

堤防技術研究会の取り組みについて

北川 真一¹・人見 剛²

¹近畿地方整備局 琵琶湖河川事務所 (〒520-2279 大津市黒津4丁目5番1号)

²近畿地方整備局 和歌山河川国道事務所 (〒640-8227 和歌山市西汀丁16番) .

堤防研究会のこれまでの活動状況を振り返るとともに、2021年より取り組んできた各研究テーマについて、報告する。特に、河川の出水期間中における堤防等の工事施工に関しては、ニーズが多い一方、課題や問題点も多い。これらの改善点などについて、研究会で取り組んできた現地調査や研究成果について、報告する。

キーワード 堤防、出水期施工、粘り強い堤防、堤防点検・評価

1. はじめに

堤防技術研究会は、近畿地方整備局の組織及び個々の技術系職員の技術力の保持・伝承・向上を図ることにより、所管施設の適切な管理及び地方公共団体への適切な技術的助言に資するために設置する「近畿地方整備局技術スペシャリスト会議」において個別分野について技術力向上等のための研究活動を行うため、2007年に設置された研究会の一つである。

2. 研究会の活動

研究会は、事務所係長から副所長クラスの職員19名（2024年3月現在）で構成し、技術的課題に関する検討、現場の課題を題材にした現地調査、産・学との技術情報等の意見交換会、アドバイザーによる講習等を中心に活動を行っている。

特に、メンバーの技術力向上を目的に現場勉強会等による現場に赴き見て感じる活動と共に堤防に関わる技術的課題に対する研究に取り組んでおり、京都大学大学院工学研究科三村衛教授、肥後陽介教授をアドバイザーに迎え、研究会の活動内容等に対する助言や現地で堤防技術の講義頂いている。

(1) 現場勉強会等による知識の習得

「河川堤防の構造検討の手引き（2002年7月）」によると設計のための基礎調査の中で、河川堤防の安全性は、堤防の形状や土質条件のほか、洪水の特性と堤防の置かれた場の条件に支配されるとされている。研究会では、設立当初から堤防の形状や堤防の土質、築堤履歴について実際に観察が可能な堤防開削現場の調査を行っている。長大な堤防の安全性についてより正確に把握するうえで

堤防の土質、築堤履歴を詳細に把握する必要があるが、堤防は元々あった自然地形の上に築堤されており、ボーリング調査による土質試験だけでは把握できない不確かな要素が多く実際に堤防断面を確認することは重要なことであると思われる。また、堤防開削の現場をこの目で見る機会は破堤箇所や樋門工事などに限られており、とても貴重な機会である。

このような現地調査においては、アドバイザーの先生をはじめ、自治体技術者や民間技術者の参画を得て意見交換を行いより広い視点が身につくよう実施している。近年の主な活動状況を表-1,図-1に示す。

表-1 主な活動状況

開催日	開催場所	開催内容
2018/6/4	整備局	研究テーマの議論
2018/7/2	青蓮寺川	陥没箇所の現地調査
2018/12/27	大和川 石川	現地調査、土質調査・解析結果と堤防点検結果との検証
2019/3/15	円山川	八条樋門の漏水対策調査
2019/9/5	整備局	研究テーマの議論
2019/11/20	淀川	阪神なんば線淀川橋梁改築事業、淀川左岸線2期事業現地調査
2019/11/20	淀川	肥後陽介教授による洪水・地震時の堤防挙動評価研究の講義
2020/12/9	紀の川	肥後陽介教授による紀の川現地調査、液状化を考慮した堤防の詳細解析における土の不確かさの評価法の講義
2022/12/12	淀川大堰 閘門	鉄道事業者との技術交流会実施、DXの取組みや技術研鑽等
2023/10/27	由良川	出水期間中の施工事例調査
2024/2/9	加古川	整備局職員、自治体職員が参加し、堤防点検の現場実習等
2024/5/24	WEB	研究テーマの議論 他



図-1 鉄道事業者との技術交流会実施状況(2022/12/12)

