

# 新型離岸堤（斜板堤）の工事

## Work Report of New Type Detached Breakwater ( Incline Board Bulwark )

新型離岸堤は 1987 年から国土交通省土木研究所と民間企業の間で共同開発がされてきた。さまざまなタイプが開発されてきたが、そのなかで大水深でも設置可能な有脚式と呼ばれるタイプは 5 タイプある。当社が開発した斜板堤はその有脚式の一つであり、現在までの水理実験などでその優れた消波性能が確認されている。また他タイプに比べ実海域に設置したときの海面からの突出が少なく、景観を損なわない点でも優れた離岸堤である。現在までに上記 5 タイプのうち 3 タイプが実海域で試験的に設置されてきたが、今回初めて斜板堤が実用化された。

本稿では製品の概略説明と斜板堤工事におけるコンクリート工事での問題点およびその対策や創意工夫に対する取組みを紹介する。

### 1. 製品の特徴

#### 1.1 消波性能

通常外洋に面した海岸で観測される風浪では、波のエネルギーは表面近くに集中する。斜板堤はこの海面付近に斜板を設置することで波を強制的に砕波し効果的な消波性能を発揮する。特に周期 7 ~ 8 秒以下においては、波浪の透過率、反射率ともに 0.4 を下回り静穏な海域を作りだすことができる。斜板堤の概要を第 1 図に、また消波機構の概要および性能を第 2 図、第 3 図に示す。

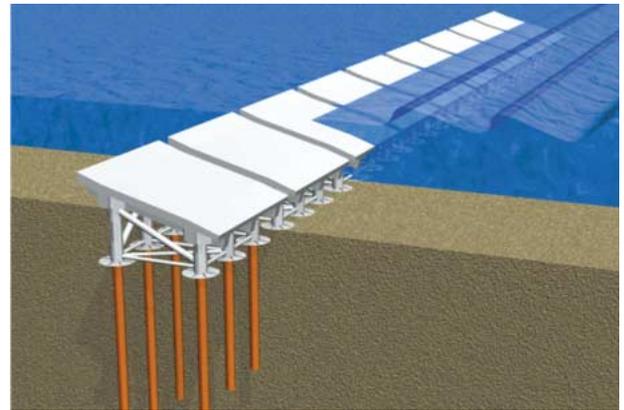
#### 1.2 堆砂効果

第 4 図は平面水槽移動床実験（群堤）において汀線の変化の様子を時間ごと（初期、1 時間、4 時間、6 時間）に記録したものである。この図から明らかなように堤体中央部では汀線が前進しており、斜板堤を設置することで堆砂効果が期待できる。

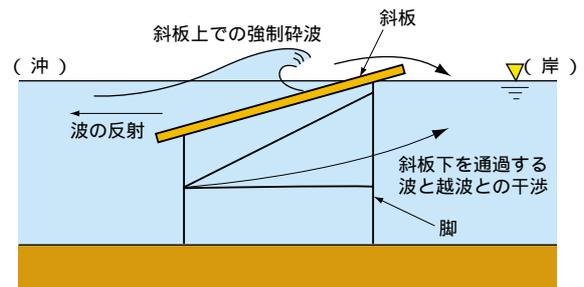
### 2. 工事概要と特徴

#### 2.1 工事概要

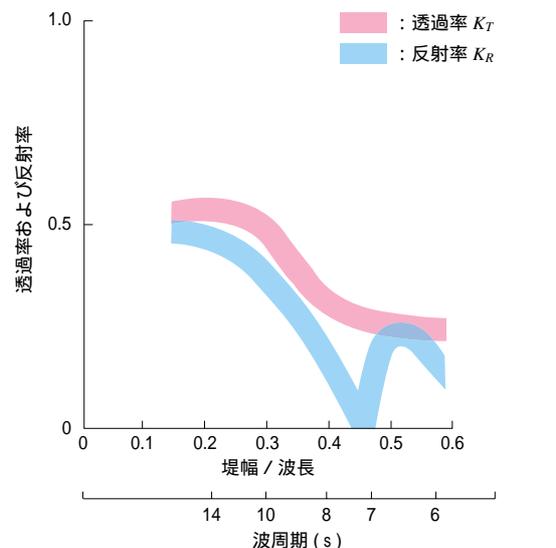
斜板堤は第 5 図に示す駿河湾藤守海岸沖約 100 m の地点において、海岸汀線に平行に設置された。堤体は 9 基あり一定間隔を空けて堤体延長 150 m を確保する。工事概要



