

弾塑性圧密連成解析手法を用いたロックフィルダムの湛水シミュレーション

ー(その1) 湛水時の間隙水圧、土圧応答に関する検討ー

前田建設工業(株)	正会員	○前田和亨	石黒 健
東電設計(株)	フェロー		森 吉昭
東京電力(株)	正会員		下川洋司
東京工業大学	フェロー		太田秀樹

1. はじめに

ロックフィルダムが初湛水時に崩壊あるいは損傷を受ける事例が過去に幾つか報告され、その原因の一つに堤体の水理的破壊現象(ハイドロリックフラクチャリング)が挙げられている。そのメカニズムはいまだ十分には解明されていないが、例えば Seed や Duncan¹⁾, Vaughan²⁾らは、湛水時の間隙水圧が堤体の全土圧を上回るために引き起こされる現象として、これを説明している。本研究では、彼らの考え方を援用し、湛水時の堤体の水理的安定性を定量的に評価することを試みるが、そのためには、湛水に伴う堤体の間隙水圧や土圧の変化を精度よく再現することが必要となる。著者ら³⁾は、このような目的から、関口・太田モデルを構成則とする土/水連成有効応力解析手法を用いてロックフィルダムの築堤解析を実施し、実測値との整合性の検証を試みてきた。本報では、築堤解析に引き続いて湛水解析を実施し、コアゾーン内の間隙水圧や堤体土圧の解析値と実測値との比較を行った結果を報告する。

2. 湛水工程のモデル化

解析の対象となった上日川ダムは、堤高87m、堤頂長494m、堤体積411万m³の中央遮水壁型のロックフィルダムである。ダムの概要や解析モデルの詳細は既報³⁾を参照されたい。湛水解析は、既報で述べた築堤解析に引き続いて行われ、全応力に関する境界条件として上流ロック面に水圧相当の分布荷重を、水理境界条件として同じ面上に貯水位に応じた静水圧条件を課した。また上流側のロック、フィルターゾーンには、その単位体積重量が築堤時の湿潤重量 γ_t から湛水後の飽和重量 γ_{sat} まで増加することを考慮し、2つの単位体積重量の差分を重力方向の物体力として各要素に与えた。これにより、上流側堤体には湛水時の浮力分相当の有効応力の減少が正確にもたらされた。これらの操作は、湛水位の上昇に伴い、図-1 に●で示す各ステップごとに逐次加えられた。

