

# 第 1 章 河川構造物の設計

## 第 3 節 高規格堤防

### 目 次

第 3 節	高規格堤防	1
3. 1	総説	1
3. 1. 1	目的と適用範囲	1
3. 1. 2	用語の定義	1
3. 2	機能	2
3. 3	設計の基本	2
3. 4	基本的な構造	3
3. 4. 1	高さ	3
3. 4. 2	形状	3
3. 4. 3	天端幅	3
3. 4. 4	材質と構造	4
3. 5	安全性能の照査等	4
3. 5. 1	設計の対象とする状況と作用	4
3. 5. 2	安全性能の照査	6
3. 6	高規格堤防構造に関するその他事項	13
3. 6. 1	分合流部の設計	13
3. 6. 2	高規格堤防上の細部構造の設計	15
3. 6. 3	段階的施工に関する留意点等	15
3. 6. 4	ICT や BIM/CIM の利用	16

## 適用上の位置付け

河川砂防技術基準設計編は、基準の適用上の位置付けを明確にするために、下表に示すように適用上の位置付けを分類している。

分類		適用上の位置付け	末尾の字句例
考え方	技術資料	●目的や概念、考え方を記述した事項。	「…ある。」「…いる。」 「…なる。」「…れる。」
必須	技術基準	●法令による規定や技術的観点から実施すべきであることが明確であり遵守すべき事項。	「…なければならない。」「…ものとする。」
標準	技術基準	●特段の事情がない限り記述に従い実施すべきだが、状況や条件によって一律に適用することはできない事項。	「…を標準とする。」 「…を基本とする。」 「…による。」
推奨	技術資料	●状況や条件によって実施することが良い事項。	「…望ましい。」 「…推奨する。」 「…務める。」 「…必要に応じて…する。」
例示	技術資料	●適用条件や実施効果について確定している段階ではないが、状況や条件によっては導入することが可能な新技術等の例示。 ●状況や条件によって限定的に実施できる技術等の例示。 ●具体的に例示することにより、技術的な理解を助ける事項。	「…などの手法（事例）がある。」 「…などの場合がある。」 「…などが考えられる。」 「…の場合には…ことができる。」 「…例示する。」 「例えば…。」 「…事例もある。…もよい。」

関連通知等	関連する通知やそれを理解する上で参考となる資料
参考となる資料	例示等に示した手法・内容を理解する上で参考となる資料

### 第3節 高規格堤防

#### 3.1 総説

##### 3.1.1 目的と適用範囲

###### <考え方>

本節は、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のうち、その敷地の大部分で通常の土地利用がなされても、計画高水位を超えて流下してくる洪水の作用に対しても耐えることができる規格構造を有する堤防（以下「高規格堤防」という。）について適用する。

高規格堤防は河川法第6条第2項の規定の適用を受ける堤防の一形態であり、特に高規格堤防を適用除外とする規定がない限り、河川管理施設等構造令第三章堤防の各規定は高規格堤防についても適用されるものである。

###### <標準>

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のうち、その敷地の大部分で通常の土地利用がなされても、計画高水位を超えて流下してくる洪水の作用に対しても耐えることができる規格構造を有する堤防について適用する。

