

有明粘土の圧密度と強度増加の関係

九州産業大学工学部 正員 ○松 尾 雄 治

同 上 正員 石 堂 稔

同 上 正員 濱 村 信 久

1. はじめに

粘性土は増加応力を受け圧密が進行するとせん断強度が増加することはよく知られ、軟弱地盤処理の際にはこの性質を基本として安定解析を行う場合も多い。本報は、粘性土の圧密条件（養生圧力、圧密圧力、圧密時間）を変えたせん断試験（圧密非排水試験）を行い、圧密の進行に伴う強度増加の関係について検討した結果について報告する。

2. 試料および実験概要・条件

試料は、佐賀市近郊の有明粘土で物理試験結果を表-1に示す。含水比を約 120% (>液性限界) に調整し練返した試料を養生容器（塩ビパイプ、直径20cm、高さ25cm）の深さ20cmまで詰め、上方より空気圧を用いて養生圧力 ($p_0 = 0.2, 0.4, 0.6 \text{ kgf/cm}^2$ の3段階) をかけ28日間以上養生した後、トリミングして実験に用いた。せん断試験は、小型一面せん断試験機を用いたCU試験（せん断速度は 1.0 mm/min ）で、圧密圧力 ($p = 0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1.0 \text{ kgf/cm}^2$ の5段階) を載荷して圧密時間 ($t = 1, 2, 5, 10, 30 \text{ (min)}, 1, 2, 6, 12, 24 \text{ (hour)}$) の10段階) 経過後即時せん断した。

3. 実験結果と考察

図-1 に圧密曲線 ($p_0 = 0.4 \text{ kgf/cm}^2$ の場合) を示す。図中の S_{100} は、曲線定規法により得られる理論上の最終沈下量である。 S_{100} には1時間前後で達することがわかり、この傾向は他の実験ケースにおいても同様であった。すべての実験ケースについて、圧密圧力 (p) と養生圧力 (p_0) との圧力比を $m (= p/p_0)$ で表す。図-2 に m と S_{100} との関係を示すと、それらは比例関係にあることがわかる。 $m < 1.0$ は、圧密圧力の方が養生圧力より小さいケース（図-1 では $m = 0.5$ ）であるが、ここで生じる沈下量については、 $m > 1.0$ の圧密曲線に見られるような特徴（沈下曲線が上に湾曲した線を描く）が明確には現れていないことから、トリミング時に養生圧力から解放され、再び圧密圧力を受けるための収縮現象による影響が大きいものと思われる。

圧密曲線を基に圧密度の時間的推移を図-3 ($p_0 = 0.4, p = 1.0 \text{ kgf/cm}^2$ の場合) の上段に示し、せん断試験結果より粘着力 ($\phi_u = 0, \tau = C_u$) を下段に示す。粘着力はかなりバラツキを生じているが実線に示す傾向

表-1 有明粘土の物理的性質

土粒子密度	2.62 g/cm ³	レキ分	0 %
液性限界	90.1 %	細砂分	2.0 %
塑性限界	35.1 %	シルト分	54.0 %
塑性指数	55.0	粘土分	44.0 %

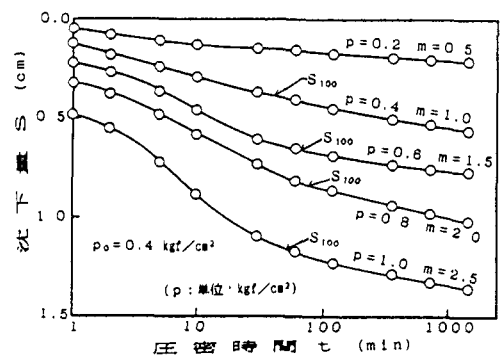


図-1 圧密曲線

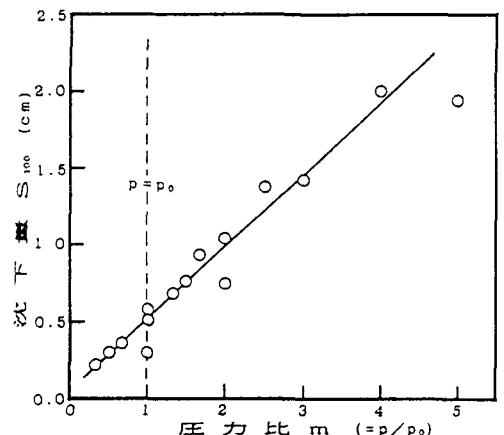


図-2 圧力比と沈下量の関係

になることがわかり、上限値を C_{max} とする。圧密度 100% を過ぎてもほとんど強度増加は見られないことがわかる。破線は UU 試験 (p_0 のみで p は載荷しない) の平均値であり C_0 で表す。圧密による強度増加量 ΔC は C_{max} より C_0 を差し引いた値である。すべての実験ケースについて ΔC を求め、 m との関係について図-4 に示すと、比例関係にあることがわかり、圧力比の大きい場合ほど強度の増加も期待できることがわかる。

