

(株)アイコ ○(正)中村吉男 大山英治
愛知工業大学工学部 (正)大根義男 (正)成田国朝

1. はじめに

軟岩のスレーキング現象は、乾湿の履歴に伴う劣化過程として知られているが、乾燥・湿潤を繰り返す通常のスレーキング試験で容易に細片化する軟岩でも、拘束した状態あるいは締固め後の空気含有量等を規制することによりスレーキングは抑制される^{1),2)}。本報告は、粒度分布や締固め条件の異なる軟岩材料に拘束圧を与えた状態で乾湿繰り返しを行った後に三軸圧縮試験を実施し、締固め軟岩材料のスレーキングに伴う強度低下の特性と、拘束圧や締固め条件の影響について考察を加えたものである。

2. 試料および試験方法

試験に用いた試料は岐阜県可児郡御嵩町内の造成計画地から採取した瑞浪層群に属する凝灰質砂岩であり、その基本物性値を表-1に示す。試験は、直径150mm、高さ350mmの二割りモールドを用い、この中に軟岩材料を静的に締固め、鉛直荷重 $p_v=0.5, 1.0 \text{ kgf/cm}^2$ を作用させた状態(図-1)でコンクリート骨材の安定性試験と同様な方法で行った。すなわち、供試体を硫酸ナトリウム溶液に24時間浸したのち炉乾燥(110°C)する過程(試験中は鉛直変位を測定)を1サイクルとして5サイクル繰り返す(以下風化試験と呼ぶ)。風化試験終了後、供試体を取り出し $B.P=2.0 \text{ kgf/cm}^2$, $\sigma_3'=1.0, 2.0, 3.0 \text{ kgf/cm}^2$ で約1日等方圧密し、軸ひずみ速度 $0.25\%/min$ のひずみ制御で三軸圧縮試験を行った。なお、供試体の締固め条件は表-2に示す通りであり、実施工を想定し³⁾ 粒度分布(図-2)はタルボットの式(1)で、締固め密度は式(2)のE値で評価した。

$$P = (d/D)^n \times 100 (\%) \quad \text{----- (1)}$$

ここに、P: 加積通過率(%), d: 任意の粒径,
D: 最大粒径, n: 粒度分布を表す指標。

$$E \text{ 値} = (\rho_{df} / \rho_f) \times 100 (\%) \quad \text{----- (2)}$$

ここに、 ρ_{df} : 締固め乾燥密度, ρ_f : 礫粒子の乾燥密度

3. 試験結果

3.1 風化試験における体積変化

図-3は風化試験中の供試体の体積変化を示したものであり、いずれの試料も初期の乾燥過程で急激な収縮沈下が見られる。その後の乾湿繰返しに伴う体積変化と拘束圧、粒度分布、締固め度の間には次の相関が認められる。① $p_v=1.0 \text{ kgf/cm}^2$ (○, ●印) では膨張が抑制され体積の変動が小さい。② $p_v=0.5 \text{ kgf/cm}^2$ (□, ■印) の試料で代表されるように膨張量はnの増加に伴い大きくなる。③ E85試料はE90試料に比べ体積の変動が大きく乾湿の影響を受け易い。

表-1 基本物性値

液性限界	w _L	78.5	%
塑性限界	w _p	29.7	%
塑性指数	I _p	48.8	%
土粒子の密度	ρ_s	2.627	g/cm ³
自然含水比	w _n	38.6	%
礫粒子の乾燥密度	ρ_f	1.338	g/cm ³
吸水率	Q	37.0	%
一軸圧縮強さ	q _u	86~201	kgf/cm ²
エネルギー付含有量	M ₀	9~14	%

表-2 風化試験条件

鉛直荷重	$p_v = 0.5, 1.0$	kgf/cm ²
粒度分布	n = 0.4, 0.5, 0.6	
締固め度 E 値	85% ($\rho_{df}=1.137 \text{ t/m}^3$) 90% ($\rho_{df}=1.204 \text{ t/m}^3$)	

