

越水に対して「粘り強い河川堤防に関する技術」 応募資料作成に係る説明会

2025年6月25日

No	説明項目	頁
1	説明会の目的	1
2	公募要領の構成	2
3	公募要領	3
	応募資料作成要領	1 4
	様式 3、4	2 1
	根拠資料の整理事例	4 3
	様式 4 の作成及び整理方法の例	4 7
4	参考となる論文	6 0
5	よくある質問等	6 2

説明会の目的、対象資料、質問等

○説明会目的

- ・エントリーした応募者に対して**応募資料の作成方法について説明**

○対象資料

- ・公募要領及び応募資料作成要領 p 9に示されている①エントリーシート～⑧添付資料。特に様式3の確認方法の例や様式4の作成方法について紹介。
- ・**説明会資料は後日公表**（公表資料は一部内容が異なる可能性有）

○質問等

- ・Zoom WebinarsにおけるQA機能を使用する。
- ・質問は応募資料作成に係る**事務的なものを対象**とする。
- ・**説明会の中で一部を紹介。それ以外の質問は後日回答予定**

公募要領の構成

○公募要領の構成と役割は以下の通り。

資料名称	公募要領	別添			
		応募資料作成要領	別紙 1	別紙 2	別紙 3
構成	1.公募の目的 2.公募技術 3.応募資格 4.応募方法 5.公募期間 6.説明会およびヒアリング 7.応募技術の評価 8.評価結果の通知・公表について 9.技術比較表の公表 10.費用負担 11.その他	1.応募に必要な書類 2.各資料の作成要領 (1)エントリーシート (2)様式 1 (3)様式 2 (4)様式 3 (5)様式 4 (6)根拠資料 (7)添付資料	(1)対象とする構造 (2)越水に対する性能を維持している状態	(1)①モデル堤防 ②実験等により確認を行なう場合の留意点 ③縮尺実験により確認を行なう場合の留意点 (2)土質条件 (3)外力条件 (4)実験、解析 (5)①自立型における一体性及びなじみの考え方(その1) ②自立型における一体性及びなじみの考え方(その2)	(1)①【様式 3-1】(表面被覆型) ②【様式 3-2】(表面被覆型) ③【様式 3-3】(表面被覆型) ④【様式 4-1】(表面被覆型) ⑤【様式 4-2】(表面被覆型) ⑥【様式 4-3】(表面被覆型) (2)①【様式 3-1】(自立型その1) ②【様式 3-1】(自立型その2) ③【様式 3-2】(自立型) ④【様式 3-3】(自立型) ⑤【様式 4-1】(自立型) ⑥【様式 4-2】(自立型) ⑦【様式 4-3】(自立型) (3)【様式 3、様式 4】(その他構造)
役割	公募を行なう上で重要な点	応募資料を作成する上で重要な点	公募で対象とする構造と越水に対する性能を維持している状態について説明	様式 3、様式 4 で行う実験等の条件や留意点などの補足説明資料	様式 3、様式 4 の確認方法の例
該当頁	P1~8	P9~14	P15~17	P18~25	P26~39

公募要領

公募要領の概要 (p1 公募の目的 p2用語の定義)

1.公募の目的

令和元年台風第19号～

(略)

これらの経緯を踏まえ、越水に対して「粘り強い河川堤防に関する技術」を、関係業界団体、民間企業等と連携し技術開発を行うため、各技術が有する特徴・性能を客観的かつ定量的に把握し、比較検討する必要があることから、**公募した技術に対して、技術に求める性能を満足しているか否かを応募資料や実験等の結果により確認・評価する。また、評価した個々の技術の特徴を明らかにした資料（以下、「技術比較表」という）を作成、公表することで、工事発注に際して発注者が各技術の比較検討に活用できるようにするものとする。**

このため、今回越水に対して「粘り強い河川堤防に関する技術」を公募するものである。

用語の定義

パッケージ

・既存の堤防の機能を毀損せず、堤防に越水に対して粘り強い性能を付加させるために設置される**構造全体のこと**をいう。

構成部材 (パーツ)

・越水時等における堤防の各部位に生じる作用に対応するための部材(**パッケージを構成する部材**)のことをいう。

設計思想

・パッケージが**性能を発揮する原理**（例えば、越水に対して粘り強くなる仕組み）、パッケージにおける**構成部材の採用理由と役割**、構成部材 (パーツ) の**構造検討方法** (設計方法) のことをいう。

変状連鎖図

・越水等の作用による**決壊**を最終事象とし、最終事象に**つながる変状** (設計思想に照らして、構成部材の役割を損なう望ましくない変状) **及び変状を生じさせる現象・要因をプロセスごとに並べて連鎖させた図**のことをいう。 ※変状として、**越水時に生じる変状、越水前に生じる変状の両方を想定する**。また、実験等で確認されていないが、生じることが想定される変状を含む。

主要なプロセス

・越水等の作用により生じる変状から**決壊に至るまでの過程**のことをいう。

信頼性

・応募技術の**信頼性は以下に示す2つ**のことをいう

(1) 応募技術が「**越水に対する性能**」を発揮する原理、手段や「**越水に対する性能**」を有していることの**確認方法が妥当である**ことをいう。

(2) 応募技術を様々な現場で使用する場合においても、**確認された「越水に対する性能」を発揮すること**をいう。

適用範囲

・実験や解析等の**科学的根拠に基づき確認された「越水に対する性能」を発揮する範囲**をいう。

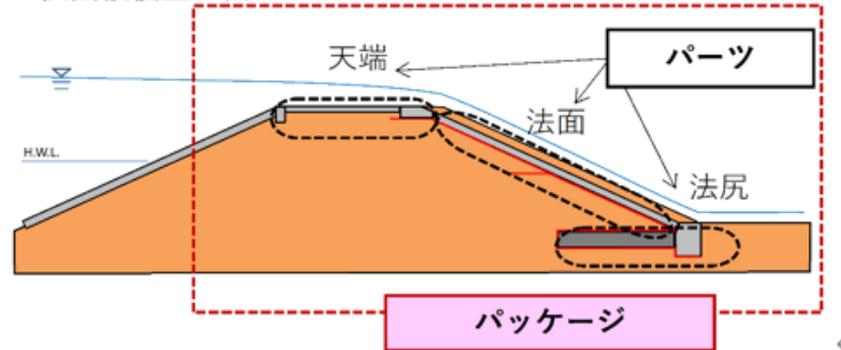
2.公募技術

(1) 対象技術

1) 越水に対して粘り強い河川堤防に関する技術

- ・対象技術は応募作成要領 別紙1 (1) に定める「表面被覆型」「自立型」「その他構造」を対象としている。
- ・応募技術は、構造全体で越水に対して粘り強さを発揮するため、「パッケージ」での提案とし、各構成部材（パーツ）は既製品や一般材料等を組み合わせることも可能とする。
- ・過年度に技術比較表に掲載された技術については、構造検討方法の改良を伴う技術は公募対象とする。なお、技術の素材や寸法の変更等の構造の改良を伴わない技術については、事務局と評価委員で改良内容を確認の上、構造検討方法の改良と認められない場合には欠格とする場合がある。欠格については判定次第、応募者に書面にて通知する。

<表面被覆型の例>



- ・表面被覆型の法面に「吸出し防止材+コンクリートブロック」を用いた構造については、国土技術政策総合研究所等の技術資料（案）に沿った方法で構造検討が可能な構造は公募対象としない。ただし、前述の構造検討方法を改良する技術や新しい構造検討方法による技術は公募対象とする。応募に当たっては、前述の構造検討方法との違いを明確に説明できる必要がある。
※国土技術政策総合研究所等の技術資料（案）は下記で閲覧可能である。
<https://www.nilim.go.jp/lab/fbg/download/download.html>

2. 公募技術

(2) 応募技術の条件等

応募技術に関しては、以下の条件を満たすものとする。

1) 応募技術について、評価、技術比較表を作成する過程において、評価、技術比較表の作成に係わる者（国土交通省職員、国土交通省から委嘱または委託を受けた者）に対して、**応募技術の内容を開示しても問題がないこと。**

2) 応募技術について、「8. 評価結果の通知・公表について」により技術比較表を公表するので、これに対して問題が生じないこと。

3) 応募技術に求める性能

以下の性能を満足する技術であること。

①既存の堤防の性能を毀損しないこと

【堤防に求められる基本的な機能】

○**実験、実験により検証された手法による解析、解析**（これまでの経験及び実績から妥当とみなせる方法等）のいずれかで確認する。

【設計に反映すべき事項・設計にあたって考慮すべき事項】

○別紙3を参考に実績等に基づく資料等を提出する

②越水に対する性能を有すること

○越水に対する性能について、**30cmの越流水深に対して、越流時間3時間の間は越水に対する性能を維持している状態※を****実験、実験により検証された手法による解析**のいずれかで確認する。※ここでいう表面被覆型と自立型の「越水に対する性能を維持している状態」は、応募資料作成要領別紙1(2)に示す。その他構造については、堤防天端高さが維持されている状態を想定している。

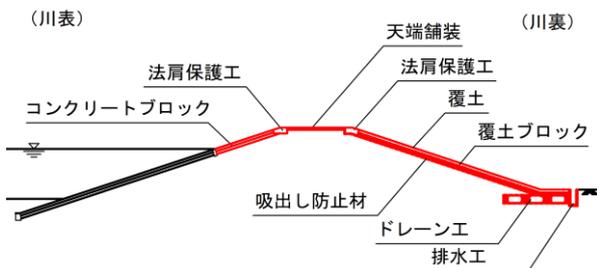
○越水等の作用による決壊を最終事象とした**変状連鎖図**を作成し、**決壊に至るまでのプロセスや要因に対し、対応が検討されていること。**

越水に対して「粘り強い河川堤防」の技術開発の対象とする構造は以下を想定している。

○表面被覆型

(断面拡幅型も含む)

- 計画高水位以下の水位の流水の通常的作用に対する堤防機能は、**土堤**により確保する。
- 土堤表面にシートやコンクリートブロックを設置することにより越水に対する性能を発揮するもの。

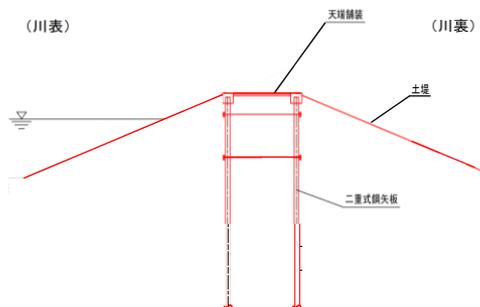


【表面被覆型の例】

○自立型

(自立式特殊堤を含む)

- **盛土の部分がなくとも自立部**が自立し、その全部若しくは主要な部分がコンクリート、鋼矢板若しくはこれらに準ずるものによる構造で、計画高水位以下の水位の流水の通常的作用に対する堤防機能及び越水に対する性能を発揮するもの。
- 堤防に求められる基本的な機能や設計に反映すべき事項、考慮すべき事項への対応は自立式特殊堤の確認方法と同じと考えられるもの。



【自立型の例】

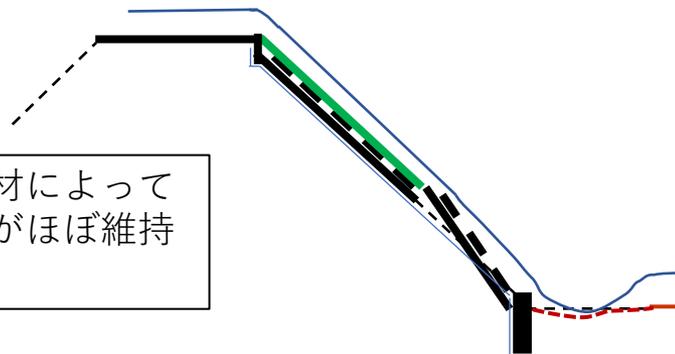
○その他構造

- コア部分のみで自立はしないが、周辺の盛土（堤防）との**複合体として**計画高水位以下の水位の流水の通常的作用に対する**堤防機能及び越水に対する性能を発揮するもの**などが想定される。
- 現状では基本的な機能や設計に反映すべき事項、考慮すべき事項への照査方法の規定がない。

【越水に対する性能を維持している状態（案）】

- 表面被覆材の飛散等により越流水が堤体土に直接作用する状態を避けることが重要。
- つまり、**堤体が表面被覆材によって被覆された状態がほぼ維持され、その結果、堤防天端高さが維持されている状態**

堤体が表面被覆材によって被覆された状態がほぼ維持された状態



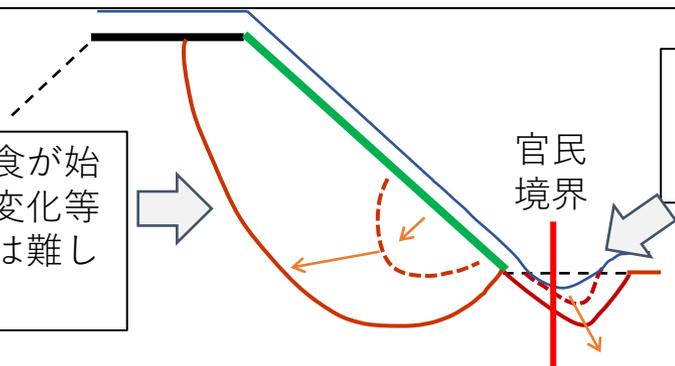
【この状態を想定した理由】

- 土堤が越水に対して脆弱である特性を有するため、土堤の裏法面で越水による侵食が始まると、その侵食範囲や時間変化等を技術的に評価することは難しく、堤防天端高さを時間的・形状的に、どの程度維持可能か評価することも困難である。そのため計画堤防断面に食い込むほどの堤防土羽の侵食が生じるおそれがある状態は、越水に対する性能を維持している状態ではないとみなす。
- なお、裏のり尻部は民地に隣接していることが多く、侵食が全く生じない構造を検討することは現実的ではない。

裏のり面で越水による侵食が始まると、侵食範囲や時間変化等を技術的に評価することは難しい。

官民境界

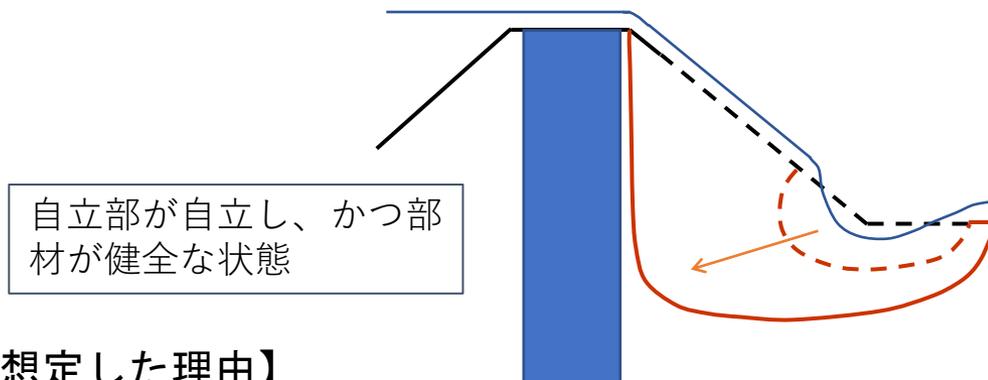
裏のり尻部は民地に隣接していることが多く、侵食が全く生じない構造とすることは現実的ではない。



越水に対する性能を維持している状態（自立型）

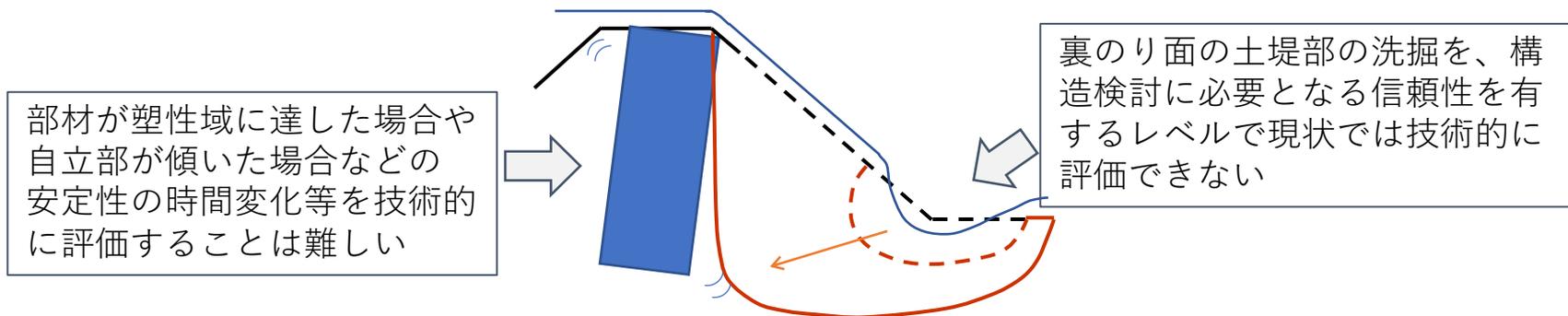
【越水に対する性能を維持している状態（案）】

- 越水が生じて裏のり尻部が洗掘されても、自立部が自立し、かつ自立部を構成する部材が健全で、その結果堤防天端高さが維持されている状態



【この状態を想定した理由】

- 越水中に自立部を構成する部材が塑性域に達した場合や、自立部が傾いた場合など、その後も越水による水圧が作用する状態で、自立部の安定性の時間変化等を技術的に評価することは難しく、堤防天端高さを時間的・形状的に、どの程度維持可能か評価することも困難である。そのため、自立部を構成する部材の健全性が損なわれた状態、自立部が傾くなど、安全性が担保されると技術的に評価できない状態は、越水に対する性能を維持している状態ではないとみなす。
- 越水による裏のり面の土堤部の洗掘について、構造検討に必要な信頼性を有するレベルで現状では技術的に評価できない。



3.応募資格

応募者は、業界団体、民間企業、大学等とする。共同企業体としての応募（民間企業や大学等が共同で応募すること）も可能とする。なお、共同開発者がいる場合は、応募に際して共同開発者の同意を得ていること。

4.応募方法

(1) 資料の作成及び提出

○応募資料は「応募資料作成要領」に基づき作成し、総頁数は500頁程度を上限とする。ただし、根拠資料となる論文等の頁数が多い場合など、やむを得ずこれを越える場合には事前に4.(2)提出先に示す事務局と協議すること。提出方法は電子データによるE-mailでの送信とする。また、電子データが10MBを超える場合は、電子媒体（CD-R等）とし、郵送又は持参により提出するものとする。

○応募資料の作成にあたっては、過年度の技術比較表を参考とすること。

(https://www.mlit.go.jp/river/kasen/teibou_kyouka/index.html)

(2) 提出（郵送）先

〒105-0001 東京都港区虎ノ門3丁目12番1号ニッセイ虎ノ門ビル7F

一般財団法人国土技術研究センター技術公募（粘り強い河川堤防）事務局（以下、「事務局」という）

E-mail : koubo_nebarizuyoi@jice.or.jp

5.公募期間

(1) 令和7年4月23日（水）～令和7年6月13日（金）

「エントリーシート」、「様式1」、「様式2」

(2) 令和7年4月23日（水）～令和8年1月30日（金）

「エントリーシート」、「様式1」、「様式2」、「様式3」、「様式4」、添付資料

※ (1) は公募の総数や概要の把握を目的としており、(2) は応募技術の評価を行うことを目的としている。

※ (1) で提出した資料に修正がある場合、(2) の期間内における資料の再提出は可能とする。

※ 資料提出を行なった応募者に対し、事務局よりE-mail等で資料受領の旨、連絡を行う。

※ (1) で資料提出後に応募を辞退する場合は、事務局にE-mail等で辞退理由を含め、連絡を行うこと。（各公募期間最終日は、E-mail又は持参による提出の場合、15:00まで受付を行う。郵送による提出の場合は、公募期間最終日必着とする。）

6. 説明会およびヒアリング

(1) 説明会

エントリーした応募者に対して応募資料作成に係る説明会を予定している。実施日時、場所については別途通知する。なお、**説明会で使用した資料は後日公表**することを予定している。

(2) ヒアリング

提出された応募資料で不明な箇所がある場合は、応募者に対し、**応募技術の評価を目的としたヒアリングを実施することがある**。実施日時、場所については別途通知する。

7. 応募技術の評価

応募技術の評価は、応募資料やヒアリング等で実施するものとし、次の条件を全て満たしているものを評価する。**条件を満たさないものは評価を行わない**。

- 1) 2. 公募技術 (1) 対象技術に適合していること。
- 2) 2. 公募技術 (2) 応募技術の条件等に適合していること。
- 3) 3. 応募資格に適合していること。
- 4) 応募資料に不備※が無いこと。

※応募資料の不備については、**応募資料作成要領に記載されている判定項目を参照のこと**。

評価の対象とした応募技術は、A～Dの「評価階層」で評価の分類を行うものとする。

評価階層	①既存の堤防の性能を毀損しないこと		②越水に対する性能を有していること
	堤防に求められる基本的な機能	設計に反映・考慮すべき事項	
分類A	土堤と同等以上	土堤と同等以上	越水に対する性能を有している
分類B <small>(右記を満たす者のうち、Aを除く)</small>	土堤と同等以上	土堤と同等以上 または一部の項目において、土堤と同等以上とはいえない	越水に対する性能を有している。 または実験等 [※] により確認されている (現地での不確実性が残る)
分類C	一部の項目において、土堤と同等以上とはいえない	土堤と同等以上 または一部の項目において、土堤と同等以上とはいえない	越水に対する性能を有している。または実験等 [※] により確認されている (現地での不確実性が残る)
分類D	分類A、分類B、分類Cのいずれにも該当しない		

※実験または実験により検証された手法による解析

8. 評価結果の通知・公表について

(1) 評価結果

応募者に対し、技術検討会の助言を踏まえ決定した「評価階層」等について文書で通知する。なお、応募する共同開発者に評価結果の通知は行わないが、分類A、B、Cの技術については、共同開発者として(2)により公表する。

(2) 評価結果の公表

評価結果については、第三者機関にて公表する。

分類A、Bの技術は「9. 技術比較表の公表」に従い公表する。

分類Cの技術は、応募者に確認の上、「会社名」および「応募技術名」について公表する。

(3) 評価結果の取り消し

評価結果の通知を受けた者が次のいずれかに該当することが判明した場合は、通知の全部または一部を取り消すことがある。

- 1) 評価結果の通知を受けた者が、虚偽その他不正な手段により技術提案されたことが判明したとき。
- 2) 評価結果の通知を受けた者から取り消しの申請があったとき。
- 3) その他、評価結果の通知の取り消しが必要と認められたとき。

9. 技術比較表の公表

(1) 分類A又はBの技術は、提出された応募資料に基づき特徴や性能等を技術比較表にとりまとめる。第三者機関においてとりまとめた技術比較表は、技術検討会の助言を踏まえ、国土交通省及び第三者機関にて公表する。

(2) 技術比較表の公表時期は、令和8年度内を予定している。

10. 費用負担

- (1) 応募資料及び応募技術に関する追加資料の作成、提出、説明会やヒアリング出席、実験等に要する費用は、応募者の負担とする。
- (2) 第三者機関に提出された応募資料の審査、各技術の技術比較表の作成等に要する費用については、応募者は負担しないものとする。
- (3) 本公募要領における手続きの中止や取り消しを行った場合、それまでに応募者が負担した費用について、国土交通省および第三者機関は負担しないものとする。

