

エコセメントコンクリートの基本力学特性に関する研究

群馬工業高等専門学校

学生会員

○福田恵里

群馬工業高等専門学校

正会員

田中英紀

1. はじめに

近年、都市部などで発生する廃棄物のうち、主たる廃棄物である都市ごみは、増え続ける傾向にある。このため、焼却場の処理能力の不足、埋め立て処分場の残余容量の減少などが大きな社会問題となっている¹⁾。この問題を解決する一つの方法が、都市ごみ焼却灰である生活廃棄物を大量に原料として使用したエコセメント技術である。エコセメントは、塩分濃度が高いことで指摘されている。これに対し、脱塩化した普通型エコセメントの塩素分は300～400ppmであるので、鉄筋コンクリートへの適用も視野に入ってきている²⁾。しかし、エコセメントの品質は、力学特性の中で普通ポルトランドセメントと同様であるのか不明な点がある。

そこで、本研究では、圧縮強度試験を行い、エコセメントコンクリート（以下 ECO と略す）の基本力学特性である圧縮強度、弾性係数、破壊エネルギーに関して、普通ポルトランドセメントコンクリート（以下 OPC と略す）のそれらと比較して類似点と相違点について示すことを目的とする。

2. 実験概要

2.1 使用材料および配合

本研究で使用した材料を表-1 に示す。コンクリートの配合は表-2 に示す通りであり、水セメント比は50%と55%の2種類とした³⁾。この配合で、材齢3日、7日、14日、28日、56日に対して、各試験体を3個ずつ作製した。

表-1 使用材料

材料	仕様
普通ポルトランドセメント	密度 3.16g/cm ³ （太平洋セメント）
エコセメント	密度 3.15g/cm ³ （市原エコセメント）
細骨材	表乾密度 2.30g/cm ³ ，吸水率 2.46%，粗粒率 2.70
粗骨材	表乾密度 2.64g/cm ³ ，吸水率 1.46%，粗粒率 7.14，砕石6号（15～5mm，最大寸法15mm）
高性能AE減水剤	ポリカルボン酸系

表-2 コンクリートの配合

セメント種別	水セメント比	空気量	スランプ	細骨材率	単位量(kg/m ²)				
					水	セメント	細骨材	粗骨材	AE減水剤
普通	50	7	8±2.5	47.5	169.3	338.6	713.6	905.3	2.2
	55	7	8±2.5	47.5	169.3	307.8	724.3	918.9	2.0
エコ	50	7	8±2.5	47.5	169.3	338.6	713.9	905.8	2.2
	55	7	8±2.5	47.5	169.3	307.8	724.7	919.3	2.0

2.2 実験方法

試験体は、20℃で水中養生を行った。強度試験は、コンプレッソメータ CM-10H を使い圧縮強度試験を実施した。載荷方法は、試験体（φ10×20cm）の標点距離100mmで載荷し、載荷速度は0.5mm/分とした。

3. 実験結果と考察

3.1 圧縮強度と材齢の関係

圧縮強度試験で得られたそれぞれのコンクリートに対する圧縮強度と材齢の関係を図-1 に示す。この結果は、標準示方書で定められた式に基づいて示している。以下に OPC の圧縮強度推定式を示す⁴⁾。

$$f'_c(t) = \frac{t}{a+bt} \times f'_{ck}$$

(1)

$f'_c(t)$:材齢 t 日における圧縮強度(N/mm²)、t:材齢(日)、a、b:定数、 f'_{ck} :設計基準強度(N/mm²)、

キーワード エコセメント、普通ポルトランドセメント、破壊エネルギー、弾性係数、圧縮強度

連絡先 〒371-0845 群馬県前橋市鳥羽町 580 群馬工業高等専門学校 TEL:027-254-9184 E-mail:htanaka@cvtl.gunma-ct.ac.jp

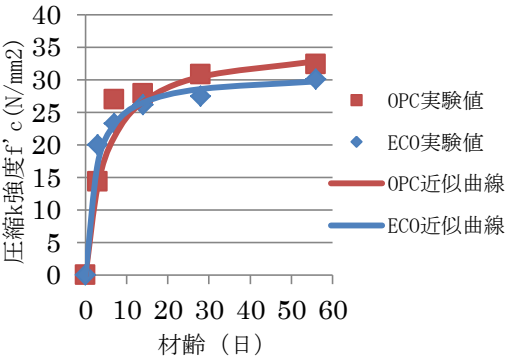


図-1 圧縮強度-材齢曲線(W/C=50%)

d:材齢 28 日に対する材齢 91 日の強度増加率

図-1 より、式(1)と

OPC の実験値を比較するとほぼ同等であるといえる。

ECO についても a、b および d の値を表-3 に示す。図-1 より、ECO は、材齢 14 日以降の強度の増進が少ないことがわかる。両者の強度の差が最も大きいのが材齢 3 日であり、その差は 25%である。

