

## 鉄鋼スラグ水和固化体の製造と大規模施工

J F E スチール 正会員 谷敷多穂 正会員 松永久宏 正会員 辻本和仁  
 新日本製鐵 正会員 中川雅夫 正会員 高野良広  
 港湾空港技術研究所 正会員 山路 徹

## 1. はじめに

バッチングプラントを用いて製造した鉄鋼スラグ水和固化体の大規模施工時における施工性と品質安定性を把握することを目的とし、製鋼スラグの物性値変動、練り混ぜ直後のスランプの変動および4週強度の変動状況について調べた。また、連続式ミキサーを用いて人工石材と被覆ブロックを大量に製造し、これらを老朽化した護岸の補強工事において大規模な施工を行ない、天然石やコンクリートと同等の施工性を有することを確認した。また、施工直後においても生物の棲息環境へ良好な影響があることを把握した。

## 2. バッチングプラントでの製造例

## 2.1 製造条件

2003年1月から2月にかけて、川崎製鉄千葉製鉄所内において、RC造の地下ピット充填用材料として、延べ13日間鉄鋼スラグ水和固化体を製造した。配合を表1に、製造条件を表2に示す。高炉スラグ微粉末、フライアッシュおよび消石灰等の粉体原料は、それぞれセメント用サイロに貯蔵した。一方、製鋼スラグは、屋外のエージングヤードから順次プラントへ運搬し、ベルトコンベヤーを介して骨材ホッパーに装入した。但し、0~25mmまでの粒度範囲を一括りとして取扱い、コンクリートの様に粗骨材と細骨材の区別は行なっていない。原料の投入はすべて同時に行い、ミキサの負荷電流が安定するまでの所要時間の1.5倍に相当する45秒を練り混ぜ時間とした。

表1 鉄鋼スラグ水和固化体の配合

配合強度 (N/mm <sup>2</sup> )	スランプ (cm)	空気量 (%)	製鋼スラグ の最大 寸法 (mm)	粉体水比 (BP+CH +0.35FA) /W	単位数 (kg/m <sup>3</sup> )					
					水 W	高炉 スラグ 微粉末 BP	消石灰 CH	フライ アッシュ (原粉) FA	製鋼 スラグ SS	減水剤 (g/m <sup>3</sup> ) A
15	21	2.0	25	1.45	250	271	27	180	1825	0

表2 鉄鋼スラグ水和固化体のバッチングプラントにおける製造条件

材料許容計量誤差	JIS A 5308 「レディーミクストコンクリート」による。ただし、製鋼スラグの許容計量誤差は ±3%(骨材と同じ)、消石灰は ±2%。
練混ぜ設備	強制二軸練りミキサー 3000L
練混ぜ量	3m <sup>3</sup> /バッチ
練混ぜ時間	45秒
製造量	192~360m <sup>3</sup> /日 (平均269m <sup>3</sup> /日)、延べ3492m <sup>3</sup>

## 2.2 結果

製鋼スラグの粗粒率(F.M.値)は4.5から5.1の範囲であったが、スランプに大きな影響を及ぼす微粉(0.5mm以下)部の粒度分布はほとんど変動していなかった。表乾密度と吸水率は、各々  $3.34 \pm 0.07 \text{g/cm}^3$ 、 $4.56 \pm 0.14\%$  で、こちらも比較的安定している。

練り混ぜ直後のスランプの変動を図1に示す。スランプは設定値21cmに対して  $21.5 \pm 2.5 \text{cm}$  の範囲に、空気量は設定値2.0%に対して  $1.8 \pm 0.7\%$  とよく安定していた。

スランプの変動範囲は、JIS A 5308「レディーミクストコ

ンクリート」で規程する許容差  $\pm 1.5 \text{cm}$  を幾分上回るが、材料分離を引き起こすことも無く、標準的なコンクリートよりも大きな粘性を持つ鉄鋼スラグ固化体の施工性への影響は見られなかった。

