

堤防決壊にかかる四国管内の 緊急復旧計画について

四国技術事務所 防災・技術課 佐藤 大介
四国技術事務所 技術情報管理官 久次米 康勝
四国技術事務所 防災・技術課 明比 貢

近年、大雨の頻発化、激甚化により全国各地の河川で堤防決壊に伴う大規模氾濫が発生している。このような状況を踏まえ、平成19年度より全ての直轄河川事務所において堤防決壊シミュレーションが実施されているが、効率的、効果的に継続するための体制・仕組みが整っていないことに起因し、事務所職員の技術力向上に繋がっていないことが課題となっている。本論文では、課題解決のため、堤防決壊や対策工法に関する知見を体系的にとりまとめた技術指針『堤防決壊にかかる四国地方整備局の緊急復旧計画（案）』について報告するものである。

キーワード 気候変動、堤防決壊、堤防決壊シミュレーション、緊急復旧計画

1. はじめに

堤防決壊時の緊急対策技術の向上を図ることを目的として、平成19年度より全国全ての直轄河川事務所において、堤防決壊シミュレーションが実施されている。

四国管内の各河川事務所においても、毎年、堤防決壊シミュレーションが実施されているが、効率的、効果的に継続するための体制・仕組みが整っていないことに起因し、事務所職員の技術力向上に繋がっていないことが課題となっている。

課題解決のためには、堤防決壊時の最適対策工法選定に資する技術指針を作成し、四国管内で統一的に運用しつつ、実践的なシミュレーションを実施することが有効であると考えられる。

堤防復旧に係る指針としては、『堤防決壊時の緊急対策技術資料』（水管理・国土保全局 治水課）が発行されており、対策技術や施工例等が示されているが、河川特性を考慮した工法や詳細な事例等は示されておらず、また、四国管内の直轄河川に照らして参照した場合、必ずしも現地の状況や河川特性と適応しない内容もある。

したがって、『堤防決壊時の緊急対策技術資料』やその他の基準・技術指針等を踏まえた上で、四国管内の直轄河川で適応できる技術資料として、『堤防決壊にかかる四国地方整備局の緊急復旧計画（案）』を作成するものである。

2. 緊急復旧計画に係る資料の体系整理

堤防緊急復旧に係る既往技術資料（『堤防決壊時の緊急対策技術資料』、『仮締切堤設置基準（案）』、各種施工マニュアル等）、関連法規（土地収用法第122条、河川法第22条）及び仮復旧堤防工（鋼矢板二重締切工法/土堤工法、施工位置）について体系的に整理するとともに課題の抽出を実施した。

2.1 既往技術資料の整理

『堤防決壊時の緊急対策技術資料』には、荒締切工、仮復旧堤防工についての検討フローや近年の復旧事例が記載されているが、仮復旧堤防工の具体的な構造について明言されていない、復旧事例について工法選定理由が整理されていない等の課題がある。

『仮締切設置基準（案）』については、あくまで平常時の河川工事を想定した基準であるため、仮復旧堤防工への適用については検討の必要がある。

2.2 関連法規の整理

緊急時における土地使用の規定として、土地収用法第122条、河川法第22条がある。平成27年鬼怒川決壊時の復旧工事においても、土地収用法第122条の適用により、迅速に工事が実施されている。土地収用法第122条においては、使用期間が6ヶ月以内と定められているが権利者の特定が困難な場合は、迅速な対応ができない懸念がある。河川法第22条においては、河川管理者の権限により、必要な土地を使用・収用することが可能である。これらを整理し、他地整における事例収集もあわせて実施した。

2.3 工法の整理

仮復旧堤防の工法（鋼矢板二重締切工法/土堤工法、施工位置（川表/現位置/川裏））について、各工法の特徴、長所、短所を整理した。工法では、矢板工法のほうが土堤工法より確実性は高く、施工ボリュームも小さくなるが、四国管内の矢板の備蓄は皆無であり、調達にあたって課題を有する（表-1）。施工位置では、川表での施工は、本復旧時の仮堤防としても活用可能であり、長期的視点では経済性及び早期復旧に繋がるが、河積を阻害するため、流下能力の確認が必要となる。現位置での施工は、施工ボリュームが最小となり、用地確保の必要がないが、本復旧時に撤去し新たに仮締切を実施する必要があるため、長期的視点では経済性に劣る。川裏の施工は、用地買収または借地が必要となる。

