

第三紀泥岩のスレーキング・膨潤性について

(株)東京ソイルリサーチ ○小西 純一
福田 裕之
山本 浩樹

1. はじめに

第三紀の泥岩は、一般にスレーキング・膨潤性が高く、切土法面の崩壊、コンクリートスラブのひび割れや建物基礎の変状等を引き起こすことがある。本研究は、地盤のスレーキング・膨潤性を評価する尺度を求め、これらが引き起こす地盤災害の効果的な対策に資することを目的としている。

今回、その基礎的な試験として、山口県内に分布する第三紀泥岩について種々の岩石試験を行い、比較・検討した。

2. 岩石試料の地質

岩石試験に用いた試料は、表 - 1 に示すように、宇部層群の泥岩、泥質砂岩、油谷湾層群の凝灰質泥岩（いずれもボーリングコア）である。このうち、泥岩①、泥岩②、凝灰質泥岩は、膨潤性粘土鉱物であるスメクタイトを、いずれも 5% 程度含むものである。

表 - 1 岩石試料の地質

試料名	地質年代	地層名	岩相
泥岩①	新生代	宇部層群	固結状
泥岩②	古第三紀		
泥質砂岩	始新世		
凝灰質泥岩	新生代 新第三紀 中新世	油谷湾層群	半固結状

3. スレーキング性試験

スレーキング性を評価する試験として、浸水崩壊度試験と乾湿繰返し吸水率試験を実施した。

3.1 試験方法

(1) 浸水崩壊度試験……土木学会の方法¹⁾を参考に、次の 2 条件で行った。

条件 a 供試体を自然含水比のまま、水浸。

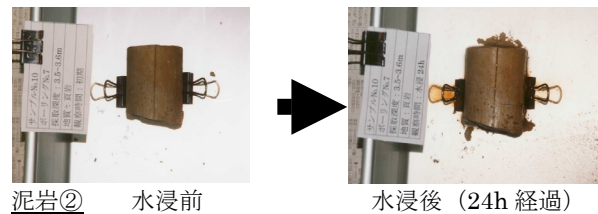
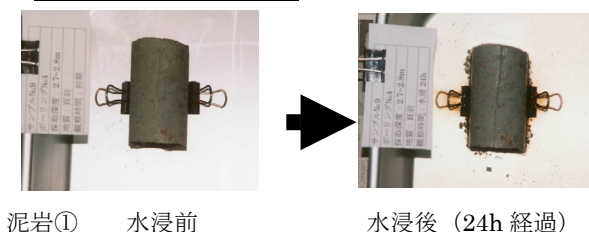
条件 b 供試体を 5 日 (120h) 自然乾燥後、水浸。

試料の状態の経時変化を写真撮影した。

(2) 乾湿繰返し吸水率試験……日本道路公団規格 (JHS 111-1992)²⁾に従って行った。

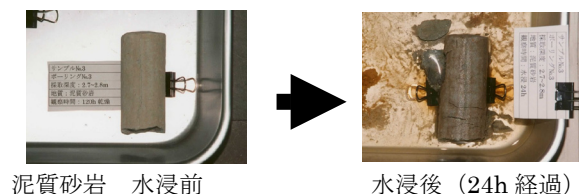
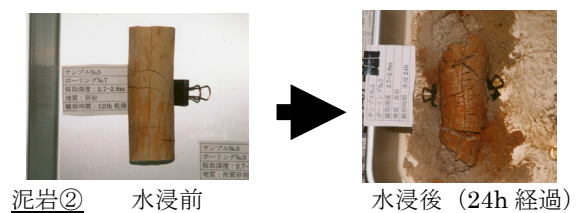
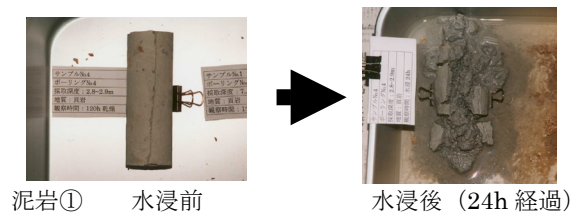
3.2 浸水崩壊度試験結果

条件 a (自然乾燥なし) の試験結果を以下に示す。



自然含水比の泥岩は、水浸させてもわずかに端部が崩れる程度で、スレーキングはほとんど起こらない。

条件 b (自然乾燥あり) の試験結果を以下に示す。



自然乾燥を経た泥岩は、水浸させると瞬時にスレーキングが始まり、急激に細片化し、泥状化してしまう。一方、泥質砂岩は、一部に亀裂が発生し、端部が欠ける程度で、顕著なスレーキングは見られなかった。

3.3 乾湿繰返し吸水率試験結果

試験結果は、図 - 1 に示すとおりである。繰返し回数 0 回目の吸水量 w_0 は、自然含水比 w_n に相当する。

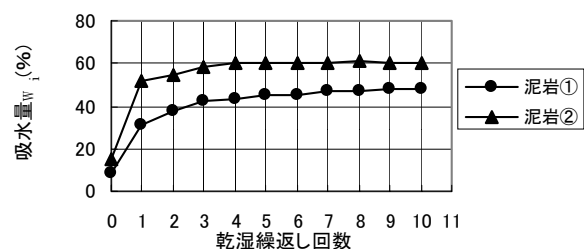


図 - 1 乾湿繰返し回数と吸水率

泥岩の吸水量 w_t は、乾湿 1 回目で、自然含水比 ($w_n = 9 \sim 15\%$) から 31~51%まで急激に増大する傾向を示している。両試料とも、乾湿 5~6 回目ではほぼ泥状化し、これ以降の吸水量はほぼ一定となった。

