

九州大学工学部 正員 山内豊聡

西日本工業大学 正員 安原一哉

西日本工業大学 正員 ○平尾和年

1. はじめに

先に筆者らは、粘性土の力学的性質のうち主として、圧密とせん断特性に及ぼす有機物質の影響について報告した。本文は、それに引続いて膨潤性の高い粘土に及ぼす影響を検討した結果を報告するものである。その理由は、土・岩石の吸水膨張に伴う膨潤圧に関わる工学的問題について、物理・化学的な面からの考察も必要であろうと予測したからである。

2. 実験の概要

粘土の膨潤特性に及ぼす有機物の影響を検討するため、高い膨潤性を示すベントナイトを稀固めたものを供試体とした。通常の方法で稀固められた粘土試料（最適含水比 $w_{opt}=26.5\%$, $\gamma_{d\max}=1.27\text{ g/cm}^3$ ）の上部より水平方向供試体、下部より鉛直方向供試体を圧密リング（ $2 \times 6\text{ cm}$ ）に切り出し、これを一軸圧縮試験機にセットして注水し、膨潤圧の経時変化を測定した。また、添加物として、有機物はソーラッシュと呼ばれる泥炭系高有機質粘土から抽出した無定形の有機成分を用い、さらに液分の影響については塩化ナトリウム、塩化カルシウム溶液を使用した。試料の物理的性質は（表-1）に、試験機は（図-1）に示す。

表-1 試料の物理的性質

試料	ベントナイト	ソーラッシュ
比重 G_s	2.65	2.0~2.5
液性限界 w_L %	153.0	100~200
塑性指数 I_p	87.5	50~100
液分		
塩化ナトリウム NaCl		0.2 N
塩化カルシウム $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$		0.2 N
有機物含有量		5%

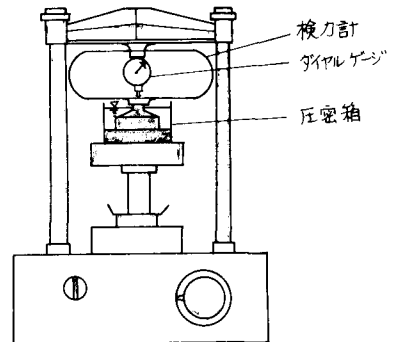
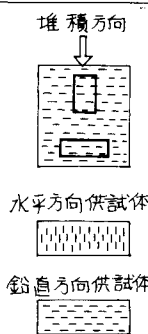


図-1 試験機

3. 実験結果とその考察

3.1 膨潤に及ぼす有機物の影響

（図-2）は、最適含水比付近で稀固めた試料の実験結果である。比較のために有機物を含まない試料も表示している。これから、有機物の存在による膨潤圧の低下がよくわかる。これは、有機物の添加によるセメンテーション効果が短時間のうちにも発現され、その効果によって粘土の膨潤が妨げられるものと推測される。さらに、鉛直方向供試体の膨潤圧が水平方向供試体のそれよりも高くなることから、膨潤圧が粘土粒子配列構造にも強く影響を及ぼすことが予測される。

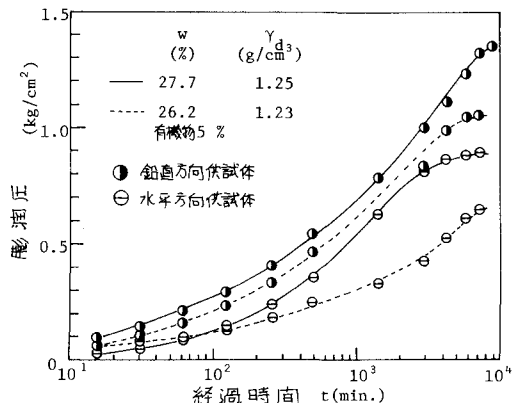


図-2 膨潤圧に及ぼす有機物の影響

3.2 膨潤に及ぼす異方性の影響

3.1でも触れたように膨潤圧は、粘土の粒子配列構造に強く影響を及ぼすようなので、これをさらに確かめるため $w = w_{opt}$, $w > w_{opt}$, $w < w_{opt}$ で締固めた供試体の膨潤圧を測定した。そのうち鉛直方向供試体の膨潤圧とその経過時間の関係を図-3に示している。

