

鋼矢板により補強したため池堤体の豪雨時における堤体内の浸透挙動 Effect of rainfall on seepage in the small earth dam reinforced by double steel sheet pile

○山崎弘芳* 中山裕章* 石濱吉郎* 原忠** 加藤智雄*** 黒田修一*** 栗林健太郎*** 棚谷南海彦***

Hiroyoshi YAMAZAKI, Hiroaki NAKAYAMA, Yoshiro ISHIHAMA, Tadashi HARA,
Tomoo KATO, Shuichi KURODA, Kentaro KURIBAYASHI, Namihiko TANAYA

1. はじめに

近年、降雨の激甚化によるため池堤体の被害が頻発しており、豪雨対策の重要性が高まっている。ため池では、洪水吐の流下能力を確保することにより越流を発生させないことが原則であるが、洪水吐の流下能力不足や流木・土砂による閉塞等により洪水吐の機能が十分に発揮されない場合、越流が発生する可能性がある。越流発生時には、越流水が堤体に浸透することによる浸透破壊やすべり破壊が懸念される。そこで本研究では、耐震対策構造として実績のある鋼矢板二重壁構造¹⁾²⁾に着目し、越流を模擬した 1G 重力場での模型浸透実験と数値解析を行い、鋼矢板の設置が堤体内の浸透挙動に及ぼす影響を検討した。

2. 実験概要

図 1 に作製した実験模型の概要図を示す。堤高 10m 程度の堤体を想定して、幾何学的縮尺 $\lambda=1/20$ として堤高 500mm、法面勾配 1:1.8 の断面を設定した。実験条件を単純化するため、上流側法面と天端を遮水処理し、下流側の法面から越流水が浸透する挙動のみを模擬した。越流水深は実大スケールで 30cm 程度を想定し、約 15mm とした。越流水による堤体の侵食を防止するため、透水性の高い不織布で堤体を覆い、穴あけアルミ板を通じて越流水を堤体内に浸透させた。堤体に用いた試料は、ケイ砂 7 号と笠岡粘土を乾燥比 9:1 となるように配合し、締固め度 95% ($\rho_d = 1.56\text{g/cm}^3$)、含水比を 15% になるように管理した。実験ケースは無対策ケース (Case1) と鋼矢板補強ケース (Case2) の 2 ケースとして、鋼矢板は不透水の十分に剛なアクリル板で模擬し、下流側の法肩にのみ鋼矢板模型を設置した。