第 1 図 斜板堤概要

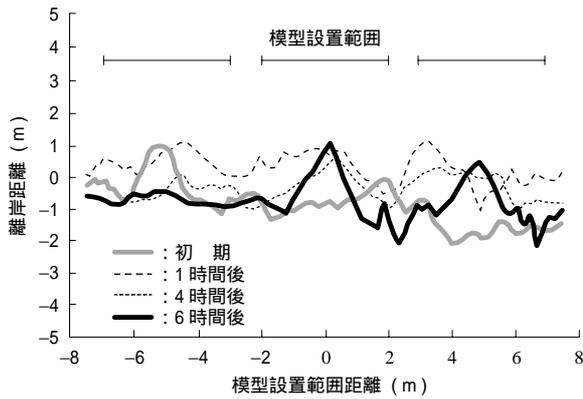


第 2 図 消波機構概要

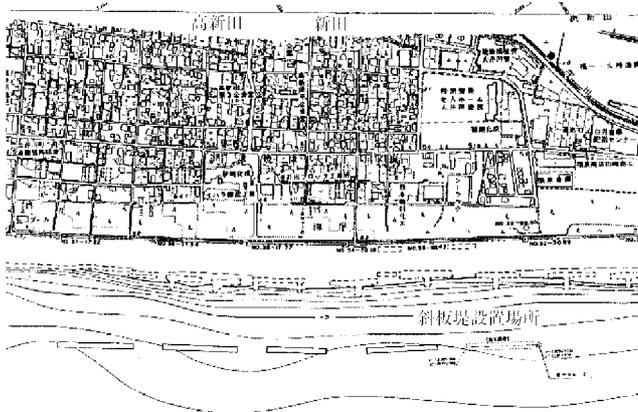


(注) 消波性能（水深 10 m の場合の一例）

第 3 図 消波性能（透過率・反射率）



第4図 汀線変化



第5図 斜板堤設置場所

を以下に示す。施工フローを第6図に示す。

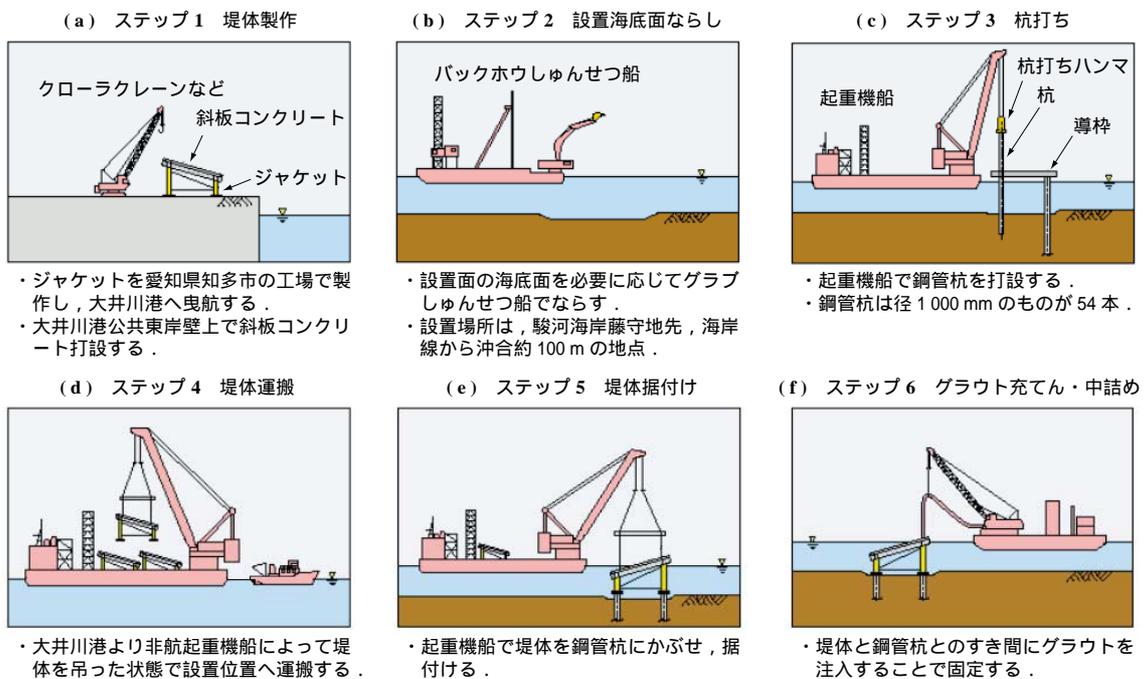
名称	平成12年度 駿河海岸藤守離岸堤工事
施主	国土交通省中部地方整備局
施工	石川島播磨重工業株式会社
場所	静岡県志太郡大井川町藤守地先
構造	
上部工	鉄筋コンクリート版
下部工	ジャケット式鋼管脚および鋼管杭
数量	鋼材約900t, コンクリート約3000m <sup>3</sup> 鋼管杭54本(φ1000mm, L=28.0m)
工期	2000年1月～2002年5月
堤体延長	150m
設置水深	7.0m
設置地盤	軟弱沖積層(砂質シルト: N値0～20程度), ただし一部玉砂利層
杭工法	パイプフローテーション工法
使用船舶	1800tf吊全旋回式起重機船ほか

## 2.2 工事の特徴

本工事の特徴は以下の4点にまとめられる。

