

■ 日鉄高炉セメント本社建て替え工事 | 北九州市小倉北区

高炉スラグを原料としたセメントを躯体、基礎にフル利用 環境に配慮した低炭素型RC造建築物を実現

鉄鋼スラグとは鉄鋼製造過程の副産物だ。鉄鋼メーカーはこの鉄鋼スラグを建設資材として使えるように、加工・製品化している。鉄鋼スラグ製品は環境対応型の資材として評価が高く、かねて建設の現場で一般的に利用されている。この企画では2018年2月以降14回にわたる連載に続き、鉄鋼スラグ製品の活用法を、具体的な事例を通じて紹介する。第15回の現場は、日鉄高炉セメントの本社建て替え工事、高炉セメントを躯体、基礎にフル活用し、低炭素型の社屋を建築するという先進的なプロジェクトだ。



今回のプロジェクトに関わった主要なメンバー。前列左より、日鉄高炉セメント品質保証部・三浦伊織氏、企画管理部・濱砂翔太氏、総務部・平山徳重氏、技術開発センター・平本真也氏、営業部兼総務部・塚原美幸氏。このほか、生産設備部・山之内康崇氏も現場の施工管理の調整に携わった。後列左より、竹中工務店九州支店設計部・平田文広氏、作業所長・池田正利氏、設計部・伊勢原有人氏

日鉄高炉セメントは、親会社の日本製鉄から発生するスラグを原料とした高炉セメントを専門に製造するメーカーだ。2014年には、国立研究開発法人新エネルギー産業技術総合開発機構(NEDO)助成事業にて、高炉スラグ高含有の低炭素型セメント(ECMセメント[※])の開発チームに参加したこ

ともある。今回の本社建て替え工事にあたっては、その際に協働した竹中工務店に設計・施工を依頼した。

従来のセメントよりもCO₂排出量を約6割削減

高炉セメントには、スラグを入れる量によりA種(5~30%以下)、B種

(30~60%以下)、C種(60~70%以下)などの種類がある。長期にわたって強度が増進するという性質があり、また酸や塩害への耐久性が高いことから、土木・地下構造物などによく利用されている。

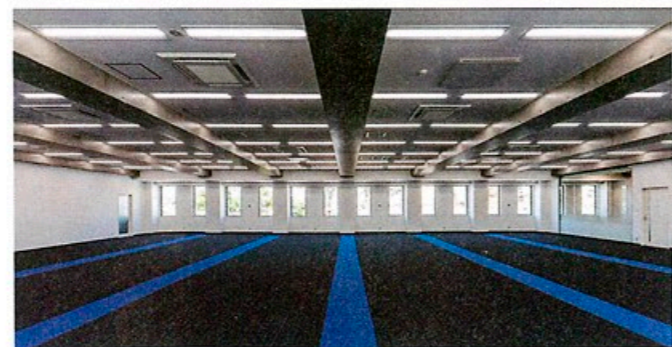
一方で、高炉セメントは初期の強度発現がゆるやかであるため、早期に強度が必要な構造物には適さないとされる。また、気温の影響を受けやすい、硬化する際の収縮が比較的大きいなどの懸念もある。

こうしたリスクを考慮して開発されたのがECMセメントだ。スラグの量を60~70%のC種範囲とし、二酸化炭素(CO₂)排出量を約6割削減しながら、セメント成分を最適化することで、初期強度の増進、収縮の低減、酸・塩に対する劣化抵抗性を高めた。

今回の本社建て替え工事のテーマとなったのは、同社の主力商品である高炉セメント、ECMセメントを「主役」



外観はRC造らしい打ち放しの仕上げとし、素材の力強さを感じさせるデザインに(写真左)。室内でポイントとなったのは、2階の執務室だ。約18mものスパンで構成される大空間では、上階の床を支えている梁をそのまま打ち放しで表すことによって、室内側にもコンクリートらしい質感が伝わってくる(写真下)
(写真提供/日鉄高炉セメント)



にすることだ。「高炉セメントの市場のシェアはまだ約2割程度。使いによっては、基礎などの地下構造物だけでなく、上部躯体にも利用できることを示したかった」(建て替えプロジェクトリーダー、総務部の平山徳重氏)。

低炭素社会の実現に向けて必要不可欠な資材に

依頼を受けた竹中工務店では、①企業の顔となる発信力を持った外観デザイン、②アイデンティティを高め、業務意欲を刺激する内部空間、③低炭素型RC造建築物の実現という3点のコンセプトを提案した。設計実務を担当した竹中工務店九州支店設計部の伊勢原有人氏は「セメントメーカーらしい造形を意識しました」と話す。

どこにどのセメントを使うかについては、日鉄高炉セメントと竹中工務店の両社でじっくりと検討が重ねられた。最終的に、地上躯体には高炉セメントA種、地下躯体にはECMセメントを選択し、エントランスの丸柱には、ECMセメントを用いた高強度のPCa柱を採用。普通ポルトランドセメントの使用量を極力減らすことで、地上躯体でCO₂排出量83.7t、地下躯体でCO₂排出量86.6tを削減することができた。また、本建築物は低炭素化の促進に貢献したとして、「都市の低炭素化の促進に関する法律(エコまち法)」の認定を受けている。

