

越水に対して「粘り強い河川堤防に関する技術」の 公募要領

1. 公募の目的

令和元年台風第19号（令和元年東日本台風）による洪水では、全国で142箇所の堤防決壊が発生し、今後も、気候変動に伴い洪水被害がさらに頻発化・激甚化することが考えられるため、堤防からの越水に対し、粘り強い構造の堤防を整備し、被害を軽減することが求められている。

「粘り強い河川堤防」は、越水しても決壊しない堤防ではなく、施設の能力を超える洪水に対し、避難のための時間を確保するなど、被害をできるだけ軽減するため、越水した場合でも決壊しにくく、堤防が決壊するまでの時間を少しでも長くするなどの減災効果の発揮を目的に、危機管理対応として実施するものである。現時点では、越水した場合の効果に幅や不確実性があること等から、今後の取り組むべき課題として、「粘り強い河川堤防」に必要となる性能の具体化や、構造物の安定性を長期的に維持するための維持管理の検討が重要であること、関係業界団体・大学の研究者や学会等との連携を図るとともに、共同で研究・開発を行う体制の構築等が必要であることなどがあげられている。

このような背景から、「粘り強い河川堤防」の技術開発に必要な技術的検討を行うことを目的に、令和4年5月に「河川堤防の強化に関する技術検討会（以下、「技術検討会」という）」が設置された。令和4年5月20日に行われた技術検討会では、「既存の堤防の性能を毀損しないこと」に加え、「越水した場合でも決壊までの時間を少しでも長くする粘り強い性能（以下、「越水に対する性能」という）」を付加する「粘り強い性能に関する基本的な考え方」等が示された。また、「粘り強い河川堤防に関する技術」の越水に対する性能を評価するための技術開発上の目安として「越流水深30cmの外力に対して、越流時間3時間の間は越水に対する性能を維持する構造とすること」が設定されたところである。

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

本公募で使用する用語を以下のように定義する。

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。

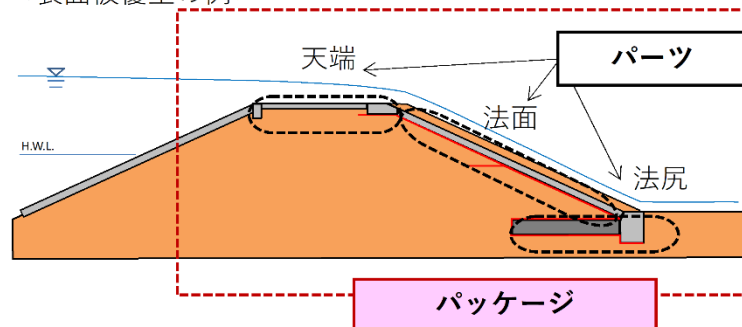
2. 公募技術

(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) 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。

- ・ 常時の自重による沈下及びすべり破壊等に対する安全性（常時の健全性）
- ・ 計画高水位（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する安全性（耐侵食性能及び耐浸透性能）
- ・ 地震時に対する安全性（耐震性能）
- ・ 波浪等に対する安全性（波浪等に対する安全性）

【設計に反映すべき事項】

○別紙3を参考に実績等に基づく資料等を提出する。

- ・ 不同沈下に対する修復の容易性
- ・ 堤体と基礎地盤との一体性及びなじみ
- ・ 嵩上げ及び拡幅等の機能増強の容易性
- ・ 損傷した場合の復旧の容易性
- ・ 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
- ・ 基礎地盤及び堤体の不均質性に起因する不確実性

【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。

- ・ 環境及び景観との調和
- ・ 構造物の耐久性
- ・ 施工性
- ・ 経済性
- ・ 維持管理の容易性
- ・ 事業実施による地域への影響
- ・ 公衆の利用

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。

※ここでの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。

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に応募すること）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、連絡を行なう。

※（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、連絡を行なうこと。

（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 (右記を満たす 者のうち、Aを除く)	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。

以上

応募資料作成要領

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ための記載も該当）
<input type="checkbox"/> 応募に必要な書類の記載内容に不備	<ul style="list-style-type: none"> ・ 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（応募の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。

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。

(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、横断面図、縦断面図)

- ・応募技術の平面図、横断面図、縦断面図を添付すること。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。

(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。

(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。
- 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。

(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、実験モデル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。

(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）

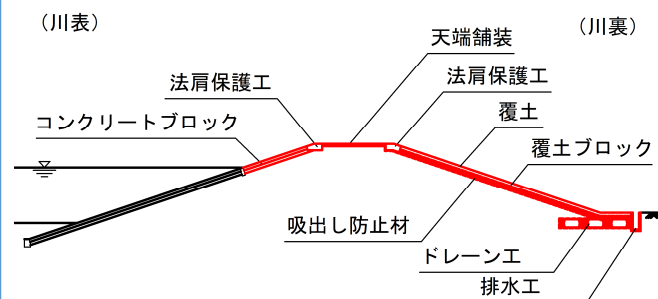
様式3で提出された根拠とは別に応募技術に関連する技術の施工実績がある場合は、それぞれの機関毎にその件数を示し、資料を添付すること。

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。

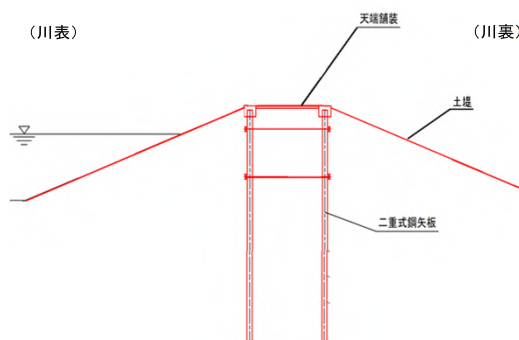


【表面被覆型の例】

○自立型

(自立式特殊堤を含む)

