

アークプラズマによるアルミニウムドロス廃棄物の処理

廃棄物の無害化・再資源化による環境の保全

Aluminum Dross Waste Treatment by Arc Plasma

Environmental Preservation by Rendering Waste Innocuous and Recycling the Treated Waste

(電気利用技術研究所 高エネルギー応用G)

アークプラズマ加熱は、クリーンな電気エネルギーで、容易に数千度の高温が得られるため、難処理廃棄物の処理などの分野で利用が期待されている。そこで、現在管理型埋立で処理されているアルミニウムドロス残灰と呼ばれる廃棄物を、高温下での溶融処理により無害化し、さらに再資源化することを検討した。

(High Energy Application Group, Electrotechnology Applications Research & Development Center)

Arc plasma heating is a clean, electrical energy which can easily generate high temperatures of thousands of degrees Celsius. Due to this feature, arc plasma heating has potential for various applications, such as the treatment of hard-to-melt waste like aluminum dross waste which is currently disposed of in controlled landfills. For this reason, the feasibility of rendering aluminum dross waste innocuous by melting it under high temperatures and recycling the treated waste was examined.

1

研究の背景

アルミニウムの精錬工程で発生するアルミニウムドロス残灰（以下残灰と記す）と呼ばれる廃棄物は、窒化物、重金属類など環境に悪影響を及ぼす可能性のある成分を含んでいる。年間発生量は約25万トンで、大半が管理型埋立で処分されている。しかし埋立についても用地不足や雨水と残灰との化学反応によるアンモニア発生などの環境問題が表面化しつつある。

2

研究の概要

残灰は高融点（2050℃）の酸化アルミニウム（以下アルミナ）が主成分であり、溶融には1800～2000℃の高温が必要となる。そこで最高約1万度の高温を発生させることができるアークプラズマ加熱技術を利用して、残灰を溶融処理し、無害化した。さらに、このプラズマ処理残灰を原料として耐火物を作製し、再資源化を検討した。

下記に、再資源化として検討した2種類の耐火物（A,B）を示す。

A.耐火レンガ

不焼成ハイアルミナレンガ：鉄鋼精錬用取鍋（受鋼容器）向けを対象とした品質ベース

第1表 再資源化の評価試験項目

	試験名	適用基準
耐火レンガ	一般物理的性質試験	JIS R 2205
	圧縮強さ試験	JIS R 2205
	残存線膨張収縮試験	JIS R 2205
	スラグ浸食試験	JIS R 2205
不定形耐火物	線変化率試験	JIS R 2205
	圧縮強さ試験	JIS R 2205

B.不定形耐火物

最高使用温度1700℃の緻密質ハイアルミナキャストブル：各種窯炉向けを対象とした品質ベース

3

無害化処理試験

本研究では、第1図に示すプラズマ溶融炉で処理した残灰を試料として用いた。溶融炉の定格出力は60kWで直流移行型アルゴンプラズマを用いた。チャンパー内は大気雰囲気、大気圧とした。投入装置より残灰を連続的に投入し、チャンパー底部に設置したカーボンろつぼ内で溶融処理した。プラズマ処理後の残灰試料（以下処理残灰と記す）はEPMA、ICP-AES、原子吸光分析、熱伝導度法を用いて分析した。

4

再資源化の評価試験

プラズマ処理残灰の耐火物向け用途の可能性を調査するため、化学組成的に類似する既存の焼成ポーキサ

第2表 プラズマ処理前後の残灰成分

	単位	プラズマ処理前	プラズマ処理後
Al	mass%	26.9	1.60
Al ₂ O ₃	mass%	32.3	93.0
SiO ₂	mass%	7.39	2.97
Na ₂ O	mass%	5.82	0.16
MgO	mass%	4.29	4.28
K ₂ O	mass%	3.07	0.03
CaO	mass%	0.20	0.27
N	mass%	1.74	0.09
Cl	mass%	5.39	0.02
Cr	mg/kg	150	180
Pb	mg/kg	110	< 5
Cd	mg/kg	4	< 1
Sn	mg/kg	140	< 4

イトにプラズマ処理残灰を30%配合した耐火物（以下処理残灰30%置換品と記す）を試作し、第1表に示す試験を実施した。また、市販品をベースとした耐火物（以下オリジナル品と記す）を作製し、処理残灰30%置換品と同様の試験を行い、特性を比較した。

