

都市ごみ溶融スラグのセメント混和材としての有効利用に関する研究

茨城大学 学生会員 海野 拓哉
茨城大学 正会員 郭 度連

茨城大学 正会員 福澤 公夫
茨城大学 伊能 悠介

1. はじめに

近年、日本における一般廃棄物の排出量は、年間約 5000 万 t に達し、最終処分地の問題、また、ダイオキシン類の問題を改善するため、焼却灰をさらに高温で溶融する処理方法を取っている。溶融された焼却灰は、冷却水により急冷され、水砕スラグとされる。

都市ごみ溶融スラグは、溶融され急冷されることにより、非結晶化の物質となり結晶化エネルギーが内在し、潜在水硬性を有する。本研究では、微粉砕した都市ごみ溶融スラグのセメントの混和材としての有効利用を目的とした。置換率および養生期間による圧縮強度試験を行い、配合要因による圧縮強度の変化性状を確認し、また、熱分析・細孔径分布を測定することにより、潜在水硬性の発揮有無の把握、有効利用の範囲を検討する。

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、モルタルの配合を表-2に示す。都市ごみ溶融スラグは、ブレン比表面積 4000 および 8000cm²/g程度になるように微粉砕したものを使用し、PLはブレンを、INは「内割」置換を、EXは「外割」置換を示している。また、表-3には、使用したスラグの化学成分を示す。

2.2 養生条件

50×100mm の円柱供試体を用い、打設後 24 時間で脱型した後、20℃の恒温室内で所定材齢まで水中養生を行った。

2.3 水酸化カルシウム量

最大温度 1500℃の複合型熱分析装置(TG-DTA)を使用し、水酸化カルシウム量を測定した。水酸化カルシウムは、460～510℃付近で脱水反応が生じ、DTAのピークから脱水反応域を読み取り、その範囲の減量から求めた。

2.4 細孔径分布

細孔径分布の測定は、測定範囲直径 6nm～500μmの水銀圧入式ポロシメーターを使用した。試料は、

断面内の 2.5mm 以上 5mm 以下の粒子をランダムに採取し、アセトンに 2 回浸漬して水和を停止した後、真空乾燥させ試験に供した。

表 - 1 使用材料

材料	種類	品質
結合材	普通ポルトランドセメント	比重 3.15
	都市ごみ溶融スラグ微粉末 8000	比重2.84 比表面積 8820cm ² /g
	都市ごみ溶融スラグ微粉末 4000	比重2.84 比表面積 3790cm ² /g
	高炉スラグ 4000	比重2.92 比表面積 4670cm ² /g
細骨材	岩瀬産砕砂	比重2.58 F.M. 2.78

表 - 2 モルタルの配合

	置換率 [%]	単位量 [kg/m ³]			
		W	C	SL	S
PL	0%	225	450	0	1350
IN10	10%	225	405	45	1350
IN20	20%	225	360	90	1350
IN30	30%	225	315	135	1350
EX10	10%	225	450	150	1215
EX20	20%	225	450	229	1080
EX30	30%	225	450	449	945

表 - 3 都市ごみ溶融スラグの化学成分

化学成分 (%)											
SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	P ₂ O ₅	MnO	SO ₃	b (塩基度)
35.97	15.91	7.04	26.63	3.89	1.82	0.34	2.88	1.27	0.32	0.62	1.29

キーワード ; 都市ごみ溶融スラグ、圧縮強度、高炉スラグ、潜在水硬性

〒316-8511 茨城県日立市中成沢町 4-12-1、 TEL 0294-38-5274、 FAX 0294-38-5268

3. 試験結果および考察

3.1 フレッシュ性状

置換率によるフロー値の変化を図-1に示す。内割置換の場合、フローは微増傾向を示し、外割置換の場合、置換率を上げるとフローが下がる傾向を示している。内割・外割置換共に置換率20%程度までは、流動性に問題なく使用できることがわかる。

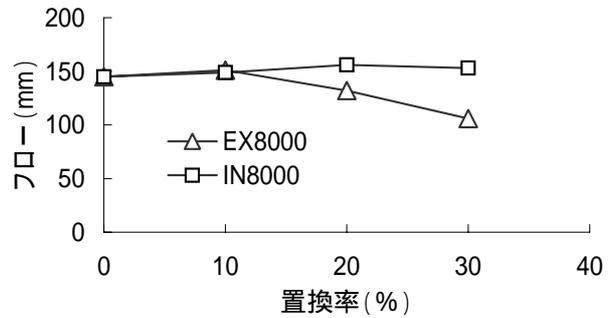


図-1 置換率によるフレッシュ性状変化

3.2 圧縮強度

置換率による圧縮強度変化を図-2に示す。IN4000の強度低下が著しく、プレーン4000は、反応していないことが疑われる。プレーン8000は、内割、外割置換共に置換率20%程度まで増加傾向が認められた。