「使用材料の特長に合わせて適材適所に使用すれば、高炉セメントもECMセメントももっと活用できる」。プロジェクトの手応えについて、両社の担当者は異口同音にそう語る。今後、低炭素社会の実現に向けて、必要不可欠な資材のひとつとなりそうだ。

■ COLUMN ■

鉄鋼スラグ関連製品 | 高炉セメント 製造時に二酸化炭素の排出を抑えられるセメント

高炉セメントとは、水砕スラグを粉砕機で砕いた高炉スラグ微粉末を、普通ポルトランドセメント(以下、普通セメント)に混合したものを指す。普通セメントは通常、原料である石灰石や粘土などを粉砕したものを石灰などで焼成し、それによってできた「クリンカ」と呼ばれる物質を粉砕したものを石こうと混ぜてつくる。この焼成過程で二酸化炭素(CO₂)が多く発生する。高炉スラグ微粉末の製造時はその焼成工程が不要なため、CO₂排出削減が見込める。右の表はどの程度の削減が見込めるか、普通セメントと高炉セメントB種を比較したも

のだ。それによれば、CO₂排出削減率は4割強に上る。

●CO₂排出削減率は普通ポルトランドセメントの4割強

高炉スラグ微粉末は焼成工程が不要

セメント1トン当たりのCO₂排出量(単位/kg)

CO ₂ 排出源	普通ポルトランドセメント①のCO ₂ 排出量	高炉セメントB種②のCO ₂ 排出量	CO ₂ 削減量①-②	CO ₂ 削減率(%)
石灰石	480	272	208	43
電力・エネルギー	290	171	119	41
計	770	443	327	42

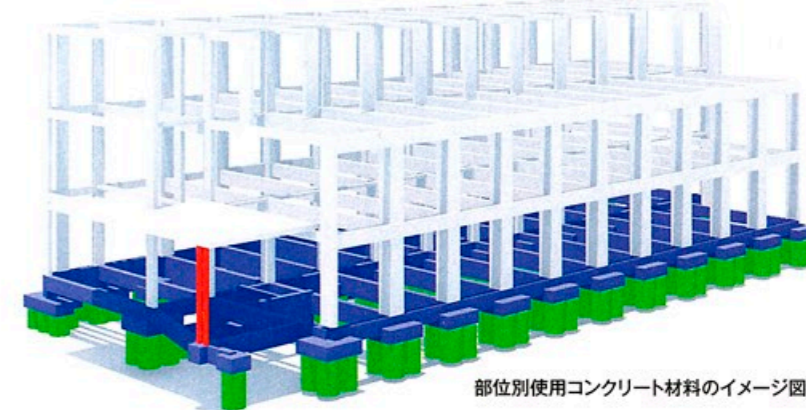
(2019年セメント協会HP)

高炉セメント生産による年間CO₂削減量は約270万トン

日本産業規格(JIS)では、高炉スラグの分量割合に応じて高炉セメントをA~Cまでの3つの種類に分ける。A種は5%超30%以下、B種は30%超60%以下、C種は60%超70%以下である

日鉄高炉セメント本社建て替え工事の概要

- 上部躯体: 高炉A種コンクリート
 - 1F床、基礎: ECMコンクリート
 - 柱状改良: ECMノイロ
 - エントランス柱: 高強度ECM PCa(Fc60)
- 高炉スラグ微粉末含有量分類/高炉A種: 5を超え30%以下、高炉B種: 30を超え60%以下、ECMセメント: 60を超え70%以下



部位別使用コンクリート材料のイメージ図

CO₂削減相当量の概算表

適用部位	低炭素型セメント	種類	適用量(m ³)	CO ₂ 削減量計算値(t-CO ₂)
地上	高炉セメントA種	40-18-20	145.0	11.9
		42-18-20	849.5	71.8
地下	ECMセメント(高炉セメントC種)	33-18-20	419.0	86.6
合計			1413.5	170.3



ECMセメント

普通ポルトランドセメントの代わりに地上躯体で高炉A種セメントを、地下躯体でECMセメントを採用したことで、建物全体で約170tのCO₂排出量を削減した。ECMセメントを地上躯体で用いる案もあったが、従前通りの施工を実施するために、高炉セメントA種を採用した。ECMセメントの地上躯体適用に向けて、PCa柱を高度強化(Fc60)して、工場で事前に製造して現場に搬入することで施工と品質を保つ方法を選んだ(資料提供/日鉄高炉セメント)

工事名/日鉄高炉セメント本社建て替え工事 建築主/日鉄高炉セメント 設計・施工/竹中工務店 建築地/北九州市小倉北区 用途地域/工業専用地域 敷地面積/16万5570m² 建築面積/747.48m² 延べ床面積/1966.34m² 主要用途/事務所 構造/RC造 規模/地上3階 施工期間/2019年9月~20年7月

※ECMセメント: 竹中工務店、鹿島建設、竹本油断、太平洋セメント、デイ・シー、日鉄セメント、日鉄高炉セメント、東京工業大学による共同開発