

炭酸化スラリーを用いた 環境配慮型PC部材の適用検討

技術紹介

はじめに

2050年のカーボンニュートラル実現に向け、建設分野における二酸化炭素の回収・利用（CCU）技術の実装が急務となっています。コンクリート製造時の脱炭素手法の1つとして、CO₂を高効率に固定化した「炭酸化スラリー」の活用が注目されていますが、これまでは普通セメントを用いた研究が中心でした。

そこで、工場製品（プレキャストPC部材）への展開を見据え、早強ポルトランドセメントを用いたPC部材用の強度領域（設計基準強度50 N/mm²）における炭酸化スラリーの適用性と基礎的な強度発現特性を実験的に検証しました。

技術の特徴 ※1

高効率なCO₂固定化技術の採用

太平洋セメント（株）が開発した「カーボキャッチ[®]」技術（図-1）は、セメントスラリーに供給したCO₂の90%以上（セメント1t当たり330kg以上）を固体状の微細な炭酸カルシウム（カルサイト）として高効率に固定化します（図-2）。資源循環と環境負荷低減を両立する新技術です。

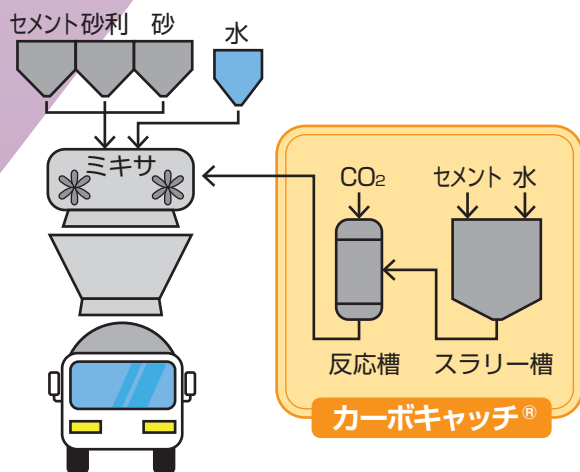


図-1 カーボキャッチのシステム

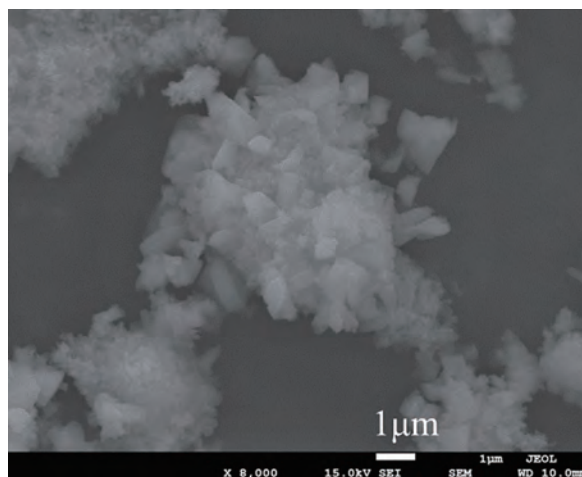


図-2 CO₂反応後の固形物の二次電子像

水和核効果による強度補完メカニズム

反応によって得られた炭酸化スラリー中の微細粒子が、セメントの水和反応を補完的に促進する「水和核（フィラー効果）」として機能します。セメントの一部（固形分換算）に適切な割合で本スラリーを置換する（図-3）ことで、組織の緻密化に寄与し、従来のコンクリートと同等以上の品質・強度を確保できる点が特徴です。

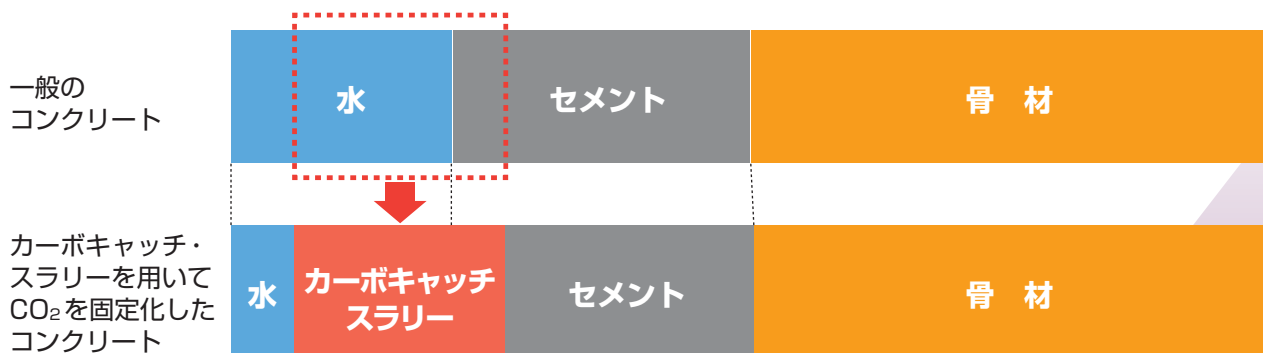


図-3 カーボキャッチ・スラリーを用いたコンクリート配合の概念図

※1：太平洋セメント株式会社 ニュースレター「CO₂をフレッシュコンクリートに固定化する製造システム『カーボキャッチTM』の開発に成功」（2023年3月15日発表）より

モルタルによる基礎特性および養生温度が強度発現に及ぼす影響

炭酸化スラリーの基本的な影響を把握するため、モルタル配合を用いて水結合材比および養生温度を変化させた基礎検討を実施しました。スラリーの比表面積が大きく練混ぜ水を拘束するため、置換率増加に伴い粘性が増大し、高性能減水剤の必要添加量が増加する傾向を確認しました(図-4)。

