

# 抜海漁港被災復旧工事の報告について

## —水中不分離性コンクリート使用による補修事例—

稚内開発建設部 稚内港湾事務所 第二工事課 ○宮武 真人  
仁田 敦  
上川 功一

抜海漁港において、現在、延伸整備している防砂堤が被災し、芯壁コンクリートにひび割れが生じた。

このため、防砂堤の機能維持を図る事を目的とした芯壁コンクリートの復旧施工に際し、復旧工法を検討した結果、水中不分離性コンクリート使用による充填工法を採用した。

今回、上記の芯壁コンクリート復旧工法選定の検討経緯及び施工状況について、今後の港湾及び漁港施設の維持補修における事例となることを目的に報告するものである。

キーワード：災害復旧、復旧工法選定、水中不分離性コンクリート

### 1. はじめに

抜海漁港は、昭和26年に第2種漁港の指定を受けて北海道が補助事業により着手、昭和48年に第4種漁港へ変更となり、爾来、国直轄事業で整備され、現在は本漁港の課題である港口及び港内へ流入する漂砂の対策として、防砂堤の整備を主体に実施している。

抜海漁港周辺海域における漂砂は、対馬海流を起因とする南側からの沿岸流により、等深線に平行かつ港口方向に漂砂が進行されるほか、夏から冬の期間における荒天時には、SW（夏期時）・NW（冬期時）方向からの波浪に伴う海浜流により、南側・北西側の両方から港口方向に漂砂が進行している。

このため、平成17年度に学術者を中心とした漂砂対策検討会において提案された対策施設案に基づき、最初の施設整備として、南側からの沿岸流や秋期の海浜流による漂砂に対して港口への堆砂抑止を目的とす

る防砂堤を平成18年度に着手した。

防砂堤は、既設の南防波堤と島防波堤とを繋ぐ配置により、整備延長L=500mを計画し、平成18年度L=130m、19年度L=120mを延伸した。

平成19年度の防砂堤工事は、平成19年12月に竣工したが、この後、平成20年2月の日本海を来襲した低気圧による堤体周辺部砂地盤の洗掘により、施工した防砂堤先端部が被災し、堤体が法線方向先端側に沈下、これに伴い芯壁コンクリートにひび割れが生じた。

このため、平成20年度に防砂機能回復を目的として復旧を図る事となり、復旧工事の主体となる芯壁コンクリートひび割れの補修工法検討を行い、水中不分離性コンクリートを使用した充填工法によるものとした。

本報告では、芯壁コンクリートひび割れ補修工法選定の検討経緯及び施工状況について、報告するものである。



図-1 抜海漁港防砂堤位置図

## 2. 防砂堤断面

防砂堤は漂砂流入防止が目的であるが、港内側は港口航路の反射波を抑制する必要があるが、港外側については、漁場への反射波抑制と越波を防止するため、両面消波構造の傾斜堤（中芯）構造とした。（図-2 参照）

なお、混成堤及び捨石傾斜堤についても比較検討を行ったが、早期延伸を勘案し、暫定断面により延伸するとした場合、港内側からの波浪による衝撃力が強大なことから、幅広い堤体及び上部工が必要となるため、採用とはならなかった。

