

膨潤土の挙動に関する一考察

秋田高専

(学)

○ 石井 昭若

//

(正)

伊藤 肇

1. はじめに

土や岩盤内に特定の粘土鉱物（モンモリロナイトやクローライト等）を含むものは、拘束圧が解かれると水を吸って体積を増加する。この体積変化は荷重レベルが低下すると時間的遅れを伴いながら非常に緩慢に進行する。この現象は例えばオーストリアにおけるトンネル掘削や切り取り斜面等で見られるが、このような現象の力学的挙動や、その体積増加（膨潤）の抑制効果を調べる目的でモンモリロナイトを含む土質試料の圧密除荷試験を行った。ここでは次のような場合について実験的に考察する。

(1) 応力レベルを変化させた場合

(2) 水岩液の塩類定度を変化させた場合

この研究では除荷荷重と変形量の関係を表示することを試み、また塩類定度による膨潤の抑制の度合いなどについて整理することができた。以下にその概要を報告する。

2. 試料と試験法

実験に用いた試料は、モンモリロナイト（クニミオ産業K.K製、Na系モンモリロナイト）と、これに膨潤を示さないカオリナイト、豊浦標準砂、及び消石灰をそれぞれ重量比で1:1に混合したものである。この試料を湿潤状態で週間養生した後、Proctorの締め固め相当エネルギー（ $E_v = 5.625 \text{ kgf} \cdot \text{cm/cm}^2$ ）を与えて成形し固結させた。えて、その体積変化を監視した。

3. 膨潤量の一解析法

ここで使用する力学モデルは、次式によって表わされるものとする¹⁾。

$$E_v = K_0 \ln \left(1 + \frac{\Delta P}{P_{\max}} \right) \quad (1)$$

ここで E_v は膨潤にズミ、 K_0 は膨潤係数、 $P_{\max}$ は最大上載荷重、 ΔP は減少荷重。

本研究では最初 $P_{\max} = 6.4 \text{ kgf/cm}^2$ を加え、24時間毎に上載荷重を半減した。その挙動は図-1のようであった。ここで、石灰混入の試料とカオリン混入の試料を比較すると明らかに、石灰混入の試料の方が膨潤量が少なく、その抑制効果が表われていることがわかる。このような段階的な膨潤挙動を表示するため24時間毎の最終値に注目しこれらを連続的に取った場合を考える。この場合式(1)の K_0 の決定については、

$\ln \left(1 + \frac{\Delta P}{P_{\max}} \right)$ を対数で表示すると良好であったので、各荷重段階による変化を求めるに次式のようにした。

$$E_v = K_0 \ln \left(\ln \left(1 + \frac{\Delta P}{P_{\max}} \right) \right) + \alpha \quad (2)$$

