

人工的にセメンテーション効果を与えたカオリン粘土のせん断特性

京都大学工学部 正員 嘉門雅史 ○佐野郁雄
南京水利科学研究院 陶 秀珍

1. はじめに

自然状態で堆積した粘性土では、洪積粘土に顕著にみられるように練り返した粘性土試料とは異なる力学特性が現れる。これは、土粒子間にシキソトロピーの性質を有する吸着水と、付着する鉱物によるセメンテーションによって土粒子の構造が発達したためと考えられている。しかし、原位置でのセメンテーションの発達は、非常に遅い反応のもとで進行するため、現地盤の特性を知るためには人工的にセメンテーション効果を粒子間に与えた粘土試料を用いた研究が必要である。ここでは、人工的にセメンテーション効果を与えて練り返し再圧密した2種類のカオリン粘土試料の物理特性や圧密特性^{1),2)}に続いて、等方圧密非排水せん断試験によるせん断特性について報告する。

2. 試験方法

用いた試料の一つは、軟弱地盤改良用セメント系固化材を土粒子質量の3%加えた3%試料である。もう一つは、250%含水比のカオリン粘土に全質量の0.5%に相当するメタケイ酸ナトリウム粉末を加え混合攪はんし、希硫酸を加えてpH9に調整したpH9試料である。いずれも初期上載圧密圧力 $\sigma_{vc}' = 1 \text{ kgf/cm}^2$ で一次元圧密させた後、除荷して膨潤させた。また、圧密圧力0.2, 0.4, 1.0, 2.0, 4.0, 6.0 kgf/cm^2 でそれぞれCIU試験を行った。

3. 試験結果と考察

二種類の試料は、互いに粒子間へのセメンテーションの付加状況が異なっており、表-1の物理化学的・力学的性質をもつ^{1),2)}。特に、pH9試料は、ワイヤーソーなどで切断すると切口が液状となるほど鋭敏性が高いこと、また、3%試料は、間隙比が大きいことが特徴的である。

pH9試料と3%試料は、初期上載圧密圧力 σ_{vc}' を同一としているが、等方圧密による降伏応力 σ_{pc}' はかなり異なり、3%試料で0%試料に近

表-1 物理定数と強度定数

試料名	3%	pH9
比重 G_s	2.62	2.64
液性限界 LL (%)	96.0	40.6*
塑性限界 PL (%)	40.2	29.7
塑性指数 I_p	55.8	10.9
一軸圧縮強度 q_u (kgf/cm^2)	0.99	0.60
鋭敏比 S_t	24	大きい
初期間隙 e_0	2.8	1.8
σ_{pc}' (kgf/cm^2)	0.6	1.0
ϕ' (度)	38	27
ϕ_1' (度)	33.5-30.2	17.5-16.9

*フォールコン試験により得られた値

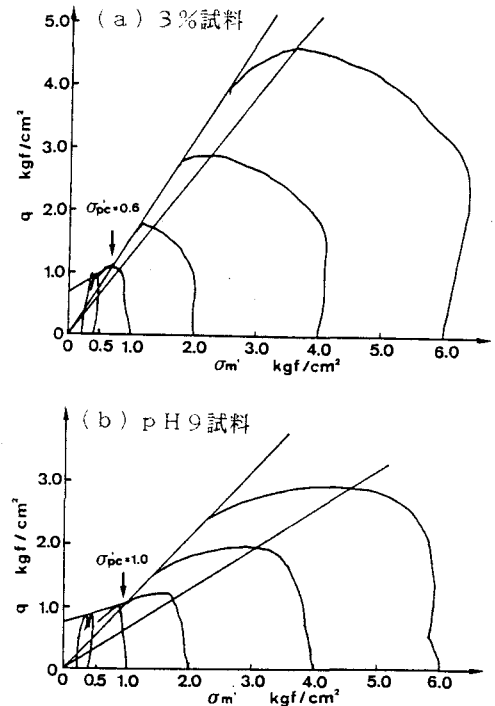


図-1 有効応力経路

く、pH 9 試料では 1.0 kgf/cm^2 となっている。これは、一次元状態で圧密された試料作製時に pH 9 試料が側方応力もかなり大きく等方圧に近い状態であり、圧密圧力が大きい段階まで過圧密の挙動を生じたものと考えられる。

