

重力式コンクリートダム横継目の揚圧力低減効果に関する解析的検討(その2)

独立行政法人土木研究所 正会員 ○市原裕之、山口嘉一、佐々木隆、小堀俊秀

1. はじめに

重力式コンクリートダムにかかる揚圧力は、安定計算上重要な荷重であり、設計上は基礎排水孔の効果が及ぶか否かによりその分布形状が規定されている¹⁾。一方で、実際のダムにかかる揚圧力は、岩盤の性状やグラウチング等の影響とともに、堤体に設けられる横継目の影響も受けると考えられる。横継目を流れる浸透流を滑らかな平行平板間の浸透流とみなすヘルショウモデルで表現した場合、横継目幅とその透水係数の関係は図-1の通りとなり、開口幅がわずかでも非常に高い透水係数に相当することがわかる²⁾。

著者らはこれまでも、三次元浸透流解析により揚圧力に関する横継目の効果について検討してきたが³⁾、これまでは地表標高で揚圧力が0となる境界条件を与えていたため、横継目付近の揚圧力がかなり小さい値として得られていた可能性がある。本論文では、横継目の部分にある透水性を有する透水性媒体として扱うことで横継目での水位上昇も考慮することでより実態に近い形で横継目がダム底面の揚圧力に与える影響を検討した。

なお、本稿では未解明な部分も多い面積係数という概念の存在のため、解析結果の定量的な比較は行わないこととする

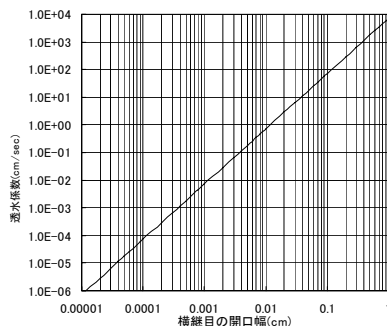


図-1 横継目幅と透水係数の関係

2. 解析モデル

図-2に示すような堤高100mの重力式コンクリートダムの1ブロックを対象とした3次元浸透流解析モデルを用いた。解析モデルの諸元を表-1に示す。

境界条件は岩盤底部と側面、及びダム堤体底部の基礎排水孔部を除いた範囲は不透水境界とし、ダム堤体上流部と下流部は水頭固定境界とし、各々100mと0mの水頭を設定した。

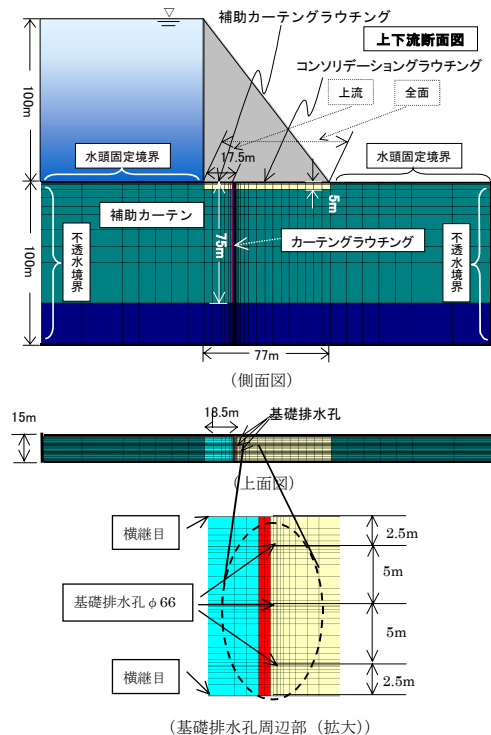


図-2 解析モデル

表-1 解析モデル諸元

形式	重力式コンクリートダム	堤高	100m
堤敷長	77m	1ブロックあたり堤体幅	15m
コンソリデーション グラウチング	施工範囲 改良深	堤敷全面 5m	
カーテングラウチング	位置 改良幅	堤体上流より17.5m 1m	改良深 75m
補助カーテングラウチング	位置 改良深	堤体上流よりカーテン部 1m	
基礎排水孔	位置 径 設置間隔	堤体上流より18.5m φ66mm ダム軸方向5m	深さ 5m
横継目	幅	1cm	

また、モデルの基本的な材料物性値を表-2に示す。本解析では、1Luと透水係数 $1 \times 10^5 \text{ cm/sec}$ が等価としている。

横継目に与える透水係数は、図-1に示すように、横継目幅0.0005cm相当の透水係数 $1 \times 10^5 \text{ cm/sec}$ から横継目幅0.05cm程度の透水係数 10 cm/sec の範囲で1オーダー刻みで刻みで設定した。なお、横継目部は不飽和部を有するため、その不飽和浸透特性としては、保水性の低い砂相当の物性値を与えた。

キーワード 揚圧力、重力式コンクリートダム、横継目、浸透流解析

連絡先 〒305-8516 茨城県つくば市南原1-6 独立行政法人土木研究所水工研究グループ（ダム構造物チーム）
TEL 029-879-6781

表-2 材料物性値

材料名	ルジオン値 (Lu)	透水係数 (cm/sec)
未処理岩盤部	50 (75m 以深)	5.0×10^{-4} 1.0×10^{-5}
コンソリデーショングラウチング部	5	5.0×10^{-5}
カーテングラウチング部	1	1.0×10^{-5}
補助カーテングラウチング部	1	1.0×10^{-5}
基礎排水孔部	1.0×10^5 未閉塞時	1.0×10^{-9}
横継目部	別途記載	—