- 盛土の部分があっ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。
- 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】

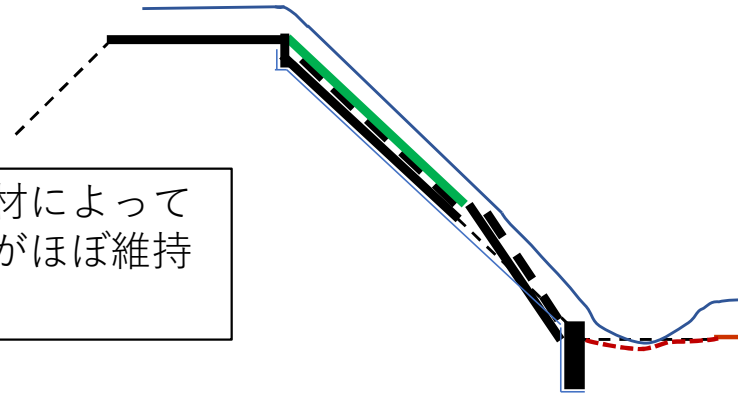
○その他構造

- 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

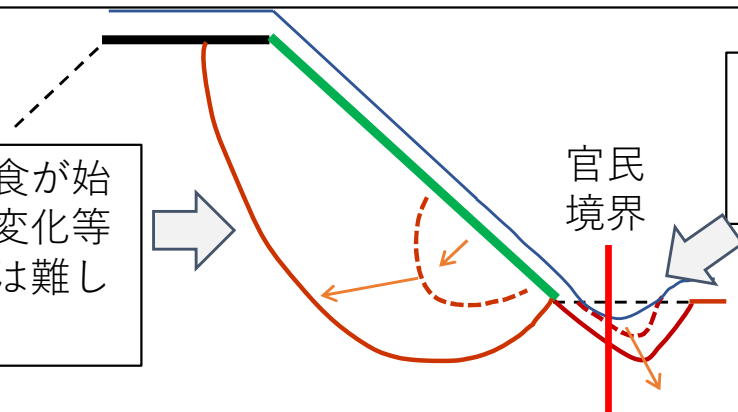
堤体が表面被覆材によって被覆された状態がほぼ維持された状態



【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。

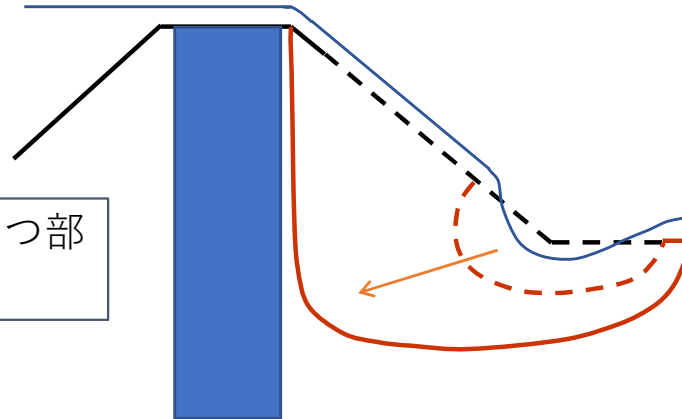


裏のり尻部は民地に隣接していることが多く、侵食が全く生じない構造とすることは現実的ではない。

【越水に対する性能を維持している状態（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

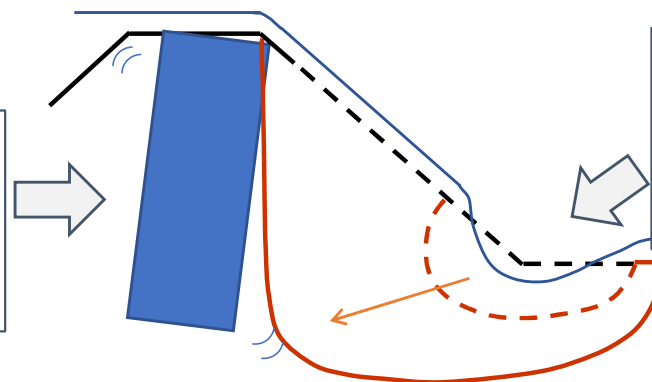
自立部が自立し、かつ部材が健全な状態



【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。

部材が塑性域に達した場合や自立部が傾いた場合などの安定性の時間変化等を技術的に評価することは難しい



裏のり面の土堤部の洗掘を、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

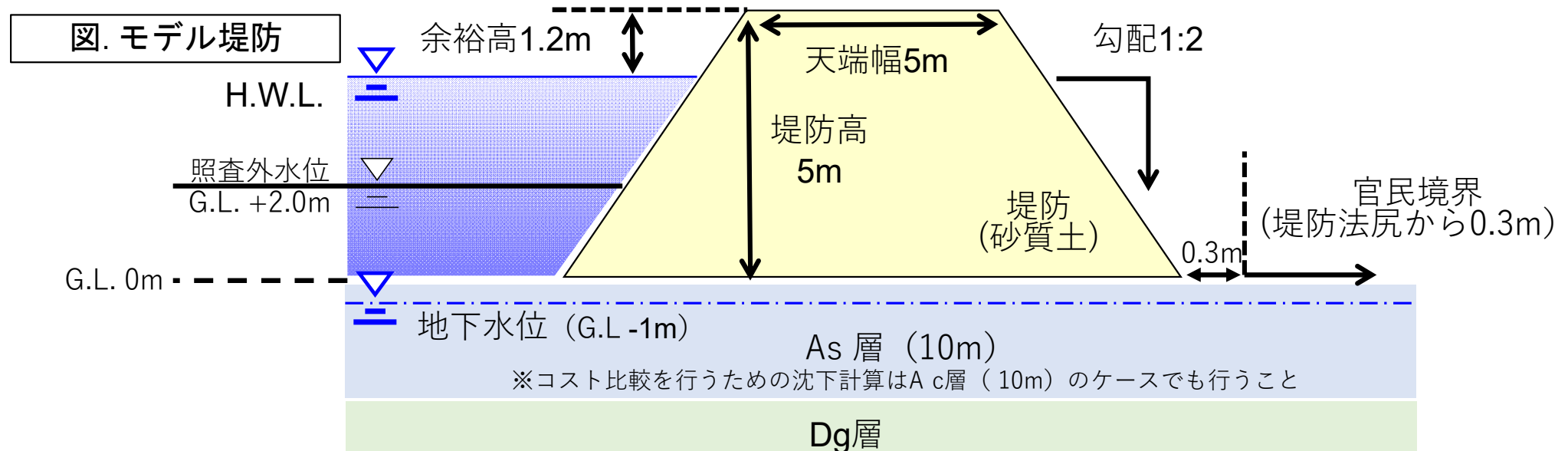
- 堤防に求める基本的な機能や越水に対する性能の確認は、モデル堤防を対象とした確認により行うことを基本とする。
- モデル堤防の形状は下図とする。
- 提案技術の構造を適切にモデル化する。
- 越水に対する性能の確認は、「実験」又は「実験により検証された解析手法」で行う。
