

低炭素型コンクリートの PCa 製品への適用 Application to PCa product of the low-carbon concrete

北辻 政文
Kitatsuji Masafumi

1. はじめに

日本政府は 2050 年までに温室効果ガスの排出をゼロにするカーボンニュートラルを目指すことを宣言した。コンクリート産業界においてもポルトランドセメントを製造する際に、767kgCO₂を排出するため、低炭素型のコンクリートの開発が求められている。近年では、ジオポリマー系コンクリート、炭酸化コンクリートなどが開発されている。前者は、普通コンクリートに比べて CO₂の発生率が 1/5～1/10 程度まで抑えることが可能であるが、劇物である NaOH 水溶液を使う場合、一般の PCa 製品工場における活用は、作業者の安全性確保の観点から難しい状況である。後者は、炭酸化を促進するために大型の高濃度 CO₂環境を確保しなければならず、これも一般の PCa 製品工場での使用は難しい状況である。

そこで、本研究では PCa 製品工場において活用の可能性が高い三つの固化材を用いて PCa 製品を試作したので報告する。

一つ目は鈴木ら¹⁾により開発された固化材でセメントの 95 %を多種混和材で置換したセメントコンクリートである（以下 C5）。蒸気養生の条件などは PCa 製品工場とは異なるものの、圧縮強度 58.4 N/mm²を確保しつつ、CO₂排出量を普通コンクリートの約 10 分の 1 以下に抑えることが可能としている。しかし、未だ実験室の研究に留まっており、RC コンクリートへの適用や PCa 製品工場の製造ライン下での使用実績はない。

二つ目は、ジオポリマー系コンクリートの一種であるが、粒状の NaOH とブレン値 3000cm²/g 程度のガラス微粉末をプレミックスした固化材（以下 AS）を用いたコンクリートである（以下 GP）。NaOH が粒状であるので、計量、練り混ぜ時に液が飛散することも少なく作業性が向上している。これも耐酸性コンクリートとして無筋の PCa 製品の製造実績はあるものの RC コンクリートを作製した実績はない。

三つ目は、高炉スラグ微粉末（4000 ブレン）を大量に置換したコンクリート（以下 BS）である。これはゼネコンが場所打ち用に開発したものであり、PCa 製品工場での使用実績はない。

2. 実験概要

表-1 配合

種類	W/B (%)	s/a (%)	W	C*	AS	SF	BFS	FA	S	G
N	42.6	38.5	145	340	—	—	—	—	707	1166
GP	38.7	39.7	160	—	55	—	358	—	671	1048
C5	41	45.2	127	25	—	25	380	76	811	1014
BS70	34.9	44.8	145	124	—	—	291	—	776	983
BS90	34.9	44.9	145	41	—	—	374	—	773	977

*N は普通ポルトランドセメントをその他は早強セメントを用いた。

一般に PCa 製品には早強性が求められ、初期強度の小さい混合セメント等が使われるケースは少ない。そこで、本研究では、普通コンクリート（N）を除き、ベースセメントには早強ポルトランドセメントを用いた。配合を表-1 に示す。試作した PCa 製品は、上ぶた式U形側溝 300B の本体である。設計基準強度は 30N/mm²である。なお、SB90 については、PCa 製品は製造していない。試験項目は、圧縮強度試験（JIS A 1108）、PCa 製品の曲げ耐力試験（JIS A 5372）である。

3. 結果および考察

（1）二酸化炭素の排出量

各材料のインベントリーデータ²⁾から求めた二酸化炭素排出量を表-2 示す。いずれのコンクリートも N に比べて、CO₂ の低減効果が大いことがわかる。とくに C5 と BS90 の低減効果は 80%を超えている。

（2）圧縮強度試験結果

図-1 に各工場における圧縮強度試験結果を示す。出荷材齢である 14 日の設計基準強度は、30N/mm²であるが、いずれのコンクリートも上回っている。打設時期が冬季で、コンクリートの練り上がり温度は 8℃と低かったのにも拘わらず、設計基準値を満足した。これは早強セメントの効果でもある。

また、脱型時強度（12 N/mm²）もすべてのコンクリートにおいて上回った。

（3）製品による曲げ耐力試験結果

コンクリートの外観は、GP のみ緑色を呈していたが他は N と変わらなかった。ひび割れ耐力は U 型側溝本体が 17kN であるが、17kN 载荷してもいずれのコンクリートにもひび割れは発生しなかった。さらにひび割れが発生するまで载荷した結果、25～35kN と良好な試験結果であった。

引用文献：

- 1) 鈴木南都, 小林紀行, 小林知大, 西脇智哉;CO₂排出量削減を実現するセメントコンクリートの開発と評価, (公社) 日本コンクリート工学会年次論文集,pp.1054～1059 (2023.7)
- 2) (公社) 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.62, p.39 (2004.9)

表-2 二酸化炭素排出量

種類	CO ₂ 排出量 (kg/m ³)	N に対する 割合(%)
N	266.8	100
GP	54.5	20.4
C5	40.6	15.2
BS70	108.5	40.7
BS90	47.0	17.6

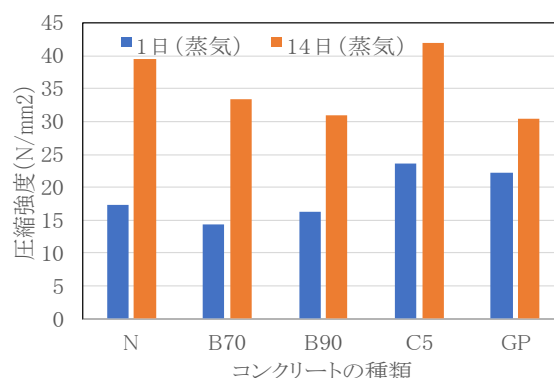


図-1 圧縮強度試験結果



図-2 PCa 製品の外観

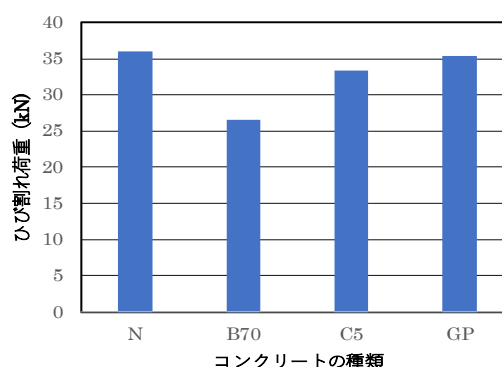


図-3 PCa 製品の曲げ試験結果