###### <関連通知等>

- 1) 建設省河川局長通達：河川管理施設等構造令及び同令施行規則の施行について、平成4年2月1日、建設省河政発第31号。

##### 3.1.2 用語の定義

###### <考え方>

高規格堤防の名称は図3-1による。

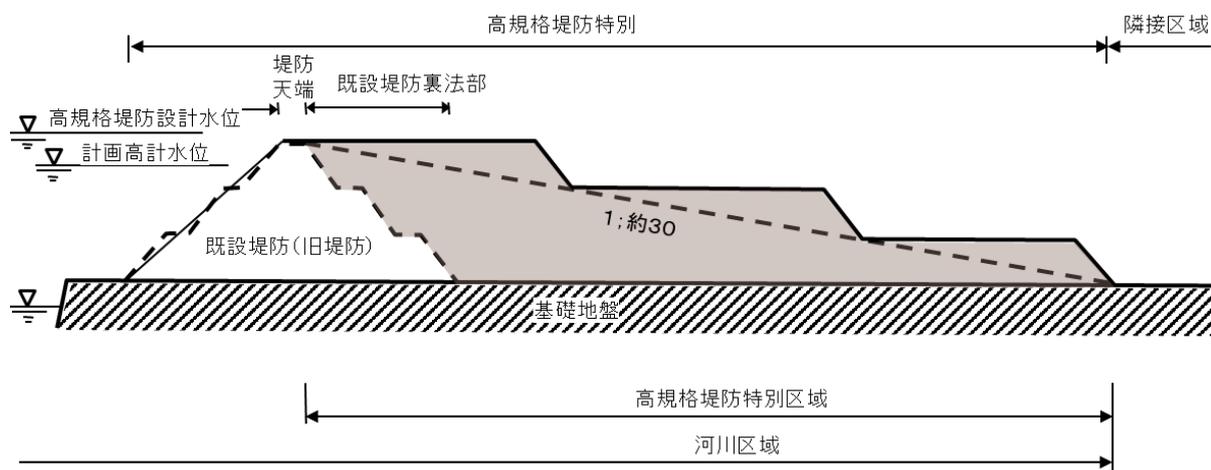


図3-1 高規格堤防の名称

###### <標準>

次の各号に掲げる用語の定義は、それぞれ以下に示す。

- 一. 高規格堤防設置区間：高規格堤防の設置が河川整備基本方針に定められた河川の区間
- 二. 高規格堤防設計水位：高規格堤防の設計に用いる水位
- 三. 高規格堤防特別区域：高規格堤防の敷地である土地の区域のうち、通常の利用に供することができる土地の区域

### 3.2 機能

#### <考え方>

高規格堤防は、普通の堤防で求められる機能とともに、高規格堤防設計水位の作用時およびその前後に発生すると予想される流水による諸荷重に対して堤防およびその地盤に、川表側からの浸食破壊、越流水による川裏側からの洗掘破壊、すべり破壊、浸透破壊を生じさせない機能が求められる。

さらに、計画高水位以下の水位において、地震荷重による堤防および地盤のすべり破壊と液状化破壊に対して必要な安全性を有することが求められる。

普通の堤防の場合と異なり、河道内水位が計画高水位以下の場合において地震による荷重を考慮する理由は、堤防の一部が通常の利用に供されることから、高規格堤防の復旧において数年という年月を要し、その間の出水に対処できないこと、土地利用者やその施設等の地震時の安全を通常の市街地と同程度以上には確保する必要があることによる。

ただし、計画高水位を超える洪水と地震の同時発生を想定することは堤防破壊危険性の過大評価となるので、地震による荷重を考慮するのは河道内水位が計画高水位以下の場合のみとしている。

なお、通常の利用とは、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。

築造中および築造後においては、他の河川管理施設等の機能、高規格堤防特別区域における通常の利用、堤内地の利用に重大な支障を与える変状が、高規格堤防およびその周辺に生じないようにしなければならず、設計においてもこのことが留意されなければならない。

#### <必須>

高規格堤防は、護岸などの施設と一体となって高規格堤防設計水位以下の水位における河道内流水の作用による浸透・侵食、越流水による洗掘に対して安全である機能を有するよう設計するものとする。

また、常時に自重による沈下及びすべり破壊等に対して安全であるとともに、計画高水位以下の水位における地震荷重に対して、安全性が確保される構造となるよう設計するものとする。

### 3.3 設計の基本

#### <考え方>

設計に当たっては、普通の堤防の様な経験に基づく堤防断面形の決定という形状規程方式ではなく、越流水による洗掘破壊、浸透破壊、すべり破壊等に対する安定性等について構造計算により検討を行う。

また、将来にわたる高規格堤防特別区域の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する必要がある。

#### <標準>

設計に当たっては、堤防形状、堤防材料とその物性、堤防の地盤、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土地利用に供されることを前提として、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とすることを基本とする。

### 3. 4 基本的な構造

#### 3. 4. 1 高さ

##### <考え方>

通常、堤防の高さは、計画高水流量以下の流水を越流させないように、洪水時の波浪、うねり、跳水等による一時的な水位上昇に対し、しかるべき余裕をとること、及び洪水時の巡視や水防活動を実施する場合の安全の確保、流木等流下物への対応等種々の要素を包含するためにしかるべき余裕をとることの主として2点から定められている。

高規格堤防は、このような普通の堤防が持つ機能を含有するとともに、計画高水流量を越える流水の作用に対しても耐えることができる機能を持つ必要がある。

また、高規格堤防は、まちづくり等と一体となって整備されるのが一般的で、連続してではなく、飛び飛びに築造されることが多いことから、堤防の高さは上下流及び左右岸の堤防の高さとの整合を求められる。

##### <必須>

高規格堤防の高さは、河道計画において設定される計画高水流量に応じて構造令で定める値を加えたもの以上とする。

#### 3. 4. 2 形状

##### <考え方>

断面形状は、越流水によるせん断力や地震時の慣性力などの予想される荷重により生じる洗掘破壊、すべり破壊、浸透破壊等に対する構造計算により決定される。

構造計算により得られた基本断面形に対し、高規格堤防に求められる機能を踏まえ、設計の対象とする状況と作用に応じた安全性能の照査を行う必要がある。

なお、高規格堤防特別区域上の土地は通常の利用がなされるため、構造計算により設定された基本断面形より上に土地利用を考えた盛土が行われるものであるが、基本断面形は堤内側に概ね 1/30 程度の勾配を持った断面形となる。