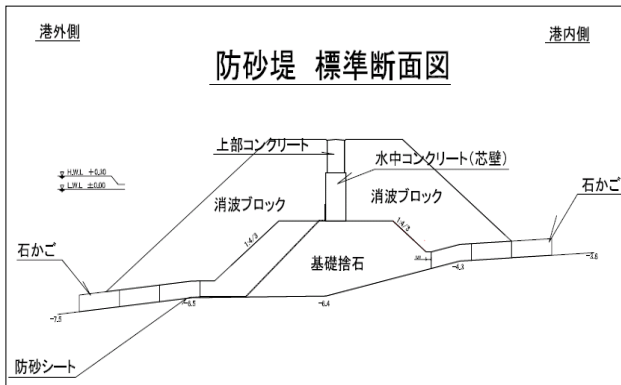


図-2 防砂堤 標準断面図

## 3. 被災経緯

### 1) 被災原因

#### ①被災発生前後の気象・海象の概況

平成 20 年 2 月 23 日から 24 日にかけて低気圧がオホーツク海を通過し大荒れとなった。

この低気圧の接近に伴い、本漁港海域は大時化となり、稚内では、最大風速（10 分間平均風速）21.1 m/s（2/23 20:10、風向 N E）を記録した。

防砂堤の被災が発生した時期は、この低気圧が日本海を通過していった間と推定される。

#### ②被災発生原因

島防波堤と防砂堤の間の流速観測を行った結果、防砂堤建設前と 250m 建設後の流速の変化は、250m 建設後の方が明らかに強くなっている。（図-3 参照）

- ・最大流速 H16 年度：82.3cm/s [H17 年 1 月観測]
- H19 年度：120.0cm/s [H19 年 10 月観測]
- ・全平均流速 H16 年度：9.6cm/s
- H19 年度：20.4cm/s

これは、防砂堤延伸により開口部が狭くなった事と、南側から北側へ移動する漂砂によって、港口及び防砂堤の港内側で砂が堆積した結果、防砂堤建設前より断面積が少なくなり、流速が強くなったと考えられる。

よって、異常気象時に強い流れが防砂堤先端（暫定堤頭部）にあたることにより、乱流が発生して防砂堤先端部近傍の海底地盤が浸食されると考えられる。

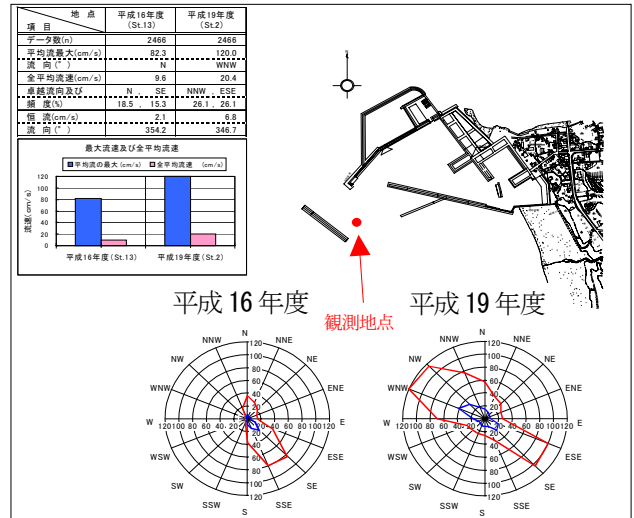


図-3 最大流速、平均流速

### 2) 被災後の対策方針

被災状況は、完成断面となっていた先端側において、約 1m 不同沈下した。

被災箇所の対応として、H20 年度に延伸を予定しており、被災を受けた箇所は堤頭部ではなくなるため、堤頭部以外は被災を受けていないことから、被災箇所のみを修復することとした。

## 4. 復旧工法の検討

### 1) 復旧を行う上での問題点と課題

被災箇所を調査した結果、沈下に伴い上部コンクリートの目地が 50cm 弱開き、又、芯壁コンクリートに 20～35cm のひび割れが生じている事が確認され、内部の空隙を海水が透過する状況となった。（図-4 参照）

