

干拓地における超軟弱地盤の理化学的特性

西日本工業大学 正員 岩元 賢
 第一復建株式会社 陶山 明
 山口県土地開発公社 板村弘武・宇佐川隆夫

1. はじめに

わが国におけるウォーターフロント開発の歴史は古く、多くの実績がある。しかし、近年の開発事業は大規模化して建設技術の工種・工法はもとより、事業の基本理念として利用条件、社会条件、自然条件そして波及効果とその評価等に関する検討課題も多くなっている。本文では、既設港湾の浚渫土砂を有効利用する際に発生する超軟弱地盤の理化学的特性を調査して、干拓後の建設基礎地盤の安全・環境設計のための資料をまとめたので報告する。

2. 調査地の概要

干拓地は、山口県央南部・阿知須町の瀬戸内海面・山口港に位置し、井関川・土路石川に挟まれている。表層地質は、河口部に堆積した未固結の砂を主体とした粘性土が広く分布している。本事業は、小野田・山口西港の航路浚渫土約200万 m^3 を浚渫船と排砂管で阿知須干拓地(280ha)に埋土処分(2.6m)し、その後覆土工により層厚4mに造成するものである。

表-1 底質の調査結果(干拓地内)

項目	地点名 単位	ST-5	測定下限	測定事例 (注)
pH(25℃)	-	7.8	-	7.3~7.6
I-L	%	1.81	0.1	5.8~19.4 %
水分	mg/g	0.28	0.1	-
COD	-	7.1	0.4	1.8~21 mg/g
T-S	-	1.0	0.01	0.06~1.1
Fe	-	6.0	0.1	-
Mn	mg/kg	30.4	1	-
Cr	-	7.5	1	-
CN	-	<0.1	0.1	<0.1 mg/kg
R-Hg	-	<0.01	0.01	<0.01
O-P	-	<0.1	0.1	<0.1
Pb	-	<0.2	0.2	32.2~62.6
Cr ⁶⁺	-	<1	1	<1
As	-	<0.5	0.5	7.46~16.42
T-Hg	-	0.02	0.01	0.239~0.491
PCB	-	<0.01	0.01	0.01~0.04
Cu	-	<0.1	0.1	19.1~41.4
F	-	<1	1	124~353
Cd	-	<0.05	0.05	0.29~1.50

3. 浚渫土の化学的性質

瀬戸内海のような半閉鎖水域でのウォーターフロント開発では環境保全が近年重要になっている。ヘドロ状の堆積土は永年の間に上流域からの流送土砂や都市域からの生活排水等で汚染されている可能性がある。そこで、本調査では干拓地内外において地下水と底質を採取して分析した。表-1は、干拓地内の底質調査結果の1例である。表によれば、環境汚染要因であるPb, PCB, Cu, Cd等の項目も基準値を下まわっているため、浚渫土を干拓事業に有効利用できることが検証された。

4. 干拓地の土質特性

一般的に、埋立地盤表面の土砂は含水比が液性限界を大幅に上回る超軟弱地盤である。これらの土質特性を把握するために本施工地では、次の土質項目：地質、粒度、含水比、せん断力(ベーン、コーン貫入、一軸圧縮、SW式サウンディング)、圧密・沈下量、等について経時測定した。

4.1 粒度組成・比重(Gs)

排水管付近は砂分の混入が若干多いが、大部分の箇所では細粒土が多く94~99%を占めている。比重はGs=2.65と全区域ともほぼ均一である。

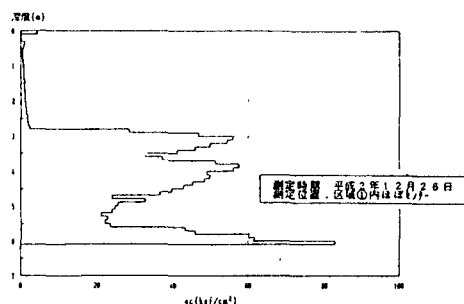


図-1 土層断面とコーン指数の深度分布

4.2 含水比 (W_w)

測定地点および深度により $W_w = 50 \sim 200\%$ とかなりのバラツキが多いが、深度増加に伴う W_w の低下と埋立土投入後の経時変化による W_w の低下傾向は顕著である。特に、GL-1.5m以浅は高含水の細粒土層のため、液性限界 $W_L = 90\%$ 、塑性指数 $I_p = 60\%$ 、の超軟弱地盤であることが測定された（測定期間：1989.10-90.7）。

