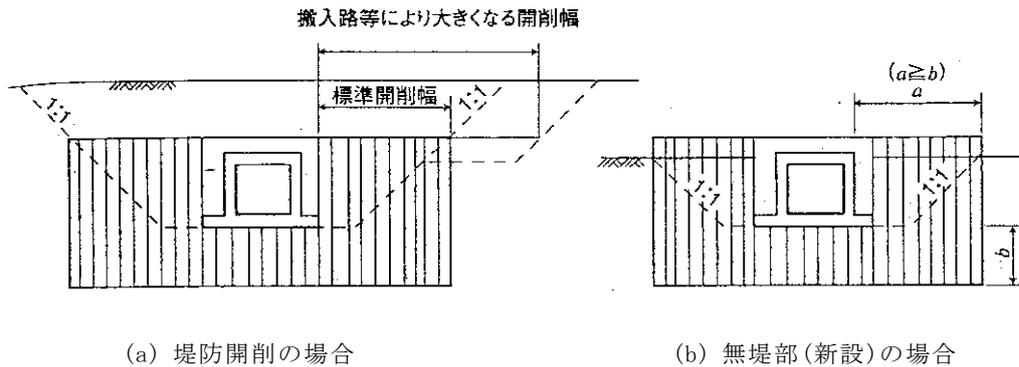


図4-9-2 水平方向の遮水工の設置範囲

### 9-2 遮水工の本体への影響

遮水鋼矢板による樋門本体への悪影響は、鋼矢板の支持効果の影響によるものと、鋼矢板に作用する周面摩擦力の影響によるものに大別される。いずれも、樋門の周辺地盤の沈下に伴う樋門と周辺地盤との相対沈下を原因として発生する。したがって、遮水工に鋼矢板を用いる場合で空洞が生じる恐れがあると予想される場合には、十分検討して適切に対応するものとする。

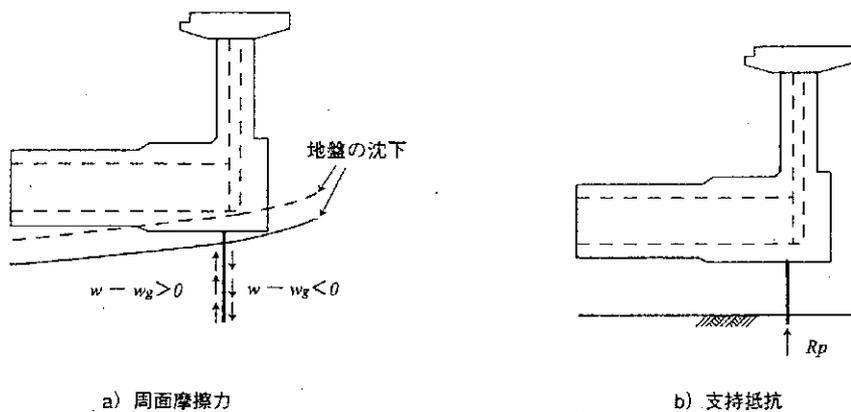


図4-9-3 遮水工による本体への影響

出典:[9-1]  
柔構造樋門設計の手  
引き 7.13  
(H11.12)P188

## 10. 取付水路

取付水路は、流水の疎通に支障がなく、本川洪水時に堤防に悪影響のない構造とする。

- ① 河岸防御ラインが設定されている区間に取付水路を設計する場合は、河岸防御ラインの内外で構造形式を変えるかどうかの比較検討を行う。
- ② 取付水路は、本川ならびに支川の流水等の影響に対し安全な構造とする。
- ③ 取付水路の法面勾配は、できる限り 2 割 以上の緩やかな勾配とするものとする。
- ④ 樋門の堤内水路を堤防に沿って設ける場合は、堤脚から取付水路の深さの 2 倍 以上(2Hルール)の距離を離すのが原則である。
- ⑤ 川表の取付水路は、高水敷の上下流の一体的利用が損なわれないように、取付水路の横断や親水性等に配慮する。
- ⑥ 必要に応じ、階段を設置しメンテナンス(草刈り・土砂搬出等)が容易になるよう配慮する。

出典:[10.]  
柔構造樋門設計の手  
引き 6.4  
(H11.12)P103

## 11. 護床工

川表、川裏の水叩きと取付水路の間には、原則として河床の変動に対応して追従できる屈とう性のある護床工を設ける。

## 12. 護岸工

護岸は、流水等の作用により堤防または河岸を保護しうる構造とし、河川環境を考慮して設計するものとする。

本堤川表には、樋門本体構造端部より上下流に 10m 以上で計画高水位以上の範囲に、堤防を保護する護岸を設けるものとする。

出典:[12.]  
河川砂防技術基準  
(案)同解説 設計編 I  
8.2.7(H9.10)P104

護岸の範囲は、次の事項を考慮して決定する。

- ① 洗掘防止および法面保護のため、河状に応じて計画高水位以上の高さまでの堤防護岸(高水護岸)を設けるものとし、その範囲は樋門本体端部より上下流それぞれ 10m 以上、または堤防開削幅 +5.0m 以上のいずれか大きい区間とする。なお、既設護岸と近接する場合には、原則としてその間は空けずに接続する。

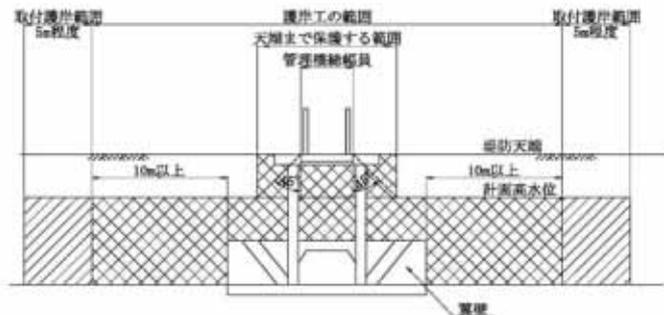


図 4-12-1 樋門取付護岸の範囲

- ② 工事施工上、堤防開削した場合の復旧後の護岸は、計画高水位以上の高さまで施工することは当然であるが、その範囲は、前述①にかかわらず 図 4-12-2 によるのが原則である。

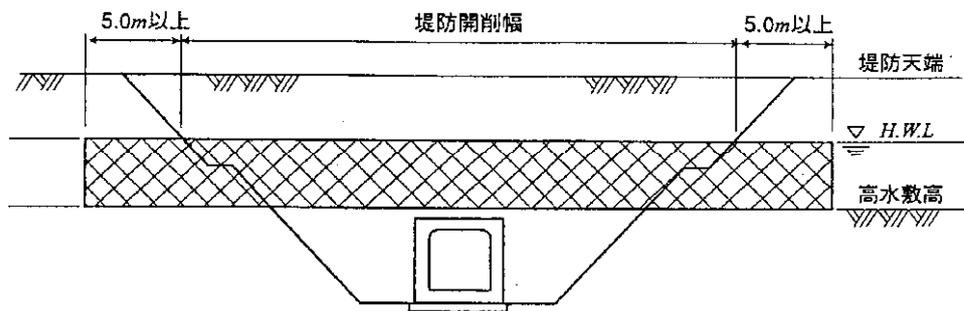


図 4-12-2 堤防開削部の護岸

### 13. 高水敷保護工

高水敷保護工の長さは、原則として高水護岸と同じ範囲に設置する。

## 第5節 耐震設計（標準）

### 1. 地震対策の基本

樋門の耐震設計は「河川構造物の耐震性能照査指針・解説」に準ずるものとする。

#### 1-1 耐震性能

レベル1地震動に対しては、すべての樋門について耐震性能1を確保するものとする。

レベル2地震動に対しては、治水上重要な樋門については耐震性能2を、また、それ以外の樋門については耐震性能3を確保するものとする。

樋門の耐震性能は、次のとおりとする。

- ① 耐震性能1：地震によって樋門としての健全度を損なわない性能。
- ② 耐震性能2：地震後においても、樋門としての機能を保持する性能。
- ③ 耐震性能3：地震による損傷が限定的なものにとどまり、樋門としての機能の回復が速やかに行い得る性能。

レベル1地震動は、河川構造物の供用期間中に発生する確率が高い地震動であり、震度法による従来の耐震設計で考慮されていた地震動のレベルを踏襲するように定めたものである。レベル1地震動に対しては、従来の耐震設計と同様に、地震後においても機能回復のための修復をすることなく、地震前と同じ機能を保持することができるように、地震によって樋門としての健全性を損なわない性能を確保することとした。

レベル2地震動に対しては、治水上又は利水上重要な樋門については、地震後においてもゲートの開閉性、函渠の水密性等の確保が求められることから、地震によりある程度の損傷が生じた場合においても、樋門としての機能を保持できることを必要な耐震性能として規定した。一方、前記以外の樋門については、地震後に樋門としての機能が応急復旧等により速やかに回復できることを必要な耐震性能として規定した。

#### 1-2 耐震設計の基本方針

樋門の耐震性能は、耐震性能の照査に用いる地震動並びに樋門の限界状態に  
応じて、適切な方法に基づいて行うものとする。ただし、一般には、静的照  
査法により耐震性能の照査を行えばよい。

樋門の門柱は、一般に、橋脚に類似した比較的単純な構造物であり、地震時には1次振動モードが卓越し、また、主たる塑性化の生じる部位が明確である。樋門の函渠の地震時挙動は、主として、堤体及び基礎地盤の地震時変形に支配されるが、堤体及び基礎地盤の地震時変形は、静的解析法により算定することが可能である。したがって、樋門については、一般に、静的照査法により耐震性能の照査を行うことが可能である。ただし、門柱の構造によって、必ずしも1次振動モードが卓越しない場合や主たる塑性化の生じる部位が明確ではない場合等には、動的照査法を用いて耐震性能の照査を行う必要がある。

出典：[1-1]

河川構造物の耐震性能照査指針・解説 IV

2.1 (H24.2)P3

一部加筆

出典：[1-2]

河川構造物の耐震性能照査指針・解説 IV

3.2 (H24.2)P5

一部加筆

### 1-3 樋門の耐震性の向上

樋門の耐震性を向上させるためには、次の事項に配慮する必要がある。

- ① 樋門の耐震性を向上させるには、周辺堤防を含む樋門の全体系の耐震性を向上させることが重要である。とりわけ、周辺堤防の挙動が樋門の耐震性を左右するため、周辺堤防の耐震性の確保を優先して実施する。
- ② 砂質地盤の液状化や軟弱粘性土層のすべり等による地盤の変状が生じる可能性がある沖積地盤上では、地震時に樋門の被害が発生する可能性が高い。一般に樋門の構造を強化することによってこれらの変状に対抗することは難しいので、特に、砂質地盤においては液状化を抑制することを設計目標とする必要がある。
- ③ 地震の影響によって、樋門の周辺堤防は法尻側に変位しようとする。このような地盤の側方変位あるいは側方流動に対しては、樋門の函体の函軸構造形式を函軸緊張構造とすることで対応するのが有効と考えられる。

## 2. 耐震性能の照査方法

レベル1地震動に対する静的照査法による樋門の耐震性能の照査は、原則として、震度法に基づいて行うものとする。また、レベル2地震動に対する静的照査法による耐震性能の照査は、原則として、地震時保有水平耐力法に基づいて行うものとする。

レベル1地震動に対する静的照査法による樋門耐震性能の照査にあたっては、まず、荷重を算定し、液状化の可能性がある場合には、その影響を考慮するものとする。次に、門柱、基礎、ゲート及び函渠について、それぞれ、耐震性能1の照査を行うものとする。

レベル2地震動に対する静的照査法による樋門耐震性能の照査にあたっては、まず、荷重を算定し、液状化の可能性がある場合には、その影響を考慮するものとする。次に、門柱、基礎、ゲート及び函渠について、それぞれ、耐震性能2又は耐震性能3の照査を行うものとする。

出典:[1-3]

柔構造樋門設計の手

引き III 2.2

(H11.12)P289

出典:[2.]

河川構造物の耐震性

能照査指針・解説 IV

4.1 (H24.2)P8

一部加筆

表 5-2-1 樋門の部分毎の照査内容

治水・利水の区分	建設省河川砂防技術基準(案)設計編(H9)	対応	構造物の部分(□は建設省河川砂防技術基準(案)設計編(H9)での照査対象部分)	地震の影響	L1照査	L1照査内容	L2照査	L2照査内容	備考							
治水上または利水上重要な樋門	樋門の函渠・門柱・翼壁については地震時慣性力、地震時土圧等を考慮樋門の函渠は地震時の基礎地盤の液状化についても必要に応じ検討	L1・L2対応が必要	函渠	慣性力 地震時 土圧	耐震性能1	門柱等に起因して函渠端部に作用する曲げモーメントを考慮し、函渠に生じる応力度許容応力度以下であることを照査	耐震性能2	函渠縦断方向の変形を静的に算定し、原則として、函体に生じる曲げモーメント及びせん断力が、それぞれ、終局曲げモーメント及びせん断耐力以下であるとともに、継手を有する場合には継手の変位が許容変位以下であることを照査	L2については樋門に求められる性能に対し、左記構造物の部分が増損した場合でも確実な代替措置がある場合は、耐震性能3の照査を省略							
			門柱			門柱・堰柱に生じる応力度が許容応力度以下であることを照査		門柱・堰柱の地震時保有水平耐力が門柱・堰柱に作用する慣性力を下回らないとともに、門柱・堰柱の残留変位がゲートの開閉性から決定される許容残留変位以下であることを照査								
			基礎			基礎に生じる応力度が許容応力度以下であり、かつ、支持、転倒及び滑動に対して安定であるとともに、基礎の変位が許容変位以下であることを照査		原則として、地震時に降伏に達しないことを照査。ただし、液状化が生じる場合には基礎に塑性化が生じることを考慮してもよい								
			ゲート操作台			各種関連基準に準拠		各種関連基準に準拠								
			ゲート			耐震性能1 部材に生じる応力度が許容応力度以下であることを照査		耐震性能2 ゲートの残留変位がゲートの開閉性から決定される許容残留変位以下であることを照査。ただし、原則として、ゲートの部材に生じる応力度が許容応力度以下であることを照査してもよい								
			ゲート操作室			各種関連基準に準拠		各種関連基準に準拠								
			管理橋			道路橋示方書等に準拠		道路橋示方書等に準拠								
			胸壁及び翼壁、中間床板、水叩き、しゃ水工、護床工、護岸、高水敷保護工、付属設備等			対象外		対象外		構造物の主要な部分ではないため照査対象外としてもよい						
			それ以外の樋門			樋門の函渠・門柱・翼壁については地震時慣性力、地震時土圧等を考慮樋門の函渠は地震時の基礎地盤の液状化についても必要に応じ検討		L1・L2対応が必要		函渠	慣性力 地震時 動水圧 液状化	耐震性能1	門柱等に起因して函渠端部に作用する曲げモーメントを考慮し、函渠に生じる応力度許容応力度以下であることを照査	耐震性能3	函渠縦断方向の変形を静的に算定し、原則として、函体に生じる曲げモーメント及びせん断力が、それぞれ、終局曲げモーメント及びせん断耐力以下であることを照査	L2については樋門に求められる性能に対し、左記構造物の部分が増損した場合でも確実な代替措置がある場合は、耐震性能3の照査を省略
										門柱			門柱・堰柱に生じる応力度が許容応力度以下であることを照査		門柱・堰柱の地震時保有水平耐力が門柱・堰柱に作用する慣性力を下回らないとともに、門柱・堰柱の残留変位が許容残留変位以下であることを照査	
基礎	基礎に生じる応力度が許容応力度以下であり、かつ、支持、転倒及び滑動に対して安定であるとともに、基礎の変位が許容変位以下であることを照査	原則として、地震時に降伏に達しないことを照査。ただし、液状化が生じる場合には基礎に塑性化が生じることを考慮してもよい														
ゲート操作台	各種関連基準に準拠	各種関連基準に準拠														
ゲート	耐震性能1 部材に生じる応力度が許容応力度以下であることを照査	耐震性能3 ゲートの残留変位が許容残留変位以下であることを照査。ただし、原則として、ゲートの部材に生じる応力度が許容応力度以下であることを照査してもよい														
ゲート操作室	各種関連基準に準拠	各種関連基準に準拠														
管理橋	道路橋示方書等に準拠	道路橋示方書等に準拠														
胸壁及び翼壁、中間床板、水叩き、しゃ水工、護床工、護岸、高水敷保護工、付属設備等	対象外	対象外		構造物の主要な部分ではないため照査対象外としてもよい												

出典：[表 5-2-1]  
河川構造物の耐震性能照査指針(案) 一問一答 H19.11 版  
河川局治水課 一部加筆

## 第6節 特殊構造の樋門の設計（参考）

特殊構造の樋門は、次のような場合に採用を検討することができる。

- ① 特殊な現場条件に対応するために、調査・設計・施工法について特別な検討を行う。
- ② 樋門の経済性や施工性向上を目的として、新技術・新材料の特性を活用する。
- ③ 柔構造樋門の課題を軽減あるいは解決する構造検討を行う。

特殊構造を理由として、樋門に求められる機能、特に堤防機能の安全性を損なうことを許容するものではない。

特殊な現場条件に対応する樋門を設計する場合は、樋門および周辺堤防の長期的な安全性確保を優先して考慮する必要がある。

### 1. 非開削工法による樋門

堤防天端あるいは裏小段が交通量の多い道路で、堤防を開削することにより道路の切回しや規模の大きい二重締切を伴う場合は、推進工法等の非開削工法による樋門の構築が有利となる。

推進工法等によって樋門を構築する場合は、堤防および樋門の安定性、機能を備えるように設計するものとし、次の事項について十分な検討を行わなければならない。

- ① 管周囲が緩められるための浸透流によるルーフィングの対策
- ② 軟弱地盤の場合は、門柱部の不同沈下の可能性とその対策
- ③ 腹付け・嵩上げ盛土や将来の増加盛土による地盤の沈下の影響
- ④ 遮水工の位置、構造、設置方法
- ⑤ 遮水矢板との接続方法
- ⑥ 締切の考え方

### 2. 門柱を必要としないゲート構造

樋門のゲート設備の形式および規模は、本体の形式・規模および他の設備との配置を考慮して、設計上与えられた機能を満足するように決定すること。

- ・ゲート設備は、設置場所、使用目的や使用条件だけでなく、樋門の立地条件も含めて、適切な形式および規模を選定する。
- ・樋門に必要とされる機能に対して、使用可能なゲート設備（門柱構造に対応したゲートを含む）のうち、一般的によく利用される形式を表 6-2-1 に示す。

表 6-2-1 使用例が多い樋門のゲート

設置目的		設備の形式	設備の用途	ゲートの形式
排水 樋門	排水 逆流防止	制水		ローラ、スライド、スイング、 マイタ、上端ヒンジフラップ
	用水	取水	制水、取水	ローラ、スライド
修理用ゲート		修理用	補修時の制水	角落し

出典：[2.]

水門・樋門ゲート設計  
要領（案） 1-6  
(H13.12)P10, 11  
一部加筆

前頁表に示すゲート形式の内、門柱を必要としないゲート構造の採用について、以下に基本的な考え方を示す。

- ・フラップおよびマイタゲート（スイングゲートを含む）は、わずかなゴミ等の障害物をはさまること等によって不完全閉塞ないし開閉不能を起こしやすい。しかし、フラップおよびマイタゲートは必ずしも人為的な操作を要しないという特徴を持っている。  
したがって、感潮区間に設ける排水樋門においては、操作頻度の関係でサービスゲートとして、フラップゲートおよびマイタゲートを用いることが多い。また、中小河川で出水頻度が多く、かつ、出水時間の早い場合にもフラップゲートおよびマイタゲートを採用するメリットもある。フラップおよびマイタゲートは、不完全閉塞を起こしやすいが設置場所等によっては確実に開閉し得るものである。構造令によれば、設置場所などについては十分吟味して、不完全閉塞を起こすおそれがないと認められるときは、フラップゲートおよびマイタゲートを主ゲートとして採用できるものである。しかしながら、治水上重要な河川においては、最も確実な引上げ式ゲートの採用を原則とすべきであって、フラップまたはマイタゲートの採用には次に示す条件を満足する場合に限定すべきである。

- ① 不完全閉塞を起こす可能性が非常に少なく、仮に不完全閉塞が起こったとしても、治水上著しい支障を及ぼすおそれがないと認められ、かつ引上げ式のローラーゲートとした場合に、出水時の開閉操作にタイミングを逸するおそれがあること、その他人為的操作が著しく困難又は不適當と認められること。
- ② 樋門の構造が、川裏の予備ゲート又は角落とし等によって容易、かつ、確実に外水を遮断できる構造であること。

門柱を必要としないゲートを検討する場合の趣旨として、以下の点があげられる。

- ① 門柱・管理橋レス化：門柱・管理橋の廃止によるコスト縮減  
大断面、緩傾斜堤防等で管理橋が長くなる場合、門柱・管理橋を止めて設備建設費および維持管理費を縮減する。
- ② 基礎処理の軽減：上部工荷重の低減による基礎工の経済性の向上  
門柱、鋼構造部戸当り、管理橋等を止め上部工荷重を低減することにより基礎工費用を軽減する。
- ③ 地盤変位に対する適応性向上：地盤沈下によるゲート部傾斜の影響の軽減  
特に軟弱地盤の場合、ゲート部の軽量化および引上げ形式以外のゲート形式採用により地盤沈下に対する適応性を向上させる。
- ④ 工期の短縮：門柱部、戸当りの省略、工場製品の多用による現場施工の省力化  
プレハブ製品とすることにより、現場工程を省力化し全体工期を短縮する。
- ⑤ 景観との調和：目立たない施設とすることによる景観との調和  
河川環境の改善他、要求される景観に配慮したゲート形式を採用する。
- ⑥ 操作の簡易化：洪水時のゲート操作の簡易化  
無動力形式のゲート採用による操作の省力化、および動力形式であっても門柱・管理橋レスとすることにより豪雨、大風時における機側操作の負担を軽減する。

出典：[2.]

水門・樋門ゲート設計  
要領（案） 1-6

(H13.12)P10, 11

一部加筆

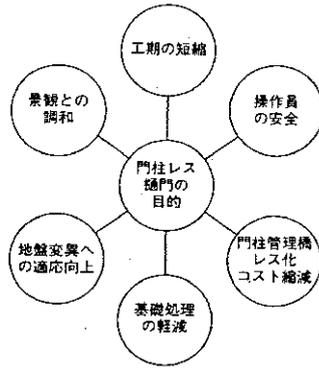


図 6-2-1 門柱なしゲートの設置目的

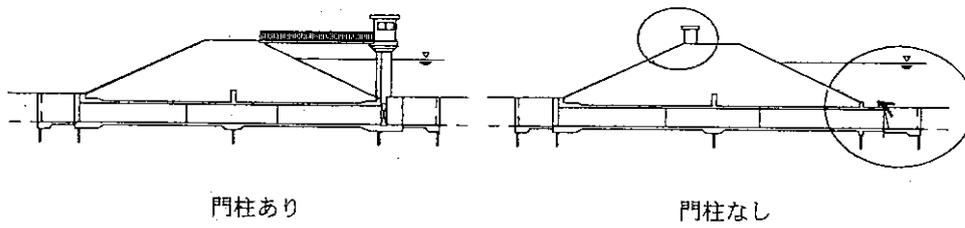


図 6-2-2 門柱ありゲートと門柱なしゲートのイメージ

## 第7節 施工の合理化を図るための設計の考え方（参考）

### 1. 基本方針

本項は、施工の合理化に対する効果が大きいと考えられる項目に関して、構造物形状の単純化、使用材料の標準化・規格化、構造物のプレキャスト化等の視点を設計等にもりこむこととしたものである。

### 2. 対象範囲

樋門の構造のうち、場所打ち鉄筋コンクリート構造による函渠（プレキャスト製品を含む）、胸壁、遮水壁、門柱、ゲート操作台（以下、操作台という）、翼壁を対象とし、コンクリート以外の材質の函渠、継手、ゲート等については対象としない。

また、対象とする樋門の規模は、土かぶり 10m 程度以下、内空断面の大きさ 3.0m 程度以下の鉄筋コンクリート構造の樋門とする。

なお、規模の大きい樋門においても、本項の考え方を部分的に利用することで「標準化」等の施工合理化を念頭に置いた設計を心掛けるべきである。また、景観に配慮した構造物については適用外ではあるが、設計思想を踏まえ、合理的な設計を行うものとする。

### 3. 計画における配慮

樋門の計画にあたっては、設計・施工の省力化の促進を念頭において、以下の事項に配慮するものとする。

- ① 構造物形状の単純化
- ② 使用材料および主要部材の標準化・規格化
- ③ 構造物のプレキャスト化

詳細は、「土木構造物設計マニュアル（案）〔樋門編〕」、「土木構造物設計マニュアル（案）に係わる設計・施工の手引き〔樋門編〕」によるものとする。

# 第7章 水門

第1節 基本事項	1
1. 定義	1
2. 設計の手順	1
3. 適用基準等	2
4. 水門の構造	2
5. 水門の設置	3
6. 水門断面	4
6-1 水門の総幅員	4
第2節 構造および設計（標準）	4
1. 構造の概要	4
1-1 構造形式	5
1-2 水門の径間長	5
1-3 門柱の設置位置	5
1-4 水門のカーテンウォール またはゲートの天端高	6
1-5 水門のカーテンウォール またはゲートの下端高	6
2. 水門本体	6
2-1 本体の構造	6
2-2 床版	7
2-3 堰柱	8
2-4 門柱	8
2-5 ゲートの操作台および操作室	8
2-6 胸壁	9
3. 基礎	9
4. ゲート設備	9
5. 翼壁	10
6. 水叩き	10
7. 遮水工	11
8. 護床工	11
9. 高水敷保護工	12
10. 取付護岸	12
11. 管理橋	13
12. 付属設備	13
13. 取付水路	13

# 第7章 水門

## 第1節 基本事項

### 1. 定義

水門とは、河川または水路を横断して設けられる制水施設であって、堤防の機能を有するものをいう。

出典：[1.]  
改訂解説・河川管理施設等構造令 第6章  
(H12.1)P233～235  
一部加筆

水門と堰との区別は、堤防の機能を有しているかどうかで定まる。ゲートを全開することにより洪水時または高潮時において堤防の代わりとなり得るものは「水門」である。

洪水時および高潮時において、ゲートを全開または一部開放する計画であり、かつ、ゲートを全開する計画のないものは、堤防の代わりとなり得ないので「堰」である。

また、樋門と水門の区別については、当該施設の横断する河川または水路が合流する河川(本川)の堤防を分断して設けられるものは水門であり、堤体内に暗渠を挿入して設けられるのは樋門である。通常、支川がセミバック堤(半背水堤)の場合は水門を採用し、自己流堤の場合は、樋門を採用する。

### 2. 設計の手順

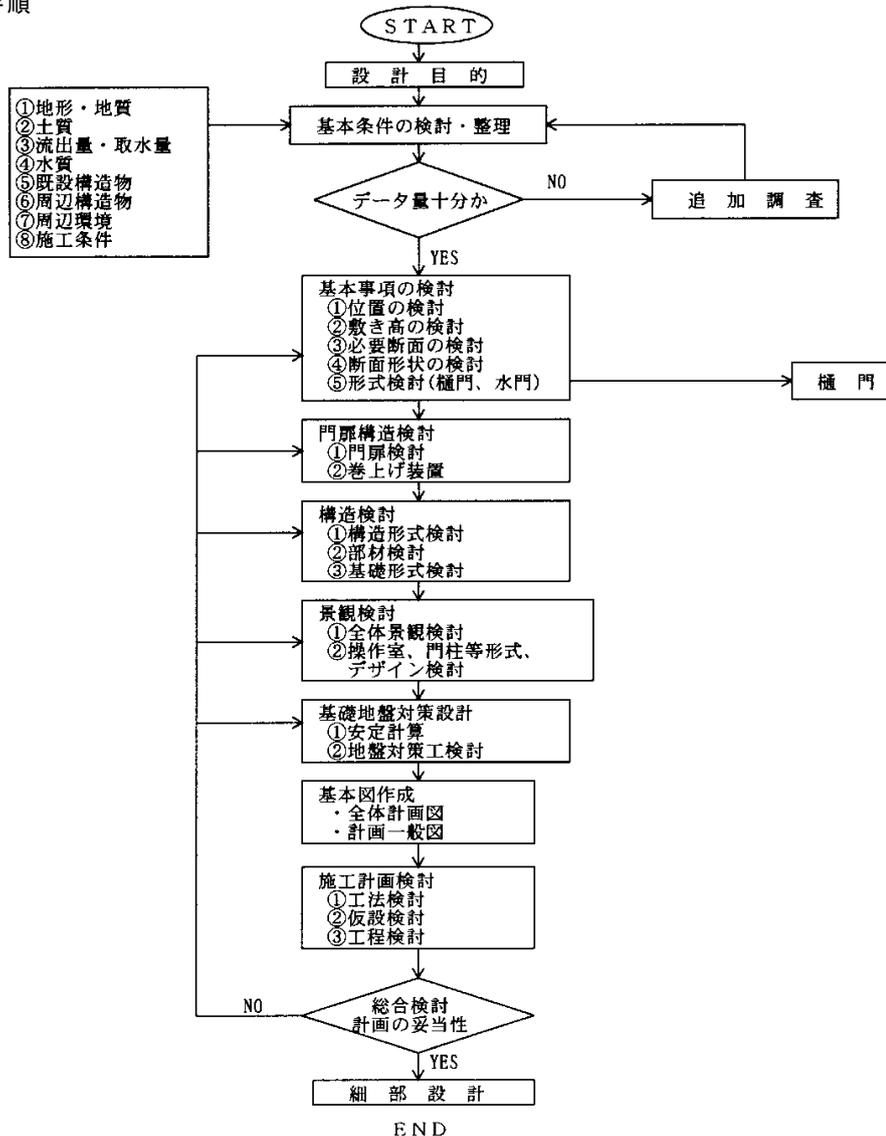


図 1-2-1 水門の設計手順

### 3. 適用基準等

表 1-3-1 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	〃
ダム・堰施設技術基準(案)	平成 23 年 8 月	ダム・堰施設技術協会
設計便覧 (案) 機械編	平成 24 年 4 月	近畿地方整備局
河川構造物の耐震性能照査指針・解説 IV. 水門・樋門及び堰編	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	-	-

### 4. 水門の構造

水門の本体は、原則として床版、堰柱、門柱、ゲート操作台および操作室、胸壁で構成され、設計にあたっては、各部構造部位の機能の確保と全体系としての安定に配慮した構造としなければならない。

さらに、操作性、環境および景観ならびに経済性等を総合的に考慮して設計するものとする。

出典：[4.]

河川砂防技術基準  
(案)同解説 設計編 I

9.1.1(H9.10)P107

一部加筆

水門の本体には、ゲート、戸当たり、開閉装置、管理橋、付属設備等も含まれる。

本体に加えて水門にはその他翼壁、水叩き、遮水工、取付水路、護床・護岸、管理用階段、その他付属設備等によって構成されるのが一般的である。水門の構造の基本構成および各部の名称を 図 1-4-1 に示す。

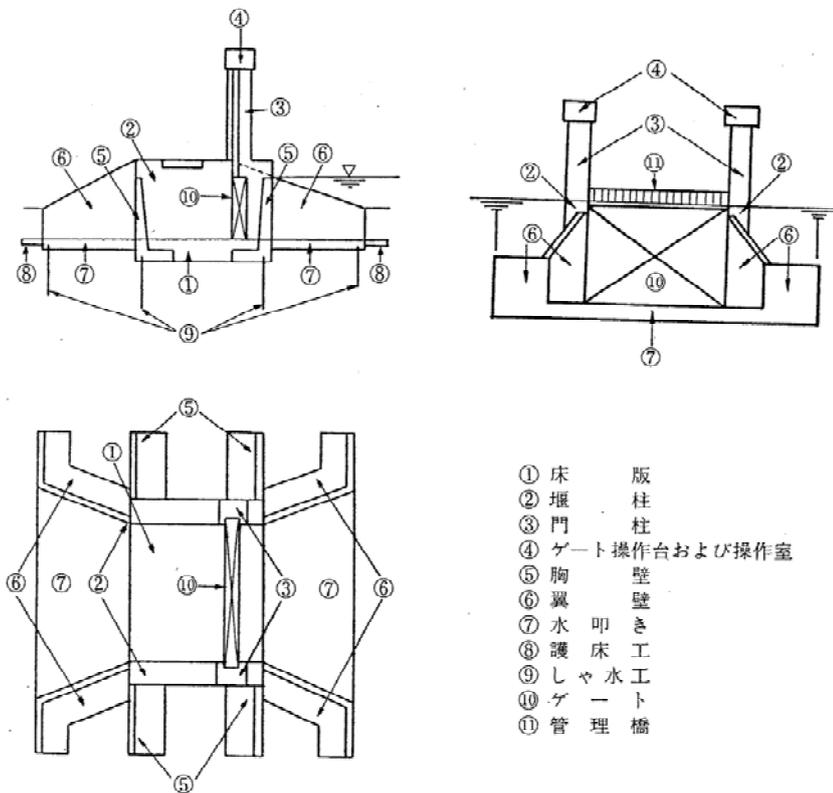


図 1-4-1 水門の各部の名称

## 5. 水門の設置

水門等、堤体内に異質の工作物が含まれると、漏水の原因となりやすく堤防の弱点となるおそれがある。また、操作や維持管理の面からも、水門はできるだけ少ないほうがよい。治水、利水が河川の機能である以上水門の設置を排除できないが、水門の設置は必要やむを得ないものに限るべきである。

水門をやむを得ず設置する場合は、水門の付近が堤防の弱点とならないよう、その構造および施工について十分配慮する必要がある。

出典：[5.]  
改訂解説・河川管理施設等構造令 第6章  
第46条 解説1.  
(H12.1)P236  
一部加筆

### (1) 設置位置

水門の設置位置は、地盤の軟弱な場所および旧河道等を避け河状の安定した場所とし、本川の堤防法線に接続した位置に設置することを原則とする。

設置位置が、支川の流入角度よりやむを得ず巻込堤（クランク式）のように法線と水門線が交わることとなる場合には、本川堤防断面が侵されないよう堤防を拡幅することや、上流への設置等の検討が必要である。

### (2) 方向

水門の設置方向は、原則として、本川の堤防法線に対して直角とする。

巻込堤（クランク方式）や本川堤防から離れ支川に設置する場合は、支川の流心に直角となるよう設置することを原則とし、本川の流水方向に対し、上流向きとならないように設定する。

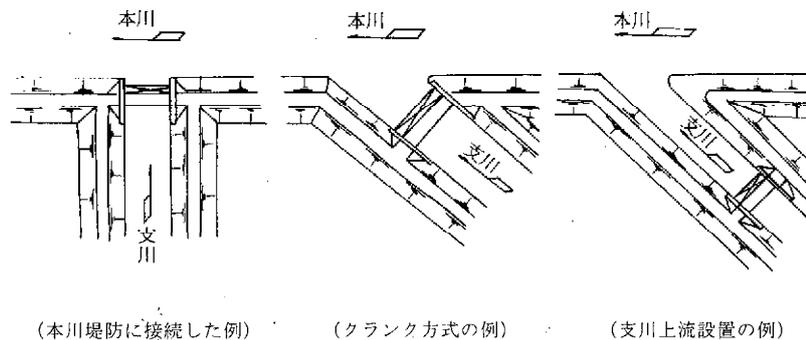


図 1-5-1 水門設置位置および方向

### (3) その他

高規格堤防設置区間等の計画のある区間に水門を設置する場合には、設置条件や荷重条件に留意するものとする。

高規格堤防設置区間における水門については、高規格堤防設置区間および当該区間の背水区間の水門の構造計算は、高規格堤防設計水位での静水圧に置き換えて検討する。また、高規格堤防特別区域内での水門の方向は、滑らかに通水され、土砂等の堆積のおそれがない限り、堤防法線に対して直角でなくてもよい。

## 6. 水門断面

水門の断面形は、舟の通行に供する水門は別として、支川の計画高水流量を勘案して定めるものとする。

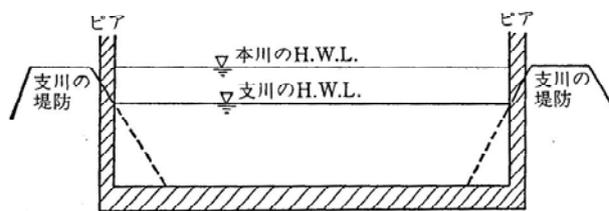
出典：[6.]

改訂解説・河川管理施設等構造令 第6章  
第48条(H12.1)P241  
一部加筆

### 6-1 水門の総幅員

水門の総幅員は、「構造令 第48条解説 1. 水門および樋門の総幅員」に準じて決定する。

マリーナの外郭施設として設置される水門や舟運が見込まれる水門においては、計画高水流量および船の航行に支障を及ぼさない断面(幅員、ゲートの引上げ高、敷高等)を勘案して決定する。



出典：[図 1-6-1]

改訂解説・河川管理施設等構造令 第6章  
第48条 解説 2.  
図 6.8(H12.1)P244

図 1-6-1 水門の断面説明 (下流断面積が 1:1.3 以内の場合)

#### (1) 水門と流下断面との関係

河川を横断して設けられる水門の土砂吐きおよび舟通し等は、堰と同様原則として、現状および計画の流下断面内に設けてはならない。

#### (2) 普通河川の取り扱い

水門に接続する水路(支川)が、普通河川ないし農業用排水路等の場合であっても、「構造令 第48条 第1項」の規定を準用することとなっているため、上記の(1)は適用される。

## 第2節 構造および設計(標準)

### 1. 構造の概要

水門は、計画高水位(高潮区間にあつては計画高潮位)以下の水位の流水の通常的作用に対して安全な構造となるよう設計するものとする。また、水門は、計画高水位以下の洪水の流下を妨げることなく、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ず、ならびに水門に接続する河床、高水敷等の洗掘の防止について適切に配慮された構造となるよう設計するものとする。

水門を設置する場合は、景観を考慮し周辺との調和を図ることとする。

出典：[1.]

河川砂防技術基準  
(案)同解説 設計編 I  
9.1.1(H9.10)P107  
一部加筆

水門は、河口部で高潮の影響を軽減すること、支川の合流点で本川の背水の影響を軽減すること等のため、堤防を分断し、その部分が一連の堤防の機能を確保できるようにするためゲートを設置した工作物である。

なお、水門の設計にあたっては、周辺環境を考慮して門柱および操作室等の景観への配慮、ならびに支川の状態等によっては魚の遡上等に配慮し、魚道の設置、護床工等の水深の確保等が必要である。

### 1-1 構造形式

水門の本体形式は、小規模なものは箱形、大規模なものは逆T形となり、中間のものはU形としている場合が多いが、構造形式の選定にあたっては、基礎地盤の良否、施工性（仮締切との関係）、景観、事業費等も考慮の上、決定する必要がある。

出典：[1-1]  
河川砂防技術基準  
(案)同解説 設計編 I  
9.2.1.1(H9.10)P109  
一部加筆

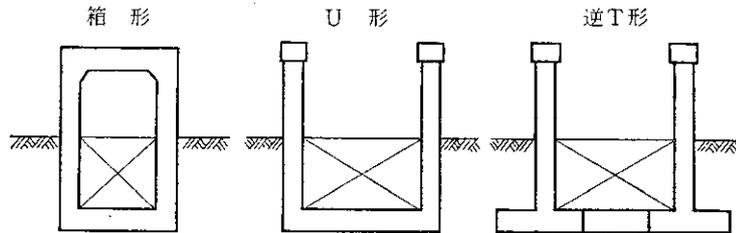


図 2-1-1 水門の本体の形式

### 1-2 水門の径間長

水門の径間長は、「構造令 第 49 条および規則第 23 条」に準じて決定するものとする。

出典：[1-2]  
改訂解説・河川管理施設構造令  
(H12.1)P244

水門に接続する水路が法河川または準用河川以外のものである場合は、「河川を横断して設ける水門」には該当しないので、「構造令 第 49 条第 1 項」の適用はない。したがって、舟溜まり等のために設ける水門については構造令の適用がない。また、流況調整河川の場合等、低水流量のみを分流するための水門については、当該地点においては計画高水流量が定められないので、事実上構造令の適用はないこととなる。

### 1-3 門柱の設置位置

本川の堤防法線に接続して設置する水門の門柱の設置位置は、原則として、H.W.L. が計画堤防のり面に交わる点と堤防法線との間に設けるものとする。

門柱を上記の範囲に設けることができない場合は、門柱が堤防法線より裏側に位置することになるため、天端幅を川裏に拡幅する等の対策が必要となる。

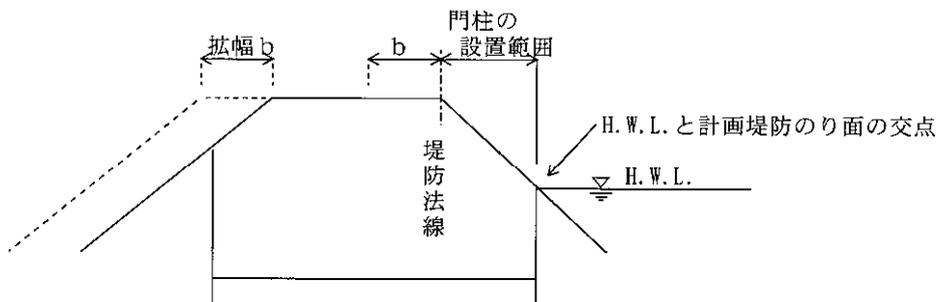


図 2-1-2 門柱の設置位置

#### 1-4 水門のカーテンウォールまたはゲートの天端高

水門の有する「堤防の効用」を確保するため、水門のカーテンウォールの上端の高さまたはカーテンウォールを有しない水門のゲートの閉鎖時における上端の高さは、水門に接続する堤防の高さを下回らないものとする。

水門に接続する堤防で、計画横断形が定められている場合において、計画堤防の高さが現状の堤防の高さより低く、かつ、治水上の支障がないと認められるとき、または計画堤防の高さが現状の堤防の高さより高いときは、計画堤防としてもよい。

#### 1-5 水門のカーテンウォールまたはゲートの下端高

河川を横断して設ける水門(流水を分流させる水門を除く)のカーテンウォールの下端の高さおよび引上げ式ゲートの最大引上げ時における下端の高さは、計画高水流量に応じ、計画高水位に「構造令 第20条第1項」に定める値を加えた値以上とする。

高潮区間においては計画高潮位を下回らず、その他の区間においては当該地点における水門設置地点の直上流部の堤防の表のり肩を結ぶ線の高さを下回らないものとするものとする。

### 2. 水門本体

#### 2-1 本体の構造

水門本体は、鉄筋コンクリート構造またはこれに準ずる構造とする。

床版、堰柱、門柱、胸壁、ゲート操作台の各部は、鉄筋コンクリート構造とすることが多いが、ほかに施工性、経済性等を勘案して、プレストレスコンクリート、鋼等の構造としてもよい。

水門本体の設計は、「本編第5章堰」を参考として設計するものとする。

##### (1) 本体の設計

水門の本体には、転倒、滑動、基礎支持力に対して、所定の安全性が確保されるよう設計するものとする。

##### (2) 荷重

水門の設計に用いる荷重の主なものは、自重、静水圧、揚圧力、地震時慣性力、温度荷重、残留水圧、土圧、風荷重、雪荷重および自動車荷重とするものとする。

荷重の組み合わせおよび安定条件等、設計の細目については、「本編第5章堰」を参照のこと。静水圧等の荷重については、表2-2-1の水位条件により定めるものとする。

出典:[1-4]  
河川砂防技術基準  
(案)同解説 設計編 I  
9.2.1.6.2

(H9.10)P111  
一部加筆

出典:[1-5]  
河川砂防技術基準  
(案)同解説 設計編 I  
9.2.1.6.3

(H9.10)P111  
一部加筆

出典:[2-1]  
河川砂防技術基準  
(案)同解説 設計編 I  
9.2.1.1(H9.10)P109  
一部加筆

出典:[(1)]  
河川砂防技術基準  
(案)同解説 設計編 I  
9.3.2(H9.10)P114  
一部加筆

出典:[(2)]  
河川砂防技術基準  
(案)同解説 設計編 I  
9.3.2(H9.10)P114  
一部加筆

表 2-2-1 水門設計の水位条件

施設の種別・区分		水位条件	
		設 計 水 位	
		外 水 位	内 水 位
水 門	セミバック堤による支川処理方式で設置される水門	外水の H.W.L. (高潮区間においては計画高潮位)	ゲート敷高または内水の L.W.L.
	自己流堤による支川処理方式で設置される水門	外水の H.W.L. (高潮区間においては計画高潮位)	ゲート敷高または内水の L.W.L.
	分流点等に設置される水門	外水の H.W.L. (高潮区間においては計画高潮位)	ゲート敷高

水門の耐震性能については、「河川構造物の耐震性能照査指針・解説」に準じた地震に対する照査を行うものとする。

- ① レベル1地震動は、河川構造物の供用期間中に発生する確率が高い地震動である。レベル1地震動に対しては、地震後においても機能回復のための修復をすることなく、地震前と同じ機能を保持することができるように、地震によって水門としての健全性を損なわない性能（耐震性能1）を確保することとする。
- ② レベル2地震動は、対象地点において現在から将来にわたって考えられる最大級の強さを持つ地震動である。レベル2地震動に対しては、治水上又は利水上重要な水門については、地震後もゲートの開閉性等の確保が求められることから、地震後においても堰としての機能を保持できる性能（耐震性能2）を確保することとする。一方、前記以外の堰については、地震後に水門としての機能が応急復旧等により速やかに回復できる性能（耐震性能3）を確保することとする。

出典：〔2〕  
河川構造物の耐震性能照査指針・解説 IV (H24.2)P3  
一部加筆

### (3) 空洞化対策について

水門においては、地震時に堤体との接触面である程度の空隙が生じることは避けられない。また、水門と堤防とでは重量差があり、地盤に伝わる荷重が異なるため、水門の沈下と堤防の沈下とは一般に差異があるが、このことによっても水門と堤体との接触面には空隙が生じやすい。水門と堤防との接触面に空隙が生じると、それが原因となって、漏水や堤防を構成する土粒子の移動が起りやすく、これらの作用が繰り返され、空隙が拡大・進展し、連続した大きな空洞が形成される。

これらの現象は、水門の基礎が杭基礎である場合や、水門に接続する堤防ならびに基礎地盤の土質条件が悪い場合に特に顕著であるので、十分留意して設計する必要がある。

## 2-2 床版

水門の床版は、上部荷重を支持し、ゲートの水密性を確保し、堰柱間の水叩きの効果を果たすことのできる構造とする。

出典：〔2-2〕  
河川砂防技術基準 (案)同解説 設計編 I 9.2.1.2(H9.10)P110  
一部加筆

本体の形式が逆T形のように床版が分離している場合には、堰柱からの荷重を支持する堰柱床版と、ゲート荷重を主な荷重とする中間床版とがある。中間床版の基礎は、ゲート荷重に対して不同沈下が生じないような構造とし、中間床版は、ゲートとの間の水密性が確保できるようにする必要がある。

## 2-3 堰 柱

水門の堰柱は、上部荷重および水圧を安全に床版に伝える構造として設計するものとする。

中央堰柱の断面形状は、流水に対する抵抗を小さくし、流水に対する安全性を確保するため、上下流端を半円形等とする例が多い(図 2-2-1 参照)。

なお、堰柱の幅および長さは、管理橋の幅員、ゲート戸当り寸法、開閉装置の寸法、力学的安定計算等から決定される。ただし、水門の堰柱の天端高については、ゲートの閉鎖時の天端高、管理橋等の条件を考慮して決定するものとする。一般には、計画堤防高とすることが多いが、河川の状況によっては余盛りを加えた高さとすることもできる。

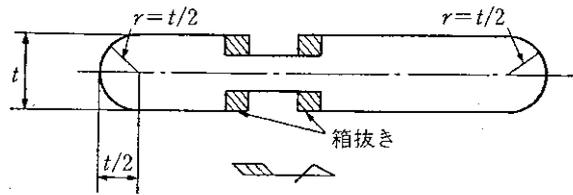


図 2-2-1 堰柱形状

## 2-4 門 柱

水門の門柱は、上部荷重を安全に堰柱に伝える構造として設計するものとする。

門柱の天端高は、ゲート全開時のゲート下端高に、ゲートの高さおよびゲートの管理に必要な高さを加えた値とするものとする。

門柱の断面は、戸当り、ゲートの操作用階段等の設置を考慮して、十分検討のうえ、決定する必要がある。ゲートの管理に必要な高さとしては、引上余裕高のほか滑車等の付属品の高さを含んだものであり、ゲート操作台下面までの高さとし、ゲートの規模、開閉装置の構造、開閉速度等を考慮して決定するが、引上余裕高は 1m 以上とする

## 2-5 ゲートの操作台および操作室

水門の門柱上部には、原則としてゲート操作用開閉機、操作盤等の機器を設置するための操作台を設けるものとする。

また、ゲート操作台には、原則として操作室を設けるものとする。

操作台に操作室を設けるかどうかは、開閉機、操作装置等の維持管理の面から検討されるが、ゲート操作は、あらゆる天候のもとでも確実に操作ができる状態を常に維持させておく必要から、操作室を設けることを原則としている。なお、操作室は、門柱とともに、周辺景観との調和に配慮した設計を行う必要がある。

出典:[2-3]

河川砂防技術基準  
(案)同解説 設計編 I  
9.2.1.3(H9.10)P110  
一部加筆

出典:[2-4]

河川砂防技術基準  
(案)同解説 設計編 I  
9.2.1.4(H9.10)P110  
一部加筆

出典:[2-5]

河川砂防技術基準  
(案)同解説 設計編 I  
9.2.1.5(H9.10)P110  
一部加筆

## 2-6 胸 壁

胸壁は、本体の土粒子の移動および吸出しを防止するとともに、翼壁の破損等による堤防の崩壊を、一時的に防止する構造となるよう設計するものとする。

胸壁は、浸透経路長を長くし、本体と堤防間の土粒子の移動および吸出しを防止するとともに、翼壁の破損等による堤防の崩壊を一時的に防止するためのものである。

胸壁は、本体と一体とした構造とし、かつ、土圧等に対して自立できるよう設計するものとする。

胸壁の天端は、計画堤防断面内を標準とするが河川の状況によっては施工断面内とすることができる。

胸壁長さは、胸壁の高さの半分以上の長さで、必要な長さを確保するものとする。

## 3. 基 礎

水門の基礎は、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。

基礎形式は、直接基礎、杭基礎およびケーソン基礎が考えられる。

基礎形式の選定にあたっては、必要工期、作業場面積の大小、環境面での制限、施工機械の保有量等を考慮するものとする。

また、機場地点の地質条件等によっては、地震時に基礎地盤が液状化する可能性があるため、必要に応じて液状化対策を行うものとする。

地震に対する照査は、「道路橋示方書」に準ずるものとする。

## 4. ゲート設備

水門のゲートは、確実に開閉し、かつ、必要な水密性を有し、鋼構造またはこれに準ずる構造とするものとする。

また、開閉装置は、ゲートの開閉を確実に行うことができる構造とするものとする。

水門のゲートは、原則として、鋼製ゲートとする。これに準ずる構造として、鋼製ゲートに期待される強度および水密性と同等の強度および水密性を有していると認められるステンレス製ゲート、アルミ製ゲート等があげられる。

なお、設計の詳細は「ダム・堰施設技術基準(案)」および「当設計便覧(案) 機械編」に準ずる。

出典:[2-6]

河川砂防技術基準  
(案)同解説 設計編 I  
9.2.2.1(H9.10)P111  
一部加筆

出典:[3.]

河川砂防技術基準  
(案)同解説 設計編 I  
9.2.5(H9.10)P113  
一部加筆

出典:[4.]

河川砂防技術基準  
(案)同解説 設計編 I  
9.2.1.1(H9.10)P109  
一部加筆  
9.2.1.6.1  
(H9.10)P111  
一部加筆

## 5. 翼 壁

翼壁は、原則として本体と分離した構造として設計するものとする。

翼壁の設計には、以下に示す事項を勘案するものとする。

- ① 翼壁は、本体と分離した構造とするが、その継手は、可とう性のある止水板および伸縮材を用いて、構造上変位が生じても水密性が確保できるようにするものとする。
- ② 翼壁の平面形は、本川および支川の河状を考慮して決定するものとする。
- ③ 翼壁の天端高は、計画堤防断面または施工断面にあわせる。天端幅は、本体のバランス、構造、施工性を考慮して決定する。
- ④ 翼壁の端部は、水路の洗掘等を考慮して堤防に平行に、取付水路の護岸の範囲または翼壁端部の壁高に 1m 程度を加えた以上嵌入する。

## 6. 水叩き

水門本体の上下流には、水門本体の安全を保つために必要な長さで構造を有する水叩きを設けるものとする。

### (1) 構 造

水叩きは、一般に鉄筋コンクリート構造とすることが多いが、揚圧力が大きく明らかに不経済となる状況においては、軽減を図る構造(根固め工等を利用)とすることができる。この場合においても、必要な浸透経路長を確保するものとする。

### (2) 長 さ

水叩きの長さは、翼壁が堤防のり部であることを考慮して、内外水位差による浸透水、ゲート操作の影響による洗掘等により翼壁が破損しないよう、翼壁と同一の長さとするものとする。

### (3) 継 手

水叩きを鉄筋コンクリート構造としたときの床版との継手は、水密でかつ不同沈下にも対応できる構造として設計するものとする。

出典:[5.]

河川砂防技術基準  
(案)同解説 設計編 I  
9.2.2.2(H9.10)P112  
一部加筆

出典:[6.]

河川砂防技術基準  
(案)同解説 設計編 I  
9.2.3(H9.10)P112  
一部加筆

## 7. 遮水工

水門には、水門下部の土砂流動と洗掘による土砂の吸出しを防止するために、適切な遮水工を設けるものとする。

遮水工に用いる矢板は、内外水位差による浸透水の動水勾配を減少させ、水門下部の土砂流動と洗掘による土砂の吸出しを防止するために 図 2-7-1 のように設けるものとする。その深さ、水平方向の長さ、設置位置は浸透水および開削幅等を十分検討のうえ決定する。矢板に構造計算上の荷重は分担させない。

なお、遮水矢板は、本体と離脱しないように配慮し、水平方向に設ける遮水矢板は必要に応じ可とう性を有する構造として設計するものとする。

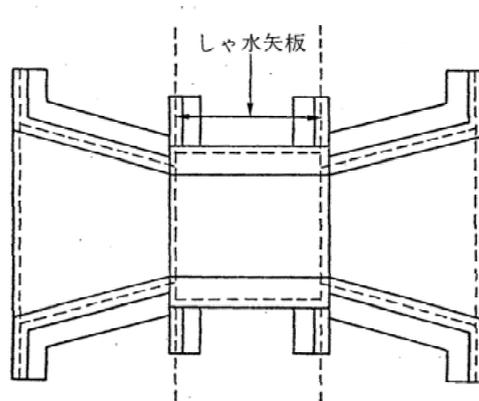


図 2-7-1 水門の遮水矢板の配置

## 8. 護床工

本体およびそれと連続する水叩きの上下流には、原則として、屈とう性を有する構造とし、河川環境を考慮して設計する。

護床工は流速を弱め流水を整える作用をもち、併せて本体および水叩きを保護することを目的としている。護床工は、これに接続する取付水路または本川の適当な範囲に護床工を設け、取付水路または水門周辺の本川の河床、護岸等が本川または水門からの流水の作用によって局所洗掘を受けることのないよう留意するものとする。

その他、護床工設置において取付河川までの間で、必要に応じて水深の確保、段差の緩傾斜化のため、護床工部で平水時の流れが伏流すると魚類の遡上等の妨げとなることがあるので注意が必要である。

出典:[7.]

河川砂防技術基準

(案)同解説 設計編 I

9.2.4(H9.10)P112

一部加筆

出典:[8.]

河川砂防技術基準

(案)同解説 設計編 I

9.2.6(H9.10)P113

一部加筆

## 9. 高水敷保護工

高水敷保護工は、流水等の作用による高水敷の洗掘を防止しうる構造とし、河川環境を考慮して設計するものとする。

高水敷は水門の翼壁部分または取付水路によって上下流に不連続となり、一般にその部分で乱流が起こり、高水敷が洗掘を受けやすいので、必要な範囲に高水敷保護工を設けなければならない。

高水敷保護工の構造は、一般には、かごマット、連節ブロック等により、流水の作用による高水敷の洗掘を防止し、かつ、周辺景観との調和、河川の生態系の保全等の河川環境の保全に配慮した構造とするものとする。

出典：[9.]  
河川砂防技術基準  
(案)同解説 設計編 I  
9.2.8(H9.10)P113  
一部加筆

## 10. 取付護岸

取付護岸の構造は、流水の変化に伴って生じる河岸または堤防の洗掘を防止し、かつ、周辺景観との調和、河川の生態系の保全等の河川環境の保全に配慮した構造とするものとする。

ただし、地質の状況等により河岸または堤防の洗掘のおそれがない場合その他治水上の支障がないと認められる場合は、この限りでない。

出典：[10.]  
改訂解説・河川管理施設等構造令 第35条  
(H12.1)P173  
一部加筆

### (1) 水門が横断する河川に設ける護岸

護岸の設ける範囲は、以下に示すに区間とする。

- ① 水門に接する河岸または堤防の護岸は、上流側は水門の上流端から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。
- ② 河岸または堤防の護岸は、湾曲部、またはその他河川の状況等により特に必要と認められる区間に設けること。
- ③ 河岸(低水路の河岸を除く。以下この号において同じ。)または堤防の護岸の高さは、計画高水位以上とすること。ただし、水門の設置に伴い流水が著しく変化することとなる区間にあつては、河岸または堤防の高さとすること。
- ④ 低水路の河岸の護岸の高さは、低水路の河岸の高さとすること。

出典：[(1)]  
改訂解説・河川管理施設等構造令 規則第16条 (H12.1)P173  
一部加筆

### (2) 水門が横断する河岸または堤防に設ける護岸

樋門の取付護岸に準じた範囲に設けるものとする。

出典：[(2)]  
改訂解説・河川管理施設等構造令 規則第25条 (H12.1)P258  
一部加筆

## 11. 管理橋

水門には、必ず管理橋またはこれに代わる機能を有する施設を設けるものとする。

水門管理の重要性を認識するとき、平時の点検整備、修理等はもちろんのこと、洪水時の不測の事故等に対処するために、更には河川の管理用通路として、水門には管理橋が不可欠である。なお、上記において、これに代わる機能を有する施設とは、例えば大阪の安治川防潮水門等において、舟航に対するクリアランスを確保するため、ゲートをアーチ形とし、管理橋は水門下部工の監査廊を兼ねて地下道に代えた例があるが、このような場合を指してのことである。一般には、水門の場合、管理橋の設置は必須条件である。

管理橋の設計条件等の設定は、「本編第5章堰」を参照すること。

## 12. 付属設備

水門には、維持管理および操作のため、必要に応じて付属設備を設けるものとする。

水門には、ゲート操作台、上屋、水位観測施設、照明設備および川表、川裏の堤防のり面に管理用階段を設ける。また、必要に応じてCCTVによる監視装置、船舶運航用の信号、繫船環、防舷材、防護柵を設ける。

## 13. 取付水路

水門の取付水路については、「改訂解説・工作物設置許可基準 第4章水路」に準じるものとする。

排水のための水門を設置する場合で、これらから取付河川までの間で段差等が生じており、魚類等の移動のため必要があるときは、当該河川およびその接続する水路の状況等を踏まえ、段差等の緩傾斜化、水深の確保等を実施することとする。

出典:[12.]

河川砂防技術基準  
(案)同解説 設計編 I  
9.2.9.2(H9.10)P114  
一部加筆

出典:[13.]

