

越流破堤現象に対する平面 2 次元モデルの適用性の検討

北海道大学大学院工学研究科環境フィールド工学専攻	○学生員	禪野浩貴
北海道大学大学院工学研究科北方圏環境政策工学専攻	学生員	岩崎理樹
北海道大学大学院工学研究科教授	正 員	清水康行
北海道大学大学院工学研究科准教授	正 員	木村一郎

1. はじめに

治水の発達した近年においても、台風などによる集中豪雨が原因となって、河川において破堤現象が見られることがある。破堤現象は堤内地において、甚大な被害をもたらしている。破堤現象は、破堤口の拡大過程や、破堤後の流れのメカニズムなど、未解明であることが多い。

本研究は、破堤現象の中でも、特に越流破堤について取り扱うものとする。これまで、日本国内では、越流破堤に関する実験は室内実験でしか行われていなかった。しかしながら、破堤は流れや土砂が関係する複雑な現象で、室内実験では相似則を満たすことが困難である。また、突発的に起こる現象であるため、実河川における観測データは非常に少ない。

一方で、十勝川千代田実験水路（以下、千代田実験水路）が 2007 年 4 月より運用を開始している。これは、人工洪水による実験を行うことができる日本初となる実物大河川実験水路である。この実物大実験では、実河川で観測できなかった現象や、観測困難であった現象の確認、解明が期待される。千代田実験水路では 2008 年 8 月に横断堤防の破堤実験、2009 年 4 月に縦断堤防の破堤実験が行われている。

本研究の目的は、前述した千代田実験水路で行われた横断堤防破堤実験、縦断堤防破堤実験を数値計算を用いて再現し、実測データと比較することにより、破堤シミュレーションの精度を検証することである。これは千代田実験水路が実物大実験水路のため、3次元越水破堤メカニズムに関する実測データが非常に豊富となっているためである。本研究は、3次元越水破堤メカニズムに関する実測データを数値計算の結果と時系列ごとに比較できるということから、より高い精度の検証を行うことができる。

本研究の成果は、破堤地点近傍の災害予測や非難情報の提供、破堤を想定した災害教育のような防災に関する取り組みに貢献できると考えられる。また、千代田実験水路では一度の実験に対して莫大な費用がかかるために、諸条件を変えて何度も実験を行うことができない。一方で、本研究においてシミュレーションの精度が確認されれば、千代田実験水路のような実物大河川実験水路を仮定して、様々な条件における多くの実験結果を得ることができる。さらに、千代田実験水路に限らず、実際の河川における堤防の破堤シミュレーションを行うことができると考えられる。これらも、本研究の大きな目的のひとつであると言える。

これらの研究目的の中でも、今回は特に破堤シミュレーションの精度の検証について取り上げるものとする。

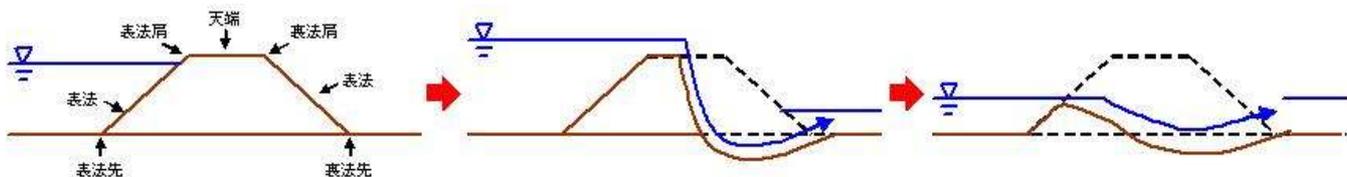


図 1 堤防の各部分の名称と越水破堤のメカニズム

キーワード 越流破堤

連絡先 〒060-8628 北海道札幌市北区北 13 条西 8 丁目 北海道大学 工学部

環境フィールド工学部門 水圏環境工学分野水工・水文学研究室 TEL 011-706-6197

2. 千代田実験水路の概要

千代田実験水路は北海道の十勝川千代田新水路に併設されている。国土交通省北海道開発局では北海道の一級河川である十勝川において、治水安全度を向上させることを目的に日本最大となる日本最大となる起伏式ゲートをもつ千代田新水路を施工し、2007年4月より運用を開始しているが、千代田実験水路は千代田新水路の一部を活用することで最大 $170 \text{ m}^3/\text{s}$ もの流量を通水させ、人工洪水による実験を行うことができる日本初となる実物大河川実験水路である。

