

# 関係業界団体からの提案等

## 《資料の見方》

※令和2年4月中旬から5月下旬にかけ、15団体より意見聴取を行い、うち14団体より合計81件(重複を除く)の提案がなされたため、経過報告する

※資材・工法毎に以下の項目を記載している

○:項目の大分類

【】:項目の小分類

・:視点

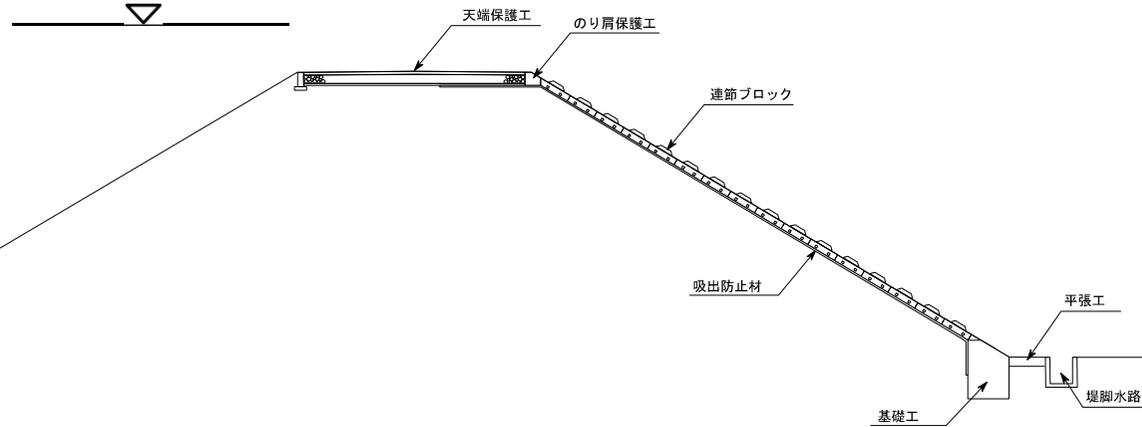
→:視点ごとに、関係業界団体から頂いた提案等のうち一般的なもの

(個別技術例):関係業界団体から頂いた提案等のうち個別の資材・工法の持つ特徴等(代表例)

※項目大分類ごとに赤字・赤枠で各資材・工法の提案の現時点での整理を行っている

※資材・工法を組み合わせる場合は、基本的に各資材・工法の欄(例えばブロックとシートを組み合わせる場合は、ブロックはブロックの欄を、シートはシートの欄)を参照

※各項目や視点、それらに対する提案等の整理については、今後も調査・検討や関係業界団体等との意見交換を通じ、追加や修正が行われるべきものである



完成イメージ

## ○工法の考え方(越流に対して期待できる対策効果)

- 被覆工の粗度により流速を低減するとともに、堤体の直接的な侵食を抑制するなどの効果が期待できる。



施工状況

### ○堤防に求められる基本的な性能

【計画高水位(高潮区間においては計画高潮位)以下の水位の流水の通常的作用による侵食及び浸透】

- すべり及びパイピングに対する安全性を確保する。  
→(浸透)土堤と同様に、河川砂防技術基準(設計編)により照査を行う。  
→間詰めを行わなければ、堤外側や表面から浸透した流水や雨水を排水可能だが、間詰めを行った場合は排水機能の確保が必要。また、法尻補強工がブロックの場合には堤体排水に配慮する必要がある。

【常時の自重による沈下及びすべり破壊等に対する安全性】

- 軟弱地盤における堤防のすべり破壊に対する安全性と、基礎地盤沈下に伴う周辺地盤への引き込み沈下に対する安全性を確保する。  
→河川砂防技術基準(設計編)、河川土工マニュアルにより照査を行う。  
→重量増加はほとんどないか限定的であり、影響は大きくない。

(個別技術例)

→法尻部にブロックを設置することで、すべりに対する安定性が向上する(堤体排水に配慮する必要がある)。

【地震時に流水が河川外に流出することの防止】

- レベル2地震動による沈下後の堤防高が、照査外水位を下回らない。  
→土堤と同様に、河川構造物の耐震性能照査指針により照査を行う。  
→重量増加はほとんどないか限定的であり、影響は大きくない。

【波浪等に対する安全性】

- 波浪に対しては、越波量等の許容値を設定した上で、計画高潮位等と波浪によるうちあげ高及び越波量等を評価し、許容値を上回らないこと。
- 津波による越波に対する安全性の確認は、堤防の高さと計画津波水位との差等を確認する。  
→土堤と同様に、河川砂防技術基準(設計編)により照査を行う。  
→裏法を被覆することによって、越波に対して侵食を防ぐことができ、土堤よりも安全性が向上する。

【洪水時及び高潮時等に巡視、応急復旧活動及び水防活動が実施されることへの留意】

- 洪水時、及び高潮時等に巡視、応急復旧活動及び水防活動が実施されることにも留意する。  
→天端幅は変わらないため影響はない。

【現時点での整理】

- 基本的には大きな影響はない。
- 間詰めを行った場合は堤体内の水の排水機能の確保が必要である。
- 法尻補強工がブロックの場合には、堤体排水に配慮する必要がある。

※今後も調査・検討や関係業界団体等との意見交換を通じ、追加や修正が行われるべきものである。

## ○越水に対する危機管理性能として具備すべき事項

### 【裏法尻保護工、裏法保護工、天端保護工の越流水に対する安定性】

- 越流水による抗力・揚力が保護工に作用した場合に、保護工に滑動や転動が生じない必要がある。
  - 越流水から堤体の侵食を防ぐ効果が期待できる。
  - 保護工に関しては、越流水による抗力・揚力を考慮して、滑動や転動に対する安定性を照査する(照査方法は未確立。)。保護工の滑動に対しては、法方向の荷重を基礎工で受け持つ構造とする。保護工の転動に対しては、ブロック間を噛み合わせ構造とすることによって転動しにくい構造とする。
  - 表面に凹凸が生じると、表面に作用する流体力が大きくなり、ブロックの滑動・転倒が生じるおそれがある。

#### (個別技術例)

- 工法によっては、天端から下に向かって部材を設置する逆巻き施工とし、法尻を垂れ構造とすることで基礎工は不要とする工法があるが、過度に大規模な構造となる。
- 連結金具については、60KNの負荷を金具にかける引き抜き試験や、ブロック自体を吊り下げる試験によって強度実験による強度の確認が行われているものもある。
- 薄いブロックで越流に対抗するため、高比重とする、粗度形状を考えて取りつける等の対策が考えられる。
- 練張りブロックの場合、耐流速性が高く、流速8m/s程度まで耐えられるブロックがある。
- 越流水による負圧が法尻に作用した場合に、ブロックの浮き上がり、シートのめくれが生じない必要がある。
  - 負圧に対しては法尻ブロックを用いる、法尻の折れ部を一体化することで浮き上がりを防止。

#### (個別技術例)

- 越水と外力は異なるが、海岸堤防を津波が越流した場合を想定した水理模型実験(現地換算越流水深4m)により被覆ブロックの安定性が確認されている。
- 練張りブロック護岸(上端部)に杭止工の施工や、護岸の縁切り部の下層かごマット連結により安定性を強化する方法がある。

### 【裏法尻保護工周辺の洗掘に対する安定性】

- 法尻保護工周辺が保護工の基礎高以上に洗掘されない。
- 法尻保護工周辺が洗掘された場合でも、越流水に対する安定性が保持される。
- 沿川に住宅等が存在する場合には、住宅への越流水の影響を増大させない。
  - 裏法尻の洗掘については基礎工・平場へのブロック設置など別途対策が必要である。

#### (個別技術例)

- 法尻部については、地盤改良や矢板等により洗掘を抑制する効果が期待できる。
- ブロック表面に粗度を設けたり、基礎工前面に平場を設置することにより洗掘を抑制する効果が期待できる。

### ○越水に対する危機管理性能として具備すべき事項

#### 【保護工下の土砂の吸い出しや侵食に対する安定性】

- 保護工下の土砂が容易に吸い出し、侵食されない。  
→ブロックの下に吸出し防止材を用いたり、千鳥配置等によりブロック間の空隙を小さくすることにより抑制することが可能。法尻部は、吸い出されやすいため、ブロック間に隙間があれば間詰め等を行う。

#### (個別技術例)

- 被覆ブロックの下に2重のフィルター層(割栗石・碎石)を設けることや、ブロックの下に薄い捨てコンクリートを設置することで土砂の吸い出しを防止する方法がある。

#### 【保護工下に空気が滞留しないこと】

- 水位上昇時・越水時に堤体内の空気を排気できる。  
→ブロック間の隙間に間詰の処理を行った場合は排気孔が必要である。  
→連節・かみ合わせ系はブロック間の目地を埋めない構造のため、空気の排出はある程度可能である。

#### 【現時点での整理】

- 越流水から堤体の侵食を防ぐ効果が期待できる。
- 表面に凹凸が生じると、表面に作用する流体力が大きくなり、ブロックの滑動・転倒が生じるおそれがある。
- 裏法尻の洗掘については基礎工・平場へのブロック設置など別途対策が必要である。
- ブロック下の堤体土の吸い出し・侵食に対しては、吸い出し防止材の活用、ブロック間の空隙を小さくする、間詰等の対策が必要である。
- 法肩の負圧に対しては法肩の折れ部を一体化することより浮き上がりを防止できる。
- 間詰を行った場合は排気孔が必要である。

※今後も調査・検討や関係業界団体等との意見交換を通じ、追加や修正が行われるべきものである。

## ○その他

### 【不同沈下に対する修復の容易性】

- 不同沈下等による不陸発生に留意する。  
→不陸に対しては、接続部材にくっとう性をもたせることで対応する。

### 【堤体と基礎地盤との一体性及びなじみ】

- 堤体に設置する工作物と堤体等との一体性、なじみが求められる。  
→土以外の材料を用いることから既存堤防との一体性・なじみが良くない場合がある。

### 【嵩上げ、拡幅等の機能増強の容易性】

- 嵩上げや拡幅等の機能増強の容易性が求められる。  
→ブロックを一度取り除いて盛土等の処置を実施する必要がある。部材の再利用が可能なものがある。

### 【損傷した場合の復旧の容易性】

- 損傷時に緊急復旧が容易で所要工期が短い。  
→ブロックを一度取り除いて復旧を実施する必要がある。

### 【環境及び景観との調和】

- 環境及び景観との調和を考慮することが求められる。  
→覆土を行うことにより土堤と同程度の環境を創出可能である。

### 【長期の機能の継続性】

- 材料や構造物そのものの劣化がしにくく、耐久性が必要であることが求められる。  
→ブロック自体の耐用年数は30年程度であるが、実績では50年以上のものもある。  
→連結金属の耐久性は、想定性能維持に必要な腐食代の設定による。  
→かみ合わせの耐久性はブロック自体の健全性に依存するため定量評価が困難である。

### 【維持管理の容易性】

- 限られた人員と費用で長大な延長を持つ堤防の安全性を確保することから、沈下や損傷に対する維持管理が容易であるよう考慮することが求められる。  
→ブロック表面の点検は容易。ブロック下の亀裂や空洞、不陸、吸出し防止材等の損傷発見は困難である。

