

軟弱地盤の圧密・強度試験装置の試作

信州大学大学院 学○中澤雅人 信州大学 正 梅崎健夫
 信州大学 正 川上 浩 信州大学 学 三品圭史

1. まえがき 地盤の圧密による強度増加を正確に把握することは、地盤上に建設する建築物・土木構造物の安全性の向上や施工の短縮化につながる。軟弱地盤の圧密過程を一次元圧密モデルとして再現し、引き続き強度試験を実施することにより地盤の強度増加を評価できる試験装置を開発・試作した。試験結果に基づき、装置の性能検定を行うとともに圧密度および地盤内の含水比と強度の変化について考察した。

2. 試験装置 試験装置の概略を図-1に示す。装置の開発・試作に際して考慮した点は、①載荷応力および背圧を正確に負荷できること、②粘土層内の間隙水圧を精度良く測定できること、③圧密過程の応力状態を変化させることなく強度試験を実施できること、④圧密応力により生じた粘土層内の含水比分布を測定できることである。以上のことを実現するため、次のような工夫をしている点に本装置の特徴および独創的な点がある。

①に関して、載荷板の側面にOリングを設置しロッドをベアリングにより支持することにより、圧力セルの気密性を保持しかつ摩擦力の軽減を図った。検定の結果、載荷応力に依らず摩擦応力は 0.05 kg/cm^2 程度であり気密性も十分であった。

②に関して、背圧を負荷することで粘土層の飽和度を高めることと、排水経路と間隙水圧測定用経路を分離することで間隙水圧測定の精度を向上させた。さらに、粘土層内の間隙水圧を測定するために間隙水圧測定管（直径 0.3 cm の硬質チューブ）を設けた。測定管と間隙水圧計の間にろ紙とポーラスストーンを介し管内を脱気水で満たすことにより粘土粒子の侵入を阻止した。

③に関して、圧密試験に引き続き、迅速で正確な強度試験を実施する必要がある。試験の簡便性も考慮して圧力セルの底板にコーン貫入装置を設置した。コーンの寸法は、圧力セルの内径 15 cm に対する影響範囲を考慮して、直径 1.5 cm 、先端角 60° のものを使用した。コーン貫入体を二重管構造とすることで、周面摩擦力とコーン貫入抵抗力を分離して、貫入抵抗のみをロードセルにより測定できる（図-1参照）。貫入体をベアリングとOリングで支持することにより、貫入試験時においても圧力セルの気密性を保つことができ、貫入体の摩擦力は約 100 gf と貫入抵抗に比べて十分に小さな値であった。

④に関して、ミニサイズのコーンを用いた迅速で簡便な貫入試験を実施することで貫入試験の影響とその範囲を抑制することと、試験後、底板を外し空気圧により粘土層を抜き出すことで乱れの少ない試料を採取することにより対処した。

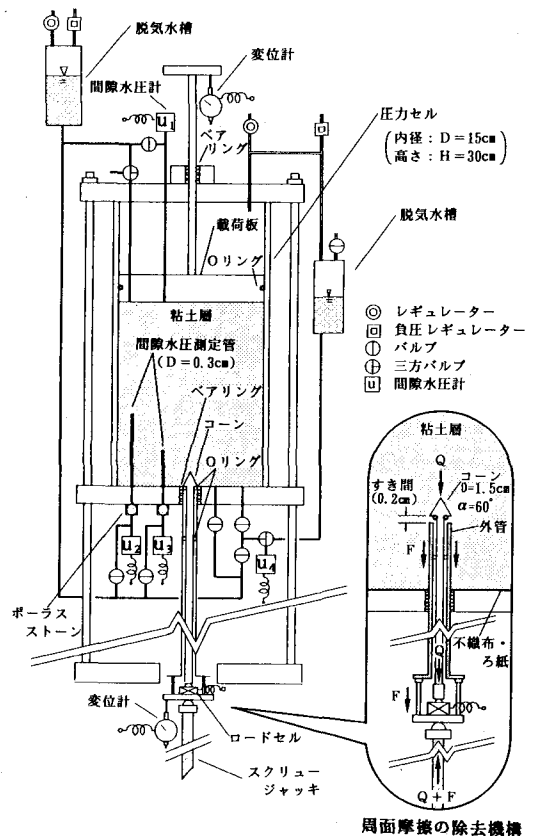


図-1 軟弱地盤の圧密・強度試験装置(1993)