11. その他

- (1) 応募された資料は、技術の評価以外に無断で使用することはない。
- (2) 応募された資料は返却しない。
- (3) 技術の評価や技術比較表作成の過程において、応募者には応募技術に関する追加資料の提出を依頼する場合がある。
- (4) 公募内容に関する問い合わせに関しては以下のとおり受け付ける。
 - 1) 問い合わせ先
4.(2)に同じ。
 - 2) 問い合わせ期間
5.公募期間と同様とする。
 - 3) 問い合わせ方法
E-mail (様式自由。添付ファイルがある場合は、10MBを超えないこと。)にて受け付ける。
なお、問い合わせ及び回答内容については、第三者機関のHPに公開することを予定している。
- (5) 本要領に定めのない事項については「応募資料作成要領」による。

応募資料作成要領

応募資料作成要領の概要 (p9 1.応募に必要な書類)

1. 応募に必要な書類

応募にあたっては、以下の資料が必要となる。様式については、第三者機関のホームページ

(<https://www.jice.or.jp/nebarizuyoi/2>) よりダウンロードすることができる。応募書類に使用する言語は日本語とする。やむを得ず他言語の資料を提出する場合は、日本語で解説を加えること。

- ① 「粘り強い河川堤防に関する技術」申請書 -エントリーシート-
- ② 構造の全体図等 (様式1)
- ③ 設計 (構造) の考え方 (設計思想) 等 (様式2)
- ④ 既存の堤防の性能 (安定性等) を毀損しないこと (様式3)
- ⑤ 越水に対する性能を有すること (様式4)
- ⑥ 変状連鎖図 (様式4に含まれる)
- ⑦ 様式3～4の根拠資料※

※実験結果については動画データも併せて提出すること。動画データはオリジナルデータの提出とともに、オンライン動画共有プラットフォーム (YouTube等) に動画を投稿し、URLおよびアクセスに必要なパスワード等を示すこと。

- ⑧ 添付資料

なお、以下のチェックリストに該当する場合は欠格とする

判定項目	例
<input type="checkbox"/> 応募に必要な書類が未提出	上記①～⑦が未提出の場合 (根拠資料が論文名のみ記載も該当)
<input type="checkbox"/> 応募に必要な書類の記載内容に不備	・ 記入が必要な項目が空欄の場合 ・ 各様式の記載内容に不整合がある場合 (応募断面と実験断面が異なる等)
<input type="checkbox"/> 事務局と評価委員で協議した結果、構造検討の改良を伴わない応募技術である場合	過年度に技術比較表に掲載された技術であり、様式2等に記載されている構造検討の方法が改良とは認められない場合等

○提出する紙の資料はA4版とすること。ただし、⑧添付資料は原則A4版とするが、パンフレット等でA4版では判読できない等の不都合が生じる場合は、この限りではない。また、⑧添付資料には通し番号を記入すること。

○①～⑧はまとめて1部とし、紙で提出する場合は左上角をクリップ等で留め、合計3部 (正1部、副2部) 提出すること。

○①～⑦については、「2. 各資料の作成要領」に基づき作成・提出すること。

○評価や諸元表の作成にあたって新たに必要となった資料の提出等を、応募者に求めることがある。

2. 各資料の作成要領

応募資料の作成にあたっては、下記(1)～(7)に基づき作成するとともに、**過年度の技術比較表を参考**とすること。
(https://www.mlit.go.jp/river/kasen/teibou_kyouka/index.html)

(1) 「粘り強い河川堤防に関する技術」申請書 -エントリーシート-

1) 「応募者」

- 応募者は、業界団体、民間企業、大学等とする。なお、共同開発者がいる場合は、応募に際して共同開発者の同意を得ること。「応募者名」は、応募者が「業界団体」「民間企業」「大学」の場合は、名称とその代表者の役職並びに氏名を記入の上、企業印及び代表者の公印を押印すること。応募者が「個人」の場合は、所属先と役職並びに氏名を記入の上、本人の印を押印すること。
- 複数者が共同で応募する場合は、応募者毎に必要な事項を列記するものとするが、応募者の代表者は最初に記載するものとする。
- 申請書のあて先は、「第三者機関 代表者 宛」とする。
- E-mail又は電子媒体(CD-R等)で提出する場合は、押印は不要とする。

2) 「1. 技術名称」

- 技術名称は、粘り強い河川堤防に関する技術名称とすること。また、NETIS登録済の場合は技術名称の末尾に「登録済」、NETIS登録申請中及び今後登録申請予定の場合は、技術名称の末尾に「(仮)」と記載すること。

3) 「2. 窓口担当者(評価結果通知先等)」

- 窓口担当者は、応募にあたっての事務窓口・連絡担当者1名を記入すること。複数者が共同で応募する場合については、応募者毎に窓口担当者1名を列記するものとするが、窓口担当者の代表者は最初に記載するものとする。なお、応募者が複数の場合における評価結果の通知は、窓口担当者の代表者に送付する。

4) 「3. 共同開発者」

- 共同開発者は、共同開発を行った応募者以外の各団体及び民間企業、大学等について記入すること。なお、共同開発者がいない場合は、記入しなくてよい。共同開発者が複数の場合は、共同開発者毎に必要な事項を列記するものとする。

2. 各資料の作成要領

応募資料の作成にあたっては、下記(1)～(7)に基づき作成するとともに、**過年度の技術比較表を参考**とすること。

(1) 「粘り強い河川堤防に関する技術」申請書 -エントリーシート-

5) 技術の概要

- ①技術の概要を簡潔に記入すること。
- ②技術の詳細は、以下の目次構成に従って記入すること。

ア.技術の分類

応募技術が以下のどれに該当する技術か、を黒塗り(■に置き換え)すること。

- 表面被覆型
- 自立型
- その他構造

イ.技術の特徴

応募技術の特徴および設計の考え方について、箇条書きで簡潔に記入すること。応募技術の特徴を記入する際、概略の構造形式を添付すること。なお、必要であれば、参照資料を添付し、参照する資料の番号、ページを記入すること。

ウ.応募技術の施工上の留意点

施工資機材、製造拠点、運搬能力等について記入すること。

応募資料作成要領の概要 (技術比較表の記載例)

①技術の概要		ブロック系の例
技術の概要	技術の概要	<ul style="list-style-type: none"> ・本技術は、裏法面を「吸出し防止材+コンクリートブロック+覆土」で被覆するものである。 ・土堤形式の河川堤防で広く適用が可能な「吸出し防止材+コンクリートブロック」を用いた表面被覆型の堤防強化技術を一部改良した技術である。 ・実験により越水時の水深の浅い射流場でも作用する流体力が大きくなることを確認した被覆ブロックを使用する。 ・本技術は、越水に対する性能を有することが一つの条件下での実験で確認されている構造である。 ・表法面の構造については、計画高水位以下の表法面の構造と同等の構造を計画高水位から堤防天端までに適用することを基本とする。
	【設計の考え方】	<p>【既存の堤防の性能を毀損しないことについて】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・被覆材は計画堤防断面に大きくはならない構造であり、「技術資料(案)」に示されたコンクリートブロックの重量と同等以下で、水に対して透過性を有する接続ブロック+吸出し防止材を表面に設置するため、既存の堤防の性能を毀損しない。 <p>【越水に対する性能を有することについて】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・吸出し防止材によって、越水による土堤の侵食を防止する。 ・コンクリートブロックにより吸出し防止材を押さえつけを行なう。 ・法面部の設計を行う際、応募者が実施した特定のブロックの実験により計測した独自の抗力係数、揚力係数を使用する。 ・越流水が堤防内に浸透した場合でも、浸透水の上昇を抑制し、裏法保護工と法尻保護工の耐力をできるだけ維持できるように、ドレーン工を設置する。
	使用する場合の条件	<p>施工資機材：汎用機械を使用</p> <ul style="list-style-type: none"> ・25t吊ラフテレーンクレーンなど一般的な機械で施工可能 (※特殊な建設機械や施工資機材など必要としない) <p>製造拠点：公益社団法人全国土木コンクリートブロック協会及び一般社団法人北海道土木コンクリートブロック協会と連携を図ることで、各地の会員社が販売及び製造をすることが可能</p> <p>運搬能力：製造拠点からおよそ200km以内、それ以上は別途運賃発生</p>

2. 各資料の作成要領

応募資料の作成にあたっては、下記(1)～(7)に基づき作成するとともに、**過年度の技術比較表を参考**とすること。

(2) 構造の全体図等 (様式1)

構造の全体図等については以下の項目を様式に記入・添付すること。

○構造の全体図 (平面図、横断図、縦断図)

- ・応募技術の**平面図**、**横断図**、**縦断図**を添付すること。技術開発中で具体的な図面がない場合はイメージでも良いが、いつまでに作成できるかを記入すること。なお、**図面は寸法や縮尺がわかるように記入**すること。

○当該構造の適用範囲

- ・応募技術の適用範囲は、実験や解析等の科学的根拠に基づき確認された「越水に対する性能」を発揮する範囲をいう。
- ・**適用範囲の妥当性を確認するため、材料特性や工法の特徴に応じた実験や解析等の科学的根拠を提出**すること。
- ・記載内容は、「モデル堤防 (別紙2(1)①)」を踏まえ、堤高、勾配、天端幅、堤体や基盤の土質条件、法尻から官民境界までの位置等とする。

2. 各資料の作成要領

応募資料の作成にあたっては、下記(1)～(7)に基づき作成するとともに、**過年度の技術比較表を参考**とすること。

(3) 構造検討の考え方 (設計思想) 等 (様式2)

構造検討の考え方 (設計思想) 等については以下の項目を様式に記入・添付すること。なお、**表面被覆型のうち、様式3の関連項目の記載を省略可能な構造 (2. (4) に記述) については、越水に対する性能に関する構造検討の考え方 (設計思想) を対象とし、それ以外の構造については、越水に対する性能及び堤防に求められる基本的な機能に関する構造検討の考え方 (設計思想) を対象に**記載すること。

○全体

・応募技術の全体の構造検討の考え方 (設計思想) を記入すること。

○主要部材の構造検討の考え方 (設計思想)

・応募技術の構成部材のうち主要部材の役割と構造検討の考え方 (設計思想) を記入すること。

○構造計算の方法

・応募技術の構成部材のうち主要部材の役割に応じた構造計算の方法を記入すること。構造計算の方法については出典等を記載すること。
・なお、**設計計算法等が確立しておらず実験結果に基づく仕様規定となる場合や現場条件により設計定数の使い分けがある場合は、それらについても記載**すること。

2. 各資料の作成要領

応募資料の作成にあたっては、下記(1)～(7)に基づき作成するとともに、**過年度の技術比較表を参考**とすること。

(4) 既存の堤防の性能 (安定性等) を毀損しないこと (様式3)

- 既存の堤防の性能を毀損しないことについて**検討項目ごとに設計の考え方、確認方法を記載**する。(参考:「確認方法の提出(例)(別紙3)」)
- 検討項目は、**堤防に求められる基本的な機能(様式3-1)、設計に反映すべき事項(様式3-2)、設計にあたって考慮すべき事項(様式3-3、様式3-4)**とする。
- 堤防に求められる**基本的な機能(様式3-1)**における確認結果は、「**モデル堤防(別紙2(1)①)**」を基本に、**実験、実験により検証された手法による解析、解析**(これまでの経験及び実績から妥当とみなせる方法等)のいずれかの手段により求める。
- 設計に反映すべき事項(様式3-2)、設計にあたって考慮すべき事項(様式3-3)における確認結果は、別紙3を参考に実績等に基づく資料等を提出する。
- 様式3-4は、経済性、施工性に関する情報を提出する。
- 様式3-1～様式3-4における確認結果の根拠、理由については、資料名や番号をつけ、別紙で提出する。

<次頁以降で説明>

- 表面被覆型において、表面被覆材の重量が 821kg/m^2 以下であり、かつ計画堤防断面に大きく影響しない技術については、様式3の関連項目の記載は省略してもよい。ただし、透水性を阻害する表面被覆材の場合は、浸透に対する安全性の確認(様式3-1の検討項目2評価項目④、⑤)は実施すること。
- 自立型の堤防に求められる基本的な機能や設計に反映すべき事項、設計にあたって考慮すべき事項については、既存の基準類を準用して解析※することも可能である。
※既存の基準類を準用した解析とは、例えば、自立型は自立式特殊堤に準じた構造であることから、自立式特殊堤に準じた照査手法や設計に反映すべき事項、考慮すべき事項の検討方法を、適用することが可能であると考えられる。そのため、別紙3の自立型の確認方法の提出(例)には、自立式特殊堤における照査方法の例を記載している。
- その他構造については、各作用に対する損傷の発生形態、損傷した場合の堤防機能への影響、使用材料の特性等を踏まえ設定した評価項目や、各検討項目に対する具体的な照査項目や限界状態等の照査方法の規定がない。「各機能の確認方法」を応募者が個別に設定し、それに基づき「確認結果」を提出する。

技術提案を求める上での与条件（モデル堤防）

- 堤防に求める基本的な機能や越水に対する性能の確認は、モデル堤防を対象とした確認により行うことを基本とする。
- モデル堤防の形状は下図とする。
- 提案技術の構造を適切にモデル化する。
- 越水に対する性能の確認は、「実験」又は「実験により検証された解析手法」で行う。
- 「実験」又は「実験により検証された解析手法」により確認を行う場合の留意点を別紙2(1)②に整理。

【実験時の堤防縦断方向の幅の考え方】

・応募技術の性能を評価する上で必要な幅を確保する必要がある。

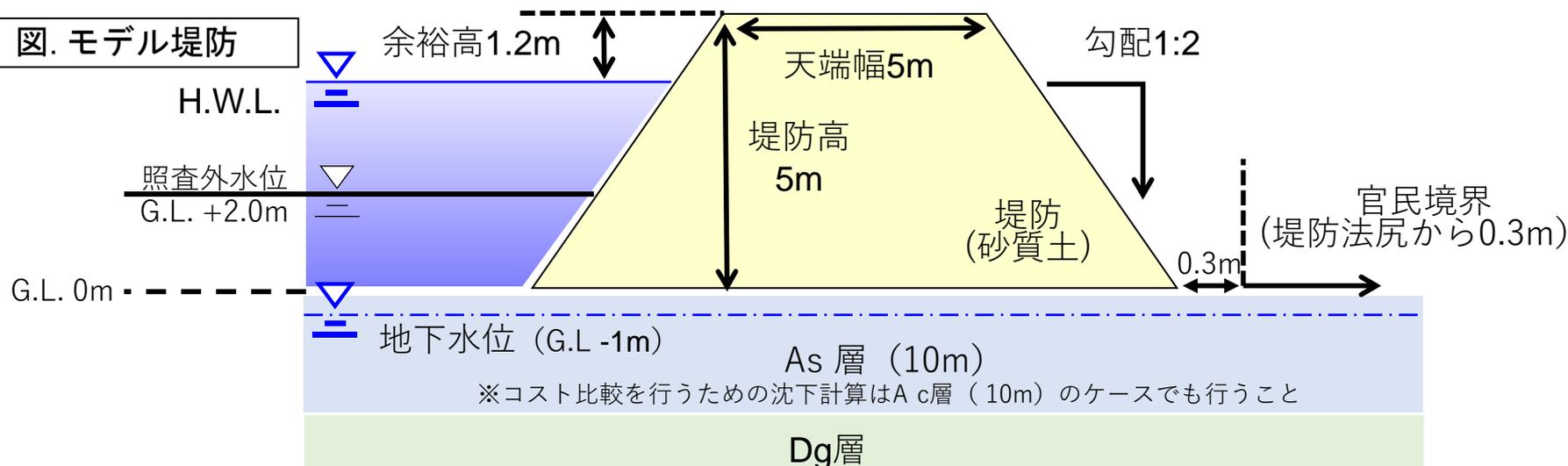
・水路内に一列以上の部材を設置可能なこと。

・水路側壁が部材の滑動や転動を拘束しないこと。



[国総研の実験水路の例]

図. モデル堤防



【補足事項】

注) コスト算出のための沈下計算はAs、Ac層で実施し、必要に応じて沈下対策費用を計上する。なお、基礎地盤 (As、Ac層) は上記堤防形状で安定しているものとし、沈下計算は強化対策後の状態で実施するものとする。

性能	外力条件			その他	
	降雨	検討水位および波形	地震動		
堤防に求める基本的な機能	常時	なし	平水位	なし	<ul style="list-style-type: none"> 自重による沈下 Acの圧密特性は、深さに関わらず一定。
	洪水時	<ul style="list-style-type: none"> 事前降雨 1mm × 200hr 本降雨 10mm × 15hr 	<p>・ 計画高水位 = 3.8m</p> <p>グラフ中の数字は時間と水位を表している</p>	なし	なし
	地震時	なし	平水位	<ul style="list-style-type: none"> 地域区分：A1強震地帯地域 地盤種別：Ⅱ種 	<ul style="list-style-type: none"> As層以外は液状化しない 照査外水位2.0m
	波浪等	なし	<ul style="list-style-type: none"> 計画高潮位 + 打上げ高3.8m 計画津波高2.5m 	なし	なし
越水に対する性能	越水時	考慮しない		なし	<ul style="list-style-type: none"> 越流水深30cmで3時間で越水させる。 川表側からの浸透対策は実施済であるものとする 越水時の堤体の浸潤状態は考慮しない。

性能確認を行なう上での与条件 (実験、解析)

④国総研で実施されている川裏側のみを再現した実験も可ということに記載

工法	性能確認手法	モデル堤防			土質条件	備考 (確認項目・様式)
		堤防	基礎地盤	地下水位		
表面被覆型	実験 ※縮尺実験あり	基本形状 ※川表法肩から堤内地側のみを再現した実験も認める	As層のみ ※層厚は任意だが、越水による洗掘深を超える層厚とする	任意	粒径加積曲線 締固め度	<ul style="list-style-type: none"> 様式3-1 (基本的な機能) 様式4 (越水性能)
	実験により検証された手法による解析	基本形状	基本形状 ※経済性の確認ではAs層及びAc層の2パターンで検討しコストを算出	基本形状	土質定数 圧密特性 ※As層は中砂相当とする	<ul style="list-style-type: none"> 様式3-1 (基本的な機能) 様式3-3 (経済性) 様式4 (越水性能)
	解析 (これまでの経験及び実績から妥当とみなせる方法等)					<ul style="list-style-type: none"> 様式3-1 (基本的な機能) 様式3-3 (経済性)
自立型・その他構造	実験 ※縮尺実験あり	基本形状 ※基本形状を前提とするが、盛土を想定しない工法の場合は、基本形状によらない。ただし、構造令上で定められている管理幅や余裕等は考慮すること	基本形状 ※As層の層厚は任意だが、越水による洗掘深を超える層厚とする。※支持層 (Dg層) を設ける	任意	粒径加積曲線 締固め度	<ul style="list-style-type: none"> 様式3-1 (基本的な機能) 様式4 (越水性能)
	実験により検証された手法による解析		基本形状 ※経済性の確認ではAs層及びAc層の2パターンで検討しコストを算出	基本形状	土質定数 圧密特性 ※As層は中砂相当とする	<ul style="list-style-type: none"> 様式3-1 (基本的な機能) 様式3-3 (経済性) 様式4 (越水性能)
	解析 (これまでの経験及び実績から妥当とみなせる方法等)※既存の基準類の準用も可	<ul style="list-style-type: none"> 様式3-1 (基本的な機能) 様式3-3 (経済性) 				

③実験で確認する性能は主に様式4 (様式3-1の堤防に求める基本的な機能を確認することも可)

- 解析と異なり、基礎地盤の種類を変えて複数回実験を実施することが困難であることを想定。
- 表面被覆型は液状化や基礎地盤の洗掘が決壊につながりやすいため、AS層を指定。
- 自立型は、支持層に支持させることを前提としているため、落下水等による洗掘影響を応募者が確認したい土質を設定。

②経済性は解析で実施することを想定。

- AS層とAC層で基礎地盤の改良費用が異なることが想定されるため、2パターンの費用算出を想定。
- 明らかにどちらかの改良費用が高い場合や、改良費用が基礎地盤の土質に影響しない場合は1パターンでよい。

①-1性能確認手法に応じ、モデル堤防の与条件 (別紙2 (1)①) を使い分ける。
(表面被覆型も同様)

①-2確認項目に応じた結果を記載する様式

実験を行う上での留意点

- 確認したい事象に影響を与える事象に対して、力学的相似則を満足すること若しくは、安全側の条件に設定すること。
- 実験で確認したい事象と、検討すべき相似条件の代表的な関係例を以下に示す。
- 対象とする構造の特性や確認したい事象をよく検討し、相似条件を吟味すること。

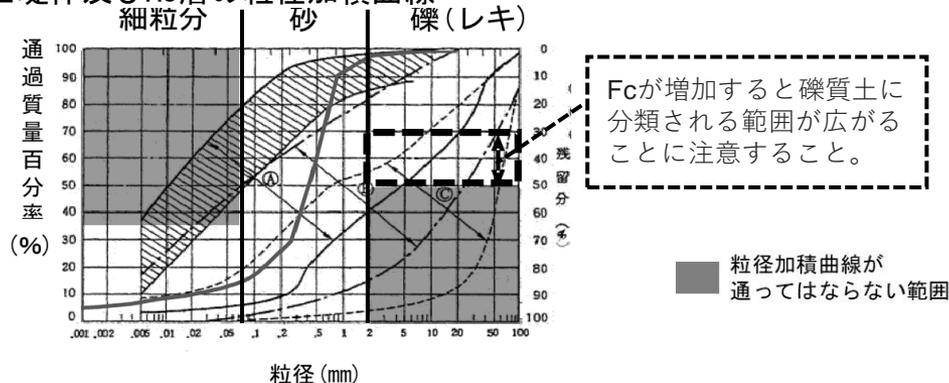
注) 堤防の形状は縮尺に応じて相似性を保つことができるが、地盤の侵食に関する相似則が確立されていないため、裏法部の侵食（洗掘）耐力については縮小できない。そのため、越流水深を模型縮尺に合わせて小さくすると、越流水深30cmに対する越水実験による性能確認を行ったことにならない。また、過去の越水実験を参考にすると、モデル堤防の高さを低くし過ぎると、裏法面の流下する際の越流水の加速が十分に行われず、越流水深30cmに応じた越水外力を裏のり面に作用させることができない。

実験で確認したい事象	検討すべき相似条件 (1G場)	検討すべき相似条件 (遠心場_縮尺1/N倍、重力N倍)
構造物の安定性	<ul style="list-style-type: none"> ・部材の特性（強度、透水性等） ・作用する外力（水圧、土圧等）等 	同左 ※実物と同様の材料を用いることで相似となる。
流体の動的挙動（流速、流量等）	<ul style="list-style-type: none"> ・フルード数（重力が影響する流体） ・レイノルズ数、ウェーバー数 (粘性が影響する流体、表面張力が影響する流体) 	同左 ※遠心場では、フルード数は、相似となる。
流体の浸透挙動	<ul style="list-style-type: none"> ・透水係数（土粒子の粒径、間隙等） ・レイノルズ数（液状化等粘性が影響する浸透挙動） 	同左
非粘着性土の侵食、洗掘	<ul style="list-style-type: none"> ・流体の動的挙動 ・シールズ数（流体のせん断力による土粒子の移動） 	同左 ※実物と同様の材料を用いるとシールズ数が相似とならない。
粘着性土の侵食、洗掘	<ul style="list-style-type: none"> ・流体の動的挙動 ・シールズ数（流体のせん断力による土粒子の移動） ・粘着力 ※粘着力の相似条件は確立されていない	同左 ※実物と同様の材料を用いるとシールズ数が相似とならない。

