

徳光 卓

環境負荷軽減コンクリート研究会
技術委員長

各種リサイクル材料を用いた高性能コンクリートへの取り組み

1. はじめに

本年7月9日に閉幕した洞爺湖サミットにおいて、ポスト京都議定書に向けた地球環境・気候変動への対策として、2050年までに世界全体の温室効果ガス排出量を少なくとも50%削減するという目標を国連気候変動枠組条約（UNFCCC）のすべての締約国と共有し、採択を求めるという合意がなされた。このような背景から、コンクリートに関連する業界においても、環境保全への取り組みが急務となっている。

さて、コンクリートの主要な構成材料であるセメントは、その焼成時に多くの二酸化炭素を空气中に放出する。試算によれば、コンクリート橋建設における二酸化炭素総排出量に占めるセメント起因の排出量の割合は60%近くとなっている。その一方、セメントの製造においては、その原料や燃料としてさまざまな産業廃棄物を受け入れており、今や環境保全に無くてはならない産業ともなっている。このようにコンクリートが持つ環境側面はさまざまであり、建設時の二酸化炭素排出量のみで評価するのは偏った見方であると言

える。当然、コンクリート構造物の建設に伴う利便性や安全性の向上は環境側面では評価できないものである。

環境負荷軽減コンクリート研究会は材料メーカーおよびプレストレストコンクリート（PC）専門者を中心に構成された研究会である（表1）。当研究会では『耐久性と環境負荷軽減性に優れたコンクリートを広範囲な用途に使用できるものとすることによって、地球環境全体でみた環境負荷を軽減する』ことをコンセプトとした活動を行っている。環境負荷軽減コンクリート研究会が考える環境負荷軽減コンクリートのイメージを図1に示す。研究会では環境負荷軽減コンクリートを、セメントや混和材、骨材に各種のリサイクル材料を使用することで材料に起因する環境負荷を軽減し、さらに耐久性の向上とともに、施工性の維持・向上を図ったものと定義している。

ここで、耐久性の向上は供用年数あたりでみた環境

表1 環境負荷軽減コンクリート研究会加盟会社一覧

川田建設株式会社
極東興和株式会社
JFEミネラル株式会社
昭和コンクリート工業株式会社
株式会社デイ・シイ
電源開発株式会社
ドーピー建設工業株式会社
株式会社日本ピーエス
株式会社富士ピー・エス

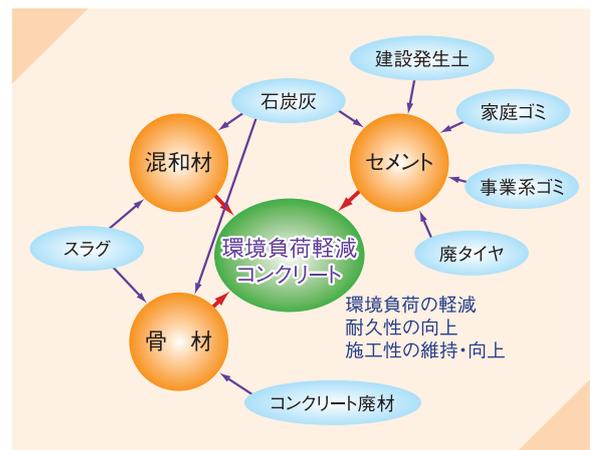


図1 環境負荷軽減コンクリート研究会が考える環境負荷軽減コンクリートのイメージ



負荷（＝建設時の環境負荷÷供用年数）の軽減を意味する。また、施工性の維持・向上とは、仮に、一単位あたりの環境負荷軽減効果が小さい材料であっても、それが施工性に優れたものであれば広範に使用することができるため、総合的に見た環境負荷は軽減されるという思想に基づくものである。

本稿では、環境負荷軽減コンクリート研究会におけるコンクリート材料の環境負荷軽減に向けた諸実験について紹介するとともに、高炉スラグ微粉末のプレストレストコンクリートへの適用例などについて紹介する。

2. リサイクル材料

環境負荷軽減コンクリート研究会では、現在、環境負荷軽減コンクリートに適した材料として、表2に示すような材料を考えている。このうち供給が東京近郊に限られるエコセメントを除く、比較的全国で入手が容易な材料とその適用効果に着目している。

(1) 高炉スラグ微粉末

高炉スラグ微粉末は高炉で銑鉄を生産するときに発生する副産物である高炉スラグを水砕・乾燥・粉碎し

たものであり、潜在水硬性を有している。現在、高炉スラグは100%がリサイクルされており、国内消費だけでなく海外にも輸出されている。

高炉スラグ微粉末はコンクリートの耐久性向上に効果があり、水和熱の低減、ワーカビリティの向上、化学抵抗性や塩化物イオン浸透抵抗性の向上、アルカリ骨材反応の抑制などの効果が確認されている。一方、高炉スラグ微粉末の使用により、中性化速度の増大、収縮量の増大、養生の良否が硬化コンクリート性能に与える影響が大きいなどの問題が指摘されている。

(2) フライアッシュ

フライアッシュは石炭火力発電所において副産物として発生する石炭灰が原料となっている。フライアッシュは石炭灰のうち、電気集塵機で集められる球形の微粒子であり、コンクリート中でポゾラン反応を生じる。平成18年度のフライアッシュの有効利用率は97%であり、約65%がセメント原料として利用され、セメントやコンクリート混和材としての利用は3.6%となっている。

フライアッシュをコンクリートの混和材として使用することで、ワーカビリティの向上、アルカリ骨材反応抑制、水密性・耐久性の向上、水和熱の抑制効果

表2 環境負荷軽減を可能とするリサイクル材料

分類	材料名	利用の現状と課題	期待される効果
結合材	高炉スラグ微粉末	省資源、省エネルギーの観点に加え環境への負荷を低減させる材料として利用。温度依存性、中性化が課題。	CO ₂ 排出量抑制 アルカリ骨材反応性抑制 耐久性向上（塩化物浸透抑制等）
	フライアッシュ（JIS灰）	セメント混合材、コンクリート混和材に各々年間14万トン、10万トン程度利用されている。品質変動、供給体制等に課題がある。	CO ₂ 排出量抑制 アルカリ骨材反応性抑制 耐久性向上（塩化物浸透抑制等）
	エコセメント	塩化物が多く有筋コンクリートへの使用に問題。生産拠点が東京近郊に限られる。	廃棄物埋立用地等の削減
粗骨材	再生粗骨材	一般に路盤材として利用。コンクリート用骨材への再生は処理の高度化とアルカリ骨材反応性がある場合の耐久性に課題。	廃棄物埋立用地等の削減
細骨材	高炉水砕スラグ	単独で用いると単位水量が多くなり、ブリーディングがやや大きく、速度も速い傾向にある。	長期強度増加 アルカリ骨材反応性抑制
	フライアッシュ（粗粉）	現状ではセメント原料、あるいは埋立処分されている。粒度分布や活性度の安定性に欠ける。	強度特性以外はJISフライアッシュと同程度の効果が期待できる
	再生細骨材	再生粗骨材と同様	再生粗骨材と同様