このことから、防砂堤の機能維持を図るためには、芯壁コンクリート復旧の対策が重要であり、この対策として適切な工法選定が課題となった。

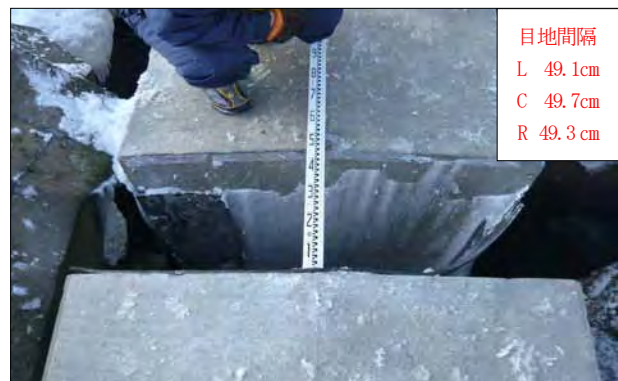


写真-1 目地間隔

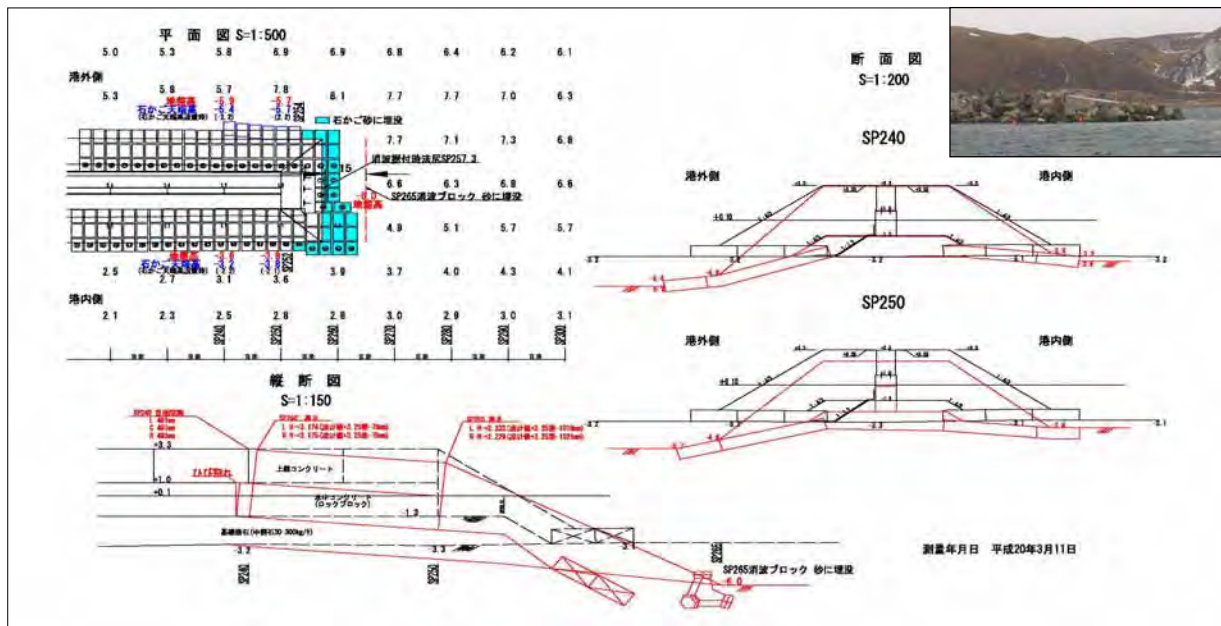


図-4 被災状況断面図



写真-2 芯壁ひび割れ

事からトレミー管による打設が行えない事、型枠隙間の処理が不可能なため、流し込み工法が材料の流出を考慮すると安全であり、施工費も安価であることから、流し込み工法（ポンプ車打設）を選択する事とした。

工法	充填性	設備の大小	コスト
流し込み工法	△	小	小
圧入充填工法	○	大	大
トレミー管	△	大	大

表-1 工法選定表

### ③材料の選定

打設に際しては、水中での分離抵抗性を向上させる必要があり、波による型枠内の攪拌作用が予測され、水中分離抵抗が低い材料では、セメントペースト分の流出による充填不良が考えられる。

このことから、施工実績が多く、水中での分離抵抗性が高いことやコスト的にも有利な水中不分離性混和材使用のコンクリートを選定した。

又、十分な流動性の確保も重要と考え、流動性の付与が期待できる水中不分離性助剤を併せて使用する事とした。

材料	ひび割れ充填性	耐久性	水中不分離性	材料単価
水中コンクリート	x	○	○	低
水中不分離コンクリート	○	◎	◎	中
モルタル	△	x	x	中
グラウト材	○	○	x	高
水中不分離グラウト材	◎	◎	◎	高