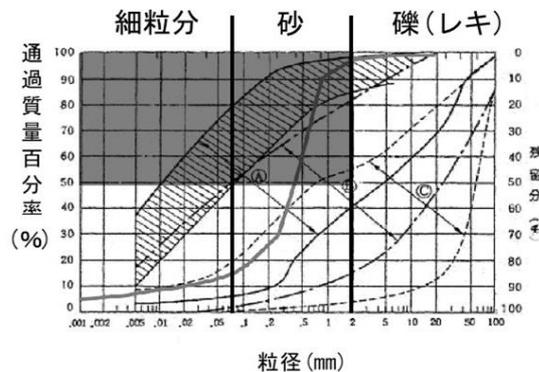
技術提案を求める上での与条件 (土質条件)

- 実験**における土質の与条件として、**粒径加積曲線**及び**締固め度**を提示する。
- 堤体及びAs層の土質は**細粒分含有率 $F_c=35\%$ 以下の砂質土**、Dg層の土質は**礫質土**とし、実験に用いた材料の粒度分布を示すこと。なお、**締固め度は90%程度**とし、越水実験前に堤体の引張破壊応力を確認する。
- 堤体及び基礎地盤 (As層) を砂質土とする場合、基礎地盤 (Dg層) を礫質土とする場合、下図に示す粒径加積曲線が通ってはいない範囲 (グレーハッチ) があることに留意する。

■堤体及びAs層の粒径加積曲線



■Dg層の粒径加積曲線



※**実際の堤防には、さまざまな粒度分布の土質材料が築堤に使用**されている。

- ・一般的に、**細粒分を多く含み透水性が低く粘着力が大きな土質材料は越水に対して強く**、細粒分が少なく透水性が高く粘着力が小さな土質材料では、越水に対して弱くなると考えられ、越水に対する性能等も土質材料によって大きく変わりうる。また、**堤体の締固め度が高い場合についても越水に対して強くなると考えられる。**
- ・**越水に対して強い土質材料を用いた場合や、締固め度が高い場合では、応募技術の越水に対する性能を適正に評価できないおそれがあるため、細粒分含有率 F_c が35%以下の砂質土、および締固め度90%程度を設定。**

○**解析**における土質の与条件として、**土質定数**及び**圧密特性**を提示する。

■土質定数一覧

土質記号	土質	単位体積重量 [kN/m ³]	内部摩擦角 [°]	粘着力 [kN/m ²]	透水係数 [cm/s]	平均N値 [回]	液状化強度比
堤体	砂質土	20	35	0(※1)	1.00E-04	10	-(※2)
As	砂質土(※3)	20	35	0	1.00E-03	10	0.225
Ac	中ぐらいの粘土	17	0	30	1.00E-05	5	-(※2)
Dg	礫質土	21	40	0	1.00E-02	50	-(※2)

※1: すべり計算時には、1kN/m²としてよい。 ※2: As層以外は、液状化しないものとする。

※3: 解析では中砂相当とする。 ※4: Acの圧密特性は、深さに関わらず一定とする。

■Acの圧密特性(※4)

圧密応力 [kN/m ²]	間隙比	平均圧密応力 [kN/m ²]	圧密係数 [cm ² /d]
0	1.797	5.0	5330
10	1.782	14.1	5150
20	1.766	28.3	4330
40	1.743	56.6	2980
80	1.656	113.1	789
160	1.458	226.3	193
320	1.247	452.6	91
640	1.055	905.1	54
1280	0.893		

確認方法の提出 (例) 【様式3-1】 (表面被覆型)

○表面被覆材の重量が821kg/m²以下であり、かつ計画堤防断面に大きく影響しない技術については、様式3の関連項目の記載は省略してもよい(例えば以下の①~⑦)。ただし、透水性を阻害する表面被覆材の場合は、浸透に対する安全性の確認(様式3-1の検討項目2 評価項目④、⑤)は実施

様式3-1 【堤防に求められる基本的な機能】		
検討項目	評価項目	確認方法の提出(例)
検討項目1: 常時の健全性を有する構造であること		
①	常時のすべり破壊に対する安全性(堤防のすべり破壊)	<設計の考え方> ・平水位を対象に、基礎地盤を含む堤防法面に対し、自重によるすべり破壊を生じさせないこと。 <確認方法> ・河川土工マニュアルに基づき、円弧すべり面法による安全率が、被覆材設置前で低下していないことを確認する。
②	自重による沈下に対する安全性(天端沈下, 周辺地盤引込沈下)	<設計の考え方> ・堤防の自重を対象に、天端および周辺地盤の引込沈下に対し、計画堤防高や周辺地盤に影響を与える沈下を生じさせないこと。 <確認方法> ・河川土工マニュアルに基づき、堤防の自重による沈下量を計算し、余盛り高基準等に定められる許容値を被覆材設置前後で下回らないことを確認する。
検討項目2: 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 侵食及び浸透並びに降雨による浸透 に対して安全な構造であること		
③	堤防の直接侵食に対する安全性(直接侵食)	<設計の考え方> ・計画高水位を対象に、堤防表法面の直接侵食に対し、堤防計画断面を欠損させないこと。 <確認方法> ・河川堤防構造検討の手引きに基づき、堤防表法面の直接侵食に対する安全性を計算し、許容値を被覆材設置前後で下回らないことを確認する。
④	浸透の作用に対する堤防の安全性(堤防のすべり)	<設計の考え方> ・計画高水位を対象に、基礎地盤を含む堤防法面に対し、自重によるすべり破壊を生じさせないこと。 <確認方法> ・河川堤防構造検討の手引きに基づき、降雨や洪水の情報を与え浸透流解析を実施し、浸透流解析に基づく浸潤線をパラメータとした円弧すべり面法による安全率が、被覆材設置前で低下していないことを確認する。
⑤	浸透の作用に対する基礎地盤の安全性(基礎地盤のパイピング)	<設計の考え方> ・計画高水位を対象に、裏のり尻近傍の基礎地盤に対し、基礎地盤のパイピング破壊を生じさせないこと。 <確認方法> ・基礎地盤が砂質土である場合は、河川堤防構造検討の手引きに基づき、降雨や洪水の情報を与え浸透流解析を実施し、浸透流解析に基づき算出された全水頭あるいは圧力水頭をもとに、裏のり尻近傍の基礎地盤の局所導動水勾配が、被覆材設置前で低下していないことを確認する。
検討項目3: 地震動の作用に対して安全な構造であること		
⑥	地震後の堤防の安全性(L2地震動沈下後の堤防高)	<設計の考え方> ・地震後の堤防を対象に、耐震性能の照査において考慮する外水位に対し、耐震性能照査上の堤防としての機能を保持すること。 <確認方法> ・河川構造物の耐震性能照査指針・解説(堤防編)に基づき、地震後の堤防の高さ等が、被覆材設置前で低下していないことを確認する。
検討項目4: 波浪等の作用に対して安全な構造であること		
⑦	施設計画上の津波による侵食に対する安全性(侵食)	<設計の考え方> ・高潮時は計画高潮位、風浪時は計画高水位または風浪が最も発達する時の河川水位以下の流水、津波発生時は計画津波高を対象に、堤防表法面、堤防天端、堤防裏法面の直接侵食に対し、堤防計画断面を欠損させないこと。 <確認方法> ・河川砂防技術基準[設計編]に基づき、津波が遡上してくる際の流速が堤防表法面の直接侵食に対する安全性と、計画津波の特性等を踏まえた計画津波水位と堤防の高さの差により生じる越波により堤防天端、堤防裏法面の直接侵食に対する安全性が被覆材設置前後で下回らないことを確認する。
検討項目5: 堤防に求められる基本的な機能を 長期的 に維持できる構造であること		
⑧	基本的な機能の長期的な安定性の確保	<設計の考え方> ・建造時のみならず、長年に渡り堤防に求められる基本的な機能(検討項目1~5)を発揮出来る構造(点検、補修方法も含む)であること。 <確認方法> ・河川と同様な環境における活用実績に基づき、生じる機能低下の内容、機能低下が生じた場合の調査方法や発見方法、機能低下が生じた場合の対応方法について確認する。

確認方法の提出 (例) 【様式 3 - 2】 (表面被覆型)

○表面被覆材の重量が821kg/m²以下であり、かつ計画堤防断面に大きく影響しない技術については、様式3の関連項目の記載は省略してもよい (例えば以下の⑨)

様式3-2 【設計に反映すべき事項】

検討項目	評価項目	確認方法の提出(例)
検討項目6: 設計に反映すべき事項		
⑨	堤体と基礎地盤との一体性、 なじみ	<p><設計の考え方></p> <ul style="list-style-type: none"> 被覆材設置後においても、被覆材設置前の土堤と同様に、堤体と基礎地盤との一体性、なじみを有していると見なす。 <p><確認方法></p> <ul style="list-style-type: none"> 被覆材が計画堤防断面に大きく入らない構造であることを確認する。
⑩	基礎地盤及び堤体の構造及び 調査精度 に起因する不確実性	<p><設計の考え方></p> <ul style="list-style-type: none"> 被覆材設置後においても、被覆材設置前の土堤と同様に、「基礎地盤及び堤体の構造及び調査精度に起因する不確実性」や「基礎地盤及び堤体の不均質性に起因する不確実性」に対応できていると見なす。 土堤部の変状等による、表面の変状の現れ方が整理されており、点検で容易に確認出来るとともに、生じた不陸に対して盛土を行なう等により比較的容易に計画堤防断面を維持することが出来ること。 <p><確認方法></p> <ul style="list-style-type: none"> 被覆材が計画堤防断面に大きく入らない構造であることを確認する。
⑪	基礎地盤及び 堤体の不均質性 に起因する不確実性	<p><設計の考え方></p> <ul style="list-style-type: none"> 被覆材が計画堤防断面に大きく入らない構造であることを確認する。 また、土堤の計画堤防断面に影響が生じる場合においても、容易に計画堤防断面が維持できる構造であること等を確認する。 <p>例えば、被覆材を撤去し、盛土後に被覆材を再設置できる構造となっていること等</p>
⑫	不同沈下 に対する修復の容易性	<p><設計の考え方></p> <ul style="list-style-type: none"> 被覆材設置後においても、被覆材設置前の土堤と同様に、修復・復旧・嵩上げ、拡幅は、盛土を行なう等比較的容易に修復・復旧・嵩上げ、拡幅が容易であること。
⑬	損傷した場合の 復旧の容易性 等	<p><確認方法></p> <ul style="list-style-type: none"> 被覆材が計画堤防断面に大きく入らない構造であることを確認する。 また、土堤の計画堤防断面に影響が生じる場合においても、容易に修復・復旧・嵩上げ、拡幅ができる構造であること等を確認する。 <p>例えば、被覆材を撤去し、盛土後に被覆材を再設置できる構造となっていること等</p>
⑭	嵩上げ、拡幅等の 機能増強 の容易性	<p><設計の考え方></p> <ul style="list-style-type: none"> 被覆材設置後においても、被覆材設置前の土堤と同様に、修復・復旧・嵩上げ、拡幅は、盛土を行なう等比較的容易に修復・復旧・嵩上げ、拡幅が容易であること。

- ⑮～⑰については、提出できるようであれば提出する。
- ⑲⑳については様式3-4とも整合すること

様式3-3 【設計にあたって考慮すべき事項】

検討項目	評価項目	確認方法の提出(例)
検討項目7:設計にあたって考慮すべき事項		
⑮	環境及び景観の調和	<設計の考え方> ・設計対象区域周辺の環境及び景観との調和を考慮し、例えば、緑化、意匠等の工夫等の必要な対応を実施する。 <確認方法> ・環境及び景観と調和する構造であることを示す資料や、配慮が可能な点(地下水、修景、植栽、生態系等)があれば提出する
⑯	事業実施による地域への影響	<設計の考え方> ・事業実施による地域への影響については、用地取得や遮水工による地下水阻害等の事業実施による地域への影響の可能性等を考慮し、必要な対応を実施する。 <確認方法> ・事業実施による地域への影響を考慮した構造であることを示す資料や、配慮が可能な点(地下水阻害による影響の対応等)があれば提出する
⑰	公衆の利用	<設計の考え方> ・公衆の利用についての必要な対応を実施する。 <確認方法> ・公衆の利用への配慮が可能な点(天端等の利活用及びその安全性等)があれば 提出する
⑱	維持管理の容易性	<設計の考え方> ・不可視部を含め、通常の維持管理が可能な構造であること。 <確認方法> ・本設の河川堤防としての維持管理の実績を有すること。もしくは不可視部を含め「点検・評価要領での点検」が可能であること※を確認する。 ※不可視部を含め「点検・評価要領での点検」が可能であること※については、不可視部の変状の表面への現れ方が整理されているかを確認する。 ※不可視部に対して「点検・評価要領※での点検」が可能ではない場合については他の点検手法の提案があり、想定される不可視部分の変状を確認する手法として適切であり、目視等と比べて点検が同程度に容易であることを確認する。
⑲	経済性	<設計の考え方> ・経済性の検討に当たっては、構造物の耐久性と合わせてライフサイクルコストを考慮する。例えば、施工時のコスト(材料費、施工費)に加え、長期間機能を維持するための点検、部材の補修・更新等を含めた維持管理コストも考慮し、経済性の高い構造を選択する。 <確認方法> ・天端を含む、河川縦断方向における1m当たりの施工単価(材料、人件費、損料、特許料を含む 単価は東京単価で行う)を提出する。
⑳	構造物の耐久性	<設計の考え方> ・今までの耐久性の実績が十分確認されている土堤を用いる。十分な耐久性を有する被覆材、もしくは耐久性の実績が十分確認されている被覆材を用いる。 <確認方法> ・被覆材が計画堤防断面に大きく入らない構造であることを確認する。 ・使用する材料の耐久年数や、材料の品質に影響する項目に対する試験結果等が網羅的に提出。 ・被覆する材料等の耐久性は、河川の表のり護岸として供用され、維持管理・修復等を実施した実績を確認する。 ・実績がない場合は、不可視部を含め「部材の耐久性をあげることで変状に対応すること」や「耐久年数を超過した部材交換が可能であること」に加え、「使用材料の耐久性を超過して以降の、堤防の機能を確保するための措置が検討されている」ことを確認する。
㉑	施工性	<設計の考え方> ・施工性については、設計対象区域の施工現地状況に応じて施工性を考慮し、必要な対応を実施する。例えば、特殊な重機、特殊技能が必要でない工法を選択したり、狭隘な施工環境で効率的に施工できるよう施工手順を工夫するなどが考えられる。 <確認方法> ①～⑤について確認し、提出する。 ①施工幅はどの程度必要か(作業ヤード等の制約) ②日施工量(8h/日) ③施工の容易性(必要な作業員の職種と人数) ④市場性(使用実績、特殊な重機が必要な場合はその市場台数、特許技術に伴う施工者の制約があるか) ⑤有害物質の使用の有無と対策方法

○自立型の堤防に求められる基本的な機能や設計に反映すべき事項、設計にあたって考慮すべき事項については、**既存の基準類を準用して解析※することも可能**である。

※既存の基準類を準用した解析とは、例えば、**自立型は自立式特殊堤に準じた構造であることから、自立式特殊堤に準じた照査手法や設計に反映すべき事項、考慮すべき事項の検討方法を、適用することが可能であると考えられる**。そのため、別紙3の自立型の確認方法の提出(例)には、自立式特殊堤における照査方法の例を記載している。

様式3-1 【堤防に求められる基本的な機能】

検討項目	評価項目	確認方法の提出(例)
検討項目1: 常時の健全性を有する構造であること		
①	部材の安全性	<設計の考え方> ・平水位を対象に、自重・水圧・土圧に対し自立式特殊堤を構成する部材が安全であること。 <確認方法> ・道路土工擁壁工指針を準用し、応力度照査により確認する
②	堤体自体の安定性	直接基礎の場合 <設計の考え方> ・平水位を対象に、自重・水圧・土圧・上載荷重(交通荷重)に対し自立式特殊堤が安定していること。 <確認方法> ・道路土工擁壁工指針を準用し、自立式堤体の滑动・転倒・支持に対する安定性を確認する。 杭基礎の場合 <設計の考え方> ・平水位を対象に、自重・水圧・土圧・上載荷重(交通荷重)に対し、自立式特殊堤自体の安定性、部材が安全であること。 <確認方法> ・道路橋示方書・同解説を準用し、応力度照査により杭の安定性、部材の安全性を確認する。
③	基礎地盤含む全体の安定性	<設計の考え方> ・平水位を対象に、自重・上載荷重(交通荷重)に対し、基礎地盤を含む自立式特殊堤全体が安全であること。 <確認方法> ・道路土工擁壁工指針を準用し、円弧すべり法により、基礎地盤を含む自立式特殊堤の安定性を確認する。
④	沈下に対する安定性	<設計の考え方> ・平水位を対象に、自重・上載荷重(交通荷重)に対し、自立式特殊堤が沈下に対して安定していること。なお、沈下を抑制する基礎形式(良質な地盤への直接基礎または杭基礎による支持)とする場合は自立式特殊堤の沈下に対する検討を省略する。 <確認方法> ・良質な地盤への支持が困難な場合には、道路土工擁壁工指針を準用し、自立式特殊堤の圧密沈下に対する安定性を確認する。
検討項目2: 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 侵食及び浸透並びに降雨による浸透 に対して安全な構造であること		
⑤	部材の安全性	<設計の考え方> ・計画高水位を対象に、自重・水圧・土圧に対し自立式特殊堤を構成する部材が安全であること。 <確認方法> ・道路土工擁壁工指針を準用し、応力度照査により確認する。
⑥	堤体自体の安定性	直接基礎の場合 <設計の考え方> ・計画高水位を対象に、自重・水圧・土圧・上載荷重(交通荷重)に対し自立式特殊堤が安定していること。 <確認方法> ・道路土工擁壁工指針を準用し、自立式堤体の滑动・転倒・支持に対する安定性を確認する。 杭基礎の場合 <設計の考え方> ・計画高水位を対象に、自重・水圧・土圧・上載荷重(交通荷重)に対し、自立式特殊堤自体の安定性、部材が安全であること。 <確認方法> ・道路橋示方書・同解説を準用し、応力度照査により杭の安定性、部材の安全性を確認する。
⑦	全体の安定性	<設計の考え方> ・計画高水位を対象に、自重・上載荷重(交通荷重)に対し、基礎地盤を含む自立式特殊堤全体が安全であること。 <確認方法> ・道路土工擁壁工指針を準用し、円弧すべり法により、基礎地盤を含む自立式特殊堤の安定性を確認する。
⑧	基礎地盤の浸透に対する安全性	<設計の考え方> ・自立部と基礎地盤との境界部でパイピングを生じさせない構造であること。 <確認方法> ・河川砂防技術基準に従い、レインの加重クリーブ比を用いて確認する。

○検討項目5：堤防に求められる基本的な機能を長期的に維持できる構造であること については、**建設時のみならず、長期に渡り堤防に求められる基本的な機能（検討項目1～4の機能）を発揮出来る構造（点検、補修方法も含む）**であることが必要。
 (表面被覆型も同様)

検討項目3: 地震動の作用に対して安全な構造であること

⑨	地震後の堤防の安全性	<設計の考え方> ・L1地震動に対し耐震性能1(健全性を損なわない性能_各部材の弾性域を超えない範囲にあること)を有する構造であること。 ・L2地震動に対し耐震性能2(機能を保持する性能_堤内地盤高に応じて、目地開きの高さが照査外水位を下回らないこと)、又は耐震性能3(機能の回復が速やかに行ない得る性能_慣性力が堤体の地震時保有水平耐力を下回らないこと)を有する構造であること。 <確認方法> ・L1地震動に対しては、河川構造物の耐震性能照査指針・解説(自立式構造の特殊堤編)に従い、静的照査法(震度法)を用いて確認する。 ・L2地震動に対しては、河川構造物の耐震性能照査指針・解説(自立式構造の特殊堤編)に従い、静的照査法(地震時保有水平耐力法)を用いて確認する。
---	------------	---

検討項目4: 波浪等に対する安全性を有する構造であること

⑩	部材の安全性	<設計の考え方> ・高潮時は計画高潮位、風浪時は計画高水位または風浪が最も発達する時の河川水位以下の流水、津波発生時は計画津波高を対象に、自重・水圧・波圧・土圧に対し自立式特殊堤を構成する部材が安全であること。 <確認方法> ・道路土工擁壁工指針を準用し、応力度照査により確認する。
⑪	堤体自体の安全性	直接基礎の場合 <設計の考え方> ・高潮時は計画高潮位、風浪時は計画高水位または風浪が最も発達する時の河川水位以下の流水、津波発生時は計画津波高を対象に、自重・水圧・波圧・土圧・上載荷重(交通荷重)に対し自立式特殊堤が安定していること。 <確認方法> ・道路土工擁壁工指針を準用し、自立式堤体の滑動・転倒・支持に対する安定性を確認する。 杭基礎の場合 <設計の考え方> ・高潮時は計画高潮位、風浪時は計画高水位または風浪が最も発達する時の河川水位以下の流水、津波発生時は計画津波高を対象に、自重・水圧・土圧・上載荷重(交通荷重)に対し、自立式特殊堤自体の安定性、部材が安全であること。 <確認方法> ・道路橋示方書・同解説を準用し、応力度照査により杭の安定性、部材の安全性を確認する。
⑫	全体の安定性	<設計の考え方> ・高潮時は計画高潮位、風浪時は計画高水位または風浪が最も発達する時の河川水位以下の流水、津波発生時は計画津波高を対象に、自重・上載荷重(交通荷重)に対し、基礎地盤を含む自立式特殊堤全体が安全であること。 <確認方法> ・道路土工擁壁工指針を準用し、円弧すべり法により、基礎地盤を含む自立式特殊堤の安定性を確認する。
⑬	高潮時の波浪に対する安全性(侵食、越波)	<設計の考え方> ・高潮時は計画高潮位、風浪時は計画高水位または風浪が最も発達する時の河川水位以下の流水、津波発生時は計画津波高を対象に、越波により自立式特殊堤の天端、堤外地側の部材等が欠損しないこと。 <確認方法> ・河川砂防技術基準[設計編]に基づき、計画津波の特性等を踏まえた計画津波水位と堤防の高さの差により生じる越波に対する安全性が許容値を満たしていることを確認する。

検討項目5: 堤防に求められる基本的な機能を長期的に維持できる構造であること

⑭	基本的な機能の長期的な安定性の確保	<設計の考え方> ・建設時のみならず、長期に渡り堤防に求められる基本的な機能(検討項目1～4)を発揮出来る構造(点検、補修方法も含む)であること。 <確認方法> ・河川と同様な環境における活用実績に基づき、生じる機能低下の内容、機能低下が生じた場合の調査方法や発見方法、機能低下が生じた場合の対応方法について確認する。
---	-------------------	--

確認方法の提出 (例) 【様式 3 - 2】 (自立型)

