

## 特殊圧密試験装置を用いた有効応力緩和挙動

広島工業大学 正会員 吉國 洋  
中電技術コンサルタント 正会員 ○村上公亮

### 1) はじめに

本研究は軟弱粘性土の二次圧密特性である有効応力緩和挙動を特殊圧密試験装置を用いて、 $\log \sigma' \sim \log t$  平面上に有効応力緩和曲線として表し、その傾きが一定であり吉國<sup>1)</sup>の言う有効応力緩和定数  $C_\delta$  を確認することを目的に行っている。また合わせて二次圧密定数  $C_\alpha$  も同様に求めている。

### 2) 試験方法

使用した特殊圧密試験装置は図1に示すものであり、ペロフラムシリンダーを用いた圧密圧力制御方式の試験機であり、自動計測が可能である。圧密荷重としては  $0.5\text{kgf/cm}^2(49\text{kPa})$ 、 $1.0\text{kgf/cm}^2(98\text{kPa})$ 、 $3.0\text{kgf/cm}^2(294\text{kPa})$ 、 $6.0\text{kgf/cm}^2(588\text{kPa})$  でそれぞれ応力緩和試験とクリープ試験を行った。なお本試験は自由排水で行っているが供試体高さが  $2\text{cm}$  と薄いため有効応力=全応力としている。今回用いた試料は岩国沖の沖積粘性土を不攪乱の状態で使用した。その力学特性は表1に示す通りである。

表1 試料の力学的性質

| 試料番号   | 土粒子密度 | 湿潤密度  | 乾燥密度  | 自然含水比 | 間隙比   |
|--------|-------|-------|-------|-------|-------|
| I16-6  | 2.694 | 1.672 | 1.043 | 60.3  | 1.584 |
| I65-4  | 2.635 | 1.733 | 1.197 | 45.9  | 1.228 |
| I65-7  | 2.662 | 1.688 | 1.276 | 41.2  | 1.125 |
| I65-13 | 2.655 | 1.619 | 1.012 | 60.4  | 1.634 |
| I65-16 | 2.652 | 1.562 | 0.910 | 71.6  | 1.917 |
| I65-22 | 2.607 | 1.631 | 1.029 | 61.6  | 1.608 |

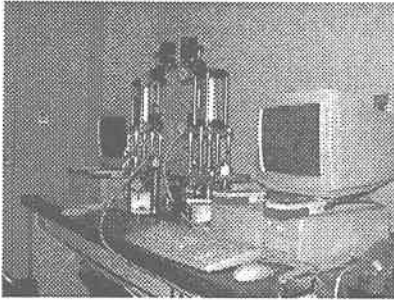


図1 特殊圧密試験装置

### 3) 試験結果

特殊圧密試験装置で行った試験結果を以下に示す。図2はクリープ試験結果で図3は応力緩和試験結果である。図2のクリープ試験結果より過剰間隙水圧の消散に約10程度かかっていることが分かる。そこで応力

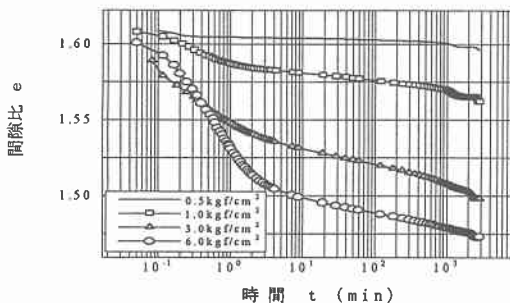


図2 クリープ試験結果

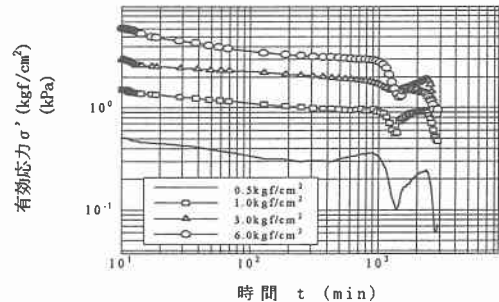


図3 応力緩和試験結果

緩和試験は圧密荷重を10間の先行荷重としてかけた後に行ったので図3は10分からの結果を示した。この図2と図3から分かるように二次圧密曲線と有効応力緩和曲線は存在しそれぞれの圧密荷重ごとに平行な関係を示している。また、この試験は1440分の載荷時間で行っている。従来から言われているように二次

圧密定数は過剰間隙水圧消散後、有効応力一定の状態で生じるクリープ速度のことであるが、ここで示したように長期圧密試験を行わなくとも、その値を求めることが出来る。さらに、有効応力緩和定数については周辺環境の影響が幾分含まれているが、有効応力緩和曲線として平行な直線群を確認できる。