改訂解説・工作物設置  
許可基準(H10.11)P27

# 第8章 排水機場

第1節 基本事項	1
1. 定義	1
2. 適用基準等	1
3. 設計の手順	2
4. 設置位置	2
5. 構造の概要	4
6. ポンプ場設置の留意点	6
第2節 構造(標準)	7
1. 設計の基本	7
2. 機場本体	7
2-1 吸水槽	7
2-2 吐出水槽	8
2-3 吐出樋門	9
2-4 設計荷重	9
2-5 基礎	10
3. 沈砂池	11
3-1 設計	11
4. 機場上屋	11
4-1 ポンプ室	11
4-2 操作室、管理室等	12
4-3 設計	12
5. スクリーン	12
6. 角落し等	12
7. 付属施設	12
第3節 救急排水ポンプ(標準)	13
1. 選定基準	13
2. 救急排水ポンプ施設の構成	13
第4節 ポンプ設備の新技术(参考)	14

## 第8章 排水機場

### 第1節 基本事項

#### 1. 定義

排水機場とは、ポンプによって河川または水路の流水を河岸、または堤防を横断して排水するために、河岸または堤防の付近に設けられる施設であって、ポンプ場とその附属施設(吐出水槽、樋門等)の総称である。

出典:[1.]

改訂解説・河川管理施設等構造令 第7章

(H12.1)P236～265

一部加筆

排水機場には、通常、樋門が設けられるが、まれには樋門の代わりに水門が設けられる場合もある。また水門および樋門を設けなくて、小規模な吐出管によって堤防を横過する場合も少なくない。

構造令ではポンプ場およびその附属施設を排水機場と称しているが、許可工作物である場合は、その適用範囲について注意を要する。すなわち、許可工作物である場合、樋門は当然河川区域内に設けられるとしても、ポンプ場等は河川区域外に設けられる場合が多いが、その場合においてポンプ場等にまで構造令が適用されるのかどうかという点である。構造令の適用範囲は以下のとおりである。

- ① 排水機場の「吐出水槽その他の調圧部」についてはすべての場合、また、排水機場の「ポンプ室」については、河川区域内のものまたは河川区域内にまたがる場合のみ構造令を適用することとしている。
- ② 排水機場に付属して水門または樋門が設けられる（ポンプ排水のみに供する水門または樋門）場合、当該水門または樋門については、「構造令 第57条第2項」の規定によって「構造令 第49条(河川を横断して設ける水門の径間長等)第2項」の適用がないことのほかは、「構造令 第46条～第53条」の水門および樋門に関する諸規定の適用がある。

#### 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	〃
揚排水ポンプ設備技術基準(案)同解説	平成 13 年 2 月	河川ポンプ施設技術協会
ダム・堰施設技術基準(案)	平成 23 年 7 月	ダム・堰施設技術協会
設計便覧(案) 機械編、電気通信編	平成 24 年 4 月	近畿地方整備局
河川構造物の耐震性能照査指針・解説 IV. 水門・樋門及び堰編	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. 設計の手順

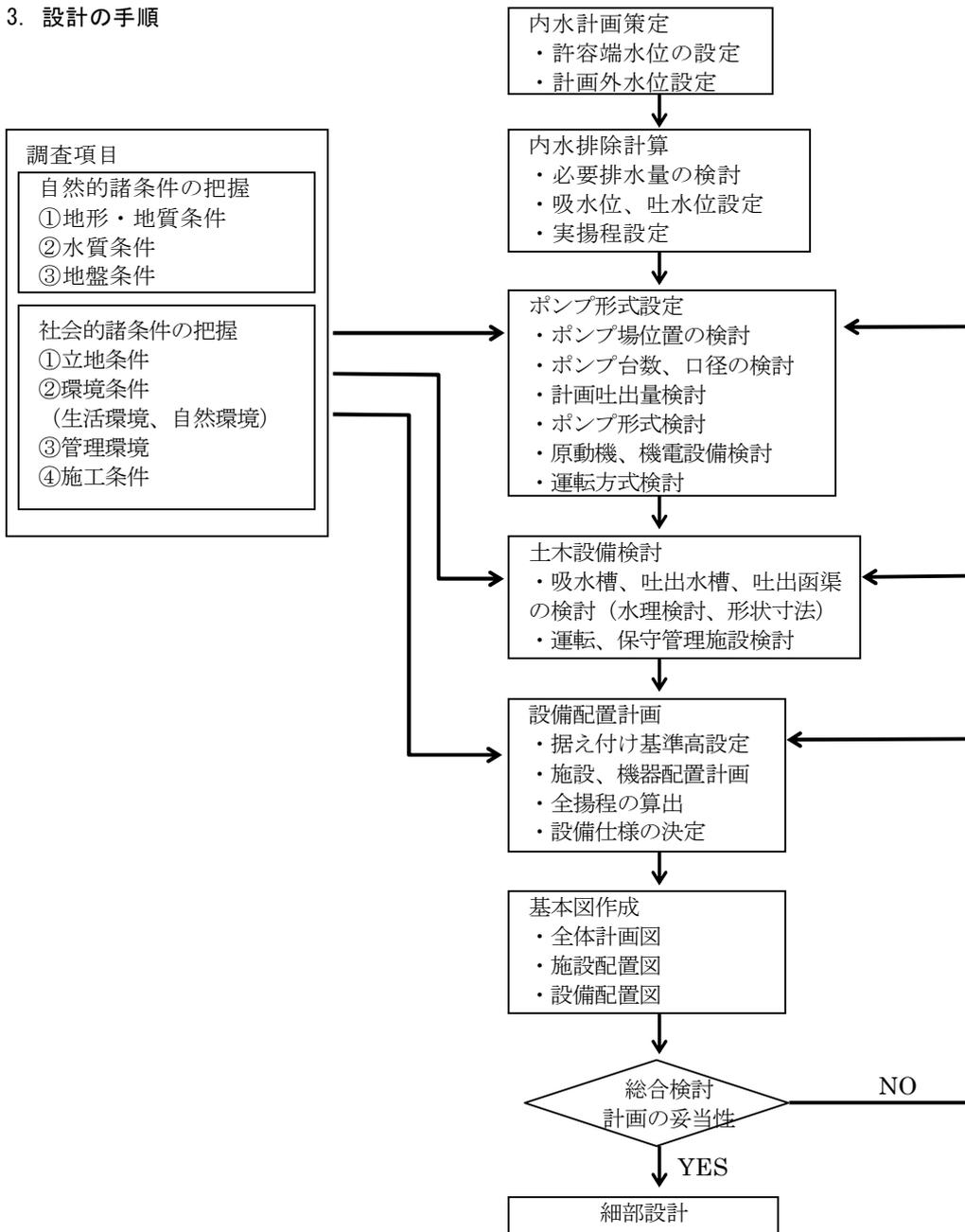


図1-3-1 揚水機場の設計手順

### 4. 設置位置

排水機場のポンプ場は、ポンプの振動が堤防に著しい影響を及ぼさない位置に設ける必要がある。

排水機場は、その付近で地形上最も低い位置に設けられることから、低湿地の軟弱地盤地帯に設けられることが多く、その連続的な振動は、堤防に影響を与えかねない。したがって、ポンプ場は、その付近の地盤条件を勘案し、できるだけ堤防から離して設けるよう努めるものとする。また、排水機場の吐出水槽その他の調圧部等を堤防に近接して設ける場合は、いわゆる「2Hルール」（図1-4-1 参照）に加えて、「排水機場の吐出水槽等の振動が堤防に伝わるおそれのある工作物を設置する場合には、堤防のり尻より5m以上離すものとする。」としている（図1-4-2 参照）。

出典：[4.]  
改訂解説・河川管理施設等構造令  
第7章 第54条 解説  
(H12.1)P265, 266  
一部加筆

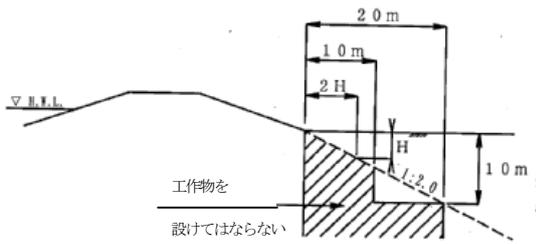


図1-4-1 堤内地の堤脚付近に設置する工作物の位置(「2Hルール」の説明図)

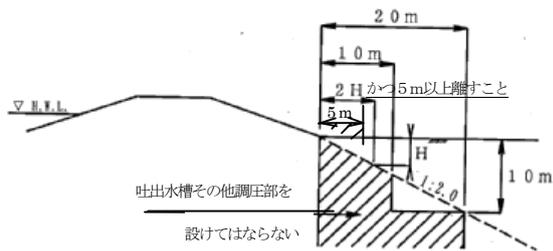


図1-4-2 排水機場の吐出水槽その他調圧部

排水機場の吐出水槽、その他の調圧部の位置は、漏水等に対し堤防の安全をはかるため堤防のり尻から深さの2倍かつのり尻から5m以上離して設置するものとする。

出典:[図 1-4-1]  
改訂解説・河川管理施設等構造令 第7章  
第54条 解説  
(H12.1)P266  
一部加筆

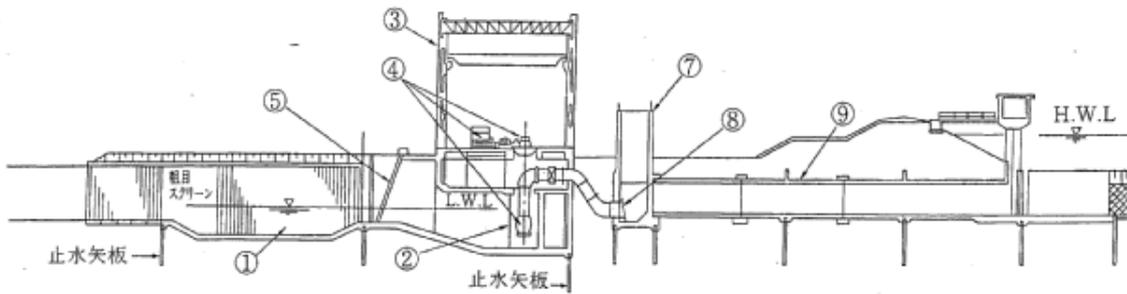
出典:[図 1-4-2]  
改訂解説・河川管理施設等構造令 第7章  
第54条 解説  
(H12.1)P266  
一部加筆

## 5. 構造の概要

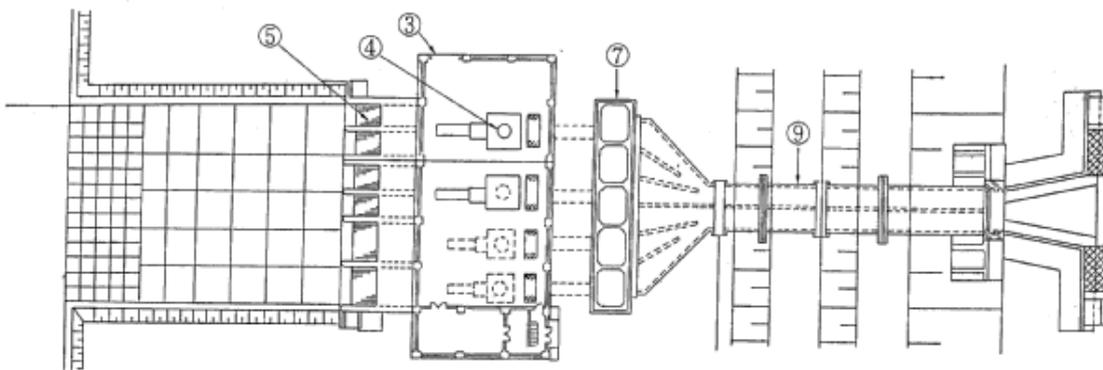
排水機場は、河岸および河川管理施設の構造に著しい支障を及ぼさない構造とし、鉄筋コンクリート構造またはこれに準ずる構造とする。

排水機場のポンプ室(ポンプを据え付ける床およびその下部の室)、吸水槽および吐出水槽その他の調圧部は、鉄筋コンクリート構造またはこれに準ずる構造とし、構造自体の安定を図るとともに、連続振動が堤防等河川管理施設に与える悪影響が少ない構造とする。

排水機場は、①沈砂池、②機場本体、③機场上屋、④ポンプ設備、⑤スクリーン、⑥角落または制水ゲート、⑦吐出水槽、⑧逆流防止弁、⑨樋門等からなり、一般に 図1-5-1 のように配置されている。



(a) 立軸二床式排水機場の例



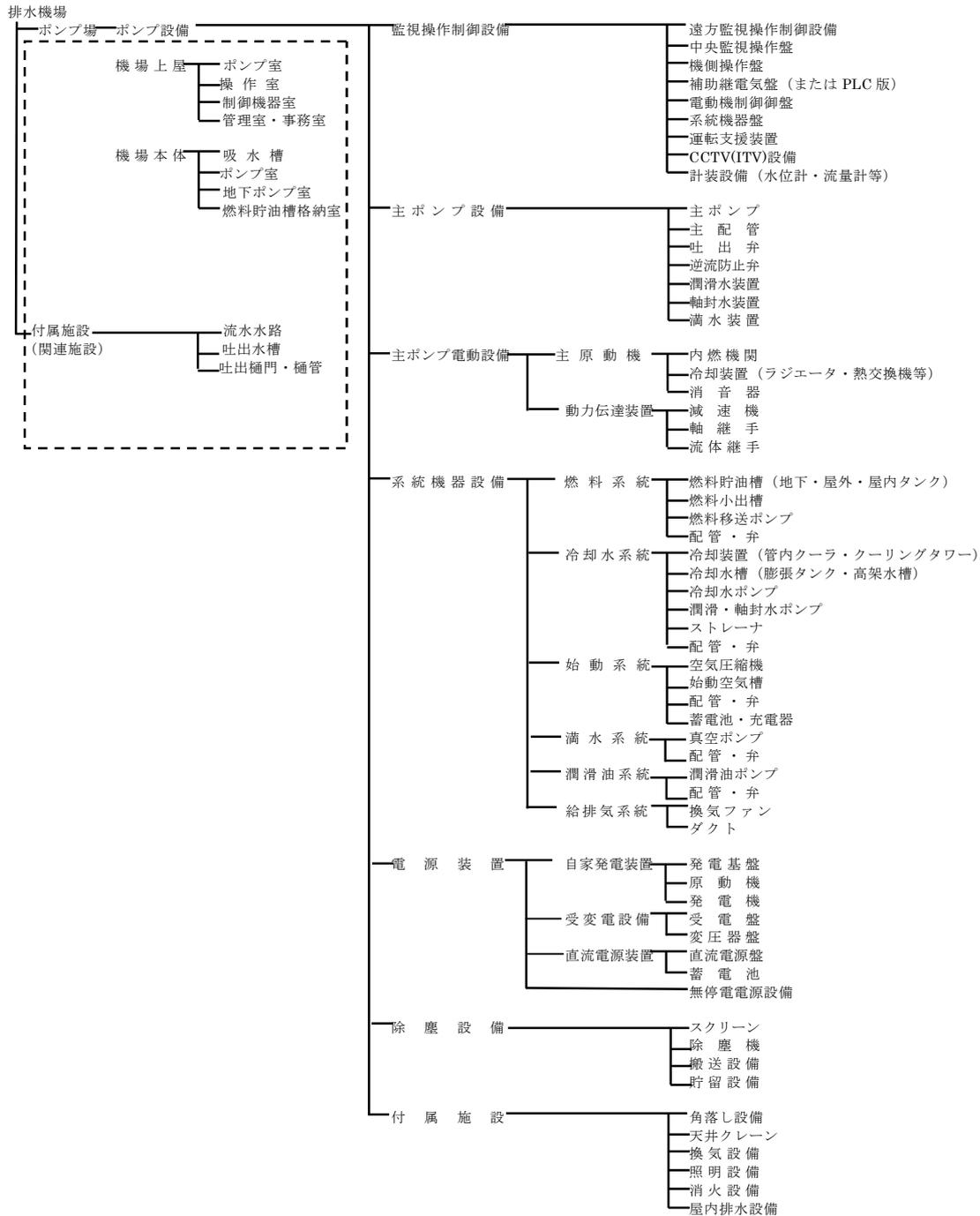
(b) 立軸二床式排水機場の例 (平面図)

図1-5-1 排水機場の各部分の名称 (番号は本文に対応)

出典:[5.]  
河川砂防技術基準  
(案)同解説 設計編 I  
11.1 (H9.10)P120  
一部加筆

出典:[図 1-5-1]  
河川砂防技術基準  
(案)同解説 設計編 I  
11.1 図 1-73  
(H9.10)P122

排水機場の構成は、規模やポンプの形式により異なるが、一般には 図1-5-2 のように構成される。



出典: [図 1-5-2]  
 河川砂防技術基準  
 (案)同解説 設計編 I  
 11.1 図 1-74  
 (H9.10)P122  
 一部加筆

図 1-5-2 排水機場の構成

## 6. ポンプ場設置の留意点

ポンプ場を計画し、設置する場合は、目的、立地条件、投資効果、周辺の環境条件、維持管理等を考慮して決定する必要がある。

出典：[6.]

改訂解説・河川管理施設等構造令 第7章

第54条 解説

(H12.1)P267

一部加筆

河川管理施設として排水機場を設ける場合の留意事項を以下に示す。

- ① 排水機場の容量は、機場の目的、性格、立地条件、運転条件、投資効果等を検討し、より効果的、より経済的な設備となるよう決定する。
- ② 排水機場は、内水の湛水によって運転に支障をきたすことのないよう、湛水位に対して余裕をもった高さまでポンプ場自体を水密構造とする、あるいは床面を高くする等、十分な配慮を払わなければならない。なお、支川の出水が長期に亘り、且つ重要な施設の場合は、H.W.L.以上に据付けることが望ましい。
- ③ ポンプの台数は、運転の効率、不時の故障等を考慮して、2台以上の適切なものとするのが望ましい。
- ④ ポンプの原動機は、経済性、保守点検の容易さ、周辺の環境条件を考慮の上決定するものとする。
- ⑤ ポンプ室の機場上屋は、次に示す内容を考慮して必要な場合に設けるものとする。
  - イ) ポンプ運転時の防湿対策、騒音対策、積雪・塩害対策等が必要な場合。
  - ロ) 排水機場に天井クレーンが特に必要とされる場合。
- ⑥ 操作室・管理室等は適切な位置、構造で設置するものとする。

## 第2節 構造（標準）

### 1. 設計の基本

排水機場は、内水または河川水を排除する所要の機能が達せられ、河岸および河川管理施設等の構造に著しい支障を及ぼさないようにするとともに、管理運転を考慮して設計するものとする。また、河川環境や景観にも考慮し、周辺との調和に配慮するものとする。

排水機場は、ポンプにより堤防を横断して内水または河川水を排除するために設けられる施設である。

排水機場は、原則として堤体とは分離して適当な距離をおいて設置するものとする。また、洪水時に排水機場が確実に運転できるように、日常の点検と整備を行うことが必要であり、そのため設備の構造もそれに適したものとして計画する必要がある。特に、長期休止による機能低下が生じないように、管理運転が実施されるが、これを考慮した設計とする必要がある。

ポンプ設備の詳細については、「揚排水ポンプ設備技術基準(案)同解説」、「揚排水ポンプ設備設計指針(案)同解説」による。また、小規模ポンプ、救急排水ポンプ機場については、それぞれ「揚排水ポンプ設備技術基準(案)同解説」、「揚排水ポンプ設備設計指針(案)同解説」、「救急排水ポンプ設備設計指針」によるものとする。

なお、排水機場は、周辺の環境によっては、景観等にも考慮し、周辺との調和を図る設計を行うものとする。

### 2. 機場本体

#### 2-1 吸水槽

水槽の形式は、ポンプ容量、ポンプ形式等を考慮して定めるものとする。

吸水槽の形状は、流水の乱れが起きないようにものとし、断面の急変を避けるとともに、流入口の位置、吸水槽容量、ポンプ配置等を考慮して定めるものとする。

##### (1) 吸水槽の形式

吸水槽の形式は、吸水槽とポンプの吸込管とが分離したオープンピット形、吸水槽そのものが吸込管となった形式のクローズピット形があるが、一般に口径が 2,000mm を超える大容量のポンプの場合クローズピット形が採用されている例が多いが、ポンプの高流速化の検討により施設規模の縮小に努めるものとするとともに、いずれの形式を採用するほうが有利か十分検討する必要がある。

水中ポンプについては、吸水槽内にポンプそのものを据え付けた型式とする。

##### (2) 吸水槽の形状と構造

吸水槽の容量は、水理的には大きいほど望ましいが、河川の状況、地形状況、建設費等を検討して決定するものとする。ポンプの吸水位については、余裕を見込むことが望ましい。

また、その構造は、設計荷重に対して安全な構造となるように設計するものとする。

出典：

河川砂防技術基準  
(案)同解説 設計編 I

11.1(H9.10)P120

一部加筆

出典：[2-1]

河川砂防技術基準  
(案)同解説 設計編 I

11.2.2.2(H9.10)P126

一部加筆

## 2-2 吐出水槽

ポンプ場と吐出樋門の間には、調圧水槽を兼ねた吐出水槽その他の調圧部を設けるものとする。

ただし、樋門が横断する堤防(第2種、第3種側帯を除く)および河岸の構造に支障を及ぼす恐れのないときはこの限りでない。

### (1) 機能

ポンプ排水による場合は、揚程の大小にかかわらず、停電によるポンプの急停止や、なんらかの原因によるバルブの急閉塞等によって大きな水撃作用を起こすことがあり、設計条件を突破するような加圧や負圧を生ずるおそれがある。吐出水槽その他調圧部は、主としてこのような異常事態に対処するものである。さらに、ポンプの振動が直接堤体に伝達され、連続的振動による樋門および堤防への悪影響を吸収緩和する効果も大きいと見られている。

### (2) 構造

吐出水槽は、前後の構造物と絶縁した構造とするものとし、堤防ののり尻から深さの2倍かつ5m以上離して設置するものとする。

吐出水槽は、機場からの振動を遮断するとともに、地震の影響を受けた場合に地下に埋設されている吐出管路および吐出樋門と異なった挙動をすることや、吐出樋門等の不同沈下等による破損を防ぐため、両端の吐出管路および吐出樋門との接合部には、原則として水密構造の継手を設けるものとする。

吐出管路から吐出された水流は、水槽内で急激に流速が遅くなり乱れを生じ、波立ちや振動を与える原因となるので、流水がスムーズに吐出水槽に流入するよう側壁や底面の形状を定めるものとする。

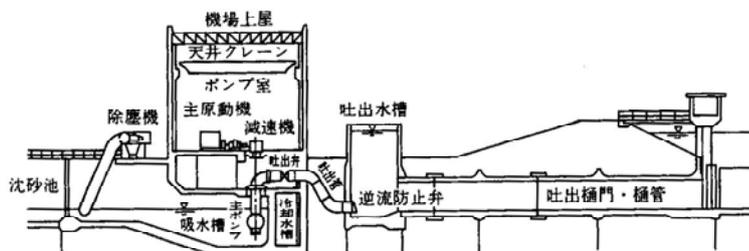


図2-2-1 吐出水槽の一般的な形状

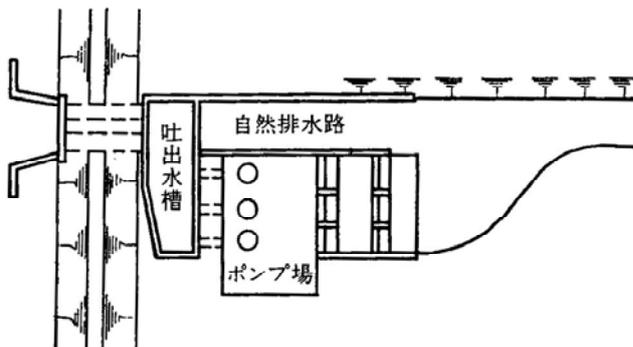


図2-2-2 自然排水路が接続された吐出水槽

出典:[2-2]

河川砂防技術基準  
(案)同解説 設計編 I  
11.2.8(H9.10)P131  
一部加筆

出典:[(1)]

河川砂防技術基準  
(案)同解説 設計編 I  
11.2.8(H9.10)P131  
一部加筆

出典:[(2)]

改訂解説・河川管理施設等構造令 第7章  
第54条 解説  
(H12.1)P266  
一部加筆

河川砂防技術基準  
(案)同解説 設計編 I  
11.2.8(H9.10)P131  
一部加筆

出典:[図2-2-1]

河川砂防技術基準  
(案)同解説 設計編 I  
11.2.8 図1-77  
(H9.10)P132

出典:[図2-2-2]

河川砂防技術基準  
(案)同解説 設計編 I  
11.2.8 図1-78  
(H9.10)P132

### (3) 高さ

吐出水槽の上端の高さは、少なくともポンプ一斉始動時のアップサージの計算値に余裕を考慮した高さが必要であり、吐出水槽設置の目的であるポンプ急停止時の水撃現象に対する配慮を考慮すれば、調圧水槽の上端の高さは堤防の高さ（計画堤防または現況堤防の高い方）以上の高さが必要である。

ただし、吐出水槽の上端の高さは、現堤防の高さが計画堤防高を著しく上回っているような場合には、本川の計画堤防高以上の適切な高さとする事ができる。

### (4) その他

ポンプと吐出水槽を結ぶ吐出管路（パイプの場合とコンクリート函渠の場合とがある）は、水流による吐出水槽への衝撃と水頭損失を小さくするための配慮、および吐出水槽への取付け方向にも配慮する必要がある。

### (5) 小口径の排水機場

排水量が極めて小さく吐出管（概ね 500mm 未満）により堤防の定規断面外で堤防を横過して排水機場から直接排水する方法がある。この方法による場合には、吐出水槽その他の調圧部を設ける必要はない。

この方式の適用については、「河川工作物設置許可基準(案)」を参考とすること。

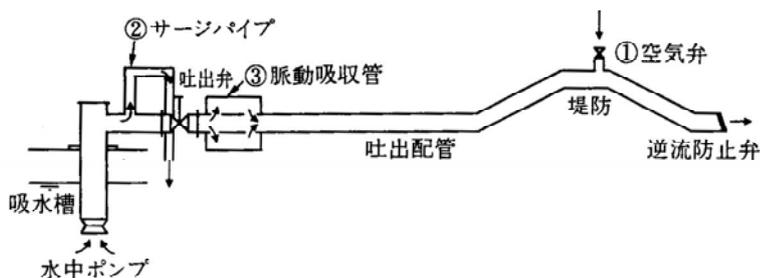


図2-2-3 吐出水槽を設けない場合の例

出典：〔(3)〕  
河川砂防技術基準  
(案)同解説 設計編 I  
11.2.8(H9.10)P132  
一部加筆

出典：〔(4)〕  
河川砂防技術基準  
(案)同解説 設計編 I  
11.2.8(H9.10)P132  
一部加筆

出典：〔(5)〕  
河川砂防技術基準  
(案)同解説 設計編 I  
11.2.8(H9.10)P132  
一部加筆

出典：〔図 2-2-3〕  
河川砂防技術基準  
(案)同解説 設計編 I  
11.2.8 図 1-77  
(H9.10)P132

## 2-3 吐出樋門

排水機場の吐出樋門とそれ以外の部分とは、ポンプおよび自家動力源によって発生する連続振動等によって、河岸または堤防の構造に悪影響が及ぶことを防止するため、構造上分離するものとする。

樋門断面は、ポンプ排水量と樋門内流速の値により決定されるが、樋門内流速は 2~3m/s とするのが一般的である。

設計方法は、「本編第6章樋門」に準じて行うものとする。

高規格堤防特別区域においては、高規格堤防の機能に支障を及ぼすおそれがない場合は、樋門と樋門以外の部分とは分離する必要はない。

## 2-4 設計荷重

排水機場の吸水槽、吐出水槽等の設計に用いる荷重の主なものは、自重、静水圧、揚圧力、地震時慣性力、土圧、風荷重とするものとする。

出典：〔2-4〕  
河川砂防技術基準  
(案)同解説 設計編 I  
11.3.1(H9.10)P133

主要な設計荷重を、以下に示す。

a. 自重

機場（吸水槽、上屋等）およびポンプ設備の荷重を考慮する。

原動機の基礎コンクリートの大きさは、その振動等を考えて、必要な重量と厚さを有する必要がある。

b. 静水圧

考えられる静水圧の組合わせを検討する。

ただし、地震時慣性力と機場運転時（洪水時）における水圧は、同時に作用しないものとする。

c. 揚圧力

揚圧力は、機場の水位差が最大となる水位により求めるものとする。

d. 地震時慣性力

地震時慣性力は、水平方向についてのみ考慮する。

e. 温度荷重

温度荷重は、温度変化を  $\pm 15.0^{\circ}\text{C}$  とし、膨張係数を鋼で 0.000012、コンクリートで 0.00001 として計算する。

f. 土圧

土圧は原則としてクーロン公式を用いて常時および地震時について計算するものとする。

g. 風荷重

h. 雪荷重

i. 自動車荷重

自動車荷重は、大型の自動車のA活荷重、またはB活荷重を基本とするが、状況に応じた荷重を使用してもよい。

## 2-5 基礎

排水機場の基礎は、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。

基礎形式は、直接基礎、杭基礎が考えられる。

基礎形式の選定にあたっては、必要工期、作業場面積の大小、環境面での制限、施工機械の保有量等を考慮するものとする。

また、機場地点の地質条件等によっては、地震時に基礎地盤が液状化する可能性があるため、必要に応じて液状化対策を行うものとする。

地震に対する照査は、「道路橋示方書」に準ずるものとする。

出典：[2-5]

河川砂防技術基準

(案)同解説 設計編 I

11.2.3(H9.10)P128

一部加筆

### 3. 沈砂池

沈砂池は、流水中の土砂を沈降させてポンプの摩耗、損傷を防ぐため、必要に応じて吸水槽の前に設けるものとする。沈砂池の流入部は、偏流を防ぐようにするものとする。

流水中の土砂はポンプの主要部の寿命を低下させる原因となるので、特に砂礫質の土砂がポンプに流入する恐れのある場合には、河川の状況等により必要に応じて沈砂池を設けるものとする。沈砂池を設置する場合の留意点は、以下のとおりである。

- ① 沈砂池の形状は、沈砂池は、吸水槽の導水路も兼ねるので、流れの方向や流速の急変は避け、均等な流速とし、偏流や死水の生じないよう方向、大きさ等を検討するものとする。
- ② 沈砂池の大きさおよび深さ等の諸元は、流水の流況、流入土砂の粒度を勘案し、ポンプの摩耗等の影響が生じないように設定するものとする。
- ③ 沈砂池は、地表面下深く築造され、土圧、揚圧力等の荷重が作用し、不同沈下の影響を受ける恐れがあるため、原則として堅固で水密な鉄筋コンクリート構造とする。
- ④ 沈砂池が長い場合、地盤が軟弱な場合、荷重や支持層が変化する場合には、必要に応じて適当な間隔に伸縮継手を設けるものとする。
- ⑤ 沈砂池は、一般に粒径が 0.3mm 以上の土砂を除去するものとして計画する。

#### 3-1 設計

沈砂池は、設計荷重に対して安全な構造となるよう設計するものとする。

大型の沈砂池は、一般に擁壁と床版との組み合わせによる構造であるので、計算は擁壁と床版を分離して行うものとする。

擁壁は、転倒、滑動、支持力について検討するものとする。

床版は、施工時の自重および揚圧力に対する基礎の安全性について検討を行うものとする。

擁壁は、床版が洗掘、その他により破壊しても影響を受けないよう、原則として自立構造とするものとする。ただし、沈砂池の幅が小さく、擁壁と床版が一体構造の場合は、一体として検討を行うものとする。

### 4. 機场上屋

#### 4-1 ポンプ室

ポンプ室は、次に示す内容を考慮して設計を行うものとする。

- ① ポンプ室の大きさは、「揚排水ポンプ設備技術基準(案)同解説」に準ずるものとするが、ポンプ台数、電気設備、附属設備、将来の増設、仮置場等を考慮して、決定するものとする。
- ② ポンプ運転時の防湿対策、騒音対策等が必要な場合には、適切な換気や防音構造を持つポンプ室を設けるものとする。
- ③ ポンプ室には、主ポンプ、付属設備、機器搬入口等を機能的に、かつ整然と配置するものとする。

出典：[3.]

河川砂防技術基準

(案)同解説 設計編 I

11.2.1(H9.10)P123

出典：[3-1]

河川砂防技術基準

(案)同解説 設計編 I

11.3.2(H9.10)P133

一部加筆

出典：[4-1]

河川砂防技術基準

(案)同解説 設計編 I

11.2.4.1(H9.10)P128

一部加筆

## 4-2 操作室、管理室等

排水機場には、適切な操作室、管理室等を受け、管理室は、操作室、電気室、ポンプ室等の監視に適当な位置に設けるものとする。

操作室は、原則として場内と場外設備全体をよく見渡せる位置に設けるものとする。また、配電盤等を格納する電気室は、換気と採光がよく、乾燥した場所で、乾燥、器具の点検、調整等が容易な広さを有するものとする。

出典：[4-2]  
河川砂防技術基準  
(案)同解説 設計編 I  
11.2.4.2(H9.10)P128  
一部加筆

## 4-3 設計

排水機場の上屋の設計は、建築基準法、同施行令、消防法等の関連法令および以下に示す仕様書等に準拠するものとする。

- ・「建築基礎構造設計指針」（日本建築学会）
- ・「建築工事共通仕様書（追補付 平成 11 年 4 月再編集版）」（建設大臣官房官庁営繕部）
- ・「機械設備工事共通仕様書および標準図」（建設大臣官房官庁営繕部）
- ・「電気設備工事共通仕様書および標準図」（建設大臣官房官庁営繕部）
- ・「建築工事標準仕様書・同解説」（日本建築学会）

## 5. スクリーン

ポンプ運転時に浮遊物が流入しポンプ運転に支障を与える恐れがある場合は、ポンプの保護と安全対策として、ポンプ吸込槽入口には、必要に応じてスクリーンを設けるものとする。ただし、人力除塵での対応が困難な場合に限って除塵機を設置するものとする。

除塵機で排除できない大きな流下物、園芸用のビニール等がある箇所にあつては、スクリーンの前方に必要に応じて杭やフロータを設けるものとする。

出典：[5.]  
河川砂防技術基準  
(案)同解説 設計編 I  
11.2.6(H9.10)P131  
一部加筆

## 6. 角落し等

吸水槽の流入口には、吸水槽の除砂、スクリーンおよびポンプ設備の点検修理、土木構造物修理用の角落しのため、戸溝を設けるものとする。

出典：[6.]  
河川砂防技術基準  
(案)同解説 設計編 I  
11.2.7(H9.10)P131  
一部加筆

## 7. 付属設備

機場には、必要に応じて付属設備を設けるものとする。

付属設備としては、以下に示すような施設が考えられる。

- ① ポンプ運転に必要な水位の検知と監視のための水位計、照明灯等
- ② 換気設備、消火設備、避雷針設備、冷暖房設備、飲料水設備等
- ③ 大容量の機場で公害規制等のある地域での内燃機関排気のための集合煙突設備
- ④ その他、ポンプ運転のための支援設備

出典：[7.]  
河川砂防技術基準  
(案)同解説 設計編 I  
11.2.9(H9.10)P133  
一部加筆

### 第3節 救急排水ポンプ（標準）

救急排水ポンプ設備は、比較的小規模な排水施設を対象として、ポンプ設備や電源設備等の可搬設備、運搬、据付機器および現地の固定設備より構成される。

救急排水ポンプ設備は、建設省と(社)河川ポンプ施設技術協会が開発したものであり、屋外で使用できるように設計されているので、排水機場には機器を収納する建物は必要ない。また、ポンプ本体は、同じ周波数で使用する場合、異なる流域の排水機場でも運転できるように、コラムと呼ばれる揚水管部とポンプ本体の取付け部分の寸法は統一されており互換性がある。

#### 1. 選定基準

救急排水ポンプの選定基準を、以下に示す。

- ① 2河川以上の内水頻発区間であって、可搬式ポンプにより機動的かつ効率的な排水が可能な地域を対象とする。
- ② 当該排水に必要なポンプの排水容量の規模が概ね  $10\text{m}^3/\text{s}$  以内であること。
- ③ 排水先河川の必要な流下能力が確保されていること。

#### 2. 救急排水ポンプ設備の構成

救急排水ポンプ設備は、必要に応じて機器を運搬して使用することが大きな特徴である。

機器はトラックで運搬するものと固定しておくものの二種類に分けられる。トラックで運搬する機器は機動性を良くするために小型軽量化を第一とし、外形寸法もできるだけ統一している。排水機場に固定しておく機器は、コラムパイプ、吐出弁、吐出管等配管系が主であり、その他に水位計、接地装置等土木と一体になる機器である。

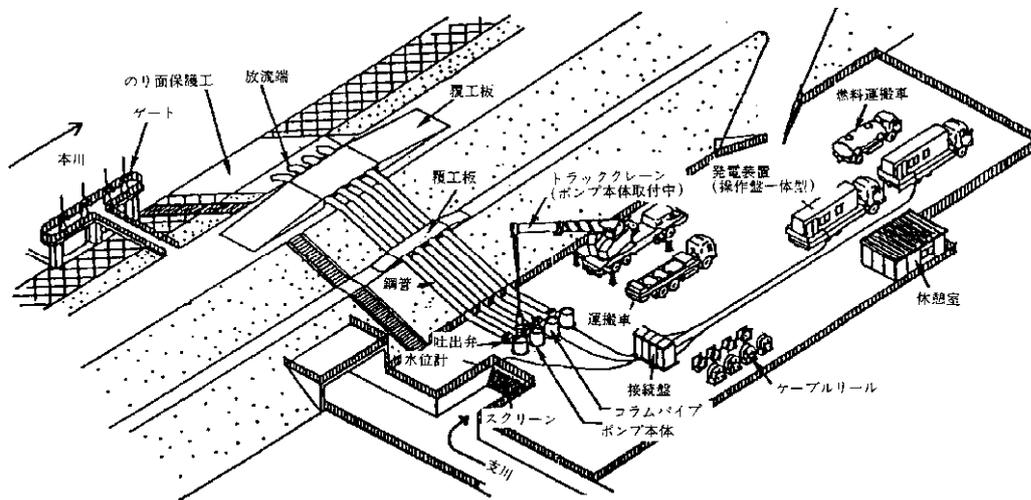


図3-2-1 救急排水ポンプ（水中ポンプ）の例

出典：[図 3-2-1]  
改訂解説・河川管理施設構造令 第7章  
図 7.7 (H12. 1) P270

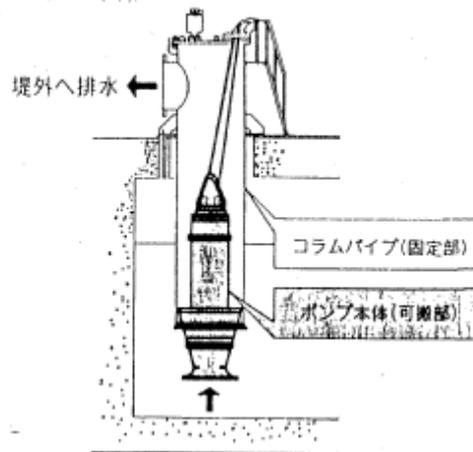


図3-2-2 ポンプ設備の構成

#### 第4節 ポンプ設備の新技术（参考）

新技术の導入にあたっては、その信頼性や適合性について十分検討を行いその効果が達成できるように留意する必要がある。

最近の新技术の内容を整理すると 表 4-1-1 に示すとおりである。

表4-1-1 最近の新技术

項目	内容	新技术	
設備	ポンプの潤滑水系統 簡素化	セラミックス軸受 無給水軸封装置	
	冷却水系統の簡素化	管内クーラ、槽内クーラ	
	主空 機冷 の化	原 動 機	ガスタービン駆動
			ラジエータ冷却方式
		減 速 機	空冷減速機
	ポンプの高速小形化	救急排水ポンプ	
	シンプル化	水中モータポンプ	
		リフトポンプ	
操作・制御の合理化	運転支援装置、広域群 管理		

# 第9章 取水施設

第1節 基本事項	1
1. 定義	1
2. 適用基準等	1
3. 設計の手順	1
4. 位置	1
4-1 表流水取水	1
4-2 伏流水取水	1
第2節 構造(標準)	2
1. 取水塔	2
1-1 取水塔の形状等	2
1-2 取水塔の操作室等	2
1-3 取水塔の基礎部	2
1-4 取水塔の取水口の構造	3
2. 取水塔の設計	3
3. 取水口	3
4. 取水埋渠	3
5. 取水塔の附属施設	3
5-1 水中ポンプ	3
5-2 取水施設の送水管等	4
6. 取水塔の設置に伴い必要となる護岸等	4

## 第9章 取水施設

### 第1節 基本事項

#### 1. 定義

河川水を堤内に取り込む施設を取水施設といい、河川法の適用を受ける区域に設置される取水施設に適用する。

取水施設は、取水方法の相違により以下のように分類される。

- ① 表流水取水 …… 取水塔、取水口
- ② 伏流水取水 …… 集水埋渠

取水方法は、取水塔の側面に設けた取水口から表流水を取水する方式が最も望ましく、集水埋渠による取水方式は、それが不適当または著しく困難であると認められる場合に限定すべきである。

また、これらの施設に、揚水機場、水中ポンプ、送水管が付属する。

#### 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
改訂解説・工作物設置許可基準	平成 10 年 11 月	国土技術研究センター
河川工作物設置許可基準(案)	平成 15 年 1 月	近畿地方整備局
揚排水ポンプ設備技術基準(案)同解説	平成 13 年 2 月	河川ポンプ施設技術協会
その他関係法令等	-	-

#### 3. 設計の手順

取水施設の設計手順は、施設の種類に応じて適応させるものとする。

#### 4. 位 置

取水地点は、取水方法に応じて適切な位置を選定するものとする。

##### 4-1 表流水取水

表流水取水は、現在の河川の状況にとらわれることなく、過去の状態、将来の状況の変化等を考えて、取水地点、取水位水深等を決定するものとするが、最小水深 2m 以上のところに設けることが望ましい。また、呑口は、最低水位の際はもちろん、水位の変化に応じて取水できるように上流側を避けて数箇所設ける。

##### 4-2 伏流水取水

伏流水取水に当たっては、伏流水の性状、表流水との関係、堤内の伏流水との関係、既設集水埋渠との関係、水量、水質、洪水時の状況等を充分調査した上で取水地点、取水方法を決定するものとする。

出典：[1.]  
改訂解説・河川管理施設等構造令 第7章  
第58条1③  
(H12.1)P275  
一部加筆

## 第2節 構造（標準）

### 1. 取水塔

流下断面内に設ける取水塔(河道の死水域に設けられる場合を除く)は、計画高水位以下の水位の洪水の流下を妨げず、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ず、並びに取水塔に接続する河床及び高水敷の洗掘の防止について適切に配慮された構造とするものとする。

なお、設計にあたっては、魚類等への影響に留意するとともに景観にも配慮し、周辺との調和を図るものとする。

出典：[1.]  
改訂解説・河川管理施設等構造令 第7章 第58条  
(H12.1)P273  
一部加筆

#### 1-1 取水塔の形状等

取水塔の形状は、原則として、できるだけ細長い楕円形その他これに類する形状のものとし、その長径（これに相当するものを含む）の方向は洪水が流下する方向と平行とすること。

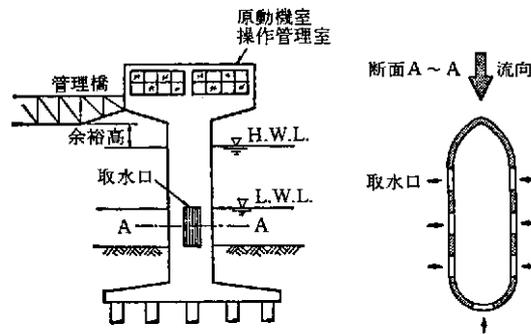


図 2-1-1 取水塔の取水口の例

出典：[1-1]  
改訂解説・河川管理施設等構造令 第7章 第58条 解説 1. (1)  
(H12.1)P273  
出典：[図 2-1-1]  
改訂解説・河川管理施設等構造令 第7章 第58条 図 7.10  
(H12.1)P276

#### 1-2 取水塔の操作室等

取水塔の操作室等は、できるだけ堤内地に設けることが望ましい。

やむを得ず取水塔に操作室等を設ける場合は、その操作室等の床面の下端の高さを、計画堤防高以上の高さとする。ただし、小規模なもので、かつ、取水塔の位置が河岸又は堤防から十分離れており、河岸又は堤防に支障を及ぼすおそれがないと認められるときは、計画高水位以上の高さとしてもよい。

取水塔およびその操作室は、周辺との調和を図ることに留意し、景観に配慮した形状・構造に配慮して設計するものとする。

出典：[1-2]  
改訂解説・河川管理施設等構造令 第7章 第58条 解説 1. (2)  
(H12.1)P274  
一部加筆

#### 1-3 取水塔の基礎部

取水塔の基礎部については、取水塔に接続する河床及び高水敷の洗掘の防止について適切に配慮されたものでなければならない。また、取水塔の基礎は、安全に荷重を支持層に伝える構造とする。

出典：[1-3]  
改訂解説・河川管理施設等構造令 第7章 第58条 解説 1. (3)  
(H12.1)P274  
一部加筆

#### 1-4 取水塔の取水口の構造

取水口は、魚類の迷い込み、吸い込み等を防止するため、呑口の大きさを流入速度 15～30 cm/s として断面を定め、スクリーンを取りつけ、塔内には弁扉を設けることなどし、魚類への影響に配慮するものとする。

出典：[1-4]  
改訂解説・河川管理施設等構造令 第7章  
第58条 解説2.  
(H12.1)P277  
一部加筆

#### 2. 取水塔の設計

取水塔の設計は、荷重として自重、設備機器重量、水圧、動水圧、地震力を考慮するものとし、転倒、滑動に対して、常時、地震時について安定計算、応力計算を行なうものとする。

井筒の場合には、施工時土圧を考慮するものとする。

#### 3. 取水口

取水口は、樋門等の呑口の構造に準ずるものとする。また、取水口には、ゲートおよび角落しを設け、前方には粗目のスクリーンを設けることを原則とする。

#### 4. 集水埋渠

集水埋渠による取水方式は、表流水取水が不適當または著しく困難であると認められる場合に限って選定できるものとする。

出典：[4.]  
改訂解説・河川管理施設等構造令 第7章  
第58条 解説1.(4)③  
(H12.1)P275  
一部加筆

不適當または困難とは、次のものをいう。

- ① わずかな量の取水のために大規模な堰等の施設の設置が必要となる場合など、社会的経済的妥当性の観点から表流水取水をすることが不適當な場合。
- ② 堰を設ける際の河積確保のための河道拡幅が地形条件により著しく困難である場合や流路が不安定なため表流水取水ができない場合など、表流水取水とすることが物理的に困難な場合。

このような場合には、堰や取水塔を用いた表流水取水方式と伏流水取水方式を比較検討して、表流水取水が不適當または著しく困難な場合で、かつ、対策を講ずることにより河川管理上支障がない場合には伏流水取水方式を選定できるものとしている。集水埋渠の設置等の留意事項については、「改訂解説・工作物設置許可基準」によるものとする。

#### 5. 取水塔の付属施設

##### 5-1 水中ポンプ

水中ポンプは、計画河床高、現河床高、将来の河床変動等を考慮して十分な深さに設けるものとする。

ポンプ室周囲には、護床工を設けるものとする。

出典：[5-1]  
改訂解説・河川管理施設等構造令 第7章  
第58条 解説1.(4)①  
(H12.1)P275  
一部加筆

## 5-2 取水施設の送水管等

取水施設の送水管等は、「改訂解説・工作物設置許可基準」に準じた構造とする。

- ① 取水塔または水中ポンプに接続した送水管等を堤防の下またはその計画断面内に設ける場合には、当該送水管等には揚水機等の圧力が直接加わらない構造とする。
- ② 堤内地に調圧水槽を設ける場合には、その高さは計画堤防高以上とするものとする。
- ③ 取水塔に接続する送水管を橋梁形式とする場合、「構造令 第 64 条(橋の桁下高に関する規定)」および「構造令 第 66 条(管理用通路の構造の保全に関する規定)」を適用させるものとする。

なお、送水管が堤防天端を横過する場合には、計画堤防外に設置するものとし、その構造は管理用通路の設計自動車荷重および送水管からの漏水防止等について配慮されたものとする。

## 6. 取水塔の設置に伴い必要となる護岸等

取水塔を設ける場合は、これに接続する河床又は高水敷の洗掘を防止するため、必要に応じ、適当な護床工又は高水敷保護工を設けるとともに、流水の変化に伴う河岸又は堤防の洗掘を防止するため護岸を設けなければならない。

取水塔は、原則的には、「構造令 第 63 条第 1 項」の規定による橋の基準径間長に相当する長さの距離を河岸または堤防から離すことが望ましい。したがって、それより近接するときは、河岸又は堤防に設ける護岸の構造については十分な根固工を設けるとともに、一般の護岸の強度より強固なものにするなど、特に慎重な配慮を払わなければならない。

出典:[5-2]  
改訂解説・河川管理施設等構造令 第 7 章  
第 58 条 解説 1. (4)②  
(H12.1)P275

出典:[6.]  
改訂解説・河川管理施設等構造令 第 7 章  
第 59 条解説 2.  
(H12.1)P278, 279  
一部加筆

# 第 10 章 伏せ越し

第 1 節 基本事項	1
1. 定義	1
2. 適用基準等	1
3. 設計の手順	1
4. 設置位置	1
5. 方 向	1
6. 深 さ	2
第 2 節 構 造	3
1. 概 要	3
2. 函 渠	4
2-1 構 造	4
2-2 函渠断面	4
2-3 函渠長と継手	5
3. マンホール	5
3-1 位 置	5
3-2 断 面	5
3-3 高 さ	6
4. 制水ゲート	7
5. スクリーン	7
6. 翼 壁	7
7. 遮水壁	7
7-1 遮水壁	7
7-2 遮水工	8
8. 基礎	8
9. 護岸等	8
9-1 河川の護岸等	8
第 3 節 設 計 (標準)	8
1. 設計荷重	8
2. 設計計算	8

## 第 10 章 伏せ越し

### 第 1 節 基本事項

#### 1. 定義

伏せ越しとは、用水施設又は排水施設である開渠が、河川法の適用を受ける河川と交差する場合において、逆サイフォン構造で河底を横過する工作物で、施工方法が開削工法によるものをいう。

開水路である用水路又は排水路が河川と交差する場合には、対岸の地形が低い場合、逆サイホンで河川を自然流下で横過させることが多い。

なお、河底を横過する地下鉄、道路、上下水道、工業用水道、石油パイプライン等の工作物で、シールド工法および推進工法(小口径推進工法を含む)によるものは、「河底横過トンネル」と呼び、伏せ越しとは区別することとしている。

出典:[1.]  
改訂解説・河川管理施設等構造令 第 68 条  
解説(H12.1)P333  
一部加筆

出典:[1.]  
改訂解説・河川管理施設等構造令 第 68 条  
解説(H12.1)P334

#### 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(案)同解説 設計編 I	平成 9 年 10 月	〃
改訂解説・工作物設置許可基準	平成 10 年 11 月	国土技術研究センター
その他関係法令等	-	-

#### 3. 設計の手順

伏せ越しの設計の手順は、原則として樋門に準じるものとする。

#### 4. 設置位置

伏せ越しの設置位置は、以下に示すことを考慮し選定するものとする。

- ① 狭窄部、支派川の分合流点付近、湾曲部、水衝部、河床変化点を極力避ける。
- ② 河床の変動が少なく、河状の安定した地点で地盤が良好な地点とする。ただし、河床変動の著しい箇所には伏せ越しを設ける場合には、上下流部に必要に応じ護床工を設けるものとする。
- ③ 河川に設けられる他の工作物(床止め、堰、橋梁、水門、樋門等)に支障を及ぼさない範囲以上離れた位置とする。
- ④ 将来の河川改修に支障を生じないように十分留意する。

出典:[4.]  
改訂解説・工作物設置許可基準 第 7 章 第十五(H10.11)P39~41  
一部加筆

#### 5. 方 向

伏せ越しの方向は、堤防法線に対して、原則として直角とするものとする。  
ただし、地形の状況その他の理由によりやむをえないと認めた場合は、この限りでない。

出典:[5.]  
河川砂防技術基準(案)同解説 設計編 I  
参考 1.7.2.1.1  
(H9.10)P136

著しく斜めに横断する場合かあるいは河川の左・右岸の堤防が平行でない場合は、堤防横過部分の方向は、原則として堤防法線に対してほぼ直角とする。

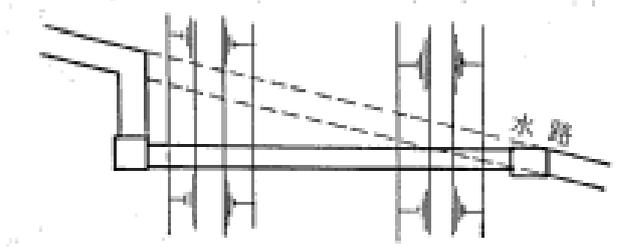


図 1-5-1 函渠の方向

出典:[図 1-5-1]  
 河川砂防技術基準  
 (案)同解説 設計編 I  
 参考 1.7.2.1.1  
 図 1-83 (H9.10)P136

## 6. 深 さ

伏せ越しの深さは、河川の河床洗掘等が発生して伏せ越しの函渠が水中に露出して乱流を起こすと、さらに異常な洗掘を助長し、周辺の河川管理施設、その他の工作物に障害を及ぼすことになる。さらに、伏せ越し自らも危険な状態となるものである。

したがって、伏せ越しの深さは、河床や高水敷から十分な深さに設置する必要がある。

具体的な伏せ越しの設置する深さは、「構造令 第 72 条(深さ)」に示す深さが示されているが、これは、局所洗掘の深さを明定したものではなく、局所洗掘に対する安全性については、別途の検討が必要である。

低水路の河岸ののり肩から 20m 以内の高水敷部分は、異常な河岸侵食に対応するため、低水路とみなしている。

堤防下については、伏せ越しと堤防との接触面に沿っての浸透水が生じやすいこと、堤防下の伏せ越しの破損等の欠陥が生じた場合にその箇所から圧力水が流出して堤防に悪影響を与えること等を考慮して、堤防の地盤面(運用上堤防の表のり尻と裏のり尻とを結ぶ線とみなす)から 2m 以上の深さに伏せ越しを埋設しなければならないとしている。

出典:[6.]  
 改訂解説・河川管理施設等構造令 第 72 条  
 解説 2. (H12.1)P341

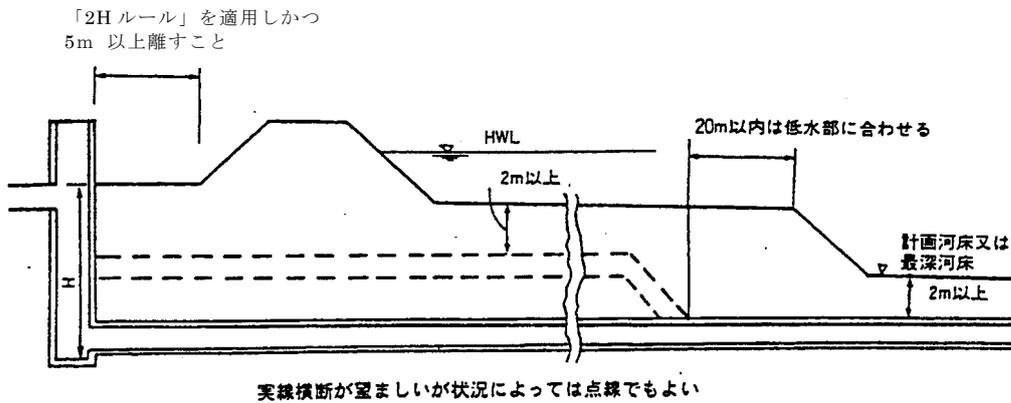


図 1-6-1 伏せ越しの深さ

## 第2節 構造

### 1. 概要

伏せ越しは、計画高水位(高潮区間にあつては計画高潮位)以下の流水の作用に対して安全であり、かつ、計画高水位以下の洪水の流下を妨げず、ならびに付近の河岸および河川管理施設に著しい支障を及ぼさない構造として設計するものとする。また、構造各部においてできる限り景観に配慮した構造とする必要がある。

伏せ越しは、河底に埋設されるため、洪水時には局所洗掘の影響を受けやすく、折損事故等の発生事例も少なくない。折損事故等によって、局所洗掘が更に助長され付近の河川管理施設等に悪影響を与えることとなり、また、悪条件が重なれば折損箇所から洪水時の高い水圧を受け、堤内地に浸水したりあるいは破堤の原因となることも考えられる。

また、堤防下の部分については、堤防の基盤漏水を助長することのないよう、当該部分の深さ、堤内地盤高、堤防の高さ等を勘案のうえ、必要に応じ、漏水対策を施すものとする。

伏せ越しは、図 2-1-1 に示すように、基本的に函渠、伸縮継手、マンホール、制水ゲート、スクリーン、翼壁、水叩き、遮水壁、遮水矢板、基礎、護岸、護床等より構成される。

また、伏せ越しは、その性質上延長が長くなり、河床への変動、揚圧力の影響、堤防横過部分と河床横過分の土破りの厚さの相違等不同沈下を起こす要素が多く、さらに地盤沈下のある地域で支持杭を施工した場合、地表面の沈下量と支持層面の沈下量の差が堤体、河床に影響を与えることも予想されることから、堤防を横断して設ける伏せ越しにあつては、堤防の下に設ける部分とその他の部分は原則として構造上分離するものとする。

出典:[1.]

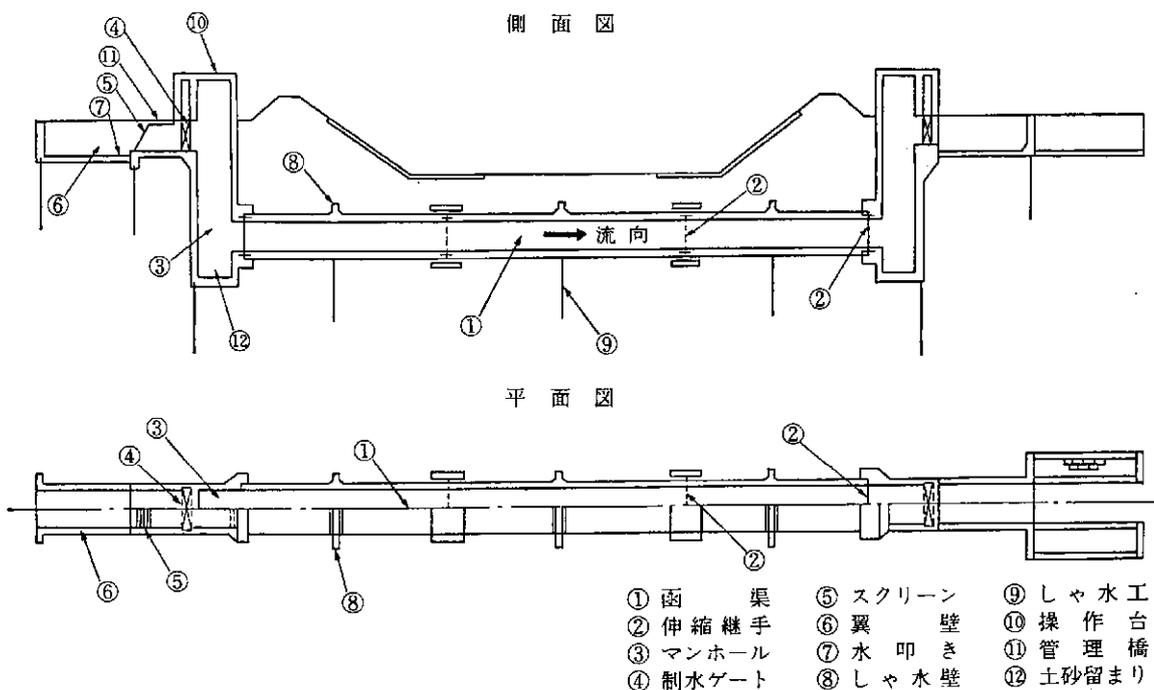
河川砂防技術基準  
(案)同解説 設計編 I  
参考 1.7.1(H9.10)  
P135 一部加筆

出典:[1.]

