

東海大学 学員 ○大木仁史
東海大学 正員 張 恵文
東海大学 正員 梶田倍徳

1. まえがき

砂柱を設置した粘土層に載荷重が作用した場合、砂柱部と粘土部との変形特性が異なるため、砂柱への応力集中が生じ、また圧密の進行とともに応力の分担が変化する。これらの特性については、従来、理論的、実験的研究がなされてきたが、完全に解決されたとはいえない。この研究では、新しく作製した実験装置を用い、砂柱の設置による複合土の圧密沈下特性を検討し、複合土の応力分担比を調べた。

2. 試料および実験方法

2.1 試料 実験に用いた粘土試料は、柏市の地下5m付近より採取した沖積粘土の420 μ mフルイ通過分で、その性質は、 $w_L = 103\%$ 、 $I_p = 53$ 、 $G_s = 2.61$ 、 $L_i = 8.7\%$ である。また、砂柱の試料としては豊浦標準砂を用いた。

2.2 実験方法 上記の試料を用い、つぎの2種類の実験を行った。

実験Ⅰ：この実験には、圧密リング直径20cm、高さ7cmの大型圧密試験機を使用した。粘土試料を液性限界以上の高含水比で練返し、試験機に詰め、 $p_0 = 0.17 \text{ kg/cm}^2$ の圧密圧力で圧密する。圧密終了後、 $H_0 = 7 \text{ cm}$ の高さに切り取り、直径 $d_w = 4 \text{ cm}$ の金属円筒によって試料中心を穿孔し、 $e = 0.68, 0.75, 0.80, 0.86$ の条件で砂柱を設置した。粘土内の間隙水が砂柱を通し水平方向にのみ排水されるよう図-1に示すようにビニールシートでシールした後、圧密圧力 $p = 1.35 \text{ kg/cm}^2$ を加え、7日間圧密沈下量を測定した。

実験Ⅱ：使用した試験機は図-2に示されている。実験Ⅰと同じ要領で、 $D_w = 2 \text{ cm}$ の砂柱を含む複合供試体($D_c = 10 \text{ cm}$ 、 $H = 3.5 \text{ cm}$)を作成し、図-2に示すように試験機にセットした。図-2中のビューレットの水位を一定の高さになるように水圧を調整することにより、粘性土および砂柱の表面が等沈下になるようにして、粘土部に作用する鉛直応力を圧力計で測定し、また、レコーダーに連結した土圧計で粘土部に作用する水平応力を測定した。

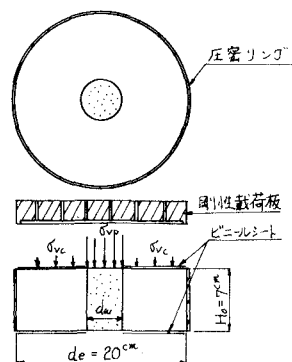


図-1 実験Ⅰ

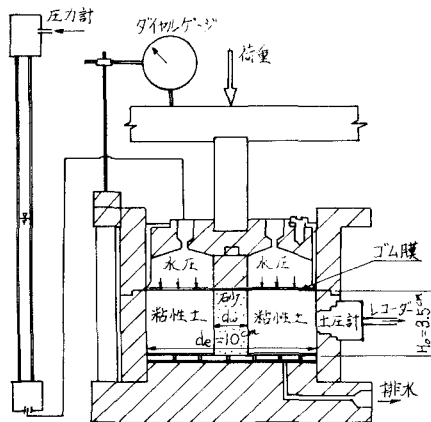


図-2 実験Ⅱ

3. 実験結果および考察

図-3から図-6までは、実験ⅠとⅡについて、それぞれ $n = d_w/d_c = 5$ にして砂柱の間隙比を変化させた場合、以下の事項との関係を示したものである。

3.1 一次圧密終了時間 砂柱間隙比 e と一次圧密終了時間 t_{100} との関係を示したものが図-3である。 e が大きければ砂柱への応力集中が小さくなり、 t_{100} も短くなるので、より大きな圧密促進効果が見られる。同じ値の間隙比 e においては、実験ⅠとⅡとの t_{100} の大きな差は砂柱への排水距離の相違によるものと

考えられる。

3.2 二次圧密速度 図-4は、二次圧密速度 $d\epsilon/d\log t$ についてまとめたものである。二次圧密速度は、実験Iと実験IIの排水距離の相違と関係なく、圧密圧力が同じであればその値はほぼ等しい。また、間隙比 e が大きくなるほど、 $d\epsilon/d\log t$ の値が小さくなる傾向が見られる。図-3および図-4からわかるように、砂柱を密詰めにするほど一次圧密終了時間が長くなり、二次圧密の勾配も大きくなる。この理由は、密詰めにした砂柱への応力集中によって圧密速度および圧密沈下を遅延させるためである。

