

供用から9年経過した炭酸化コンクリートのCO₂固定量評価に関する一考察

鹿島建設(株) 正会員 取違 剛 関 健吾 東洋大学 正会員 ○横関康祐
中国電力(株) 正会員 河内友一 ランデス(株) 正会員 藤木昭宏 デンカ(株) 正会員 森泰一郎

1. 目的

日本は、2015年に開催された第21回地球温暖化防止会議(COP21)にて採択された「パリ協定」において、達成すべきCO₂排出に関する長期目標として2050年に80%削減を掲げており、CO₂排出削減に向けた取組みは日本として喫緊の課題である。筆者らはこれまでに、セメントの代替として γ -C₂S、高炉スラグ微粉末を用いたコンクリートを、火力発電所の排気ガスを利用して炭酸化養生することで、CO₂排出量を大幅に低減できるコンクリート(以下、炭酸化コンクリートと称する)を開発し、その品質を評価してきた¹⁾。このコンクリートのコンセプトは、コンクリート全面を炭酸化させることで、大量のCO₂を半永久的にコンクリートに固定するものである。一方、多くの領域を炭酸化させたコンクリートの長期的な物性の変化についての知見はほとんどなく、さらに、コンクリートの長期的なCO₂固定量の変化について検証された例は乏しい。そこで本研究では、供用から9年経過した炭酸化コンクリートを対象に、熱分析によってCO₂固定量を評価した。

2. 検討概要

今回対象としたコンクリートは、2010年10~11月に製造され、広島県福山市の施設に適用された炭酸化コンクリート製の歩車道境界ブロックである。このブロックから ϕ 75mmのコアを採取した。境界ブロックの詳細とコア採取状況を図-1に示す。供用中の境界ブロックを対象に側面からコアを採取した。この境界ブロックは、CO₂をより迅速に吸収させるため、2カ所に ϕ 10mmの炭酸化促進孔を設けた状態で炭酸化養生を行っている。なお、製品ごとのばらつきを確認する目的で、同一施設内に設置した2つの炭酸化コンクリート製の境界ブロックからコアを採取して評価を行った。炭酸化コンクリートの使用材料を表-1に、コンクリートの配合を表-2にそれぞれ示す。なお、材齢6カ月における炭酸化コンクリートの強度は24N/mm²であった。

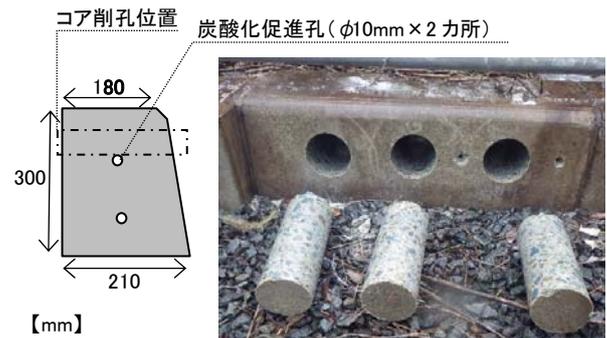


図-1 境界ブロックの詳細とコア採取状況

表-1 コンクリートの使用材料

材料	記号	概要
セメント	OPC	普通ポルトランドセメント 密度 3.15 g/cm ³
	BFS	高炉スラグ微粉末 密度 2.92 g/cm ³
混和材	γ -C ₂ S	γ -C ₂ S 密度 2.85g/cm ³
	F	石炭灰 密度 2.20g/cm ³
細骨材	S	山砂 密度 2.57g/cm ³ 粗粒率 2.76
粗骨材	G	砕石 (Gmax=20mm) 密度 2.61g/cm ³ 粗粒率 6.65
混和剤	AD	AE減水剤 (リグニンスルホン酸系)

表-2 コンクリートの配合

W/P (%)	s/a (%)	スランプ (cm)	空気量 (%)	単位量 (kg/m ³)							
				W	C	BFS	γ -C ₂ S	F	S	G	AD
60	47	12	4.5	161	101	82	32	53	844	965	0.67

※P=C+BFS+ γ C₂S+F

キーワード：炭酸化、 γ -C₂S、CO₂、中性化、熱分析

連絡先：〒350-8585 埼玉県川越市鯨井2100 東洋大学理工学部都市環境デザイン学科 TEL 049-239-1826

準拠して測定した表面からの中性化深さは、ブロック①において47.9mm、ブロック②において32.7mmであった。なお、ブロックの断面中心付近における中性化部は、炭酸化促進孔の影響によるものであり、中心部で鮮やかなピンク色を抵触した部分は、炭酸化養生後に炭酸化促進孔を充填した補修モルタルによるものである。供用から9年経過した炭酸化コンクリートにおいても、多くの領域で中性化していることが確認できた。

次に、ブロック①およびブロック②における、熱分析による質量減少率を図-2および図-3に示す。写真-1にて中性化していた表面～5mmおよび15～20mmではほぼ同様の質量減少率となり、CaCO₃の脱炭酸が生じる600～750℃のあたりで大きく質量が減少した。中心部の95～100mmにおいても、ブロック①とブロック②で質量減少の傾向がやや異なるものの、前述したCaCO₃の脱炭酸によると思われる600～750℃の質量減少は明確に見られた。これに対して、50～55mmの質量減少率の曲線は傾向が他と大きく異なり、600～750℃における質量減少が不明瞭な結果となった。