##### <必須>

設計に当たっては、構造計算に基づき基本断面形を定め、高規格堤防に求められる機能を踏まえ、設計の対象とする状況と作用に応じた安全性能を設定し、照査によりこれを満足することを確認しなければならない。

#### 3. 4. 3 天端幅

##### <考え方>

高規格堤防は、既設堤防の背面に盛土を有する構造であるため、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、本章第2節堤防2.6断面形状の設定に示した通りであり、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ことが望ましい。

さらに、越水するような事態においても破堤は許されず、また、堤防上の一部は通常の利用及びまちづくりが実施されるため、完成後は天端幅の拡大は不可能であるため、当該地区の重要性、河川の巡視、洪水時の水防活動、緊急車両の円滑な通行等河川管理、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、天端幅を定める必要がある。

**< 必 須 >**

天端幅は、「第1章 河川構造物の設計 第2節 堤防 2.6 断面形状の設定」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を基本として、必要な天端幅を適切に設定するものとする。

**3. 4. 4 材質と構造****< 考え方 >**

高規格堤防は構造令に基づき盛土により築造する。

なお、高規格堤防特別区域は通常の土地利用に供されることから、その材質と構造は、利用状況に応じた各種基準に準ずる必要がある。

**< 必 須 >**

堤体材料として適当な性質をもつものを用い、構造令に基づき盛土により築造する。

**< 関連通知等 >**

- 1) (財)国土技術研究センター：河川土工マニュアル，第3章 河川土工の設計 3.1.3 堤体材料の選定，第7章 各論 第7.6節 土壌汚染対策，平成21年4月。

**3. 5 安全性能の照査等****3. 5. 1 設計の対象とする状況と作用****(1) 設計水位****< 考え方 >**

設計に当たっては、高規格堤防設計水位、計画高水位、平水位を基準として、破壊形態・機構に応じて適切な河道内水位を想定し設計荷重を与えることが求められる。

高規格堤防設計水位の設定は、洪水により発生する河道内の最高水位に基づき行い、ここでいう最高水位は水面上の微細な変動は無視した平均的水位を対象とする。

なお、高規格堤防設計水位は、おおよそ起こりうる河道内の最高水位であり、計画堤防天端高（堤防満杯流）の水位において、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が求められる。

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。

こうして定められる高規格堤防設計水位には、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。

このため、一定の降雨を与えて流出解析を行い、不定流計算等によりその状況を想定することが求められる。

**< 必 須 >**

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、平水位を設定するものとする。

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。

**<例 示>**

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

まず、高規格堤防設置区間において、想定し得る最大規模の洪水流量を算定する。

また、上記区間の河口において同様に発生すると考えられる最高潮位を算定する。

この潮位をもとに下流端水位条件を設定し、堤防からの越流を考慮した不定流計算を行い、高規格堤防設置区間各地点でのピーク水位を求める。

なお、不定流計算に用いる越水の流量係数は  $C=0.6\text{m}^{1/2}/\text{s}$  とする。

## 2. 河床変動等に起因する水位変動の加味

予想される洪水時の河床変動等に起因する水位変動の影響を 1. で求めた水位に加味したものを、河道内の最高水位とする。

高規格堤防設計水位の設定は計算された河道内の最高水位に基づいて行うことになるが、その際には最高水位の計算精度、計算条件のもつ不確定要素等を十分踏まえ、設計のための水位として適切となるように留意する。

**<関連通知等>**

- 1) (財)リバーフロント整備センター：高規格堤防整備事業の手引，平成10年2月。
- 2) 国土交通省水管理・国土保全局：浸水想定（洪水、内水）の作成等のための想定最大外力の設定手法，平成27年7月。
- 3) 国土交通省水管理・国土保全局河川環境課水防企画室 国土技術政策総合研究所河川研究部水害研究室：洪水浸水想定区域図作成マニュアル（第4版），平成27年7月。
- 4) 農林水産省農村振興局整備部防災課 農林水産省水産庁漁港漁場整備部防災漁村課 国土交通省水管理・国土保全局河川環境課 国土交通省水管理・国土保全局海岸室 国土交通省港湾局海岸・防災課：高潮浸水想定区域図作成の手引き Ver2.00、令和2年6月。

**(2) 設計荷重****<考え方>**

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。

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について、設計時に考慮する必要がある。

## 1. 高規格堤防の自重

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必要がある。

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される。

## 2. 河道内静水圧

河道内の水位の状況を静水圧として作用させる。

## 3. 地震時慣性力

地震時における高規格堤防の慣性力は、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。

## 4. 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る。

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。

#### 5. 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。

#### 6. 河道内流水によるせん断力

高規格堤防設計水位以下の河道内流水によるせん断力を作用させる。

なお、地震時における荷重の検討については、一般的には高規格堤防整備事業の手引が参考となる。

高規格堤防の供用期間中に発生する確率が高い地震動（以下「レベル 1 地震動」という。）及び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（以下「レベル 2 地震動」という。）については、共同事業者と協議し検討することが求められる。

