

熔融飛灰等有害灰類の無害化および資源化技術の開発

I C E T T - 北九州研究室(住友金属鉱山株)

主任研究者 松野基次

研究員 友田勝博、川本孝次、小笠原正裕

矢野浩二、大山博喜、熊田修作

開発期間：2003～2005年度

要約

特別管理有害廃棄物に指定されている熔融炉飛灰等の多くは、キレート処理やセメント固化などにより鉛等重金属の無害化処理後埋め立てられている。しかしこれらは言わば簡易無害化技術である。本技術開発は、高度無害化かつ残渣（焼成ペレット）の有効活用が可能な新しい熔融飛灰処理技術の開発を行うものであり、2003年8月に承認を受け開発に着手した。

本年度は、実証試験設備の詳細仕様作成、設計および建設が主な開発内容であった。これまでの焼却飛灰技術開発の実績を踏まえ、混練設備導入、炉内温度測定用リモートセンサーやキルン内リフターの設置等を行った。設備完成後直ちに従来使用していた焼却飛灰を用いた試運転を行い、計画通りの設備性能であることを確認し、得られた焼成ペレットが予定通り無害化され、かつ十分な強度を有していることを確認した。また、排ガス中のダイオキシン類濃度も基準以下であることを確認した。

1. 技術開発の目標

特別管理有害廃棄物に指定されている熔融炉飛灰等の多くは、キレート処理やセメント固化などにより、鉛等重金属の無害化処理後埋め立てられている。しかしこれらは言わば簡易無害化技術であり、基本的に有害物質を分離する方法ではなく、またその無害化技術の信頼性も課題となっている。従って、環境変化や経時変化の影響を受け溶出することは否定できず、現状のままでは将来環境汚染を招くのは必至である。以上のように従来技術は公害防止上問題を残すものであり、徹底的な有害物質の分離や安定化を行い、かつ残渣を有効利用できる資材に改質する技術が必要である。そこで、本技術開発では、これまで開発してきた焼成法による焼却飛灰処理技術を応用し、熔融飛灰等有害灰類の無害化、焼成技術の開発および実用化のためのコスト削減技術開発を行うものである。技術目標としては、無害化レベルは新土壌評価基準を満足すること、またコスト目標は十分競争力を維持できるレベル(10,000円/飛灰t削減)とする。

なお、本年度は開発初年度であり、以下の項目を目標に開発を行った。

- ・実証試験設備の設計と順調な立上げ。
- ・本試験に使用する熔融飛灰の組成確認。
- ・焼却飛灰を使った立上試験における無害化、骨材化の確認。
- ・排ガス中のダイオキシン類の濃度確認。
- ・コスト削減項目の抽出。

2. 平成 15 年度実施内容及び結果

(1) 試験設備の設計

従来の焼却飛灰処理技術開発で培って生きた技術をベースに熔融飛灰処理設備(北九州実証試験設備)の設計を行った。熔融飛灰の無害化技術開発、焼成技術開発、DXNs 分解・低減技術開発を行うために前処理設備、焼成設備、排ガス処理設備、排水処理設備を設置した(図1 実証試験設備フロー参照)。設備の熔融飛灰処理能力は30kg/hとした。これは、種々の熔融飛灰、その他有害灰類を効率よく実証試験するために設定した。焼却飛灰処理試験では100kg/hで試験を実施し、実機の設備設計に必要な基本的なデータは取得しており、今回の熔融飛灰の無害化技術開発、焼成技術開発、DXNs 分解・低減技術開発の試験設備としては30kg/hが妥当であると判断した。

前処理設備は、原料乾燥、粉碎、成形、成形ペレット乾燥の設備に加え、今回新たに混練設備を導入することとした。これは混練を強化する事で焼成ペレットの強度アップを図るためである。焼成キルンは焼却飛灰処理試験と同様に、異形ロータリーキルンとした。これは高温部(焼成部)の滞留時間を確保し、無害化反応と焼結反応を促進するためである。また、焼成ペレットの諸反応の促進と品質の均一化を図るために、焼成部に攪拌用のリフターを取り付けた(図2参照)。焼成部温度計は、放射温度計がキルン内で発生する白煙の影響で使用できないため、自社で開発した、熱電対とリモートセンサーシステムを組み合わせた装置を設置した(図3参照)。排ガスは大気放出、排水は下水道へ放流可能なように排ガス処理設備及び排水設備を設計した。

