

## 有明粘土の圧密特性に及ぼす温度の影響

日田林工高等学校 正員・佐々木茂彦  
九州大学工学部 正員・山田豊穂  
同上 正員・若合英俊  
同上 正員・林 重徳

## 1. はじめに

粘土の圧密特性は、温度の影響を受ける。前者らは、無機質で活性度の低い市販のカオリンと活性度の高いベントナイトについて、中・高圧域における標準圧密試験を行ない、圧密諸係数に及ぼす温度の影響を実験的に明らかにしてきた<sup>1)~3)</sup>。その結果、低活性粘土の圧密諸係数は、温度上昇により過圧密領域では増加し、正規圧密領域では減少する傾向を示す。高活性粘土の場合には、過圧密及び正規圧密領域にかかわらず温度上昇により沈下量が増し、沈下速度が減少する。等の知見が得られた。本研究は、有機質を含み比較的活性度の高い有明粘土を用いて、同様の試験を行ない、圧密諸係数に及ぼす温度の影響を調べたものである。

## 2. 試料及び実験方法

実験に使用した有明粘土の物理的性質は、表-1に示すとおりである。試料は、420  $\mu\text{m}$ ふるいにより裏ごしし、蒸留水を加えスラリー状にして、モールド内に詰め、 $1.2 \text{ kgf/cm}^2$ の先行荷重で約5週間予圧密した。除荷後の養生、圧密試験装置及び試験方法は、前報<sup>1)</sup>と同様である。供試体の初期状態の平均値は、含水比 96.4%、湿潤密度  $1.45 \text{ g/cm}^3$ 、間隙比 2.41 である。

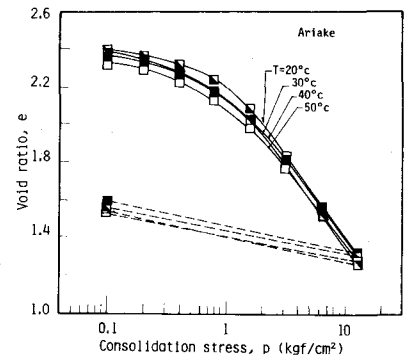
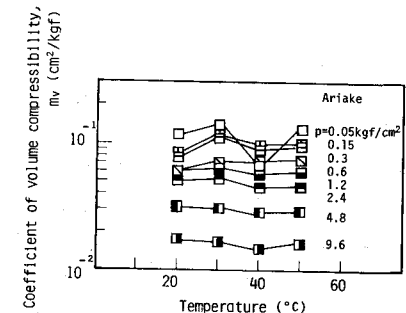
## 3. 試験結果と考察

## 3.1. 圧密諸係数と温度の関係

圧密データ整理し、各試験温度における圧密諸係数を比較検討する。 $e \sim \log p$  曲線は、温度によって変化するが、圧縮指数  $C_c$  は、あまり影響を受けない(図-1)。体積圧縮係数  $m_v$  については、温度の影響がほとんど認められず、過圧密領域の 20~30  $\text{kgf/cm}^2$  にあり、やや増加している程度である(図-2)。圧密係数  $C_u$  は、過圧密領域では温度上昇とともに減少する傾向にあるが、正規圧密領域では温度上昇に伴って顕著に増加する(図-3)。透水係数は、 $C_u$  の関数であるから、ほぼ  $C_u$  と同様の傾向を示し、正規圧密領域において温度上昇とともに、その値は、顕著に大きくなる。二次圧密は、一種のクリープ現象と解釈されるので、二次圧密係数  $\alpha$  は、温度上昇により小さくなると思われる<sup>4)</sup>。ところが、図-4の  $\alpha$  は、温度上昇に伴って、過圧密領域ではやや増加し、正規圧密領域では逆に減少する。この現象は、活性度が高く構造水の排出に長時間要することと、低温にはほとんど水の活性化エネルギーが大となるためと考えられる。しかも本実験では、載荷時間が24時間と短いため温度上昇に伴って減少する傾向が一段強く現われるものと推察される。結論づけるには、単一載荷方式で長時間実験し、検討を要する。

表-1 有明粘土の物理的性質

| Sample            | Ariake clay |
|-------------------|-------------|
| Liquid limit (%)  | 125.8       |
| Plastic limit (%) | 48.9        |
| Plasticity index  | 76.9        |
| Silt (%)          | 32          |
| Clay (%)          | 68          |
| Specific gravity  | 2.51        |
| Activity          | 1.79        |

図-1  $e \sim \log p$  曲線図-2  $m_v$  と温度の関係

のこ、今後の課題である。

### 3. 2. 水の粘性係数の影響

水の粘性は、温度上昇により減少する。温度下、 $\mu$  における透水係数を  $k_1, k_2$ , 粘性係数を  $\mu_1, \mu_2$  及び水の密度を  $\rho_1, \rho_2$  とすると、動粘性係数  $\nu_1, \nu_2$  は、定義により、

$$\nu_1 = \mu_1 / \rho_1, \quad \nu_2 = \mu_2 / \rho_2 \quad \text{----- (1)}$$

であるから、

$$k_1 / k_2 = \nu_2 / \nu_1 \quad \text{----- (2)}$$

の関係がある。一方、各々の温度における圧縮係数と体積圧縮係数と、それぞれ  $C_v, C_v$  と  $m_v, m_v$  とすれば、

$$C_v = k_1 / (\rho_1 \cdot m_v), \quad C_v = k_2 / (\rho_2 \cdot m_v) \quad \text{--- (3)}$$