改訂解説・河川管理施設等構造令 第69条  
解説①④  
(H12.1)P334,335

出典:[1.]

河川砂防技術基準  
(案)同解説 設計編 I  
参考 1.7.1  
(H9.10)P135



出典:[図 2-1-1]

河川砂防技術基準  
(案)同解説 設計編 I  
図 1-82(H9.10)P136

図 2-1-1 伏せ越しの各部の名称

## 2. 函 渠

### 2-1 構 造

伏せ越しの函渠は、原則として鉄筋コンクリートの構造、またはこれに準ずる構造とする。

「これに準ずる構造」には、十分な屈とう性および水密性を有する継手によって接続されたプレキャストコンクリート管、鋼管およびダグタイル铸铁管の構造のものを含むものであるが、鉄筋コンクリート構造のものと同等の強度、耐久性、止水性等を有していなければならない。

断面の大きさ等の理由でヒューム管等を使用する場合は、その外側を鉄筋コンクリートで巻き立てた構造とし、ヒューム管等の強度を無視して設計するものとする。ただし、所要の屈とう性および水密性を有する継手によって接続された鋼管等を使用する場合には、河床横過部分は、鉄筋コンクリートで巻き立てなくてもよい。

### 2-2 函渠断面

伏せ越しの函渠断面は、その伏せ越しの計画流量、伏せ越し上下流の水位差等を基本条件とし、スクリーンによる損失、流入損失、断面変化による損失、屈曲損失、摩擦損失等の諸損失を考慮して決定するものとする。

函渠断面を決定する際の留意点を以下に示す。

- ① 管内流速は、1.5～3.0m/s を標準とする。
- ② スクリーンには、ごみが付着することが多く、ごみの付着による損失が生じることがある。
- ③ スクリーン上流側の平均流速は、0.5～1.0m/s となるよう設計する。

伏せ越しの函渠の断面の大きさは、函渠内の土砂等の堆積が生じやすく、流水の流下能力が阻害されることも予想され、また函渠内に堆積した土砂等を取り除く等の維持管理を勘案して、内径 1.0m 以上とする。ただし、小規模のものでこれによりがたい場合は、内径 60cm 以上とする。

出典:[2-1]

河川砂防技術基準

(案)同解説 設計編 I

参考 1.7.2.1.2

(H9.10)P136

出典:[2-1]

改訂解説・河川管理施

設等構造令 第70条

(H12.1)P336

出典:[2-1]

河川砂防技術基準

(案)同解説 設計編 I

参考 1.7.2.1.2

(H9.10)P136, 137

出典:[2-2]

河川砂防技術基準

(案)同解説 設計編 I

参考 1.7.3.2.1

(H9.10)P141

出典:[2-2]

河川砂防技術基準

(案)同解説 設計編 I

参考 1.7.2.1.2

(H9.10)P137

## 2-3 函渠長と継手

伏せ越しの函渠の長さが 30m 以上（軟弱地盤については 20m）となる場合は、継手を設けるものとする。また、伏せ越しの函渠が堤防の下を横過する所においては、原則として堤防横過部分と河床横過部分とは分離し、継手によって接続するものとする。なお、伏せ越しの函渠の継手は、十分な屈とう性および水密性を有する構造とするものとする。

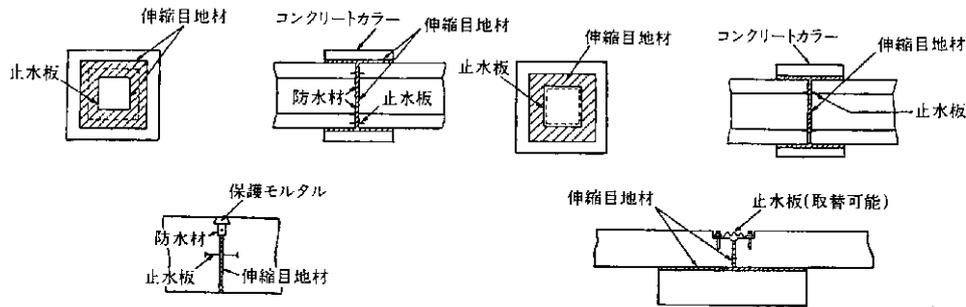


図 2-2-1 函渠の継手

## 3. マンホール

伏せ越しのマンホールは、鉄筋コンクリート構造とする。

### 3-1 位置

伏せ越しのマンホールは、堤防のり尻から深さの 2 倍かつ 5m 以上離して設置するものとする。ただし、制水ゲート、伏せ越しのマンホールを堤内側に支障物件等特殊な理由があつてやむをえず川表に設ける場合には、高水時の流水に対して支障を与えないような構造とし、かつ堤防を著しく切り込まない位置に設置するものとする。

### 3-2 断面

伏せ越しのマンホールは、伏せ越しの縦導水管を兼用することが多く、そのときには最低限函渠と同一断面積とする。かつ、伏せ越しの函渠内に堆積した土砂を搬出する等の維持管理面より要求される断面積を考慮して内径 1.0m 以上とする。

ただし、小規模の伏せ越しでその必要がないと認められる場合は、内径 60cm 以上とする。

出典：[2-3]  
河川砂防技術基準  
(案)同解説 設計編 I  
参考 1.7.2.1.3  
(H9.10)P137

出典：[3.]  
河川砂防技術基準  
(案)同解説 設計編 I  
参考 1.7.2.2  
(H9.10)P138

出典：[3-1]  
改訂解説・河川管理施設等構造令 第 54 条  
解説 (H12.1)P266

### 3-3 高さ

伏せ越しのマンホールの高さは、原則として計画堤防高以上とするが、制水ゲートの高さの関係でゲートの巻上げ高に余裕高を加えた高さが計画堤防高、または現状堤防の高さのいずれか高いほうの高さ以上となる場合には、その高さとする。

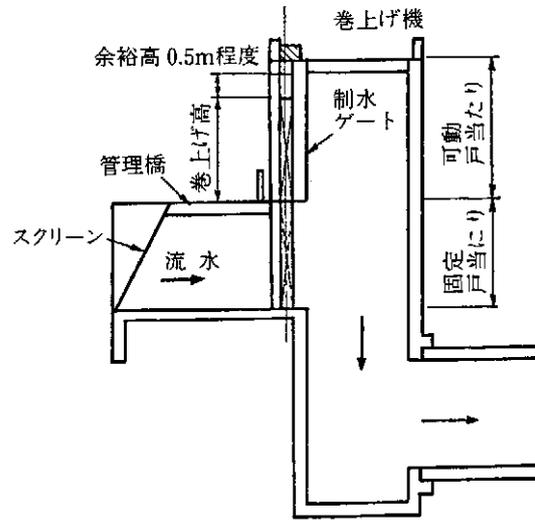


図 2-3-1 マンホールの例

#### (1) 土砂溜め

伏せ越しのマンホールの底部およびスクリーンの前部には土砂溜めを設置し、函渠が土砂で埋塞しないよう配慮するものとする。

伏せ越しの土砂溜めの深さは、用排水路等の性状により決定するものとするが、原則として 50cm 以上とする。

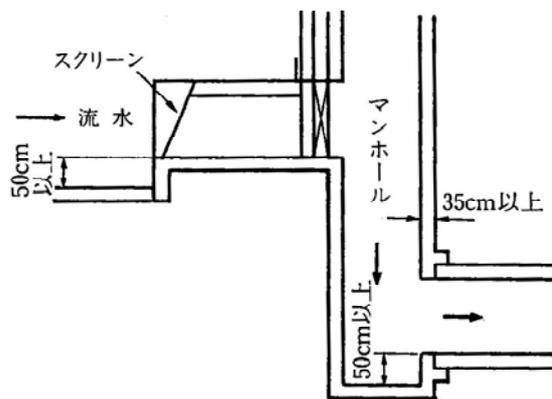


図 2-3-2 土砂溜めの例

#### (2) 管理施設

伏せ越しのマンホールには、昇降用の階段、制水ゲート開閉用の操作台を設け、操作台の周囲には、てすり、開口部には、グレーチング等防護用の蓋を設ける。また、マンホール内部には、函渠への昇降タラップを設ける。

また、必要により操作台上屋、照明施設、水位観測施設等を設ける。

出典:[3-3]  
河川砂防技術基準  
(案)同解説 設計編 I  
参考 1.7.2.2  
(H9.10)P138

出典:[(1)]  
河川砂防技術基準  
(案)同解説 設計編 I  
参考 1.7.2.2  
(H9.10)P139

出典:[(2)]  
河川砂防技術基準  
(案)同解説 設計編 I  
参考 1.7.2.2  
(H9.10)P139  
一部加筆

#### 4. 制水ゲート

制水ゲートは、洪水時に伏せ越しが折損し、堤内に河川の流水が噴出されるような事態が発生した場合に、流水を速やかに遮断するため、また伏せ越しの中に堆積した土砂を取り除く等の維持管理面から、伏せ越しの両端に設置する必要がある。

小規模な伏せ越し、または堤内地盤高が計画高水位以上である区間に設ける伏せ越しの制水ゲートは、必要に応じ角落し等とすることができる。

制水ゲートを川表に設ける場合は、洪水時の流水に著しい支障を与えないような構造とし、計画堤防高以上の桁下高を有する管理橋、操作台等を設けるものとする。

出典：[4.]  
河川砂防技術基準  
(案)同解説 設計編 I  
参考 1.7.2.2.1  
(H9.10)P139  
一部加筆

#### 5. スクリーン

伏せ越しには、原則として上流側マンホールの入口付近にスクリーンおよび管理橋を設けるものとする。ただし、干満の影響を受ける用排水路等に設けられる伏せ越しには、その両端にスクリーン等を設けるものとする。

スクリーンは、伏せ越し内へのごみ等の流入を防ぐ目的と人の転落等に対する安全施設として設けるものである。

出典：[5.]  
河川砂防技術基準  
(案)同解説 設計編 I  
参考 1.7.2.2.2  
(H9.10)P140  
一部加筆

#### 6. 翼 壁

翼壁は、自立構造とし、マンホールと分離させるものとするが、その継手は可とう継手あるいは可とう性のある止水板(銅版、塩化ビニール板等)および伸縮材を使用し、構造上の変位が生じても水密性を確保するものとする。

翼壁の断面形は、樋門の翼壁に準じた構造とする。

出典：[6.]  
河川砂防技術基準  
(案)同解説 設計編 I  
8.2.2.2(H9.10)P101  
一部加筆  
参考 1.7.2.3  
(H9.10)P140

#### 7. 遮水壁

##### 7-1 遮水壁

伏せ越しの遮水壁は、堤体の下の函渠1径間につき少なくとも1箇所設けるものとする。

浸透流により、函渠の上面および側面にはパイピング現象が生じることを防ぐため、本体と一体で幅 1.0m 以上の適切な長さの遮水壁を設ける。なお、背後地が高い場合等においては、遮水壁を設けなくてもよい。

出典：[7-1]  
河川砂防技術基準  
(案)同解説 設計編 I  
参考 1.7.2.4.1  
(H9.10)P140  
8.2.1.5(H9.10)P100

## 7-2 遮水工

遮水工の深さ、水平方向の長さ、設置位置は、レインの式などによる浸透経路長、過去の事例などを総合的に検討のうえ決定する。

鋼矢板による遮水工の深さは底版下端から 2.0m 以上とし、本体と離脱しないよう配慮する。また、遮水工は必要に応じ可とう性を有する構造として設計するものとする。

翼壁前面の遮水工は、流水による洗掘や地盤沈下の激しい地域では、その影響も考慮するものとする。また、必要のある場合は、マンホールの縦導水管基礎部にも設ける。

## 8. 基礎

伏せ越しの基礎は、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。

地盤条件その他やむをえない理由のある場合は、堤防横過部分のみ基礎杭を施工し、河床横過部分を直接基礎とすることができる。

## 9. 護岸等

### 9-1 河川の護岸等

伏せ越しが横過する堤防ののり面には、必要な範囲に護岸および護床工を設けるものとする。

伏せ越しの横断する堤防ののり面には、原則として上流および下流にそれぞれ 10m 以上の範囲にわたって護岸を設けるものとする。

護岸の高さは、計画高水位以上とし、護床工の幅は河川の性状により決定するものとする。

## 第3節 設計（標準）

### 1. 設計荷重

伏せ越しの設計に用いる荷重の主なものは、自重、静水圧、揚圧力、地震時慣性力、温度荷重、残留水圧、土圧、風荷重、雪荷重、および自動車荷重とする。

### 2. 設計計算

伏せ越しの設計計算は、「河川砂防技術基準(案)同解説 設計編 I 第 1 章第 12 節(参考 1.7.3 設計細目)」に準じて行うものとする。

出典:[7-2]  
河川砂防技術基準  
(案)同解説 設計編 I  
8.2.4(H9.10)P102

出典:  
河川砂防技術基準  
(案)同解説 設計編 I  
参考 1.7.2.4.2  
(H9.10)P140

出典:[8.]  
河川砂防技術基準  
(案)同解説 設計編 I  
参考 1.7.2.5  
(H9.10)P140

出典:[9-1]  
河川砂防技術基準  
(案)同解説 設計編 I  
参考 1.7.2.6.2  
(H9.10)P141

出典:[1.]  
河川砂防技術基準  
(案)同解説 設計編 I  
8.3.1(H9.10)P104

# 第 11 章 水 路

第 1 節 基本事項	1
1. 定 義	1
2. 堤脚水路の設置位置	1
3. 水路の計画規模	1
第 2 節 流出量の算定	1
第 3 節 水路断面	2
1. 構 造	2
1-1 余 裕	2
1-2 流 速	2
1-3 粗土係数	2
1-4 水路の設置上の留意点	3
2. 函渠および管渠	3
第 4 節 集水ます	4
第 5 節 府県別降雨強度（参考）	5

# 第 11 章 水路

## 第 1 節 基本事項

### 1. 定義

水路とは、河川改修工事等にもなう付替水路および堤防のり面排水のための堤脚水路をいう。

### 2. 堤脚水路の設置位置

堤脚水路の設置位置は、いわゆる「2Hルール」を適用し、堤防のり尻より 1:2.0 勾配で引いた仮想線より外に設けるものとする。

設置位置は、図 1-2-1 によらなければならない。

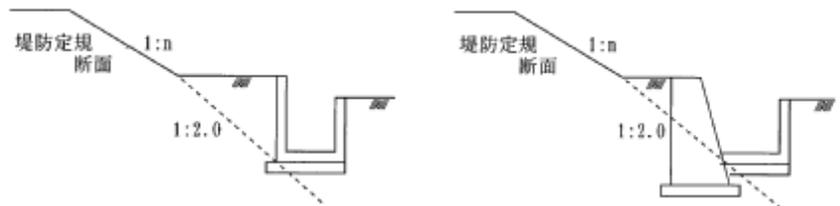


図 1-2-1 堤脚水路の設置位置

### 3. 水路の計画規模

付帯工事の場合は、現況復旧を原則とするが、流出量を算定する場合には、10 年確率を原則とする。

## 第 2 節 流出量の算定

流出量の算定は、「河川砂防技術基準(案)同解説 調査編 第 5 章 第 2 節洪水流出計算」に準ずる。

流出量は、以下に示す合理式で算定することが多い。

$$Q = \frac{1}{3.6} \cdot f \cdot \gamma \cdot A$$

ここに、Q : 流出量 (m<sup>3</sup>/s)

f : 流出係数

γ : 到達時間内の降雨強度 (mm/hr)

A : 流域面積 (km<sup>2</sup>)

#### (1) 流出係数

流出係数の値については、「河川砂防技術基準 同解説 計画編 第 2 章 2.7.3」に準じ「河川砂防技術基準(案)同解説 調査編 第 5 章 第 2 節」を参考とする。

出典:[2.]  
改訂解説・河川管理施設等構造令 第 54 条  
解説(H12.1)P266  
一部加筆

出典:[第 2 節]  
河川砂防技術基準  
(案)同解説 調査編  
第 5 章 2.2.3  
(H9.10)P86

## (2) 洪水到達時間

洪水到達時間は、流下時間と流入時間の和として算出する。

流下時間および流入時間の算定方法は、「河川砂防技術基準(案)同解説 調査編 第5章第2節」に準ずるものとする。

## (3) 降雨強度

降雨強度は、「河川砂防技術基準(案)同解説 調査編 第5章第2節」に準ずるものとする。

また、「水理公式集 平成11年度版 (P19、P358)」を参考としてもよい。

なお、雨量データがない場合は、「本章5. 府県別降雨強度」に示す降雨強度式を使用してよい。

出典：〔2〕

河川砂防技術基準  
(案)同解説 調査編  
2.2.3  
(H9.10)P86～P89

## 第3節 水路断面

### 1. 構造

構造は、石張り、石積み、コンクリート構造（「建設省制定 土木構造物標準設計第1巻 側こう・暗きょ類」）とし、原則として素掘水路は設けない。

「建設省制定 土木構造物標準設計第1巻解説書(側こう・暗きょ類)」の断面決定図表を使用して断面決定してもよい。ただし、この図表は一律最大流量の20%の余裕とされたものであり、次項に示す余裕と異なるため使用には十分注意する必要がある。

#### 1-1 余裕

余裕は求めた流出量の30%とする。

#### 1-2 流速

一般排水溝、排水管の流速は、水路の洗掘、土砂の堆積等、維持管理面を考慮して設定するものとする。

表 3-1-1 材質による平均流速の範囲（参考）

側溝の材質	平均流速の範囲（単位：m/s）
コンクリート	0.6～3.0
アスファルト	0.6～1.5
石張りまたはブロック	0.6～1.8

出典：〔表 3-1-1〕

道路土工要綱(平成21  
年度版) 2-4-2(3)  
解表 2-5(H21.6)P141

#### 1-3 粗度係数

粗度係数は、使用する材料に応じた値を用いるものとする。

表 3-1-2 マニングの粗度係数 n

水路の形式	水路の状況	nの範囲	nの標準値
カルバート	現場打ちコンクリート		0.015
	コンクリート管		0.013
	コルゲートメタル管 (1形)		0.024
	〃 (2形)		0.033
	〃 (ペーピングあり)		0.012
	塩化ビニル管		0.010
ライニングした水路	コンクリート2次製品		0.013
	鋼, 塗装なし, 平滑	0.011~0.014	0.012
	モルタル	0.011~0.015	0.013
	木, かんな仕上げ	0.012~0.018	0.015
	コンクリート, コテ仕上げ	0.011~0.015	0.015
	コンクリート, 底面砂利	0.015~0.020	0.017
	石積み, モルタル目地	0.017~0.030	0.025
	空石積み	0.023~0.035	0.032
	アスファルト, 平滑	0.013	0.013
	ライニングなし水路	土, 直線, 等断面水路	0.016~0.025
土, 直線水路, 雑草あり		0.022~0.033	0.027
砂利, 直線水路		0.022~0.030	0.025
岩盤直線水路		0.025~0.040	0.035
自然水路	整正断面水路	0.025~0.033	0.030
	非常に不整正な断面, 雑草, 立木多し	0.075~0.150	0.100

出典:[表 3-1-2]  
 道路土工要綱(平成 21  
 年度版) 2-4-1  
 解表 2-4(H21.6)P137

#### 1-4 水路の設置上の留意点

- ① 堤防側の水路壁高は、堤防の堤脚が水路の流水によって浸潤または浸食されないように、10cm 程度高くするものとする。
- ② 堤内地が水田の場合には、水田に溜める水が水路に流出しないように、水田湛水深 (15cm 程度) 壁を高く設定する。

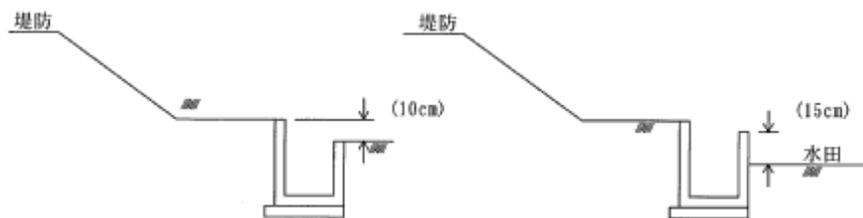


図 3-1-1 堤脚水路の壁高

- ③ 水路等を設置する場合には、周辺環境を考慮し、環境に配慮するものとする。  
 水路壁の設計にあたっては「本編第 3 章護岸」を参考の上、多自然、景観等、環境に配慮した設計を行うものとする。

#### 2. 函渠および管渠

管渠はその断面が  $D=1,000$  mm 以下に用いることを原則とし、これ以上はボックスカルバートとするが、載荷荷重状態、施工、経済面から検討し工法を選定すること。

函渠および管渠における構造および基礎の安定は、「建設省制定 土木構造物標準設計第 1 巻 解説書 (側こう・暗きょ類)」によること。

施工性、経済性等を考慮し、プレキャスト製品の使用を検討するものとする。

## 第4節 集水ます

集水ますは、側溝が配水管に接続する箇所、および側溝の断面が変化する箇所等、必要に応じて設けるものとする。

### (1) 形状寸法

形状寸法は、接続する排水溝の大きさ、位置、維持管理作業を考慮して決定するものとする。

集水ます、および排水管の維持のため人が入って容易に作業が出来る大きさとする。

構造は、「建設省制定 土木構造物標準設計第1巻 側こう・暗きょ類」および「建設省制定 土木構造物標準設計第1巻解説書(側こう・暗きょ類)」に準ずる。

施工性、経済性等を考慮し、プレキャスト製品の使用を検討するものとする。

### (2) 土砂溜まり

集水ますには、深さ 50 cm 程度の土砂溜まりを設けるものとする。ただし、流出土砂量が少ないと考えられるような場合や維持作業の頻度が少ないと考えられる場合等ではこの限りでない。

### (3) 昇降用金具

集水ます内高が 1m 以上の場合には、昇降用金具を取り付けるものとする。

### (4) 蓋

集水ますには、状況に応じて蓋を設けるものとする。

出典：〔2〕

土木構造物標準設計  
第1巻 解説書（側こう類・暗きょ類）  
(H12.9)P30

出典：〔図4-1-1〕

土木構造物標準設計  
第1巻 解説書（側こう類・暗きょ類）  
(H12.9)P10

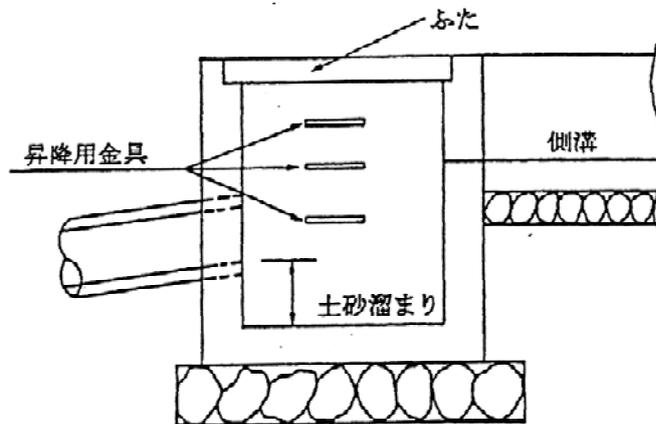


図 4-1-1 集水ますの例

第5節 府県別降雨強度（参考）

表 5-1-1 降雨強度式（その1）

砂防設備技術指針（案）Ver.3 H19 大阪府都市整備部河川室ダム砂防課

府県名	地域名	確率					備考
		5	10	20	30	50	
大阪府 地域割は図5-1-1参照	※豊能	図 5-1-2 参照					
	※三島	図 5-1-3 参照					
	※河内	図 5-1-4 参照					
	※南河	図 5-1-5 参照					
	※泉北	図 5-1-6 参照					
	※泉南	図 5-1-7 参照					

表 5-1-2 降雨強度式（その2）

開発行為に伴う治水対策事務処理マニュアル（案） H20 京都府土木建築部河川課

府県名	地域名	確率					備考	
		5	10	20	30	50		100
京都府	※京都府(全域)	$\frac{864.291}{t^{2/3+4.949}}$	$\frac{1093.198}{t^{2/3+5.350}}$		$\frac{1504.443}{t^{2/3+6.489}}$	$\frac{1716.511}{t^{2/3+7.139}}$	$\frac{2040.236}{t^{2/3+8.443}}$	上位 10 個 10 分 ≤ t ≤ 24 時間
"	"	$\frac{918.653}{t^{2/3+4.738}}$	$\frac{1097.311}{t^{2/3+5.089}}$		$\frac{1383.430}{t^{2/3+5.773}}$	$\frac{1521.307}{t^{2/3+6.115}}$	$\frac{1714.433}{t^{2/3+6.597}}$	全資料(参考) 10 分 ≤ t ≤ 24 時間

出典：[表 5-1-2]  
開発行為に伴う治水  
対策事務処理マニュアル  
(案) H20 P13

表 5-1-3 降雨強度式（その3）

設計便覧（案）河川編 H19. 12 滋賀県土木交通部

府県名	地域名	確率					備考	
		2	3	5	7	10		20
滋賀県	※全域	$\frac{229.6}{t^{0.5-0.4584}}$	$\frac{273.0}{t^{0.5-0.3480}}$	$\frac{321.0}{t^{0.5-0.2472}}$	$\frac{351.6}{t^{0.5-0.1855}}$	$\frac{383.4}{t^{0.5-0.1246}}$	$\frac{441.3}{t^{0.5-0.5372}}$	M27~H5
		確率					年	
		30	50	80	100			
		$\frac{523.7}{t^{0.5-0.4547}}$	$\frac{638.0}{t^{0.5-0.3590}}$	$\frac{738.6}{t^{0.5-0.3539}}$	$\frac{818.6}{t^{0.5-0.2250}}$			

出典：[表 5-1-3]  
滋賀県設計便覧（案）  
河川編 H19. 12  
参考資料第 1 章

表 5-1-4 降雨強度式(その4)  
三重県下水道事業雨量対策計画規模等検討業務委託報告書 H17 三重県県土整備部下水道室

府県名	地域名	確率					備考	
		5	7	10	30	50		100
三重県	四日市	$\frac{4260}{t^{0.9+35.2}}$	$\frac{3068.72}{t^{0.819+21.573}}$	$\frac{5164}{t^{0.9+37.18}}$	$\frac{6546}{t^{0.9+39.47}}$	$\frac{7176}{t^{0.9+40.25}}$	$\frac{8027}{t^{0.9+41.13}}$	各地区においては、左記の降雨強度に参表に示す降雨倍率を考慮する。
"	津	$\frac{442.11}{t^{0.501+0.833}}$	$\frac{519.41}{t^{0.51+1.021}}$	$\frac{524.34}{t^{0.492+0.79}}$	$\frac{989.04}{t^{0.546+2.444}}$	$\frac{936.4}{t^{0.518+1.627}}$	$\frac{1266.36}{t^{0.541+2.516}}$	
"	伊勢	$\frac{1703.46}{t^{0.666+10.354}}$	$\frac{1955.86}{t^{0.675+11.194}}$	$\frac{2420.37}{t^{0.696+13.691}}$	$\frac{2742.33}{t^{0.68+12.585}}$	$\frac{3012.68}{t^{0.683+12.674}}$	$\frac{3394}{t^{0.686+13.061}}$	
"	大宮	$\frac{49.268}{t^{0.137-0.994}}$	$\frac{24.698}{t^{0.079-1.029}}$	$\frac{2.362}{t^{0.009-1.006}}$	$\frac{0.943}{t^{0.003-1.002}}$	$\frac{1.734}{t^{0.005-1.003}}$	$\frac{1.909}{t^{0.005-1.003}}$	
"	尾鷲	$\frac{2426.15}{t^{0.623+12.573}}$	$\frac{4042.72}{t^{0.7+21.760}}$	$\frac{7060.16}{t^{0.791+38.484}}$	$\frac{11678.05}{t^{0.846+56.660}}$	$\frac{14153.97}{t^{0.867+64.987}}$	$\frac{13588.39}{t^{0.839+56.887}}$	
"	上野	$\frac{548.458}{t^{0.588+1.208}}$	$\frac{559.778}{t^{0.576+1.094}}$	$\frac{520.851}{t^{0.55+0.587}}$	$\frac{679.340}{t^{0.557+0.925}}$	$\frac{705.090}{t^{0.55+0.65}}$	$\frac{816.489}{t^{0.556+0.94}}$	

出典:[表 5-1-4]  
三重県下水道事業雨量対策計画規模等検討業務委託報告書 H17 三重県県土整備部下水道室

参表 降雨倍率  
三重県下水道事業雨量対策計画規模等検討業務委託報告書 H17 三重県県土整備部下水道室

地域	適用地区	降雨倍率					備考	
		5	7	10	30	50		100
四日市	四日市市	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
	旧桑名市、木曾岬町、旧長島町、東員町、川越町、朝日町	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
	いなべ市、旧多度町、菰野町	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	
津	鈴鹿市	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
	津市、河芸町、安濃町、美里村、香良洲町	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
	亀山市、芸濃町	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
	久居市、白山町、一志町	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	
伊勢	旧松阪市、旧嬉野町、旧三雲村、明和町	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	
	伊勢市、二見町、御園村、小俣町、玉城町、度会町(北部)	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
	鳥羽市	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
	南島町、度会町(南部)、南勢町	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
	志摩市	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	
大宮	旧大宮町、大台町	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
	美杉村	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	
	旧飯南町、勢和村、多気町	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	
	旧飯高町	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
	宮川村	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	
尾鷲	旧大内山村、旧紀勢町	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	
	尾鷲市、紀伊長島町(山間部)、海山町	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
	紀伊長島(海岸部)	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
	熊野市(山間部)	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
	熊野市(海岸部)、御浜町(海岸部)、紀宝町(海岸部)、鵜殿村	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
上野	紀和町、御浜町(山間部)、紀宝町(山間部)	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
	旧上野市、旧島ヶ原村	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
	旧阿山町、旧伊賀村、旧大山田村	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	
	名張市、旧青山町	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	

表 5-1-5 降雨強度式(その5)

砂防技術指針 H12. 4 奈良県土木部砂防課

府県名	地域名	確率					備考	
		5	10	20	30	50		100
奈良県	※奈良大和川流域	$\frac{3925}{t+29.79}$	$\frac{4669}{t+30.18}$	$\frac{5376}{t+30.40}$	$\frac{5786}{t+30.52}$	$\frac{6307}{t+30.75}$	$\frac{6990}{t+30.83}$	1分 $\leq$ t $\leq$ 90分 M. 30~
"	"	$\frac{210}{t^{0.5}-3.10}$	$\frac{241}{t^{0.5}-3.29}$	$\frac{270}{t^{0.5}-3.43}$	$\frac{287}{t^{0.5}-3.50}$	$\frac{308}{t^{0.5}-3.56}$	$\frac{337}{t^{0.5}-3.64}$	91分 $\leq$ t $\leq$ 10時間 M. 30~
但し上式は大和平野全域に適用 県内淀川流域=上式 $\times$ 1.3 " 紀ノ川 " = " $\times$ 1.2 " 十津川 " = " $\times$ 2.5 " 北山川 " = " $\times$ 2.8								

出典:[表 5-1-5]  
砂防技術指針 H12. 4  
II. 計画編 II-2

表 5-1-6 降雨強度式(その6)

砂防関係設計指針 H15. 8 改訂版 福井県土木部 砂防海岸課

出典:[表 5-1-6]  
砂防関係設計指針  
H15. 8 改訂版

府 県 名	地 域 名	確 率					備 考	
		5	10	20	30	50		100
福 井 県	※福井平野部	$\frac{1262.7}{t^{3/4+7.224}}$	$\frac{1521.2}{t^{3/4+8.093}}$	$\frac{1772.4}{t^{3/4+8.792}}$	$\frac{1920.0}{t^{3/4+9.178}}$	$\frac{2102.5}{t^{3/4+9.564}}$	$\frac{2350.4}{t^{3/4+10.030}}$	10 分 ≤ t ≤ 180 分 福井平野部
	"	$\frac{550.1}{t^{0/513}}$	$\frac{652.5}{t^{0/514}}$	$\frac{750.5}{t^{0/515}}$	$\frac{807.6}{t^{0/515}}$	$\frac{877.8}{t^{0/515}}$	$\frac{973.7}{t^{0/516}}$	180 分 ≤ t ≤ 24 時間 福井平野部
	※奥越山間部	$\frac{164.0}{t^{1/3-0.574}}$	$\frac{203.9}{t^{1/3-0.404}}$	$\frac{243.4}{t^{1/3-0.262}}$	$\frac{266.2}{t^{1/3-0.195}}$	$\frac{296.0}{t^{1/3-0.104}}$	$\frac{335.6}{t^{1/3-0.010}}$	10 分 ≤ t ≤ 180 分 奥越山間部
	"	$\frac{2685.3}{t^{3/4+35.140}}$	$\frac{3412.3}{t^{3/4+39.704}}$	$\frac{4112.6}{t^{3/4+42.850}}$	$\frac{4516.7}{t^{3/4+44.320}}$	$\frac{5022.6}{t^{3/4+45.844}}$	$\frac{5706.3}{t^{3/4+47.595}}$	180 分 ≤ t ≤ 24 時間 奥越山間部
	※嶺北海岸部	$\frac{1352.4}{t^{3/4+8.489}}$	$\frac{1632.9}{t^{3/4+9.240}}$	$\frac{1905.5}{t^{3/4+9.858}}$	$\frac{2065.2}{t^{3/4+10.195}}$	$\frac{2261.8}{t^{3/4+10.502}}$	$\frac{2529.7}{t^{3/4+10.899}}$	10 分 ≤ t ≤ 180 分 嶺北海岸部
	"	$\frac{1360.2}{t^{3/4+8.645}}$	$\frac{1574.2}{t^{3/4+6.842}}$	$\frac{1779.7}{t^{3/4+5.596}}$	$\frac{1898.4}{t^{3/4+5.020}}$	$\frac{2047.0}{t^{3/4+4.441}}$	$\frac{2246.8}{t^{3/4+3.742}}$	180 分 ≤ t ≤ 24 時間 嶺北海岸部
	※嶺北南部	$\frac{371.8}{t^{1/2+0.595}}$	$\frac{443.5}{t^{1/2+0.715}}$	$\frac{513.4}{t^{1/2+0.822}}$	$\frac{552.6}{t^{1/2+0.852}}$	$\frac{603.3}{t^{1/2+0.915}}$	$\frac{670.1}{t^{1/2+0.963}}$	10 分 ≤ t ≤ 180 分 嶺北南部
	"	$\frac{240.8}{t^{1/2-4.220}}$	$\frac{290.6}{t^{1/2-4.028}}$	$\frac{338.1}{t^{1/2-3.895}}$	$\frac{365.6}{t^{1/2-3.830}}$	$\frac{400.0}{t^{1/2-3.759}}$	$\frac{446.3}{t^{1/2-3.682}}$	180 分 ≤ t ≤ 24 時間 嶺北南部
	※嶺北東部	$\frac{738.7}{t^{2/3+3.176}}$	$\frac{834.5}{t^{2/3+2.794}}$	$\frac{928.1}{t^{2/3+2.566}}$	$\frac{980.5}{t^{2/3+2.422}}$	$\frac{1049.1}{t^{2/3+2.321}}$	$\frac{1138.5}{t^{2/3+2.165}}$	10 分 ≤ t ≤ 180 分 嶺北東部
	"	$\frac{864.6}{t^{2/3+8.715}}$	$\frac{1058.8}{t^{2/3+11.279}}$	$\frac{1246.5}{t^{2/3+13.193}}$	$\frac{1355.9}{t^{2/3+14.169}}$	$\frac{1492.5}{t^{2/3+15.214}}$	$\frac{1677.7}{t^{2/3+16.459}}$	180 分 ≤ t ≤ 24 時間 嶺北東部
※嶺北西部	$\frac{468.7}{t^{1/2+1.725}}$	$\frac{554.1}{t^{1/2+1.725}}$	$\frac{636.9}{t^{1/2+1.742}}$	$\frac{682.8}{t^{1/2+1.721}}$	$\frac{736.6}{t^{1/2+1.722}}$	$\frac{820.4}{t^{1/2+1.718}}$	10 分 ≤ t ≤ 180 分 嶺北西部	
"	$\frac{2065.0}{t^{3/4+17.304}}$	$\frac{2575.7}{t^{3/4+19.553}}$	$\frac{3068.6}{t^{3/4+21.189}}$	$\frac{3350.6}{t^{3/4+21.858}}$	$\frac{3704.4}{t^{3/4+22.630}}$	$\frac{4182.5}{t^{3/4+17.304}}$	180 分 ≤ t ≤ 24 時間 嶺北西部	

表5-1-7 霖雨強度式 (その7)

和歌山県管内確率霖雨強度の算定 H9.10 和歌山県土木部河川課

地域名	種 率 年										備考
	2	3	5	7	10	20	30	50	100	200	
※和歌山	$\frac{577.8}{t^{0.642+2.805}}$	$\frac{661.2}{t^{0.629+2.787}}$	$\frac{767.5}{t^{0.613+2.942}}$	$\frac{816.8}{t^{0.611+2.872}}$	$\frac{885.9}{t^{0.604+2.977}}$	$\frac{991.4}{t^{0.594+2.954}}$	$\frac{1057.1}{t^{0.589+2.980}}$	$\frac{1140.7}{t^{0.584+3.026}}$	$\frac{1245.6}{t^{0.578+3.035}}$	$\frac{1373.9}{t^{0.569+3.158}}$	10分型 ≦24時間 S.29~H.7
和歌山+高野山 2	$\left[ \frac{577.8}{t^{0.642+2.805}} + \frac{749.2}{t^{0.687+4.063}} \right] / 2$	$\left[ \frac{661.2}{t^{0.629+2.787}} + \frac{734.7}{t^{0.619+3.196}} \right] / 2$	$\left[ \frac{767.5}{t^{0.613+2.942}} + \frac{856.8}{t^{0.618+3.395}} \right] / 2$	$\left[ \frac{816.8}{t^{0.611+2.872}} + \frac{865.5}{t^{0.613+3.023}} \right] / 2$	$\left[ \frac{885.9}{t^{0.604+2.977}} + \frac{889.1}{t^{0.613+2.871}} \right] / 2$	$\left[ \frac{991.4}{t^{0.594+2.954}} + \frac{941.6}{t^{0.609+2.590}} \right] / 2$	$\left[ \frac{1057.1}{t^{0.589+2.980}} + \frac{1040.1}{t^{0.607+2.867}} \right] / 2$	$\left[ \frac{1140.7}{t^{0.584+3.026}} + \frac{1036.5}{t^{0.594+2.541}} \right] / 2$	$\left[ \frac{1245.6}{t^{0.578+3.035}} + \frac{1100.6}{t^{0.586+2.434}} \right] / 2$	$\left[ \frac{1373.9}{t^{0.569+3.158}} + \frac{1105.5}{t^{0.577+2.006}} \right] / 2$	
※高野山	$\frac{749.2}{t^{0.687+4.063}}$	$\frac{734.7}{t^{0.619+3.196}}$	$\frac{856.8}{t^{0.618+3.395}}$	$\frac{865.5}{t^{0.613+3.023}}$	$\frac{889.1}{t^{0.613+2.871}}$	$\frac{941.6}{t^{0.609+2.590}}$	$\frac{1040.1}{t^{0.607+2.867}}$	$\frac{1036.5}{t^{0.594+2.541}}$	$\frac{1100.6}{t^{0.586+2.434}}$	$\frac{1105.5}{t^{0.577+2.006}}$	10分型 ≦24時間 S.29~S.59
和歌山+白浜 2	$\left[ \frac{577.8}{t^{0.642+2.805}} + \frac{1255.8}{t^{0.731+8.189}} \right] / 2$	$\left[ \frac{661.2}{t^{0.629+2.787}} + \frac{1625.3}{t^{0.728+9.707}} \right] / 2$	$\left[ \frac{767.5}{t^{0.613+2.942}} + \frac{2147.0}{t^{0.719+11.879}} \right] / 2$	$\left[ \frac{816.8}{t^{0.611+2.872}} + \frac{2490.2}{t^{0.705+13.104}} \right] / 2$	$\left[ \frac{885.9}{t^{0.604+2.977}} + \frac{2859.7}{t^{0.704+14.332}} \right] / 2$	$\left[ \frac{991.4}{t^{0.594+2.954}} + \frac{3804.4}{t^{0.704+17.665}} \right] / 2$	$\left[ \frac{1057.1}{t^{0.589+2.980}} + \frac{4400.7}{t^{0.714+19.562}} \right] / 2$	$\left[ \frac{1140.7}{t^{0.584+3.026}} + \frac{5308.9}{t^{0.704+22.512}} \right] / 2$	$\left[ \frac{1245.6}{t^{0.578+3.035}} + \frac{6790.0}{t^{0.802+27.147}} \right] / 2$	$\left[ \frac{1373.9}{t^{0.569+3.158}} + \frac{8465.4}{t^{0.801+31.843}} \right] / 2$	
※清水	$\frac{821.4}{t^{0.644+6.002}}$	$\frac{963.1}{t^{0.638+6.695}}$	$\frac{1266.7}{t^{0.631+8.754}}$	$\frac{1426.9}{t^{0.624+9.639}}$	$\frac{1639.8}{t^{0.616+10.709}}$	$\frac{2256.1}{t^{0.604+14.748}}$	$\frac{3072.9}{t^{0.597+20.399}}$	$\frac{3962.2}{t^{0.592+25.849}}$	$\frac{5748.1}{t^{0.580+37.273}}$	$\frac{11447.4}{t^{0.567+76.101}}$	10分型 ≦24時間 S.29~S.59
※竜神	$\frac{873.4}{t^{0.629+5.351}}$	$\frac{835.9}{t^{0.628+4.464}}$	$\frac{864.3}{t^{0.623+4.240}}$	$\frac{885.5}{t^{0.621+4.287}}$	$\frac{932.0}{t^{0.616+4.365}}$	$\frac{1010.3}{t^{0.609+4.585}}$	$\frac{972.3}{t^{0.608+4.096}}$	$\frac{954.3}{t^{0.604+3.730}}$	$\frac{1012.8}{t^{0.614+3.909}}$	$\frac{1231.1}{t^{0.606+4.431}}$	?
※白浜	$\frac{1255.8}{t^{0.731+8.189}}$	$\frac{1625.3}{t^{0.728+9.707}}$	$\frac{2147.0}{t^{0.719+11.879}}$	$\frac{2490.2}{t^{0.705+13.104}}$	$\frac{2869.7}{t^{0.704+14.332}}$	$\frac{3804.4}{t^{0.704+17.665}}$	$\frac{4400.7}{t^{0.714+19.562}}$	$\frac{5308.9}{t^{0.704+22.512}}$	$\frac{6790.0}{t^{0.802+27.147}}$	$\frac{8465.4}{t^{0.801+31.843}}$	10分型 ≦24時間 S.29~H.7
竜神+本宮 2	$\left[ \frac{873.4}{t^{0.629+5.351}} + \frac{422.1}{t^{0.594+1.212}} \right] / 2$	$\left[ \frac{835.9}{t^{0.628+4.464}} + \frac{365.4}{t^{0.603+0.501}} \right] / 2$	$\left[ \frac{864.3}{t^{0.623+4.240}} + \frac{708.4}{t^{0.611+1.795}} \right] / 2$	$\left[ \frac{885.5}{t^{0.621+4.287}} + \frac{1044.0}{t^{0.616+3.359}} \right] / 2$	$\left[ \frac{932.0}{t^{0.616+4.365}} + \frac{914.4}{t^{0.614+2.085}} \right] / 2$	$\left[ \frac{1010.3}{t^{0.609+4.585}} + \frac{1237.3}{t^{0.604+2.816}} \right] / 2$	$\left[ \frac{972.3}{t^{0.608+4.096}} + \frac{1409.0}{t^{0.617+3.208}} \right] / 2$	$\left[ \frac{954.3}{t^{0.604+3.730}} + \frac{1453.9}{t^{0.602+2.789}} \right] / 2$	$\left[ \frac{1012.8}{t^{0.614+3.909}} + \frac{2040.0}{t^{0.609+4.418}} \right] / 2$	$\left[ \frac{1231.1}{t^{0.606+4.431}} + \frac{1990.0}{t^{0.601+3.456}} \right] / 2$	
※本宮	$\frac{422.1}{t^{0.603+1.212}}$	$\frac{365.4}{t^{0.603+0.501}}$	$\frac{708.4}{t^{0.611+1.795}}$	$\frac{1044.0}{t^{0.616+3.359}}$	$\frac{914.4}{t^{0.614+2.085}}$	$\frac{1237.3}{t^{0.604+2.816}}$	$\frac{1409.0}{t^{0.617+3.208}}$	$\frac{1453.9}{t^{0.602+2.789}}$	$\frac{2040.0}{t^{0.609+4.418}}$	$\frac{1990.0}{t^{0.601+3.456}}$	10分型 ≦24時間 S.29~S.60
※潮岬	$\frac{1562.6}{t^{0.618+8.778}}$	$\frac{2141.5}{t^{0.616+11.657}}$	$\frac{2940.0}{t^{0.614+15.315}}$	$\frac{3542.7}{t^{0.616+17.974}}$	$\frac{4243.3}{t^{0.616+20.948}}$	$\frac{5842.7}{t^{0.615+27.341}}$	$\frac{7074.6}{t^{0.612+32.287}}$	$\frac{8792.0}{t^{0.601+38.734}}$	$\frac{11569.3}{t^{0.606+48.561}}$	$\frac{15158.4}{t^{0.601+60.827}}$	10分型 ≦24時間 S.29~H.8

出典:[表5-1-7]  
和歌山県管内確率降  
雨強度の算定 H9.10

表 5-1-8 確率年別継続時間降雨強度式 (その 8)

土木技術管理規定集 河川編 H15.4 兵庫県土木整備部

出典:[表 5-1-8]  
兵庫県土木技術管理  
規定集\_河川編  
H15.4

適用地域	神戸エリア		姫路エリア				豊岡エリア				洲本エリア	
	阪神・丹波地域+社土木管内+明石川流域 神戸×1.0		播磨地域南部 姫路×1.0		播磨地域北部 姫路×1.2		豊岡盆地(出石川流域を含む) 豊岡×1.0		豊岡盆地以外 豊岡×1.2		淡路地域すべて 洲本×1.0	
適用時間	10分 ≤ t ≤ 180分		同 左		同 左		同 左		同 左		同 左	
確率年	式	r <sub>60</sub> 分										
300	$\frac{1474.0}{t^{0.6+3.742}}$	95.7	$\frac{1014.4}{t^{0.6+1.763}}$	75.5	$\frac{1217.3}{t^{0.6+1.763}}$	90.7	$\frac{1202.6}{t^{2.2+1.959}}$	69.6	$\frac{1443.1}{t^{2.2+1.959}}$	83.5	$\frac{1662.6}{t^{0.6+3.472}}$	109.8
200	$\frac{1369.4}{t^{0.6+3.494}}$	90.3	$\frac{965.8}{t^{0.6+1.730}}$	72.1	$\frac{1159.0}{t^{0.6+1.730}}$	86.5	$\frac{1149.2}{t^{2.2+1.952}}$	66.5	$\frac{1379.0}{t^{2.2+1.952}}$	79.8	$\frac{1568.9}{t^{0.6+3.387}}$	104.2
150	$\frac{1297.9}{t^{0.6+3.321}}$	86.6	$\frac{931.2}{t^{0.6+1.703}}$	69.7	$\frac{1117.4}{t^{0.6+1.703}}$	83.6	$\frac{1111.8}{t^{2.2+1.949}}$	64.4	$\frac{1334.2}{t^{2.2+1.949}}$	77.2	$\frac{1503.2}{t^{0.6+3.324}}$	100.3
100	$\frac{1200.9}{t^{0.6+3.085}}$	81.4	$\frac{882.3}{t^{0.6+1.663}}$	66.2	$\frac{1058.8}{t^{0.6+1.663}}$	79.4	$\frac{1058.5}{t^{2.2+1.942}}$	61.3	$\frac{1270.2}{t^{2.2+1.942}}$	73.6	$\frac{1412.3}{t^{0.6+3.237}}$	94.8
90	$\frac{1176.6}{t^{0.6+3.028}}$	80.1	$\frac{869.7}{t^{0.6+1.652}}$	65.3	$\frac{1043.6}{t^{0.6+1.652}}$	78.4	$\frac{1044.7}{t^{2.2+1.942}}$	60.5	$\frac{1253.6}{t^{2.2+1.942}}$	72.6	$\frac{1388.7}{t^{0.6+3.212}}$	93.3
80	$\frac{1149.4}{t^{0.6+2.959}}$	78.6	$\frac{855.7}{t^{0.6+1.642}}$	64.3	$\frac{1026.8}{t^{0.6+1.642}}$	77.2	$\frac{1029.2}{t^{2.2+1.938}}$	59.6	$\frac{1235.0}{t^{2.2+1.938}}$	71.5	$\frac{1362.8}{t^{0.6+3.188}}$	91.8
70	$\frac{1119.0}{t^{0.6+2.885}}$	76.9	$\frac{839.6}{t^{0.6+1.628}}$	63.2	$\frac{1007.5}{t^{0.6+1.628}}$	75.8	$\frac{1011.5}{t^{2.2+1.936}}$	58.6	$\frac{1213.8}{t^{2.2+1.936}}$	70.3	$\frac{1333.5}{t^{0.6+3.158}}$	90.0
60	$\frac{1084.7}{t^{0.6+2.801}}$	75.0	$\frac{820.9}{t^{0.6+1.609}}$	61.8	$\frac{985.1}{t^{0.6+1.609}}$	74.2	$\frac{991.5}{t^{2.2+1.936}}$	57.4	$\frac{1189.8}{t^{2.2+1.936}}$	68.9	$\frac{1299.7}{t^{0.6+3.124}}$	87.9
50	$\frac{1044.4}{t^{0.6+2.698}}$	72.7	$\frac{798.7}{t^{0.6+1.587}}$	60.3	$\frac{958.4}{t^{0.6+1.587}}$	72.3	$\frac{967.4}{t^{2.2+1.933}}$	56.1	$\frac{1160.9}{t^{2.2+1.933}}$	67.3	$\frac{1259.8}{t^{0.6+3.081}}$	85.4
40	$\frac{996.5}{t^{0.6+2.579}}$	70.0	$\frac{771.8}{t^{0.6+1.560}}$	58.4	$\frac{926.2}{t^{0.6+1.560}}$	70.0	$\frac{937.8}{t^{2.2+1.927}}$	54.4	$\frac{1125.4}{t^{2.2+1.927}}$	65.2	$\frac{1211.2}{t^{0.6+3.027}}$	82.4
30	$\frac{936.1}{t^{0.6+2.426}}$	66.4	$\frac{736.9}{t^{0.6+1.521}}$	55.9	$\frac{884.3}{t^{0.6+1.521}}$	67.1	$\frac{899.7}{t^{2.2+1.921}}$	52.2	$\frac{1079.6}{t^{2.2+1.921}}$	62.6	$\frac{1149.3}{t^{0.6+2.959}}$	78.6
20	$\frac{853.7}{t^{0.6+2.215}}$	61.5	$\frac{687.4}{t^{0.6+1.461}}$	52.4	$\frac{824.9}{t^{0.6+1.461}}$	62.8	$\frac{845.5}{t^{2.2+1.913}}$	49.1	$\frac{1014.7}{t^{2.2+1.913}}$	58.9	$\frac{1062.5}{t^{0.6+2.857}}$	73.2
10	$\frac{719.9}{t^{0.6+1.874}}$	53.2	$\frac{601.7}{t^{0.6+1.341}}$	46.3	$\frac{722.0}{t^{0.6+1.341}}$	55.5	$\frac{751.7}{t^{2.2+1.894}}$	43.7	$\frac{902.0}{t^{2.2+1.894}}$	52.4	$\frac{913.4}{t^{0.6+2.658}}$	63.8
7	$\frac{653.9}{t^{0.6+1.712}}$	48.9	$\frac{556.4}{t^{0.6+1.266}}$	43.0	$\frac{667.7}{t^{0.6+1.266}}$	51.6	$\frac{701.9}{t^{2.2+1.882}}$	40.8	$\frac{842.3}{t^{2.2+1.882}}$	48.9	$\frac{835.8}{t^{0.6+2.541}}$	58.8
5	$\frac{592.5}{t^{0.6+1.562}}$	44.8	$\frac{512.5}{t^{0.6+1.184}}$	39.9	$\frac{615.0}{t^{0.6+1.184}}$	47.9	$\frac{653.5}{t^{2.2+1.866}}$	38.0	$\frac{784.2}{t^{2.2+1.866}}$	45.6	$\frac{760.9}{t^{0.6+2.414}}$	54.0
3	$\frac{499.5}{t^{0.6+1.352}}$	38.4	$\frac{441.7}{t^{0.6+1.024}}$	34.8	$\frac{530.0}{t^{0.6+1.024}}$	41.8	$\frac{575.8}{t^{2.2+1.846}}$	33.5	$\frac{691.0}{t^{2.2+1.846}}$	40.2	$\frac{641.6}{t^{0.6+2.180}}$	46.3
2	$\frac{422.9}{t^{0.6+1.212}}$	32.8	$\frac{378.6}{t^{0.6+0.850}}$	30.3	$\frac{454.3}{t^{0.6+0.850}}$	36.3	$\frac{505.5}{t^{2.2+1.811}}$	29.5	$\frac{606.6}{t^{2.2+1.811}}$	35.4	$\frac{536.4}{t^{0.6+1.923}}$	39.5
観測所名	神戸海岸気象台		姫路測候所				豊岡測候所				洲本測候所	
統計期間	1937~1998		1949~1998				1926~1998				1919~1998	
確率計算方法	対数ピアソンⅢ型		グンベル法				グンベル法				対数ピアソンⅢ型	

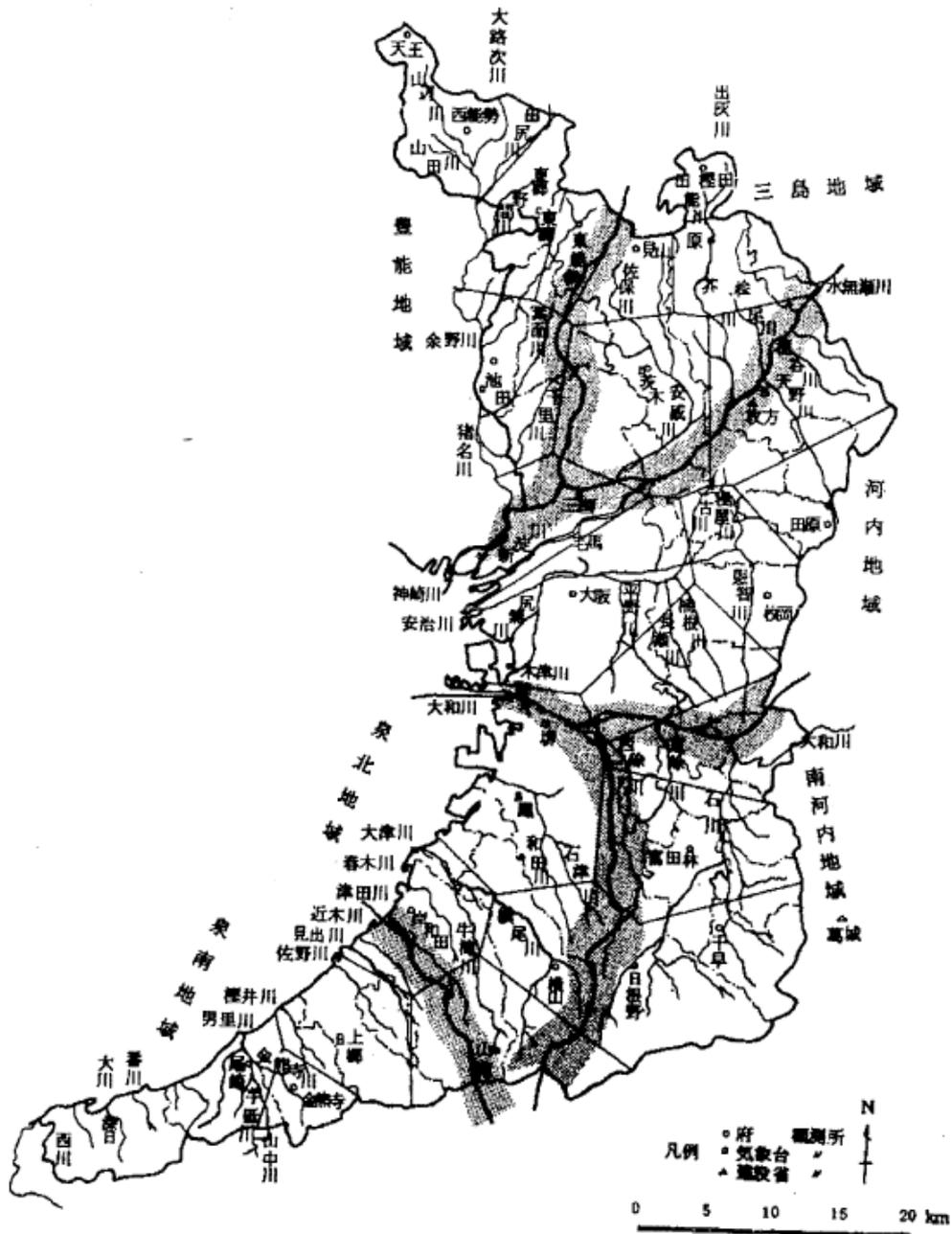


図 5-1-1 大阪府下降雨強度区分図

砂防設備技術指針 Ver. 3.0 H19. 9 大阪府都市整備部河川室ダム砂防課

雨量観測所 : 西能勢、池田、東能勢、東郷、茨木、三国

出典:[図 5-1-2]  
 砂防設備技術指針  
 Ver. 3.0 H19. 9  
 大阪府都市整備部  
 河川室ダム砂防課  
 P II-123, 124

