

### III-174 粘性土の圧密挙動に及ぼす温度の影響

埼玉大学大学院 学員 ○大西 淳 文  
 埼玉大学工学部 正員 風間 秀彦  
 埼玉大学工学部 正員 小田 匡寛  
 (株) 白石 岩沢 啓介

#### 1. はじめに

粘性土の圧密挙動及び力学的性質に影響を与える因子の一つに温度があることはよく知られており、最近  
 は高温のもとで粘性土を再圧密することによってセメンテーション  
 などの年代効果が現れるという報告<sup>1)</sup>もある。そのため、自然の  
 粘性土の力学特性を求める研究などにおいて高温で再圧密した試料  
 を用いることが多いが、そのセメンテーション機構については明ら  
 かにされていない。そこで、その機構や温度の影響などを解明する  
 第一歩として、本研究は粘性土の再圧密時および標準圧密時におけ  
 る圧密挙動に及ぼす温度の影響を明らかにすることを目的とした。

#### 2. 実験概要

実験に用いた試料は東京湾海成粘土 ( $w_L=96.2\%$ 、 $I_p=50.6$ 、  
 $G_o=2.643$ )で、これを含水比約180%のスラリー状にし、十分脱気  
 した後モールド ( $\phi 10 \times 22\text{cm}$ )に入れ、載荷重を $0.1 \sim 0.8\text{kgf/cm}^2$ ま  
 で荷重増分比1で約10日間で再圧密を行った。その際にモールドの  
 周りには5、20、70℃の温度の水を循環させ、それぞれの温度を一  
 定に保った。再圧密した試料から供試体を切り出し、各温度の再  
 圧密試料に対し供試体を5、20、70℃の温度のもとで、JISに規定  
 される方法で合計9種類の標準圧密試験を行った。

#### 3. 実験結果及び考察

##### 1) 再圧密時の挙動

各温度で再圧密を行ったときの  $e - \log p$  曲線が図-1である。  
 70℃の場合は再圧密圧力 $0.1\text{kgf/cm}^2$ のときの沈下量が他の温度に  
 比べて著しく大きく、下に凸の曲線になるが、それ以降の圧力では  
 沈下量が次第に小さくなるのが特徴的である。そして、 $0.8$   
 $\text{kgf/cm}^2$ の圧力になると間隙比は温度にかかわらずほぼ同じにな  
 り、また除荷時の挙動にも大きな差異は見られない。

##### 2) 標準圧密時の挙動

再圧密温度が5、20、70℃の試料を20℃で標準圧密試験を行っ  
 たときの  $e - \log p$  曲線が図-2である。高温で再圧密を行った試  
 料ほど、過圧密領域と正規圧密領域がより明瞭になり、圧密降伏  
 応力が容易に求められる。この傾向は土田らの報告<sup>1)</sup>と同様であ  
 る。図示してないが、5℃と70℃の標準圧密の場合も同様の結果と  
 なった。これは過圧密域の沈下量が少なく、しかも正規圧密領  
 域に入ると急激に沈下量が増加するためである。また、図-2からも  
 分かるように、全体的に圧縮指数  $C_c$  は標準圧密時の温度にかかわ