特殊圧密試験の結果で二次圧密定数  $C_\alpha$  についてまとめたものが図4で有効応力緩和定数についてまとめたものが図5である。

図4中のI65-22の3.0kgf/cm<sup>2</sup>の値のみが大きく異なるがその他の値についてはおよそ一定し荷重の増加に伴い緩やかに増加している。これは粘性土に対する圧密荷重が大きくなるにつれてひずみ速度が早くなっている事になる。即ち圧密荷重の大きなものほど粘性的であり、柔らかいことになる。その関係にはいわゆる過圧密領域と正規圧密領域の違いは依存していない。さらに、クリープ変形の裏現象である有効応力緩和挙動についても図5に示すように、その値は若干のばらつきはあるがほぼ一定値を示している。この事は圧縮曲線上において与えられた荷重に対して、どの荷重条件のときにも緩和する割合が対数に対して一定であることを示している。即ち図4同様、いわゆる過圧密領域と正規圧密領域には違いはなく、両領域に有効応力緩和挙動が存在することを示している。さらに吉國が示した二次圧密定数  $C_\alpha$  と有効応力緩和定数  $C_\delta$  の関係について図6にまとめると、圧縮曲線上において有効応力緩和量とクリープ変形量はそれぞれの大きさが各定数  $C_\alpha$  と  $C_\delta$  に相当し、両定数の同一時間での関係を  $C_\beta = C_c$  であることを考慮して整理すると次式で表せる。

$$C_\delta = \frac{C_\alpha}{C_c} \quad (1)$$

この(1)式の関係から、定ひずみ速度試験機から求まる圧縮曲線上の値により各圧密定数を導くことが出来る。

ここで、今回特殊圧密試験でもとめた圧密諸定数と従来からの方法で求めた実測値の圧密定数とで比を取り比較すると図7となる。二次圧密曲線群や圧縮曲線群が平行関係にあることを考えると(1)式の関係より図7中の1の実線になるはずだが、比をとった直線は1以下の値を取っている。測定値と実測値を比べると  $C_\alpha$  の測定値が小さめに現れていることが原因と考えられる。この事は特殊圧密試験からの結果は従来方法よりひずみ速度が小さく出ていることになる。

#### 4) まとめ

今回行った試験によって有効応力緩和定数  $C_\delta$  の存在が明らかになった。さらにいわゆる過圧密領域と正規圧密領域の区別なく、クリープ変形と応力緩和現象は存在することも合わせて明らかになった。今後の課題としては試験精度の向上と充実によって、有効応力緩和定数  $C_\delta$  の決定と合わせて圧密諸定数の決定により、式(1)より重複的にその値を検討する必要がある。さらに短期間の圧密試験方法の確立も重要な課題となる。

#### 【参考文献】

吉國洋(1995);軟弱粘土の圧密曲線と圧縮曲線に対する一つの解釈(XI),第30回土質工学研究発表会論文集,pp.425-428.

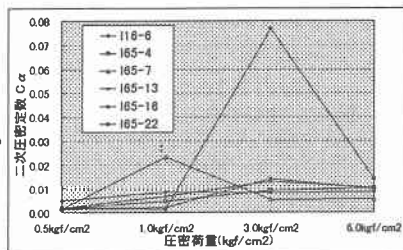


図4 特殊圧密試験結果 ( $C_\alpha$ )

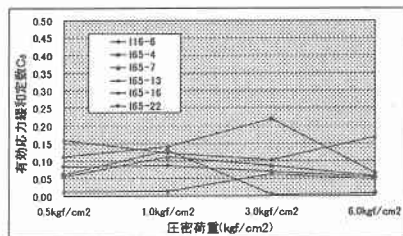


図5 特殊圧密試験結果 ( $C_\delta$ )

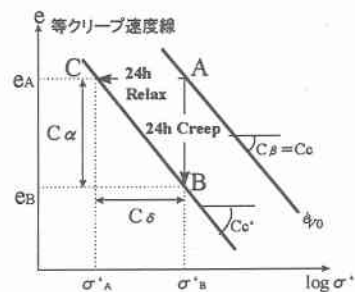


図6 圧縮曲線

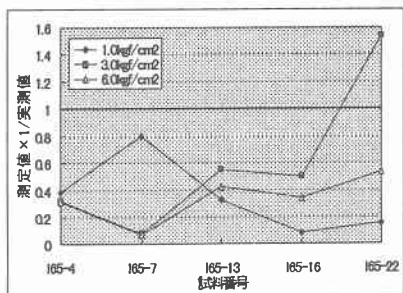


図7 従来の試験との比較