

エコセメントを用い温度履歴を受けた高流動コンクリートの強度発現特性

首都大学東京大学院 学生会員 丸山晃平
首都大学東京大学院 正会員 宇治公隆
首都大学東京大学院 正会員 上野 敦

1. 目的

現在、最終処分場の新規用地確保は非常に困難となっており、都市ゴミ焼却灰を原料としたエコセメントの利用は、埋立て用地の延命策としても有効であると考えられる。また、コンクリート製品工場では、締固めによる製造時の騒音、振動などが発生することから、近隣住民への配慮や作業員の労働環境の改善が必要とされている。そこで本研究では、エコセメントを用い蒸気養生を模擬した温度履歴を受けた高流動コンクリートの強度発現特性を把握し、高流動コンクリートへのエコセメントの適用性を検討した。

2. 実験概要

2.1 使用材料およびコンクリートの配合

使用材料を表-1に示す。高流動コンクリートにおけるセメント量ならびに全アルカリ量の低減のため、石灰石微粉末をセメントに置換するものとし、置換率を0、15、30%とした。細骨材は砕砂と山砂を質量比9:1で混合し、混合密度2.63g/cm³として用いた。示方配合を表-2に示す。記号はセメントの種類、石灰石微粉末の置換率を表す。

2.2 養生条件

養生条件は、図-1に示す(1)温度履歴後に水中養生(s)と(2)標準養生(n)の2通りとした。温度履歴の詳細を図-2に示す。前置き時間は3時間一定とし、温度履歴を与えることで蒸気養生を模擬した。なお、温度履歴の影響を主に検討するため、脱型後は水中養生を行った¹⁾。

2.3 実験項目

JIS A 1108に従い、φ100×200mmの円柱供試体を用いて圧縮強度試験を行った。温度履歴後に水中養生を行った供試体は、脱型時、材齢14日および材齢28日に圧縮強度試験を実施した。一方、標準養生を行った供試体は、材齢7日および材齢28日で圧縮強度試験を実施した。各材齢とも3本の供試体の平均値によって評価した。

3. 実験結果

3.1 フレッシュ性状

フレッシュ性状を表-3に示す。スランプフロー、空気量ともそれぞれ625±50mm、4.5±1.0%の範囲内に納まった。

表-1 使用材料

項目	品質
セメント	普通ポルトランドセメント(N)，密度3.16g/cm ³ 普通エコセメント(E)，密度3.15g/cm ³
混和材料	石灰石微粉末(LS)，密度2.71g/cm ³
細骨材粗目S(粗)	砕砂，F.M.=2.82，表乾密度2.63g/cm ³ ，吸水率1.45%
細骨材細目S(細)	山砂，F.M.=1.55，表乾密度2.61g/cm ³ ，吸水率3.32%
粗骨材(G)	砕石，F.M.=6.81，表乾密度2.68g/cm ³ ，吸水率1.00%
化学混和剤	高性能減水剤(HWR)：ポリカルボン酸エーテル系 AE助剤(AE)：アルキルエーテル系陰イオン界面活性剤

表-2 示方配合

記号	Gmax (mm)	スラン プ フロー (mm)	Air (%)	W/P (%)	W/C (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m³)					
							W	P		S(粗)	S(細)	G
								C	LS			
N-0	20	625	4.5	32	32	48.1	170	531	0	702	78	858
N-15					38	47.8		452	80	692	77	
N-30					46	47.4		372	159	682	76	
E-0					32	48.1		531	0	701	78	
E-15					38	47.7		452	80	691	77	
E-30					46	47.4		372	159	681	76	

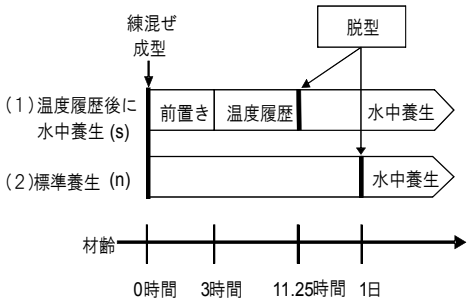


図-1 養生条件

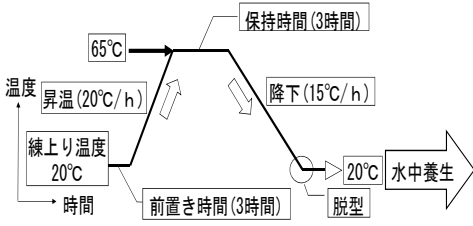


図-2 温度履歴条件

表-3 フレッシュ試験結果

種類	配合条件			フレッシュ性状				
	W/C (%)	HWR (P x %)	AE (A)	スランプフロー(mm)	500mmフロー停止到達時間(秒)	空気量(%)	経路上がり温度(°C)	
N-0	32	1.1	0.5	615	7.5	35.7	3.7	21
N-15	38	1.0	0.9	665	6.8	40.1	4.8	21
N-30	46	0.9	1.1	585	8.4	23.4	5.2	20
E-0	32	1.3	0.5	630	3.5	21.6	4.0	21
E-15	38	1.1	0.9	655	5.8	39.7	4.9	22
E-30	46	1.0	1.0	620	4.2	27.1	5.0	21

