

VI-136

川浦アーチダム試験湛水時における基礎岩盤の変形挙動について

中部電力(株) 正会員 鈴木 英也
 中部電力(株) 正会員 川上 康博
 ハザマ 正会員 ○西村 毅
 ハザマ 正会員 前田 信行

1. はじめに

通常アーチダムでは、堤体に作用する荷重を、鉛直方向片持ち梁および水平方向アーチ形状によりそれぞれ下方岩盤、側方岩盤へ伝達する構造となっている。従って重力ダムの場合と異なり、下方岩盤へ伝達される荷重は減少する代わりに側方岩盤の荷重負担が大きくなる構造となっている。ダム設計時には、ダムサイトの地形・地質を十分考慮してダムの位置・形状を決定するとともに、基礎岩盤の強度・変形特性や堤体の設計物性値を用いた解析を実施して、ダムおよび基礎岩盤の安定性を十分に確保する必要がある。また、湛水時には変位、応力、ひずみなど各種の計測を実施して、設計時の予測値との対比を含めた評価を行い、その安定性を評価・確認する。ここでは、川浦アーチダムの試験湛水時の基礎岩盤の挙動について解析・計測の両面から検討した結果を報告する。

2. ダムの概要および計測計画

川浦ダムは奥美濃水力発電所の上部ダムとして建設されたアーチ式コンクリートダムで、堤高107.5m、堤頂長341.2m、堤体積約40万 m^3 である。ダム基礎岩盤はCH級の流紋岩が主体であり、右岸および河床部ではいくつかの破碎帯が存在している。ダムおよび基礎岩盤に設置した計器のうち、主に力学的な挙動を計測するものを図-1に示した。岩盤変位計による測定は、左右岸においては標高別に3カ所の地点で行ない、ダムスラスト方向とそれに直交する方向に設置した。また、同地点には着岸部付近の変位を把握するために着岸部継目計を設置した。河床部には鉛直方向と、河床部に存在するA破碎帯に直交する方向の2方向で3カ所の岩盤変位計を設置した。

3. 3次元解析モデル

川浦ダムおよび基礎岩盤の挙動を検討し、計測結果を評価するために3次元のFEM解析を実施した。解析のモデルを図-2に示す。堤体および岩盤は弾性体としたが、岩盤内に存在する破碎帯については引張破壊をする非線形材料としてモデル化した。計算で考慮した外力は、自重、ダム堤体に作用する静水圧および揚圧力である。解析コードは汎用FEMプログラムFENIXを用いた。FENIXは、最新の高精度要素を用いており、大規模なモデルを比較的少ない節点数で精度良く解析できる特徴がある。

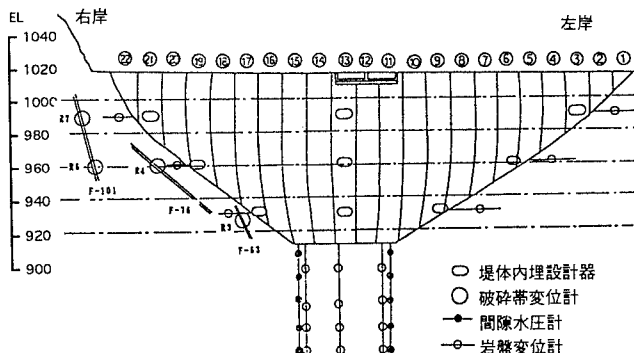


図-1 計器埋設位置図（下流面図）

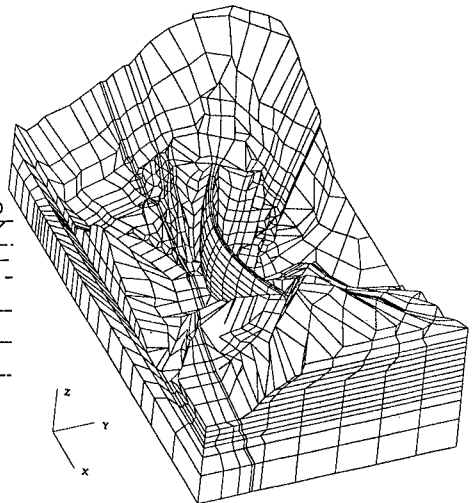


図-2 解析モデルメッシュ図

4. 計測および解析結果

図-3にEL960mの右岸に設置した水平岩盤変位計の計測結果を示す。図中には、計測値とFEM解析の結果の両方を示してある。下流側の変位計はスラスト方向に設置したものであり、水位上昇に従ってほぼ線形に圧縮側へ変位している。上流側の変位計はスラスト方向に直交して設置されており、水位上昇にともないやや引張側へ変位しているがその大きさはスラスト方向に比べると小さい。実測値の変化を見ると季節的な温度の影響が含まれており、計測値と解析値は絶対値では差があるものの、水圧荷重の増加にともなう岩盤変位の増加勾配は良く一致している。

