

西日本工業大学 正員 安原 一哉

1. 総論

著者は先にフロートイング工法に関する基礎的な検討を行った際、除荷後の再沈下がフリーのびであることから、再圧密にともなう強度変化を算定するための方法を示唆した。本来、この方法は非排水せん断強度に及ぼす先行圧密荷重の載荷時間の影響を評価するために用いられるべきであることに気がついた。しかし、既報では紙面の都合でその方法を詳述できなかった。そこで、改めてここでその方法を紹介し、二、三の考察結果について述べることにする。

2. 二次圧密による強度増加

正規圧密状態の土質試体がある上載荷重 p_0 のもとで十分な時間二次圧密を受けて、 t_1 時間後 $P \rightarrow R$ に到着したとする。このとき、この土の先行荷重はもはや p_0 ではなく、 p_c なる疑似先行荷重を有することになる。この p_c は $e - \log p$ 関係 (図-1(a)) の再負荷ラインが直線であると仮定すると

$$p_c = p_0 \left(\frac{t_1}{t_0} \right)^{C_d/C_c / (1 - C_r/C_c)} \quad \dots\dots\dots (1)$$

によって与えられることが Mesri⁽¹⁾ や 村上⁽²⁾ によって見出されている。

ここで、 C_d , C_c , および C_r はそれぞれ

$$\left. \begin{aligned} C_d &= \partial(\Delta e_s) / \partial \log t \\ C_c &= \partial(\Delta e_p) / \partial \log p \\ C_r &= \partial(\Delta e^r) / \partial \log p \end{aligned} \right\} \quad \dots\dots\dots (2)$$

である。

一方、二次圧密をうけて R 点に至った土質試体の非排水強度 $C_{u,n}$ は、逆に考えると、 Q 点より除荷されて R 点に至ったときの強度減少を考察することによって与えられると考えることができる。すなわち、中瀬⁽³⁾ によれば、図-1(b)において、 p_c なる上載荷重で圧密された土質試体が除荷されて p_0 に至ったときの非排水強度は $C_{u,1}$ から $C_{u,n}$ に減少する。このときの強度 $C_{u,n}$ は、

$$C_{u,n} = \frac{1 - \cos \phi_e \cdot n^{-\lambda} + \{K_{0,n} + A_n(1 - K_{0,n})\} \cdot \sin \phi_e \cdot n^{-1}}{1 + (2A_n - 1) \sin \phi_e} p_c \quad \dots\dots\dots (3)$$

ここで、 $1 - \cos \phi_e$ は Hvorslev によって定義された粘着力係数、有効内部摩擦角、 $K_{0,n}$, A_n は過圧密土の静土圧係数、空隙圧係数、 λ ; C_r/C_c および n は過圧密比で次式で与えられる。

$$n = \frac{p_c}{p_0} = \left(\frac{t_1}{t_0} \right)^{C_d/C_c / (1 - C_r/C_c)} = \left(\frac{t_1}{t_0} \right)^{R/(1-\lambda)} \quad \dots\dots\dots (4)$$

($R = C_d/C_c$,)

式(1), (3), (4)によって、二次圧密をうけた土質試体の非排水せん断強度を評価することができる。

次に、 P 点における強度は、 $p_c = p_0$ であることを考慮すると、

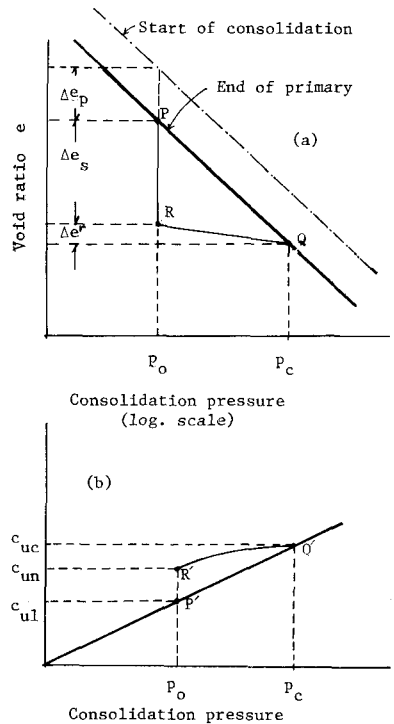


図-1 二次圧密による強度増加のための模式図

$$C_{u,1} = \frac{K \cdot \cos \phi_e + \{K_{o,1} + A_1(1-K_{o,1})\} \sin \phi_e}{1 + (2A_1 - 1) \cdot \sin \phi_e} p_o \quad (5)$$

