

溶融スラグの品質管理方法及び溶融施設の運転管理方法

堤 克裕 伊藤康子 原 雄

1 はじめに

焼却灰を溶融処理することで、①土木資材などの資源として全量リサイクル可能な品質の溶融スラグを生産すること、また、溶融飛灰の処理方法を含む、②溶融炉の最適な運転管理方法を提案することを目的として研究を行った。なお、溶融処理による環境負荷も併せて検討した。

2 検討方法

2.1 溶融スラグの品質について

表1に示す4施設について、スラグ品質のうち、物理性状を知る目的で、粒度分布、粒形割合、メタル・アルミ割合について調査を行った。試料は出荷状態のスラグを採取したが、D施設についてのみ、溶融直後の品質状況を知る目的で、後処理前の試料を採取した。

表1 品質調査施設

	溶融方式	後処理	採取
A	プラズマ式表面溶融	磁選	後処理後
B	キルン式ガス化溶融	磁選, 磨砕	後処理後
C	シャフト式直接溶融	磁選, 磨砕	後処理後
D	シャフト式直接溶融	磁選, 磨砕	処理前

2.2 溶融施設の運転管理について

2.2.1 溶融施設の環境負荷

コークスベッド式直接溶融施設 (C 施設) 及び表面溶融式灰溶融施設 (E 施設) の各1施設について、スラグ1t生産当たりのエネルギー使用量を、CO₂排出量に換算して評価を行った。

なお、当該直接溶融施設は付属のゴミ発電施設によって発電した電力を溶融に使用しているため、これをすべて通常の電力で賄ったとした場合 (ゴミ発電なし) との比較を行った。

2.2.2 溶融飛灰処理方法

県内6溶融施設 (A, C, D, E, F, G) に対して現状の聞き取り調査を行った。項目は溶融スラグ生産量、溶融飛灰発生量、排ガス処理方法及び溶融飛灰処理方法。

3 検討結果

3.1 溶融スラグの品質

結果は以下のとおり。

(1) 後処理が磁選のみのA施設のスラグ及びD施設の処理前のスラグは、JISのコンクリート用砕砂標準粒度から外れた粒度分布であった。(図1, 4)

(2) 磁選及び磨砕の後処理を行った施設のスラグは、JISのコンクリート用砕砂標準粒度内の粒度分布となっていた。(図2, 3)

(3) 粒形はほとんどが角礫状であり、針状の存在率はわずかである。(表2)

(4) 磁選後のスラグ中のメタルは全体で1%以下であり、アルミはほとんど存在しない。(表3)

A施設のスラグ (磁選のみ) は粗粒分が多いため粒度調整が必要になるが、D施設のスラグ (処理前) は磁選を行うことで、B及びC施設のスラグは4.75mm以上のものを除くことで、アスファルト骨材 (スクリーニングス) としての利用に当たってほぼ問題のないスラグが生産されている。

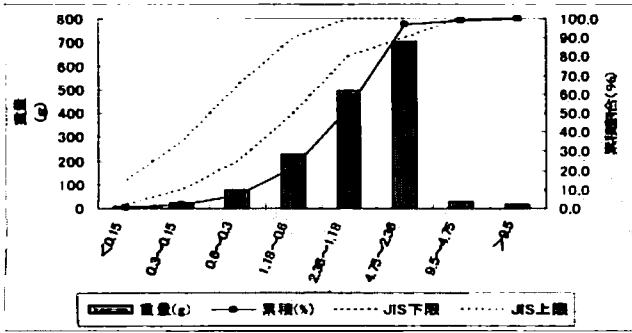


図1 溶融スラグ粒度分布(A施設)

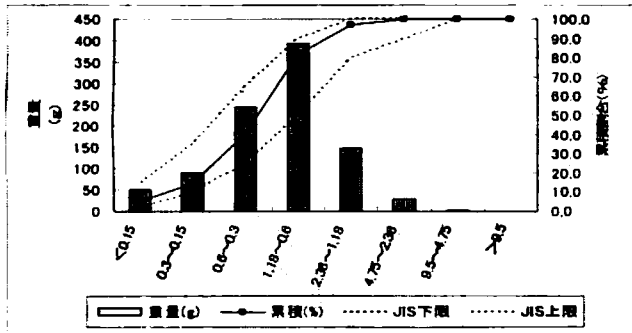


図2 溶融スラグ粒度分布(B施設)

