















く再現できることを示した。また、ケーススタディを通じて、高透水性層と被覆土層の透水性のコントラストおよび水位高さによって、浸透破壊時の変形量や破壊形態が異なることを示し、特に、高透水性層の飽和透水係数 ( $4.06 \times 10^{-3}$  m/s) に比べて、被覆土層の値が約 200 分の 1 倍小さい場合 ( $2.21 \times 10^{-5}$  m/s) は、高透水性層と被覆土層の層境でボイリングが生じ、せん断面は堤体に向かって大きく進展することを示した。また、堤内基盤排水工法を想定した対策工の有効性も確認した。

本解析手法は、砂か粘土か、変形か破壊か、降雨か地震か、という土材料・照査対象・外力形態等の違いを問わず、同一の理論的枠組みで地盤・土構造物の挙動を評価できる。今後は、実大スケールの照査に加えて、越水破堤などの水理学的観点からの照査も視野に入れ、広範な土材料や外力に対する河川堤防の変形・破壊問題に取り組んでいきたい。

## 謝辞

JSPS 科研費 25249064 と国土交通省 H27 年度河川砂防技術研究開発の助成を受けた。ここに、謝意を表します。

## 参 考 文 献

- 1) 矢部川堤防調査委員会：報告書，九州地方整備局筑後川河川事務所，2013.
- 2) 災害報告特別セッション配布資料，第2回地盤工学から見た堤防技術シンポジウム，土木学会，2014.
- 3) 大角一浩，飯田大輔，今森美穂：梯川古府地先漏水対策について，平成26年度北陸地方整備局事業研究発表会，2014.
- 4) Noda, T. and Yoshikawa, T.: Soil-water-air coupled finite deformation analysis based on a rate-type equation of motion incorporating the SYS Cam-clay model, *Soils and Foundations*, 55(1), 45-62, 2015.
- 5) 小高猛司，李圭太，崔瑛，尤源，森三史郎，林愛実：透水性基礎地盤に起因する堤防の浸透破壊に関する考察，第3回地盤工学から見た堤防技術シンポジウム，土木学会，2015.
- 6) Asaoka, A., Noda, T., Yamada, E., Kaneda, K. and Nakano, M.: An elasto-plastic description of two distinct volume change mechanisms of soils, *Soils and Foundations*, 42(5), 47-57, 2002.
- 7) Noda, T., Asaoka, A. and Nakano, M.: Soil-water coupled finite deformation analysis based on a rate-type equation of motion incorporating the SYS Cam-clay model, *Soils and Foundations*, 48(6), 771-790, 2008.
- 8) Takaine, T., Tashiro, M., Shiina, T., Noda, T. and Asaoka, A.: Predictive simulation of deformation and failure of peat-calcareous soil layered ground due to multistage test embankment loading, *Soils and Foundations*, 50(2), 245-260, 2010.
- 9) 杉井俊夫，山田公夫，奥村恭：高飽和時における砂の不飽和透水係数に関する考察，平成13年度土木学会中部支部研究発表会講演概要集，267-268，2002.
- 10) van Genuchten, M. T.: A closed-form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils, *Soil Science Society of America Journal*, 44, 892-898, 1980.
- 11) Mualem, Y.: A new model for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated porous media, *Water Resources Research*, 12, 513-522, 1976.
- 12) Jommi, C.: Remarks on the constitutive modelling of unsaturated soils, *Experimental Evidence and Theoretical Approaches in Unsaturated Soils* (eds. by Tarantino, A. and Mancuso, C.), Balkema, 139-153, 2000.