## ○その他

### 【施工性】

- 材料確保や施工のし易さを考慮することが求められる。  
→隙間の少ない施工やかみ合わせ、鉄線等の接続が必要だが施工性は良い。

### 【事業実施による地域への影響】

- 事業実施による地域への影響を考慮することが求められる。  
→土堤と同程度である。

### 【経済性】

- イニシャルコストや維持管理費を含めて経済性を考慮することが求められる。  
→現場の状況を考慮し、適切に算定する必要がある。

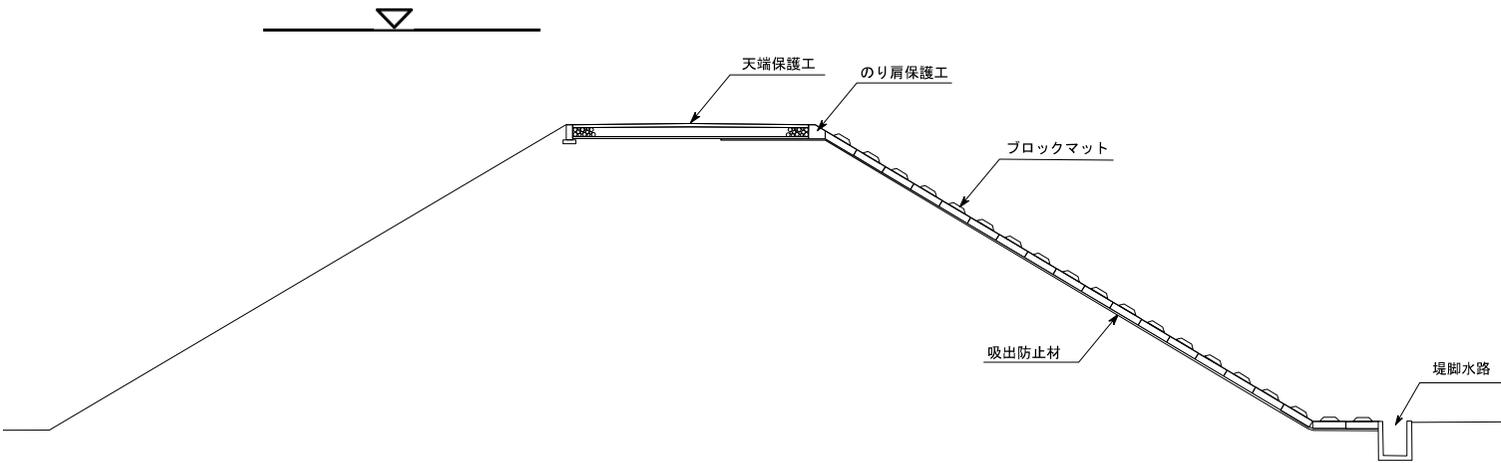
### 【公衆の利用】

- 車両や歩行者等の交通利用の場、健康づくりやふれあい及び交流の場として、公衆の利用を考慮することができる。  
→覆土をすれば、土堤と同程度の利用が可能である。

### 【現時点での整理】

- くっとう性のあるブロックについてはある程度不同沈下への追従が可能である。
- 土以外の材料を用いることから既存堤防との一体性・なじみが良くない場合がある。
- ブロック自体は耐用年数は30年程度であるが、実績では50年以上のものもある。連結部に金属を用いる場合は腐食速度で評価する。
- ブロック下の亀裂や空洞の発見は困難である。
- 部材の再利用が可能なものがある。
- コストは現場の状況を考慮し、適切に算定する必要がある。

※今後も調査・検討や関係業界団体等との意見交換を通じ、追加や修正が行われるべきものである。



## ○工法の考え方(越流に対して期待できる対策効果)

- 被覆工の粗度により流速を低減するとともに、堤体の直接的な侵食を抑制するなどの効果が期待できる。

### ○堤防に求められる基本的な性能

【計画高水位(高潮区間においては計画高潮位)以下の水位の流水の通常的作用による侵食及び浸透】

- すべり及びパイピングに対する安全性を確保する。
  - (浸透)土堤と同様に、河川砂防技術基準(設計編)により照査を行う。
  - 堤外側や表面から浸透した流水や雨水を排水できる。

【常時の自重による沈下及びすべり破壊等に対する安全性】

- 軟弱地盤における堤防のすべり破壊に対する安全性と、基礎地盤沈下に伴う周辺地盤への引き込み沈下に対する安全性を確保する。
  - 河川砂防技術基準(設計編)、河川土工マニュアルにより照査を行う。
  - 重量増加はほとんどないか限定的であり、影響は大きい。

【地震時に流水が河川外に流出することの防止】

- レベル2地震動による沈下後の堤防高が、照査外水位を下回らない。
  - 土堤と同様に、河川構造物の耐震性能照査指針により照査を行う。
  - 重量増加はほとんどないか限定的であり、影響は大きい。

【波浪等に対する安全性】

- 波浪に対しては、越波量等の許容値を設定した上で、計画高潮位等と波浪によるうちあげ高及び越波量等を評価し、許容値を上回らないこと。
- 津波による越波に対する安全性の確認は、堤防の高さと計画津波水位との差等を確認する。
  - 土堤と同様に、河川砂防技術基準(設計編)により照査を行う。
  - 裏法を被覆することによって、越波に対して侵食を防ぐことができ、土堤よりも安全性が向上する。

【洪水時及び高潮時等に巡視、応急復旧活動及び水防活動が実施されることへの留意】

- 洪水時、及び高潮時等に巡視、応急復旧活動及び水防活動が実施されることにも留意する。
  - 天端幅は変わらないため影響はない。

【現時点での整理】

- 基本的には大きな影響はない。

※今後も調査・検討や関係業界団体等との意見交換を通じ、追加や修正が行われるべきものである。

### ○越水に対する危機管理性能として具備すべき事項

#### 【裏法尻保護工、裏法保護工、天端保護工の越流水に対する安定性】

- 越流水による抗力・揚力が保護工に作用した場合に、保護工に滑動や転動が生じない必要がある。
  - 越流水から堤体の侵食を防ぐ効果が期待できる。
  - 表面に凹凸が生じると、表面に作用する流体力が大きくなり、ブロックマットの滑動等が生じるおそれがある。
  - 天端との接合部におけるブロックマットの河川縦断方向へのめくれ、流水の潜り込みには、吸出し防止シートを流れ方向に10cmラップすることで抵抗できると考えられる。

#### （個別技術例）

- 布製型枠工法では、越流に対するブロックマットの挙動を模型実験・実物大実験で確認済のものがある。
- 工法によっては、マット縦横の連結部を中心に固定ピンを打ち固定することで滑動、転動を防ぐ工法がある。
- 越流水による負圧が法肩に作用した場合に、ブロックの浮き上がり、シートのめくれが生じない必要がある。
  - 天端舗装下までブロックマットを敷設する、あるいは天端舗装工と一体として施工することで法肩の負圧による浮き上がりに抵抗できると考えられる。

#### （個別技術例）

- 吸い出し防止シートにブロックを固着している工法では、法肩がマットの継ぎ目にならないように施工することで対応。

#### 【裏法尻保護工周辺の洗掘に対する安定性】

- 法尻保護工周辺が保護工の基礎高以上に洗掘されない。
- 法尻保護工周辺が洗掘された場合でも、越流水に対する安定性が保持される。
- 沿川に住宅等が存在する場合には、住宅への越流水の影響を増大させない。
  - 裏法尻の洗掘については別途対策が必要である。

#### （個別技術例）

- 工法によっては、マットを裏法尻に水平に敷設することで洗掘を防ぐ効果が期待できる。（共同研究、模型実験・実物大実験で確認済）
- 工法によっては、ブロックマット下部のフィルターシートを巻き込むように施工することで、法尻保護工周辺の洗掘を概ね防ぐことが期待できる。（実験により確認済）

### ○越水に対する危機管理性能として具備すべき事項

#### 【保護工下の土砂の吸い出しや侵食に対する安定性】

- 保護工下の土砂が容易に吸い出し、侵食されない。  
→ブロックと吸出し防止材が一体となった製品の場合、ブロック下の土砂は容易に吸出しされない。マットとマットの重ね部やアンカー部からの土砂の吸出しに留意が必要である。  
→吸出し防止材下への浸透水による堤体侵食は、ブロックマット天端部を土中に水平に突っ込む、法肩部に縦帯工を設置する等で対策する。

#### 【保護工下に空気が滞留しないこと】

- 水位上昇時・越水時に堤体内の空気を排気できる。  
→目地部、吸出し防止材部から空気の排出が可能。

#### 【現時点での整理】

- 越流水から堤体の侵食を防ぐ効果が期待できる。
- 表面に凹凸が生じると、表面に作用する流体力が大きくなり、ブロックマットの滑動等が生じるおそれがある。
- 裏法尻の洗掘については別途対策が必要であるが、マットを水平に敷設することで洗掘を防ぐ効果が期待できる。
- ブロックと吸出し防止材が一体となった製品の場合、ブロック下の土砂は容易には吸出しされない。マットとマットの重ね部やアンカー部からの土砂の吸出しに留意が必要である。
- 天端保護工下までマットを敷設することで法肩の負圧による浮き上がりを防止できる。
- 保護工下の空気の排出は可能である。

※今後も調査・検討や関係業界団体等との意見交換を通じ、追加や修正が行われるべきものである。

### ○その他

#### 【不同沈下に対する修復の容易性】

- 不同沈下等による不陸発生に留意する。  
→不陸に対しては、ある程度追従が可能。剛性が高く追従できないものもある。

#### 【堤体と基礎地盤との一体性及びなじみ】

- 堤体に設置する工作物と堤体等との一体性、なじみが求められる。  
→土以外の材料を用いることから、既存堤防とのなじみが良くない場合がある。  
→シートにコンクリートブロックが連続して張り付いているので、堤体、基礎地盤の形状に沿った保護工を構築できる。

#### 【嵩上げ、拡幅等の機能増強の容易性】

- 嵩上げや拡幅等の機能増強の容易性が求められる。  
→ブロックマットを一度取り除いて盛土等の処置を実施する必要がある。

#### （個別技術例）

- 部材の再利用が可能なものもある。

#### 【損傷した場合の復旧の容易性】

- 損傷時に緊急復旧が容易で所要工期が短い。  
→備蓄があれば復旧は比較的早い。

#### 【環境及び景観との調和】

- 環境及び景観との調和を考慮することが求められる。  
→多自然型を想定し、覆土併用を基本とする。維持管理の観点から覆土をしない場合もある。

#### 【長期の機能の継続性】

- 材料や構造物そのものの劣化がしにくく、耐久性が必要であることが求められる。  
→ブロック自体は耐用年数は30年程度であるが、マット部は紫外線に弱く、覆土が必要である。

#### 【維持管理の容易性】

- 限られた人員と費用で長大な延長を持つ堤防の安全性を確保することから、沈下や損傷に対する維持管理が容易であるよう考慮することが求められる。  
→堤防の形状変化に追従し沈下、変状の発見が容易なもの、追従せず目視発見しにくいものもある。  
→ブロックマット下の亀裂や空洞の発見は困難であり、効率的な維持管理手法の確立が必要である。