- 「実験」又は「実験により検証された解析手法」により確認を行う場合の留意点を別紙2(1)②に整理。

【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]



【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。

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。

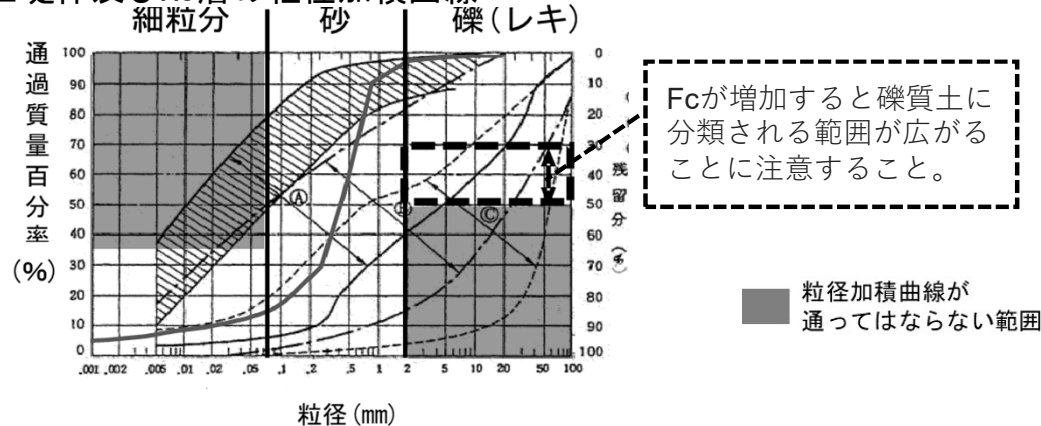
- 確認したい事象に影響を与える事象に対して、力学的相似則を満足すること若しくは、安全側の条件に設定すること。
- 実験で確認したい事象と、検討すべき相似条件の代表的な関係例を以下に示す。
- 対象とする構造の特性や確認したい事象をよく検討し、相似条件を吟味すること。

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。

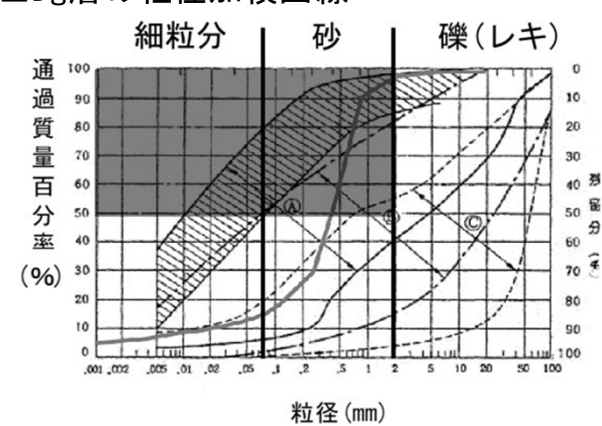
実験で確認したい事象	検討すべき相似条件 (1 G場)	検討すべき相似条件 (遠心場 縮尺 1 / N倍、重力N倍)
構造物の安定性	<ul style="list-style-type: none"> ・部材の特性（強度、透水性等） ・作用する外力（水圧、土圧等）等 	同左 ※実物と同様の材料を用いることで相似となる。
流体の動的挙動（流速、流量等）	<ul style="list-style-type: none"> ・フルード数（重力が影響する流体） ・レイノルズ数、ウェーバー数 (粘性が影響する流体、表面張力が影響する流体) 	同左 ※遠心場では、フルード数は、相似となる。
流体の浸透挙動	<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 <p>※粘着力の相似条件は確立されていない</p>	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。

