

普通形エコセメントを用いた道路製品の試験施工

太平洋セメント(株) 中央研究所 正会員 吉本 稔 江里口 玲 早川 隆之
 千葉県土木部 重原 俊朗 植村 清美
 独立行政法人土木研究所 正会員 明嵐 政司 中村 俊彦

1. はじめに

普通型エコセメント(都市ごみ焼却灰や下水汚泥などの廃棄物を主原料としたセメント¹⁾):以下Eと略す)が開発され、その用途として生コン、コンクリート製品が考えられている。コンクリート製品を製造する場合、その養生方法として一般的には、蒸気養生が行われる。Eの蒸気養生下におけるコンクリートの物性は、普通ポルトランドセメント(以下Nと略す)と同等の性能であることが確認されている²⁾³⁾。本報告は、Eを用いたコンクリート製品の試験施工を実施した際の製品工場での物性と試験施工状況並びに追跡調査項目について報告するものである。

2. 工場実機製造性確認試験

2.1 室内試験

実験に使用したEならびにNの鉱物組成及び化学組成を表-1に示す。

EはNのJIS規格に対し塩素が540ppm、SO₃が3.9%と外れている。工場における実機製造に備え室内実験によりEの配合検討を行った。

表-1 使用したセメントの鉱物組成と化学組成

セメントの種類	化学組成(%)									鉱物組成(%)			
	Ig.loss	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	R ₂ O	Cl ⁻	C ₃ S	C ₂ S	C ₃ A	C ₄ AF
E	1.1	17.8	7.2	4.1	61.1	1.8	3.9	0.3	0.054	49	12	14	13
N	1.5	22.2	5.1	3.2	65.1	1.4	2.0	0.7	0.004	52	23	8	10

Eを用いたコンクリートの配合決定は、

表-2 最適細骨材率の検討に用いた配合一覧

工場実績配合を基本とし、水セメント比、単位水量、単位セメント量はNと同様とした。但し、EはNに比べs/a値が高いため、基準となるNの配合のs/aを2%増減した。表-2に配合を示す。

配合	W/C (%)	G _{max} (mm)	SL (cm)	Air (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m ³)				
						水	セメント	細骨材	粗骨材	混和剤
N	49	20	10±2	2.0	41	161	329	753	1139	3.29
E	49	20	10±2	2.0	43	161	329	792	1102	3.29
E	49	20	10±2	2.0	41	161	329	755	1141	3.29
E	49	20	10±2	2.0	39	161	329	718	1180	3.29
E	49	20	10±2	2.0	37	161	329	681	1218	3.29

最適s/aはスランプを指標に確認した。圧縮強度、ならびに曲げ強度はコンクリート二次製品の出荷材齢である14日強度、及び強度発現性、脱型性を確認するために材齢1日強度も測定した。混練には100リットル強制パン型ミキサーを使用し、練り時間は2分間とした。蒸気養生条件を図-1に、s/aとスランプの試験結果を図-2に、強度試験結果を図-3にそれぞれ示す。配合に関しては、最適s/aは39%でありNに比べ2%小さくなった。硬化性状については、蒸気養生後の1日強度はNに比べ10~20%低い値となったが製品の脱型には影響ない範囲であり、14日強度についてはNと同程度の30N/mm²が得られた。

