

温度変化サイクルを与えた時の粘性土の1次元圧密特性

鳥取大学工学部 正 清水正喜
梶谷エンジニア(株) 正〇神戸砂織

1. はじめに

粘性土の一次元圧密挙動における温度変化の効果を調べるために正規圧密状態で温度変化のサイクルを与えた。温度変化サイクルにより生じた温度効果と二次圧密による時間効果について考察する。

2. 試料・装置・試験方法

試料: 粉末乾燥シルト質粘土(通称藤の森粘土)の $420\ \mu\text{m}$ 通過分を繰り返して予備圧密したものである。 $w_L=49.2(\%)$, $w_P=32.5(\%)$, $\rho_s=2.707(\text{g}/\text{cm}^3)$ 。最大予備圧密圧力は $0.5(\text{kgf}/\text{cm}^2)$ 。

装置: 装置はすでに報告したもの¹⁾と同一のものをを用いた。圧密容器底板にポーラスストーンの代わりにアクリル板を用いているため、片面排水状態で試験を行った。なお、温度変化によって生じる装置圧縮量を評価して、測定変位の補正を行っている²⁾。

試験方法: 温度変化を与えた試験(Tv₂, 3)と温度一定(室温)で長期圧密をした試験(Tc₂)を行った。Tv シリーズの設定温度および圧密圧力の時間経緯を図1に示す。圧密圧力 p を $0.02 \rightarrow 0.4 \rightarrow 0.8 \rightarrow 1.6 \rightarrow 3.2(\text{kgf}/\text{cm}^2)$ と段階的に载荷した。 $P=3.2(\text{kgf}/\text{cm}^2)$ において、Tv₂ は正の温度サイクル($20 \rightarrow 40 \rightarrow 60 \rightarrow 80 \rightarrow 60 \rightarrow 40 \rightarrow 20$)($^{\circ}\text{C}$)を、Tv₃ は逆の温度サイクル($80 \rightarrow 60 \rightarrow 40 \rightarrow 20 \rightarrow 40 \rightarrow 60 \rightarrow 80$)($^{\circ}\text{C}$)を与えた。設定温度と実際の供試体温度には $2 \sim 3^{\circ}\text{C}$ の差がある。Tc₂ は Tv₂, 3 と同じ荷重・時間条件で、温度を室温一定で試験した。

3. 結果及び考察

(1) 温度効果と時間効果

図2に $p=3.2(\text{kgf}/\text{cm}^2)$ 载荷後のひずみと時間の関係を示す。Tv₂, 3 のひずみは 常温で長期圧密を行った Tc₂ に比べ、温度変化サイクルを与えてから大きい。特に Tv₂ においてそれは顕著である。このように温度変化サイクルによって生じたひずみは二次圧密による時間効果に卓越する²⁾。なお、Tv₂, 3 は温度サイクルを与えているため膨張することがある。

図3に Tv₂ の第1温度変化サイクルの温度上昇過程における温度とひずみの関係を示す。 $p=3.2(\text{kgf}/\text{cm}^2)$ 载荷直前のひずみを0としている。

荷重一定で生じるひずみには温度変化によって生じるひずみ、即ち、温度効果と、二次圧密によって生じるひずみ、即ち、時間効果がある。温度を T_0 から T へ上昇させたときに生じるひずみを、温度 T_0 のまま時間効果によって生じさせるのに必要な時間を算定した。図4は Tv₂ の第1サイクルの温度上昇過程と Tc₂ の結果を用いて求めた温度($T-T_0$)と時間の関係である。図4より室温(約 16°C)から 70°C 程度温度を上げることで、1 万年の時間効果に相当する圧縮ひずみ量が生じたことになる。

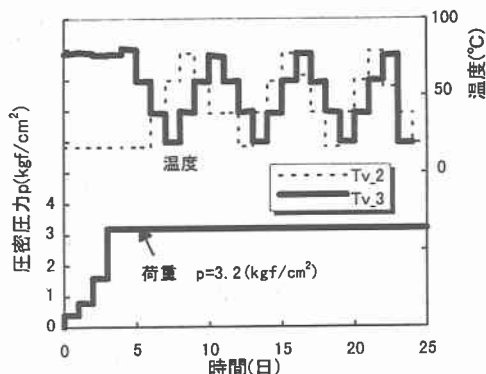
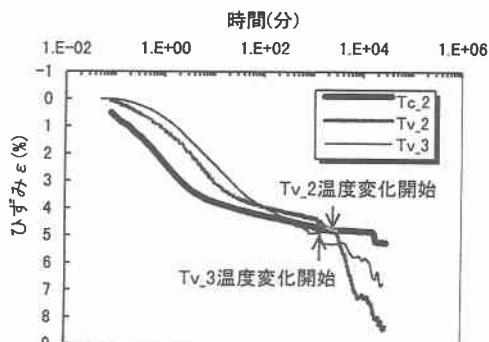
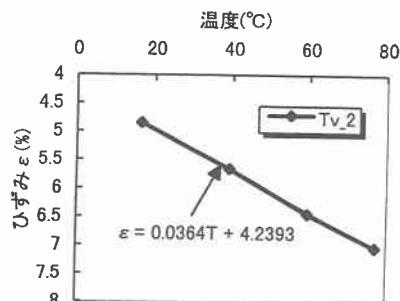
図1 Tv₂, 3の実験条件図2 $p=3.2(\text{kgf}/\text{cm}^2)$ 载荷後のひずみ図3 Tv₂最初の温度履歴

