

## 鉄鋼スラグ水和固化体を用いた漁礁ブロックの製造方法に関する基礎実験

|              |      |                   |
|--------------|------|-------------------|
| 鹿児島大学大学院     | 学生会員 | ○川崎奈穂, 後藤将斗       |
| 鹿児島大学学術研究院   | 正会員  | 山口明伸, 審良善和, 小池賢太郎 |
| CRS 株式会社     | 正会員  | 内村正広              |
| JFE スチール株式会社 |      | 岡由剛               |

## 1. はじめに

鹿児島県沿岸域を対象とした磯焼けの対策, 藻場の再生を目指し, 図-1 のような漁礁ブロックを用いた藻場造成による環境改善を長期的な目的として検討を行っている. まずは, 藻場造成に最適な漁礁ブロックを開発するにあたり, ブロックの製造方法とその方法に適する配合について検討した.



図-1 藻場

## 2. 漁礁ブロックの構想

漁礁ブロックに要求される性能として, 構造体としての強度, 海中で安定するための重量および生物付着のための空隙の3項目を挙げた. そこで本研究では, これらの性能を満足させるために, 図-2 に示すような, ブロックの構造を受け持つ部分

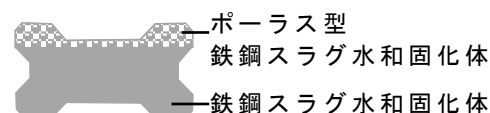


図-2 漁礁ブロックのイメージ図

と生物付着のためのポラス部分の二層構造としたブロックの製造を検討した. ここで, ブロックの材料は, 普通コンクリートよりアルカリ成分の溶出が少なく, ミネラル分 (Fe, Si) の溶出に伴う生物の成育が期待される鉄鋼スラグ水和固化体を用いた<sup>1)</sup>. 加えて, 初期の生物付着性に優れるシラス<sup>2)</sup>も細骨材の一部として用いることとした. したがって, 想定した漁礁ブロックはブロック上層が空隙の多いポラス型鉄鋼スラグ水和固化体 (以下, ポラス固化体), 構造体となる下層が鉄鋼スラグ水和固化体 (以下, 水和固化体) となる.

## 3. 実験概要

## 3.1 使用材料

鉄鋼スラグ水和固化体の使用材料としては, 細骨材として製鋼スラグ (以下, PTC), 結合材として高炉スラグ微粉末 (以下, BP) を用い, アルカリ刺激材として普通ポルトランドセメント (以下, OPC) を用いた. これに, 鹿児島県横川産シラス (以下, シラス) を細骨材として混和した. ここで, PTC およびシラスは粒径 5mm 以下のものである. また, 混和剤には, ポリカルボン酸エーテル系高性能 AE 減水剤を用いた.

## 3.2 想定したブロックの製造方法

図-3 に考えた漁礁ブロックの製造フローを示す. まず, 生コン工場でポラス固化体の製造を行い, それをアジテータ車で現場まで運搬する. その後, 漁礁ブロックのポラス固化体部分を一層目に打設する. その後, 水和固化体部分は, アジテータ車に混和剤を後添加し流動化させることで, 通常の水和固化体を製造し打設することで, 想定した漁礁ブロックの製造を行うこととした.

## 3.3 供試体概要

表-1 に実験に用いたポラス固化体および水和固化体の配合を示す. 水結合材比 (以下, W/B)

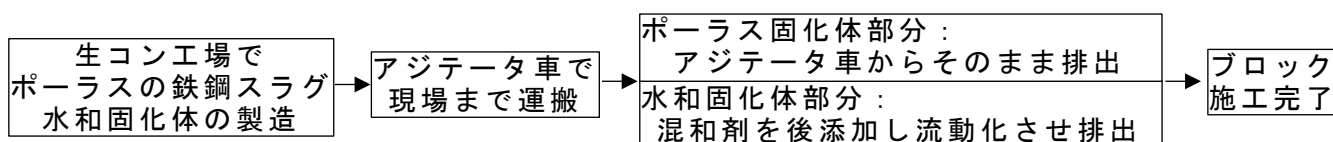


図-3 製造フロー

を 45%, 単位水量を  $200\text{kg/m}^3$  とした。また, OPC 量はセメント結合材比 (OPC/B) を 30% とした。検討は, PTC 容積比を 50%, 45%, 40% と変えて行った。水和固化体は, ポーラス固化体と同様の配合で混和剤を後添加することで, スランプ値が 10cm 以上となるように調整した。