表-2 材料選定表

## 2) 選定した技術的な解決策とその理由

対策工法として、取り壊しによる新規施工、補修による機能回復の2つの対策が考えられるが、既存構造物の防砂機能回復が適切とし、補修工法を検討する事とした。

補修工法では、ひび割れを充填することにより、機能回復が図られる事から、ひび割れ充填の工法及び材料の検討を行った。

### ①現場状況による検討条件

ひび割れ状況から機能回復を図るには、ひび割れを確実に閉塞できる工法、材料を選定する必要がある。

なお、使用する材料は、型枠設置において、ひび割れの形状が直線的でなく、下部の状況が掴みきれないことから、内部の海水の移動が防止できるほどの水密性の確保は困難と判断し、海水による分離作用が発生しにくい材料を選択する必要がある。

### ②工法の選定

工法は、トレミー管やグラウトポンプによる充填工法が一般的に望ましいが、ひび割れ部分の幅が小さい



## 5. 施工状況

堤体復旧の施工手順及び芯壁コンクリート補修施工については、以下のとおり行った。

### 1) 全体施工フロー

- ①消波ブロック撤去
- ②芯壁コンクリート補修
  - ・型枠設置
  - ・水中不分離性コンクリート打設
- ③上部コンクリート嵩上げ
- ④上部工目地開き部コンクリート打設
- ⑤消波ブロック据付

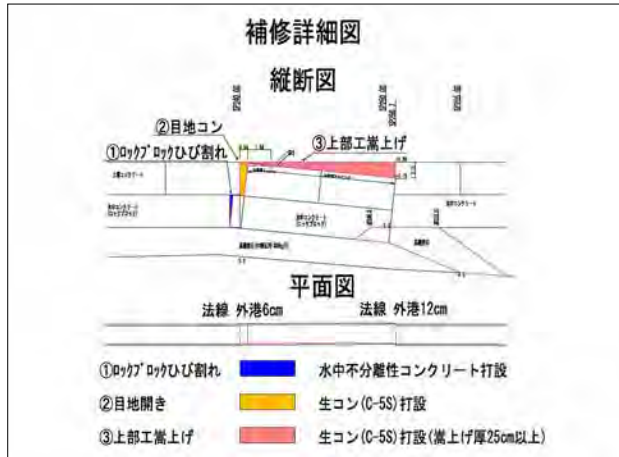


図-5 補修詳細図

### 2) 芯壁コンクリート補修施工

- ・ 工事着工当初に事前調査を行い、基礎捨石の流失状況を突き棒により確認し、異常は見受けられなかったが、沈下による堤体の挙動が見受けられたため、この沈下状況をモニタリングし、沈下の収束を確認した後、施工に着手した。



写真-3 防砂堤補修前状況写真

- ・ ひび割れ補修箇所にて型枠を設置するが、上部コンクリートで天端面が塞がれ、又、ひび割れは堤体を斜めに横断し生じていたことから、セパレーターによる港内外間の連結は困難であったため、港内外の各堤体面へ鉄板(t=6mm)を貼り付け、鉄板上部をアンカーボルトで、下部は仮ブロックを設置し、固定させた。

なお、設置した鉄板は、補修後の堤体安定を勘案し、速やかに撤去した消波ブロックを戻すため、取り外しを行わないこととした。



写真-4 型枠設置状況写真

- ・ コンクリート計画打設量の設定は、ひび割れ部の空隙相当量 $1\text{ m}^3$ と計算されたが、漏洩防止シート敷設が困難であったため、基礎捨石空隙部への流出を想定し、 $3\text{ m}^3$ を用意した。

