ー次元圧密解析に必要な一次圧密量による土質定数

東海大学 正会員 〇杉山 太宏,赤石 勝東海大学大学院 学生会員 今村 紘子(株)建設企画コンサルタント 正会員 白子 博明

1. まえがき

これまでに著者らは、間隙比速度 \dot{e} を一次圧密成分 \dot{e}_p と二次圧密成分 \dot{e}_s と和として表し、一次圧密中から発生 する二次圧密の間隙比速度 \dot{e}_s を仮定した一次元圧密解析法を提案している¹⁾. この提案モデルに必要となる主要 な土質定数は標準圧密試験から求められる. ただし、一次圧密量に関する圧縮指数 C_c^* と圧密係数 c_v^* は、試験結 果から直接求められない. これらは、初期値を仮定して試験の圧密量一時間曲線に合うよう3、4回の繰り返し 試行計算で決定している²⁾. 実用性や汎用性を考えると、より簡便に定数を決定できる方法があるとよい.

本研究では、 $C_c^* \geq C_c$ の比が一次圧密量と全沈下量との比であることに着目し、標準圧密試験の一次圧密比rから C_c^* を推定する方法と、現行 \sqrt{t} 法で t_{90} の代わりに t_{50} を利用して c'_v (≒ c^*_v)を計算する方法を提案して計算結果を比較した.

2. 二次圧密モデルについて¹⁾

一次元圧密粘土の間隙比 *e*, 鉛直有効応力 σ と二次圧密速度 *e*_sの関係は式(1)で表される.

$$e = e_0 - C_c^* \log(\sigma' / \sigma_0') + C_\alpha \log(\dot{e}_s / \dot{e}_i) \tag{1}$$

表-1の定数で一次元圧密差分計算から求めた圧密量一時間 曲線が図-1である.一次圧密量で定義する圧縮指数 C_c^* の値が 変化しても C_c を一定にしているため,24時間以降の圧密量は 同じになる.破線で示した $C_c^*=1.5(=C_c)$ の圧密量一時間曲線は, 載荷前の二次圧密のみが一次圧密中から発生するため,その形 状は Terzaghi 理論に近い. $C_c^*=1 \ge 1.2$ では,200分以降で時間の 対数に比例する計算に用いた $C_a=0.05$ に等しい二次圧密挙動が計 算されている.特に,実線($C_c^*=1$, $r^*=C_c^*/C_c=0.67$)の沈下曲 線が室内試験で観察される形状に近く,計算結果は C_c^* 値に大きく影 響されることがわかる.

3. 圧密量~時間曲線の再現計算

3.1 粘性土試料

試料には表-2のように物性の異なる再構成した3つの粘性土(宮崎(M)・笠岡(K) 粘土,伊勢原(I)泥炭)と,横浜市内2箇所 で深度6m~29mから採取した横浜粘土(YS, YO)を使用した.各試料に対して荷重増分 比1,24時間間隔で段階載荷する標準圧密 試験を行った.図-2に,得られた各試料 のe-log p 曲線を示した.

表-1 計算に用いた土質定数¹⁾



図-1 二次圧密モデルによる圧密量-時間曲線¹⁾

表-2 試料の物理的性質

| Sample | P s | ωL | ω _p | sand | silt | clay |
|--------|----------------------|-----------|----------------|------|------|------|
| lampie | (g/cm ³) | (%) | (%) | (%) | (%) | (%) |
| М | 2.673 | 52 | 32 | 10 | 55 | 35 |
| Κ | 2.674 | 70 | 24 | 5 | 42 | 53 |
| Ι | 2.303 | 67 | 36 | ω" | ≒400 | |
| VS& | 2.632 | 70.2 | 38.4 | | | |
| YO | ~ 2.891 | ~ 96.3 | ~ 47.9 | - | - | |



キーワード 一次元圧密,二次圧密,一次圧密比,圧密係数,数値計算 連 絡 先 〒259-1292 神奈川県平塚市北金目1117 TEL 0463-58-1211



3.2 圧密係数 c' と一次圧密比を利用した計算結果

図-3は、 \sqrt{t} 法の t_{90} から求めた c_v と、 \sqrt{t} 時間軸に対して沈下量が直線から外れる点を t_{50} と仮定して求めた c'_v を比較した図である. t_{50} を採用(提案)したのは、一次圧密中に生じている二次圧密の影響を可能な限り少 なくしたいと考えたためである.白抜き記号で表した各試料の正規圧密領域の c'_v は、全ての載荷段階で $c'_v > c_v$ と なっている.両者の差は、最小自乗法から求めた傾き a より 1.15~1.39 倍である.一方、図-3 (b)、(c)に半塗り 記号で表した不攪乱試料の過圧密領域では、 c'_v 値が正規圧密よりも1オーダーほど大きく、さらに $c'_v < c_v$ とな って正規圧密とは逆の結果である.過圧密状態では、直線が見出しにくい圧密初期1分以内のデータに対して、 強引に \sqrt{t} 法を適用していることがこのような結果を与えたものと考えられる.

図ー4は、各試料の試験結果(プロット)と計算結果(実線)の一例である. 圧密量一時間曲線の再現計算を 行うには、表-1に示した5つの定数が必要で、 $e_0, C_a \geq C_c$ は各載荷段階の値を使用した. 試験から直接求めら れない $c_v^* \geq C_c^*$ のうち、 $c_v^* = c_v$ 、 $C_c^* = r \times C_c \geq c$ とした結果を青実線で、 $c_v^* = c_v$ 、 $C_c^* = r' \times C_c$ (r'は c_v' から計算)と して計算した結果を赤実線でそれぞれ示している. 提案している二次圧密モデルは、粘土、シルト、泥炭といっ た物性の異なる正規圧密粘性土はもちろん、過圧密領域にある粘土の沈下曲線をも精度良く再現できることが各 図からわかる. また、一次圧密比 r を利用した計算精度は予想以上に高いものとなり、 $c_v' \geq r'$ による計算におい てはさらに実測値に近い結果を与えている. 一次圧密比 r ならびに t_{50} から求める c_v' のいずれも、一次圧密量で 定義する $c_v^* \geq C_c^*$ の推定には有効であると言える. ただし、 c_v' の算定に当たり、圧密初期に現れる接線の終点を t_{50} として求めるため、人為的な誤差が大きくなることが問題点と考えている.

4. まとめ

一次圧密量で定義する圧密定数を求めるために、一次圧密比rを利用する方法と√t 法のt₅₀からc_v求める方法 を考案し、提案している二次圧密モデルに適用したところ、いずれも物性の違いや圧密状態によらず圧密量-時 間曲線をうまく再現することができることが確認できた.

参考文献

 白子,杉山,赤石,外崎:一次圧密中の二次圧密挙動,土木学会年次学術講演会講演概要集(CD-ROM) Vol.59th, No.Disk 1,
2004. 2)白子,杉山,赤石,外崎:一次元圧密の載荷時間間隔と圧縮指数,第50回地盤工学シンポジウム,平成17年度論 文集,地盤工学会,pp.191-196,2005.