

# 鉄鋼スラグ水和固化体製人工石材「フロンティアロック™」

## “Frontier rock™,” an Artificial Stone Made by Steel Slag Hydrated Matrix

宇田川悦郎 UDAGAWA Etsuro JFE ミネラル 技術研究所 基礎材料開発センター 主任研究員(部長)  
松永 久宏 MATSUNAGA Hisahiro JFE スチール スチール研究所 スラグ・耐火物研究部 主任研究員(課長)

### 要旨

鉄鋼スラグ水和固化体「フェロフォーム®」は、2003年に(財)沿岸技術研究センターから技術マニュアルが刊行され、港湾工事用のコンクリートブロックなどへの利用が推進されている。その後、水和発熱性と流動性(圧送性)の改善による高品質化を図ってきた。本報告では、鉄鋼スラグ水和固化体およびこれらを破碎して製造した人工石材「フロンティアロック™」の製造、基本特性および適用事例について紹介した。

### Abstract:

The technical guideline of hydrated matrix, “Ferroform” with iron and steel-slag has published by Coastal Development Institute of Technology in 2003. After that, the improvement on its reduction of heat of hydration and workability (pumping easiness) have been carried out then it can be used for high-quality concrete structures for the harbor construction, etc. In this paper, the manufacturing, basic property, and the applications of the hydrated matrix and the artificial stone “Frontier rock™” are introduced.

## 1. はじめに

2000年に循環型社会形成推進基本法が制定され、鉄鋼業においても、鉄鋼製造工程で副産物として生成される鉄鋼スラグの減量化、再使用技術および再生利用技術の開発を燃に循M二 居尸2程b 崑饨シま さ 愛 吝 冪工麟柞物転共 漫悩 オを取蜻鸚 冪 2,3),  
アルミ材料とを結合材として、  
和固化体)の共同開発を行い

2003年に(財)沿岸技術研究センターより技術マニュアル<sup>4)</sup>が刊行された。その後、2007年にはその改定版<sup>5)</sup>が刊行されている。

さらに、鉄鋼スラグ水和固化体を加工して製造した人工石材の天然石代替材としての性能に関する技術評価については、JFE スチール、新日本製鐵(株)、東亜建設工業(株) 岬本報では、鉄鋼スラグ品質の概要、護岸補修工事向けの被覆石、および基礎向けの大型石材として実用に供した結果について紹介する。

表1 予備処理スラグの化学組成  
Table 1 Composition of pretreatment slag

( ... %)									
C	1	..	..	-F	C	A <sub>2 3</sub>	-	2 5	
			16.9	20.4	34.0	5.74	4.86	6.34	3.98

2007年11月13日受付



処理スラグは0～5 mmの細骨材と、5～25 mmの粗骨材に分けて使用することで、細骨材率制御によって流動性の操作を可能とし、フライアッシュの使用と合わせて細骨材率60%で流動性が良くなることを見出した。練り上がり直

せて人工石材の特性を示す。人工石材の強度は準硬石相当であること、吸水率、密度（105 乾燥状態）は、準硬石と同等であることが分かる。鉄鋼スラグ水和固化体は、天然骨材よりも高密度である製鋼スラグを材料とすることから（表乾密度は、製鋼スラグ  $2.8 \sim 3.6 \text{ g/cm}^3$ 、天然骨材  $2.7 \sim 2.8 \text{ g/cm}^3$ ）、密度で約  $2.5 \text{ g/cm}^3$  と普通コンクリートの  $2.3 \text{ g/cm}^3$  に比べて大きく、海洋環境において波浪安定性に優れることが期待される。

嵩密度や内部摩擦角は、石材の粒度分布によるので単純な比較はできないが、人工石材は準硬石相当の天然石材と同等以上の特性を有することを確認している<sup>6)</sup>。

#### 4. 試験施工

に 幾 蘊 き

JFE スチール西日本倉敷地区で試験製造した大型被覆石、および JFE スチール東日本千葉地区で同様のプロセスで製造した藻礁の試験施工について述べる。

##### 4.1 護岸補修工事

工事は、岡山県の許可を得て、台風で損壊した護岸の被覆石による補修の一部に試験的に採用されたものである。試験適用にあたっては、人工石材の密度が  $2.5 \text{ g/cm}^3$  と、硬石と同等であることから、被覆石としての性能（重量）が期待されたものである。

大きさが約 800 mm 角、重量が 1.2 t/個の被覆石と、中詰め用の 20 ~ 50 kg/個サイズ、合わせて  $124 \text{ m}^3$  の工事量であった。施工範囲は、干満帯から飛沫帯（天端部）にか

けての約 5 m、長手方向は、約 5 ~ 10 m であった。着工は 2007 年 2 月 16 日、工期は約 2 週間であった。施工状況を写真 3 に示す。施工にあたっては、厚さが均一で効率が良いとの評価を得ることができた。飛沫帯はコンクリート（水和固化体）にとって厳しい環境である。

施工後の定期的な目視観察において、10 ヶ月経過後もひび割れや磨り減りなどの異常は見られず、製鋼スラグに含まれる地金の発錆は観察されたものの施工直後の良好な表面状態が維持されている。また干満帯においては、周囲の天然石と比較してアオサの付着量が多いことが分かった。

##### 4.2 漁港沖藻礁敷設

ク™」を試作し、試用に供した結果、以下のことが分かった。

- (1) 舗装コンクリート並みの低スランプでも打ち込み可能、かつ良好な固化体性状が得られる施工方法を見出した。
- (2) 天然石（準硬石）と同等以上の特性を有することを確認した。
- (3)