コンクリート打設は、起重機船上にポンプ車を配  
置し、低圧送による流し込みを行ったが、実打  
設量



写真-5・6 コンクリート打設状況写真

なお、水中不分離性コンクリートの練り混ぜ(混和剤の添加方法)は、打設量等を勘案し、実績も多い「後添加方式」とし、現地において、アジテータに混和剤を添加し、練り混ぜ後、使用した。



写真-7・8 混和剤添加状況写真



写真-9 上部工補修状況写真 写真-10 消波工状況写真

## 6. コンクリート品質管理

### 1) 配合設計条件及び示方配合

本工事で使用した水中不分離性コンクリートの配合設計条件及び示方配合は、次のとおりである。

なお、参考として、本工事で使用した水中コンクリートのデータを一併記す。

設計基準強度	粗骨材最大寸法	スランプフロー値	空気量	最大 W/C	細骨材率
18N/mm <sup>2</sup>	20 mm	52.5 ±5 cm	4.5% 以下	60%	40%

表-3 配合設計条件表

	水中不分離性 コンクリート	水中コンクリート [C-9S]
設計基準強度	18N/mm <sup>2</sup>	18N/mm <sup>2</sup>
粗骨材最大寸法	20 mm	40 mm
スランプフロー値	52.5 cm	(スランプ) 15~18 cm
空気量	4.0%	5.5%
W/C	60%	43.9%
S/a	40%	44%
単位水量	215 kg/m <sup>3</sup>	161 kg/m <sup>3</sup>
単位セメント量	(BB) 358 kg/m <sup>3</sup>	(BB) 367 kg/m <sup>3</sup>
単位細骨材量	663 kg/m <sup>3</sup>	774 kg/m <sup>3</sup>
単位粗骨材量	1,038 kg/m <sup>3</sup>	1,027 kg/m <sup>3</sup>
A E減水剤	0.895 kg/m <sup>3</sup>	(AE 剤) 0.101 kg/m <sup>3</sup>
流動化剤	7.16 1/1000/m <sup>3</sup>	—
不分離性混和剤	2.5 kg/m <sup>3</sup>	—

表-4 示方配合表

### 2) 管理試験結果

管理試験結果は、次のとおりであるが、圧縮試験結果から水中コンクリートの圧縮強度と同等であった。

	水中不分離性 コンクリート	水中コンクリート [C-9S]
スランプフロー値	52.0 cm	(スランプ) 16.5 cm
空気量	2.8%	5.7%
圧縮強度試験(標準σ7)	20.4N/mm <sup>2</sup>	20.9N/mm <sup>2</sup>
圧縮強度試験(標準σ28)	32.1N/mm <sup>2</sup>	31.1N/mm <sup>2</sup>
圧縮強度試験(現場σ28)	29.3N/mm <sup>2</sup>	28.0N/mm <sup>2</sup>

表-5 管理試験結果表



写真-11 スランプフロー試験状況

## 7. あとがき

今回、水中不分離性コンクリートを使用し、補修施工を行ったが、コンクリート打設条件が悪い状況下において、施工は容易に達せられ、防砂機能確保は十分に図られた。

水中構造物の維持補修を行う際、ひび割れの大きさの度合いにもよるが、空隙等の充填施工において、水中不分離性コンクリートの使用は、有効な方法と実感するものであった。

全国での水中不分離性コンクリートの施工実績累計(2007年度時点)は250万m<sup>3</sup>に達しているが、身近における施工事例を見受ける機会は少ないと思われる、本報告が今後の維持補修等を行う際に参考となることを願うものである。

### 参考文献

- 1) コンクリート標準示方書(平成19年制定)、(社)土木学会
- 2) 水中不分離性コンクリート設計施工指針(案)、(社)土木学会
- 3) 水中不分離性コンクリート・マニュアル、(財)沿岸開発技術研究センター、(財)漁港漁村建設技術研究所
- 4) 水中不分離性コンクリート・コンクリートプラントマニュアル、水中不分離性混和剤普及会