

普通エコセメントを用いたコンクリートの屋外暴露による耐久性に関する検討

太平洋セメント中央研究所 正会員 田中敏嗣 石田征男
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

1.はじめに

普通エコセメントを用いたコンクリートの耐久性を確認するため、屋外暴露試験を実施している¹⁾。本報告は、暴露材齢2年までの圧縮強度、鉄筋腐食および中性化などの試験結果についてまとめたものである。

2.実験概要

2.1 使用材料および配合条件

使用したセメントは、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)である。表1にセメントの物理化学的性質を示す。細骨材には静岡県小笠産陸砂(表乾密度 2.59g/cm³、粗粒率 2.91)を、粗骨材には茨城県岩瀬産砕石(表乾密度 2.63g/cm³、最大寸法 20 mm)を用いた。シリーズ I (表2参照)では、リグニンスルホン酸系 AE 減水剤を、シリーズ II ではポリカルボン酸系高性能 AE 減水剤を用いた。

表1 セメントの物理化学的性質

種類	化学成分(%)				構成化合物(%)				密度 (g/cm ³)	粉末度 (cm ² /g)	圧縮強さ(N/mm ²)		
	MgO	SO ₃	Na ₂ O _{eq}	Cl	C ₃ S	C ₂ S	C ₃ A	C ₄ AF			3日	7日	28日
E	1.84	3.86	0.29	0.054	49	12	14	13	3.19	4130	28.8	36.3	51.2
N	1.20	1.93	0.60	0.008	57	19	8	8	3.15	3490	28.2	43.4	59.0

2.2 試験項目およびその方法

表2に実験の水準を示す。シリーズ I では、配合条件を水セメント比 55%、目標スランプ 8cm とし、供試体は材齢 28 日まで標準養生を行い、暴露試験を開始した。シリーズ II では、配合条件を水セメント比 40 および 50%、目標スランプ 16cm とし、蒸気養生(前置き 3 時間、昇温速度 20°C/H、最高温度 65°C を 3 時間保持)後、材齢 14 日まで恒温恒湿室または水中養生を行い、試験を開始した。暴露試験場所は、茨城県つくば市および新潟県親不知の 2 ヶ所とした。材齢 0.5、1 および 2 年にて以下の試験を実施した。

- (1) 圧縮強度：JIS A 1108 に従い圧縮強度を、JSCE-G502 に従い静弾性係数を測定した。
- (2) 鉄筋腐食：供試体形状を図1に示す。かぶり厚さが 1cm および 2cm となるようにみがき鋼棒(φ13 mm)を配置し、鋼棒の中央部 15cm を腐食面積の測定範囲とした。打込み面、底面および両端面はエポキシ樹脂でシールした。
- (3) 中性化および動弾性係数：供試体寸法は、10×10×40cm とした。中性化試験は、フェノールフタレイン噴霧法により中性化深さを測定した。動弾性係数試験は、動弾性係数および質量を測定した。

表2 実験水準

セメント種類	シリーズ I		シリーズ II			
	E	N	E		N	
W/C (%)	55	55	40	50	40	50
単位セメント量	287	284	420	336	420	336
目標空気量(%)	4.5	4.5	4.5	4.5	6.0	4.5
圧縮強度・静弾性係数	—	—	○	—	—	○
鉄筋腐食	○	○	○	○	—	○
中性化(つくば)	—	—	○	○	—	○
動弾性係数(親不知)	—	—	○	○	○	○

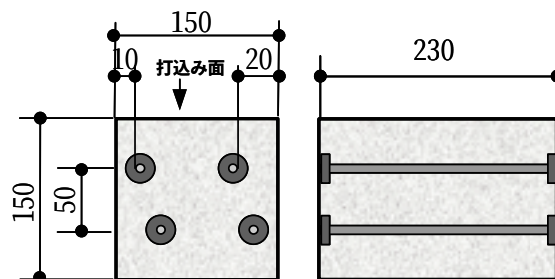


図1 鉄筋腐食供試体形状 (mm)

キーワード：普通エコセメント、コンクリート、圧縮強度、鉄筋腐食、中性化

連絡先：千葉県佐倉市大作 2-4-2 TEL 043-498-3811 FAX 043-498-3819

3. 実験結果および考察

3.1 圧縮強度

図2に圧縮強度試験結果を示す。いずれの暴露場所においても、EはNと比較して同一水セメント比での強度がやや低いものの、長期的にもEはNとほぼ同様な強度発現性状を示した。