一方、強度面ではスラリーによる水和核効果が有効に作用し、置換率10%~20%の範囲で強度増進に寄与することを確認しました(図-5)。この傾向はセメントの反応が遅延しやすい10℃の低温養生下で特に顕著であり、組織の緻密化に有効に作用することが示されました。

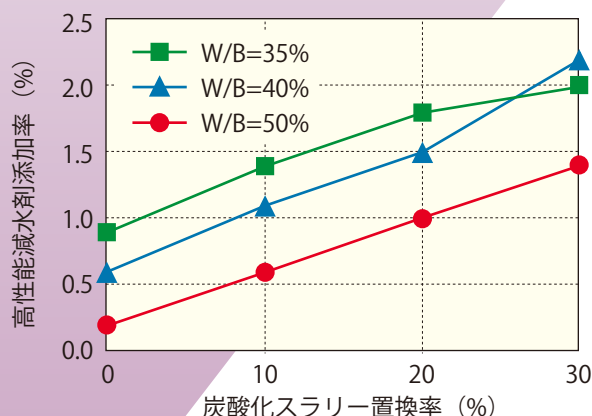
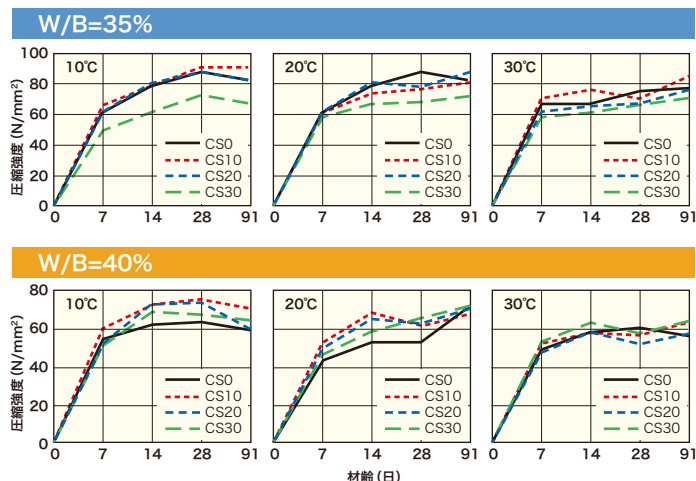


図-4 炭酸化スラリー置換率と高性能減水剤添加率の関係



※CS0~30: 結合材質量に対する炭酸化スラリー置換率 (%)

図-5 圧縮強度試験結果(モルタル配合)

高強度コンクリート配合への適用性と圧縮強度特性

モルタル試験の結果を踏まえ、設計基準強度50N/mm² (W/C=36.9%)のPC用高強度コンクリート配合におけるフレッシュ性状および強度特性の検証を行いました(図-6)。コンクリート試験においても、置換率10%で最大の圧縮強度(58.8N/mm²)を発現し、ベース配合を上回る結果となりました。置換率20%においても、標準養生条件下であればベース配合と同等以上の強度性能を確保できることを実証しました。

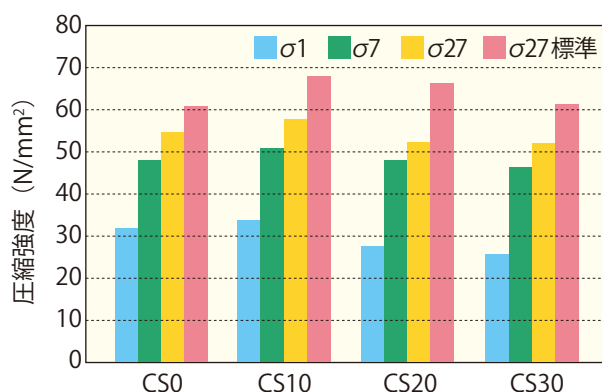


図-6 圧縮強度試験結果(コンクリート配合)

炭酸化スラリーの適用による環境負荷低減効果と今後の展望

本技術の最大の見込効果は、セメント使用量を直接的に内割置換することで得られる材料由来のCO₂排出量削減です。プレキャストPC部材用のコンクリート1m³あたりにおけるCO₂排出量を試算した場合、従来の標準配合と比較して14%程度の低減が可能と予測されます(図-7)。将来的には、自社の工場から発生する産業廃棄物(生コンスラッジ)を基材とした炭酸化スラリーを適用することでさらなるCO₂排出量の削減が期待できます。

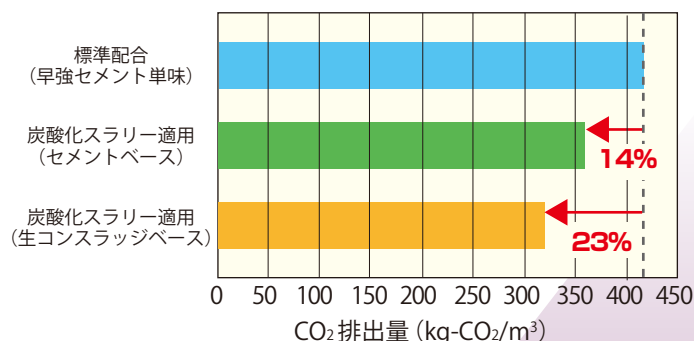


図-7 プレキャストPC部材用のコンクリート1m³あたりにおけるCO₂排出量試算結果

