

# エコセメントコンクリートの強度性状に及ぼす骨材種類の影響

太平洋セメント株式会社 正会員 長塩靖祐  
 太平洋セメント株式会社 正会員 藤田 仁  
 太平洋セメント株式会社 正会員 吉本 稔

## 1. はじめに

都市ゴミ焼却灰を主原料として製造されるエコセメントが開発された。エコセメントは廃棄物の処理および資源の有効活用の見地から大きな期待が寄せられている。一方、最近のコンクリートの高性能化に伴い、コンクリート用骨材の種類やその品質にも注目されるようになってきており、更に骨材はコンクリート中の約 65~75%程度を占めることから、コンクリートの性能に及ぼす影響はきわめて大きい。エコセメント用いたコンクリート(以下、エコセメントコンクリート)の研究は数多く実施されている<sup>1)</sup>が、骨材種類がコンクリート性状に及ぼす影響についての検討は、ほとんどないの現状である。

本研究はエコセメントコンクリートの強度性状に及ぼす骨材種類の影響について実験的に検討したものである。

## 2. 実験概要

### 2.1 使用材料

セメントには、エコセメント(以下、EC)を使用した。表1にセメントの物理化学的性質を示す。細骨材には、山砂(S1)、砂岩砕砂(S2)および石灰石砕砂(S3)の3種類を、粗骨材には砂岩砕石(G1)および石灰石砕石(G2)の2種類を使用した。表2に骨材の物理的性質を示す。骨材は、JIS A 5005のコンクリート用砕石および砕砂に適合するものを中心に選定を行った。混和剤には、リグニンスルホン酸系のAE減水剤を使用した。

表1 セメントの物理化学的性質

セメント	化学成分(%)								鉱物組成(%)				比表面積 (cm <sup>2</sup> /g)	圧縮強さ (N/mm <sup>2</sup> )	
	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	SO <sub>3</sub>	R <sub>2</sub> O	Cl	C <sub>3</sub> S	C <sub>2</sub> S	C <sub>3</sub> A	C <sub>4</sub> AF		7d	28d
EC	16.7	7.2	4.2	61.6	2.0	3.8	0.50	0.05	58	4	12	13	4300	43.0	51.9

### 2.2 コンクリート配合

表3にコンクリート配合を示す。コンクリート配合は、W/C = 50%、単位粗骨材かさ容積および混和剤添加量(単位セメント量×0.25%)一定とし、目標スランプ 12±2.5cm、目標空気量 4.5±1.5%になるように、単位水量の調整により決定した。

表2 骨材の物理的性質

骨材種類	表乾密度 (g/cm <sup>3</sup> )	吸水率(%)	単位容積 質量(kg/L)	実績率(%)	粗粒率	微粒分量(%)
S1	2.61	1.67	1.72	66.8	3.13	1.27
S2	2.60	1.58	1.66	63.3	2.67	6.88
S3	2.63	1.63	1.78	67.1	3.30	6.13
G1	2.64	0.66	1.58	59.8	3.74	0.57
G2	2.66	0.45	1.68	63.7	6.55	0.60

### 2.3 試験項目とその方法

試験項目としては、フレッシュ性状として、スランプおよび空気量を、硬化性状として、圧縮強度試験および静弾性係数を材齢3、7、28および91日で実施した。供試体は標準水中養生とした。

表3 コンクリート配合

種類	W/C (%)	s/a (%)	単位粗骨材 かさ容積(m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> )	単位量(kg/m <sup>3</sup> )				
				W	C	S	G	Ad
EC+S1+G1	50	45	0.63	165	330	813	995	0.83
EC+S1+G2	50	42	0.63	162	342	758	1067	0.86
EC+S2+G1	50	42	0.63	185	370	719	995	0.93
EC+S2+G2	50	39	0.63	182	364	668	1067	0.91
EC+S3+G1	50	44	0.63	173	346	779	995	0.87
EC+S3+G2	50	41	0.63	170	340	727	1067	0.85

キーワード：エコセメント、骨材、圧縮強度、静弾性係数

連絡先：千葉県佐倉市大作 2-4-2、TEL：043-498-3855、Fax：043-498-3849

3. 試験結果および考察

1) フレッシュ性状

表4にフレッシュ性状試験結果を示す。いずれの種類も単位水量を調整することにより、所要の性状が得られる結果になった。細骨材の影響は、S2(砂岩砕砂)を使用した場合に単位水量が増加する傾向にあり、これは粗粒率がやや小さいこと、更に微粒分量が多いことも影響しているものと考えられる。粗骨材の影響はG1(砂岩砕石)よりもG2(石灰石)を使用した場合に単位水量が  $3\text{kg/m}^3$  少なくなる結果にあり、これは既往の報告と同様<sup>2)</sup>で、ECにおいても石灰石骨材の使用は単位水量を低減できる結果であった。