(2) 研究テーマの設定と研究報告

研究会では、3ヶ年ごとに研究会で重点的に取り組むテーマを複数設定し、各テーマごとにグループを設けて、より専門的に議論や研究に取り組むこととしている。2021年からの3ヶ年では、表-2に示す4つのテーマを設けて活動を行ってきた。このうち、本報告では、事例の数や汎用性、ニーズが比較的高いと思われるテーマI「河川堤防の出水期間中の工事施工の研究」について詳述し、他のテーマは概要を報告する。

表-2 研究テーマ一覧

I	河川堤防の出水期間中の工事施工の研究
II	粘り強い堤防の研究
III	堤防点検・評価にあたって効率的な点検技術の研究
IV	河川施設と一体となった地下構造物の研究

(3) テーマI「河川堤防の出水期間中の工事施工の研究」

2018年度より洪水が予測されたときに施工前の堤防形状に戻す等の措置ができる工種について、出水期においても施工できる工種の拡大が行われた。これにより、施工時期の平準化（年間の河川工事の偏りの改善等）や余裕を持った工期の確保を促進し、生産性向上や働き方改革の推進に寄与することが期待される。研究会では、出水期施工の工種拡大後の普及状況や効果等を検証することを目的に、事例収集による実態把握を行い、取り組みの効果、問題点、課題および改善点等に関する研究を行った。

a) 出水期施工のルールの確認

出水期施工は、以下に分類される。

分類①：資機材等の退避及び流出防止により治水上の安全が図られるもの（河道掘削、天端舗装、伐開など）。【工種拡大前から可能】

分類②：堤防機能を低下させること無く施工が可能。治水機能の向上が施工直後から期待できる。なお、施工中、治水上の安全度が一時的に低下するが、部分施工の条件により直ぐに堤防の安全性が確保可能。（築堤盛土（嵩上げ）、川裏法尻補強護岸工など）【2018年より工種拡大】

分類③：分類①、分類②以外の工種。なお、各河川の流出特性や河道の状況等を踏まえ、治水上の安全が確保されるよう、個別判断とされている。

これらのルールでポイントとなる「資機材等の退避及び流出防止方法」及び「部分施工の条件」を中心に事例収集し、問題点と改善案の整理を行った。

b) 事例収集

9事例を収集し、出水期施工の現場調査を行い、その結果を踏まえ意見交換を行った。なお、事例収集は、本局で集計されていた出水期施工のリストから、多数の実績を有していた福知山河川国道事務所の事例を収集した。

c) 事例収集結果及び分析結果

2019～2023年度における福知山河川国道事務所の出水期施工の実績は表-3のとおりであった。

表-3 福知山河川国道事務所における出水期施工の実績

分類	工種	件数	契約年度
①	A 樹木伐採	2件	2020年
	B 河道掘削	2件	2021年：1件、2023年：1件
	C 天端舗装	1件	2023年
②	D 法尻補強	3件	2019年：2件、2020年：1件
③	E 情報管路	1件	2023年

1つ目のポイント「資機材等の退避及び流出防止（分類①～③が対象）」について、事例収集した結果、避難場所は、次のとおりであった。

・作業員等：現場事務所（河川区域外の設置）

・資機材等：堤防天端

作業の中止基準、退避基準は、国管理水位計の水位情報から、作業中止・退避の判断をしている事例が大部分を占めた。

表-4 作業中止・退避の判断のタイミング

データ	作業中止・退避のタイミング		避難対象	
	トリガー情報	分類	作業員	資機材
水位	水防団 待機水位	超過前	①-B ①-C ②-D ③-E	2 1 2 1
		超過後	①-A	1
	連続雨量 気象警報	①-A ②-D	1 1	1 1

これらの事例の問題点としては、次のことが考えられる。

・現場ジャストの情報ではないため、現地の状況を精緻に把握できていない。そのため、退避の準備の遅れなどの誤りでない場合が懸念される。

・退避の目安水位の精査が不十分。水防団待機水位としているが、その妥当性が検証できていない。受注者任せの検討には限界がある。

また、改善案については、次のことが考えられる。

・現場の状況にもよるが、浸水センサや簡易カメラなど

- を設置し、正確な情報のもと、退避行動に備える。
- ・退避水位の目安について河川管理者から情報提供を行い、受注者が水位設定の妥当性を検証できる環境を整える。急な雨等への備えるためプッシュ型のメール等の活用も考えられる。

