

地盤内水位の低下を伴う粘土の遠心自重圧密実験

国土交通省九州地方整備局 東俊夫 山縣延文 西島正也 高田忠弘
 日建設計中瀬土質研究所 ○西村正人 大野雅幸 片桐雅明 寺師昌明

1. はじめに

新北九州空港の埋立地で行われた地盤調査では、圧密対象層の下部排水層での間隙水圧は、場所によって地盤内水位（地表面と一致）に一致するものとそれより数 m 程度低い水位に一致するものがあることが確認された。この違いが圧密挙動に及ぼす影響を検討するため、東ら¹⁾は粘土層上下面に一定の水位差を与えた条件で遠心自重圧密実験を行った。しかし、実際の埋立地では、地盤の沈下とともに地盤内水位が低下する。本研究では、地盤内水位の低下が粘土の圧密挙動に及ぼす影響を検討するため、粘土層上下面に水位差を与えた条件、両水位が一致する条件の下で、地盤の沈下とともに粘土層上面水位を低下させた遠心自重圧密実験を行い、東ら¹⁾の実験結果と比較した。

2. 実験および解析方法

(1) 実験条件： 本検討では、地盤内水位の低下が粘土の圧密挙動に及ぼす影響として、『粘土層内部の静水圧変化』と『粘土層下面での水位差の減少』に着目した。そのため、粘土層上面水位の時間変化と粘土層上下面に与える水位差で、表-1に示す4条件を設定した。case2, 3 の実験では、粘土層上面水位を地盤の沈下とともに低下させる。すなわち、case2 では水位差が、case3 では静水圧が実験中に減少する。一方、case0, 1 の実験では、粘土層上面水位は一定であり、静水圧、水位差ともに実験中は一定の値となる。

(2) 実験方法： 本実験で用いた試料は、塑性指数が $I_p=19.9$ (液性限界 $w_L=52.5\%$, 塑性限界 $w_p=32.6\%$) の海成粘土である。

含水比を 100% ($\equiv 2w_L$) に調整した試料を用いて、図-1に示す初期層厚 15cm の浚渫粘土層の模型地盤を作製した。これを遠心載荷装置に搭載し、30G の遠心加速度場で自重圧密実験を行った。実験中、粘土層上下面の水位は手で制御した。

実験中、レーザー変位計と間隙水圧計を用いて、地表面沈下と地盤内水圧を計測した³⁾。実験終了後、粘土層から試料を採取し、含水比の深度分布を測定した。

(3) 解析方法： 圧密解析には、粘土層下面に一定の浸透圧を与えられる CONAN²⁾を用いた。圧密パラメータは、浸透圧を与えない case0 の実験結果から決定した。浸透圧としては、粘土層上下面水位の下面における静水圧差を与えた。

以下の実験結果ならびに解析結果は、すべてモデルスケールで示す。

3. 粘土層内部の静水圧変化が圧密挙動に及ぼす影響 (case3 と case0 の比較)

図-2, 3に示す各ケースの沈下挙動と自重圧密終了後の含水比深度分布のうち、粘土層内部の静水圧を変化させた case3 の実験結果と粘土層下面に浸透圧を与えない解析結果 CONAN(case0)に着目する。

case3 の実験結果は、沈下曲線、含水比分布ともに CONAN(case0)とよく一致している。また、過剰間隙水圧分布も、case3 と case0 はよく一致していることを確認している。

以上より、粘土の圧密挙動は静水圧変化の影響を受けないこと、すなわち有効応力の変化に従うことが確認できた。

キーワード: 遠心自重圧密実験, 浸透力, 浚渫粘土

〒212-0055 神奈川県川崎市幸区南加瀬 4-11-1 TEL044-599-1151 FAX044-599-9444

表-1 実験ケース

		粘土層上面水位	
		地盤の沈下とともに低下	一定
初期水位差 ΔH_{w0}	20cm	case2	case1 ¹⁾
	0cm	case3	case0 ¹⁾

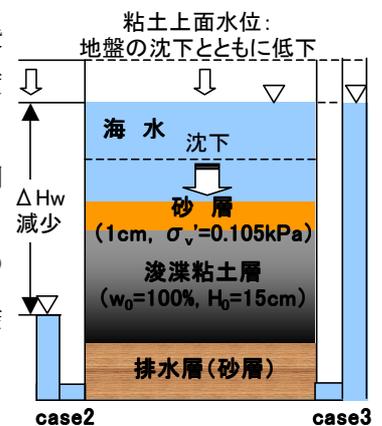


図-1 模型地盤と境界条件 (case2, 3)