- 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

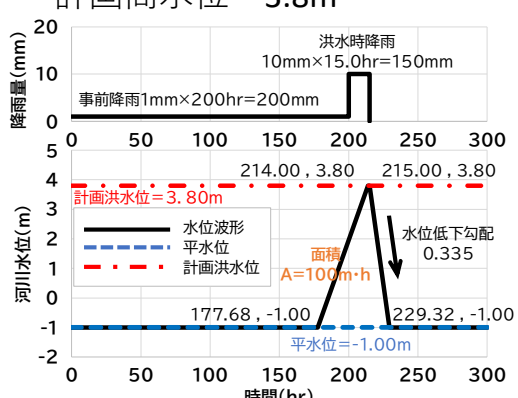
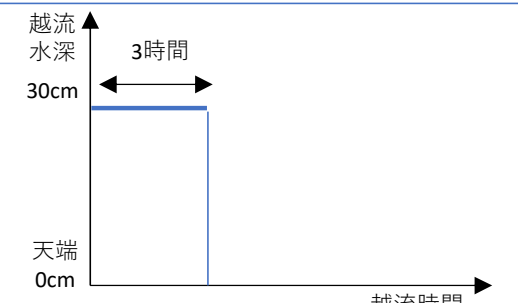
土質記号	土質	単位体積重量 [kN/m ³]	内部摩擦角 [°]	粘着力 [kN/m ²]	透水係数 [cm/s]	平均N値 [回]	液状化強度比
堤体	砂質土	20	35	0(※1)	1.00E-04	10	-(※2)
As	砂質土(※3)	20	35	0	1.00E-03	10	0.225
Ac	中ぐらいの粘土	17	0	30	1.00E-05	5	-(※2)
Dg	礫質土	21	40	0	1.00E-02	50	-(※2)

※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		

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。

技術提案を求める上での与条件（実験、解析）

別紙 2 (4)

工法	構造検討	モデル堤防			土質条件	備考
		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、越水による洗堀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 ・ 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 ・ 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 ・ 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高等は考慮すること	基本形状 ※As層の層厚は任意だが、越水による洗堀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 ・ 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 ・ 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 ・ 様式3-3 (経済性)

○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

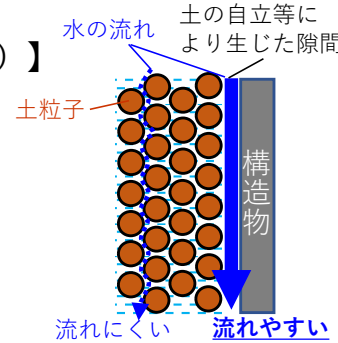
観点	考え方
水の流れやすさ	<ul style="list-style-type: none"> ・緩みや隙間があると水が流れやすい。 ・土と構造物の境界面等では、土のみの状態と比較して水が流れやすい。
土の移動しやすさ	<ul style="list-style-type: none"> ・土圧が一様に作用しない状態や不飽和状態等で拘束圧が作用しない領域があると、土が移動しやすい。

・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）】

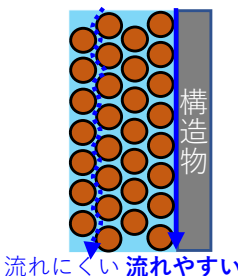
- ・土が自立し、拘束圧が作用しない領域が生じやすく、緩みや隙間ができやすい。
- ・堤体と構造物の**変形・振動特性**の違いによっても拘束圧が作用しない領域が生じやすい。
- ・緩みや隙間部では水が流れやすい。
⇒ **なじみが悪い**



【②構造物との鉛直境界面のなじみ

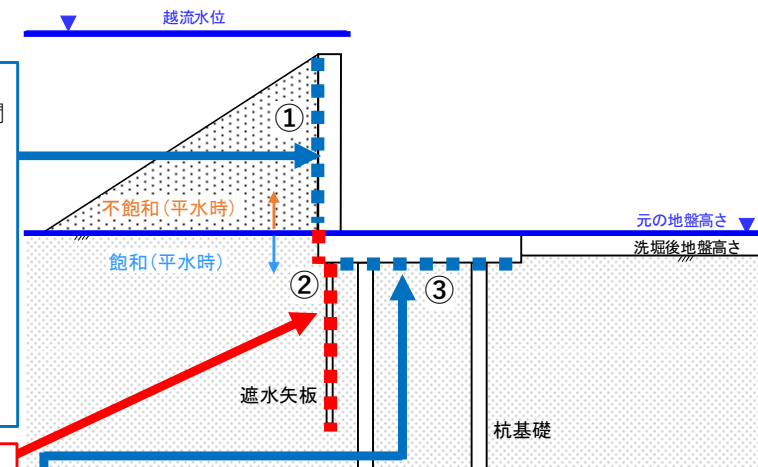
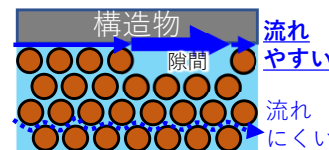
（地下水位より下の飽和領域、基礎地盤部）】

