

赤石 勝
 ○白子 博明
 島岡 孝明
 稲田 信穂

1. まえがき

標準圧密試験結果を用いて現場の圧密沈下予測を行うと、沈下量は比較的良好に合うが沈下速度は実際に現場で測定される結果より、かなり遅く予測することが多い。したがって、室内試験結果から正確に圧密係数を決定し現場の圧密沈下速度を正確に予測することは、土木技術者にとって設計上きわめて大切な問題と考えられる。

現在、標準圧密試験結果から圧密係数を決定するため一般的に使用されている方法は、 $\sqrt{s}$ 法と曲線定規法である。しかしながら、よく知られているように室内試験から得られる実際の圧密沈下～時間関係は、理論曲線とかなり異なるものである。両者が異なる主要な原因は、一次元圧密中に発生する二次圧密によるものと考えられている。また、この二次圧密は、土粒子骨格の弾性挙動を仮定するTerzaghiの圧密理論には含まれない現象である。

本報告では、Terzaghi理論に含まれない二次圧密沈下成分を実測沈下量～時間関係から除外する方法を提案し、二次圧密の影響を受けない沈下量～時間関係を用いて圧密係数 C_v を決定した。さらに決定した圧密係数を用いて一次元圧密解析を行い提案法を検討した。

2. 試料及び実験方法

2.1 試料 実験に用いた試料は東京近郊の沖積地盤より採取したものであり、その物理的性質は表-2に示すとおりである。

2.2 実験方法 液性限界以上の含水比で十分練り返した試料をリング直径 $\phi=20\text{cm}$ (リング高さ $H=10\text{cm}$)の圧密試験機に詰め予圧密荷重 $P_0=0.1\text{kgf/cm}^2$ で6日間予圧密した。

予圧密終了後の粘土塊より、標準圧密試験用供試体($\phi=6\text{cm}$)を採取した。供試体を試験機内にセットし P_0 で再び1日間圧密した後、圧密荷重増分 $\Delta P=0.3\text{kgf/cm}^2$ を7日間加え、圧密沈下量の経時変化をダイヤルゲージで測定した。

試料	A	B	C	D
採取地	埼玉県 東市	埼玉県 東市	千葉県 柏市	茨城県 寄谷町
G_s	2.67	2.65	2.64	2.05
液性 限界 (%)	50	50.6	44.6	—
塑性 指数 (%)	41.0	35.4	38.4	—
含水 比 (%)	54.0	14.0	14.6	—
U_L (%)	82.6	63.4	112.0	463.0
U_p (%)	20.8	32.5	50.5	194.0
U_{eq} (%)	10.2	5.83	10.2	45.0
K_0	0.43	0.44	0.44	0.28

表-2

3. 圧密係数の評価法と二次圧密

3.1 二次圧密とダイレイタンシーモデル

著者は先に、二次圧密を、一次元圧密中の主応力差の増加に伴う負のダイレイタンシーの時間依存性によるものと考え、二次圧密を含む一次元圧密解析手法あるいは、排水距離と圧密係数の関係について報告した。

ダイレイタンシーモデルの圧密による体積ひずみ～時間関係は式(3.1)で表すことができる。

$$\delta E_v = \delta E_p + \delta E_g = m_v (\Delta \sigma'_m + D \cdot \Delta \sigma'_d) = m_v \{ \Delta \sigma'_m + \alpha \log(t/t_0) \Delta \sigma'_d \} \quad (3.1)$$

ここで、 δE_p , δE_g はそれぞれ弾性ひずみ粘塑性ひずみである。 m_v は等方圧密圧力に対して定義される体積圧縮係数、 $\Delta \sigma'_m$, $\Delta \sigma'_d$ はそれぞれ平均有効応力増分、主応力差増分、 $D (= \alpha \log(t/t_0))$ はダイレイタンシー係数である。

3.2 圧密係数の評価と二次圧密

図-3.1は標準圧密試験機内の粘土試料の模式図である。図-3.1の定数を用いて圧密計算を行いA, B, C点におけるひずみの経時変化を示したのが図-3.2である。ひずみ増分があまり大きくないときは図-3.2よりA点のひずみは圧密開始当初より時間の対数に比例している。また、圧密室内B, C点のひずみは、それぞれ排水面からの距離に応じた時間的遅れを生じている。しかしながらB, C点で時間の対数に比例して生じる頃のひずみの大きさは、A点のひずみにほぼ等しいようである。そこで弾性ひずみ δE_p を基準に計算結果からB, C点の粘塑性ひずみ δE_g の経時変化を図-3.2中に破線で示した。B, C点ともにひずみ発生時刻より粘塑性ひずみ δE_g は時間の対数にほぼ比例している。