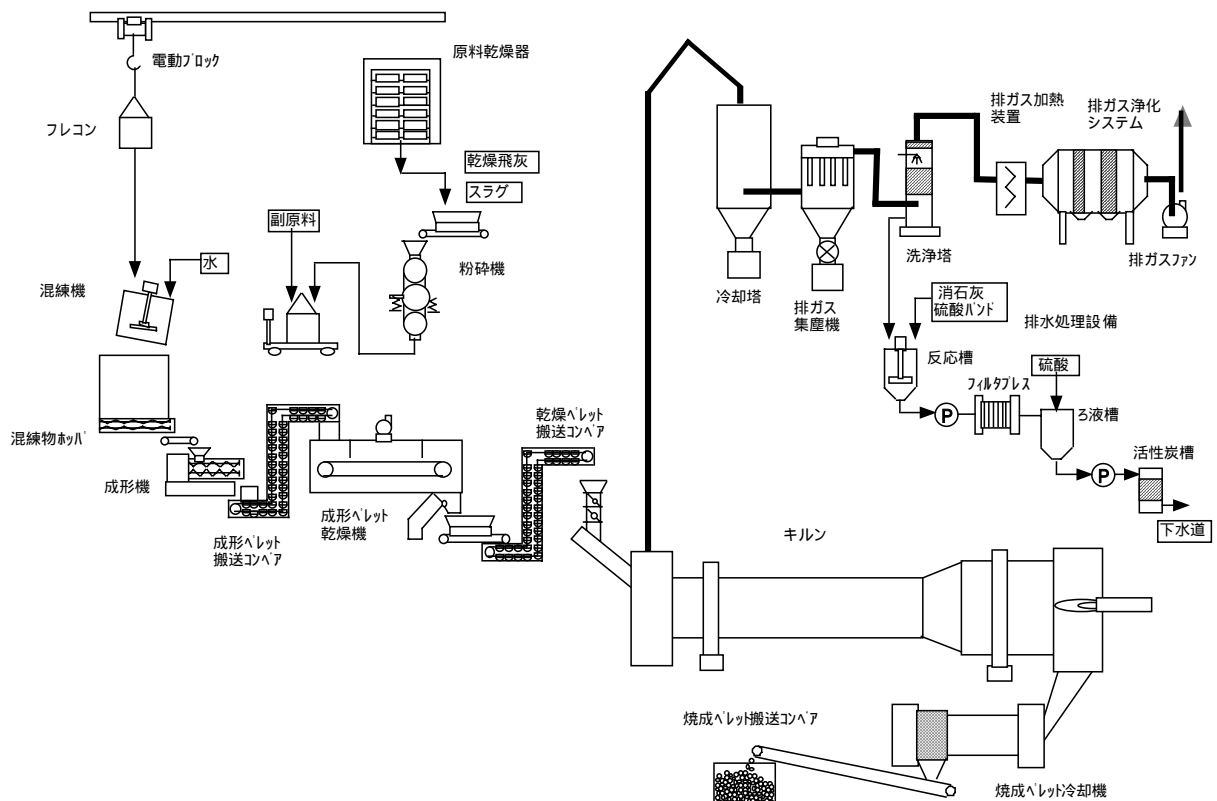


図1 実証試験設備フロー



図2 キルンリフター



図3 リモートセンサー

(2) 立上試験における無害化、骨材化の確認

立上げ試験で行った2バッチ(No.040310とNo.040316)の焼却飛灰と副原料の調合割合を表1に示した。また、その時の化学組成(飛灰及び副原料それぞれの分析値を基に調合割合で計算した組成=計算値)を表2に示した。

表1 飛灰と副原料の調合割合

(単位:%)

	飛灰	石炭灰	ヘマタイト	ベントナイト	コークス
No.040310	45.1	45.1	1.8	4.5	3.5
No.040316	50.1	39.1	2.1	5.0	3.9

表2 化学組成

(単位:%)

	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	ZnO	PbO	SO ₃	Cl	C
No.040310	36.8	16.1	6.2	10.5	0.2	5.3	4.4	1.1	0.4	2.6	5.9	5.0
No.040316	34.9	15.7	6.0	11.0	0.2	5.6	4.7	1.2	0.4	2.8	6.5	5.3

焼成試験で得られたペレットの溶出試験結果(環告46号)と全溶解法によるPb含有量分析結果を表3に示した。溶出試験では土壌の環境基準を十分クリアしていることが確認された。また、Pb含有量も100ppm以下でPbが十分揮発していることを確認した。