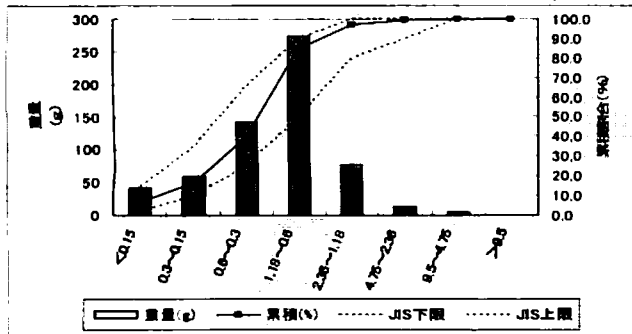


図3 溶融スラグ粒度分布(C施設)

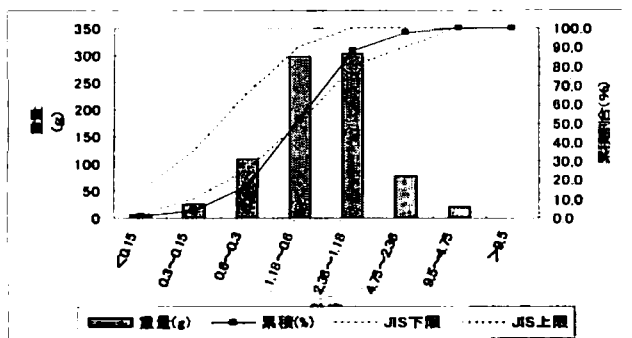


図4 溶融スラグ粒度分布(D施設)

表2 溶融スラグ粒形分布

施設	粒形	粒度			
		9.5 -4.75	4.75 -2.36	2.36 -1.18	1.18 -0.6
A	角礫	95.6	99.8	100.0	97.7
	針	—	0.0	0.0	2.3
	球	—	—	0.0	0.0
	白色	4.4	0.2	0.0	0.0
B	角礫	100.0	100.0	99.2	97.1
	針	—	—	0.3	2.9
	球	—	—	—	0.0
	白色	—	—	0.5	0.0
C	角礫	86.7	97.5	98.9	100.0
	針	—	—	—	0.0
	球	—	—	0.0	0.0
	白色	13.3	2.5	1.1	0.0
D	角礫	100.0	99.5	99.4	99.4
	針	—	0.0	0.3	0.6
	球	—	—	0.0	—
	白色	—	0.5	0.3	0.0

表3 溶融スラグメタル・アルミ割合

施設	区分	粒度				全体
		9.5 -4.75	4.75 -2.36	2.36 -1.18	1.18 -0.6	
A	メタル	—	0.5	0.4	0.4	0.4
	アルミ	4.6	0.5	0.0	0.0	0.3
B	メタル	—	—	—	—	—
	アルミ	—	—	0.0	—	0.0
C	メタル	26.8	3.9	1.1	0.5	1.0
	アルミ	—	—	—	—	—
D	メタル	96.7	75.6	14.4	4.4	19.6
	アルミ	—	0.1	—	—	0.0

注) 単位は%。「—」は確認されなかったもの。「0.0」は確認されたが0.05%未満だったもの。(表2.3とも)

「全体」は全粒度合計の重量に対する割合。

3.2 溶融施設の運転管理

3.2.1 溶融施設の環境負荷

結果は以下のとおり。(表4, 5)

(1) コークスベッド式直接溶融施設では、消費エネルギーによる負荷が灰溶融に比べて 30%程度大きい。

(2) 灰溶融施設では、消費エネルギーによる負荷は焼却と溶融ではほぼ同等。

(3) ゴミ発電を利用することにより、電気消費による負荷を9割程度削減可能。

表4 直接溶融施設(C施設)のエネルギー使用量

スラグ 生産量 6,854t	単位	直接溶融		直接溶融(ゴミ発電なし)		スラグ 1t 生産当たり	
		使用量	CO ₂ 排出量 (kgCO ₂)	使用量	CO ₂ 排出量 (kgCO ₂)	ゴミ発電 あり	ゴミ発電 なし
						CO ₂ 排出量 (kgCO ₂ /t)	CO ₂ 排出量 (kgCO ₂ /t)
電気	kwh	2,053,680	776,291	17,992,025	6,800,985	113.3	992.3
コークス	kg	3,169,000	10,301,785	3,169,000	10,301,785	1,503.0	1,503.0
都市ガス	Nm ³	223,656	471,563	223,656	471,563	68.8	68.8
合計			11,549,639		17,574,334	1,685.1	2,564.1