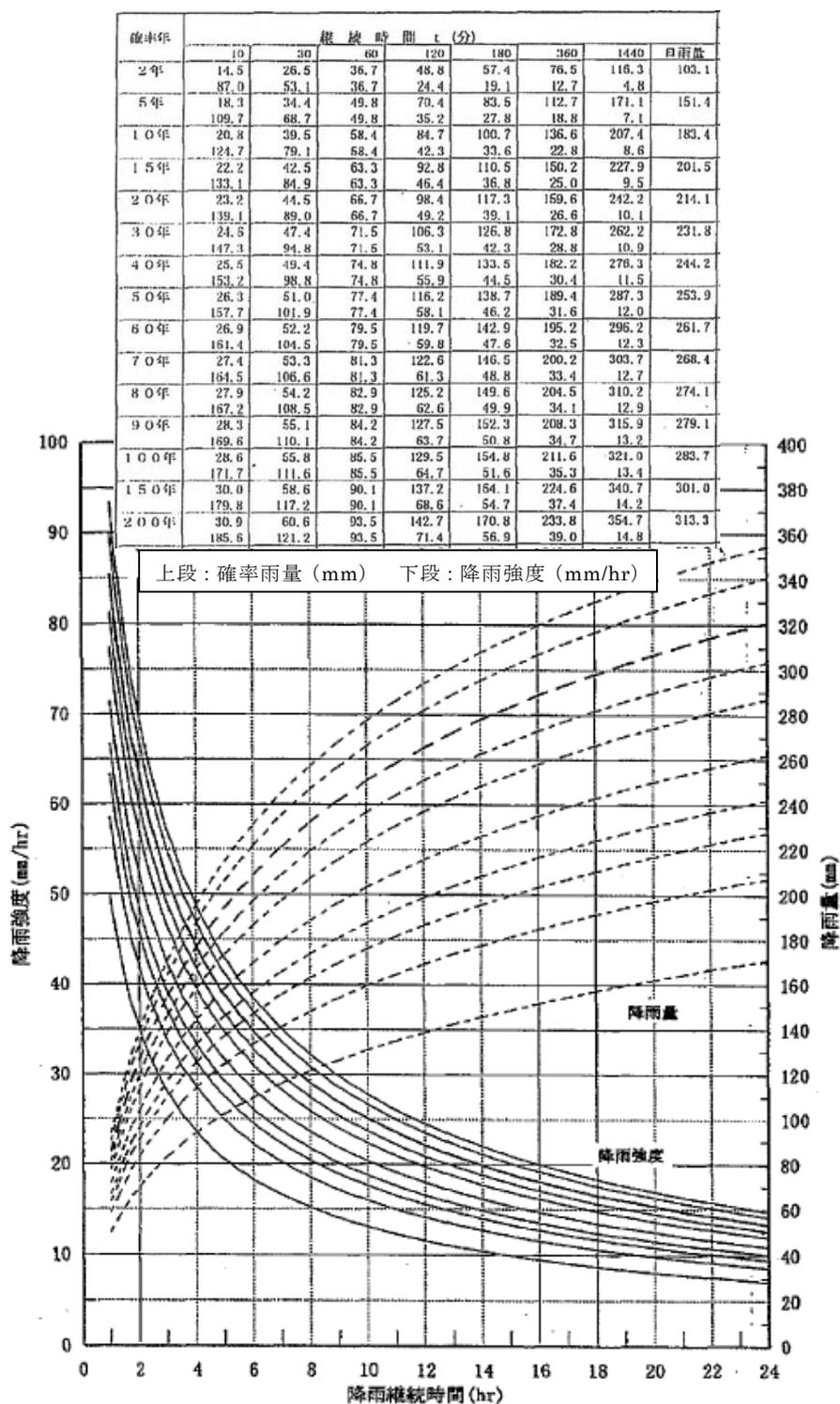


図 5-1-2 降雨強度曲線 (大阪府) 豊能地区

砂防設備技術指針 Ver. 3.0 H19. 9 大阪府都市整備部河川室ダム砂防課

雨量観測所 : 池田、東能勢、見山、茨木、  
原、樫田、枚方、三国

出典:[図 5-1-3]  
砂防設備技術指針  
Ver. 3.0 H19.9  
大阪府都市整備部  
河川室ダム砂防課  
P II-125, 126

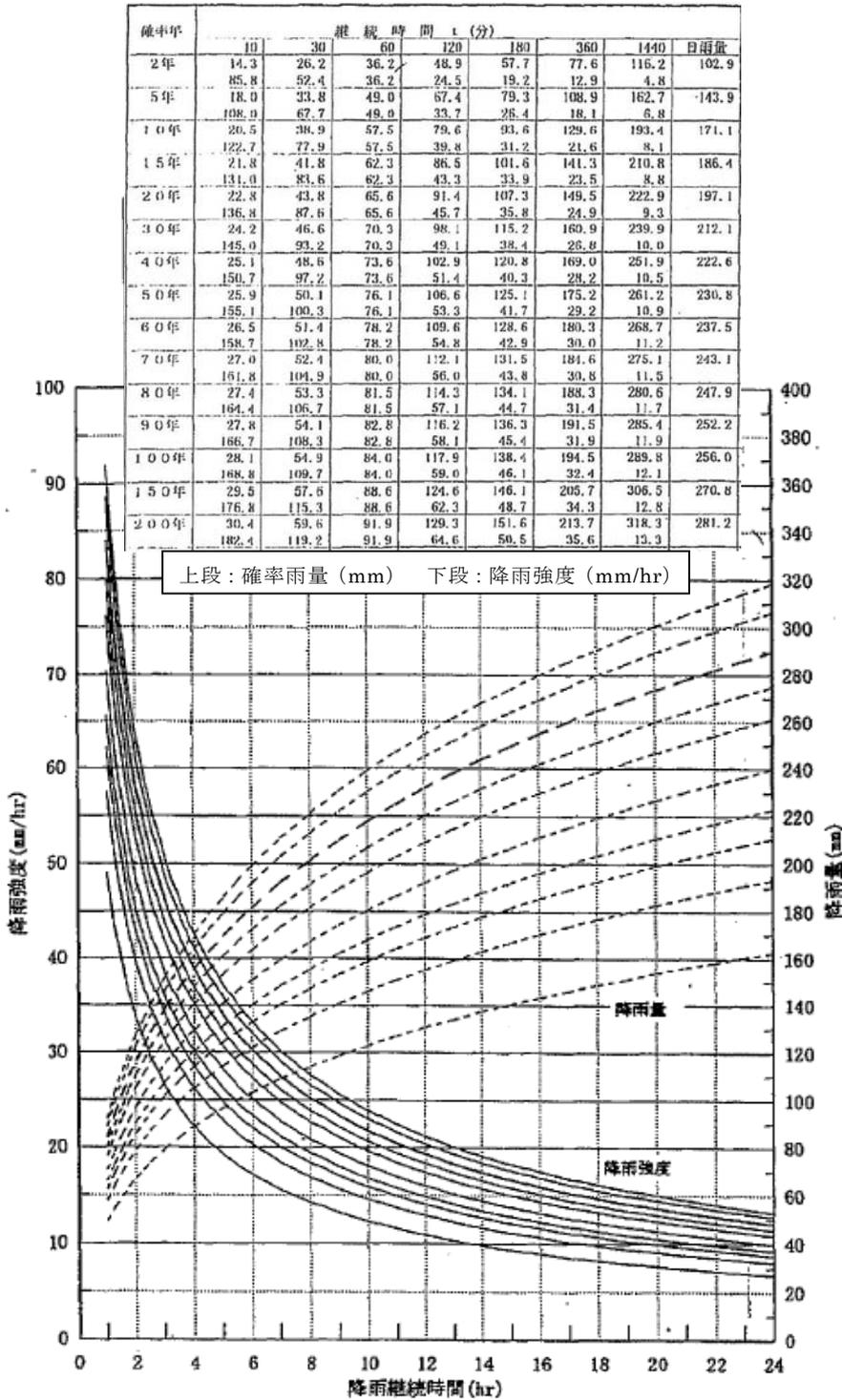


図 5-1-3 降雨強度曲線 (大阪府) 三島地区

雨量観測所 : 大阪、茨木、田原、枚方、鳳  
八尾、枚岡、三国、柏原

出典:[図5-1-4]  
砂防設備技術指針  
Ver. 3.0 H19.9  
大阪府都市整備部  
河川室ダム砂防課  
P II-127, 128

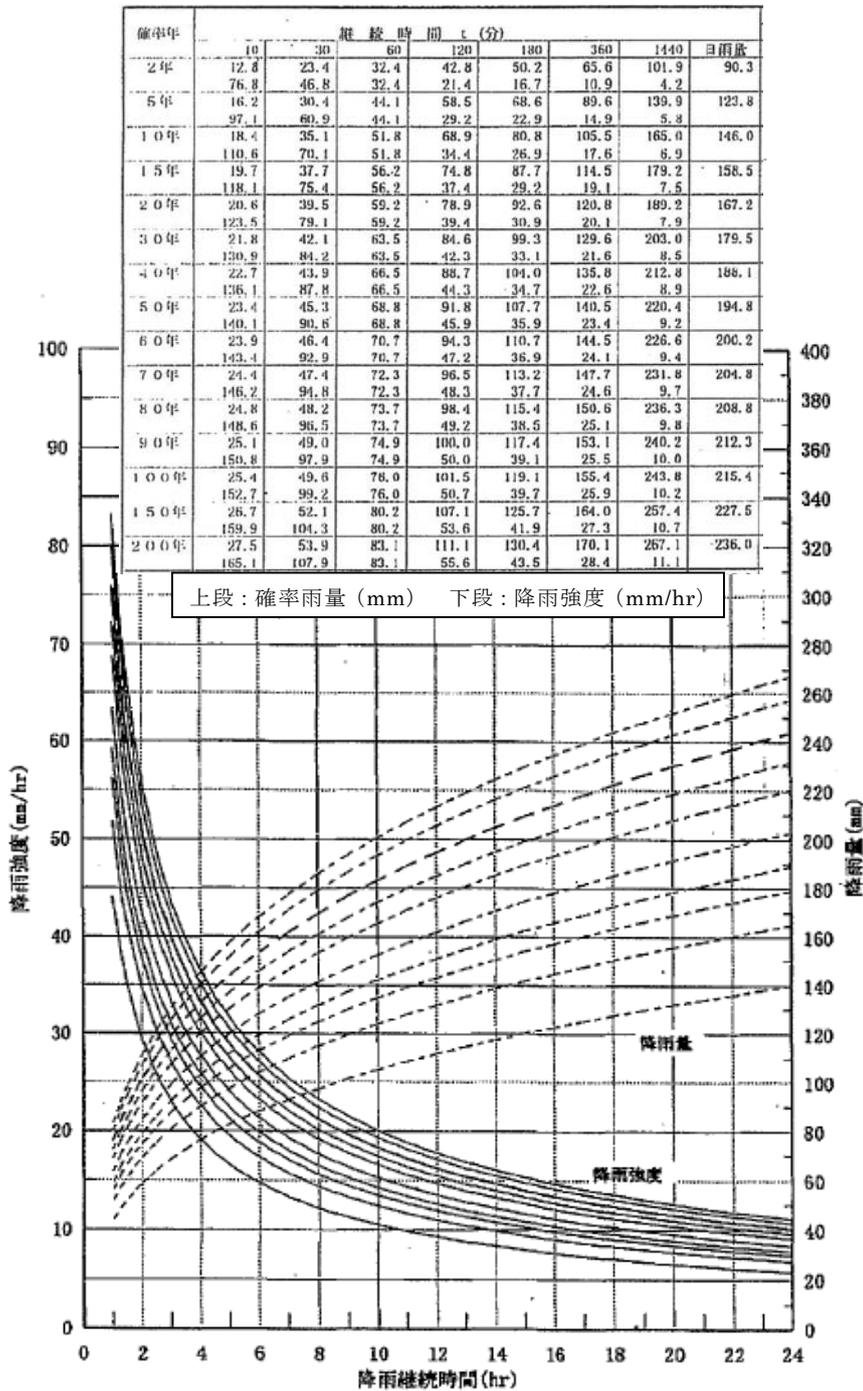


図5-1-4 降雨強度曲線 (大阪府) 河内地区

雨量観測所 : 八尾、富田林、千早、鳳、  
横山、柏原、葛城

出典:[図 5-1-5]  
砂防設備技術指針  
Ver. 3.0 H19.9  
大阪府都市整備部  
河川室ダム砂防課  
P II-129, 130

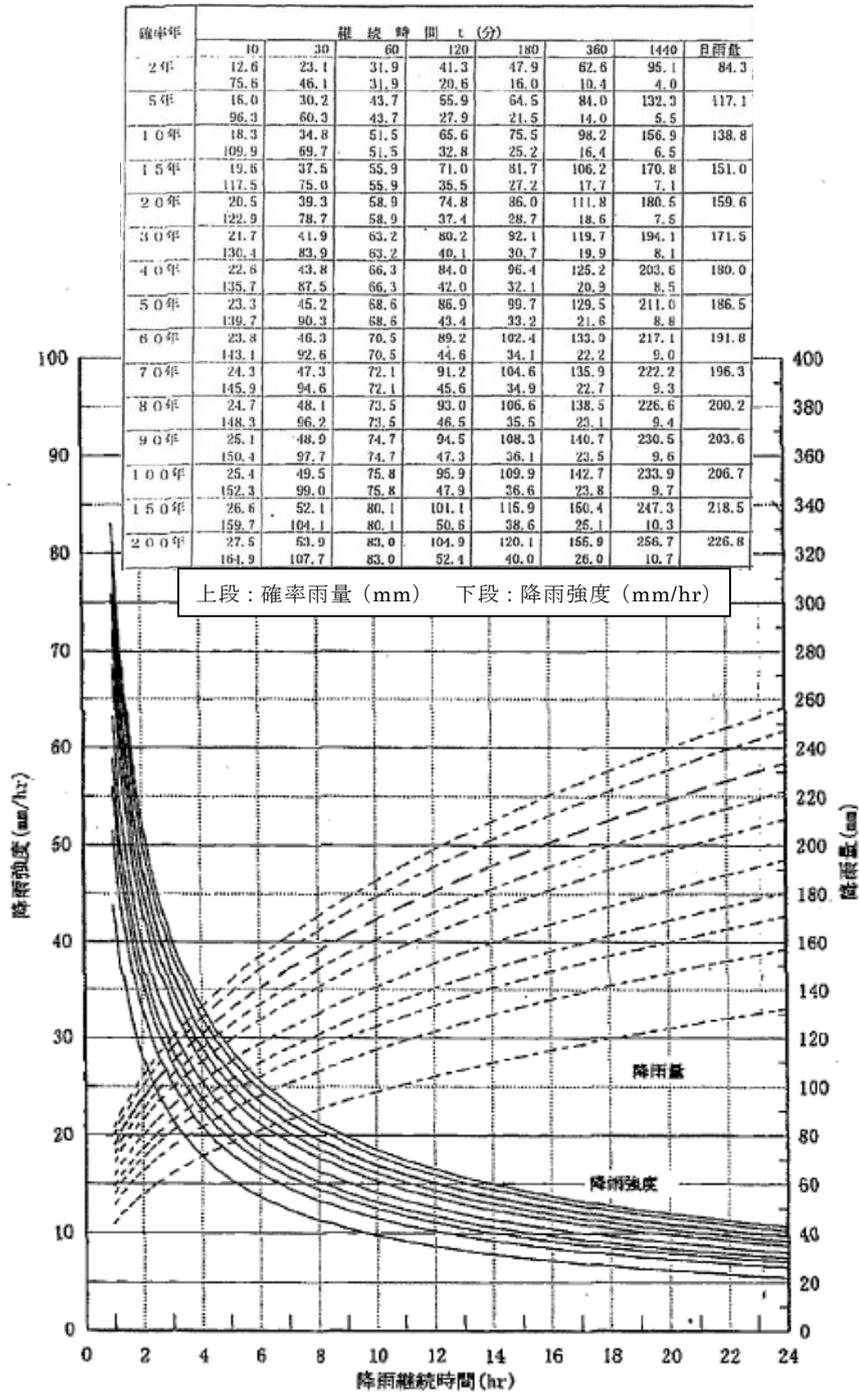


図 5-1-5 降雨強度曲線 (大阪府) 南河内地区

雨量観測所 : 富田林、鳳、横山、山滝、  
岸和田、柏原

出典:[図 5-1-6]  
砂防設備技術指針  
Ver. 3.0 H19.9  
大阪府都市整備部  
河川室ダム砂防課  
P II-131, 132

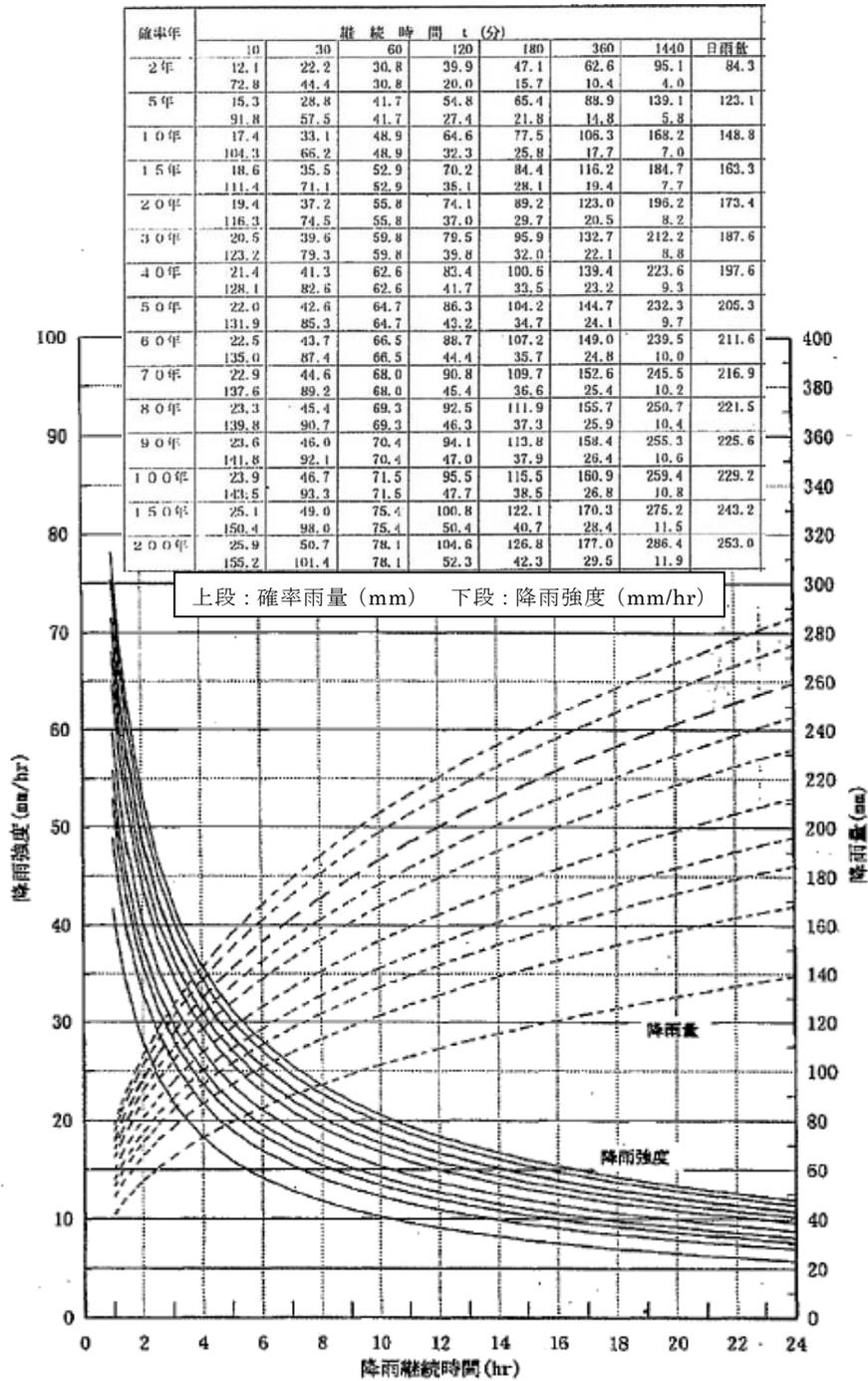


図 5-1-6 降雨強度曲線 (大阪府) 泉北地区

出典:[図 5-1-7]  
砂防設備技術指針  
Ver. 3.0 H19.9  
大阪府都市整備部  
河川室ダム砂防課  
P II-133, 134

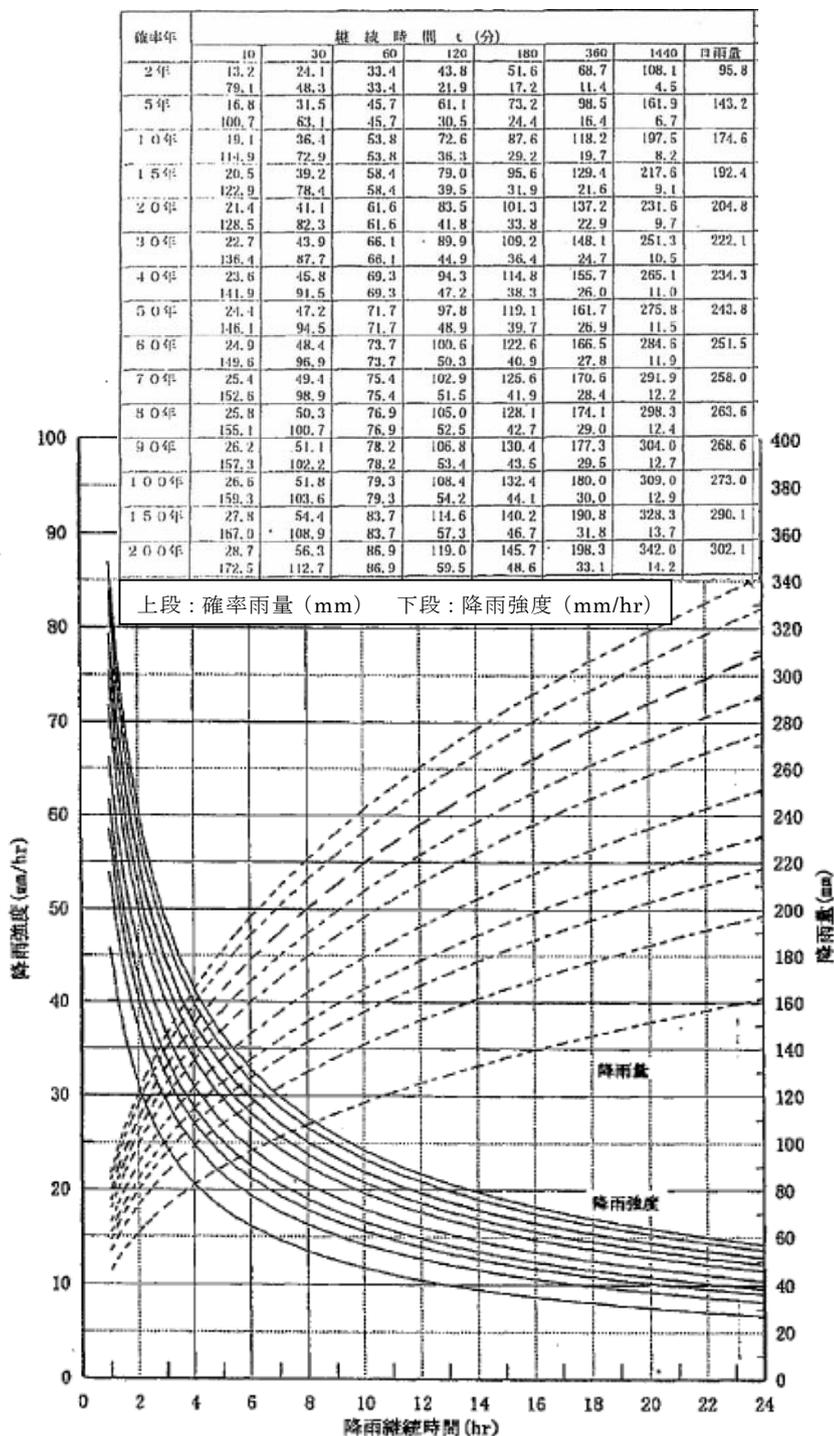


図 5-1-7 降雨強度曲線 (大阪府) 泉南地区



# 第 12 章 トンネル河川

第 1 節 基本事項	1
1. 断面および縦断勾配	1
1-1 断面	1
1-2 縦断勾配	1
2. 設計の基本	1
3. 設計の手順	3
第 2 節 構造 (標準)	4
1. 本体	4
2. 呑口部および流入施設	4
2-1 呑口部	4
2-2 流入施設	4
3. 吐口部および排水施設	5
3-1 吐口部	5
3-2 排水施設	5
4. 維持管理に対する施設	6
第 3 節 設計	7
1. 設計流量	7
2. 設計流速	7
3. 断面	7

## 第 12 章 トンネル河川

### 第 1 節 基本事項

トンネル構造による河川は、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し、ルートは、地形・地質条件、地上の利用条件、地下埋設物等の調査を行って決定するものとする。なお、線形は著しい屈曲を避けるよう定めるものとする。

また、特にやむを得ない場合を除き現状河道は確保するものとする。

出典：[第 1 節]  
河川砂防技術基準  
同解説 計画編 2.2  
(H17.11)P135

トンネル構造による河川を導入したことによって、何らかの事態でトンネル構造による河川が使用不能になった場合においても、現状より不利になることがないよう、特にやむを得ない場合を除き現状河道は確保するものとする。

#### 1. 断面および縦断勾配

トンネルの断面は、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するものとする。

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

出典：[1.]  
河川砂防技術基準  
同解説 計画編 2.22  
(H17.11)P136

##### 1-1 断面

開水路方式のトンネルの場合は、流木、浮遊ゴミ等の流下による疎通障害や高速水流が流れると空気圧が低下する。このため、十分空気が補給でき、空気流の流過ができるように設計流量の流過に必要な断面積の 15% 程度を下回らない値を標準として空面積を確保する必要がある。

##### 1-2 縦断勾配

トンネル本体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、全区間にわたり掃流力のバランスを考慮して縦断勾配を設定する必要がある。

#### 2. 設計の基本

トンネル構造による河川は、設計流量の流水の作用に対して安全であり、付近の河岸および河川管理施設等の構造に著しい支障を及ぼさず、ならびにトンネル構造による河川に接続する河床および高水敷の洗掘の防止について適切に配慮された構造となるよう設計するものとする。

出典：[2.]  
河川砂防技術基準  
(案)同解説 設計編 I  
10.1 (H9.10)P114, 115

トンネル構造による河川は、水系の河川改修計画に基づき計画され、河川流量の一部または全量を流下、もしくは河川流量を低減させる目的で設置されるトンネル構造の河川である。なお、本便覧ではトンネル構造による河川のうち、流入施設もしくは排水施設を有するものを地下河川といい、それ以外をトンネル河川という。

トンネル本体の設計にあたっては、できるだけ自由水面をもった断面とし、やむをえず圧力トンネルとする場合は、水理実験等による検討を行う必要がある。

また、騒音、振動、悪臭等周辺地域の生活環境、あるいは接続する河川の自然環境に配慮することも重要である。なお、ここに特記するものを除き、「トンネル標準示方書・同解説」等を参考にして設計する。

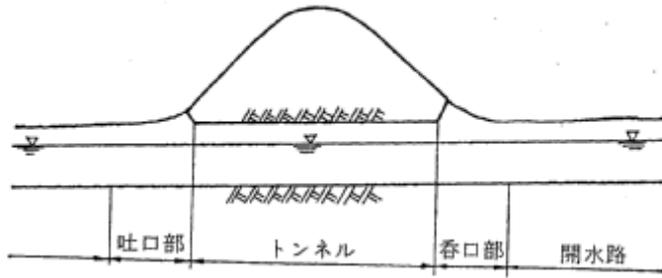


図 1-2-1 トンネル河川の各部の名称

出典:[図 1-2-1]  
河川砂防技術基準  
(案)同解説 設計編 I  
10.1 図 1-69  
(H9. 10)P115

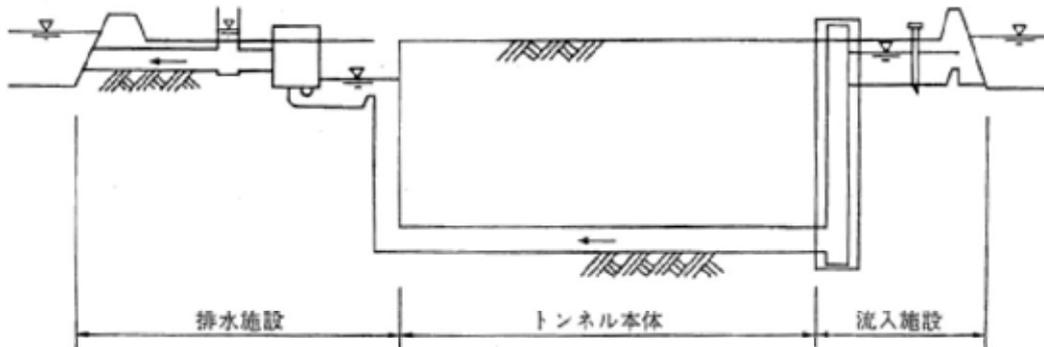


図 1-2-2 地下河川の各部の名称

出典:[図 1-2-2]  
河川砂防技術基準  
(案)同解説 設計編 I  
10.1 図 1-70  
(H9. 10)P115

### 3. 設計の手順

トンネル河川の設計の手順は、図 1-3-1 に示すとおりである。

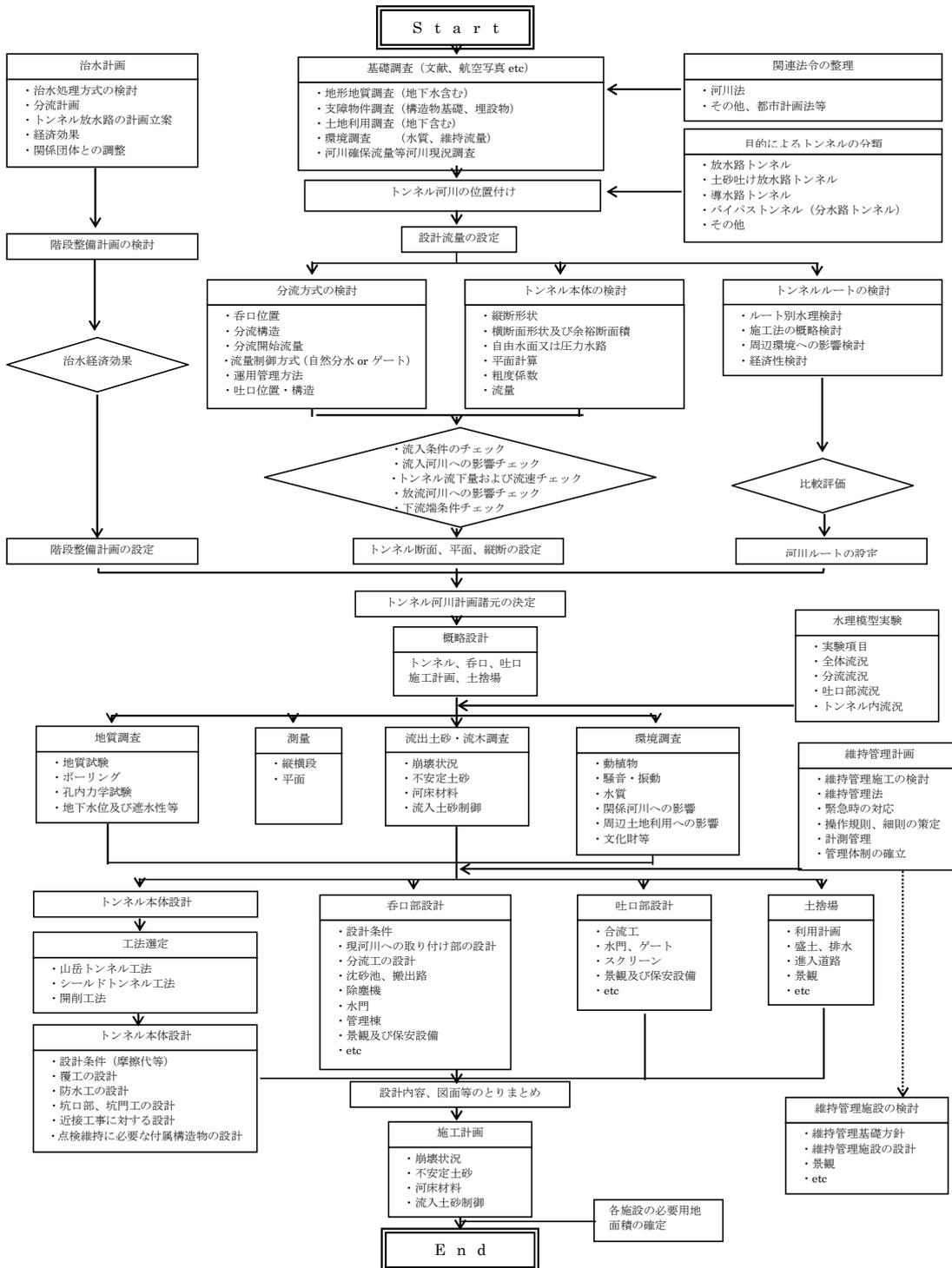


図 1-3-1 設計の手順

## 第2節 構造（標準）

### 1. 本体

トンネルの本体は、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とし、流出土砂による摩耗に対して安全な構造とするものとする。

トンネル本体の内側は全断面コンクリート・ライニングもしくはこれに類する構造とし、流水、土砂等による摩耗のため、構造上の安全性が低下することのないようコンクリートの厚さを厚くする、表面を対摩耗性の材質のものにする等の摩耗対策を実施するものとする。

出典：  
河川砂防技術基準  
(案)同解説 設計編 I  
第1章 10.2.1  
(H9.10)P115, 116

### 2. 呑口部および流入施設

#### 2-1 呑口部

トンネル河川の呑口部は、流水が平滑に流入できる形状とするものとし、流送土砂、流木等による閉塞を防ぐための適切な対策を行うものとする。

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

トンネル河川は、流送土砂、流木等による閉塞が最も危険なので、河状に応じて適切な防除対策を行う必要がある。流送土砂量の多い河川では、適当な沈砂池を設けることを検討する。また、流木等に対しては、必要に応じ防除スクリーン、除塵機、防除パイル等を用いるものとする。

呑口部は、形状等が急変する所であり、他区間に比べて乱れが大きくなるので、トンネル本体を保護するため、護床工および取付護岸を設けるものとする。

出典：[2-1]  
河川砂防技術基準  
(案)同解説 設計編 I  
10.2.2.1 (H9.10)P116

#### 2-2 流入施設

地下河川の流入施設は、流水が平滑に流入できる形状とするものとする。流入施設には、河状に応じて、流送土砂、流木等に対して適当な防除対策を行うものとする。

さらに、圧力管方式の場合には、空気混入量を極力減ずる形状とするものとする。

地下河川の流入施設の形状は、中小洪水時でも流水が平滑に流入し、異常出水時にも地下河川全体の安全性が確保できるようにする必要がある。

地下河川は流送土砂、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ことが重要である。流送土砂量の大きい河川や、流送土砂の粒径の粗い河川では、適当な沈砂池を設ける必要がある。

また、流木類の流出の恐れのある河川では、流木類に対する除去スクリーン等を設ける必要がある。

出典：[2-2]  
河川砂防技術基準  
(案)同解説 設計編 I  
10.2.2.2 (H9.10)P116

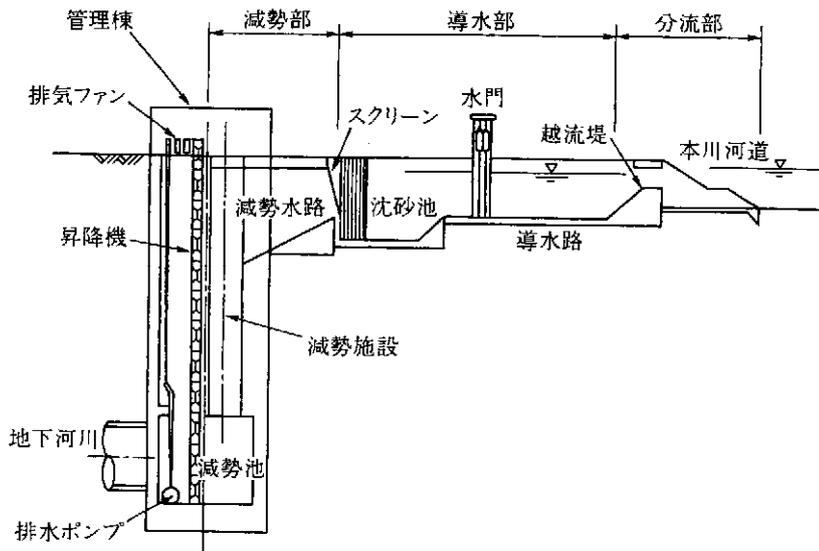


図 2-2-1 流入施設の例

圧力管方式の場合は、トンネル本体に取り込まれた空気に起因する圧力変動、水頭損失等の現象が発生するため、模型実験等により混入状況を把握し、流入施設の適切な形状を検討する必要がある。

出典：[図 2-2-1]  
河川砂防技術基準  
(案)同解説 設計編 I  
10.2.2.2 図 1-71  
(H9.10)P117

出典：[2-2]  
河川砂防技術基準  
(案)同解説 設計編 I  
10.2.2.2 (H9.10)P117

### 3. 吐口部および排水施設

#### 3-1 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、必要な範囲に護岸および護床工を設けるものとする。

出典：[3-1]  
河川砂防技術基準  
(案)同解説 設計編 I  
10.2.3.1 (H9.10)P117

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

#### 3-2 排水施設

地下河川の排水施設の設計にあたっては、吸水槽規模、ポンプ規模、サージング現象等地下河川全体に与える影響とともに、排水域に与える影響を十分に考慮するものとする。

出典：[3-2]  
河川砂防技術基準  
(案)同解説 設計編 I  
10.2.3.2 (H9.10)P117

排水施設を通しての流水の放流先が海域の場合には、水面利用や吐出部の閉塞等について、また、放流先が河川の場合には、合流により河床や河川構造物等に支障がないように配慮する必要がある。

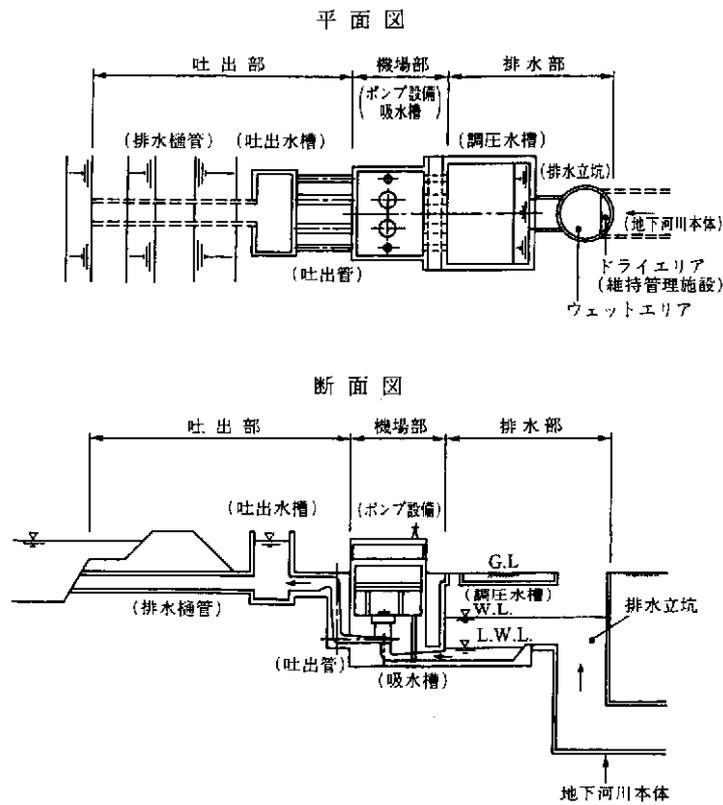


図 2-3-1 排水施設の例

出典:[図 2-3-1]  
河川砂防技術基準  
(案)同解説 設計編 I  
10.2.3.1 図 1-72  
(H9.10)P118

#### 4. 維持管理に対する施設

トンネル構造による河川は、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内への河川水の流入を容易に遮断でき、かつ維持修繕工事のための資材搬入路が確保できる構造とするものとする。

出典:[4.]  
河川砂防技術基準  
(案)同解説 設計編 I  
10.2.4 (H9.10)P118

トンネル構造による河川は、常時巡視ができてライニングの欠落、クラックの発生、インパルトの破損、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。

また、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。

### 第3節 設計

#### 1. 設計流量

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

トンネル構造による河川においては、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や、流下物による閉塞の危険性が高い等不利な点が考えられるので、計画上設定される流量に対してトンネル断面の設計に用いる設計流量を割増しする必要がある。

この割増率は、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。なお、現状の河道は確保しておくことが望ましいが、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、トンネルの設計流量は、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ものとする。

- ① トンネル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 トンネル呑口部または流入施設における超過確率 1/100 流量の 130% 流量

圧力管方式のトンネル内の流下量は、断面積よりも動水勾配に大きく規定されるものであるから、設計流量は計画流量と同一とする場合が多い。

#### 2. 設計流速

トンネル内の設計流速は、トンネル本体の維持上安全な流速とするものとする。

一般的には、トンネル内の設計流速は、7m/s 以下にとる場合が多い。

流速の決定においては、次の事項について考慮するものとする。

- ① 粗度係数については、当該河川ごとに、次のことを総合的に考慮し、従来の計画実績と粗度の観測資料も参考にして適切な値を設定する。
  - ・使用頻度
  - ・流入土砂およびゴミの特性
  - ・管内流速等に起因する摩耗の程度
  - ・壁面の維持管理方法等
- ② 常時流下させる水路内の流速は、2~5m/s 程度が適当であるが、一時的に大量に流下させる水路においては、流速を 4~7m/s とすることもある。

#### 3. 断面

トンネルの断面は、安全性、施工性等を考慮したうえで、流水の流下に支障を及ぼさないよう設計するものとする。

開水路方式のトンネルについては、トンネル内で跳水現象が生じないように十分な検討を行い、必要に応じて水理模型実験で検証する。

また、トンネル内の曲線部分では、一般に  $v^2/gR$  (ここに、 $v$ :流速、 $R$ :曲率半径、 $g$ :重力加速度)に相当する横断水面勾配(常流の場合)となるので、特に、カルバートタイプのトンネルの場合、天井部分に水面が接触しないよう設計するものとする。なお、水路トンネルであることから、地質の良、不良にかかわらずインバートは必ず設け、厚さは 35cm 以上とし、トンネルの施工継目には止水板を設けるものとする。

出典:[1.]

河川砂防技術基準  
(案)同解説 設計編 I  
10.3.1.1(H9.10)P119

出典:[2.]

河川砂防技術基準  
(案)同解説 設計編 I  
10.3.1.2(H9.10)P119

出典:[3.]

河川砂防技術基準  
(案)同解説 設計編 I  
10.3.1.3(H9.10)P120

# 第 13 章 海 岸

第 1 節 基本事項	1	第 5 節 人工リーフ工 (標準)	15
1. 適用範囲	1	1. 定義	15
2. 適用基準等	1	2. 基本事項	16
3. 設計のフローチャート	1	3. 設計手順	16
4. 海岸保全施設の種類	2	第 6 節 養 浜 (標準)	18
5. 海岸保全施設の設計にあたっての留意事項	3	1. 定義	18
第 2 節 堤防および護岸 (標準)	5	2. 基本事項	19
1. 定義	5	3. 設計手順	21
2. 型 式	5	4. 養浜材料	22
3. 堤防および護岸各部の名称とその機能	5	第 7 節 人工海浜の安全確保のため留意すべき技術的事項 (陥没による事故の防止対策)	23
4. 設計手順	7	第 8 節 付帯施設 (標準)	25
5. 構 造	7	第 9 節 東播海岸実施例 (参考)	26
第 3 節 突 堤 (標準)	8	1. 計画諸元	26
1. 定義	8	2. 各施設の実施例	26
2. 型 式	8	2-1 明石以西地区	26
3. 設計手順	11	2-2 明石以東地区	29
4. 構 造	11		
第 4 節 離岸堤 (標準)	12		
1. 基本事項	12		
1-1 定義	12		
1-2 離岸堤の機能	13		
2. 型式の選定	14		
3. 設計手順	14		
4. 構 造	14		

# 第 13 章 海岸

## 第 1 節 基本事項

### 1. 適用範囲

海岸計画は、海岸災害の防止、海岸域の利用、海岸環境の保全を目的に、「海岸法 第 23 条」に規定する海岸整備計画を都道府県知事が作成し、主務大臣に提出ないし関係海岸管理者と協議する際に必要な事項を定めるものであり、本章は、海岸保全区域における海岸保全施設の設計についての概要を示すものである。

出典：[1.]  
河川砂防技術基準  
同解説 計画編 第 1 節  
(H17.11)P71  
一部加筆

### 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
海岸保全施設の技術上の基準・同解説	平成 16 年 6 月	海岸保全施設技術研究会
河川砂防技術基準 同解説 計画編	平成 17 年 11 月	日本河川協会
河川砂防技術基準（案）同解説 設計編Ⅱ	平成 9 年 10 月	〃
緩傾斜堤の設計の手引き	平成 18 年 1 月	全国海岸協会
人工リーフ設計の手引き	平成 16 年 3 月	〃

### 3. 設計のフローチャート

各種海岸保全施設の詳細設計にいたる一般的な設計のフローチャートとして図 1-3-1 に示す。

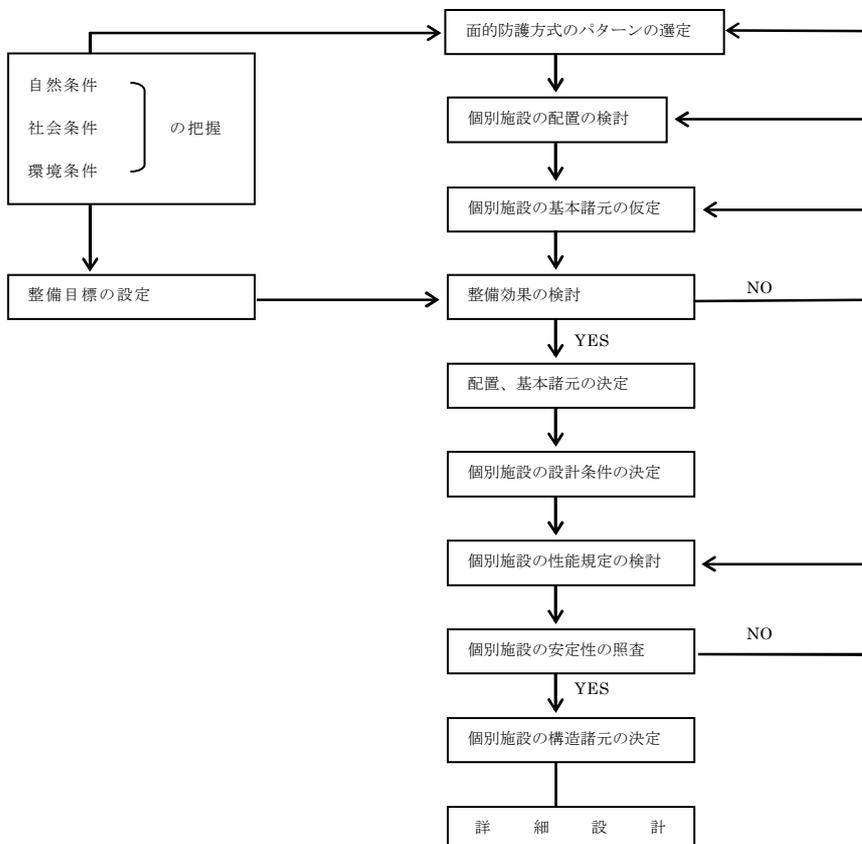


図 1-3-1 面的防護方式を基本とした海岸保全設計のフローチャート

表 1-3-1 個別施設の組み合わせによる面的防護方式の代表的な整備パターン

面的防護方式のパターン	解説	利用面の特性	環境面の特性	適用海岸
1. 防波堤+堤防・護岸	湾口防波堤等により湾域全体を防護する方式(沖合防護方式)。	静穏域の多目的利用	水平線景観の保全	湾状の海岸
2. 離岸堤+堤防・護岸	離岸堤で減衰した波浪に対して、堤防・護岸により防護する方式。	魚礁効果が期待		侵食傾向が強い海岸
3. 潜堤+堤防・護岸	潜堤で減衰した波浪に対して、堤防・護岸により防護する方式。	魚礁効果が期待	水平線景観の保全	公園などの周辺環境と調和を図る海岸
4. 浮防波堤+堤防・護岸	浮防波堤で減衰した波浪に対して、堤防・護岸により防護する方式。	養殖などの利用	海水交換による水質確保	潮位差が大きい海岸、大水深の海岸
5. 養浜+堤防・護岸	養浜によって形成した海浜で減衰した波浪に対して、堤防・護岸により防護する方式。	海岸のレクリエーション	水平線景観の保全 砂浜景観の創造 砂浜による海水浄化	海洋レク利用の要請が高い海岸
6. 離岸堤+養浜+堤防・護岸	離岸堤と養浜によって形成した海浜で減衰した波浪に対して、堤防・護岸により防護する方式。離岸堤は養浜砂の安定にも寄与する。	海岸のレクリエーション 魚礁効果が期待	砂浜景観の創造 砂浜による海水浄化	海洋レク利用の要請が高い海岸
7. 潜堤+養浜+堤防・護岸	潜堤と養浜によって形成した海浜で減衰した波浪に対して、堤防・護岸により防護する方式。	海岸のレクリエーション 魚礁効果が期待	水平線景観の保全 砂浜景観の創造 砂浜による海水浄化	海洋レク利用の要請が高い海岸
8. 人工リーフ+堤防・護岸(+養浜)	人工リーフで減衰した波浪に対して、堤防・護岸により防護する方式。消波効果を高めるため養浜を行う場合があり、この場合リーフは養浜砂の安定にも寄与する。	魚礁効果が期待	水平線景観の保全	公園などの周辺環境と調和を図る海岸
9. 複断面堤防・護岸	二重堤防・護岸、二重階段堤防・護岸等の複断面堤防・護岸の場合には、消波効果を高めるため養浜を行う場合がある。	散策、サイクリング等	水平線景観の保全	前面水域に施設設置の制約がある海岸
10. 人工岬・ヘッドランド等+堤防・護岸	人工岬・ヘッドランド等によって形成した海浜で減衰した波浪に対して、堤防・護岸により防護する方式。侵食性の強い海浜や、砂浜が狭い又は全くない場合は、養浜を行う場合がある。	海岸のレクリエーション 魚礁効果が期待	水平線景観の保全 砂浜景観の創造 砂浜による海水浄化	海洋レク利用の要請が高い海岸

注) 1. 整備パターンの分類は、防災機能に着目した分類である。

2. 特に2, 3, 5, 6, 7, 9の整備パターンについては、漂砂の捕捉効果を高め又は養浜砂を安定させるため、突堤等を併用する場合がある。

出典:[表 1-3-1]  
海岸保全施設の技術上の基準・同解説  
3.1.1 表 3.1.1.1  
(H16.6)P3-3

#### 4. 海岸保全施設の種類の種類

海岸保全施設を大別すると、高潮、津波等により海水が堤内地に侵入するのを防止する高潮対策施設と、波による侵食により海浜の土砂が持ち去られるのを防止する侵食対策施設とに分かれるが、

① 高潮・津波対策施設・堤防・護岸(緩傾斜堤を含む)、消波工、離岸堤、養浜、人工リーフ工

② 侵食対策施設・堤防・護岸(緩傾斜堤を含む)、離岸堤、突堤、養浜、人工リーフ工

これらを組み合わせた複数の海岸保全施設によって、複雑に作用する波浪等の外力を分散させ受けとめることにより、施設の耐久性を高め高潮対策、侵食対策も含めた質の高い海岸保全を図るとともに、海浜の利用や景観の観点で水準を向上させる面的防護方式による複合的な整備がなされている。



### (3) 景観への配慮

快適性に関連して景観が重要である。特に施設上やその近くからの景観は、浸水機能としても重要な機能である。また遠くから見るその施設自体の景観も、海岸の親水機能としても重要である。景観は、個々の人の感じ方によって異なるために定量的な評価が困難であるが、その海岸の持つ本来の開放感や美しさを損なわないことや、施設の本来の機能美を考慮すること、背後地を含めた広域的な景観に配慮することなどが必要である。

出典：〔(3)〕  
海岸保全施設の技術  
上の基準・同解説  
3.1.2(H16.6)P3-4

### (4) 利便性と快適性

海岸においては様々な利用形態があり、それぞれの利用について、利便性や快適性は異なり、また対象とする人によっても異なることに注意する必要がある。利便性を考えることは、それぞれの利用をいかに円滑に行うことができるかを考えることであるが、特に海岸独自の利用については、具体的に調べる必要がある。

出典：〔(4)〕  
海岸保全施設の技術  
上の基準・同解説  
3.1.3(H16.6)P3-5

快適性は、人間の感覚によるものであり、特に視覚が重要である。また、温熱環境（日差し・気温・湿度・風）や、しぶきや飛砂、波の音、砂の色、鳴き砂、磯や潮のかおり、植生など海岸特有な環境要素についても快適性と深く関係しており、できるだけ定量的な把握が必要である。

### (5) 利用者の安全

海岸の利用は、基本的には自由使用であり、自己責任において誰でも自由に利用することができる。公衆の利用を前提とする場合、あるいは想定される場合には、海岸保全施設が厳しい自然条件の下に置かれることに留意し、海岸保全施設に起因する事故が発生しないように、利用者の安全に十分配慮して設計する。

出典：〔(5)〕  
海岸保全施設の技術  
上の基準・同解説  
3.1.4

また、安全対策が設計どおりの性能を有しているか確認するため、海岸保全施設及び海岸の巡視・点検を定期的に行う必要がある。特に人工海浜においては、養浜砂の流出・吸い出し等により、陥没や地上から視認できない空洞が発生する場合がある。そのため、砂の流出・吸い出し防止のための対策をとることとともに、供用後も定期的な巡視点検を行うことにより、利用者の安全にかかわる現象を常に把握するよう努めることが重要である。

(H16.6)P3-6, 3-7

### (6) 性能規定

性能規定においては、「目的」、「機能」、「性能」及び「照査法」を定めることが必要である。

出典：〔(6)〕

ここで、「機能」とは、例えば、高潮又は津波による海水の浸入を防止し、波浪による越波を減少させるといった施設が担うべき働きのことであり、「性能」とは、これらの機能に実現に寄与する施設の能力のことである。

海岸保全施設の技術  
上の基準・同解説  
1.1(H16.6)P1-1

第2節 堤防および護岸（標準）

1. 定義

ここで堤防とは、現地盤を盛土、またはコンクリート打設等によって増高し、高潮、津波による海水の侵入を防止し、波浪による越波を減少させるとともに、陸域が侵食されるのを防止する施設をいい、護岸は構造物の天端高が現地盤より低い場合をいう。

出典：[1.]  
河川砂防技術基準  
(案)同解説 設計編Ⅱ  
3.1(H9.10)P145

2. 型式

堤防および護岸の型式には、表のり勾配、構造、使用材料等により種々考えられるが、選定にあたっては、水理的条件、基礎地盤の土質、築堤材料、用地条件、利用状況、施工期間等を総合的に検討し、安全かつ機能的な型式を選定しなければならない。

出典：[2.]  
河川砂防技術基準  
(案)同解説 設計編Ⅱ  
3.3(H9.10)P146  
一部加筆

表 2-2-1 堤防および護岸の型式

型式	表のり勾配	堤防および護岸に 共通する型式	主として護岸に 用いられる型式
傾斜堤	1:1.0 ~ 1:3.0	石張り式、コンクリートブロック張り式、コンクリート被覆式等	捨石式、捨ブロック式等
緩傾斜堤	1:3.0 より緩	コンクリートブロック張り式	—
直立堤	1:1.0 より急	石積み式、重力式、扶壁式等	突型式(L型式を含む)、ケーソン式、コンクリートブロック積み式、セル式、矢板式、石砕式等
混成堤	上部 1:1.0 より急、 下部 1:1.0 より緩等	上記の組み合わせ	上記の組み合わせ

出典：[表 2-2-1]  
河川砂防技術基準  
(案)同解説 設計編Ⅱ  
3.3 表 7-5, 7-6  
(H9.10)P146  
一部加筆

3. 堤防および護岸各部の名称とその機能

堤防および護岸各部を図 2-3-1、図 2-3-2 に、堤防および護岸各部の機能を表 2-3-1 にそれぞれ示す。

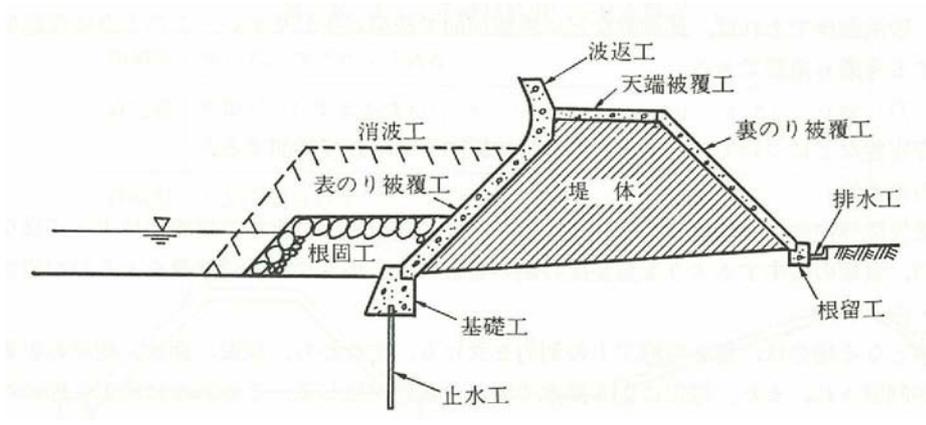


図 2-3-1 海洋堤防各部の名称

出典：[図 2-3-1]  
河川砂防技術基準  
(案)同解説 設計編Ⅱ  
3.1 図 7-33  
(H9.10)P145

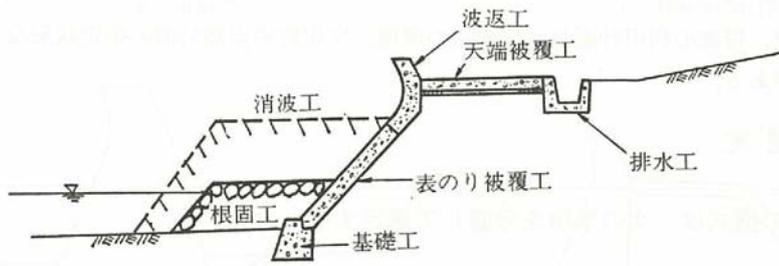


図 2-3-2 護岸の一般構造

表 2-3-1 海洋堤防および護岸の機能

堤防・護岸の機能	機能する部分の名称	
	堤防のみ	堤防および護岸に共通
(1) 高潮・津波および波浪の阻止	堤体	表のり被覆工、波返工、基礎工
(2) 波浪、しぶきの越流防止 または越流の処理	堤体、裏のり被覆工、根留工、基礎工	表のり被覆工、波返工 天端被覆工、排水工、消波工
(3) 波浪による洗掘防止		根固め工、基礎工、表のり被覆工
(4) 堤脚による波力の減殺		根固め工、消波工
(5) 浸透防止	裏のり被覆工、根留工	止水工、表のり被覆工、基礎工、天端被覆工、排水工
(6) 天端載荷支持		堤体、天端被覆工、その他の各部
(7) 排水	裏のり被覆工	排水工、天端被覆工

出典：[図 2-3-2]  
河川砂防技術基準  
(案)同解説 設計編Ⅱ  
3.1 図 7-33  
(H9.10)P145

出典：[表 2-3-1]  
河川砂防技術基準  
(案)同解説 設計編Ⅱ  
3.1 図 7-33  
(H9.10)P145  
一部加筆

#### 4. 設計手順

堤防及び護岸の設計に当たっては、所定の機能が発揮されるよう、堤防及び護岸の型式、天端高、天端幅、法勾配及び法線を定めるものとする。

堤防・護岸の標準的な設計手順を 図 2-4-1 に示す。

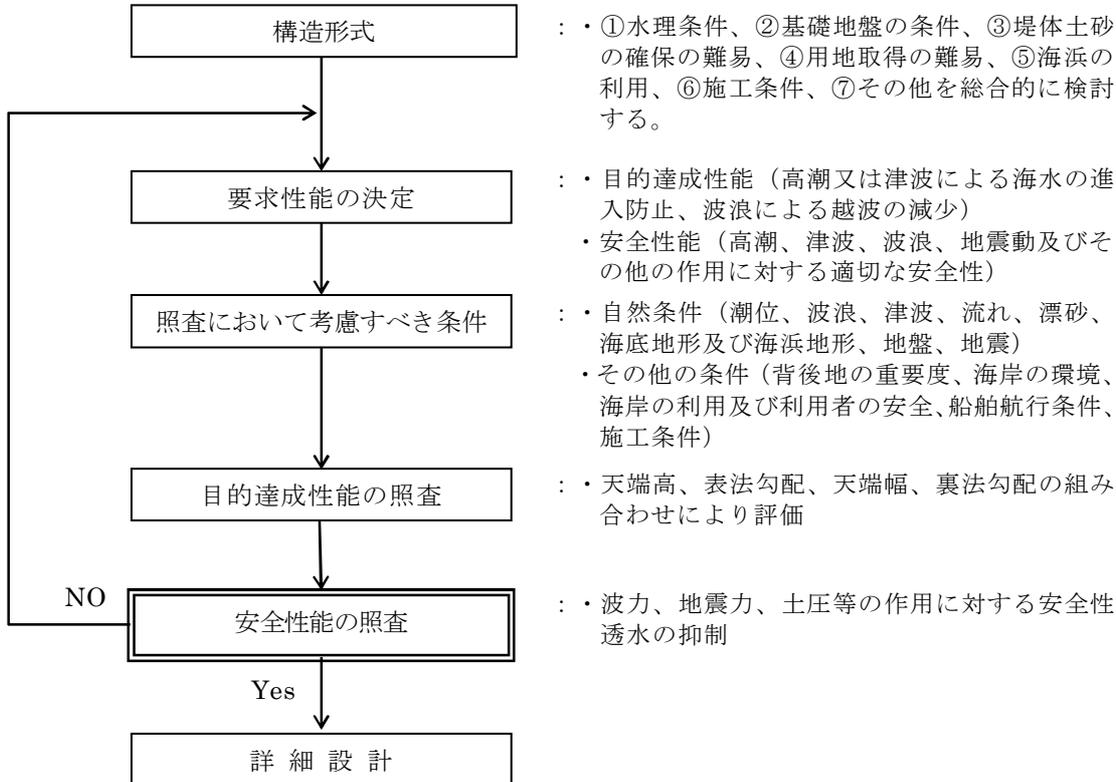


図 2-4-1 堤防・護岸設計のフローチャート

各項目の詳細については、「海岸保全施設の技術上の基準・同解説 3.2 P3-19～3-64」を参照のこと。

#### 5. 構造

海洋堤防の構造は、「海岸保全施設の技術上の基準・同解説」および「緩傾斜堤の設計の手引」が優先し、「河川砂防技術基準 同解説 計画編」「河川砂防技術基準(案)同解説 設計編Ⅱ 第7章海岸保全施設の設計」に準ずるものとする。