○自立型は容易に復旧、修復、機能増強が行えないことを前提に考える必要がある。

様式 3-2 【設計に反映すべき事項】

検討項目	評価項目	確認方法の提出(例)
検討項目 6: 設計に反映すべき事項		
⑮	基礎地盤と堤体が一体となつて なじむ こと(堤防機能に影響するほどの水みちが生じない構造であること)	<p><設計の考え方></p> <ul style="list-style-type: none"> 自立式特殊堤本体と基礎地盤との一体性、なじみの悪さが、パイピングに対する堤防の弱点となる可能性がある。レインの式は、多くのアースフィルダムの決壊・漏水事例から経験的に導き出された式で、有効浸透路長の算出において、底版と基礎地盤との水平境界面のなじみが悪いことを考慮し、浸透路長を低減させる。このようなレインの式によって浸透安全性の検討し、遮水工を設置することによって対応する。数は少ないが、我が国の自立式特殊堤の漏水・噴砂等の被災事例は、レインの式を満足していないためであることが確認されている。 <p><確認方法></p> <ul style="list-style-type: none"> 検討項目 2⑧基礎地盤の浸透に対する安全性と同様にレインの加重クリープ比を用いて確認する(⑧と同様)ことで反映されている。
⑯	基礎地盤及び堤体構造の 不確実性 に対する安全性(基礎地盤及び堤体の構造及び性状に係る調査精度に起因する不確実性への反映)	<p><設計の考え方></p> <ul style="list-style-type: none"> 自立式特殊堤本体に用いられる材料は、コンクリート、鋼矢板若しくはこれに準ずる構造のものであり、堤体の調査精度に起因する不確実性及び不均質性に起因する不確実性は大きくないことから、適切な材料を用いることで、堤体に係る不確実性は、設計において反映されるとみなすことができる。基礎地盤の構造及び性状に係る調査精度に起因する不確実性及び不均質性に起因する不確実性については、自立式特殊堤本体の安定性及基礎地盤等を含む全体の安定性に対して、安全率を考慮することによって対応し、レインの式によって耐浸透性能の照査を行うことによって対応する。レインの式は数多くの被災事例を根拠としており、被災事例にはこれらの不確実性が内在しているためである。また、数は少ないが、我が国の自立式特殊堤の漏水・噴砂等の被災事例において、レインの式を満足していなかったことが確認されている。 <p><確認方法></p> <ul style="list-style-type: none"> 堤体の材料や施工に伴う不均質性については設計で十分反映されていることを確認するとともに、基礎地盤の材料や施工に伴う不均質性について、被災事例を根拠としているレイン式により確認を行なう。基礎地盤におけるレイン式については検討項目 2⑧基礎地盤の浸透に対する安全性を確認する(⑧と同様)ことで反映されている。
⑰	基礎地盤及び堤体構造の 不確実性 に対する安全性(基礎地盤及び堤体の不均質性に起因する不確実性の設計への反映)	<p><設計の考え方></p> <ul style="list-style-type: none"> 良質な支持層へ支持させることで特殊堤本体の沈下量を抑制(堤防の高さを確保)する。実際に生じうる多少の不同沈下に対しては、適切な間隔の目地を設置することによって不同沈下により堤体の健全性及安定性が損なわれず、修復も容易となる。 <p><確認方法></p> <ul style="list-style-type: none"> 検討項目 1④沈下に対する安定性と同様に沈下を抑制する基礎形式あるいは、自立式特殊堤の圧密沈下に対する安定性を有していることを確認する。その上で、不同沈下が生じても容易に修復できる範囲に収まるように設計※されていることを確認する。 ※例えば、一定間隔で目地を設置する等
⑱	不同沈下 に対して修復が容易であること(堤防機能に影響する程の不同沈下が生じない構造であること、あるいは不同沈下が生じても容易に修復できる範囲におさまるように設計されていること)	<p><設計の考え方></p> <ul style="list-style-type: none"> 設計の対象とする状況において、構造物の健全性及安全性を確保することによって、損傷させないことが基本的な考え方である。この中には、不同沈下に対する修復の容易性と同じ考え方(良質な支持層に支持させることで変位を抑制し、実際に生じうる多少の変位は目地で吸収し、本体への損傷を抑制)も含まれる。また、地震時のうち、構造物によっては、レベル2地震動に対して、地震による損傷が限定的なものにとどまり、自立式特殊堤としての機能の回復が速やかにい行い得る性能を有するよう設計することに対応する。 <p><確認方法></p> <ul style="list-style-type: none"> 検討項目 6: ⑮堤防機能に影響する程の不同沈下が生じない構造であること、あるいは不同沈下が生じても容易に修復できる範囲におさまるように設計されていることに加え、検討項目 3⑨地震後の堤防の安定性を有していることで反映されていることを確認する。
⑳	かさ上げ、拡幅の 機能増強 が容易であること(嵩上げ、拡幅の必要がない設計であること、あるいは嵩上げ、拡幅について土堤と同等以上の容易さを有する構造であること)	<p><設計の考え方></p> <ul style="list-style-type: none"> 将来の計画変更や長期的な沈下が想定される場合に、事前対応と将来の対応の総合比較を行い、事前対応が有利と判断される場合には、事前対応を行うものとする。 一般に、土堤と異なり自立式特殊堤は将来の対応が難しい。そのため、嵩上げ等の計画がある場合には、将来の荷重増加を考慮した設計を実施することが望ましい。 <p><確認方法></p> <ul style="list-style-type: none"> 将来の計画変更が想定される場合において、事前の対応と将来の対応(構造変更、改築等)の総合比較を行い対応できる構造であることを確認する。あるいは嵩上げ、拡幅について土堤と同等以上の容易さを有する構造であることを確認する。

○現状のなじみの考え方と、なじみを評価する上で留意すべき事項を以下に示す。

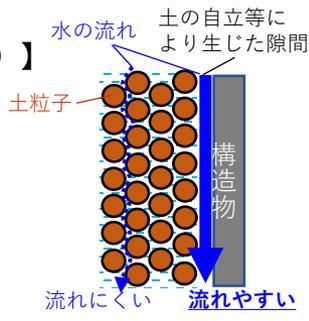
・なじみの考え方

観点	考え方
水の流れやすさ	<ul style="list-style-type: none"> ・緩みや隙間があると水が流れやすい。 ・土と構造物の境界面等では、土のみの状態と比較して水が流れやすい。
土の移動しやすさ	<ul style="list-style-type: none"> ・土圧が一様に作用しない状態や不飽和状態等で拘束圧が作用しない領域があると、土が移動しやすい。

・各部位で留意すべき事項

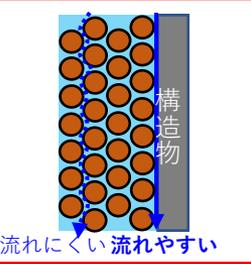
【①構造物との鉛直境界面のなじみ
（地下水位より上の不飽和領域、堤体部）】

- ・土が自立し、拘束圧が作用しない領域が生じやすく、緩みや隙間ができやすい。
- ・堤体と構造物の**変形・振動特性**の違いによっても拘束圧が作用しない領域が生じやすい。
- ・緩みや隙間部では水が流れやすい。
⇒**なじみが悪い**



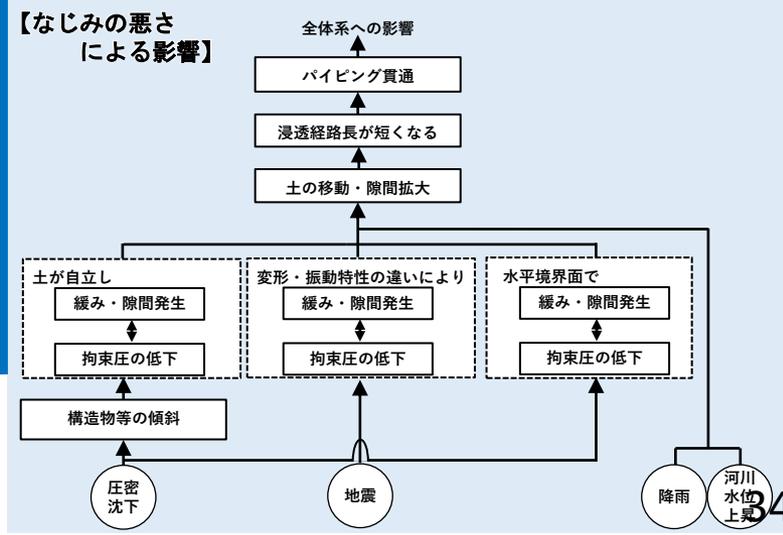
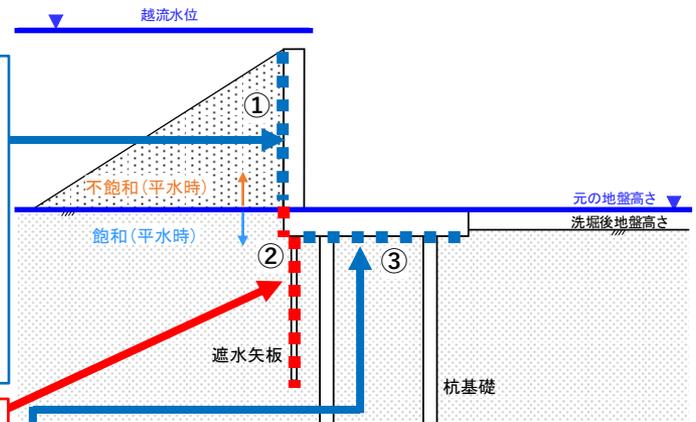
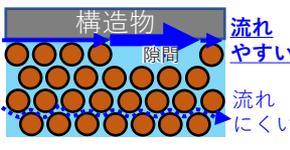
【②構造物との鉛直境界面のなじみ
（地下水位より下の飽和領域、基礎地盤部）】

- ・拘束圧によって土と構造物が密に接触することで、構造物との境界面に緩みや隙間ができづらい。
- ・土のみの状態と比較して水が流れやすいが、緩みや隙間がある箇所と比較して水は流れにくい。
⇒**不飽和領域や水平境界面と比較してなじみは悪くはない**



【③構造物との水平境界面のなじみ】

- ・剛体底面には**土圧が一様に作用しづらく**、拘束圧が作用しない領域が生じ、緩みや隙間ができやすい。
- ・杭等による剛支持の場合、基礎地盤に**沈下（圧密、液状化）**が生じると緩みや隙間ができやすい。
⇒**なじみが悪い**



※本資料の内容は現時点での知見を踏まえた内容であり、今後の議論・実験等を踏まえて随時更新していくものである。

○照査時の構造物と地盤のなじみの悪さの考慮の仕方について、参考資料*では例としてレインの荷重クリープ比による浸透経路長にて考慮することとしている。

※参考資料：「粘り強い河川堤防の技術開発に当たっての参考資料【自立型】令和4年12月」

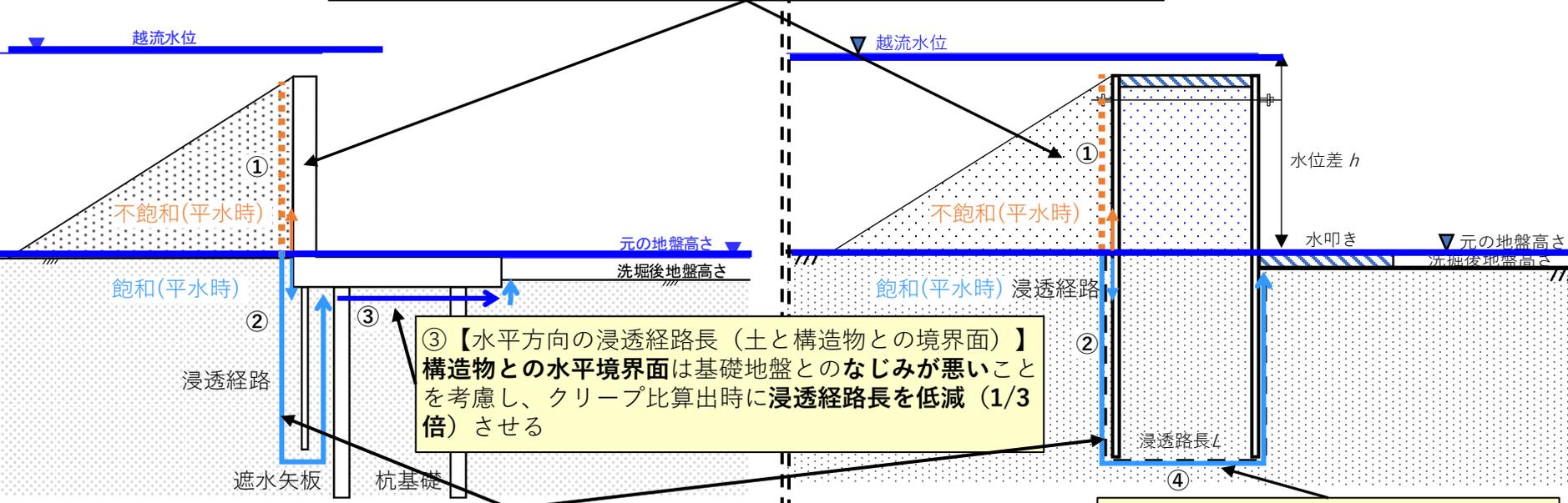
■なじみの悪さを考慮した浸透経路長の設定

- ・鉛直方向の浸透経路長 ⇒ 構造物の形状（突出部）、平水時の飽和状態を考慮して設定
- ・水平方向の浸透経路長 ⇒ 土と構造物の境界面は浸透経路長を低減(1/3倍)して設定

コンクリート擁壁

鋼矢板二重壁

①【鉛直方向の浸透経路長（不飽和領域）】
平水時に主に**不飽和状態**であり、盛土と構造物との間については**なじみが悪い**と考えられることから、**浸透経路として見込まない**



③【水平方向の浸透経路長（土と構造物との境界面）】
構造物との**水平境界面は基礎地盤とのなじみが悪い**ことを考慮し、クリープ比算出時に**浸透経路長を低減（1/3倍）**させる

②【鉛直方向の浸透経路長（飽和領域）】
平水時に主に**飽和状態**であり、基礎地盤と構造物との間については①、③と比較してなじみは悪くないと考えられることから、**浸透経路として見込む**。

④【水平方向の浸透経路長】
構造物との**水平境界面ではないので**、浸透経路長の低減（1/3倍）はしない

*本資料の内容は現時点での知見を踏まえた内容であり、今後の議論・実験等を踏まえて随時更新していくものである。

様式3-3 【設計にあたって考慮すべき事項】

検討項目	評価項目	確認方法の提出(例)
検討項目7: 設計にあたって考慮すべき事項		
⑳	・環境及び景観の調和	<設計の考え方> ・設計対象区域周辺の環境及び景観との調和を考慮し、例えば、緑化、意匠等の工夫等の必要な対応を実施する。 <確認方法> ・環境及び景観と調和する構造であることを示す資料や、配慮が可能な点(地下水、修景、植栽、生態系等)があれば提出する
㉑	・事業実施による地域への影響	<設計の考え方> ・事業実施による地域への影響については、用地取得や遮水工による地下水阻害等の事業実施による地域への影響の可能性等を考慮し、必要な対応を実施する。 <確認方法> ・事業実施による地域への影響を考慮した構造であることを示す資料や、配慮が可能な点(地下水阻害による影響の対応等)があれば提出する
㉒	・公衆の利用	<設計の考え方> ・公衆の利用についての必要な対応を実施する。例えば、遊歩道として自立式特殊堤の一部を利用する事例もある。 <確認方法> ・公衆の利用への配慮が可能な点(天端等の利活用及びその安全性等)があれば提出する
㉓	・維持管理の容易性	<設計の考え方> ・自立式特殊堤として通常の維持管理が可能であることと解釈できる。具体には、目視可能な箇所については通常の点検・補修を実施することで対応するが、点検や補修が容易でない部材や事象に対しては、十分な安全性と耐久性を与えることで対応する。土の中に埋められるコンクリート部材は点検や補修が容易ではないため、『道路土工－擁壁工指針』等におけるコンクリートのかぶり厚さを厚くすることが例示として挙げられる。 <確認方法> ・本設の河川堤防としての維持管理の実績を有すること。もしくは不可視部を含め「点検・評価要領での点検」が可能であること※を確認する。 ※不可視部を含め「点検・評価要領での点検」が可能であること※については、例えば、不可視部に対して点検が出来ないことから「部材の耐久性をあげることで変状に対応する」、「基礎地盤に十分に支持させることにより変状等が表面に生じる構造」とし、点検・評価要領での点検を行なえる構造であること等を確認する。 ※不可視部に対して「点検・評価要領※での点検」が可能ではない場合については他の点検手法の提案があり、想定される不可視部分の変状を確認する手法として適切であり、目視等と比べて点検が同程度に容易であることを確認する。
㉔	・経済性	<設計の考え方> ・経済性の検討に当たっては、構造物の耐久性と合わせてライフサイクルコストを考慮する。例えば、施工時のコスト(材料費、施工費)に加え、長期間機能を維持するための点検、部材の補修・更新等を含めた維持管理コストも考慮し、経済性の高い構造を選択する。 <確認方法> ・天端を含む、河川縦断方向における1m当たりの施工単価(材料、人件費、損料、特許料を含む 単価は東京単価で行う)を提出する。
㉕	・構造物の耐久性	<設計の考え方> ・十分な耐用年数を有する材料を使用し、例えば鉄筋であれば十分な被り厚さを確保したり、鋼矢板であれば防食や適切な腐食代を見込むなどで対応する。点検・補修により耐久性を維持することや、場合によっては更新を容易に実施可能とすることも対応可能である。 <確認方法> ・使用する材料の耐用年数や、材料の品質に影響する項目に対する試験結果等*が網羅的に提出されているか確認する。 ・河川構造物の安定性を確保するために洪水等の水圧および土圧を同時に考慮した本設の「自立型」としての実績※を確認することに加え、不可視部を含め「①部材の耐久性をあげることで変状に対応すること」、「②耐用年数を超過した部材交換が可能であること」、「③使用材料の耐久性を超過して以降の堤防の機能を確保するための措置」が反映された構造であること確認する。 ※洪水等の水圧および土圧を同時に考慮した本設の「自立型」としての実績がない場合、少なくとも土圧に抵抗し 自立する本設の本体構造(例えば、道路擁壁等)としての設計が可能な技術であることを確認する。
㉖	・施工性	<設計の考え方> ・施工性については、設計対象区域の施工現地状況に応じて施工性を考慮し、必要な対応を実施する。例えば、特殊な機器、特殊技能が必要でない工法を選択したり、自立式特殊堤でありがちな狭隘な施工環境で効率的に施工できるよう施工手順を工夫するなど考えられる。 <確認方法> ・①～⑤について確認し、提出する。 ①施工幅はどの程度必要か(作業ヤード等の制約) ②日施工量(8h/日) ③施工の容易性(必要な作業員の職種と人数) ④市場性(使用実績、特殊な重機が必要な場合はその市場台数、特許技術に伴う施工者の制約があるか) ⑤有害物質の使用の有無と対策方法

○その他構造については、各作用に対する損傷の発生形態、損傷した場合の堤防機能への影響、使用材料の特性等を踏まえ設定した評価項目や、各検討項目に対する具体的な照査項目や限界状態等の照査方法の規定がない。「各機能の確認方法」を応募者が個別に設定し、それに基づき「確認結果」を提出する。

様式3	評価項目	確認方法の提出(例)
① 既存の堤防の性能を毀損しない	【堤防に求められる基本的な機能】	<p>○その他構造については、各作用に対する損傷の発生形態、損傷した場合の堤防機能への影響、使用材料の特性等を踏まえ設定した評価項目や各評価項目に対する具体的な照査項目、限界状態等の照査方法の規定がない。</p> <p>○「各機能の確認方法」を応募者が個別に設定し、それに基づき「確認結果」を提出する。</p>
	検討項目1: 常時の健全性を有する構造であること	
	検討項目2: 侵食の作用に対して安全な構造であること	
	検討項目3: 浸透の作用に対して安全な構造であること	
	検討項目4: 地震動の作用に対して安全な構造であること	
	検討項目5: 波浪等の作用に対して安全な構造であること	
	検討項目6: 長期の安全性の確保	
	【設計に反映すべき事項】	
検討項目7: 設計に反映すべき事項		
【設計にあたって考慮すべき事項】		
検討項目8: 設計にあたって考慮すべき事項		
様式4		
② 越水に対する性能	【越水に対する性能に関する情報】	
	検討項目9: 決壊に至るまでの主要なプロセス、破壊の変状連鎖図	
	検討項目10: 越水に対する粘り強い性能を有する構造であること	
	検討項目11: 信頼性向上のための検討	

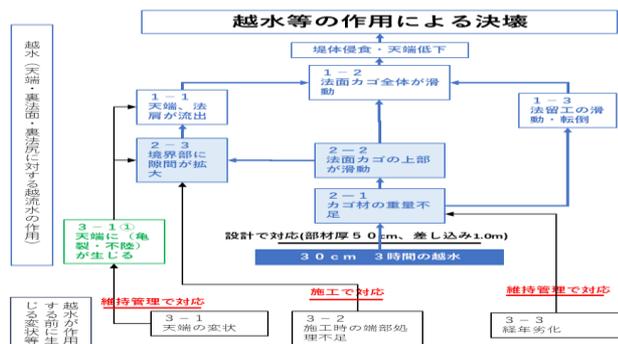
応募作成要領の概要説明 (p13 各資料の作成要領 (5) 越水に対する性能を有すること (様式4))

(5) 越水に対する性能を有すること (様式4)

以下の3つの様式を提出する。様式4については、実験、実験により検証された手法による解析による確認結果を提出する。

- 様式4-1 (検討項目 9: 決壊に至るまでの主要なプロセス、破壊の変状連鎖図)
- 様式4-2 (検討項目 10: 越水に対する粘り強い性能を有する構造であること)
- 様式4-3 (検討項目 11: 信頼性向上のための検討)

様式4-1 検討項目9: 決壊に至るまで変状連鎖図



様式4-2 検討項目10: 越水に対する粘り強い性能を有する構造であること

検討項目	第2回公募における様式4(案)の記入例																								
10	<p>【STEP1】越水に対する粘り強い性能を有する構造であること</p> <p>プロセスの確認方法 <input type="checkbox"/> 単一実験や解析 <input checked="" type="checkbox"/> 複数実験や解析 (1/2縮尺模型実験 (堤高1.0m) → 非縮尺模型実験 (堤高2.0m - 5.0m間隔上))</p> <p>上記プロセスの確認方法を用いる場合の公募要領上の留意点等 ・公募要領に記載されている「堤防高さ2m以上を確保したうえで「越水水深は概ね設計で越水水深30cmを作用させる」とも、被覆材は幅が広いこと」に基づき、2m以上の非縮尺模型実験によりパターンの検証を行う。</p> <p>実験等の条件 【制約】 ・堤 高: 2.0m ・天 端 幅: 3.0m ・法 勾 配: 1:2.0 ・土 質: 堤体土砂質土 (粗粒含有率$F_c=20.1\%$の砂質土) ※粗粒の比重$\gamma_s=2.65\text{g/cm}^3$ ※砂目の割合96.2%程度 ・境界の位置: 1.0m</p> <p>【外力】 ・越水水深: 3.0cm ・越水時間: 3時間</p> <p>【設置材料】 ・カゴ (被覆材厚50kg/m^2) ・底500mm、幅6mm、目合い$50 \times 50\text{mm}$の透水性鉄カゴ ・吸出し防止材 厚10mm、透水係数$1 \times 10^{-2}\text{cm/s}$以上</p> <p>【その他実験時の配慮事項】 ・実験は、概30mの水深で実施。 ・表土面には、実験の効率化のため固定部を設けており、表土面からの浸透は考慮していない。カゴ設置工は透水性が高い構造であるため、浸透の影響は小さいものとして実験を実施。 ・水頭差による堤体土の侵食を避けるため、吸出し防止材をカゴ枠部から側面に向けておき排水まで引き上げることで対応した。</p> <p>越水に対して粘り強い性能を有していることを判断するための確認項目および確認方法</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>変状連鎖図</th> <th>(確認項目)</th> <th>(確認方法)</th> <th>(確認結果)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1-1-2</td> <td>・表面被覆構造が全体的又は部分的に滑動、めくれ、変形して土質が露出していないことを確認する。</td> <td>・実験前後の全量を測定および写真により面的に計測する。</td> <td>・根拠4-11①参照</td> </tr> <tr> <td>1-3</td> <td>・法留部の基礎地盤が侵食される等により、法留保工の安定性が低下していないことを確認する。</td> <td>・根拠4-11②参照</td> <td></td> </tr> <tr> <td>1-1</td> <td>・天端保工や法留部に隙間が生じ、浸食が進行していないことを確認する。</td> <td>・根拠4-11③参照</td> <td></td> </tr> <tr> <td>1-2</td> <td>・表面被覆材の端部・重ね部、法留部などから土砂の吸出しを受けていないことを確認する。</td> <td>・被覆材が亀裂・変形や実験前後の全量を測定および写真により面的に計測する。</td> <td>・根拠4-11④参照</td> </tr> <tr> <td>1-2</td> <td>・表面被覆材と土質との間に、高流速が生じ、侵食が進行していないことを確認する。</td> <td>・根拠4-11⑤参照</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	変状連鎖図	(確認項目)	(確認方法)	(確認結果)	1-1-2	・表面被覆構造が全体的又は部分的に滑動、めくれ、変形して土質が露出していないことを確認する。	・実験前後の全量を測定および写真により面的に計測する。	・根拠4-11①参照	1-3	・法留部の基礎地盤が侵食される等により、法留保工の安定性が低下していないことを確認する。	・根拠4-11②参照		1-1	・天端保工や法留部に隙間が生じ、浸食が進行していないことを確認する。	・根拠4-11③参照		1-2	・表面被覆材の端部・重ね部、法留部などから土砂の吸出しを受けていないことを確認する。	・被覆材が亀裂・変形や実験前後の全量を測定および写真により面的に計測する。	・根拠4-11④参照	1-2	・表面被覆材と土質との間に、高流速が生じ、侵食が進行していないことを確認する。	・根拠4-11⑤参照	
変状連鎖図	(確認項目)	(確認方法)	(確認結果)																						
1-1-2	・表面被覆構造が全体的又は部分的に滑動、めくれ、変形して土質が露出していないことを確認する。	・実験前後の全量を測定および写真により面的に計測する。	・根拠4-11①参照																						
1-3	・法留部の基礎地盤が侵食される等により、法留保工の安定性が低下していないことを確認する。	・根拠4-11②参照																							
1-1	・天端保工や法留部に隙間が生じ、浸食が進行していないことを確認する。	・根拠4-11③参照																							
1-2	・表面被覆材の端部・重ね部、法留部などから土砂の吸出しを受けていないことを確認する。	・被覆材が亀裂・変形や実験前後の全量を測定および写真により面的に計測する。	・根拠4-11④参照																						
1-2	・表面被覆材と土質との間に、高流速が生じ、侵食が進行していないことを確認する。	・根拠4-11⑤参照																							