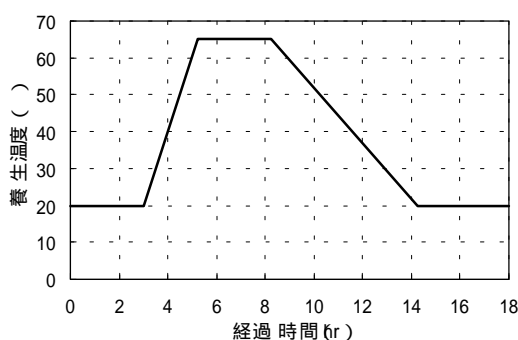


図-1 蒸気養生パターン

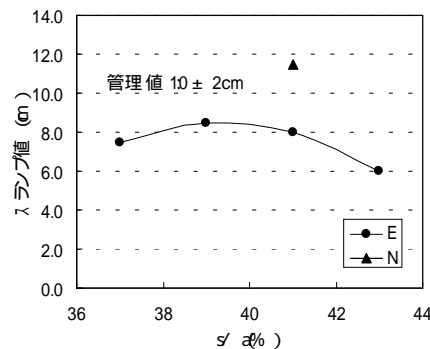


図-2 s/aとスランプの関係

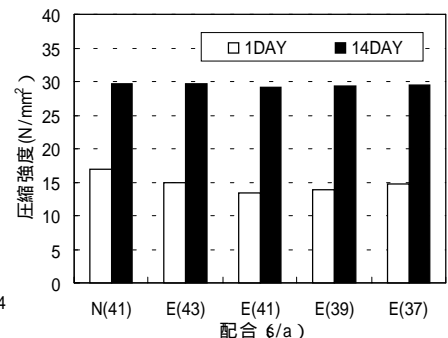


図-3 配合と圧縮強度

キーワード：普通形エコセメント、コンクリート二次製品、蒸気養生、工場実機製造性、試験施工、追跡調査

連絡先：〒285-8655 千葉県佐倉市大作2-4-2 太平洋セメント(株)中央研究所 TEL: 043-498-3853

3. 試験施工

3.1 試験施工概要

試験施工の対象製品及び試験施工時の追跡調査項目を表-3に示す。鉄筋の発錆状態の確認は製品の取り替えが可能な側溝の蓋のみについて実施する計画である。

表-3 試験施工時の追跡調査項目一覧

確認項目	測定項目と材齢		対象製品		
	測定項目	材齢	千葉県側溝	同左蓋	地先境界ブロック
製造性	スランプ、空気量、コンクリート温度、塩化物量	製造時			
強度	圧縮強度、曲げ強度、製品強度	出荷時、6ヶ月、1年、2年			
	鉄筋腐食の有無の確認	製造時、6ヶ月、1年、2年	-		-
溶出試験	セメント、製品、土壌	製造時			
	外観観察	施工時、3ヶ月、6ヶ月、1年、2年			

：すべての材齢で実施、 ：出荷時のみ実施

3.2 工場における製造

室内実験で得られた結果をもとに、工場で製品製造を行った。製造を行った工場のミキサーは傾胴式であり容量は0.5m³であった。コンクリートの配合とフレッシュ性状の試験結果を表-4に示す。Eはスランプ、空気量についてはNと同様の性状を示し、コンクリート温度がNに比べ30分後で4℃高くなったが打設はNと同様の作業で実施することができた(写真-1)。又、Eのフレッシュコンクリート中の塩化物量は、セメント中に500ppm塩化物イオン量を含んでいるもののNと同様の0.03kg/m³であった。打設後の蒸気養生は室内実験と同様の条件で実施した。出荷材齢時(材齢14日)の圧縮強度及び製品強度試験結果を表-5に示す。

表-4 配合及びフレッシュ性状試験結果一覧

セメント種類	単位量(kg/m ³)							フレッシュ性状						
	W/C (%)	s/a (%)	水	セメント	細骨材	粗骨材	混和剤	スランプ (cm)		空気量 (%)		コンクリート温度 (℃)		塩化物イオン量 (kg/m ³)
								0分	30分	0分	30分	0分	30分	
E	49	39	161	329	718	1180	6.7	10.5	9.0	1.0	1.0	21.4	26.6	0.03
N	49	41	161	329	753	1139	6.7	10.0	8.0	1.1	1.0	19.0	22.6	0.03



写真-1 打設状況

表-5 供試体及び製品強度試験結果

	供試体			製品		
	圧縮強度 (N/mm ²)	曲げ強度 (N/mm ²)	静弾性係数 × 10 ⁴ (N/mm ²)	側溝 (kN)	蓋 (kN)	境界ブロック (kN)
規格値	-	-	-	72.0	27.0	60.0
E	31.5	3.10	2.66	76.0	41.4	103
N	33.4	3.98	2.78	80.0	44.0	105

供試体の試験結果はEがNに比べ圧縮強度については5%、曲げ強度については20%低下した。製品の曲げ載荷試験結果についてはEがNに比べ5%低下したが規格値は満足した。また、試験施工はNと同様の要領で実施することができた(写真-2)。



写真-2 施工状況

4. まとめ

室内実験においてコンクリート二次製品を対象としたコンクリートにEを用いた場合のフレッシュ性状はNを用いたコンクリートに比べ、スランプ、空気量の経時変化が大きかった²⁾が実工場での製造に関してはNと同程度であり製造に関しては問題となる事項はなかった。蒸気養生を施したE使用コンクリートの圧縮強度、静弾性係数、曲げ強度、及び製品強度はNに比べ5~20%低下したが製品規格値は満足することが確認された。

5. 追記

本実験は、独立行政法人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」(メンバー:独立行政法人土木研究所、東京都、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り、試験施工場所に関しては千葉県の協力を得た。

(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 Vol.37, No.8, 1999

2)吉本 稔 河野 広隆 明嵐政司 江里口 玲:普通形コンクリートの蒸気養生特性に関する研究 第55回土木学会年次学術講演大会、2000

3)江里口 玲 吉本 稔 早川 隆之:普通形コンクリートを用いたコンクリートの蒸気養生条件に関する検討 第55回土木学会年次学術講演大会、2000