表-1 仮復旧堤防工法（矢板工法/土堤工法）の各特徴

	矢板工法	土堤工法
主要材料	鋼矢板、タイロッド、土砂	土砂、法覆工（遮水シート、連節ブロック、土のう等）
適応性	△ ・基礎地盤の性状によっては打設困難な場合がある ・施工位置が限定（在来堤防法線上の施工は不適用） ・地下水への影響が懸念 ・基礎地盤の性状によっては特殊な施工機械が必要となる	○ ・基礎地盤の性状に関係なく施工可能 ・在来堤防法線上の施工が可能 ・地下水への影響は小さい ・特殊な施工機械は不要
確実性	○ ・耐流速性、止水性ともに高い	△ ・法覆工使用材料の性能に依存し、確実性に劣る
施工ボリューム	○ ・現堤よりも断面が小さくなるため（現堤の天端幅が5m以上の場合）、同一施工延長時の施工ボリュームは土堤工法より小さくなる	△ ・現堤と同程度の断面が必要となるため、同一施工延長時の施工ボリュームは矢板工法より大きくなる
材料調達	△ ・鋼矢板の代替材料が無く、必要となる矢板長・型式も限定されるため被災後調達には困難	○ ・法覆工の性能を問わなければ一般的な備蓄資材で対応可能
管内備蓄	×	△ ・法覆工に使用できる資材の備蓄が少ない

3. 基礎資料の整理

各水系毎の備蓄資材（例：図-1）、河道特性、堤防整備状況、土地利用状況等を整理した。

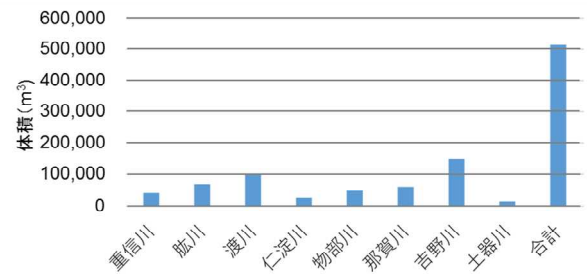


図-1 各河川の土砂備蓄状況

4. 選定フローの検討

2及び3で整理した課題を踏まえ、仮復旧堤防工法及び施工位置の選定フローを作成した。（図-2）

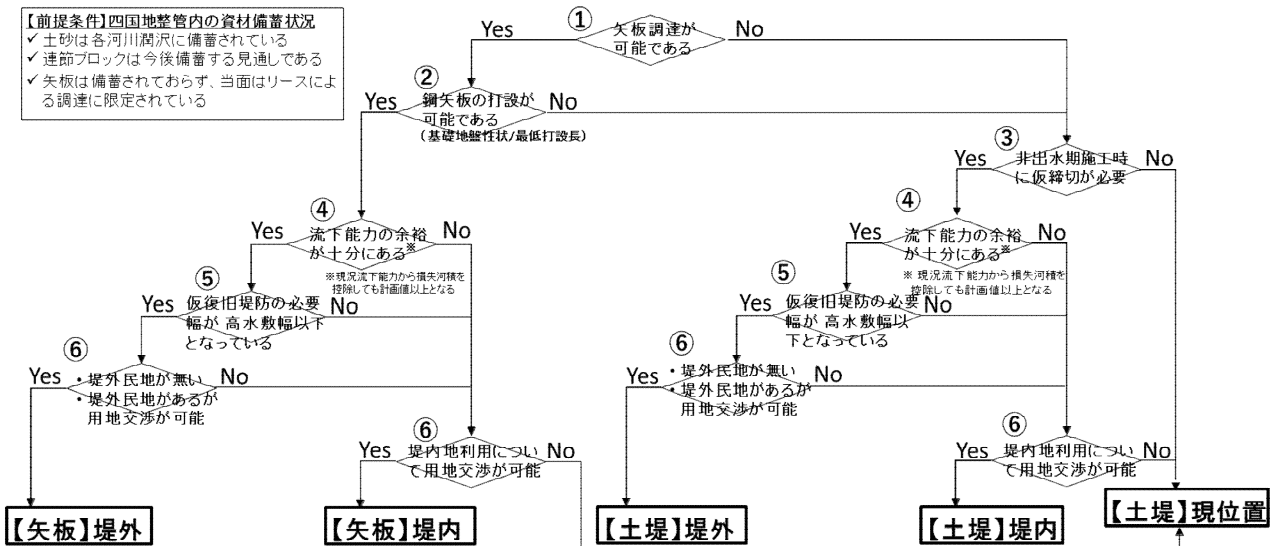


図-2 仮復旧堤防工法及び施工位置選定フロー

5. 標準的な復旧工法の検討

土堤工法については、決壊～本復旧までの段階施工において効率的な復旧断面を検討した。緊急復旧工事における仮復旧堤防工を非出水期に実施する本復旧工事における仮締切堤防に転用することで、経済的かつ早期の本復旧施工に繋がる施工断面を標準とした。（図-3）