3. 試料および試験方法

試料はカオリン (G_s

$=2.759$, $W_L=75.7\%$, $I_P=39.4$)を用いた。液性限界 (W_L) の2倍のスラリー試料をろ紙と不織布を敷設したセル内に粘土層厚 $H=25$ cmまで詰め、二重負圧法により脱気した後、背圧 (2.0 kg/cm^2) を負荷した。まず先行圧密として、有効圧密応力 0.4 kg/cm^2 で上下両面排水の圧密を行い、3t法により圧密を終了して初期地盤を作成した。B値測定の後 (平均B値 $=0.99$)、有効圧密応力を 0.8 kg/cm^2 に増加させ、下面のみの排水条件で所定の圧密度まで圧密を行った。圧密度 ($\bar{U}_t = \bar{\sigma}_f / \bar{\sigma}_t$) は3t法により決定した圧密度100%における粘土層全体の体積ひずみ ($\bar{\sigma}_f$) と、任意時間のそれ ($\bar{\sigma}_t$) との比として算出した。圧密終了後、直ちに、粘土層内の間隙水圧分布に変化が生じないような比較的速い貫入速度 (2.0 cm/min) でコーン貫入試験を行った。貫入試験後、速やかに粘土層の厚さ方向、半径方向の含水比を測定した。

4. 試験結果および考察

(1) 圧密過程における間隙水圧および体積ひずみ

図-2に粘土層内の間隙水圧および体積ひずみの経時変化を示す。図-3は粘土層内の間隙水圧の等時曲線である。本装置により粘土層の体積ひずみと間隙水圧分布の経時変化が精度良く捉えられたと思われる。圧密度 $\bar{U}_t$ が78%に達していても、地盤内の間隙水圧はかなり残留している。

(2) 圧密による地盤の強度増加 図-4に初期地盤および圧密度 $\bar{U}_t=78\%$ の地盤における含水比および強度の分布を示す。コーン貫入による粘土層内の間隙水圧の変動は小さく貫入速度は適切であり、強度増加を精度良く測定できたものと思われる。コーン貫入後、貫入部の含水比は他に比べて幾分低い値を示し、この値を除いた平均値によって含水比を評価した。圧密過程においては粘土層内の強度の増加と含水比は一様に変化しない。含水比分布と強度分布に相関がみられる。

5. まとめ ①試験装置は、圧密にともなう間隙

水圧の変化と地盤の強度増加を精度良く測定することが

ができる。②粘土層全体の体積ひずみに基づく圧密度が高い場合でも、地盤内の間隙水圧はかなり残留している。③圧密過程においては、地盤内の強度増加は一様でなく、深度により異なる。④含水比と強度には相関がみられ、含水比は強度を決定する要因の1つである。今後は含水比と強度の関係に着目してより詳細な検討を進めていきたい。

謝辞 試験装置の作製にあたり、九州大学 落合英俊教授ならびに中島通夫技官にご援助いただいた。ここに記して、深く感謝の意を表します。

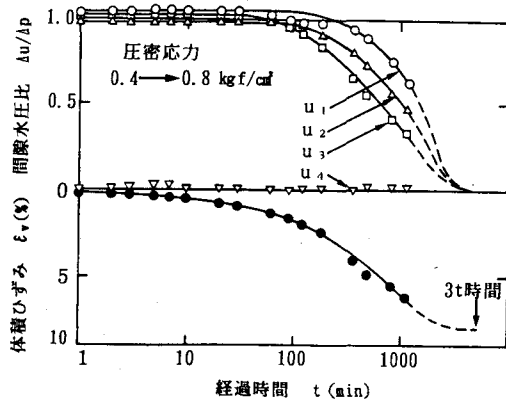


図-2 間隙水圧・体積ひずみ・時間曲線

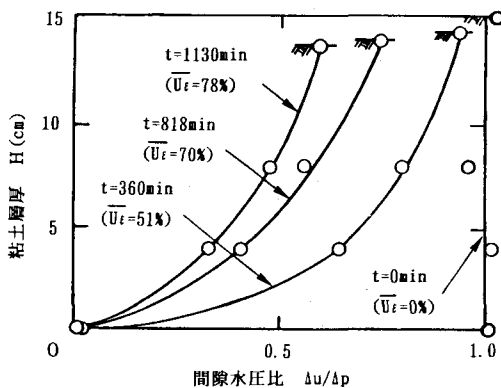


図-3 間隙水圧の等時曲線

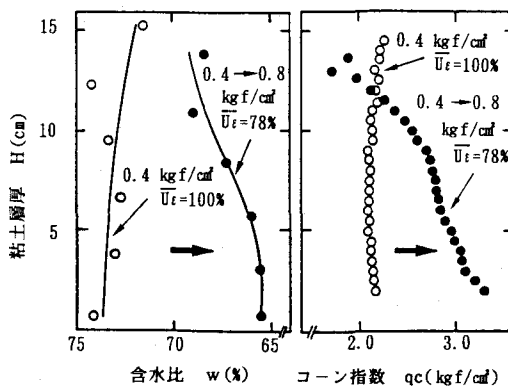


図-4 圧密による含水比と強度の変化