

RI センサーを用いた超軟弱粘土の沈降試験（その2）

信州大学工学部 正○梅崎健夫,正 河村 隆
 ソイルアンド・ロックエンジニアリング(株)正 喜多 明,正 吉村 貢
 (財)地域地盤環境研究所 正 今西 肇

1.はじめに 本文では原位置から採取した浚渫土および海水を用いた沈降試験を実施し、密度分布の経時変化と沈降堆積・圧密沈降過程の状態について考察した。また、RI センサーを用いた測定の有効性およびその精度に関しても検討した。

2.試験方法 試験装置の概略を図-1に示す。試料は博多湾から採取した浚渫土（ $\rho_s=2.740\text{g/cm}^3$ ）および海水（塩分濃度 $\beta=20\%$ 、 β より算定した密度 $\rho_l^*=1.011\text{g/cm}^3$ ）を用いた。図-2は試料の粒度分布である。含水比100.2%の試料に海水を加え所定の初期含水比 $w_0=700\%$ および1000%に調整し泥水状態とした。試験装置の構造上、モールド下部の測定ができないために底部から15cmまで飽和標準砂をスペーサーとして詰め込み、その上にろ紙を設置した。十分に攪拌した泥水状態の試料を数度に分けてモールド内に投入した。なお、 $w_0=1000\%$ の試験では試料をモールドに投入する際に攪拌翼を上下させることにより攪拌も行った。試料の実質高さは両試験ケースともに $h_s=2.91\text{cm}$ である。所定の時間にRIセンサーの線源部・検出部を下部から1mm/secの速度で上昇させて測定を行った。沈降試験終了後、試作した内径6mmのピストンサンプラーを用いて、堆積土の含水比分布の測定も行った。RIセンサーの原理および試験方法の詳細については、文献1)、2)を参照されたい。なお、本文中の含水比は塩分補正を行っていない値である。

3.実験結果および考察 図-3(a),(b)に湿潤密度 ρ_t の分布の経時変化を示す。図中の ρ_t は測定値を21秒間移動平均したものを10mm幅で区間平均したものである。1回の測定に約10分間を要する。そのため測定時間はその平均時間 $\pm 5\text{min}$ として記載した。図-3(c)は沈降堆積・圧密沈降過程の模式図³⁾である。ここで ρ_l 、 ρ_{sus} および ρ_{bed} はそれぞれ清澄水、懸濁液および堆積土の密度である。沈降試験の初期段階は試料全体がほぼ一定密度の懸濁液である（図-3(c)(1)）。 $w_0=700, 1000\%$ とともに、 $t=5\pm 5\text{min}$ がこの状態に相当する。ただし、測定した懸濁液の ρ_t は深さ方向にばらつきながら若干増加している。次に時間の経過とともに沈降が進行し、懸濁液の上部に清澄水の領域が増加するとともに底部から堆積が始まる（図-3(c)(2)）。 $w_0=700, 1000\%$ の場合、それぞれ $t=60\pm 5, 55\pm 5\text{min}$ がこの状態に相当する。さらに時間が経過すると、 ρ_t が ρ_l から ρ_{bed} まで急増する分布形状となる（図-3(c)(3)）。このときには懸濁液はほとんど存在せず、清澄水の直下に堆積土が分布している。 $w_0=700, 1000\%$ の場合、それぞれ $t=425\pm 5, 395\pm 5\text{min}$ 以降の2つずつのデータがこの状態に相当する。

ただし、清澄水（海水）および懸濁液の実測値においては、深さ方向に大きなばらつきを生じている。これは海水中の含有物や懸濁液中の土粒子の凝集も一因と考えられるが、測定値の平均化手法についてもさらに検討中である。実測値における ρ_l 、 ρ_{sus} はばらつきを考慮して図中のように決定した。飽和度 $S_r=100\%$ と $\rho_s=2.740\text{g/cm}^3$ を用いて、間隙比 e および含水比 w も図中のように算定できる。 $w_0=700, 1000\%$ においてそれぞれ $\rho_{\text{sus}}=1.10, 1.07\text{g/cm}^3$ よりも大きい部分を堆積土と仮定すると堆積土表面の e_{max} および w_{max} はそれぞれ $e_{\text{max}}=16.4, 23.9$ および $w_{\text{max}}=600, 870\%$ と算定される。