表3 焼成ペレットの溶出及びPb含有量分析結果

	溶出(mg/L)			含有量(ppm)		
	No.040310	No.040316	土壌基準	No.040310	No.040316	含有基準
Pb	0.003	0.003	0.01	60	20	150
Zn	0.007	0.007	-	未測定	未測定	-
Cd	<0.001	<0.001	0.01	未測定	未測定	150
Cr	0.001	<0.001	0.05	未測定	未測定	250
pH	9.9	9.4	-	-	-	-

2 バッチ (No.040310 と No.040316) の時間毎の圧潰強度推移を図 4 と図 5 に示した。
 No.040310 は安定して 60kgf 以上で、平均では 70kgf の強度を有していた。一方、No.040316 は時刻の推移とともに強度は安定し、60kgf 以上を十分クリアできていることを確認した。

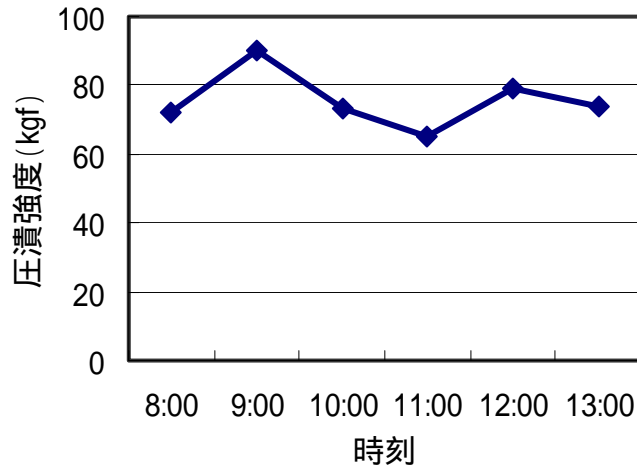


図 4 No.040310 の圧潰強度推移

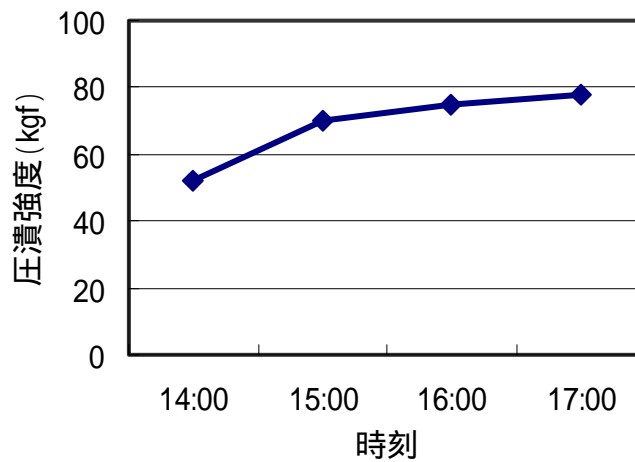


図 5 No.040316 の圧潰強度推移

(3) 排ガス中のダイオキシン類の濃度確認

No.040310 の焼成試験中に排ガス系の 5 箇所 (キルン出口、冷却塔出口、集塵機出口、洗浄塔出口及び活性炭等出口) からそれぞれガスをサンプリングし、ダイオキシン類の分析を行った。結果を図 6 に示した。集塵機出口まではダイオキシン類の低下は見られないが、洗浄塔で約 10 分の 1 になり、更に活性炭塔で 96% 吸着されていることがわかった。

大気放出でダイオキシン類濃度は 0.062ng-TEQ/Nm^3 であり、排出基準 (0.1ng-TEQ/Nm^3) をクリアしていることを確認した。

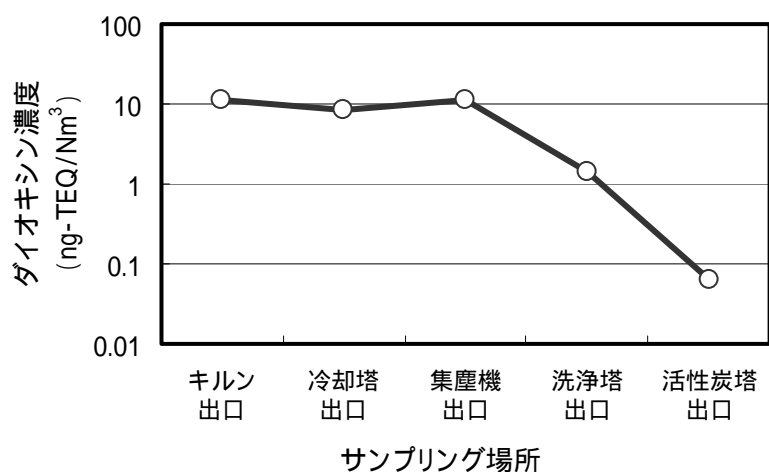


図6 排ガスのダイオキシン類測定結果

(4) 熔融飛灰の組成調査

表4 飛灰組成表

(単位：%)