2) 強度性状

図1に圧縮強度試験結果を示す。ECにS3(石灰石砕砂)およびG2(石灰石砕石)を用いた場合には、圧縮強度が高くなる結果にあり、初期材齢からその傾向にあった。また、ECは長期強度の伸びが少ないと報告<sup>3)</sup>されているが、本実験において、石灰石骨材の使用は、材齢91日においても強度発現性が良い傾向にあった。この理由として、ECは空隙質相が多いことから、石灰石骨材の使用により、水和が活発になったのではないかと考えられる<sup>4)</sup>。

図2に圧縮強度と静弾性係数の関係を示す。圧縮強度と静弾性係数の関係は、細骨材の影響は見受けられなかったが、粗骨材の影響が見受けられる結果にあった。G2(石灰石砕石)を用いた場合には、同一強度で比較するとG1(砂岩砕石)よりも静弾性係数がやや高い結果にあり、既往の報告<sup>2)</sup>と同様であった。静弾性係数に及ぼす骨材の影響は、骨材自体の弾性係数が影響していること、骨材とペーストマトリクスの付着性状が影響していることが報告<sup>5)</sup>されており、骨材自体の弾性係数やペーストと骨材界面の付着性状も含めて今後検討するがあと考えられる。

4. まとめ

本報告をまとめると以下のようなものである。

- (1) 所要のフレッシュ性状を得るための単位水量は、砂岩砕砂を用いた場合に増加傾向にあり、石灰石砕石は単位水量が低減する結果にあった。
- (2) 細骨材、粗骨材ともに石灰石骨材の使用は圧縮強度が高くなる結果にあった。また、粗骨材に石灰石を使用した場合には静弾性係数が高くなる結果にあった。

【参考文献】

- 1) 例えば、独立行政法人土木研究所ほか：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共同研究報告書、2002.12
- 2) 石灰石鉱業協会：石灰石骨材とコンクリート、2005
- 3) 長塩ほか：普通エコセメントを用いたコンクリートの長期強度性状、第58回セメント技術大会講演要旨、pp102-103、2004
- 4) 平尾ほか：エコセメントの流動性および強度発現性に及ぼす石灰石微粉末の影響、セメント・コンクリート論文集、No.55、pp.97-102、2001
- 5) 鶴田浩章：高強度コンクリートの圧縮強度・静弾性係数に及ぼす粗骨材物性の影響に関する最近の研究、コンクリート工学、Vol.43、No.2、pp.76-83、2005.2

表4 フレッシュ性状試験結果

種類	W (kg/m <sup>3</sup> )	スランプ (cm)	空気量 (%)
EC+S1+G1	165	12.0	4.1
EC+S1+G2	162	11.5	5.3
EC+S2+G1	185	13.5	4.3
EC+S2+G2	182	11.5	4.0
EC+S3+G1	173	12.0	4.7
EC+S3+G2	170	11.0	4.2

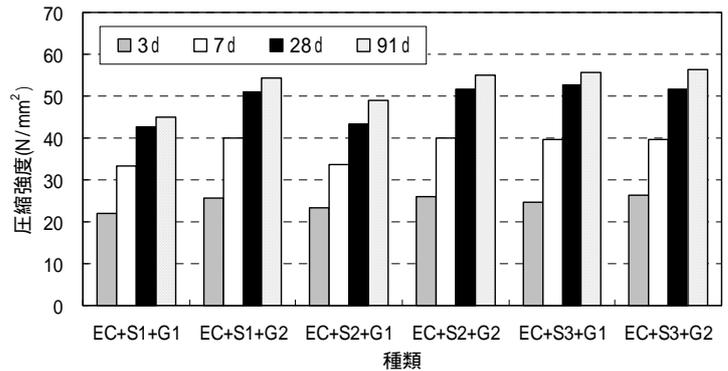


図1 圧縮強度試験結果

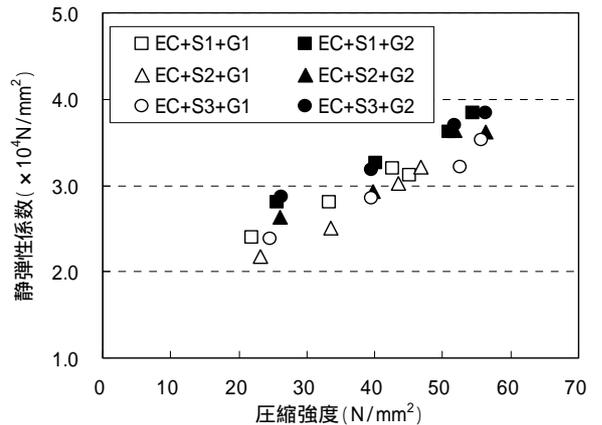


図2 圧縮強度と静弾性係数の関係