

電気式灰溶融炉 (電気抵抗式, プラズマ式)

Electrical Ash Melting Furnace (Electric-Resistance Type, Plasma Type)

1. はじめに

焼却炉より排出される灰は溶融処理を行うことにより減容され、最終処分場の延命化並びに環境負荷の低減を実現する。本稿では、JFE 環境ソリューションズの保有する灰溶融技術の一つである電気式灰溶融炉を紹介する¹⁾。

2. 電気式灰溶融炉の特長

灰溶融炉の形式は大きく分けて二つに分類される。一つは灯油、コークスといった燃料の酸化燃焼熱により灰溶融処理を行う「燃焼式」、もう一つは電力を用いてアークやプラズマ、電気抵抗熱といったものを生じさせ、その発熱反応により灰溶融処理を行う「電気式」である。電気式は燃料式と比較して処理温度が高いため、重金属類含有量の少ない、高品質で安全なスラグを得ることができる²⁾。この高品質なスラグは、路盤材などとしての再利用上非常に有利である。また焼却炉の廃熱利用による発電電力を利用することができるため、化石燃料をほとんど使用せず、環境への負荷が少ない。

JFE 環境ソリューションズの保有する電気式灰溶融技術には、電気抵抗式およびプラズマ式がある。これらの溶融原理と特長について説明する。

2.1 電気抵抗式灰溶融炉

構造図を図1に示す。電気抵抗式灰溶融炉は、3相交流電気抵抗炉により溶融物に電流を印可し、これにより発生する電気抵抗熱(ジュール熱)を用いて溶融処理する、JFE 環境ソリューションズ独自の技術である。主な特長を以下に示す。

- (1) 炉内が還元雰囲気であるため HCl, NOx などの有害ガスの発生が少ない。
- (2) 灰が溶融スラグ層上にカバーリング層を形成し放射熱を抑制するので、排ガスによる熱の持ち出しが抑えられ、熱効率が極めて高い。
- (3) ジュール熱を利用した穏やかな溶融で、排ガス量が少なく、灰の随伴も少ない。
- (4) 還元雰囲気であるため、低沸点の重金属類は排ガス中に移行し、重金属類高濃度の溶融飛灰が得られる。そ

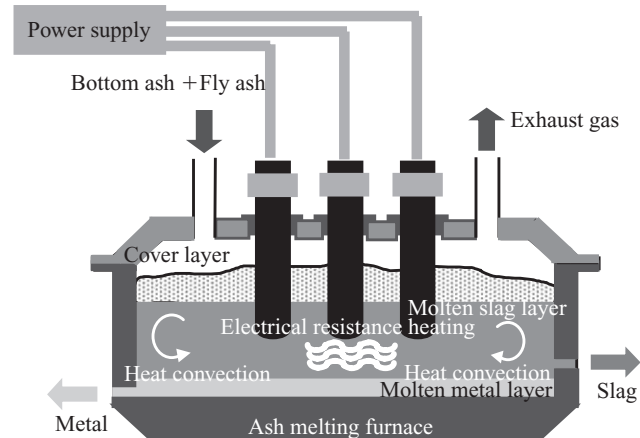


図1 電気抵抗式灰溶融炉構造図
Fig.1 Electric-resistance furnace

のため再資源化に有利である。

- (5) 特にスラグに関しては、以下の特長がある。
 - (a) 比重差を用いてメタルと分離出滓されるためメタルが混入しにくく、高品質なスラグが得られる。
 - (b) スラグは自らのヘッド圧により容易に排出される。
 - (c) 還元揮発により重金属類は排ガスへと移行するため、スラグへの含有が非常に少ない。
 - (d) スラグの空冷処理も可能であり、スラグの利用範囲が広い。

2.2 プラズマ式灰溶融炉

構造図を図2に示す。プラズマトーチ(陽極)と、炉底中心に位置する炉底電極(陰極)間に高電圧をかけてアークを発生させ、これに作動ガス(空気)によってプラズマ流を形成する。この放射熱を主な熱源として溶融処理する

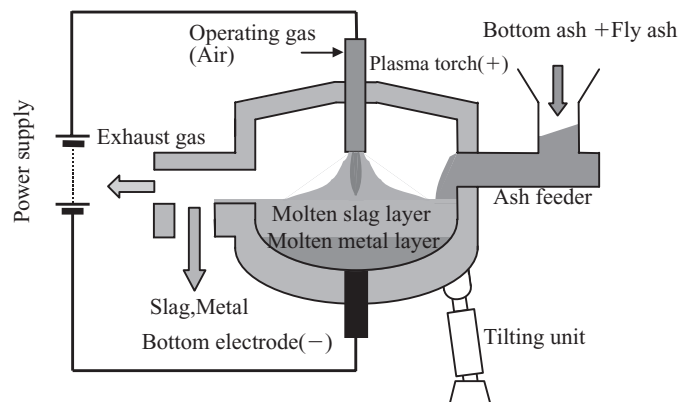


図2 プラズマ式灰溶融炉構造図
Fig.2 Plasma melting furnace

形式がプラズマ式灰溶融炉である。JFE 環境ソリューションズのプラズマ式灰溶融炉は、トランスファー式プラズマトーチを採用、コークスの添加により炉内を還元雰囲気保ち NOx を低減、傾動装置によるメタルの排出といった独自の技術を備えている。主な特長を以下に示す。

