

将来気候データを用いた豪雨に対する河川堤防の危険度マップの試作

九州大学大学院 学 ○長濱康太 正 石蔵良平 F 安福規之
九州大学工学部 学 後藤広

1. はじめに

近年、豪雨による河川堤防の被害が発生している。世界的にみても気候システムの温暖化には疑う余地がないと言われており、また日本においても近年、短時間強雨の発生頻度が増加している。図-1 は、一時間降水量 80 mm以上の年間発生回数を示しており、10 年あたり約 2 回増加していることが分かる。このような気候変動の影響によって、今後河川堤防の被害が更に拡大していくことが予想される。

河川堤防は、人々の命や資産を災害から守るためになくてはならない構造物である。過去の災害から修復や補強が繰り返され、現在に至る。堤体内部の地盤構造は非常に複雑で、強度が不均一であるため、断面形状のみが規定されてきた。しかしながら、計画高水位以下の洪水により漏水など構造上の課題となる現象が数多く発生しており、外力に対する安全性を評価することが難しかった。そのような理由から、浸透、侵食、地震といった外力に耐えられるように、外力と耐力を比較する安全性照査法が導入され設計されている。ただ、それらのメカニズムは完全に解明されているわけではなく、十分に確立されたものであるとは言えない³⁾。

被害を受けやすい箇所を予め検出することができれば、被害を最小限に留めるための対策を講じることができる。本研究の最終目標は、豪雨に対する河川堤防の安全性を評価し危険箇所を提示することである。本報告では、その流れの中で、筑後川を対象として、河川堤防の点検記録や地形・地質等の基本情報の関係を整理し、また将来気候データを用いた浸透流解析によって関係性の考察を行った。

2. 研究概要

図-2 に、本研究で対象とする筑後川 50 km地点までのおおよその距離標を示す。表-1 に、河川堤防の安全性評価に用いた情報の一覧を示す。治水地形分類図からは過去の微地形を把握することができ、地質縦断面図からは基礎地盤の地盤構成の情報が得られる。また、横断測量図からは堤体形状を得ることができ、平均動水勾配（計画高水位と裏法尻を結んだ線の勾配）を求めた。常時異常点検記録は、不確実性を内在する河川堤防においては非常に重要な情報であり、土提（法面、裏法尻、天端）、護岸、根固め工、樋門・樋管などの箇所において、亀裂、陥没、はらみ出し、法崩れ、侵食、不陸、沈

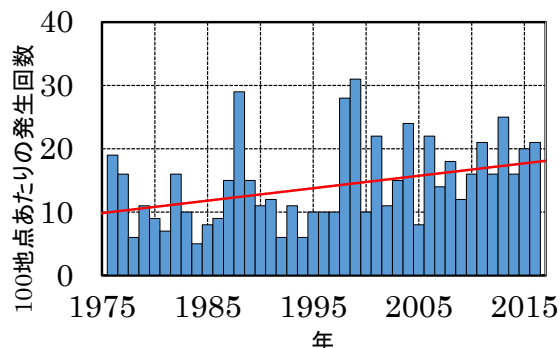


図-1 1時間降水量 80 mm以上の年間発生回数¹⁾
(気象庁)



図-2 筑後川の研究対象区間（地理院地図²⁾）

表-1 危険度マップに用いた情報

情報	内容
地形・地質	治水地形分類図 ²⁾ 、地質縦断面図
記録	常時異常点検記録、横断測量図
外力	将来気候データ(d4pdf)

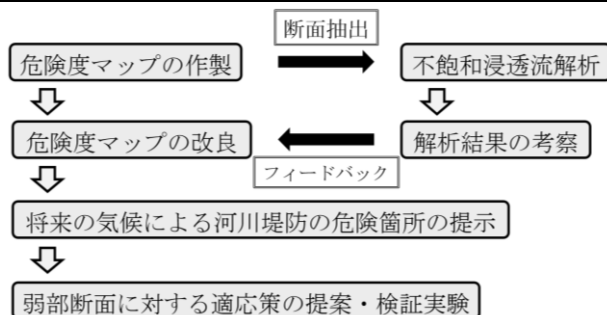


図-3 研究フロー図

下、漏水、噴砂、接合部の開き、モグラ穴といった異常が点検事項として記録されている。これらの情報を区間ごとに整理し、豪雨に対する河川堤防の危険度マップの作成を行った。図-3に示すように、危険度マップから、豪雨に対する危険だと思われる想定断面を抽出し、不飽和浸透流解析を行った。得られた出力結果を危険度マップにフィードバックし、改善していくという手法で危険度マップの改善を行っていく。解析には、2次元FEM地盤解析ソフトウェア(PLAXIS 2D)を用い、Van Genuchtenモデルで不飽和浸透流解析を行った⁴⁾。既存の横断面図から堤体・基礎地盤をモデル化し、入力情報としてそれぞれの土層の土の種類、飽和透水係数、間隙比を与えた。地球温暖化対策に資するアンサンブル気候予測データベース(d4PDF)における将来5400年分の気候データの中から筑後川流域最大48時間雨量を選び、一次元水位計算することで河川水位ハイドログラフに変換し、これを外力として与えた。解析結果については、別報を参照されたい⁶⁾。現在と将来のハイドログラフを用いた解析結果を比較することで、将来の豪雨に対する河川堤防の弱部についても整理していく予定である。