3. 解析条件

解析条件を表-3 に示す。これらの条件は、横継目のみによる揚圧力低減効果（①）、基礎排水孔との相乗効果（②）、グラウチングとの相乗効果（③）、基礎排水孔及びグラウチングとの相乗効果（④）を検討するためのものである。

表-3 解析条件

ケース	条件	
	基礎処理（「グラウチング」※）及び基礎排水孔設置状況	横継目条件
①	基礎処理未処理、設置なし	1×10^{-5} cm/sec~10cm/sec、1 オーク 刻み
②	基礎排水孔のみ	〃
③	全基礎処理実施、基礎排水孔なし	〃
④	全基礎処理実施、基礎排水孔実施	〃

※「グラウチング」はコンソリデーション「グラウチング」、カーテング「グラウチング」及び補助カーテング「グラウチング」を差す

4. 解析結果

基礎排水孔設置ラインにおけるダム軸方向の揚圧力分布を図-3 に整理する。横継目透水係数が高くなるとともに横継目周辺部で揚圧力が低下していることが確認出来る。また、基礎排水孔により揚圧力が急激に低下していることがわかる。グラウチングを実施している場合は横継目に低減効果は低く、また、④のケースにおいて、横継目による揚圧力の低減が横継目付近のみにしか働かないことがわかる。

揚圧力をダム軸方向で平均したものを図-4 に示す。これによれば、グラウチングを実施しないケースにおいて横継目の揚圧力低減効果が高いことが、基礎排水孔がある場合には、それによる揚圧力の低減効果が卓越していることがわかる。

5. まとめ

今回の検討によって横継目部の透水性高くなると、揚圧力が低下する傾向を確認出来たが、グラウチング処理及び基礎排水孔が存在する場合、その効果の規模はある程度限定的であることが確認された。今後はより複雑な岩盤条件での検討が必要と考えられる。

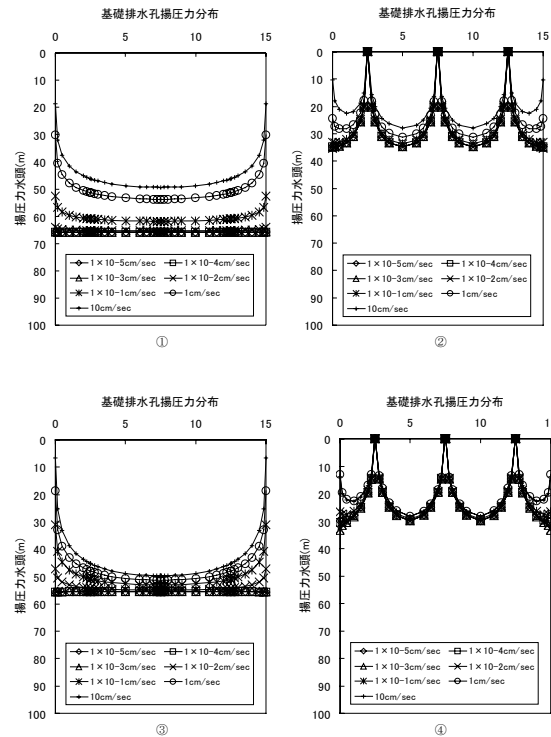


図-3 ダム軸方向揚圧力分布

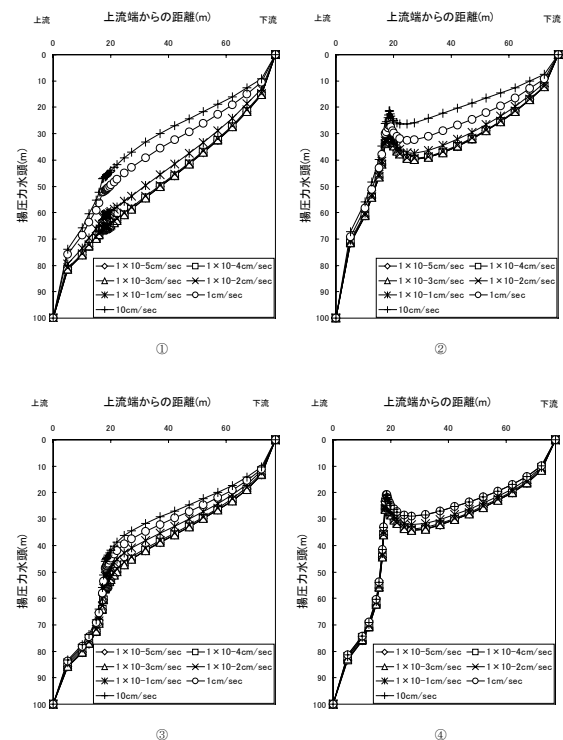


図-4 上下流方向揚圧力分布（平均）

参考文献

- 1)河川管理施設等構造令同施工規則第8条
- 2)地盤工学会：地下水入門,p.114,1984.
- 3)市原裕之、山口嘉一、佐々木 隆：重力式コンクリートダムの横継目の揚圧力低減効果に関する解析的検討,第57回土木学会年次学術講演会,pp.517-518,2002.