凝灰質泥軟岩の膨潤に伴うせん断挙動の変化について

日本大学工学部　学生会員　○滝田　武司・駒形　俊
正会員　梅村　順・中村　晋

1. はじめに

膨潤性を有する泥軟岩が露頭する切土斜面の安定対策では、その膨潤性の定量的な把握と、その対策工への反映が必要である。

そこで著者らは、膨潤性の評価と、それに伴う力学的性質の基礎となるせん断挙動の変化について、図 - 1 に示す福島県大沼郡金山町で採取した泥軟岩を対象に実験的に検討したので、それらの結果について報告する。

図 - 1　試料採取場所

2. 本研究での膨潤現象の考え方

原位置での水浸による膨潤現象は一般に、開削などに伴う応力解放が引き金になって生じる。これは、応力解放が間隙の拡大を引き起こし、結果として土塊内への水の浸入を容易にすることが一因と考えられる。そこで、膨潤現象が、応力解放を含む次の 3 つの間隙拡大プロセスの同時進行過程で、土塊内への水の浸入を促進する結果として生じる現象と考えた。すなわち、①応力解放による弾性的膨張に伴う間隙の拡大、②水浸に伴うサクション消失による弾性的膨張に伴う間隙の拡大、および、③膨潤性粘土鉱物の膨潤による塑性的膨張に伴う間隙の拡大、である。その概念図を、図 - 2 に示した。

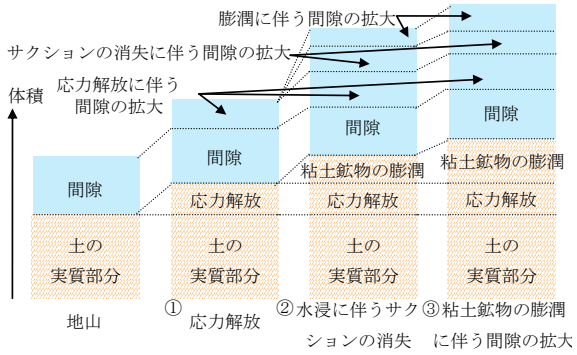

図 - 2　膨潤現象のモデル図

3. 試料採取地の地質と試験方法

試料には、泥軟岩の分布域に発達する白沢地すべり地の滑落崖に露頭する、比較的新鮮な上井草層準の凝灰質泥岩を、ブロックで採取したものを用いた。新協地水(株)原氏からの私信 [3]によれば、この試料には緑泥石-スメクタイト系の膨潤性粘土鉱物が含まれていることが確認されている。この試料をスレーキングさせ、細粒化させたものの物理的性質を、図 - 3 に示す。

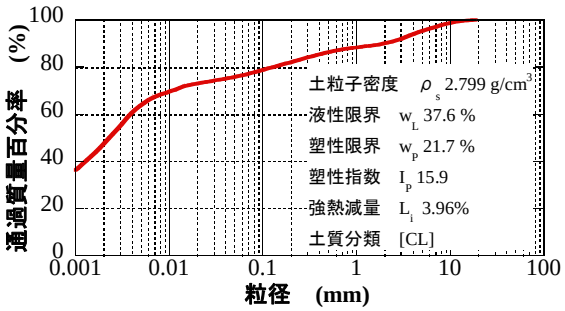

図 - 3　試料の物理的性質

膨潤性評価に係る試験は、ASTM にある HUD 試験 [4]を参考に、標準圧密試験装置を利用した方法で行った。

その後、せん断挙動の評価に係る試験は、一面せん断試験装置を用いて実施した。膨潤圧の評価値に基づいて上載圧条件を決め、一面せん断試験を行った。試験条件は、せん断変位速度 0.02mm/min で CD 条件とした。

4. 結果と考察

圧縮試験結果の一例を図 - 4に示す。この結果から膨潤圧を求めたところ、膨潤圧p_eは95kN/m^{2}であった。

この p_e から、一面せん断試験での上載圧を図 - 5 のように膨潤圧前後で、各 3 カ所決めて実施した結果を

キーワード：圧縮試験・せん断試験・強度定数・スレーキング
連絡先(〒963-8642　福島県郡山市田村町徳定字中河原 1　TEL024-956-8709　FAX024-956-8858)