次に、2つ目のポイント「部分施工（分類②のみ対象）」について、事例収集した結果、現場条件に応じて1日当たりの施工量を施工計画書に定めている工事が2件、施工量の定めは無いが危険な場合には速やかに作業を中止する工事が1件であった。施工量は、35m/日および100m/日であった。復旧方法は、床掘による土羽残しとせす碎石やシート養生にて保護していた。



図2 碎石養生の事例

問題点としては、復旧方法について、バラツキが見られるため、標準的な復旧工法の考え方を整理する必要がある。

また、改善案としては、床掘により植生工の消失は、堤防の耐侵食機能及び耐浸透機能の低下が懸念される。床掘面は、シート養生(雨水の浸透の防止、侵食防止)にて保護することが望ましいと考える。

なお、新たな工種への試行拡大（分類③対象）としては、天端部（堤防定規断面外）に情報管路を敷設する工事が実施されていた。これまでの出水期施工の工種に含まれておらず、先進的な事例であった。部分施工の制約を付して床掘から埋戻しまで1日で終わる施工計画としていた。天端舗装は一連区間をまとめて施工するため、埋戻し高は、舗装天まで設計より厚めに戻していた。ハンドホール部は床掘厚が大きくなるため、大雨等が予想される場合にはブルーシートによる養生を全箇所に行う計画となっていた。

堤防の浸透対策としての天端舗装が機能している場合、施工箇所からの降雨の浸透を助長することから出水期施工は避けた方が望ましい。

この場合、堤防の耐侵食・耐浸透機能に対する影響を整理したうえで、出水期施工の要否を判断するための基礎情報を計画・設計段階から整理しておくことが望ましい。また、施工段階では、事前に発注時チェックシートや設計変更審査会等において承認されたことを確認したうえで、工事に着手することが望ましい。

d) 考察

河川工事の特性上、出水期明けから施工となると年度末に竣工する現場が必然的に多くなるが、出水期施工が普及すれば、工期の平準化が一層推進することが期待される。事例収集の結果からも工期短縮に繋がった現場が

多数確認できた。一方で出水期施工の条件である「既存堤防の治水上の安全を下げるないこと」については、「保護工法に関する考え方」、「退避基準の設定方法」、「監督体制の在り方」など、検討が必要な項目も確認できた。引き続き、本研究会において、出水期施工の事例を収集分析し、好事例の共有など普及・拡大に貢献できるよう活動していくたい。



図3 由良川での現地調査(2023/10/27)

(4) その他の研究テーマの概要

a) テーマⅡ「粘り強い堤防の研究」

各事務所で実施している粘り強い堤防の整備について、設計上や施工上の留意事項をとりまとめるため、管内の3河川4箇所でパイロット的に実施した事例を対象に、現地状況を踏まえた対策について設計のポイントを整理した。

各事務所が整備完了した箇所では、「施工後モニタリング」や「出水期前・後のモニタリング」調査は始まっており、沈下や変状等の機能面のほか、植生状況・除草など維持管理上の問題点についても今後データ収集を行う。また、越水発生時に効果があったか等の検証を実施するモニタリング計画も取り込み、今後も継続して4箇所のモニタリングデータの収集を進め、研究を行う。

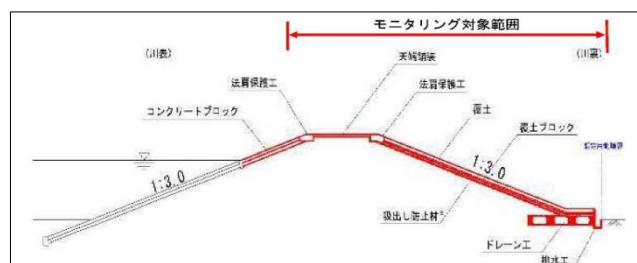


図4 粘り強い堤防のモニタリング範囲（越水に対して粘り強い河川堤防パッケージ施工箇所モニタリング手引き）

b) テーマⅢ「堤防点検・評価にあたって効率的な点検技術の研究」

堤防等河川管理施設の変状については、不可視箇所や発生原因の不明なものもあり、詳細調査を要する場合があるため、詳細調査手法について、DXや新技術の活用または、簡易調査手法などの効率的な点検技術の導入に向けた研究を行った。

