

二酸化炭素排出量を低減するコンクリート

「クリーンクリート®」



企業レポート

小林利充*, 一瀬賢一**

Low Carbon Concrete "Clean-crete"

Key Words : Low carbon concrete, Cement, Mineral admixture,
Strength property, Durability

1. はじめに

近年、地球温暖化が世界的に認識されるようになり、地球温暖化対策として、温室効果ガスの95%を占める二酸化炭素(CO₂)排出量の削減に対する取組みが各産業で推進されている。ここで、日本における2012年度のCO₂排出量(LULUCFを除く)は、12億7,600万トンであり、1990年度比11.8%の増加、前年度比2.8%の増加となっている¹⁾。このような中、コンクリート分野においても、低炭素社会の構築に向けてさまざまな研究開発が行われている。

本稿では、環境に配慮した低炭素型のコンクリートとして、弊社が開発した「CO₂排出量を低減するコンクリート(クリーンクリート®)」について、その基礎的性状および適用事例について記載する。

2. コンクリートの二酸化炭素排出量

一般に、コンクリートは、セメント、水、細骨材、

粗骨材および化学混和剤で構成されている。ここで、コンクリートを構成する材料のCO₂排出量を図1^{2,3)}に示す。この表を見ると、コンクリートの構成材料の中で、セメントのCO₂排出量原単位(インベントリデータ)は757.9kg-CO₂/tと極めて大きい。これは、セメントの製造過程で生じるエネルギー起源および非エネルギー起源のCO₂として排出される。なお、日本のセメント製造技術は、積極的にエネルギーの効率化を追求し、世界のトップクラスにある。しかしながら、セメント産業からのCO₂排出量は、日本のCO₂排出量の3.7%程度にあたる⁴⁾。ここで、都内のレディーミクストコンクリート工場の配合報告書をもとに、呼び強度(強度レベル)を27、30および36とした場合のCO₂排出量を算出すると、237kg/m³、254kg/m³および281kg/m³であった。

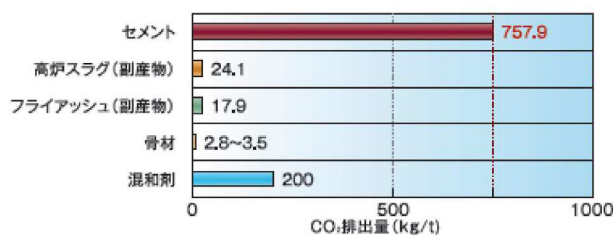


図-1 コンクリートを構成する材料のCO₂排出量原単位^{2),3)}

* Toshimitsu KOBAYASHI

1968年12月生

日本大学大学院工学研究科博士後期課程
建築学専攻修了(1997年)

現在、株式会社大林組 技術研究所生産
技術研究部 主任研究員 博士(工学)
コンクリート材料

TEL: 042-495-1012

FAX: 042-495-0940

E-mail: kobayashi.toshimitsu@obayashi.
co.jp



** Kenichi ICHISE

1956年10月生

名古屋工業大学大学院修士課程建築学専
攻修了(1982年)

現在、株式会社大林組 技術研究所生産
技術研究部 部長 博士(工学)
コンクリート材料

TEL: 042-495-1012

FAX: 042-495-0940

E-mail: ichise.kenichi@obayashi.co.jp



3. クリーンクリートの概要

クリーンクリートは、低炭素型のコンクリートとして、CO₂排出量原単位の大きいセメントを、産業副産物である高炉スラグ微粉末などの混和材に大量置換することで、コンクリートの低炭素化を実現し、最大80%のCO₂を低減する。具体的には、一般のコンクリートは、結合材をポルトランドセメントで構成されている。一方、クリーンクリートは、結合

材に対するポルトランドセメントの割合を30%以下とし、70%以上を産業副産物である混和材で構成している。したがって、材料起源によるコンクリートの二酸化炭素排出量を大幅に低減することが可能になるとともに、産業副産物の有効利用にもつながる。材料構成のイメージを図-2に、クリーンクリートに使用する主な結合材を写真-1に示す。