3. 結果と考察

河口からの距離と平均動水勾配の関係を図-4に、河口からの距離と基礎地盤砂層厚の関係を図-5に示す。平均動水勾配と基礎地盤の砂層厚は1km間隔でその地点の値とした。異常点検記録から23k000、30k000、31k000付近において土堤で漏水が確認されていた。漏水の存在は堤体土砂のパイピング・内部侵食が懸念され、洪水・雨水に対する耐浸透性の評価に利用できる⁵⁾。しかしながら、図中に示すように今回確認された漏水箇所においては平均動水勾配と基礎地盤の砂層厚の関係性は見られなかった。これは河川堤防が連続した構造物であるに加え、強度が不均一であるといった不確実性を内在することが一因と考えられる。今後は、情報の整理間隔を短くし、より詳細に評価していくことが必要である。

4. まとめ

豪雨に対する河川堤防の弱部断面を抽出することを目標に、河川堤防の危険度マップの作成を試みた。地形・地質情報や堤体形状のみから評価することは難しく、常時異常点検記録の漏水や噴砂といった浸透破壊の可能性が高い異常を基に調査していくことが重要である。引き続き、漏水箇所の上下の区間をより詳細に整理するとともに、抽出断面での不飽和浸透流解析を実施し、より定量的な分析を進めていく予定である。

【謝辞】本研究の一部は、気候変動適応技術社会実装プログラム(SI-CAT)の支援を得て実施した。また、本研究を実施するにあたり、国土交通省九州地方整備局筑後川河川事務所には、常時異常点検記録等の情報を提供いただきました。ここに記して謝意を表します。

【参考文献】

- 1) 気象庁, <http://www.jma.go.jp/jma/kishou/info/heavyraintrend.html>
- 2) 国土地理院, <http://www.gsi.go.jp/index.html>
- 3) 国土交通省: 河川堤防設計指, pp1-2
- 4) 国土技術研究センター: 河川堤防の構造検討の手引き(改訂版), pp42-68, 2012
- 5) 独立行政法人土木研究所: 河川堤防の浸透に対する照査・設計のポイント, pp31, 2013
- 6) 後藤広: 将来気候データを用いた豪雨に対する河川堤防の不飽和浸透流解析(投稿中), 2018

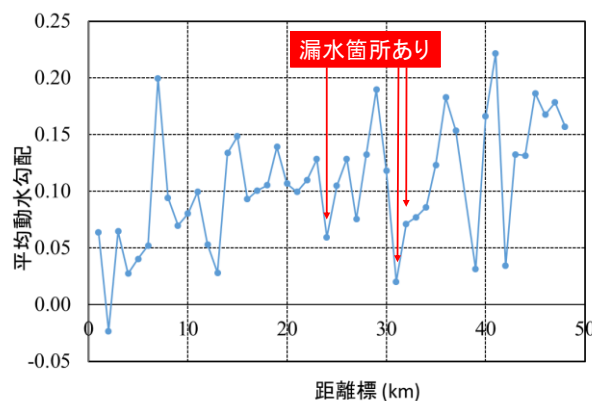


図-4 河口からの距離と平均動水勾配の関係

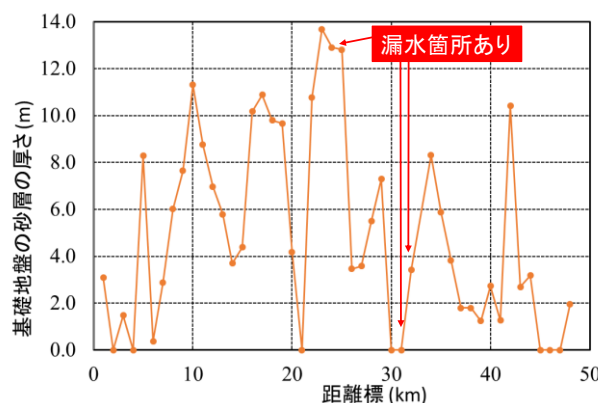


図-5 河口からの距離と基礎地盤砂層厚の関係