

# III-160

## 高有機質土地盤のプレロード除荷後の膨張量について

鹿島建設（株）技術研究所 ○正会員 深沢栄造

同上

正会員 橋 信之

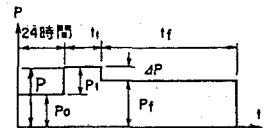
### 1. はじめに

筆者らは、プレローディング工法で地盤改良した軟弱粘性土地盤の長期沈下予測法と、これの経済的な抑止工を提案することを目標として実験的研究をすすめている。これまでの実験研究で、プレロードによって地盤を過圧密状態にしても、時間が経過すると再沈下すること、沈下速度はプレロード載荷時間と過圧密比に関係することを示した<sup>1)~2)</sup>。ここで、圧密圧力除荷後の地盤挙動についてみると、除荷直後に発生する地盤膨張（リバウンド）を推定することは、造成後に行われる地下埋設の諸設備工事の設計・施工において重要な事項であるが、未だ、設計・施工面で十分使用できるような予測法は確立されていないのが現状である。そこで、今回は、高有機質土地盤における盛土造成工事を対象にして実施した“室内の載荷・除荷長期圧密試験”の結果をとりまとめ、

プレロード除荷後の膨張現象について検討し、膨張量の予測式を提案した。そして、実際の盛土造成工事現場の計測データと対比したので、これらの結果について報告する。

### 2. 試験方法

室内の載荷・除荷長期圧密試験は、図-1に示すようにP<sub>0</sub>荷重で正規圧密した試料に、P<sub>1</sub>の新規荷重を載荷し、t<sub>1</sub>時間圧密したのちΔPの荷重を除荷して、その後の試料の沈下状況について調べたものである。試験に供した土試料は千葉F市から採取した自然含水比(W<sub>n</sub>)=850%の腐植土（試料-Hで表示）、茨城M町から採取のW<sub>n</sub>=640%の腐植土（試料-M）、神奈川I市から採取のW<sub>n</sub>=450%の腐植土（試料-L）の3種類である。試料の代表的な土性値を表-1に示す。圧密試験は、JISの標準圧密試験機を用いて行った。試験ケースを表-2に示す。なお、t<sub>1</sub>=60分は、一次圧密を十分に終了させるに必要な時間として決めたものである。



P<sub>0</sub> : 初期荷重→0.05 kgf/cm<sup>2</sup>からP<sub>0</sub>までは24時間、標準載荷  
P<sub>1</sub> : 過載荷重→プレロードに相当する荷重、P<sub>0</sub>の上に載荷した荷重  
t<sub>1</sub> : P<sub>1</sub>の載荷時間  
ΔP : (P<sub>0</sub>+P<sub>1</sub>)の状態から除荷した荷重  
P<sub>f</sub> : ΔP除荷後の荷重  
t<sub>f</sub> : P<sub>f</sub>の載荷時間、20~30日間

図-1 載荷・除荷圧密試験方法

### 3. 試験結果及び結果の検討

試験結果を図-2~4に示す。図-2は、試験ケース1の圧密圧力除荷後の時間～膨張関係を示したものである。この図から、除荷後の試料の挙動は、一般に言われているように時間の経過と共に膨張がすすみ、最大回復点（図中↓印）に達したのち、平衡状態を示している。ここで、この除荷後の時間～回復曲線及び最大回復量（以下、膨張量：S<sub>n</sub>で示す）に影響を及ぼす要因としては、土の種類、圧密圧力、圧密時間、除荷荷重などがあげられる。今回の試験結果から、これらの要因のうち土の種類、圧密圧力及び除荷荷重とS<sub>n</sub>との関係についてみると、図-3~4に示すように、①同一荷重条件であると、試料の種類の違い（今回試験ではW<sub>n</sub>=850%、640%、450%の3種類の高有機質土）によるS<sub>n</sub>の差はほとんどなく、ほぼ同程度の値を示す（図-3）、②同じ圧密圧力（P）であると、除荷荷重ΔPが大きい程、S<sub>n</sub>は大きい（図-4）、また同じΔPであると、Pの値が小さい程S<sub>n</sub>は大きい（図-4）、などのことが言える。なお、ここには示していないが、t<sub>1</sub>を15分か

表-1 試料の代表的土性値

| 試料名称 | 比重 G | 含水比 W <sub>n</sub> (%) | コンシステンシー W <sub>L</sub> (%) | Ip  | 液性指数 LL (%) | 塑性指数 PL (%) | 圧縮指数 Cc | 圧縮率 mv (%) |
|------|------|------------------------|-----------------------------|-----|-------------|-------------|---------|------------|
| H    | 1.61 | 850                    | 686                         | 417 | 65          | 81          | 0.18    | 10.9       |
| M    | 1.72 | 640                    | 541                         | 448 | 53          | 56          | 0.08    | 7.3        |
| L    | 1.91 | 450                    | 433                         | 249 | 33          | —           | 0.25    | 4.6        |

表-2 試験ケース一覧表

| 試験ケース | 試料名称 | 含水比 W <sub>n</sub> (%) | P (kgf/cm <sup>2</sup> ) | t <sub>1</sub> (分) | ΔP (kgf/cm <sup>2</sup> ) | OCR  | 試験個数 (個) |
|-------|------|------------------------|--------------------------|--------------------|---------------------------|------|----------|
| 1     | H    | 850                    | 0.8                      | 60                 | 0~0.4                     | 1~2  | 5        |
| 2     |      |                        | 0.8                      | 60                 | 0~0.75                    | 1~16 | 9        |
| 3     | M    | 640                    | 0.8                      | 60                 | 0~0.4                     | 1~2  | 10       |
| 4     |      |                        | 0.8                      | 60                 | 0~0.75                    | 1~16 | 9        |
| 5     | L    | 450                    | 1.6                      | 60                 | 0~0.8                     | 1~2  | 5        |
| 6     |      |                        | 0.8                      | 60                 | 0~0.4                     | 1~2  | 8        |
| 7     |      |                        | 0.4                      | 60                 | 0~0.2                     | 1~2  | 5        |

