

金沢工業大学 正員 外崎 明
東海大学 工学部 正員 赤石 勝
東海大学 工学部 正員 稲田 信穂

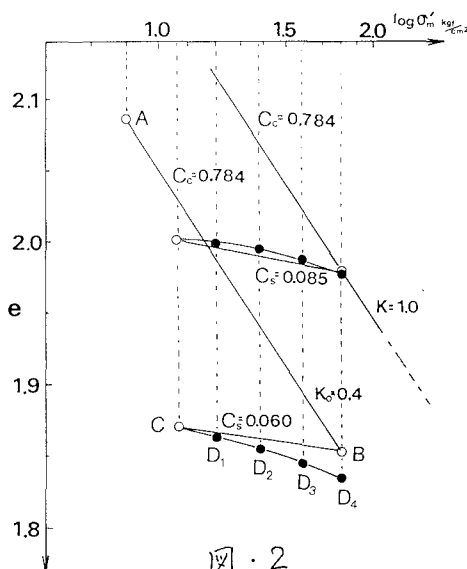
1) まえがき

都市の過密化に伴い内陸沖積層での宅地造成工事や臨海地域での埋立て工事が盛んに行なわれ、その大部分は軟弱な地盤である。アレローディング工法は軟弱地盤の残留沈下軽減対策として、有効かつ経済的な改良工法の一つとして最近再び見直されつつある。この工法は、除荷する時期や除荷荷重の大きさなどを誤ると沈下量が予測した量よりかなり大きな値をとることがある。¹⁾

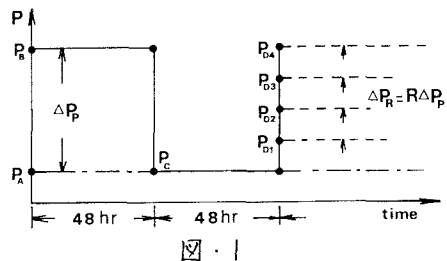
本報告ではアレローディング工法の改良効果について検討を加えることを目的として、飽和粘土の載荷・除荷過程における圧密・膨張・再圧密特性とプレロードによる二次圧密軽減効果について実験的に調べたので報告する。

2) 実験概要

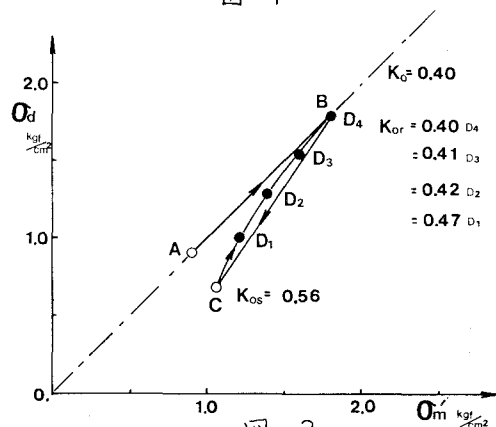
実験に用いた試料は練り返した沖積粘土で、その物理的性質は $G_s = 2.66$, $W_L = 103.0$, $W_p = 50$, 砂分16%、シルト分51%、粘土分33%である。この粘土をペースト状に十分練り返し、モールドに注入したのち約0.1 $\frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$ の荷重で自立する程度に圧密した。この試料を直径5cm、高さ12.5cmで供試体を作成し、三軸室にセットした。排水はペーパードレーンによって側方排水とし、上・下端面はシリコングリースをぬったテフロンシートを敷き摩擦の影響を極力除去した。実験は図-1に示したように $P_{0A} = 1.5 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$ で k_0 圧密を48時間行った供試体について、プレロード荷重 $\Delta P = 1.5 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$ を載荷し、 k_0 圧密を行ったのちプレロード荷重 ΔP を k_0 状態で除荷を行った。その後さらに、 k_0 再圧密を行った。再載荷荷重 ΔP_R は荷重比 $\frac{\Delta P_R}{\Delta P} = R$ として、 $R = 1.0, 0.75, 0.5, 0.25$ と4種類実施した。なお、圧密時間は載荷・除荷過程いずれも48時間である。