である。したがって、二次圧密による強度増加の割合は、式(3)と式(5)より

$$\frac{C_{u,n}}{C_{u,1}} = \frac{\frac{K \cdot \cos \phi_e \cdot n^{-\lambda} + \{K_{o,n} + A_n(1-K_{o,n})\} \cdot \sin \phi_e \cdot n^{-1}}{1 + (2A_n - 1) \cdot \sin \phi_e}}{\frac{K \cdot \cos \phi_e + \{K_{o,1} + A_1(1-K_{o,1})\} \sin \phi_e}{1 + (2A_1 - 1) \cdot \sin \phi_e}} \times n$$

によって評価されることになる。

3. 計算例

著者らの研究室で土質試験用としてよく用いる有明粘土について、藤川らに示すは⁶⁾

$$\phi_e \doteq 15.5^\circ, \quad K = 0.10 \sim 0.15$$

であることが知られている。また、著者らの圧密試験の結果によると $t_o = 10 \text{ min.}$ (√法), $C_r/C_c = 0.12$ の平均値として置かれた。事前の計算によると式(4)による過圧密比は3.0を超えていることがあり、 $K_{on} = 0.6$, $A_n = 0.75$ と仮定された。

上記の数値をもとにして n および C_{un}/C_{u1} を計算した結果の1例が図-2に示されている。 C_{un}/C_{u1} n の関係において $n=1$ のとき $C_{un}/C_{u1} = 1$ となるのは数値の選択や任意であったために生じた誤差であると思われる。

いま一例として、ある荷重条件のもとで一次圧密を終了 ($t_o = 10 \text{ 分}$) したこの粘土が約1年間圧密されたときの強度は次のようにして求められる。

まず、式(4)より、二次圧密によって生じる疑似先行荷重のために1年後 $n = 1.86$ となっていることがわかる。これに相当する C_{un}/C_{u1} は図-2より、1.46である。したがって、非排水強度増加 ΔC_{un} は $\Delta C_{un} = (1.46 - 1.15) C_{u1} = 0.31 C_{u1}$ となり、約31%も一次圧密終了時よりも増加するようになる。

4. おわりに

地盤改良効果の評価の際に必要と考えられる二次圧密による強度増加を算定する方法を従来の研究成果にもとづいて提案してみた。計算結果の一部のみを示したに止まったが、現在、提案法の妥当性を確かめるために実験を計画中であるので、発表当日まで固く含えれば一部を紹介したいと考えている。

引用文献

- 1) Mesri, G. and Y.K. Choi (1979); Excess Pore Water Pressures during Consolidation, Proc. 6th Asian Reg. Conf. SMFE, Vol. 1, pp. 151 - 154.
- 2) Murakami, Y. (1979); Excess Pore-water Pressure and Pre-consolidation Effect Developed in Normally Consolidated Clays of Some Ages, Soils and Foundations, Vol. 19, No. 4

3) 中瀬⁶⁾ (1969); 圧密および膨張による飽和粘土のせん断強度の変化, 港湾技術報告, 第8, No. 4

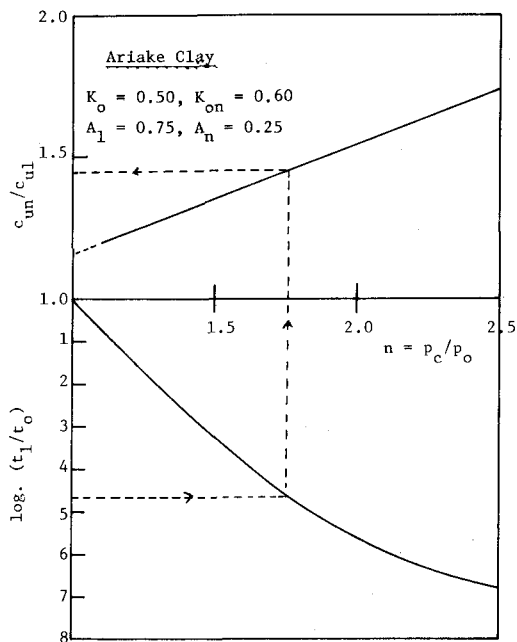


図-2 二次圧密による強度増加の計算例