【060】

各種圧密試験による圧密特性の比較

基礎地盤コンサルタンツ㈱　　○上野 佑基，深井 晴夫，島田 徹也，荘 徳泉

1. はじめに

大阪湾周辺には鮮新世～更新世に堆積した土砂層が広く分布し,砂礫と粘土が互層状に厚く何層にも堆積している．関西国際空港やポートアイランドはこのような海底地盤上に造成され,長期的な圧密沈下現象が継続している．本報告は大阪湾に位置するＡ海域で洪積粘性土を対象に乱れの少ない試料を採取し,段階載荷による圧密試験の他に繰返し多段階圧密試験,及び定ひずみ速度載荷による圧密試験を実施し,試験方法による試験結果の差異を比較した．さらに圧密沈下解析を実施し,圧密試験方法による沈下量や沈下時間の差異を比較した．

2. 試料採取

大阪湾沿岸部の地質断面図を図-1に示す．海底面付近には完新世に堆積した非常に軟弱な沖積粘性土層(Ma13)が分布し,Ma13以深は鮮新世～更新世に堆積したDg層と海成粘性土層 Ma1～12が互層状に分布する．本研究ではDg 層内に分布する Dc 層及び Ma11層を対象にロータリー式二重管サンプラーにより乱れの少ない試料を採取した．

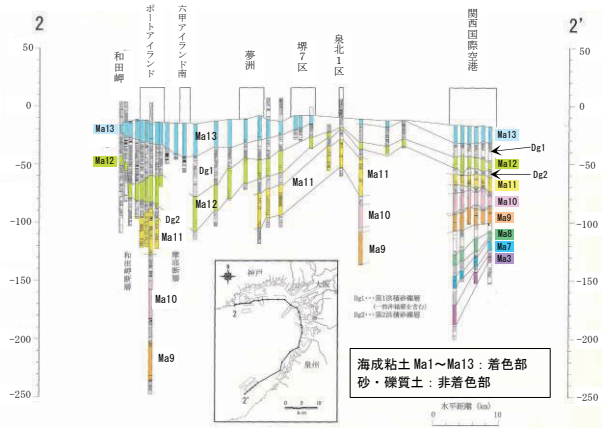

図-1　大阪湾沿岸部の地質断面図[1)]に加筆

3. 物理特性

表-1に Dc 層及び Ma11層の物理試験結果一覧を示す．

表-1　物理試験結果一覧表

地層記号			Dc			Ma11
試料番号			試料A	試料B	試料C	試料D
中心標高		(CDL m)	-37.40	-38.40	-38.90	-48.40
土粒子の密度		(g/cm³)	2.699	2.688	2.718	2.689
自然含水比		(%)	48.1	44.6	49.0	64.0
粒度	礫分	(%)	0.0	0.0	0.0	0.0
	砂分	(%)	1.2	13.7	0.7	1.1
	シルト分	(%)	41.0	33.9	48.4	30.8
	粘土分	(%)	57.8	52.4	50.9	68.1
	細粒分含有率	(%)	98.8	86.3	99.3	98.9
	平均粒径	(mm)	0.0031	0.0043	0.0048	0.0022
コンシステンシー	液性限界	(%)	69.0	71.1	67.4	94.6
	塑性限界	(%)	23.3	23.8	21.9	29.1
	塑性指数		45.7	47.3	45.5	65.5
湿潤密度		(g/cm³)	1.734	1.762	1.732	1.617
乾燥密度		(g/cm³)	1.171	1.219	1.162	0.986

Ma11と Dc では Ma11層の方が Dc 層より粘土分含有率が多く,含水比が高い結果が得られた．また Ma11層の方が小さな湿潤密度及び乾燥密度が確認された．

4. 圧密試験

(1) 圧密試験概要

Dc 層及び Ma11層を対象に,同一深度の試料を用いて段階載荷による圧密試験,繰返し多段階圧密試験,定ひずみ速度載荷による圧密試験を実施した．一般的に洪積粘性土を対象に段階載荷による圧密試験を実施した場合に以下の2点が問題となる.一つは土中の深くで採取した試料を用いることから,少なからず応力開放の影響を受けることである．この点の解決策としては圧密試験前に有効土被り圧まで載荷し,一旦除荷した後に再度載荷をすることで応力開放の影響を削除出来ると考えた．二つ目の問題点としては,洪積粘性土は比較的圧密降伏応力が大きいため,段階載荷による圧密試験では荷重ピッチが粗くなり,圧密降伏応力の設定精度が低くなることである．この点の解決策としては,通常よりも細かいピッチで載荷する,又は連続的に載荷することで e-logP 曲線の屈曲をより明確に出来ると考えた．

