令和2年度地盤工学会賞 論文賞(英文部門)

Collapse of concrete-covered levee under composite effect of overflow and seepage 越流と浸透が複合した状況下でのコンクリート被覆堤防の破壊特性 Soils and Foundations, Vol. 59, Issue 6, pp. 1787-1799, 2019

高橋 英紀 (国研)海上・港湾・航空技術研究所港湾空港技術研究所

森川 嘉之 (国研)海上・港湾・航空技術研究所 港湾空港技術研究所

森 信人 京都大学 防災研究所

安田 誠宏 関西大学

# 研究の背景と目的

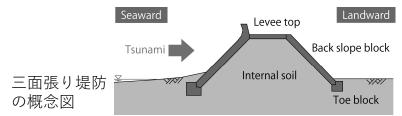
- 津波が越流して多くの海岸堤防が破壊した。
- 水理と地盤を複合した研究事例が少なかった。



• 越流時に堤防が破壊するメカニズム等を明らかにすることを目的とした。

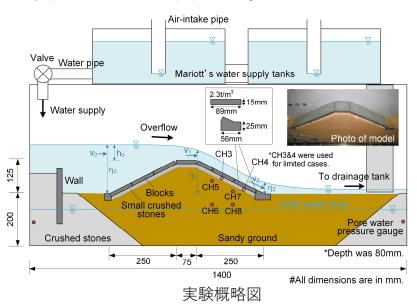


遠心模型実験装置 PARI Mark II-R



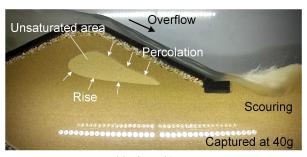
### 研究の内容

- 水理、地盤、両者の複合問題に関しての遠心力場での相似則について検討を行った。
- 遠心模型実験によって実物スケールの水圧と応力を再現して、越流による破壊実験を実施した。
- 対策工についても検討した。

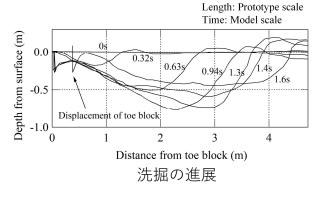


### 越流状况

- 越流水が裏法先を洗堀した。洗堀が進み、ブロックが不安定した。
- 地盤内へ上下から水が浸透し、内部の水圧が上昇した。



越流の状況



水理 (フルード則)

$$F_r = \frac{v}{\sqrt{gd}}$$

洗堀(水理と地盤の複合問題)

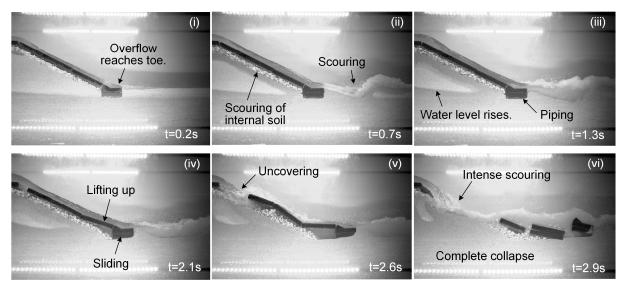
$$\tau_* = \frac{{u_*}^2}{(\sigma/\rho - 1)gd_s} \quad シールズ数$$

$$R_{e^*} = \frac{u_* d_s}{v}$$
 砂粒レイノルズ数



### 破壊過程

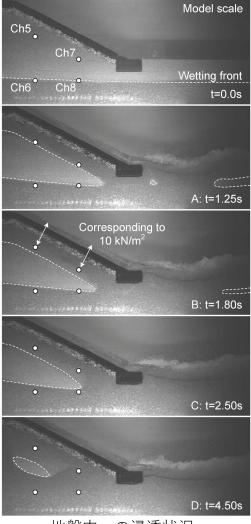
- i. 越流が発生し、法尻に 到達した。
- ii. 法先が洗堀するととも に、地盤内に上部から 水が浸透した。
- iii.海側からの浸透によって地下水面が上昇し、 パイピングが発生した。
- iv.内部からの水圧によってブロックが移動した。
- v. vi. 被覆工が剥がれ、大 きく洗堀して、破壊に 至った。



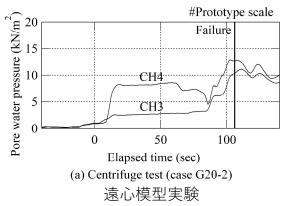
堤防の破壊過程

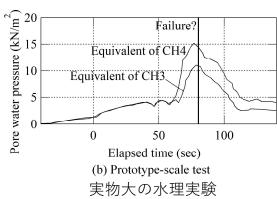
#### 地盤内への浸透

- 水が浸る状況と間隙水圧の関係を対比するとともに、内部で空圧が高まる状況を観察した。
- 実物大の水理実験と比較し、破壊挙動や間隙水圧特性について整合性を確認した。



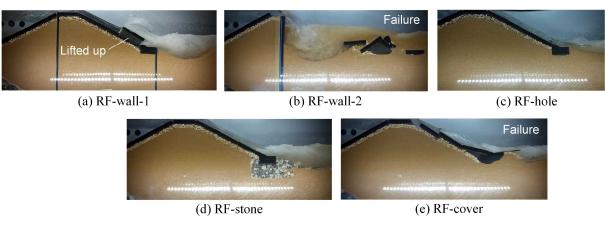
地盤内への浸透状況





## 対策法の検討

- 破壊メカニズムに基づいて、対策工を提案した。
- 地盤内部の水圧を抜く方法や、法尻の抵抗力を高める方法等がある。



種々の対策方法