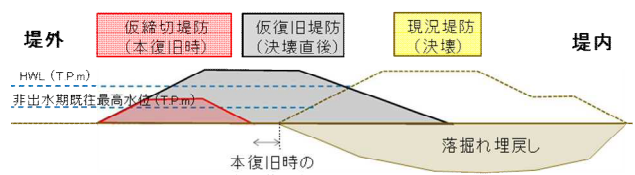


図-3 経済的な土堤工法断面

矢板工法については、施工時の重機通行を考慮し、現況堤防法尻より4mの離隔を確保する施工断面を標準とした。また、堤外施工時においては、重機据え付けを考慮し、低水路肩より10m以上の離隔を確保することを標準とした。(図4)

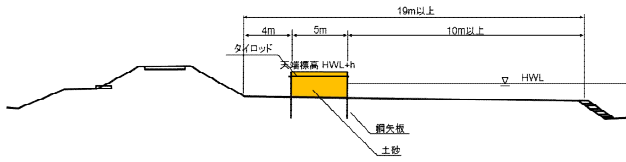


図-4 標準的な矢板工法断面

6. 各河川への適用

標準的な復旧旧堤防工法の検討結果等を踏まえ、直轄15河川における土堤工法、矢板工法、両パターンへの対策工法標準断面図(図-5,6)、工法選定表、施工位置平面図(図-7,8)を作成した。矢板規格の算定においては、可能な限り地質データを収集し、170ケースの安定計算を実施した。

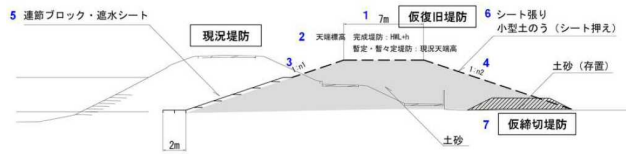


図-5 土堤工法標準断面図(那賀川)

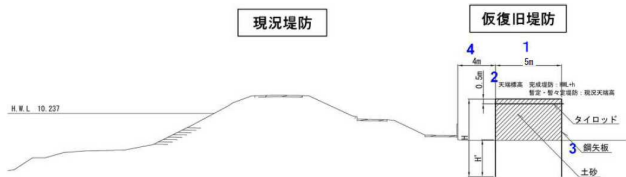


図-6 矢板工法標準断面図(那賀川)

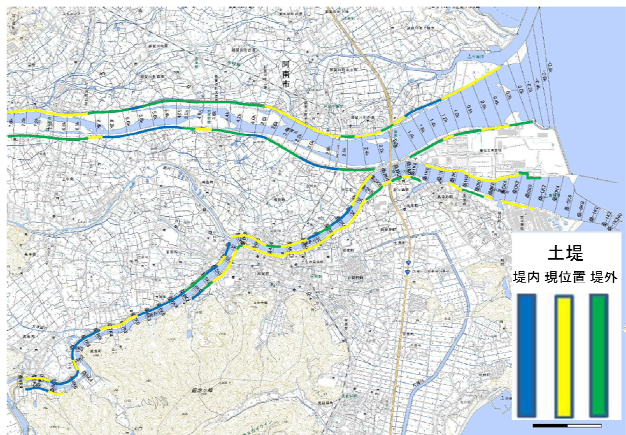


図-7 土堤工法施工位置図(那賀川)

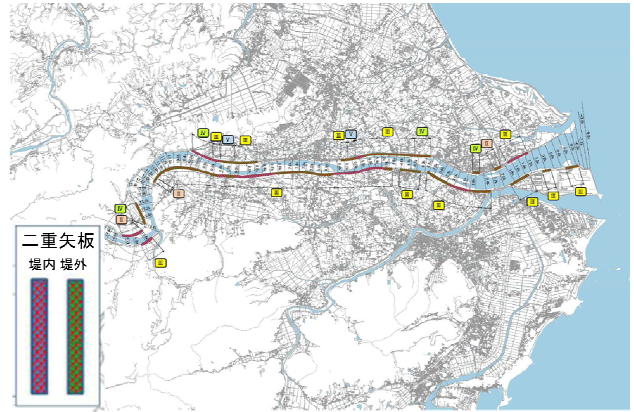


図-8 矢板工法施工位置図(那賀川)

