

副産物を高含有した低炭素型コンクリート「スラグリート」を開発 ～製造・施工性を確認し実用化に目途～

戸田建設(株) (社長：今井雅則) と西松建設(株) (社長：近藤晴貞) は共同で、低炭素型社会の実現に向けた取組みとして、製鉄所の副産物である高炉スラグ微粉末をセメント代替材として積極的に活用した低炭素型コンクリート「スラグリート」を開発し、この程、実機プラントでの製造や施工性などの性能検証を終え、実用化に目途をつけました。

■ 背景

近年、地球温暖化対策として、各分野で二酸化炭素（以下、CO₂）排出量の削減に向けた取組みが進められており、建設分野でも、環境負荷の少ない構造物の実現を目指す中で、低炭素型コンクリートが注目されています。低炭素型コンクリートは、セメントの代わりに CO₂ 排出原単位※の少ない各種副産物を混和材として使用することで、通常のコンクリートに比べて、製造時の CO₂ 排出量を削減できるのが特長です。一般に使用される副産物のうち、特に、高炉スラグ微粉末は少量のアルカリ刺激で硬化する性質（潜在水硬性）を有するため、セメントの代替材として多く使用することができます。しかし、高炉スラグ微粉末を大量に用いると、コンクリートは安定したワーカビリティ（打込み作業性）を得ることが難しくなります。そのため、高炉スラグ微粉末以外の副産物と組み合わせた配合が選定される傾向にあります。ただし、広く実用化するには、製造に要する設備負担を軽減する必要があり、使用する副産物の種類はできるだけ少ない方が有利です。そこで、高炉スラグ微粉末のみをセメント代替として大量に使用しても、所要のワーカビリティを確保でき、かつ強度や耐久性も通常のコンクリートと同等な低炭素型コンクリートの技術開発に着手し、今回、「スラグリート」の実用化に目途をつけました。

■ 概要

スラグリートは、セメント質量の最大 90%を製鉄副産物である高炉スラグ微粉末のみで置換したセメント使用量の極めて少ないコンクリートです。高炉スラグ微粉末を高含有した配合に適した特殊混和剤を開発したことで、コンクリートのフレッシュ性状は適度な流動性と所要の経時保持性を兼ね備えており、強度や耐久性は普通コンクリートと同等レベルを得られます。また、コンクリート製造時の二酸化炭素排出量は、試算上、一般的な普通コンクリート（W/C=55%）と比較して約 80%削減できます（図-1）。さらに、セメント使用量の大幅な削減により、セメントの水和反応で生じるコンクリート温度の上昇を抑制し、マスコンクリート構造物における温度ひび割れの発生リスクを低減できます。

■ 実機試験

本コンクリートの実用性を評価するため、戸田建設(株)成田PC工場(千葉県成田市)の敷地内において、実際のコンクリート製造設備を用いた実機試験を実施しました。試験では、高炉スラグ微粉末をセメントに対して90%置換した中流動コンクリート(スランプフロー:350~500mm)の配合を作製しました。試験の結果、一般的なコンクリートよりもやや練混ぜ時間を要するものの、実機ミキサによる製造・供給が十分可能であることを確認しました。また、トラックアジテータによる運搬およびポンプ車ブームによる打込みなどの施工性も、普通コンクリートと同様の結果を得られました(写真-1)。なお、運搬に伴うコンクリート性状の経時変化を30分ごとにトラックアジテータから排出して確認した結果、製造から90分後のスランプフローの低下率はおよそ10%で、所要の性状を十分に満足していました(写真-2)。

この他、1m角のブロックを試作し、型枠の脱型作業やコンクリート表面の仕上りなどを検証した所、材齢2日(平均気温:17℃)での圧縮強度は約10N/mm²を得られ、脱型作業は通常の作業レベル内で、良好な仕上りを確保できました(写真-3)。さらに、ブロック内部のコンクリート温度は、比較用に施工した普通コンクリート(スランプ12cm)に比べて、最高温度が10℃程度低く、温度ひび割れの発生防止に有効であることがわかりました。

■ 今後の展開

今後も、低炭素型コンクリートの品質や耐久性などに係わる評価データの収集を重ね、より安定した高品質のコンクリートを供給できるように積極的な技術開発に取り組んでいきます。

※「CO₂排出原単位」とは、製品の一定量を生産するのに発生するCO₂排出量のこと。例えば、ポルトランドセメントを1t生産するのに766.6kg、高炉スラグ微粉末は26.5kgのCO₂を排出する試算です(土木学会の環境性能照査指針(試案)より)。

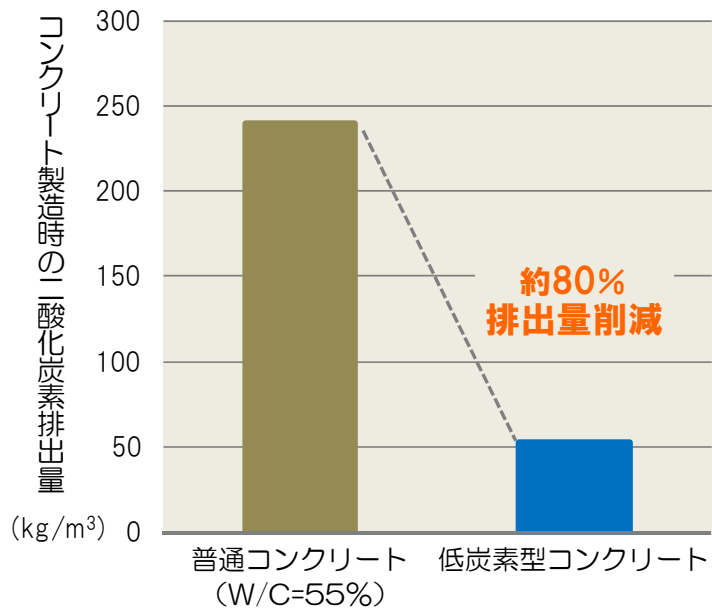


図-1 コンクリート製造時の二酸化炭素排出量の比較



左：低炭素型コンクリート 右：普通コンクリート
(27-12-20N)

写真-1 材齢2日で型枠脱型した試験体（1m角のブロック）



1m角ブロック型枠

ポンプ車

トラック
アジテータ

写真-2 ポンプ車を用いた打込み試験状況



工事名	戸田建設 低炭素型コンクリート打込み試験
板名	低炭素型コンクリート経時変化 圧縮試験結果(90分)
	スタンダード 410×390 (mm)
	骨幹量 : 5.6 着
	CaOH量 : 22.0 着
日付	2014年4月28日
施工者	戸田建設 成田PC工場

写真-3 低炭素型コンクリートの経時性状確認結果（製造から90分経過）