

III-149

圧密载荷時間短縮による圧密定数への影響

日本大学理工学部 正 巻内 勝彦
正 松嶋 広昌
正 峯岸 邦夫

1. まえがき

現行の J I S 規定の圧密試験方法（以下標準圧密試験と略称）は他の土質試験と比べて極めて長時間を要するため、この試験時間を短縮し、効率化する目的で各種の急速圧密試験装置・方法の提案が試みられている。その中で最も簡単で実用性の高いと思われる試験方法は、標準圧密試験装置を転用する方法であろう。また、粘土の圧密現象は、土の種類、荷重履歴、供試体境界条件等によって複雑な挙動を示すが、比較的塑性と圧縮性が低い粘土の場合には、一次圧密が主体となるので試験時間の大幅な短縮操作が容易に可能となる。

本文は、人工的に配合調製した塑性の異なる 6 種類の粘土試料について、標準圧密試験に準じた段階载荷式の急速圧密試験を行い、载荷時間短縮および供試体厚の変化による影響を調べた結果を報告する。

2. 実験方法

実験に使用した試料は、カオリン粘土（K，比重 $G_s=2.603$ ）とベントナイト粘土（B，比重 $G_s=2.649$ ）を所定の配合率で練り合わせた後、予圧密したものである。配合率に応じたコンシステンシーの変化を図-1に示す。試料作製においては、粘土と蒸留水の質量割合をカオリン粘土の場合 1:1，ベントナイト粘土の場合 1:5 とし、各々単体で練り合わせた後に混合した。次に大型一次元圧密装置に気泡が混入しないように入れて所定時間予圧密した試料から供試体（直径 6 cm）を切り出した。供試体厚は $H=1, 2, 3$ cm について行った。急速圧密試験は、標準圧密試験に準じて段階载荷方式で所定の圧密圧力を加えた。また载荷時間は各荷重段階で $H=2$ cm（標準供試体厚）については 6, 3 時間、30, 10 分および標準圧密試験結果より算出した圧密度 90, 80 % に相当する時間（以下 t_{90} , t_{80} と略示し表-1に示す）とし、 $H=1, 3$ cm については 6, 3 時間について行い、標準圧密試験（24 時間载荷）の結果と比較した。

3. 実験結果および考察

図-2(a)~(c)は载荷時間、配合率がそれぞれ圧密降伏応力 p_c ，圧縮指数 C_c ，体積圧縮係数 m_v に与える影響を見るため $H=2$ cm について、急速圧密の結果を標準圧密の値を基準に比で示したものである。なお、体積圧縮係数については各荷重ごとに比較した平均値である。これらの図をみると载荷時間 t_{90} 付近までは時間短縮による影響はみられないが、 t_{90} 以下の時間短縮では圧密降伏応力は標準圧密の結果よりも大きくなり、圧縮指数、体積圧縮係数は小さな値となる。そしてその差は载荷時間短縮およびベントナイト粘土含有率に比例して大きくなるのがわかる。これは、 t_{90} 以下の短縮では試料中の排水がまだ十分終了

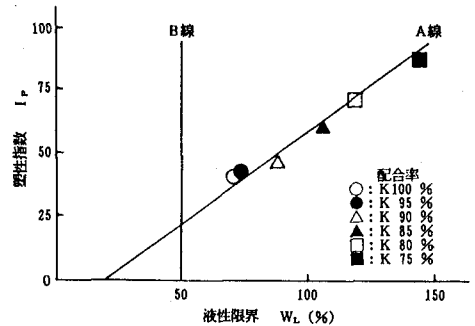


図-1 塑性図

表-1 圧密度90%, 80%に相当する時間(t_{90} , t_{80})

配合率K (%)	100	95	90	85	80	75
t_{90}	7分	15分	50分	110分	2時間	3時間
t_{80}	5分	10分	30分	70分	80分	2時間

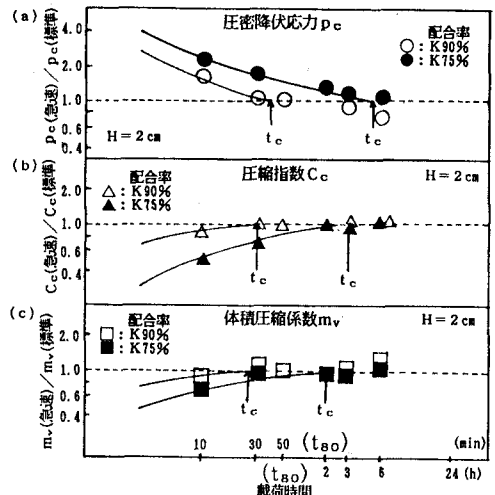


図-2 時間短縮による圧密定数への影響

仕切らないうちに次段階の圧密圧力を加えるため、圧密降伏応力は高めに得られることによる。圧縮指数についても同様に、 $e-\log p$ 曲線の勾配が小さくなるためである。体積圧縮係数については、時間短縮によるひずみ量の減少によるもの。ここには示していないが供試体厚の異なる他の試料に関しても載荷時間、配合率に依存した値をとり、一般に載荷時間約3時間以上では明らかな差異はみられない。