出典：[4.]  
 海岸保全施設の技術  
 上の基準・同解説  
 3.2.2(H16.6)P3-19  
 一部加筆

出典：[図 2-4-1]  
 海岸保全施設の技術  
 上の基準・同解説  
 3.2(H16.6)  
 P3-19～3-64  
 一部加筆

### 第3節 突堤(標準)

#### 1. 定義

突堤は、主として沿岸漂砂が卓越する海岸において、海岸から細長く突出して設けられるものであり、沿岸漂砂を制御することによって汀線の維持あるいは前進をはかることを目的とした構造物である。

出典:[1.]  
河川砂防技術基準  
(案)同解説 設計編Ⅱ  
4.1 (H9.10)P178

#### 2. 型式

突堤の型式は、原則として透過性および横断面形状を検討し選定するものとする。

- ① 透過型、不透過型の選定にあたっては、近隣の海浜地形、漂砂、卓越する波向、沿岸流の方向等を考慮するものとする。
- ② 横断面形状の選定にあたっては、設置水深、潮差、波力、必要とする透過性、材料の入手の難易等を考慮するものとする。

出典:[2.]  
河川砂防技術基準  
(案)同解説 設計編Ⅱ  
4.3 (H9.10)P180

##### (1) 透過性による分類

突堤は、透過型と不透過型に大別でき、一般に用いられている構造の種類は表3-2-1のとおりである。

出典:[(1)]  
河川砂防技術基準  
(案)同解説 設計編Ⅱ  
4.3 (H9.10)P180

突堤の透過性は、沿岸漂砂の制御効果に強く影響するため、不透過堤、透過性の特徴をふまえたうえで型式の選定をする必要がある。

出典:[(1)]  
河川砂防技術基準  
(案)同解説 設計編Ⅱ  
4.3 2. (H9.10)P183

不透過堤は堤体が完全に漂砂を遮断するため、下手へ通過するのは先端部を回り込む漂砂だけである。よって不透過堤では、長さによって沿岸漂砂の制御効果を調整する。

表3-2-1 突堤の種類

	型式名	構造等
透過型	捨石・捨ブロック式	石、ブロック(異形ブロックを含む)を捨て込んだもの。ブロックに孔をあけ、これに杭を差し込んだ串形のものもある。
	詰杭式	コンクリート杭等を2列に打ち並べ、この中に、中詰石を詰めたもの。透過率は小さく不透過に近い。
	石杭式	鉄筋コンクリートで枠を作り、井げたに積み重ねて枠を1列、2列に並べるか、杭を2列に打ち込んで石材を充填する。
不透過型	石積み式・石張り式	捨石し、表面を割石で張るもの。のり勾配が1:1.0より急なものが石積み、穏やかなものが石張り。
	コンクリートブロック積み式	コンクリート方塊ブロックを積み上げるもの。平らな形のブロックに穴をあけ、これに杭を差し込んだ串形のものもある。
	場所打ちコンクリート式	陸上部分に用いられるものが大半である。
	ウェル・ケーソン・セルラーブロック式	外洋に面した急勾配海岸の堤頭部にウェルが用いられることが多い。他は混成堤タイプとして用いられる。
	二重矢板式	鋼矢板を二重に打ち、中に砂利、土砂を中詰めにしたもの。
	パイル式	鋼管矢板を1列に打ち並べたもの。

出典:[表3-2-1]  
河川砂防技術基準  
(案)同解説 設計編Ⅱ  
4.3 1. 表7-14  
(H9.10)P180  
一部加筆

(2) 横断面形による分類

直立型の突堤は、壁面に作用する波圧に十分耐えうるものでなければならない。傾斜型の突堤は、表面を被覆する石およびブロックが波力に対して十分安定なものをを用いる。両者とも、洗掘に対して十分配慮する。また、各形式の模式図を 図 3-2-1 に示す。

各型式の特性を考慮の上、水深・潮差・波力、必要とする透過性、材料の入手の難易等に対して、所要の目的にかなう横断面形を選定する。一般的に、傾斜型は直立型あるいは混成型に比して材料が多量に必要であるので、傾斜型は水深、潮差の大きい場合には、工費の面から不適当な場合がある。

表 3-2-2 横断面形による突堤の分類

横断面形	斜面勾配	突堤の分類
直立型	鉛直～1 : 1. 0	石積み式、コンクリートブロック積み式、ケーソン式、セルラーブロック式、ウェル式、石枠式 等
傾斜型	1 : 1. 0 より穏やか	石張り式、捨石式、捨ブロック式 等

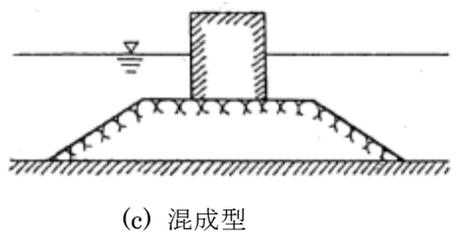
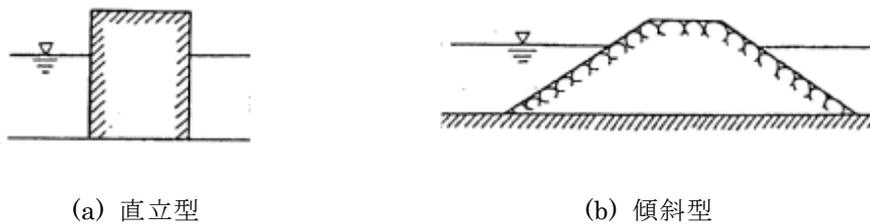


図 3-2-1 突堤の型式

(3) 平面形による分類

突堤は、図 3-2-2 に示すように平面形状から直線型、T型、L型等に分類される。現在、よく用いられるのは直線型とT型であり、直線型が沿岸漂砂のみの制御を考えているのに対して、T型は岸沖漂砂の制御も考えている。

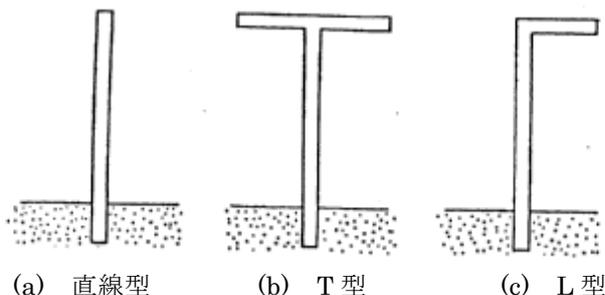


図 3-2-2 突堤の平面形状

出典：〔2〕  
河川砂防技術基準  
(案)同解説 設計編Ⅱ  
4.3 2. (2) (H9. 10)P184  
一部加筆

出典：〔表 3-2-2〕  
河川砂防技術基準  
(案)同解説 設計編Ⅱ  
4.3 1. (2) 表 7-15  
(H9. 10)P183

出典：〔図 3-2-1〕  
河川砂防技術基準  
(案)同解説 設計編Ⅱ  
4.3 1. (2) 図 7-73  
(H9. 10)P183

出典：〔3〕  
河川砂防技術基準  
(案)同解説 設計編Ⅱ  
4.3 1. (3) 図 7-74  
(H9. 10)P183

#### (4) ヘッドランド工法

ヘッドランド工法は、大規模な突堤や離岸堤等の海岸構造物によって静的あるいは動的に安定な海浜を形成する工法、およびヘッド部付突堤等の人工岬によってポケットビーチ的に安定な海浜を形成する工法である。

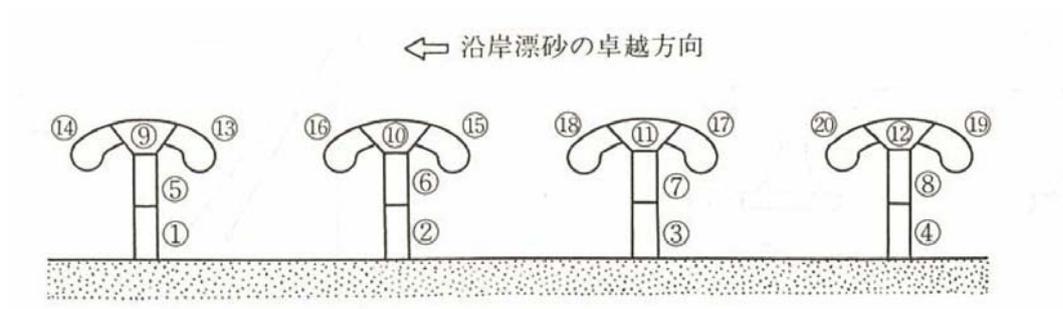


図 3-2-3 ヘッドランド工法平面配置図

出典：〔4〕

海岸施設設計便覧

5.4.7 (H12.11) P434

一部加筆

出典：〔図 3-2-3〕

海岸施設設計便覧

5.4.7 図 5.4.76

(H12.11) P440

### 3. 設計手順

突堤の設計に当たっては、所定の機能が発揮されるよう、突堤の型式、天端高、長さ及び方向並びに突堤相互の間隔を定めるものとする。

突堤の標準的な設計手順を 図 3-3-1 に示す。

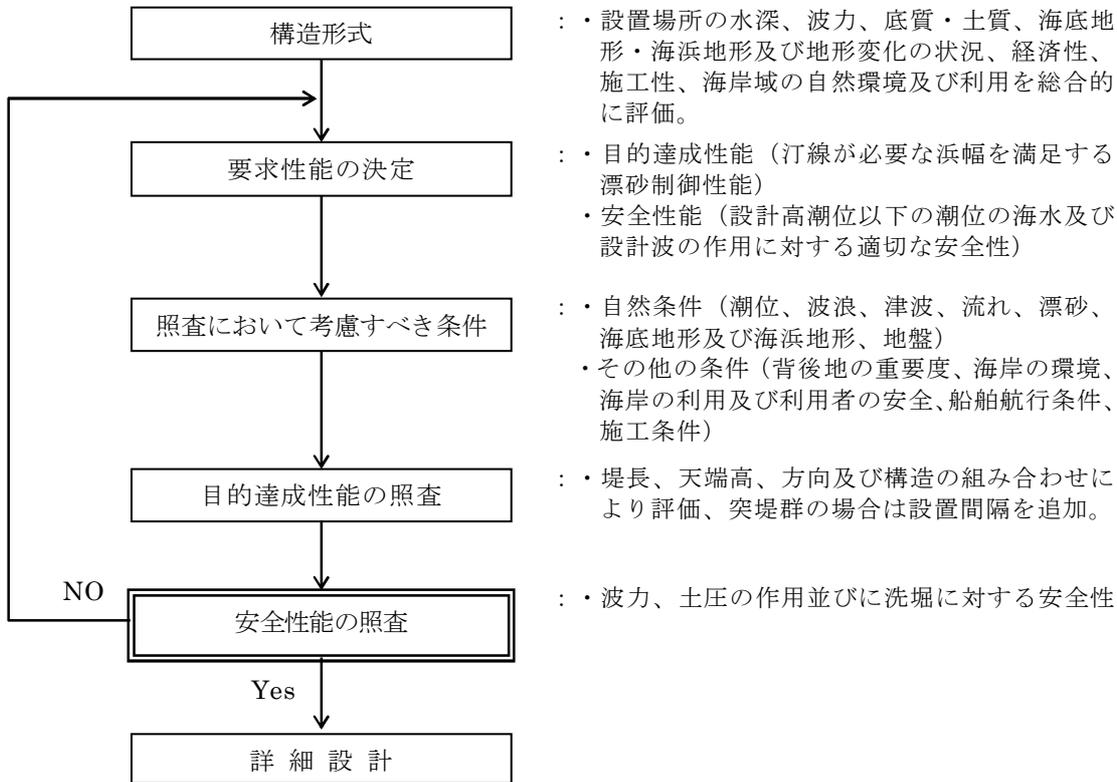


図 3-3-1 突堤の設計手順

各項目の詳細については、「海岸保全施設の技術上の基準・同解説 3.5 P3-78～3-85」を参照のこと。

### 4. 構造

堤体は、波力、土圧等の外力に対して安定した構造としなければならない。なお、脚部が洗掘されるおそれのある場合には、洗掘を防止するために必要な基礎工または根固め工を設けるものとする。

構造細目は、表 3-2-2 に示した突堤型式によって変わり、その設計細目もそれぞれことなる。それぞれの型式の設計細目については「海岸保全施設の技術上の基準・同解説」および「港湾の施設の技術上の基準 同解説」等を参考にして設計をするものとする。

出典：[3.]  
海岸保全施設の技術上の基準・同解説  
3.5.2(H16.6)P3-78  
一部加筆

出典：[図 3-3-1]  
海岸保全施設の技術上の基準・同解説  
3.5(H16.6)  
P3-78～3-85  
一部加筆

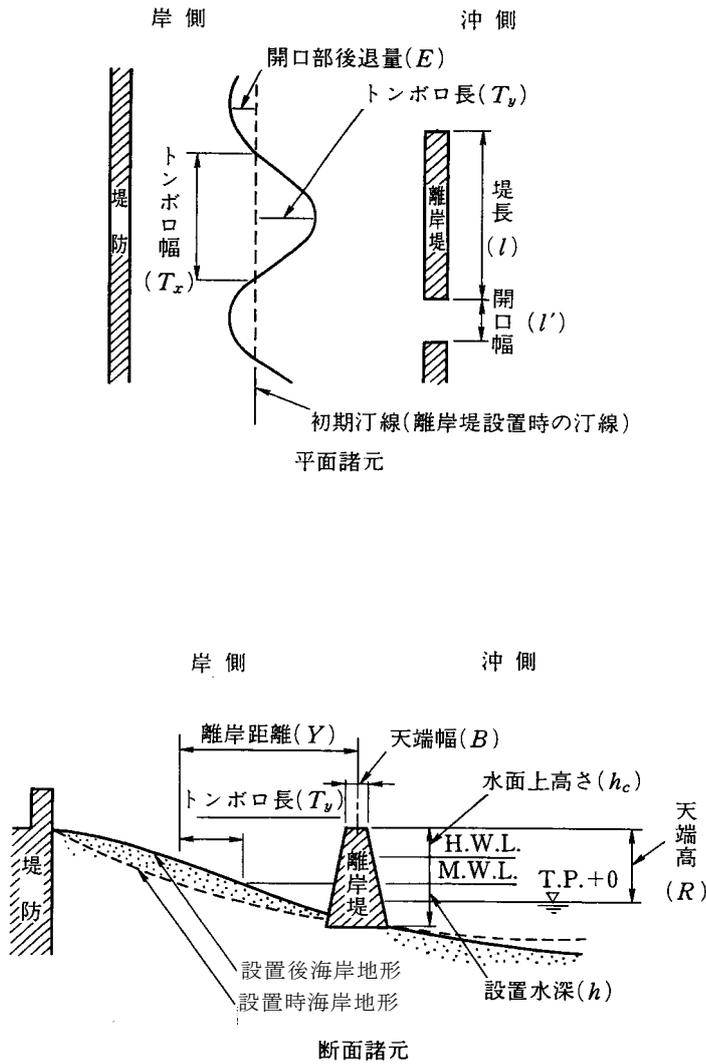
第4節 離岸堤（標準）

1. 基本事項

1-1 定義

離岸堤は、汀線から離れた沖側に、汀線にはほぼ平行に設置される構造物であり、消波、または波高減衰を目的とするもの、その背後に砂を貯え侵食防止や海浜の造成をはかることを目的とするものがある。

出典：[1-1]  
河川砂防技術基準  
(案)同解説 設計編Ⅱ  
5.1 (H9.10)P190



出典：[図 4-1-1]  
河川砂防技術基準  
(案)同解説 設計編Ⅱ  
5.4.1 図 7-80  
(H9.10)P193

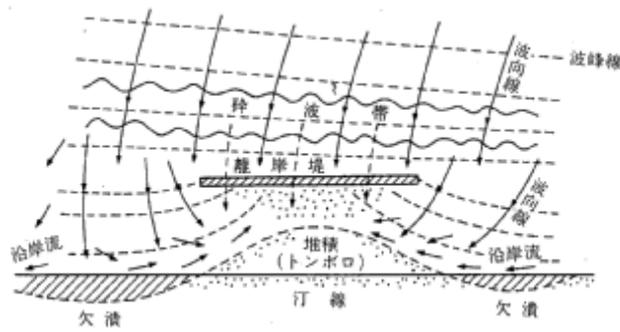
図 4-1-1 離岸堤各部の名称

1-2 離岸堤の機能

離岸堤の機能としては、次のもの等が挙げられる。

- ① 入射波のエネルギーを減勢させる。
- ② 波高の減衰効果により、波形勾配を小さくして、侵食型から堆積型の波に変える。
- ③ 波高の減衰効果により、沿岸漂砂量を減少させる。
- ④ ②および③の効果により、トンボロを発生させて海浜の造成を図る。

出典：[1-2]  
 河川砂防技術基準  
 (案)同解説 設計編Ⅱ  
 5.1 (H9.10)P190  
 一部加筆



(a) 平面図



(b) 横断面図

図 4-1-2 トンボロが形成される状態の例

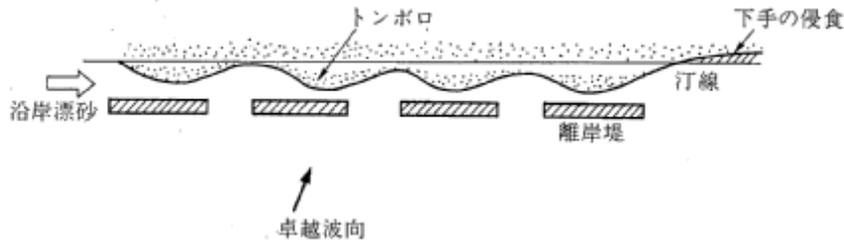


図 4-1-3 沿岸漂砂が存在する場合のトンボロの形成

出典：[図 4-1-2]  
 河川砂防技術基準  
 (案)同解説 設計編Ⅱ  
 5.4 図 7-78  
 (H9.10)P190

出典：[図 4-1-3]  
 河川砂防技術基準  
 (案)同解説 設計編Ⅱ  
 5.4 図 7-79  
 (H9.10)P191

## 2. 型式の選定

離岸堤の型式の選定にあたっては、突堤に準ずるものとする。

出典：[2.]

河川砂防技術基準  
(案)同解説 設計編Ⅱ  
5.3(H9.10)P192

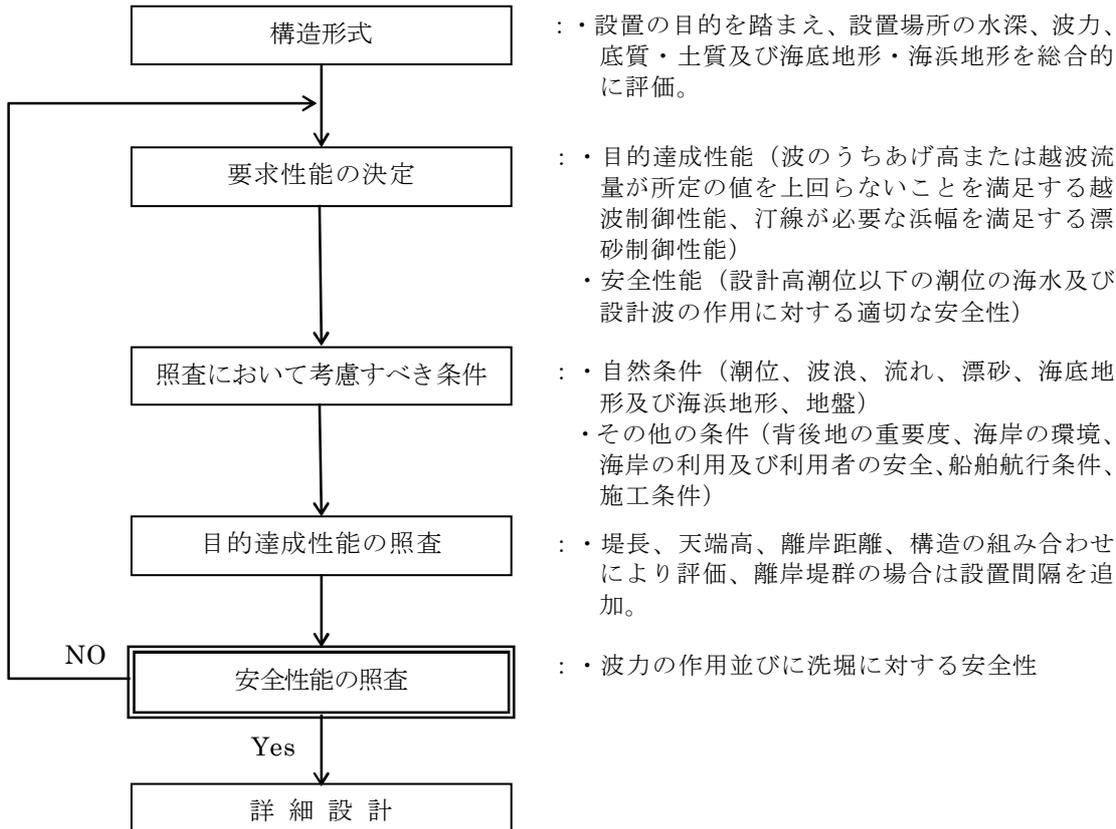
## 3. 設計手順

離岸堤の設計にあたっては、所定の機能が発揮されるよう、離岸堤の型式、天端高、天端幅、長さ及び汀線からの距離並びに離岸堤相互の間隔を定めるものとする。

出典：[3.]

海岸保全施設の技術  
上の基準・同解説  
3.6.2(H16.6)P3-88  
一部加筆

離岸堤の標準的な設計手順を 図 4-3-1 に示す。



出典：[図 4-3-1]

海岸保全施設の技術  
上の基準・同解説  
3.5(H16.6)  
P3-86～3-98  
一部加筆

図 4-3-1 離岸堤の設計手順

各項目の詳細については、「海岸保全施設の技術上の基準・同解説 3.5 P3-86～3-98」を参照のこと。

## 4. 構造

離岸堤の安全性を確保するためには、所要断面の確保が必要であり、作用、海底地盤の変化に対し安全性を見込んだ配慮が必要となる。このため、特にブロックの質量、積み方、法勾配、天端幅、基礎構造については、十分な配慮が必要となる。

出典：[4]

海岸保全施設の技術  
上の基準・同解説  
3.6.6(H16.6)P3-96  
一部加筆

表法勾配は、緩斜面化、複断面化したほうが反射による離岸堤前面の洗掘を防ぐとともに、堤体の安全性が高まる。

なお、ブロックの重量は、波力にしたがって求めるものとし、過去の災害実績の多い海岸では 1.5 倍程度まで割増しする場合が多い。詳細は「海岸保全施設の技術上の基準・同解説」等を参考にして設計をするものとする。

## 第5節 人工リーフ工（標準）

### 1. 定義

人工リーフ工は、自然のサンゴ礁の形態を捨石等の材料を用いて珊瑚礁が高波を砕波、減衰する現象を再現したもので、景観を損なうことなしに波浪の静穏化、海浜の緩勾配化および沿岸漂砂の制御を行い、安定した海浜の形成や海浜でのレクリエーションの促進を図ろうとするものである。

熱帯地方におけるサンゴ礁は、沿岸部に幅広い浅瀬を形成し、高波浪を沖で砕波し減衰させることにより効果的な防災機能を有している。さらに、サンゴ礁によって形成される静穏な海浜は格好なレクリエーションスペースとして利用されている。人工リーフ工は、これを人工的に再現しようとするものである。

離岸堤は、高い堆砂効果を有し、侵食対策や砂浜の維持に有効に利用されている。しかし、一方では景観の悪化や過度の堆砂による海面利用スペースの損失等の問題も生じることもある。このような背景のもとで、自然のサンゴ礁を模倣した人工リーフ工が考案された。

具体的な設置目的は、次のようである。

- ① 打上高、越波量、あるいは飛沫量を減少させる。
- ② 沿岸漂砂量を減少させる。
- ③ 人工リーフ工の岸側に砂を堆砂させて汀線を前進させる。
- ④ 人工リーフ工の岸側の砂が沖向きに流出するのを防止する。

一般に、これらの目的は単独ではなく、複合的に達成される。例えば人工リーフ工の消波効果により岸側に堆砂が起これば、人工リーフ工による打上高の低減効果はさらに向上する。

一方、人工リーフ工は防災目的ばかりではなく、次のような海岸の利用や環境の改善効果を期待することもできる。船舶の吃水や、沿岸漁業への影響についても、配慮が必要である。

- ① 波浪を静穏にして海域の利用を促進する。
- ② 人工リーフ工による岸向き流れの発生を利用して水質の改善を図る。
- ③ 人工磯と同様に漁礁効果を発揮させる。

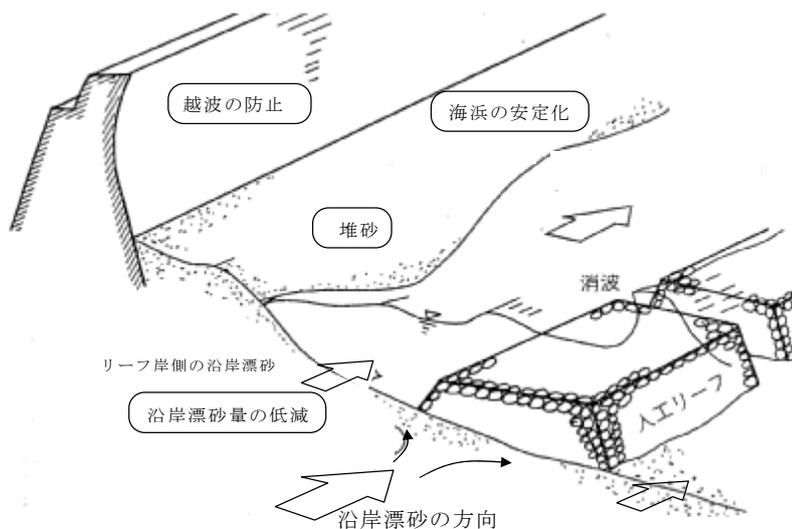


図 5-1-1 リーフ工の効果の概念図

出典：

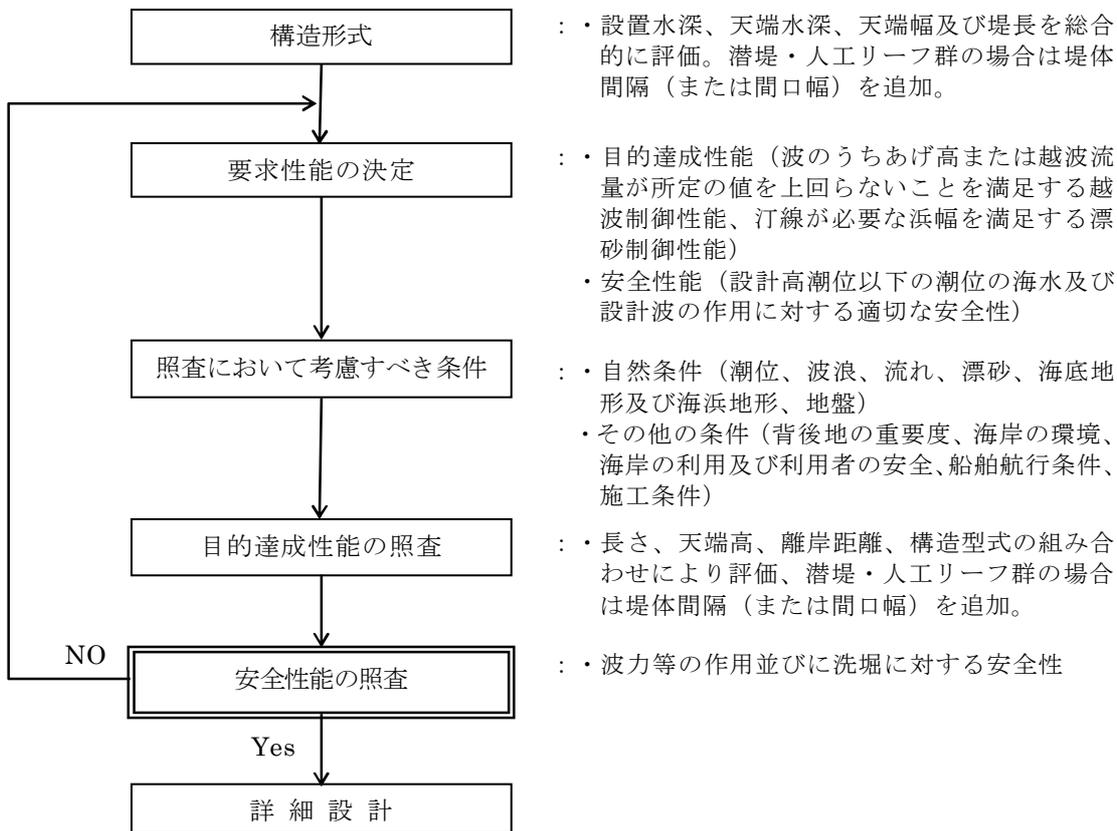
河川砂防技術基準  
(案)同解説 設計編Ⅱ  
7.1(H9.10)P200  
一部加筆

## 2. 基本事項

基本事項の考え方等は「海岸保全施設の技術上の基準・同解説」および「人工リーフの設計の手引き」に準ずるものとする。

## 3. 設計手順

リーフ工の標準的な設計手順を 図 5-3-1 に示す。



出典：[図 5-3-1]  
海岸保全施設の技術上の基準・同解説 3.5 (H16.6) P3-99～3-107 一部加筆

図 5-3-1 リーフ工の設計手順

各項目の詳細については、「海岸保全施設の技術上の基準・同解説 3.5 P3-99～3-107」を参照のこと。

潜堤・人工リーフは、捨石やブロック等で構成されている。波力に対する捨石やブロックの所要質量は、ハドソン式や土研式で求められる。詳細は「海岸保全施設の技術上の基準・同解説」等を参考にして設計をするものとする。

出典：海岸保全施設の技術上の基準・同解説 3.7.6 (H16.6) P3-106 一部加筆

表 5-3-1 リーフ工の諸元と効果・機能の関係

項目	関連諸元
越波防止	越波防止効果を支配する消波効果は、主に天端水深と天端幅により決定される。
海浜の安定化	<p>冲向漂砂の制御効果は主に消波効果に支配されるので、天端水深と天端幅の関係が深い諸元となる。また、離岸距離、堤脚水深も岸沖漂砂の制御に関する諸元である。</p> <p>沿岸漂砂量の低減や堆砂効果は消波効果との関係も強いが、海浜流場を支配する平面形（堤長、開口幅、離岸堤）との関連が特に強い。</p>
堤体断面の規模	堤体断面の規模は天端幅と堤脚水深によりほぼ決められる。
海岸の利用等	船舶の航行や海洋性レクリエーションによる海面利用には天端水深が関係する。また人工リーフによる水質、生態系の変化は海浜流場や設置水深との関連が強いことから、堤脚水深、離岸距離、堤長、開口幅と関連すると考えられる。
被覆材重量	被覆材重量は、主に天端水深と堤脚水深に支配される。
海上交通	潜水構造のため視認性が悪いことから、海上交通の多い場所では本工法の採用にあたり十分配慮しなければならない。

第6節 養 浜（標準）

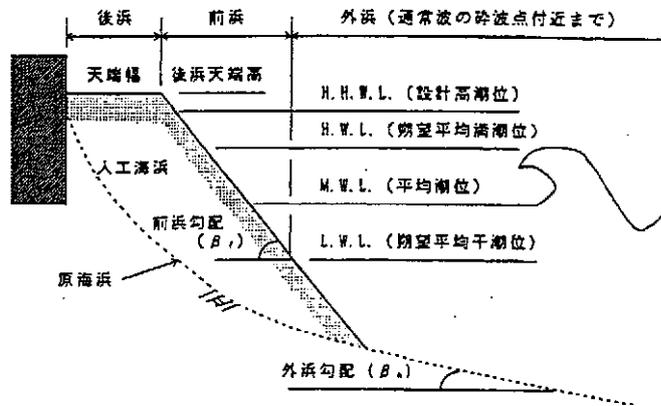
1. 定 義

海岸に人工的に砂を供給することを養浜といい、造られた砂浜を人工海浜という。

養浜とは、侵食された海岸あるいは種々の利用要請のある海岸に人工的に砂を供給し海浜の造成を行なうことであり、こうして造成された海浜を人工海浜という。

人工海浜には、養浜材料流出防止施設を適切に設けることによって、継続的に砂を補給することなく安定状態を保っているものと、継続的に砂を補給することによって動的な安定状態を保っているものがある。なお、本節では、前者を対象とする。

後者のための養浜の代表的なものには、構造物によって下手への漂砂の供給が断たれた場合に、漂砂の上手海岸に堆積した土砂を人工的に下手海岸に供給する、いわゆるサンドバイパス工法（図 6-1-2）がある。



- 前浜・後浜：干潮汀線から通常の波が遡上する所までの範囲を前浜、この前浜の岸側端から岸側の海浜部を後浜という。
- 外 浜：干潮汀線から沖側の通常波の砕波点付近までをいう。漂砂移動が活発な範囲である。
- 沖 浜：外浜沖端より沖側の範囲を指す。通常ここでは砕波しない。

図 6-1-1 海浜各部の名称と定義

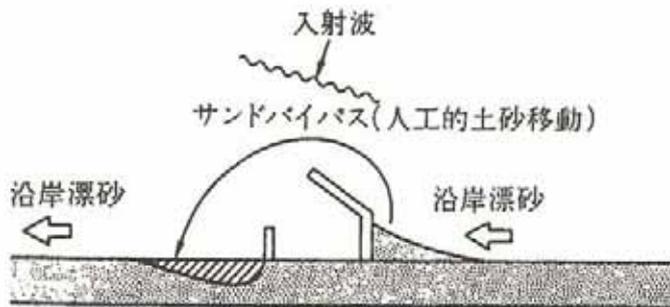


図 6-1-2 サンドバイパス工法概念図

出典：[1.]  
河川砂防技術基準  
(案)同解説 設計編Ⅱ  
8.1 (H9.10)P206

出典：[図 6-1-2]  
海岸保全施設の技術  
上の基準・同解説  
3.10.4 図 3.10.4.1  
(H16.6)P3-126

## 2. 基本事項

養浜は、背後の堤防、護岸と一体として、防災機能、海浜の安定性、海浜の利用等を考慮し、養浜量、基本断面、養浜材料、流出防止施設の種類等を決定するものとする。

出典：[2.]

河川砂防技術基準

(案)同解説 設計編Ⅱ

8.1(H9.10)P206

### (1) 防 災

浜の砂礫は、打ち寄せる波のエネルギーを減殺分散し、背後の施設や地域の防護として重要な役割を果たしている。このような点から、特に侵食対策工の一つとして、海浜造成は有効な手段と考えられている。

### (2) 海岸利用

海岸が本来有しているオープンスペース的な性格、景観美等に加え、海浜造成により、海水浴場、釣り場、磯遊び、散策の場等、海洋性レクリエーションの場として積極的な利用が考えられる。また、地曳き網、船揚場等生産活動の場としての海浜利用も古来からの利用形態として依然として多い。

### (3) 海岸環境

海浜により波を砕けさせ、エアレーションを促進することにより、海中の溶存酸素量を増し、海岸と前面の海域との海水交換により、海域の溶存酸素量を増し、健全な生態系を復活させる。このような過程で海域の浄化を図ることが考えられる。また、波や潮の干満によって乾湿を繰り返す“なぎさ”は、生物の生息のための貴重な場を提供する。

### (4) 海浜断面の安定機構

海浜の砂は、波や流れによって容易に動かされ、このため海浜の地形は刻々とその形を変化させている。しかし、海浜は、この様に長期的には変動しながらも、自らを安定の方向に落ち着けようという自律的な機構をもっており、長期的にみて安定していると考えてよい。

緩勾配で細砂からなる海浜の二次元的な安定機構を模式的に示したのが、図 6-2-1 である。

海浜が高波にさらされると前浜部が侵食され、その砂が沖へ運ばれて堆積し、沿岸砂州（バーム）が発達する。この沿岸砂州は、潜堤のような働きをして波を砕くようになり、前浜部へ作用する波は弱められ、ある程度以上の侵食は進行しないようになる。やがて、波がおさまってくると、沿岸砂州に堆積していた砂が岸向きに押し戻されて前浜部に堆積していき、バームを形成する。この様に沿岸砂州は、荒天時に前浜部から削り取られた砂の貯蔵場所として機能し、それより沖へ砂が運ばれるのを防止する働きをしている。逆にバームは、荒天時に削り取られるべき砂を静穏時に保管する働きを有するわけで、このバームを形成する砂の量が来襲する高波に対して十分であることが、海浜の安定条件のひとつであるといえる。

人工海浜の設計にあたっては、海浜断面の安定に必要なバームの砂の量が確保されるように後浜天端、および天端幅を決定しなければならない。

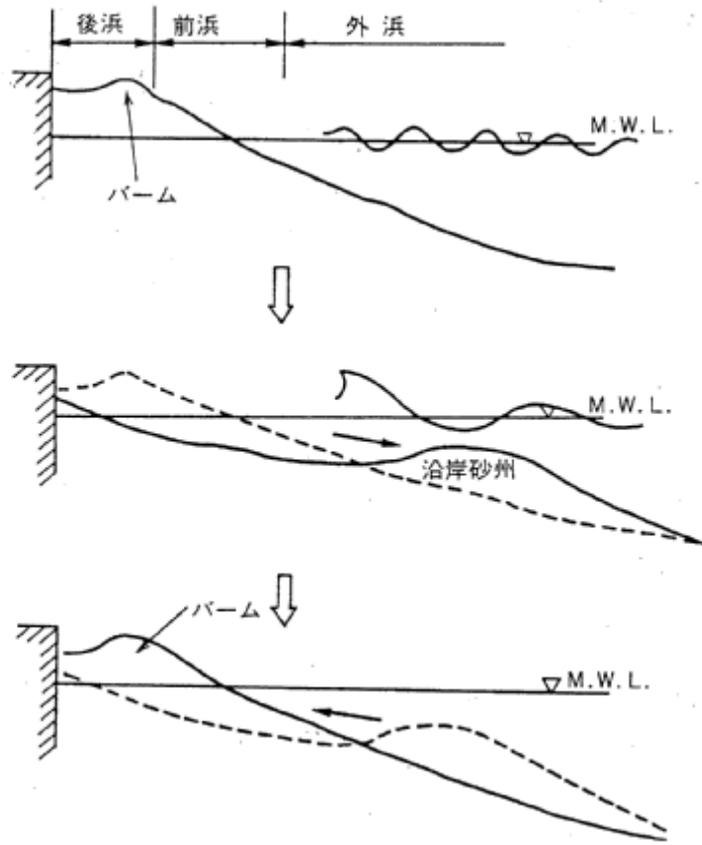
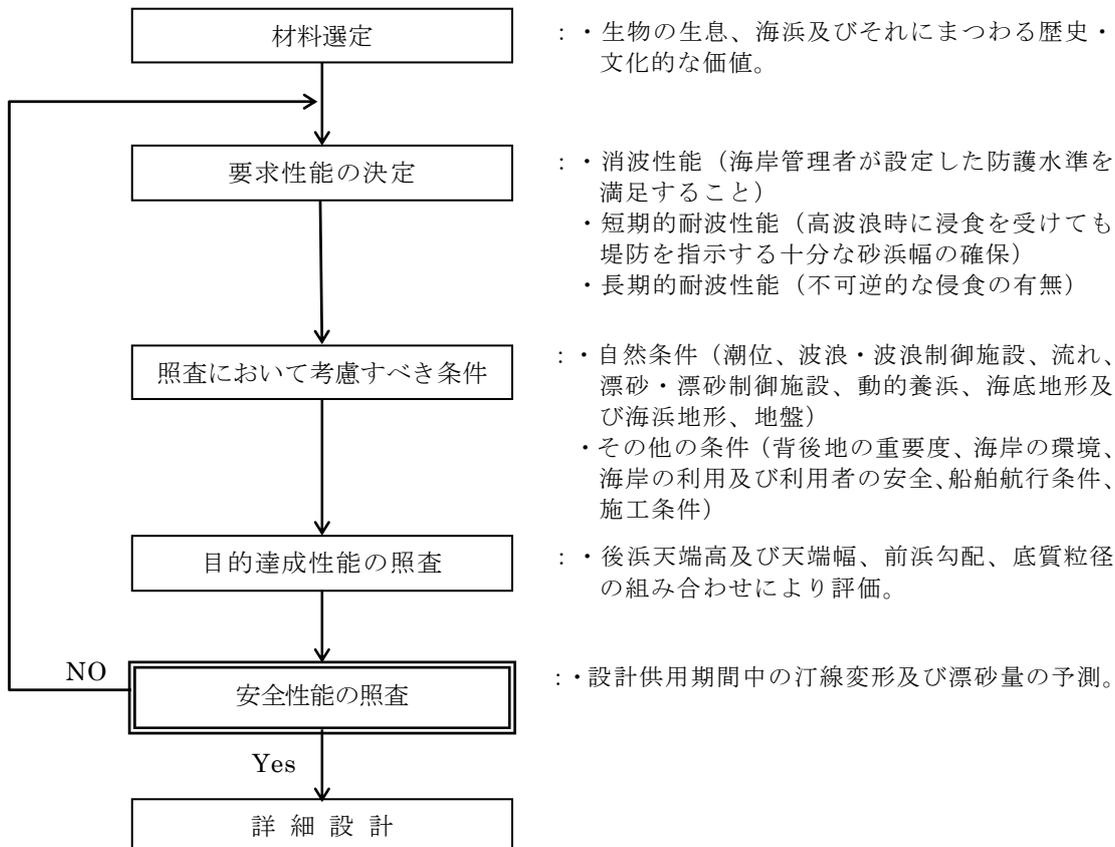


図 6-2-1 海浜の安定機構

### 3. 設計手順

設計の手順は、養浜の造成の目的や海岸の現況(消波施設の有無、外力の大きさ等)により若干異なってくると考えられるが、標準的な設計手順を 図 6-3-1 に示す。



出典 : [図 6-3-1]  
海岸保全施設の技術上の基準・同解説 3.10 (H16.6) P3-121~3-127 一部加筆

図 6-3-1 養浜の設計手順

各項目の詳細については、「海岸保全施設の技術上の基準・同解説 3.5 P3-121~3-127」を参照のこと。

設計にあたっては、目的、防護水準、配慮すべき利用項目等の基本方針、設計条件を整理した後、まず防護水準を確保するための必要断面形状を決定しなければならない。ここでは、この必要断面形状を「基本断面」と呼ぶ。基本断面は、これより海浜断面積が小さくなった場合に所要の防護水準を確保できなくなる必要最小限の断面諸元を表し、海浜変形等が生じた後も確保されるべきものである。なお、養浜の造成前に消波施設の建設が計画されている場合または既に存在している場合には、設計条件として波浪の低減を考慮に入れて基本断面の設計を行う。

基本断面が決定した後は、養浜の平面形状、用いる養浜材料等を検討することになるが、これらの段階においては海浜の平面的変化に対して、基本断面を施工区間の全範囲で確保することが主要課題となる。

#### 4. 養浜材料

養浜材料は、海浜の安定性、供給可能量、材質、海浜利用および周辺環境に及ぼす影響等を考慮して決定するものとする。

出典：[4.]  
河川砂防技術基準  
(案)同解説 設計編Ⅱ  
8.4(H9.10)P207

養浜材料の材質としては、火山噴出物、貝殻等の低比重物質やシルト質分等を多量に含まないこと、有害物質を含まないこと等が必須条件である。加えて材料の色調は砂浜のイメージを左右する要因であり、海岸環境を考慮する場合にはこうした点にも配慮する必要がある。

養浜材料の粒度は、海浜の安定性、消波効果、海浜利用者の感触、生物生息条件、海水浄化機能等と密接に関連する必要がある。これらの各種条件の中には、例えば表6-4-1に示すように粗い砂を可とする場合と逆に細かい砂を可とする場合の相反的なものもある。そのため供給可能量およびこれら粒度の特性を総合的に判断して材料を決定することになる。また、要求事項を満たす養浜材料の供給可能量が十分でない場合には、被覆層あるいはのり先に要求事項を満たさない材料の使用は基本断面に留めるものとし、波浪等により、被覆材が沈下したり、中詰材が吸い出されないように注意しなければならない。

表 6-4-1 養浜材料としての底質の粒度組成に要求される特性

要求事項	底質の粒度特性
海浜の安定性	一般に粗い方がよい
海浜勾配	粗いほど急になる
消波効果	一般に粗い方がよい
海浜の浄化機能	泥質にならない程度に細かい方がよい
利用者の感触	一般に粗い方が好ましくなく、よって泥質にならない程度に細かい方がよい

## 1. 流出防止対策における留意事項

### ① フィルター構造

設計に際し、フィルターの層数・フィルター各層の厚さや粒径を決定する場合、養浜砂と捨石の粒径、施工性等に留意する必要がある。

### ② 砂防シート・砂防マット

設計に際し、①作用する外力（潮汐、波浪、土圧、施工時の風、土砂投入による衝撃力、捨石部表面の凸凹等）に対してそれ自体が十分な強度をもつ必要がある。②波の作用などによって正確な施工が困難な場合があるため、継ぎ目のオーバーラップを十分にとる必要がある。

砂防シート・砂防マットの耐久性については不明な部分も多いため、他の対策を併用しない場合には、十分な管理・点検を行う必要がある。

## 2. その他留意事項

### ③ 不透過型構造物の裏込め材

不透過型構造物の直立部に作用する土圧軽減のために裏込め材が設けられる場合があるが、裏込め材の中に土砂が流出する場合もあり、必要に応じてフィルター層、砂防シート、砂防マットなどの対策を行う。

### ④ 防砂板

施工性等の観点から防砂板を使用する場合の設計にあたり、①作用する外力（潮汐、波浪、土圧、施工時の風、土砂投入による衝撃力等）に対してそれ自体及び取り付け部が十分な強度を有する必要がある。②構造物の沈下や変形に対し追従できるものを選定することが必要である。なお、波浪や潮汐により防砂板が変形し磨耗等の損傷を助長する場合があるため形状や材質に留意する必要がある。

### ⑤ 不透過型構造物の目地間充填材

目地部に、マット類やモルタル等を充填すること（以下「目地間充填材」という。）によって、防砂板に作用する波力等を低減することができる。ただし、目地間充填材は構造物の沈下や波力等に対して安定であることが重要である。

### ⑥ 天端置換捨石部の設置

陥没孔は、基本的に静水面付近により上に発生するため、この部分が捨石であれば陥没孔発生危険性は少ない。また砂部が捨石の下にあれば、陥没孔は発生しないと考えられる。（図7-2-2参照）

### ⑦ 空隙の充填

透過型構造物の空隙を予め土砂等で充填しておくことにより、波の作用で空隙中の土砂が安定勾配を形成し、土砂の流出を防止することが期待できる。（図7-2-3参照）

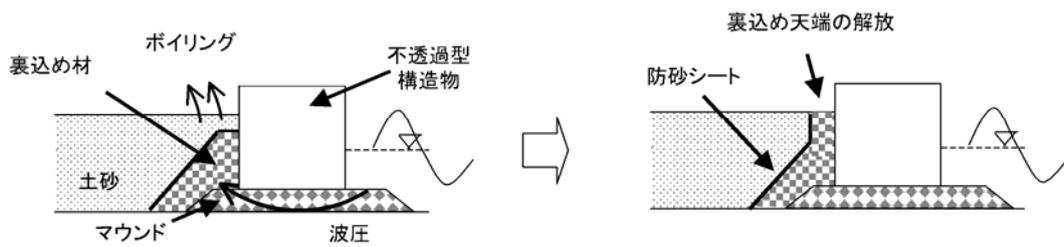


図 7-2-1 裏込め材設置に伴うボイリングの防止対策



図 7-2-2 天端置換捨石による陥没孔防止対策



図 7-2-3 空間の重点による防止対策

出典：[図 7-2-1～3]  
人工海浜の安全確保  
のため留意すべき技  
術的事項  
図 4～図 6

## 第 8 節 付帯施設（標準）

付帯施設は、堤防、護岸等とともに一体的に機能し、構造上の弱点とならないように近傍の土地および水面の利用状況を考慮して設けなければならない。

付帯施設には水門、樋門、樋管等のほか排水機場、潮遊び、陸こう、昇降路およびえい船道、船揚場等がある。

設計は「海岸保全施設の技術上の基準・同解説」を最優先し「河川砂防技術基準 同解説 計画編」「河川砂防技術基準（案）同解説 設計編Ⅰ」および当設計便覧の適応する各章の事項に準ずるものとする。

出典：[第 8 節]  
海岸保全施設の技術  
上の基準・同解説  
3.11.1(H16.6)P3-128  
一部加筆



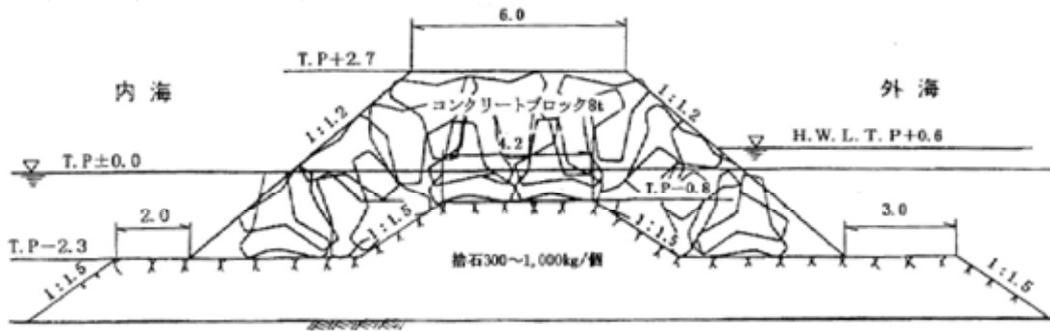


図 9-2-3 離岸堤断面図

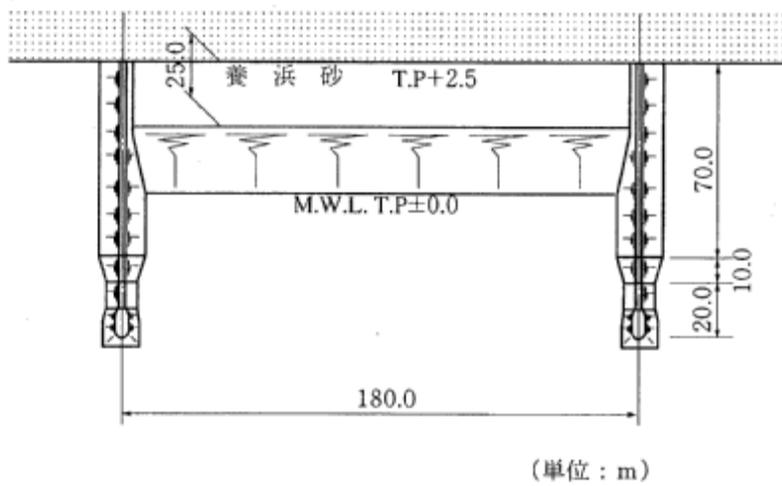


図 9-2-4 養浜工平面図

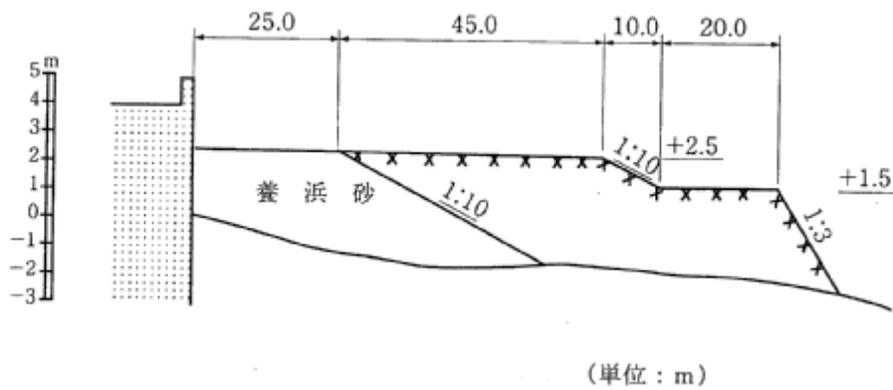


図 9-2-5 養浜工断面図

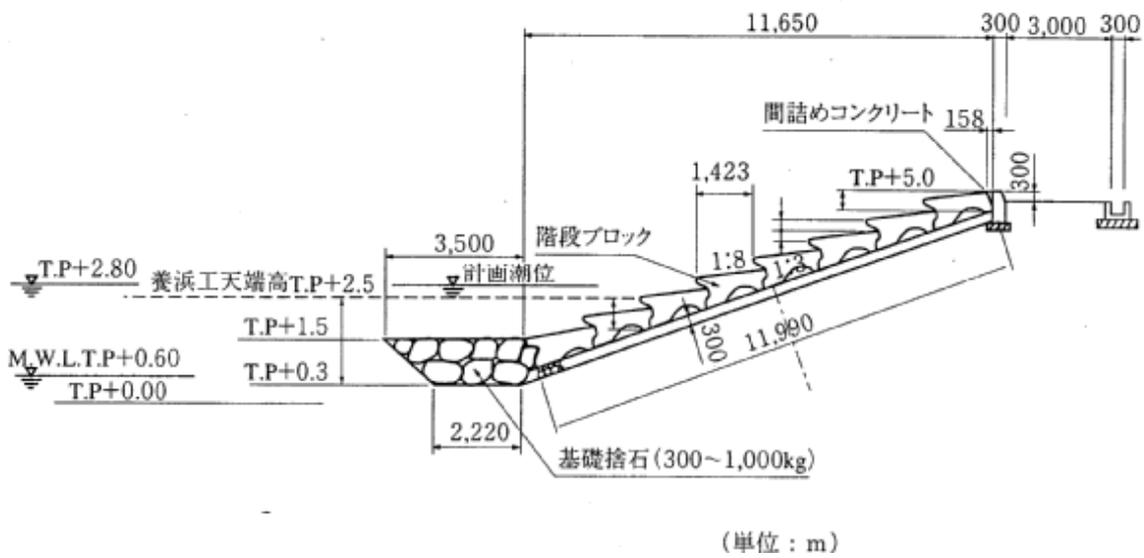


図 9-2-6 緩傾斜堤断面図

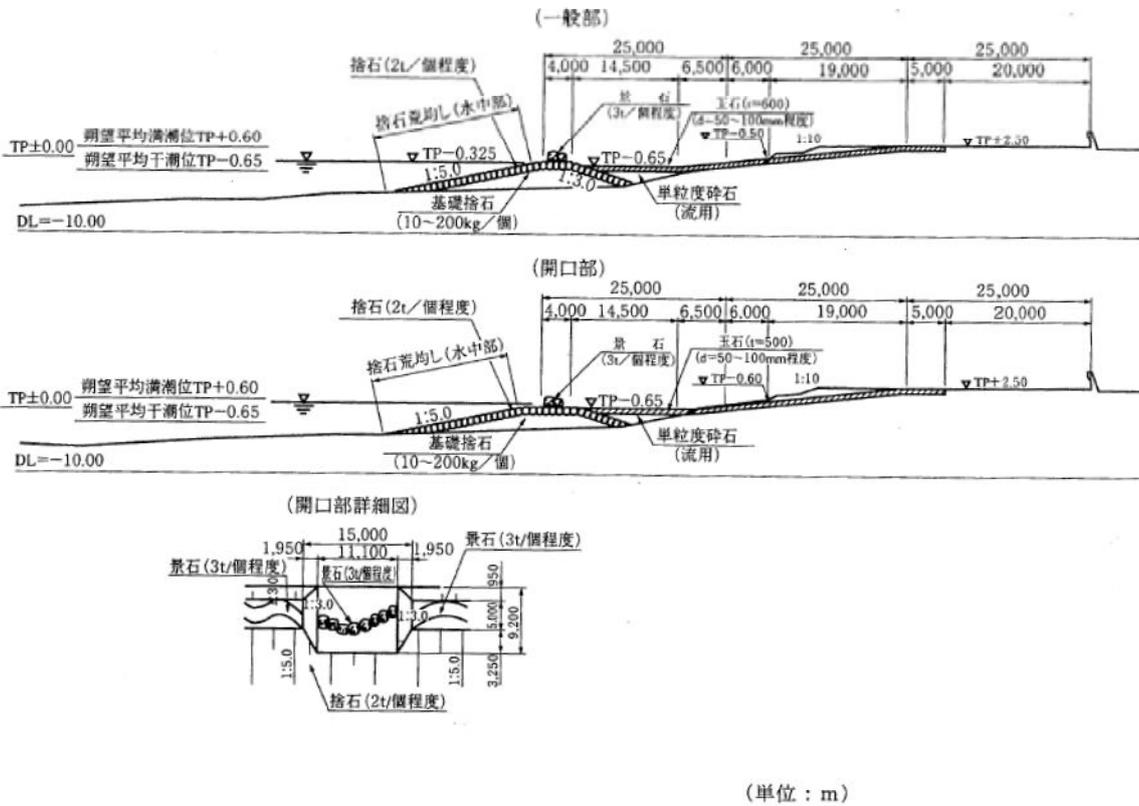


図 9-2-7 礫浜断面図

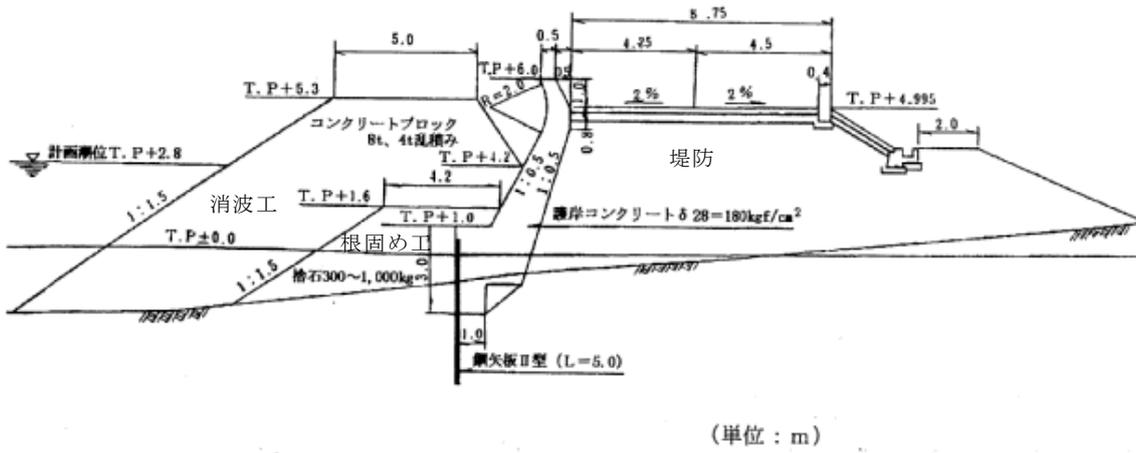


図 9-2-8 消波工、根固め工、堤防断面図

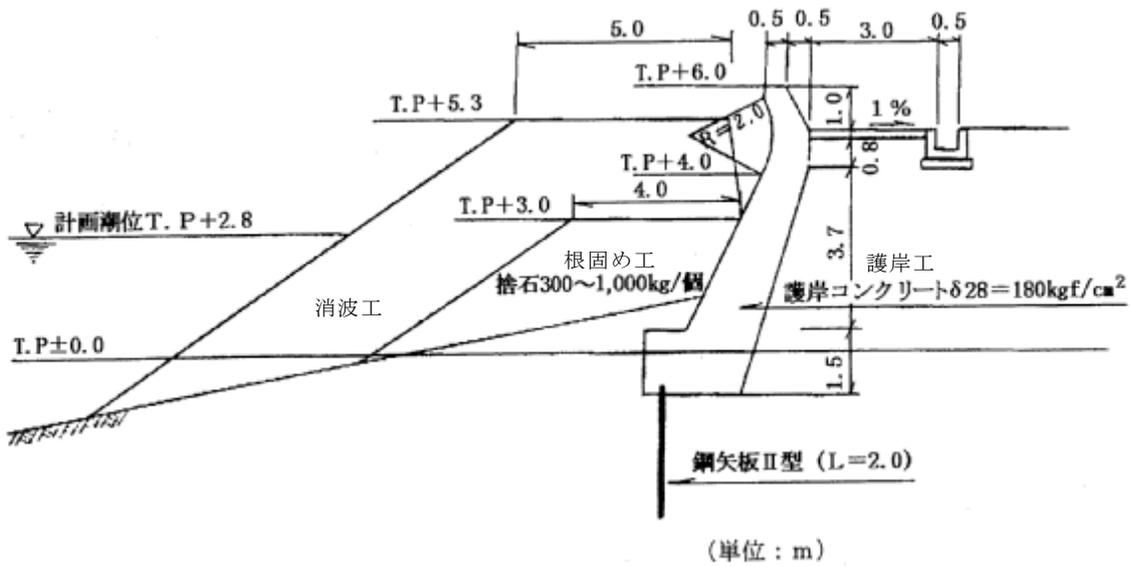


図 9-2-9 消波工、根固め工、護岸工断面図

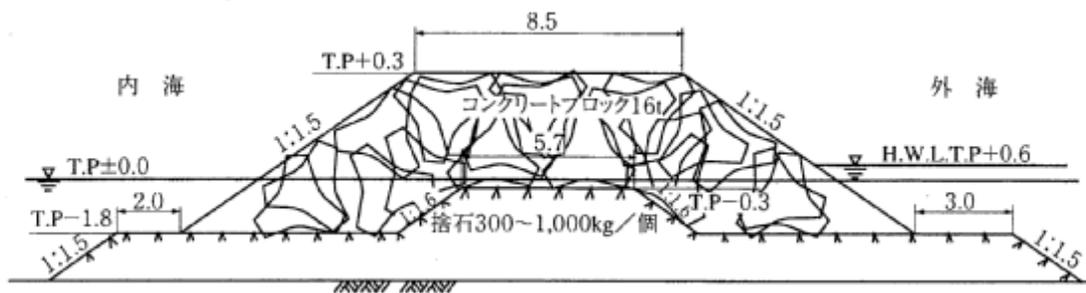
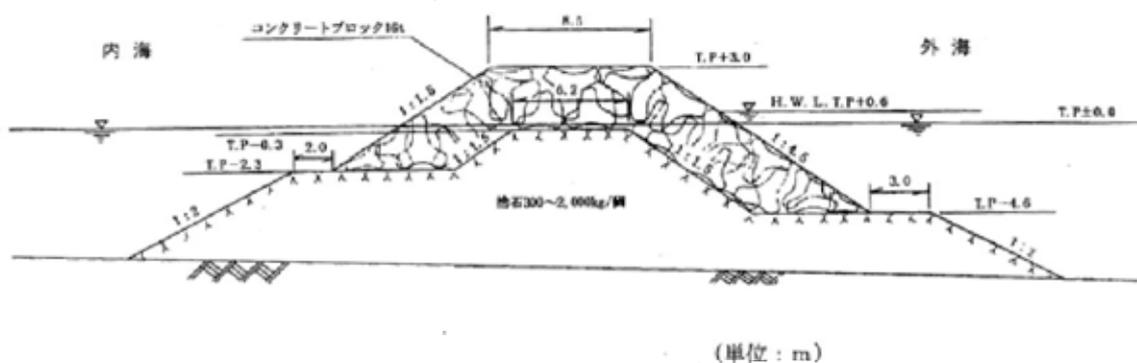
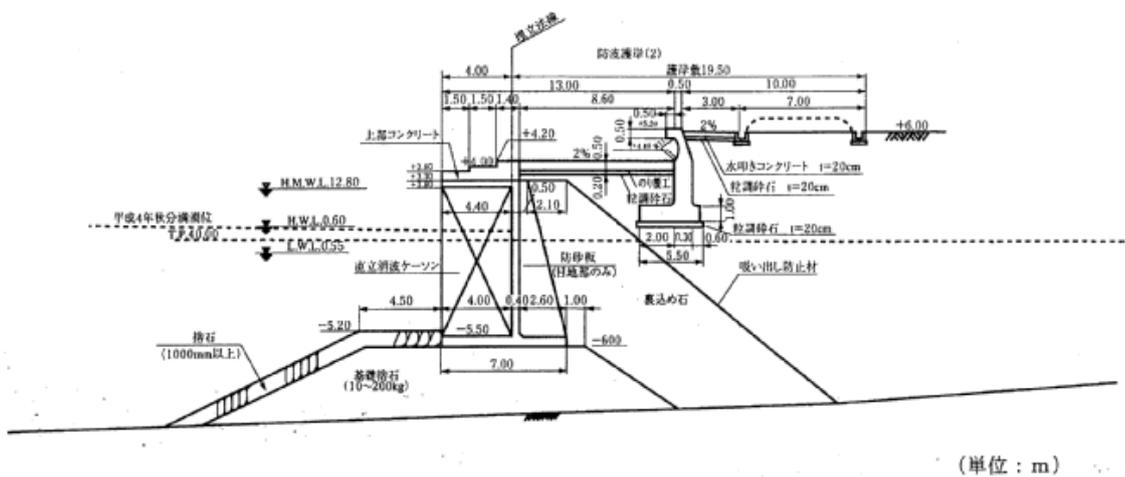


