

III-28 第三紀泥岩の膨潤特性について

(株)間組 技術研究所 正員 ○ 大野 睦雄
馬渡 裕二

1. まえがき

第三紀の堆積岩(泥岩, 頁岩), 第四紀火山噴出物(凝灰岩)および熱水変質を受けた岩(蛇紋岩, 温泉余土)などは, 吸水により膨潤・材料劣化を起こすものがあり, これらの岩は裏日本のいわゆるグリーンタフ地域を中心に全国に広く分布している。

このような地質を対象とする建設工事では, 切取斜面の後退・地すべり, トンネルの異常な膨圧, 盛土の圧縮沈下などの問題が発生している。

本文は第三紀泥岩の膨潤特性に関して室内試験を行ったもので, その結果について報告する。

2. 試験に用いた試料

岩石試験に用いた試料は福岡県東郷郡で採取した古第三紀の泥岩～泥質砂岩である。試料はブロックサンプリングしたものを整形機によって整形したのち試験に供した。

試料の基本的性質を表-1に示す。

3. 試験方法

試験方法の概要を表-2に示す。

① スレーキング試験

スレーキング試験は吸水に伴う形状変化を調べる定性的な試験で, ここでは土木学会岩盤力学委員会「軟岩の調査・試験の指針」の簡易スレーキング試験方法(案)によった。

② 膨潤量試験

膨潤量試験は国際岩の力学学会(International Society for Rock Mechanics)の膨潤ひずみ指数測定指針によった。この試験は円周方向を拘束し軸方向に一定圧力を作用させた場合の軸方向変位量を測定するもので, 試験装置は圧密試験装置を用いる。供試体の大きさは直径6cm, 高さ2cmである。軸方向圧力の大きさは, 0, 0.1, 0.2, 0.6, 1.2, 1.8, 2.4, 3.8 kgf/cm²とした。吸水条件は下面吸水とした。

③ 膨潤圧試験

膨潤圧試験は国際岩の力学学会の膨潤圧指数測定指針に準じて行った。この試験は水浸した試料を一定体積に拘束し軸方向の圧力を測定するものである。ここでは圧密試験試料箱と圧縮試験載荷枠およびダイヤルゲージにより体積を一定に保ち, プレーピングリングにより膨潤圧の測定を行った。吸水はビュレットにより下面からのみとした。

表-1 試料の基本的性質

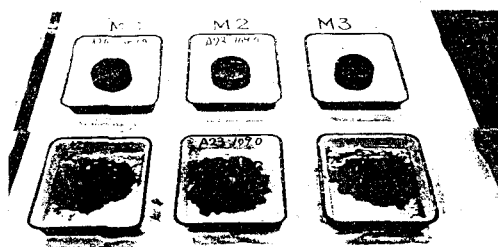
試料番号	1	2	3
岩 種	泥 岩	風化泥質砂岩	風化砂質泥岩
自然含水比(%)	10.0	6.7	10.0
見掛け比重	2.05	2.09	2.07
吸水率(%)	11.1	10.4	10.8
土粒子の真比重	2.617	2.659	2.667
粉 末 試 料	液性限界(%)	39.3	31.7
	塑性限界(%)	22.6	18.9
	塑性指数	16.7	12.8
	粘土分(%)	34.8	57.4
粒度分布	シルト分(%)	41.2	32.1
	粘土分(%)	24.0	10.5
	遠心含水当量(%)	17.4	12.9
X線回折による鉱物分析 石英(Quz), モンモロロナイト(Mt)			
備 考	Vp=2.3km/s Vs=0.94km/s qu=67kgf/cm ²		

表-2 試験の概要

項 目	試 験 方 法
比重および吸水壁	JIS A 1110
土粒子の真比重	JIS A 1202
液・塑性限界	JIS A 1205, 1206
粒度分布	JIS A 1204
遠心含水当量	JIS A 1207
鉱物組成	X線回折法
弾性波伝播速度	超音波パルス法
圧 縮 強 度	JIS M 0302
スレーキング	簡易スレーキング試験方法(案) 土木学会岩盤力学委員会
膨 潤 量	Swelling Strain Index for Radially Confined Specimen with Axial Pressure JSRM
膨 潤 圧	Swelling Pressure Index under Conditions of Zero Volume Change JSRM

