

炭酸化養生した環境配慮型コンクリートのエフロレッセンス抑制効果に関する検討

ランダス(株) 正会員 ○細谷多慶 藤木昭宏 鹿島建設(株) 正会員 取違 剛 関 健吾
デンカ(株) 森泰一郎 庄司慎 中国電力(株) 河内友一

1. はじめに

筆者らは、過去の検討において、ダイカルシウムシリケート γ 相を混和して炭酸化養生した環境配慮型のインターロッキングブロックを対象に、3カ月の自然環境への暴露によるエフロレッセンスの発生状況を評価している¹⁾。同研究では、数10個のブロックに対して、目視にて確認された白い斑点をエフロレッセンスと判断し、ブロックの全数に対してエフロレッセンスが発生したブロックの個数の割合で評価を試みた。しかしながら、同研究で行った評価は定性的であったため、本検討では、炭酸化養生した環境配慮型コンクリートのエフロレッセンス抑制効果を定量的に数値化することを目的とした。

2. 試験概要

本検討では、一般的な配合の普通コンクリートと、CO₂吸収型の環境配慮型コンクリートを用いて、エフロレッセンスの発生量を評価した。普通コンクリートの使用材料および配合をそれぞれ表-1、表-3に示す。普通コンクリートはW/C=48%、60%の2水準とし、スランプ15cm、空気量4.5%に調整した。養生に関しては、プレキャストコンクリート製品を想定して、練上がり後ただちに型枠に打ち込んだ後、2時間20°Cで前養生してから蒸気養生を行った。蒸気養生条件として、20°C/時間で2時間かけて60°Cまで昇温させ、60°Cにて3時間保持し、その後、5°C/時間で8時間かけて20°Cまで低下させ、その後脱型した。脱型後は、温度20°C、湿度60%RHの環境にて気中養生を行い、所定の材齢で試験に供した。

次に、環境配慮型コンクリートの使用材料および配合をそれぞれ表-2、表-4に示す。環境配慮型コンクリートは、W/P=48%、W/B=60%、スランプ8cm、空気量4.5%に調整した。養生に関しては、打込み後20°C、60%RHの環境に静置し、材齢2日にて脱型した。その後、温度50°C、湿度40%RH、CO₂濃度20%の環境で炭酸化養生を行った。

エフロレッセンス発生試験の概念図を図-1に示す。幅150mm×長さ290mm×高さ60mmの型枠に打

表-1 普通コンクリートの使用材料

材料名	記号	摘要
水	W	上水道水
セメント	OPC	普通ポルトランドセメント、密度=3.16g/cm ³
細骨材	S1	川砂、密度=2.57g/cm ³
粗骨材	G1	碎石：Gmax=20mm、表乾密度=2.60g/cm ³
混和剤	AD	リグニンスルホン酸塩とオキシカルボン酸塩の混合物
	AE	変性ロジン酸化合物系陰イオン界面活性剤

表-2 環境配慮型コンクリートの使用材料

材料名	記号	摘要
水	W	上水道水
セメント	HPC	早強ポルトランドセメント、密度=3.14g/cm ³
混和剤	BFS	高炉スラグ微粉末、密度=2.91g/cm ³
	γ	ダイカルシウムシリケート γ 相、密度=2.85g/cm ³
	F	石炭灰原粉：密度=2.2g/cm ³ 、フライアッシュIV種相当
細骨材	S2	砕砂：表乾密度=2.65g/cm ³ 、粗粒率=2.92
	S3	山砂：表乾密度=2.61g/cm ³ 、粗粒率=1.61
粗骨材	G2	碎石：Gmax=20mm、表乾密度=2.70g/cm ³
混和剤	AD	変性リグニンスルホン酸化合物とポリカルボン酸型化合物の複合体
	AE	アニオンおよびノニオン系特殊界面活性剤

表-3 普通コンクリートの配合

W/C (%)	s/a (%)	設計空気量 (%)	単体量 (kg/m ³)				AD (P×%)	AE (P×%)
			W	OPC	S1	G1		
60	40	4.5	173	288	707	1084	1.07	0.002
48	37			360	642	1090	1.07	0.002

表-4 環境配慮型コンクリートの配合

W/P (%)	W/B (%)	s/a (%)	設計空気量 (%)	単体量 (kg/m ³)								AD (P×%)	AE (P×%)
				W	HPC	BFS	γ	F	S2	S3	G2		
48	60	40	4.5	167	84	111	84	69	275	418	1077	1.0	0.13

※B=HPC+BFS+ γ 、P=HPC+BFS+ γ +F

キーワード：環境配慮型コンクリート、CO₂吸収コンクリート、炭酸化、エフロレッセンス、CO₂

連絡先：〒701-1351 岡山県岡山市北区門前410-1 ランダス(株) TEL 086-287-7373

ち込み、上述の養生を行った各種コンクリートを、材齢 28 日にて、高さ方向に厚さ 30mm となるようにカットした。カット面が下になるように水槽内に設置し、試験体厚さの 1/2 程度の高さまで純水を投入した。試験開始から 7 日後、および 28 日後に試験体を取り出し、105℃乾燥炉で 24 時間乾燥させたあと、カット面に発生したエフロレッセンスを集めて重量を計測した。なお、材齢 28 日における圧縮強度は、環境配慮型コンクリートが 29.1N/mm²、W/C=48% の普通コンクリートが 35.2N/mm²、W/C=60% の普通コンクリートが 23.4N/mm² であった。