図・2



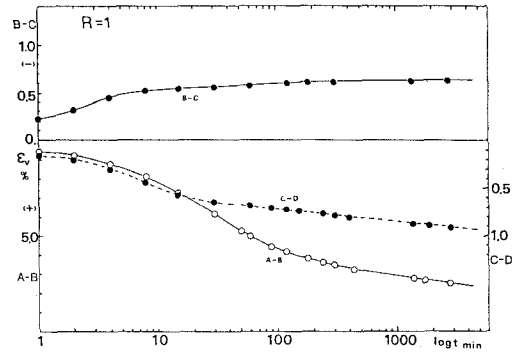
図・1



図・3

3) 実験結果および考察

図・2は載荷・除荷および再載荷過程での $e \sim \log \Delta \sigma$ 関係を示したものである。また比較のため同一条件で実施した等方圧密試験結果も示した。除荷過程における間隙比の変化は主応力差に伴うダイレイタンシーにより除荷時の主応力比 k によって異なることは既に報告した。2) 再載荷過程でも当然のことながら等方と k 状態で異なることが観察され、間隙比の変化は大きくなっている。この間隙比の差は k_0 再圧密時の主応力差 $\Delta \sigma_0$ に基づく負のダイレイタンシーによるものと考えられる。図・3に各過程における有効応力経路を示した。再載荷過程の経路は載荷量の増加とともに正規圧密状態の k_0 線に近づいていく傾向が観察され、プレロード荷重と同一荷重でB点と D_4 点はほぼ一致し、正規圧密時の k_0 値と同じ値となった。しかし、図・2に示したように $e \sim \log \Delta \sigma$ 関係では再圧密時に発揮されるダイレイタンシーにより間隙比はB点より下側に位置する。図・4は載荷・除荷・再載荷過程での体積ひずみ ϵ_v の経時変化の一例を示したものである。除荷過程において、本実験の時間内では二次膨張もしくは再圧密はあられず、ほぼ一定値に収束している。再載荷では、載荷過程と比較して短時間で一次圧密が終了し二次圧密がその後継続している。表-1に各々の過程での圧密係数を示した。中瀬は³⁾過圧密粘土の圧密諸係数について検討し、すでに報告しているが、本実験でも同等の結果が得られ、除荷・再載荷時の圧密係数は約1桁小さくなっている。また、再載荷時の圧密係数は載荷量 $\Delta \sigma_0$ の大きさによらずほぼ一定と見なせる結果を得た。次に、再載荷時の二次圧密速度を求めたのが図・5である。二次圧密速度($\alpha = \frac{de_v}{d \log t}$)は正規圧密時の速度より小さく、またそれは再載荷量によって異なり、載荷量 $\Delta \sigma_0$ が小さいものほど二次圧密速度は小さくなっていく傾向が観察される。今、図・2の結果より k_0 および等方再圧密時の間隙比の変化量 Δe と Δe_i の差($\Delta e_d = \Delta e - \Delta e_i$)がダイレイタンシーによる間隙比の変化量と仮定し、等方圧密試験結果から筆者らが従来より提案している等価有効応力⁴⁾増分 $\Delta \sigma_e$ を求めると、ダイレイタンシー係数 D_{tr} は $\Delta e_d = D_{tr} \cdot \Delta \sigma_e$ より算定することができる。算定結果は表-1に示した。これより再載荷過程におけるダイレイタンシー係数は多少のばらつきはあるが載荷量の大きさによらず約0.1でほぼ一定と考えられる結果が得られた。したがって再載荷過程でのダイレイタンシー係数が一定とするならば、図・3に示した有効応力経路より再載荷過程の k_0 圧密時に増加する主応力差 $\Delta \sigma_0$ の大きさによってダイレイタンシー量は $D_4 > D_3 > D_2 > D_1$ 点と小さくなり、その結果二次圧密も小さくなって現われにものと考えられる。

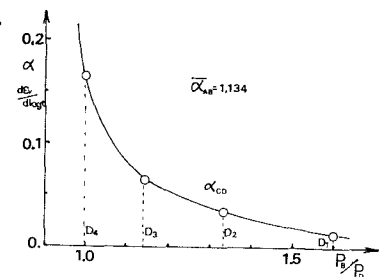


図・4

表-1

P_0/P_1	1.000	1.143	1.333	1.600
C_h	0.0162	0.0153	0.0166	0.0160
C_h B-C	0.186	0.183	0.153	0.173
C_h C-D	0.165	0.159	0.159	0.143
D_{tr}	0.112	0.109	0.117	0.089

より小さく、またそれは再載荷量によって異なり、載荷量 $\Delta \sigma_0$ が小さいものほど二次圧密速度は小さくなっていく傾向が観察される。今、図・2の結果より k_0 および等方再圧密時の間隙比の変化量 Δe と Δe_i の差($\Delta e_d = \Delta e - \Delta e_i$)がダイレイタンシーによる間隙比の変化量と仮定し、等方圧密試験結果から筆者らが従来より提案している等価有効応力⁴⁾増分 $\Delta \sigma_e$ を求めると、ダイレイタンシー係数 D_{tr} は $\Delta e_d = D_{tr} \cdot \Delta \sigma_e$ より算定することができる。算定結果は表-1に示した。これより再載荷過程におけるダイレイタンシー係数は多少のばらつきはあるが載荷量の大きさによらず約0.1でほぼ一定と考えられる結果が得られた。したがって再載荷過程でのダイレイタンシー係数が一定とするならば、図・3に示した有効応力経路より再載荷過程の k_0 圧密時に増加する主応力差 $\Delta \sigma_0$ の大きさによってダイレイタンシー量は $D_4 > D_3 > D_2 > D_1$ 点と小さくなり、その結果二次圧密も小さくなって現われにものと考えられる。



図・5

4) あとがき

今回の報告はデータ数も少なく結論には至っていない。今後さらにデータを蓄積するとともに、再載荷時の静止土圧係数および二次圧密に影響すると思われるダイレイタンシー特性について載荷履歴との関係から検討していくつもりである。

参考文献 1) 稲田信徳: 最近の軟弱地盤工法, 道路No.2 1976 2) 外崎・赤石・稲田: サーチン 除荷後の体積変化と有効応力経路, 土木学会第38回年次講演会Ⅱ-218 (1983) 3) 中瀬: 過圧密粘土の圧密特性, 第6回土質工学研究発表会(1971) 4) 稲田・赤石・張: 等価応力に基づく正規圧密粘土の体積変化に関する考察, 土木学会論文集305号(1981)