### ○その他

#### 【施工性】

- 材料確保や施工のし易さを考慮することが求められる。  
→マット化されており、ブロックに比べて施工性に優れている。

#### 【事業実施による地域への影響】

- 事業実施による地域への影響を考慮することが求められる。  
→土堤と同程度である。

#### 【経済性】

- イニシャルコストや維持管理費を含めて経済性を考慮することが求められる。  
→現場の状況を考慮し、適切に算定する必要がある。

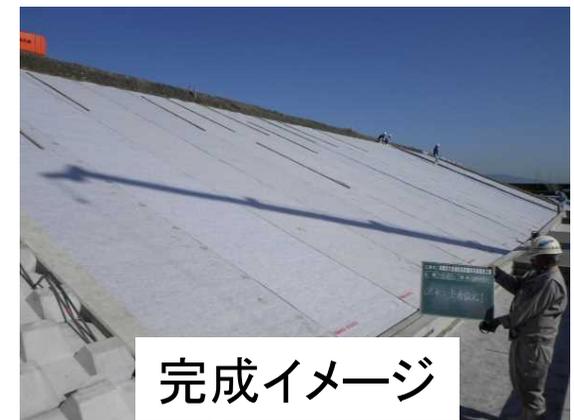
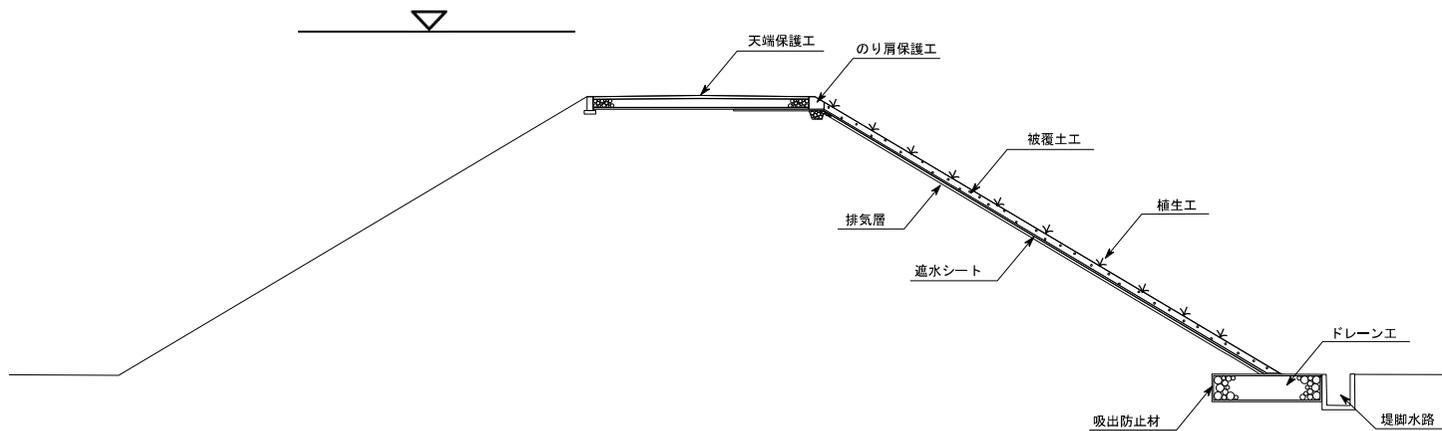
#### 【公衆の利用】

- 車両や歩行者等の交通利用の場、健康づくりやふれあい及び交流の場として、公衆の利用を考慮することができる。  
→覆土をすれば、土堤と同程度の利用が可能である。

#### 【現時点での整理】

- ある程度の不同沈下への追従は可能なものと剛性が高くあまり追従しないものがある。
- 土以外の材料を用いることから既存堤防との一体性・なじみが良くない場合がある。
- ブロック自体は耐用年数は30年程度であるが、マット部は紫外線に弱く、覆土が必要である。
- ブロックマット下の亀裂や空洞の発見は困難である。
- 部材の再利用が可能なものがある。
- コストは現場の状況を考慮し、適切に算定する必要がある。

※今後も調査・検討や関係業界団体等との意見交換を通じ、追加や修正が行われるべきものである。



## ○工法の考え方(越流水への耐力)

- 堤体に直接流水を作用させず、直接的な侵食を阻害するなどの効果が期待できる。

## ○堤防に求められる基本的な性能

### 【計画高水位(高潮区間においては計画高潮位)以下の水位の流水の通常的作用による侵食及び浸透】

- すべり及びパイピングに対する安全性を確保する。
  - (浸透)土堤と同様に、河川砂防技術基準(設計編)により照査を行う。
  - 雨水浸透が抑制されることから、耐浸透性の向上が見込まれる。
  - 遮水性のシートについては堤体内の水の排水機能の確保(法尻部は敷設せず、水平ドレーン等の併用)が必要である。

### 【常時の自重による沈下及びすべり破壊等に対する安全性】

- 軟弱地盤における堤防のすべり破壊に対する安全性と、基礎地盤沈下に伴う周辺地盤への引き込み沈下に対する安全性を確保する。
  - 河川砂防技術基準(設計編)、河川土工マニュアルにより照査を行う。
  - 重量増加はほとんどないか限定的であり、影響は大きい。

### 【地震時に流水が河川外に流出することの防止】

- レベル2地震動による沈下後の堤防高が、照査外水位を下回らない。
  - 土堤と同様に、河川構造物の耐震性能照査指針により照査を行う。
  - 重量増加はほとんどないか限定的であり、影響は大きい。

### 【波浪等に対する安全性】

- 波浪に対しては、越波量等の許容値を設定した上で、計画高潮位等と波浪によるうちあげ高及び越波量等を評価し、許容値を上回らないこと。
- 津波による越波に対する安全性の確認は、堤防の高さと計画津波水位との差等を確認する。
  - 土堤と同様に、河川砂防技術基準(設計編)により照査を行う。
  - 裏法を被覆することによって、越波に対して侵食を防ぐことができ、土堤よりも安全性が向上する。
  - 保護層、表面被覆(土、ブロックマット、布製型枠、カゴ)によって侵食に対する安全性が異なる。

### 【洪水時及び高潮時等に巡視、応急復旧活動及び水防活動が実施されることへの留意】

- 洪水時、及び高潮時等に巡視、応急復旧活動及び水防活動が実施されることにも留意する。
  - 天端幅は変わらないため影響なし。
  - 水防活動によるくい打ち等により損傷するおそれがある。

### 【現時点での整理】

- 雨水浸透が抑制されることから、耐浸透性の向上が見込まれる。
- 遮水性のシートであれば、堤体内の水の排水機能の確保が必要である。
- 水防活動によるくい打ち等により損傷するおそれがある。

※今後も調査・検討や関係業界団体等との意見交換を通じ、追加や修正が行われるべきものである。

## ○越水に対する危機管理性能として具備すべき事項

### 【裏法尻保護工、裏法保護工、天端保護工の越流水に対する安定性】

- 越流水によるせん断力が保護工に作用した場合に、保護工の剥離や破れ等が生じない必要がある。  
→越流水から堤体の侵食を防ぐ効果が期待できる。  
→天端部分はシート端部の埋め込みや天端保護工との一体施工、法面はブロック等の押さえ材料との併用が基本。法尻部分はシート端部を水平ドレーンと密着、あるいは下面への埋め込み等により越流水によるシート全体のめくれ上がりを防止する。  
→覆土を行う場合、覆土が滑らないようにするための工夫が必要である。  
→接続部(シート間、法肩・法尻部等)でのめくれや吸い出しを防ぐためにシートの重ね合わせに工夫が必要である。  
→施工時や平時(上面利用)の加圧等による損傷に留意する。

### (個別技術例)

- ベントナイト系シートの場合は、ベントナイトの膨潤性により、シートに穴が空いた場合でも自己修復機能を有するシートがある。
- 越流水深0.2~0.34m、流速5~6.25m/s、累計50分の越流水のせん断力に対し問題なかったことが大型模型(土堤)実験にて確認されているシートがある。
- 越流水による負圧が法肩に作用した場合に、シートのめくれが生じない必要がある。  
→法肩の負圧に対しては天端保護工への埋め込みやブロック、カゴ等の別工法との併用によって浮き上がりが防止できる。

### 【裏法尻保護工周辺の洗掘に対する安定性】

- 法尻保護工周辺が保護工の基礎高以上に洗掘されない。
- 法尻保護工周辺が洗掘された場合でも、越流水に対する安定性が保持される。
- 沿川に住宅等が存在する場合には、住宅への越流水の影響を増大させない。  
→裏法尻の洗掘については基礎工・平場へのブロック設置など別途対策が必要。併せてシートがはがれにくいよう固定する必要がある。

### 【保護工下の土砂の吸い出しや侵食に対する安定性】

- 保護工下の土砂が容易に吸い出し、侵食されない。  
→遮水シート下の堤体土の吸い出し・侵食は発生しない。シートとシートの重ね部からの土砂の吸出しに留意が必要である。

### (個別技術例)

- 接合部も熱融着や接着剤により強固に接合するため、吸出し防止効果や耐侵食効果があることが実験で確認されているシートがある。

# ○越水に対する危機管理性能として具備すべき事項

### 【保護工下に空気が滞留しないこと】

- 水位上昇時・越水時に堤体内の空気を排気できる。  
→通気性を有するシートについては空気の排出が可能。通気性の悪いシートはドレーン、排気孔等が必要である。

### 【現時点での整理】

- 越流水から堤体の侵食を防ぐ効果が期待できる。
- 越流水・法肩の負圧によるめくれ対しては、ブロック・覆土・表面の張芝等で抵抗する。
- 覆土を行う場合、覆土を滑動させないための工夫が必要である。
- 接続部(シート間、法肩・法尻部等)でのめくれや吸い出しを防ぐためにシートの重ね合わせが必要である。
- 施工時や平時(上面利用)の加圧等による損傷に留意する。
- 裏法尻の洗掘については基礎工・平場へのブロック設置など別途対策が必要である。併せてシートがはがれにくいよう固定する必要がある。
- 遮水シート下の堤体土の吸い出し・侵食は発生しない。シートとシートの重ね部からの土砂の吸出しに留意が必要である。
- 法肩の負圧に対しては天端保護工への埋め込みやブロック、カゴ等の別工法との併用によって浮き上がりを防止する。
- 通気性を有するシートについて空気の排出が可能。通気性の悪いシートは排気孔が必要である。

※今後も調査・検討や関係業界団体等との意見交換を通じ、追加や修正が行われるべきものである。

## ○その他

### 【不同沈下に対する修復の容易性】

- 不同沈下等による不陸発生に留意する。  
→シートは柔軟性を有し、不同沈下時の追従が可能であるが、構造全体としては押さえのブロック等により変わる。修復には覆土等の撤去が必要である。  
→シート自体の伸びと重ね幅のズレにより沈下基盤にシートは追従する。

#### (個別技術例)

→重ね幅の工夫により、水平方向150mm程度の大きなズレに対応可能な材料もある。(実験により確認)

### 【堤体と基礎地盤との一体性及びなじみ】

- 堤体に設置する工作物と堤体等との一体性、なじみが求められる。  
→土以外の材料を用いることから既存堤防との一体性・なじみが良くない場合がある。

### 【嵩上げ、拡幅等の機能増強の容易性】

- 嵩上げや拡幅等の機能増強の容易性が求められる。  
→シートを一度取り除いて盛土等の処置を実施する必要がある。

#### (個別技術例)

→ベントナイト系シートの場合は、嵩上げ・拡幅の場合には既存遮水材の増し張り・ベントナイトを主材とした副資材(ペースト状のものなど)の散布により対応が可能である。

### 【損傷した場合の復旧の容易性】

- 損傷時に緊急復旧が容易で所要工期が短い。  
→敷設に際しては施工重機や特殊な装置を必要とせず、復旧は短期間で可能。シートの再利用は困難である。

### 【環境及び景観との調和】

- 環境及び景観との調和を考慮することが求められる。  
→覆土を行う場合は土堤と同程度の環境を創設可能である。

### 【長期の機能の継続性】

- 材料や構造物そのものの劣化がしにくく、耐久性が必要であることが求められる。  
→耐用年数は15年程度であるが、覆土した場合は50年程度のものもある。

### 【維持管理の容易性】

- 限られた人員と費用で長大な延長を持つ堤防の安全性を確保することから、沈下や損傷に対する維持管理が容易であるよう考慮することが求められる。  
→覆土等を撤去しないと部材の状態把握は困難。効率的な維持管理手法が必要である。  
→覆土が流出してシート等が剥き出しになると劣化が進行するため、覆土の復旧が必要である。