- (1) 大断面コンクリートの斜め打設
- (2) 鋼管杭中詰コンクリートの水中打設
- (3) 外洋での据付け工事
- (4) 水中グラウトによる鋼管杭と堤体との接合

これらの工事の特徴から、コンクリートおよびグラウト



(注) 工期: ステップ1 2000年9月～2001年5月  
ステップ2～6 2001年10月～2002年2月

第6図 施工フロー

工事に関して以下の検討事項が発生した。

(1) コンクリートの締固め方法

傾斜スラブのためバイブレーションを掛けると斜め下方へ生コンが流れてしまい、材料分離を引き起こす。

(2) 鋼管杭中詰コンクリートの打設方法

海中に鋼管杭を打設後に中詰コンクリートを打設する施工計画であったが、海洋汚染が危ぐされた。

(3) グラウト充てん作業

海中でのグラウト充てん作業についても海洋へのグラウトの流出が危ぐされた。

2.3 対策

2.3.1 斜板コンクリートの締固め管理

堤は鉄筋コンクリート製の斜板部とそれをサポートする鋼管ジャケット部から構成される。鋼管ジャケットは工場で作成、組立を行い、それを現地製作ヤードまで運搬後、斜板部の鉄筋コンクリートスラブを製作ヤードで構築する計画とした。コンクリート工事は高所におけるポンプ打設作業であり、大断面斜め梁スラブ構造であることを考慮し以下の工法を採用した。