7. ワーキングの実施

検討資料について、河川部河川工事課、各河川事務所、四国技術事務所にて令和4年度に2回のワーキング、合同現地調査を実施し、収集した意見を緊急復旧計画(案)に反映した。

表-2 ワーキングから緊急復旧計画に反映した主な意見

意見	回答
N値だけで矢板打設の可否を判断するのは難しい。本資料で打設可能と示すと一人歩きする可能性がある。	計画(案)には前提条件や考え方を明示する。
復旧期間はどの程度を考えているのか。2週間未満で対応困難な場合もあるので段階的な施工も考えて欲しい。	基本的に2週間以内を考えている。2週間を超える箇所は段階施工を考慮した検討を実施する。施工手順をカルテに示す。
工法選定の際には資材入手から現場到着までの時間(ルート)も考慮すべきと考える。	カルテには基地局からのルートも明示する。
職員も実際の災害経験が少なく、災害復旧に関する技術は未熟である。復旧計画の作成においては、災害復旧の手順等の入口論から整理してもらいたい。	復旧計画(案)の本編に記載する。
今回の復旧計画(案)は洪水を想定しているが、地震・津波でも活用できるように考慮して欲しい。	計画書の前段で地震・津波についても言及する。

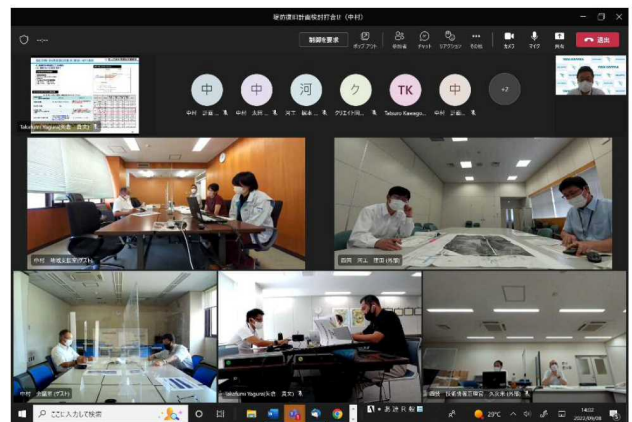


図-9 第1回ワーキング(Web形式)の様子(渡川)

8. 緊急復旧計画（案）の作成

令和2年度から3年間の検討結果、及びワーキングでの意見を踏まえて、『堤防決壊にかかる四国地方整備局の緊急復旧計画（案）』を作成した。計画書は、堤防復旧にかかる考え方の全般を示した本編と、各水系のケーススタディ等を整理した各水系編で構成した。

