

III-139 標準圧密試験と等方圧密試験における圧縮指数と膨潤指数の測定結果について

東京電力(株) 正会員 岡田 仁
 東京電力(株) 正会員 山崎 剛
 東京電力(株) 正会員 富所 達哉

1. はじめに

掘削に伴う地盤の変形量を予測する場合、状況に応じた適切な土の構成式を選定することは重要なことである。地盤に作用する応力が所有の強度に比べ大きくなる場合、土の構成式の選定において塑性領域における変形特性が考慮されている弾塑性モデルとすることがある。弾塑性モデルを規定する際には、塑性域については圧縮指数、弾性域については膨潤指数が必要となる。

今回、東京都の荏原台を開拓する河谷低地部に堆積している沖積粘土を対象に標準圧密試験と等方圧密試験を実施したので、両試験より得られた圧縮指数と膨潤指数の測定結果について報告するものである。

2. 試験試料

試験対象地点の沖積層部分の土質柱状図は、図-1に示すとおりである。地層層序は上位より表土(SF)、腐植土(AP), 凝灰質粘土(A_{c1})および有機質粘土(A_{c2})となっている。

試料は、 A_P , A_{c1} および A_{c2} 層から固定ピストン式シンウォールサンプラー(外径86mm)を用いて採取した。なお、試験試料 A_P , A_{c1} および A_{c2} 層の物理定数は表-1に示すとおりである。

3. 試験方法

3.1 標準圧密試験

試験方法は、JISA1217に準拠して行った。供試体寸法は直径60mm, 高さ20mmとし、試験数量は各層につき3本とした。

圧密荷重の載荷段階は、 A_P 層および A_{c1} ・ A_{c2} 層でそれぞれ次に示すとおりとした。 $(\rightarrow : \text{載荷} \quad \Rightarrow : \text{除荷})$

$$\begin{aligned} ① \quad A_P \text{層} & \quad 0.05 \rightarrow 0.1 \rightarrow 0.2 \rightarrow 0.4 \rightarrow 0.8 \\ & \quad \rightarrow 1.6 \rightarrow 3.2 \rightarrow 6.4 \Rightarrow 0.05 \quad (\text{kgt/cm}^2) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} ② \quad A_{c1} \cdot A_{c2} \text{層} & \quad 0.1 \rightarrow 0.2 \rightarrow 0.4 \rightarrow 0.8 \rightarrow 1.6 \\ & \quad \rightarrow 3.2 \rightarrow 6.4 \rightarrow 12.8 \Rightarrow 0.1 \quad (\text{kgt/cm}^2) \end{aligned}$$

3.2 等方圧密試験

試験方法は、三軸圧縮試験機を用いてセル内の水压を漸増することにより等方的に圧密させた。供試体寸法は直径50mm, 高さ100mmとし、試験数量は各層につき3本とした。排水は上下端の他にペーパードレインを併用して側面からも行った。

圧密荷重の載荷は1日1段階とし、 A_P 層および A_{c1} ・ A_{c2} 層でそれぞれ次に示す段階で行った。

$$\begin{aligned} ① \quad A_P \text{層} & \quad 0.1 \rightarrow 0.2 \rightarrow 0.4 \rightarrow 0.8 \Rightarrow 0.4 \Rightarrow 0.2 \Rightarrow 0.1 \rightarrow 0.2 \rightarrow 0.4 \rightarrow 0.8 \rightarrow 1.6 \rightarrow 3.2 \\ & \quad \rightarrow 4.8 \rightarrow 6.4 \quad (\text{kgt/cm}^2) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} ② \quad A_{c1} \cdot A_{c2} \text{層} & \quad 0.2 \rightarrow 0.4 \rightarrow 0.8 \rightarrow 1.6 \Rightarrow 0.8 \Rightarrow 0.4 \Rightarrow 0.2 \rightarrow 0.4 \rightarrow 0.8 \rightarrow 1.6 \rightarrow 3.2 \rightarrow 6.4 \\ & \quad \rightarrow 9.6 \rightarrow 12.8 \quad (\text{kgt/cm}^2) \end{aligned}$$

4. 試験結果

4.1 標準圧密試験結果

圧縮指数(C_c)、膨潤指数(C_s)をそれぞれ自然対数で整理した C_{co} 、 C_{so} は表-2に示すとおりである。

地層	深度 G.L. (m)	標高 T.P. (m)	土質記号	土質名	層厚 (m)	N値 (回)	備考
冲積層	0.00	14.00 2.85	SP	表土・埋土 (ローム)	2.85	(0~2)	上部50cm程は瓦礫、下部はやや硬い。
	7.15	6.85	AP	腐植土	4.30	(0~1)	4.0m以浅と6.0m以深は粘土化が進んでいる。 4.0m~6.0mはビート状である。
	9.84	4.16	A_{c1}	凝灰質粘土	2.69	(0~1)	腐植物や有機物が点在する。 9.0m付近よりやや堅くなる。
	12.55	1.45	A_{c2}	有機質粘土	2.71	(2~3)	腐植物が点在する。 11.0m付近より細砂を不均一に混入する。

