

普通エコセメントを使用した高強度コンクリートのクリープ性状に関する検討

太平洋セメント(株)中央研究所 正会員 ○高木 亮一
 太平洋セメント(株)中央研究所 正会員 長塩 靖祐
 太平洋セメント(株)中央研究所 正会員 吉本 稔

1. 目的

エコセメントは、都市ごみ焼却灰や下水汚泥を主原料としている環境負荷低減型のセメントである。エコセメントのうち製造過程で脱塩素化させた普通エコセメント（以下、エコセメント）の用途は、JIS R 5214 で無筋及び鉄筋コンクリートとされている。しかし、セメント量の多い高強度・高流動コンクリートを用いた鉄筋コンクリートやプレストレストコンクリートはその用途から除かれている¹⁾。これはエコセメントの塩化物イオン量が普通ポルトランドセメントよりもやや多いことを考慮した当面の措置とされているものである。一方、エコセメントの高性能化を睨み、高強度・高流動コンクリートについての研究²⁾も見受けられているが、プレストレストコンクリートに関する研究は数が少ないのが現状である。本研究はエコセメントのプレストレストコンクリートへ適用のための基礎的知見を得ることを目的として、塩化物イオン量が JIS 規格値である 0.30kg/m^3 を遵守した高強度コンクリートでのクリープ性状について検討を行ったものである。

2. 実験概要

2.1 使用材料および配合

試験に使用した材料は、普通ポルトランドセメント（密度： 3.16 g/cm^3 ，塩化物イオン量： 0.017% ，記号：NC），エコセメント

（密度： 3.15g/cm^3 ，塩化物イオン量： 0.043% ，記号：EC），細骨材（山砂，表乾密度： 2.61g/cm^3 ，記号：S），粗骨材（碎石，表乾密度： 2.64g/cm^3 ，記号：G），高性能減水剤（ポリカルボン酸エーテル系：SP）である。表-1 にコンクリート配合および全塩化物イオン量を示す。コンクリートの配合は、石田³⁾らの研究を参考に材齢 28 日の目標強度 80N/mm^2 程度が得られるものとした。また、コンクリート中の全塩化物イオン量（単位セメント量×セメント中の塩化物イオン量）は JIS 規格値である 0.30kg/m^3 を遵守する結果にあった。

2.2 試験方法

表-2 に試験項目を示す。圧縮強度試験は材齢 28 日で行った。クリープ試験の供試体寸法は $\phi 10 \times 20\text{cm}$ とし、載荷応力は同一寸法および養生を行った供試体の圧縮応力の 30% とした。なお、クリープ載荷は材齢 28 日で行った。養生方法は、材齢

7 日まで 20°C 水中養生、その後、材齢 28 日まで温度 20°C ，相対湿度 60% の恒温恒湿室内にて養生を行った。

キーワード 普通エコセメント，プレストレストコンクリート，塩化物イオン量，乾燥収縮，クリープ，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 043-498-3855

表-1 コンクリート配合および全塩化物イオン量

配合	W/C (%)	s/a (%)	単 位 量 (kg/m^3)						全塩化物イオン量 (kg/m^3)
			W	NC	EC	S	G	SP	
NC	35	43	165	471	—	747	1002	3.77	0.08
EC	33		165	—	500	737	988	5.00	0.22

目標スランブ： $12 \pm 2.5\text{ cm}$ ，目標空気量： 2.0% 以下

表-2 試験項目

試験項目	試験方法
スランブ試験	JIS A 1101 に準拠
空気量試験	JIS A 1128 に準拠
圧縮強度試験	JIS A 1108 に準拠
フレッシュコンクリート中の塩化物量試験	JASS 5 T-502（モール法）に準拠
クリープ試験	JIS 原案「コンクリートの圧縮クリープ試験方法（案）」に準拠

表-3 フレッシュ性状および圧縮強度

配合	フレッシュ性状			圧縮強度 (N/mm^2)
	スランブ (cm)	空気量 (%)	CI量 (kg/m^3)	
NC	12.0	2.0	0.079	78.8
EC	13.5	2.0	0.158	78.8

3. 試験結果および考察

表-3にフレッシュ性状および圧縮強度試験の結果を示す。スランプ、空気量および圧縮強度は、NC および EC とともに、目標通りの結果が得られた。フレッシュコンクリートの塩化物イオン量は、NC の場合、ほぼコンクリート中の全塩化物イオン量が測定される結果にあった。一方、EC の場合には、およそコンクリート中の全塩化物イオン量の 30%程度が残存している結果にあり、この結果は既往の報告⁴⁾と同様であった。