(1) コンクリートの打設において、生コンの傾斜方向への流動についてはラス網を5箇所設置し、水平打設を行う。

(2) 水平打設は6層に分けて行う。そのときの1層の厚さは400mmを基本とするが、表層部に関しては表面仕上げを考慮して200mmとする(第7図、第8図)。

(3) 表層の締固めはバイブレーションを使用せず、人力による突き固めを原則とし、流動を考慮しながら適切に締固め後、左官を実施する。

上記工法を用いた結果、材料分離やジャンカを生じることなく目標出来形(第1表)を満足するコンクリートを打



第8図 コンクリート打設状況

第1表 出来形管理表

測定箇所	許容値 (mm)	設計値 (mm)
幅	+30, -10	15 000
辺長	+30, -10	14 738
スラブ厚	+10, -10	800
高さ	+30, -10	9 000
梁幅	+30, -10	1 000
梁高	+30, -10	2 433

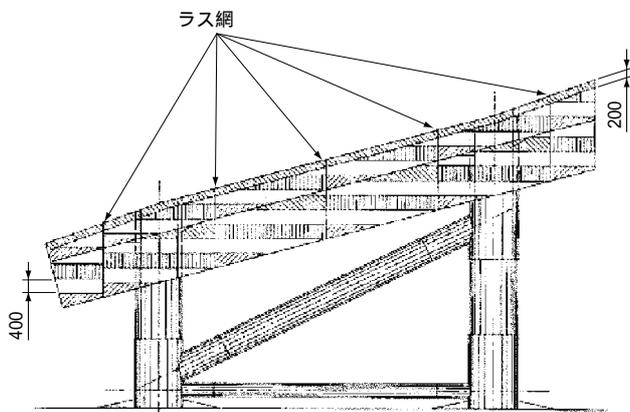
設することができた(第9図)。参考として斜板コンクリートの配合を第2表に示す。

2.3.2 鋼管杭中詰コンクリートの打設工法

鋼管ジャケット格点部の累積疲労係数低減のため、また引抜き防止の目的で鋼管杭の内部に中詰コンクリートを充てんする。海中での生コン打設では海中にセメント分が漏洩する恐れがあるため以下の工法を用いた。

(1) 陸上でプレキャストコンクリートブロック(PC)を製作する。

(2) 鋼管杭打設後、クレーン付台船によってPCを杭内に挿入する(第10図)。鋼管杭内部にはあらかじめスペーサを設置し、PCと鋼管杭との間にすき間(クリアランス)を確保する。



第7図 斜板コンクリート打設計画(単位:mm)



第9図 斜板コンクリート完成全景

第 2 表 コンクリート配合表

(a) 配合条件

種 類	呼び強度	スランブ	粗骨材最大寸法	水セメント比
高炉 B	24 N/mm <sup>2</sup>	8 cm	25 mm	55%以下

(b) 配合表

セメント	水	細骨材	粗骨材	混和材	水セメント比	細骨材率
278 kg/m <sup>3</sup>	146 kg/m <sup>3</sup>	804 kg/m <sup>3</sup>	1 085 kg/m <sup>3</sup>	0.278 kg/m <sup>3</sup>	52.6%	42.8%