- ・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**

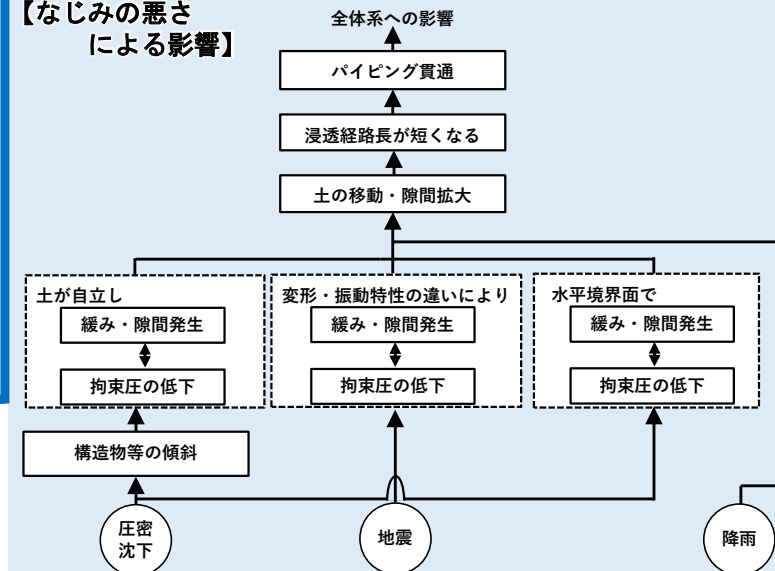


【③構造物との水平境界面のなじみ】

- ・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・隙間ができやすい。
⇒ **なじみが悪い**



【なじみの悪さによる影響】



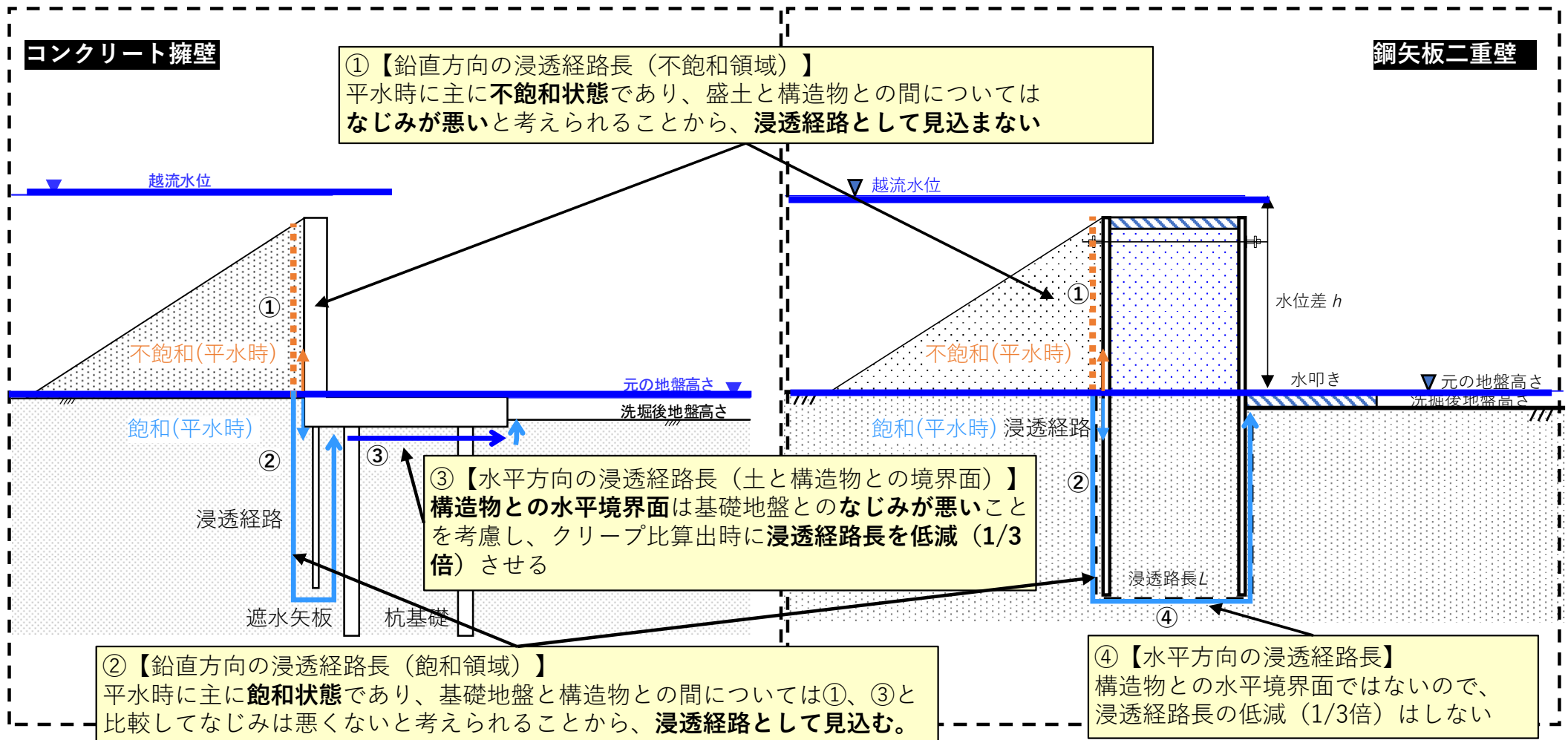
※本資料の内容は現時点での知見を踏まえた内容であり、
今後の議論・実験等を踏まえて随時更新していくものである。

○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



確認方法の提出（例）【様式3－1】（表面被覆型）

別紙3 (1) ①

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> ・河川土エ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> ・河川土エ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とき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、長期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。

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	<設計の考え方> ・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を見なす。 <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。
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	<設計の考え方> ・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。
⑪	基礎地盤及び 堤体の不均質性 に起因する不確実性	<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。 ・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。 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
⑫	不同沈下 に対する修復の容易性	<設計の考え方> ・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。 <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。 ・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。 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
⑬	損傷した場合の 復旧の容易性 等	
⑭	嵩上げ、拡幅等の 機能増強 の容易性	