図 9-2-10 離岸堤断面図 (塩屋)



(単位: m)

図 9-2-11 離岸堤断面図 (舞子)



(単位: m)

図 9-2-12 防波護岸断面図

# 第14章 砂防

第1節 基本事項	1	5-5 袖の安定性、および構造	22
1. 適用範囲	1	5-6 前庭保護工	22
2. 適用基準等	1	第3節 床固め工（標準）	23
3. 設計の基本的考え	1	1. 基本事項	23
3-1 環境との調和	1	1-1 目的	23
第2節 砂防えん堤（標準）	3	1-2 位置	23
1. 砂防えん堤の種類	3	1-3 床固めの方向	23
1-1 砂防えん堤構築材料による分類	3	1-4 渓床勾配	24
1-2 砂防えん堤の目的による分類	4	2. 床固め工の設計	24
1-3 砂防えん堤の型式による分類	4	2-1 水通し	25
1-4 砂防えん堤の構造型式による分類	5	2-2 本体	25
2. 砂防えん堤の各部の名称	6	2-3 基礎	26
3. 砂防えん堤の配置	7	2-4 袖	26
3-1 位置	7	2-5 前庭保護工	26
4. 不透過型砂防えん堤の設計	7	3. 帯工	26
4-1 基本事項	8	第4節 護岸工および水制工（標準）	27
4-1-1 設計洪水流量	8	1. 護岸工の設計	27
4-1-2 設計荷重	8	1-1 護岸工の位置	27
4-2 水通しの設計	9	1-2 護岸工の型式、種類の選定	28
4-2-1 水通しの位置および断面	9	1-3 護岸の天端高	28
4-3 重力コンクリート砂防えん堤本体の設計	9	1-4 護岸の根入れ	28
4-3-1 天端幅	9	2. 水制工の設計	28
4-3-2 断面形状	10	2-1 水制工の位置	28
4-4 基礎の設計	11	2-2 水制の方向	29
4-4-1 カットオフ	11	2-3 長さ、高さ、および間隔	29
4-4-2 段切り	12	第5節 溪流保全工（流路工）（標準）	30
4-5 袖の設計	12	1. 基本事項	30
4-6 前庭保護工の設計	12	1-1 目的	30
4-6-1 副堤・水褥池による減勢工	13	1-2 計画高水位	30
4-6-2 水叩き	13	1-3 法線	30
4-6-3 側壁護岸	14	1-4 縦断形	30
4-6-4 護床工	14	1-5 断面	31
4-7 付属物の設計	14	2. 溪流保全工（流路工）の設計	31
4-8 堤体腹付け補強対策	16	2-1 渓床	31
5. 透過型砂防えん堤の設計	17	2-2 護岸工と床固め工の取付け	31
5-1 基本事項	17	2-3 砂防えん堤との取付け	31
5-1-1 透過型砂防えん堤の種類	17	3. 溪流保全工（流路工）における護岸工	31
5-1-2 設計流量	18	4. 溪流保全工（流路工）における床固め工	32
5-1-3 設計荷重	18	4-1 位置	32
5-1-4 設計水深	19	4-2 重複高	32
5-2 透過型砂防えん堤の安定条件	19	5. 底張り	32
5-3 本体構造	20	第6節 山腹工（標準）	33
5-3-1 水通し	20	1. 基本事項	33
5-4 スリットの構造	21	1-1 目的	33
5-4-1 鋼製スリットの選定	21	1-2 工種	33
5-4-2 スリットの数	21	1-3 工種の選定	33
5-4-3 スリットの深さ	21	2. 山腹工の設計	33
5-4-4 スリットの配置	22		

# 第 14 章 砂防

## 第 1 節 基本事項

### 1. 適用範囲

本章では、砂防えん堤、床固め工、護岸および水制工、溪流保全工（流路工）、山腹工に関する設計の考え方を示したものである。

本章は、砂防施設配置計画のうち、土砂生産抑制施設配置計画、土砂流送制御施設配置計画について、土砂生産・流送の場とその場で使われる砂防の工種について整理したものである。

表 1-1-1 主な砂防施設配置計画と砂防の工種

水系砂防計画及び土石流対策計画に基づき策定される砂防施設配置計画の区分	土砂生産・流送の場	砂防の工種
土砂生産抑制施設配置計画	山腹	山腹基礎工、山腹緑化工、山腹斜面補強工、山腹保育工
	溪床・溪岸	砂防えん堤、床固工、帯工、護岸工、溪流保全工
土砂流送制御施設配置計画	溪流・河川	砂防えん堤、床固工、帯工、護岸工、水制工、溪流保全工、導流工、遊砂地工

出典：[1.]  
河川砂防技術基準  
同解説 計画編  
(H17.11)P177  
一部加筆

出典：[表 1-1-1]  
河川砂防技術基準  
同解説 計画編  
表 3-1(H17.11)P177

### 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
河川砂防技術基準 同解説 計画編	平成 17 年 11 月	日本河川協会
河川砂防技術基準（案）同解説 設計編Ⅱ	平成 9 年 10 月	〃
砂防基本計画策定指針（土石流・流木対策指針）同解説	平成 19 年 3 月	国土技術政策総合研究所
土石流・流木対策設計技術指針同解説	平成 19 年 3 月	〃
改定版砂防設計公式集（マニュアル）	昭和 59 年 10 月	全国治水砂防協会
鋼製砂防構造物設計便覧（平成 21 年度版）	平成 21 年 9 月	砂防・地すべり技術センター
砂防ソイルセメント設計・施工便覧	平成 23 年 10 月	〃
その他関係法令等	-	-

### 3. 設計の基本的考え

砂防設備の設計にあたっては、治水安全性の確保とともに、自然環境を守り優れた自然を後世に残すよう配慮しなければならない。

溪流空間は、恐ろしい土砂災害の発生の場合であると同時に、自然環境に恵まれた憩いの場でもある。したがって、砂防施設の設計にあたっては、治水安全性の確保とともに、自然環境を守り優れた自然を後世に残すよう配慮しなければならない。

#### 3-1 環境との調和

自然と調和した健康な暮らしと健全な環境の創出を図るため、周辺環境に十分配慮し、自然の溪流を活かした砂防施設の設置を行い、「環境と調和した砂防施設」の立案を推進する。

「環境と調和した砂防施設計画」は、溪流が持つ自然な姿をできるだけ保ち、溪流が本来有している良好な生息環境に配慮し、あわせて美しい自然景観を保全・創出するものであり、砂防施設の立案においては、土砂処理のための合理的な計画を検討すると同時に、環境に配慮することが必要である。

各砂防施設における環境に配慮する方法の一例を 表 1-3-1 に示す。

表 1-3-1 環境と調和した砂防施設の例

施設	検討項目
山腹工	<ul style="list-style-type: none"> <li>○山腹基礎工は周辺環境になじんだ工法、材料等を工夫する。 <ul style="list-style-type: none"> <li>・間伐材の利用（山腹工節減工法等）</li> </ul> </li> <li>○植栽工の樹種は適地、適木を選定する。 <ul style="list-style-type: none"> <li>・樹種は2～4種類を組み合わせ自然植生に近いものとする。</li> </ul> </li> </ul>
砂防えん堤工	<ul style="list-style-type: none"> <li>○周辺環境になじむよう構造、材料、修景等を工夫する。 <ul style="list-style-type: none"> <li>・砂防えん堤のスリット化</li> <li>・必要に応じて魚道の確保（魚の迂回路・多段式落差工）</li> <li>・修景用ブロックを型枠に使用</li> <li>・石、間伐材（木材）等で被覆</li> <li>・砂防えん堤前面を極力、覆土し植栽する。</li> <li>・現地発生土砂の有効活用（砂防ソイルセメント工法の活用）</li> </ul> </li> </ul>
床固め工	<ul style="list-style-type: none"> <li>○周辺環境になじむよう構造、材料、修景を工夫する。 <ul style="list-style-type: none"> <li>・溪流魚、両生類に対する配置（魚道、オオサンショウウオ昇降路）</li> <li>・魚の回遊路、窪地の設置</li> <li>・多段式落差工、全断面魚道化、緩勾配化</li> </ul> </li> </ul>
河道	<ul style="list-style-type: none"> <li>○下流部の河道法線、横断線形、断面構造を工夫する。 <ul style="list-style-type: none"> <li>・現河道を極力活かし、屈曲や膨らみを持った法線形の採用</li> <li>・瀬や淵を保全、創出し、直線化を避ける</li> <li>・現河道幅が広い部分は遊砂地として利用</li> <li>・溪岸の緩傾斜化（背後の土地利用状況・用地の確保等を考慮）</li> <li>・低水路の確保（河道内に植生エリアを確保・河床勾配が急などで複数断面の形状が維持できない場合は除く）</li> </ul> </li> </ul>
護岸工 （根固め）	<ul style="list-style-type: none"> <li>○構造、材料を工夫する。 <ul style="list-style-type: none"> <li>・水理特性に応じ植生と木または石材を併用した溪岸保護の採用</li> <li>・じゃかご、捨石等の多様な空隙構造をもつ材料の採用</li> <li>・コンクリート護岸を覆土し、植生を導入（隠し護岸） （低水路を除き下流に悪影響のない程度に覆土）</li> <li>・多自然型ブロックの採用やつる性植物で護岸を覆う</li> <li>・護岸の背後地に樹木を植え、溪畔林を創出</li> </ul> </li> </ul>
落差工	<ul style="list-style-type: none"> <li>○現河床勾配の変化点等以外は極力落差工を施工しない。 <ul style="list-style-type: none"> <li>・構造、材料、修景を工夫</li> </ul> </li> <li>○魚道の確保に配慮する。 <ul style="list-style-type: none"> <li>・魚の回遊路、窪地の設置</li> <li>・多段式落差工、全断面魚道化</li> </ul> </li> </ul>
緑の砂防	<ul style="list-style-type: none"> <li>○緑の環境保全機能、防災機能を最大限活かす。 <ul style="list-style-type: none"> <li>・土砂災害緩衝樹林帯の整備</li> <li>・環境保全機能（生物多様性機能、景観機能、水質浄化機能）</li> <li>・防災機能（土砂生産抑制機能、流出土砂抑制機能、流出土砂調整機能、土地利用抑制機能）</li> </ul> </li> </ul>

## 第2節 砂防えん堤（標準）

### 1. 砂防えん堤の種類

#### 1-1 砂防えん堤構築材料による分類

砂防えん堤の構築材料による分類は、表 2-1-1 のとおりである。

表 2-1-1 砂防えん堤構築材料による分類

コンクリート砂防えん堤	砂防えん堤に一般的に用いられる材料である。また、加工されたものとして、コンクリート枠砂防えん堤、コンクリートブロック砂防えん堤等がある。
コンクリートブロック砂防えん堤	コンクリートブロックを組み合わせて築造した砂防えん堤で、基礎地盤に対する要求が少ないため、地すべり地等で用いられることが多い。
粗石コンクリート砂防えん堤	コンクリートの中に粗石（径30～50cm）を混入したものを、特に粗石コンクリートと呼ぶ。強度的にコンクリートと中埋石の付着さえ十分ならば粗石コンクリートはコンクリートと同一であるという前提で、現地で得やすい玉石を中埋めとして用い、コンクリート量を節約するものである。
鋼製砂防えん堤	近年、鋼製の砂防えん堤の施工例が多くなっている。種類として、枠形式、スリット形式、格子形式、ダブルウォール形式、セル形式、スクリーン形式等があげられる。
石積み砂防えん堤	空石積みと練り石積みがあり、耐磨耗性は良いが、近年石工が少なくなり、施工例も減少している。
ロックフィル砂防えん堤	ロックフィル形式、アース形式等がある。
木製砂防えん堤	丸太を組み合わせた方格枠内に玉石を充填するものが、木製堰堤として古くから用いられ、現場付近で得られる材料で安定的な構造物がつくれるという点で高く評価されていたが、木材は耐久性の点で永久構造物としては適当でなく、一時的な構造物あるいは短期間で安定が期待できるような小荒廃地の構造物として使われる。
ソイルセメント砂防えん堤	砂防ソイルセメントは、施工現場において現地発生土砂とセメント・セメントミルク等を攪拌・混合して製造するもので、砂防施設とこれに伴う附帯施設の構築及び地盤改良に活用する材料の総称である。

出典：[表 2-1-1]  
砂防ソイルセメント  
設計・施工便覧  
1.4 (H23.10) P6  
一部加筆

## 1-2 砂防えん堤の目的による分類

砂防えん堤の目的による分類は、表 2-1-2 のとおりである。

表 2-1-2 砂防えん堤の目的による分類

土砂生産抑制施設	山脚固定による山腹の崩壊などの発生又は拡大の防止又は軽減	砂防えん堤の設置により上流側に土砂を堆積させ、この堆積土砂によって溪床を上昇させて山脚を固定し、山腹の崩壊などの予防及び拡大を防止する機能を有する。
	溪床の縦侵食の防止又は軽減	砂防えん堤の設置により上流側に土砂を堆積させて、溪床の縦侵食を防止する機能を有する。
	溪床に堆積した不安定土砂の流出防止又は軽減	砂防えん堤の設置による不安定土砂の流出を防止する機能を有する。
土砂流送制御施設	土砂の流出抑制あるいは調整	堆積容量に流出土砂を貯留させることで、土砂の流出抑制機能を発揮する。この機能は堆砂によって失われるので、計画上これを見込む場合は除石などにより機能の回復を行う必要がある。
	土石流の捕捉あるいは減勢	砂防えん堤が満砂状態である場合には一時的に安定勾配より急な勾配で土石流を堆砂域に堆積させてこれを捕捉する。堆積容量を活用する場合は、堆積容量に土石流を捕捉することで、土石流の捕捉機能を発揮するが、この機能は堆砂によって失われるので、計画上これを見込む場合は除石などにより機能の回復を行う必要がある。

出典：[表 2-1-2]  
河川砂防技術基準  
同解説 計画編  
2.3.3.2  
(H17.11)P180, 183  
一部加筆

## 1-3 砂防えん堤の型式による分類

砂防えん堤で、現在考えられている代表的なものは、不透過型砂防えん堤と透過型砂防えん堤に分けられ、砂防えん堤の形式による分類は、表 2-1-3 のとおりである。

表 2-1-3 砂防えん堤の形式

不透過型砂防えん堤	土石流時だけでなく、平常時の流出土砂についても貯留するものを不透過型と分類している。従来から多くの箇所を実施しているが、近年砂防えん堤により生態系の分断を起こすとの判断を受けたり、下流河川への土砂の供給を行わないため、河床低下を引き起こしたり、河川流水の成分の改悪により生態系への影響を指摘する研究がされている。鋼製スクリーン砂防えん堤は、中小出水時に土砂を貯留するため不透過型としているが、スクリーンの間隔によって、中小出水時に下流に土砂を流下することができれば透過型に分類できることもある。
透過型・部分透過型砂防えん堤	透過型砂防えん堤・部分透過型砂防えん堤は土砂を捕捉あるいは調整するメカニズムから「土石流捕捉のための透過型及び部分透過型砂防えん堤」と「土砂調節のための透過型及び部分透過型砂防えん堤」がある。土石流捕捉のための透過型及び部分透過型砂防えん堤は、土石流に含まれる巨礫等によって透過部断面が閉塞することにより、土石流を捕捉する。また、透過部断面が確実に閉塞した場合、捕捉した土砂が下流に流出する危険性はほぼ無いため、土石流捕捉のための透過型及び部分透過型砂防えん堤を土石流区間に配置する。 一方、土砂調節のための透過型及び部分透過型えん堤は、流水に堰上げ背水を生じさせて掃流力を低減させることにより、流砂を一時的に堆積させる。土砂調節のための砂防えん堤が所定の効果を発揮するためには、透過部断面の閉塞は必要とされない。そのため、土砂調節のための透過型及び部分透過型砂防えん堤は洪水の後半に堆積した土砂が下流に流出する危険性があるため、土石流区間に配置しない。

出典：[表 2-1-3]  
砂防基本計画策定指針(土石流・流木対策指針)同解説  
(H19.3)P62

#### 1-4 砂防えん堤の構造形式による分類

砂防えん堤の構造形式による分類は、表 2-1-4 のとおりである。

表 2-1-4 砂防えん堤の構造形式による分類

コンクリート 重力式砂防えん堤	コンクリート重力式砂防えん堤は、一般的な砂防えん堤であり、堤体コンクリートの自重で外力に抵抗するもので、設計・施工も容易である。
中空中詰め重力式砂防えん堤	中空重力式砂防えん堤で従来のものは、底面応力の緩和とコンクリート量の節減に効果があるが、型枠費が大きく小規模な砂防えん堤では不利となり、最近はあまり採用されない。中空中詰め重力式砂防えん堤は、中空部をエキスパンドメタルの仮枠で囲い、土砂を中詰めすることにより型枠代わりにするもので、中空ダム欠点である型枠費を大幅に削減し、コンクリートの節約を図るとともにえん堤サイトの基礎となる地盤支持力が小さく、通常のコンクリート重力式砂防えん堤では、不等沈下が生じる恐れがある場合等、底面圧力の緩和が必要な場合等に用いられる。なお、本型式ではコンクリートが節減できることや、中空部に掘削土を中詰めできるので、残土処理上有利である。
ロックフィル砂防えん堤	ロックフィル砂防えん堤は、土砂礫で本体を築造するため良質な材料を現場近くで得られることが望まれる。砂防えん堤全体をロックフィル形式とする例は少なく、水通し部をコンクリート等で築造し、袖部にこれを用いることがある。ロックフィル砂防えん堤は、中空重力型式と同様に地盤支持力の小さいえん堤サイトに適している。
アーチ式砂防えん堤	アーチ式砂防えん堤は、外力を河床部から側方部へ大部分を伝えることにより安定を図る構造である。したがって、他の型式の砂防えん堤に比べ、えん堤サイトの地質、地形が良好であることが重要である。コンクリート量はかなり節約できる。
三次元砂防えん堤	三次元砂防えん堤は、堤体に作用する荷重を基礎の地盤と側方の岩盤に伝え、砂防えん堤と岩盤の摩擦力およびせん断抵抗力によって安定を図る構造である。コンクリート量は、アーチ式砂防えん堤ほどではないがコンクリート重力式砂防えん堤に比べてかなり減ずることができる。
枠形式砂防えん堤	枠形式砂防えん堤は、地質条件で屈とう性が要求される場合や、緊急な施工を要する場合、あるいは透水性が要求される場合に用いられる。
スリット砂防えん堤	スリット砂防えん堤は、土砂流のフロント部の巨礫群を捕捉し、減勢させる鋼管スリット砂防えん堤や、掃流域で貯砂量の一部を調節量として取り扱うために施工するものなどがある。
ダブルウォール砂防えん堤	ダブルウォール砂防えん堤は、矢板やエキスパンドメタル、コンクリートパネルを上下流に組み立てて、型枠の代替とするもので、施工が容易である。
ソイルセメント砂防えん堤	ソイルセメント砂防えん堤は、現地発生土砂を有効活用し、堤体材料とする構造形式である。現地発生土砂の貯存量、粒径、有機物含有量等の土砂特性・地形特性の確認が必要である。

出典：[表 2-1-4]  
砂防ソイルセメント  
設計・施工便覧  
1.4 (H23.10) P6  
一部加筆

## 2. 砂防えん堤の各部の名称

砂防えん堤の各部の名称は、図 2-2-1 に示すとおりである。

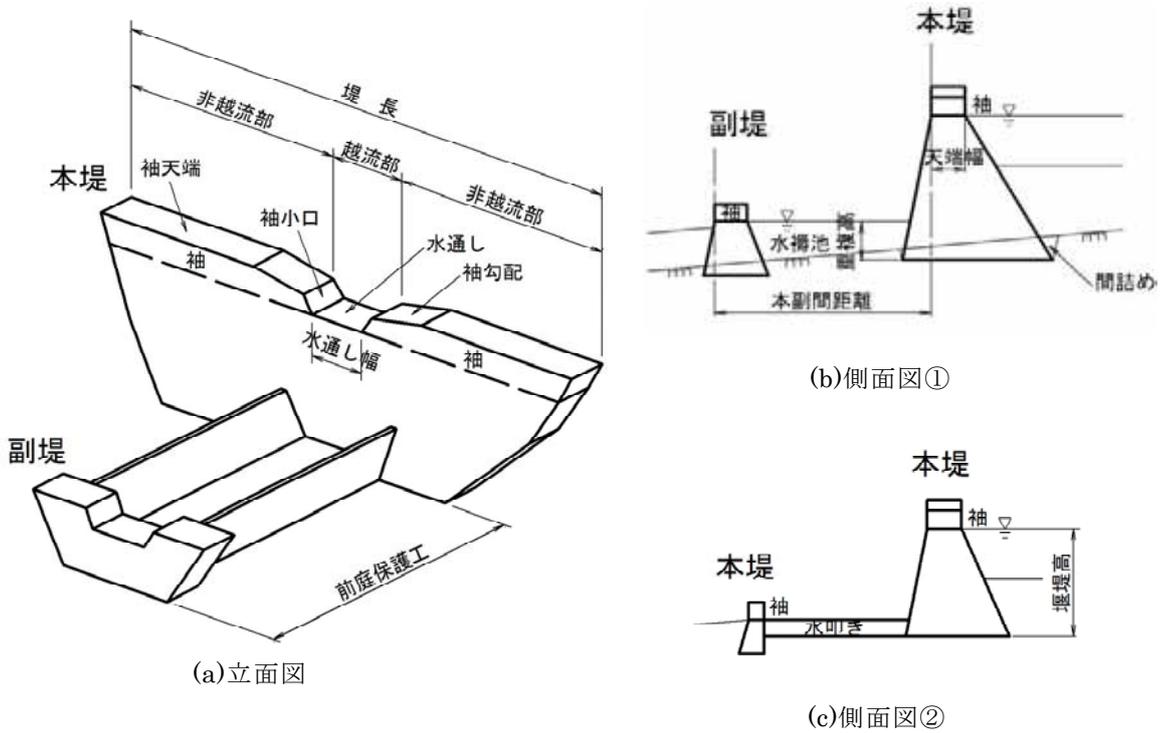


図 2-2-1 砂防えん堤各部の名称

なお、前庭保護工として、砂防えん堤の下流の横工として設置するものには副堤と垂直壁がある。

### ① 副堤

副堤は、本堤の高さが 15m 以上の場合、本堤下流の基礎地盤が悪く洗掘・河床低下のおそれのある場合および、水叩きコンクリートの厚さが 2m を越えて水褥池を設けた場合に、概ね単独で設置する構造物で、周囲の岩盤が劣悪な場合には、水叩き被覆工を伴うこともある。裏のり勾配をつける等単独で構造物の安定が図れる構造でなければならない。

### ② 垂直壁

垂直壁は、水叩きの下流に設置する構造物で、水叩きコンクリート下流の洗掘を防ぐための構造物である。なお、上流側の勾配は、鉛直として設置する。

### 3. 砂防えん堤の配置

#### 3-1 位置

土砂生産抑制施設としての砂防えん堤の設置位置は、砂防えん堤に期待する効果と、地形、地質、不安定土砂の状況を勘案して決定する。

- ① 山脚固定による山腹の崩壊などの発生又は拡大の防止又は軽減：原則として崩壊などのおそれがある山腹の直下流
- ② 溪床の縦侵食の防止又は軽減：原則として縦侵食域の直下流
- ③ 原則として不安定な溪床堆積物の直下流

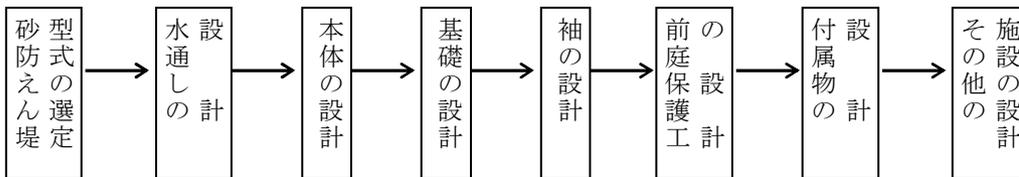
土砂流送制御施設としての砂防えん堤の設置位置は、砂防えん堤に期待する効果などを勘案して決定する。

- ④ 土砂の流出抑制あるいは調節、土石流の捕捉あるいは減勢：狭窄部でその上流の谷幅が広がっているところや支川合流点直下流部などの効果的な場所に設置するものとする。

出典：[3-1]  
河川砂防技術基準  
同解説 計画編  
(H17.11)P180,183  
一部加筆

### 4. 不透過型砂防えん堤の設計

不透過型砂防えん堤の設計においては、「河川砂防技術基準 同解説 計画編 第3-2章砂防施設配置計画」「河川砂防技術基準(案)同解説 設計編Ⅱ 第3章2節砂防ダム」「改訂版 砂防設計公式集」「砂防基本計画策定指針(土石流・流木対策指針) 同解説」「土石流・流木対策設計技術指針同解説」に準ずるものとする。



出典：[図 2-4-1]  
河川砂防技術基準  
(案)同解説 設計編Ⅱ  
表 3-1 (H9.10)P3  
一部加筆

図 2-4-1 砂防えん堤の設計手順

#### 4-1 基本事項

##### 4-1-1 設計洪水流量

砂防えん堤の設計流量は、土砂移動現象「掃流区間及び土石流区間」に応じて、設計該当地区の降雨量の年超過確率（1/100～1/200）、または既往最大のうち大きい方を採用し、土砂含有率を考慮して定めるものとする。

設計洪水流量の算定は、次に示す合理式が一般に用いられる。

$$Q = Q' \times (1 + \alpha)$$

$$Q' = (1/3.6) \cdot f \cdot \gamma \cdot A \quad \dots \text{合理式}$$

- ここに、 $Q$  : 対象流量 (m<sup>3</sup>/s)  
 $Q'$  : 合理式によって求めるピーク流量 (m<sup>3</sup>/s)  
 $\alpha$  : 土砂混入率  
 $f$  : 流出係数  
 $\gamma$  : 洪水到達時間内の平均雨量強度 (mm/h)  
 $A$  : 流域面積 (km<sup>2</sup>)

ただし、土石流区間の場合は原則として「砂防基本計画策定指針（土石流・流木対策指針）同解説」に準じ、土石流ピーク流量に対しても安全な設計とする。

表 2-4-1 近畿地方整備局管内における計画規模の一例

	六甲山系	瀬田川水系	木津川水系	九頭竜川水系
計画雨量*	110mm/hr	60mm/hr (田上) 70mm/hr (信楽)	60mm/hr (名張市、青山町、山添村) 91mm/hr (曾爾村、御杖村、美杉村)	90mm/hr
対象確率	1/200	1/100	1/100	1/100
土砂混入率	50%	掃流区域：10% 土石流区域：50%	掃流区域：10% 土石流区域：50%	20%

表中の「計画雨量\*」は上記水系での1例であって、ピーク流量を算定する際に用いる。洪水到達時間内の平均降雨強度は該当する地域の降雨強度式（第11章水路第5節府県別降雨強度）より求める必要がある。

##### 4-1-2 設計荷重

砂防えん堤に作用する外力には、静水圧・堆砂圧・揚圧力・地震時慣性力・地震時動水圧・温度変化による膨張力・伸縮力・土石流荷重等があり、設計条件に応じて適切な外力で設計するものとする。

なお、土石流時の設計荷重については「河川砂防技術基準(案)同解説 設計編Ⅱ 第3章砂防施設の設計」による検討と、「土石流・流木対策設計技術指針同解説」による土石流流体力を考慮する場合についての両方を検討し、両方に対して安全でなければならない。

出典：[4-1-1]  
 砂防基本計画策定指針（土石流・流木対策指針）同解説  
 (H19.3)P43

出典：[4-1-2]  
 河川砂防技術基準  
 (案)同解説 設計編Ⅱ  
 P4(H9.10)一部加筆

出典：[4-1-2]  
 土石流・流木対策設計  
 技術指針同解説  
 4-1-2(H19.3)P19

## 4-2 水通しの設計

### 4-2-1 水通しの位置および断面

水通しの中心の位置は、原則として現河床の中央に位置するものとし、砂防えん堤上下流の地形、地質、溪岸の状態、流水の方向等を考慮して定めるものとする。

#### (1) 水通しの底幅 $B_1$

水通し幅は現溪床幅程度を基本とし、3m以上を原則とする。

#### (2) 水通しの高さ $H_3$

水通しの高さは、逆台形堰の越流公式により求められた対象流量に応じた越流水位  $h_3$  に、表 2-4-2 に示す余裕高  $h_3'$  以上の値を加えて定めるものとする。

ただし、土石流ピーク流量を用いる場合は「土石流・流木対策設計技術指針同解説」に準じ越流水深を求め、その値と土石流として流出すると予想される最大礫径を比較して大きい方の値を越流水深  $h_3$  とする。

表 2-4-2 計画流量に対する余裕高

計画流量	余裕高
200m <sup>3</sup> /s 未満	0.6m
200～500 m <sup>3</sup> /s	0.8m
500 m <sup>3</sup> /s 以上	1.0m

表 2-4-3 溪床勾配別の設計水深に対する余裕高の比の最低値

計画堆砂勾配	(余裕高) / (設計水深)
1/10 以上	0.50
1/10～1/30	0.40
1/30～1/50	0.30
1/50～1/70	0.25

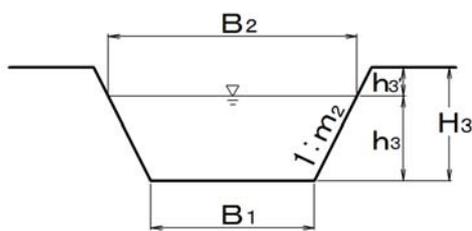


図 2-4-2 水通しの断面

$B_1$  : 水通しの底幅 (m)  
 $B_2$  : 越流水面幅 (m)  
 $H_3$  : 水通しの高さ (m)  
 $h_3$  : 越流水深 (m)  
 $h_3'$  : 余裕高 (m)  
 $m_2$  : 袖小口勾配

## 4-3 重力コンクリート砂防えん堤本体の設計

### 4-3-1 天端幅

砂防えん堤の天端幅は、えん堤サイト付近の河床構成材料、流出土砂形態、対象流量等の要素を考慮して決定するものとし、流出土砂等の衝撃に耐えるとともに、水通し部では通過砂礫の摩耗等に耐えるような幅とする必要がある。

近畿管内では、重力式コンクリート砂防えん堤の天端幅は、一般に表 2-4-4 に示す値を用いている。

出典 : [4-2-1]  
 河川砂防技術基準  
 (案)同解説 設計編Ⅱ  
 4-2-1(H9.10)P9

一部加筆  
 出典 : [(1)]  
 土石流・流木対策設計  
 技術指針同解説  
 (H19.3)P10

出典 : [(2)]  
 河川砂防技術基準  
 (案)同解説 設計編Ⅱ  
 4-2-2(H9.10)P9  
 一部加筆

出典 : [表 2-4-2]  
 土石流・流木対策設計  
 技術指針同解説  
 表-2(H19.3)P10

出典 : [表 2-4-3]  
 土石流・流木対策設計  
 技術指針同解説  
 表-3(H19.3)P10

出典 : [図 2-4-2]  
 河川砂防技術基準  
 (案)同解説 設計編Ⅱ  
 2.4 図 3-4(H9.10)P9

出典 : [4-3-1]  
 河川砂防技術基準  
 (案)同解説 設計編Ⅱ  
 4-3-1(H9.10)P10  
 一部加筆

表 2-4-4 近畿管内での天端幅（標準）

	六甲山系	瀬田川水系	木津川水系	九頭竜川水系
掃流区間	3.0m	2.0m	2.0m	2.5m
土石流区間		3.0m	3.0m	

4-3-2 断面形状

砂防えん堤として一般に用いる重力式砂防えん堤は、その安定を保つために、次の三つの条件を満たさなければならない。なお、砂防えん堤の断面決定に当たっては、原則として越流水深を考慮するものとする。

- ① 砂防えん堤の上流端に引張応力が生じないようえん堤の自重および外力の合力の作用線が、原則として底部の中央 1/3 以内に入ること。
- ② 砂防えん堤底と基礎地盤との間で滑動を起こさぬこと。
- ③ 砂防えん堤内に生ずる最大応力が材料の許容応力を超えないとともに、地盤の受ける最大圧が地盤の許容支持力以内であること。

出典：[4-3-2]  
河川砂防技術基準  
(案)同解説 設計編Ⅱ  
2.5.2(H9.10)P10  
一部加筆

(1) 下流のり勾配

a. 越流部

砂防えん堤の下流のり面は、越流土砂による損傷を極力受けない計画とし、砂防えん堤の越流部における下流のり勾配は一般に 1:0.2 とする。

なお、流出土砂の粒径が小さく、かつ、その量が少ない場合（中小出水においても土砂の流出が少ない溪流等）は、経済性を考慮しこれより緩くすることができる。

ただし、下流のり勾配を緩くする場合、その上限を 1:1.0 とし、かつ土砂が活発に流送され始める流速  $V$  とえん堤高さ  $H$  から求められる次式の勾配よりも急にする。

出典：[(1)]  
土石流・流木対策設計  
技術指針同解説  
2.1.3.2 (3)  
(H19.3)P12  
一部加筆

$$\frac{L}{H} = \sqrt{\frac{2}{gH}} U$$

ここで、 $L$ ：水通し肩からの堤底のり尻までの水平距離

$H$ ：えん堤高(m)

$U$ ：土砂が活発に流送され始める流速  $U$  (m/s)

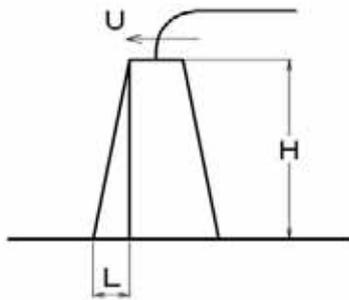


図 2-4-3 下流のり勾配

出典：[図 2-4-3]  
土石流・流木対策設計  
技術指針同解説  
図-6(H19.3)P13

### b. 非越流部

非越流部の断面は、越流部断面と同一を標準とする。

ただし、非越流部では、落下砂礫の衝撃および摩耗等を考慮する必要がないので、下流のり勾配を緩くすることができる。非越流部の形状を越流部と変えるかどうかは、安全性および施工性の難易等を考慮して決定するものとする。

越流部の断面を変える場合は平常時および洪水時の安定性の他、15m以上の砂防えん堤については、未満砂で湛水していない状態の時に、下流側から地震時慣性力が作用する状態についても安全性を有する断面とする。

### c. 上流のり勾配

重力式コンクリート砂防えん堤の越流部の上流のり勾配を求める場合は、安定計算により定めることとする。

出典：[b.]  
河川砂防技術基準  
(案)同解説 設計編Ⅱ  
2.5.2.2  
(H9.10)P11,12  
一部加筆

## 4-4 基礎の設計

砂防えん堤の基礎地盤は、安全性等から岩盤が原則である。

ただし、計画上やむをえず砂礫基盤とする場合（フローティングえん堤）は、原則として、えん堤高15m未満に抑えるとともに、均一な地層を選定しなければならない。

出典：[4-4]  
河川砂防技術基準  
(案)同解説 設計編Ⅱ  
2.6.1(H9.10)P13  
一部加筆

基礎地盤が所要の強度を得ることができない場合は、想定される現象に対応できるよう適切な基礎処理を行うものとする。

なお、砂防えん堤の基礎処理は、想定されるそれぞれの現象に対処できる工法から、経済性、施工性等も考慮して選定し設計しなければならないが、砂防えん堤の規模や基礎の状態により工法も著しく異なるため、いくつかの工法を比較検討して適切な工法を選定し、その工法に合った設計法により設計する必要がある。

### 4-4-1 カットオフ

カットオフは、砂防えん堤の必要な基礎根入れを確保した上で、パイピングやえん堤下流の対策として設けられる。

- ① カットオフの幅は、カットオフ部の応力集中を避けるために堤敷長の $B/3$ 以内とすることが必要であり、施工性を考慮してその幅を決めるものとする。なお最小幅は2mとする。
- ② カットオフの高さは、 $h=3\text{m}$ 以内としている例が多い。安定計算上は堤体として扱わないものとする。

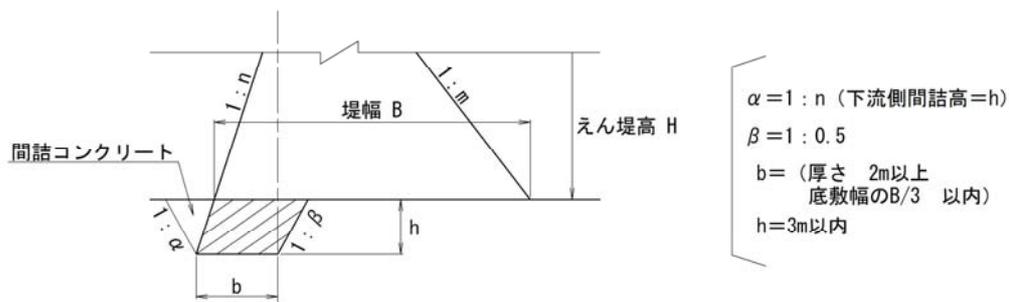


図 2-4-4 カットオフの適用条件

#### 4-4-2 段切り

岩盤を基礎とした砂防えん堤でえん堤軸直上流側の岩盤河床勾配が急であり、通常の水平なえん堤基礎面では岩盤への根入深が著しく大きくなり不経済となる場合、段切構造とすることができる。

えん堤基礎面を段切構造とすることができるえん堤は、岩盤を基礎としているえん堤に限り、砂礫基礎の場合には用いないこととする。段切構造は下図 2-4-5 を標準とし、上流側根入深が標準根入深の 2 倍程度以上の場合用いることができる。

安定計算は、図中Hをえん堤高とし、段切計画前の水平な基礎面を用いて計算するものとする。

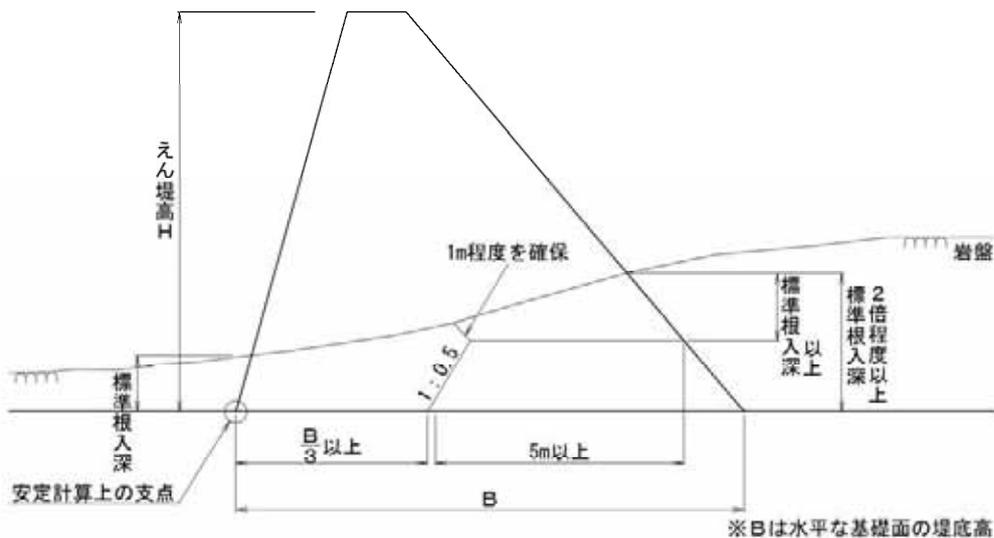


図 2-4-5 段切断面模式図

#### 4-5 袖の設計

砂防えん堤の袖は、洪水を越流させないことを原則とし、想定される外力に対して安全な構造として設計するものとする。また、土石流・流木対策の場合は、礫の衝撃力と流木の衝撃力の大きい方に土石流流体力を加えたものに対して安全な構造とする。

袖の両岸は、洪水流等の外力をしばしば受けるとともに、異常な洪水や土石流により越流する場合も考えられ、これによる袖部の破壊あるいは下流部の洗掘は砂防えん堤の本体の破壊の原因になりやすい。袖はこれらに対処するため十分な袖勾配をとり、袖の嵌入の深さを本体と同程度の安定性を有する地盤までとし、特に砂礫地盤の場合は必要に応じて上下流に土留擁壁を施工して袖の基礎の安定を図るべきである。

#### 4-6 前庭保護工の設計

前庭保護工は、砂防えん堤からの落下水、落下砂礫による基礎地盤の洗掘、および下流の河床低下の防止に対する所要の効果が発揮されるとともに、落下水、落下砂礫による衝突に対して安全なものとなるよう設計するものとする。

出典：[4-5]  
河川砂防技術基準  
(案)同解説 設計編Ⅱ  
2.7(H9.10)P14

一部加筆  
出典：[4-5]  
土石流・流木対策設計  
技術指針同解説  
(H19.3)P15  
一部加筆

出典：[4-6]  
河川砂防技術基準  
(案)同解説 設計編Ⅱ  
2.8.1(H9.10)P14  
一部加筆

前庭保護工は、副堤および水褥池による減勢工、水叩き、側壁護岸、護床工等から成る。  
砂防えん堤を越流する水脈は、一般に高段からの自由落下であり、水脈の落下地点における衝突水圧等によりえん堤基礎部が洗掘される。一方、衝突した水脈は、下流へ高流速で流下するため、現況河川の水利条件にもどる地点まで河床低下が生じる。このためえん堤基礎と下流の河床への悪影響をなくす目的で、前庭保護工を設けて対処している。

なお、土石流が袖部を越流すると予想される場合は、図 2-4-6 に示すように、前庭部の側壁護岸を土石流の越流を考慮した構造とする。

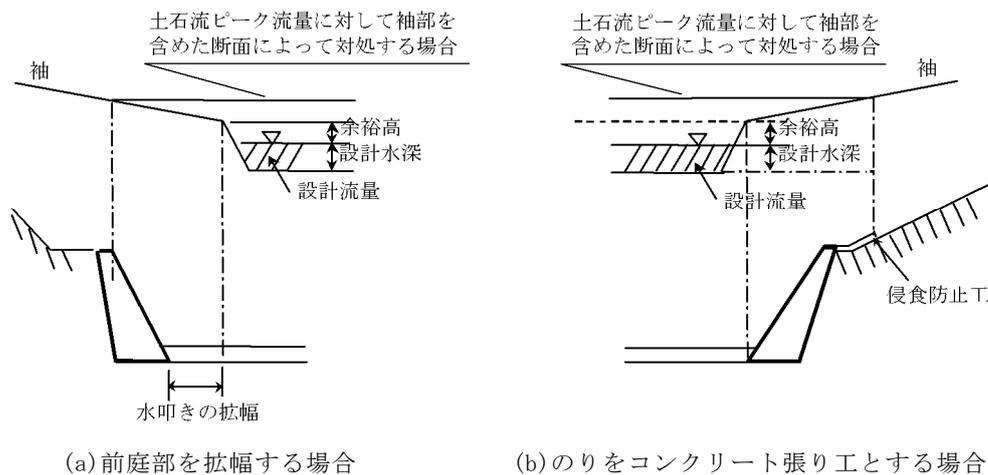


図 2-4-6 土石流を考慮した側壁護岸の例

#### 4-6-1 副堤・水褥池による減勢工

副堤の位置、および天端の高さは、えん堤基礎地盤の洗掘、および下流河床低下の防止に対する所要の効果が発揮されるよう定めるものとする。

副堤の水通し、本体、基礎、袖の設計は、「本節 4. 不透過型砂防えん堤の設計」に準ずるものとする。

ただし、袖勾配は、原則として水平とするものとする。

なお、土石流が頻発するような流域においては「土石流・流木対策設計技術指針同解説 2.1.3.4 前庭保護工」を参考とする。

#### 4-6-2 水叩き

水叩きは、えん堤下流の河床洗掘を防止し、えん堤基礎の安定及び両岸の崩壊防止に対する効果が十分に発揮されるとともに、落下水、落下砂礫の衝突および揚圧力に対して安全なものとなるよう設計するものとする。

副堤を設けない場合は、水叩き下部端に垂直壁を設けるものとする。なお、垂直壁の構造及び水叩きの厚みは「河川砂防技術基準（案）同解説 設計編Ⅱ 第3章 2.8.3」に準ずる。

出典：[4-6]  
河川砂防技術基準  
（案）同解説 設計編Ⅱ  
2.8.1(H9.10)P14  
一部加筆

出典：[図 2-4-6]  
土石流・流木対策設計  
技術指針同解説  
2.1.3.2 図-4  
(H19.3)P11

出典：[4-6-1]  
河川砂防技術基準  
（案）同解説 設計編Ⅱ  
2.8.1(H9.10)P14  
一部加筆

出典：[4-6-2]  
河川砂防技術基準  
（案）同解説 設計編Ⅱ  
2.8.3(H9.10)P16  
一部加筆

### 4-6-3 側壁護岸

側壁護岸は、砂防えん堤の水通し天端より落下する流水によって、本堤と副堤または垂直壁との間において発生する恐れのある側方侵食を防止しうる構造として設計するものとする。

側壁護岸基礎の平面位置は、砂防えん堤から対象流量の落下位置より後退させるものとする。側壁構造は、「河川砂防技術基準（案）同解説 設計編Ⅱ 第3章 2.8.3」に準じて設計する。なお、側壁の水抜きは、原則として常時湛水が予想される水位以下には設けないものとする。

出典：[4-6-3]  
河川砂防技術基準  
（案）同解説 設計編Ⅱ  
2.8.5(H9.10)P17  
一部加筆

### 4-6-4 護床工

護床工は、副堤、垂直壁の下流河床の洗掘を防止しうる構造として設計するものとする。

護床工は、河床材料、河床勾配、対象流量などを総合的に検討して設計するものとする。

出典：[4-6-4]  
河川砂防技術基準  
（案）同解説 設計編Ⅱ  
2.8.4(H9.10)P17  
一部加筆

### 4-7 付属物の設計

砂防えん堤の付属物である水抜き、間詰め、流木止め等は、その機能および安全性が得られる構造として設計するものとする。

出典：[4-7]  
河川砂防技術基準  
（案）同解説 設計編Ⅱ  
2.9(H9.10)P18  
一部加筆

#### (1) 水抜き

砂防えん堤には必要に応じ水抜き暗渠を設け、次に示すこれら目的によって、その効果を十分発揮するような大きさ、数、形、および配置を定めるものとする。

- ① 流出土砂量の調節
- ② 堆砂後浸透水を抜き水压を軽減
- ③ 施工中の流水の切替え

なお、砂防えん堤の構造上水抜き箇所に応力の集中を起しやすいため、必要に応じて鉄筋等により補強する等、慎重に対処するものとする。

また、小断面の水抜き暗渠（0.6m×0.6m程度以下）については、硬質塩化ビニール管とする。

#### (2) 間詰め

基礎および袖の嵌入部における掘削部は間詰めにより保護しなければならない。

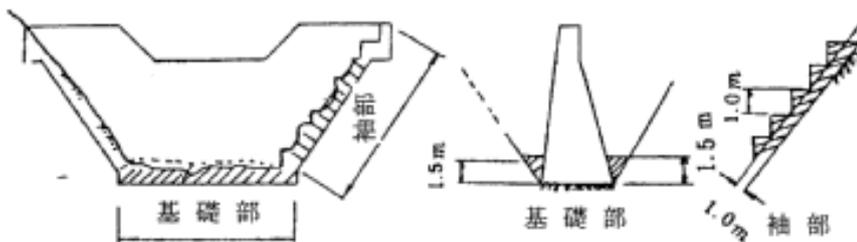


図 2-4-7 間詰めの例

なお、一般に間詰めは、掘削部において行い、基礎掘削部の場合の間詰めは、基礎岩盤はコンクリート、砂礫基礎は砂礫あるいはコンクリートで行う。本体の立上がり部および袖の嵌入部の間詰めは、岩盤の場合はコンクリート、土砂盤の場合は土留擁壁を設け土砂で埋めもどすことが多い。

間詰コンクリートの打設高は1mを原則とし、本体コンクリートと同時打設とする。

### (3) 堤冠保護工

水通し部は、細流土砂や石礫により摩耗や欠損されることが考慮される場合には、これを防止するため堤冠部を保護するものとする。

堤冠保護工については、施工方法を考慮して、下図の施工範囲を標準とする。

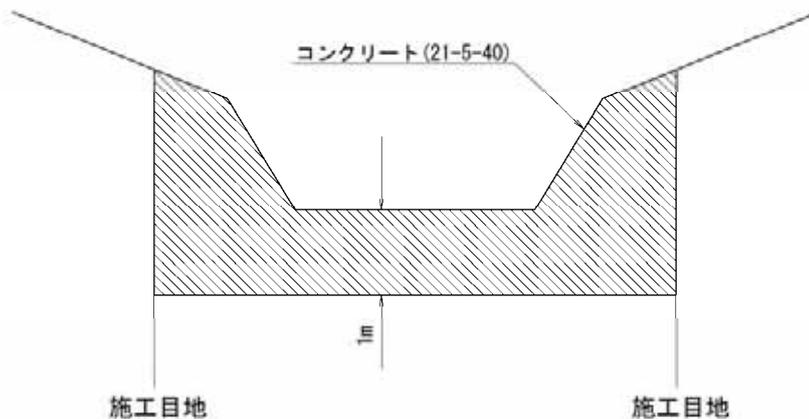


図 2-4-8 堤冠保護工施工範囲

### (4) 流木止め

流木の流下の恐れがある場合には、必要に応じて流木止めを設けるものとする。

流木止めを本堤や副堤に設置する際は、水通し断面は、図 2-4-9 のように流木止めを含まない断面とする。

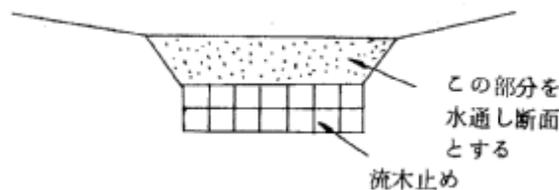


図 2-4-9 流木止めのある場合の水通し断面

なお、流木止めの設計は、流木止めのみの安定性についても安定計算を実施するものとする。流木止めの型式には、スリット方式やスクリーン方式等があり、その設計にあたっては、流木除去が可能ないように考慮する必要がある。

出典：〔(4)〕  
河川砂防技術基準  
(案)同解説 設計編Ⅱ  
2.9(H9.10)P18  
一部加筆

#### 4-8 堤体腹付け補強対策

腹付け補強厚さは、施工上必要な幅として 1.5m を最小とする。

ただし、盛土等により作業ヤードが確保できる場合や、石積で修景する場合は別途考慮する。

また、新旧コンクリートの一体化を目的として、既設堤体のチップングおよび用心鉄筋を配置するとともに、現場状況に応じて天端の新旧打設目からの浸透防止対策を行う。

既設堤体コンクリートの強度が不足している部分は撤去等の処理を行うとともに、無視できない漏水についても止水、グラウト等の処理を行う。

平成 9 年に発生した腹付け部の剥離（関東地整、利根川水系）で、天端の新旧コンクリート打継目からの流水の流入した事例から、浸透水も剥離を助長させた一因であると考えられることから、現場状況に応じて浸透防止対策を行う。

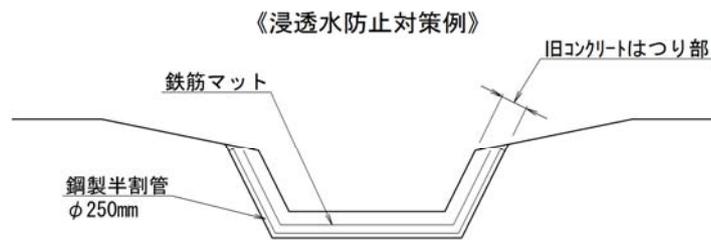
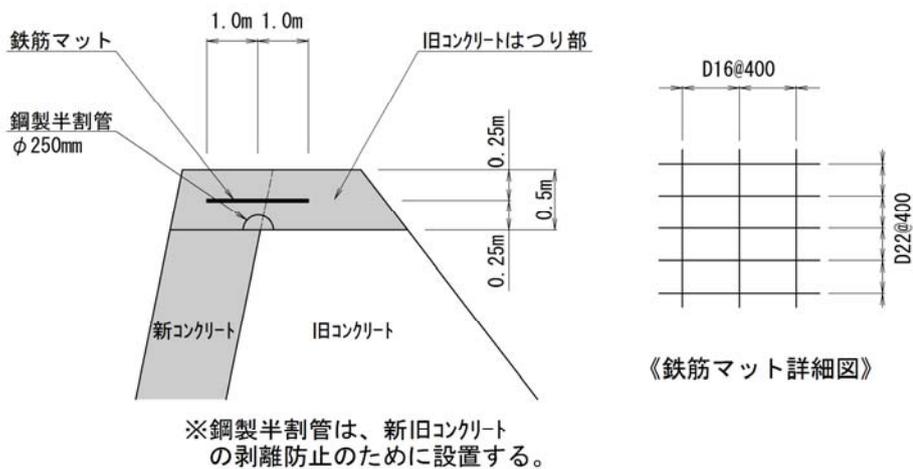


図 2-4-10 浸透防止対策例

## 5. 透過型砂防えん堤の設計

透過型砂防えん堤の設計は、「砂防基本計画策定指針（土石流・流木対策指針）同解説」「土石流流木対策設計技術指針同解説」に基づくこととし、必要に応じて「鋼製砂防構造物設計便覧」を参照するとよい。

