

軟弱地盤の圧密特性について

福岡市役所 正員 〇川原 孝 井上 孝
宮崎伊能 久門 栄治
吉松 重光 遠見 廣治

1. まえがき

軟弱な沖積土をポンプ浚渫することによって造成された埋立地盤は含水比が高く、埋立直後は未圧密状態にある。このような超軟弱な粘土からなる地盤は、埋立後プレローディング工法やサンドドレーン工法などによって地盤改良が行なわれることが多いが、そのためには地盤の圧密定数を正しく把握しておく必要がある。そこで、軟弱粘土の圧密試験として定率ひずみ方式の圧密試験を行なうと併に、応力レベルの低い領域での実験として、二重円筒型沈降試験を行ない、層厚変化を考慮した三笠理論式とのフィッティングによる圧密係数 C_v の推定を行なったので報告する。

2. 実験方法

実験に用いた粘土は横浜の本牧粘土と呼ばれているもので、

項目	本牧粘土
G _s	2.71
WL (%)	76.7
WP (%)	41.5
IP (%)	35.2
液性	8.7
塑性	40.1
粘土	51.2
乾燥減量	11.0

Tester No.	w ₀ (%)	H ₀ (cm)	f ₀	e ₀ (g/g)	R (mm/g)
1 無添加	296	2.03	3.04	0.102	0.0307
2 硫酸バンド	296	2.403	3.702	0.132	0.0307
3 PAC	296	2.732	2.921	0.041	0.024
4 硫酸バンド	296	2.627	4.023	0.024	0.024
5 無添加	296	2.753	3.745	0.035	0.024
6 硫酸バンド	296	2.75	3.578	0.102	0.024
7 PAC	296	3.027	3.948	0.054	0.024
8 硫酸バンド	296	2.568	3.527	0.149	0.024

表 - 1

表 - 2

その性状は表-1の通りである。

これを海水によりスラリー化して試料とした。試料は上述の他に埋立工事で沈降剤を使用した場合を想定し、無機調合凝集剤、PAC、硫酸バンドを添加したものを加え、表-2に示す条件のもとで、定率ひずみ圧密試験を行なった。沈降剤の添加量はメスシリンダーによる最適添加量試

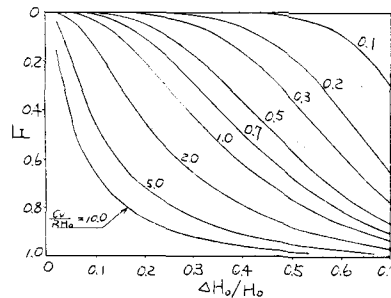


図 - 1

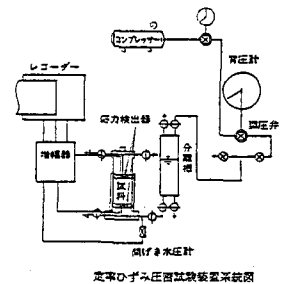


図 - 2

験により無機調合凝集剤 150 PPM, PAC 150 PPM, 硫酸バンド 250 PPM とした。定率ひずみ圧密試験は図-2に示す装置を使用し、直径 6 cm の試料を上端片側排水の条件で実施し、下端部で試料下部の土圧および間隙水圧を測定するものである。試料は一樣応力状態となるよう、両面排水の状態での予備圧密を行なっている。図-1、図-3は C_v (RH_0) をパラメーターとし、平均ひずみ $\Delta H_0/H_0$ に対する、底部ひずみと上端部ひずみの比である F および底部の圧密比 f_0/f_a の関係を示したもので、この図から $f \sim \log P$ および $C_v \sim \log P$ の関係が求められる。 F の値は実測データから式(2)より計算される。

$$\bar{E}_T = 1 - \frac{f_T}{f_0} = 1 - \frac{1}{f_0} (f_0 - C_v \log \frac{f_T}{f_0}) \quad (2.1)$$

$$\bar{E}_B = 1 - \frac{f_B}{f_0} = 1 - \frac{1}{f_0} (f_0 - C_v \log \frac{f_B}{f_0}) \quad (2.2)$$

$$F = \frac{\bar{E}_B}{\bar{E}_T} = (\log \sigma - \log u_h - \log \sigma') / (\log \sigma - \log \sigma') \quad (2.3)$$

ここで、 σ : 下部の応力, u_h : 間隙水圧, σ' : 予圧密圧力

図-4は二重円筒型沈降試験装置を示す。本装置は、通常の沈降試験に用いるシリンダーを外筒(内径 68 mm, 高さ 330 mm)とし、リング型の細方(内径 62 mm, 高さ 10 mm)を積み上げて内筒とする二重円筒型の装置で

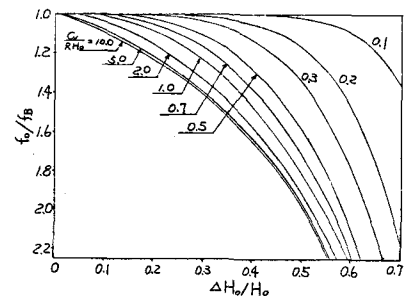


図 - 3

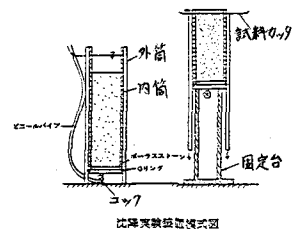


図 - 4

ある。この装置で両面排水条件の基で、表-3に示す初期条件により沈降実験を開始し、沈下量を測定した。また1週間経過後、各細片ごとの含水比を測定し、 $f \sim \log P$ 関係を求めた。

