

III-143

飽和粘性土の等方排水クリープ挙動

広島大学工学部 正 員 吉國 洋
 広島大学大学院 学生員 加納誠二
 JR四国 正 員 上野智弘

1. まえがき

一次元圧密に対して構築された吉國¹⁾の弾粘性圧密理論を三次元へ拡張するため、図1のように一般の変形挙動を体積変形とせん断変形に分割して考える。ここで等方応力状態におけるクリープは、せん断応力がないためせん断クリープが存在せず、体積クリープのみが生じ、異方応力状態におけるクリープはせん断クリープと体積クリープを合算したものと考える。本研究はその第一段階として等方応力状態での長期圧密試験を行い、体積クリープに関する基礎データを集めて検討したので以下に報告する。一般の変形

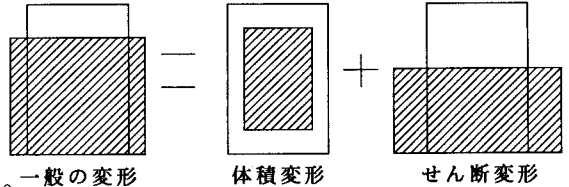


図1 変形の分離の概念

2. 試験方法

三軸セルを使用して長期間（2週間以上）にわたり、圧密荷重0.8, 1.6, 3.2, 6.4Kgf/cm²（78.4, 156.8, 313.6, 627.2kPa）の等方圧密試験を行った。試料には広島県五日市沖で採取し、室内で練り返し、荷重0.5Kgf/cm²（49kPa）で再圧密した粘土（W_L=111.21%, W_P=42.50, I_P=68.71, G_s=2.596）を用いた。

従来の三軸圧密試験では供試体の体積変形を排水量から求めていたが、今回の試験ではレーザーセンサーを用いて側方変位を直接的に測定し体積変化を求めた。供試体を三軸セルにセットした後、荷重0.05kgf/cm²（4.9kPa）の予圧密を行い、その後の最終段階までの荷重増加過程は標準圧密試験とほぼ同じ形式にした。標準圧密試験との相違点は、各ケースとも最終荷重前の二段階を四分割し、載荷時間は四分割した段階を15分、それ以外の段階を30分としたことである。これは最終荷重に近づくにつれて荷重増加率が後の圧密挙動に大きく影響を及ぼすため、また供試体の変形に及ぼす排水方向の影響を小さくするためである。

3. 試験結果および考察

図2は各ケースにおける圧密曲線である。応力レベルに関係なく各ケースともクリープが存在し、クリープ過程の部分は直線的かつ平行で変形は収束しない。これは粘土の骨格構造が体積粘性を有することを示し、その変形の非収束性から粘土はせん断変形だけでなく体積的にも粘性液体であると認識することができる。このクリープ過程の傾きを体積二次

ケース	1	2	3	4	載荷時間
予圧密 (kgf/cm ²)			0.05 ↓ 0.1 ↓ 0.2		30分毎
			0.4 ↓ 0.8	0.4 ↓ 0.8	30分毎
荷重段階 (kgf/cm ²)	0.4 ↓ 0.5 ↓ 0.6 ↓ 0.7	0.4 ↓ 0.5 ↓ 0.6 ↓ 0.7	0.8 ↓ 1.0 ↓ 1.2 ↓ 1.4	1.6 ↓ 2.0 ↓ 2.4 ↓ 2.8	15分毎
		0.8 ↓ 1.0 ↓ 1.2 ↓ 1.4	1.6 ↓ 2.0 ↓ 2.4 ↓ 2.8	3.2 ↓ 4.0 ↓ 4.8 ↓ 5.6	15分毎
最終段階	0.8 78.4	1.6 156.8	3.2 313.6	6.4 627.2	kgf/cm ² kPa

荷重段階表

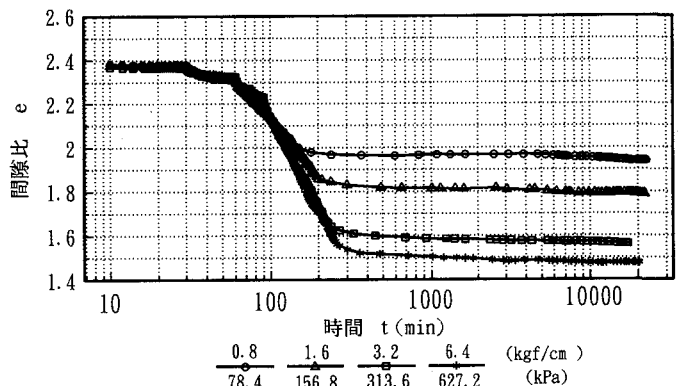


図2 圧密曲線

圧密係数 $C_{\alpha v}$ と定義し、 $C_{\alpha v}$ はほぼ一定でその平均値は 0.0098 である。また一次元長期圧密試験から得られた二次圧密係数 C_{α} は 0.0167 であり、今回の等方圧密試験の $C_{\alpha v}$ よりも大きい。つまり、体積粘性係数は応力比によって異なり、応力比の影響を考慮しなくてはならない。また図 3 は等クリープ速度線を表しており、この線群の傾きが $C_{\beta v}$ である。図より $C_{\beta v}$ はほぼ一定であり、その値は 0.544 である。また一次元長期圧密試験から得られたクリープ速度線群の傾き C_{β} は 0.783 であり $C_{\beta v}$ よりも大きい。