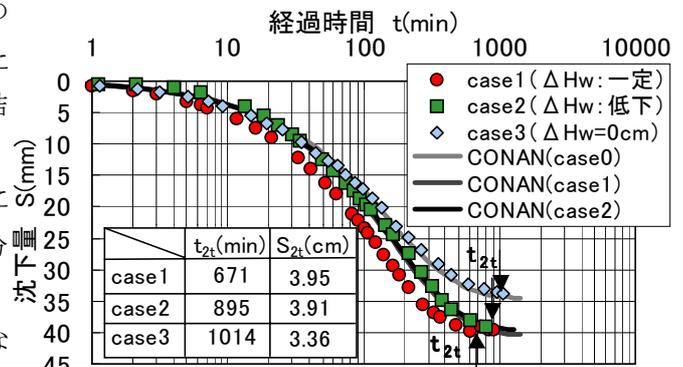


図-2 沈下曲線

4. 水位差の減少が圧密挙動に及ぼす影響(case2とcase1の比較)

(1) 沈下挙動と含水比深度分布: 図-2, 3の実験および解析結果のうち, 水位差を与えた case2と case1に着目する。水位差が一定の case1 に対する解析結果は CONAN(case1)で表した。case2 は実験中に水位差が減少するため, 便宜的に実験終了時の水位差を一定として解析した結果, CONAN(case2)と対応させた。

case2はcase1に比べて, 2t法で求めた圧密終了時間(t_{2t})は少し長くなり, 最終沈下量は 0.4mm 少なくなった。また, 含水比は深部で 1%程度大きくなった。実験と解析を比較すると, case2 の沈下挙動はほぼ一致したが, case1 のそれは実験の方が圧密の進行が早くなった。また, 含水比は, 実験値が解析値に比べて, 深部で 3~5%大きくなった。この実験と解析のずれは, case0 で求めた圧密パラメータを用いたことによる誤差と考えられる。

(2) 地盤内水圧の経時変化: 図-4に, case1, 2 において, 粘土層底面から 1, 4, 7cm で計測した水圧の経時変化を示す。地盤内の水圧は, 測定値 u_m から粘土層上面水位より求めた静水圧 u_{up} を差し引いた値($u_m - u_{up}$)で表している。

両ケースにおいて, 各測定位置の($u_m - u_{up}$)は, 実験開始時には 5~10kPaの範囲内にあったが, 時間の経過とともに測定位置が深いものから低下し始めた。case2の水圧挙動は, 最初はcase1のそれと一致しているが, 圧密の進行とともに case1 の関係から逸脱した。その逸脱点は, 粘土層下面に近いものほど早いことが観測された。矢印で示す 2t 時間以降では, 両ケースの全測定点での($u_m - u_{up}$)はほとんど変化していない。

(3) 地盤内水圧分布: 図-5に, case1, 2における各圧密度での($u_m - u_{up}$)分布の実験ならびに解析結果を示す。圧密度 U は 2t時間における沈下量を 100%とした。図中の実線で示す解析結果は, 実験値よりやや大きい, 実験の($u_m - u_{up}$)分布をよく表している。

圧密度が 50%までの($u_m - u_{up}$)分布は, 図-5(a)に示すように, 両ケースともほぼ同じ形状を示している。それ以降, 圧密の進行とともに粘土層下面から両ケースの($u_m - u_{up}$)分布に差が認められた。図-5(b)に示す圧密終了時の($u_m - u_{up}$)分布を見ると, その差は粘土層下面から1cmでは8kPa, 4cmでは6.5kPaとなった。

5. まとめ

本実験では, 粘土層内部の静水圧変化と粘土層下面の水位差の減少が粘土の圧密挙動に及ぼす影響を検討するため, 4ケースの遠心自重圧密実験を行った。その結果, 以下の知見を得た。

