愛知工業大学工学部 正会員 〇奥村哲夫,木村勝行,成田国朝

# 1. はじめに

近年、豪雨・洪水による河川堤防の崩壊が幾度か発生している。豪雨による河川の水位上昇や降雨の浸透に よる河川堤防の崩壊は、飽和度の増加に伴う堤体質量の増大や強度の低下および透水力による浸透破壊によっ て発生し、特に堤防内部の飽和域の拡大と間隙水圧の増大が堤防の安定性に大きく影響するものと考えられる。

本報告は、透水性基礎地盤上の河川堤防に作用する揚圧力について、モデル内の毛管上昇を抑え、自重応力の相似性を満たし、効率的な実験(ngの遠心場では 1/n<sup>2</sup>に時間短縮)が可能である遠心載荷実験を行い、得られた結果について検討を加えたものである。

# 2. 実験概要

図-1は、アルミ製土槽内に作成したモデル(堤高 H =150mm、斜面勾配1:1.4、基礎高さ75mm、奥行200mm) の概略図である。モデルの形状は遠心場の等加速度線が 円弧を描き、遠心力の作用方向が回転軸を中心として半 径に沿った形となることから、基礎および堤体底面の形 状を遠心半径に等しい円弧とし、モデル斜面を対数らせ んで近似して重力場と同一勾配となるようにしている。

基礎地盤材料は、珪砂 6 号、堤体材料には礫質砂を用 いて締固め度 D-値=91%となるように突き固めて作成 した。基礎地盤と堤体の透水係数(k<sub>B</sub> と k<sub>E</sub>)の比 k<sub>B</sub>/k<sub>E</sub> =1380 である。表—1は、使用材料の性質を示している。

基礎地盤の両端部には粒径 d =2~5mm の礫を詰め、 貯水した水の基礎地盤への通水および川裏側基礎部上面 での排水を可能にしている。排水にはダイヤフラムポン プを用い、水面が基礎地盤上面で保持されるようにした。

実験は、満水位 (≒0.8H) までの水位上昇時間を3ケース変 化させて行った。貯水は、飽和状態の基礎地盤上の堤体底部に 遠心加速度 30g を与えた後、土槽上部の給水タンクに固定した 電磁弁を外部操作して行い、また、上昇時間は弁のオリフィス 径を変えることにより変化させた。

堤体底部に作用する揚圧力は、図-1に示す7個の小型間隙水圧計(①~⑦、φ12×8t)により測定し、貯水中の水面高さは、間隙水圧計と同一高さに 設置した水圧計の値から求めた。

### 3. 実験結果と考察

図-2は、CASE2について、貯水圧および堤体底 面に作用する間隙水圧の経時変化を示した一例であ る。時間軸を拡大して読み取った貯水開始は21s、満 水位48sであり、満水位までの水位上昇時間は27s

(実物換算 6.75h)となる。同様に、CASE 1 では212s (53h)、CASE 3 では 24s (6h) である。図より、





#### 図一2 間隙水圧の経時変化(CASE2)



写真-1 堤体部の浸透状況(CASE1、CASE3)

各位置の間隙水圧は水位上昇時に急激に増大し、 満水位以降序々に大きくなって、t≒300s でほぼ 一定値を示し、定常状態に至っていることが分か る。T=400s 付近で各測定値が低下しているのは 遠心を停止したことによる。

写真-1は、水位上昇時の CASE1(a図) お よび CASE3(b図)のほぼ同一水位における堤 体内の浸透状況である。両者の浸潤面形状を比較 すると、水位上昇速度の遅い CASE1は川表から 川裏側全体に亘って浸潤面が上昇しているが、水 位上昇速度の速い CASE3では水位の上昇に比較 して堤体内への浸透が遅いため川裏に向かうほど 浸潤面が低く現れている。

図-3は、3ケースの実験について、満水位 (HWL、定常状態)、満水位水位に対して 1/3 (1/3HWL) および 2/3 (2/3HWL) の水位におけ

る堤体底面①~⑦の間隙水圧 u を各水位の貯水圧 カ p で除して正規化した u/p の分布を示してい る。なお、図中の実線は Casagrande A による浸 潤線である。図をみると、上昇速度がほぼ等しい



図一3 各水位における位置①~⑦の間隙水圧

CASE2とCASE3(▲と■印)の傾向は何れの水位においても似かよっていることが分かる。一方、上昇速度の遅いCASE1(●印)のu/p値は、満水位(HWL)ではCASE2,3の結果と大きな差は認められないが、水位の低い場合(1/3HWL)、他のケースと比較して全体的に大きく、川裏側ほど差が顕著に現れており、前述の写真から判断される結果とほぼ一致している。

# 4. まとめ

この種の浸透現象を遠心模型実験によって再現できることを確認した。そして、堤体底面の揚圧力に及ぼす 水位上昇時間の影響は、定常状態下ではほとんど認められないが、上昇初期の低水位においては川裏側で明確 に現れ、水位上昇時間が遅いと比較的大きな揚圧力が発生するものと考えられる。

謝辞: 本研究は科研費(23560599)の助成を受けたものである。

### <参考文献>

増山・齋藤・森・佐々木:透水トレンチを用いた河川堤防の揚圧力対策に関する模型実験,土木学会第66回年次学術講演会 講演概要集(CD-ROM), pp377-378, 2011.