### < 必 須 >

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、地震時における堤防およびその地盤の慣性力、間げき圧（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ものとする。

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ものとする。

### < 関連通知等 >

- 1) (財)リバーフロント整備センター：高規格堤防整備事業の手引，平成 10 年 2 月。
- 2) 国土交通省水管理・国土保全局河川計画課長、治水課長通達：河川津波対策について，平成 23 年 9 月 2 日，国水河計第 20 号，国水治第 35 号。

## 3. 5. 2 安全性能の照査

### (1) 越流水による洗掘に対する安全性

#### < 考え方 >

高規格堤防の堤体は、堤防の一部が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うる構造とする必要がある。

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。

越流水の流速は高規格堤防の裏法面の勾配に左右されるため、越流水による堤防上部の表面のせん断力に対し安全となる裏法面の勾配を定めることが求められる。

### < 必 須 >

越流水による洗掘破壊が生じないよう、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ものとする。

## ＜例 示＞

高規格堤防の裏法面の勾配は以下の式を満たすように求めることができる。

$$\tau = W_o h_s I_e \quad (1-1)$$

$$\tau \leq \tau_a$$

- $\tau$  : 越流水によるせん断力 (tf/m<sup>2</sup>) {kN/m<sup>2</sup>}  
 $W_o$  : 水の単位堆積重量 (tf/m<sup>3</sup>) {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 (0.008tf/m<sup>2</sup>) {0.078kN/m<sup>2</sup>}

上式の  $\tau$  と  $\tau_a$  は高規格堤防上の土地利用状況によって大きく変化するので、設計においてはそれらの想定とそれに応じた  $\tau$  と  $\tau_a$  の算定が最も重要である。

高規格堤防の設計においては、堤防の破壊にとって設計項目ごとに予想される最も厳しい土地利用状況を想定しなければならない。

越流水による洗掘破壊を考える場合、一般に越流水が道路部に集中する状況が最も厳しいので、道路面に作用するせん断力が許容せん断力より小さくなるように、上式により堤防裏のり勾配を定める必要がある。

道路面に作用するせん断力について、道路上の流れに等流条件を仮定することにより、上式は下式に変換される。

$$\text{道路面に作用するせん断力 } \tau = W_o n^{3/5} (q Rr)^{3/5} I^{7/10} \quad (1-2)$$

ここで、 $q Rr$  は単位幅あたりの道路流量 (=道路流量/道路幅) である。 $q$  は単位幅越流量 (m<sup>3</sup>/s/m) である。

$$q = C h k^{3/2} \quad (1-3)$$

- $hk$  : 計画堤防天端高を基準とする高規格堤防設計水位 (m)  
 $C$  : 流量係数  
 $I$  : 堤防の川裏側の勾配  
 (=堤防法線と直角にとおる裏法道路の勾配)  
 $Rr$  : 堤防法線と直角にとおる裏法道路一本の幅に対する、  
 その道路が越流水に対して受け持つ堤防法線長の比  
 $n$  : 道路表面のマニングの粗度係数

上式より求めた  $\tau$  が  $\tau_a$  より小さいという条件から、堤防裏のり勾配  $I$  を定めることができる。

$n$  の値については、0.016 を目安とする。

種々の検討の結果、一般的には  $C=1.6$  を用い、

$$\tau = 0.3446 q^{3/5} I^{7/10} \quad \{=3.3794 q^{3/5} I^{7/10}\}$$

として設計する。

**<関連通知等>**

- 1) 建設省河川局水政課長、建設省河川局河川計画課長、建設省河川局治水課長通達：河川管理施設等構造令及び同令施行規則の運用について、平成4年2月1日（最終改正平成11年10月15日）、建設省河政発第32号 建設省河計発第37号 建設省河治発第10号（建設省河政発第74号 河計発第83号 河治発39号）。
- 2) （財）リバーフロント整備センター：高規格堤防整備事業の手引，平成10年2月。

**（２） 河道内流水による侵食に対する安全性****<考え方>**

普通の堤防は、「第1章 河川構造物の設計 第2節 堤防 2.4 設計の基本」に示したように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設計され、表のり侵食破壊に対して護岸その他これに類する施設と一体となって安全な構造となるよう設計される。

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、計画高水位を超えて流下してくる洪水的作用に対して破壊されないよう設計することが求められる。