## ○その他

### 【施工性】

- 材料確保や施工のし易さを考慮することが求められる。  
→軽量のシートを敷設するだけなので、人力のみで施工が可能で施工性に優れる。

### 【事業実施による地域への影響】

- 事業実施による地域への影響を考慮することが求められる。  
→土堤と同程度である。

### 【経済性】

- イニシャルコストや維持管理費を含めて経済性を考慮することが求められる。  
→現場の状況を考慮し、適切に算定する必要がある。

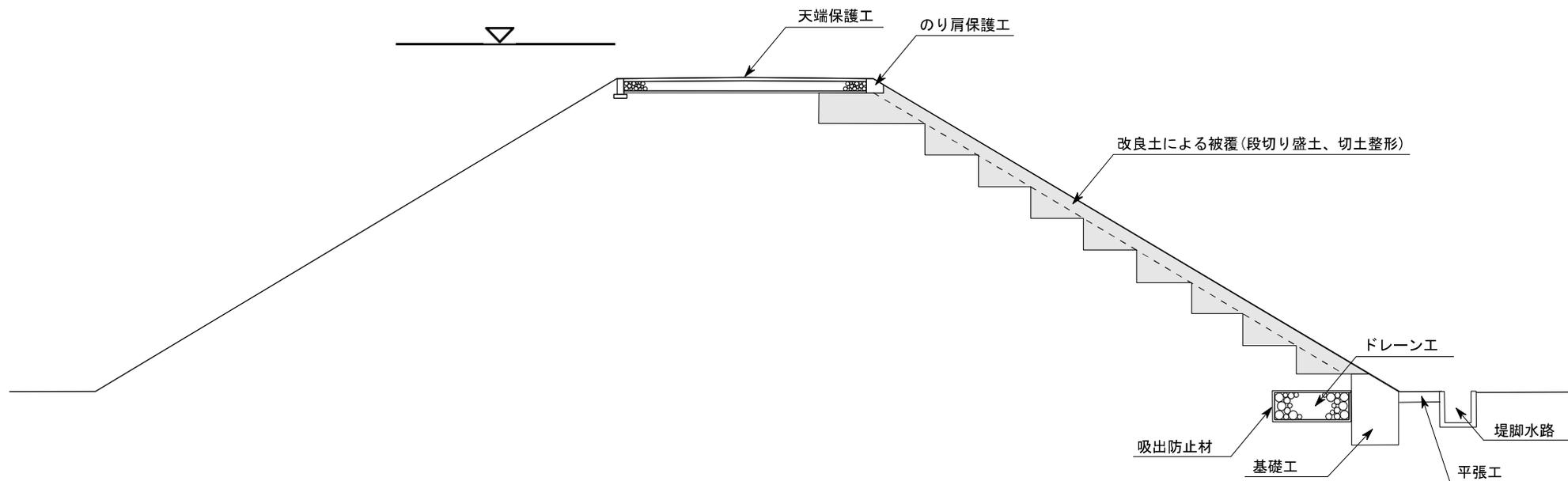
### 【公衆の利用】

- 車両や歩行者等の交通利用の場、健康づくりやふれあい及び交流の場として、公衆の利用を考慮することができる。  
→覆土をすれば、土堤と同程度の利用が可能である。

### 【現時点での整理】

- シート自体は不同沈下への追従は可能であるが、構造全体としては押さえのブロック等により変わる。
- 土以外の材料を用いることから既存堤防との一体性・なじみが良くない場合がある。
- シートの耐用年数は15年程度であるが、覆土した場合は50年程度のものもある。
- 押さえのブロックやシート等がある場合撤去しないと状態の把握が困難である。
- シートの再利用は困難である。
- コストは現場の状況を考慮し、適切に算定する必要がある。

※今後も調査・検討や関係業界団体等との意見交換を通じ、追加や修正が行われるべきものである。



## ○工法の考え方(越流に対して期待できる対策効果)

- 改良土・補強土の被覆により裏法の侵食を防ぐことで、決壊しにくくなることが期待できる。

## ○堤防に求められる基本的な性能

【計画高水位(高潮区間においては計画高潮位)以下の水位の流水の通常的作用による侵食および浸透】

- すべり及びパイピングに対する安全性の確保
  - (浸透)土堤と同様に、河川砂防技術基準(設計編)により照査を行う。
  - 基本的には大きな影響はない。
  - 透水性の低い材料であれば堤体内の水の排水機能の確保が必要。

(個別技術例)

- 資材によっては、土粒子移動拘束を行うフィルター効果の、パイピングに対する評価が必要。

### ○堤防に求められる基本的な性能

#### 【常時の自重による沈下及びすべり破壊等に対する安全性】

- 軟弱地盤における堤防のすべり破壊に対する安全性および基礎地盤沈下に伴う周辺地盤への引き込み沈下に対する安全性を確保する。
  - 河川砂防技術基準(設計編)、河川土工マニュアル、各工法の設計・施工マニュアルに従って照査を行う。
  - 重量増加はほとんどないか限定的であり、影響は大きい。

#### 【地震時に流水が河川外に流出することの防止】

- レベル2地震動による沈下後の堤防高が、照査外水位を下回らない。
  - 河川構造物の耐震性能照査指針、各工法の設計・施工マニュアルに従って照査を行う。
  - 重量増加はほとんどないか限定的であり、影響は大きい。

#### 【波浪等に対する安全性】

- 波浪に対しては、越波量等の許容値を設定した上で、計画高潮位等と波浪によるうちあげ高及び越波量等を評価し、許容値を上回らないこと。
- 津波による越波に対する安全性の確認は、堤防の高さと計画津波水位との差等を確認する。
  - 土堤と同様に、河川砂防技術基準(設計編)により照査を行う。
  - 裏法を被覆することによって、越波に対して侵食を防ぐことができ、土堤よりも安全性が向上する。

#### 【洪水時及び高潮時等に巡視、応急復旧活動及び水防活動が実施されることへの留意】

- 洪水時、及び高潮時等に巡視、応急復旧活動及び水防活動が実施されることにも留意する。
  - 堤体天端幅は変わらないため影響はない。

#### 【現時点での整理】

- 基本的には大きな影響はない。
- 透水性の低い材料であれば堤体内の水の排水機能の確保が必要である。

※今後も調査・検討や関係業界団体等との意見交換を通じ、追加や修正が行われるべきものである。

## ○越水に対する危機管理性能として具備すべき事項

### 【裏法尻保護工、裏法保護工、天端保護工の越流水に対する安定性】

- 越流水によるせん断力が作用した場合に、剥離や浮き上がりが生じない必要がある。
- 越流水による負圧が法肩に作用した場合に、浮き上がり、めくれが生じない必要がある。  
→改良によって、越流水から堤体の侵食を防ぐ効果が期待できる。  
→乾燥収縮による亀裂から壊れるという実験結果があり、亀裂の発生・拡大によって、改良土の下に越流水が浸入し堤体を侵食するおそれがある。乾燥収縮を防ぐため適切な材料の選定・施工管理・維持管理が必要。

#### (個別技術例)

- 両法尻の地盤改良を行う工法では、地盤改良体の深度および改良形状を任意に設定できるため、滑動や転倒を生じない範囲を改良することにより想定される外力に対して安定性を確保できる。
- ジオテキスタイル補強土による工法は、滑動や浮き上がり等を防止することが可能。
- 短繊維を混合する工法は、短繊維によって亀裂が生じにくくなっているが、越流時の掃流力によって表面土粒子が流出する危険がある。

### 【裏法尻保護工周辺の洗掘に対する安定性】

- 法尻保護工周辺が保護工の基礎高以上に洗掘されない。
- 法尻保護工周辺が洗掘された場合でも、越流水に対する安定性が保持される。
- 沿川に住宅等が存在する場合には、住宅への越流水の影響を増大させない。  
→土堤と同様に、裏法尻については基礎工・平場へのブロック設置など別途対策が必要である。

#### (個別技術例)

- 両法尻の地盤改良を行う工法では、洗掘を考慮した改良深度を設定することで洗掘に対する安定性を確保できる。大規模な越流の場合には、必要に応じて張ブロックや表層改良等を法尻周辺に施すことが望ましい。
- ジオテキスタイル補強土による工法は、保護工(張コンクリート)基礎部を拡大することにより、洗掘防止対策工として施工することが可能である。
- 法面保護ブロックとジオテキスタイル補強土を一体化した工法では、法尻保護ブロックと法面ブロックの一体化を図ることが可能である。また、地盤改良と組合せ、弱部を形成しにくい構造を構築可能である。

### ○越水に対する危機管理性能として具備すべき事項

#### 【保護工下の土砂の吸い出しや侵食に対する安定性】

- 保護工下の土砂が容易に吸い出し、侵食されない。  
→土堤と同様に保護工下の土砂の吸い出しや侵食は生じない。  
(個別技術例)  
→ジオテキスタイル補強土による工法は、吸出しに対する安定性は高い。

#### 【保護工下に空気が滞留しないこと】

- 水位上昇時・越水時に堤体内の空気を排気できる。  
→通気性の良い材料であれば、水位上昇時・越水時に堤体内の空気を排気できる。  
→通気性の良くない保護工の場合、排気孔を設置することで、空気の排出は可能である。  
(個別技術例)  
→両法尻を改良する工法は川裏側法尻が透水性改良のため、一定の排気が可能である。

#### 【現時点での整理】

- 越流水から堤体の侵食を防ぐ効果が期待できる。
- 資材によっては越流時の掃流力によって表面土粒子が流出する危険がある。また、乾燥収縮による亀裂の発生・拡大によって、改良土の下に越流水が浸入し堤体を侵食するおそれがある。
- 裏法尻については基礎工・平場へのブロック設置など別途対策が必要だが、基礎部を拡大することにより、洗掘を防ぐ効果を期待できる工法がある。
- 空気の排出は材料により様々であり、通気性の悪い資材では排気孔が必要である。

※今後も調査・検討や関係業界団体等との意見交換を通じ、追加や修正が行われるべきものである。

## ○その他

### 【不同沈下に対する修復の容易性】

- 不同沈下等による不陸発生に留意する。  
→不同沈下への追従は可能だが、剛性が高い材料の場合は一体化やなじみの悪いものもある。

(個別技術例)

- 両法尻の地盤改良を行う工法では、改良体が支持層に到達している場合、堤体・周辺地盤との段差が生じる。少ない沈下であれば切り返し等で復旧可能。
- 法面保護ブロックとジオテキスタイル補強土を一体化した工法では、比較的容易に外形からの確認が可能。修復は、小さい場合は天端のみの高さ調整、大きな沈下の場合は、天端コンクリートを撤去してかさ上げを行う。

### 【堤体と基礎地盤との一体性及びなじみ】

- 堤体に設置する工作物と堤体等との一体性、なじみが求められる。  
→改良体と堤体土の一体性は図りやすいが、剛性が高い材料の場合は一体性やなじみが良くない場合がある。

(個別技術例)

- 短繊維を混合する工法は、互い土であるためなじみが良く、沈下状況の違いにより隙間ができ、水ミチとなって漏水が発生するようなことはない。
- 両法尻を改良する工法は地震による空隙や段差が発生するおそれがあるが、比較的土被りの小さい地表付近に限定される。
- 法面保護ブロックとジオテキスタイル補強土を一体化した工法では、ブロックとその背面の改良土がジオテキスタイルと一体化されており、なじみが確保されている。

### 【嵩上げ、拡幅等の機能増強の容易性】

- 嵩上げや拡幅等の機能増強の容易性が求められる。  
→改良体を撤去した後、嵩上げや拡幅を行う。

### 【損傷した場合の復旧の容易性】

- 損傷時に緊急復旧が容易で所要工期が短い。  
→改良体を撤去した後、復旧を行う。

### 【環境及び景観との調和】

- 環境及び景観との調和を考慮することが求められる。  
→基本的に土堤と同じ。  
→覆土することで、土堤同様に調和を図ることが可能。

(個別技術例)