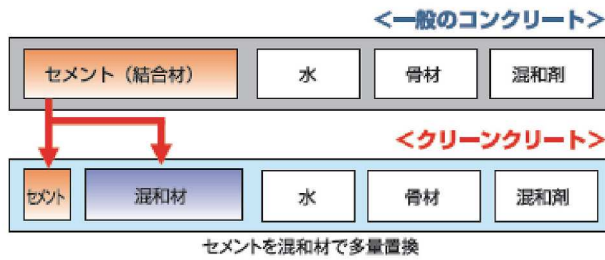


図-2 コンクリートの材料構成

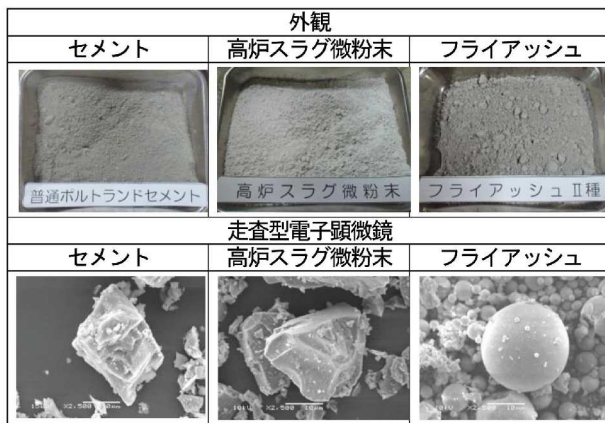


写真-1 結合材の外観写真および走査型電子顕微鏡画像

4. クリーンクリートの性質

クリーンクリートの開発に当たり、基礎的性状の確認として、フレッシュ性状、圧縮強度、乾燥収縮、中性化、凍害、水和熱、CO₂排出量などに及ぼす結合材の種類および混合割合の影響について検討を行っており、その一例を図-3から図-6に示す。図を見ると、CO₂排出量 (図-3) はセメントの混合割合を低減し、高炉スラグ微粉末などの産業副産物に大量置換することで大幅に低減できることがわかる。一方、圧縮強度 (図-4) および中性化 (図-5) は、セメントの混合割合を低減することで、圧縮強度は低減し、中性化の進行は速くなる。しかしながら、セメントの混合割合が25%であっても、水結合材比を調整し、かぶり厚さを精査することで、実