(2) 圧密試験条件

表-2に圧密試験条件を示す．載荷条件以外については全て同様の条件を設定した．

表-2　圧密試験条件

圧密試験名	供試体		載荷条件
	直径	高さ	
段階載荷による圧密試験	6cm	2cm	荷重増分比1にて段階的に載荷する。1段階における載荷時間は24時間とする。
繰返し多段階圧密試験	6cm	2cm	以下①～③の順番・手順にて載荷・除荷する。 ①有効土被り圧付近まで載荷(荷重増分比1) ②除荷(①と同様のピッチで除荷) ③再び載荷(荷重増分比1、圧密降伏応力付近より0.5) なお1段階における載荷時間を24時間とする。
定ひずみ速度載荷による圧密試験	6cm	2cm	0.01%/minで連続的に載荷する。

(3) 圧密試験結果

図-2に圧密応力と間隙比の関係図を示す．繰返し多段階圧密試験では,過圧密領域における傾きが小さい傾向が確認された．

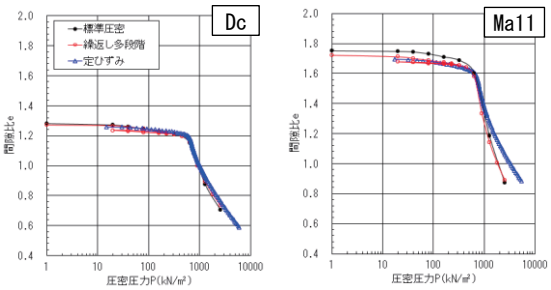

図-2　圧密応力と間隙比の関係

図-3に平均圧密応力と体積圧縮係数 mv の関係図を示す．繰返し多段階圧密試験では，過圧密領域において mv が小さい傾向が確認された．

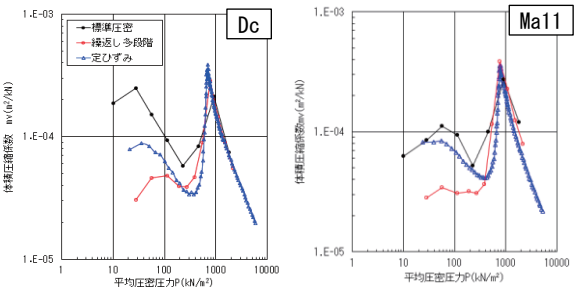

図-3 平均圧密応力と体積圧縮係数の関係

図-4に平均圧密圧力と圧密係数 Cv の関係図を示す．定ひずみ速度載荷による圧密試験で得られた Cv は相対的に小さい傾向が確認された．

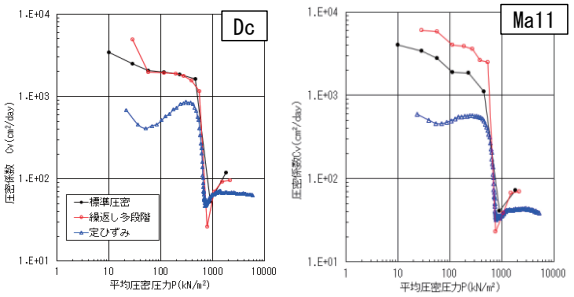

図-4 平均圧密圧力と圧密係数 Cv の関係

表-3に圧密降伏応力と圧縮指数の一覧表を，図-5に圧密降伏応力の深度分布図を，図-6の圧縮指数 Cc の深度分布図を示す．段階載荷による圧密試験では相対的に圧密降伏応力 Pc が小さく求められる傾向が確認された．圧縮指数は概ね段階載荷＜繰返し多段＜定ひずみの関係が確認された．

表-3 圧密降伏応力及び圧縮指数一覧

地層記号			Dc			Ma11
試料番号			試料A	試料B	試料C	試料D
中心標高		(CDL m)	-37.40	-38.40	-38.90	-48.40
圧密降伏応力	Pc (kN/m²)	段階載荷	616.8	602.6	548.5	627.5
		繰返多段階	621.7	603.6	572.8	629.4
		定ひずみ	643.5	579.0	658.3	648.5
圧縮指数	Cc	段階載荷	0.910	0.807	0.711	1.203
		繰返多段階	1.045	0.930	1.052	1.849
		定ひずみ	1.285	1.143	1.378	1.955

