

ロックフィルダムの動態観測およびロック材の室内試験による圧縮およびせん断特性

独立行政法人 水資源機構 正会員 ○ 富田 尚樹
 独立行政法人 水資源機構 正会員 佐藤 信光
 独立行政法人 水資源機構 正会員 曾田 英揮
 (株) 地盤解析研究所 正会員 大森 晃治
 中央大学 フェロー 太田 秀樹

1. はじめに

ロックフィルダムの動態観測から求まるロック材の圧縮性と事前に行った三軸圧縮試験の圧密過程での圧縮性を比較し、ダム築堤時のロック材の圧縮性について予測を行うための考察を行った結果について報告するものである。また、せん断強度についても等体積三軸圧縮試験と三軸CD試験との比較結果について報告を行う。

2. 動態観測によるロック材の圧縮性

図-1の●は、Mダムのロックゾーンの土圧観測位置である。この位置では層別沈下計(V-1、V-3)により沈下量も観測されている。●の位置で観測されたデータから求めた鉛直応力と間隙比(eb)の関係を図-2に示す。また、図-3(a)に示す飽和粘性土の圧縮性を表す物性値(C_s 、 C_c 、 σ_{v0}')が図-2のロック材の圧縮性でも使えるものと仮定して、5つのダムのデータについて検討した結果を表-1に示す。

先行圧縮応力は0.3~0.7MPa程度の値となった。7つのダムにおけるロック材の三軸CD試験の圧密過程における側圧と間隙比との関係を図-4に示す。図-4のデータを用いて側圧が0.2MPaでの間隙比を横軸に取り、側圧が0.2MPaから0.6MPaまで変化する間の間隙比変化 Δe と側圧の変化の対数との比を縦軸にとった図-5を作成し、ロック材の間隙比ごとの圧縮性を検討した。図-5の縦軸は図-3(a)の膨潤指数に対応する量である。図-5からはデータの分布が右上がりの傾向となり、横軸の間隙比が大きくなるほど縦軸の圧縮性が大きくなる傾向にあることが判る。このことはロ

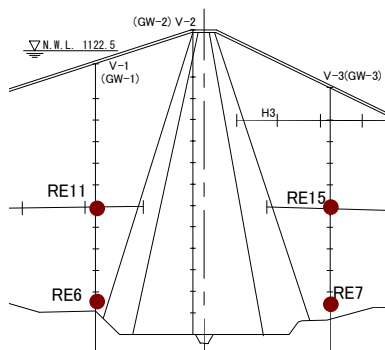


図-1 Mダムでの動態観測位置

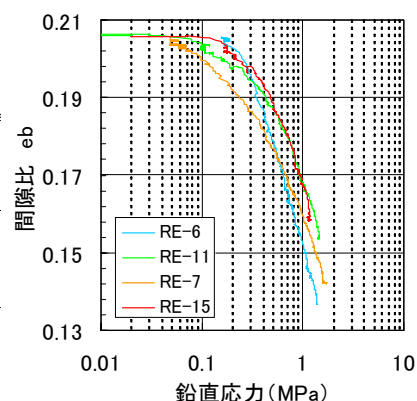


図-2 鉛直応力と間隙比の関係

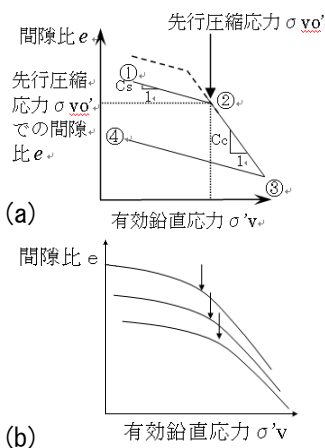


図-3 鉛直応力と間隙比の関係

表-1 動態観測から求まるロック材の圧縮性

		膨潤指数 C_s	圧縮指数 C_c	先行圧縮 応力 σ_{vo}' (MPa)	σ_{vo}' での 間隙比 e_b
Tダム	E-6	0.0328	0.1108	0.691	0.196
	E-9	0.0409	0.0817	0.707	0.191
	E-11	0.0400	0.0779	0.721	0.190
	E-7	0.0371	0.0874	0.704	0.181
	E-19	0.0294	0.0668	0.756	0.194
Aダム	E-6	0.0043	0.0471	0.334	0.256
	E-12	0.0109	0.0686	0.455	0.253
	E-14	0.0056	0.0393	0.441	0.253
	E-20	0.0158	0.0433	0.215	0.254
	RE-7			0.288	
Yダム	RE-12			0.299	
	RE-6	0.0160	0.0873	0.287	0.202
	RE-11	0.0128	0.0692	0.495	0.194
	RE-7	0.0195	0.0633	0.382	0.19
	RE-15	0.0234	0.0704	0.508	0.194
Mダム	E-15	0.0115	0.0318	0.536	0.195
	E-19	0.0382	0.0127	0.463	0.197