第 10 図 PC挿入状況

(3) 鋼管杭と PC とのすき間には水中不分離性グラウトを注入する。その際、杭頭部には注入穴付きの蓋（漏洩防止蓋）を設けわずかな漏洩も防ぐ（第 11 図）。

(4) 漏洩防止蓋に注入用の穴のほかにもう一つ穴を設け、そこからオーバーフローしたグラウトの比重を測定することで、グラウトの充てんを確認する。

上記の工法によって、セメント分の海中漏洩は完全に防ぐことができた。

### 2.3.3 水中グラウトの打設管理

鋼管杭打設後、中詰コンクリートを施工し、それに堤体の鋼管ジャケットをかぶせることで据付けを行う。その後、鋼



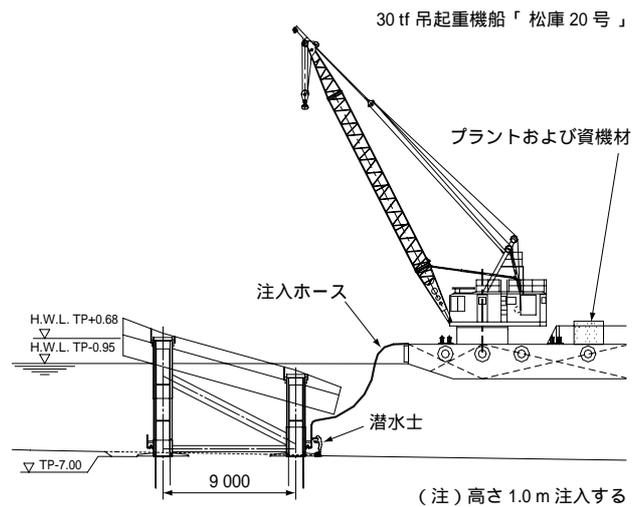
第 11 図 漏洩防止蓋

管ジャケットと鋼管杭を一体化させるためグラウトを充てんするが、海中漏洩の防止のため以下の工法を採用した。

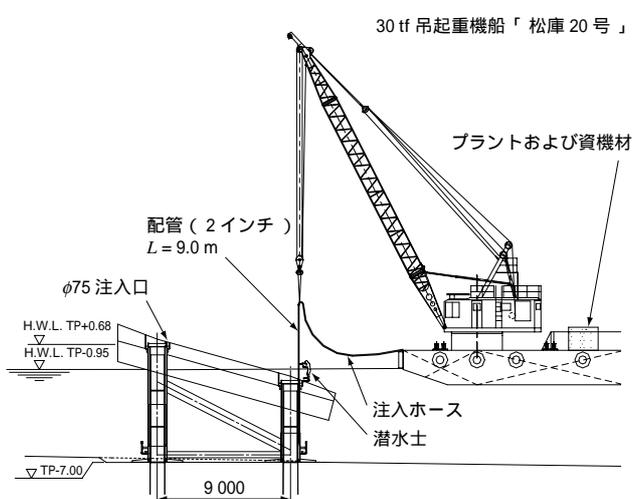
- (1) 鋼管ジャケット下部にゴムパッキンを施しシーリングする。
- (2) 鋼管ジャケット下部の注入バルブからグラウトを圧入し約 1.0 m 程度まで打ち上げる。
- (3) (2) のグラウトが硬化後上部のグラウト（二次グラウト）を注入パイプで打設する（第 12 図）。
- (4) 充てん確認はオーバーフローしたグラウトの比重管理をすることによって、オーバーフローしたグラウトは漏洩防止蓋で海中漏洩を防ぐ。

上記工法を採用することで、鋼管ジャケット下部からの漏洩はシーリング材と硬化一次グラウトで防止し、また二次グラウトの漏洩も蓋の工夫によって防止することができた。

(a) 一次グラウト



(b) 二次グラウト



第 12 図 グラウト要領 (mm)



第 13 図 斜板堤完成全景

### 3. 終わりに

永年にわたり国土交通省土木研究所と共同研究を続けてきた新型離岸堤が今回初めて実現化された。本稿では触れなかったが、外洋における大型構造物の据付け工事についても非常に難工事であり、さまざまな施工の工夫を試みた結果、厳しい据付け精度を満足することができた（第 13 図）。

また設計においても実験より得られた波力特性に関するデータを活かし、厳しい環境条件に耐え、かつ経済的な設計を実施できたと考える。今回の工事で得られたノウハウをほかの類似工事にフィードバックするとともに、次工事ではさらなる努力をもって品質向上を心がけたい。今回実用化された離岸堤の実海域での性能評価を行う機会に恵まれたなら、その結果をまた報告したい。

エネルギー・プラント事業本部

環境・プラント事業部土建プロジェクト部

横沢 純一

石川島建材工業株式会社技術研究所

櫻井 清一

エネルギー・プラント事業本部

環境・プラント事業部土建プロジェクト部

竹内 浩一

エネルギー・プラント事業本部

環境・プラント事業部土建プロジェクト部

住田 憲泰