- ジオテキスタイル補強土による工法は、法面をコンクリートで覆うため、自然環境との調和を図るには別途、張りコンクリートに対応した植生工が必要。
- 強度確保のために固化材添加を行う場合は、植生の活着の可否を要検討。

## ○その他

### 【長期の機能の継続性】

- 材料や構造物そのものが劣化がしにくく、耐久性が必要であることが求められる。  
→土質改良は劣化を生じにくい、繊維系材料を用いる場合は紫外線に弱いため覆土が必要。

### 【維持管理の容易性】

- 限られた人員と費用で長大な延長を持つ堤防の安全性を確保することから、沈下や損傷に対する維持管理が容易であるよう考慮することが求められる。  
→目視等による定期的な点検が必要だが、改良土下の亀裂や空洞の発見は困難であり、効率的な維持管理手法を確立する必要がある。

### 【施工性】

- 材料確保や施工のし易さを考慮することが求められる。  
→工種は一般的な土木工事であることから施工は容易である。

### 【事業実施による地域への影響】

- 事業実施による地域への影響を考慮することが求められる。  
→事業実施による地域への影響に関しては、土堤と同様。

### 【経済性】

- イニシャルコストや維持管理費を含めて経済性を考慮することが求められる。  
→現場の状況を考慮し、適切に算定する必要がある。

### 【公衆の利用】

- 車両や歩行者等の交通利用の場、健康づくりやふれあい及び交流の場として、公衆の利用を考慮することができる。  
→土堤と同程度の利用が可能。

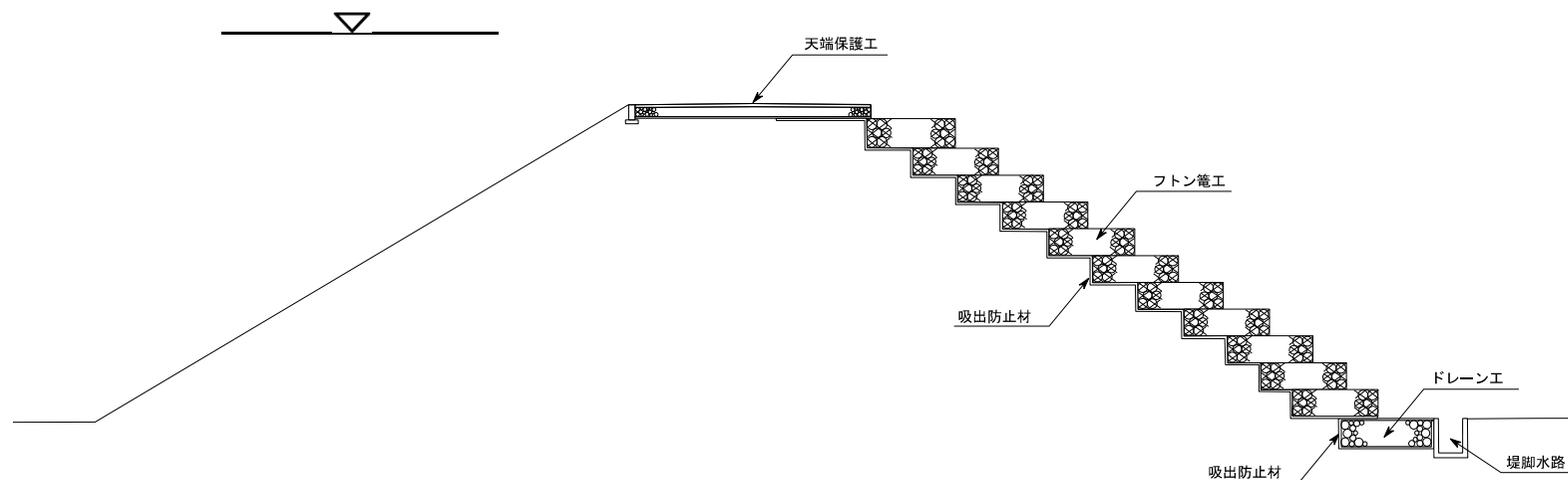
### （個別技術例）

→ジオテキスタイル補強土による工法は、覆土等ができず法面の利用が不可の場合があり、堤頂のみ道路・歩道として利用する。

### 【現時点での整理】

- ある程度の不同沈下劣への追従は可能なものと剛性が高くあまり追従しないものがある。堤体との一体性・なじみも同様である。
- 土質改良の場合は劣化は生じにくい。繊維系材料を用いる場合は紫外線に弱く、覆土が必要である。
- 改良土下の亀裂や空洞の発見は困難である。
- コストは現場の状況を考慮し、適切に算定する必要がある。

※今後も調査・検討や関係業界団体等との意見交換を通じ、追加や修正が行われるべきものである。



## ○工法の考え方(越流水への耐力)

- 網系表面被覆の粗度によりにより流速を低減し堤内地の侵食を抑制する効果、堤体土に直接流水を作用させず、直接的な侵食を阻害するなどの効果が期待できる。

## ○堤防に求められる基本的な性能

### 【計画高水位（高潮区間においては計画高潮位）以下の水位の流水の通常的作用による侵食及び浸透】

- すべり及びパイピングに対する安全性を確保する。  
→（浸透）土堤と同様に、河川砂防技術基準（設計編）により照査を行う。  
→堤外側や表面から浸透した流水や雨水を排水できる。

### 【常時の自重による沈下及びすべり破壊等に対する安全性】

- 軟弱地盤における堤防のすべり破壊に対する安全性と、基礎地盤沈下に伴う周辺地盤への引き込み沈下に対する安全性を確保する。  
→河川砂防技術基準（設計編）、河川土工マニュアルにより照査を行う。  
→重量増加はほとんどないか限定的であり、影響は大きい。

### 【地震時に流水が河川外に流出することの防止】

- レベル2地震動による沈下後の堤防高が、照査外水位を下回らない。  
→土堤と同様に、河川構造物の耐震性能照査指針により照査を行う。  
→重量増加はほとんどないか限定的であり、影響は大きい。

### 【波浪等に対する安全性】

- 波浪に対しては、越波量等の許容値を設定した上で、計画高潮位等と波浪によるうちあげ高及び越波量等を評価し、許容値を上回らないこと。
- 津波による越波に対する安全性の確認は、堤防の高さと計画津波水位との差等を確認する。  
→土堤と同様に、河川砂防技術基準（設計編）により照査を行う。  
→裏法を被覆することによって、越波に対して侵食を防ぐことができ、土堤よりも安全性が向上する。

### 【洪水時及び高潮時等に巡視、応急復旧活動及び水防活動が実施されることへの留意】

- 洪水時、及び高潮時等に巡視、応急復旧活動及び水防活動が実施されることにも留意する。  
→天端幅は変わらないため影響はない。

### 【現時点での整理】

- 基本的には大きな影響はない。

※今後も調査・検討や関係業界団体等との意見交換を通じ、追加や修正が行われるべきものである。

## ○越水に対する危機管理性能として具備すべき事項

### 【裏法尻保護工、裏法保護工、天端保護工の越流水に対する安定性】

- 越流水による抗力・揚力が保護工に作用した場合に、保護工に滑動や転動が生じない必要がある。
  - 越流水から堤体の侵食を防ぐ効果が期待できる。
  - 越流水に対しては、護岸の力学設計法「掃流-籠詰めモデル」で無次元掃流力に耐え得る中詰め材の必要径を照査する。
  - 越流水によってかご工が変形するおそれがあるため、かご工の変形を考慮した構造設計が必要である。
  - 地盤変形に順応するため土堤部分が侵食されても地山に沿って張り付き、ずり落ちない。

#### (個別技術例)

- 実験による限られた条件下であるが、護岸の力学設計法によるものよりもかごの中詰め材の必要径について、小さくできることが報告されている。
- 越流水による負圧が法肩に作用した場合に、法肩保護工の浮き上がり等が生じない必要がある。
  - 天端保護工との一体化や天端保護工との取り付けの工夫(天端保護工とかご工側面を密着、杭を併用)により法肩の負圧による浮き上がりを防止できる。

### 【裏法尻保護工周辺の洗掘に対する安定性】

- 法尻保護工周辺が保護工の基礎高以上に洗掘されない。
- 法尻保護工周辺が洗掘された場合でも、越流水に対する安定性が保持される。
- 沿川に住宅等が存在する場合には、住宅への越流水の影響を増大させない。
  - 裏法尻の洗掘についてはかごを深くする等の配慮が必要である。

#### (個別技術例)

- 法尻保護工とかご被覆工との一体化を図り、堤脚水路までかご保護工を取りつけることで法尻の洗掘、安定性を確保する。

## ○越水に対する危機管理性能として具備すべき事項

### 【保護工下の土砂の吸い出しや侵食に対する安定性】

- 保護工下の土砂が容易に吸い出し、侵食されない。  
→かご下の堤体土の吸い出し・侵食に対しては吸出し防止材の併用が必要である。  
→中詰め材によって越流水の流速が低減され、吸出しが低減される。

### （個別技術例）

- 鉄線籠と吸出し防止材の間に局所的に隙間(3cm程度)があっても、越流により侵食されなかったことが実験で確認されている。

### 【保護工下に空気が滞留しないこと】

- 水位上昇時・越水時に堤体内の空気を排気できる。  
→空隙の大きい透過性の構造体であるため空気の排出は可能である。

### 【現時点での整理】

- 越流水から堤体の侵食を防ぐ効果が期待できる。
- 越流水によってかご工が変形するおそれがある。
- 裏法尻の洗掘についてはかごを深くする等の配慮が必要である。
- かご下の堤体土の吸い出し・侵食に対しては吸出し防止材の併用が必要である。
- 天端保護工との一体化や天端保護工との取り付けの工夫により法肩の負圧による浮き上がりを防止できる。
- 空気の排出は可能である。

※今後も調査・検討や関係業界団体等との意見交換を通じ、追加や修正が行われるべきものである。

## ○その他

### 【不同沈下に対する修復の容易性】

- 不同沈下等による不陸発生に留意する。  
→かご自体は屈とう性があり、不同沈下への追従が可能。盛土の修復のためにはかご撤去が必要である。

### 【堤体と基礎地盤との一体性及びなじみ】

- 堤体に設置する工作物と堤体等との一体性、なじみが求められる。  
→土堤との一体性は良い。機能的には土堤と同様である。  
→屈とう性があり、変形に追従するが、土以外の材料を用いることから、既存堤防との一体性・なじみが良くない場合がある。

### 【嵩上げ、拡幅等の機能増強の容易性】

- 嵩上げや拡幅等の機能増強の容易性が求められる。  
→保護工を一度取り除いて盛土等の処置を実施する必要がある。  
→部材については再設置が可能なもの、中詰め材の再利用可能なものなどがある。

### 【損傷した場合の復旧の容易性】

- 損傷時に緊急復旧が容易で所要工期が短い。  
→資材を迅速に供給できれば比較的復旧は早い。

### 【環境及び景観との調和】

- 環境及び景観との調和を考慮することが求められる。  
→自然石を用いた工法であるため、環境および景観との調和が図れる。

### 【長期の機能の継続性】

- 材料や構造物そのものの劣化がしにくく、耐久性が必要であることが求められる。  
→亜鉛アルミニウム合金めっき鉄線は、30年程度の耐久性がある。(河川水・流砂等を想定した摩耗試験と空気中の腐食試験による)

(個別技術例)