- (1) 弱電離プラズマ（電離度 1% 程度）を用いており、高温化しやすく、溶融温度も高いため、被溶融物の範囲が広い。
- (2) プラズマ流の輻射熱と、スラグのジュール熱およびスラグ層の対流によって被溶融物を高温で溶融する。このため前処理は簡易化され、また低沸点重金属が揮発分離しやすい。ストーカ炉飛灰（高濃度塩類・重金属）も単独で溶融可能である。
- (3) スラグ層とメタル層は分離されるため、再資源化しやすい。
- (4) 電極は金属（Cu）を使用しており、水冷しているため、寿命がきわめて長い。

3. 電気式灰溶融炉の稼働実績

表 1 に電気式灰溶融炉の実績を示す。各炉ともに重大な故障は発生せず、その特長を十分に発揮した安定操業を実現している。

表 1 JFE 環境ソリューションズ実績工場の電気式灰溶融炉
Table 1 List of supply of electrical ash melting furnace

	Customer	Capacity×Quantity	Processing object
Electric-resistance type	Tobuki, Hachioji City	18 t/D×2	Bottom ash
	Kanazawa, Yokohama City	60 t/D×1 (1 standby furnace)	Bottom ash
	Kasugai City	40 t/D×2	Bottom ash, Fly ash, shredded incombustible
	Haebaru, Naha City	26 t/D×2	Bottom ash, Fly ash
	NS-YUSHIRO CO., LTD.	27 t/D×1	Bottom ash
	Sasebo City*1	26 t/D×2	Bottom ash, Fly ash (Under construction)
	Nasu Area*2	14 t/D×1	Bottom ash (Under construction)
Plasma type	Kitayazu, Chiba City	24 t/D×1	Bottom ash, Fly ash (Operation suspended)
	Kyoto City*3	24 t/D×1	Fly ash, Glass cullet
	Shinminato, Chiba City*3	36 t/D×2 (1 spare furnace)	Bottom ash, Fly ash

*1 Contractor Kubota Corp.

Completion schedule on July, 2008

*2 Completion schedule on July, 2009

*3 Contractor Kawasaki Heavy Industries, Ltd.

*4 It has already introduced some furnaces in JFE Giho no.3

表 2 スラグ中の有害物質含有量、溶出試験結果例
(JIS A 5031, 5032)

Table 2 Contents and leaching test of heavy metals in slag
Electric-resistance furnace

Components	Contents of heavy metal (mg/kg)		Leaching test of heavy metal (mg/l)	
	Measured value	Regulation value	Measured value	Regulation value
Cd	<1	<150	<0.005	<0.01
Pb	<5	<150	<0.005	<0.01
Cr ⁺⁶	<5	<250	<0.04	<0.05
As	<5	<150	<0.005	<0.01
Hg	<0.05	<15	<0.000 5	<0.000 5
Se	<5	<150	<0.005	<0.01
F	120	<4 000	—	<0.8
B	140	<4 000	—	<1.0

Plasma melting furnace

Components	Contents of heavy metal (mg/kg)		Leaching test of heavy metal (mg/l)	
	Measured value	Regulation value	Measured value	Regulation value
Cd	<0.05	<150	<0.001	<0.01
Pb	<23	<150	<0.001	<0.01
Cr ⁺⁶	<2	<250	<0.005	<0.05
As	4.8	<150	<0.001	<0.01
Hg	<0.01	<15	<0.000 5	<0.000 5
Se	0.2	<150	<0.001	<0.01
F	—	<4 000	<0.08	<0.8
B	—	<4 000	<0.1	<1.0

4. スラグ組成

前述のように電気式灰溶融炉のスラグは高品質で安全性の高いものが得られる。表 2 に JFE 環境ソリューションズ実績工場の電気式灰溶融炉において得られたスラグの有害物質含有量測定並びに溶出試験結果例を示す。電気抵抗式、プラズマ式ともに、JIS A 5031 「一般廃棄物、下水汚泥又はそれらの焼却灰を溶融固化したコンクリート用溶融スラグ骨材」、および JIS A 5032 「一般廃棄物、下水汚泥又はそれらの焼却灰を溶融固化した道路用溶融スラグ」の基準値を大きく下回っており、安全性の高いスラグであることが確認できる。これらのスラグは、路盤材や空洞ブロックなどとして再資源化するのに有利である。

5. おわりに

以上のように、JFE 環境ソリューションズの電気式灰溶融炉は高い熱効率とスラグの品質を誇り、実績工場においても十分な成果を上げている。電気式灰溶融炉は優れた環

境負荷低減技術の一つとして，今後も多くの案件における採用が期待される。

参考文献

1) JFE 灰溶融炉技術. JFE 技報. 2004, no. 3, p. 60.

2) 澁谷榮一ほか. NKK 技報. 1999, no. 166, p. 7-15.

〈問い合わせ先〉

JFE 環境ソリューションズ 環境計画部計画室

TEL : 045-510-3650 FAX : 045-510-3765

ホームページ : <http://www.jfe-kansol.co.jp/>