

Ⅲ-A335

スレーキングにともなう岩の力学特性の変化に関する一考察

日本道路公団試験研究所 正会員 ○益村 公人 三嶋 信雄

緒方 健治 加藤 陽一

1. はじめに: スレーキング性の岩材料は、乾燥・水浸の繰返し履歴を受けることにより細粒化する性質を有している。筆者らは、この細粒化現象に起因する1つとして次のことを明らかにしている¹⁾。①乾燥に伴い岩の飽和度が約70%以下となる場合、水浸作用を受けると細粒化が生じ、その傾向は飽和度が低いほど大きなものになる。

②岩の飽和度が約70%以上では、乾燥・水浸による細粒化は生じにくい。

しかし、この細粒化の進行した岩の強度変化や水浸状態にある場合の長期的な強度変化については明らかにされていない。そこで、スレーキングにともなう岩の力学特性の変化を確認するため、水浸細粒化試験¹⁾、破碎率試験²⁾、岩の一軸圧縮試験および三軸圧縮試験を行った。その結果、いくつかの知見が得られたので報告する。

2. 試験方法: 試験に用いた試料の材料物性を表-1に示す。特に自然含水比試料の岩の飽和度は、90%以上であった。以下に各試験方法を示すが、水浸細粒化試験については、参考文献1)を参照されたい。

①破碎率試験: 日本道路公団試験方

表-1 試験に用いた試料の材料物性

法 JHS 109-1992「岩の破碎率試験方法」にて行った。また飽和度は、作製した供試体を水浸させて空気中または炉乾燥により乾燥し調整した。

②一軸圧縮試験: 一軸圧縮試験は粒径300mm程度の岩塊から直径5cm、高さ10cmの供試体を整形し、JIS A 1216-1993に準じて行った。供試体は自然含水比状態のまま水浸させ、水浸時間は、0(非水浸)、4、28、60、360日とした。

試験項目		松葉泥岩	掛川泥岩	三浦泥岩	能生泥岩
土粒子の密度 ρ_s (g/cm ³)		2.665	2.731	2.633	2.691
自然含水比 w_n (%)		4.0	20.3	19.8	48.3
コンシ テンシー	液性限界 w_L (%)	26.0	56.3	50.3	60.1
	塑性限界 w_P (%)	17.7	26.5	29.0	18.4
	塑性指数 IP	8.3	29.8	21.3	41.7
pH		6.13	6.77	6.89	8.46
強熱減量 Li (%)		3.9	3.7	8.7	6.3
破碎率 (%)		5.5	44.7	22.0	40.9
スレーキング率 (%)		7.4	100.0	71.5	100.0
一軸圧縮強さ (MN/m ²)		45~75	5~10	15~35	12
モンモリロナイトの有無		無し			有り

③三軸圧縮試験: 三軸圧縮試験は上記②と同様に供試体を整形し、圧密非排水(CU)条件で行った。供試体は自然含水比および絶乾状態の2種類であり、絶乾供試体は、数日空気乾燥させた後110℃で炉乾燥させたものを用いた。試験は、供試体をセットした後、有効拘束圧49kN/m²のもと通水し飽和させた。また、絶乾供試体の飽和方法は前述の方法によるものと、有効拘束圧19.6kN/m²で飽和させた後、有効拘束圧49kN/m²で圧密させる方法の2種類で行った。なお、B値 ≥ 0.95 を確認し飽和とした。

3. 試験結果:

(1) 細粒化および破碎特性におよぼす飽和度の影響: 図-1、2は、岩の飽和度と細粒化率および破碎率の関係を整理したものである。これまでスレーキングにともなう岩の細粒化特性は、飽和度約70%を境にその傾向が変化することを明らかにしてきたが、能生泥岩では飽和度約90%を境にその傾向が異なる(図-1参照)。この岩には膨潤性のモンモリロナイトが含まれているため、水浸による膨張がその特性を支配している要因の1つと考えられる。また、破碎率は岩の飽和度が低いほど小さくなり、自然含水比での破碎率が大きなものほどこの傾向は顕著に認められる(図-2参照)。

これらより、岩の飽和度はスレーキングにともなう細粒化および破碎特性と密接に関係することが伺える。

(2) 長期水浸における強度変化: 図-3には長期水浸における一軸圧縮強さの経時変化を示す。図から、各材料キーワード: スレーキング、飽和度、細粒化、破碎率、長期強度

日本道路公団試験研究所 (〒194-8508 東京都町田市忠生 1-4-1 Tel 042-791-1621 Fax 042-792-8650)