このため、水衝部等においては、必要に応じて護岸、水制等を設けるなど、その外力に見合う措置を設計に組み込む必要がある。

なお、ここでいう河道内流水的作用には、表のり肩付近における越流水的作用も併せて考える。

**<必 須>**

高規格堤防設計水位以下の河道内流水的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。

**<関連通知等>**

- 1) 建設省河川局水政課長、建設省河川局河川計画課長、建設省河川局治水課長通達：河川管理施設等構造令及び同令施行規則の運用について、平成4年2月1日（最終改正平成11年10月15日）、建設省河政発第32号 建設省河計発第37号 建設省河治発第10号（建設省河政発第74号 河計発第83号 河治発39号）。
- 2) （財）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），第5章 侵食に対する堤防の構造検討，平成24年2月。
- 3) （財）リバーフロント整備センター，多自然川づくり研究会編：多自然型川づくりポイントブックⅢ，平成23年10月。
- 4) （財）国土技術研究センター：改訂 護岸の力学設計法，第4章 護岸の力学的安定性の照査に用いる設計条件，平成19年11月。
- 5) （財）国土技術研究センター：河道計画検討の手引き，第8章 河道の平面計画，平成14年2月。

**（３） 浸透に対する安全性****<考え方>**

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。

このため、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設計することが求められる。

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。

また、堤防及びその地盤においてパイピング破壊が生じないように堤防及びその地盤を設計することが求められる。

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、高規格堤防特別区域で通常の土地利用がなされても、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構造とすることが求められる。

#### < 必 須 >

堤防およびその地盤における浸透破壊および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ものとする。

#### < 推 奨 >

パイピング破壊を生じさせないための対策工を実施する場合には、地下水環境の保持等の観点から全区間連続したしゃ水矢板等の設置は行わないのが望ましい。

#### < 例 示 >

##### 1. 浸透破壊

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ことができる。

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。

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

高規格堤防の堤体およびその地盤において、パイピング破壊が生じない有効浸透路長の確保を検討する場合には、レーンの加重クリーブ比で評価することができる。

なお、パイピング破壊を生じさせないための対策工を実施する場合には、地下水環境の保持等の観点から全区間連続したしゃ水矢板等の設置は行わないのが望ましい。

#### < 関連通知等 >

- 1) 建設省河川局水政課長、建設省河川局河川計画課長、建設省河川局治水課長通達：河川管理施設等構造令及び同令施行規則の運用について、平成 4 年 2 月 1 日（最終改正平成 11 年 10 月 15 日）、建設省河政発第 32 号 建設省河計発第 37 号 建設省河治発第 10 号（建設省河政発第 74 号 河計発第 83 号 河治発 39 号）。
- 2) （財）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）、第 4 章 浸透に対する堤防の構造検討、平成 24 年 2 月。
- 3) 独立行政法人土木研究所地質・地盤研究グループ土質・振動チーム：河川堤防の浸透に対する照査・設計のポイント、平成 25 年 6 月。
- 4) （財）リバーフロント整備センター：高規格堤防整備事業の手引、平成 10 年 2 月。

**(4) すべりに対する安全性****<考え方>**

高規格堤防及びその基礎のすべり破壊に対する安定性の検討は、円弧すべり法を用いて、滑り破壊に対する堤防及びその安定性を検討する必要がある。

算定された安全率によりすべり破壊の危険性が高いとみなされる場合には、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策を行う必要がある。

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、別途検討を行うか、必要に応じて適切な対策を行うことが求められる。

**<必須>**

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 として設計するものとする。

**<例示>**

高規格堤防のすべり破壊に対する安定性については、表 1-1 に示す水位、地震力等の組合わせについて検討することができる。

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。

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常浸透流解析によって行うものとする。

また、地震時の安定問題については、堤防上の一部が通常の土地利用、宅地として利用に供されることから、宅地造成時に一般的に用いられている震度法を用いた円弧すべり法等を用いるものとする。

地震時の安全性については、次節を参照すること。すべり破壊に対する最小安全率については、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)

このようにして算定された安全率が 1.2 未満である場合は、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。

表 1-1 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	0.006	0.05	計画高水位	浸透圧
(3) 水位低下時	表のり面	-	-	-	高規格堤防 設計水位 → 平水位	残留間隙 水圧
(4) 水位低下時	表のり面	0.075	0.06	0.05	計画高水位 → 平水位	残留間隙 水圧
(5) 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。

#### <関連通知等>

- 1) 建設省河川局水政課長、建設省河川局河川計画課長、建設省河川局治水課長通達：河川管理施設等構造令及び同令施行規則の運用について、平成4年2月1日（最終改正平成11年10月15日）、建設省河政発第32号 建設省河計発第37号 建設省河治発第10号（建設省河政発第74号 河計発第83号 河治発39号）。
- 2) （財）国土技術研究センター：河川土工マニュアル，第3章 河川土工の設計 第3.2節 軟弱地盤対策，平成21年4月。

