

## 普通エコセメントを使用したコンクリートの促進耐久性試験結果

太平洋セメント(株) 正会員 石田征男 麻生セメント(株) 正会員 堤 博文  
 住友大阪セメント(株) 酒木哲也 日立セメント(株) 正会員 木村正尚  
 独立行政法人土木研究所 正会員 中村俊彦 正会員 明嵐政司 正会員 河野広隆

### 1. はじめに

都市ごみ焼却灰を主原料とし、塩化物イオン量を0.1%以下に低減した普通エコセメントは、その性質が普通ポルトランドセメントと類似しており、普通ポルトランドセメントと同様の用途への使用が検討されている<sup>1)</sup>。普通エコセメントの主要な用途としてはコンクリート製品が考えられ、これまでに、フレッシュ性状および強度性状に関する検討が行われ報告されている<sup>2)</sup>。本報告は普通エコセメントを使用したコンクリートの蒸気養生を行った場合における耐久性(乾燥収縮,凍結融解,中性化)について述べたものである。

### 2. 試験概要

本実験では普通エコセメント(記号E)および普通ポルトランドセメント(記号N)の2種類を使用した。また、細骨材には静岡県小笠産陸砂(表乾密度2.59g/cm<sup>3</sup>)を粗骨材には茨城県岩瀬町産砕石(表乾密度2.63g/cm<sup>3</sup>)を使用した。混和剤はポリカルボン酸系高性能AE減水剤を使用し、空気量調整剤は主成分が変性ロジン酸化合物系(以下A種)および変性アルキルカルボン酸化合物系(以下B種)の2種類を使用した。

表1に配合条件、フレッシュ性状および圧縮強度試験結果を示す。コンクリートの配合は、単位水量を固定して、スランブ値が16cmとなるように高性能AE減水剤の添加量を調整した。試験項目および試験方法を表2に示す。蒸気養生後(前置き3時間,昇温20/時,最高温度65,3時間保持,自然降温)の供試体を用いて促進耐久性試験を行った。以下に試験概要を示す。

乾燥収縮試験:脱型後に供試体温度を恒温恒湿室内で安定させ,基長とした。

凍結融解試験:蒸気養生後材齢14日まで気中養生を行い,試験を開始した。

中性化試験:蒸気養生後に材齢14日まで気中養生,その後水中養生および気中養生をそれぞれ28日間行った後に試験を開始した。

硬化体空隙率:水銀圧入式ポロシメータにより,中性化試験後の供試体における未中性化部分について測定を行った。

### 3. 試験結果

#### 3.1 乾燥収縮試験結果

乾燥収縮試験結果を図1および図2に示す。本試験では、質量変化率はセメント種類の違いによる明確な差は  
 キーワード 普通エコセメント,蒸気養生,乾燥収縮,凍結融解,中性化

連絡先 〒285-8655 千葉県佐倉市大作2-4-2 TEL 043-498-3829 FAX 043-498-3821

表1 配合条件および試験結果

セメント種類	W (kg/m <sup>3</sup> )	W/C (%)	s/a (%)	目標空気量 (%)	AE剤種類	スランブ (cm)		空気量 (%)		材齢14日圧縮強度 (N/mm <sup>2</sup> )
						0分	30分	0分	30分	
E	168	35	43	4.5%	A	15.8	11.7	4.0	2.2	54.2
		40	44	4.5%	A	17.5	6.2	5.5	3.2	42.8
		45	45	4.5%	A	14.7	5.2	5.1	2.2	36.9
				6.0%	B	16.0	5.0	7.0	4.1	22.7
		50	46	4.5%	A	18.5	7.6	4.5	2.8	31.4
				6.0%	A	18.5	8.5	6.4	4.2	21.9
				6.0%	B	17.0	7.5	6.3	4.4	19.7
		55	47	4.5%	A	15.6	8.2	3.8	2.8	30.6
				6.0%	A	18.0	8.5	6.5	4.8	18.9
				6.0%	B	17.5	10.0	6.0	5.0	17.2
N	168	35	44	4.5%	A	12.5	8.5	3.7	2.4	51.0
		40	45	4.5%	A	17.2	10.2	4.8	3.3	45.2
		45	46	4.5%	A	18.0	10.5	5.3	3.6	37.1
		50	47	4.5%	A	16.0	9.5	5.1	4.1	33.6
				6.0%	B	16.5	11.5	5.8	5.2	34.6
		55	48	4.5%	A	14.5	11.0	4.1	3.9	33.2

表2 試験水準

セメント		E, N				
水セメント比 (%)		55	50	45	40	35
フレッシュ性状	測定時間 0分, 30分					
圧縮強度	JIS A 1108					
乾燥収縮	JIS A 1129					
凍結融解*	JIS A 1148 目標空気量 6.0%					
中性化	促進中性化	温度 20, 湿度 60%, CO <sub>2</sub> 濃度 5%				
	硬化体空隙率	水銀圧入式ポロシメータ				

\*Eは水セメント比が45,50および55%の場合について,Nは水セメント比が50%の場合について試験を行った。

認められなかったが、Eの長さ変化率は、測定材齢および水セメント比によらず、Nよりも小さくなった。この結果は、Eの乾燥による体積変化はNよりも小さいことを示している。