図-3 をもとに、圧密度の推移に伴う強度増加の割合について関係を図-5 に示す。各々の圧密度に対応する粘着力の増加量 (ΔC_t) の ΔC に対する百分率を縦軸 (強度増加比と呼ぶ) に用いる。明らかに圧密度の進行に対して、強度増加比の進行に遅れが見られる。特に圧密初期の段階においては強度増加はほとんど起きていないことがわかる。他のケースにおいてもこの傾向は同様であり、1:1 ラインに一致するのは速いものでも圧密度 80% 付近であった。圧密沈下の速度に比べて、粘土中の有効応力増加は過剰間隙水圧の影響によりかなり遅れる傾向があると言われている。測定データがなく断言はできないが、有効応力の増加がそのまま直接には、せん断強度の増加へと結びつかない性質にあると思われる。これについては、間隙水圧の測定などを行い、さらに検討を要するところである。

4. まとめ

以上のことをまとめると次のようになる。

- ① 圧力比と圧密沈下量および強度増加量はそれぞれ比例関係にある。
- ② 強度増加は、圧密度の進行より遅れる。圧密初期段階では強度増加はほとんど起こらず、圧密がかなり進行した時に期待できる。

したがって、軟弱地盤処理の安定解析においては、これらのことを考慮し、施工を行うべきである。

謝 辞 本研究にあたり実験およびデータ整理に日々協力頂いた本学卒業研究生 金光 昇君ならびに 林 本 昌 巳 君に感謝の意を表します。

参考文献 軟弱地盤の調査・設計・施工法 (土質基礎工学ライブラリー-1) ほか

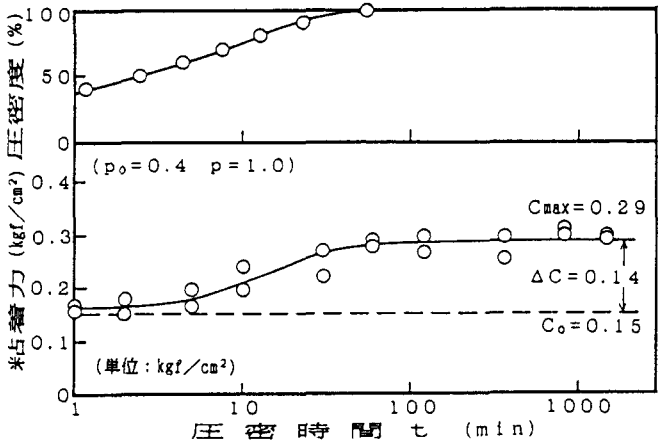


図-3 圧密時間と圧密度・粘着力の関係

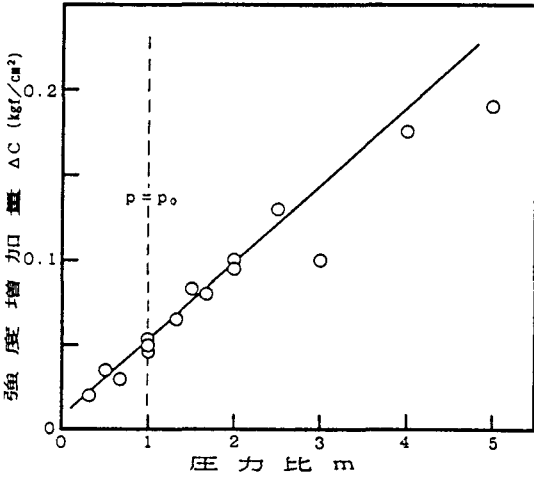


図-4 圧力比と強度増加量の関係

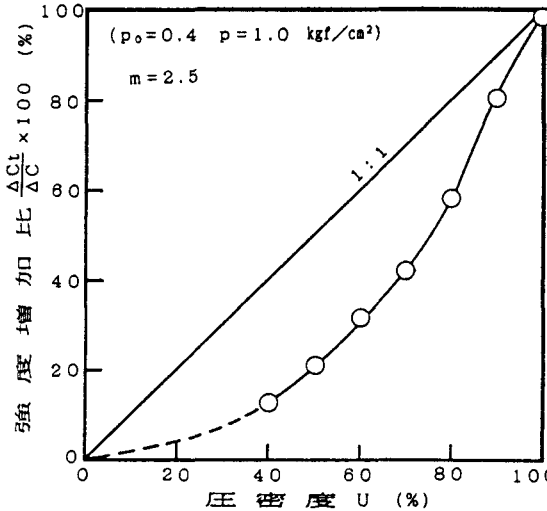


図-5 圧密度と強度増加比の関係