ら4320分の範囲で変化させた試験で、圧密時間と $S_R$ との関係は、はっきりした相関はみられないという結果<sup>2)</sup>を得ている。

圧密圧力除荷後の膨張量の推定には、いくつかの方法が考えられているが<sup>3)~4)</sup>、ここでは、圧密沈下量の算定に用いる体積圧縮係数( $m_v$ )の算定方法と同じ方法で、膨張時の体積圧縮係数( $\Delta \epsilon_R / \Delta P : m_{vR}$ で表示、 $\Delta \epsilon_R$ ：膨張ひずみ)を求め、この $m_{vR}$ の値と $P$ 及び $\Delta P$ との相関関係から、膨張量の推定を試みた。

図-4の試験結果を用いて、 $m_{vR}$ を求め、 $P$ をパラメータとして $\Delta P$ との関係で示すと、図-5に示すようになる。

図-5から $\Delta P$ と $m_{vR}$ との関係は、圧密試験における正規圧密領域の圧密圧力 $\sim m_v$ 関係で見られるように、両対数グラフ上で直線関係を示し、 $m_{vR} = \alpha \cdot \Delta P^\beta$ で表示できる( $\alpha, \beta$ ：係数)。図-5から、 $\alpha$ と $\beta$ を求めると、 $\alpha = 10^{-1.6P} + 0.008$ 、 $\beta = 0.85$ (単位：cm, kg,  $P = 0.4 \sim 1.6 \text{ kgf/cm}^2$ ,  $\Delta P = 0.2 \sim 0.8 \text{ kgf/cm}^2$ の範囲)となる。ここで、 $m_{vR}$ と $m_v$ との比率を、 $P_c$ 点の $m_v$ 値(表-1に示す値)と $P_c$ に近い $P = 0.4 \text{ kgf/cm}^2$ の $m_{vR}$ の値で求めてみると、 $m_{vR} / m_v = 0.05 \sim 0.2$ 程度となる。

次に、現地(神奈川県)実測データから $m_{vR}$ を求め、図-5と同様に $\Delta P$ との関係でプロットしたものを図-6に示す。この図には、 $\alpha$ と $\beta$ の値から求めた計算線も示したが、実測膨張量から求めた図-3

$m_{vR}$ は、計算線の上にほぼ載っている。

これらの結果から、高有機質土地盤のプレロード除荷後の膨張現象は、

- ①  $W_h = 450 \sim 850\%$ の範囲内では膨張量に大きな差はない、
- ② 膨張量は $\Delta P$ と $m_{vR}$ との関係を $P$ をパラメータとして整理すれば

$$S_R = (10^{-1.6P} + 0.008) \Delta P^{0.85} \cdot H$$

ここに、 $S_R$ ：膨張量(cm)、 $P$ ：除荷前の圧密圧力(kgf/cm<sup>2</sup>)  
 $\Delta P$ ：除荷荷重(kgf/cm<sup>2</sup>)、 $H$ ：土層厚さ(cm)

で推定することができる。

などのことがわかった。

#### 4. おわりに

以上、高有機質土地盤のプレロード除荷後の膨張量の推定方法について 図-6 計算と実測の $\Delta P \sim m_{vR}$ 関係図示した。今後は、同様にシルト、粘土地盤についても検討していきたいと考えている。

#### 参考文献

- 1) 栗原、深沢：腐植土の長期沈下に関する室内試験、第19～20回土質工学研究発表会、1984～1985
- 2) 深沢、埴：プレローディング工法で過圧密状態にした高有機質土の二次圧密特性、高有機質土に関するシンポジウム、1989
- 3) 室町、渡辺：プレローディング工法に関する基礎的実験、土と基礎、Vol. 11, No. 6, 1983
- 4) 網干他：プレローディング荷重撤去後の地盤の挙動に関する考察、第14回、第16回土質工学研究発表会、1979, 1981

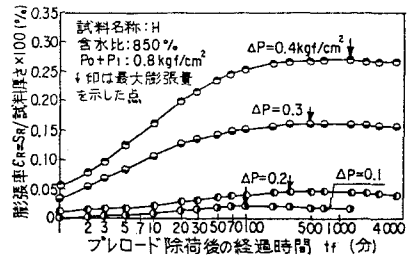


図-2 除荷後の経過時間～膨張率関係図

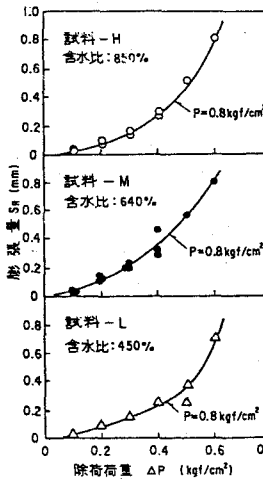


図-3 除荷荷重と膨張量との関係

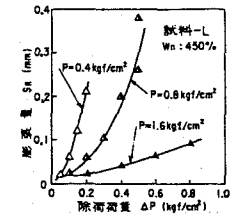


図-4  $P \sim \Delta P \sim S_R$ 関係図

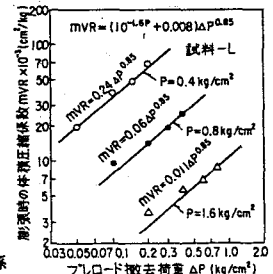


図-5  $P \sim m_{vR}$ 関係図