4. 試験結果および考察

① スレーキング



簡易スレーキング試験（5分後）

写真 水浸前の供試体(上)と泥状化した供試体(下)

各試料(炉乾燥状態)とも著しいスレーキングを示し、水浸後わずか5分で完全に泥状化した(写真参照)。

モンモリロナイトを含有する粘土性岩は大きな膨潤量・膨潤圧を示すがすでに指摘されており、本試料の大きなスレーキング速度はモンモリロナイトの含有によるものと考えてよいだろう。

② 膨潤量

自由膨潤量(軸方向圧力=0の場合の24hr後の膨潤ひずみ)は自然含水状態で0%, 自然乾燥状態で0~8%であるのに対し、炉乾燥状態では3~13

%の値を示す。試料別の大きさは、1>2>3の順で粘土含有率が大きいほど大きい。供試体の初期間隙率と自由膨潤量の関係を示したものが図-1である。初期間隙率が小さいほど大きな膨潤量を示すことがわかる。

試料番号1の供試体について、軸方向圧力を変化させて膨潤量を測定した結果が図-2である。膨潤が負の値(すなわち圧縮下)になるときの軸方向圧力 p の大きさは、自然含水状態で $p=0.7\sim 0.8\text{ kgf/cm}^2$ 、自然乾燥状態で $p=1.2\text{ kgf/cm}^2$ 程度、炉乾燥状態では $p=1.3\sim 3.6\text{ kgf/cm}^2$ である。この値は体積変化を拘束した場合の膨潤圧の大きさと考えることができる。また、炉乾燥状態試料の膨潤ひずみ- $\log p$ 曲線は圧密試験で得られる粘性土の $e-\log p$ 曲線とよい対応を示すことがわかる。

③ 膨潤圧

炉乾燥状態試料の時間-膨潤圧曲線を図-3に示す。24hr後の膨潤圧の大きさは、 $0.77\sim 1.98\text{ kgf/cm}^2$ である。試料別の大きさは1<2<3の順であり、自由膨潤量の大きさとは逆の傾向となった。

試料番号1の膨潤圧の大きさは②で推定した値の約30~80%となったが、その原因については明らかでなく今後の課題である。

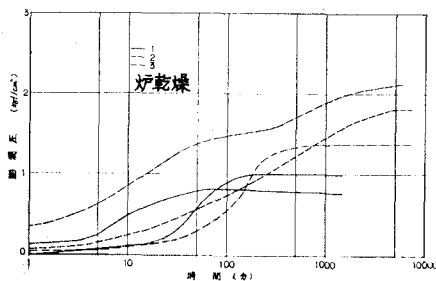


図-3 時間-膨潤圧曲線

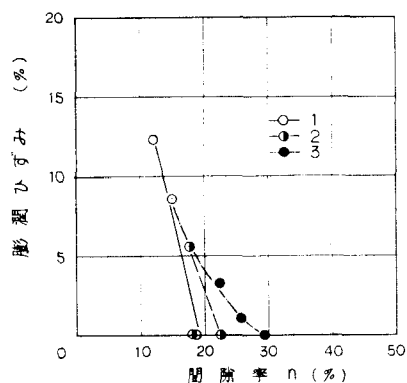


図-1 初期間隙率と自由膨潤量

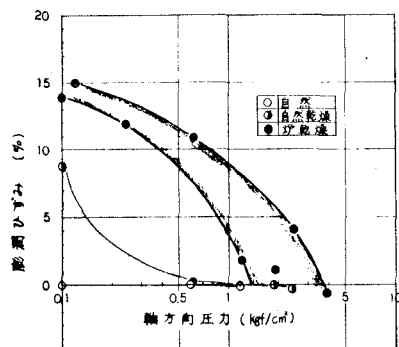


図-2 軸方向圧力と膨潤ひずみ

5. あとがき

第三紀泥岩の膨潤特性を予測するための指標を得ることが今後の課題で、データを集積しなければならぬが膨潤特性試験方法についての標準化が望まれる。