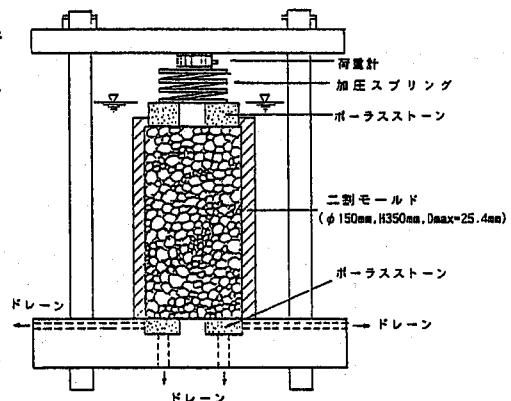


図-1 風化試験装置

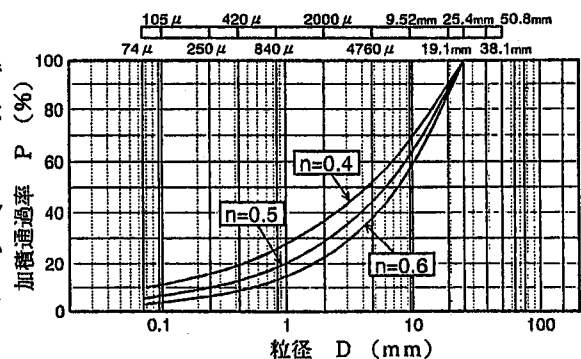


図-2 試験試料の粒度分布

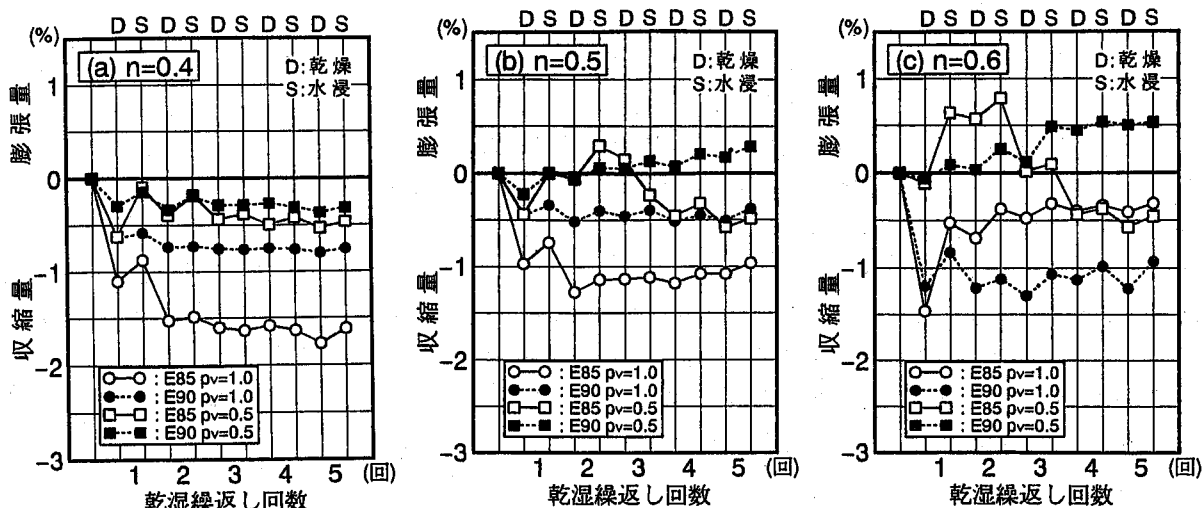


図-3 風化試験時の体積変化

膨張量が大きい $n=0.5, 0.6$, E 値=85%, $p_v=0.5 \text{ kgf/cm}^2$ の試料(□印)は細粒化が他の試料に比べ著しく、強度低下も大きいことから、膨張を抑制することが劣化防止につながるものと判断される。

3. 2 スレーキングによる強度低下

図-4はタルボット指数 n と強度比 R (風化試験前後の軸差応力の比) の関係を示したものである。図で明らかなように、細粒分が多く締固め密度が高い試料ほどまた風化試験時の鉛直荷重が大きいほど強度低下が小さくなるのが分かる。図では $n=0.4, 0.5$ の一部の試料で風化試験後の強度が風化試験前の強度を上回っているが、これは風化試験中の粒子破砕に伴う密実化に起因するものと推察される。また岩塊の比重・吸水試験によると、強度低下が小さい試料 ($R \geq 70\%$) の岩塊の吸水率はインタクトな岩塊の吸水率と大差なく、岩塊自体のスレーキングはそれほど進行していないものと考えられる。図-5は n と R の関係から $R=80, 90, 100\%$ となる n を読みとり、鉛直荷重と n の関係として整理したものである。図より ($n \leq 0.44$, E 値 $\geq 90\%$) もしくは ($n \leq 0.36$, E 値 $\geq 85\%$) の施工管理を行えば、4 m 程度 ($\gamma_t=1.8 \text{ tf/cm}^3$: $p_v=6.4 \text{ kg/cm}^2$) の覆土で強度低下を防止できることがわかる。

4. あとがき

乾湿繰返しに伴う体積変化や風化試験後の強度低下の特性に拘束圧、粒度分布、締固め度が重要な関わりをもつことが判明した。また、実験データを組合わせて、スレーキングに伴う強度低下を防止するための施工管理の手法として1つ提案を行った。今後とも多くのデータを集積し、試験方法の改良を行うとともに既設盛土での材料劣化との比較を通じて、劣化を考慮した粒状材料の力学特性の評価手法の確立を図りたいと考えている。

【参考文献】 1) 長谷川他: 第17回土質工学研究発表会, 1982 2) 今川他: 第17回土質工学研究発表会, 1982 3) 大隈義明: 土と基礎, Vol. 32, No. 7, pp. 3~8, 1984

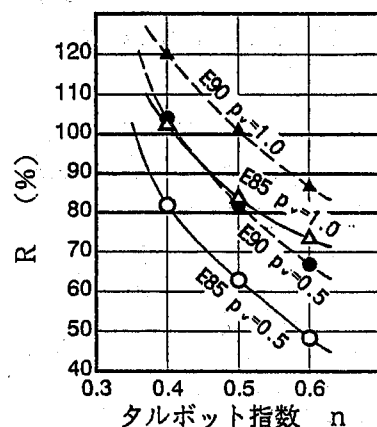


図-4 タルボット指数と強度比の関係

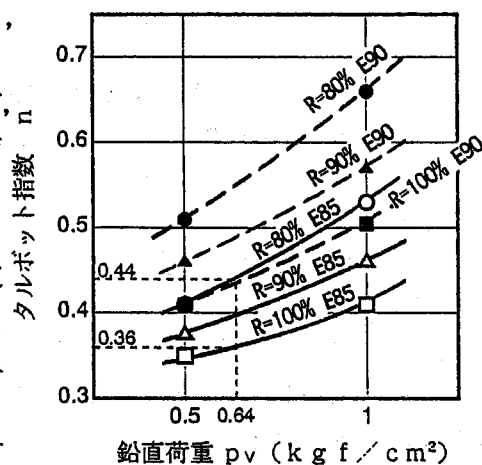


図-5 タルボット指数と鉛直荷重の関係