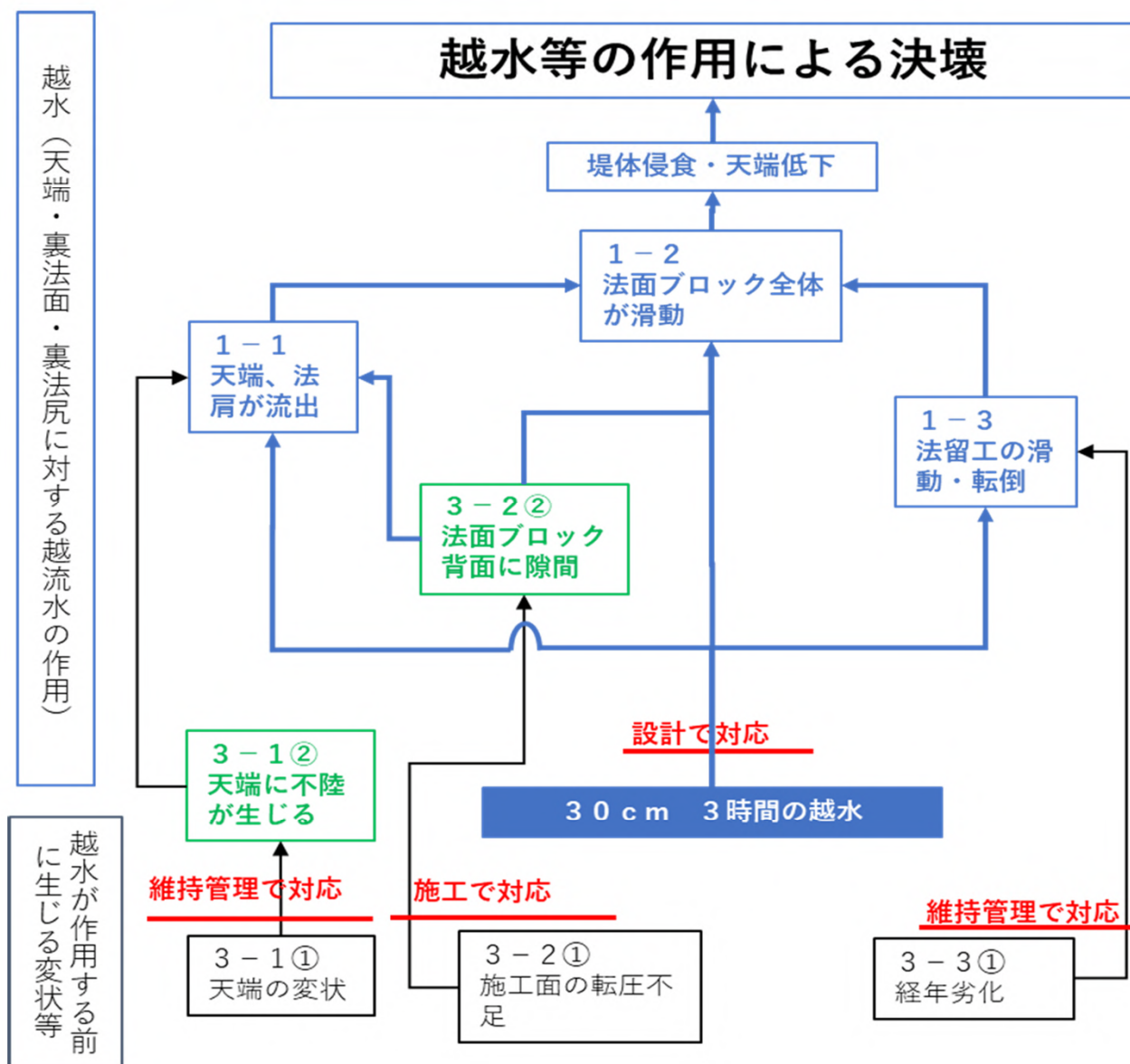
様式3－3 【設計にあたって考慮すべき事項】

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

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】

検討
項目
9

【STEP1】決壊に至るまで変状連鎖図



確認方法の提出（例）【様式4－2】（表面被覆型）

別紙3 (1) ⑤

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】

<div> <div>検討項目</div> <div>10</div> </div>	<div>【STEP2】越水に対する粘り強い性能を有する構造であること</div>																						
	<div> <div>プロセスの確認方法</div> <div> <input checked="" type="checkbox"/> 単一実験や解析 <input type="checkbox"/> 非縮尺模型実験（堤高4.0m） <input type="checkbox"/> 複数実験や解析 </div> </div>																						
	<div> <div>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</div> <div> <input checked="" type="checkbox"/> 非縮尺模型実験 </div> <div> ・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。 </div> </div>																						
	<div> <div>実験等の条件</div> <div>【堤防】</div> <div> ・堤 高： 4.0m ・天 端 幅： 4.0m ・法 勾 配： 1:2.0 ・土 質： 堤体土砂質土 （細粒分含有率$F_c=32\%$の砂質土） 引張破壊応力度約33gf/cm² 締固め度92.5%程度 ・境界の位置： 1.0m </div> <div>【外力】</div> <div> ・越流水深： 30cm ・越流時間： 3時間 </div> </div>	<div> <div>【被覆材材料】</div> <div> ・コンクリートブロック（被覆材重量305kg/m²） ・吸い出し防止材 厚さ10mm、透水係数1×10⁻²cm/s以上 </div> <div>【その他実験時の配慮事項】</div> <div> ・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。これは、実際の堤防においても、耐浸透性能が問題となる場合には、表法面に遮水シートを設置したり、裏法尻にドレーン工を設置したりするなどの対策を実施し、浸潤線を上昇させないように設計されることを考慮し、実験上実施したものである。 ・また、水路壁際からの浸食を防止するため止水シートを設置している。止水シートは水路壁面に接着剤で固定し、ブロック底面に10cm差し込んだ状態である。 ・裏法尻の基礎地盤は、既往の研究から最大50cmの洗掘が想定されること、および法留工の高さ（70cm）以上とするため1.0mに設定した。 </div> </div>																					
	<div>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</div> <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。</td> <td rowspan="3">・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。</td> <td>・根拠4-11①参照</td> </tr> <tr> <td>1－3</td> <td>・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。</td> <td>・根拠4-11②参照</td> </tr> <tr> <td>1－1</td> <td>・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。</td> <td>・根拠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。</td> <td rowspan="2">・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。</td> <td>・根拠4-11④参照</td> </tr> <tr> <td>1－2</td> <td>・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。</td> <td>・根拠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。
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																				