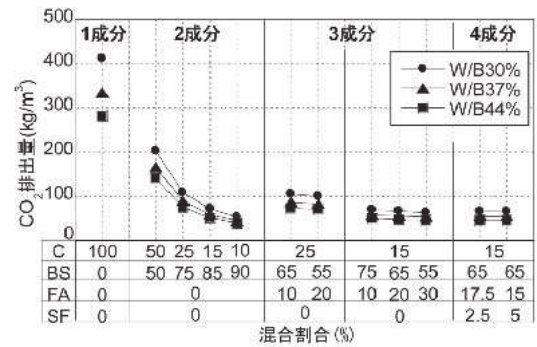


図-3 結合材の混合割合とCO₂排出量の関係

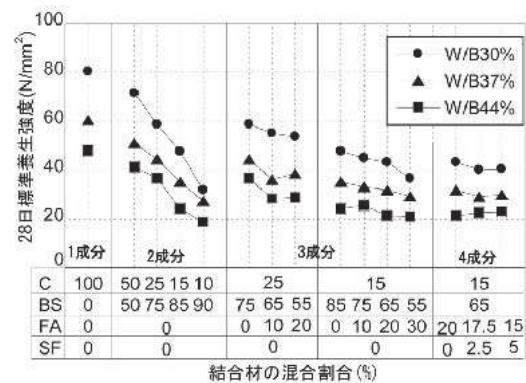


図-4 結合材の混合割合と28日標準養生強度の関係

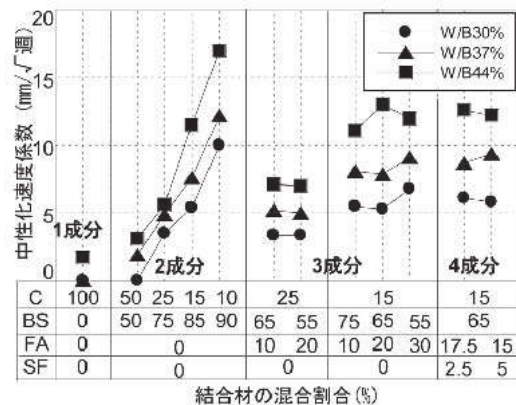


図-5 結合材の混合割合と中性化速度係数の関係

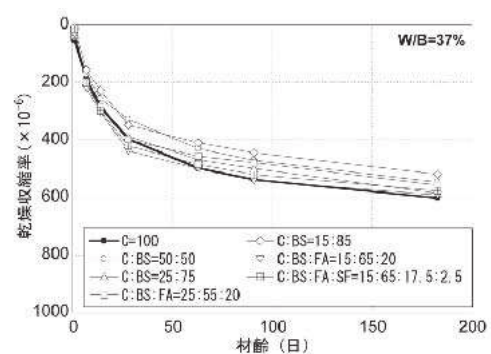


図-6 材齢と乾燥収縮率の関係

用上適用が可能であると考え。また、乾燥収縮（図－6）については、セメントの混合割合を25%としても、セメント単体で使用した場合と比較して、乾燥収縮率は同等以下と良好な結果であった。

5. 適用事例

クリーンクリートは、大林組技術研究所再整備計画（Ⅰ期工事）において初適用して以来、建築・土木分野に19物件（2014年9月時点）に適用している。また、これまでの適用事例としては、産業副産物の供給から首都圏での適用が多いが、地方での適用も行っている。また、設計基準強度は最大 36N/mm^2 であり、適用部位としては、クリーンクリートの特性を考慮し、基礎に適用した事例が大多数である。以下に、適用事例の一つとして、都内の複合ビルについて記載する。

建物概要としては、店舗・事務所で構成された鉄骨造（一部鉄骨鉄筋コンクリート造）、地上9階、地下2階の物件である。コンクリートの概要として、結合材は、普通ポルトランドセメント、高炉スラグ微粉末（比表面積：4000クラス）およびフライアッシュ（Ⅱ種）を使用し、3成分の構成とした。なお、普通ポルトランドセメントは結合材の15%にすることで、同一の設計基準強度で、セメントを100%使用したコンクリートと比較すると、 CO_2 排出量の低減率としては80%である（ CO_2 排出量の低減量：1,000t）。品質管理状況として、フレッシュ性状および強度性状ともに所定のスペックを満足しており、施工状況としても、通常のコンクリートと同様の施工ができた。



写真－2 外観写真
（新建築社写真部）



写真－3 打設状況

6. おわりに

本稿では、環境に配慮したコンクリートとして、弊社が開発した二酸化炭素排出量を低減するコンクリート（クリーンクリート®）に関して、その基礎的性状と適用事例について記載した。近年、地球規模での災害が多発しており、その原因の一つとして二酸化炭素排出量の上昇による地球温暖化という認識が高まっている。このような中、低炭素社会の実現に、コンクリートの観点から微力ながら貢献できれば幸いである。

参考文献

- 1) 環境省地球環境局総務課監修：日本国温室効果ガスインベントリ報告書、独立行政法人国立環境研究所、2014.4
- 2) 土木学会：コンクリートの環境負荷評価、コンクリート技術シリーズ、No.44、Ⅱ-p.64
- 3) 日本建築学会：鉄筋コンクリート造建築物の環境配慮施工指針（案）・同解説、135p、2002
- 4) 細谷俊夫：セメント産業における CO_2 排出削減の取組み、コンクリート工学、Vol.48、No.9、pp.51-53、2010.9