#### <参考となる資料>

- 1) 国土交通省都市局：宅地防災マニュアル，平成19年3月改訂。
- 2) 国土交通省都市局：大規模盛土造成地の滑動崩落対策推進ガイドライン及び同解説，平成2年5月改訂。
- 3) 独立行政法人都市再生機構：宅地耐震設計マニュアル（案），平成20年4月。

### （５） 地震時の安全性

#### <考え方>

高規格堤防の地盤の地震時の液状化破壊については、液状化の判定を行う土層に対して液状化に対する抵抗率FLを算出し、液状化に対する堤体の安定について過剰間隙水圧を考慮した円弧すべり安定解析により安定性を照査する必要がある。

地震時の安定性の検討については、一般的には高規格堤防盛土設計・施工マニュアル、河川堤防の液状化対策の手引き等が参考となる。

#### <必須>

地震時の安定性は、はじめに地盤の液状化判定を行い、その結果により液状化の恐れのある地盤とない地盤に分類し、所要の安全性を確保できる構造となるよう、過剰間隙水圧を考慮した円弧すべり安定解析により安定性を照査するものとする。

#### <推奨>

地震時の安定性の検討については、高規格堤防特別地域内の土地利用に対して重大な支障が生じないように、共同事業者と協議し、照査基準の検討等について共同で行うことが望ましい。

#### <例示>

地震時の安定性は、以下により検討することができる。

##### 1. 液状化の恐れのある地盤

基礎地盤に液状化の可能性がある土層が分布し、かつ地震時の過剰間隙水圧を考慮した円弧すべり安定計算(ΔU法)の最小安全率Fs(ΔU)が1.2未満となる場合は、液状化の恐れのある地盤として検討を行う。

液状化の恐れのある地盤については、ΔU法の最小安全率Fs(ΔU)が1.2以上となるように必要な対策を講じ、さらに、液状化対策を講じた条件のもとで地震時慣性力を考慮した円弧すべり安定計算(Kh法)を行い、最小安全率Fs(Kh)が1.2以上あることを確認する。ここで、Fs(Kh)が1.2未満となる場合は、動的変形解析により地震時の安定性を検討する。

##### 2. 液状化の恐れのない地盤

基礎地盤に液状化の可能性がある土層が分布しない場合や、液状化の可能性がある土層が分布しても地震時の過剰間隙水圧を考慮した円弧すべり安定計算(ΔU法)の最小安全率 $F_s(\Delta U)$ が1.2以上ある場合は、液状化の恐れのない地盤として地震時安定性の検討を行う。液状化の恐れのない地盤については、地震時慣性力を考慮した円弧すべり安定計算(Kh法)を行い、最小安全率 $F_s(Kh)$ が1.2以上あれば対策は不要と判定できる。また、 $F_s(Kh)$ が1.2未満となる場合は、動的変形解析により地震時の安定性を検討する。

#### <関連通知等>

- 1) 建設省河川局水政課長、建設省河川局河川計画課長、建設省河川局治水課長通達：河川管理施設等構造令及び同令施行規則の運用について、平成4年2月1日(最終改正平成11年10月15日)、建設省河政発第32号 建設省河計発第37号 建設省河治発第10号(建設省河政発第74号 河計発第83号 河治発39号)。
- 2) 河川局治水課課長補佐 事務連絡：<参考> 高規格堤防に関する河川管理施設等構造令及び同令施行規則の運用について(補足説明)、平成10年2月10日。
- 3) 建設省河川局治水課課長補佐 事務連絡：高規格堤防における地震時の安定性解析手法及び対策工の設計手法に関する当面の取り扱いについて、平成12年3月10日。
- 4) (財)リバーフロント整備センター：高規格堤防盛土設計・施工マニュアル、平成12年3月。
- 5) (財)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)、第6章 地震に対する堤防の構造検討、平成24年2月。
- 6) 建設省土木研究所：河川堤防の液状化対策工法設計施工マニュアル(案)平成9年10月。
- 7) (国研)土木研究所地質・地盤研究グループ土質・振動チーム：河川堤防の液状化対策の手引き、平成28年3月。

### (6) 沈下に対する配慮

#### <考え方>

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、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必要があるため、共同事業者と協議・合意を図ることが重要である。

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。許容残留沈下量についても、共同事業者と協議・合意を図ることが必要である。

盛土による沈下予測結果による残留沈下量が許容残留沈下量を超える場合には、パーチカルドレーン工法、サーチャージ工法、固結工法等による適切な対策が必要である。

また、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し、「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必要がある。

また、地盤強度についても共同事業者や地権者との間で誤解や認識不足が生じないように、共同事業者との間で確保する地盤強度の考え方について協議・合意を図ることが重要である。

**< 必 須 >**

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。

**< 関連通知等 >**

- 1) (財) リバーフロント整備センター：高規格堤防盛土設計・施工マニュアル，平成 12 年 3 月。
- 2) (財) 国土技術研究センター：河川土工マニュアル，第 3 章 河川土工の設計 第 3.2 節 軟弱地盤対策，平成 21 年 4 月。

