

ローラ加速度応答法を利用したフィルダムロックの現場締固め管理

- (その2) 堤体強度分布の推定 -

前田建設工業(株) 正会員 ○藤山哲雄 石黒 健
 東京電力(株) 正会員 内田善久 鶴田 滋
 東電設計(株) 正会員 中野 靖

1. はじめに フィルダムロックゾーンの設計思想は、想定されるすべり面が全体として所要の抗力を発揮すれば良いとの考えであるから、基準値を多少下回る場合があっても平均的な強度が所要値を確保しておれば良いと考えられる¹⁾。しかし、現行の水置換法による管理方法ではロック全体の密度の平均値やバラツキを統計的に把握できるほど十分なデータ収集が行えないために、やむを得ず下限値管理を行っていると解釈される。したがって、現行堤体は安全側に管理されてはいるが、反面過大な余裕を有している可能性も否定できない。前報(その1)では、ローラ加速度応答法を用いて多点的に密度評価を行うことによって、原位置におけるロックゾーンの密度の分布を把握できることを示した。ここでは、別途得られる乾燥密度～内部摩擦角 ϕ 関係を介して、現行堤体が有するせん断強度の分布(平均値およびバラツキ)を推定することを試みる。

2. 撒き出し層内の密度勾配を考慮した堤体密度の評価

前報(その1)図-5で示した乾燥密度のヒストグラムは、振動ローラ加速度応答(乱れ率)とRI密度の関係を利用して推定しているため、表層30cmの密度分布に相当する。しかし、実際は1層撒き出し厚さ(本ダムは150cm)内で密度勾配を生じるから、堤体密度としてはこれを考慮しなくてはならない。そこで、ここでは次のような手順で層厚150cm相当の密度に補正した。同一箇所でもSRIDと水置換を実施した既往データ(CH級石灰岩含む本ダム4種類のロック材)を整理して、RI乾燥密度～水置換乾燥密度の関係を求める(図-1)。水置換は孔深100cmないし120cmで実施しているから、近傍で実施した2孔式RIにより得られる各材料毎の密度勾配(図-2)を利用して、150cm相当の水置換密度を推定する。一般に水置換法はビニールシートと孔壁の密着性等に起因して密度を過大評価するので、既往データ¹⁾を参照し、水置換密度は真密度を5%過大評価するとして、これを補正する。

以上の手順を踏むと、図-2 2孔式RIによる深さ方向密度分布

図-1はRI乾燥密度～層

(CH級石灰岩の例)

図-3 SRIDと層厚150cm相当の間隙比の関係

キーワード：振動ローラ/加速度/フィルダムロック/多点管理/原位置強度

連絡先：東京都練馬区旭町 1-39-16 前田建設工業(株)技術研究所 TEL.03-3977-2241 FAX.03-3977-2251

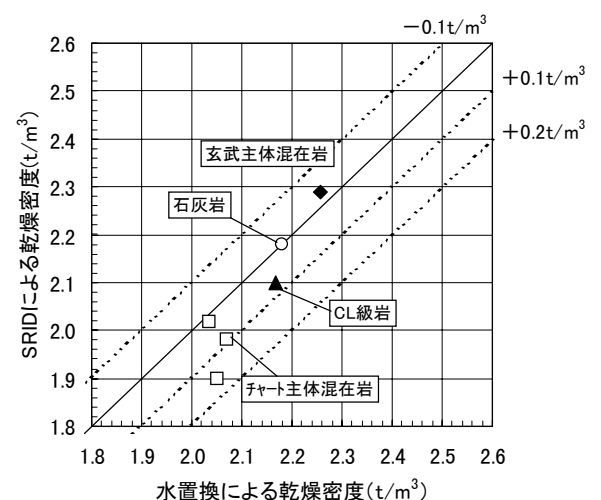
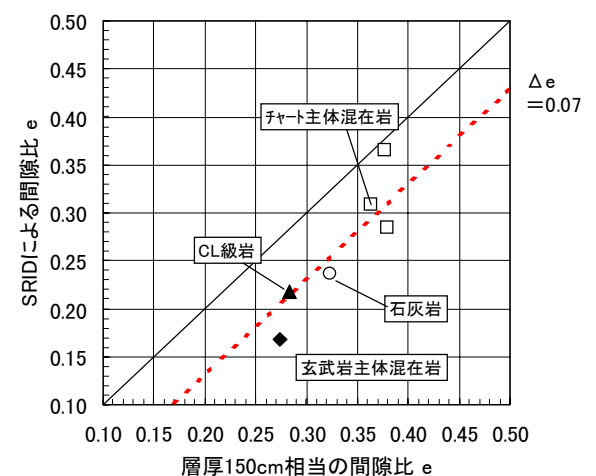


図-1 SRIDと水置換による乾燥密度の関係



厚 150cm 相当の乾燥密度の関係に直すことができる。さらに、乾燥密度が岩種の比重により左右される締固め指標であることを考慮し、各材料の比重を用いて密度を間隙比に直すと、図-3 に示す RI による間隙比～層厚 150cm 相当間隙比の関係が求まる。これより、各材料毎の両者の偏差平均をとって「層厚 150cm 相当の間隙比 = SRID による間隙比 + 0.07」で補正できると仮定する。前報(その1)図-5 の RI 相当の乾燥密度ヒストグラムを間隙比に直し、 $\Delta e = 0.07$ を加えた後、再び乾燥密度に直すと、図-4 に示す層厚 150cm 相当密度ヒストグラムを得ることができる。このヒストグラムが、実堤体における密度の分布を表していると考えられる。