表-1 固化体の配合

|             | PTC<br>容積比 | W/B<br>(%) | 単位量 ( $\text{kg/m}^3$ ) |     |     |      |            |
|-------------|------------|------------|-------------------------|-----|-----|------|------------|
|             |            |            | W                       | BP  | OPC | PTC  | シラス<br>混和剤 |
| ポーラス<br>固化体 | 50%        | 45         | 200                     | 311 | 133 | 1685 | 246        |
|             | 45%        |            |                         |     |     | 1517 | 358        |
|             | 40%        |            |                         |     |     | 1348 | 469        |
| 水和<br>固化体   | 50%        | 45         | 200                     | 311 | 133 | 1685 | 246        |
|             | 45%        |            |                         |     |     | 1517 | 358        |
|             | 40%        |            |                         |     |     | 1348 | 469        |

供試体は  $\phi 10 \times 20\text{cm}$  の円柱供試体を用いた。また, 供試体の種類はブロックの模擬供試体としてポーラス固化体と水和固化体の二層体の他, ポーラス固化体または水和固化体単体の 3 種類を作製した。

### 3.4 結果および考察

#### 3.4.1 漁礁ブロックとしての一体性の確認

ブロックの模擬供試体について, 外観観察により一体性を確認した。写真-1 に模擬供試体の外観を示す。いずれの配合においても, ポーラス固化体部分と水和固化体部分が二層に分離した状態を維持しつつ, 一体化しており, 理想的なブロックとなることが確認できた。

#### 3.4.2 生物付着性

ポーラス固化体単体の空隙率試験結果を図-4 に示す。なお, 試験は JCI 試験案(同: JCI-SPO2-1)に準拠し行った。また, 一般的な緑化用ポーラス固化体コンクリートを参考に, 目標空隙率を 20% 以上と設定した。PTC の容積比の違いにより, 空隙率が変化する傾向があったが, 目標の全空隙率 20% 以上を満たしたのは, PTC の容積比が 45% の配合のみであった。

#### 3.4.3 圧縮強度

$20^\circ\text{C}$  水中で養生した水和固化体単体の圧縮強度試験結果を図-5 に示す。なお, 試験は JIS A 1108 に準拠し行った。また, 目標圧縮強度を  $18\text{N/mm}^2$  以上と設定した。全ての配合において目標の  $18\text{N/mm}^2$  を大きく超える十分な強度が得られた。

#### 3.4.4 単位容積質量

今回, 目標単位容積質量を  $2.4\text{t/m}^3$  以上と設定し検討した。図-6 に水和固化体の単位容積質量を示す。PTC 容積比の増加に伴い単位容積質量も増加する傾向を示した。なお, いずれの配合においても, 目標の単位容積質量  $2.4\text{t/m}^3$  を満足しており, ブロックとして十分な重量が得られることが確認できた。

### 4. まとめ

本研究では, ポーラス固化体および水和固化体を用いた藻場造成に最適な漁礁ブロックの開発を目指し, 漁礁ブロックの製造方法を提案し, また PTC 容積比 45% の配合による製造が可能であることを確認した。今後, 実機による施工実験を行う予定である。

### 5. 参考文献

- 1) 財団法人 沿岸技術研究センター: 鉄鋼スラグ水和固化体技術マニュアル (改訂版) -製鋼スラグの有効利用技術-, 沿岸技術ライブラリー, No.28, 2008
- 2) 里山永光, 武若耕司, 山口明伸, 審良善和: 干満帯に長期暴露した供試体によるシラスコンクリートの耐久性評価, コンクリート工学年次論文集, Vol.39, No.1, pp.775-780, 2017



写真-1 模擬供試体

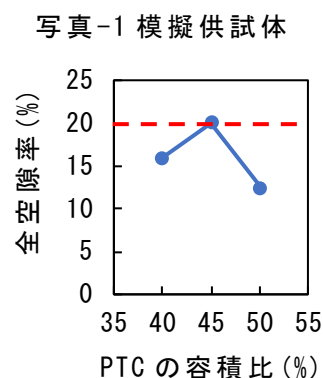


図-4 全空隙率

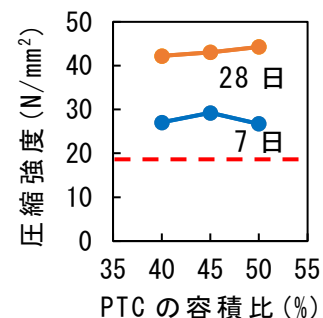


図-5 圧縮強度

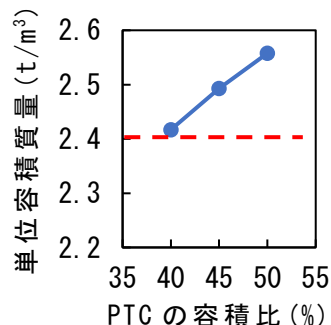


図-6 単位容積質量