材齢28日における圧縮強度の変動を図2に示す。配合強度15N/mm<sup>2</sup>に対して、平均圧縮強度は15.0N/mm<sup>2</sup>

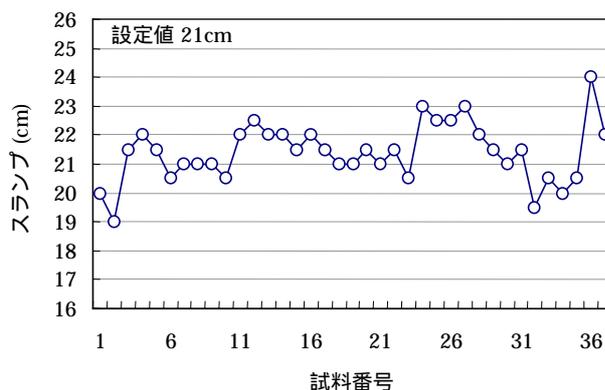


図1 スランプの変動

キーワード 製鋼スラグ、固化体、大規模施工、変動、施工性、環境影響

連絡先 〒260-0835 千葉市中央区川崎町1 JFEスチール株式会社スチール研究所 TEL 043-262-2495

で、変動係数は5%となった。本パッチングプラントにおける鉄鋼スラグ水和固化体の割増し係数は、1.09となる。良好な管理がなされているレディーミクストコンクリート工場の変動係数は10%以下であることから、鉄鋼スラグ水和固化体の強度は、コンクリートと同程度に管理できるものと判断できる。なお、本鉄鋼スラグ水和固化

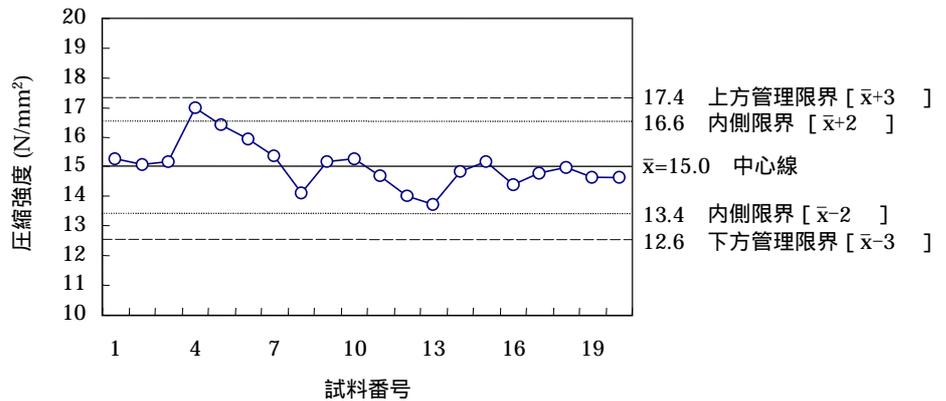


図2 材齢28日圧縮強度の変動

体を吐出量60m³/hのコンクリートポンプを用いて、管径125mm、水平換算距離150mの条件で圧送したところ、閉塞や材料分離は起こらず、良好なポンパビリティを確認した。なお、管内圧力損失は0.05MPa/mであった。

### 3. 人工石材・被覆ブロックの製造例

2001年5月から8月にかけて、岡山県水島港内に位置する川崎製鉄水島製鉄所の護岸補強工事において、鉄鋼スラグ水和固化体を用いた人工石材及び9.6t被覆ブロックを製作した。製造プラントは、30m³粉体サイロ3基、粉体切出し装置3基、ベルトフィーダ付き骨材ホッパー1基、連続式ミキサ1基、定置型コンクリートポンプ1基より構成され、25m³/hの製造能力を有する連続式ミキサを練り混ぜ装置として使用した。製造した被覆ブロックを写真1に示す。



写真1 9.6t被覆ブロック

鉄鋼スラグ水和固化体の人工石材および被覆ブロックを使用した護岸補強工事の完成状況を写真2に示す。外海に面する延長652mの施工区域に、36,000トンの人工石材をグラブ船にて海上より投入、潜水士による仕上げ整形を行った後、起重機船を用いて7,800トン（776個）の被覆ブロックを据付けた。鉄鋼スラグ水和固化体制の人工石および被覆ブロックは、天然石材やコンクリートブロックと同様の取扱いが可能であった。また、施工後2週間程度で藻類の着生が多く見られた。さらに、施工2ヶ月後に水中カメラを使用して人工石材の間隙を調べたところ、写真3に示すように幼魚やカニ等の比較的大きな生物が生息していることが確認された。補強前の直立護岸から傾斜型の護岸に変わったことも一因であるが、鉄鋼スラグ水和固化体が生物にとって良好な環境を提供しているものと推測する。



写真2 護岸補強工事の完成状況

### 4. おわりに

大規模施工の実施により、施工性と品質安定性を確認できたことの意義は大きい。今後は高密度や低アルカリ溶出などの特徴を十分に活かした施工実績の蓄積を進めていきたい。



写真3 人工石材の間隙に生息する生物（施工2ヶ月後）

### 参考文献

- 1) 小菊, 濱田, 山路, 松永, 港湾技研資料, No.990, pp.3~18, 2001
- 2) 谷敷, 奥田, 高木, 松永, 西垣, 第56回年次学術講演会資料概要集, 第 部門, pp.998, 2001
- 3) 【2002年制定】コンクリート標準示方書〔施工編〕, 土木学会, p.104, 2002