3.4 スレーキング性試験結果の考察

自然含水比は、地中における平衡状態の含水比である。したがって、自然含水比の泥岩は、極めて吸水性が低いため、スレーキングしないものと考えられる。

一方、自然乾燥によって飽和度が低下した泥岩は、乾湿繰返し吸水率試験結果からも明らかなように、乾湿繰返し初期の吸水量増加が極めて多い。このため、水浸させると有効間隙への急激な水の浸入が起こり、過剰な浸透圧が粒子間の結合力を失わせることにより、スレーキングに至ると考えられる。

泥質砂岩では、泥岩に比べて有効間隙が大きく、透水性が高い。したがって、水浸させても過剰な浸透圧が発生しないため、スレーキングに至らないものと考えられる。

4. 膨潤圧試験

膨潤性を評価する試験として、泥岩①、泥岩②、凝灰質泥岩について膨潤圧試験を実施した。

4.1 試験方法

地盤工学会が提案している方法³⁾を参考に、図-2に示す装置を用いて、次の条件で実施した。

- 供試体寸法：直径 4cm、高さ 2cm
- 拘束条件：定体積
- 膨潤圧の測定：5kN ロードセル
- 7 日間自然乾燥後、水浸

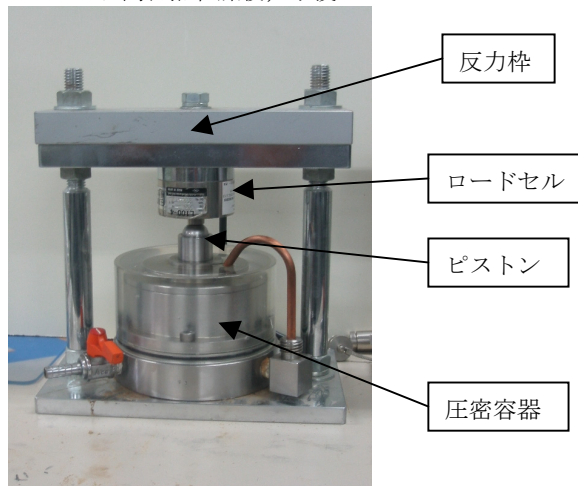


図-2 膨潤圧試験装置

4.2 試験結果と考察

水浸時間～膨潤圧曲線を図-3に示す。

最大膨潤圧 p_{smax} は、最も大きい泥岩①が $p_{smax}=0.901\text{MPa}$ 、次いで泥岩②が 0.709MPa 、凝灰質泥岩が 0.381MPa であり、泥岩①、②（宇部群層）の方が凝灰質泥岩（油谷湾群層）より相対的に大きい。

3本の膨潤圧曲線は、いずれも 10min 前後から急激に立ち上がる傾向を示している。最大膨潤圧に達した

時間は、泥岩②と凝灰質泥岩が約 600min、泥岩①が 6000min となっている。

水浸時間 10min~300min 間における膨潤圧増加曲線の直線部分の勾配は、泥岩①と泥岩②はほぼ等しく、凝灰質泥岩より急勾配となっている。すなわち、膨潤圧増大速度は、凝灰質泥岩より、泥岩①と泥岩②の方が大きいことを示している。

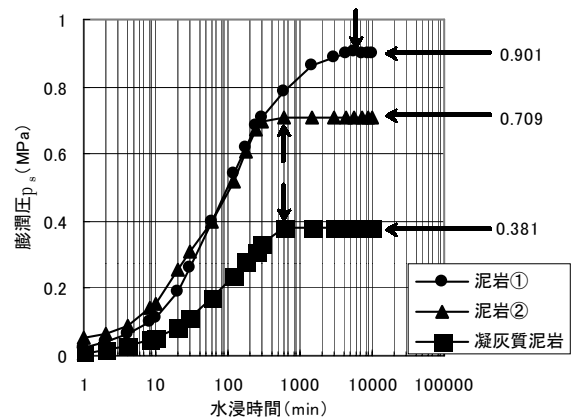


図-3 水浸時間～膨潤圧曲線

図-4は、図-3の3試料について、粘土分含有率と最大膨潤圧の関係を示したものである。

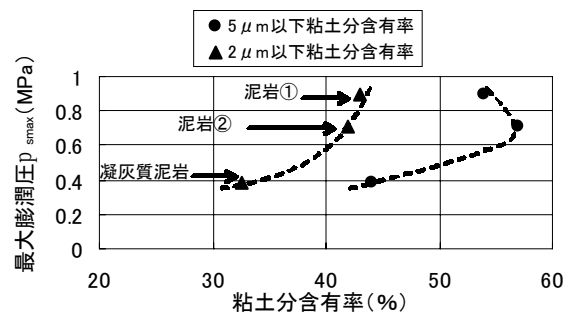


図-4 粘土分含有率と最大膨潤圧

粘土粒子は薄板状の層構造を成し、強い電気的な水分子吸着能力を有している。このため、水浸させると逐次形成される水分子層が層間隔を広げようとすることによって高い膨潤圧を発生するものである。

図-4によれば、粒径 $2\mu\text{m}$ 以下の粘土分含有率が、最大膨潤圧と良い相関を示しており、膨潤圧の大きさを支配する物理的性質の一つであると判断できる。

5. おわりに

今後、膨潤に関しては、粘土鉱物の成因（続成・風化・変質作用）や地中の水分移動・水質等にも着目した研究を進めてみたい。また、スレーキング・膨潤による地盤災害の原因を詳細に究明し、原位置での評価手法の提案まで到達したいと考えている。

《参考文献》

- 1) 地盤工学会：岩の調査と試験，pp.410~413，1989
- 2) 日本道路公団：日本道路公団試験方法，pp.1 - 241 ~243，1992
- 3) 地盤工学会：岩の調査と試験，pp.423~425，1989