表5 灰溶融施設(E施設)のエネルギー使用量

スラグ 生産量 2,802t	単位	焼却		溶融		スラグ 1t 生産当たり		
		使用量	CO ₂ 排出量 (kgCO ₂)	使用量	CO ₂ 排出量 (kgCO ₂)	焼却 のみ	溶融 のみ	焼却+ 溶融
						CO ₂ 排出量 (kgCO ₂ /t)	CO ₂ 排出量 (kgCO ₂ /t)	CO ₂ 排出量 (kgCO ₂ /t)
電気	kwh	6,656,430	2,516,131	715,032	270,282	898.0	96.5	994.4
灯油	ℓ	64,200	159,982	1,005,800	2,506,383	57.1	894.5	951.6
プロパンガス	kg	25	75	25	75	0.0	0.0	0.1
軽油	ℓ	0	0	511	1,341	0	0.5	0.5
合計			2,676,187		2,778,081	955.1	991.5	1,946.6

3.2.2 溶融飛灰処理方法

結果は以下のとおり。(表6)

(1) 直接溶融 (C 及び D 施設) ではスラグ生産量に対し、重量比 3 割程度の溶融飛灰が生成する。

(2) 灰溶融 (A, E, F, G 施設) では被溶融物や噴霧薬剤の違いにより溶融飛灰生成量が大きく異なる。

(3) 処理は発生量の約 5 割が市原エコセメント、残りが安定化処理後埋立。

表6 溶融飛灰発生量及び処理方法

施設名	スラグ 生産量	溶融飛灰 発生量	飛灰/ スラグ(%)	溶融物	噴霧薬剤	飛灰処理方法
A	6,842	2,547	37	主灰、飛灰	活性炭、反応助剤	セメント固化→埋立
C	6,854	1,890	28	ゴミ	消石灰、アンモニア	キレート処理→埋立
D	13,203	3,894	29	ゴミ、飛灰	消石灰	キレート処理 →市原エコセメント
E	2,802	86	3	主灰、飛灰	特殊反応助剤	市原エコセメント
F	958	不明		主灰	消石灰、活性炭、助剤	キレート処理、 セメント固化→埋立
G	732	88	12	主灰、飛灰	消石灰、活性炭	市原エコセメント

4 まとめ

各溶融施設とも、若干の処理をすることで利用に当たって問題がない品質を持ったスラグが生産されている。今後はスラグの JIS 化等に対応し、製品として品質保証した上で安定供給するための方法を検討する。また、品質を保証するための最適なサンプリング方法についても検討する。

溶融処理に要するエネルギー消費による環境負荷は大きいといえるが、最終処分量削減効果や天然資源利用量削減効果など環境面にプラスの効果もあり、今後はこれらの点も含めて溶融処理の環境負荷を検討する。

現在の溶融飛灰の処理方法は、エコセメント化と安定化処理後の埋め立てに大別されるが、現状の資源化技術及びコストの観点から、適当に処理されていると考えられる。

謝辞

本研究を進めるに当たり、溶融スラグ試料及び各種データの提供等において、各溶融施設の管理担当者の皆様に多大なご協力をいただきました。ここに感謝いたします。

参考文献

- 1) 日本規格協会：一般廃棄物、下水汚泥等の溶融固化物を用いたコンクリート用細骨材（コンクリート用溶融スラグ細骨材）TR A 0016 (2002)
- 2) 日本規格協会：一般廃棄物、下水汚泥等の溶融固化物を用いた道路用骨材（道路用溶融スラグ骨材）TR A 0017 (2002)

Quality control of melting slag and operating management of melting plant

TSUTSUMI Katsuhiko, ITO Yasuko and HARA Yu

【要旨】

焼却灰を溶融処理することで、①土木資材などの資源として全量リサイクル可能な品質の溶融スラグを生産すること及び②溶融炉の最適な運転管理方法を提案することを目的とした研究を行った。なお、溶融処理による環境負荷も併せて検討した。

溶融スラグの品質は、製造後に若干の処理をすることで、利用に当たって問題がないものであった。今後は品質を保証しながら安定供給するための方法を検討する。

溶融処理に要するエネルギー消費による環境負荷は大きいですが、今後は環境面にプラスの効果も含めて検討する必要がある。

現在の溶融飛灰の処理方法は、資源化技術及びコストの面で適当なものだと考えられる。

キーワード：溶融スラグ、品質管理、運転管理、環境負荷、溶融飛灰