図-3.3は図-3.2の計算結果から平均体積ひずみの経時変化を示したものである。

図中点線は計算結果より δE_p , 実線は δE_v を示した。また、式(3.1)より $\delta E_g = \delta E_v - \delta E_p$ である。図中の δE_v の直線部分を延長し δE_g が発生し始める時間を t_0 , 二次圧密速度を α とすれば、

$$\delta E_g = \alpha \cdot \log(t/t_0) \quad (3.2)$$

である。したがって弾性ひずみ δE_p の経時変化は式(3.3)で表わされ、測定される体

$$\delta E_p = \delta E_v - \delta E_g = \delta E_v - \alpha \cdot \log(t/t_0) \quad (3.3)$$

積ひずみ δE_v から塑性成分(二次圧密成分)が削除された δE_p になる。

式(3.3)中で t_0 は今回0.1分と仮定した。

式(3.3)を用いて図-3.3の δE_v の経時変化から δE_p の経時変化を予測した結果を図中●印で示したが、計算値(点線)と比較して、全体的に非常によく一致している。また、 δE_v , δE_p の経時変化を用い既法で圧密係数を予測したところ、図中の表に示すとおり $\delta E_v \sim t$ から求めた C_v は計算に用いた C_v と比較して小さな値を示しているが、 $\delta E_p(\bullet\text{印}) \sim t$ から求めた C_v は計算に用いた C_v とほぼ等しい値を示している。

図-3.4及び表-3は、計算 $C_v = 0.1 \text{ cm}^2/\text{min}$, $\alpha = 0.1 \sim 0.3$ を変化させて計算した $\delta E_v \sim t$ 関係および上記方法で求めた $\delta E_p \sim t$ 関係に既法を用いて C_v を求め、計算 C_v ($0.1 \text{ cm}^2/\text{min}$)と比較したものである。表より $\delta E_v \sim t$ 関係から求めた C_v はいずれも計算 C_v より小さい値を示しており、二次圧密速度が大きくなるほど顕著である。しかしながら、提案法によって求めた C_v は計算 C_v ($0.1 \text{ cm}^2/\text{min}$)とほぼ一致しており、実際の沈下速度により近い沈下予測が可能と思われる。

4. 実験結果と計算例の比較

提案法によって、各実験結果の圧密係数 C_v を算出し、ダイレイタンスモデルを用いた一次元圧密解析を実施した。図-4.1は全試料の実験結果と計算結果を比較したものである。図より、計算結果と実測値の沈下速度はよく一致しており、著者の提案した方法は、圧密沈下量～時間関係の予測に十分利用しうると考えられる。

5. おすび

標準圧密試験の圧密沈下量～時間関係($\delta E_v \sim t$)から二次圧密沈下成分($\delta E_g \sim t$)を除外する方法を示した。また、二次圧密成分を含まない Terzaghi 理論に適合する沈下量の経時変化($\delta E_p \sim t$)から既法によって C_v を求め、 $\delta E_v \sim t$ より求めた C_v と比較した。その結果、 $\delta E_v \sim t$ から求める慣用手法では、圧密係数を過小に見積ることになり、提案法によって求めた C_v は実際の値によく一致することが明らかとなった。

参考文献

- 1) 稲田・赤石"標準圧密試験結果を利用した二次圧密の予測" 土と基礎, vol. 29, NO. 3
- 2) 稲田・赤石"ダイレイタンスを考慮した一次元圧密解析" 土質工学会論文集, vol. 20, NO. 2

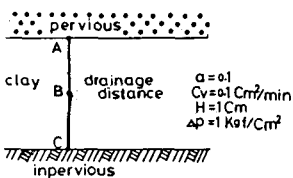


Fig-3.1

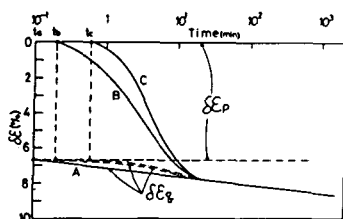


Fig-3.2

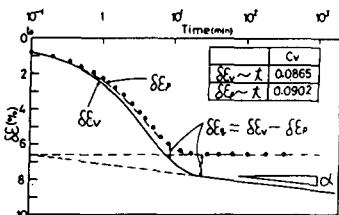


Fig-3.3

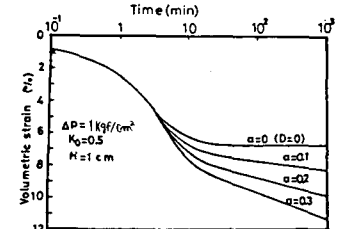


Fig-3.4

α	C_v (計算) $0.1 \text{ cm}^2/\text{min}$	
	慣用法	提案法
0.1	0.0865	0.0902
0.2	0.0750	0.0893
0.3	0.0652	0.0883

Table-3

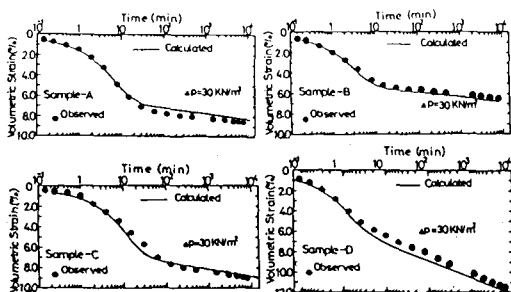


Fig-4.1