

載荷速度が圧密特性値に与える影響に関する実験的研究

琉球大学大学院 学生会員 ○酒井 康司
 琉球大学 正会員 原 久夫

1. はじめに

現行の段階載荷圧密試験法（以下、標準圧密試験とする）は試験を終了するまでに 8 日間要し、土質試験法の中でも最も長時間を要するものの 1 つである。そこで著者らは試験時間の短縮を目的とし、これまでに小型供試体を用いた急速圧密試験に着目し、標準圧密試験と急速圧密試験とで得られる圧密特性値の比較を行ってきた。その結果、標準圧密試験と比べある程度近い値が算出されたものの、課題が残るものとなった¹⁾。その原因としては載荷速度や層厚が標準圧密試験と比べて異なることが考えられるが、本文では載荷速度の圧密特性値への影響について述べる。具体的には、層厚 2cm、1 段階の載荷時間を 30 分とした急速圧密試験と標準圧密試験とで得られる圧密特性値の比較を行う。

2. 試料および試験方法

本試験で用いた試料は予圧密圧力 54kN/m² で再圧密した島尻粘土¹⁾であり、標準圧密試験の層厚である 2cm（供試体名 2cm24h No.1~No.6, 2cm30min No.7~No.12）の試料を計 12 個準備し、それぞれ試験を行った。以下では、層厚 2cm の供試体を用いて行った急速圧密試験を 2cm30min 試験とする。標準圧密試験は JIS の規格に従い行ったが、急速圧密試験の場合、載荷速度を 48 倍に変更して行っている。

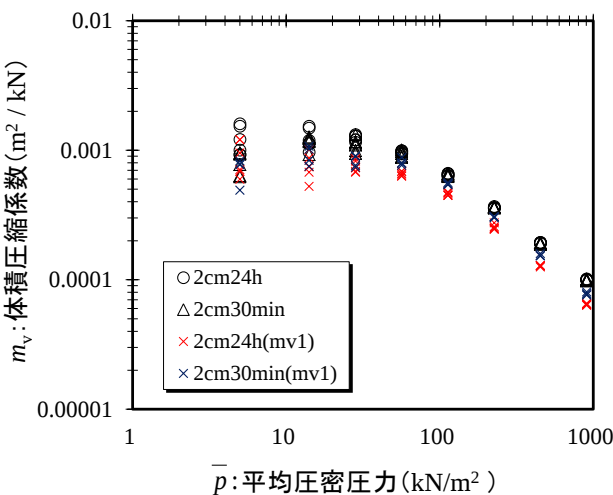


図 1 平均圧密圧力と体積圧縮係数

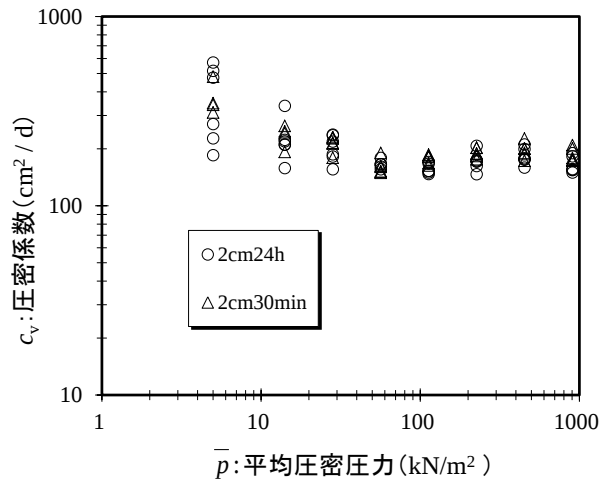


図 2 平均圧密圧力と圧密係数

表 1 圧密特性値(平均値)

試験名	$\bar{p}$ (kN/m ²)	m_v (m ² /kN)	m_{v1}^* (m ² /kN)	c_v (cm ² /d)	t_{c1} (min)	t_{c2} (min)	$c_{\alpha 1}$	$c_{\alpha 2}$
2cm24h	56.6	9.65E-04	6.58E-04	165	6.33	36.1	0.00738	0.00377
$c_c=0.368$	113.1	6.46E-04	4.60E-04	156	6.67	36.3	0.00815	0.00439
$p_c=50.9$	226.3	3.59E-04	2.54E-04	171	5.00	33.3	0.00906	0.00435
	452.5	1.93E-04	1.28E-04	182	3.00	28.1	0.01017	0.00497
	905.1	1.00E-05	6.45E-05	164	3.00	31.4	0.01063	0.00457
2cm30min	56.6	9.39E-04	8.05E-04	160	8.00		0.00668	
$c_c=0.368$	113.1	6.45E-04	5.50E-04	177	5.00		0.00869	
$p_c=48.1$	226.3	3.62E-04	3.05E-04	190	3.50		0.00935	
	452.5	1.91E-04	1.55E-04	196	3.00		0.00978	
	905.1	9.91E-05	7.77E-05	184	3.00		0.01037	