4.3 コーン指数 (q_c)

コーン貫入試験の結果を図-1に示す。表層部のGL-2.8m位までは浅漠土層でコーン指数 $q_c < 2$ のため、ブルドーザ等の施工機械の走行性は困難な地盤環境の条件下にある。

4.4 セン断強度 (τ)

ペーン試験によれば、せん断強度は深度的にも経時的にも強度増加の相関性が高い。これは土被りによる自重圧密の進行によるものであろう（図-2）。

4.5 沈下量 (S_f)

約9カ月間の沈下量は、各地点の埋立土層厚や粒度組成によって相違はあるが平均的傾向は次のようである（図-3）。

①区域：50～70cm

②区域：40～80cm

ただし、①-4.5地点は途中で水抜き工を併用したので顕著な低下（100cm）が現われている。

5. 自重圧密終了時における土質定数の推定

5.1 沈下量 (S_f)

埋立地盤の最終沈下量は、テルツァギの理論式と $H - \log t$ 図から推定される。

$$t_{50} = T_v (H/2)^2 / C_v \quad \text{----- (1)}$$

各区域の初期層厚に対する最終沈下量の比率は

$$\text{①区域： } S_f / H_0 = 33.8\% \quad \text{----- (2)}$$

$$\text{②区域： } S_f / H_0 = 33.7\%$$

となり、初期層厚の約34%程度と推定される。

5.2 含水比 (W_f)

含水比は飽和土の場合、最終層厚 ($H_{100} = H_0 - S_f$) の関係から次式で推定される。

$$W_f = e_f / G_s = (H_{100} - H_s) / (G_s \cdot H_s) \quad \text{--- (3)}$$

H_0 は空疎0時の土粒子のみの土層高さで、砂分の

少ない区域での最終層厚と含水比の平均はそれぞれ次のようである。

①区域： $H_f = 260\text{cm}$ ， $W_f = 69.3\%$

②区域： $H_f = 211\text{cm}$ ， $W_f = 82.0\%$

5.3 セン断強度 (τ_f)

最終せん断強度は、有効土被り圧や強度増加係数圧密度の関係から次式で推定される。

$$\tau_f = U \cdot K \cdot r' \cdot h \quad \text{----- (4)}$$

図-4に式による推定値と実測値（1990年）の関係を示すが、両地区とも圧密が進行中のようにある。

今後とも継続的な観測と検討を加えながら、WF開発の基礎資料を蓄積する必要がある。

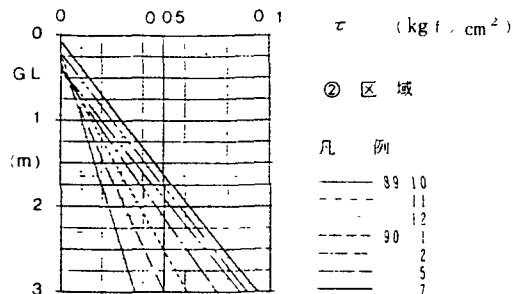


図-2 セン断強度の経時変化

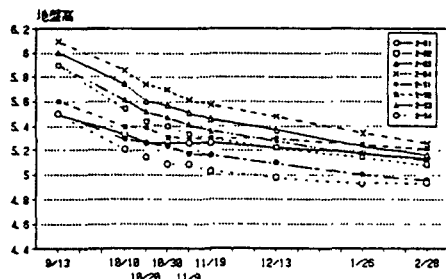


図-3 沈下量の経時変化の比較

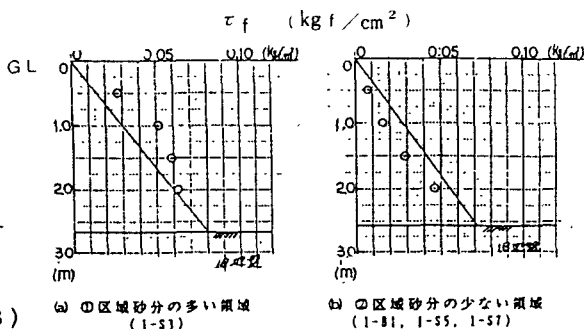


図-4 最終せん断強度と実測値の関係