3. 試験結果

浸漬 28 日におけるエフロレッセンス発生状況を写真-1 に示す。本検討で考案した試験方法において、直径 1mm 以下の小さな白い斑点状のエフロレッセンスが多く発生しており、本試験方法でエフロレッセンスの発生量を定量的に評価できるものと考えられた。

同試験にて得られた、浸漬 7 日後、および 28 日後の各配合におけるエフロレッセンス発生量を図-2 に示す。環境配慮型コンクリートは、いずれの浸漬材齢においても普通コンクリートに比べてエフロレッセンス発生量が大幅に抑制される結果となった。浸漬 28 日後に着目すると、環境配慮型コンクリートのエフロレッセンス発生量は、W/C=60% の普通コンクリートに比べて約 1/3、W/C=48% の普通コンクリートに比べて約 1/8 となった。

次に、普通コンクリート間で比較すると、浸漬 7 日では、W/C=60% の方が W/C=48% に比べてエフロレッセンス発生量が多い結果となった。水セメント比の高いコンクリートの方が、コンクリートへの水の浸透速度が大きく、エフロレッセンスの素となる Ca イオンが早期に溶脱したと考えられる。一方、浸漬 28 日においては、セメント量の多い W/C=48% のエフロレッセンス発生量が W/C=60% に比べて大きくなった。また、W/C=60% の材齢 28 日におけるエフロレッセンス発生量は材齢 7 日より少ない結果となった。これは、浸漬期間 28 日間でコンクリート表層部の Ca イオンの浸漬水への溶脱が進行し、水から取り上げた際に、コンクリート表面に残存してエフロレッセンスの素となる Ca イオンの量が少なくなったためと考えられる。

4. おわりに

本検討で考案した試験方法により、エフロレッセンス発生量を定量的に評価できることを示した。また、炭酸化養生した環境配慮型コンクリートのエフロレッセンス発生量は、同一強度レベルのコンクリートに比べて 1/3~1/8 程度に低減できることを明らかにした。

参考文献

- 1) 取違剛, 横関康祐, 吉岡一郎, 盛岡実: 炭酸化養生を行ったコンクリートの CO₂ 収支ならびに品質評価, コンクリート工学年次論文集, Vol.34, No.1, pp.1450-1455, 2012.

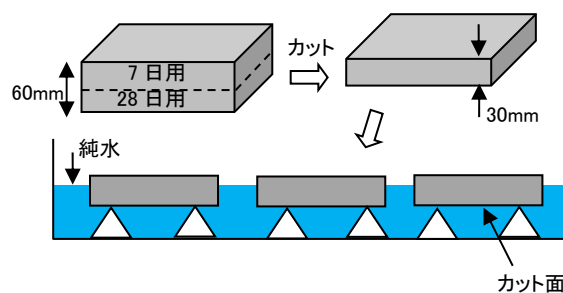


図-1 エフロレッセンス発生試験の概念図

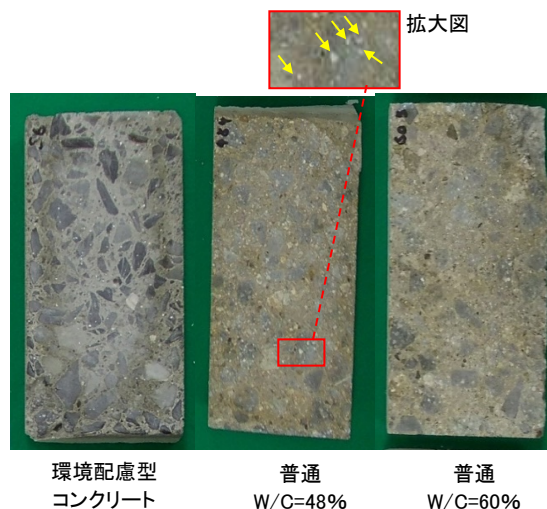


写真-1 浸漬 28 日のエフロレッセンス発生状況

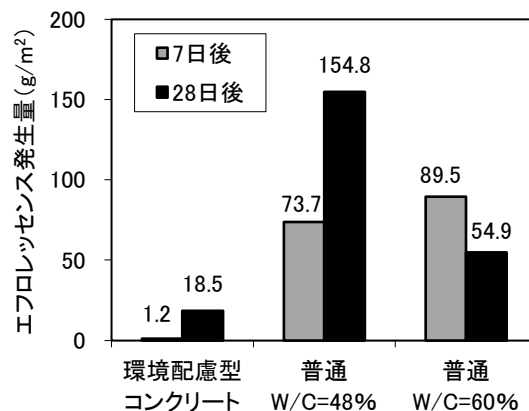


図-2 各配合におけるエフロレッセンス発生量