

III-1 三軸圧密試験結果とその適用性について

広島大学工学部 正吉 国洋
〇学 納 庄 隆 雄

1. まえがき

地盤の圧密沈下解析を行なう場合、その地盤の圧密に対する諸定数を求める必要がある。従来、圧密の沈下解析に必要な定数の決定法は、一次元圧密に対する定数(m_v, C_α)の決定法だけが確立され、一般の三次元圧密の解析に必要な定数(または C_α, σ_{f0} および ν)の決定法は確立されていなかった。しかし最近では、三次元圧密の厳密解が徐々に求められようとしている。このような動きに対応するために、三軸圧密試験法が提案されている⁽¹⁾。ところで、その定数の適用性があるが、求めた定数を用いて、帯基礎の圧密沈下解析を行なったところ、瞬時沈下において、解析値は実測値と比較して約6倍も大きな値を示すことがわかった。(図-1参照)このことは圧密過程と瞬時沈下におけるせん断弾性係数の相異によるものと思われる。そこで、この報告では瞬時沈下におけるせん断弾性係数を求める実験を行ない、その説明にあつたものである。

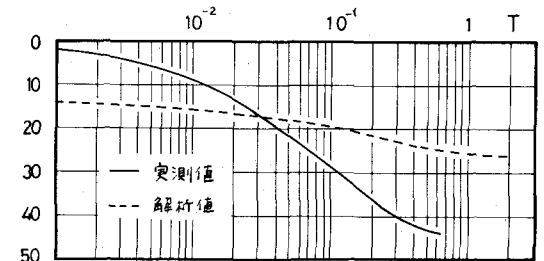


図-1 帯基礎の圧密沈下曲線

2. 実験方法とその検討

供試体は、直径5 cm、高さ12 cmの円柱を用い、等方圧力で予圧密させておき24時間後に非排水条件のもとで、鉛直軸方向に載荷しせん断変形させた。その時のせん断弾性係数 G は、次の手順で求められる。 $\Delta \sigma_z$ を一定荷重として載荷し、鉛直軸方向の変位 Δu_z を測定する。このとき、非排水条件より体積変化はなく、 $\epsilon_r = -\frac{\epsilon_z}{2}$ を考慮すれば、Hooke則より

$$G = \frac{\Delta \sigma_z}{2(\epsilon_z - \epsilon_r)} = \frac{\Delta \sigma_z}{3 \epsilon_z}$$

として求められる。この時のひずみは、載荷後15秒の値を用いて計算した。

なお、試験に用いた試料は、福山粘土であつて、その物理的性質はそれぞれ $G_0 = 2.68$, $L.L = 83.0\%$, $P.L = 28.6\%$, $P.I = 54.4\%$ である。また試料は含水比200%程度で攪拌した後、420 μ フレイで撹別し、 0.3 kg/cm^2 の荷重で一次元的に再圧密した粘土である。三軸圧密試験で採用した荷重増加率は1.0であり、圧縮試験では、予圧密圧力と載荷荷重との比(以後、載荷率という)は20%, 30%, 40%, 50%を用いた。

図-2は三軸圧密試験より求めたせん断弾性係数と、非排水圧縮試験より求めたせん断弾性係数とを比較した

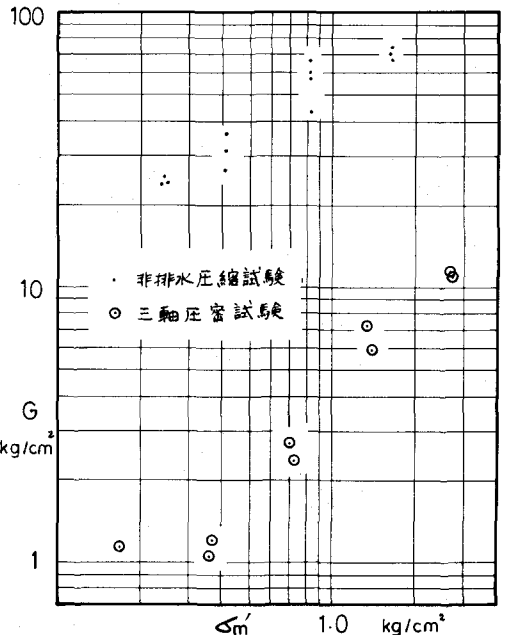


図-2 せん断弾性係数の比較

ものである。各せん断弾性係数は、平均有効応力に対して整理されている。これを見ると、両者のせん断弾性係数には約10倍の差がみられ、これが、前述の帯基礎の模型実験における解析値と実測値の相異の原因と思われる。非排水圧縮試験における q の値の勾配が、三軸圧密試験における q の値の勾配に較べてややフラットである。これは、三軸圧密試験では同一供試体を用いて段階載荷するのに対して、非排水圧縮試験における q の値を求める場合には、各圧密圧力毎に供試体を変えて試験を行なうという応力履歴の相異によるものと思われる。

