

ロックフィル材の劣化に対する評価の検討

A study to estimate deterioration of rockfill materials

西山竜朗*・千原英司†・一丸泰成*・鶴田裕美*・村上 章*・長谷川高士‡

Tatsuro Nishiyama, Eiji Chihara, Yasumasa Ichimaru, Hiromi Tsuruta, Akira Murakami and Takashi Hasegawa

1. 目的

長期供用を経たロックフィルダムにおいてはロックフィル材の劣化が多く見られ、安全性が懸念される場合も生じている。ここではダムの長期機能維持を目的とし、ロックフィル材の劣化の評価手法を検討した。

2. 手法

ダムの機能のうち、ロックフィル材の劣化によって低下するものは、堤体の安定性すなわち強度である。したがって強度に着目してロックフィル材の劣化を評価しようとするならば、粒子破碎の起こりやすさを劣化の指標とすることができるものと考えられる。

ここに、材料の粒子破碎の起こりやすさの評価に関する研究成果が中田ら¹⁾により報告されている。中田らは、土の圧密試験で圧密降伏応力を求めるのと同様の手順により、砂の粒子破碎が顕著に起こり始める圧縮応力として圧縮降伏応力 p_c を求め、その手法を一次元圧縮試験と称している。

堅硬な材料とそれを劣化させたものの p_c を比較したならば、その材料の劣化しやすさを知る指標とすることができる。ここでは基本的な手法を中田らに倣い、載荷手順は土の圧密試験の代わりに骨材破碎試験²⁾に準じ、ロックフィル材の一次元圧縮試験(図1)を行った。

試料には、美濃丹波帯産の砂岩および粘板岩を用いた。いずれの岩種についても、目視およびハンマー打撃により堅硬で均質と判断されたものを「新鮮」試料とした。また、「劣化」試料として、上記の新鮮試料2種の各々に対して同一の人工劣化過程を与えたものを用いた。人工劣化過程は、常温浸水8h・ -15°C 凍結3h・ 110°C 融解8h;8サイクルとした。試料の形状は、相似粒度³⁾を用いて最大粒径20mmでロックフィルダム表層付近をモデル化した、全試料に共通の粒度(図3,4の点線)を持たせたものとした。

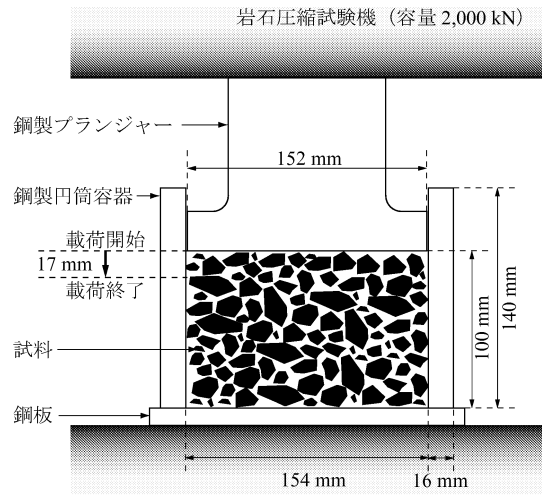


図1: 一次元圧縮試験断面図
Cross section of one dimensional compression test

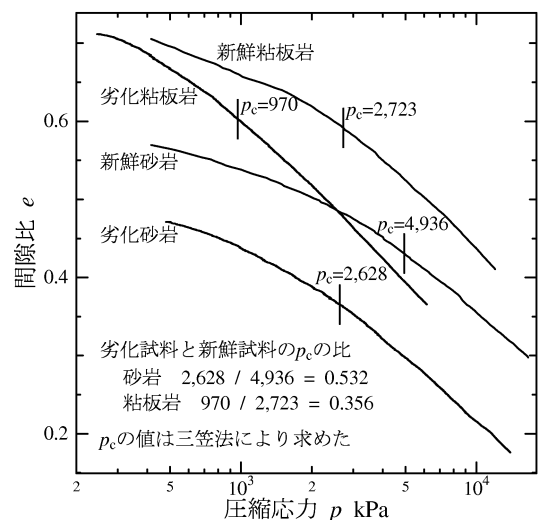


図2: 圧縮曲線
e-log p curves

* 岡山大学 Okayama University

(一丸は現 有限会社小林化成 Kobayashi Kasei Inc., 鶴田は現 株式会社NOVA グループ Nova Co.)

† 株式会社三祐コンサルタンツ Sanyu Consultants Inc.