そこで、各深度において600～750℃の質量減少率(%)にコンクリートの単位容積質量(2,238kg/m³)を掛け、質量減少量を評価した結果を図-4に示す。未中性化部のみを対象としたブロック②の50～55mmにおいて、25kg/m³の質量減少が見られた。このことから、ブロック①②いずれも当初から25kg/m³の炭酸塩鉱物が存在していたと考えられる。そこで、各深度において測定された質量減少量から、当初から炭酸塩鉱物として存在していたと考えられる25kg/m³を差し引いた値がCO₂固定量であると考え、数値を図-4中に示した。深さごとに多少のばらつきはあるものの、0～5mm、15～20mm、95～100mmにおいては、90～114kg/m³のCO₂が固定されている結果となった。また、未中性化部を含むブロック①の50～55mmにおいても、30kg/m³のCO₂が固定されている結果となった。

4. まとめ

供用から9年が経過した炭酸化コンクリートには炭酸化部において90～114kg/m³のCO₂が固定されていた。同ブロックの炭酸化養生完了時におけるCO₂固定量は109kg/m³であった¹⁾ことから、炭酸化コンクリートは、製造時から変化することなく、長期に大量のCO₂を固定できていることを確認した。

参考文献

- 1) 取違ほか：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

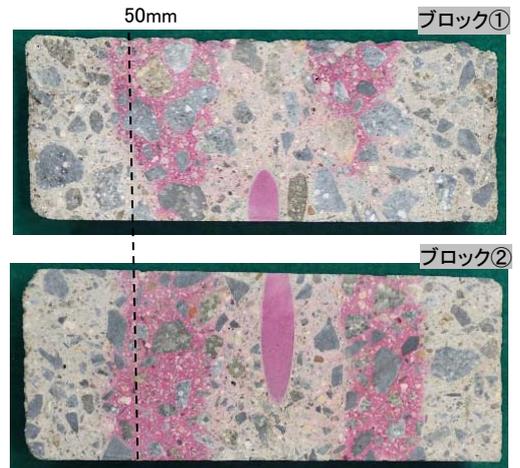


写真-1 境界ブロックの中性化状況

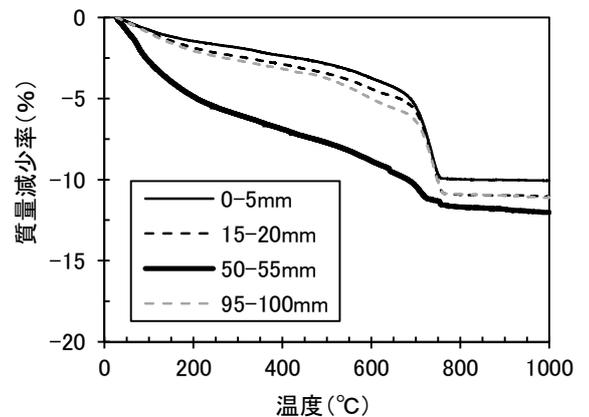


図-2 熱分析による質量減少率（ブロック①）

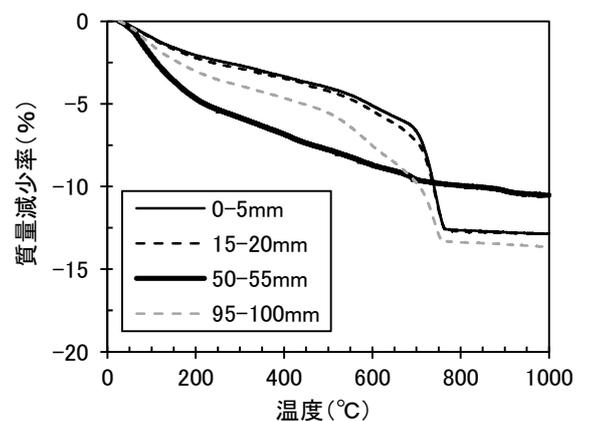


図-3 熱分析による質量減少率（ブロック②）

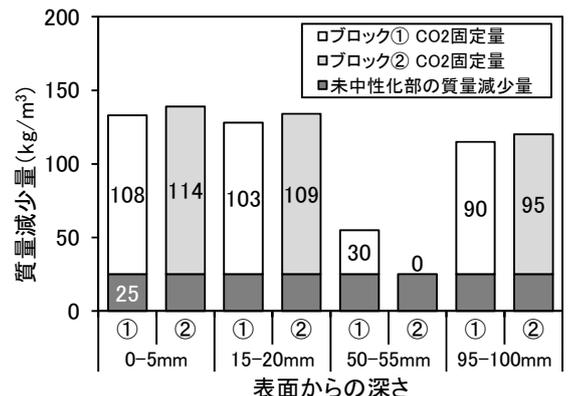


図-4 600～750℃における質量減少量