

温度変化による粘土の一次元圧密時の挙動と温度分布

鳥取大学工学部
大成ロテック(株)

(正) 清水正喜・岩成教介
○(正) 土井崇嗣

はじめに

著者らは、粘土の1次元圧密において荷重一定のまま温度変化を与えると、粘土は圧縮挙動する^{1),2)}。また温度変化を与えると、供試体内温度分布は2次曲線で近似できる等の知見を得た³⁾。本報告では、温度変化に伴う試験装置自体の変形の補正と供試体内の温度分布の測定とに重点をおいて、荷重一定のまま温度変化を与えた時の圧縮挙動について考察する。

試料及び方法

試料: 粉末乾燥藤の森粘土の420 μm のふるい通過分を用いた。 $w_L=60.9\%$ 、 $w_p=29.6\%$ 、 $\rho_s=2.74\text{g}/\text{cm}^3$ 。 w_L の約2倍の含水比で60時間練り返し、大型圧密容器で予圧密した後、ブロック状に切り出しパラフィンとアルミ фольドで覆い水中保存した。直径6cm、高さ2cmの供試体を作成して、圧密試験を行った。予圧密時の最大圧力は0.5kgf/cm²である。

装置³⁾: 通常の圧密試験装置を恒温容器の中に入れて圧密試験を行った。供試体内の温度を熱電対を用いて3ヶ所で測定した。熱電対は、圧密容器底に置いたアクリル板の中を通して設置した。

加熱の方法: $p=0.4 \rightarrow 0.8 \rightarrow 1.6\text{kgf}/\text{cm}^2$ と段階的に載荷した。1載荷段階での圧密時間は24時間、水温は約20℃である。1.6kgf/cm² 載荷後、恒温容器のヒーターを用いサーモスタットで制御しながら温度を上げた。20℃から50、75℃と温度を上げ、75℃で変位が一定になった後、20℃まで自然冷却した。(図2、図3参照)

試験装置自体の変形

実験は、20℃から75℃の間で行ったので、装置自体の温度変化による変形を考慮する必要がある。予め、供試体を入れない状態で上記の加熱方法と同じ手順で、温度を変化させ、装置自体の変化量(圧密容器底板と載荷棒の軸方向変位)を測定した。結果を図1に示す。図1から加熱時は非線型に、冷却時には直線的であることがわかる。これは、加熱時には外部温度を速く上げたので圧密容器への熱の伝達に時間を要するため非線型に、冷却時は外部温度が徐々に下がったため直線的になったのではないかと考えられる。このことから、冷却時でのデータを直線近似して装置自体の温度変化による変形量を評価した。また圧密リングの温度変化に伴う半径方向ののびも