‡ 京都大学名誉教授 Professor Emeritus of Kyoto University

キーワード: ロックフィル材, 劣化, 強度

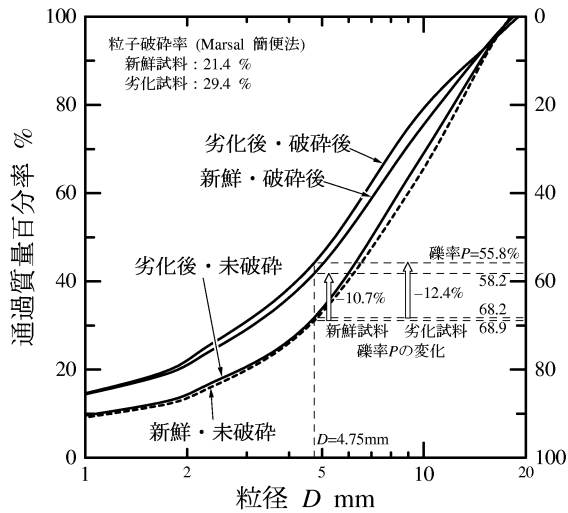


図3：砂岩試料の粒径分布
Grading curves of sandstone specimens

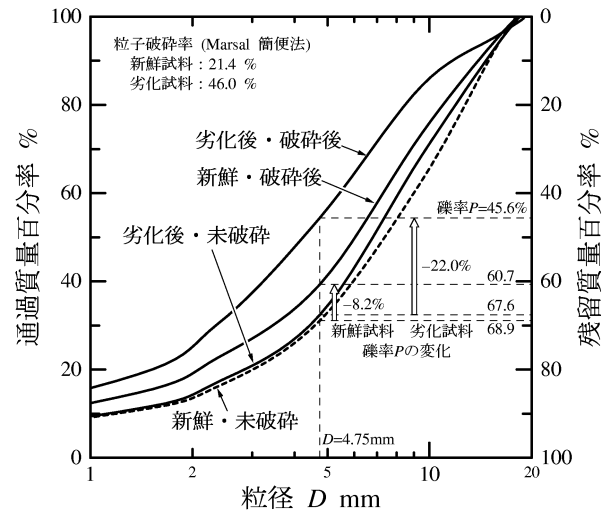


図4：粘板岩試料の粒径分布
Grading curves of clay slate specimens

3. 結果

劣化試料の圧縮降伏応力 p_c (図2) は、いずれの岩種についても明らかに新鮮試料のものより小さく、その比は砂岩で 53.2 %、粘板岩で 35.6 % となっている。粒径分布 (図3, 4) を見ると、人工劣化のみによる粒度の変化はいずれの岩種についても小さく、また新鮮試料の破碎による粒度の変化は両岩種でほぼ同様であるが、劣化試料の破碎による粒度の変化は明らかに砂岩より粘板岩に顕著となっている。これらの結果から、同条件下での劣化による耐破碎性の低下は砂岩より粘板岩に顕著、という経験的な認識に合致した解釈が得られる。また、内部摩擦角 ϕ の値 (表1) にも同様の傾向が現れた。なお、 ϕ の値は同試料の三軸圧縮試験 (CD試験；供試体直径 10 cm；側圧 98, 196, 294 kPa) から得られた直線包絡線について示した。

4. 議論

上記の結果は砂岩と粘板岩の耐劣化性の比較としては有効であり、今後において多様な岩種に対するデータ蓄積を進めることにより、耐劣化性の指標としての圧縮降伏応力 p_c の意味が確立されるものと考えられる。ただし、1) 一般に粘土鉱物がスレーキングの主要因と考えられているにもかかわらず、人工劣化による絶対乾密度 D_d および吸水率 Q の変化が粘板岩より砂岩に顕著である (表1)；2) p_c に対応する空隙比 e は、粘板岩についてはほぼ等しいが、砂岩については劣化試料の方が新鮮試料より明らかに小さい (図2) 等、十分な解釈が得られていない現象も残されている。また、粒度の変化を測る場合の載荷終了の規準および人工劣化過程の規格化には検討の余地がある。

謝辞

農林水産省北陸農政局日野川用水農業水利事業所には、試料入手にご協力を賜った。また、社団法人農業土木学会より平成15年度「研究グループ」助成を受けた。ここに記し謝意を表したい。

参考文献

- 1) 中田幸男, 加登文学, 兵動正幸, 村田秀一, 原田孝行. 一次元圧縮を受ける粒状材料の粒子破碎. 破碎性地盤の工学的諸問題に関するシンポジウム発表論文集, pp. 15-20, 1999.
- 2) British Standard. *Sampling and testing of mineral aggregates, sands and fillers*. B. S. 812.
- 3) ロックフィル材料の試験と設計強度. 土質工学会, 1982.

表1：物性値の比較

Comparison of material parameters

項目	砂岩		粘板岩	
	新鮮	劣化	新鮮	劣化
内部摩擦角 ϕ °	47.9	44.7	44.0	40.3
絶対乾密度 D_d g/cm ³	2.54	2.32	2.62	2.61
吸水率 Q %	2.42	12.39	2.05	1.55