

研修用不具合堤防モデルの整備と変状要因とその進行過程に着目した点検技術向上

国土交通省関東地方整備局 関東技術事務所 正会員 ○杉山 純
国土交通省関東地方整備局 関東技術事務所 非会員 金澤 靖郎
公益財団法人 河川財団 河川総合研究所 正会員 鈴木 克尚

1. 背景（目的）

現状の堤防等河川管理施設は、近年の気候変動に伴う度重なる局地的豪雨、出水や地震等の経験により施設の弱体化が懸念される。このような状況の中、河川管理者は施設機能の維持、信頼性の確保が重要となっている。

現在、これらの施設では、国土交通省が定めた『堤防等河川管理施設及び河道の点検評価要領』(H31.4)に準じ、法令に定められた年1回以上の点検によって、状態（点検結果）に応じた適切な補修等の維持対応を行っている。

一方、維持管理の現場においては、技術職員の不足、経験豊富な技術者の確保や若手職員への技術継承が課題となっている。その中で、関東技術事務所では2016年から整備局が主催する点検評価に関する技術研修の実習支援を行っており、実習効果を更に高めるため、2017年から『研修用不具合堤防モデル』の検討・整備を進め2019年に完成させた。

本稿では、『研修用不具合堤防モデル』整備と研修用テキスト作成における技術的な考え方を紹介する。

2. 研修用不具合堤防モデルの整備

施設の整備に当たっては、堤防の基本である土堤を中心として既知の変状を網羅的に再現するのではなく、実河川での点検に即した技術となり現場で即活かせる施設となる様以下の目的の実現を目指した。

【施設の目的】

- ①点検技術の向上：基本的な点検技術の修得及び変状の要因と進行過程の理解。
- ②共通認識の確保：変状の評価（程度判定）に係る参考指標と規模計測等の標準化による記録データの有効性向上。

これらの実現のため、直轄河川の巡視・点検で運用されている河川維持管理支援システム（RiMaDIS）との連携・活用が重要であると考えた。

（1）再現する変状の抽出（選定）

当該技術研修がより効果的なものとするため、再現する変状は、実河川の巡視・点検で確認される頻度が高く、かつ将来的に治水機能の低下が懸念されるものであることが重要である。そこで、整備局内の堤防点検結果より、確認数の多い変状を抽出したほか、変状を放置することで状態が進行し、最悪の場合、破堤につながる懸念のある変状（越水、侵食、護岸倒壊など）を併せて抽出し、再現する変状を設定した。

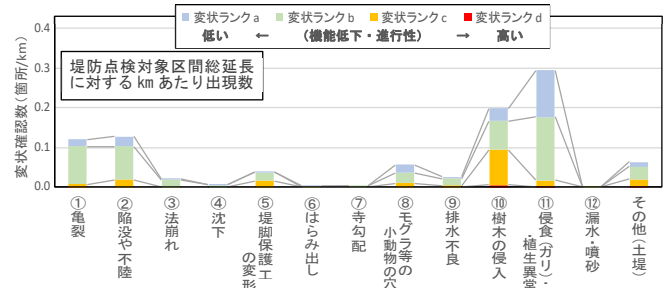


図-1 堤防点検における変状の出現数（H28関東）

また、技術研修の講師（職員及びOB）等から、点検研修に限定することなく、ICTやTEC-FORCEほか多様な研修・実習にも利用できることが望ましいとの意見が出されたことから、堤防決壊による破堤口を造成することとした。

堤防モデルの施設概要は以下のとおりである。

【設置施設】

- 延長 約64m（破堤箇所を含む）
- 天端幅 約3m、高さ 約3m
- 天端 As舗装（幅2.5m）
- 護岸（鋼矢板基礎、平場工）（張ブロック工）



写真-1 堤防モデルの外観（令和2年2月撮影）

キーワード 堤防モデル, 堤防点検, 技術向上, FT図, 研修, テキスト

連絡先 〒270-2218千葉県松戸市五香西6-12-1 国土交通省関東地方整備局関東技術事務所 TEL047-386-2426

【代表的な再現変状等の一覧】

＜土堤＞

変 状	堤防部位	備 考
亀 裂	天 端	縦方向
陥 没	裏法面	土砂の流出を含む
法 崩 れ	裏法面	
踏み荒し	裏法面	※侵食に含まれる
裸 地 化	表法面	樹木群による日射の遮蔽