→化繊系袋工法では、高強力なポリエチレン材のものは、50年相当の耐候促進試験でも90%の強度保持率を有する。

### 【維持管理の容易性】

- 限られた人員と費用で長大な延長を持つ堤防の安全性を確保することから、沈下や損傷に対する維持管理が容易であるよう考慮することが求められる。  
→堤防の変形に追従するため外形からの確認が容易。覆土をした場合撤去しないと部材の状態把握が困難である。  
→沈下、損傷、鉄線の腐食・破断について1～数年に一度の点検が必要であり、効率的な維持管理手法が必要である。

## ○その他

### 【施工性】

- 材料確保や施工のし易さを考慮することが求められる。  
→中詰め材が石材であり材料の確保が容易である。

### 【事業実施による地域への影響】

- 事業実施による地域への影響を考慮することが求められる。  
→土堤と同程度である。

### 【経済性】

- イニシャルコストや維持管理費を含めて経済性を考慮することが求められる。  
→現場の状況を考慮し、適切に算定する必要がある。

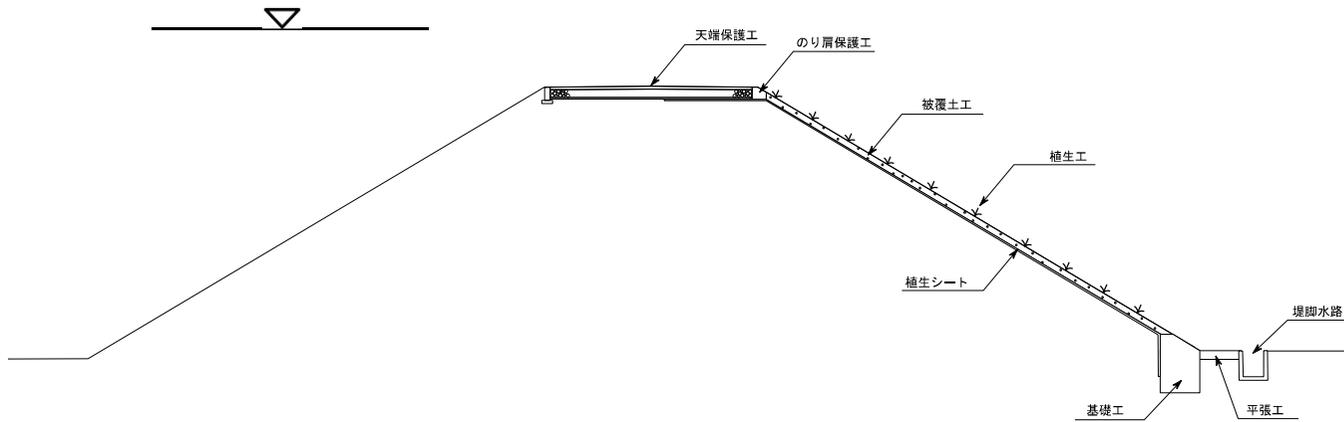
### 【公衆の利用】

- 車両や歩行者等の交通利用の場、健康づくりやふれあい及び交流の場として、公衆の利用を考慮することができる。  
→覆土をすれば、土堤と同程度の利用が可能である。  
→覆土時にかごへの覆土流入防止する場合は、かご底面に加え、上面に吸出し防止材を設置する。

### 【現時点での整理】

- かご自体は不同沈下への追従は可能である。
- 保護工を一度取り除いて盛土等の処置を実施する必要がある。
- 土以外の材料を用いることから既存堤防との一体性・なじみが良くない場合がある。
- 耐久性は30年程度である。
- 覆土をした場合撤去しないと状態の把握が困難である。
- 中詰め材の再利用は可能である。
- コストは現場の状況を考慮し、適切に算定する必要がある。

※今後も調査・検討や関係業界団体等との意見交換を通じ、追加や修正が行われるべきものである。



## 施工状況

### ○工法の考え方(越流水への耐力)

- 堤体に直接流水を作用させず、直接的な侵食を阻害するなどの効果が期待できる。

## ○堤防に求められる基本的な性能

### 【計画高水位(高潮区間においては計画高潮位)以下の水位の流水の通常的作用による侵食及び浸透】

- すべり及びパイピングに対する安全性を確保する。  
→(浸透)土堤と同様に、河川砂防技術基準(設計編)により照査を行う。

### 【常時の自重による沈下及びすべり破壊等に対する安全性】

- 軟弱地盤における堤防のすべり破壊に対する安全性と、基礎地盤沈下に伴う周辺地盤への引き込み沈下に対する安全性を確保する。  
→河川砂防技術基準(設計編)、河川土工マニュアルにより照査を行う。  
→重量増加はほとんどないか限定的であり、影響は大きい。

### 【地震時に流水が河川外に流出することの防止】

- レベル2地震動による沈下後の堤防高が、照査外水位を下回らない。  
→土堤と同様に、河川構造物の耐震性能照査指針により照査を行う。  
→重量増加はほとんどないか限定的であり、影響は大きい。

### 【波浪等に対する安全性】

- 波浪に対しては、越波量等の許容値を設定した上で、計画高潮位等と波浪によるうちあげ高及び越波量等を評価し、許容値を上回らないこと。
- 津波による越波に対する安全性の確認は、堤防の高さと計画津波水位との差等を確認する。  
→土堤と同様に、河川砂防技術基準(設計編)により照査を行うが、植生が定着することで土堤よりも安全になる。

### 【洪水時及び高潮時等に巡視、応急復旧活動及び水防活動が実施されることへの留意】

- 洪水時、及び高潮時等に巡視、応急復旧活動及び水防活動が実施されることにも留意する。  
→天端幅は変わらないため影響はない。

### 【現時点での整理】

- 基本的には大きな影響はない。

## ○越水に対する危機管理性能として具備すべき事項

### 【裏法尻保護工、裏法保護工、天端保護工の越流水に対する安定性】

- 越流水による抗力・揚力が保護工に作用した場合に、保護工に滑動や転動が生じない必要がある。
  - 植生が定着することで、越流に対して抵抗することが期待できる。
  - 越流水に対する多様な植生の耐侵食性能の評価手法の検討と、法面の耐越流性能を確保するための植生の維持管理技術の確立が必要である。
- 越流水による負圧が法肩に作用した場合に、シートのめくれが生じない必要がある。
  - 天端保護工との一体化により、負圧による浮き上がり等の問題は発生しない。
  - 天端にシートを埋め込むことで、法肩の揚力に抵抗する。

#### (個別技術例)

→補強ネットによりシートと堤体の一体化を強化しているものもある。

### 【裏法尻保護工周辺の洗掘に対する安定性】

- 法尻保護工周辺が保護工の基礎高以上に洗掘されない。
- 法尻保護工周辺が洗掘された場合でも、越流水に対する安定性が保持される。
- 沿川に住宅等が存在する場合には、住宅への越流水の影響を増大させない。
  - 別途、基礎工や平場へのブロックの設置を行い、シートをこれらの下に埋め込んで敷設することで安定させる。
  - 法尻保護工については護岸力学設計法による照査(限界掃流力)が必要である。
  - 沿川住宅等への影響はない。

#### (個別技術例)

→植生が定着しシートと一体化されていれば、裏法尻が洗掘された場合でも、ある程度の粘り強さが期待できるものもある。

## ○越水に対する危機管理性能として具備すべき事項

### 【保護工下の土砂の吸い出しや侵食に対する安定性】

- 保護工下の土砂が容易に吸い出し、侵食されない。  
→植生があることから、植生が侵食されない限り土砂の吸い出しは生じない。

### 【保護工下に空気が滞留しないこと】

- 水位上昇時・越水時に堤体内の空気を排気できる。  
→通気性がある構造のため、空気の排出は可能である。

### 【現時点での整理】

- 越流水に対しては植生で抵抗する。
- 接続部(シート間、法肩・法尻部等)でのめくれや吸い出しを防ぐためにシートの重ね合わせが必要である。
- 裏法尻については基礎工・平場へのブロック設置など別途対策が必要である。
- 天端保護工との一体化により法肩の負圧による浮き上がりを防止できる。
- 空気の排出は可能である。

※今後も調査・検討や関係業界団体等との意見交換を通じ、追加や修正が行われるべきものである。

## ○その他

### 【不同沈下に対する修復の容易性】

- 不同沈下等による不陸発生に留意する。  
→不同沈下に対しては追従できるが、修復には撤去が必要である。

### 【堤体と基礎地盤との一体性及びなじみ】

- 堤体に設置する工作物と堤体等との一体性、なじみが求められる。  
→堤体との一体性、なじみが良い。

### 【嵩上げ、拡幅等の機能増強の容易性】

- 嵩上げや拡幅等の機能増強の容易性が求められる。  
→シート等を一度取り除いて盛土等の処置を実施する必要がある。

### 【損傷した場合の復旧の容易性】

- 損傷時に緊急復旧が容易で所要工期が短い。  
→資材供給の問題があるが、シートの敷設＋土砂充填のみのため、1～2日で復旧可能である。

### 【環境及び景観との調和】

- 環境及び景観との調和を考慮することが求められる。  
→土堤と同程度の環境を創出可能である。

### 【長期の機能の継続性】

- 材料や構造物そのものの劣化がしにくく、耐久性が必要であることが求められる。  
→耐久性は定量的には不明。熱・紫外線に弱く、覆土が必要である。

#### (個別技術例)

- 加硫ゴム、ポリエステルやポリプロピレン、ポリエチレンなどの資材では、廃棄物処分場の実績で20～50年程度の実績がある。

## ○その他

### 【維持管理の容易性】

- ・ 限られた人員と費用で長大な延長を持つ堤防の安全性を確保することから、沈下や損傷に対する維持管理が容易であるよう考慮することが求められる。
  - 通常の土堤と同様、表層は変状が表れやすく維持管理しやすい。
  - 覆土等を撤去しないと部材の状態把握は困難。効率的な維持管理手法が必要である。
  - 法面の耐越流性能を確保するための植生の維持管理技術の確立が必要である。

