

炭酸化養生した環境配慮型コンクリートのすり減り抵抗性に関する検討

鹿島建設(株) 正会員 ○安齋 勝 取達 剛 関 健吾 小林 聖 渡邊賢三 坂井吾郎
東洋大学 正会員 横関康祐

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（以下、 γ -C₂S と称す）を混和して炭酸化養生した圧縮強度 100N/mm²クラスの高強度コンクリートの耐摩耗性について評価し、炭酸化養生に伴うコンクリート表層部の空隙の緻密化によって、同コンクリートの耐摩耗性が著しく向上することを明らかにしている。本検討では、一般的な強度レベルの環境配慮型コンクリートを対象に、炭酸化養生が環境配慮型コンクリートのすり減り抵抗性に及ぼす影響を評価した。

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、すり減り抵抗性を比較した。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。養生について、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時間キープし、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%、スランプ 8cm、空気量 4.5%に調整した。なお、材齢初期から炭酸化養生を行う環境配慮型コンクリートにおいて、石炭灰は強度発現に寄与しないことを確認しており、表-4には水結合材比（W/B=60%）も併記した。

養生について、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。

すり減り抵抗性は、写真-1に示す O 式すり減り試験機にて評

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
混和材	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 (%)	単位量 (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 (%)	単位量 (kg/m ³)							AD P×%	AE P×%	
				W	HPC	BFS	γ	F	S2	S3			G2
48.0	60	40	4.5	167	84	111	84	69	275	418	1077	1.0	0.13

※B=HPC+BFS+ γ 、P=C+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、すり減り抵抗性、圧縮強度、CO₂

連絡先：〒950-8550 新潟県新潟市中央区万代 1-3-4 鹿島建設(株)北陸支店土木部 TEL 025-243-3766

価した。幅 150mm×長さ 290mm×高さ 60mm の供試体を作製し、試験面を内側に向けて六角柱の形に組んで回転ドラムにセットし、内側の中空部にφ22×40mmのPC鋼棒を20個封入して、中心部のパイプより20L/minの水シャワーを浴びせながら80rpmで回転させた。試験時間は4時間として、試験体の面積と摩耗量から、すり減り係数(mm^3/cm^2)を算出した。なお、試験は材齢28日にて実施した。

3. 試験結果

本検討で用いたコンクリートの材齢と圧縮強度の関係を図-1に示す。環境配慮型コンクリートは、材齢初期から50°Cの高温で炭酸化養生したことで、材齢14日時点ではほぼ全面が炭酸化し、その後の強度は一定となった。材齢28日時点における圧縮強度は29.1N/mm²であり、W/C=48%の普通コンクリートの圧縮強度35.2N/mm²より低く、W/C=60%の普通コンクリートの23.4N/mm²よりも高い結果となった。

次に、各配合におけるすり減り係数を図-2に示す。環境配慮型コンクリートのすり減り係数は、W/C=48%の普通コンクリートと同等となった。既往の研究において、コンクリートの圧縮強度とすり減り係数には一義的な相関があることが示されている²⁾ことから、本検討で用いたコンクリートにおける圧縮強度とすり減り係数の関係を図-3に示す。同図によると、炭酸化養生を行った環境配慮型コンクリートのすり減り係数は、同一強度レベルの普通コンクリートに比べて1.3倍程度のすり減り抵抗性を有することが確認された。これは既往の研究¹⁾と同等の傾向であり、炭酸化反応によって特に表面において炭酸化カルシウムの生成とそれに伴う空隙の充填と、本試験が水を用いた摩耗試験であることから、炭酸化による溶脱抵抗性の向上が影響していると考えられる。

4. おわりに

炭酸化養生を行った環境配慮型コンクリートのすり減り抵抗性は、同一強度レベルの普通コンクリートに比べて1.3倍のすり減り抵抗性を有することを確認した。

参考文献

- 1) 取違剛, 渡邊賢三, 横関康祐, 盛岡実: コンクリートの炭酸化による耐摩耗性向上に関する研究, コンクリート工学年次論文集, Vol.30, No.1, pp.753-758, 2008.
- 2) 増田隆, 松永嘉久, 渡邊芳春: 高摩耗性コンクリート, コンクリート工学, Vol.32, No.7, pp.100-104, 1994.



写真-1 0式すり減り試験機

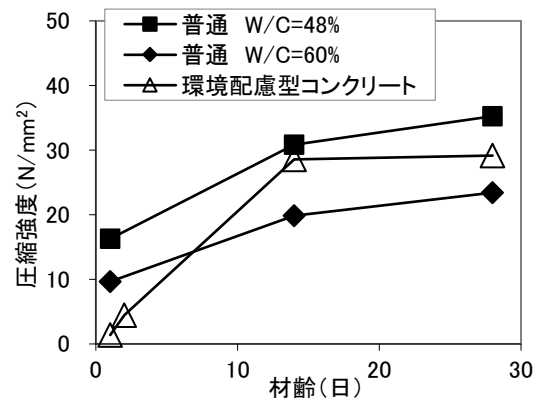


図-1 材齢と圧縮強度の関係

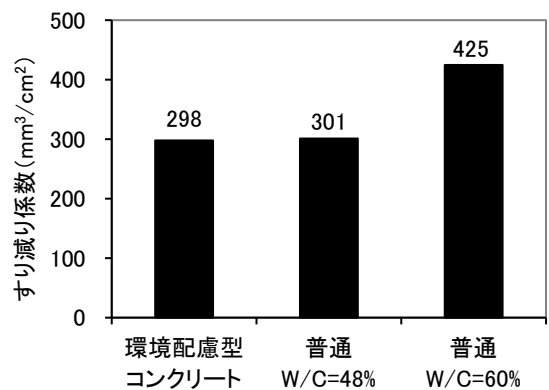


図-2 各配合におけるすり減り係数

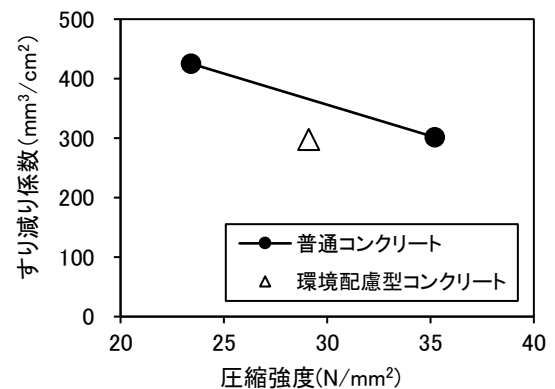


図-3 圧縮強度とすり減り係数の関係