5 試験結果

(1) 組成分析結果

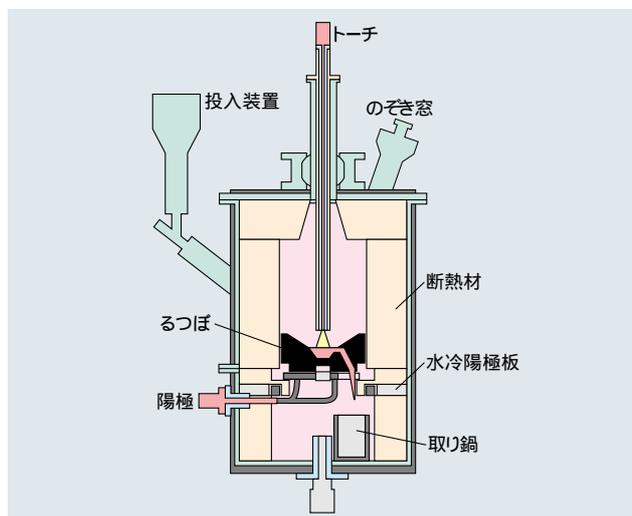
プラズマ処理前後の残灰の成分を第2表に示し、外観写真を第2図に示す。プラズマ処理により、残灰中の窒素分は、処理前の約5%にまで低減した。

(2) 溶出試験結果

環境庁告示第13号法による溶出試験において、有害成分の溶出が認められなかったことから処理残灰の無害化を確認した。

第3表 耐火れんがの強度試験結果

	オリジナル	処理残灰30%置換品
見掛気孔率 (%)	18.5	18.6
吸水率 (%)	6.5	6.4
見掛比重	3.50	3.56
かさ比重	2.86	2.90
圧縮強さ (MPa)	98	106
残存線膨張収縮率 (%)	-0.86	+0.73



第1図 当社プラズマ溶融炉



第3図 溶融炉スラグ浸食試験結果

(3) 耐火れんがの強度試験結果

耐火れんがの一般物理的性質試験、圧縮強さ試験、残存線膨張収縮率試験の結果を第3表に示す。

一般物理的性質試験、圧縮強さ試験では、処理残灰30%置換品はオリジナルとほぼ同じ数値を示し、同程度の特性を有することが分かった。残存線膨張収縮率では、対照的な性質がみられるが、鉄鋼用途の場合、1%程度の残存膨張性を必要とする場合が多く、この点では、処理残灰30%置換品の方が優れていた。

(4) 耐火れんがのスラグ浸食試験

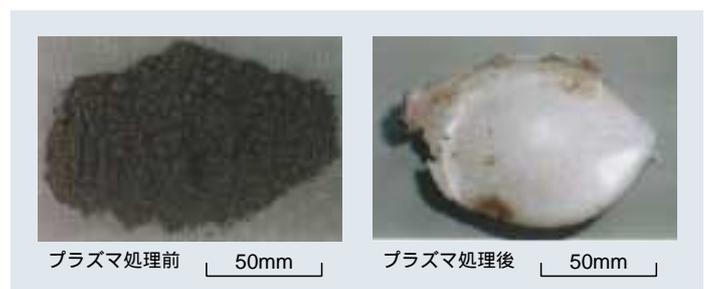
溶融炉用スラグ浸食試験を1300°C、50時間の条件で実施した結果、浸食はわずかで材質差は見られず、特に処理残灰30%置換品の方が変質層が少なく良好な結果となった（第3図）。

(5) 不定形耐火物の強度試験結果

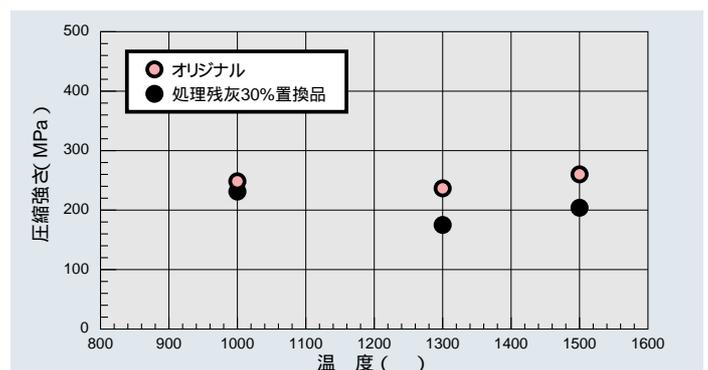
不定形耐火物の圧縮強さ試験の結果を第4図に示す。圧縮強さは、高温になるとやや低下するが、大きな差異はみられず、十分使用に耐えうると言える。

6 まとめ

プラズマ溶融処理を行った残灰の耐火物向け用途の可能性を調査し、ハイアルミナれんがおよびハイアルミナキャストブルを成形した場合の特性を評価した。高温になると強度特性に多少の差が生じるが、市販品の許容レベル程度には達しており、耐火物原料として残灰を利用することは可能と考えられる。



第2図 プラズマ処理前後の外観写真



第4図 不定形耐火物の圧縮強さ試験結果