### 5-1 基本事項

#### 5-1-1 透過型砂防えん堤の種類

透過型砂防えん堤は、機能面から土石流を直接捕捉するタイプと掃流の堰上げによって出水中の土砂の流出を遅らせるタイプに分けられる。

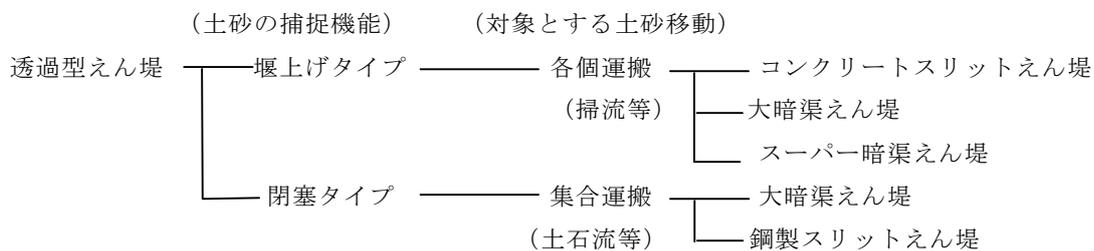


図 2-5-1 透過型砂防えん堤の種類

コンクリートスリット砂防えん堤は水通しの一部が鉛直方向に開口しているスリット構造のコンクリート砂防えん堤として位置づけられるが、設計の基本は不透過型コンクリート砂防えん堤に準じる。

なお、透過型砂防えん堤は以下の点に留意して計画・設計するものとする。

- (1) 土石流区間の透過型砂防えん堤は鋼製を原則とし、流下する土砂については、下流のえん堤などで捕捉あるいは調節できるように計画する。
- (2) コンクリートスリット砂防えん堤の場合、透過部総断面積が小さいために、先行流の湛水により、土石流先頭部に含まれる巨石は湛水の上流端附近に停止して透過部断面が閉塞せず、巨石を含まない土砂がスリットを通過したり、減水時の短時間に流下してしまう危険性がある。
- (3) 掃流区間に設置する透過型砂防えん堤は、コンクリートスリット砂防えん堤を原則とする。鋼製スリットえん堤では各個運搬される土砂がすり抜けてしまうので、鋼製スリットえん堤は設置しない。掃流区間に設置されたコンクリートスリットえん堤は大量の土砂がえん堤下流部に堆積するので、下流河道内、あるいは下流のえん堤により安全に堆積するように計画する。

土石流区間は、一般に溪床勾配  $I = 2^\circ$ （概ね  $1/30$ ）以上の区間で、掃流区間は  $2^\circ$ （ $1/30$ ）未満の区間である。

大暗渠えん堤は、砂防えん堤堤体の一部に暗渠を設置したもので、土石流時に流下してくる石礫によって大暗渠を閉塞させるものである。鋼製スリット砂防えん堤は透過部断面が土石流中の石礫を閉塞するように鋼管を設置したものである。

出典：[5-1-1]  
砂防基本計画策定指針（土石流・流木対策指針）同解説  
3.3.1.3(H19.3)  
P62, 63  
一部加筆

出典：[5-1-1]  
砂防基本計画策定指針（土石流・流木対策指針）同解説  
(H19.3)P4 一部加筆

## 5-1-2 設計流量

土石流区間の設計流量は、土石流ピーク流量とする。なお、掃流区間の場合は、「本章 4. 不透過型砂防えん堤の設計」と同様とする。

土石流区間の透過型砂防えん堤の水通し断面を設計する場合、土石流ピーク流量を用いて算出する。土石流ピーク流量は、「砂防基本計画策定指針（土石流・流木対策指針）同解説 2.7.3」に示した方法に基づき算出する。

## 5-1-3 設計荷重

基本的には「本章 4. 不透過型砂防えん堤の設計」と同様とする。  
ただし、透過構造に応じた設計外力が作用するものとし、次のことを考慮するものとする。

- ①堆砂圧は土石流が上載されるものとして台形分布とする。
- ②透過部分（スリット部分）には、砂礫、および水は詰まっていない状態で自重を算定する。
- ③透過型鋼製スリット砂防えん堤のように透過率の高い場合においても、図 2-5-2 に示す堆積圧、および流体力を外力として堤体全体の安定性、部材の安全性を検討する。土石流自重が上載荷重となるので堆砂圧は台形分布となる。
- ④部分透過型砂防えん堤において基礎コンクリートが厚い場合、基礎天端まで水位があるものとして静水圧を作用させる。

出典：[5-1-2]  
土石流・流木対策設計  
技術指針同解説  
2.1.4.1(H19.3)P21  
一部加筆

出典：[5-1-3]  
土石流・流木対策設計  
技術指針同解説  
2.1.4.1(H19.3)P19  
一部加筆

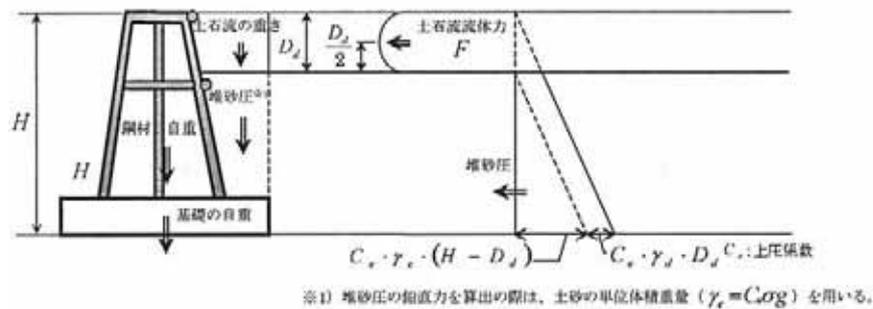


図 2-5-2 透過型鋼製スリット砂防えん堤の設計外力

コンクリートスリット砂防えん堤の場合の設計外力、および安定条件等は、不透過型砂防えん堤に準じて行うものとする。ただし、堤体自重は水通し部の堤体ブロック全体の重量と、スリット部を含んだ水通し部のブロックの体積より算出した容積の単位体積重量を用いて計算する。(図 2-5-3 参照)

$$rc = W / V$$

ここで、 $rc$  : 見かけのコンクリート単位体積重量

$W$  : スリット部を除いた堤体重量

$V$  : スリット部を含む堤体積



(a) スリット部を含む水通しの堤体積  $V$  (b) スリット部を除いた水通しの堤体積  $W/rc$

図 2-5-3 スリット部における水通しの堤体積

#### 5-1-4 設計水深

土石流区間に設置する鋼製透過型砂防えん堤の場合、設計流量を流しうる水通部の越流水深を設計水深として定める。

掃流区間に設置するコンクリートスリット砂防えん堤の場合、「本章 4. 不透過型砂防えん堤の設計」と同様とする。

#### 5-2 透過型砂防えん堤の安定条件

透過型砂防えん堤は堤体全体が滑動、転倒および支持力に対して安定であるとともに、透過部を構成する部材が材料の強度に対して安全でなければならない。

透過型砂防えん堤堤体全体の安定条件は、「本章 4. 不透過型砂防えん堤の設計」に準ずる。

出典 : [図 2-5-2]

土石流・流木対策設計  
技術指針同解説

2.1.4.1 図-10

(H19.3)P20

出典 : [図 2-5-3]

土石流・流木対策設計  
技術指針同解説

2.1.4.1 図-11

(H19.3)P20

出典 : [5-1-4]

土石流・流木対策設計  
技術指針同解説

(H19.3)P8

出典 : [5-2]

土石流・流木対策設計  
技術指針同解説

2.1.4.1(H19.3)P19

一部加筆

### 5-3 本体構造

透過部の部材は、設計外力に対し安全でなければならない。一部の部材が破損したとしても砂防えん堤全体が破壊につながらないように、フェールセーフの観点から、できるだけ冗長性（リダイダンシー）の高い構造とする。

出典：[5-3]  
土石流・流木対策設計  
技術指針同解説  
2.1.4.2(H19.3)P22

#### 5-3-1 水通し

水通し断面は、原則として「本章 4. 不透過型砂防えん堤の設計」によるが、透過部閉塞後も安全に土石流を流せる断面とする。

透過型砂防えん堤の透過部が完全に閉塞した場合に土石流ピーク流量を流し得る十分な水通し断面を有する構造とする。鋼製スリット砂防えん堤の場合は、余裕高を考慮しなくても良い。

出典：[5-3-1]  
土石流・流木対策設計  
技術指針同解説  
2.1.4.3(H19.3)P25  
一部加筆

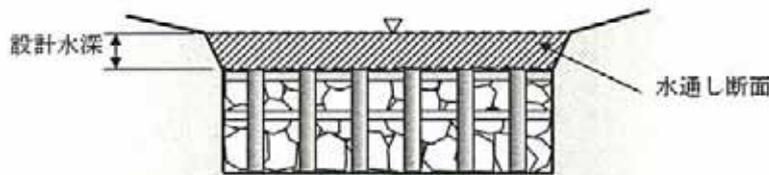


図 2-5-4 透過型砂防えん堤の水通し

出典：[図 2-5-4]  
土石流・流木対策設計  
技術指針同解説  
2.1.4.3(H19.3)P25  
図-13

#### (1) 開口部の大きさ

透過型砂防えん堤の開口部の大きさは、土石流の最大礫径、および施設の目的により決定する。ただし、スリット砂防えん堤の開口部の最小幅は、施工性、維持管理を考慮し、1.0mとする。土石流の最大礫径は、土石流として流出すると予想される土砂の粒径をダム計画地点より上流の溪床、およびえん堤サイト下流各々200m間の溪床堆積物を踏査し、200個以上の巨礫の頻度分布を調べ、累加曲線の95%程度をもって最大礫径とする。

実験によると、土砂濃度が高い場合においては、水平純間隔及び鉛直純間隔が最大礫径( $D_{95}$ )の1.5倍より小さければ、透過部断面が閉塞することが分かっているため、機能上、必要な場合、水平純間隔及び鉛直純間隔を1.5倍まで広げることができる。

出典：[(1)]  
土石流・流木対策設計  
技術指針同解説  
2.1.4.3(H19.3)  
P25~26  
一部加筆

表 2-5-1 透過型砂防えん堤における透過部断面の設定について（土石流捕捉）

機能	水平純間隔	鉛直純間隔	最下段の透過部打面高さ
土石流の捕捉	$D_{95} \times 1.0$ ※1	$D_{95} \times 1.0$ ※1	土石流の水深以下 ※2

※1 上述の通り、水平純間隔・鉛直純間隔を最大礫径( $D_{95}$ )の1.5倍まで広げることができる。

※2 上述の通り、最下段透過部断面高さを最大礫径( $D_{95}$ )の1.5倍まで狭くすることができる。

出典：[(1)]  
土石流・流木対策設計  
技術指針同解説  
2.1.3.1(H19.3)P9

出典：[表 2-5-1]  
土石流・流木対策設計  
技術指針同解説  
2.1.4.3 表-6  
(H19.3)P27

また、掃流区域で堰上げ型スリット砂防えん堤を計画した場合は、次式を満足するものとする。

$$b \leq 1.5 d_{1\max} \text{ かつ } b > 3.0 d_{2\max}$$

ここに、 $d_{1\max}$ ：洪水時の最大礫径（10cm単位）（100年確率程度）

$d_{2\max}$ ：中小洪水時の最大礫径（10cm単位）（10年確率程度）

## 5-4 スリットの構造

### 5-4-1 鋼製スリットの選定

鋼製スリットの選定については、設計耐力等の性能規定、経済性及び環境面等を考慮して現場にあった最適なものを選定する。

### 5-4-2 スリットの数

スリットの本数は、スリット部の流下能力が中小洪水流量以上になることを原則とし、スリット密度およびスリット幅の総和を勘案し決定する。

1個当たりのスリットを流下する流量  $Q$  は、逆台形堰の越流式により求めるものとし、全体の流量は  $n \cdot Q$  となる。堰上型の場合は、えん堤高、スリットの深さ、スリットを流下する流量等の関係を十分考慮し、スリット幅の総和を決定する。スリット幅の総和が同じであれば、複数本のスリットにしても土砂調節効果は同じであることから、スリットの本数はスリット底部の摩耗や施工性を考慮して決定する。

### 5-4-3 スリットの深さ

スリットの本数は、上流側の現河床高程度を下限とし、砂防えん堤の基礎根入れ深さを確保するものとする。また、山脚固定等の目的を兼ねる場合は、これを考慮した本数の検討が必要である。なお、垂直壁、もしくは副堤の水通し天端よりスリットの本数を高くしなければならない。

スリットの深さは、水位変動を大きくし土砂調節効果を高める必要性から、できるだけ大きい方が望ましい。

堰上型の場合、スリット砂防えん堤は、堰上げによって土砂濃度を低下させ堆砂を促進するタイプであり、砂防えん堤上流で流水が減勢して堰上げられることが必要である。したがって、砂防えん堤上流の流れが射流である場合には、スリット部での越流水深（水位）が跳水対応水深より大きくなる必要がある。

スリットの敷高は、生態系（魚類等の移動経路の確保）あるいは景観上から下流水面との段差が少ない方が好ましい。ただし、スリットの敷高を垂直壁、もしくは副堤の水通し天端より低くすると、土砂の流出を阻害する恐れがある。したがって、スリットの敷高は、副堤水通し天端標高程度とすることが望ましい。

#### 5-4-4 スリットの配置

スリットの配置は、単スリットでは水通しの中央を原則とする。複スリットでは溪岸に悪影響を与えないように決定する。

スリットの位置が溪岸に近いと、土砂流出に伴い、溪岸侵食が生じやすくなる。また、スリットから落下する土砂を含む流れが側壁に衝突すると、側壁天端の越水や破損等を起こす恐れがある。このため、スリットは原則として水通しの中央付近となるよう計画する。

#### 5-5 袖の安定性、および構造

不透過型砂防えん堤と同様とする。（「本章 4. 不透過型砂防えん堤の設計」参照）

#### 5-6 前庭保護工

透過型砂防えん堤の前庭保護工は、透過部が閉塞した状態について設計流量に対してえん堤本体の安定性が維持できるよう必要に応じて計画する。

捕捉された土石流の後続流による洗掘が予想される場合、および透過部下端と溪床面との間に落差を生じる構造や透過部面積率が小さい場合等には、不透過型砂防えん堤に準じた前庭保護工を必要とする。

なお、減勢工や副堤については、その必要性を十分吟味して計画する。

### 第3節 床固め工（標準）

#### 1. 基本事項

##### 1-1 目的

床固め工は、溪床の縦侵食防止、溪床堆積物の再移動防止により溪床を安定させるとともに、溪岸の侵食又は崩壊などの防止又は軽減を目的とした施設である。なお、床固め工は、護岸工などの基礎の洗掘を防止し、保護する機能も有する。

出典：[1-1]  
河川砂防技術基準  
同解説 計画編  
2.4(H17.11)P181

##### 1-2 位置

床固め工の配置位置は、次の事項を考慮して計画するものとする。

- ① 溪床低下の恐れのある箇所に計画する。
- ② 工作物の基礎を保護する目的の場合には、それら工作物の下流部に計画する。
- ③ 溪岸の侵食、崩壊及び地すべり等の箇所においては、原則としてその下流に計画する。

出典：[1-2]  
河川砂防技術基準  
同解説 計画編  
2.4(H17.11)P181

床固め工の高さは、通常の場合5m程度以下である。

また、床固め工は、流水の掃流力などによる溪床の低下を防ぐとともに、不安定土砂の移動を防ぎ土石流などの発生を抑制する機能や溪床の低下の防止と溪床勾配の緩和、乱流防止により溪岸の侵食・崩壊を防止・軽減する機能を有する。

溪岸侵食・崩壊の発生箇所若しくは縦侵食の発生が問題となる区間の延長が長い場合には、床固め工を複数基配置するなどの検討を行い、溪床溪岸の安定を図る。

出典：[1-2]  
河川砂防技術基準  
同解説 計画編  
2.4(H17.11)P181

##### 1-3 床固めの方向

床固め工の方向は、次の事項を考慮するものとする。

- ① 床固め工の方向は、原則として計画箇所下流部の流心線に直角とする。
- ② 床固め工を階段状に計画する場合の各床固め工の方向は、原則として各計画箇所下流部の流心線に直角とし、各床固め水通しの中心点は、その直上流の床固め水通しの中心点における流心線上に定めるものとする。

床固め工における水通しの越流水は、理論上床固め工の方向に直角に放射されるものである。床固め工の方向を定めるに当たっては、水通しの幅一杯に越流する洪水流が、床固め工上下流部両岸、あるいは、そこにある工作物に衝撃を与え害を及ぼさないよう注意しなければならない。

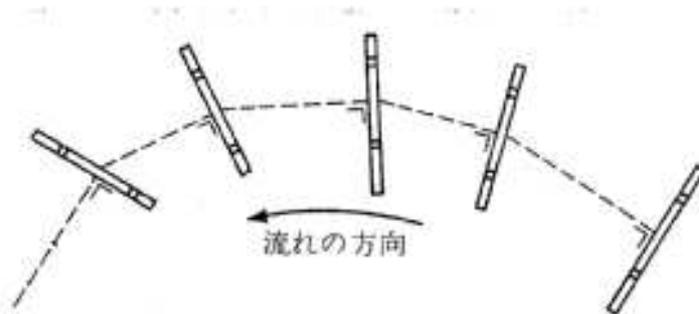


図 3-1-1 床固め工の方向

## 1-4 溪床勾配

床固め工の溪床勾配は、次の事項を考慮するものとする。

- ① 床固め工は、一般に溪流の上流部が安定している場合の、あるいは荒廃していても砂防工事の進行した後の下流部において侵食が行われる所に計画するもので、床固め工によって新しく溪床勾配が形成されることが多い。
- ② 床固め工によって形成される溪床勾配は、上流部の状態がよく、流下する砂礫の形状が小さいほど緩くなることを注目すべきである。
- ③ 溪流の溪床勾配は、流量すなわち流速および水深と溪床の抵抗力によって定まるもので、したがって、床固め工の上流溪床の計画勾配は、これを考慮して、侵食と堆積の起こらない、その流路に適合したもので定めなければならない。
- ④ 床固め工下流のり先は、越流水流によって洗掘され、溪床が低下するから、階段状床固め工群間の計画勾配決定に当たっては特にこの点に注意を要する。
- ⑤ 階段状床固め工群においては、基礎は下流床固め工の計画溪床勾配線以下に根入れをしなければならない。

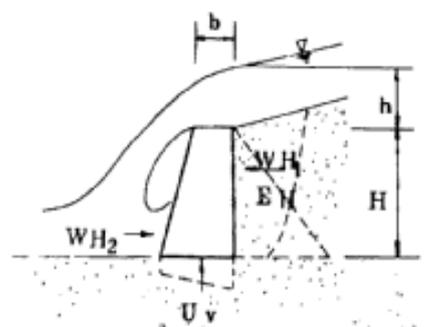
溪流の上流部が荒廃しているときは、盛んに砂礫が流送されて下流部溪床が上昇する傾向が強く、縦侵食を伴わないのが普通で、床固め工の施工は時期が早過ぎるか、またはその必要がない。

このような場合は、先ず上流部に砂防工事を施工する。上流部が荒廃していない場合には、下流部に縦侵食が起こって床固め工の必要が生じてくる。すなわち、上流から土砂の流送が全くないか、またはわずかの場合に縦侵食が行われるから、この部分に設ける床固めの上流には現勾配と異なった溪床勾配が形成され、しかも上流部の状態がよければよいほど、また砂防工事が進行すればするほど、形成される勾配も小さな値をとるものである。

## 2. 床固め工の設計

床固め工の設計にあたっては、その目的が達成されるようにするとともに、安全性および将来の維持管理等についても考慮するものとする。

床固め工の設計は、原則的として「本章第2節4.不透過型砂防えん堤の設計」に準ずるが、垂直壁をもおけない場合等は一般に、床固め工の突出高は、溪床面から少なく貯水することはなく、外力は水圧として考える必要はない。



$WH_1$  : 間隙水圧  
 $WH_2$  : 水 圧  
 $EH$  : 土 圧  
 $U_v$  : 揚 水 圧

図 3-2-1 設計荷重の例

出典：[2.]  
 河川砂防技術基準  
 (案)同解説 設計編Ⅱ  
 3.1(H9.10)P18  
 一部加筆

## 2-1 水通し

床固め工の水通しは、「本章第2節4.不透過型砂防えん堤の設計」に準ずるものとする。

出典：[2-1]  
河川砂防技術基準  
(案)同解説 設計編Ⅱ  
3.3(H9.10)P19  
一部加筆

## 2-2 本体

床固め工は、一般に重力式コンクリート型式が採用されるが、地すべり地や軟弱地盤等の特殊な条件の場合には、枠床固め工、ブロック床固め工、鋼製床固め工等を採用することがある。

なお、その場合は使用する部材および安定を確かめたうえで、現地条件に応じた断面等を決定するものとする。

出典：[2-2]  
河川砂防技術基準  
(案)同解説 設計編Ⅱ  
3.4(H9.10)P19  
一部加筆

### (1) 高さ

床固め工の高さは、次の事項を考慮するものとする。

- ① 床固め工の高さは、通常の場合 5m 程度以下とし、水叩き、および垂直壁を設けるときも、落差 3.5～4.5m が限界である。
- ② 床固め工の高さ（水叩きおよび垂直壁を設置する場合を含む）が、5m 程度以上を必要とする場合、および床固め工を長区間にわたって設ける必要のある場合は、階段状に計画するのが適当である。

### (2) 天端幅

床固め工の天端幅は、原則的として「本章第2節4.不透過型砂防えん堤の設計」に準ずるが、これによりがたい場合であっても、最小 1.0m とする。

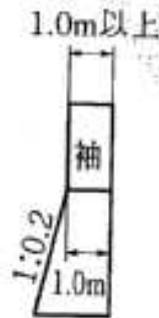


図 3-2-2 天端幅の例

### (3) 断面形状

床固めの断面形状は、原則として「本章第2節4.不透過型砂防えん堤の設計」に準ずるが、高さが 3.5m 以内においては下流のり勾配を 1:2.0、上流のり勾配を垂直とし、3.5m を越える場合は別途検討するものとする。

## 2-3 基礎

基礎がシルトや細砂の場合は、特に透水によるパイピング等に注意する必要がある。

また、粒度や縮まり具合のいかんによっては、地震時に流動化現象を起こす恐れがある。粘土の場合は、縮まり具合や含水比によって、圧密沈下やせん断破壊を起こすことがあり、荷重に対する支持力や締め固まりの状況等について、十分注意を払う必要がある。

出典：[2-3]  
河川砂防技術基準  
(案)同解説 設計編Ⅱ  
3.5(H9.10)P18  
一部加筆

## 2-4 袖

単独床固めの場合は「本章第2節4.不透過型砂防えん堤の設計」に準ずるのを原則とするが、一定計画のもとに設置される床固め群の場合は、最上流の床固めのみ袖勾配を設けないのが普通である。

また、床固めの施工箇所が両岸、あるいは片側が築堤、宅地、耕地等である場合は、護岸工があっても床固め工の袖は護岸工に関係がなく十分にかん入しなければならない。

出典：[2-4]  
河川砂防技術基準  
(案)同解説 設計編Ⅱ  
3.6(H9.10)P20  
一部加筆

## 2-5 前庭保護工

床固め工には、原則として前庭保護工を設けるものとする。

床固めの設置箇所が砂礫層からなる場合は、原則として水叩きを設けるものとする。

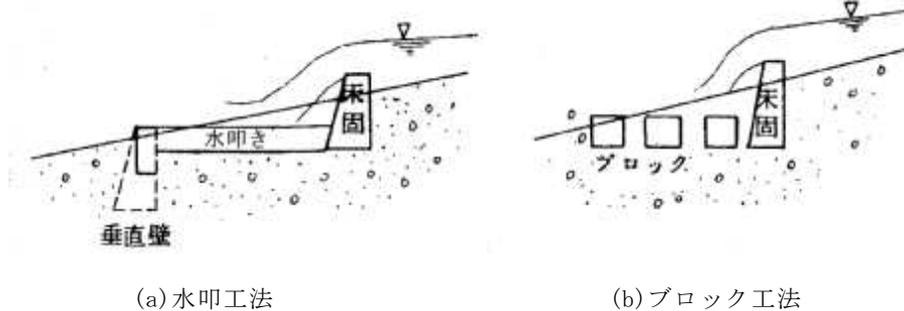


図 3-2-3 水叩きの例

出典：[2-5]  
河川砂防技術基準  
(案)同解説 設計編Ⅱ  
3.7(H9.10)P20  
一部加筆

## 3. 帯工

帯工は、床固め工間において床固め工間隔が大きい場合、局所的洗掘により河岸に悪影響を及ぼすことが多く、その対策として用いられる。

単独床固め工の下流および階段状床固め工群の間隔が大きく、なお縦侵食が行われ、あるいはその恐れがある場合は、帯工を計画する。

なお、帯工の間隔は、通常その勾配を表わす分数の分母の数を距離に読み替えた程度を原則とし、また帯工の高さは、下流河川の河床変動を考慮して決定するものとする。

出典：[3.]  
河川砂防技術基準  
(案)同解説 設計編Ⅱ  
3.8(H9.10)P20  
一部加筆

## 第4節 護岸工および水制工（標準）

### 1. 護岸工の設計

護岸の設計にあたっては、その目的とする機能が発揮され、流水、流送土砂等の外力に対して安全とするとともに、維持管理面についても考慮する。

護岸の機能としては、山脚の固定、溪岸崩壊防止、横侵食防止等が考えられる。

護岸は、流水による河岸の決壊や崩壊を防止するためのものと、流水の方向を規制してなめらかな流行にすることを目的としたものがある。

護岸工は「河川砂防技術基準 同解説 計画編 第13章第4節護岸、第5節水制」「河川砂防技術基準(案)同解説 設計編Ⅱ 第3章第4節護岸、第5節水制」「改訂版 砂防設計公式集」に準じ、設計を行うものとする。

なお、一般的な護岸の設計順序を 図4-1-1 に示す。

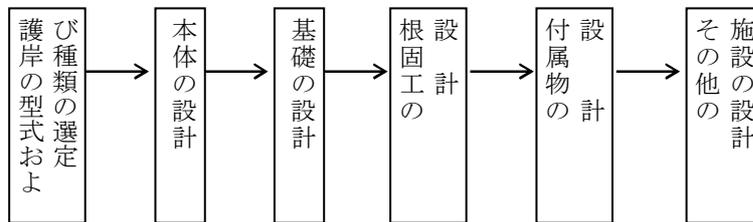


図 4-1-1 護岸設計の順序

#### 1-1 護岸工の位置

護岸工の位置は、次の事項を考慮するものとする。

- ① 溪流において、水流、あるいは流路の湾曲によって、水衝部、あるいは凹部溪岸山腹の崩壊の増大、または崩壊の恐れがある場合、この部分に護岸工を計画する。
- ② 溪流下流部の土砂堆積地、または耕地、および住宅地等の区域において、溪流が決壊し、若しくはその恐れがある場合、護岸工を計画する。
- ③ 溪流の決壊、または崩壊防止のためには、床固め工、あるいはえん堤工のほか、山脚の根固めに護岸工を必要とする場合が多い。

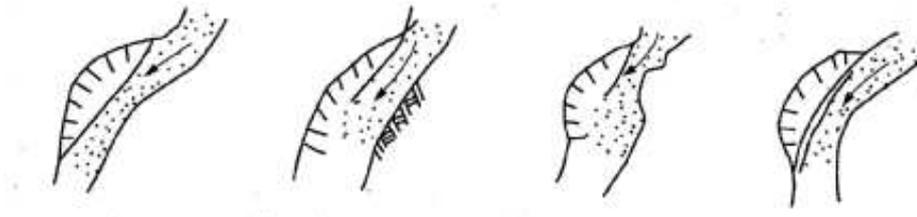


図 4-1-2 護岸工の位置

出典：[1.]  
河川砂防技術基準  
(案)同解説 設計編Ⅱ  
4.1 (H9.10)P20, 21  
一部加筆

出典：[図 4-1-1]  
河川砂防技術基準  
(案)同解説 設計編Ⅱ  
4.1 表 3-7 (H9.10)P21

## 1-2 護岸工の型式、種類の選定

一般には溪流は、流速が大きいため容易に基礎が洗掘され、また水流が土砂および転石を含むことが多く護岸の受ける衝撃も大きいから、簡単な工作物ではすぐに破損する恐れがあり、護岸の型式および種類の選定においては、必要な設置箇所の地形、地質、河状、その護岸の目的に対する適合性、安全性、経済性等の各要素について考察し、型式、種類の選定を行うものとする。

## 1-3 護岸の天端高

護岸工の天端高は、次の事項を考慮するものとする。

- ① 護岸工の天端高は、計画高水位に余裕を加えた高さとするのが原則である。
- ② 溪流の曲流部における凹岸の護岸は、強固に計画するとともに、特に天端高を増さなければならない。

## 1-4 護岸の根入れ

護岸の根入れは河床の洗掘等を勘案して十分なものでなければならない。

なお、護岸工を単独で計画する場合は、現河床の最深部より深くすべきである。また、計画河床が定めてある場合は、それより 1.0m 以上の根入れを行うことが望ましい。

出典：[1-4]  
河川砂防技術基準  
(案)同解説 設計編Ⅱ  
4.5(H9.10)P21, 22  
一部加筆

## 2. 水制工の設計

水制工の設計にあたっては、流送土砂形態、対象流量、河床材料、河床変動等を考慮して、その目的とする機能が発揮されるようにするとともに、安全性、維持管理面等についても考慮するものとする。

出典：[2.]  
河川砂防技術基準  
(案)同解説 設計編Ⅱ  
5.1(H9.10)P21, 22  
一部加筆

水制の目的としては、流水や流送土砂をはねて溪岸構造物の保護や溪岸侵食の防止を図るものと、流水や流送土砂の流速を減少させて縦侵食の防止を図るものがあり、水制工の設計にあたっては、所要の機能と安全性を確保できるように十分考慮する必要がある。

## 2-1 水制工の位置

水制工の位置は、次の事項を考慮するものとする。

- ① 水制工は、一般に溪流の下流部、または砂礫円錐地帯の溪床幅が大で溪床勾配の急でない箇所に計画する。
- ② 直線に近い区域で両岸に水制を計画する場合は、水制の頭部を対立させ、その中心線の延長が中央で交わるように位置を定める。
- ③ 溪流上流部においても、溪流沿いの水流の衝撃に起因する崩壊の脚部等に水制を設け、水流を遠ざけて崩壊の増大を阻止する。

水制工は、一般に溪流の下流部、あるいは砂礫円錐地帯の乱流区域に計画することが多く、このような区域では、左右両岸対象の位置に計画して各水制頭部間の新水路河床を水流で低下させ、同時に水制間に土砂を堆積させ、流路が固定してから水制頭部を導流工、あるいは護岸工で連結させ、整備完了するのである。

また、荒廢溪流の上流部においては、水制工を計画することはまれであるが、有利な場合がある。

すなわち、短区間の崩壊地においては、崩壊の上流端に下向き非越流水制を一つ計画し、水流を崩壊の脚より遠ざけることによって、崩壊の増大を防止することができる。

また、崩壊地が長区間にわたる場合は、多数の非越流水制を計画する。一般に崩壊箇所に対して片岸のみ計画するが多い。

## 2-2 水制の方向

溪流においては、上向き水制が有利であるが、普通は直角水制を用いることが多い。  
なお、流線、またはその接線に対して  $70\sim 90^\circ$  の間の角度が適当である。

直角水制においては、水制間の中央に土砂の堆積を生じ、頭部における溪床の洗掘は比較的弱く、下向き水制においては、水制間の砂礫堆積は直角水制より少なく、また頭部の洗掘は最も弱い。

上向き水制の場合は、水制間の砂礫の堆積は溪岸や水制に沿い前二者よりもはるかに多いが、頭部の洗掘作用は最も強い。

溪流において水流が水制を越流する場合は、直角水制においては偏流を生ずることはないが、下向き水制では岸に向かって偏流し、上向き水制では溪流の中心に向かって偏流する。

したがって、一般には越流下向き水制は、できる限り避けるべきである。

## 2-3 長さ、高さ、および間隔

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

## 第5節 溪流保全工（流路工）（標準）

### 1. 基本事項

#### 1-1 目的

溪流保全工は、山間部の平地や扇状地を流下する溪流などにおいて、乱流・偏流を制御することにより、溪岸の浸食・崩壊などを防止するとともに、縦断勾配の規制により溪床・溪岸浸食などを防止することを目的とした施設である。溪流保全工は、床固め工、帯工と護岸工、水制工などの組み合わせからなる。

溪流保全工は、多様な溪流空間、生態系の保全及び自然の土砂調節機能の活用から、拡幅部や狭さく部などの自然の地形などを活かし、必要に応じて床固め工、帯工、水制工、護岸工などを配置するよう計画するものとする。

#### 1-2 計画高水位

溪流保全工における計画高水位は、計画河床の維持の面から、縦断形および横断形と相互に関連させて決定するものとする。

計画の規模は、一般に計画降雨の降雨量の年超過確率で評価するものとし、その決定に当たっては、河川の重要度を重視するとともに、既往洪水による被害の実態、経済効果等を総合的に考慮して定めるものとする。

#### 1-3 法線

溪流保全工の法線は、できる限りなめらかに計画するものとする。

溪流保全工の法線は、流水のスムーズな流下を図るため、また、将来における維持のため直線に近いことが望ましいが、土地利用の盛んな溪流の下流部および砂礫円錐地帯においては、法線の規正が困難な場合が多いため、現流路に沿って計画法線を決定しなければならない場合が多い。しかし、用地取得の困難さを理由として屈曲著しい現流路に沿うことは避けるべきで、あくまでも溪流保全工本来の目的に沿ってできる限り滑らかとする必要がある。

溪流保全工最下流部が、河川若しくは海に流入する際、河川の背水水位、および満潮水位については、「河川砂防技術基準 同解説 計画編 第2-1章 1.2 計画高水位」を参考とすること。

#### 1-4 縦断形

溪流保全工の溪床勾配を変化させる場合には、上流部より下流部にかけて次第に緩勾配になるよう計画するものとする。

溪流保全工においては、掘込み方式を採ることを原則とし、築堤工は本川との取付部分等に限るものとする。

溪床勾配は、掃流力が50%以上変化しないように定め計画するものとする。

勾配の変化を急激に行うと、変化点付近に洗掘や堆積の現象が生じ、溪流保全工の維持に困難を生ずる場合もあるので、勾配の変化点においては、その上下流で掃流力が50%以上変化をしないように勾配、並びに水深を決めるのが望ましい。

出典：[1-1]  
河川砂防技術基準  
(案)同解説 設計編Ⅱ  
5.1(H9.10)P21, 22  
一部加筆

出典：[1-2]  
河川砂防技術基準  
(案)同解説 設計編Ⅱ  
6.2(H9.10)P24  
一部加筆

出典：[1-3]  
河川砂防技術基準  
同解説 計画編  
1.2(H17.11)P127

砂防工事としての溪流保全工は、通常勾配が急で、流速が大きいため、築堤方式では、破堤、決壊等の危険性が高く、またいったん破堤した場合の被害が著しいので、できる限り築堤方式を避け、掘込み式とし、安全性を高める工法を採用すべきである。

## 1-5 断面

溪流保全工の計画断面は、原則として単断面とし、その計画幅は、対象流量、流路の縦断勾配、平面形状、地形、地質、背後地の土地利用状況等を考慮して定めるものとする。

溪流保全工の計画断面等は、「河川砂防技術基準(案)同解説 設計編Ⅱ 第3章第6節流路工」および「改訂版 砂防設計公式集」に準ずる。

出典：[1-5]  
河川砂防技術基準  
(案)同解説 設計編Ⅱ  
6.4 (H9.10)P24, 25  
一部加筆

## 2. 溪流保全工（流路工）の設計

### 2-1 溪床

溪流保全工は、原則として底を張らない構造とするものとする。

ただし、溪流保全工を計画する区間において、その河床を構成する粒径に対する限界流速が計画勾配と計画水深によって生ずる流速より小さくなる場合には水路を三面張りとしてもよい。

溪流保全工を計画する際には、原則として底を張らない構造とする。溪床勾配等で、河床の抵抗力より掃流力がまさる場合においても、勾配緩和等計画段階で検討しできるだけ三面張りを避けること。しかし勾配緩和、河幅拡大等を考慮しても、なおかつ掃流力のほうが河床の抵抗力より大なる場合には三面張りとすることを考慮すること。長い三面張り区間では適当に垂直壁を設け、地下水路の発達を防ぐ必要がある。

### 2-2 護岸工と床固め工の取付け

溪流保全工における護岸は、溪流保全工を設計する区域の溪岸の崩壊を防止するとともに、床固め工の袖部を保護するために設けられるものであり、床固め工にすり付けるものとし、床固め工直下の側壁護岸は、床固め工から対象流量が落下する位置より後退させるものとする。

### 2-3 砂防えん堤との取付け

砂防えん堤と溪流保全工を直結する場合、原則として砂防えん堤の水通し断面は堰の公式によって計算し、溪流保全工の断面は流量公式によって計算するものとして、その間の結合は、副えん堤または垂直壁より下流でなじみよくすり付けるものとする。

## 3. 溪流保全工（流路工）における護岸工

溪流保全工における護岸は、溪流保全工を設置する地域の溪岸崩壊を防止するとともに、床固め工の袖部を保護するために設けられるものであり、「本章第4節護岸工および水制工」に準じて設計するものとする。

#### 4. 溪流保全工（流路工）における床固め工

溪流保全工における床固め工は、計画河床を安定させるとともに維持するために設けられるものである。なお、この床固め工の構造設計については「本章第3節床固め工」に準ずる。

出典：[4.]  
河川砂防技術基準  
(案)同解説 設計編Ⅱ  
6.6(H9.10)P26  
一部加筆

##### 4-1 位置

一般に溪流保全工の上下流端、計画河床勾配の変化点、流路底張り部の上下流端、計画河床の決定において必要となる箇所に設けられる。

##### 4-2 重複高

溪流保全工における床固め工は、相互に十分な重複高をとるものとし、隣接する床固め工の天端と基礎は少なくとも同高でなければならない。

溪流保全工における床固め工群は、階段状に設けられる。溪床が転石の累積あるいはそれに近い場合は相互に隣接する床固め工の水通しと基礎高を水平としても差し支えないが、溪床が砂あるいは砂利層で形成されている場合は、床固め工基礎は、前庭洗掘対策のため、下流床固め工の水通し天端と重複させなければならない。ただし、三面張りの場合はこの限りでない。

#### 5. 底張り

溪流保全工の底張りは、流水、および摩耗に耐える構造として設計するものとする。

出典：[5.]  
河川砂防技術基準  
(案)同解説 設計編Ⅱ  
6.7(H9.10)P26  
一部加筆

なお、床張りの末端処理は、三面張り溪流保全工から二面張り溪流保全工に移行する部分では、流速の差により二面張り溪流保全工の上流端付近の護岸基礎部分に洗掘が生ずる恐れがあり、護床工、減勢工を考慮するものとする。

また、三面張り下流端には少なくとも帯工を設け、吸出しの防止を図るものとする。

## 第6節 山腹工（標準）

山腹工の設計は、「河川砂防技術基準(案)同解説 設計編Ⅱ 第3章第7節山腹工」に準ずる。

### 1. 基本事項

#### 1-1 目的

山腹工とは、とくしや地、あるいは崩壊地に植生を導入し、表土の風化、侵食、崩壊の拡大を防止して、土砂生産の抑制を図ることを目的とするものである。

出典：[1-1]  
河川砂防技術基準  
(案)同解説 設計編Ⅱ  
7.1(H9.10)P27  
一部加筆

#### 1-2 工種

山腹工の工種は、その目的から次の2つに大別される。

なお、それぞれのなかに含まれる代表的な工種は、図6-1-1のとおりである。

##### ① 山腹基礎工

のり切等を行った後の堆積土の安定を図るとともに、山腹排水路を設け、雨水による侵食を防止することにより、施工対象地を将来林地とするための基礎作りを行う工種である。

##### ② 山腹緑化工

施工対象地に直接植生を導入して緑化を図る工種である。

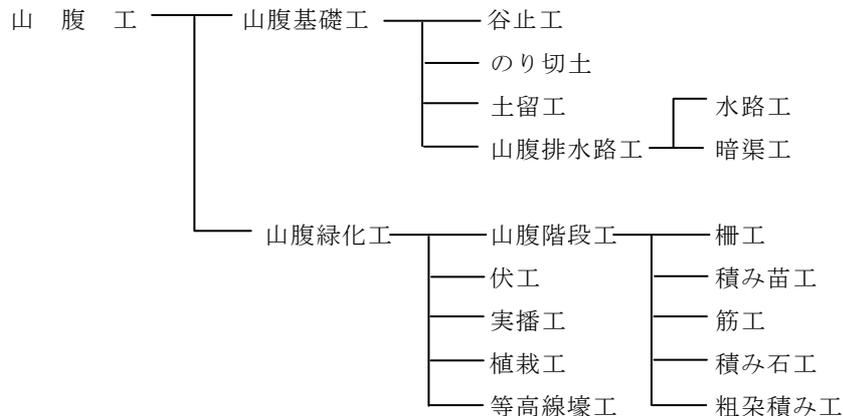


図6-1-1 代表的な工種

#### 1-3 工種の選定

山腹工の計画にあたっては、計画対象地域の地形、地質、土壌、気象、および山脚固定えん堤との関連等を十分調査し、最も適正な工種の選定をしなければならない。

また、山腹工は、それぞれの工種の機能が相互に有効に働くように、工種の配置、組合せを考慮するものとする。

### 2. 山腹工の設計

山腹工の設計に当たっては、その目的である機能が十分発揮できるよう考慮し、安全性、維持管理等についても考慮するものとする。

出典：[2.]  
河川砂防技術基準  
(案)同解説 設計編Ⅱ  
7.1(H9.10)P27

# 第15章 地すべり

第1節 基本事項	1
1. 適用範囲	1
2. 適用基準等	1
3. 設計の基本的考え方	1
4. 対象とする現象等	1
5. 対策の基本	1
6. 地すべり防止施設計画	2
6-1 地すべり防止施設計画の基本	2
6-2 工法の選定	2
6-3 抑制工	2
6-4 抑止工	3
7. 地すべり防止施設的设计	3
第2節 斜面の安定解析(標準)	4
1. 安定解析	4
2. 土質強度定数(c、 $\phi$ )	4
2-1 現在活動中の地すべりの場合	4
2-2 現在活動していない地すべりの場合	4
3. 間隙水圧	4
第3節 抑制工(標準)	5
1. 地表水排除工	5
1-1 水路工	5
1-2 浸透防止工	6
2. 地下水排除工	6
2-1 浅層地下水排除工	6
2-2 深層地下水排除工	9
3. 排土工および押え盛土工	12
3-1 排土工(切土工)	12
3-2 押え盛土工	13
4. 河川構造物	13
第4節 抑止工(標準)	14
1. 杭工	14
1-1 杭の構造	14
1-2 杭の配列	14
1-3 基礎への根入れ	14
2. シャフト工	14
3. グラウンドアンカー工	15
3-1 アンカーの防食	15
3-2 受圧板	16

## 第 15 章 地すべり

### 第 1 節 基本事項

#### 1. 適用範囲

本章は、一般的な地すべり防止施設の設計に関する考え方を示したものであり、ダムおよび調節池等の貯水池における地すべり防止施設の設計については、別途基準等によるものとする。

#### 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
河川砂防技術基準 同解説 計画編	平成 17 年 11 月	日本河川協会
河川砂防技術基準（案）同解説 設計編Ⅱ	平成 9 年 10 月	〃
道路土工一切土工・斜面安定工指針	平成 21 年 6 月	日本道路協会
グラウンドアンカー設計・施工基準同解説	平成 12 年 3 月	地盤工学会
地すべり鋼管杭設計要領	平成 20 年 5 月	地すべり対策技術協会
その他関係法令等	-	-

#### 3. 設計の基本的考え方

地すべり防止計画は、地すべりによる災害から、国民の生命、財産及び公共施設等を守ることを目的として策定するものとする。

出典：[3.]

河川砂防技術基準  
同解説 計画編

3.1(H17.11)P58

地すべりによる災害は、我が国の有する特有の地形、地質、気象及び土地利用等の特殊な条件のもとに発生しており、地すべり斜面上及び地すべりの発生に伴う移動土塊の到達範囲にある保全対象が受ける直接的な災害と、河川等の埋塞および埋塞土砂の 2 次的な決壊によりその上下流域にもたらされる間接的な災害の 2 つに大別される。

地すべり防止計画は、上記の直接的及び間接的な地すべりによる災害を防止・軽減するため、事前に実施される地すべり調査及びその解析結果を踏まえて、地すべり防止区域の地形、地質、気象等の諸条件や土地利用、保全対象の状況、緊急性等を考慮し計画する。

なお、計画の策定に当たっては、周辺環境に配慮するとともに、関連する諸法令、地域計画等との整合に留意する必要がある。

また、地すべり防止計画を策定した場合には、地すべり等防止法第 9 条で規定する地すべり防止工事基本計画に適切に反映する必要がある。

#### 4. 対象とする現象等

地すべり防止計画で対象とする現象は、一定範囲の土地が地下水等に起因してすべる現象又はこれに伴って移動する現象とする。

計画の対象とする規模は、地すべりの現象、保全対象の重要度、事業の緊急性、事業効果等を総合的に考慮して定めるものとする。

出典：[4.]

河川砂防技術基準  
同解説 計画編

3.2.1(H17.11)P58

#### 5. 対策の基本

地すべり防止計画は、地すべり防止施設の整備によるハード対策と警戒避難態勢の整備、土地利用規制等によるソフト対策を適切に組み合わせ、総合的な対策となるよう計画するものとする。

出典：[5.]

河川砂防技術基準  
同解説 計画編

3.2.2(H17.11)P59

## 6. 地すべり防止施設計画

地すべり防止施設配置計画は、地すべり防止計画に基づき、地すべりに起因する災害からの安全を確保することを目的として、地すべり防止施設の配置について計画するものとする。

出典：[5.]  
河川砂防技術基準  
同解説 計画編  
第1節(H17.11)P189

地すべりは多くの場合、相互に関連しながら活動する複数の運動ブロックから構成されている。地すべり防止施設の配置は、必要に応じて運動ブロックの範囲、ブロックの相互関係や安定度、保全対象の位置や重要度に応じて各ブロックの対策の優先度を設定し、対象となる地すべり地の安定度を効率的に向上させるよう計画する必要がある。

なお、事前の調査では必ずしも地すべりの全容が判明しない場合もあり、その後の情報によって、必要に応じ計画を見直すこともある。

### 6-1 地すべり防止施設計画の基本

地すべり防止施設配置計画は、地すべり規模及び発生・運動機構等に応じて、各施設の効果を勘案し、地すべりによる災害の防止が図られるように適切な配置となるよう策定するものとする。

出典：[6-1]  
河川砂防技術基準  
同解説 計画編  
2.1(H17.11)P189

地すべり防止施設配置計画の規模は、一般に計画安全率で示され、一体となって移動していると考えられる運動ブロックごとに、安定解析によって定められる。計画安全率の決定に当たっては、地すべりの現象と規模、保全対象の重要性、地すべりによって生ずることが想定される被害の程度、緊急性等を総合的に考慮する必要がある。ただし、計画安全率は防止工事による相対的な安全率の向上を示すものであり、必ずしも工事実施後の斜面の安定度そのものを示すものではないことに注意する必要がある。

安定解析は、地すべりの特性（平面形、すべり面形状、移動状況等）に応じて適切な解析手法により行い、地すべり防止施設の規模を決める。

### 6-2 工法の選定

地すべり防止施設配置計画においては、地すべりの規模及び発生・運動機構、保全対象の状況、工法の経済性等を勘案し、抑制工と抑止工を適切に組み合わせて工法を選定するものとする。

出典：[6-2]  
河川砂防技術基準  
同解説 計画編  
2.2(H17.11)P190

工法の選定に当たっては、降雨及び地下水と地すべり運動の関係、地すべりの規模、地すべり土塊の土質、地すべりの速度、ブロック区分、対策工の位置、防止工法の緊急性を十分に考慮する。また、採用する工種の施工順位は、地すべり発生機構、地すべりの運動状況、人為的誘因の影響度合等から判断する。

地すべり防止施設はその機能の違いから抑制工と抑止工に分類される。

抑制工、抑止工の選定に当たっては、次の点に留意する。

- ① 抑制工と抑止工の持つそれぞれの特性を合理的に組み合わせた計画とする。
- ② 工法の主体は地下水排除工、押え盛土工、排土工等の抑制工とし、人家や公共施設等を直接守るために運動ブロックの安定化を図る場合に杭工、アンカー工等の抑止工を計画する。
- ③ 地すべり運動が継続している場合には、原則として抑止工は先行せず、抑制工によって地すべり運動が緩和、又は停止してから抑止工を導入する。

### 6-3 抑制工

抑制工は、地すべり斜面の地形、地質、地下水などの自然条件を変化させることによって、地すべり運動を効果的に抑制することができるように計画するものとする。

出典：[6-3]  
河川砂防技術基準  
同解説 計画編  
第3節(H17.11)P190

抑制工は、以下の各工法の特徴を踏まえて、地すべりの抑制に適切な位置、数量を計画する必要がある。

- ① 地下水排除工（水路、浸透防止工）  
降雨や地表水の浸透や湧水、沼、水路等地すべり地域内外からの再浸透によって地すべりが誘発されるのを防止するために計画する。
- ② 浅層地下水排除工（暗渠工、明暗渠工、横ボーリング工）  
浅層部に分布する地下水を排除することによって、すべり面付近への地下水供給を抑えるために計画する。
- ③ 深層地下水排除工（横ボーリング工、集水井工、排水トンネル工）  
深層部に分布する地下水を排除することによって、すべり面付近の間隙水圧（地下水水位）を低下させるために計画する。
- ④ 排土工（切土工）  
地すべりが滑道しようとする力（地すべりの滑道力）を低下するため、原則として地すべり頭部に計画する。地形条件の変化により新たな地すべりが誘発されないよう留意する必要がある。
- ⑤ 押え盛土工  
地すべりの滑道力に抵抗する力を増加させるため、原則として地すべり末端部に計画する。排土工と同様に地形条件の変化により新たな地すべりが誘発されないよう留意する必要がある。
- ⑥ 河川構造物等による浸食防止工（のり面保護工、砂防えん堤、護岸工等）  
河川や雨水等の流水による浸食や崩壊が地すべり発生の誘因となる場合に、浸食や崩壊の防止を図るために計画する。地すべり地域の直下流部に砂防えん堤等を設けると、その堆砂によって地すべり末端部の崩壊や浸食が防止され、押え盛土と同様の効果が期待できる。

出典：[6-3]  
河川砂防技術基準  
同解説 計画編  
第3節(H17.11)  
P190, 191

#### 6-4 抑止工

抑止工は、構造物の抵抗によって、地すべりの抑止が図られるよう地すべりの滑動力に対して安全な構造とし、移動土塊に対して十分な効果を発揮できるように計画するものとする。

出典：[6-4]  
河川砂防技術基準  
同解説 計画編  
第4節(H17.11)P191

抑止工は、以下の各工法の特徴を踏まえて、地すべりの抑止に適切な位置、数量を計画する。

- ① 杭工  
杭を不動地盤まで挿入し、付加された杭のせん断抵抗力や曲げ抵抗力によって地すべりの滑動力に直接抵抗することを目的として計画する。
- ② シャフト工（深礎工）  
径2.5～6.5m程度の縦坑を不動地盤内まで掘削し鉄筋コンクリートを打設したものをシャフト工と呼んでいる。地すべりの滑動力が大きく、杭工では所定の計画安全率の確保が困難な場合で、不動地盤が良好な場合に計画する
- ③ アンカー工  
不動地盤内に定着させた鋼材等の引張強さを利用して、地すべり滑道に対抗しようとするもので、引き止め効果、締め付け効果あるいはその両方が効果的に発揮される地点に計画する。

#### 7. 地すべり防止施設の設計

地すべり防止施設は、地すべり防止施設計画に基づき、適切な機能と安全性を有するよう設計するものとする。

出典：[7.]  
河川砂防技術基準  
(案)同解説 設計編Ⅱ  
第1節(H9.10)P43

## 第2節 斜面の安定解析（標準）

### 1. 安定解析

安定解析は、地すべりの調査結果を用いて、地すべり発生の可能性のある平面的範囲、すべり面の深さ、すべりの方向を想定した地すべりブロック毎に行う。

安定解析は、地すべりブロックの主測線上で設定したすべり面を対象として簡便法に基づいて、地すべり土塊の断面をいくつかのスライスに分割して行う。

### 2. 土質強度定数(c、 $\phi$ )

すべり面のせん断強度を決定する方法には、逆算法と土質試験による方法の2つの方法があるが、一般には逆算法が用いられる。

#### 2-1 現在活動中の地すべりの場合

すべり面深度をできる限り正確に推定し、安全率を  $F_s=0.95\sim 1.0$  の範囲で設定し、すべり面の平均的な強度定数  $c$ 、 $\phi$  を求める。 $0.95\sim 1.0$  の安全率の選択は、地すべり移動の程度に応じて行う。

$c-\tan\phi$  関係図から、 $c$ 、 $\phi$  を決定する場合、下表 2-2-1 に示す経験値から  $c$  を仮定して、他方の  $\tan\phi$  を決定することが出来る。

表 2-2-1  $c$  の経験値

地すべりの平均鉛直層厚 (m)	粘着力 $c$ KN/m <sup>2</sup>
5	5
10	10
15	15
20	20
25	25

#### 2-2 現在活動していない地すべりの場合

現状の安全率を「道路土工 切土工・斜面安定工指針 11-2 地すべり調査 解表 11-2 地すべりの型の分類」に述べられている平均的な安全率の項を参考にする。

### 3. 間隙水圧

安定解析に用いる間隙水圧は、間隙水圧を計測するための最も適切な手法によって測定された値を用いるものとする。

すべり面に沿った間隙水圧は、すべり面付近の間隙水圧計の測定結果により得た最も大きな水圧を採用することが原則であるが、便宜的に、各ボーリング孔で確認された最高水位を採用するか、または地盤の水利条件から考えられる最高水位を採用する。

出典:[1.]

道路土工 切土工・斜面安定工指針

11-3 (H21.6)P397, 398

出典:[2.]

道路土工 切土工・斜面安定工指針

11-3 (iii)

(H21.6)P399~P402

一部加筆

出典:[3.]

