

Ⅲ-B 345

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2）堤体のモデル化と築堤時沈下に関する検討－

前田建設工業（株）	正会員	○藤山哲雄
東電設計（株）	フェロー	森 吉昭
東京電力（株）	正会員	内田善久 下川洋司
東京工業大学	フェロー	太田秀樹

1. はじめに 上日川ダムを対象とした築堤シミュレーションの結果を報告する。（その2）では、ダム堤体や築堤工程のモデル化、解析物性値の設定方法について述べた後、築堤中の堤体沈下に関する解析値と実測値の比較結果を示す。

2. ダム堤体および築堤工程のモデル化 築堤解析には、築堤時のコアゾーンでの間隙水圧の発生や消散、湛水時の有効応力の変動と堤体変形の相互作用等を考慮できる土／水連成解析手法を用いた。土の構成式として関口と太田による弾粘塑性モデルを組み込んだ解析コード（DACSAR）である。解析に用いたモデルを図-1に示す。解析断面は各種計測機器が設置された標準断面を選定した。二次元平面ひずみモデルを使用し、解析ではコア、ロック、フィルターの各ゾーン、および基礎岩盤やグラウトゾーンも解析領域に取り込んでいる。また、実際の盛立てスケジュールに合わせて堤体要素を順次追加することで、ダムの建造工程をモデル化している（（その1）の図-2参照）。変位、水理境界条件は図-1に示す通りであり、築堤中、上下流ロックゾーン内の節点間隙水圧を常に0に固定した（透水性の高いロックゾーンでは築堤中の間隙水圧が瞬時に位置水頭相当の負圧となり、ロックゾーンの有効応力や堤体変形の計算が非現実的となることを避けた）。ダム堤体は、重機転圧効果と等価な先行圧縮応力を有する弾塑性体としてモデル化し、上日川ダム材料を用いた室内試験結果から各種弾塑性パラメータを設定した。ただし、ロックゾーンについては、室内試験結果に対して室内と現場の粒度の相違に関する補正を施している（詳細は文献^{1) 2)}を参照）。透水係数は、転圧面で行われた現場透水試験の値を採用した（（その1）図-5参照）。基礎岩盤は線形弾性体としてモデル化し、原位置平板载荷試験結果に基づき変形係数Eを、ルジオンマップを基に透水係数を設定した。グラウトゾーンについては、最終チェック孔でのルジオン値を参照して透水係数を設定した。