図-4(a),(b)に測定したすべての ρ_t の分布から求めた等密度線³⁾と沈降堆

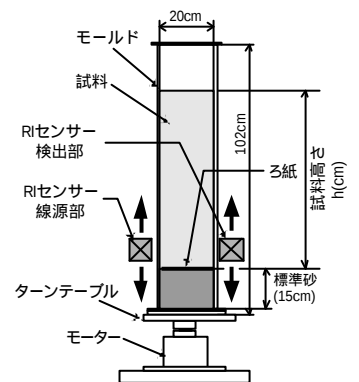


図-1 試験装置の概略

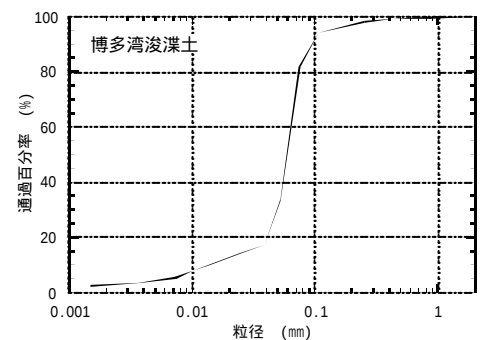


図-2 試料の粒径加積曲線

キーワード：超軟弱粘土，沈降，RI，密度，含水比

連絡先：長野市若里 4-17-1，TEL & FAX: 026-269-5291

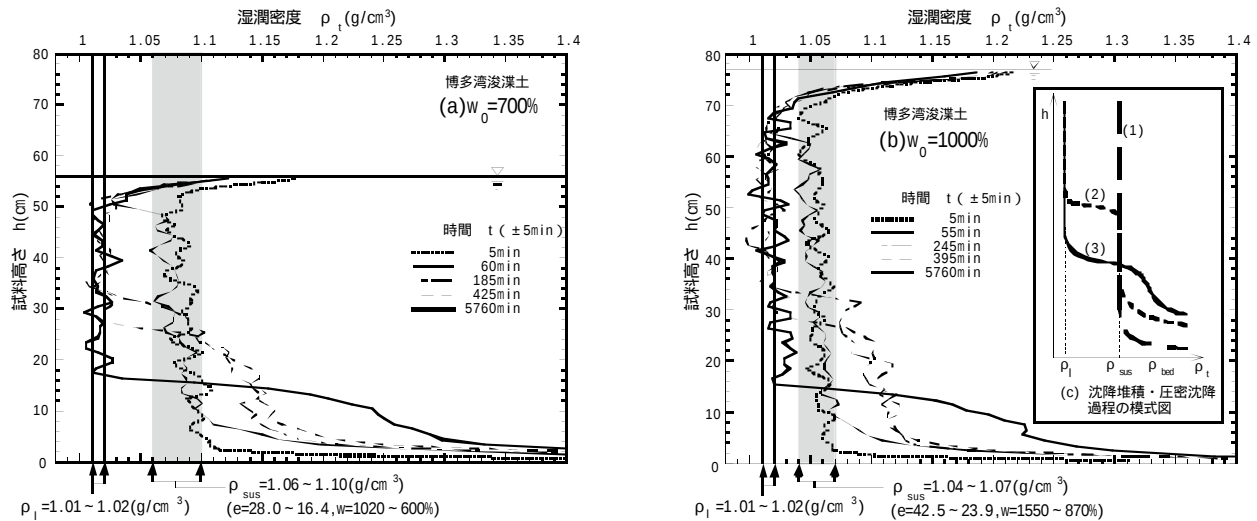


図-3 Rセンサーによる湿潤密度の測定結果

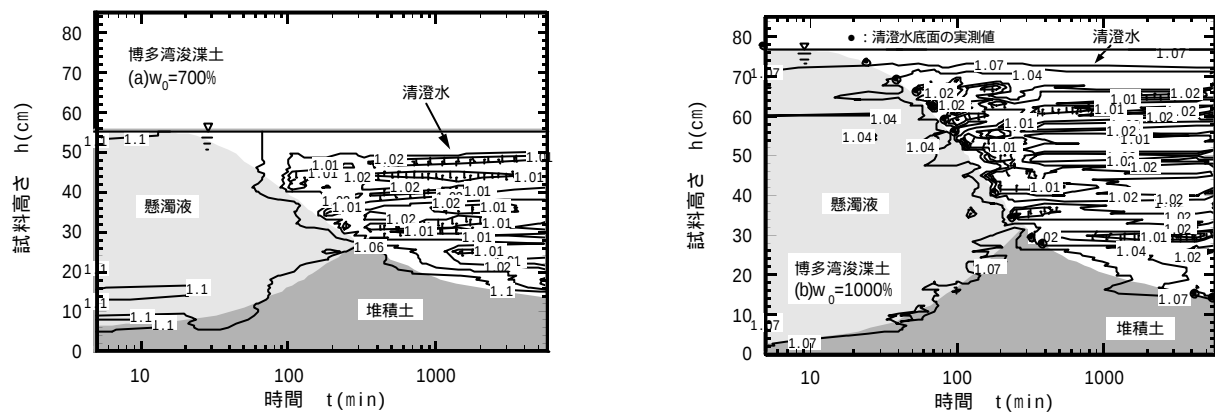


図-4 等密度線と沈降堆積・圧密沈降過程の状態

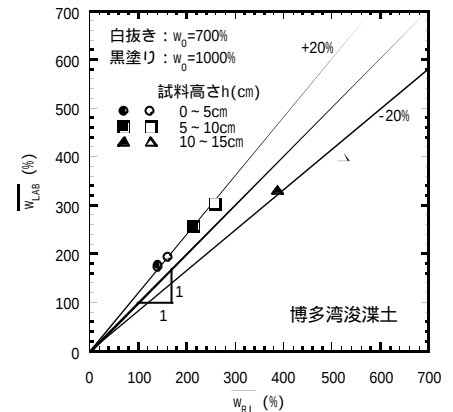
積・圧密沈降過程の状態⁴⁾を示す。 w_0 ごとに算定した ρ_i と ρ_{sus} をしきい値として等密度線を描くことにより清澄水、懸濁液および堆積土を明瞭に区分することができる。 $w_0=1000\%$ において実測した清澄水の底面高さはこの区分と良く一致している。

図-5に $t=5760 \pm 5\text{min}$ において算定した含水比 $\overline{w}_{RI}$ と試験後に測定した含水比 $\overline{w}_{LAB}$ の比較を示す。両者の誤差は2割程度である。含水比測定のためのサンプリング方法やRIセンサーによる測定値の平均化手法をさらに検討する必要もあるが、RIセンサーは原位置の測定手法としてたいへん有効であると考えられる。