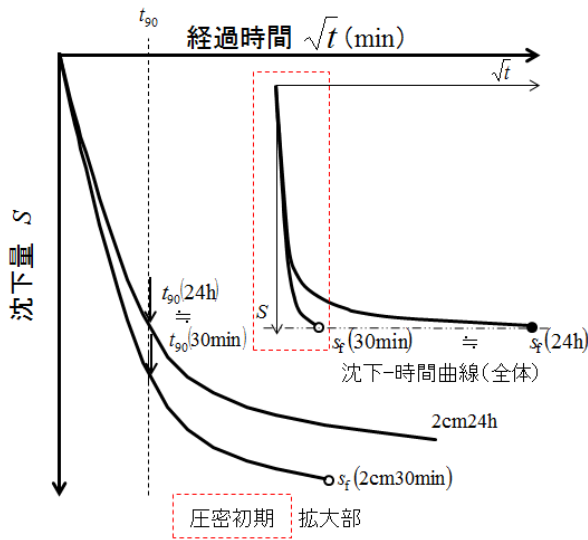


図3 載荷速度が異なる場合の圧密過程（7段階目）

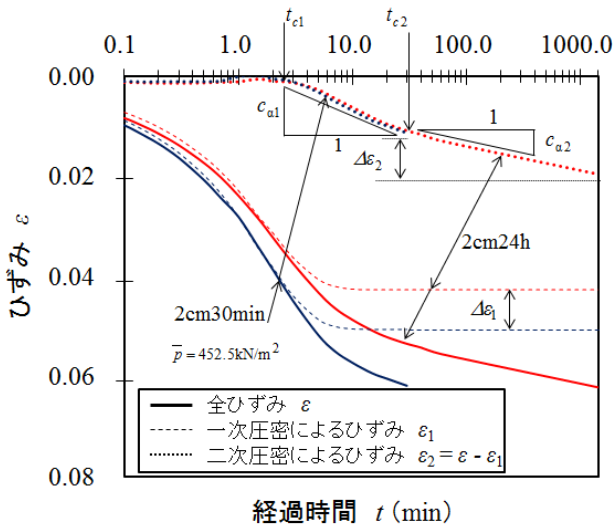


図4 各試験（7段階目）におけるひずみ

3. 試験結果

各試験結果をまとめて表1に示す。

3.1 圧密特性値

圧密開始時および $t=t_{90}$ 時のダイヤルゲージの読みを d_0 、 d_{90} とすると一次圧密終了時の読み d_{100} は式(1)となる。この一次圧密による沈下量 ΔH_1 に対して定義した体積圧縮係数を式(3)で表し、本論文では m_{v1} （一次圧密体積圧縮係数）と記す。図1に各試験で得られた $\bar{p}-m_{v1}$ 関係を試験ごとにまとめて示している。図2には同様にして $\bar{p}-c_v$ 関係を示す。

$$d_{100} = d_0 + \frac{10}{9}(d_{90} - d_0) \quad \dots (1)$$

$$\Delta H_1 = (d_0 - d_{100}) \frac{1}{1000} \quad (\text{cm}) \quad \dots (2)$$

$$m_{v1} = \frac{\Delta H_1}{H} \Delta p \quad \dots (3)$$

図3に示すように、正規圧密領域の各段階において載荷時間が30分の場合のひずみ $\epsilon_f(30\text{min})$ と24時間のひずみ $\epsilon_f(24\text{h})$ がほぼ等しくなった。また2cm30min試験の場合、圧密初期において標準圧密試験と比べ沈下量が増し、沈下曲線の形状が異なるものとなるが、 $\sqrt{t}$ 法により t_{90} を算出すると標準圧密試験に近い値となる結果となった。

3.2 一次圧密と二次圧密の分離

実験では、一次圧密ひずみと二次圧密ひずみを分離して測定できない。そこで本論文では、二次圧密は圧密開始時から生じているものとし、二次圧密ひずみ ϵ_2 を以下のように仮定した。

$$\epsilon_2 = \epsilon - \epsilon_1 \quad (4)$$

ϵ は全ひずみであり、 ϵ_1 は一次圧密体積圧縮係数 m_{v1} と c_v から規定される一次圧密ひずみである。

$$\epsilon_1 = 4pm_{v1}U \quad (5)$$

また、ひずみはすべて対数ひずみである。図4は7段階目の試験結果の代表例を示しており、2cm30min試験、2cm24h試験における全ひずみ ϵ を ϵ_1 、 ϵ_2 に分離して示したものとなっている。 ϵ_2 は図4に示すように2本の直線関係となり、前半部 ($t < t_{c2}$) の勾配を c_{a1} 、後半部の勾配を c_{a2} としており、 t_{c1} 、 t_{c2} はそれぞれの勾配の開始時刻となっている。図4に示すように載荷速度を速めると一次圧密比 r が大きくなる。また二次圧密ひずみ ϵ_2 においては、 $t < t_{c2}$ まで同じ経路を辿っており、二次圧密の挙動は載荷速度に依存していないと考えられる。この関係は表1に示すように各段階においても同様の傾向が見られた。

4. まとめ

載荷速度を速めて1段階の載荷時間を30分とした場合、標準圧密試験と比べ一次圧密量 ϵ_1 は大きくなり、また載荷時間が短いため二次圧密量 ϵ_2 は小さくなるが、全体としてのひずみ ϵ が同程度となる。この関係が正規圧密領域の各段階で得られるので、結果的に標準圧密試験と比べ同程度の圧密特性値となる。

参考文献

- 1) 酒井康司, 原久夫: 再圧密粘土の小型供試体を用いた急速圧密試験の適用性に関する実験的研究, 土木学会第66回年次講演会/III - 343, P685-686, 2011