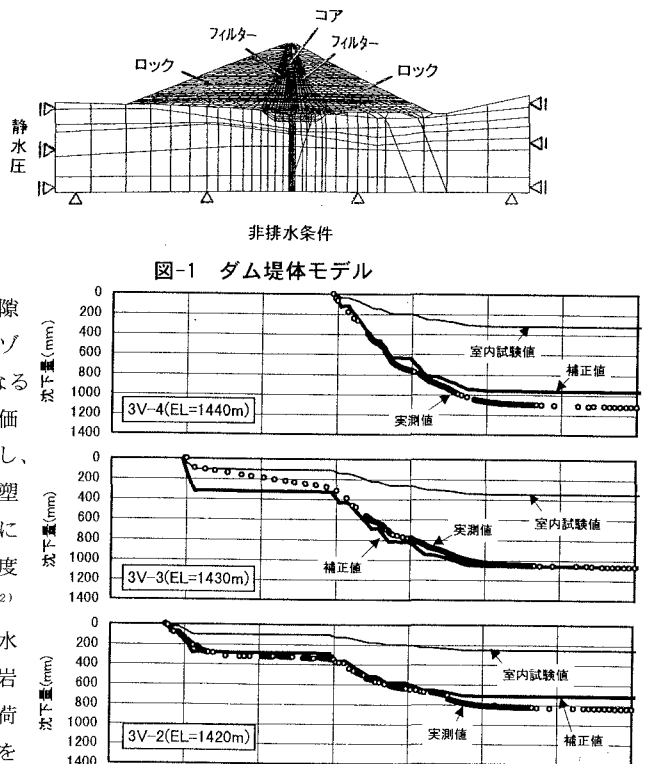


図-2 ロックゾーン沈下量に関する比較例

3. 築堤中の堤体沈下量に関する比較結果

上下流ロックおよびコアゾーン内に、築堤中の堤体沈下量を測定するための層別沈下計（クロスアーム）が設置されている。各クロスアーム位置での累積沈下量を対象として、ロックゾーンにおける解析値と実測値とを比較した一例が前頁図-2である（紙面の関係から下流側の一部のみを記載）。図には、室内試験結果（最大粒径38.5mm材料を使用）から直接設定したパラメータ、および現場粒度相当に補正²⁾したパラメータを用いた場合の両者を併記した。ロックゾーンの沈下量の比較結果を見ると、室内試験で得られた物性値をそのまま用いた場合の解析結果は、実測よりもかなり小さな沈下量を与えており、ロック材の変形特性に及ぼす粒径効果に関する三浦ら³⁾の知見に整合するものといえる。一方、文献²⁾で述べた最大粒径補正を施すと、沈下量の絶対値や盛立てに伴う沈下傾向などが実測値にかなり近づいており、実務的には問題ない解析結果を与えている。三浦ら³⁾は、岩石の粒径が大きくなるほど、その中に存在する潜在クラックの数が多くなり高压下での変形量が増すこと、これが粒子間接点応力の違いと共にロック材の粒径効果をもたらす一原因となることを述べている。フィルダムのロック材が、多くは原石山からの発破によって採取されることを考えれば、三浦らの指摘する潜在クラックの影響も無視できないものと思われる。

図-3には、コアゾーンの沈下量に関する比較結果を示した。転圧時の密度・含水比のばらつき（（その1）参照）を考慮した3つの解析結果が示されているが、解析結果は実測の時間～沈下曲線の傾向を比較的良好に追跡できているものと思われる。上下流ロックおよびコアゾーンの累積沈下分布の比較結果が図-4である。解析値と実測値が堤体深度方向の分布形状も含めてよく一致していることがわかる。

図-3には、コアゾーンの沈下量に関する比較結果を示した。転圧時の密度・含水比のばらつき（（その1）参照）を考慮した3つの解析結果が示されているが、解析結果は実測の時間～沈下曲線の傾向を比較的良好に追跡できているものと思われる。上下流ロックおよびコアゾーンの累積沈下分布の比較結果が図-4である。解析値と実測値が堤体深度方向の分布形状も含めてよく一致していることがわかる。

＜参考文献＞ 1) 前田ら：ロックフィルダム堤体材料の変形特性とモデル化（その1），第54回土木学会投稿中。 2) 安井ら：同（その2）。 3) 三浦哲彦，村田秀一，安福規之，赤司六哉：粗粒材の材料定数と応力ひずみ特性，土と基礎，No. 33-6，pp. 13～18，1985。

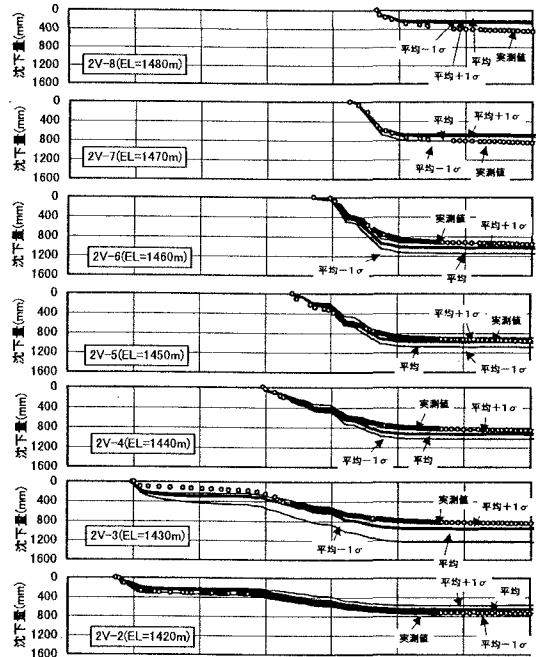


図-3 コアゾーン沈下量に関する比較結果

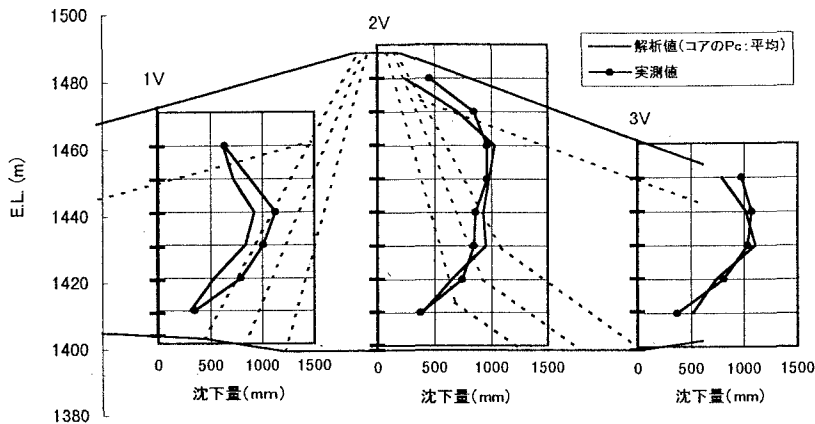


図-4 クロスアーム沈下分布に関する比較結果