3.2 鉄筋腐食

表3に鉄筋腐食試験結果(親不知)を示す。いずれの条件においても

も発錆面積は小さく、セメントの種類、鉄筋位置および暴露場所による影響は認められなかった。普通エコセメントに含まれる塩化物イオン量は約0.05%でJIS R 5210ポルトランドセメントの規格上限値よりも多い。しかしながら、汎用的なコンクリートであれば、コンクリートに含まれる塩化物イオンの総量が 0.30kg/m^3 を超えることはな

く、鉄筋腐食に関して問題はないと思われる。

3.3 中性化

図3に中性化試験結果を示す。中性化深さは、暴露2年において最大で1mm程度と僅かであるが、同一水セメント

比で比較すると、Eの方が若干大きい傾向が認められた。Eの中性化は、高炉セメントB種の場合より小さいことから²⁾、一般のコンクリートと同様に扱うことが可能と考えられる。

3.4 動弾性係数

図4に相対動弾性係数の経時変化を示す。E50-6.0の場合に相対動弾性係数が増進したものの、EおよびNともに相対動弾性係数の低下はなく、劣化は認められない。

4. まとめ

普通エコセメントを用いたコンクリートの耐久性を確認するため、暴露試験を実施しているが、材齢2年までの結果では、普通ポルトランドセメントとの比較において耐久性上問題

となるような相違は認められなかった。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) 中村俊彦、明嵐政司、河野広隆、田中敏嗣、石田征男：普通形エコセメントを用いたコンクリートの暴露試験、土木学会第56回年次学術講演概要集、V-211, 2001.10 2) 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, 1999.8

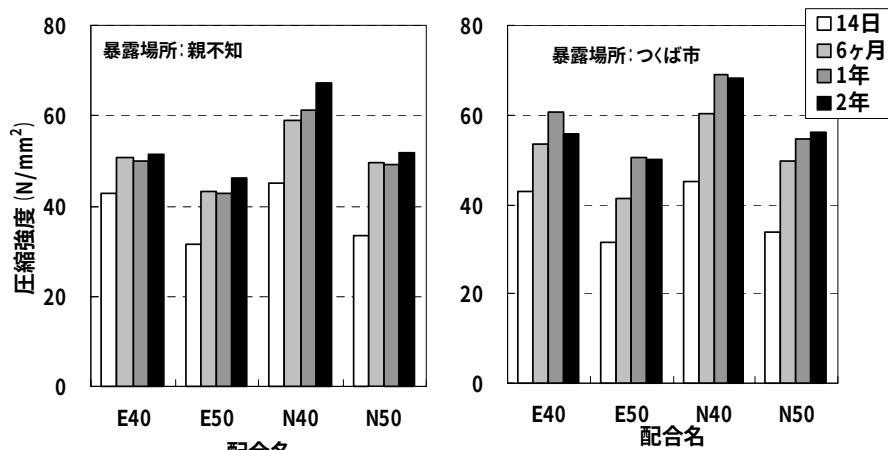


図2 圧縮強度の変化

表3 鉄筋腐食試験結果(平均値、親不知)

シリーズ	セメント	W/C (%)	フレッシュコンクリートの水の塩化物イオン量* (kg/m³)	セメントから供給される塩化物イオン量 (kg/m³)	鉄筋腐食面積率 (%)	
					1年	2年
I (標準養生)	E	55	0.05	0.155	0.093	0.097
	N	55	0.03	0.023	0.000	0.390
II (蒸気養生)	E	40	0.07	0.227	0.000	0.020
		50	0.06	0.181	0.206	0.208
	N	40	0.03	0.034	0.000	0.035
		50	0.03	0.027	0.255	1.512

*簡易法

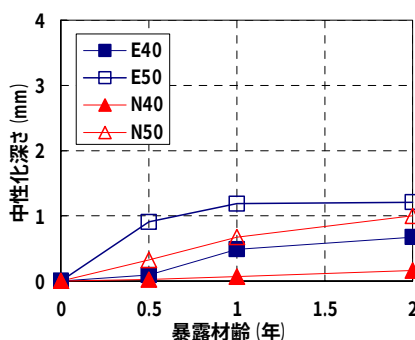


図3 中性化試験結果(つくば)

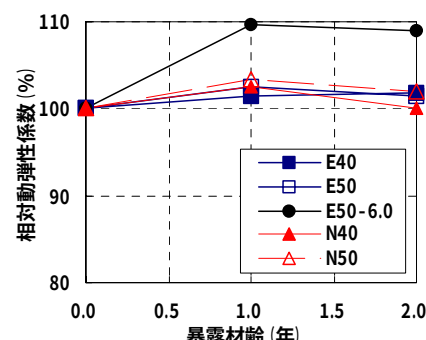


図4 相対動弾性係数の変化(親不知)