様式4－3 【信頼性向上のための検討】

検討項目 11	【STEP3】信頼性向上のための検討				
	変状連鎖図	①: 想定したプロセスや素因	②: ①に対する対応	③: ①②を実験等で確認 または①②を実験等で確認・検証した際に生じた事象(ズレ等)。と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	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した。 ・非縮尺模型実験により、30cm 3時間の越水を受けても、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、堤防天端高が維持されている状態を確認した。	追加対応無し
	1-2	法面ブロック全体が滑動	【設計時の対応(法面ブロック)】 ・「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。		
	1-3	....	.....
	3-1	天端の変状	【維持管理時の対応】 ・定期点検により不陸を確認した場合、○cm以下のものについては要観察とする。	様々な現場において活用することを想定し、天端の変状について、既往文献や、意図的に天端に変状を与えた実験による影響を確認し、維持管理時の対応について検討を行なった。 ・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型実験を実施。 ・想定したことは異なり越流水深30cm+○cmでは、3時間の間、越水に対する性能を維持することを確認した。	・点検により不陸(高さ○cm)を確認した場合は、要観察とする。 (根拠資料△△△)
	3-2	法面背面部に生じる隙間	【施工時の対応】 ・背面に隙間が出来ないように、施工時の転圧や継ぎ目処理等を適切に行なう。	様々な現場において活用することを想定し、意図的にシート背面に隙間を与えた実験による影響を確認し、施工時の対応について検討を行なった。 ・シート背面に意図的に隙間(幅○cm、高さ○cm、長さ○cm)を設けた非縮尺模型型実験を実施。 ・想定したとおり越流水深30cm、3時間の越水を与えたあと、隙間が拡大していた(幅□cm、高さ□cm、長さ□cm)が、堤防天端高は維持されている状態を確認した。	継続して、隙間が拡大する影響について確認する必要があるため、当面は施工時に背面隙間が生じないように背面土砂の流出が生じないように継ぎ目を処理することやや転圧を適切に行なう。(根拠資料△△△)
	3-3	....	.....	.....

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	<p>＜設計の考え方＞</p> <ul style="list-style-type: none"> ・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。 <p>＜確認方法＞</p> <ul style="list-style-type: none"> ・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	<p>直接基礎の場合</p> <p>＜設計の考え方＞</p> <ul style="list-style-type: none"> ・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。 <p>＜確認方法＞</p> <ul style="list-style-type: none"> ・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。 <p>杭基礎の場合</p> <p>＜設計の考え方＞</p> <ul style="list-style-type: none"> ・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。 <p>＜確認方法＞</p> <ul style="list-style-type: none"> ・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	<p>＜設計の考え方＞</p> <ul style="list-style-type: none"> ・平水位を対象に、自重・上載の荷重(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。 <p>＜確認方法＞</p> <ul style="list-style-type: none"> ・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	<p>＜設計の考え方＞</p> <ul style="list-style-type: none"> ・平水位を対象に、自重・上載の荷重(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。 <p>＜確認方法＞</p> <ul style="list-style-type: none"> ・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	<p>＜設計の考え方＞</p> <ul style="list-style-type: none"> ・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。 <p>＜確認方法＞</p> <ul style="list-style-type: none"> ・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	<p>直接基礎の場合</p> <p>＜設計の考え方＞</p> <ul style="list-style-type: none"> ・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。 <p>＜確認方法＞</p> <ul style="list-style-type: none"> ・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。 <p>杭基礎の場合</p> <p>＜設計の考え方＞</p> <ul style="list-style-type: none"> ・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。 <p>＜確認方法＞</p> <ul style="list-style-type: none"> ・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	<p>＜設計の考え方＞</p> <ul style="list-style-type: none"> ・計画高水位を対象に、自重・上載の荷重(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。 <p>＜確認方法＞</p> <ul style="list-style-type: none"> ・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	<p>＜設計の考え方＞</p> <ul style="list-style-type: none"> ・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。 <p>＜確認方法＞</p> <ul style="list-style-type: none"> ・河川砂防技術基準に従い、レインの加重クリープ比を用いて確認する。

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

⑨	地震後の堤防の安全性	<p>＜設計の考え方＞</p> <ul style="list-style-type: none"> ・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。 <p>＜確認方法＞</p> <ul style="list-style-type: none"> ・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	<p>＜設計の考え方＞</p> <ul style="list-style-type: none"> ・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。 <p>＜確認方法＞</p> <ul style="list-style-type: none"> ・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	<p>直接基礎の場合</p> <p>＜設計の考え方＞</p> <ul style="list-style-type: none"> ・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。 <p>＜確認方法＞</p> <ul style="list-style-type: none"> ・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。 <p>杭基礎の場合</p> <p>＜設計の考え方＞</p> <ul style="list-style-type: none"> ・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。 <p>＜確認方法＞</p> <ul style="list-style-type: none"> ・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	<p>＜設計の考え方＞</p> <ul style="list-style-type: none"> ・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・上載の荷重（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。 <p>＜確認方法＞</p> <ul style="list-style-type: none"> ・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）	<p>＜設計の考え方＞</p> <ul style="list-style-type: none"> ・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、越波によりが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。 <p>＜確認方法＞</p> <ul style="list-style-type: none"> ・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	<p>＜設計の考え方＞</p> <ul style="list-style-type: none"> ・建造時のみならず、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。 <p>＜確認方法＞</p> <ul style="list-style-type: none"> ・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）

