

普通エコセメントを用いたフレッシュコンクリート中の 塩化物イオン量の検査方法について

独立行政法人土木研究所 正会員 ○中村俊彦、明嵐政司、河野広隆
太平洋セメント(株)中央研究所 正会員 田中敏嗣、横山 滋

1. はじめに

都市ごみ焼却灰等の生活廃棄物を主原料として製造される環境負荷低減型セメント（エコセメント）は、平成12年5月に通産省より標準化情報の告示がなされ、平成13年4月からは千葉県市原市の専用プラントで本格製造されている。エコセメントを建設事業において活用することにより、廃棄物問題や地球環境問題解決の一助となることが期待される。

エコセメントのうち、現在製造されているのは塩化物イオン（以下 Cl^- ）量が0.1%以下の普通エコセメント（以下Eと略記）である。実際に生産されているEの Cl^- 含有量は0.05%前後となっている。普通ポルトランドセメント（以下Nと略記）中の平均的な Cl^- 含有量を0.006%とするとおよそ8倍である。ところが、実際にEを用いたフレッシュコンクリート中の水の Cl^- 量を測定すると、Nと比較してそれ程大きな差が無い。すなわち、Eに含まれる Cl^- の全量がフレッシュコンクリート中の水に溶け出していないことが分かっている¹⁾。したがって、Eを用いたフレッシュコンクリート中の水の Cl^- 量測定値は、コンクリート中の Cl^- の総量を表さないため、そのまま規制値である 0.3kg/m^3 に当てはめることはできない。

そこで、本報告ではこれまでに試験施工や室内実験により得られた Cl^- 量の測定結果を整理するとともに、Eを用いたコンクリート中の Cl^- 量の検査方法についての考え方を提案するものである。

2. 塩化物イオンの測定

ここで取り上げる測定データは、すべて千葉県のプラントで製造されたEを使用したものである。試験施工を通して得られた測定値は表1に示す7ケース13配合である。測定方法は一般に普及している簡易法（コンクリート中に試験紙を挿入して目盛の読みを Cl^- 濃度に換算する）によった。室内実験では、表2に示す配合のコンクリートを練り混ぜ、30分後にウェットスクリーニングにより採取したモルタルから吸引ろ過により分析用の検液を採取した。このとき、練り混ぜ水にはイオン交換水を使用し、 Cl^- の定量は電位差滴定法によった。また、水セメント比55%の配合については60分後および90分後の測定も行った。同時に、練り混ぜたコンクリートを $\phi 10 \times 20\text{cm}$ の型枠に詰め簡易法による測定も行った。なお、セメントとして製造ロットの異なる2種類を用いた。

表1 適用用途およびコンクリートの配合

適用用途	コンクリートの配合			使用したエコセメント中の Cl^- 量(%)	①式により求める Cl^- 量(kg/m^3)	測定時期
	W/C(%)	W(kg/m^3)	C(kg/m^3)			
L型街渠（東京都）	43	172	400	0.036	0.16	H13.10
RC擁壁（東京都）	61, 56, 51	166	273, 297, 327	0.043	0.16, 0.18, 0.17	H13.12
RC擁壁（東京都）	57, 52, 47	169	299, 328, 363	0.043	0.16, 0.17, 0.18	H14.1
消波ブロック（千葉県）	57	168	296	0.036	0.13	H14.1
擁壁（千葉県）	64	166	259	0.043	0.13	H14.2
海岸堤防（千葉県）	57	168	296	0.035	0.11	H14.3
農業用製品（千葉県）	44	165, 167, 176	375, 380, 400	0.035	0.16, 0.18, 0.19	H14.3

キーワード：普通エコセメント、フレッシュコンクリート、塩化物イオン、検査方法
連絡先：茨城県つくば市南原 1-6 TEL. 0298-79-6763 FAX. 0298-79-6733

3. 測定結果

3.1 簡易法による測定結果

図1にコンクリート中のセメントに由来する全 Cl^- 量の計算値とフレッシュコンクリート中の Cl^- 量測定値との関係を示す。全 Cl^- 量は、セメント中の Cl^- 含有量と単位セメント量の積とした。図より、セメント中の Cl^- の全量がフレッシュコンクリート中に溶出していないことが分かる。セメントに由来する全 Cl^- 量に対するフレッシュコンクリート中の水の Cl^- 量を溶出率(%)と定義すると、30%から70%の範囲であった。室内では2ロット分のデータしかないがイオン交換水を使用したためか、 Cl^- 量は低めに測定された。現場データにおいてセメント以外の材料からくる Cl^- 量を仮に $0.01\text{kg}/\text{m}^3$ としても、溶出率の下限値は30%程度となる。

