

一般廃棄物焼却灰のコンクリート用細骨材としての利用に関する基礎実験

福岡大学大学院 学生会員 ○田浦 靖知
福岡大学 正会員 添田 政司
福岡大学 正会員 大和 竹史

1. はじめに

諸外国では、一般廃棄物焼却灰が路盤材や埋戻し材として有効利用されている。埋立地のひっ迫、埋立用地の確保難等の廃棄物問題を抱える我が国においても、資源循環型社会の構築を目指し、一般廃棄物焼却灰の土木資材への有効利用が進められている。しかし、コンクリート材料としての有効利用例は報告されていない。

そこで本実験では、欧米で実績を有する湿式の物理選別処理を施した焼却灰を海砂と代替したモルタルおよびコンクリートを作製し、コンクリート用細骨材としての有効利用の可能性について検討を行った。

2. 実験概要

使用材料および配合: 表-1に使用材料を示す。本実験では全連続ストー方式で焼却した焼却灰を湿式の物理選別処理した後に、リン酸系固定剤により重金属固定化処理した焼却灰¹⁾を用いた。モルタルでは、その処理焼却灰を気乾状態から濡らして表乾状態で用いた場合(Case1)、湿潤状態に保持した後乾燥させて表乾状態で用いた場合(Case2)および水洗処理を行って湿潤状態に保持した後乾燥させて表乾状態で用いた場合(Case3)について検討を行った。コンクリートでは、

Case2およびCase3について検討を行った。水洗処理は容器に固液比3となるように焼却灰と水を入れ、ミキサーで10分間攪拌した後1日放置し、放置後吸引ろ過を行った。モルタルの配合は、JSCE-F505に準じて水セメント比50%とし、焼却灰を体積比で10,25,50%の割合で海砂と代替した。コンクリートの配合は、水セメント比50%、スランプ8±2cm、空気量5±1%とし、焼却灰を体積比で10,20,30,50%の割合で海砂と代替した。練混ぜは2軸強制練りミキサーを用いて60秒間空練りした後、水を投入し120秒間練混ぜた。表-2にコンクリートの配合表を示す。

試験項目および試験方法: 圧縮強度試験は円柱供試体(φ10×20cm)を用いてJIS A 1108に準じて行った。平板(30×30×6cm)の曲げ試験はJIS A 5304に準じて行った。圧縮強度試験後のコンクリート片を砕いて、塩化物イオン量の測定を硝酸銀滴定法により、重金属溶出試験として鉛の溶出試験を環境庁告示46号法により行った。また、コンクリートをウェットスクリーニングしたモルタルを用いて、打ち込み後の24時間における膨張量をダイヤルゲージ(1/1000mm)により測定を行った。

3. 実験結果および考察

モルタル: 図-1にモルタルの空気量およびフロー値を示す。フロー値はCase1, 2, 3ともに置換率の増加に伴い大きく低下した。また、空気量はCase1では置換率の増加に伴い増加、Case2, 3では減少し、焼却灰の表乾状態への調整方法によってフレッシュ性状が異なることがわかった。これは、焼却灰をセメント

表-1 使用材料

材料	種類	密度 (g/cm ³)	吸水率 (%)	粗粒率 (F.M.)	略号
結合材	普通ポルトランドセメント	3.16	-	-	C
細骨材	海砂	2.58	1.40	2.34	S
	焼却灰 Case1,2	1.92	17.10	3.02	BA
	Case3	2.03	15.00	2.99	
粗骨材	砕石2005	2.83	0.60	6.47	G
混和剤	高性能AE減水剤	ポリカルボン酸系			SP
	AE剤	アルキルアルスルホン酸系陰イオン界面活性剤			AE

表-2 コンクリートの配合表

細骨材 の種類	置換率 (%)	W/C (%)	s/a (%)	単位量(kg/m ³)					SP (C×%)	AE (cc)
				W	C	S	BA	G		
無混和	0	50	43	170	340	737	0	1094	0.35	1700
Case2	10	50	43	170	340	668	55	1088	0.25	2210
	20		43	170	340	598	111	1083	0.35	2040
	30		43	170	340	527	168	1077	0.55	2040
	50		44	170	340	383	285	1064	0.80	2720
Case3	10	50	43	170	340	667	58	1090	0.35	1870
	20		43	170	340	597	117	1085	0.35	1870
	30		43	170	340	526	177	1079	0.40	2040
	50		44	170	340	381	300	1068	0.45	2550

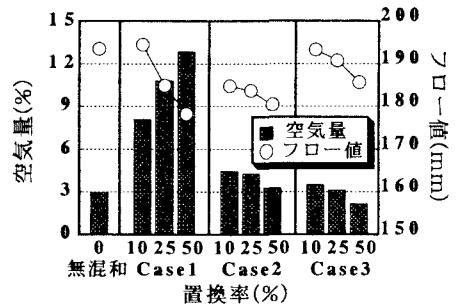


図-1 モルタルの空気量およびフロー値

固化すると練り混ぜ時の水との接触により水素等のガスが発生する²⁾とされていることから、本実験で用いた焼却灰もガスを発生したためCase1で空気量が増大したものと考えられる。一方、Case2, 3では焼却灰を湿潤状態に保持したことでガスの発生を促した結果、空気量の増加が抑制されたと思われる。