効率的な堤防点検技術の事例収集を行い、整理する。

堤防等河川管理施設は、不可視部分が多く、また、堤体や護岸、基礎地盤等と一体で機能を発揮する構造物が主体であるため、目視点検で機能の状態を評価することは容易ではない。このため、「堤防等河川管理施設及び河道の点検・評価要領」に基づき、目に見える形で施設の機能に影響を与える可能性のある「変状」に着目し、変状箇所ごとに評価を実施しているが、これらの個々の評価が堤防全体の機能・安定性の確保につながっているか懸念が残る。よって、各変状がもたらす堤体への影響や、附近の変状との相互関連を踏まえた総合的な評価は、各技術者の技術力に委ねられるため、今後、多くの技術者の知見の積み重ねを収集整理し、引き続き研究を進めることとする。

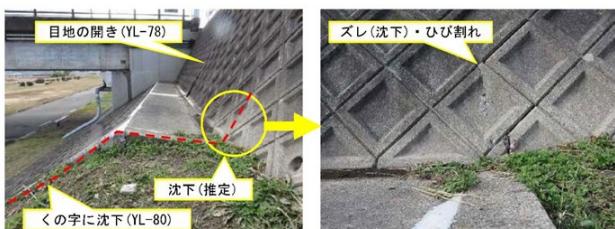


図5 堤防の変状の例

c) テーマIV 「河川施設と一体となった地下構造物の研究」

河川施設と一体となって整備される事例は、堤防の特性上、あまり多くはない。管内では、河川堤防空間に地域高規格道路が整備される事例として、淀川左岸線整備が実施されており、この事例から試験施工の目的と成果を収集し、設計・施工上の留意事項をとりまとめることとした。

本件は特殊な事例であるが、構造については道路管理者と河川管理者が十分に議論検討のうえ実施しているものであるため、本研究では、主に道路施設部分の施工後の課題について河川管理者の立場から研究を行った。

本件施設は、通常の土堤と同等以上の性能があるもの

として構造が決定されるものの、事業実施段階においては完成形に仕上げるまでの役割分担・費用負担が課題となり、合意形成を図るために時間を要する場合がある。これは、土堤と同等以上の性能を確保することについて、占用者と河川管理者が認識を正しく共有できていないことにも原因があるものと考えられる。このため、本件施設については耐浸透や耐侵食等の構造的な安定性のみならず、追加施工の容易性や維持管理性についても占用者に正しく認識頂くとともに、構造決定の際にも占用者に十分考慮頂く必要があると考えられる。

また、施工後の維持管理段階において必要となるモニタリングについて、水ミチの発生や空洞化についての点検手法や指標の整理が必要と考えられ、通常の堤防以上に管理面での負担を考慮する必要があると考えられる。

3. おわりに

現場を持つ整備局において技術系人材の育成は喫緊課題となっている。とりわけ河川堤防という長大な土で出来た構造物を管理するためには、堤防に求められる機能、すなわち浸透に耐える機能、浸食に耐える機能、そして必要に応じ地震に耐える機能それぞれについて、水理学的あるいは土質工学的な知見が求められる。働き方改革や生産性向上等、構造的な環境改善が急務となっているなか、現場と情報の集まる整備局において近い志を持ったメンバーが集まり、貴重な現場を見て、取り組みたい内容を検討できる技術検討会は技術力向上への近道である。このような機会を与えていただいている整備局関係者の皆様に感謝するとともに引き続き自己研鑽に取り組みたい。

謝辞：京都大学大学院工学研究科三村衛教授、肥後陽介教授には、アドバイザーとして、ご指導頂き深く感謝申し上げる。