図-1 土質柱状図

表-1 物理試験結果

項目	細粒分 含有率 Fc (%)	自燃 含水比 W_n (%)	液 界 W_L (%)	性 能 算 算 I_p (%)	性 能 算 算 I_p (%)	土粒子 の比容 G_s	膨潤 度 ρ_t (g/cm ³)	間隙比 e	日本 統一 土質 分類
A_P	97	497.0	516	212	304	1.63	1.00~ 1.25	4.81~ 8.63	Pt
A_{c1}	88	96.1	101	39	62	2.51	1.28~ 1.55	2.03~ 6.02	Wh
A_{c2}	77	91.4	118	50	68	2.46	1.34~ 1.71	2.39~ 3.13	CH

表-2 圧密指數および膨潤指數の測定結果

土質	試料採取深度 G.L. (m)	標準圧密		等方圧密		比	
		C_{co}	C_{so}	A	κ	A/C_{co}	κ/C_{so}
A_P	(上) 3.60 ~ 4.34	1.80	0.122	0.766	0.221	0.437	1.811
	(中) 4.60 ~ 5.40	2.38	0.230	2.13	0.582	0.895	2.530
	(下) 5.60 ~ 6.44	1.17	0.122	1.25	0.265	1.068	2.172
A_{c1}	(上) 7.15 ~ 7.41	0.404	0.0369	0.325	0.0460	0.804	1.247
	(中) 8.00 ~ 8.48	1.23	0.0781	0.638	0.0738	0.519	0.945
	(下) 8.60 ~ 9.40	0.358	0.0326	0.276	0.0252	0.771	0.773
A_{c2}	(上) 9.84 ~ 10.44	0.638	0.0516	0.483	0.108	0.757	2.093
	(中) 10.60 ~ 11.35	0.490	0.0516	0.371	0.0590	0.757	1.143
	(下) 11.60 ~ 12.25	0.286	0.0334	0.271	0.0460	0.948	1.377

* $C_{co}=0.434 \cdot C_c$ $C_{so}=0.434 \cdot C_s$

C_c は正規圧密領域における載荷過程の勾配より求めた。 C_s は除荷過程の勾配より求めた。

C_{co} および C_{so} のまとめは次に示すとおりである。

- ① A_P 層の C_{co} は1.17~2.38でレンジが1.21となり、 C_{so} は0.122~0.230でレンジが0.108となる。
- ② A_{cl} 層の C_{co} は0.358~1.23でレンジが0.872となり、 C_{so} は0.0326~0.0781でレンジが0.0455となる。
- ③ A_{cz} 層の C_{co} は0.286~0.638でレンジが0.352となり、 C_{so} は0.0334~0.0516でレンジが0.0108となる。

標準圧密試験結果の例として、 A_P 層(中)の圧密曲線を図-2に示す。

4.2 等方圧密試験結果

圧縮指数(λ)、膨潤指数(κ)は表-2に示すとおりである。 λ は正規圧密領域における載荷過程の勾配より求めた。 κ は除荷過程の勾配より求めた。 λ および κ のまとめは次に示すとおりである。

- ① A_P 層の λ は0.786~2.13でレンジが1.344となり、 κ は0.221~0.582でレンジが0.361となる。

- ② A_{cl} 層の λ は0.276~0.638でレンジが0.362となり、 κ は0.0252~0.0738でレンジが0.0486となる。

- ③ A_{cz} 層の λ は0.271~0.483でレンジが0.212となり、 κ は0.0460~0.108でレンジが0.062となる。

等方圧密試験結果の例として、 A_P 層(中)の圧密曲線を図-3に示す。

4.3 両試験比較結果

標準圧密試験と等方圧密試験より得られた、 C_{co} と λ の比較結果および C_{so} と κ の比較結果は表-2、図-4、図-5に示すとおりである。これより次のことがわかった。

- ① 両試験の圧縮指数の比(λ / C_{co})は A_P 層で0.437~1.068、 A_{cl} 層で0.519~0.804、 A_{cz} 層で0.757~0.948となっており、等方圧密試験結果の方が小さめにでている。
- ② 両試験の膨潤指数の比(κ / C_{so})は A_P 層で1.811~2.530、 A_{cl} 層で0.773~1.247、 A_{cz} 層で1.143~2.093となっており、等方圧密試験結果の方が大きめにでている。

5. まとめ

両試験より得られた圧縮指数と膨潤指数に対する考察のまとめは次に示すとおりである。

- ① 等方圧密試験より得られた圧縮指数は、標準圧密試験より得られた値のほぼ0.5~1倍となる。
- ② 等方圧密試験より得られた膨潤指数は、標準圧密試験より得られた値のほぼ1~2.5倍となる。
- ③ A_P 層の値は A_{cl} 、 A_{cz} 層比べらつきが大きい。

6. おわりに

今後は、試験値のデータ数を増やしていくことにより両試験より得られる圧縮指数の関係、膨潤指数の関係の精度を高めることが望ましいと思われる。

最後に、本試験の実施にあたり御尽力いただいた基礎地盤コンサルタントの後藤政昭氏、林三男氏に対し感謝いたします。