道路土工 切土工・斜面安定工指針

11-3 (v)

(H21.6)P398

### 第3節 抑制工（標準）

#### 1. 地表水排除工

地表水排除工は、降雨や地表水の浸透や湧水、沼、水路等地すべり地域内外からの再浸透によって地すべりが誘発されるのを防止するために計画する。

地表水排除工の設計にあたっては、その目的とする機能が十分に発揮されるように、地すべりの状況を十分考慮するものとする。また、安全性および維持管理の容易さを考慮するものとする。

出典：[1.]  
河川砂防技術基準  
(案)同解説 設計編Ⅱ  
2.1(H9.10)P43

地表水排除工の設計にあたっては、次のことに留意する必要がある。

- ① 地すべり地域内に設ける地表水排除工の構造は柔軟なものとし、ある程度の変状に対して、それに応じて機能を維持でき、また、修理の容易なものとする。
- ② 地表水排除工は、必要に応じて暗渠工併用の構造とする。地表水排除工には、浸透防止工と水路工がある。

#### 1-1 水路工

水路工は、地すべり地域内の降水を速やかに集水して地域外に排除するため、また、地域外からの流入水を排除するために計画するものとする。

水路工の設計にあたっての留意点を下記に示す。

- ① 水路工は、斜面からの地表水の集水とともに凹部に集まる水の再浸透を防ぐ目的を持っているため、掘込水路とするが、地すべり地内では掘削を最小限度にとどめるようにルートを選定するものとする。また、将来の維持管理を考慮して、なるべく幅の広い浅い形状となるようにするものとする。
- ② 断面は、流量計算を行って対象流量を求め、決定するものとする。これに用いる計画対象降雨量は、原則として超過確率1/50の規模とする。ただし、断面の最小幅は、30cmとする。
- ③ 水路断面は、一般的に土砂等の堆積や変形による断面の減少等を考慮して②で求めた断面積の20%以上の余裕をみておく必要がある。
- ④ 水路工の肩および切取りのり面に対しては、その破損を防止するため、原則としてのり面保護を行うものとする。
- ⑤ 水路工は、原則として盛土の上に設置しないものとする。
- ⑥ 活動中の地すべり地域内の水路工は、柔軟性を備えたものを標準とするものとする。

出典：[①～⑥]  
河川砂防技術基準  
(案)同解説 設計編Ⅱ  
2.1(H9.10)P44

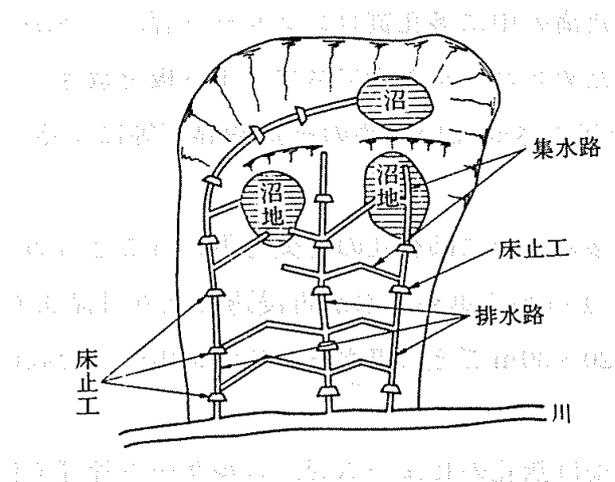


図 3-1-1 地表集排水路工

出典：[図 3-1-1]  
道路土工 切土工・斜面安定工指針  
11-4-2 解図 11-24  
(H21.6)P411

## 1-2 浸透防止工

浸透防止工は、地すべりの地表全体を対象として実施することは困難なので、とくに透水しやすい亀裂部や、地表水が多量にあり、地下水の補給源となる沼地や水路等を対象とする。地表に亀裂が発した場合は亀裂内に粘土やセメントを詰めたり、ビニール布等で被覆したりし、沼や水路等で漏水がある場合はこれらの底部を不透水性の材料で被覆する。

出典：[1-2]  
道路土工 切土工・斜面安定工指針  
11-4-2 (H21. 6) P410

## 2. 地下水排除工

地下水排除工は、地すべり地域内に流入する地下水および地域内にある地下水を排除することによって、地すべり土塊の内部の間隙水圧(地下水位)を低下させるために計画するものとする。

地下水排除工による地下水位の計画低下高は、地すべり地の特性を考慮して決定するものとする。

地下水排除工の設計にあたっては、斜面の安定のために必要な地下水位の計画低下高、地すべりの状況、施設の安全性および維持管理の容易さ等を考慮するものとする。

出典：[2.]  
河川砂防技術基準  
(案)同解説 設計編Ⅱ  
2. 2 (H9. 10) P44

### 2-1 浅層地下水排除工

#### (1) 暗渠工

暗渠工は、浅層部に分布する地下水を排除し、また、降水による浸透水を速やかに排除するために計画するものとする。

特に、透水係数の小さい土層中の地下水を排除する場合には、積極的に計画するものとする。暗渠工は、漏水を防止し、また、地盤の変形や目詰まりに対してもその機能が維持されるように設計するものとする。

出典：[(1)]  
河川砂防技術基準  
(案)同解説 設計編Ⅱ  
2. 2. 2. 1 (H9. 10) P45

暗渠工は、次の点に考慮して設計するものとする。

- ① 暗渠の配置は、地すべり土塊の土質・地下水の状況を勘案して定める。
- ② 1本の暗渠の長さは20m程度の直線とする。目詰まりや集水した地下水が再浸透しないよう、集水ますを設けて地表排水路に排水を行う構造とする。
- ③ 暗渠の深さは2m程度を標準とし、底には漏水防止のため防水シート等を布設する。また、暗渠管の周囲並びに上部には土砂の吸出しによる陥没を防止するため吸出防止材を布設する(図3-2-1参照)。
- ④ 暗渠管の周囲は、目詰まりを起こさないようにするため、また、浅層地下水の吸水を容易にするためにフィルター材を詰める(図3-2-1参照)。
- ⑤ 地表水も吸収しようとする場合には、地表まで栗石、または切込碎石を詰める。
- ⑥ 暗渠管の材料は、ある程度の地盤変動にも耐える構造とし、集水管、じゃかごを用いるのが一般的である。なお、急勾配の場合には、止杭等により固定する必要がある(図3-2-2参照)。

出典：[(1)]  
河川砂防技術基準  
(案)同解説 設計編Ⅱ  
2. 2. 2. 1 (H9. 10) P45

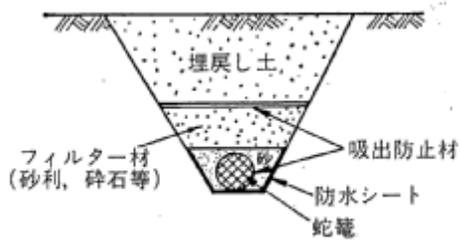


図 3-2-1 暗渠工の施工例

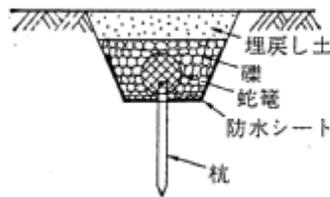


図 3-2-2 じゃかご暗渠

(2) 明暗渠工

浅層地下水は、地表水と同様に地表の地形に左右され、地表の凹部、谷部に集まりやすいので、このような場所には暗渠工と地表排水路工とを組み合わせた構造の明暗渠工を計画するものとする。

明暗渠工は、地すべり地域の状況を十分考慮し、効果的に水が集まり、かつ、適切に排水するよう設計するものとする。

明暗渠工は、1本の長さが長すぎると集水した水が地下に再浸透する可能性があるため、現地の状況を考慮して長さを定めるものとする。

一般には、20m 程度の間隔で設けた集水ます、あるいは落差工を利用して地下水を集水し、地表の水路に導いて排水する(図 3-2-3～図 3-2-7 参照)。

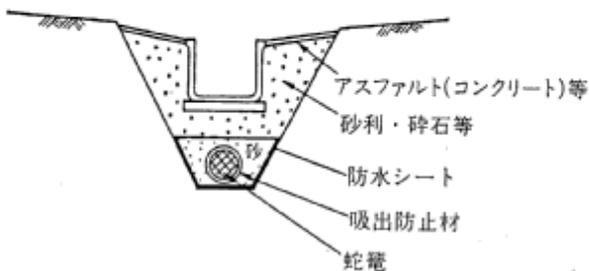


図 3-2-3 明暗渠工の横断図

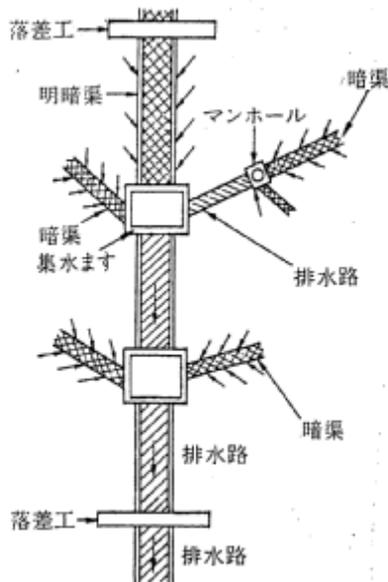


図 3-2-4 明暗渠工の配置図

出典:[図 3-2-1, 2]  
河川砂防技術基準  
(案)同解説 設計編Ⅱ  
2.2.2.1 図 4-2, 3  
(H9.10)P45

出典:[(2)]  
河川砂防技術基準  
(案)同解説 設計編Ⅱ  
2.2.2.2  
(H9.10)P45, 46

出典:[図 3-2-3, 4]  
河川砂防技術基準  
(案)同解説 設計編Ⅱ  
2.2.2.1 図 4-4, 5  
(H9.10)P45, 46

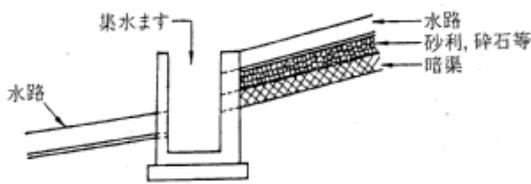


図 3-2-5 集水ます側面図

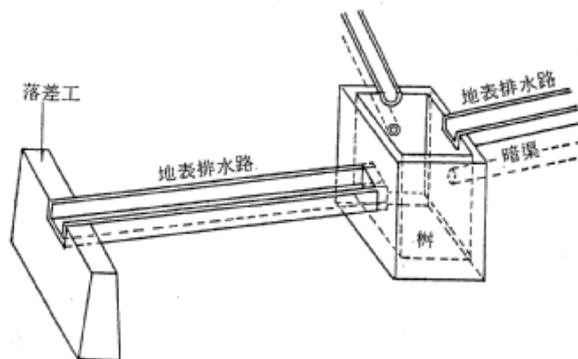


図 3-2-6 集水ますの例

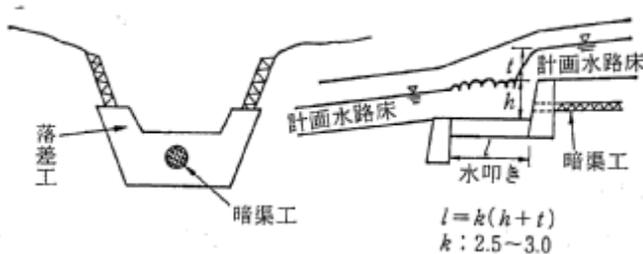


図 3-2-7 落差工の例

### (3) 横ボーリング工

横ボーリング工は、明暗渠工により地下水の排除が期待できない場合で、かつ、地形的に施工可能な場合に計画するものとする。

横ボーリング工は、効果的に地下水位を低下させるように設計するものとする。

横ボーリング工の設計にあたっての留意点を以下に示す。

- ① 横ボーリング工は、通常、浅層地下水の集中している部分に設けるものとし、ボーリング先端での間隔が 5~10m となるよう放射状に設計する。集水した水は、集水ますや排水路を通じて速やかに地すべり地域外に排水するものとする。孔口の位置は、安定した地盤に設け、排水による孔口の崩壊を防止するための保護工を設置する(図 3-2-9、図 3-2-10 参照)。
- ② 掘進勾配は、集水した地下水が自然流下するように概ね仰角 5~10 度 とし、掘進孔径は 66mm 以上とする。長さは、目的とする滞水層、またはすべり面からさらに 5m 以上先までの余裕長をもったものを標準とする。地すべり地域の土質が粘質土等で透水係数が低い場合は、孔径を大きくする等、集水量の確保を図る設計を検討するものとする(図 3-2-8 参照)。
- ③ 掘進終了後には、目的とする滞水層区間にストレーナ、またはスリット加工を施した硬質塩化ビニール管や鉄管等の保孔管を挿入する。管の先端部分については、土砂が入り目詰まりを起こさないよう処置を施す。管の継手はソケット継手、または突合わせ継手とする(図 3-2-11 参照)。

出典:[図 3-2-5~7]  
河川砂防技術基準  
(案)同解説 設計編 II  
2.2.2.2  
図 4-6~4-8  
(H9.10)P46

出典:[(3)]  
河川砂防技術基準  
(案)同解説 設計編 II  
2.2.2.3  
(H9.10)P46, 47

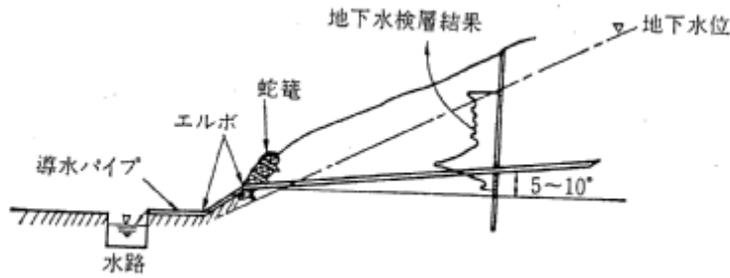


図 3-2-8 横ボーリング工横断面図

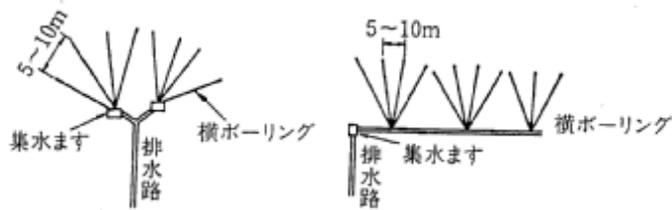


図 3-2-9 横ボーリングの配置図

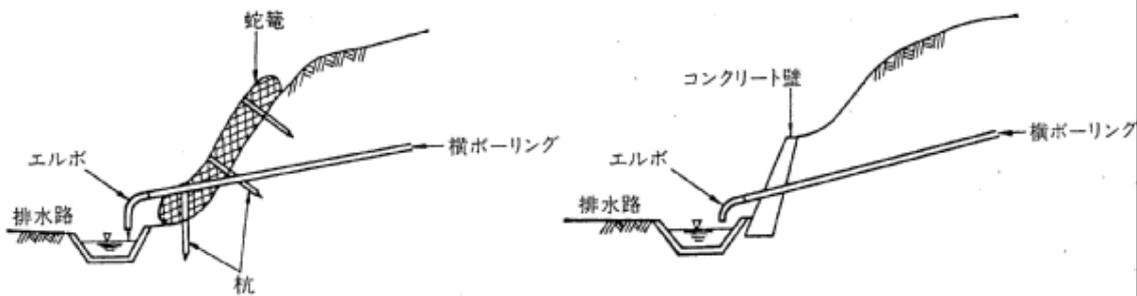


図 3-2-10 ボーリング工の孔口保護工

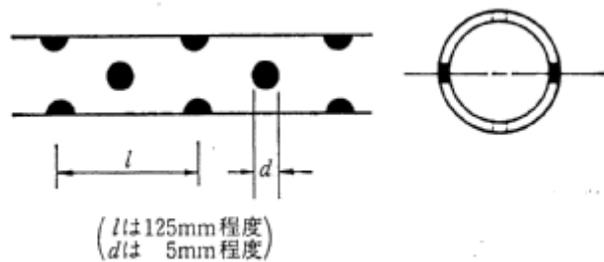


図 3-2-11 保孔管のストレーナの例

## 2-2 深層地下水排除工 (1) 横ボーリング工

横ボーリング工は、地すべり地の深部に存在する地下水を排除する場合に計画するものとし、地下水調査を行い、地すべりブロックの深部における地下水の存在、地下水位等を確認したうえで帯水層に向けて計画するものとする。

横ボーリング工は、地下水を効果的に排水できるように設計するものとする。

横ボーリング工の先端間隔は 5~10m とし、すべり面を貫いて 5~10m の余掘を行うように計画する。

設計にあたっての留意点を以下に示す。

- ① ボーリングの延長については、長尺なものほど孔曲がりを生ずる恐れがあるため、施工実績を考慮のうえ決定するものとし、50m 程度までを標準とする。
- ② 保孔管のストレナーナ加工については、全区間にわたって施す場合もあるが、土質によっては途中で地下水が散逸して、地すべり地域内に地下水が侵入する可能性があるため注意を要する。
- ③ 掘進勾配は、排除の対象とする滞水層が被圧地下水であり、自噴による排水が期待できる場合には、ボーリングの延長を短縮するよう俯角とする等の手法を用いてもよいが、一般的には 5~10 度の上向きとする。

出典:[(1)]  
河川砂防技術基準  
(案)同解説 設計編Ⅱ  
2.2.3.1(H9.10)P49

## (2) 集水井工

集水井工は、深い位置で集中的に地下水を集水しようとする場合や横ボーリングの延長が長くなり過ぎる場合に計画するものとする。

集水井は、効果的な地下水の集水が可能な範囲内で、原則として堅固な地盤に設置するよう設計するものとする。なお、地下水が広範に賦存し、2基以上の集水井を設置する場合には地すべり地域の状況を十分考慮し、適切な間隔になるよう配置するものとする。

出典:[(2)]  
河川砂防技術基準  
(案)同解説 設計編Ⅱ  
2.2.3.1(H9.10)P49

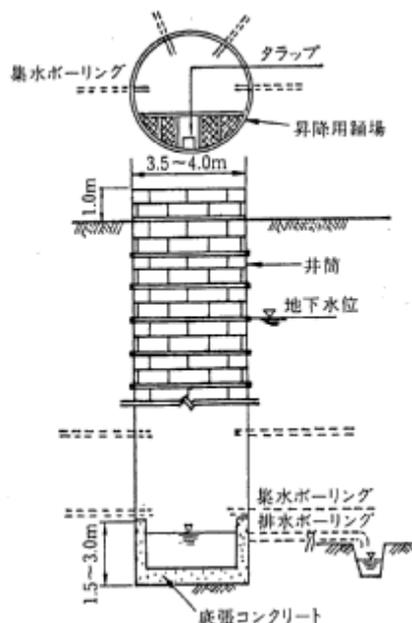


図 3-2-12 集水井工

出典:[図 3-2-12]  
河川砂防技術基準  
(案)同解説 設計編Ⅱ  
2.2.3.2.1  
図 4-13(H9.10)P49

### a. 集水井の深さ

集水井の深さは、原則として、活動中の地すべり地域内では底部を 2m 以上地すべり面より浅くし、休眠中の地すべり地域および地すべり地域外では基盤に 2~3m 程度嵌入させるものとする。

出典:[a.]  
河川砂防技術基準  
(案)同解説 設計編Ⅱ  
2.2.3.2.2(H9.10)P50

### b. 集水井の構造

集水井は、土質、地質や施工性等を考慮し、安全な構造となるよう設計するものとする。

出典:[b.]  
河川砂防技術基準  
(案)同解説 設計編Ⅱ  
2.2.3.2.3(H9.10)P50



e. 維持管理施設

集水井の維持管理のため、内部には昇降階段、または梯子を、頂部には、鉄網および鉄筋コンクリート板等の蓋を、周囲にはフェンスを設置するものとする。

出典:[e.]  
河川砂防技術基準  
(案)同解説 設計編Ⅱ  
2.2.3.2.6(H9.10)P53

(3) 排水トンネル工

排水トンネル工は、深層地下水を排除することを目的とし、地すべりの移動層厚が大きく、集水井工や横ボーリング工では効果が得難い場合に計画するものとする。

排水トンネル工は、原則として安定した地盤に設置し、地すべり地域内の水を効果的に排水できるよう設計するものとする。

出典:[(3)]  
河川砂防技術基準  
(案)同解説 設計編Ⅱ  
2.2.3.3(H9.10)P53

排水トンネル工は、地すべり規模が大きい場合、移動土塊層が厚い場合、および運動速度が大きい場合になどに用いられる工法で、原則として基盤内に設置し、トンネルからの集水ボーリングや集水井との連結などによって、すべり面に影響を及ぼす地下水を効果的に排水することを目的とする。

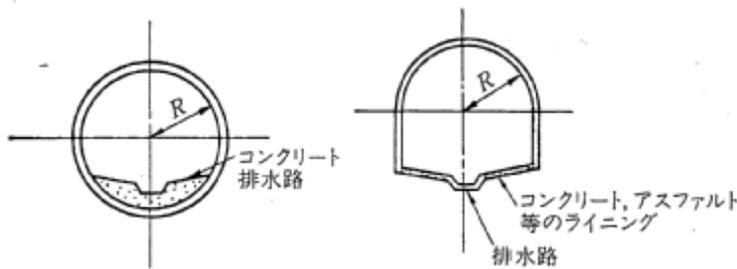


図 3-2-14 排水トンネルの断面の例

出典:[図 3-2-14]  
河川砂防技術基準  
(案)同解説 設計編Ⅱ  
2.2.3.2.3 図 4-17  
(H9.10)P54

3. 排土工および押え盛土工

3-1 排土工(切土工)

排土工は、地すべり推力を低減するために計画するものであり、地すべり背後の斜面に新たに地すべりの拡大や発生の可能性が少ない場合に、地すべり頭部に計画するものとする。複数の地すべりブロックが連鎖的に関連している場合には、上部のブロックを考慮して計画するものとする。

排土工の計画に際しては、地すべりの規模、すべり面の分布をできるだけ正確に求め、安定計算によって排土量を決定するものとする。

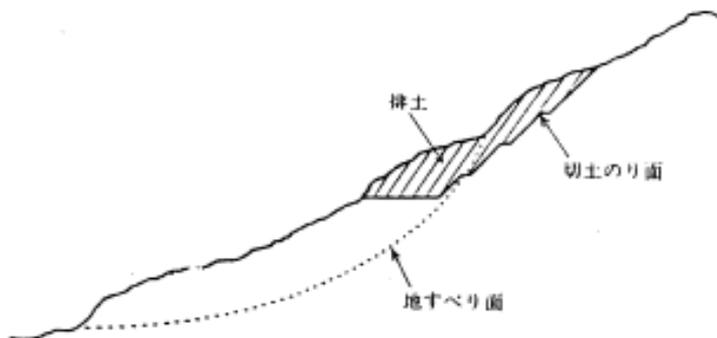


図 3-3-1 排土工、切土のり面の例

出典:[図 3-3-1]  
河川砂防技術基準  
(案)同解説 設計編Ⅱ  
2.3.1 図 4-18  
(H9.10)P55

### 3-2 押え盛土工

押え盛土工は、地すべり推力に抵抗する力を増加させるために計画するものであり、盛土部および盛土下部の斜面の安定度を低下させる可能性のない場合に地すべり末端部に計画するものとする。

押え盛土工は、排土工と併用すると効果的であるので、通常これらを組み合わせて計画する。盛土量については、安定計算によるものとする。また、盛土背面の地下水位の上昇を考慮して、地下水排除工を併用することが望ましい。

### 4. 河川構造物

河川構造物は、流水の侵食による河床低下や溪岸侵食が地すべり土塊の安定を損なわせ、地すべり発生の誘因となる場合に、溪岸の保護と地すべり末端部の安定を図るために計画するものとする。

地すべり防止のための河川構造物は、次の各項により設計するものとする。

- ① 溪床の基礎および溪岸の掘削が最小限となるように設計する。
- ② 河川構造物の設置により地すべり地内の地下水位を上昇させることのないよう水抜き施設を設計する。
- ③ 活動中の地すべり地内に設ける場合は、柔軟な構造でしかも流水の破壊力に対して安全なものとする。

出典:[4.]

河川砂防技術基準

(案)同解説 設計編Ⅱ

2.4(H9.10)P57

## 第4節 抑止工（標準）

### 1. 杭工

杭工は、地すべり斜面に杭を挿入して、地すべり推力に対して杭の抵抗力で対抗しようとするもので、移動土塊に対し、十分抵抗できるような地点に計画するものとする。

杭工は、対象となる地すべり地域の地形および地質等を考慮し、所定の計画安全率が得られるよう設計するものとする。

出典：[1.]  
河川砂防技術基準  
(案)同解説 設計編Ⅱ  
3.1.1(H9.10)P57

杭工は、基盤が強固で移動土塊に対して十分対抗できるような地点で施工することが望ましい。しかし、地すべりの運動が激しく、1日1mmを越すような地すべり地内では計画した杭の全部が一度に施工されない限り、杭の働きは個別的なものとなって効果が期待できないので、このような箇所では適切な工法とはいえない。

出典：[1.]  
道路土工 切土工・斜面安定工指針  
11-4-2(H21.6)P421

#### 1-1 杭の構造

杭の構造は、地すべりの規模および周辺の状況に応じて選定するものとする。また、外力に対し杭の全断面が有効に働くように設計するものとする。

出典：[1-1]  
河川砂防技術基準  
(案)同解説 設計編Ⅱ  
3.1.2(H9.10)P60

#### 1-2 杭の配列

杭の配列は、地すべりの運動方向に対して概ね直角で、等間隔になるよう設計するものとする。

出典：[1-2]  
河川砂防技術基準  
(案)同解説 設計編Ⅱ  
3.1.3(H9.10)P60

#### 1-3 基礎への根入れ

杭の基礎部への根入れ長さは、杭に加わる土圧による基礎部破壊を起こさないよう決定するものとする。

出典：[1-3]  
河川砂防技術基準  
(案)同解説 設計編Ⅱ  
3.1.4(H9.10)P61

### 2. シャフト工

シャフト工は、地すべり推力が大きく、杭工では所定の計画安全率(P.Fs)の確保が困難な場合で、基礎地盤が良好な場合に計画するものとする。

シャフト工は、対象となる地すべり地域の地形および地質等を考慮し、所定の計画安全率が得られるよう設計するものとする。

出典：[2.]  
河川砂防技術基準  
同解説 計画編  
5.2(H17.11)P204  
河川砂防技術基準  
(案)同解説 設計編Ⅱ  
3.2(H9.10)P62

シャフト工は地盤条件の関係で杭挿入の設置が不可能な場合または地すべり土圧が大きく、杭工では計画安全率の確保が困難な場合で、基礎の地盤が比較的良好的な場合に用いられることが多い。

出典：[2.]  
道路土工 切土工・斜面安定工指針 11-4-2  
(H21.6)P423

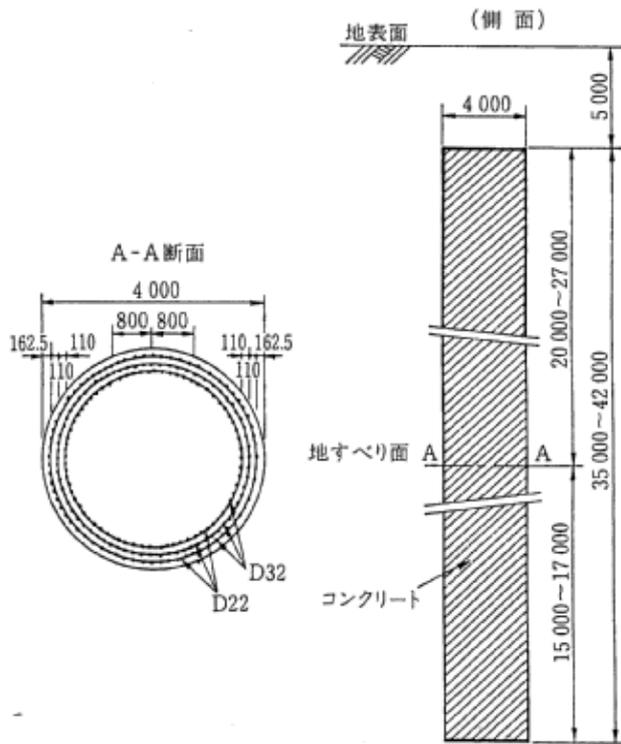


図 4-2-1 シャフト工の例 (単位:mm)

出典:[図 4-2-1]  
河川砂防技術基準  
(案)同解説 設計編Ⅱ  
3.2 図 4-21  
(H9.10)P62

### 3. グラウンドアンカー工

グラウンドアンカー工は、基盤内に定着させた鋼材の引張強さを利用して、地すべり滑動に対抗しようとするもので、引張効果あるいは締め付け効果が効果的に発揮される地点に計画するものとする。

グラウンドアンカー工は、対象とする地すべり地域の地形および地質等を考慮し、所定の計画安全率を得られるよう設計するものとし、その引張力に対するアンカー自体の安定性を確保するとともに、定着地盤および反力構造物を含めた構造物系全体の安定が保たれるよう設計するものである。

出典:[3.]  
河川砂防技術基準  
(案)同解説 設計編Ⅱ  
3.3.1(H9.10)P63

アンカー工は、高強度の鋼材を引張材として地盤に定着させ、引張材の頭部に作用した荷重を定着地盤に伝達し、群体としての反力構造物と地山とを一体化することにより安定化させる工法である。地すべり地の地形・地質およびその移動状況等に基づいて検討を行い、地すべり地が急勾配で、杭工、シャフト工では十分な地盤反力が得られない場合、緊急性が高く早期に効果の発揮が望まれる場合等に、適切な位置に計画する。

アンカーは基本的には、アンカー頭部(反力構造物を含む)、引張部およびアンカー定着部(アンカー体および定着地盤)の3つの構成要素により成り立っており、アンカー頭部に作用した荷重を引張部を介して定着地盤に伝達することにより、反力構造物と地山とを一体化させて安定させる工法である。

このため、十分な耐久性が必要とされ、かつ引張荷重に対して各部位の安定性が保たなければならない。アンカー工の設置位置、定着地盤の位置、アンカーの配置、アンカー傾角および反力構造物の規模および構造等は、地すべり地の地形、地質および移動状況を考慮し十分注意して決定する必要がある。

#### 3-1 アンカーの防食

腐食のおそれのある材料を用いるアンカーに対しては、アンカーの防食の方法を選定するために、アンカーの腐食環境条件の調査を行う。また、永久アンカーは、その供用期間中にアンカーの機能が低下しないように確実な防食を行う。

出典:[3-1]  
グラウンドアンカー  
設計・施工基準同解説  
5.1(H12.3)P85

腐食のおそれのある材料を用いるアンカーについては、適切な防食を講じ、供用期間中にアンカーの機能が低下しないようにするものとする。材料自体が、腐食しない連続繊維補強材とか、鋼材の表面に確実な防食層を持つ防錆された材料は、腐食のおそれがなく防食を必要としない材料としてよい。

出典:[3-1]  
グラウンドアンカー  
設計・施工基準同解  
説 5.1(H12.3)P85

### 3-2 受圧板

受圧板は、アンカーの引張力に十分耐えるように設計するものとする。

出典:[3-2]  
河川砂防技術基準  
(案)同解説 設計編Ⅱ  
3.3.3(H9.10)P67

受圧板は、アンカー工を定着させるために斜面等に設定される反力構造物である。

反力構造物である受圧板には、のり枠や板、十字ブロック等があるが、斜面の状況、アンカーの諸元、施工性、経済性、維持管理および景観等を十分考慮して選定し、受圧板の型式と斜面状況に応じた設計を行うものとする。

#### ① 受圧板への作用力

受圧板への作用力は、基本的に設計アンカー力  $T$  とその反力としての地盤反力とし、受圧板に使用するコンクリートおよび鉄筋の許容応力度は、「コンクリート標準示方書」によるものとする。

#### ② 断面力の算定

断面力の算定は、原則として梁モデルにて行うものとし、地盤反力を等分布荷重として扱うか、アンカー力を集中荷重として扱うかは、背面地盤の状況を十分考慮して決定する。

(参考) 道路橋示方書の改訂について

# 道路橋示方書の改訂について

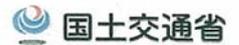
国土交通省  
道路局 企画課、国道・防災課  
国土技術政策総合研究所



Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism

平成24年2月2日

## 道路橋示方書の位置づけ



### 基準類の構成

- 技術基準：省令に準じた基準として運用
  - ・「橋、高架の道路等の技術基準」(道路橋示方書)  
(最新H13.12.27 道路局長、都市・地域整備局長から整備局長等宛通達)
- 解説：技術基準の内容を分かりやすく解説
  - ・「道路橋示方書・同解説(I～V)」(H14.3 日本道路協会)
- 指針：「橋、高架の道路等の技術基準」を補完する技術基準
  - ・「鋼道路橋の疲労設計指針」(H14.3 日本道路協会)等
- 便覧：「示方書」「指針」の解釈や規定の趣旨を正しく理解するために必要な事項

(参考)道路構造令(S45.10.29政令第320号)

第三十五条(橋、高架の道路等)

2 橋、高架の道路その他これらに類する構造の普通道路は、その設計に用いる設計自動車荷重を245キロニュートンとし、当該橋、高架の道路その他これらに類する構造の普通道路における大型の自動車の交通の状況を勘案して、安全な交通を確保することができる構造とする。  
(3 小型道路→30キロニュートン)

4 前三項に規定するもののほか、橋、高架の道路その他これらに類する構造の道路の構造の基準に関し必要な事項は、国土交通省令で定める。

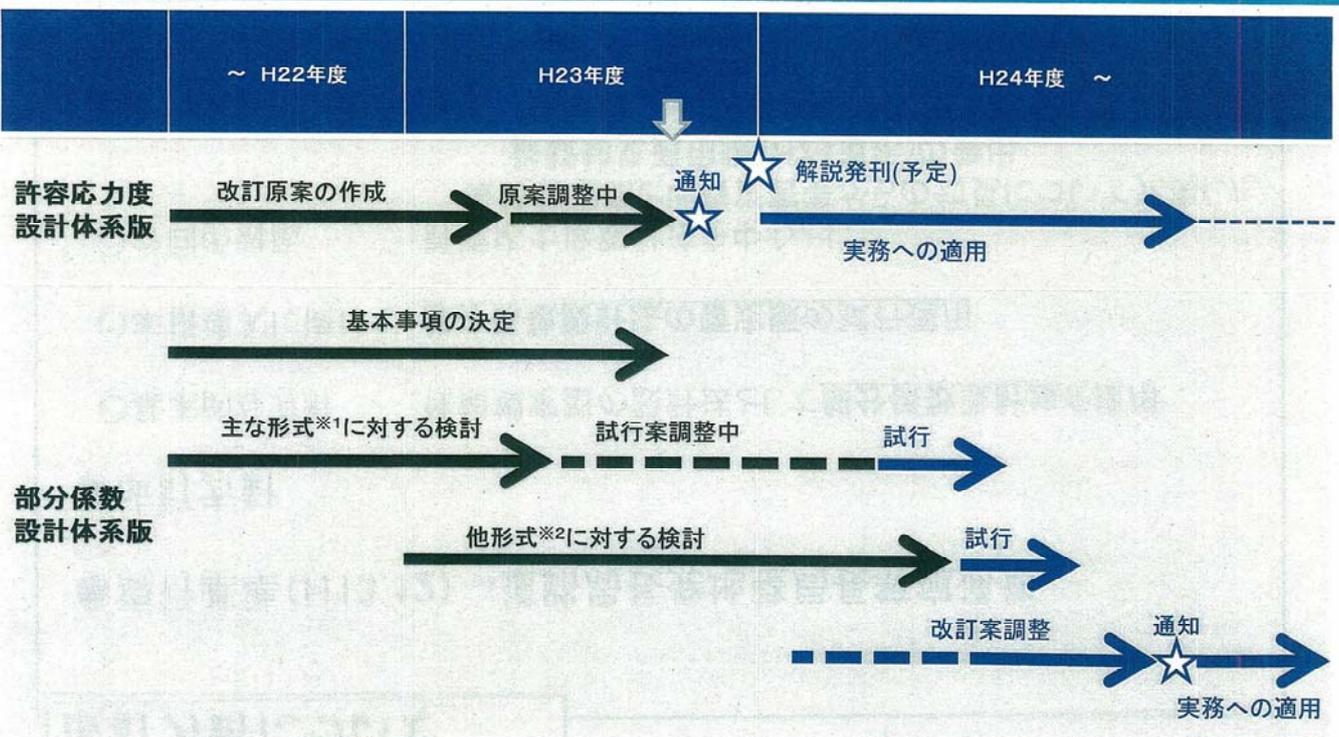
121. 相互参照の示方書  
H13

## 改訂方針について

- 現行基準(H13.12)→道路局長発地整局長等宛通知
- 改訂方針
  - 基本的な方針 : 性能規定型の設計法として**部分係数設計法**を採用
  - 本格導入に向けて:**部分係数設計法の暫定版**の試行運用
  - 今回の対応 : 許容応力度設計法を中心とし、維持管理面と地震災害等からの知見について充実した**最新知見適用版(H24道示)**の発出

2

## スケジュール



※1) (Ⅱ編)鋼桁橋、(Ⅲ編)床版橋、T桁橋、箱桁橋 (Ⅳ編)直接基礎、杭基礎 (Ⅴ編)RC橋脚、鋼製橋脚

※2) (Ⅱ編)アーチ、トラス (Ⅲ編)アーチ、プレキャストセグメント (Ⅳ編)柱状体基礎、杭基礎(回転杭、斜杭等) (Ⅴ編)免震・耐震構造、上部構造

<p>○維持管理に対する考え方を充実</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆設計段階から維持管理面を考慮する理念の導入</li> <li>◆構造的な補完性や代替性の確保</li> <li>◆維持管理段階の安定的な点検の必要性や重要性を明示</li> <li>◆交差協議の充実</li> <li>◆必要資料の保存等</li> <li>◆鋼橋疲労に関する規定の充実</li> </ul>
<p>○東北地方太平洋沖地震などを踏まえた改善</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆連動型地震への対応</li> <li>◆地域防災計画や治水計画との整合</li> <li>◆被災実態からの改善策</li> </ul>
<p>○新たな技術への対応例</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆高強度鉄筋の規定導入</li> <li>◆ステンレス鉄筋の採用</li> </ul>
<p>○品質確保に向けて</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆複合構造の配慮事項</li> <li>◆高力ボルト摩擦接合継手の設計合理化</li> <li>◆溶接の品質確保</li> <li>◆施工実績が多い工法の規定充実</li> </ul>

## 設計段階から維持管理面を考慮する理念の導入

### 【共通編】1.3 設計の基本理念

橋の設計にあたっては、使用目的との適合性、構造物の安全性、耐久性、施工品質の確保、**維持管理の確実性及び容易さ**、環境との調和、経済性を考慮しなければならない。

#### [解説](維持管理関連部分の抜粋)

**維持管理の確実性及び容易さ**とは、供用中の日常点検、定期的な点検、地震等の災害時に被災の可能性の有無や程度などの橋の状態を確認するために行う必要がある調査、劣化や損傷が生じた場合に必要となる**調査、補修や補強作業等が確実かつ合理的に行える**ことであり、これは設計の前提として耐久性や経済性にも関連するものである。

従来の示方書では、この条文で維持管理の容易さとしていたため、例えば、設計において、あらかじめ点検を行う部位を決めておき、その部位に対しては、点検などの維持管理行為ができるだけ容易になるようにするものの、将来の不測の事態を考慮して、橋の中に点検が行えない部位をできるだけ少なくするという点については配慮されない可能性があった。そのため、単に点検など設計段階で予定する維持管理行為に対する容易さに配慮するだけでなく、**点検などの維持管理が困難な部位をできるだけ少なくするなど、維持管理ができることの確実性**についても配慮すべきことが明確にされたものである。(次頁へ続く)

## 設計段階から維持管理面を考慮する理念の導入

### 【共通編】1.3 設計の基本理念

橋の設計にあたっては、使用目的との適合性、構造物の安全性、耐久性、施工品質の確保、**維持管理の確実性及び容易さ**、環境との調和、経済性を考慮しなければならない。

#### [解説](維持管理関連部分の抜粋)

維持管理にあたっては、供用期間全体にわたって**点検・診断・措置のサイクルを安定的に実施していくことが必要**である。したがって、設計の段階から供用期間中に想定している**各種の点検や異常時における点検についても適切に対応できるように設計の前提として具体的な維持管理計画について考慮することが必要**である。特に地震等の災害時における供用の可否を判断するためには、速やかに構造物の状態を把握できることが不可欠である。また、計画した**維持管理が確実に行えるためには、点検や調査などの維持管理行為が確実かつ容易**に行えるよう配慮されていることが重要である。

6

# 計画段階の維持管理への配慮について

## 計画面での維持管理、災害に関する配慮

### 【共通編】1.5.1 架橋位置と形式選定

橋の計画にあたっては、路線線形や地形、地質、気象、交差物件等の外的な諸条件、使用目的との適合性、構造物の安全性、耐久性、施工品質の確保、**維持管理の確実性及び容易さ**、環境との調和、経済性を考慮し、加えて地域の防災計画や関連する道路網の計画とも整合するように、架橋位置及び橋の形式の選定を行わなければならない。

#### [解説](維持管理関連部分の抜粋)

道路計画の最も基本となる路線線形の決定段階においては、最終的にその路線や特定の区間に対して道路に求められる機能が確実に発揮できるように、道路橋をはじめとする各種の道路構造物や切土・盛土などについて、できるだけ安全で信頼性の高いものが計画できるように配慮することが重要である。しかし、必ずしも十分な配慮がなされていない上位の路線計画による線形を重視した結果、**斜角の著しく小さい斜橋、幅員や曲線変化の著しい橋、極めて不安定な地盤等に支持させる橋、災害時や不測の損傷に対して供用性確保に困難が予想される橋**など、橋の設計・施工及び**維持管理の面からみると、必ずしも好ましいとはいえない橋**が計画された場合もみられることから、架橋位置や橋の形式選定においてこれらの点に注意する必要がある。

計画の段階から供用中に行うことを想定している点検方法などの**維持管理の具体的な条件についても考慮**して適切な維持管理が確実かつ合理的に行えるよう配慮することが重要である。

架橋位置や橋の形式選定において以上の点に留意することが、設計で意図した橋の性能が確実に得られるためには重要であると考えられることから、条文のように規定したものである。

7

## 構造設計上の配慮事項に維持管理を想定

### 【共通編】1.6.2 構造設計上の配慮事項

橋の設計にあたっては、次の事項に配慮して構造設計しなければならない。

1) 橋の**一部の部材の損傷**等が原因となって、崩壊などの**致命的な状態となる可能性**。

2) 供用期間中の点検及び事故や災害時における橋の状態を評価するために行う調査並びに計画的な維持管理を適切に行うために必要な**維持管理設備の設置**。

点検施設等を設置する場合は、5.4の規定による。

3) 供用期間中に**更新することが想定される部材**については、**維持管理の方法等の計画において、あらかじめ更新が確実かつ容易に行えるよう考慮しなければならない**。

### [解説]補完性・代替性に関する抜粋

構造全体としての**補完性又は代替性**とは、例えば、着目する部材が破壊しても他の同様な機能を有する部材への**応力再配分などでその機能が補われること**により致命的な状態に至らないような場合、又は着目する部材の機能喪失によって耐荷機構や構造特性が異なっているものの、橋全体としては**致命的な状態となることが回避される**ような場合がこれに相当すると考えられる。

8

# 交差協議の充実について

## 交差物件管理者との維持管理を含めた十分な協議

### 【共通編】1.5.2 交差物件との関係

架橋位置、支間割、橋脚位置、橋脚形状、橋下空間等は**交差物件の管理者と使用目的との適合性、構造物の安全性、耐久性、施工品質の確保、維持管理の確実性及び容易さ、環境との調和、経済性を考慮して十分協議して定めなければならない**。

### [解説](交差協議関連部分の抜粋)

交差物件との関係を適切に考慮しなければ、当該橋に求められる使用目的との適合性、構造物の安全性、耐久性、施工品質の確保、維持管理の確実性及び容易さ、環境との調和、経済性が十分に達成されなくなることも考えられる。特に設計の前提として計画する**点検や被災時の調査などの維持管理行為や塗装の更新などの将来の補修工事についてはできるだけ適切に行えるようあらかじめ計画**しておかなければ供用後の条件変更は困難な場合がほとんどである。(中略)

なお、橋下空間については、橋下の交差物件に必要な空間のほか**橋本体と交差物件の両方の維持管理に必要な空間を考慮**して決定する必要がある。

9

維持管理に必要な書類を想定

- 【共通編】1.7 設計図に記載すべき事項  
設計図等には少なくとも次の事項を記載する。
- (1)路線名及び架橋位置
  - (2)橋名
  - (3)責任技術者
  - (4)設計年月日
  - (5)主な設計条件等
    - 1)橋の種類
    - 2)設計概要
    - 3)荷重の条件
    - 4)地形・地質・地盤条件
    - 5)材料の条件
    - 6)製作・施工の条件
    - 7)維持管理の条件
    - 8)その他必要な事項

維持管理に必要な書類として保管すべき項目を例示。

また、記録として調査、計画、設計(手法、配慮事項、図)、施工に関する記録を維持管理で用いるために保管することを別途解説等に記載。

鋼橋疲労に関する規定の充実【鋼橋編】

【背景】

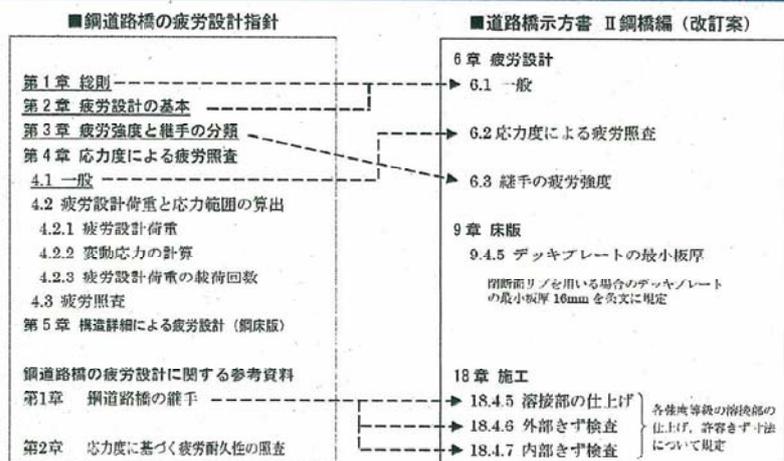
H14道示の疲労設計導入で「鋼道路橋の疲労設計指針」が発刊されたが任意の指針  
→鋼橋の維持管理には疲労対策が不可欠

【対応】

○ **指針の一部**(設計の基本的な考え方、継手の疲労強度等級)を**条文に反映**



▲主桁の疲労亀裂の事例



▲疲労設計指針と道示への反映内容の関係

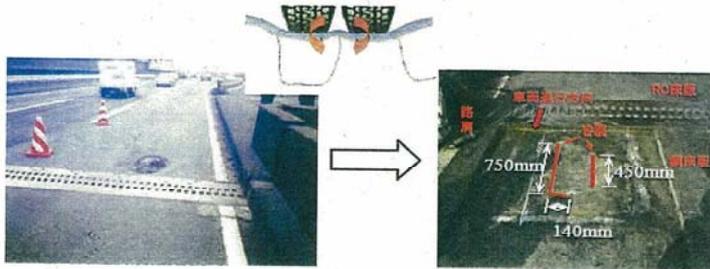
## 【背景】

具体の疲労損傷として、閉断面縦リブを有する鋼床版デッキに貫通き裂に対する対策荷位置の



## 【対応】

**デッキプレート最小板厚を16mmに増厚** (H21事務連)とすることを**条文に反映**  
(デッキ厚以外は従来鋼床版(デッキ厚12mm)の構造諸元の適用を前提)



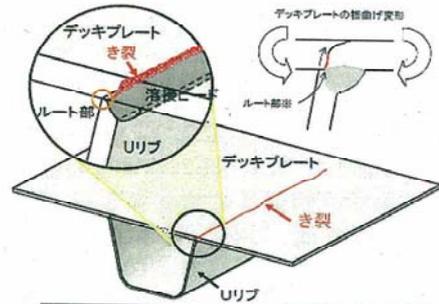
き裂が進展すると、舗装の損傷や路面陥没を引き起こし、車両走行に影響を与える可能性

舗装に生じた変状

Uリブの両側の溶接部に発生

舗装をはつた状態

▲デッキプレートを貫通したき裂の事例



※応力集中部であるルート部(溶接金属と母材の境界部であり、熱影響部でもある部分)が起点となり、デッキ内にき裂が進展

▲デッキプレートに進展するき裂模式図

# レベル2タイプI (プレート境界型) 地震動について【耐震設計編】

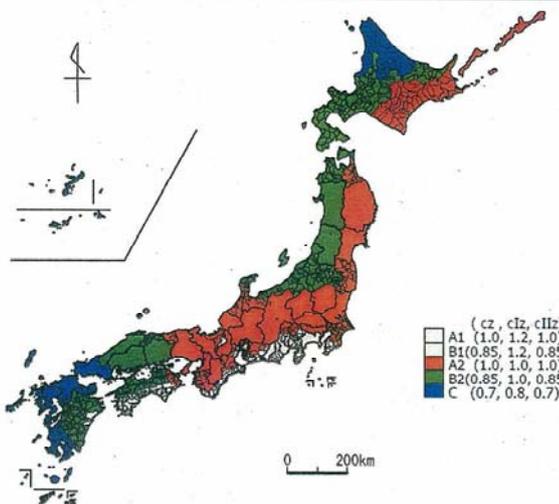
## 【背景】

- 東海地震, 東南海地震, 南海地震をはじめとして, 我が国周辺で生じる可能性のある大規模なプレート境界型の地震を考慮する必要性
- 平成23年東北地方太平洋沖地震により明らかとなった**連動型地震の発生**を考慮する必要性

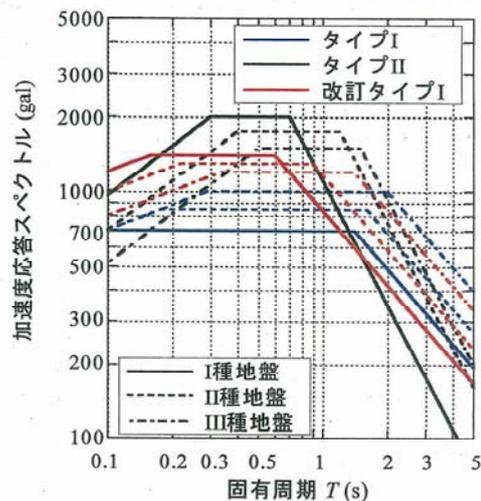


## 【対応】

- **距離減衰式の高度化**(研究成果の反映)
- 高度化された距離減衰式にもとづき, 関東地震における東京での地震動を標準としてタイプIの地震動を設定するとともに, 東海地震, 東南海地震, 南海地震等の大規模な地震の影響を強く受ける地域に対しては, この影響を**地域別補正係数として考慮**



▲地域区分と地域別補正係数(改訂案)



▲タイプIの地震動の標準加速度応答スペクトル

計画面での維持管理、災害に関する配慮 (続き)

【共通編】1.5.1 架橋位置と形式選定

橋の計画にあたっては、路線線形や地形、地質、気象、交差物件等の外部的な諸条件、使用目的との適合性、構造物の安全性、耐久性、施工品質の確保、維持管理の確実性及び容易さ、環境との調和、経済性を考慮し、加えて**地域の防災計画や関連する道路網の計画とも整合**するように、架橋位置及び橋の形式の選定を行わなければならない。

[解説](災害関連部分の抜粋)

平成23年(2011年)の東北地方太平洋沖地震では、津波によって沿岸部の橋が落橋したり、漂流物の衝突や堆積、**背面盛土の流出**などによって**供用性を喪失する被害**を生じた。一方で、現在のところ地震に伴って生じる津波による橋に対する影響について正確に評価することは困難である。そのため浸水が予想される地域の道路橋の設計においては、**地域の防災計画と整合**して被災時の避難経路や救援や復旧活動に支障することなく、それぞれの橋に求められる性能が発揮できるように架橋位置や構造形式等の配慮を行うのがよい。

架橋位置や橋の形式の選定にあたって配慮が行われる主な例には、次のようなものがある。(抄)

- ・断層の存在や地滑りなどの地盤変動、津波による浸水など架橋位置と橋に求められる機能などについて特に考慮すべき固有の条件を考慮した橋梁形式や下部構造の位置の選定
- ・跨道橋や跨線橋で、定期点検や**地震、台風などの異常時の点検**、将来の劣化や**被災時の補修や復旧**などの工事が適切に行えることに対する維持管理上の制約を考慮した構造形式や維持管理設備の計画

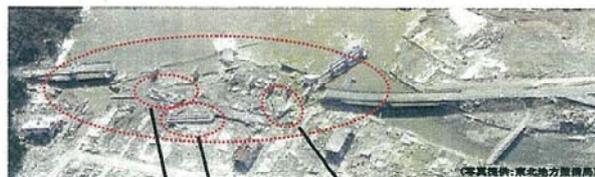
津波の影響に関する検討 【耐震設計編】

【背景】

東北地方太平洋沖地震の津波による被災から、道路橋の設計で考慮する視点を明確化することが必要

【対応】

条文中で、「**津波に関する地域の防災計画等を考慮した構造計画とする**」と規定  
解説にも、大規模な斜面崩壊、断層変位に加え、**大規模な津波等、耐震設計で具体的に考慮していない事象に対する対応の考え方を追加**



▲上部構造の一部径間が流出した橋



▲上部構造の高さに津波の遡上の痕跡があるが、流出していない橋

**【背景】**

地震時に、斜面上に建設された下部構造周辺の土塊の不安定化に伴う変状や、前面地盤の流出による基礎の不安定化が発生

**【対応】**

山地部で地盤変状が生じる地形地質に対する**調査に関する記載の充実**  
 斜面上の基礎は、安定した地盤に設置、根入れさせることを基本とするとともに、その他**対策や配慮に関する記載を充実**



▲橋台周辺の土塊の沈下と橋台等の傾斜  
(平成23年長野県北部の地震)



▲斜面上の基礎における前面地盤の流出  
(平成16年中越地震)

## 被災実態からの改善策について 橋台背面アプローチ【下部構造編】

**【背景】**

地震時に盛りこぼし橋台や液状化地盤などの特殊な条件での著しい段差、踏掛版の破損、土工部擁壁の移動による路面段差が発生

**【対応】**

**橋台背面の一定区間を「橋台背面アプローチ部」とし**、橋の構成要素として設計図等に記載するとともに、土構造等との間の路面の連続性を保つための留意点を記載

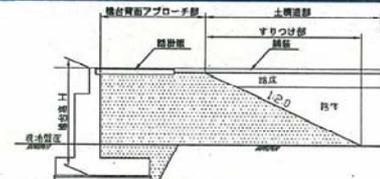


橋台背面盛土の沈下による段差及び踏掛版の損傷の事例

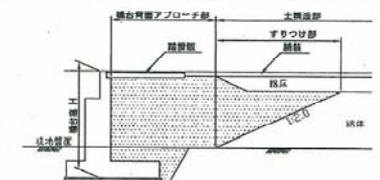


橋台背面盛土の沈下の事例

▲路面段差が発生した事例



橋台背面アプローチ部先行施工の場合



土工部(路体)先行施工の場合

▲橋台背面アプローチ部と土工部とのすりつけの例

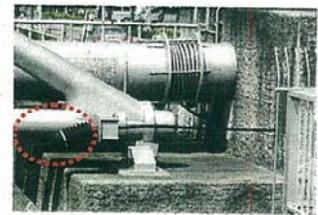
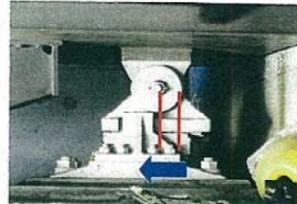
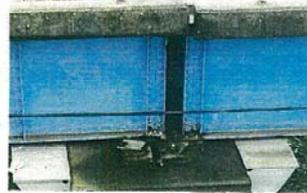
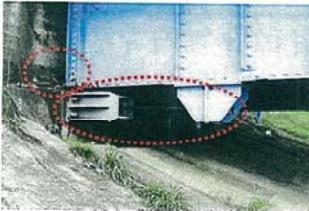
【背景】

落橋防止システムにより対応する事象が不明確  
 落橋防止システムの設計に関する誤解の防止やFAQへの対応



【対応】

既往の地震被害の分析に基づき、落橋防止システムにより対応すべき落橋モードを明確化  
 落橋モードを適切に設定し、それに応じた対策を規定化する方針



上下部構造間に過大な相対変位が生じる場合  
 (2003年の宮城県北部地震における事例)

橋台が前面に移動する場合  
 (2011年の東北地方太平洋沖地震における事例)

▲落橋モードと近年の地震による事例

高強度鉄筋の規定導入 (下部構造の例)

【背景】

過密配筋の改善による施工性の向上  
 杭頭補強鉄筋の溶接の排除



【対応】

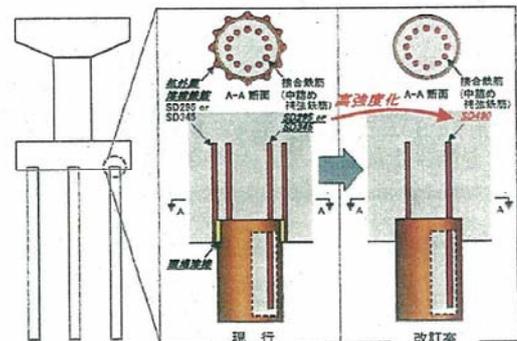
高強度鉄筋(SD390、SD490)の使用により、杭外周補強鉄筋を排除(過密配筋の解消)するとともに、杭外周補強鉄筋の溶接による定着を排除(品質の向上)



▲杭頭補強鉄筋とフーチング鉄筋の干渉(過密配筋)



▲溶接による杭頭外周鉄筋の施工状況(品質確保が困難)

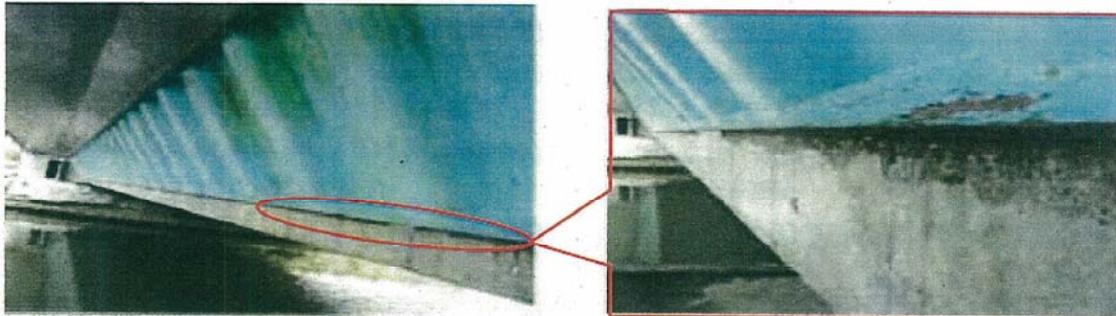


▲杭頭補強鉄筋の現行設計と改訂案の比較

**【背景】**  
複合構造を用いる事例が近年増加し、接合部等の腐食、損傷が発生



**【対応】**  
接合部は、**断面力が確実に伝達できる構造**とするように規定。実験等により確認  
**埋込部や界面など滞水しやすい箇所のため耐久性への配慮が必要**である旨規定



▲波形鋼 鋼 板ウェブ腐食事例

## ■高力ボルト摩擦接合継手の設計合理化

**【背景】**  
現行では、摩擦係数として一律0.4を規定しているが、合理化の余地あり  
板厚50mm超の厚板鋼板の適用事例の増加により、現行道示のボルト列数制限荷重伝達の不均等のため、無理のない範囲で8列までを推奨)が制約となる事例あり



**【対応】**  
無機ジンク仕様の継手について、最近の実験データ等を検証し、塗装条件を付して**設計摩擦係数を0.45に見直し**  
ボルト列数制限の扱いは現行のとおりとするが、無機ジンク仕様で、ボルト列数が8列を超える場合の**ボルトの許容力の低減について解説に記述**

## ■溶接の品質確保

**【背景】**  
疲労設計の章を新設し、溶接継手の疲労強度を規定  
鋼製橋脚隅角部の疲労損傷の発生に対応して隅角部の施工品質確保を徹底(H14.9事務連絡)



**【対応】**  
**溶接施工の規定を充実** (強度に応じた溶接部仕上げを要求、非破壊検査者の資格要件(JIS)の追加等)  
**事務連絡の内容の条文・解説への反映**



▲隅角部の亀裂の事例

## ■ 深礎基礎に関する設計、施工法の導入

### 【背景】

深礎基礎の施工実績の増加  
施工時の事故への対応

### 【対応】

**深礎基礎**(大口径深礎及び組杭深礎含む)の設計及び施工法を章立て  
設計、施工及び調査に関する補足として  
**便覧を作成**

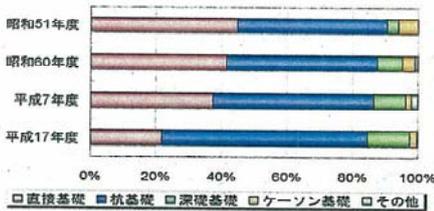
## ■ 回転杭工法に関する規定の導入

### 【背景】

新技術への対応(超軟弱地盤、斜杭の施工が可能に)

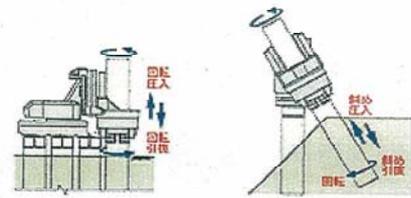
### 【対応】

○ 杭基礎設計便覧(H18)の記載を元に、**回転杭工法の設計及び施工にかかる条文及び解説の記載**



▲ 深礎基礎の割合

	深礎基礎/ 全基礎(%)	深礎基礎/ 杭基礎(%)
昭和51年度	3.4	7.0
昭和60年度	7.6	14.2
平成7年度	9.7	16.5
平成17年度	12.9	17.0



▲ 斜杭の施工(イメージ)

## ■ 大偏心外ケーブル工法関連

### 【背景】

支間の長大化への対応として、外ケーブルを桁高の範囲外に偏心配置して、より効果的に主桁にプレストレスを与えた大偏心外ケーブル構造に関する研究が進められてきた  
エクストラードスト橋等、大偏心外ケーブル構造形式が近年増加(建設中を含め約50橋)

### 【対応】

大偏心外ケーブル構造を含め**主桁コンクリート断面の外部にPC鋼材を配置して主桁にプレストレスを与える構造全般を外ケーブル構造と総称し**、外ケーブル構造を従来の章だて



▲ 木曾川橋(伊勢湾岸自動車道)



▲ 都田川橋(第二東名高速道路)

部分係数(荷重係数、抵抗係数)とは

許容応力度設計法では、荷重側及び抵抗側における様々な不確実性の要因(外力、材料の力学特性、断面の形状・寸法等)にかかる安全余裕が一つの安全率として集約されています。

一方、部分係数設計法は、この安全率を種々の要因や作用の種類毎(荷重、抵抗等)に合理的に設定できるようにすることを意図したものです。

部分係数: 設計で考慮する種々の不確定要素に対して、橋の性能が満足されることを適切な確からしさの水準で実現するため、照査に用いる係数。計算された限界値や応答値に適用する場合(荷重・抵抗係数)や、特性値に直接適用する場合(材料係数等)があります。

荷重係数: 外力についての部分係数

代表的な橋の部材に対して支配的な影響を与える状況が表現できるものとして荷重組み合わせと係数

抵抗係数: 部材についての部分係数

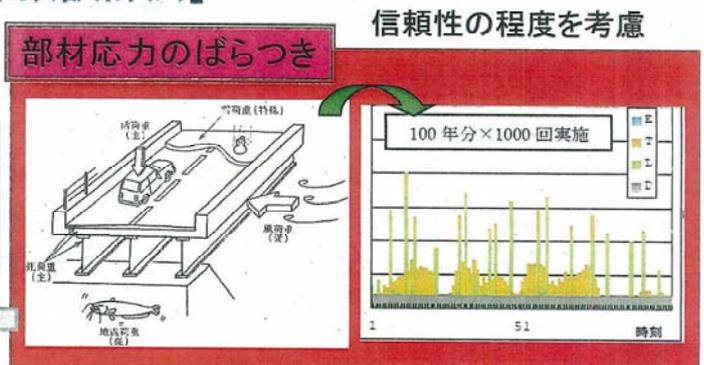
部分係数設計法について(参考)

「許容応力度設計法」と「部分係数設計法」

●許容応力度法

$$\text{部材応力} \leq \text{材料強度} / \text{安全率}$$

- ・1つの安全率にすべての不確実性を包含
- ・表現が簡単
- ・限界状態など実性能との関係が曖昧



●部分係数設計法

$$\text{部材応力} \times \text{荷重係数(信頼性の考慮)} \leq \text{材料強度} / \text{抵抗係数(信頼性と安全余裕)}$$

$$(D \times \alpha + L \times \beta + \dots)$$

- ・材料、荷重、構造計算等の要素毎に不確実性などを考慮(部分係数を付与)
- ・性能の説明性が向上
- ・新技術への対応性が高まり、構造物の合理化に寄与