**(7) 隣接構造物への影響に対する配慮****< 考え方 >**

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する必要がある。

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、必要な対策を講じることが求められる。

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。

**< 標 準 >**

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うこと標準とする。

解析の結果より、変位量が許容値以上である場合には、必要な対策を講じることが基本とする。

**< 関連通知等 >**

- (財) リバーフロント整備センター：高規格堤防盛土設計・施工マニュアル，平成 12 年 3 月。

**3. 6 高規格堤防構造に関するその他事項****3. 6. 1 分合流部の設計****< 考え方 >**

分合流部に設けられる高規格堤防を設計する場合、分合流のタイプごとに十分な対策を行う必要がある。

支川に逆流防止水門がある場合や派川に分流堰がある場合など、洪水時に本川と支派川との間に水位差がある（本川水位が高い）場合には、越流量の増大による荷重増や水位差による浸透破壊を防止する対策等に配慮する必要がある。

また、支川が自己流を持って合流する場合や支川堤防がバック堤である場合、自然分流域である場合など、洪水時に本川と支派川の水位が等しい場合には、越流増大による荷重増に対する対策の検討が必要となる。

ただし、バック堤の場合には、支川における川表側からの洗掘破壊の検討は不要となる。

**< 必 須 >**

分合流部の設計においては、分合流部固有の荷重作用特性および堤防形状に十分留意しなければならない。

**< 例 示 >**

分合流部に設けられる高規格堤防を設計する場合、対象分合流が次に示すタイプⅠとタイプⅡのどちらに属するかによって、設計における留意事項が変わってくる。

タイプⅠ：支川に逆流防止水門がある場合や派川に分流堰がある場合など、洪水時に本川と支派川との間に水位差がある（本川水位が高い）。

タイプⅡ：支川が自己流を持って合流する場合や支川堤防がバック堤である場合、自然分流である場合など、洪水時に本川と支派川の水位が等しい。

タイプⅠの場合、支派川には高規格堤防が造られず、本川の高規格堤防を支派川が横切ることになる。

タイプⅡの場合、支派川にも高規格堤防が造られる。

それぞれのタイプの設計において以下の点に留意する。

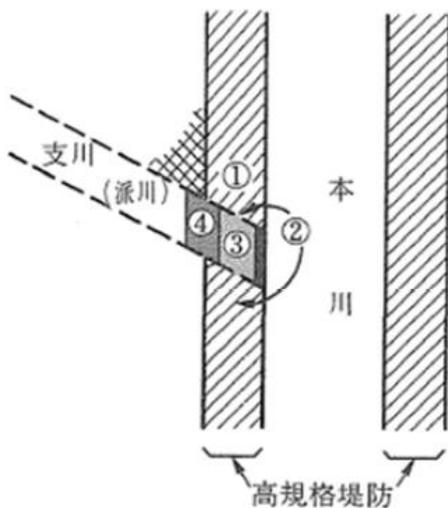


図 3-2 タイプⅠ

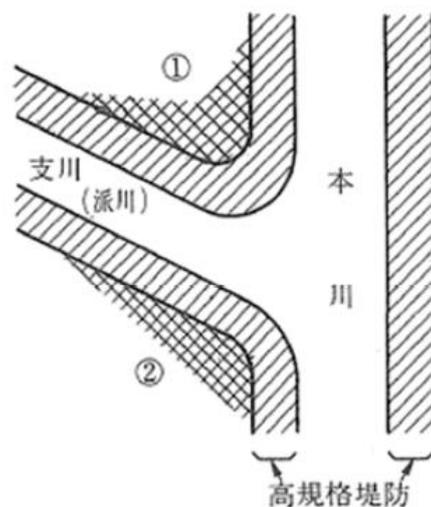


図 3-3 タイプⅡ

## 1. タイプⅠの場合

- (1) 本川と支派川とがなす角が鋭角の側（図 1-6 の①の部分）においては、越流水の収束が川裏側堤防上で起こり単位幅あたりの越流量が増大する。この荷重の増大に対処するため堤防川裏側の勾配を緩くする必要があり、この部分の堤防幅を大きくし、適切な堤防川裏側形状をもたせなければならない。
- (2) 本川と支派川に囲まれたくさび状の高規格堤防部分（図 1-6 の②の部分）の周囲では、平面距離の割に大きな水位差が生じる場合があるので、必要に応じて浸透破壊を防止する対策を検討しなければならない。
- (3) 支派川が高規格堤防を横切る部分において（図 1-6 の③の部分）、越流水が支派川に落ち込むと支派川の堤防表のり面が破壊され、その破壊が高規格堤防に波及する危険がある場合には、支派川の堤防表のり面が破壊されないような措置を講じるか、越流水の支派川への落込みをなくす措置をとらなければならない。
- (4) 本川に先立って支川で堤防越流が起こり、これにより支川堤防および接続する高規格

