

(Ⅲ-4) 移動式函体による地盤改良工法の検討

運輸省第二港湾建設局 横浜調査設計事務所 正 渡部 武士
同 上 加藤 利悦
同 上 上原 正光

1. はじめに

軟弱地盤上に防波堤を建設する場合の地盤改良工法として、通常用いられるサンドコンパクションパイル工法や、深層混合処理工法を採用すると、軟弱層が厚くなるのに伴い地盤改良費が増大し全体工事費に占める割合が大きくなるのが現状である。本工法は、その地盤改良費を低減させる工法として考えられたものであり、ここでは、モデルケースとして実際に存在する地盤条件と波浪条件を設定して、技術的検討を行った結果を報告するものである。

2. 工法の内容

(1) 概要

地盤改良をサンドドレーン工法とし、海底に設置した鋼製の大型函体に海水を注入して地盤の圧密を促進し、強度増加を図る工法である。図-1に概念図を示す。

(2) 特徴

1) 函体は、移動させて繰返し利用が可能である。

2) プレローディングによる地盤改良のためS.C.P、DM、床掘置換工法等の地盤改良に比べて経済的である。

3) 単一的な土質で施工延長の長い場合に有効である。

3. 検討条件

(1) 地盤条件

想定土層 図-2 参照

先行荷重 $P_{ov}=2.5 \text{ t/m}^2$

強度増加率 $C_u/P=0.3$

(2) 波浪条件

本完工完成断面の検討は、50年確率波を対象とした。

プレロード時の函体安定性の検討は、施工時であることを考慮して10年確率波を対象とした。各々の波の諸元は以下の通りである。

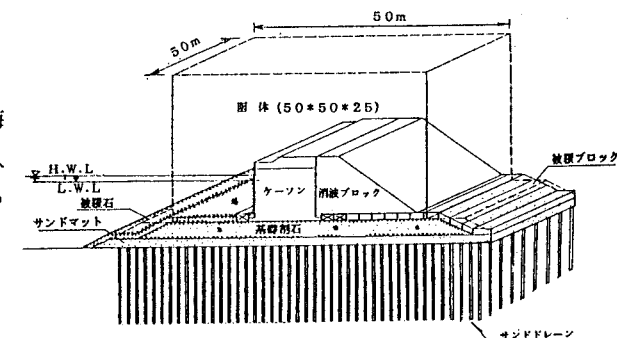


図-1 概念図

土 性	土 質 定 数		
	粘着力 $C(\text{t/m}^2)$	体積圧縮係数 m_v	圧密係数 $C_v(\text{cm}^2/\text{day})$
-12.3 粘性土①	$C=0.75+0.225Z$ ($Z=0$ at -12.3)	$0.11P^{-1}$	600
-16.0 粘性土②		$0.12P^{-1}$	150
-26.0 粘性土③	$C=3.75$	$0.17P^{-1}$	100
-29.0 粘性土④		$0.14P^{-1}$	100
-31.0 砂質土			

図-2 想定土層

表-1 波浪条件

	50年確率波	10年確率波
有義波高 $H_{1/3}(\text{m})$	5.8	4.7
周期 $T_{1/3}(\text{s})$	13.0	13.0

(3) 水深

現地盤水深-12.3m、防波堤ケーソン設置水深-9.0m

(4) 函体形状

函体形状は、防波堤の本体であるケーソンの基礎地盤が所定の地盤改良効果を得られるように設定する。今回の検討では、幅50m、長さ50m、高さ25mの函体を想定した。

(5) 載荷重

完成形での安定計算結果（円形すべり、支持力の検討）から、必要プレロードは 19 t/m^2 となる。しかし、本体工の全荷重が約 22 t/m^2 であるので、残留沈下を低減させるためにプレロードは 22 t/m^2 として検討を行った。

(6) その他

函体とマウンドの摩擦係数は $\mu = 0.4$ （石と鋼の場合）を採用した。

4. 検討結果

FEMによる圧密シミュレーションを用いて地盤の強度増加量や挙動を把握し、プレロード時における函体の安定性（滑動、転倒、支持力）の検討を行った。

(1) 段階載荷の必要性

載荷重の載荷方法にはいくつかの方法が考えられるが、今回の検討における載荷重を、圧密が進行していない現地盤に一度にかけた場合、支持力不足による地盤の破壊は避けられない。このため、段階的な載荷方法を採用し、圧密による地盤の強度増加を促進しつつ載荷重を増やして行くことが必要である。

(2) 段階載荷の方法

段階載荷を想定し安定計算を行った結果、地盤の安定性を確保しつつ必要な圧密強度増加を得るためには、第一段階に捨石マウンドだけによる載荷（荷重強度 4.8 t/m^2 ）第二段階、第三段階に捨石マウンドと函体による載荷（荷重強度は各々 14.6 t/m^2 、 22.0 t/m^2 ）の計三段階に分けて載荷することが望ましく、各段階での必要載荷日数は順に133日、142日、133日必要であることが分った（表-1，図-3参照）。この場合、地盤の安定性に大きく影響を及ぼす粘性土①の表層部における強度定数の推移は表-2のとおりである。また図-3に示すように、今回のモデルケースでは完成断面の安定に必要な圧密強度増加量は約408日で確保でき、その時点での沈下量は220cmである。

表-2 各段階載荷直後の安定計算結果

		2 段階 (14.6t/m ²)	3 段階 (22.0t/m ²)	必要安全率
円周 威力	H. W. L	1.056	2.215	1.0
	L. W. L	1.301	2.486	
円周 変位	H. W. L	6.498	15.114	1.2
	L. W. L	9.018	18.698	
地盤の 支持力 (中盛の式)	H. W. L	1.457	1.390	1.3
	L. W. L	1.308	1.300	

表-3 強度定数の推移

	粘着力 C (t/m ²)
第一段階載荷直後	0.75
第二段階載荷直後	1.30
第三段階載荷直後	2.52

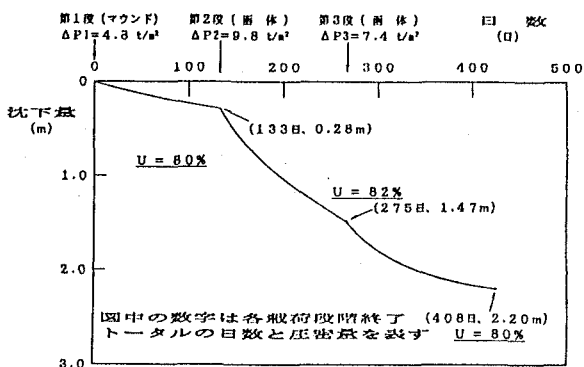


図-3 沈下量と日数の関係

5. おわりに

以上、本工法についての検討結果を述べたが、技術的に実施可能であることが確認できた。今後は、繰返し使用する移動式函体の構造設計等残された課題について検討を進めるとともに、プレロード時の波力に対する安定性が容易に確保できる内湾や港内の防波堤での採用についても検討を行っていく予定である。