様式4-3 検討項目11: 信頼性向上のための検討

検討過程の記入例			
【STEP1】決壊に至るまで変状連鎖図に記載された決壊に至る主要なプロセスへの対応 (様式2の詳細に記載)			
変状連鎖図	①想定したプロセス	②想定したプロセスに対する設計等での対応	③: ①②を実験等で確認、検証する上で生じた事象 (ズレ等)。また、その事象が生じた理由等
1-1	天端、法肩が流出	【設計時の対応 (天端アスファルト、法肩ブロック)】 ・天端部の設計法: 「技術資料 (案)」P44~45 5.4.2 (3) 安定性に関する検討項目に基づき設計する。 ・法肩部の設計法: 「技術資料 (案)」P46~47 5.4.2 (4) その他の検討項目参照	・1/2縮尺実験において、法肩と法面の境界部の隙間が拡大することを確認。 (理由その1) 法面カゴと法肩ブロックは突き合わせであったため、法面カゴの滑動等に伴い、突き合わせ部に越流水が作用し、徐々に隙間を拡大した。 (理由その2) カゴの部材厚が足りず、法面カゴの重量不足により法面カゴが移動し、隙間が生じた。
1-2	・法肩と法面の境界部に隙間を生じさせない (もしくは、隙間の拡大を抑制する) 構造への変更 (理由その1に対する対応) ⇒突き合わせとせず、天端への差し込みを1.0m以上とする仕様規定を設定 (理由その2) ⇒カゴ厚を0.5m以上とする仕様規定を設定 ⇒非縮尺実験にて、隙間が生じないことを確認。
【STEP3】信頼性向上のための検討			
3-1	天端の変状	・天端の亀裂等により越流水が浸透しカゴ背面やシート背面の土壌に流水が作用する。 ・天端の不陸等により、当初想定したよりも大きな越流水深が生じる	・天端アスファルトに意図的に亀裂 (幅 0cm 、長さ 0cm) を設けた非縮尺模型実験を実施。 ⇒②で想定したとおり、シート背面の土壌に流水が作用し、○時間後に土壌が侵食され、天端高さを維持することが出来なかった。 ・天端アスファルトに意図的に不陸 (高 0cm 、長さ 0cm) を設けた非縮尺模型実験を実施。 ⇒②で想定したことは異なり越流水深 $30\text{cm} + 0\text{cm}$ では、3時間野間、越水に対する性能を維持することを確認した。
3-2	施工時の端部処理不足	・端部の処理不足により越流水の浸透や、土粒子の出口が形成され、土壌の侵食を助長する。	【施工時の対応】 ・継ぎ目などが弱部とならないように適切に施工する。 (例えば、必要な重量を確保出来る単位に継ぎ目を設ける等)
3-1	経年劣化	・カゴ枠の鉄線の耐久力が低下し、越水時の流体力でカゴ材が破断する。 ・吸出し防止シートの劣化により、十分に吸出し機能が確保されず、堤体土の流出が生じ、吸出し防止材背面の空隙が拡大し、背面流速が増大することで堤防侵食が助長する。	【維持管理時の対応】 ・耐用年数経過後には、部分開削を行ない当初設計で見込んでいた部材強度が得られない場合は部材交換を行なう。 ・法面の植生状況や不陸等の状況より吸出し防止材等の状況を想定するとともに、必要に応じ部分開削等を行ない当初設計で見込んでいた部材強度が得られない場合は部材交換を行なう。

< 詳細については p 4 7 以降で説明 >

応募作成要領の概要 (p13 各資料の作成要領 (5) 越水に対する性能を有すること (様式4))

2. 各資料の作成要領

応募資料の作成にあたっては、下記(1)～(7)に基づき作成するとともに、**過年度の技術比較表を参考**とすること。

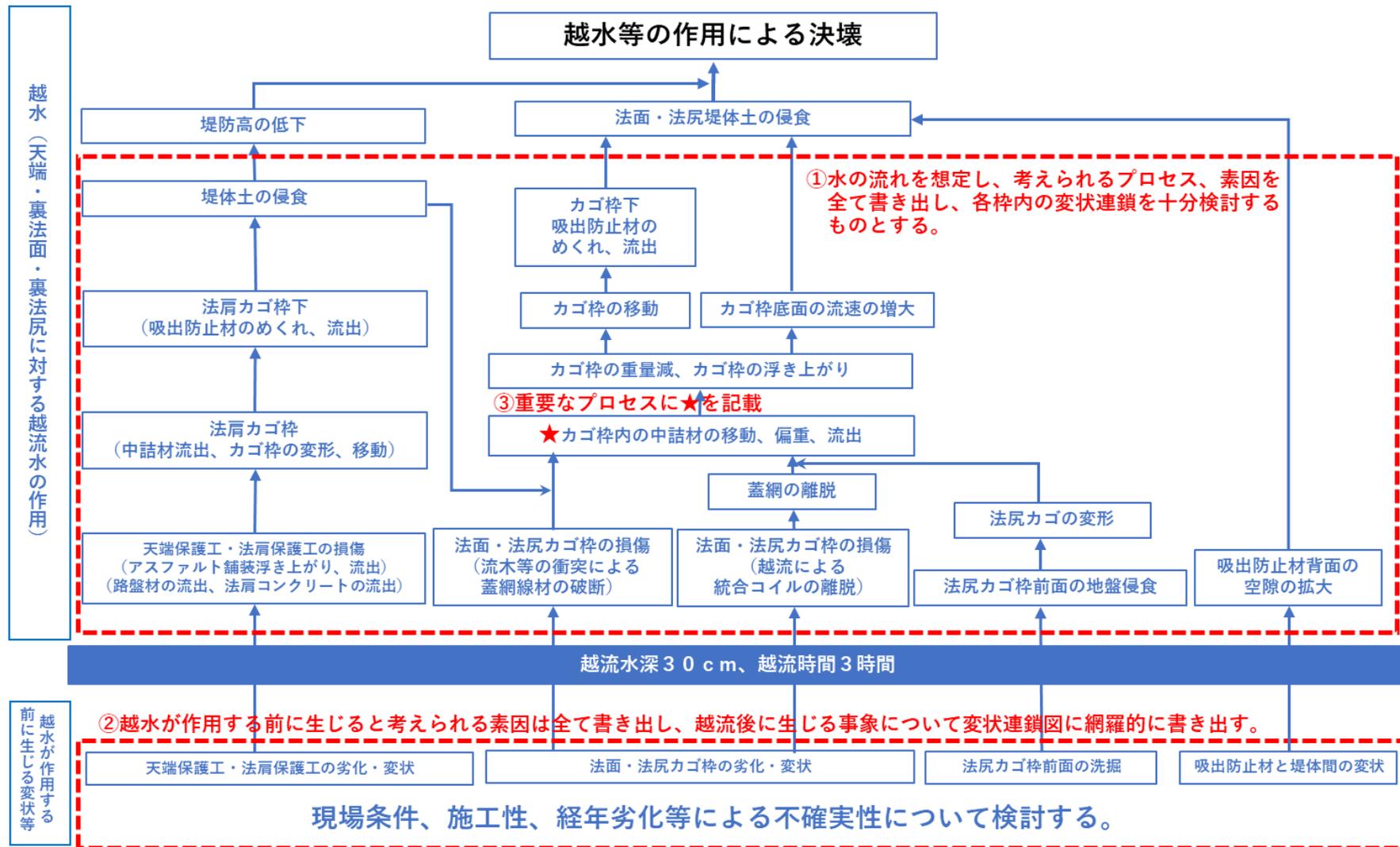
(5) 越水に対する性能を有すること (様式4)

- 越水に対する性能を有することについては、**応募技術の決壊に至る主要なプロセスを示し、設計時の対応および施工時や維持管理時等の対応について検討した結果を提出**する。(参考:「確認方法の提出(例)(別紙3)」)
- 応募技術の決壊に至る主要なプロセスについては様式4-1(決壊に至るまでの主要なプロセス、破壊の変状連鎖図)を提出する。
ここで変状連鎖図を作成する際には、**決壊に至る致命的なプロセスや素因を越水前に生じる変状も含めできる限り抽出し、越水後に越流水の作用により生じる現象への対応を検討し記載することが重要である。対応を記載できない場合でも容易に想定される素因については漏れなく記載するものとする。**なお、**変状連鎖図は、日本工業規格のディペンダビリティ マネジメント-第4-4部:システム信頼性のための解析技法-故障の木解析(JISC5750-4-4:2011)に規定される解析手法であるFT図(Fault Tree Diagram)で代替してもよい。**
- 主要なプロセスに対する設計時の対応については、**構造検討の考え方(様式2)について「モデル堤防(別紙2(1)①)」を対象として、「実験」または「実験により検証された手法による解析」により確認し、様式4-2(越水に対する粘り強い性能を有する構造であること)を提出する。**また、実験模型の構造諸元を決定した際の構造検討の考え方又は構造計算結果についても同様式に記載すること。
- 主要なプロセスに対する施工時や維持管理時等の対応については、**「実験」、「実験により検証された手法による解析」以外の手段も含め検討し、設計時の対応結果を含め様式4-3(信頼性向上のための検討)に取りまとめ提出する。**
- 様式4-2、様式4-3の作成にあたっては**変状連鎖図との対応に留意して作成するものとする。**

<詳細については p 4 7 以降で説明>

様式 4 - 1 検討項目 9 : 決壊に至るまで変状連鎖図 (表面被覆型カゴ系の作成事例)

- ①、② 考えられるプロセス、素因を全て書き出し、各枠内の変状連鎖を十分に検討する。
- ③ 応募者が想定している重要なプロセスについて、★印で記載する。



技術提案を求める上での与条件 (実験等により越水に対する性能に関する確認を行う場合の留意点)

別紙2(1)②

①「実験」により確認を行う場合の留意点

表面被覆型	自立型
【非縮尺模型実験】 <ul style="list-style-type: none"> ・堤防高2m以上とすること (堤防高5mのモデル堤防に相当) ・天端幅、法面勾配について、構造令の基準を満たすこと 	【非縮尺模型実験】 <ul style="list-style-type: none"> ・堤防高5m以上とすること ・天端幅について、構造令の基準を満たすこと
【縮尺模型実験】 <ul style="list-style-type: none"> ・縮尺模型実験において、複数の事象の相似則を同時に考慮することは難しく、複数の事象の相互作用を確認することは難しいと想定される。そのため、実験で確認したい事象を明確にした上で、当該事象において、適切な力学的相似則を満足すること ・確認したい事象に影響を与える事象に対して、力学的相似則※を満足すること若しくは、安全側の条件とすること。※力学的相似則については別紙2(1)③に整理 	

②「実験により検証された解析手法」により確認を行う場合の検証実験に関する留意点

表面被覆型	自立型
【非縮尺模型実験】 ①と同様	【非縮尺模型実験】 <ul style="list-style-type: none"> ・堤防高2m以上とすること ・天端幅について、構造令の基準を満たすこと
【縮尺模型実験】 ①と同様	

解析手法の検証について

解析手法の検証材料は、過去に実施された類似の実験や、被災事例等もありうる。その場合、類似の実験や被災事例等が**検証材料として適切であることが整理、確認されていることが必要**となる。

2. 各資料の作成要領

応募資料の作成にあたっては、下記(1)～(7)に基づき作成するとともに、**過年度の技術比較表を参考**とすること。

(6) 様式3～4の根拠資料

○実験、実験により検証された手法による解析、解析(これまでの経験及び実績から妥当とみなせる方法等)で用いた**根拠については出典元を明確に示すこと。(例えば赤下線で該当部分を示す等)**

○様式3～4の確認結果の根拠資料は、応募者側で自由に資料名、資料番号を設定する。ただし、様式3～4の根拠として分かりやすく整理すること。

(7) 添付資料 (任意)

その他、応募技術の説明に**添付資料を用いる場合、提出様式は問わないが、資料名を明記**すること。なお、**添付資料は参考のために使用するものであり、評価には影響しない。**

1) NETIS登録(参考)

NETISへ登録済みの場合は、登録番号を記入すること。NETIS掲載期間終了技術の場合は、NETISに登録されていた際の登録番号を記入すること。また、NETISに登録申請手続き中の場合は、申請先の地方整備局名及び技術事務所等名を記入し登録証を添付すること。

2) 特許等取得状況(参考)

特許等取得状況は、応募技術に関連する技術の実施に必要な特許及び実用新案等の情報がわかるものを添付すること。また、特許及び実用新案等を取得している場合は、取得年も合わせて記載すること。

3) 建設技術審査証明等(参考)

応募技術に関連する技術が過去に建設技術審査証明事業における審査証明書、または、民間開発建設技術の技術審査・証明事業認定規定(昭和62年建設省告示1451号)に基づく審査証明書を取得している場合は証明書を添付すること。また、応募技術が過去に建設技術評定規定(昭和53年建設省告示976号)、または港湾に係わる民間技術の評価に関する規定(平成元年運輸省告示第341号)に基づいた評価等を取得している場合は評価書を添付すること。

4) 表彰経歴(参考)

応募技術に関連する技術が過去に他機関で実施されている表彰制度等で表彰を受けている場合は、表彰制度名、受賞名及び受賞年を証明する資料を添付すること。

5) 施工実績(参考)

様式3で提出された根拠とは別に応募技術に関連する技術の施工実績がある場合は、それぞれの機関毎にその件数を示し、資料を添付すること。

根拠資料の整理事例

根拠資料の整理について（提出フォルダ）

- 分かりやすい根拠資料の整理は、応募者側、評価者側双方にメリットがあるため、第1回公募における良い事例を紹介する。
- 応募に必要な資料が、指定様式、根拠（別紙）、動画、添付資料のようにフォルダで整理されている。

応募作成要領

1. 応募に必要な書類

- ①「粘り強い河川堤防に関する技術」申請書 -エントリーシート-
- ②構造の全体図等（様式1）
- ③設計（構造）の考え方（設計思想）等（様式2）
- ④既存の堤防の性能（安定性等）を毀損しないこと（様式3）
- ⑤越水に対する性能を有すること（様式4）
- ⑥変状連鎖図（様式4に含まれる）

⑦様式3～4の根拠資料※

※実験結果については動画データも併せて提出すること。動画データはオリジナルデータの提出とともに、オンライン動画共有プラットフォーム（YouTube等）に動画を投稿し、URLおよびアクセスに必要なパスワード等を示すこと。

⑧添付資料（任意）

フォルダ構成例

1) 指定様式

2) 別紙

3) 添付資料

4) 動画

根拠資料の整理方法の例

○提出資料の根拠は分かりやすく整理することで応募者の考えを評価者に正確に伝えることが出来る。例えば以下のように、様式や評価項目ごとに整理する方法があげられる。

応募作成要領

2.各資料の作成要領

(7) 様式3～4の根拠資料

(略)

○様式3～4の確認結果の根拠資料は、応募者側で自由に資料名、資料番号を設定する。ただし、様式3～4の根拠として分かりやすく整理すること。

1. はじめに.....	1-1	3.7.2 確認結果.....	3-16	5.7.1 施工ヤード.....	5-30
2. 構造検討の考え方(様式2).....	2-1	3.7.3 根拠・理由.....	3-18	5.7.2 日施工量.....	5-31
2.1 構造検討の思想.....	2-1	3.8 施設計画上の津波による浸食に対する安全性(浸食).....	3-22	5.7.3 施工の容易性.....	5-31
2.2 各部位の構造検討の考え方と構造計算の方法.....	2-2	3.9 基本的な機能の長期的な安全性の確保.....	3-23	5.7.4 市場性.....	5-33
3. 堤防に求められる基本的な機能(様式3-1).....	3-1	3.9.1 応募技術の活用実績.....	3-23	5.7.5 有害物質の使用の有無と対策方法.....	5-34
3.1 機能の検証に用いた堤防等の与条件.....	3-1	3.9.2 構成部材の耐久年数等.....	3-25	6. 越水に対する性能(様式4).....	6-1
3.1.1 堤防形状.....	3-1	4. 設計に反映すべき事項(様式3-2).....	4-1	6.1 越水に対する粘り強い性能.....	6-1
3.1.2 土質条件.....	3-1	4.1 堤体と基礎地盤との一体性,なじみ.....	4-1	6.1.1 工法全体の安定性の検証.....	6-1
3.1.3 外力条件.....	3-2	4.2 基礎地盤及び堤体の調査精度に起因する不確実性.....	4-2	6.1.2 実験による検証の流れ.....	6-1
3.1.4 使用材料.....	3-2	4.3 基礎地盤及び堤体の不均質性に起因する不確実性.....	4-2	6.1.3 流体力計測実験.....	6-3
3.1.5 施工条件.....	3-3	4.4 不等沈下に対する修復の容易性・損傷した場合の復旧の容易性.....	4-3	6.1.4 各種保護工の安定性検討.....	6-11
3.2 常時のすべり破壊に関する安全性(堤防の滑り破壊).....	3-4	4.4.1 2週間以内に復旧した実績.....	4-3	6.1.5 縮尺模型実験.....	6-78
3.2.1 要求性能と確認方法.....	3-4	4.4.2 「復旧や補修が容易であること」についての構造や仕組み.....	4-5	6.1.6 実大模型実験.....	6-98
3.2.2 確認結果.....	3-4	4.4.3 100mの復旧に要する日数.....	4-6	6.2 決壊に至るまでのプロセス・破壊の変状連鎖図.....	6-160
3.3 自重による沈下に対する安全性(天端沈下、周辺引込沈下).....	3-5	4.5 嵩上げ、拡幅等の機能増強の容易性.....	4-12	6.3 信頼性(技術の熟度等).....	6-161
3.3.1 要求性能と確認方法.....	3-5	5. 設計にあたって考慮すべき事項(様式3-3).....	5-1	6.4 越水に対する性能を有する構造とするための施工上の留意点.....	6-162
3.3.2 確認結果.....	3-6	5.1 環境及び景観の調和.....	5-1	6.4.1 留意点の考え方.....	6-162
3.4 堤防の直接浸食に対する安全性(直接浸食).....	3-9	5.2 事業実施による地域への影響.....	5-2	6.4.2 対策工の起点部の適切な処理.....	6-164
3.5 浸透の作用に対する堤防の安全性(堤防のすべり).....	3-10	5.2.1 事業による地盤沈下等の影響.....	5-2	6.4.3 沈下が予想される箇所での留意事項.....	6-165
3.5.1 要求性能と確認方法.....	3-10	5.2.2 事業による地下水碑外等への影響.....	5-3	6.4.4 ブロック開孔部の土砂埋没等による越水性能への影響.....	6-167
3.5.2 堤防モデルの作成.....	3-10	5.2.3 用地取得等の必要性.....	5-3	6.5 越水に対する性能を長期間維持するための維持管理上の留意点.....	6-168
3.5.3 確認結果.....	3-11	5.3 公衆の利用.....	5-4	6.5.1 堤防天端の沈下.....	6-168
3.6 浸透の作用に対する基礎地盤の安全性(基礎地盤のバイピング).....	3-13	5.4 維持管理の容易性.....	5-5	6.5.2 裏法面の形状.....	6-168
3.6.1 要求性能と確認方法.....	3-13	5.5 経済性(ライフサイクルコスト).....	5-9		
3.6.2 要素分割図.....	3-14	5.5.1 整備時のコスト.....	5-9		
3.6.3 確認結果.....	3-15	5.5.2 維持管理等のコスト.....	5-28		
3.7 地震後の堤防の安全性(L2地震沈下後の堤防高).....	3-16	5.6 構造物の耐久性.....	5-29		
3.7.1 要求性能と確認方法.....	3-16	5.6.1 使用する材料の耐久年数.....	5-29		
		5.6.2 材料の品質に影響する項目に対する試験結果.....	5-29		
		5.7 施工性.....	5-30		

根拠資料の出典や下線について

○論文等を根拠として用いる場合は、出典名を明記するとともに、必要な部分に下線等を加えること等があげられる。

応募作成要領

2.各資料の作成要領

(7) 様式3～4の根拠資料

○実験、実験により検証された手法による解析、解析（これまでの経験及び実績から妥当とみなせる方法等）で用いた根拠については出典を明確に示すこと。（例えば赤下線で該当部分を示す等）
(略)

3.7.3 根拠・理由

(1) 検討条件

1) 計算モデル

- ・堤防高 : 5m
- ・天端幅 : 5m
- ・官民境界 : のり尻から0.3m
- ・基礎地盤 : 最上位にAs層が10m堆積
- ・地下水位 : $G.L.-0.5m = G.L.-1.0m + 0.5m$
- ・照査外水位 : $G.L.+2.0m$
- ・許容沈下量 : $3m = G.L.+5.0m - G.L.+2.0m$

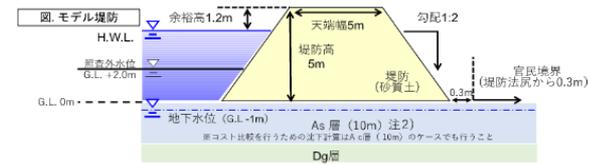


図 3.13 モデル図

地下水位については、「河川堤防の液状化対策の手引 平成28年3月」を参考に、与条件の地下水位から0.5m上側に設定するものとした。

(2) 地下水位の設定

地表に近い深度における液状化層の有無は、堤防の沈下量に大きな影響を及ぼす。地下水位を高く設定し、その結果、液状化層が地表近くまで広がれば、堤防でも堤防が大きく沈下する結果が得られる。したがって、地下水位は、単に安全側に設定するだけでなく、平常時の河川水位や畑田の井戸の観測結果、ボーリングで確認された水位などを参考に、適切な水位を設定することが望ましい。