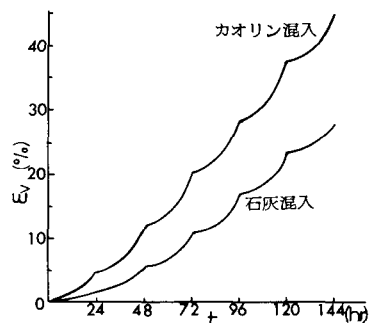


図-1. 試料の種類による膨潤にズミの変化

また膨潤抑制効果をNaClを用い、上載荷重を変

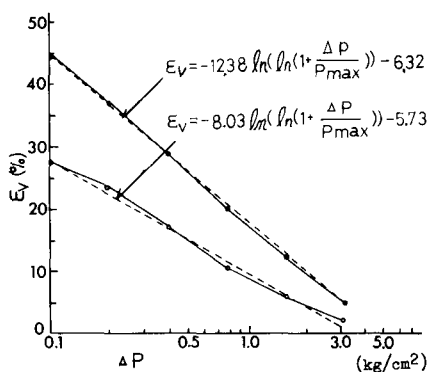


図-2 実験結果と力学モデルの比較

なお α は定数である。 k は膨潤抑制効果を示すと
考えられ各試料によって異なるが α は互いに近似した
値となるようである。

式(2)による表示を試みると図-2のようになり各々
のように整理された。

カオリン混入の場合；

$$E_u = -12.38 \ln(\ln(1 + \frac{\sigma}{P_{max}})) - 6.32 \quad (3)$$

石灰混入の場合；

$$E_u = -8.03 \ln(\ln(1 + \frac{\sigma}{P_{max}})) - 5.73 \quad (4)$$

図-2を見ると、実験結果と測定値がよく合っている
ことがわかる。このように膨潤挙動を示す力学モデル
の一つとして式(2)は、妥当性を示すことが検証された。

4. 塩規定度(N)による膨潤抑制効果

上の3節では、石灰が膨潤を抑制することが明確に
表示されたが、一般にNaClも膨潤を抑制することが知
られている。そこでその基礎実験として圧密水浸箱の
水溶液のNaClの規定度を種々に変え、また上載荷重
(σ)を変えた実験を行うと図-3(a), (b)のような結
果が得られた。図-3(a)を見ると膨潤は、1.0Nによ
って抑えられ E_u は1%未満となった。しかし図-3(b)
ではこれが完全に抑えられ24時間計測時間内では
 E_u は発生していない。このことは上載拘束荷重によ
る膨潤の抑制効果と考えられ膨潤量は塩規定度と
共に拘束圧 σ によってもある限界値を持っていること
が推定される。

次にこの膨潤速度をNによって表示すると図-4
のようになる。これは $\dot{\epsilon}_v = \alpha \cdot \dot{E}_u$ (5)
と表示され規定度が小さい程 $\dot{\epsilon}_v$ の値が大きいことが
わかる。

5. 結 び

以上膨潤抑制効果を調べ、また膨潤量に関す
る力学モデルによる検討を行った。その結果石灰
とカオリンナイトの試料について妥当なモデル式を
得た。また塩規定度による膨潤挙動についても整
理したが今後さらに膨潤圧力との関係についても
検討したいと考えている。

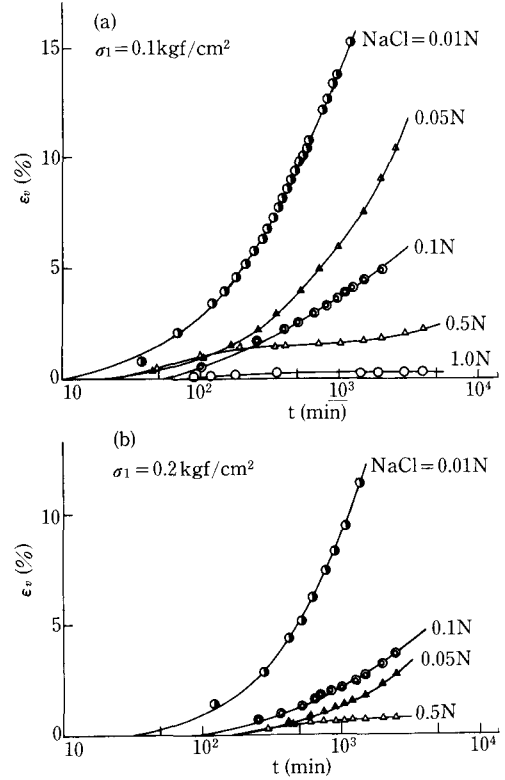


図-3. 応カレレベル及び塩規定度による E_u - t 関係

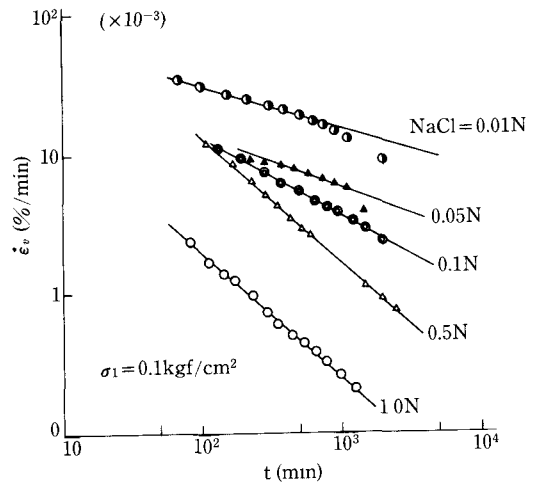


図-4. Nによる膨潤速度($\dot{E}_u$)と $\dot{\epsilon}_v$ の関係

[文献]1) 星 塾 和：第15回土質工学研究発表会，E-2，2/5 (S.55)