図-1 (a), (b)に示す平均圧密有効応力 σ_m' とせん断応力 q で表された有効応力面上で破壊包絡線より求めた σ_{pc}' は、上述の等方圧密によって得られた σ_{pc}' とよい一致を示している³⁾。また、強度定数は、モール円により求めた ϕ_i' とせん断応力比最大のMより求めた値 ϕ' を比較すると、3%試料の内部摩擦角が0%試料のそれより大きくなっていることがわかる。これは、エトリンガイト等により土粒子が団粒化したために生じた土構造の変化の影響であろう。一方、pH 9 試料では0%試料とあまり変化がない。

図-2では、等方圧密圧力 σ_p' で正規化されたpH 9 試料の有効応力経路を示す。これより試料の先行圧密圧力 σ_{vc}' を過ぎてしまえば、セメンテーションの影響を受けていることがわかる。なお、この影響は、3%試料に比べ過圧密の影響が大きいことがわかる。

図-3には、一軸試験の E_{50} に相当する変形係数 E_u について過圧密比との関係を示す。ここで、圧密圧力の違いを表すため、初期上載圧密圧力 σ_{vc}' と等方圧密圧力 σ_p' の比をOCRとしている。これから過圧密になるほど E_u/σ_p' の値が増加する傾向がわかる。

図-4に示す破壊時の間隙水圧係数 A_f の値は、OCRの増加とともに減少する。しかし、セメンテーションの卓越した過圧密粘土では、両試料ともせん断による間隙水圧の発生量が多い。

4. おわりに

人工的にセメンテーション効果を与えてたカオリン粘土において、通常の過圧密土と同様のせん断特性がみられ、鋭敏比の増加、変形係数の増加、 A_f 値の減少等が得られた。最後に日頃よりご指導を賜わっている京都大学工学部教授赤井浩一先生に深謝する次第である。

(参考文献)

- 1) 嘉門雅史, 佐野郁雄, 陶秀珍: 昭和62年度土木学会 関西支部年次学術講演会講演概要, 1987, III-12.
- 2) 嘉門雅史, 佐野郁雄, 陶秀珍: 土木学会第42回年次学術講演会講演概要, 1987, 第3部, pp. 302~303.
- 3) 嘉門雅史, 長尾毅: 第21回土質工学研究発表会講演集, 1986, pp. 389~390

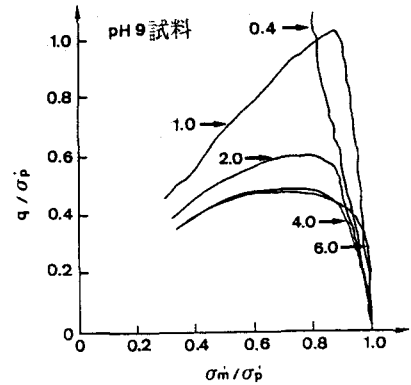


図-2 正規化された有効応力経路

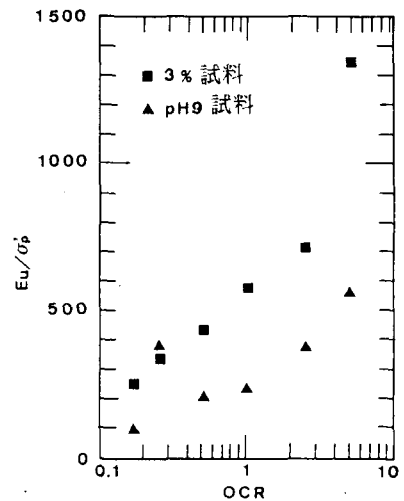


図-3 正規化された E_u -OCR関係

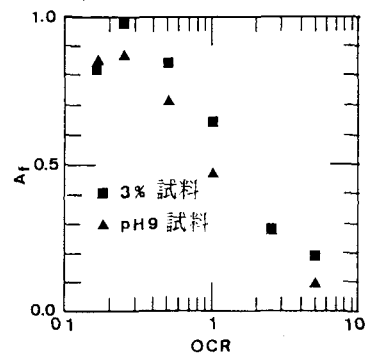


図-4 A_f -OCR関係