キーワード：エコセメント、高流動コンクリート、石灰石微粉末、圧縮強度、温度履歴、水中養生

連絡先：〒192-0397 東京都八王子市南大沢 1-1 TEL 042-677-2777 FAX 042-677-2772

3.2 圧縮強度

(1) 材齢に伴う強度発現

試験結果を図-3 および図-4 に示す。材齢が進むと強度も増加する。温度履歴後に水中養生を行った場合においても、脱型後に水分が供給されたことにより強度が大きく増加している。

(2) セメント種類の影響

同一条件における、エコセメント(E)の普通ポルトランドセメント(N)に対する強度比を表-4 および表-5 に示す。石灰石微粉末を置換していない供試体(E-0n, E-0s)では、E-0s の脱型時が多少小さい値であるが、材齢が進むと、養生条件に関係なく、エコセメントは普通ポルトランドセメントの 90%程度の強度発現を示す。また、石灰石微粉末を置換した供試体においては、脱型時を除き、養生条件に関係なく両セメントの強度発現の差は小さいと言える。特に置換率 15%においては、材齢 28 日時点で 1.0 を上回る強度比が得られている。これは、石灰石微粉末の分散効果による水和の促進効果などに起因するものと考えられる。

(3) 置換率の影響

温度履歴後に水中養生を行った場合の置換率と圧縮強度の関係を図-5 に示す。セメントを石灰石微粉末に置換していくと、セメント量の減少による実質的な水セメント比の増大により、強度が低下していく傾向にあるが、置換率 15%で材齢 28 日のエコセメント供試体においては、置換率 0%のものと比較し、強度低下は見られなかった。

(4) 養生条件の影響

養生条件の相異(n, s)による材齢 28 日圧縮強度の比較を図-6 に示す。置換率やセメントの種類に関係なく、温度履歴後に水中養生を行った場合、標準養生の場合の 85%程度の圧縮強度を示す。

4. 結論

本研究では、エコセメントを用い、温度履歴を受けた高流動コンクリートの強度発現について検討した。得られた成果を以下に示す。

- (1) 石灰石微粉末を置換しない場合、エコセメントは、普通ポルトランドセメントの 90%程度の強度発現にとどまるが、石灰石微粉末を置換した場合、同等の強度発現となる。
- (2) 石灰石微粉末の置換率 15%の場合、普通ポルトランドセメントよりも高い水和反応性を示す。
- (3) 温度履歴後に水中養生を行った場合、標準養生の 85%程度の強度発現となっている。

参考文献

- 1) 関健吾、宇治公隆、上野敦、小石純平：蒸気養生を模擬した温度履歴を受けたエコセメントコンクリートの強度発現特性、コンクリート工学年次論文集、Vol.30、No.2、pp.355-360、2008

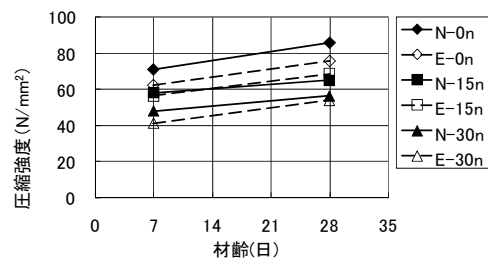


図-3 圧縮強度(標準養生)

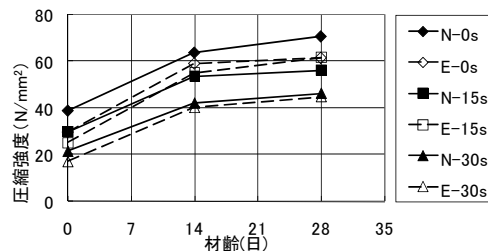


図-4 圧縮強度(温度履歴後水中養生)

表-4 Nに対する強度比(標準養生)

	7日	28日
E-0n	0.88	0.88
E-15n	0.97	1.06
E-30n	0.86	0.96

表-5 Nに対する強度比
(温度履歴後水中養生)

	脱型時	14日	28日
E-0s	0.76	0.93	0.87
E-15s	0.85	1.03	1.10
E-30s	0.79	0.96	0.97

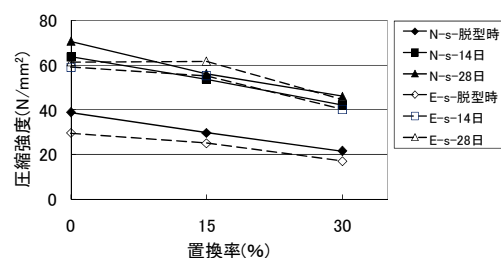


図-5 圧縮強度(温度履歴後水中養生)

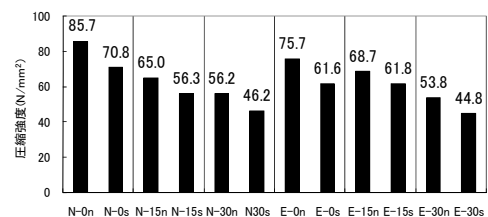


図-6 圧縮強度(材齢 28 日)