### 【施工性】

- ・ 材料確保や施工のし易さを考慮することが求められる。
  - 施工は容易である。

### 【事業実施による地域への影響】

- ・ 事業実施による地域への影響を考慮することが求められる。
  - 土堤と同程度である。

### 【経済性】

- ・ イニシャルコストや維持管理費を含めて経済性を考慮することが求められる。
  - 現場の状況を考慮し、適切に算定する必要がある。

### 【公衆の利用】

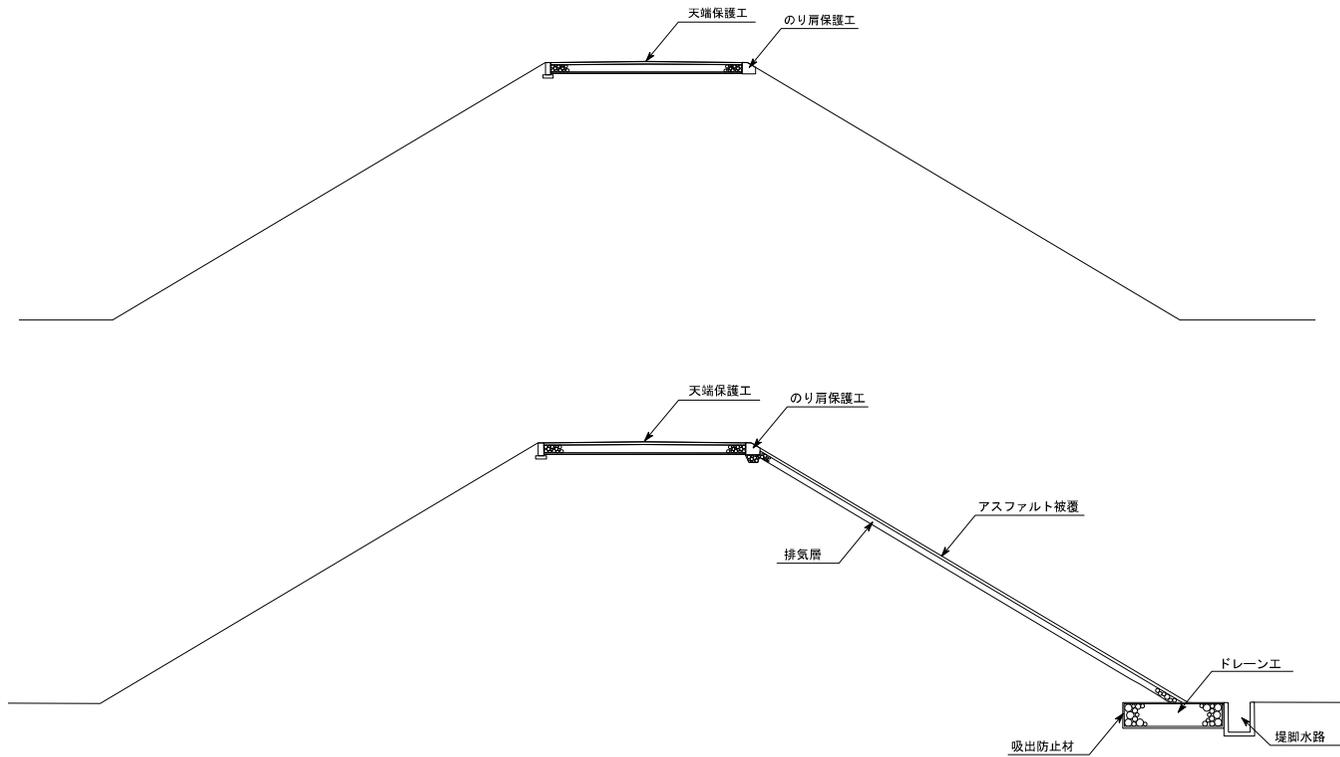
- ・ 車両や歩行者等の交通利用の場、健康づくりやふれあい及び交流の場として、公衆の利用を考慮することができる。
  - 土堤と同程度の利用が可能である。

### 【現時点での整理】

- ・ 不同沈下への追従、堤体との一体性・なじみの確保は可能である。
- ・ 耐久性は定量的には不明である。
- ・ 熱・紫外線に弱く、覆土が必要である。
- ・ コストは現場の状況を考慮し、適切に算定する必要がある。

※今後も調査・検討や関係業界団体等との意見交換を通じ、追加や修正が行われるべきものである。

# アスファルト系



## ○工法の考え方(越流水への耐力)

- 越流によって裏法が侵食された後にひさし状となり、その状態をしばらく保つことにより崖状となった崩壊面脚部の洗掘から堤体崩壊の進行を遅らせる効果が期待できる。

# アスファルト系

## ○堤防に求められる基本的な性能

### 【計画高水位(高潮区間においては計画高潮位)以下の水位の流水の通常的作用による侵食及び浸透】

- すべり及びパイピングに対する安全性を確保する。  
→(浸透)土堤と同様に、河川砂防技術基準(設計編)により照査を行う。  
→法面被覆の場合は、堤体内の水の排水機能の確保が必要である。

#### (個別技術例)

→材料によっては、法面被覆の場合、透水係数が必要以上に小さくなると、施工中の水の封じ込めなどに起因するブリストリング※が発生するため対策を考慮したほうが良い。

※太陽の日射によって舗装体の温度が高くなる影響により、上部舗装体の内部に含まれた水分が蒸発し、その蒸気圧により舗装体を持ち上げる現象。

### 【常時の自重による沈下及びすべり破壊等に対する安全性】

- 軟弱地盤における堤防のすべり破壊に対する安全性と、基礎地盤沈下に伴う周辺地盤への引き込み沈下に対する安全性を確保する。  
→土堤に準じて、河川砂防技術基準(設計編)、河川土工マニュアルにより照査を行う。  
→重量増加はほとんどないか限定的であり、影響は大きくない。

### 【地震時に流水が河川外に流出することの防止】

- レベル2地震動による沈下後の堤防高が、照査外水位を下回らない。  
→土堤と同様に、河川構造物の耐震性能照査指針により照査を行う。  
→重量増加はほとんどないか限定的であり、影響は大きくない。

### 【波浪等に対する安全性】

- 波浪に対しては、越波量等の許容値を設定した上で、計画高潮位等と波浪によるうちあげ高及び越波量等を評価し、許容値を上回らないこと。
- 津波による越波に対する安全性の確認は、堤防の高さと計画津波水位との差等を確認する。  
→土堤と同様に、河川砂防技術基準(設計編)により照査を行う。  
→裏法を被覆することによって、越波に対して侵食を防ぐことができ、土堤よりも安全性が向上する。

### 【洪水時及び高潮時等に巡視、応急復旧活動及び水防活動が実施されることへの留意】

- 洪水時、及び高潮時等に巡視、応急復旧活動及び水防活動が実施されることにも留意する。  
→天端幅は変わらないため影響はない。

### 【現時点での整理】

- 排水機能が整備されていれば基本的に大きな影響はない。
- 法面被覆の場合は、堤体内の水の排水機能の確保が必要である。
- 雨水浸透が抑制されることから、耐浸透性の向上が見込まれる。

※今後も調査・検討や関係業界団体等との意見交換を通じ、追加や修正が行われるべきものである。

## ○越水に対する危機管理性能として具備すべき事項

### 【裏法尻保護工、裏法保護工、天端保護工の越流水に対する安定性】

- 越流水による抗力・揚力が保護工に作用した場合に、保護工に滑動や転動が生じない必要がある。
- 越流水による負圧が法肩に作用した場合に、アスファルトの浮き上がり、めくれが生じない必要がある。
  - 天端舗装については、堤体崩壊を遅らせる「ひさし効果」が期待できる。表面処理により曲げ耐力の向上も期待できる。
  - 裏法面被覆については越流水のせん断力により舗装がめくれ上がるおそれがあり、河川の越流水(長時間の越流)に対して安定する構造設計が必要である。

#### (個別技術例)

- セメント・アスファルト複合体により路盤全層を固定化して天端舗装と一体化し、抵抗性を高めるものもある。
- 遊水池における越流堤や流入堤での裏法の被災事例がある。

### 【裏法尻保護工周辺の洗掘に対する安定性】

- 法尻保護工周辺が保護工の基礎高以上に洗掘されない。
- 法尻保護工周辺が洗掘された場合でも、越流水に対する安定性が保持される。
- 沿川に住宅等が存在する場合には、住宅への越流水の影響を増大させない。

#### (個別技術例)

- 天端舗装の「ひさし効果」で、越流水をしっかりと跳ねることにより、洗掘を堤体から遠ざけ、最大洗掘深さが低減されることが可能なものもある。

### 【保護工下の土砂の吸い出しや侵食に対する安定性】

- 保護工下の土砂が容易に吸い出し、侵食されない。
  - 既往の研究によると、法面被覆のフィルター層に割栗石を用いた場合、保護工の隙間からの吸出しを若干抑制できる。

### ○越水に対する危機管理性能として具備すべき事項

#### 【保護工下に空気が滞留しないこと】

- 水位上昇時・越水時に堤体内の空気を排気できること。  
→天端舗装であれば、空気の排気は可能である。  
(個別技術例)  
→法面被覆においては、水密性向上により、保護工に揚圧力が生じ安定性が低下するものもある。

#### 【現時点での整理】

- 天端舗装により堤体崩壊を遅らせる「ひさし効果」が期待できる。表面処理により曲げ耐力の向上も期待できるが、曲げ強度を長期的に維持できるかは不明である。
- 裏法面の被覆については越流水のせん断力により舗装がめくれ上がるおそれがある。

※今後も調査・検討や関係業界団体等との意見交換を通じ、追加や修正が行われるべきものである。

## ○その他

### 【不同沈下に対する修復の容易性】

- 不同沈下等による不陸発生に留意する。
  - ある程度の不同沈下への追従は可能、天端舗装の修復と同様、撤去して再施工が必要である。
  - 不同沈下に伴うひび割れ等が発生するおそれがあるが、オーバーレイによる対応が可能である。

#### (個別技術例)

→材料によっては、セメントアスファルト安定処理路盤と天端舗装が一枚の版となり破損しづらい。

### 【堤体と基礎地盤との一体性及びなじみ】

- 堤体に設置する工作物と堤体等との一体性、なじみが求められる。
  - 土以外の材料を用いることから既存堤防との一体性・なじみが良くない場合がある。
  - 堤体にズレや空隙が生じた場合、水ミチが発生しやすくなり、堤防の弱部となる可能性がある。

### 【嵩上げ、拡幅等の機能増強の容易性】

- 嵩上げや拡幅等の機能増強の容易性が求められる。
  - 一度取り除いて盛土等の処置を実施する必要がある(天端舗装はジョイントができるとひさし効果は低下する)。

### 【損傷した場合の復旧の容易性】

- 損傷時に緊急復旧が容易で所要工期が短い。
  - 法面被覆については、容易ではない。

### 【環境及び景観との調和】

- 環境及び景観との調和を考慮することが求められる。
  - 天端被覆については、土堤と同程度の環境を創出可能である。

### 【長期の機能の継続性】

- 材料や構造物そのものの劣化がしにくく、耐久性が必要であることが求められる。
  - アスファルト舗装の耐用年数は10年程度とされている。

#### (個別技術例)

→表面処理を適切な時期に行いアスファルト混合物内への水の浸透を抑制することで耐久性を高めることができる。

# アスファルト系

## ○その他

### 【維持管理の容易性】

- 限られた人員と費用で長大な延長を持つ堤防の安全性を確保することから、沈下や損傷に対する維持管理が容易であるよう考慮することが求められる。  
→一般の路盤修繕工事と同様である。

### 【施工性】

- 材料確保や施工のし易さを考慮することが求められる。  
→通常の道路舗装と同じである。  
(個別技術例)  
→材料によっては中央混合方式によるプラント出荷となるため、対応できない地域が発生する。  
→材料によっては製造プラントもしくは移動式混合装置により製造できるので、どこでもデリバリーが可能である。

### 【事業実施による地域への影響】

- 事業実施による地域への影響を考慮することが求められる。  
→土堤と同程度である。

### 【経済性】

- イニシャルコストや維持管理費を含めて経済性を考慮することが求められる。  
→現場の状況を考慮し、適切に算定を行う必要がある。

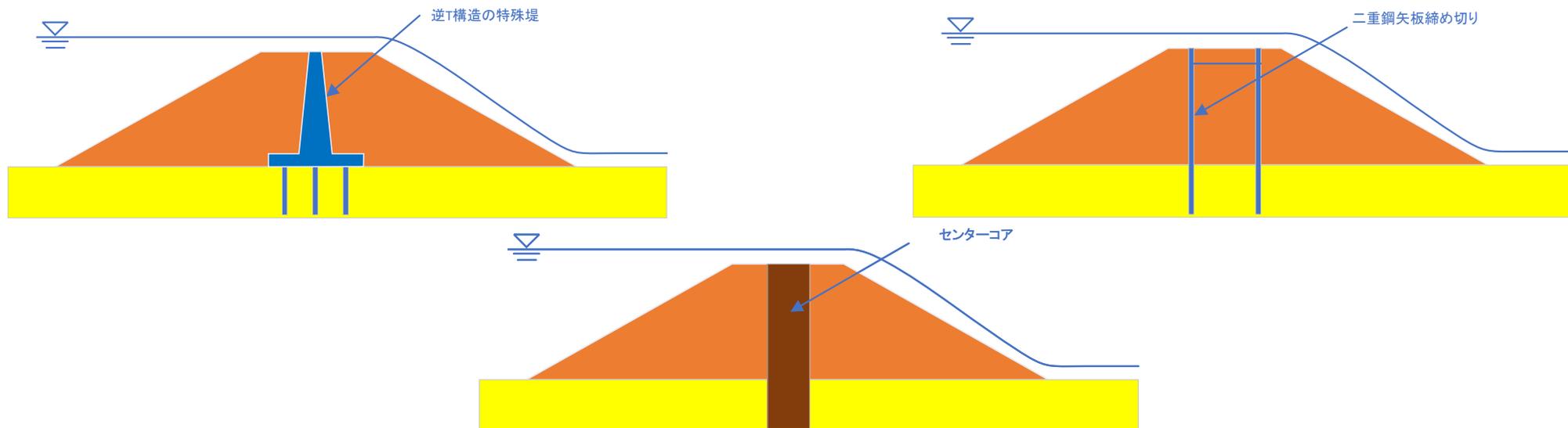
### 【公衆の利用】

- 車両や歩行者等の交通利用の場、健康づくりやふれあい及び交流の場として、公衆の利用を考慮することができる。  
→天端被覆については、土堤と同程度の利用が可能である。

