

## 鉄鋼スラグコンクリートを用いた護岸擁壁補強工事の事例報告

J F E スチール (株) 正会員 池端 菜摘

## 1. はじめに

J F E スチール (株) 西日本製鉄所 (倉敷地区) では、一部の護岸擁壁において老朽化が進み、倒壊等のトラブルが懸念されている。そこで2018年にリスク低減と長寿命化を企図し、大規模な擁壁補強工事を実施した。本稿では、当該工事において鉄鋼スラグを使用した耐塩害性コンクリートであるハレーサルト®を用いることで塩害対策と工期短縮を実現、その事例を報告する。

## 2. 工事概要

施工内容は延長約400m、既設擁壁の海側前面に逆L型擁壁を配置するものである。既設の擁壁は、建設から50年が経過している。図1に、擁壁断面図を示す。尚、周辺環境の変化に伴い、新設の擁壁は既設に対し大型化している。施工場所は海水面の高さが干潮時と満潮時とで3m近く変化する干満帯に位置しているため、施工条件として1日に作業できるのは平均して3時間程度という時間的制約がある(図2)。

## 3. 課題

本工事では、塩害対策と工期短縮の2つが課題であった。

## (1) 塩害対策

既設擁壁は干満帯にあり、塩化物イオンと酸素が十分に供給される環境に長年曝されていることから、構造物の劣化要因としては塩害が進展している可能性が高いものと考えられる。

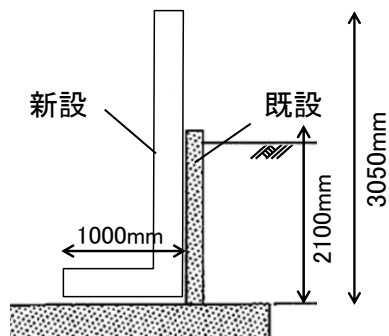


図1 擁壁断面図

既設擁壁の劣化状況を調査するため、擁壁近傍の護岸底板4箇所コアを採取し、塩化物イオン含有試験を実施した。図3にその結果を示す。底板表面から深さ6cmまでの全てのサンプルで、鋼材腐食発生限界 $2.4\text{kg/m}^3$ を上回る塩化物イオンが確認された。鋼材腐食発生限界濃度は、高炉B種相当の算定式<sup>2)</sup>と、使用したコンクリートのW/C<sup>3)</sup>から算出した。この結果から、擁壁内部も同様に塩化物イオン濃度が鋼材腐食発生限界以上の状態にあると推察される。

また、既設擁壁について目視点検を実施したところ、表面に目立った外観上の変状は見られなかった。塩化物イオン含有試験結果と合わせると、「塩害を受ける鉄筋コンクリート構造物の外観上のグレードと劣化の状態」<sup>4)</sup>による分類ではグレードII(進展期)に該当し、鉄筋の腐食が開始しているものと考えられる。

塩害調査と同様のサンプルを用いて、中性化試験も実施した。結果、中性化深さは最大でも20mm程度であり、中性化はほとんど進行していないことが明らかになった。そのためここでは、塩害が擁壁劣化の主要因と考え、擁壁に何らかの塩害対策を施しコンクリート内部への塩化物イオンの浸透を抑制することで、擁壁の長寿命化を図るものとした。

## (2) 工期短縮

図4に、工事工程表を示す。先述のとおり潮影響が発生するため、在来の現場打ち工法では施工に11ヶ月を要する。目標工期6ヶ月を達するには、5ヶ月の工期短縮が必要である。

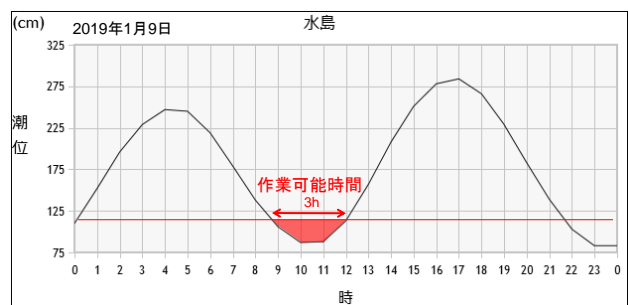


図2 作業可能時間

(2019年1月9日の例、潮位は気象庁<sup>1)</sup>より)