図-1に乾燥材齢5ヶ月までの乾燥収縮試験の結果を示す。材齢5ヶ月における乾燥収縮は、EC は NC に比べ小さい結果にあった。EC の乾燥収縮は、NC と比較して小さいことが報告⁵⁾されているが、高強度コンクリートへの適用を考慮した場合においてもその傾向は同様であった。

図-2に材齢5ヶ月までのクリープ試験の結果を示す。材齢5ヶ月におけるクリープ係数は、EC は NC に比べ 15%ほど小さかった。材齢5ヶ月の時点でクリープ係数の増加はほぼ収束してきており、今後のクリープ係数の増加は少ないものと考えられる。なお、エコセメントのクリープ係数については更に長期に亘り確認する予定である。

プレストレス力の経時的減少量は、PC 鋼材のリラクセーション、コンクリートのクリープおよび収縮の影響を受ける⁶⁾。本実験の結果から、コンクリートのクリープおよび乾燥収縮がいずれもエコセメントを使用した場合の方が、普通ポルトランドセメントよりも小さくなることが確認された。本実験の結果の範囲内ではあるが、プレストレスコンクリートにエコセメントを使用することは、普通ポルトランドセメントを用いる場合と大きく異なることはないものと推察される。ただし、本実験では塩化物イオン量 0.30kg/m^3 を遵守することを前提としたクリープ性状の確認をしており、プレストレスコンクリート全般への適用を考慮した場合には、今後の更なるデータ蓄積が必要と考えている。

4. まとめ

本研究では、塩化物イオン量が JIS 規格値である 0.30kg/m^3 を遵守した高強度コンクリートでのクリープ性状について検討を行った。本実験の結果を以下にまとめる。

(1) エコセメントおよび普通ポルトランドセメントともに、フレッシュ性状および圧縮強度は目標結果が得られた。

(2) 材齢5ヶ月において、エコセメントを使用したコンクリートの乾燥収縮およびクリープ係数は、普通ポルトランドセメントより小さくなった。

【参考文献】

- 1) 日本規格協会：エコセメント JIS R 5214 (2002)
- 2) 多田克彦，鶴沢正美：普通エコセメントを用いたコンクリートの高性能化と長期強度改善に関する研究，セメント・コンクリート論文集，No.59，pp.537-544 (2005)
- 3) 石田征男，多田克彦，榎木隆，早川隆之：普通エコセメントの高強度コンクリートへの適用性について，第61回セメント技術大会講演要旨，pp.194-195 (2007)
- 4) 長塩靖祐，榎木隆，西崎到，河野広隆：エコセメントを用いたコンクリートの塩化物イオン量に関する合理的管理・検査方法の検討，コンクリート工学年次論文集，Vol.28 No.1 pp.53-58 (2006)
- 5) 田中秀和，平石知仁，田中敏嗣，山下裕毅：普通形エコセメントを用いたコンクリートのひび割れ抵抗性に関する検討，土木学会第55回年次学術講演会，No.55，pp.270-271 (2000)
- 6) 2002年制定コンクリート標準示方書〔構造性能照査編〕

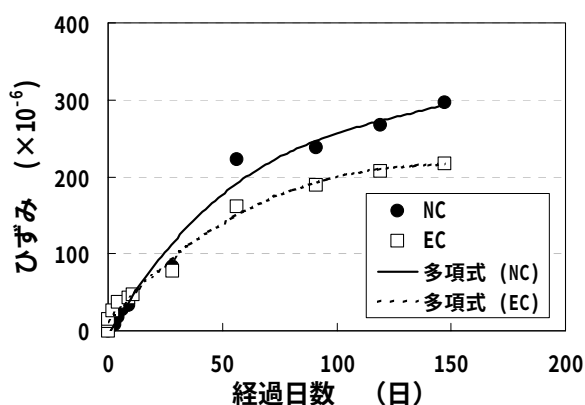


図-1 乾燥収縮試験結果

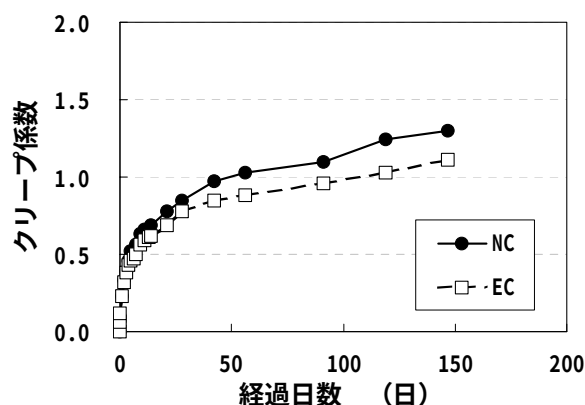


図-2 クリープ試験結果