図-3は非排水圧縮試験におけるせん断弾性係数と載荷率の関係を示したものである。粘土の変形は弾性変形と塑性変形より成ると考えれば、荷重がその破壊荷重に近づくにつれて、粘土の変形は塑性変形が卓越してくることになる。そのため、載荷率によって q の値は異なり、載荷率が増加するにつれて q の値は減少する。多次元圧密においては、地盤内でせん断応力の大きさに分布があることを考えれば、 q の値としてどのような値を採用したらよいかが一つの問題である。

また図-3には応力履歴による q の変化がみられる。○は 0.3 kg/cm^2 の圧密圧力で24時間予圧密した後、 1.0 kg/cm^2 の圧密圧力でさらに24時間、合計48時間予圧密した時の q の値であり、×は 1.0 kg/cm^2 の圧密圧力で24時間予圧密した時の q の値である。また載荷後24時間放置した時のみずみを用いて計算した q の値を△で示しておく。

図-4は変形履歴が体積圧縮係数に与える影響を調べたものであり、その実験方法は次のようである。まずある応力で等方圧密を行ない、24時間経過した後、非排水で一定の偏差応力を与え、24時間自由に變形させ、圧縮応力を解放する。この操作過程で間げき水圧は、図-4に示すような挙動をした。まず、等方圧密過程で完全に消失した間げき水圧は、非排水圧縮過程で徐々に増加し、ほぼ一定になり、偏差応力を解放して元の等方圧密応力状態に復元しても、間げき水圧は完全に零に帰らない。これは、偏差応力を与えてせん断変形を与えた過程で土の骨組構造が弱化した事を意味しており、見掛け上の体積弾性係数が減少したことになる。そのため、偏差応力解放後元の等方応力状態で排水を行なうと、図-4に示すように再度圧密が進行する。この現象は、粘土の応力-ひずみ関係の非線形性と共に、多次元圧密解析を困難にする問題のひとつであると考えられる。

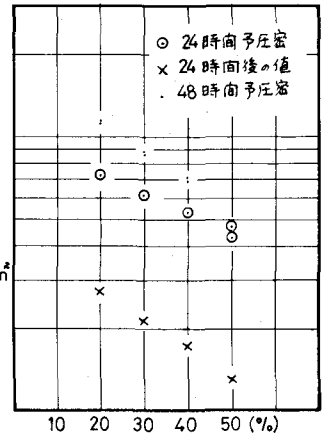


図-3 載荷率

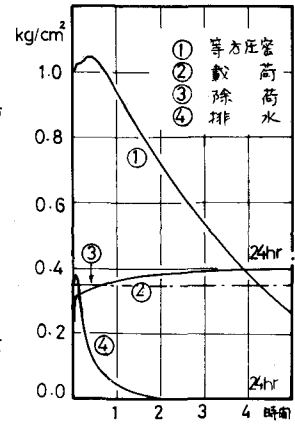


図-4 間げき水圧の挙動

3. あとがき

以上に述べたことに關する問題点は次のようである。

- 1) 圧密過程におけるせん断弾性係数と臨時沈下におけるそれとは、載荷率50%において約10倍の差がみられる。しかし、両者の関連は、まだ十分わかっていない。
- 2) せん断弾性係数は、載荷率によって変化する。このことは、地盤内でせん断応力の大きさに分布がある多次元圧密沈下解析を困難にしている。
- 3) また、せん断弾性係数は、応力履歴の影響を受ける。
- 4) 変形履歴は粘土の体積圧縮係数に影響を与え、せん断変形を受けると見掛け上の体積圧縮係数は減少する。

参考文献 (1) 吉田 洋：三軸圧密試験法について

土質工学シンポジウム 昭和49年11月