表 1 圧密特性の比較

	試験	温度 (°C)	荷重(kgf/cm ²)			
			0.4	0.8	1.6	3.2
圧縮量 ひずみ	Tv_2	17	0.0317	0.0192	0.0331	0.0448
	Tv_3	76	0.0291	0.0218	0.0337	0.0496
$C_{\varepsilon\alpha}$	Tv_2	17	0.0032	0.0032	0.0035	0.0042
	Tv_3	76	0.0037	0.0027	0.0073	0.0103

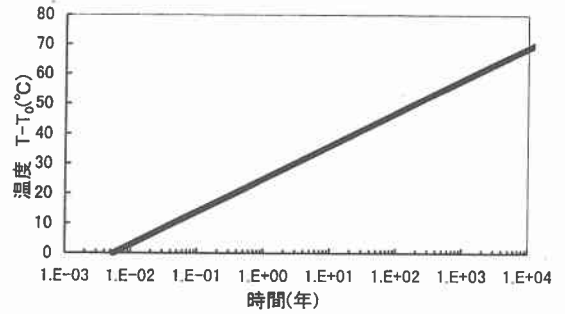


図 4 温度効果と時間効果の比較

(2)高温下の圧密特性

図 5, 6 に Tv_2, 3 の各荷重段階におけるひずみの時間変化を示す。各荷重段階で載荷直前のひずみを 0 とした。Tv_3 は 70℃ 代後半の高温で載荷している(図 1)ので、両図を比較することによって、圧密挙動における試験時温度の影響を調べることができる。図 5, 6 から各荷重段階で生じたひずみ量と二次圧密時の傾き($C_{\varepsilon\alpha}$)を求めた(表 1)。表 1 より、高温下で圧密すると各荷重段階で圧縮ひずみが大きくなること、また、二次圧密が促進されることがわかる。

(3)温度変化サイクルによるひずみ挙動

図 7 に Tv_2, 3 の温度変化サイクルによるひずみ挙動を示す。温度変化サイクルを与えてからの最初に 80℃ になったときのひずみを 0 とした。Tv_2 で最初に温度を上昇させたときの圧縮ひずみはその後の温度変化によって生じたひずみより大きい。このように、温度サイクルによるひずみは最初の高温を与えたときに大きく、温度サイクルを繰り返すことでひずみは小さくなると言える。過去に高温を経験した試料は、それより低い温度の変化を受けても生じるひずみは小さい。

4. 結論

- 1) 二次圧密過程で、温度効果によって生じるひずみは時間効果によって生じるひずみより大きい。
- 2) ひずみに対する温度効果は最初の高温の影響が大きく、温度サイクルを繰り返すことで弾性的挙動を呈し始める。
- 3) 高温下で二次圧密が促進される。
- 4) 温度を室温から 70℃ 上昇させることによって、室温のまま約 1 万年間の二次圧密によって生じるひずみを発生させることができる。

参考文献

- 1) 清水・岩成・藤井(1995): 第 50 回土木学会年講, III-139
- 1) 2) 清水・岩成・土井(1996): 土木学会第 51 回学術講演会, 講演概要集, pp.354-356

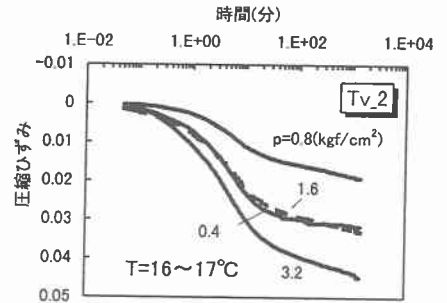


図 5 Tv_2 の圧密特性

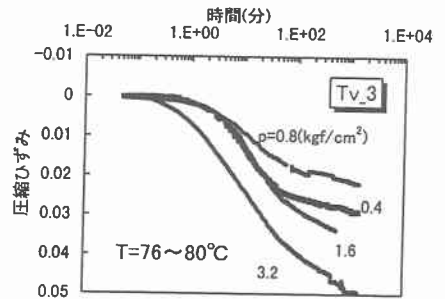


図 6 Tv_3 の圧密特性

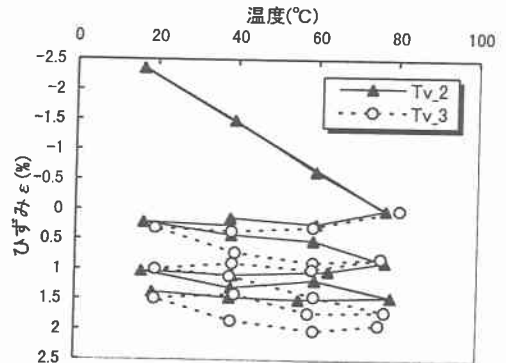


図 7 温度変化サイクルのひずみ挙動