3.2 ヤング係数と材齢の関係

ヤング係数と材齢の関係を、図-2 に示す。この結果も、標準示方書で定められた式に基づいて示す。OPC の弾性係数推定式を(2)

$$E(t) = \varphi(t) \times 4.7 \times \sqrt{f'_c(t)} \quad (2)$$

$E(t)$:材齢 t 日におけるヤング係数(kN/mm²)、 $\varphi(t)$:ヤング係数の補正値(材齢 3 日まで $\varphi = 0.73$, 材齢 5 日以降 $\varphi = 1.0$)

図-2 より、式(2)と OPC の実験値を比較するとほぼ同等であるといえる。表-4 に ECO の

弾性係数推定式を示す。

図-2、表-4 より、ECO

の弾性係数は OPC とほぼ同等と推定できる。

3.3 破壊エネルギーと材齢の関係

図-3 に破壊エネルギーと材齢の関係を示す。応力-ひずみ曲線の面積を破壊エネルギー

と定義する。ここでは、最大応力以降において、最大応力より 20%小さ

くなった応力までの面積を破壊エネルギーとする。図-3 より、ECO の破壊エネルギーは、材齢 3 日より材齢 7 日の方が小さくなっていることがわかる。材齢 7 日の ECO は最大応力以降、急激に応力が低下する脆性破壊を起こすのに対して、材齢 3 日の ECO は最大応力以降もなだらかに応力が低下する。このため、圧縮強度が増加しているにも関わらず破壊エネルギーは、材齢 3 日より材齢 7 日の ECO の方が小さくなっていると考えられる(図-4 参照)。破壊エネルギー推定式を表-5 に示す。破壊エネルギーは、強度と強い関係があるということを考慮した。図-3、表-5 より、ECO の破壊エネルギーは OPC とほぼ同等であると考えられる。

4. まとめ

OPC と ECO のヤング係数推定式及び破壊エネルギー推定式は、ほぼ等しいといえるが、ECO の圧縮強度は、OPC と異なり材齢 14 日以降の強度の増進が少ないという結果が得られた。また、破壊エネルギーの大きさは、両者とも材齢と共に上昇する傾向があり、最大応力以降の応力の低下に影響を受けることがわかった。

5. 参考文献

- 1) 市原エコセメント <http://www.ichiharaeco.co.jp/>、2011 年 8 月 3 日
- 2) 田中信壽「廃棄物工学の基礎知識」、技報堂出版、2008 年、pp112
- 3) 村田二郎・國府勝郎「新訂第六版・コンクリート工学 (I) 施工」、彰国社刊、2003 年、pp159
- 4) 土木学会 コンクリート標準示方書改訂小委員会「コンクリート標準示方書」、2007 年、pp340-pp341

表-3 定数 a、b および d の値

セメント種別	a	b	d
OPC	4.5	0.95	1.11
ECO	5.18	2.17	2.21

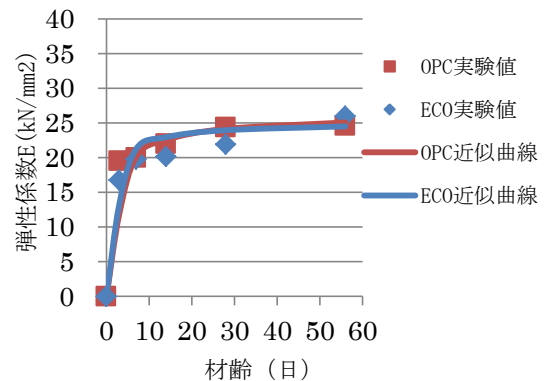


図-2 弾性係数-材齢曲線(W/C=55%)

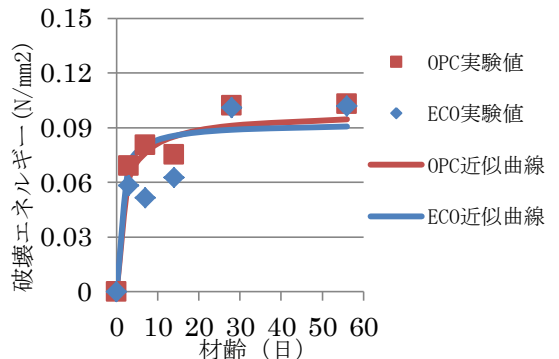


図-3 破壊エネルギー (W/C=50%)

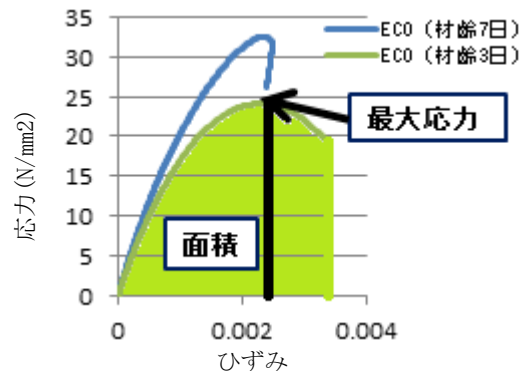


図-4 応力-ひずみ曲線(W/C=50%)