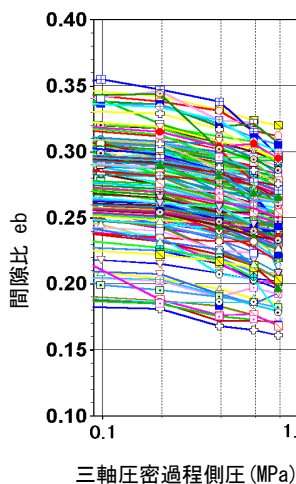


図-4 三軸CD試験圧密過程での圧縮性

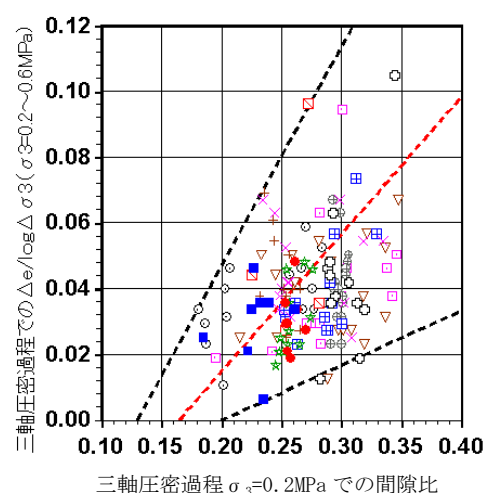


図-5 鉛直応力と間隙比の関係

キーワード ロックフィルダム, ロック材, 圧縮性, 動態観測, 三軸圧縮試験, せん断強度

連絡先 〒338-0812 さいたま市桜区大字神田 936 総合技術センター試験場 TEL048-853-1785 FAX048-855-1695

ック材の圧縮性が図-3(b)のように盛立面での初期の間隙比が小さいほどその後の築堤による圧縮性も小さくなることを示唆しているものと考えられる。図-6の●は、ダムごとの三軸CD試験圧密過程から求めたロック材の間隙比と圧縮性との関係である。図中の■は、表-1の動態観測による膨潤指数と盛立面での実測間隙比との関係である。試験値●と観測値■とを比較すると、Aダムでは試験値も観測値も中央値から下限値の点線の間に分布しているのに対し、Tダムでは試験値も観測値も中央値から上限値の間に分布している。このことは事前に三軸CD試験によって図-6の●の分布を求め、現場施工での間隙比に対応した縦軸の値を読み取ることでロック材の圧縮性を考える上で必要な物性値の目安が得られることを示しているものと考えられる。

3. ロック材のせん断特性

一般に有限要素解析などでロックフィルダムの解析を行う場合、用いる構成式に応じたパラメータを決定するための精緻な土質試験が行われることが多い。図-10は等体積三軸圧縮試験の結果である。一方、通常的设计では図-7に示す三軸CD試験を行っている。

本報告では、三軸CD試験結果を用いて等体積三軸圧縮試験の結果を予測できないかについて考察した結果を述べる。図-7の1~4の赤線のように側圧ごとの摩擦角は一般に異なり、図-8に示す縦軸にピーク強度での摩擦角、横軸にピーク強度での体積ひずみをとる時、右下がりの関係となる。体積ひずみがゼロに対応する摩擦角はほぼ45°前後で一定であることが判る。この体積ひずみがゼロの所の摩擦角を、等体積三軸試験で解析に用いる限界状態パラメータMを求めるかわりに用いることができないかを考えている。縦軸を平均有効応力、横軸を体積ひずみの図と縦軸を偏差応力、横軸を体積ひずみの図を別途作成し体積ひずみがゼロの所の値を図-9に示す。ほぼ一定の傾きの直線が得られ、図-10に示すTダムの等体積せん断試験から求めた強度(M)との比は0.9倍となる。他のダムについては比較を行っていないが、今後さらに検討を進めたいと考えている。

4. おわりに

三軸CD試験の圧密過程から圧縮性について、せん断過程から精緻な土質試験で求まる強度特性について考察を行った。今後これらの値を用いた解析結果と現場の実測値を比較することにより本報告で行ったロック材の物性値について適用性を検討する予定である。