堤体内の地下水位に関しては、ボーリング調査で確認されていない場合もあるので、必要に応じて追加調査を行い、適切に設定する必要がある。特にのり尻付近の水位が変形に大きく影響するため、必要に応じて、のり尻付近の水位を確認するがよい。

なお、動的解析では、設定した水位から一律0.5m上側に解析上の水位を設定する¹⁾。これは、東日本大震災において堤体の液状化により被災した箇所の再現解析²⁾の結果に基づいたものである。地下水位より上部の非液状化層でも地下水位に近い部分は元々飽和度も高く、下の液状化層からの排水も考慮すれば、液状化層とはほぼ同じ挙動をとると考えられる。地下水位付近の某箇所の挙動を、地下水位を上げることによって解析上簡易に表現したものである。

また、堤体の液状化が生じる箇所では、ボーリングで確認された地下水位を再現するための浸透液解析を行うことにより、ドレーン工等の堤体液状化対策を施した場合の地下水位低下の結果を評価することが可能となる。堤体内水位を形成する主たる原因が雨水である場合には、定常状態がボーリングで確認された地下水位と浸透液解析の水位が一致するように雨量を調整する。堤体内の水位を雨水だけでは説明できない箇所では、堤体の飽和砂層からの湧き出しによって地下水位を再現するといふ。

出典)「河川堤防の液状化対策の手引き 平成28年3月 p11」に一部加筆

必要な部分に下線等

出典等を記載

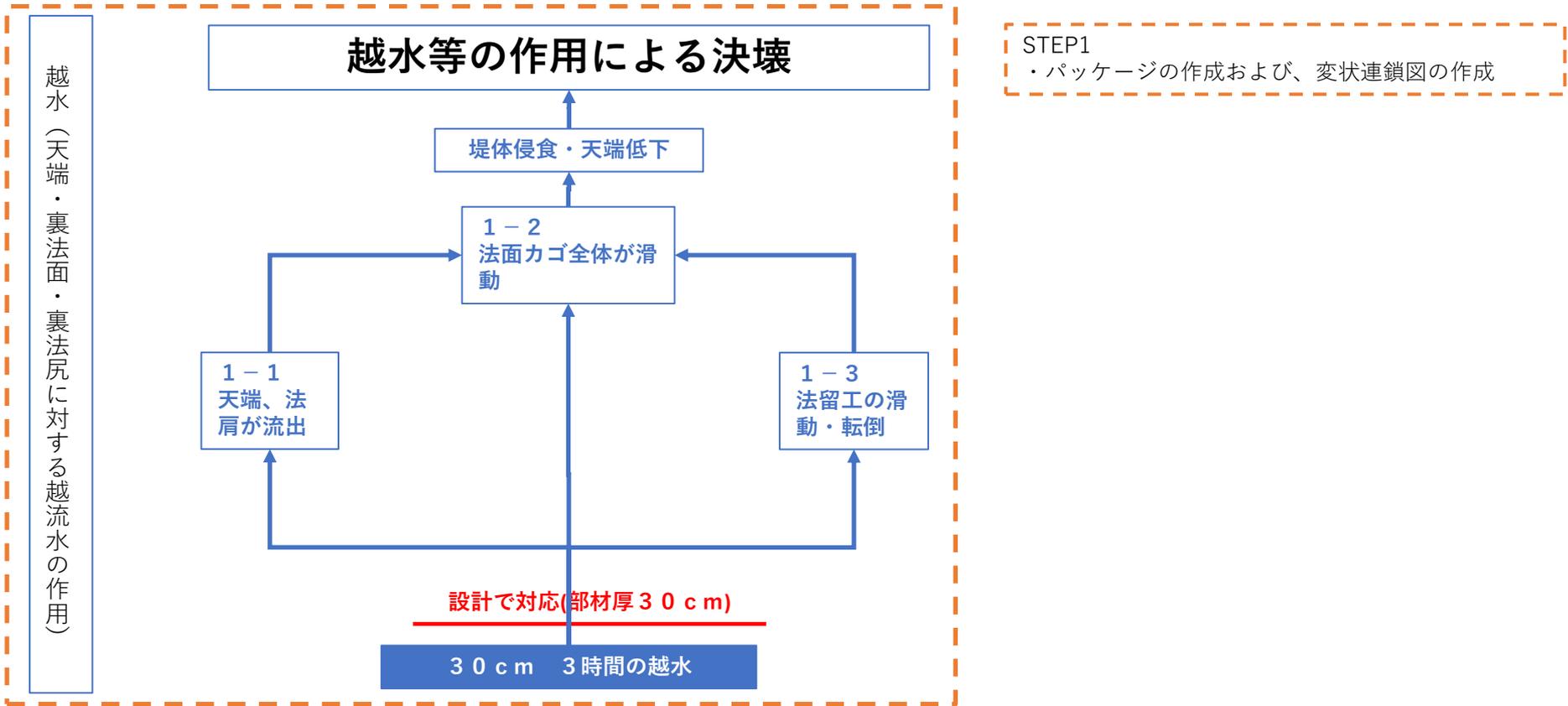
様式 4 の作成及び整理方法の例

例示

カゴ系、作成イメージのため変状連鎖図は簡素に記載。

< 表面被覆型：カゴ系 > 様式 4 - 1 検討項目 9 (STEP1の変状連鎖図)

- 【STEP 1】では、応募する技術（パッケージ）における**変状連鎖図**を作成する。
 - ・変状連鎖図は、越水等の作用による決壊を最終事象（図では一番上）とし、越流水深30cmが3時間が作用した場合にパッケージに生じる主要な変状（1-1～1-3：STEPの説明のため簡素に記載）を記載し、連鎖させる。
- 変状連鎖図に記載された主要な変状に対し、設計で対応方法を記載**。ここでは、土堤を被覆するカゴ材の部材厚が構造計算上、30cmであったものとする。



STEP1
・パッケージの作成および、変状連鎖図の作成

<表面被覆型>カゴ系 様式4-3 検討項目11の記入例（当初想定時）

検討項目	検討過程の記入例			
11	【STEP1】決壊に至るまで変状連鎖図に記載された決壊に至る 主要なプロセスへの対応 （様式2の詳細を記載）			
	①想定したプロセス	②想定したプロセスに対する設計での対応	③：①②を実験等で確認、検証する上で生じた事象（ズレ等）。また、その事象が生じた理由等	④：③に対する対応
1-1	天端、法肩が流出	【設計時の対応（天端アスファルト、法肩ブロック）】 ・天端部の設計法：「技術資料（案）」P44～45 5.4.2（3）安定性に関する検討項目に基づき設計する。 ・法肩部の設計法：「技術資料（案）」P46～47 5.4.2（4）その他の検討項目 参照		
1-2	法面カゴ枠全体が滑動	【設計時の対応（法面カゴ枠）】 ・金網枠で中詰石を拘束する一区画を単位ブロックと捉え、「技術資料（案）」における5.4.3 裏法保護工を参考に設計する。 <カゴの厚さおよび中詰め石の大きさ（1/2縮尺実験で確認予定）> ・「カゴ厚30cm、φ15-20cmの中詰め石を満遍なく且つ均一に充填した構造（仕様規定）」を想定。		
1-3	法留工の滑動・転倒	【設計時の対応（法尻カゴ枠）】 ・「技術資料（案）」における5.4.4（1）構造検討一般、（2）法留工の安定性に関する検討項目、（4）その他の検討項目 参照 ・カゴ（溶接金網）の安全性については、越流水によるカゴ上面に作用するせん断力に対して金網（素線および溶接部）が破断しないことを照査する。 ・「滑動・転倒等に対する安定性」についてはカゴおよび中詰の重量で照査する。法留工にブロックは使用しない。		

<表面被覆型>カゴ系 様式4-2 検討項目10の記入例 (当初想定時)

- ① 1回の実験か複数実験か (複数実験の場合、当様式に記載している内容は、どの実験が該当か)
- ② 実験や解析の種類 (縮尺実験の場合、どのような現象にフォーカスし、何の相似則を合わせているか)
- ③ 実験を行なった時の条件や、実験時の配慮事項
- ④ 越水に対する性能を判断するための確認項目 (応募者が提案構造に合わせて設定) が、変状連鎖図のどのプロセスに該当し、どのような手法で確認したか。を記載する。

検討項目	検討過程の記入例		
10	【STEP2】越水に対する粘り強い性能を有する構造であること		
	プロセスの確認方法 <input checked="" type="checkbox"/> 単一実験や解析 1/2縮尺模型実験 (堤高1.0m) <input type="checkbox"/> 複数実験や解析		
	上記プロセスの確認方法を用いる場合の公募要領上の留意点等 <input checked="" type="checkbox"/> 縮尺実験 ・応募技術が「越水に対する性能」を発揮する原理、手段や「越水に対する性能」を有していることを確認するために、実際と同じカゴ材料を使用しカゴの上面および層内の流速についても確認する。流体の動的挙動を確認するため、フルード数を合わせる。		
	実験等の条件 【堤防】 ・堤高： 1.0m (1/N) ・天端幅： 1.5m (1/N) ・法勾配： 1:2.0 ・土質： 堤体土砂質土 (細粒分含有率Fc=20%の砂質土) 締固め度90%程度 ・境界の位置： 0.5m 【外力】 ・越流水深： 15cm 【1/N】 ・越流時間： 2.0時間 【1/(√N)】	【被覆材材料】 ・カゴ (被覆材重量○○kg/m ²) 厚さ150mm (実スケール300mm相当) 線径○mm、目合い○×○mmの溶接金網カゴ ・吸い出し防止材 厚さ○mm、透水係数○cm/s以上 【その他実験時の配慮事項】 ・実験は、・・・・・・。 ・表法面には、・・・・・・。 ・水路側壁による堤体土の侵食を避けるため、・・・・・・。	
	越水に対して粘り強い性能を有していることを判断するための確認事項および確認方法		
	変状連鎖図	(確認項目)	(確認方法) (確認結果)
	1-1,1-2	・表面被覆構造が全体的又は部分的に滑動、めくれ・変形して土羽が露出していないことを確認する。	・実験前後の全景を測量および写真により面的に計測する。 ・根拠4-11①参照 ・根拠4-11②参照 ・根拠4-11③参照
	1-3	・法尻部の基礎地盤が侵食される等により、法尻保護工の安定性が低下していないことを確認する。	
	1-1	・天端保護工や法肩部に隙間が生じ、侵食が進行していないことを確認する。	
	1-2	・表面被覆材の継ぎ目・重ね部、法尻部などから土砂の吸出しを受けていないことを確認する。	・被覆材が無い状態で実験前後の全景を測量および写真により面的に計測する。 ・根拠4-11④参照 ・根拠4-11⑤参照
	1-2	・表面被覆材と土羽との間に、高流速が生じ、侵食が進行していないことを確認する。	

①

②

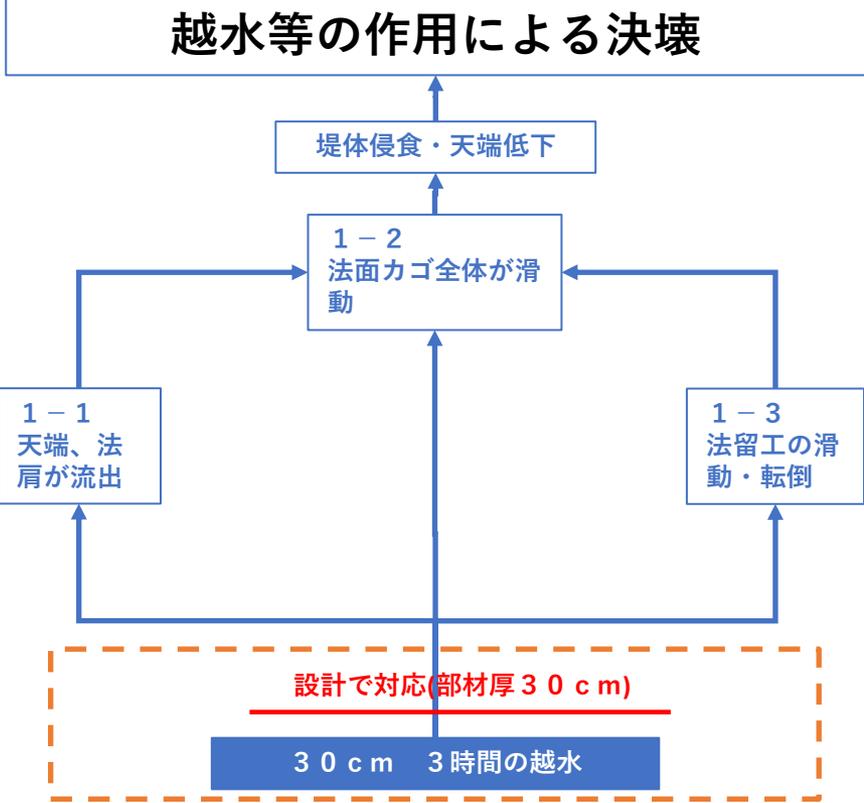
③

④

<表面被覆型> カゴ系 検討項目9 (STEP2 (その1) 縮尺模型実験)

- 【STEP2 (その1)】では、1/2縮尺模型実験で応募技術が「越水に対する性能」を発揮する原理、手段や「越水に対する性能」を有していることを確認する。
- 上記実験では、カゴの重量不足により、法肩と法面の境界部に隙間が生じ、法面カゴの滑動が実験で確認された。そのため、設計時の対応として、法肩部に1mのカゴの差し込みとカゴ厚を50cmに変更することで対応するものとした。

越水 (天端・裏法面・裏法尻に対する越流水の作用)



STEP1
・パッケージの作成および、変状連鎖図の作成

STEP2 (その1)
・1/2縮尺模型実験 (堤高1.0m)

【確認したい事項】
・応募技術が有する「越水に対する性能」の原理、手段や「越水に対する性能」を有していることを確認する。

【実験で得られた事項】
・法肩と法面の境界部の隙間が拡大が発生
・被覆材の部材厚30cmで滑動

【得られた事項への対応】
・法肩部に1mの法面カゴ枠の差し込む
・部材厚さを50cmに変更

<表面被覆型>カゴ系 検討項目10の記入例 (1/2縮尺模型実験を踏まえた仕様変更)

○【STEP2 (その1)】では、変更された仕様において「越水に対する性能」を発揮する原理、手段や「越水に対する性能」を有していることを確認するため、非縮尺実験で確認を行う。

検討項目	検討過程の記入例			
10	【STEP2】越水に対する粘り強い性能を有する構造であること			
	プロセスの確認方法 <input type="checkbox"/> 単一実験や解析 <input checked="" type="checkbox"/> 複数実験や解析 (1/2縮尺模型実験 (堤高1.0m) ⇒ 非縮尺模型実験 (堤高2.0m = 5.0m相当))			
	上記プロセスの確認方法を用いる場合の公募要領上の留意点等 <input checked="" type="checkbox"/> 実物実験 ・公募要領に記載されている「堤防高さ2m以上を確保したうえで「越流水深は縮尺せずに越流水深30cmを作用させるとともに、被覆材は縮尺しないこと」に基づきにより、「2m以上の非縮尺模型実験によりパッケージにおける越水性能の検証実験」を行なう。			
	実験等の条件	【被覆材材料】		
	【堤防】 ・堤 高： 2.0m ・天 端 幅： 3.0m ・法 勾 配： 1:2.0 ・土 質： 堤体土砂質土 (細粒分含有率Fc=20.1%の砂質土) 引張破壊応力度約15.5gf/cm ² 締固め度96.2%程度 ・境界の位置： 1.0m 【外力】 ・越流水深： 30cm ・越流時間： 3時間	・カゴ (被覆材重量750kg/m ²) 厚さ500mm、線径6mm、目合い50×50mmの溶接金網カゴ ・吸い出し防止材 厚さ10mm、透水係数1×10 ⁻² cm/s以上		
		【その他実験時の配慮事項】		
		・実験は、幅2.30mの水路で実施。 ・表法面には、実験の効率化のため固定部を設けており、表法面からの浸透は考慮していない。カゴ法面工は透過性が高い構造であるため、浸透の影響は小さいものとして実験を実施 ・水路側壁による堤体土の侵食を避けるため、吸出し防止材をカゴ枠底面から側壁に沿ってカゴ枠天端まで立ち上げることによって対処した。		
	越水に対して粘り強い性能を有していることを判断するための確認項目および確認方法			
	変状連鎖図	(確認項目)	(確認方法)	(確認結果)
	1-1,1-2	・表面被覆構造が全体的又は部分的に滑動、めくれ・変形して土羽が露出していないことを確認する。	・実験前後の全景を測量および写真により面的に計測する。	・根拠4-11①参照
	1-3	・法尻部の基礎地盤が侵食される等により、法尻保護工の安定性が低下していないことを確認する。		・根拠4-11②参照
	1-1	・天端保護工や法肩部に隙間が生じ、侵食が進行していないことを確認する。		・根拠4-11③参照
	1-2	・表面被覆材の継ぎ目・重ね部、法尻部などから土砂の吸出しを受けていないことを確認する。	・被覆材が無い状態で実験前後の全景を測量および写真により面的に計測する。	・根拠4-11④参照
	1-2	・表面被覆材と土羽との間に、高流速が生じ、侵食が進行していないことを確認する。		・根拠4-11⑤参照

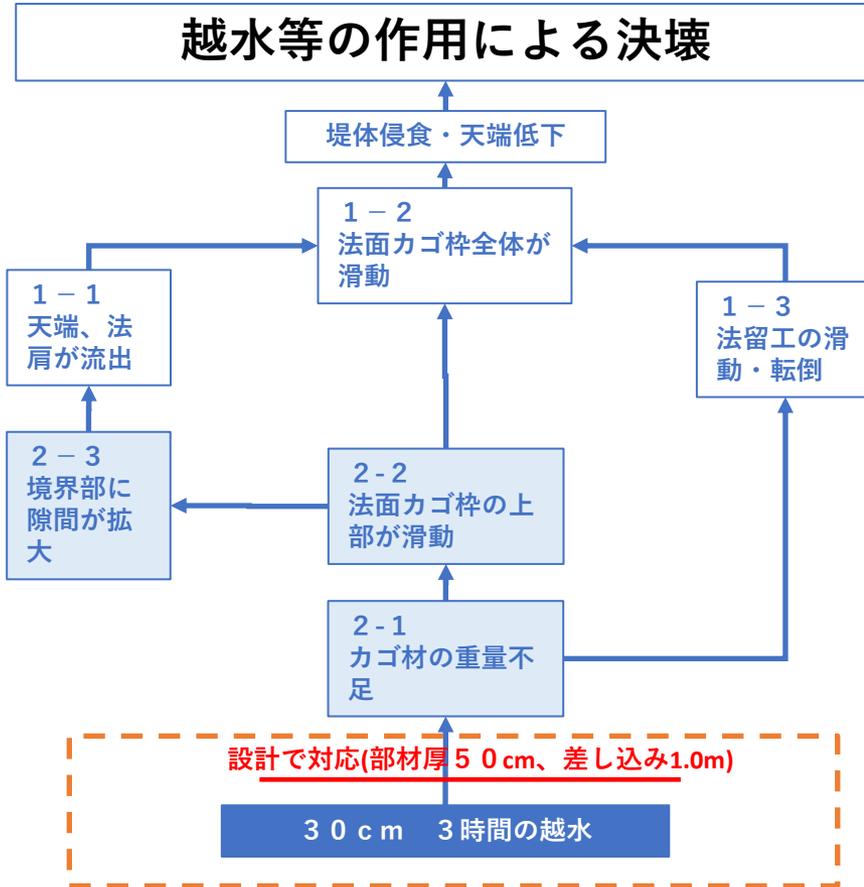
<表面被覆型>カゴ系 検討項目11の記入例 (1/2縮尺模型実験を踏まえた仕様変更)

検討項目	検討過程の記入例				
11	【STEP1】決壊に至るまで変状連鎖図に記載された決壊に至る主要なプロセスへの対応 (様式2の詳細を記載)				
変状連鎖図	①想定したプロセス	②想定したプロセスに対する設計での対応	③：①②を実験等で確認、検証する上で生じた事象(ズレ等)。また、その事象が生じた理由等	④：③に対する対応	
1-1	天端、法肩が流出	<p>【設計時の対応(天端アスファルト、法肩ブロック)】</p> <ul style="list-style-type: none"> 天端部の設計法：「技術資料(案)」P44～45 5.4.2(3)安定性に関する検討項目に基づき設計する。 法肩部の設計法：「技術資料(案)」P46～47 5.4.2(4)その他の検討項目参照 	<ul style="list-style-type: none"> 1/2縮尺実験において、法肩と法面の境界部の隙間が拡大することを確認。 <p>(理由その1) 法面カゴと法肩ブロックは突き合わせであったため、法面カゴの滑動等に伴い、突き合わせ部に越流水が作用し、徐々に隙間を拡大した。</p> <p>(理由その2) カゴの部材厚が足りず、法面カゴの重量不足により法面カゴが移動し、隙間が生じた。</p>	<ul style="list-style-type: none"> 法肩と法面の境界部に隙間を生じさせない(もしくは、隙間の拡大を抑制する)構造への変更 <p>(理由その1)に対する対応) ⇒突き合わせとはせずに、天端への差し込を1.0m以上とする仕様規定を設定</p> <p>(理由その2) ⇒カゴ厚を0.5m以上とする仕様規定を設定</p> <p>⇒非縮尺実験にて、隙間が生じないことを確認。</p>	
1-2	法面カゴ枠全体が滑動	<p>【設計時の対応(法面カゴ枠)】</p> <ul style="list-style-type: none"> 金網枠で中詰石を拘束する一区画を単位ブロックと捉え、「技術資料(案)」における5.4.3裏法保護工を参考に設計する。 <p><カゴの厚さおよび中詰め石の大きさ(1/2縮尺実験で確認予定)></p> <ul style="list-style-type: none"> 「カゴ厚30cm、φ15-20cmの中詰め石を満遍なく且つ均一に充填した構造(仕様規定)」を想定。 	<ul style="list-style-type: none"> 1/2縮尺実験において、法面カゴが滑動し、境界部の隙間が拡大することを確認。 <p>(理由その2) カゴの部材厚が足りず、法面カゴの重量不足により法面カゴが移動し、隙間が生じた。</p>	<ul style="list-style-type: none"> 法面カゴが滑動させない構造への変更 <p>(理由その2) ⇒カゴ厚を0.5m以上とする仕様規定を設定</p> <p>⇒非縮尺実験にて、法面カゴが滑動しないことを確認。</p>	
1-3	法留工の滑動・転倒	<p>【設計時の対応(法尻カゴ枠)】</p> <ul style="list-style-type: none"> 「技術資料(案)」における5.4.4(1)構造検討一般、(2)法留工の安定性に関する検討項目、(4)その他の検討項目参照 カゴ(溶接金網)の安全性については、越流水によるカゴ上面に作用するせん断力に対して金網(素線および溶接部)が破断しないことを照査する。 「滑動・転倒等に対する安定性」についてはカゴおよび中詰の重量で照査する。法留工にブロックは使用しない。 			

<表面被覆型>カゴ系 検討項目10 (STEP2 (その2) 非縮尺模型実験)

○【STEP2 (その2)】では、【STEP2 (その1)】で得られた結果を踏まえ、**変状連鎖図を更新**する。

越水 (天端・裏法面・裏法尻に対する越流水の作用)