### 【現時点での整理】

- ある程度の不同沈下への追従は可能である。
- 土以外の材料を用いることから既存堤防との一体性・なじみが良くない場合がある。
- 堤体の不同沈下によりひび割れ等が発生するおそれがあるがオーバーレイによる対応が可能である。
- コストは現場の状況を考慮し、適切に算定する必要がある。
- 耐用年数が10年程度(道路設計の場合)であり、維持管理コストがかさむおそれがある。

※今後も調査・検討や関係業界団体等との意見交換を通じ、追加や修正が行われるべきものである。



## ○工法の考え方(越流に対して期待できる対策効果)

- 鋼材やコンクリート、改良体等のコアとなる構造体本体が越流時に崩壊せず、形状保持されることにより、決壊しにくくなることが期待できる。

## ○堤防に求められる基本的な性能

【計画高水位(高潮区間においては計画高潮位)以下の水位の流水の通常的作用による侵食及び浸透】

- すべり及びパイピングに対する安全性を確保する。
  - 堤内側への河川水の浸透に対する安全性に関しては、遮水されるため問題無い。
  - 堤外側についてはコアによって堤内側への排水が不可能となり、水位低下時にすべりが生じる可能性が高まるため、川表すべりの課題の解決が必要。
  - 出来るだけ残留水圧が残らないような盛土構造を検討することで、ある程度川表すべりを防げる。また、土堤と同様に法面保護によってすべりを防止できる。
  - 不透水層までコアや基礎の根入れを伸ばすことでパイピングに対する安全性が向上する。

(個別技術例)

- コアの配置を河川側にすることや、鋼矢板を堤体法面に合わせて傾斜させることで川表すべりを防ぐ工法がある。

### ○堤防に求められる基本的な性能

#### 【常時の自重による沈下及びすべり破壊等に対する安全性】

- 軟弱地盤における堤防のすべり破壊に対する安全性と、基礎地盤沈下に伴う周辺地盤への引き込み沈下に対する安全性を確保する。  
→コアや基礎が支持地盤まで到達していればコア自体の安定は保たれる。ただし、局所的な地盤条件を効率的に調査する手法の確立が必要である。

#### 【地震時に流水が河川外に流出することの防止】

- レベル2地震動による沈下後の堤防高が、照査外水位を下回らない。  
→コアや基礎が支持地盤まで到達していればコアの沈下は生じない。液状化が発生することが予測される場合は、液状化時のコアの挙動についても解析で検討する。

#### （個別技術例）

- 地震に対する安全性照査については、改良体の部分も含めた円弧すべり計算によって評価を行うことができるものもあるが、計算条件の与え方については検討を要する。
- 基礎が不要な一部の改良体コアでは、改良範囲を検討することにより地震時の沈下に対処可能な技術がある。

#### 【波浪等に対する安全性】

- 波浪に対しては、越波量等の許容値を設定した上で、計画高潮位等と波浪によるうちあげ高及び越波量等を評価し、許容値を上回らないこと。
- 津波による越波に対する安全性の確認は、堤防の高さと計画津波水位との差等を確認する。  
→波浪や津波の越水により裏法部が侵食された場合でも、コア部は流失せずに残り、単体で自立して堤防の高さを保持し、堤防機能を維持することが可能である。

#### 【洪水時及び高潮時等に巡視、応急復旧活動及び水防活動が実施されることへの留意】

- 洪水時、及び高潮時等に巡視、応急復旧活動及び水防活動が実施されることにも留意する。  
→天端幅は変わらないため影響はない。

#### 【現時点での整理】

- 堤外側に浸透した水の堤内側への排水が困難となるため、水位低下時に川表ですべりが生じる可能性が高まる。
- その他については基礎地盤まで根入れを行うことで基本的に大きな影響はない。

※今後も調査・検討や関係業界団体等との意見交換を通じ、追加や修正が行われるべきものである。

## ○越水に対する危機管理性能として具備すべき事項

### 【自立する状態が保持されること】

- 堤防満杯もしくは越水時の水圧が構造体に作用した場合でも、構造体(コア材、矢板等)に滑動や転動が生じない。  
→河川の越流水(長時間の越流)に対して滑動や転倒を生じさせない、自立状態を保持する構造設計が必要である。  
(個別技術例)  
→【鋼材のコア】鋼矢板を堤体法面に合わせて傾斜させることで、背面に作用する土圧を低減させるものもある。  
→【改良体のコア】基礎地盤の沈下に追随し、自立という観点から基礎が不要なものもある。
- 構造体の川裏側で洗掘が生じた場合でも、構造体(コア材、矢板等)に滑動や転動が生じない。  
→裏法尻の洗掘に対しては、洗掘深さを考慮した設計を行い、コアの安定を確保する。  
→洗掘深が想定できない場合は、洗掘が生じないように、基礎工・平場へのブロック設置等が有効である。  
(個別技術例)  
→別途表層部にセメント改良を併用することで洗掘を抑制させることが可能なものもある。

### 【現時点での整理】

- 越流水に対し、コア単体で自立状態を保持する効果が期待できる。
- 裏法尻の洗掘に対しては、洗掘深さを考慮した設計を行い、コアの安定を確保することが必要である。また、基礎工・平場へのブロック設置などの併用が有効である。

※今後も調査・検討や関係業界団体等との意見交換を通じ、追加や修正が行われるべきものである。

### ○その他

#### 【不同沈下に対する修復の容易性】

- 不同沈下等による不陸発生に留意する。
  - コア部については、根入れの確保により不同沈下は生じにくいですが、土堤部については不同沈下が生じる可能性がある。
  - 基礎が不要な一部の改良体コアについては基礎地盤の変形に追随して馴染むため不同沈下への追随が可能である。

#### 【堤体と基礎地盤との一体性及びなじみ】

- 堤体に設置する工作物と堤体等との一体性、なじみが求められる。
  - 【鋼材・コンクリートのコア】堤体とのなじみが良くない場合があり、長期的あるいは地震時等に堤体との間に隙間が生じ水ミチとなるおそれがある。
  - 【改良体のコア】同じ土質材料であり、鋼材やコンクリートと比較してなじみが良い。

#### 【嵩上げ、拡幅等の機能増強の容易性】

- 嵩上げや拡幅等の機能増強の容易性が求められる。
  - コア部の増築が必要となるため容易ではない。
  - パラペットと組み合わせることで嵩上げが可能な場合がある。

#### 【損傷した場合の復旧の容易性】

- 損傷時に緊急復旧が容易で所要工期が短い。
  - 撤去や、再構築が必要であるため容易ではない。
  - クラックや空隙が生じた場合には、現地盤よりも強度が高く、流動性が高い材料などにより空隙を充填し補修する。

#### 【環境及び景観との調和】

- 環境及び景観との調和を考慮することが求められる。
  - 堤体内部にコアを設置するので、土堤と同様である。

#### 【長期の機能の継続性】

- 材料や構造物そのものの劣化がしにくく、耐久性が求められる。
  - 【鋼材のコア】耐用年数に応じた腐食率を設定して設計を行うことで50年程度の耐久性は確保できる。
  - 【コンクリートのコア】100年程度の耐久性を確保できる。
  - 【改良体のコア】土質材料であり、劣化が生じにくい。

## ○その他

### 【維持管理の容易性】

- 限られた人員と費用で長大な延長を持つ堤防の安全性を確保することから、沈下や損傷に対する維持管理が容易であるよう考慮することが求められる。
  - 堤体天端の段差や不等沈下が生じるような、大規模な異常は確認可能である。
  - 土中の亀裂や空洞の有無を目視では確認できないため、地中レーダー等の各種地盤探査手法によって確認することが必要である。
  - 効率的な維持管理手法を確立する必要がある。

### 【施工性】

- 材料確保や施工のし易さを考慮することが求められる。
  - 【鋼材、コンクリートのコア】一般の打設業者や作業員での施工が可能である。
  - 【改良体のコア】施工に専用の機器を必要とする場合が多い。

### 【事業実施による地域への影響】

- 事業実施による地域への影響を考慮することが求められる。
  - コア部の外側が土堤であれば土堤と同様である。
  - 基礎地盤まで根入れを行った場合、堤内側での地下水利用等への影響が生じるおそれがある。

#### （個別技術例）

- 【鋼材】地下水等への影響が生じる可能性がある場合は透水性鋼矢板を使用する。

### 【経済性】

- イニシャルコストや維持管理費を含めて経済性を考慮することが求められる。
  - 現場の状況を考慮し、適切に算定する必要がある。

### 【公衆の利用】

- 車両や歩行者等の交通利用の場、健康づくりやふれあい及び交流の場として、公衆の利用を考慮することが求められる。
  - 土堤と同程度の利用が可能。コア部と土堤の境界に生じる可能性のある空洞化に注意が必要である。

### ○その他

#### 【現時点での整理】

- 十分な根入れを確保することで鋼材やコンクリート部の不同沈下は生じにくいですが、土堤部については不同沈下が生じる可能性がある。
- 基礎が不要な一部の改良系については基礎地盤の変形に追随して馴染むため不同沈下への追随が可能である。
- 土以外の材料を用いる場合は既存堤防との一体性・なじみが良くない場合があり、長期的あるいは地震時等に堤体との間に隙間が生じ水ミチとなるおそれがある。
- 鋼材は耐用年数に応じた腐食度を設定して設計を行うことで50年程度の耐久性は確保できる。コンクリートは100年程度の耐久性を確保できる。改良土は土質材料であり、劣化が生じにくい。
- 目視による確認が不可能な箇所空洞化については、地中レーダー等による探査が必要である。
- コストは現場の状況を考慮し、適切に算定する必要がある。
- 基礎地盤まで根入れを行った場合、堤内側での地下水利用等への影響が生じるおそれがある(透水性鋼矢板の活用)。

※今後も調査・検討や関係業界団体等との意見交換を通じ、追加や修正が行われるべきものである。

## 現時点での整理と今後の方向性

○越水に対する堤防強化方策の検討に際し、民間企業が有する技術の動向を調査するため、河川工事に活用されている資材及び工法に関する15の関係業界団体に対し書面での聞き取りを実施した。

○その結果、14団体から81件(重複を除く)の資材及び工法の提案がなされた。

- 提案された資材・工法は、今後の堤防強化に際しての参考となる情報もある一方、更なる確認や検証が必要と思われる提案もあった。
- 今後とも引き続き関係業界団体等との意見交換を行い、今回提案された資材・工法に関する認識のさらなる共有を図るとともに、新技術導入に向けた検討を継続する。

なお、このたびの意見聴取に際しては、在宅勤務等の制限があるにもかかわらず、短期間での資料作成にご協力いただいた関係業界団体、関係企業の皆様に厚く御礼申しあげる。