- (1) 粘土の自重圧密挙動は, 粘土層上面水位の低下に伴う静水圧変化の影響を受けないことが確認できた。
- (2) 今回の実験条件では, 地盤の沈下とともに水位差が減少した場合の粘土の圧密挙動は, 水位差が一定である場合のものと同様であった。しかしながら, 両ケースの水圧分布は, 圧密度 50%以降でその差が認められた。

参考文献: 1) 東ら: 浸透力を受ける粘土の自重圧密実験, 第 37 回地盤工学研究発表会, 2002, 投稿中 2) 東ら: 浸透力を受ける粘土層の自重圧密解析, 第 37 回地盤工学研究発表会, 2002, 投稿中 3) Nishimura, M. et.al. (2000): Determination of consolidation parameters for clay sludge by centrifuge, IS-Yokohama2000, pp.95-100

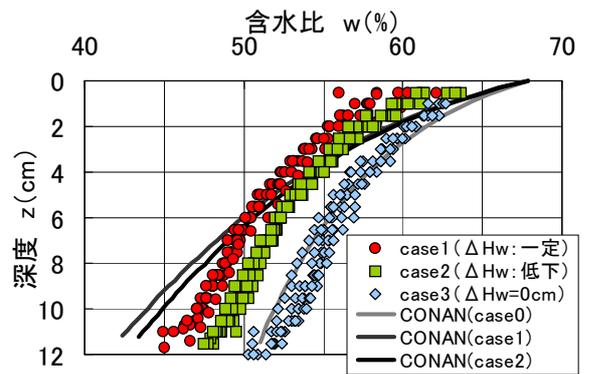


図-3 含水比深度分布

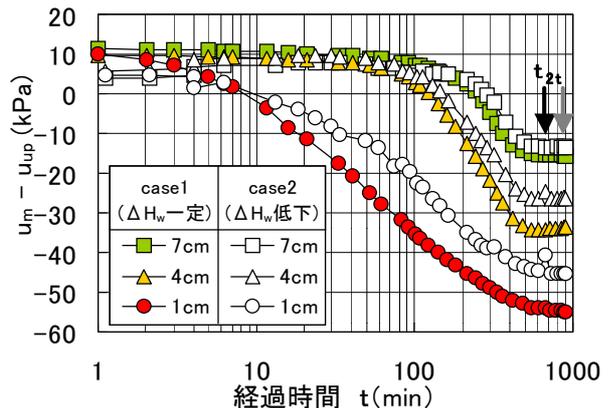


図-4 地盤内水圧($u_m - u_{up}$)の経時変化

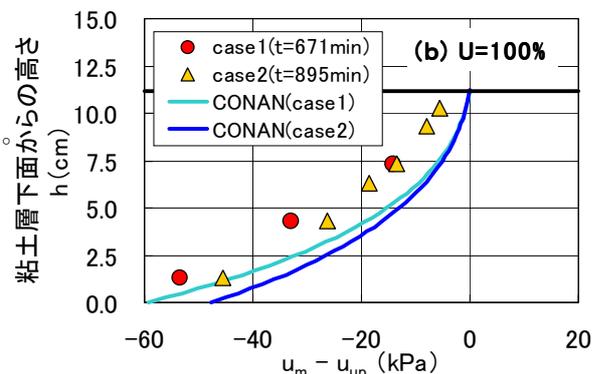
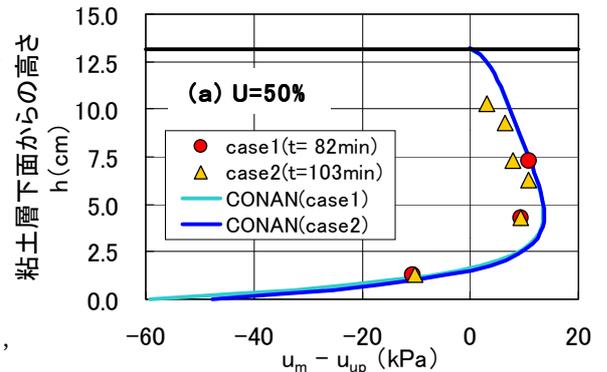


図-5 各圧密度における($u_m - u_{up}$)分布