3. 計算手法

本研究においては Ric-nays を用いて数値計算を行った。フリーソフト Ric-Nays は、格子生成や解析結果の可視化などの機能や2次元の流れ、河床変動モデル提供することにより流れ解析の支援を行うもので、民間企業が提供する高額なソフトを利用することが困難な途上国の技術者・研究者を中心に広く普及していくことが期待されている。また、平面2次元河床変動モデルを用いて計算を行った。

4. 計算結果の比較

千代田実験水路における横断堤防破堤実験の観測で得られた横断面、縦断面の時間変化図と、数値計算の計算結果で得られた横断面、縦断面の時間変化図を比較する。本研究では、安息角による崩壊を考慮する場合と、安息角による崩壊を考慮しない場合の2ケースの数値計算を行った。ここでは安息角による崩壊を考慮する場合の計算結果との比較のみを行う。さらに、千代田実験水路の観測で得られた最終形状である越水後14分の形状のみを比較する。

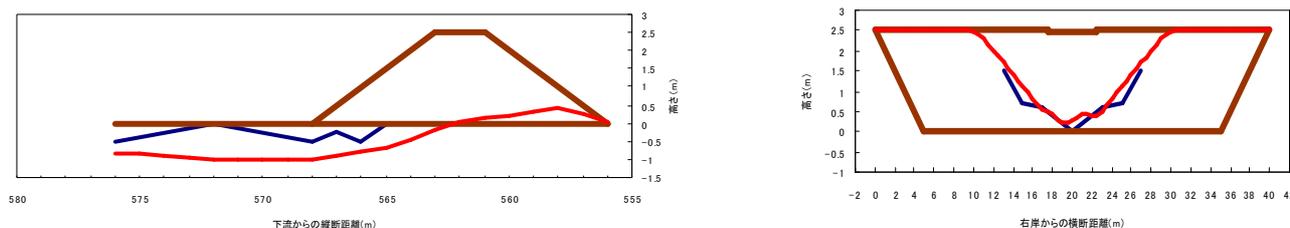


図2 計算結果の比較 (青：千代田実験水路，赤：数値計算)

5. 終わりに

本研究では、横断堤防における越流破堤について、平面2次元モデルの適用性を検証したものである。安息角による崩壊を考慮することにより、破堤現象を良好に再現できることが示された。ただし、今回の考察は定性的な比較にとどまっており、今後は、破堤進行速度や破堤幅、越流流速などの定量的特性の比較を行って、さらに詳細な部分まで比較、検討を進めたい。

さらに今後は、千代田実験水路で、2009年4月に行われた、より現実の破堤現象に近い、縦断堤防の破堤実験について数値計算を進めていきたいと考えている。

参考文献

- 1) 千代田実験水路調査観測業務 業務報告書， 打ち合わせ簿業務成果概要， 第2回破堤予備実験 pp.1.1-15.6, 2008.
- 2) 島田友典， 渡邊康玄， 横山洋， 石川伸， 吉柳岳志， 武田淳史， 大島省吾：十勝川千代田実験水路の基礎的な土砂挙動特性， 応用力学論文集 Vol.11, pp.699-707, 2008.
- 3) 島田友典， 渡邊康玄， 横山洋， 辻珠希：千代田実験水路における横断堤越水破堤実験， 水工学論文集 第53巻, pp.871-876, 2009.
- 4) 島田友典， 渡邊康玄， 横山洋， 辻珠希：寒地土木研究所月報， No.670 2009, 2009.
- 5) Y. Shimizu : Method for Simultaneous Computations of Bed and Bank Deformation of a River, River Flow, 2002.