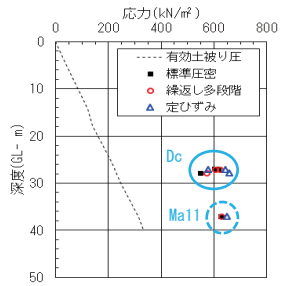

図-5 Pc 深度分布図

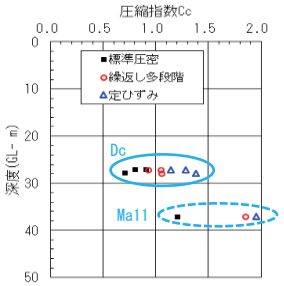

図-6 Cc 深度分布図

5. 圧密沈下解析

これらの圧密試験から得られた結果を用いて仮想モデルにて圧密沈下解析を⊿e 法にて実施した．荷重条件としては，過圧密領域内のものと正規圧密領域内の2種類とした．図-7に過圧密領域内の荷重による経過日数と沈下量の関係を，図-8に経過日数と圧密度の関係を示すが，最終沈下量は24cm～47cm と予測された．また圧密度80%までの経過日数については1.6～7.2年と予測された．次に荷重を正規圧密領域に達した場合について計算したところ，最終沈下量は577cm～760cm，圧密度80%までの経過日数は21.0～24.2年と予測された（図-9，図-10）．

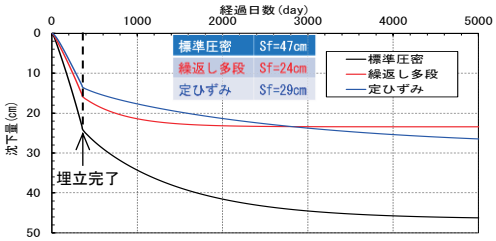

図-7 経過日数と沈下量(過圧密領域)

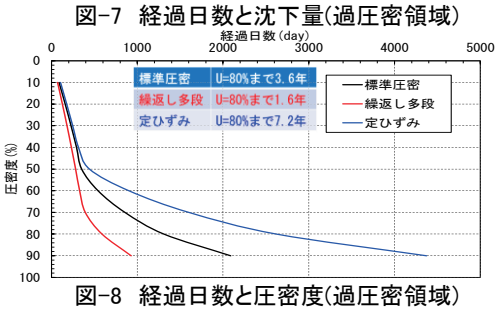

図-8 経過日数と圧密度(過圧密領域)

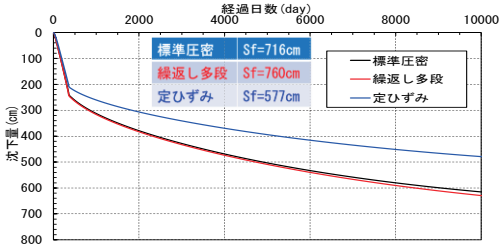

図-9 経過日数と沈下量(正規圧密領域に達した場合)

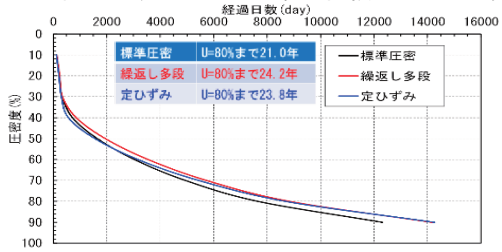

図-10 経過日数と圧密度(正規圧密領域に達した場合)

6. まとめ

①圧密降伏応力及び圧縮指数については概ね以下の関係が示されたが，引き続きデータを蓄積し他の試料でも検証する必要があると考えられる．

圧密降伏応力 Pc：標準圧密≦繰返し多段＜定ひずみ

圧縮指数 Cc：標準圧密＜繰返し多段＜定ひずみ

②荷重条件により異なるが，過圧密領域では試験法による沈下量や沈下時間が倍・半分の差が確認された．

《引用・参考文献》

1)大阪湾地盤情報の研究協議会：ベイエリアの地盤と建設 -大阪湾を例として-，pp 口絵10，2002.12