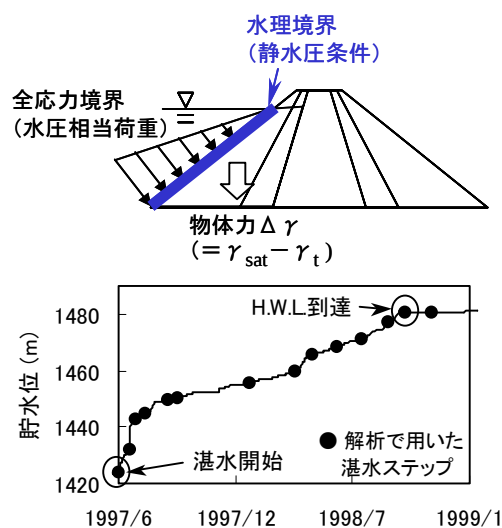


図-1 湛水工程のモデル化

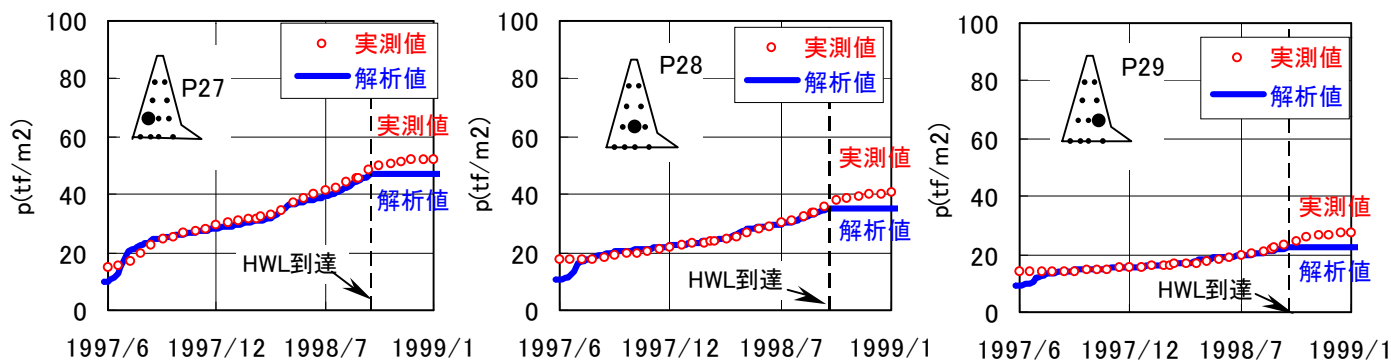


図-2 コアゾーンの間隙水圧の比較結果

キーワード：ロックフィルダム / 湛水解析 / 間隙水圧 / 土圧

連絡先：〒179-8914 東京都練馬区旭町 1-39-16/TEL 03-3977-2572/maeda.kazuy@jcity.maeda.co.jp

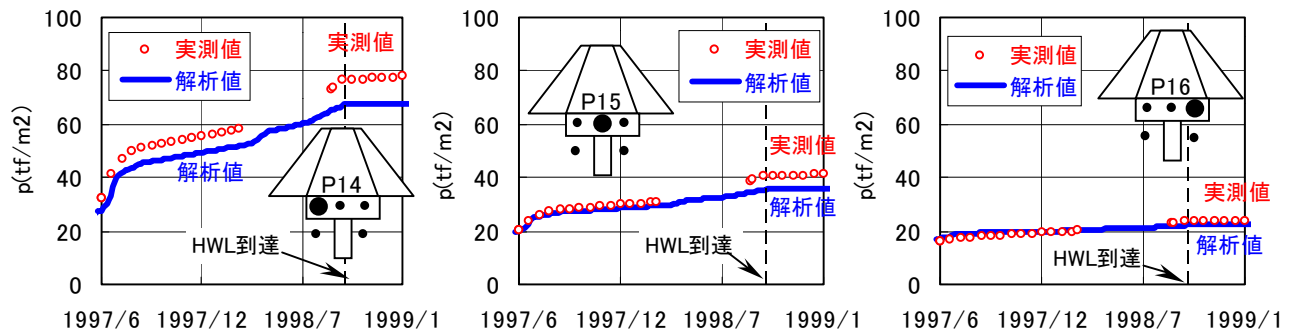


図-3 ブランケットグラウト内の間隙水圧の比較結果

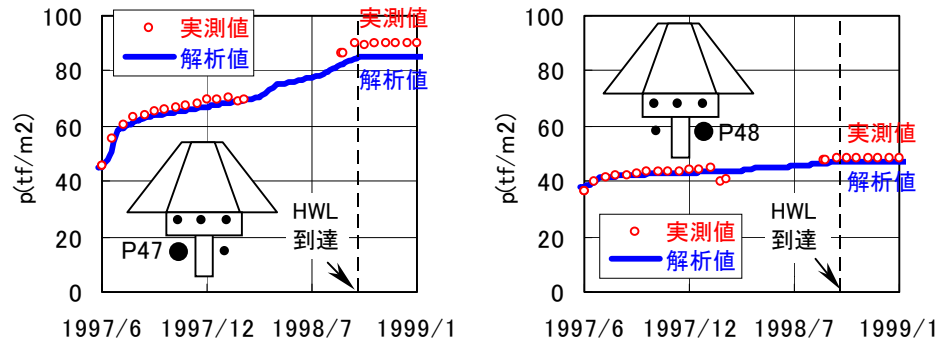


図-4 カーテングラウト上下流位置での間隙水圧の比較結果

3. 湛水解析結果および実測値との比較

コアゾーン内に配置された間隙水圧計のデータを用いて、解析値と実測値との比較を行った結果が図-2 である。図より、コアゾーンの間隙水圧応答は実測値とよく対応している。また図-3、図-4 には基礎岩盤内（ブランケットグラウトの内部、カーテングラウトの上下流）に設置された間隙水圧計位置での比較結果を示す。ダム堤体内のみならず、基礎岩盤内での止水効果もほぼ再現されているようである。図-5 はコア、フィルター、ロックの3ゾーンの同一標高に設置された土圧計データ（全土圧）と解析値を時系列で比較したものである。図中には湛水前の値も併記した。