ここで、一次元圧密において C_{α} 、 C_{β} が一定であるとき、間隙比 e 、粘性係数 $\log \eta$ 、有効応力 $\log \sigma'$ を軸とする粘性係数平面が存在する²⁾ ので、 $C_{\alpha v}$ 、 $C_{\beta v}$ が一定であるならば等方圧密においてもその概念が適用でき、図 4 のように $e - \log \zeta - \log \sigma'$ を軸とする体積粘性平面が存在すると考えられる。ここでは体積粘性係数である。しかし、応力比が異なれば $C_{\alpha v}$ 、 $C_{\beta v}$ が異なるため、その平面の位置および傾きも変化すると考えられる。したがって、体積粘性係数 ζ は $\zeta(e, \sigma_m', q/p)$ と定義すると、 e, σ_m', ζ には一義的な関係があり、

$$\log \zeta = C_{\zeta e} \cdot (e_0 - e) + C_{\zeta \sigma_m'} \cdot \log \left(\frac{\sigma_{m0}'}{\sigma_m'} \right) + \log \zeta_0$$

と表される。ここで $C_{\zeta e}$ は σ_m' が一定の直線群の傾きで、 $C_{\zeta \sigma_m'}$ は e 一定の直線群の傾きである。また一次元圧密は $K_0 \approx 0.5$ の圧密であり、粘性係数 η は $\zeta(e, \sigma_m', q/p=0.75)$ と等価であり、等方圧密においては $\zeta(e, \sigma_m', q/p=0)$ である。

4. まとめ

1) 等方応力状態における排水クリープの存在は粘土の骨格構造が体積粘性を持つことを示し、その変形の非収束性からも粘土はせん断変形だけでなく体積的にも粘性液体であると認識することができる。

2) 等方圧密における圧密曲線も応力レベルによらず二次圧密過程の部分は直線的かつ平行であり、 $C_{\alpha v}$ 、 $C_{\beta v}$ は一定である。

3) 一次元圧密における粘性係数平面と同様に、体積クリープにおいても体積粘性係数平面が存在し、 $e, \sigma_m', q/p$ の関数として定義することができる。

今回はとりあえず等方圧密に関する速報を行ったが、その他の応力状態については講演時に示したい。

参考文献

- 吉國 洋(1990):軟弱粘土の圧密曲線と圧縮曲線に対する一つの解釈 (I), 第25回土質工学研究発表講演集, PP. 307~310
- 吉國 洋(1992):軟弱粘土の圧密曲線と圧縮曲線に対する一つの解釈 (V), 第27回土質工学研究発表講演集, PP. 335~338

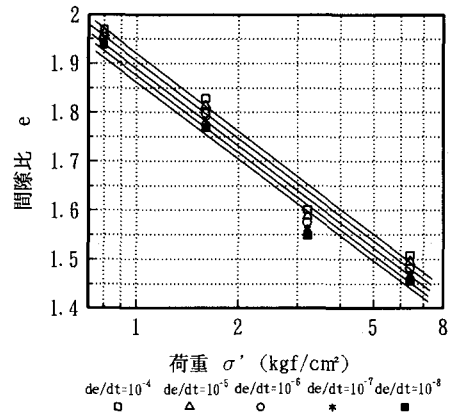


図3 等クリープ速度線群

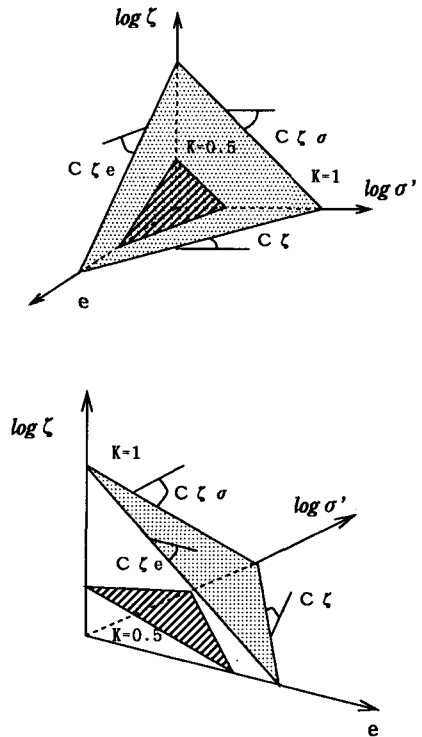


図4 粘性係数平面