緊急復旧計画（案）は、最新の被災事例や本省の動向、四国管内の資材備蓄状況や今後の動向を踏まえ、入口論から具体的な復旧堤防計画までを網羅した内容とした。

目次

1. 概要	1-1
1.1. 目的	1-1
1.2. 構成	1-2
1.3. 適用範囲及び対象施設	1-3
1.4. 本計画で用いる主な用語	1-12
1.5. 本計画で用いる主な基準・指針等	1-15
2. 基本事項の整理	2-1
2.1. 堤防決壊のメカニズム	2-1
2.1.1. 堤防決壊現象と河道特性の関係	2-1
2.1.2. 決壊幅及び決壊幅の時間変化	2-5
2.2. 堤防復旧作業の手順	2-8
2.2.1. 検討手順	2-8
2.2.2. 作業手順	2-9
2.3. 資機材調達の手順	2-14
2.3.1. 資機材調達	2-14
2.3.2. 鋼矢板調達・備蓄の考え方	2-15
2.3.3. 資機材の備蓄に関する留意事項	2-16
2.3.4. 効率的な重機の選定	2-17
2.4. 進入（運搬）ルート	2-18
2.4.1. 進入（運搬）ルートの把握	2-18
2.4.2. 進入（運搬）ルートに関する留意事項	2-19
2.5. 作業スペースの確保	2-20
2.6. 体制構築	2-21
2.6.1. 体制構築	2-21
2.6.2. 協会の状況把握	2-23
2.6.3. リース会社の位置図及び連絡先	2-23
2.6.4. TEC-FORCEの活用	2-24
2.6.5. リエゾンや広報・工事監督を含めた支援	2-25
2.6.6. 支援計画と応援者の役割分担と24時間体制	2-25
2.6.7. タイムライン（案）	2-25
2.7. 情報収集	2-27
2.7.1. 河川水位	2-27
2.7.2. 浸水関連情報	2-29
2.7.3. 堤防決壊箇所の情報	2-35
2.8. 申請及び契約	2-36
2.8.1. 申請の手続き等	2-36
2.8.2. 災害申請	2-38
2.8.3. 各種契約	2-39
3. 堤防復旧計画の立案	3-1
3.1. 堤防復旧工法	3-1
3.1.1. 堤防復旧のながれ	3-1
3.1.2. 荒締切工（一次締切）	3-2
3.1.3. 仮復旧堤防工（二次締切）	3-6
3.1.4. 本復旧工	3-9
3.2. 堤防復旧の選定フロー	3-14
3.2.1. 堤防復旧選定フロー	3-14
3.2.2. 土地利用の判断基準	3-16
3.2.3. 必要幅及び損失河積	3-18
3.3. 堤防復旧工法（仮復旧堤防工）	3-20
3.3.1. 土堤工法	3-20
3.3.2. 矢板工法	3-29
3.4. 資材準備	3-40
3.5. 施工計画の検討	3-43
3.5.1. 施工条件	3-43
3.5.2. 工事用仮設道路（進入ルート）計画	3-43
3.5.3. 仮設ヤード計画	3-44
3.5.4. 重機転回ヤード	3-49
3.5.5. 施工機械	3-50
3.5.6. 工程計画	3-55

図-10 堤防決壊にかかる四国地方整備局の緊急復旧計画（案）目次

また、各水系編では、各水系の代表箇所（計32箇所）について、破堤を想定した事前の復旧計画を検討し、アクセスルート図、進入ルート図、計画平面図、堤防復旧ステップ図、工程計画、計画断面図等を盛り込んだ堤防復旧カルテとして取り纏めた。（図-11）

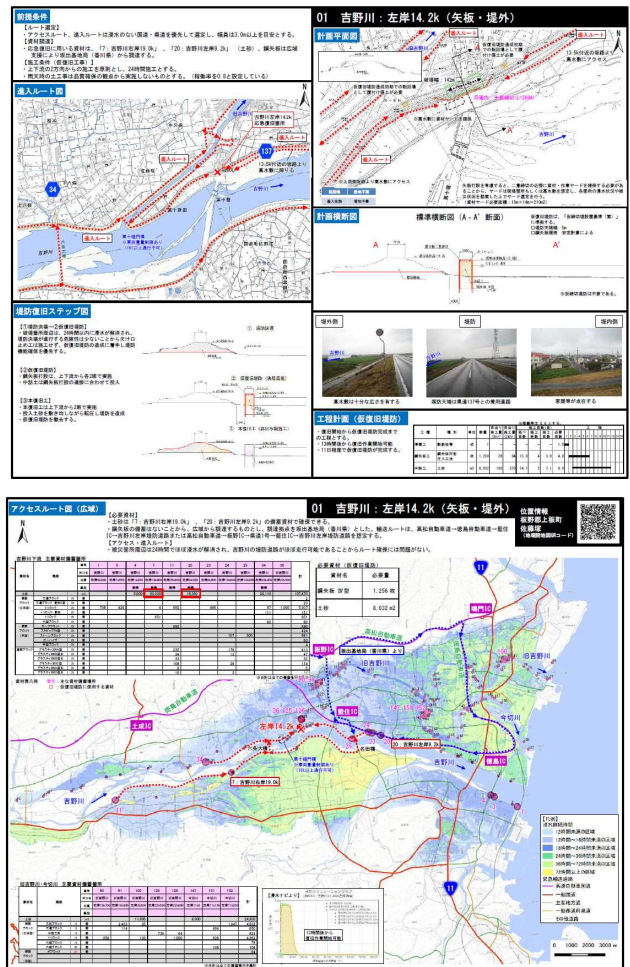


図-11 堤防復旧カルテ（吉野川左岸14.2k 矢板工法）

9. まとめ

令和2年度から3年間の検討により、堤防決壊や対策工法に関する知見を体系的にとりまとめた技術指針『堤防決壊にかかる四国地方整備局の緊急復旧計画（案）』を作成することが出来た。

今後は、毎年実施される堤防決壊シミュレーションにおいて、本資料を参考とし、適宜ブラッシュアップを図ることで、事務所職員の技術力向上、災害時の迅速な意思決定の手順書として活用されることを期待する。