$w > w_{opt}$ と $w < w_{opt}$ の夫々の供試体では出来るだけ乾燥密度が等しくなるように配慮した。これより、掃毛構造あるいはそれに近い構造 ($w \leq w_{opt}$) のものが、ランダム構造 ($w > w_{opt}$) のものより膨潤圧が高くなると言える。また、同じ乾燥密度でも湿潤側より乾燥側の膨潤圧が高い値を示すようである。さらに、ランダム構造な粘土の膨潤圧が一定化するまでの時間は掃毛構造の粘土より比較的短いようである。これは、ランダム構造の粘土粒子は無秩序な配列をしながら凝集しているが、密な接触がなく粒子間の反発力が強いことを考えると理解できる。

3.3 膨潤に及ぼす液分の影響

(図-4)は、鉛直方向供試体について有機物の存在のもとで、Naイオン・Caイオンが膨潤圧に及ぼす影響を検討したものである。一般に拡散二重層の相違により、Naイオンが存在する方がCaイオンが存在する粘土試料より膨潤圧が高いことが理論的考察によって証明されている。(図-4)には有機物が存在しない場合のNaイオン・Caイオンの影響についても併記しているが、このことが確かめられている。有機物の添加によってもカチオンの影響は変わらないが、有機物を添加したものはそれぞれ膨潤圧が低下している。低下の程度は、試験開始後4日でHイオンの場合 0.23 kg/cm^2 Naイオン (0.18 kg/cm^2)、Caイオン (0.07 kg/cm^2) となっている。このことは、カチオンと共存しても有機物のセメンテーション効果は十分発揮されると推測される。

4. まとめ

粘性土の工学的性質の一つである膨潤に及ぼす有機物の影響について検討した結果、次の定性的な事項が認められた。i) 圧密やセン断において発現した有機物のセメンテーション作用が締固めエネルギーを与えた粘土供試体についても発揮され、膨潤圧低下の一因となる傾向がみられる。ii) 膨潤圧は最適含水比付近で最も大きく、乾燥密度の等しい乾燥側と湿潤側の試料については、湿潤側のそれより乾燥側のそれの方が高い膨潤圧を示す。iii) 液分の添加による膨潤圧は、拡散二重層の相違によりCaイオンよりNaイオン添加試料が高い膨潤圧を示すことが確かめられた。iv) 有機物存在のもとでも、Naイオン添加試料の方が大きな膨潤圧を示す。このことは、有機物のセメンテーション効果はカチオンと共存しても発揮されることが推測される。なお、本文では、極めてマクロな検討を行っているが、このような立場からの多くのデータを蓄積した後に有機物と粘土粒子との相互作用に關する微視的な観察を行、有機質土のモデル化を行うことも一つの方法であらうと考えている。

参考文献

- 1) 山内・安原・平尾：粘性土の工学的性質に及ぼす有機物の影響，才 国土工学会発表講演集，1977
- 2) 浅川：土質工学における粘土構造の問題，表面，Vol.8, No.2, pp.784 ~ 798, 1970

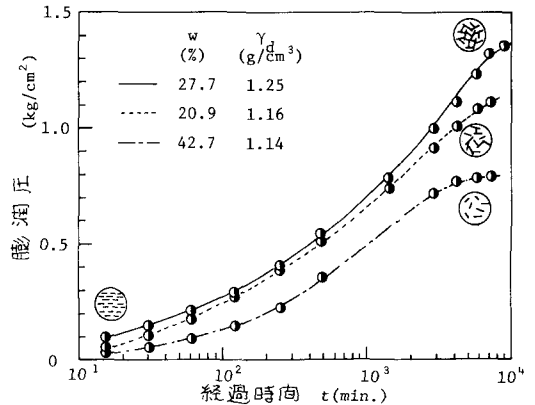


図-3 膨潤圧に及ぼす異方性の影響

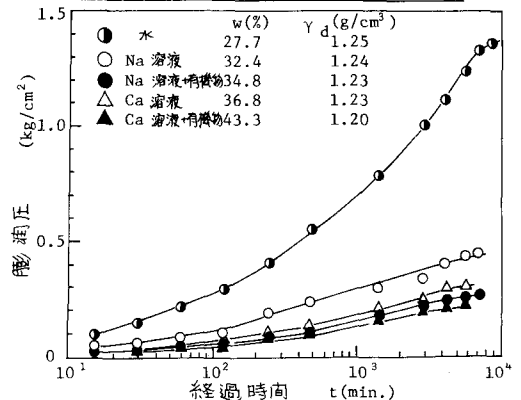


図-4 膨潤圧に及ぼす液分の影響