### 3.2 凍結融解試験結果

表3に相対動弾性係数の試験結果から求めた耐久性指数を示す。Eは、いずれの水準においても耐久性指数が100に近い値を示しており、Nと同様に十分な凍結融解抵抗性が得られた。この結果はEもコンクリート中に所定の空気量を導入することにより、十分な凍結融解抵抗性得られることを示している。なお、Eは表1に示すようにAE剤の種類や配合によっては時間の経過にともなう空気量の低下が大きくなる場合が認められた。したがって、EにおいてもNと同様に事前に試験練りを行い、十分な空気量を確保できることを確認する必要がある。

### 3.3 中性化試験結果

中性化試験結果として図3に試験材齢と中性化深さの関係を示す。Eの中性化深さは、同一水セメント比においてはNよりも大きくなった。なお、既往の研究<sup>1)</sup>ではEの中性化深さはNよりも大きい、高炉セメントB種を使用した場合よりも小さいことが示されている。Eの中性化速度係数がNよりも大きくなる一因として硬化体の空隙率に着目し検討した。図4に硬化体の全空隙率と中性化速度係数の関係を示す。若干ばらついてはいるが、同一の空隙率であればEとNの中性化速度係数は同程度となる傾向がうかがえる。この点については、Ca(OH)<sub>2</sub>生成量との関係も含めてさらに検討が必要である。

### 4.まとめ

本研究において得られた結果を以下にまとめる。

- 1) Eの長さ変化率は、測定材齢および水セメント比によらず、Nよりも小さい。質量変化率はセメント種類の違いによる明確な差は認められない。
- 2) Eは所定の空気量を導入することで、十分な耐凍害性が得られる。
- 3) Eの中性化速度係数はNよりも大きい。このことには空隙率や水和物の量が関係していると考えられる。

なお、本実験は土木研究所共同研究「都市ごみ焼却灰を用いた鉄筋コンクリート材料の開発に関する研究」（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、住友大阪セメント、太平洋セメント、日立セメント）の一環として行ったものである。

#### 【参考文献】

- 1) 寺田 剛, 明嵐政司：都市ごみ焼却灰を主原料としたセメントの低塩素化とコンクリートの特性, コンクリート工学, vol137, No8, 1999
- 2) 吉本 稔, 河野広隆 他：普通形エコセメントの蒸気養生特性に関する研究, 土木学会第55回年次学術講演会概要集第5部 pp694-695

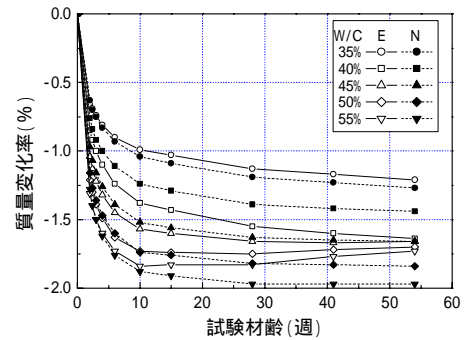


図1 乾燥収縮試験結果(質量変化率)

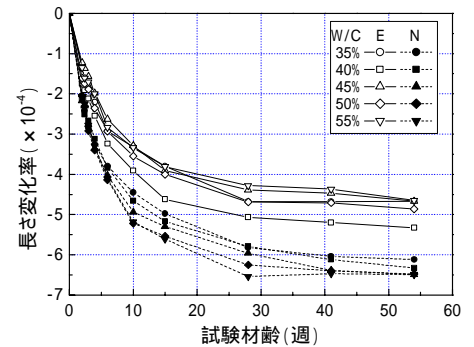


図2 乾燥収縮試験結果(長さ変化率)

表3 耐久性指数一覧

セメント種類	W/C (%)	AE剤種類および空気量	
		A-6.0%	B-6.0%
E	45	-	97.3
	50	98.3	97.0
	55	100.6	98.8
N	50	-	97.0

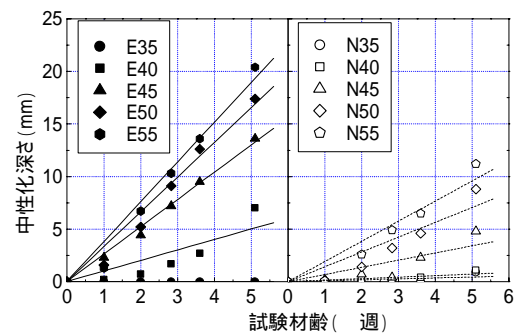


図3 試験材齢と中性化深さの関係

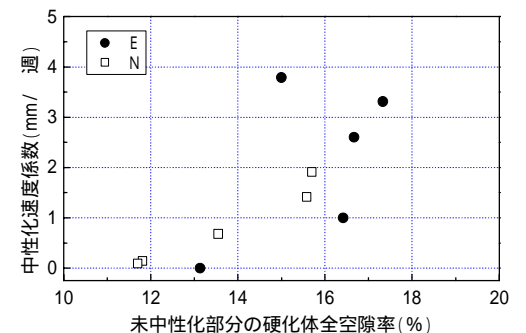


図4 硬化体空隙率と中性化速度係数の関係