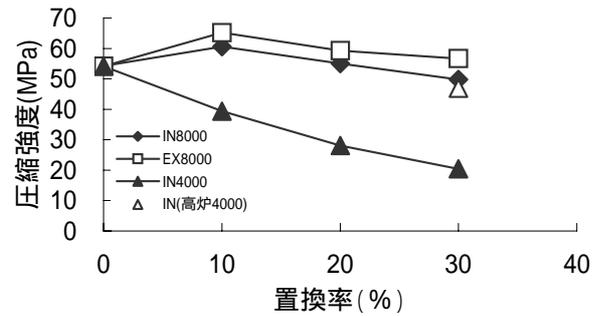


図-2 置換率による圧縮強度変化 (水中養生28日)

外割置換20%の材齢経過による圧縮強度変化を図-3に示す。材齢経過に伴い圧縮強度は増加傾向を示している。プレーン8000は、プレーンよりも強度が大きくなり、潜在水硬性が発揮されていると考えられる。

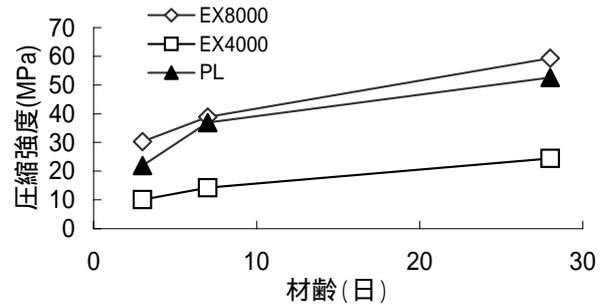


図-3 材齢経過による圧縮強度変化

3.3 水酸化カルシウム量

置換率による水酸化カルシウム量を図-4に示す。鎖線は、スラグの置換率に応じた普通ポルトランドセメントのみの水酸化カルシウム生成量の推定値を表している。IN8000は、推定値から最も離れており、水酸化カルシウムが消費され、スラグの潜在水硬性が発揮されていると考えられる。

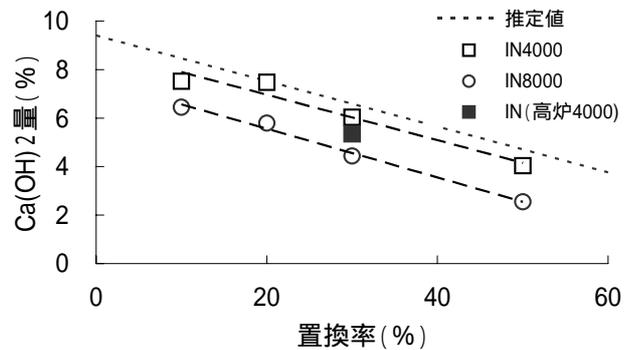


図-4 置換率による水酸化カルシウム量(水中養生28日)

3.4 細孔径分布

外割置換の細孔径分布を図-5に示す。プレーンのピーク径は、80nm程度に存在し、スラグで置換した場合のピーク径は10nm程度に存在しており、都市ごみ溶融スラグの置換によって細孔組織が緻密になっていることがわかる。

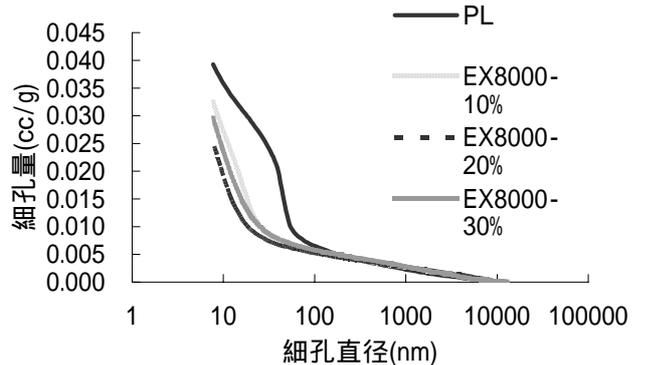


図-5 総細孔量 (水中養生28日)

4. まとめ

- (1) 都市ごみ溶融スラグ微粉末の反応性は、粉末度に大きく支配される。
- (2) 粉末度を大きくすれば、置換率20~30%までは圧縮強度は増加傾向にあり、緻密な細孔構造が形成され、混和材としての有効利用が可能である。

参考文献

岡元豊重、石田泰之；各種溶融スラグを用いた混和ポルトランドセメントの水和硬化特性に関する研究、セメント・コンクリート論文集 NO.52 1998 pp28-35