図-4に河床部に設置した岩盤変位計(13-Rs)の計測結果を示す。河床部には比較的大規模な破碎帯が存在しており、この変位計は破碎帯を貫く方向に堤体河床部から約42mの深さまで設置されている。水位の低いうちは変位はほとんど生じていないが、水位レベル985.5m以降では水位が上昇するに従い引張側へ変位が生じている。変形は破碎帯を含んだ岩盤全体で発生しており、特に着岩部付近の変形量が大きい。

図-5は上記の岩盤変位計に対応した3次元FEM解析の結果である。変形の傾向は計測と異なり、解析では破碎帯部分の変形量が大きく、それ以外の岩盤の変形が小さい。全変位量は満水位(WL.1015m)で14~16mmと解析と計測ではほぼ一致している。また、同図中には、破碎帯をCH級岩盤に置き換えて実施した弾性解析の結果も示してあるが、破碎帯の影響により河床部岩盤の変位量がほぼ2倍程度に増大することが分かる。

5. おわりに

川浦ダムの湛水時の計測結果について、基礎岩盤の挙動を解析結果と合わせて検討した。その結果、基礎岩盤の挙動は設計値を用いた解析結果と概ね良く一致しており、ダムおよび基礎岩盤の安定性は十分確保されていることが分かった。計測に関してはここで報告した以外にも堤体のブラムライン、応力、ひずみ、温度など多岐にわたる内容で実施されており、同様の検討結果が得られている。

また、季節的な温度変化やクリープ等の影響については、今後の計測データ蓄積とともに検討を進め、ダムの挙動監視とともに理論的な評価を行う必要がある。

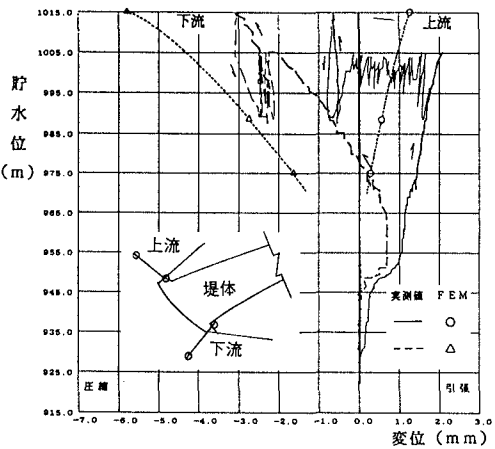


図-3 水平岩盤変位計（右岸EL960）

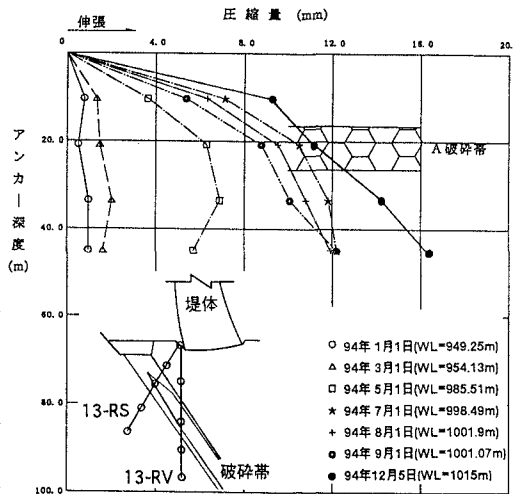


図-4 河床岩盤変位計測結果（13BL,RS）

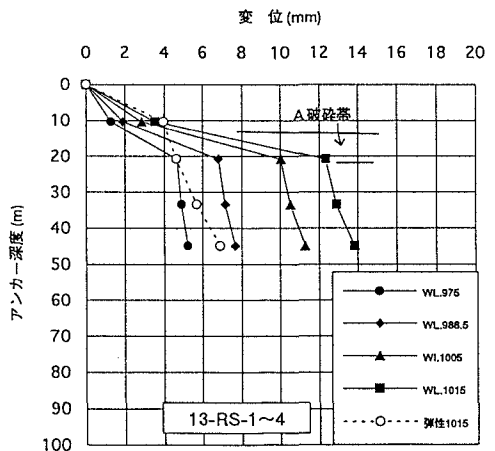


図-5 河床岩盤変位計解析結果（13BL,RS）