

定ひずみ速度圧密試験による飽和粘性土の圧縮・圧密特性 - 温度と圧縮速度の影響 -

鳥取大学 正会員 清水 正喜
鳥取大学大学院 学生会員 ○東野 圭悟

1. はじめに

繰り返し再圧密した飽和粘性土に対して、温度と圧縮速度を変えて定ひずみ速度圧密試験を行い、結果を JIS および著者らの提案する方法¹⁾で解析し、圧縮・圧密特性に対する温度と圧縮速度の影響について考察した。

2. 試料および試験方法

試料は 75 μ m ふりを通過させた藤森粘土である。液性限界の 2 倍の含水比で十分に繰り返し、大型 1 次元圧密容器で 73.4kPa まで圧密した。試料は非有機質土で、その主な物理的性質は、 $\rho_s=2.646\text{g/cm}^3$ 、シルト分=66%、粘土分=34%、 $w_L=64.9\%$ 、 $w_p=35.1\%$ 。ただし、 ρ_s は室温 (20) での値であり、それ以外の温度における値は測定した熱膨張率 $\alpha_s (=2.78\times 10^{-4} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1})$ を用いて補正した。 α_s は水の熱膨張率 ($2.256 \times 10^{-4} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$) とほぼ等しい。

用いた定ひずみ速度圧密試験装置はセル内及び供試体内温度を一定に制御できる²⁾。また、周面摩擦の測定及び段階載荷圧密が可能である。間隙水压は供試体底面で測定した。

表 1 試験条件

r(%/min)	T ()		
	20	45	75
0.01	○	○	○
0.05	○	○	○
0.1	○	—	—
0.25	○	○	○
0.75	○	○	○

試料を高さ 2cm、直径 6cm の円柱に整形し、供試体とした。セル圧 100kPa を作用させ供試体の飽和度を高めた後、20kPa の定荷重で予圧密した。その後、試験条件によっては所定の温度で加熱した。加熱後、所定の圧縮速度で圧密した。試験条件を表 1 に示す。T はセル水の設定温度を表す (ただし、T=20 は室温での試験)。圧縮速度 r は JIS の推奨値 ($r=0.05\%/min$) を基準に決定した。

定ひずみ速度圧密試験結果から圧縮・圧密に関する構成パラメータを推定する方法として JIS の解析法と清水らが提案する解析法¹⁾ (改良法)を用いた。改良法では供試体上面および底面の有効応力 (σ'_u , σ'_b) が必要であるが、ここでは、JIS 法と同様、 $\sigma'_u=p_u$, $\sigma'_b=p_u-u_b$ で表した (p_u : 上面の圧縮応力, u_b : 底面間隙水压, $S(p_u)$ 法と呼ぶ)。また、解析の精度を上げるためデータの取捨選択³⁾を行った。

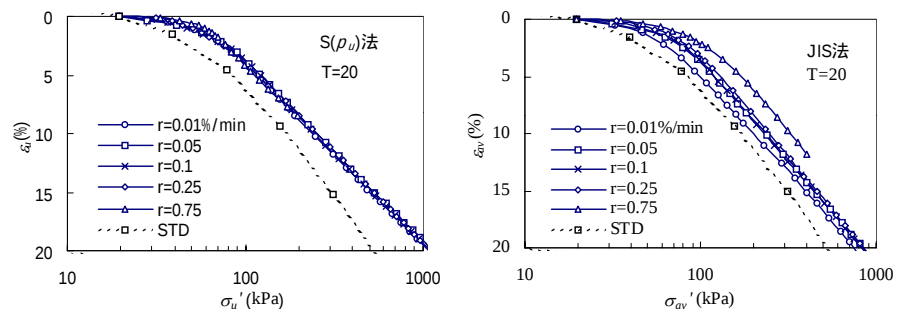
3. 結果と考察

(1) 圧縮性について

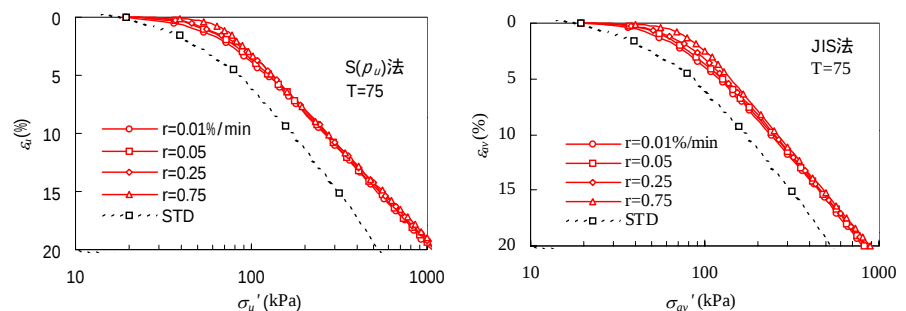
有効応力-ひずみ関係に対する圧縮速度の影響を調べる (図 1, 2)。図 1 は T=20 , 図 2 は T=75 の結果で、各図の(a)は $S(p_u)$ 法の、(b)は JIS 法の解析結果である。比較のため室温で行った標準圧密試験の結果(STD)も示した。