STEP1

・パッケージの作成および、変状連鎖図の作成

STEP2 (その1)

・1/2縮尺模型実験 (堤高1.0m)

【確認したい事項】

・応募技術が「越水に対する性能」を発揮する原理、手段や「越水に対する性能」を有していることを確認する。

【実験で得られた事項】

・法肩と法面の境界部の隙間が拡大が発生
 ・被覆材の部材厚30cmで滑動



【得られた事項への対応】

・法肩部に1mの法面カゴ枠の差し込む
 ・部材厚さを50cmに変更

STEP2 (その2)

・**非縮尺模型実験 (堤高2.0m=5.0m相当)**

【確認したい事項】

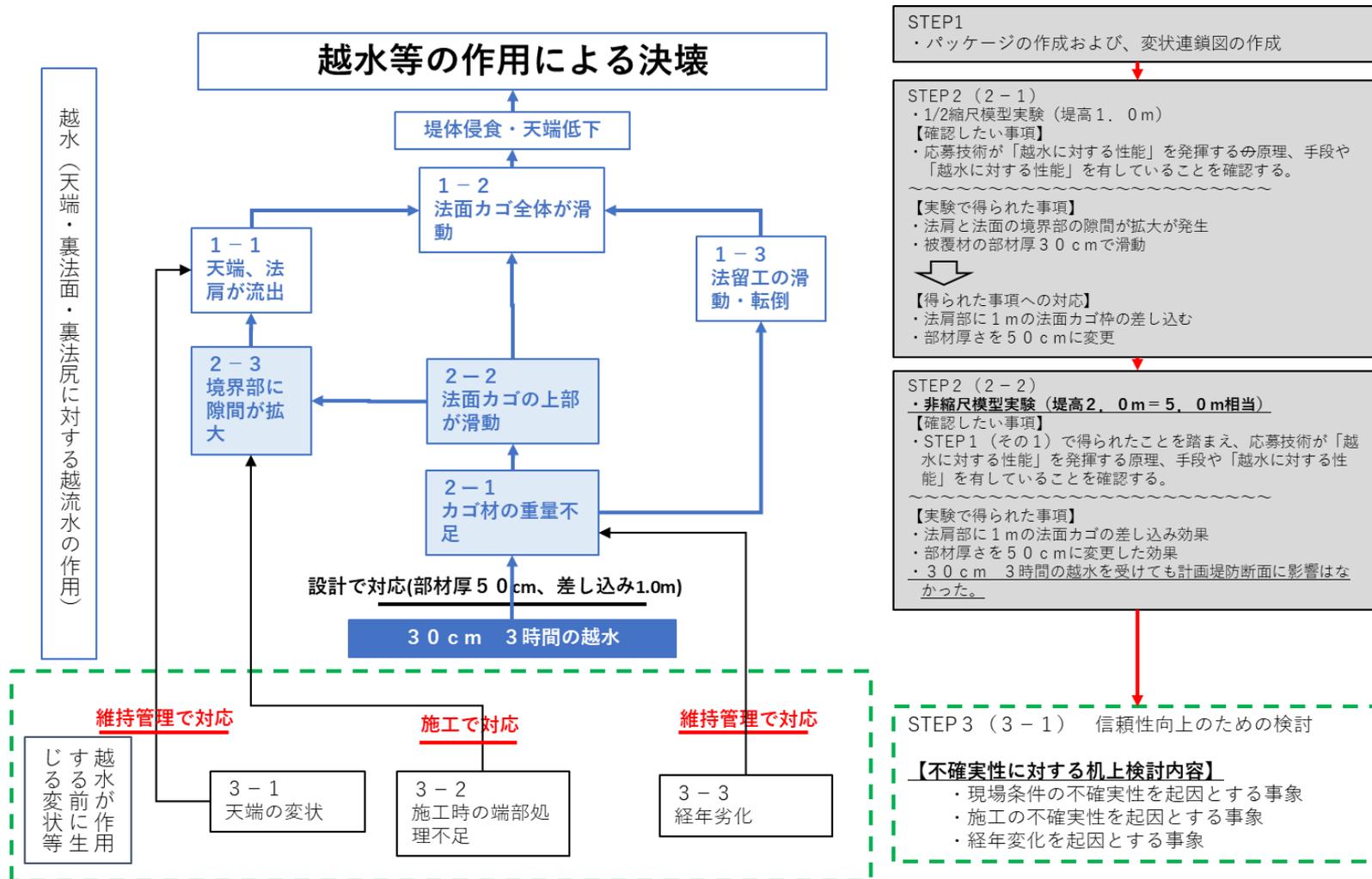
・STEP2 (2-1) で得られたことを踏まえ、応募技術が「越水に対する性能」を発揮する原理、手段や「越水に対する性能」を有していることを確認する。

【実験で得られた事項】

・法肩部に1mの法面カゴ枠の差し込み効果
 ・部材厚さを50cmに変更した効果
 ・**30cm 3時間の越水を受けても計画堤防断面に影響はなかった。**

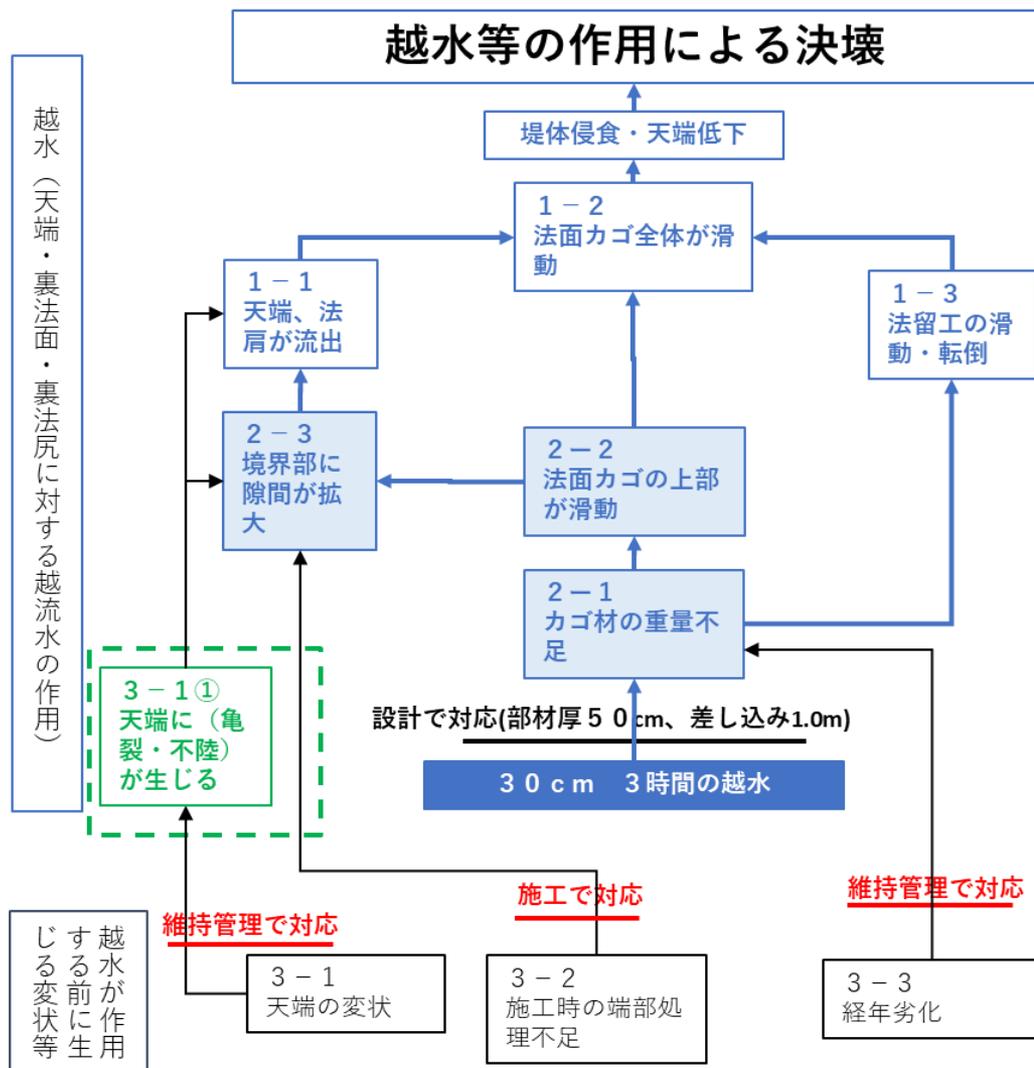
<表面被覆型>カゴ系 検討項目11 (STEP3 信頼性向上のための検討: 机上検討)

- 【STEP3 (3-1)】では、様々な現場で使用する場合に想定される状態においても「越水に対する粘り強い性能」を発揮するため不確実性に対し机上検討を行う。
- ここでは、越水が作用する前に生じる変状(不確実性)として「3-1天端の変状」「3-2施工時の端部処理不足」「3-3経年劣化」を例示。越水が生じた際、「越水に対する粘り強い性能」を発揮するために、維持管理や施工の視点でどのように対応するかを机上検討し変状連鎖図に追記する。



<表面被覆型>カゴ系 検討項目 1 1 (STEP 3 信頼性向上のための検討：実験による検証)

○【STEP 3 (3-2)】において、【STEP 3 (3-1)】で机上検討されたもののうち、天端に亀裂や不陸といった不確実性を意図的に設け非縮尺模型実験によりパッケージ効果の検証を行う。



STEP1
・パッケージの作成および、変状連鎖図の作成

STEP 2 (2-1)
・1/2縮尺模型実験 (堤高 1.0m)
【確認したい事項】
・応募技術が「越水に対する性能」を発揮するの原理、手段や「越水に対する性能」を有していることを確認する。
~~~~~  
【実験で得られた事項】  
・法肩と法面の境界部の隙間が拡大が発生  
・被覆材の部材厚 30 cm で滑動  
↓  
【得られた事項への対応】  
・法肩部に 1m の法面カゴ枠の差し込み  
・部材厚さを 50 cm に変更 7

**STEP 2 (2-2)**  
・非縮尺模型実験 (堤高 2.0m = 5.0m 相当)  
【確認したい事項】  
・STEP 1 (その 1) で得られたことを踏まえ、応募技術が「越水に対する性能」を発揮するの原理、手段や「越水に対する性能」を有していることを確認する。  
~~~~~  
【実験で得られた事項】
・法肩部に 1m の法面カゴの差し込み効果
・部材厚さを 50 cm に変更した効果
・30 cm、3 時間の越水を受けても計画堤防断面に影響はなかった。

STEP 3 (3-1) 信頼性向上のための検討
【不確実性に対する机上検討内容】
・現場条件の不確実性を起因とする事象
・施工の不確実性を起因とする事象
・経年変化を起因とする事象