成分	I市 クリーンセンター (焼却飛灰)	N市 清掃センター (焼却飛灰)	Y市 クリーンセンター (熔融飛灰)	Hi クリーンセンター (熔融飛灰)	KH社 (熔融飛灰)	KE社 (熔融飛灰)
SiO ₂	12.6	8.51	16.2	0.32	6.19	6.35
Al ₂ O ₃	7.26	3.17	6.34	0.32	1.50	1.26
Fe ₂ O ₃	1.23	0.48	1.25	0.35	1.60	3.76
CaO	37.0	31.1	12.3	35.0	26.4	6.26
Na	3.63	3.91	8.56	6.70	4.73	4.79
K	3.13	5.50	10.4	6.99	2.94	3.37
Cl	10.5	21.9	15.3	22.30	20.4	11.3
SO ₃	4.96	4.53	12.1	7.71	10.8	15.6
Pb	0.14	0.21	3.03	1.38	0.68	26.8
Zn	0.33	0.45	2.19	6.79	2.51	7.46
Cd	0.005	0.006	0.03	0.02	0.011	0.092
As	<0.001	0.002	0.012	0.005	0.002	0.012
Cr	0.02	0.006	0.04	0.012	0.02	0.014
Cu	0.02	0.05	0.21	0.29	0.38	0.79
Ni	0.006	0.006	0.01	0.004	0.01	0.012
Hg	0.0010	0.0012	0.0072	<0.0001	0.0005	<0.0001
Sb	0.007	0.02	0.04	0.039	0.089	0.22
Bi	0.002	<0.001	0.007	0.007	<0.001	<0.001
C	1.9	4.6	0.45	0.22	0.59	0.11

自治体及び産廃の焼却場の焼却飛灰及び熔融飛灰を入手し組成の分析を行った。表4にその結果を一覧表にまとめた。

I市、N市は焼却飛灰であり消石灰を添加した後の飛灰である。Y市はガス化熔融飛灰である(消石灰処理前)。消石灰の影響はあるものの、熔融飛灰の方がPb、Cd等の重金属および

Na、K等の濃度が高いことがわかった。Hi クリーンセンターは灰熔融炉の飛灰であり、SiO₂、Al₂O₃、FeO が低い特徴があった。KE社（シュレッダーダスト処理）の熔融飛灰は消石灰処理前であり、石灰分は低い、飛灰を熔融炉に繰り返している関係で飛灰中のPbが極端に高いことがわかった。

（5）コスト削減項目の抽出

炉床能力増強、排ガス改善（排ガス量の削減）等により、エネルギーコストを削減することで飛灰1トン処理あたり約2,800円の削減を見込んだ。

また、ヘマタイト、ベントナイト、コークス等の副原料を低価格で入手する方法を検討し、主として廃棄物で代替できる可能性があることがわかった。副原料のコストダウンで約8,100円を見込んだ。

表5にそれらの検討結果を一覧表にまとめた。削減額は期待値を示している。副原料の代替品の購入（入手）価格は、工場持込で0円として試算した。

これらのコスト削減案を実施することで、目標の10,000円削減が実現できる。

表5 コスト削減検討結果一覧表

削減項目		削減額（円/t）
1	炉床能力増強	600
2	排ガス改善	1,000
3	熱回収	200
4	液体燃料化（A重油）	1,000
5	副原料代替 ベントナイト	1,700
6	副原料代替 コークス	1,800
7	副原料代替 ヘマタイト	2,100
8	副原料代替 消石灰	1,500
9	発生廃棄物減	1,400
合計		11,300

3. 今後の予定

完成した実証試験設備を本格的に稼働させ、熔融飛灰等の処理実用化のための諸実験を行う。

具体的には、熔融飛灰等の灰類を原料に、高Pb含有灰類の無害化、高NaCl、KCl飛灰の焼成技術開発、高CaO飛灰の焼成技術開発を行う。更に、ダイオキシン類の挙動調査および分解・低減技術開発についても取り組む。

また、コストダウンについては平成15年度に検討した内容に沿って試験を実施する。