4.まとめ 得られた主な知見を以下に示す。(1)RIセンサーを用いた沈降試験

における湿潤密度の測定値から清澄水、懸濁液および堆積土の状態を明瞭に区分することができる。(2)堆積土表面の e_{max} および w_{max} は本試験条件においてはそれぞれ $e_{max}=16.4 \sim 23.9$ 程度および $w_{max}=600 \sim 870\%$ 程度である。(3)湿潤密度の分布から算定した含水比と試験終了後に測定した含水比の間には幾分差があるものの、RIセンサーは原位置の測定手法としてたいへん有効である。以上のことより、原位置においてRIコーン貫入試験¹⁾を実施することにより、埋立地盤の自重圧密解析において必要な初期間隙比や初期上載圧および超軟弱な埋立地盤の体積変化の挙動や強度増加をより合理的に求めることができると考える。また、堆積土中に発生する過剰間隙水圧の測定などに関する試験装置の改良とともに、超軟弱な埋立地盤における原位置試験を現在検討中である。

【参考文献】1) 梅崎ら，第45回地盤工学シンポジウム，pp.43-48，2000. 2) 梅崎ら：RIセンサーを用いた超軟弱粘土の沈降試験 第36回地盤工学研究発表会 2001(投稿中) 3) Been, K. et al., Geotechnique 31, No.4, pp.519-535, 1981. 4) 矢野，土木学会論文集，No.364/III-4, pp.1-14,1985.

図-5 $\overline{w}_{RI}$ と $\overline{w}_{LAB}$ の比較