STEP 3 (3-2) 信頼性向上のための検討
実験による検証 (別々の実験)
・非縮尺模型実験 (堤高 4.0m)
【確認したい事項】
・3-1 ①：天端に亀裂・不陸が生じた場合におけるパッケージの効果の確認
~~~~~  
【実験で得られた事項】  
・3-1 ①の結果、3 時間 30 cm の越流を受けて影響があった。

# <表面被覆型>カゴ系 検討項目10の記入例 (意図的に不確実性を与えた非縮尺模型実験)

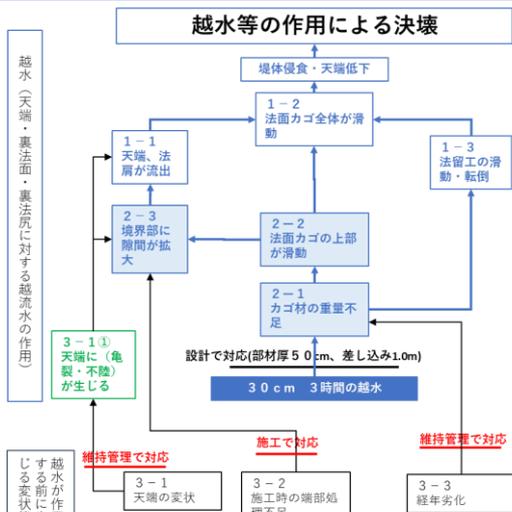
| 検討項目                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 検討過程の記入例                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                      |            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 10                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | <p><b>【STEP2】越水に対する粘り強い性能を有する構造であること</b></p> <p>プロセスの確認方法<br/> <input type="checkbox"/>単一実験や解析<br/> <input checked="" type="checkbox"/>複数実験や解析 (1/2縮尺模型実験 (堤高1.0m) ⇒非縮尺模型実験 (堤高2.0m = 5.0m相当)<br/> ⇒<b>非縮尺模型実験 (堤高2.0m = 5.0m相当 意図的に亀裂・不陸を与えた場合においても、越水に対する性能を有するかを確認)</b></p> <p>上記プロセスの確認方法を用いる場合の公募要領上の留意点等<br/> <input checked="" type="checkbox"/>実物実験<br/> ・公募要領に記載されている「堤防高さ2m以上を確保したうえで「越流水深は縮尺せず越流水深30cmを作用させるとともに、被覆材は縮尺しないこと」に基づきにより、「2m以上の非縮尺模型実験によりパッケージにおける越水性能の検証実験」を行なう。</p> <table border="0" style="width:100%"> <tr> <td style="width:50%"> <p>実験等の条件</p> <p><b>【堤防】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・堤 高 : 2.0m</li> <li>・天 端 幅 : 3.0m</li> <li>・法 勾 配 : 1 : 2.0</li> <li>・土 質 : 堤体土砂質土 (細粒分含有率<math>F_c=20.1\%</math>の砂質土)<br/>引張破壊応力度約<math>15.5\text{gf}/\text{cm}^2</math><br/>締固め度<math>96.2\%</math>程度</li> <li>・境界の位置 : 1.0m</li> </ul> <p><b>【外力】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・越流水深 : 30cm</li> <li>・越流時間 : 3時間</li> </ul> </td> <td style="width:50%"> <p><b>【被覆材材料】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・カゴ (被覆材重量<math>750\text{kg}/\text{m}^2</math>)<br/>厚さ500mm、線径6mm、目合い<math>50\times 50\text{mm}</math>の溶接金網カゴ</li> <li>・吸い出し防止材<br/>厚さ10mm、透水係数<math>1\times 10^{-2}\text{cm}/\text{s}</math>以上</li> </ul> <p><b>【その他実験時の配慮事項】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・天端に亀裂 (幅<math>\bigcirc\text{cm}</math>、長さ<math>\bigcirc\text{cm}</math>) を設けたケース</li> <li>・天端に不陸 (高<math>\bigcirc\text{cm}</math>、長さ<math>\bigcirc\text{cm}</math>) を設けたケース</li> <li>・実験は、幅2.30mの水路で実施。</li> <li>・表法面には、実験の効率化のため固定部を設けており、表法面からの浸透は考慮していない。カゴ法面工は透過性が高い構造であるため、浸透の影響は小さいものとして実験を実施</li> <li>・水路側壁による堤体土の侵食を避けるため、吸出し防止材をカゴ枠底面から側壁に沿ってカゴ枠天端まで立ち上げることによって対処した。</li> </ul> </td> </tr> </table> |                                      |            | <p>実験等の条件</p> <p><b>【堤防】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・堤 高 : 2.0m</li> <li>・天 端 幅 : 3.0m</li> <li>・法 勾 配 : 1 : 2.0</li> <li>・土 質 : 堤体土砂質土 (細粒分含有率<math>F_c=20.1\%</math>の砂質土)<br/>引張破壊応力度約<math>15.5\text{gf}/\text{cm}^2</math><br/>締固め度<math>96.2\%</math>程度</li> <li>・境界の位置 : 1.0m</li> </ul> <p><b>【外力】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・越流水深 : 30cm</li> <li>・越流時間 : 3時間</li> </ul> | <p><b>【被覆材材料】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・カゴ (被覆材重量<math>750\text{kg}/\text{m}^2</math>)<br/>厚さ500mm、線径6mm、目合い<math>50\times 50\text{mm}</math>の溶接金網カゴ</li> <li>・吸い出し防止材<br/>厚さ10mm、透水係数<math>1\times 10^{-2}\text{cm}/\text{s}</math>以上</li> </ul> <p><b>【その他実験時の配慮事項】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・天端に亀裂 (幅<math>\bigcirc\text{cm}</math>、長さ<math>\bigcirc\text{cm}</math>) を設けたケース</li> <li>・天端に不陸 (高<math>\bigcirc\text{cm}</math>、長さ<math>\bigcirc\text{cm}</math>) を設けたケース</li> <li>・実験は、幅2.30mの水路で実施。</li> <li>・表法面には、実験の効率化のため固定部を設けており、表法面からの浸透は考慮していない。カゴ法面工は透過性が高い構造であるため、浸透の影響は小さいものとして実験を実施</li> <li>・水路側壁による堤体土の侵食を避けるため、吸出し防止材をカゴ枠底面から側壁に沿ってカゴ枠天端まで立ち上げることによって対処した。</li> </ul> |
| <p>実験等の条件</p> <p><b>【堤防】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・堤 高 : 2.0m</li> <li>・天 端 幅 : 3.0m</li> <li>・法 勾 配 : 1 : 2.0</li> <li>・土 質 : 堤体土砂質土 (細粒分含有率<math>F_c=20.1\%</math>の砂質土)<br/>引張破壊応力度約<math>15.5\text{gf}/\text{cm}^2</math><br/>締固め度<math>96.2\%</math>程度</li> <li>・境界の位置 : 1.0m</li> </ul> <p><b>【外力】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・越流水深 : 30cm</li> <li>・越流時間 : 3時間</li> </ul> | <p><b>【被覆材材料】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・カゴ (被覆材重量<math>750\text{kg}/\text{m}^2</math>)<br/>厚さ500mm、線径6mm、目合い<math>50\times 50\text{mm}</math>の溶接金網カゴ</li> <li>・吸い出し防止材<br/>厚さ10mm、透水係数<math>1\times 10^{-2}\text{cm}/\text{s}</math>以上</li> </ul> <p><b>【その他実験時の配慮事項】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・天端に亀裂 (幅<math>\bigcirc\text{cm}</math>、長さ<math>\bigcirc\text{cm}</math>) を設けたケース</li> <li>・天端に不陸 (高<math>\bigcirc\text{cm}</math>、長さ<math>\bigcirc\text{cm}</math>) を設けたケース</li> <li>・実験は、幅2.30mの水路で実施。</li> <li>・表法面には、実験の効率化のため固定部を設けており、表法面からの浸透は考慮していない。カゴ法面工は透過性が高い構造であるため、浸透の影響は小さいものとして実験を実施</li> <li>・水路側壁による堤体土の侵食を避けるため、吸出し防止材をカゴ枠底面から側壁に沿ってカゴ枠天端まで立ち上げることによって対処した。</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                      |            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 越水に対して粘り強い性能を有していることを判断するための確認項目および確認方法                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                      |            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 変状連鎖図                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | (確認項目)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | (確認方法)                               | (確認結果)     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 1-1,1-2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | ・表面被覆構造が全体的又は部分的に滑動、めくれ・変形して土羽が露出していないことを確認する。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | ・実験前後の全景を測量および写真により面的に計測する。          | ・根拠4-11①参照 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 1-3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | ・法尻部の基礎地盤が侵食される等により、法尻保護工の安定性が低下していないことを確認する。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                      | ・根拠4-11②参照 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 1-1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | ・天端保護工や法肩部に隙間が生じ、侵食が進行していないことを確認する。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                      | ・根拠4-11③参照 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 1-2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | ・表面被覆材の継ぎ目・重ね部、法尻部などから土砂の吸出しを受けていないことを確認する。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | ・被覆材が無い状態で実験前後の全景を測量および写真により面的に計測する。 | ・根拠4-11④参照 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 1-2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | ・表面被覆材と土羽との間に、高流速が生じ、侵食が進行していないことを確認する。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                      | ・根拠4-11⑤参照 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |

# <表面被覆型>カゴ系 検討項目 1 1 の記入例 (検討結果を反映)

| 検討項目               | 検討過程の記入例                                              |                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                       |
|--------------------|-------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 11                 | 【STEP1】決壊に至るまで変状連鎖図に記載された決壊に至る主要なプロセスへの対応 (様式2の詳細を記載) |                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                       |
| 変状連鎖図              | ①想定したプロセス                                             | ②想定したプロセスに対する設計等での対応                                                                                                                                                                                        | ③: ①②を実験等で確認、検証する上で生じた事象 (ズレ等)。また、その事象が生じた理由等                                                                                                                                                                                                                                                    | ④: ③に対する対応                                                                                                                                                                                                                            |
| 1-1                | 天端、法肩が流出                                              | <p>【設計時の対応 (天端アスファルト、法肩ブロック)】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・天端部の設計法: 「技術資料 (案)」 P44 ~45 5.4.2 (3) 安定性に関する検討項目に基づき設計する。</li> <li>・法肩部の設計法: 「技術資料 (案)」 P46 ~47 5.4.2 (4) その他の検討項目 参照</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>・1/2縮尺実験において、法肩と法面の境界部の隙間が拡大することを確認。</li> </ul> <p>(理由その1) 法面カゴと法肩ブロックは突き合わせであったため、法面カゴの滑動等に伴い、突き合わせ部に越流水が作用し、徐々に隙間を拡大した。</p> <p>(理由その2) カゴの部材厚が足りず、法面カゴの重量不足により法面カゴが移動し、隙間が生じた。</p>                                                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>・法肩と法面の境界部に隙間を生じさせない (もしくは、隙間の拡大を抑制する) 構造への変更</li> </ul> <p>(理由その1 に対する対応)<br/>→突き合わせとはせずに、天端への差し込を1.0m以上とする仕様規定を設定</p> <p>(理由その2)<br/>→カゴ厚を0.5m以上とする仕様規定を設定</p> <p>⇒非縮尺実験にて、隙間が生じないことを確認。</p> |
| 1-2                | .....                                                 | .....                                                                                                                                                                                                       | .....                                                                                                                                                                                                                                                                                            | .....                                                                                                                                                                                                                                 |
| 【STEP3】信頼性向上のための検討 |                                                       |                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                       |
| 3-1                | 天端の変状                                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>・天端の亀裂等により越流水が浸透しカゴ背面やシート背面の土堤に流水が作用する。</li> <li>・天端の不陸等により、当初想定していたよりも大きな越流水深が生じる</li> </ul>                                                                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>・天端アスファルトに意図的に亀裂 (幅0cm、長さ0cm) を設けた非縮尺模型実験を実施。<br/>→②で想定したとおり、<u>シート背面の土堤に流水が作用し、〇時間後に土堤が侵食され、天端高さを維持することが出来なかった。</u></li> <li>・天端アスファルトに意図的に不陸 (高0cm、長さ0cm) を設けた非縮尺模型実験を実施。<br/>→②で想定したことは異なり<u>越流水深30cm+0cmでは、3時間野間、越水に対する性能を維持することを確認した。</u></li> </ul> | <p>【維持管理時の対応】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・定期点検により継ぎ目の亀裂等について調査する。亀裂等が生じていた場合、発見後 直ちに補修を行なう。</li> </ul>                                                                                                                |
| 3-2                | 施工時の端部処理不足                                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>・端部の処理不足により越流水の浸透や、土粒子の出口が形成され、土堤の侵食を助長する。</li> </ul>                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | <p>【施工時の対応】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・継ぎ目などが弱部とならないように適切に施工する。(例えば、必要な重量を確保出来る単位に継ぎ目を設ける等)</li> </ul>                                                                                                               |
| 3-1                | 経年劣化                                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>・カゴ枠の鉄線の耐久力が低下し、越水時の流体力でカゴ材が破断する。</li> <li>・吸出し防止シートの劣化により、十分に吸出し機能が確保されず、堤体土の流出が生じ、吸出し防止材背面の空隙が拡大し、背面流速が増大することで堤防侵食が助長する。</li> </ul>                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | <p>【維持管理時の対応】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・耐用年数経過後には、部分開削を行ない当初設計で見込んでいた部材強度が得られない場合は部材交換を行なう。</li> <li>・法面の植生状況や不陸等の状況より吸出し防止材等の状況を想定するとともに、必要に応じ部分開削等を行ない当初設計で見込んでいた部材強度が得られない場合は部材交換を行なう。</li> </ul>                |

# 最終的な提出様式（再掲）

様式4-1  
 検討項目9 決壊に至るまで変状連鎖図



STEP1~3を踏まえた最終形を提出

様式4-2  
 検討項目10 越水に対する粘り強い性能を有する構造であること確認した条件や結果等

| 検討項目    | 第2回公募における様式4（案）の記入例                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                      |            |        |        |         |                                             |                              |            |     |                                             |  |            |     |                                    |  |            |     |                                            |                                      |            |     |                                        |  |            |
|---------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|------------|--------|--------|---------|---------------------------------------------|------------------------------|------------|-----|---------------------------------------------|--|------------|-----|------------------------------------|--|------------|-----|--------------------------------------------|--------------------------------------|------------|-----|----------------------------------------|--|------------|
| 10      | <p>【STEP1】越水に対する粘り強い性能を有する構造であること</p> <p>プロセスの確認方法<br/> <input type="checkbox"/> 目録・実験の報告<br/> <input checked="" type="checkbox"/> 設計資料の提出 (1/2縮尺模型実験 (高さ1.0m) → 非縮尺模型実験 (高さ2.0m×5.0m相当))</p> <p>上記プロセスの確認方法を用いる場合の公募要項上の留意点等<br/> <input checked="" type="checkbox"/> 実物実験<br/>                     ・公募要項に記載されている「埋設高さ2m以上を確保したうえで「越流水深は縮尺せずに越流水深30cmを作用させるとともに、被覆材は縮尺しないこと」に基づき、2m以上の非縮尺模型実験によりバックアップにおける粘り強い性能を確認」を行なう。</p> <p>実験条件の条件<br/>                     ・埋設高さ：2.0m<br/>                     ・天端幅：3.0m<br/>                     ・土質：均質配：1:2:0<br/>                     ・土質：腐植土が質土（腐植分含有率Fc=20.1%の砂質土）<br/>                     引張破壊力(平均)15.5gf/cm<sup>2</sup><br/>                     断面の厚96.2%程度<br/>                     ・埋設の位置：1.0m</p> <p>【材料】<br/>                     ・越流水深：30cm<br/>                     ・越流時間：3時間</p> <p>【その他実験時の配慮事項】<br/>                     ・実験は、幅30cmの水路で実施。<br/>                     ・高流速には、実験の開始前の部分固定部を設けており、表面からの浸透は考慮していない。カゴ法面は透過性が高い構造であるため、浸透の影響は小さいものとして実験を実施。<br/>                     ・水漏れによる埋設土の侵食を避けるため、吸出し防止材をカゴ側面から側壁に沿ってカゴ天端まで立ち上げることによって対応した。</p> <p>越水に対して粘り強い性能を有していることを判断するための確認項目および確認方法</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>変状連鎖図</th> <th>(確認項目)</th> <th>(確認方法)</th> <th>(確認結果)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1-1-1-2</td> <td>・表面被覆材が全体の部分的に剥離、めくれ・変形して天端が露出していないことを確認する。</td> <td>・実験前後の全量を測定および写真により定量的に計測する。</td> <td>・参照4-11①参照</td> </tr> <tr> <td>1-3</td> <td>・法面材の基礎地盤が侵食される等により、法面材の安定性が低下していないことを確認する。</td> <td></td> <td>・参照4-11②参照</td> </tr> <tr> <td>1-1</td> <td>・天端部と法面材間に隙間が生じ、侵食が進行していないことを確認する。</td> <td></td> <td>・参照4-11③参照</td> </tr> <tr> <td>1-2</td> <td>・表面被覆材の継ぎ目・重ね部、法面材などから土の吸出しを受けていないことを確認する。</td> <td>・被覆材が無い状態で実験後の全量を測定および写真により定量的に計測する。</td> <td>・参照4-11④参照</td> </tr> <tr> <td>1-2</td> <td>・表面被覆材と土との間に、高流速が生じ、侵食が進行していないことを確認する。</td> <td></td> <td>・参照4-11⑤参照</td> </tr> </tbody> </table> | 変状連鎖図                                | (確認項目)     | (確認方法) | (確認結果) | 1-1-1-2 | ・表面被覆材が全体の部分的に剥離、めくれ・変形して天端が露出していないことを確認する。 | ・実験前後の全量を測定および写真により定量的に計測する。 | ・参照4-11①参照 | 1-3 | ・法面材の基礎地盤が侵食される等により、法面材の安定性が低下していないことを確認する。 |  | ・参照4-11②参照 | 1-1 | ・天端部と法面材間に隙間が生じ、侵食が進行していないことを確認する。 |  | ・参照4-11③参照 | 1-2 | ・表面被覆材の継ぎ目・重ね部、法面材などから土の吸出しを受けていないことを確認する。 | ・被覆材が無い状態で実験後の全量を測定および写真により定量的に計測する。 | ・参照4-11④参照 | 1-2 | ・表面被覆材と土との間に、高流速が生じ、侵食が進行していないことを確認する。 |  | ・参照4-11⑤参照 |
| 変状連鎖図   | (確認項目)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | (確認方法)                               | (確認結果)     |        |        |         |                                             |                              |            |     |                                             |  |            |     |                                    |  |            |     |                                            |                                      |            |     |                                        |  |            |
| 1-1-1-2 | ・表面被覆材が全体の部分的に剥離、めくれ・変形して天端が露出していないことを確認する。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | ・実験前後の全量を測定および写真により定量的に計測する。         | ・参照4-11①参照 |        |        |         |                                             |                              |            |     |                                             |  |            |     |                                    |  |            |     |                                            |                                      |            |     |                                        |  |            |
| 1-3     | ・法面材の基礎地盤が侵食される等により、法面材の安定性が低下していないことを確認する。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                      | ・参照4-11②参照 |        |        |         |                                             |                              |            |     |                                             |  |            |     |                                    |  |            |     |                                            |                                      |            |     |                                        |  |            |
| 1-1     | ・天端部と法面材間に隙間が生じ、侵食が進行していないことを確認する。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                      | ・参照4-11③参照 |        |        |         |                                             |                              |            |     |                                             |  |            |     |                                    |  |            |     |                                            |                                      |            |     |                                        |  |            |
| 1-2     | ・表面被覆材の継ぎ目・重ね部、法面材などから土の吸出しを受けていないことを確認する。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | ・被覆材が無い状態で実験後の全量を測定および写真により定量的に計測する。 | ・参照4-11④参照 |        |        |         |                                             |                              |            |     |                                             |  |            |     |                                    |  |            |     |                                            |                                      |            |     |                                        |  |            |
| 1-2     | ・表面被覆材と土との間に、高流速が生じ、侵食が進行していないことを確認する。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                      | ・参照4-11⑤参照 |        |        |         |                                             |                              |            |     |                                             |  |            |     |                                    |  |            |     |                                            |                                      |            |     |                                        |  |            |

性能確認を行なった実験や解析毎に提出

様式4-3  
 検討項目11 信頼性向上のための検討結果

| 検討過程の記入例           |                                                      |                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                        |
|--------------------|------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 検討項目11             | 【STEP1】決壊に至るまで変状連鎖図に記載された決壊に至る主要なプロセスへの対応（様式2の詳細を記載） |                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                        |
|                    | 変状連鎖図                                                | ①想定したプロセス                                                                                                                                                                    | ②想定したプロセスに対する設計等での対応                                                                                                                                                                                                                                                           | ③：①②を実験等で確認、検証する上で生じた事象（ズレ等）。また、その事象が生じた理由等                                                                                                                                                                            |
|                    | 1-1                                                  | 天端、法肩が流出                                                                                                                                                                     | <p>【設計時の対応（天端アスファルト、法肩ブロック）】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・天端部の設計法：「技術資料（案）」P44~45 5.4.2（3）安定性に関する検討項目に基づき設計する。</li> <li>・法肩部の設計法：「技術資料（案）」P46~47 5.4.2（4）その他の検討項目参照</li> </ul>                                                                                  | <p>・1/2縮尺実験において、法肩と法面の境界部の隙間が拡大することを確認。</p> <p>（理由その1）法面カゴと法肩ブロックは突き合わせであったため、法面カゴの滑動等に伴い、突き合わせ部に越流水が作用し、徐々に隙間を拡大した。</p> <p>（理由その2）カゴの部材厚が足りず、法面カゴの重量不足により法面カゴが移動し、隙間が生じた。</p>                                         |
| 1-2                | ・・・                                                  | ・・・                                                                                                                                                                          | ・・・                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                        |
| 【STEP3】信頼性向上のための検討 |                                                      |                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                        |
| 3-1                | 天端の変状                                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>・天端の亀裂等により越流水が浸透しカゴ背面やシート背面の土壌に流水が作用する。</li> <li>・天端の不陸等により、当初想定したよりも大きな越流水深が生じる</li> </ul>                                           | <ul style="list-style-type: none"> <li>・天端アスファルトに意図的に亀裂（幅○cm、長さ○cm）を設けた非縮尺模型実験を実施。<br/>⇒②で想定したとおり、シート背面の土壌に流水が作用し、○時間後に土壌が侵食され、天端高さを維持することが出来なかった。</li> <li>・天端アスファルトに意図的に不陸（高○cm、長さ○cm）を設けた非縮尺模型実験を実施。<br/>⇒②で想定したことは異なり越流水深30cm+○cmでは、3時間野間、越水に対する性能を維持することを確認した。</li> </ul> | <p>【維持管理時の対応】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・定期点検により継ぎ目の亀裂等について調査する。亀裂等が生じていた場合、発見後 直ちに補修を行なう。</li> </ul>                                                                                                 |
| 3-2                | 施工時の端部処理不足                                           | <ul style="list-style-type: none"> <li>・端部の処理不足により越流水の浸透や、土粒子の出口が形成され、土壌の侵食を助長する。</li> </ul>                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                | <p>【施工時の対応】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・継ぎ目などが弱部とならないように適切に施工する。（例えば、必要な重量を確保出来る単位に継ぎ目を設ける等）</li> </ul>                                                                                                |
| 3-1                | 経年劣化                                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>・カゴ枠の鉄線の耐久力が低下し、越水時の流体力でカゴ材が破断する。</li> <li>・吸出し防止シートの劣化により、十分に吸出し機能が確保されず、堤体土の流出が生じ、吸出し防止材背面の空隙が拡大し、背面流速が増大することで堤防侵食が助長する。</li> </ul> |                                                                                                                                                                                                                                                                                | <p>【維持管理時の対応】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・耐用年数経過後には、部分開削を行ない当初設計で見込んでいた部材強度が得られない場合は部材交換を行なう。</li> <li>・法面の植生状況や不陸等の状況より吸出し防止材等の状況を想定するとともに、必要に応じ部分開削等を行ない当初設計で見込んでいた部材強度が得られない場合は部材交換を行なう。</li> </ul> |

STEP1~3を踏まえた最終形を提出

## 参考となる論文等

## 越水に対して「粘り強い河川堤防」の技術検討に関連する論文等リスト

令和7年5月14日時点

| No. | 論文・資料名                                | 著者                               | 引用元・年次                                |
|-----|---------------------------------------|----------------------------------|---------------------------------------|
| 1   | <a href="#">河川堤防破堤時の水流に関する実験的研究</a>   | 石塚安雄・小葉竹重機                       | 京都大学防災研究所年報, 第23号B-2, 1980.           |
| 2   | 大規模な越流破堤実験                            | 須賀堯三・石川忠晴・葛西敏彦                   | 土木技術資料, Vo.23, No.3, 1981             |
| 3   | <a href="#">堤防越水をともなう直線矩形断面河道の水面形</a> | 石川忠晴                             | 第26回水理講演会論文集, 1982                    |
| 4   | <a href="#">越水堤防調査最終報告書－解説編－</a>      | 須賀堯三・橋本宏・石川忠晴・藤田光一<br>・葛西敏彦・加藤善明 | 土木研究所資料, 第2074号, 1984.                |
| 5   | <a href="#">河川堤防法接口の拡大過程に関する実験的研究</a> | 藤田裕一郎・田村多佳志・村本嘉雄                 | 京都大学防災研究所年報, 第27号B-2, 1984.           |
| 6   | <a href="#">堤防の耐越水化に関する実験的研究</a>      | 加藤善明, 橋本宏, 藤田光一                  | 第29回水理講演会論文集, pp.627-632, 1985.       |
| 7   | <a href="#">アーマ・レビー法尻工の水理設計</a>       | 福岡捷二・藤田光一・加賀谷均                   | 水理講演会論文集, 土木学会, 第31回, 1987            |
| 8   | 越水を伴う洪水流による堤防被災機構の調査およびその解析           | 福岡捷二・藤田光一・森田克史                   | 土木技術資料, Vol.30, N0.3, pp.21~26, 1988. |
| 9   | アーマ・レビーの設計, その1－越水対策－                 | 福岡捷二, 藤田光一, 加賀谷均                 | 土木技術資料30-3, p.27-32, 1988.            |
| 10  | アーマ・レビーの設計, その2－浸透対策－                 | 久柴勝行, 吉岡淳, 細谷政和                  | 土木技術資料30-3, p.33-38, 1988.            |

[https://www.mlit.go.jp/mizukokudo/river/content/kanren\\_ronbun\\_list.pdf](https://www.mlit.go.jp/mizukokudo/river/content/kanren_ronbun_list.pdf)

## よくある質問等

[https://www.jice.or.jp/cms/kokudo/pdf/nebarizuyoi/20250612\\_faq.pdf](https://www.jice.or.jp/cms/kokudo/pdf/nebarizuyoi/20250612_faq.pdf)

| QA<br>番号 | 公募要領<br>の頁     | 質問                                                                                 | 回答                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|----------|----------------|------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1        | p3             | 「パッケージ」での提案とありますが、一つの組合せに対して一つ応募する必要がありますでしょうか。                                    | 原則として、同種類の構成部材（パーツ）による一つの組合せに対して一つの応募が必要です。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 2        | p3~p5          | 1社で複数件の応募（例えば1件は共同開発者と、もう1件は単独による応募など）が可能でしょうか。                                    | 1社で複数件の応募が可能です。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 3        | p3、p11、<br>p15 | 「自立型」と「その他構造」との違いは何でしょうか。                                                          | 別紙1（1）のとおり、自立型（自立式特殊堤を含む）は、「盛土の部分がなくても自立部が自立し、その全部若しくは主要な部分がコンクリート、鋼矢板若しくはこれらに準ずるものによる構造で、計画高水位以下の水位の流水の通常的作用に対する堤防機能及び越水に対する性能を発揮するもの。」としており、「堤防に求められる基本的な機能や設計に反映すべき事項、考慮すべき事項への対応は自立式特殊堤の確認方法と同じと考えられるもの。」になります。<br>その他構造は、「コア部分のみで自立はしないが、周辺の盛土（堤防）との複合体として計画高水位以下の水位の流水の通常的作用に対する堤防機能及び越水に対する性能を発揮するものなど」が想定され、各機能の確認方法は、応募者が評価項目に基づき確認方法を個別に設定し、その確認結果および根拠を提出していただく必要があります。 |
| 4        | p3、p11         | エントリー後の構造変更や、それに伴う技術の分類の変更は可能でしょうか。                                                | エントリー時の資料については、公募期間内であれば修正が可能です。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 5        | p3、p11、<br>p15 | 表面被覆型と自立型の混合型(ハイブリッド構造)でも良いでしょうか。また、その場合、越水に対する性能は、表面被覆型と自立型のいずれも満足しないといけないのでしょうか。 | 応募は可能です。<br>表面被覆型、自立型のそれぞれ単独では評価できない場合は、その他構造として扱い、公募要領別紙3（3）その他の提出（例）にあるとおり、各機能の確認方法は、応募者が評価項目に基づき確認方法を個別に設定し、その確認結果および根拠を提出していただきます。提出された資料に基づき、評価委員会で評価致します。                                                                                                                                                                                                                    |
| 6        | p5             | 5.公募期間(2)が令和8年1月末となっておりますが、回避できない不測の事態等で期間内に実験等終了しない場合など、公募期間を延長していただくことは可能でしょうか。  | 公募期間の延長は想定しておりません。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 7        | p5             | 修正事項があった場合等、公募期間後に資料の差し替えや追加提出は可能でしょうか。                                            | 公募期間内で提出していただくこととしており、原則として、公募期間外での差し替えや追加提出はできません。（ただし、ヒアリング等で評価者側から別途資料提出の依頼があった場合は除く）                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 8        | p6             | 評価階層における「越水に対する性能を有している」とは、具体的にどのように確認するのでしょうか。                                    | 30cmの越流水深に対して、越流時間3時間の間は、別紙1（2）①②に示す越水に対する性能を維持している状態であることを、実験、実験により検証された手法による解析のいずれかで確認することとしています。                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 9        | p6             | 評価階層の分類B及びCに「現地での不確実性が残る」との記載がありますが、評価にあたっては現地での実証が必要なのでしょうか。                      | 現地での実証がなくても評価の対象になります。<br>この場合には限られた条件下で行われた実験結果に基づき評価されたことになり、降雨や洪水的作用、施工後の堤防の変形（沈下、不陸等）、施工状態（土質・土層構造の不均質性、築堤履歴等）、維持管理状態（補修履歴、軽微な変状等）などの現地の様々な影響を取り込んだ評価とならないことから、現地に施工された場合には様々な影響により越水に対する性能を満足しない可能性があるため、「現地での不確実性が残る」と記載しています。                                                                                                                                               |
| 10       | p11            | 構造検討の考え方（設計思想）等を記入することとありますが、構造計算の方法とは何が違うのでしょうか？                                  | 構造検討の考え方には、パッケージが性能を発揮する原理、パッケージにおける構成部材の役割等を、構造計算の方法には、対策にあたりどのような式を用いたかや、どのような仕様を規定したかを記載してください。                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 11       | p13            | 越水に対する性能について、信頼できる解析で確認した場合でも実験による確認は必要でしょうか。                                      | 別紙2（1）②技術提案を求める上での与条件（実験等により確認を行う場合の留意点）のとおり、「実験により検証された解析手法」を用いて確認した結果の提出を予定している場合には、信頼出来る解析手法として、類似の実験や被災事例等を対象として検証されていることを示す必要があります。                                                                                                                                                                                                                                           |

| QA<br>番号 | 公募要領<br>の頁 | 質問                                                                                                                                     | 回答                                                                                                                                                                                                        |
|----------|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 12       | p13        | 実験により検証された手法による解析とあるが、どの程度の再現性があれば良いのでしょうか。                                                                                            | 「実験により検証された手法による解析」の前提条件となる検証結果の資料を提出していただき、再現性を含めて手法としての妥当性について、評価委員会で確認致します。                                                                                                                            |
| 13       | p18        | 自立型の場合、モデル堤防より高い自立型擁壁により検証を行っても良いのでしょうか。                                                                                               | モデル堤防の与条件を対象に性能の確認を行っていただくことを基本としています。これにより難しい場合には、適用範囲とあわせて確認の方法等の妥当性を示していただく必要があります。                                                                                                                    |
| 14       | p18        | 実験を行う場合の堤防縦断方向の幅について、別紙2(1)①【実験時の堤防縦断方向の幅の考え方】が示されていますが、当該記載を踏まえ、応募者で任意に設定すれば良いのでしょうか。                                                 | ご認識の通り、別紙2(1)①【実験時の堤防縦断方向の幅の考え方】を踏まえて設定してください。                                                                                                                                                            |
| 15       | p18        | 実験の規模が大きいため、検証可能な水路が限定されると思いますが、実験の実施を希望する場合、第三者機関等への相談は可能でしょうか。                                                                       | 複数の実験施設があることを確認しております。<br>実験施設の借用を希望する場合は、第三者機関ではなく実験施設の管理者に直接お問い合わせください。                                                                                                                                 |
| 16       | p18        | 表面被覆型の場合、モデル堤防における断面形状については、裏法面被覆材や覆土、天端保護工（舗装）は含まれているのでしょうか？<br>仮に含まれない場合、モデル堤防に対して被覆+覆土をすると、モデル堤防における官民境界を超過する可能性があります、それでも良いのでしょうか。 | 今回の技術公募においては、裏法面被覆材や覆土、天端保護工はモデル堤防の断面内には含まないものとして提案してください。<br>官民境界を超過する場合は、様式-1の適用範囲に必要な官民境界の位置を記載してください。                                                                                                 |
| 17       | p22        | 『別紙2(3)技術提案を求める上での与条件（外力条件）』『その他』の項に、「As層以外は液状化しない」との記載がありますが、地震動を与えた後に越水試験を行うのでしょうか。                                                  | 地震と越水は同時発生せず、それぞれの事象として検討を行ってください。                                                                                                                                                                        |
| 18       | p22        | 常時および地震時の平水位の数値は記載されていませんが、-1.0mでしょうか？<br>その際、水圧は作用しないことでよろしいのでしょうか？                                                                   | 常時及び地震時の平水位は、別紙2(3)における洪水時の平水位と同様に、「-1.0m」としてください。なお、水圧については、応募技術の構造に応じ、適切に作用させてください。                                                                                                                     |
| 19       | p22        | 越流時間3時間の起点は越流水深が30cm以上となった時点で良いのでしょうか。                                                                                                 | 越流時間3時間の起点は、越流水深が30cm以上となった時点としてください。                                                                                                                                                                     |
| 20       | p26        | 【様式3-1】（表面被覆型）の検討項目2③の堤防の直接侵食に対する安全性について、堤防の天端・裏法面・裏法尻パーツでのパッケージが求められている中で「（表法面の）侵食」に対する安全性の照査は必要無いのではないのでしょうか。表法面の侵食対策も提案すべきでしょうか。    | 侵食に対する安全性について確認方法を提出いただくことを基本としていますが、川表側に影響のない工法の場合には、その旨を記載していただくことで、確認方法及び確認結果の提出を省略することが可能です。                                                                                                          |
| 21       | p26        | 【様式3-1】（表面被覆型）の検討項目2④と⑤の浸透の作用に対する安全性について、法面被覆型で川表側に影響のない工法の場合には、浸透の安全性の解析及び基礎地盤の安全性の検討は不要だと思われませんが、提出は省略可能でしょうか？                       | 公募要領p12(4)既存の堤防の性能を毀損しないこと に記載の通り、表面被覆型において、表面被覆材の重量が821kg/m <sup>2</sup> 以下であり、かつ計画堤防断面に大きく影響しない技術については、様式3の関連項目の記載は省略してもよい。としています。ただし、透水性を阻害する表面被覆材の場合は、浸透に対する安全性の確認（様式3-1の検討項目2評価項目④、⑤）は実施することとしております。 |
| 22       | p26        | 【様式3-1】（表面被覆型）の検討項目4⑦施設計画上の津波による侵食に対する安全性について、法面被覆型で川表側に影響のない工法の場合には、堤防法面の直接侵食に対する安全性の計算は不要だと思われませんが、提出は省略可能でしょうか？                     | 波浪等の作用に対する安全性について確認方法を提出いただくことを基本としておりますが、川表側に影響のない工法の場合には、その旨を記載していただくことで、確認方法及び確認結果の提出を省略することが可能です。                                                                                                     |