コンクリート：図-2にコンクリートをウェットスクリーニングしたモルタルの膨張量の測定結果を示す。Case2, 3ともに置換率20%以下では膨張は認められなかったが、置換率30%以上になると著しく膨張した。これは、ガスの発生²⁾や焼却灰中に10%程度含まれる Al_2O_3 が影響したものと考えられる。

図-3に水銀圧入式ポロシメータにより測定した細孔径分布を示す。置換率の増加に伴い全細孔量も増加する傾向にあり、特に細孔半径が小さいところでの増加が著しい。これは、海砂(0.0218)に比べて焼却灰(Case2:0.1366, Case3:0.1067)そのものの全細孔量が多いこと、さらにはガスが空隙として残存したことによるものと考えられる。そのため、水洗処理を行ったCase3の全細孔量が小さくなったと考えられる。

図-4に平板の曲げ強度および圧縮強度試験結果を示す。平板の曲げ試験において、無混和が最も大きく、Case2, 3ともに置換率の増加に伴い強度は減少する傾向にあるが、舗装用コンクリート平板の規定値12kNを満足した。圧縮強度試験においても、置換率の増加に伴い強度は減少し、置換率30%以上になると無混和の50%以下まで低下した。要因としては、焼却灰の吸水率が大きいことため実際の水セメント比が増加したことや前述したように細孔構造のポーラス化が影響したものと考えられる。

表-4に塩化物イオン量および鉛の溶出試験結果を示す。焼却灰Case1, 2は細骨材中の塩化物イオン量の規定値0.02%を大幅に上回ったが、水洗処理により約85%の塩化物イオンを除去することができた。その結果、Case3の置換率10%においてコンクリート中の許容塩化物イオン量を満足した。また、鉛の溶出試験においては焼却灰に重金属固定処理しているためすべて土壌環境基準を満足し、重金属溶出面での安全性が確認された。

4. まとめ

本実験で使用した物理選別処理を施した焼却灰は、重金属固定化処理しているため安全性の面から利用可能と考えられるが、焼却灰中に含まれる多量の Al_2O_3 や塩化物イオン等により、強度の低下や鉄筋腐食を招く恐れがあるものと思われる。したがって、焼却灰に水洗処理を行って湿潤状態に保持したものを細骨材体積に対して10%程度置換したものであれば、コンクリート用細骨材として十分に利用可能であると考えられる。

参考文献

- 1) 平尾孝典ら：「物理選別処理による一般廃棄物焼却灰の有効利用について」第9回廃棄物学会研究発表会講演論文集，pp410-412，1998
- 2) 吉瀬 寛ら：「水洗処理した焼却灰の有効利用に関する基礎研究」第7回廃棄物学会研究発表会講演論文集，pp261-263，1996

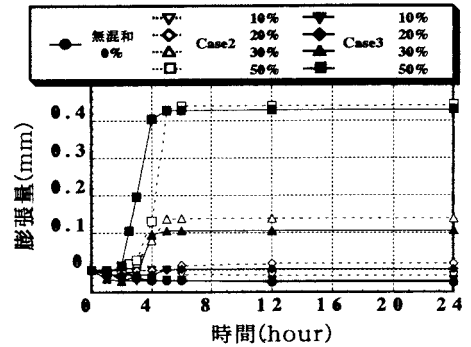


図-2 打ち込み後24時間における膨張量

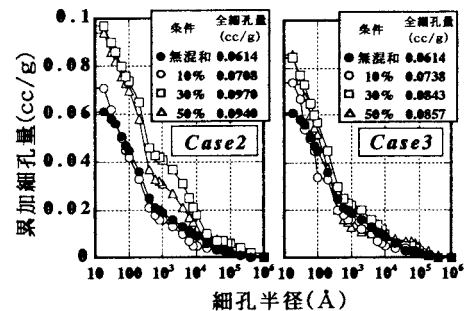


図-3 細孔径分布

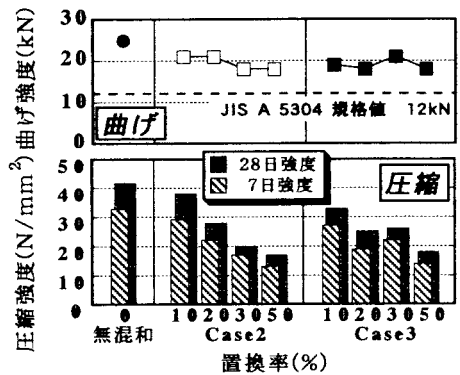


図-4 平板の曲げ強度および圧縮強度

表-4 塩化物イオン量および鉛の溶出濃度

条件	置換率 (%)	Cl-量 (%)	コンクリートのCl-量 (kg/m³)	Pb溶出量 (mg/L)
規格値	コンクリート示方書	0.02	0.30	—
	土壌環境基準	—	—	0.01
焼却灰	Case1,2	—	0.97	0.01>
	Case3	—	0.15	0.01>
コンクリート	無混和	0	—	0.08
	Case2	10	—	0.87
		20	—	1.23
		30	—	1.47
		50	—	2.71
	Case3	10	—	0.21
		20	—	0.51
		30	—	0.76
		50	—	0.85
				0.01>