図-3, 4は $H=2\text{ cm}$ について圧密係数 C_v 、透水係数 k に関して標準圧密と急速圧密(t_{90} , t_{80})との値を対比させ、載荷時間、配合率の影響をみたものである。圧密係数については、時間短縮による影響はみられないが、ベントナイト粘土含有率が増加するほど圧縮速さが遅くなるため C_v の値は低くなる。透水係数の場合も同様に載荷時間短縮の明らかな差異は

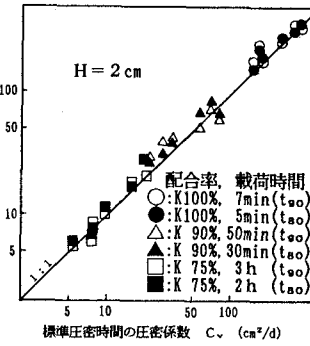


図-3 圧密時間と圧密係数の関係

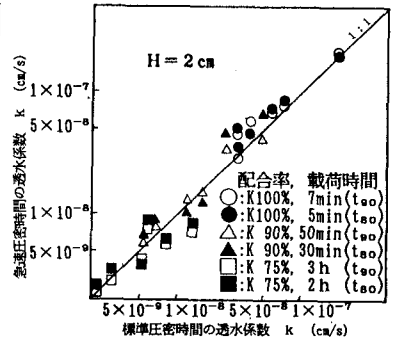


図-4 圧密時間と透水係数の関係

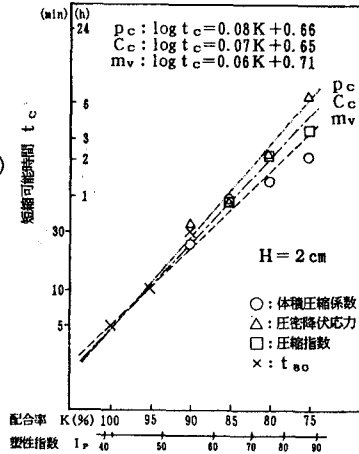


図-5 配合率と短縮可能時間の関係

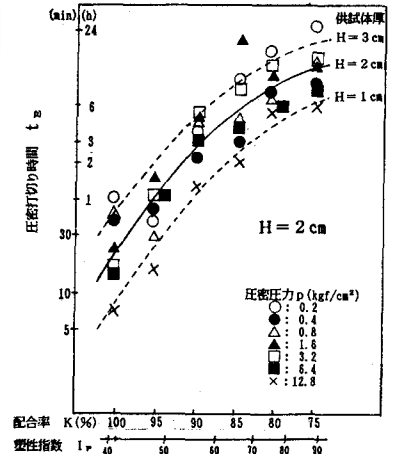


図-6 配合率と圧密打ち切り時間の関係

みられないが、ベントナイト粘土含有率が増加すると k の値は低くなる傾向にある。ここには図示していないが $H=1, 3\text{ cm}$ についても載荷時間3時間までは時間短縮の影響はみられず、配合率に関しても同様の傾向があり、供試体厚の違いによる明らかな差はない。ただし t_{90} 以下に時間短縮したものは圧密定数の決定が不可能であった。

図-5は圧密降伏応力、圧縮指数、体積圧縮係数について、配合率ごとに標準圧密結果とに差異が現れる時間 t_c （短縮可能時間）を図-2(a)~(c)から読みとり、プロットしたものである。各圧密定数により若干の差はみられるがほぼ直線関係で表すことができる。この配合率と t_c の関係式を求めることによりこれらの定数に関しては配合率に基づいて急速圧密試験の短縮可能時間を大略決定することができる。

図-6は、最急勾配3倍法による圧密打ち切り時間 t_b を配合率ごとに示したものである。（プロットしたデータは $H=2\text{ cm}$ の場合）。ベントナイト粘土含有率が増えると t_b は急増するが、 $K75\%$ 以上の試料であれば圧密は24時間以内に収れんすることがわかる。また、供試体厚が厚くなるほど t_b は長くなる。この図の供試体厚と配合率から段階載荷式の急速圧密試験での圧密打ち切り時間を概ね求めることができる。

4. まとめ

- 1) 圧密係数 C_v 、透水係数 k に関しては、 t_{90} までの載荷時間の圧密試験は可能であり時間短縮の明らかな差異は認められない。
- 2) 圧密降伏応力 p_c 、圧縮指数 C_c 、体積圧縮係数 m_v については t_{90} 付近の時間までは時間短縮による影響はみられず、圧密の短縮可能時間 t_c と配合率の関係式から短縮可能時間を求めることができる。
- 3) 最急勾配3倍法に基づく圧密打ち切り時間の考えを利用して試料条件、供試体厚により短縮時間の目安をつけることができる。