3. 三笠理論式とのフィッティング

自重を考慮した圧密過程の微分方程式において、 C_u を一定とした式は次式で表わされる。

$$\frac{\partial s}{\partial t} = C_u s^2 \left\{ \frac{\partial s}{\partial \sigma} + \frac{1}{Ls} \frac{\partial s}{\partial \sigma} \right\} \dots (3.1)$$

$$\frac{1}{Ls} = -\frac{d}{ds} (m_{\sigma} s) = (1 - \frac{0.8686 C_u}{s}) \frac{d\sigma}{P} \dots (3.2)$$

これらの式は解析的には解けないので、差分方程式に直して計算を行なった。沈降試験により得られる $f \sim \log P$ 関係は圧密が終了していないので、図-5に示す3 caseの $f \sim \log P$ 曲線を仮定して計算を行なった。

Case A : 定率みずみから求められる $f \sim \log P$ 曲線

Case B : 沈降試験の上端部と Case A に於ける $\sigma = 0.032 \text{ kg/cm}^2$ の点とを結んだもの。

Case C : 沈降試験の上端及び下端部を結ぶ線である。フィッティングは、図-6の沈下曲線より、圧密理論の適用できる曲線である含水比 321% のものについて行なった。

4. 実験結果および考察

図-5は無添加の試料による試験結果を $f \sim \log P$ で示したものである。 f と σ の関係は、経験的に半対数線上で直線となることが知られている。沈降試験は両面排水条件の基で行なっており、上下端部の圧密は定常状態と考へて、その2点を結ぶ線を引いた場合、定率みずみ試験による $f \sim \log P$ とは直線関係になっていない。また、フィッティングで試みた3つのCaseについて

は、Case A は発散、Case C は実験値と整合しない結果となり、低応力における $f \sim \log P$ 関係は、Case B が真の関係に近いように思われる。平均応力 $\bar{\sigma}_{av}$ に対する C_u の関係をまとめると、図-9に示す結果となる。以上のことから、高含水比の状態に乱された粘土土は、低応力領域で C_u の小さい状態となり、その結果 $f \sim \log P$ 関係は非線型となり体積比は大きな値を示す。

5. あとがき

本研究は運輸省港湾技術研究所で行なったものである。本研究に御援助下さった、土質部的小林氏、土田氏に感謝いたします。

参考文献

三笠正人, "軟弱粘土の圧密 - 新圧密理論とその応用 -" 鹿島出版会

梅原靖文, 善功企, "超軟弱粘土の定率みずみ圧密試験とその解釈について" (1977.5)

第12回
土質工学

No.	沈降剤	W_0 (%)	H_0 (cm)	f_0
1	無添加	321	38	9.45
2	気機調合型	321	38	9.45
3	PAC	321	38	9.45
4	硝酸バンド	321	38	9.45
5	無添加	364	38	23.73
6	気機調合型	364	38	23.73
7	硝酸バンド	364	38	23.73
8	無添加	987	38	26.97
9	気機調合型	987	38	26.97
10	PAC	987	38	26.97
11	硝酸バンド	987	38	26.97
12	硝酸バンド	987	38	26.97

表-3

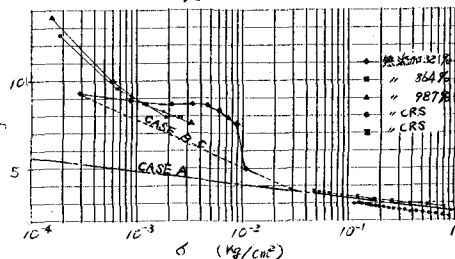


図-5

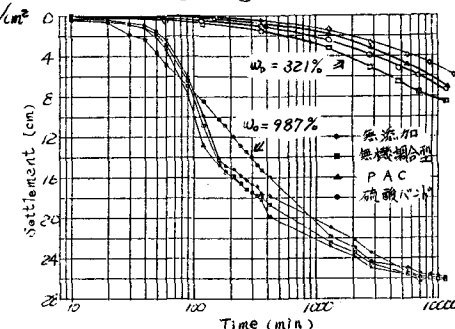


図-6

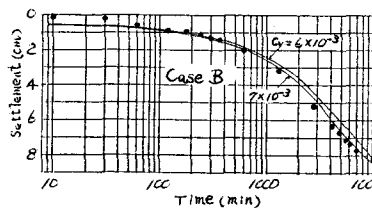


図-7

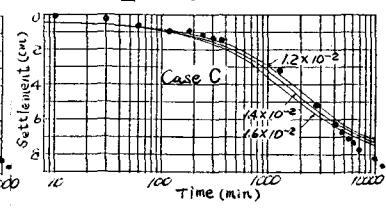


図-8

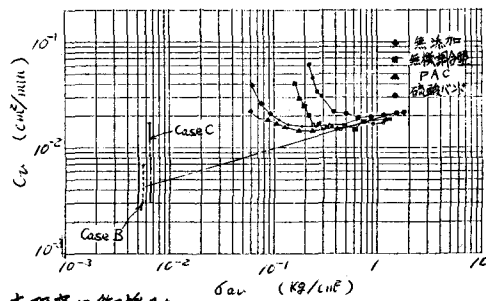


図-9