3.3 沈下低減効果 図-5は沈下低減効果を表すため、沈下低減率 $R_s (= \frac{\epsilon_0 - \epsilon}{\epsilon_0} \times 100\%)$ (ここで、 ϵ_0 , ϵ はそれぞれ載荷24時間後の無処理工と複合工の沈下ひずみ量)と間隙比 e との関係についてまとめたものである。ばらつきはあるが、実験Iおよび実験IIとも間隙比が小さいほど大きな沈下低減率を示している。したがって、この結果を図-3および図-4とを考慮合わせると圧密促進効果と沈下低減効果との両者を満足するような砂柱の選定は困難である。地盤改良の目的に合致した砂柱の設置が望まれる。

3.4 応力分担比 実験IIでの24時間後の応力分担比 $n_s (= \sigma_p/\sigma_v)$ と間隙比 e との関係を図-5に併記した。砂柱間隙比 e が小さいほど応力が砂柱に集中し、その応力分担比が大きくなる。また、図-6は載荷による複合土の圧密沈下曲線の一例および圧密による応力分担比の経時変化を示したものである。圧密沈下曲線と応力分担比の経時変化を比較してみると、両者にはかなりの類似性が見られる。応力分担比は圧密の進行とともに大きくなるが、二次圧密領域に入るとその増加率は一次圧密領域の場合より小さくなる。この結果は網干ら¹⁾の結果に近いが、ピークを生じ圧密の初期と終期には n_s が小さい赤井ら²⁾の結果と異なる。

4. あとがき

一連の実験を実施し、上記の結果を得たが、データのばらつきがあり、十分満足な結果にたっていない。今後、引き続き実験をするとともに、砂柱の径を変え、研究を行う予定である。最後に、実験に協力していただいた甲斐、藤原の両氏に感謝する。

5. 参考文献

- 1) 網干ら(1970)“大口径砂柱を有する粘土のK-圧密”第5回土質工学研究発表会
- 2) 赤井ら(1978)“サンドドレーンによる圧密の模型実験と考察”第13回土質工学研究発表会

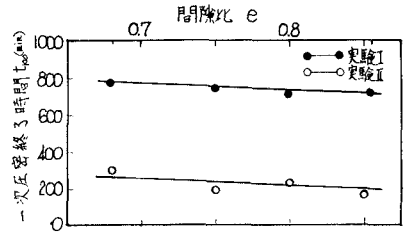


図-3 一次圧密終了時間と砂柱間隙比との関係

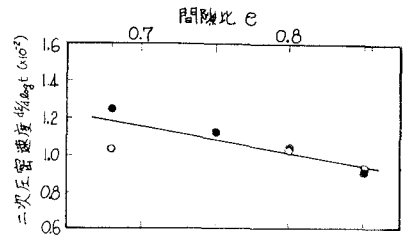


図-4 二次圧密速度と砂柱間隙比との関係

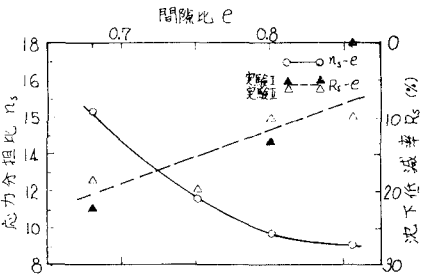


図-5 $n_s - e$, $R_s - e$ 関係

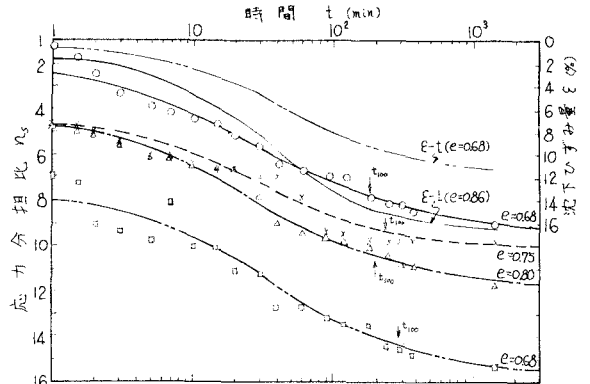


図-6 圧密沈下ひずみ、応力分担比の経時変化