室温では、JIS 法による圧縮曲線は、圧縮速度が大きいくほど右にシフトするように圧縮速度の影響を強く受けるが、 $S(p_u)$ 法の場合は速度の影響を受けていない(図 1)。温度が高ければ、解析法の違いによらず圧縮曲線に対する圧縮速度の影響は顕著でない(図 2)。

このように圧縮特性に対する圧縮速度の影響が解析法によって異なった。JIS 法では定常状態が仮



(a) $S(p_u)$ 法 (b) JIS 法
図 1 有効応力 - ひずみ関係 (T=20)



(a) $S(p_u)$ 法 (b) JIS 法
図 2 有効応力 - ひずみ関係 (T=75)

キーワード 定ひずみ速度圧密試験, 粘性土, 速度効果, 熱的性質

連絡先 〒680-8552 鳥取市湖山町南 4 丁目 101 鳥取大学工学部土木工学科 TEL : 0857-31-5290

定されており、温度が低い場合には、圧縮速度が大きいほどその仮定が適合しなくなるためと考えられる。高温下では供試体の透水性が高くなり、過剰間隙水圧の発生が抑えられたため、大きい圧縮速度であってもその仮定の適合度が増したと考えられる。

三笠法によって決定した圧密降伏応力 p_c と圧縮速度の関係を図 3(a) と(b) に示した。まず、両図を比較して、どの試験においても JIS 法による p_c が大きいことがわかる。次に、 $S(p_u)$ 法の場合、温度が同じならば、最も大きい圧縮速度の場合を除いて、 p_c はほぼ一定になった。一方、JIS 法の場合、高温では $S(p_u)$ 法と同様の傾向があるが、温度が低いときには圧縮速度の影響を強く受けている、即ち、圧縮速度が速いほど p_c が大きくなった。このように、 p_c は圧縮曲線に対する試験条件および解析法の影響を反映した結果となった。なお、どちらの解析法でも p_c は先行圧密圧力 (73.5kPa) より大きい。

(2) 透水係数について

$S(p_u)$ 法によって得た供試体上面での透水係数と間隙比の関係を図 4(a) と(b) に示す。(a) は $r=0.05\%/min$ の場合で温度の影響を、(b) は $T=20$ の場合で圧縮速度の影響を示す。図 4(a) より温度が高くなるほど透水係数が大きくなる。高温ほど間隙水の粘性が低下するためと考えられる。この傾向は他の圧縮速度でも、また、JIS 法の結果でも同様であった。図 4(b) より、 $r=0.25\%/min$ 以上の圧縮速度で、特に間隙比が大きい圧縮開始直後で、透水係数が大きく推定された。圧縮速度が速いほど供試体全体の平均的な間隙比が大きいためであると考えた。

(3) 圧密係数について

圧密係数 c_v と有効応力の関係の一例を図 5 に示す。 c_v は、透水係数と同様に、温度が高いほど大きい。ただし、 $T=20$ の場合においても STD の結果より大きいことが特徴的である。同じ条件で圧縮曲線が STD とは異なっていた (図 1) ことを反映している。

4. 結論

(1) 本研究で用いた試料(非有機質土)はいずれの温度でも圧縮特性に対する圧縮速度の影響は顕著には現れなかった。ただし、JIS 法で解析すると低温において圧縮速度の影響が強く現れた。JIS 法に設けられた定常状態の仮定の影響が大きいと考えられる。(2) 透水係数は、解析法によらず、温度が高いほど大きくなる。また、高速で圧縮すると低速の場合より大きく推定された。(3) 圧密係数は透水係数と似た傾向であったが、標準圧密試験で求めた値よりも大きくなった。

参考文献：1) 清水・辻・檜原(1993)：定ひずみ速度圧密試験結果の整理法の提案，第 28 回地盤工学研究発表会，pp.417-418。2) 清水・東野(2005)：飽和粘性土の定ひずみ速度圧密試験—温度と圧縮速度の影響—，第 40 回地盤工学研究発表会，pp.345-346。3) 清水・遠藤(2002)：定ひずみ速度圧密試験における測定精度の影響に関する研究，鳥取大学工学部研究報告，Vol.33，pp.33-40。