キーワード 護岸, スラグ, コンクリート, ハレーサルト, 塩害

連絡先 〒712-8511 岡山県倉敷市水島川崎通1丁目 JFEスチール株式会社 西日本製鉄所 TEL 086-447-3701

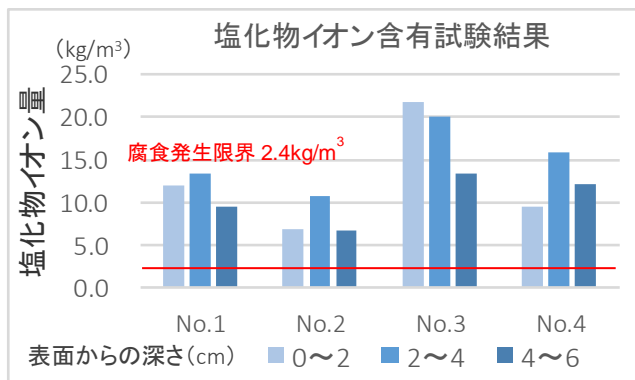


図3 塩化物イオン含有試験結果

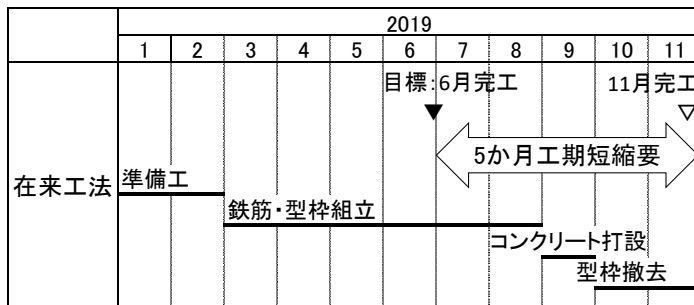


図4 工事工程表

#### 4. 解決策

本工事では、ハレーサルト®を使用したプレキャスト工法を採用し、前述した2課題の解決を試みた。

##### (1) ハレーサルト®採用（塩害対策）

ハレーサルト®は、セメントの一部を高炉スラグ微粉末、砂の全量を高炉スラグ細骨材に置き換えたコンクリートである。塩化物イオンの見かけの拡散係数が普通コンクリートの1/6以下に抑制されると報告されており<sup>5)</sup>、この材料を用いることで、腐食環境において擁壁が長寿命化することを期待する。また、ハレーサルト®はプレキャスト工法向けコンクリートであり、工場製作のためコンクリートの品質が在来工法より安定しているという長所がある。一方、プレキャスト施工では、固定金具付近が弱点となりやすい。本工事では、固定金具への塩害対策として、アンカーボルトのメッキとボルト周辺のシーリングを施した。

##### (2) プレキャスト工法採用（工期短縮）

表1に、在来工法の昼のみ作業と、昼夜作業、プレキャスト工法で施工した場合の比較表を示す。比較は、工期、コスト、耐用年数、作業者の安全、品質の観点から行った。使用する材料について、在来工法は普通コンクリート、プレキャスト工法はハレーサルト®という条件で、LCC（ライフサイクルコスト）と耐用年数を算出している。表より、プレキャスト工法は、初期コストこそ大きいですが、LCC、耐用年数、安全、品質の面で

表1 工法比較

工法	在来工法(昼)	在来工法(昼夜)	プレキャスト工法
工期	× 11ヶ月	○ 6ヶ月	○ 6ヶ月
コスト	初期	○ 1	△ 1.4
	LCC(95年)	△ 1	△ 1.1
耐用年数	△ 50年	△ 50年	○ 95年
安全	△ 現地作業多	△ 夜間作業	○ 現地作業少
品質	△ 潮影響	△ 潮影響	○ 工場製作
総合評価	×	△	○



図5 施工状況

他工法に比して有利なことが分かる。以上から、プレキャスト工法の採用は妥当であったと評価する。

図5に施工状況を示す。特段の問題なく予定通り6か月で施工が完了した。

#### 5. まとめ

本工事では、ハレーサルト®を用いることで、塩害対策と大幅な工期短縮を実現した。今後、施工した擁壁の点検・調査を随時実施し、ハレーサルト®の塩害対策効果を看視する予定である。

※「ハレーサルト」はランデス株式会社の登録商標。

#### 参考文献

- 1) 気象庁：潮位表 水島, <http://www.data.jma.go.jp/kaiyou/db/tide/suisan/> (2020年3月9日閲覧)
- 2) 社団法人土木学会：コンクリート標準示方書[設計編], pp149,2012.
- 3) ランデス株式会社：ハレーサルトカタログ, <https://www.landes.co.jp/catalog/detail/111> (2020年3月9日閲覧)
- 4) 社団法人土木学会：コンクリート標準示方書[維持管理編], pp166,pp172,2013.
- 5) 細谷多慶：高炉スラグを用いて耐塩害性、耐凍害性、耐硫酸性を向上した緻密コンクリート「ハレーサルト」、中国地方建設技術開発交流会, 2013.