となる。(3)式の  $C_v$  を  $k_2$  で表示すると、(2)式の関係から

$$C_v = \{(\nu_2 / \nu_1) \cdot k_2\} / (\rho_1 \cdot m_v) \quad \text{----- (4)}$$

となり、(4)式と(3)式の  $C_v$  で除すると次式が得られる。

$$C_v / C_v = (\nu_2 / \nu_1) / \{\rho_1 \cdot m_v / (\rho_2 \cdot m_v)\} \quad \text{---- (5)}$$

(1)式の関係と(5)式に代入すると、

$$C_v / C_v = \{(\mu_2 / \rho_2) / (\mu_1 / \rho_1)\} / \{(\rho_1 \cdot m_v) / (\rho_2 \cdot m_v)\}$$

ゆえに、

$$C_v / C_v = (\mu_2 \cdot m_v) / (\mu_1 \cdot m_v) \quad \text{----- (6)}$$

となる。3. 1. で述べたように、 $m_v$  は、温度の影響をほとんど受けないので、 $m_v = m_v$  とみなすことができ、(6)式は、

$$C_v / C_v = \mu_2 / \mu_1 \quad \text{----- (7)}$$

となる。(7)式を用いて、 $15^\circ\text{C}$  における  $C_v$  に補正した結果  $C_{vs}$  を図-5に示す。有明粘土の正規圧縮領域での  $C_v$  に及ぼす  $\mu$  の影響は、(7)式によって、かなりの程度まで評価できようである。

### 4. まとめ

有明粘土並びに先に報告したカオリン及びベントナイトの圧縮特性に及ぼす温度の影響は、次のように要約される。

温度上昇により沈下速度が速くなるが、トータル沈下量にはあまり影響しない。圧縮現象に及ぼす温度の影響は、塑性変位に有機質・無機質により異なる。カオリンの過圧縮領域と有明粘土の正規圧縮領域の  $C_v$  は、温度上昇による  $\mu$  の影響を(7)式で評価できる。ベントナイトは、 $\mu$  の影響よりも分散層に支配される。このため、温度の変化が、土粒子・水相界面の物理学的現象に、どのような影響を及ぼすかが課題である。

### 参考文献

- 1) 土研・土研・土研・林(1984); 土木学会第27回講演会要集, III-43, PP. 360-361
- 2) 同上; オペラ国土工学研究発表会, PP. 231-234
- 3) 同上; 九州大学工学集報, Vol. 57, No. 4, PP. 415-422
- 4) G. Mesri (1973); Coefficient of Secondary Compression, Proc. ASCE, Vol. 103, SM1, PP. 123-137

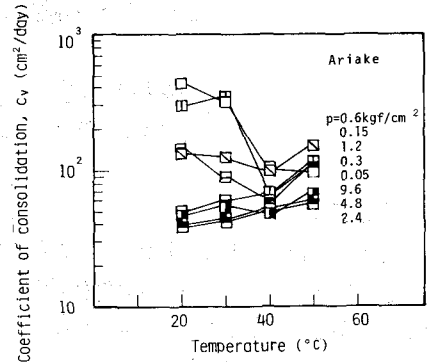


図-3  $C_v$  と温度の関係

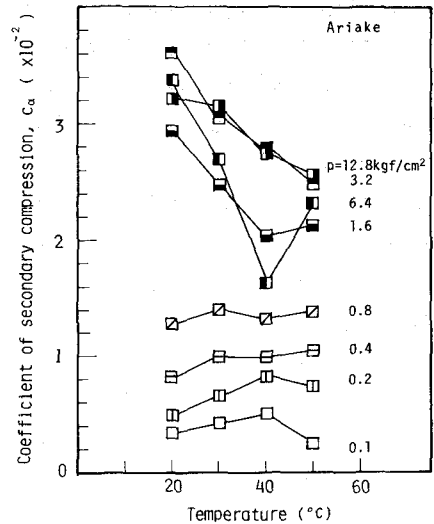


図-4  $C_a$  と温度の関係

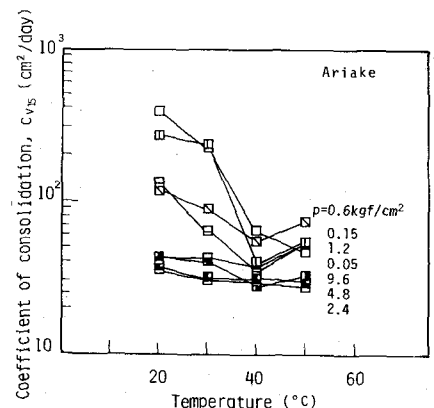


図-5  $15^\circ\text{C}$  における  $C_v$  の補正值