料とも4日水浸で強度低下は認められるものの、これ以降において顕著な強度低下は認められない。

(3) スレーキングにともなう強度変化：スレーキングにともなう岩の強度変化の例として、図-4に三浦泥岩のCU三軸圧縮試験による応力～ひずみ曲線を示す。図には、自然含水比および絶乾状態の供試体に対し有効拘束圧 49kN/m^2 で通水し飽和させ、同じ有効拘束圧で圧密したものと、絶乾供試体に対し有効拘束圧 19.6kN/m^2 で通水し飽和させ、その後有効拘束圧 49kN/m^2 で圧密した3種類の結果を示している。

この図から、各試験条件における最大主応力差を比較すると、自然含水比で飽和したのに対し有効拘束圧 49kN/m^2 で飽和した絶乾供試体は約5割程度低下し、有効拘束圧 19.6kN/m^2 で飽和した絶乾供試体は約7割程度の低下が認められる。しかし、絶乾供試体の飽和過程において、有効拘束圧が大きいものの方がその低下の程度は小さい。

この結果から、絶乾供試体は自然含水比の供試体に比べ、水浸による強度の低下は認められるが、拘束圧を増加することにより強度低下を抑制はある程度可能であると思われる。

4. まとめ：本試験の結果、以下の知見が得られた。①岩の飽和度は、細粒化特性に加え破碎特性においてもその変化点を示す指標と考えられる。②モンモリロナイトを含まない岩は、水浸による長期強度（4日以降360日水浸まで）の変化は見られなかった。③岩を乾燥し水浸すると、著しい強度の低下を招く。しかし、拘束圧を増加することにより強度の低下は抑制できると思われる。

このことから、盛土の施工においては既報¹⁾と同様、含水比を極力変化させない施工方法および工程管理の対策が重要であることが再認識された。

<参考文献>1) 加藤・殿垣内・川井：含水比を変化させた泥岩材料の細粒化特性、第33回地盤工学研究発表会、1998.7、2) 日本道路公団：日本道路公団試験方法、1992.4

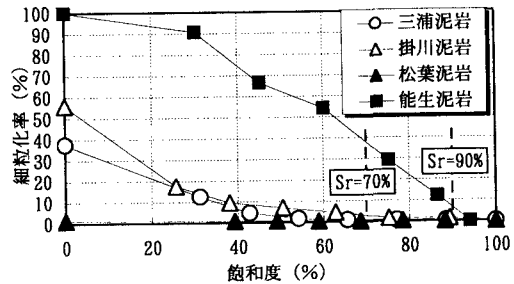


図-1 飽和度と細粒化率との関係

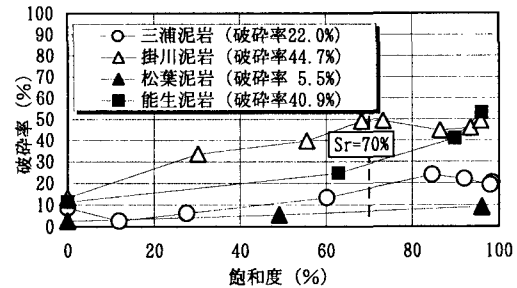


図-2 飽和度と破碎率との関係

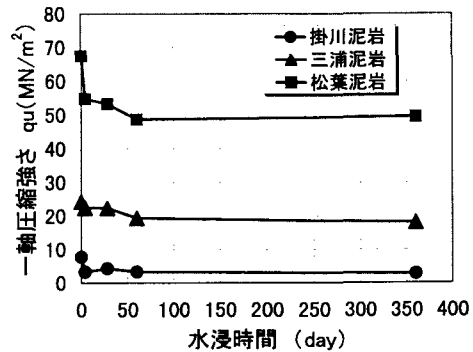


図-3 水浸による岩の一軸圧縮強さの経時変化

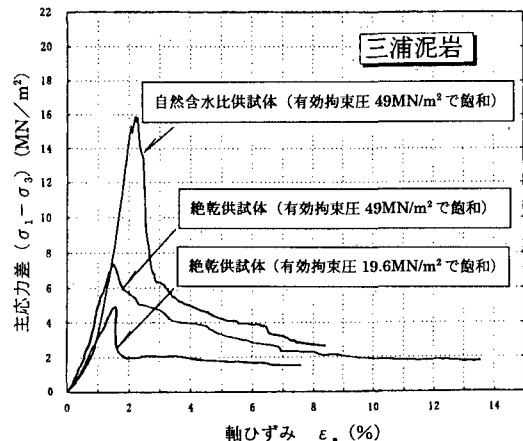


図-4 応力～ひずみ曲線（三浦泥岩）