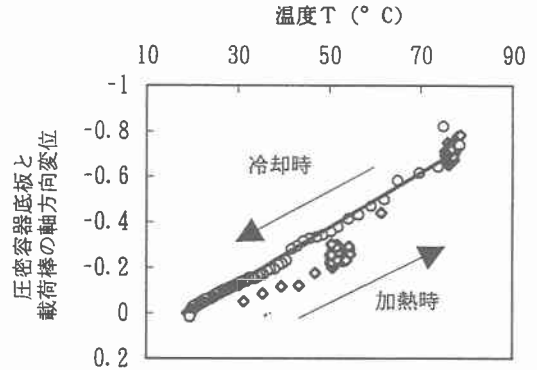


図1：温度変化による容器と載荷棒の膨張と圧縮

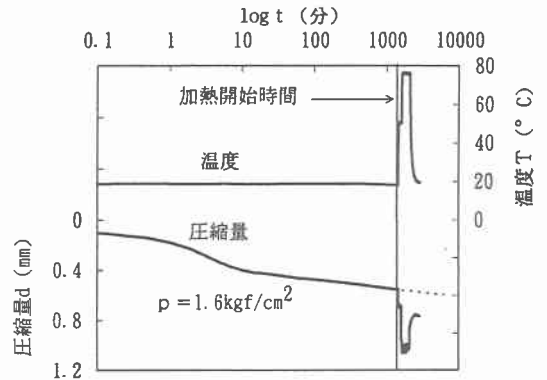


図2：温度及び供試体圧縮量と $p=1.6\text{kgf}/\text{cm}^2$ 載荷時からの時間との関係

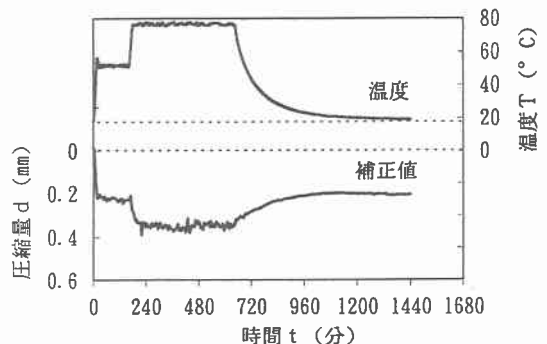


図3：温度及び供試体圧縮量と加熱開始時からの時間との関係

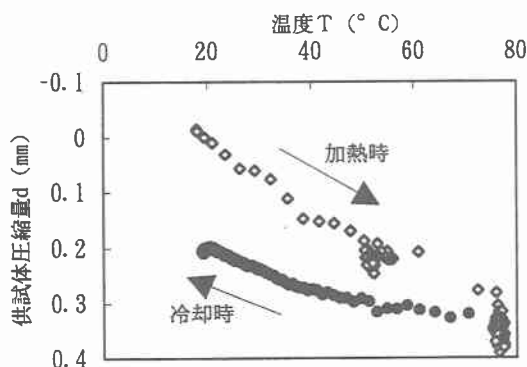


図4：温度と供試体圧縮量の関係

検討した。ストレインゲージを圧密リングに接し、温度変化に伴う半径方向の伸びを測定した。その結果、約0.0032 (mm) 半径方向に伸びることがわかった。それに対し、理科年表の真鍮の線膨張係数に基づけば約0.0346 (mm) となり、かなりの隔たりがでた。

結果

結果を図2、3に示す。図に示した圧縮量はすべて装置自体の変形量を補正している。

①一定の荷重を載荷させたまま温度を上げると、供試体は圧縮する。

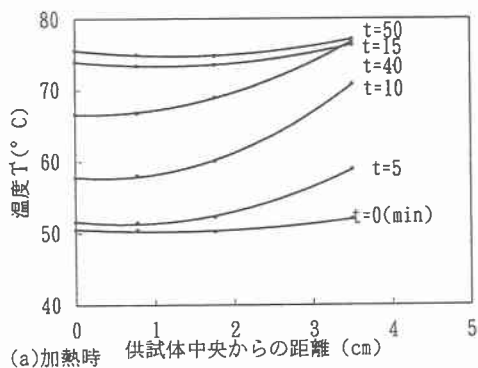
②自然冷却時に、供試体は、膨張に転じた。

③温度と圧縮量には、相関性がみられた。

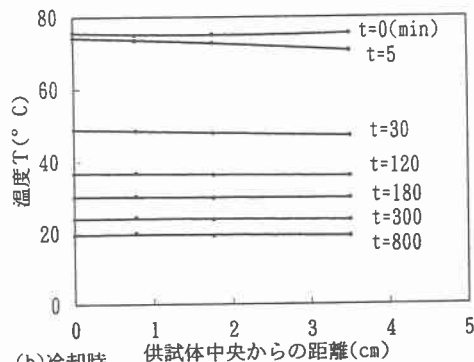
加熱・冷却のサイクルによって変形は、加熱開始前の状態には戻りきらず約0.2mmの非可逆的な圧縮変形が生じた。これは、一次圧密終了後も荷重を載荷させたままにしていたため、時間効果（二次圧密）のためではないかと考えられる。しかし、図2の $d\text{-log}t$ 関係の直線部分の延長線（点線）上には戻らなかった。結局、温度変化を与えたことにより塑性的変形が生じたといえる。

図5(a)と(b)は、加熱及び冷却したときの供試体内の温度分布の時間的变化である。図中プロットは測定値、実線は2次曲線である。加熱時には、供試体外の温度を速やかに上げたが供試体内、特に中心部には熱の伝達に時間がかかっており、温度が一様になるのに約50分要している。

冷却時は、供試体外の温度も徐々に下がったので、供試体内部温度分布も比較的一様であることがわかる。



(a)加熱時 供試体中央からの距離 (cm)



(b)冷却時 供試体中央からの距離 (cm)

図5：供試体内温度分布

結論

- 1) 荷重一定の下で1次圧密終了後に加熱すると、供試体は圧縮し冷却によって膨張する。
 - 2) 温度と供試体の変位には、相関性がみられるが、温度変化によって、非可逆的な変形が生じた。
- 温度変化による圧密容器の変形を、ストレインゲージにより直接測定した。その結果、温度上昇時に容器内径が大きくなることがわかった。しかし、測定した膨張率が理科年表の数値と大きく異なったため本研究には、この結果に対しては考察を加えなかった。測定値の再評価を行うことが、今後の課題として残された。

参考文献

- 1) 清水・中野・岩成(1992)：第27回土質工学会研究発表会 pp. 425-428
- 2) 清水・広田・岩成(1994)：第46回土木学会中四国支部研究発表会 pp. 440-441
- 3) 清水・藤井・岩成(1995)：土木学会第50回年次学術講演会講演概要集 第3部(A) pp. 278-279