＜護岸＞

- 矢板に関する各種変状、張ブロックの変状
- 護岸の空洞化

＜その他＞

- 堤防被災箇所（破堤口）

（2）変状の配置

選定した変状は、それぞれの要因や周辺環境を含めた進行過程、関連性を踏まえ、研修でイメージしやすくなるよう「ゾーン」設定して配置した。

（3）変状の要因と進行過程の分析

堤防点検において、変状を観察し、状態評価するため、その発生要因と進行過程を推測する手段としてFT図を導入した。FT（Fault Tree）図は、発生が好ましくない事象を頂上として、その発生要因となる事象を連鎖的に展開し、それぞれの因果関係を論理記号と事象記号で示した樹形図である。

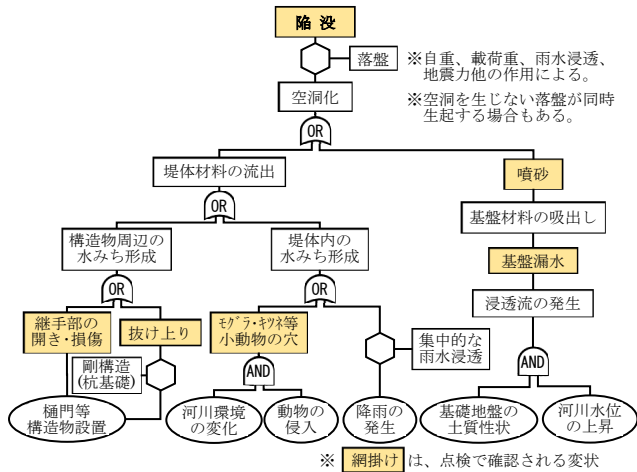


図-2 堤防の変状（陥没）に関するFT図（例）

例えば、図-2は、堤防法面に発生する“陥没”に関して、図-3に示すような透水性の低い土質¹が内在する堤体において、雨水の浸透²により水みちが形成³され、細粒分が流出⁴することで陥没⁵する過程を説明することができるFT図である。

このように変状要因と進行過程の分析（解説）にFT図を導入することで以下の効果が期待される。

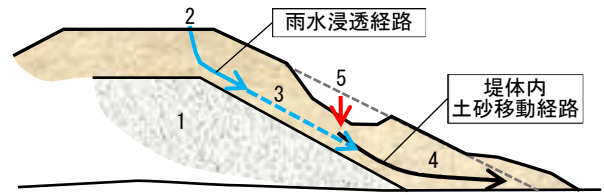


図-3 “陥没”の発生要因想定（例）

①堤防や護岸に変状を発生させる多様な要因について周辺での事象を含めた知識を得られる。

②変状の進行により、堤防・護岸の機能が低下する過程（考え方）についての知識を得られる。

また、個別変状の維持管理上の重要度について、当該変状が破堤に至る経路上のどこに位置しているかを意識することで、機能への影響度や対策実施の優先度も検討しやすくなると考える。

3. 研修用テキストの作成

「研修用不具合堤防モデル」における堤防点検の研修をより効果的とするために、RiMaDISと連携した実践的な点検手法（記録手順や計測方法、評価の考え方など）及びFT図による変状の発生要因と進行過程を解説した『研修用テキスト』を作成した。

4. まとめ（成果）

本施設の整備により成果は以下のとおりである。

- ・ 研修用不具合堤防モデルの完成・実地研修開始
- ・ 主要な変状に関するFT図の概成
- ・ 堤防等点検に関する独自の研修テキスト
- ・ ICT、TEC-FORCE等の多様な研修で活用

実河川での点検に有用な多くの変状を「研修用不具合堤防モデル」に集結させ、独自の研修用テキストによる解説が一体となり、より深い技術の伝承、職員への技術向上に効果を発揮するものと期待される。

5. 今後の課題

最後に、今後の課題を列記する。

- ・ 施設及びテキストは、今後も必要に応じて更新改定していく必要がある。
- ・ FT図は概成レベルであり、各変状の要因や進行過程、基本事象の更なる洗い出しと連鎖関係の精査・検証が必要である。

将来的には、各事象の発生確率を含めたFTAに技術レベルを高め、変状の発生及び予防保全対策に繋がる分析体系が構築できると河川維持管理に大きく貢献すると考える。