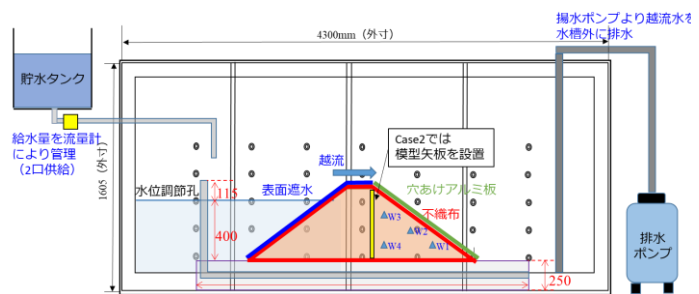


図 1 実験模型概要

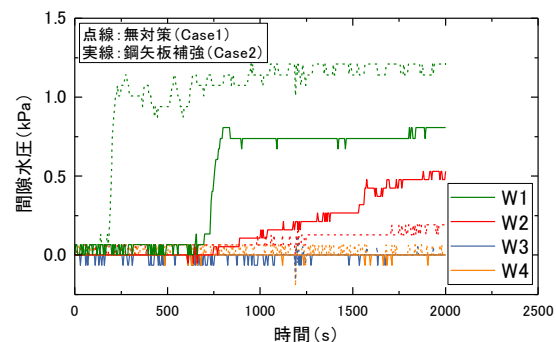


図 2 間隙水圧時刻歴

*日本製鉄株式会社 Nippon Steel Corporation

**高知大学 Kochi University

***株式会社エイト日本技術開発 Eight-Japan Engineering Consultants Inc.

キーワード:ため池、鋼矢板、耐豪雨補強

3. 実験結果

図2に間隙水圧の時刻歴を示す。どちらのケースも初めに法尻付近のW1の値が増加し、その後、値に差はあるものの法面中腹付近のW2の値が上昇している。この結果から、鋼矢板設置の有無に依らず、越流水の堤体への浸透は、下流側法尻から進行したことが考えられる。また、堤体内部に位置するW3、W4の値はどちらのケースも時間変化が殆どなかったことから、越流発生時の堤体内下流側法部の浸透挙動は鋼矢板設置の有無が与える影響は小さく、鋼矢板により上流側への浸透を遮断することで豪雨時の堤体破壊を抑制可能であると考えられる。

4. 解析検討

前頁の鋼矢板補強ケース（Case2）を対象に、越流水の堤体への浸透について、解析的にも検討を実施した。本解析では、堤体法面に作用する越流水の水圧を設定することにより、堤体への浸透をモデル化した。解析コードはUNSAFで、越流水深は等流水深を仮定して15mmを設定した。堤体の寸法は実験条件同様で、初期飽和度は土槽実験実施時の測定結果に基づき48.2%を設定した。

透水係数は堤体全体で一様であると仮定し、透水試験結果に基づいて 1.75×10^{-3} (cm/sec)とした。また、上流側法面と天端は遮水条件とした。

図3に、越流開始後0.1s、200s、3600sにおける飽和度分布のコンタを示す。越流開始後から時間経過とともに、下流側法尻から上流側にわたって徐々に飽和が進展する結果となった。これは、実験結果からも想定される浸透挙動であった。また、また、越流開始後3600秒の段階では下流側法面の一部は不飽和状態であり、鋼矢板を設置することで上流側堤体への浸透を抑制できることが分かった。

5. まとめ

鋼矢板二重壁構造で補強したため池堤体の越流を模擬した模型浸透実験と数値解析を行い、鋼矢板の有無が堤体の挙動に及ぼす影響を評価した。実験的検討の結果から、越流発生時の堤体内下流側法部の浸透挙動は鋼矢板設置の有無が与える影響は小さく、法尻付近から徐々に浸透したことが考えられる。また、数値解析においても実験結果同様に下流側法尻から上流側に向かって徐々に飽和が進行したことから、鋼矢板を設置することで上流側堤体への浸透を抑制できることが分かった。

参考文献 1) Tadashi Hara.: Resilience Efforts in the Kochi Prefecture in Preparation for the Nankai Trough earthquake, Journal of Disaster Research, Vol.12 No.4, pp.1-11, 2017. 2) 靱山嵩, 妙中真治, 原忠, 棚谷南海彦: 鋼矢板によるため池堤体の耐震補強工法に関する研究, 農業農村工学会論文集, No.310 (88-1), pp.I_47-I_58, 2020.

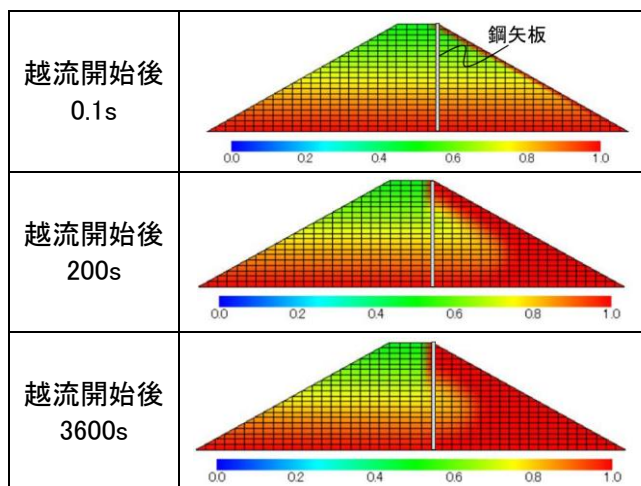


図3 飽和度分布時刻歴（鋼矢板補強ケース）