参考文献

森、内田、中野、吉越、石黒、太田：現場転圧された粗粒材料の高応力下における圧縮性状と材料定数、土木学会論文集、No.687, pp.233-247, 2001.9
曾田、佐藤、大森、太田：粗粒材料の圧縮特性に与える含水と応力比の影響、第60回年次学術講演会、pp.973-974, 2005

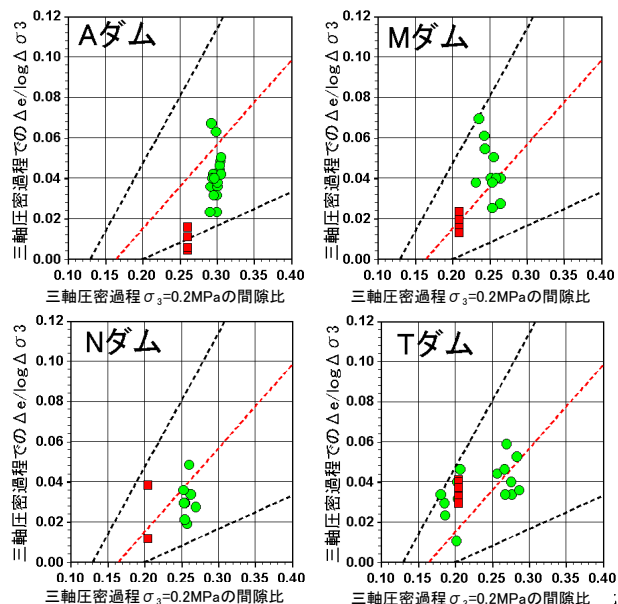


図-6 動態観測と三軸CD試験圧密過程との比較

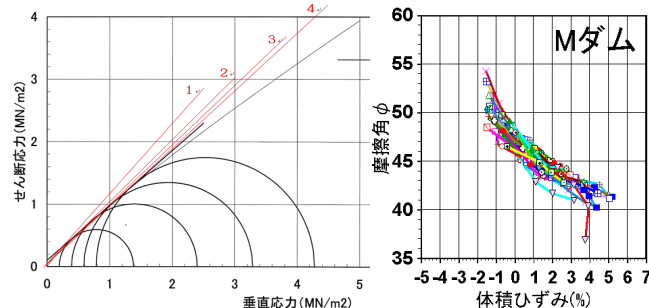


図-7 三軸CD試験での摩擦角

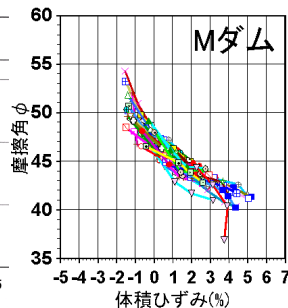


図-8 φとεvとの関係

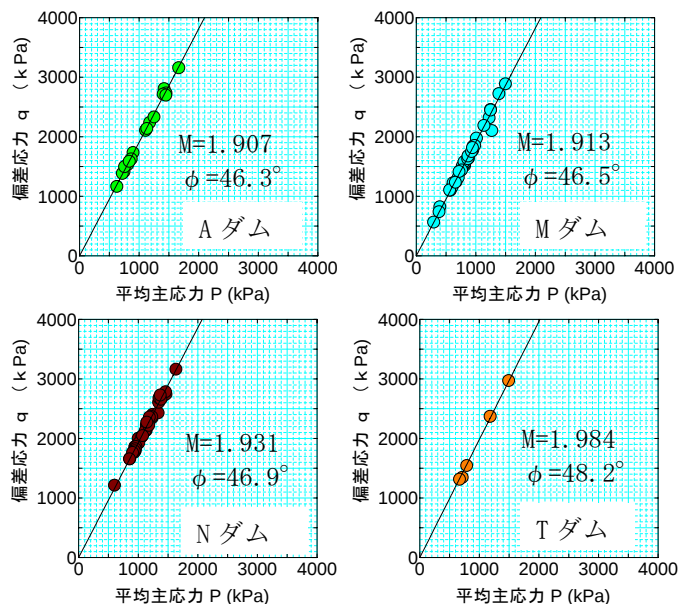


図-9 εvがゼロでの平均主応力と偏差応力の関係

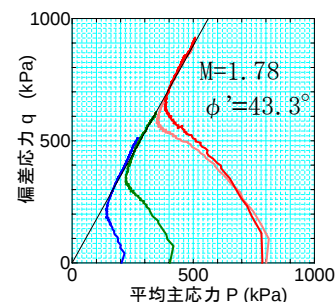


図-10 等体積三軸圧縮試験結果