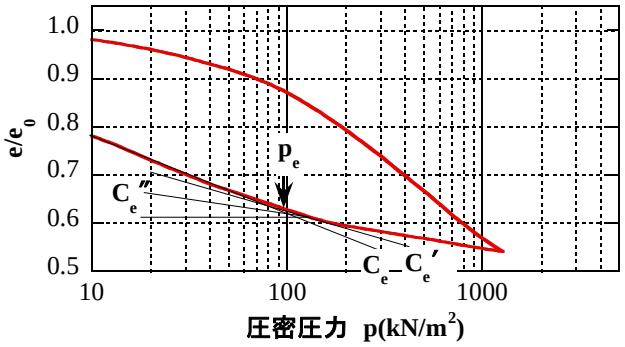

図 - 4　圧縮試験による p_e の評価

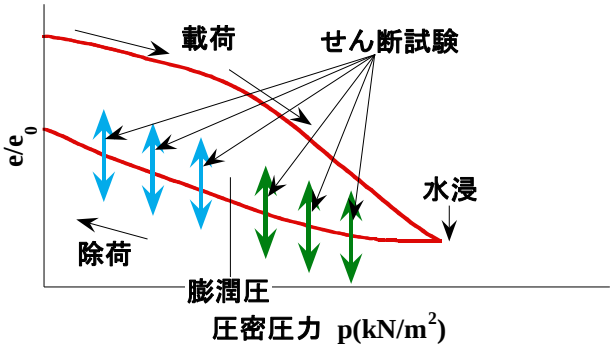

図 - 5　せん断試験の流れ

図 - 6 に示す。これらの結果から、せん断変位 9mm 時のせん断応力の値を用いて残留せん断強さとした。

また、せん断変位 9mm 時の垂直変位の値を ΔH_r として図 - 7 に示した。膨潤圧以下では圧縮側を呈し、膨潤圧以上になると、膨張側になる傾向を呈した。

図 - 2を鑑みると、せん断強度定数は、膨潤圧以上の上載圧では、膨潤が生じていないので間隙が拡大せず、岩の性質を残す。その場合、粘着力成分(見掛けの粘着力)が、0kN/m^{2}よりも大きくなり、また、膨潤圧以下では間隙が拡大し、正規圧密状態のように変化して、粘着成分はほぼ0kN/m^{2}になると予想される。

このような考え方に基づき、破壊基準線を描いたのが、図 - 8である。図 - 8には残留強さでの強度定数の変化を示した。膨潤圧以上の上載圧では c_d=23.3kN/m^2、ϕ_d=20.7°　膨潤圧以下ではc_d=0kN/m^2、ϕ_d=31.6°となった。このように、膨潤圧p_eを挟んで破壊基準線を交叉させて、力学的性質の変化を表せそうであることが判った。

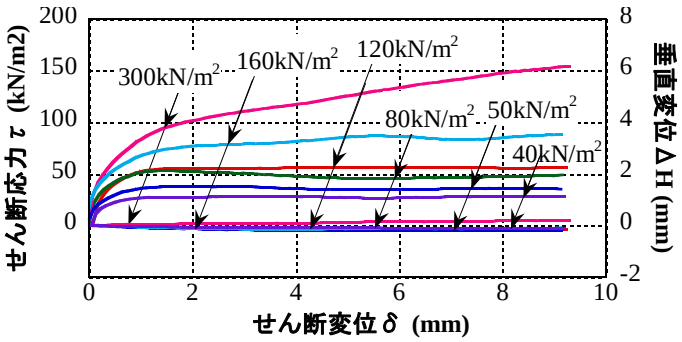

図 - 6　一面せん断試験結果

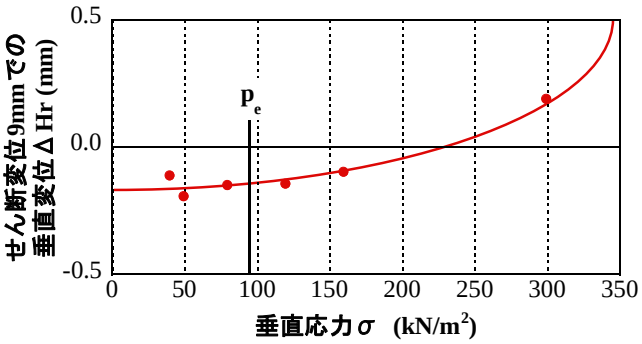

図 - 7　せん断時垂直圧力とせん断変位 9mm での垂直変位の関係

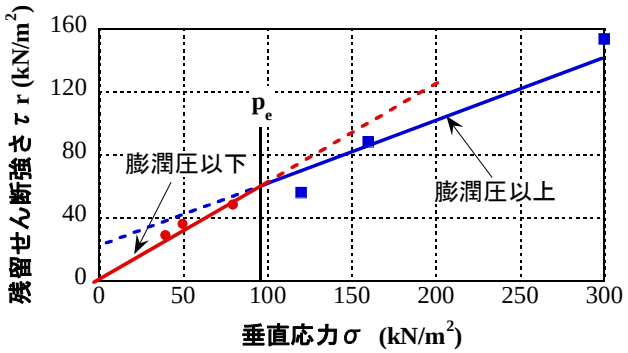

図 - 8　膨潤圧を考慮した破壊基準線

参考文献

1) Chen, F.H. (1988) : Chapter2 Mechanics of Swelling, Foundations on Expansive Soils, Developments in Geotechnical Engineering Vol.54, Elsevier, pp.49-108.
2) 梅村順(2007)：2007 年 2 月 7 日福島県金山町で発生した地すべり，日本地すべり学会，Vol.43, No.6，pp.60-62.
3) 山元孝広・駒澤正夫(2004)：宮下地域の地質，地域地質研究報告(5 万分の 1 地質図幅)，地質調査総合センター，71p.
4) 原勝重(1995)：白沢地すべりに分布する泥岩の X 線回折分析データ(私信).