別紙3 (2) ③

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って 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部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での決壊・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。 <p>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や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> <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や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。 <p>※例えば、一定間隔で目地を設置する等</p>
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、構造物の健全性や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行い得る性能を有するよう設計することによって対応する。 <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。
⑲	損傷した場合の 復旧が容易 であり、所要工期が短いこと(地震時に構造物が損傷しない構造であること、あるいは地震が生じた場合でも損傷が修復性を有する範囲に収まる構造であること)	<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。 <p>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> <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。
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。

確認方法の提出（例）【様式3－3】（自立型）

別紙3 (2) ④

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		
②①	・環境及び景観の調和	<p><設計の考え方></p> <ul style="list-style-type: none"> ・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。 <p><確認方法></p> <ul style="list-style-type: none"> ・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
②②	・事業実施による地域への影響	<p><設計の考え方></p> <ul style="list-style-type: none"> ・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。 <p><確認方法></p> <ul style="list-style-type: none"> ・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
②③	・公衆の利用	<p><設計の考え方></p> <ul style="list-style-type: none"> ・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。 <p><確認方法></p> <ul style="list-style-type: none"> ・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
②④	・維持管理の容易性	<p><設計の考え方></p> <ul style="list-style-type: none"> ・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、『道路土工一擁壁工指針』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。 <p><確認方法></p> <ul style="list-style-type: none"> ・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。
②⑤	・経済性	<p><設計の考え方></p> <ul style="list-style-type: none"> ・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。 <p><確認方法></p> <ul style="list-style-type: none"> ・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。
②⑥	・構造物の耐久性	<p><設計の考え方></p> <ul style="list-style-type: none"> ・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。 <p><確認方法></p> <ul style="list-style-type: none"> ・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耐久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。
②⑦	・施工性	<p><設計の考え方></p> <ul style="list-style-type: none"> ・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が考えられる。 <p><確認方法></p> <ul style="list-style-type: none"> ・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

【決壊に至るまでの主要なプロセス、破壊の変状連鎖図】

【STEP1】決壊に至るまで変状連鎖図



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】

検討 項目 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 (1/15縮尺実験(堤高0.4m)⇒非縮尺模型実験(堤高2.0m)等によるキャリブレーション⇒非縮尺模型解析(堤高5.0m)			
	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"/> 非縮尺模型解析 ・公募要領に記載されている「実験により検証された手法」において、自立型「堤高2.0mの非縮尺模型実験により検証された解析モデル」を用いて、非縮尺模型解析を行う。			
	実験等の条件 【壁体(実験寸法)】 ・壁 高: 21.0m (堤高6.0+根入れ15.0m) ・天 端 幅: 6.0m ・法 勾 配: 1:0 ・土 質 : 堤体土砂質土(細粒分含有率 $F_c=0.2\%$ の砂質土) 締固め度90%程度 ・境界の位置: 0.0m 【外力】 ・越流水深 : 30cm ・越流時間 : 3時間		【壁体材料】 ・矢板全長 21.0m 根入れ長さ15.0m 【その他実験時の配慮事項】 ・	
	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)	
1-2, 1-4	・裏のり尻部は洗掘されても、自立部が自立しており、その結果堤防天端高さが維持されていることを確認する。	・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	
1-4	・裏のり尻部は洗掘が想定範囲内であり、必要な根入れ深さ、浸透路長が確保されている		・根拠4-11②参照	
1-1, 1-2	・天端保護工や法肩部に隙間が生じ、壁体内部の中詰め材の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, 1-4, 1-3	・裏のり尻部は洗掘されても、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。 ・自立部を構成する部材が健全であることを〇〇試験によって確認する。	・根拠4-11④参照	

様式4－3 【信頼性向上のための検討】

検討項目 11	【STEP3】信頼性向上のための検討				
	変状連鎖図	①:想定したプロセスや素因	②:①に対する対応	③:①②を実験等で確認 または①②を実験等で確認・検証した際に生じた事象(ズレ等)。と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(天端保護工の検討)】 ・「参考資料【自立型】」における3.5.6天端保護工の検討を参考に設計する。(設計計算結果は根拠・参照)	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以下の手順で確認した。 ・【STEP2(その1)】において、1/15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し、実験結果を踏まえ解析モデルを構築した。 ・【STEP2(その2)】では、上記で構築した解析モデルについて、非縮尺模型実験(堤高2.0m)と過去の被災事例の再現計算を実施し、キャリブレーションを行った上で解析モデルの改良を行った。 ・【STEP2(その3)】では、【STEP2(その2)】で改良された解析モデルを用いて、非縮尺模型解析(堤高5.0m)を実施。その結果、30cm 3時間の越水を受けても、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を確認した。	追加対応無し
	1-2	壁体の滑動、沈下、全体すべりの発生	【設計時の対応(コア部等の安定性)】 ・「参考資料【自立型】」における3.3コア部の安定性を参考に設計する。(設計計算結果は根拠・参照)		
	1-3	構成部材の欠損、矢板の傾倒	【設計時の対応(部材の安全性)】 ・「参考資料【自立型】」における3.5部材の安全性を参考に設計する。(設計計算結果は根拠・参照)		
	1-4	....	.....
	3-1	....	.....	.....	.....
	3-2	....	.....	.....	.....
	3-3	経年劣化	【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。 ・近傍にサンプル材を埋設し、定期的に引き抜き当初設計で見込んでいた部材強度を確認する。部材強度が得られない場合は部材交換を行なう。	様々な現場において活用することを想定し、主要部材の経年劣化について、既往文献などにに基づき、維持管理時の対応について机上検討を行なった。 既往文献 ・鋼矢板の○○○ ・タイロッドの○○○○	

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】	
様式4	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	
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	