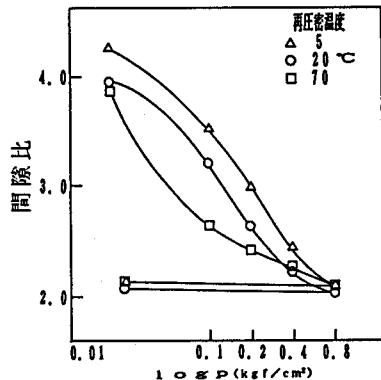


図-1 再圧密時  $e - \log p$  曲線

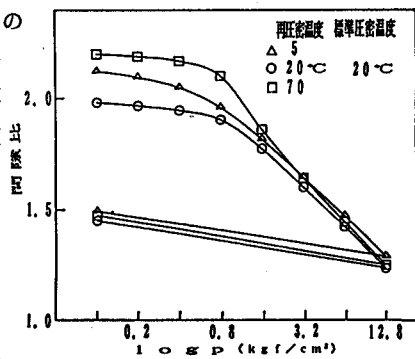


図-2 標準圧密時  $e - \log p$  曲線

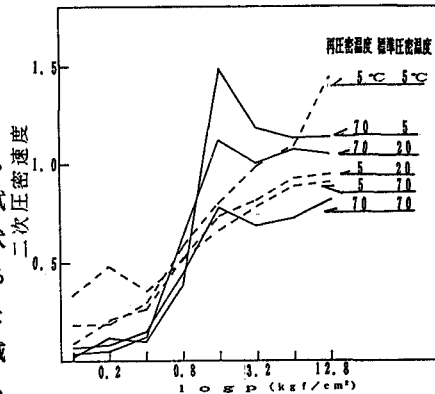


図-3 各荷重段階の二次圧密速度

らず高温のもとで作製した試料ほど圧縮性が高いが、膨張指数Csは温度が低いほど弾性的な挙動を示す。

再圧密温度が5℃と70℃の試料を3種類の温度で標準圧密を行ったときの各荷重段階の二次圧密速度  $\epsilon \alpha$  を図-3に示す。温度が高いほど二次圧密速度が小さいことを示しており、圧密時の温度が時間一沈下特性に大きく影響している。また、再圧密温度が70℃のものは先行圧密荷重の次の荷重段階(1.6kgf/cm<sup>2</sup>)でピークを示すことが特徴的であり、この荷重段階では一次圧密量が大きいと同時に二次圧密量も大きい。特に再圧密温度70℃標準圧密温度5℃はその傾向がより顕著である。このように二次圧密速度がピークを示すことは、過去乱さない粘性土を用いて当研究室が行った圧密試験結果の二次圧密速度の挙動に類似しており、 $e - \log p$  曲線と同様に乱さない粘性土の特徴を示している。

透水係数kに影響する因子として間隙比、水の粘性、土の構造などがある。図-4、5はそれぞれ再圧密温度5℃と7℃の試料を3種類の温度で標準圧密を行ったときの間隙比eと透水係数kの関係である。図の破線は実測値で、実線は温度による水の粘性を考慮して  $k_{20} = k_T \eta_T / \eta_{20}$  を用いて5℃と70℃の透水係数を20℃に補正したものである。再圧密温度5℃の試料の透水係数はこの補正によってほぼ等しくなる。また、再圧密温度20℃の試料でも同様の結果になった。しかし、再圧密温度70℃の試料の透水係数は図-5のように補正後もその差がみられる。したがって、5℃と20℃のもとで作製した試料は、温度の違いによる透水係数や圧密特性の違いは水の粘性の影響と見ることができる。しかし、70℃の試料の透水係数の違いは水の粘性のみでは説明できず、土粒子-水系の物理化学的相互作用なども関係していると考えられる。

Lambe<sup>2)</sup>は、Kozeny-Carmanの透水係数式  $k_0 S^2$  を土粒子の配向性を示すインデックスと考えた。これに用いて3種類の温度で再圧密した試料を20℃で圧密を行ったときの  $e - k_0 S^2$  の関係が図-6である。高い温度で作製した試料の方が  $k_0 S^2$  が小さく、同様の結果が標準圧密温度5℃のもとでも得られた。これは高温のもとで作製した試料は低温のものに比べて土の初期構造が配向性が低いことを示している。これを粘土粒子間の物理化学的作用の見地から考察すると、温度が高いほど粘土粒子の周りの電気二重層は大きな広がりを持つので粒子間距離が大きい(含水比が高い)段階から粘土粒子相互間に斥力及び引力が働き、温度が低いもとに比べ面一端結合を作りやすいためであると考えられる。

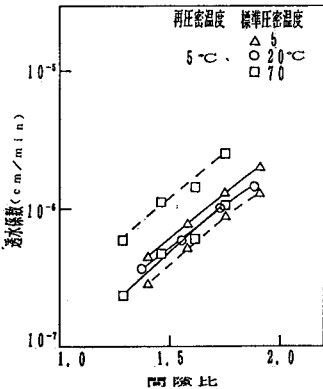


図-4 間隙比と透水係数

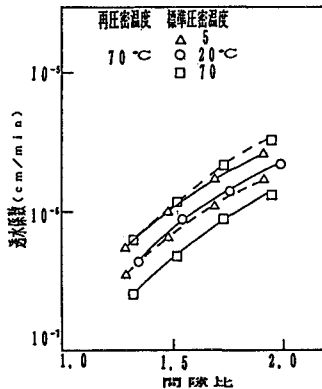


図-5 間隙比と透水係数

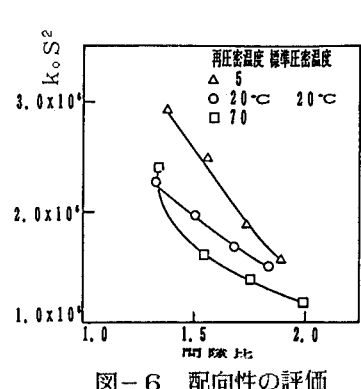


図-6 配向性の評価

4. まとめ

本研究で得られた結果をまとめると、つぎのとおりである。①再圧密時の温度の違いによって土の構造に差異が生じる。②5℃と20℃で再圧密した試料では温度の違いによる透水係数の違いは水の粘性が大きく影響し、標準圧密の温度が高いほど圧密が促進される。以上の結果には不十分な点や未解明な点が多々あり、今後、各種条件下における挙動や微視的構造などの多方面から研究を進めていく予定である。

参考文献 1)土田他：港湾技術研究所報告、Vol.28、No1、pp.121~147、1989。 2)Lambe, T.W.:The Engineering Behavior of Compacted Clays, ASCE, Vol.84, SM2, 1958。