堤防下部（図 1-6 の④の部分）が一部破壊され、破壊部分が本川高規格堤防上の越流水に対して弱点個所となることが予想される場合には、必要な対策をとらなければならない。

## 2. タイプⅡの場合

- (1) 本川と支派川とがなす隅角部（図 1-7 の①の部分）においては、越流水の収束が川裏側堤防上で起こり単位幅あたりの越流量が増大する。この荷重の増大に対処するため堤防川裏側の勾配を緩くする必要があり、この部分の堤防幅を大きくし、適切な堤防川裏側形状をもたせなければならない。
- (2) 支川がバック堤の場合には、支川における川表側からの洗掘破壊の検討は不用である。

## 3. タイプⅠ、Ⅱ両方について

本川と支派川に囲まれたくさび状の高規格堤防部分が諸荷重に対して弱点個所とならないかどうか検討し、必要に応じて対策を講じることが求められる。

### 3. 6. 2 高規格堤防上の細部構造の設計

#### <考え方>

細部構造とは、高規格堤防上の土地利用にとって直接必要になるもののうち公共性が高いものを対象とし、例えば、道路、宅盤間あるいは宅盤・道路間の段差部の擁壁などがこれにあたる。

設計に際しては、当面の土地利用状況から考えて適切な方法を用い適切な上載荷重を考慮する必要がある。

これは、堤防設計当初に細部構造を設計対象とする必要があるが、堤防完成時以降の土地利用形態の変更に伴う細部構造の変更は原則として土地利用者（関係する国、地方自治体等を含む）が行うためである。

#### <標準>

高規格堤防上において宅盤等の段差部に設けられる擁壁等については、想定される当面の土地利用状況に応じて適切に設計することを標準とする。

### 3. 6. 3 段階的施工に関する留意点等

#### <考え方>

ここでの段階的施工とは、開発計画、現状の土地利用との整合から、高規格堤防設置区間の一連の区間のうち一部が整備された場合や、暫定断面形として整備された場合の考え方について述べるものである。

高規格堤防は、段階的施工においても、その整備箇所は安全性が向上する。

また、他の区間における堤防の決壊等により周辺地域が水没する事態が生じた場合には、周辺住民等の避難場所や、被災者の救助、緊急物資の輸送・供給など災害時の様々な活動の拠点となる重要な高台の役割を果たす。

このため、段階的施工における設計では、まちづくり関係者と十分な調整を図りつつ、以下の検討を行う。

#### 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形状は、横断方向で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が対象となる。

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ことが求められる。

#### 2. 段階的施工における設計

- (1) 段階的施工においても所要の安定性を求められる。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必要がある。

また、同第 13 条の 5 第 2 項、第 3 項（すべり）、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。

暫定断面の洗掘および浸透に対する安全性は、宅地や社会基盤に重大な支障を生じないようにすることが必要である。

さらに、端部の形状・構造、周辺の利用状況を考慮し、必要に応じて天端や法尻部の保護、ドレーン工等の排水対策を検討することが求められる。

- (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、縦断方向及び横断方向について満足している必要がある。

#### <標準>

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、一連の区間のうち一部区間の整備や、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や、現状の堤防機能を損なわない構造とすること、将来完成時に極力手戻りが少なくなること等に配慮することを標準とする。

#### <関連通知等>

- 1) (財) リバーフロント整備センター：高規格堤防盛土設計・施工マニュアル，平成 12 年 3 月。
- 2) (財) リバーフロント整備センター：高規格堤防整備事業の手引，平成 10 年 2 月。
- 3) 高規格堤防の効率的な整備の推進に向けて 提言，平成 29 年 12 月，高規格堤防の効率的な整備に関する検討会。
- 4) 災害に強い首都「東京」の形成に向けた連絡会議：災害に強い首都「東京」形成ビジョン，令和 2 年 12 月。

### 3. 6. 4 ICT や BIM/CIM の利用

#### <考え方>

i-Construction 推進の一環として、ICT による建設生産プロセスのシームレス化が取り組まれている。

UAV 写真測量やレーザースキャナー計測などで得られる 3 次元点群データを活用することで、現況地形や既設物の構造を様々な角度・断面から把握することができる。

新設・改修する施設の 3 次元モデルを作成し活用することにより、構造に関して関係者の理解と合意形成が促進される。

このため、計画段階など事業の早期段階をはじめ、施工段階、施工後の点検・補修・修繕の段階において BIM/CIM を積極的に活用し、高規格堤防を適切に維持管理していくことが求められる。

#### <関連通知等>

- 1) 国土交通省：CIM 導入推進委員会：CIM 導入ガイドライン（案），令和 2 年 3 月。