3.2 室内実験（ろ液の電位差滴定法）

Cl^- 溶出率の時間変化（図2）、水セメント比の影響（図3）よりも、セメント製造ロット間の変動の方が大きいことが分かった。

4. 検査方法

Eを用いたコンクリート中の全 Cl^- 量を評価するためには、フレッシュコンクリート中の Cl^- 量測定値に、セメント中に残存する Cl^- 量を加える必要がある。そこで、セメント中に残存する比率を α として、①式によりコンクリート中の全 Cl^- 量を求める。

$$A = B + \alpha \times C \times D / 100 \quad \cdots \textcircled{1}$$

ただし、A：コンクリート中の全 Cl^- 量（ kg/m^3 ）

B：フレッシュコンクリート中の Cl^- 量測定値（ kg/m^3 ）

α ：セメント中の Cl^- 含有量に対する残存 Cl^- 量の比

C：単位セメント量（ kg/m^3 ）

D：セメント中の Cl^- 含有量（%）

ここで、セメント中の Cl^- 含有量Dとしては、試験成績表に記載される最大値を用いれば、より安全側の評価となる。また、図1から分かるように、溶出率は少ないもので30%程度であることから、残存比（ α ）として0.7を採用することで安全側の運用が可能である。表1に①式（ $\alpha=0.7$ ）により求まるコンクリート中の全 Cl^- 量を示す。0.1から $0.2\text{kg}/\text{m}^3$ の範囲にあり $0.3\text{kg}/\text{m}^3$ の規制値を満たしている。

5. まとめ

普通エコセメントに含まれる塩化物イオンのうち、フレッシュコンクリート中へ溶け出すのはその一部である。したがって、セメント中に残存する塩化物イオン量を考慮した検査が必要である。

本研究は土木研究所、東京都土木技術研究所、千葉県、埼玉県、麻生セメント(株)、住友大阪セメント(株)、太平洋セメント(株)、日立セメント(株)の共同研究の一環として実施したものである。

<参考文献>建設省土木研究所 共同研究報告書 第259号（平成12年12月）

表2 室内実験におけるコンクリートの配合

W/C (%)	s/a (%)	単位量（ kg/m^3 ）				
		W	C	S	G	AE 減水剤
45	42	158	351	750	1057	0.88
55	44	158	287	808	1050	0.72
65	46	158	243	862	1033	0.61

（スランプ8cm、空気量4.5%）

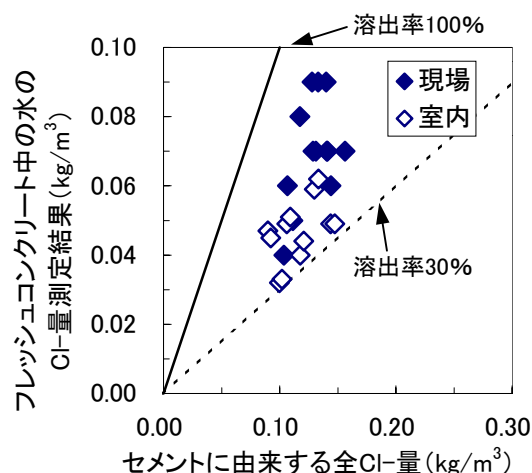


図1 コンクリート中のセメントに由来する全 Cl^- 量と測定値との関係(簡易法)

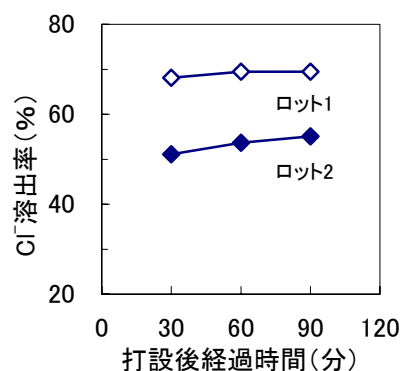


図2 Cl^- 溶出率の時間変化(W/C=55%)

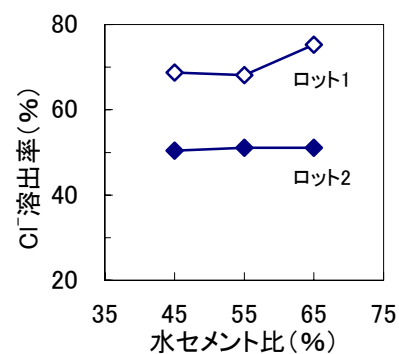


図3 Cl^- 溶出率の水セメント比による変化(30分後)