築堤中のアーチング現象によりフィルター層に荷重が集中し、その状態がHWLまで保持されている様子が解析でも表現されている。湛水中の間隙水圧および土圧の変化を精度よく予測することは、湛水後のダム堤体の水理的安定性（ハイドロリックフラクチャリング）を定量的に評価するうえで重要となるが、以上の比較結果は、本解析手法が実務的に十分な精度を有することを裏付けるものといえる。

〈参考文献〉 1) Seed ら：Hydraulic fracturing and its possible role in the Teton dam failure, report to U.S. department of the interior and state of IDAHO on failure of Teton dam, 1976. 2) P.R.Vaughan ら：Cracking and erosion of the rolled clay core of Balderhead dam and the remedial works adopted for its repair, Commission Internationale des Grands Barrages, 1970. 3) 森ら：弾塑性圧密連成解析手法を用いたロックフィルダムの築堤シミュレーション（その1）～（その4）土木学会第54回年次学術講演会、pp.688-pp.695、1999.

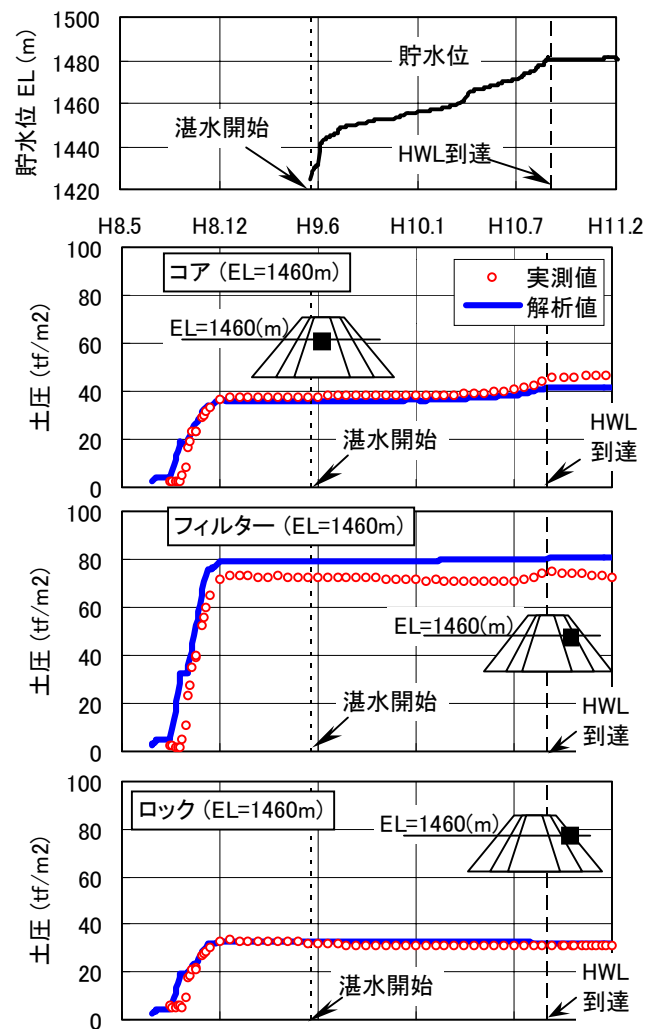


図-5 土圧の経時変化(EL=1460m)