3. 堤体強度分布の推定

本ダム CH 級石灰岩に対して行われた室内大型三軸圧縮試験および原位置大型一面せん断試験より、乾燥密度と内部摩擦角 ϕ の関係を整理すると図-5 が得られた(原位置大型一面せん断試験の方法は文献²⁾を参照)。データ数が少ないが、両者の関係を線形近似し、図-4 の乾燥密度ヒストグラムから内部摩擦角 ϕ を推定すると、図-6 のような内部摩擦角 ϕ の分布を得ることができる。これより、原位置における ϕ の平均値は約 $\phi = 44.1^\circ$ となり、設計値は $\phi = 41^\circ$ に対して約 3.1° の余裕を有していること、転圧面のほとんどが設計値を上回る強度を有していることがわかる。また、本ダムロックゾーン全体が $\phi = 44.1^\circ$ を有すると仮定して別途円弧すべり計算を行った結果、設計時の安全率に対して約 1 割増と試算された。これまで原位置ロックゾーンの強度定数の平均やバラツキ、設計値からの余裕度を定量的に評価する手段は皆無であったが、ローラ加速度応答法によって多点データを収集することにより、初めてこれを明らかにできる可能性が示されたと言えよう。

4. おわりに

ローラ加速度応答法を用いて密度を多点的に推定することによって、フィルダムロックゾーンの原位置せん断強度の分布を推定した。現行の施工管理基準は設計値に対してある程度余裕を持った設定にならざるを得ないが、堤体強度を精度良く推定・管理できるとすれば、転圧仕様の緩和化・不良岩の活用など、より合理的な設計・施工も可能となろう。以上の検討には多くの仮定を含み、堤体の力学的安定性の余裕度を精度良く評価するにはさらに詳細な検討が必要であるが、ローラ加速度応答法は、単に現場管理試験の省力化のみならず、従来の堤体設計・施工の合理化にまで寄与できる可能性があることを強調しておきたい。

《参考文献》1)土質工学会編：粗粒材料の現場締固め，pp.169～191,119～124，1990． 2)松岡，劉，孫，中村，工藤，近藤，西方，安原：大粒径粗粒材の室内と現場簡易一面せん断試験法の開発，大ダム第165号，pp.81～93，1998。

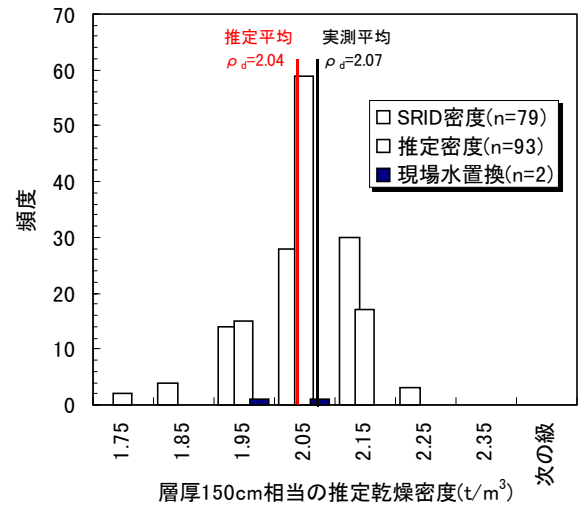


図-4 層厚 150cm 相当の密度分布の推定

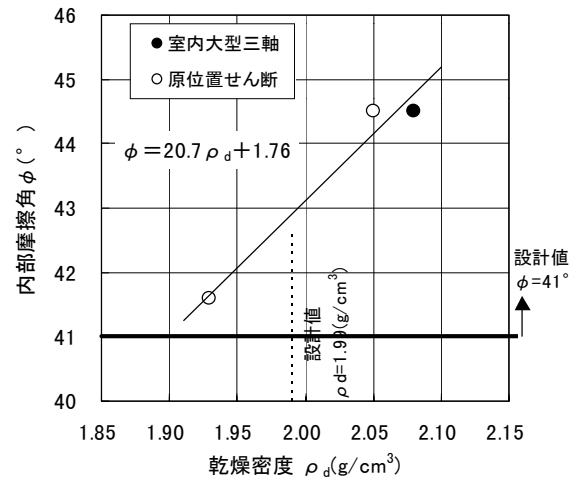


図-5 乾燥密度～内部摩擦角 ϕ の関係

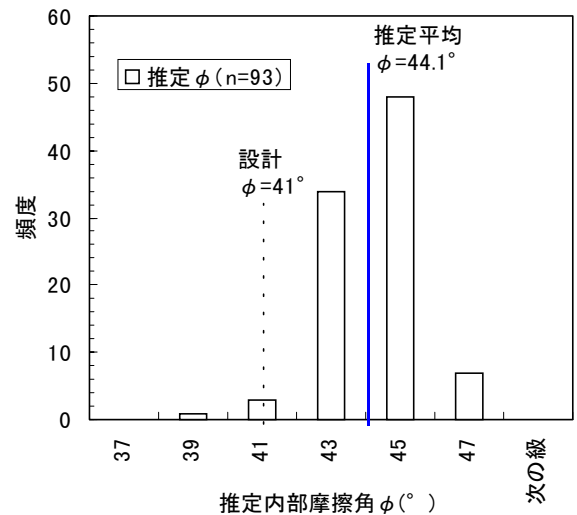


図-6 原位置せん断強度分布の推定