

# ノントランスファー型プラズマ 溶融炉の高性能化

Performance of Plasma Melting  
Furnace Using Non-Transferred Type  
Plasma Torch



技術開発本部  
プロセス技術開発部 廃棄物処理室  
砂 田 浩 志  
Hiroshi Sunada  
環境プラント事業部  
技術部 計画室  
梅 園 庄 治  
Shoji Umezono  
環境プラント事業部  
操業技術部 施設管理室  
金 尾 英 治  
Eiji Kanao  
外 間 鉄 夫  
Tetsuo Sotoma  
技術開発本部  
プロセス技術開発部 廃棄物処理室  
清 水 由 章  
Yoshiaki Shimizu  
田 頭 成 能  
Shigeyoshi Tagashira

焼却残さに含まれるダイオキシン類などの有害物質の無害化、減容化の効果的な方法として、灰溶融技術がある。ノントランスファー型プラズマトーチをもちいた当社のプラズマ溶融は、幅広い種類の焼却残さにも対応することができ、主灰・飛灰混合溶融や飛灰単独溶融も安定しておこなえることが特長である。

本報では、当社のプラズマ溶融技術の特長と合わせて、安定稼働、プラズマ溶融炉の溶融炉耐火物およびプラズマトーチ電極の長寿命についても紹介する。

Ash melting is one of the effective treatment methods of incinerator ash for volume reduction and decomposition of hazardous content. Plasma melting furnace with using non-transferred type plasma torch, which Kobelco Eco-Solutions adopts, can be applied to various kinds of incinerator ash, including fly ash/bottom ash mixture, or fly ash only. In this article, we introduce advantages of non-transferred type plasma ash melting furnace, including stable operation in long term and long lifetime of both of plasma torch electrodes and furnace refractory.

## Key Words :

灰 溶 融	Ash melting
プラズマ溶融炉	Plasma melting furnace
ノントランスファー	Non-transfer

## 【セールスポイント】

- ・幅広い種類の焼却残さにも対応することができ、主灰・飛灰混合溶融、飛灰単独溶融も安定しておこなうことができる。
- ・溶融炉耐火物やプラズマトーチ電極の長期使用が可能である。

## まえがき

1990年代から、ごみ焼却にともない発生する焼却残さに含まれるダイオキシン類などの有害物質による汚染や、最終埋立地の不足問題から、溶融処理の導入が進められてきた。

その焼却残さの溶融設備には各種方式があり、熱源として、「燃料」、「電気」をもちいる方式(図1<sup>1)</sup>)に分けることができる。コークスや灯油などの「燃料」をもちいる方式にくらべて、焼却炉の廃熱ボイラで発生した蒸気を利用した発電電力をもちいて溶融処理する「電気」方式は、外部燃料の使用量が少なく、環境負荷が少ない。

この「電気」方式の中にもアーク方式、電気抵抗方式、プラズマ方式などがあり、当社はプラズマ方式を採用している。またノントランスファー型プラズマトーチの採用により、溶融対象物の性状に関わらず、安定して運転ができることが特長である。

本報では、運転の安全性、プラズマ溶融炉の溶融炉耐火物やプラズマトーチ電極の長寿命などの当社のプラズマ溶融技術の特長について説明する。

## 1. プラズマ式溶融炉の概要<sup>2)</sup>

### 1.1 プラズマ原理

プラズマを発生させる方法には、プラズマトーチ内に陰極と陽極の両方を有するノントランスファー型(以降、NTRと略)と、いずれか一方がトーチにあり、もう一方が被溶融対象物にあるトランスファー型(以降、TRと略)のふたつのタイプがある。

ここでは当社が採用しているNTR型プラズマ溶融についての原理と、その特長について説明する。NTR型プラズマトーチの概略図を図2に示す。

自身に陽極と陰極を有するNTRトーチ内でアーク

クを発生させ、そこに作動ガス(空気)を供給することで、プラズマジェットを発生させる。このプラズマジェットにより、供給される焼却残さを溶融する。

### 1.2 溶融プロセスフロー

溶融炉に加えて、併設する焼却炉を含めたフローの一例を図3に示す。

焼却炉で発生した焼却残さを、プラズマ溶融炉に供給し溶融する。溶融スラグは冷却水で水砕され、粒状の水砕スラグとして取出される。また、この水冷方式のほかに空冷も採用でき、各施設構成に合わせた方式を選択することができる。焼却残さ中の金

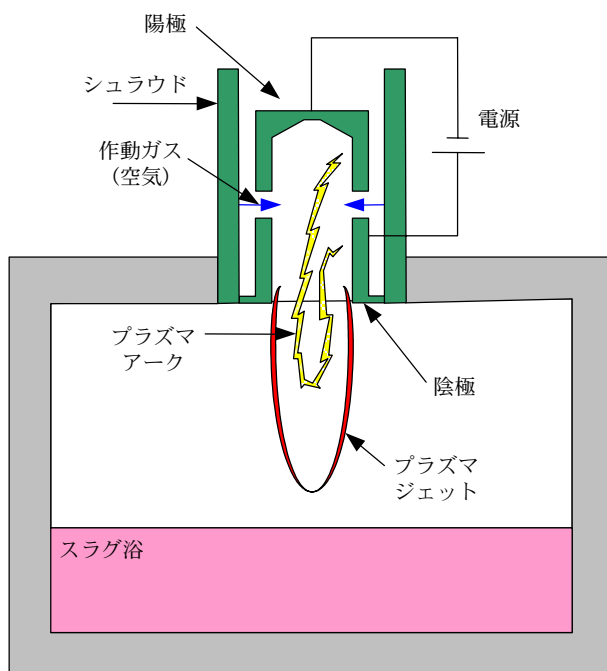


図2 NTR型プラズマトーチ概略図

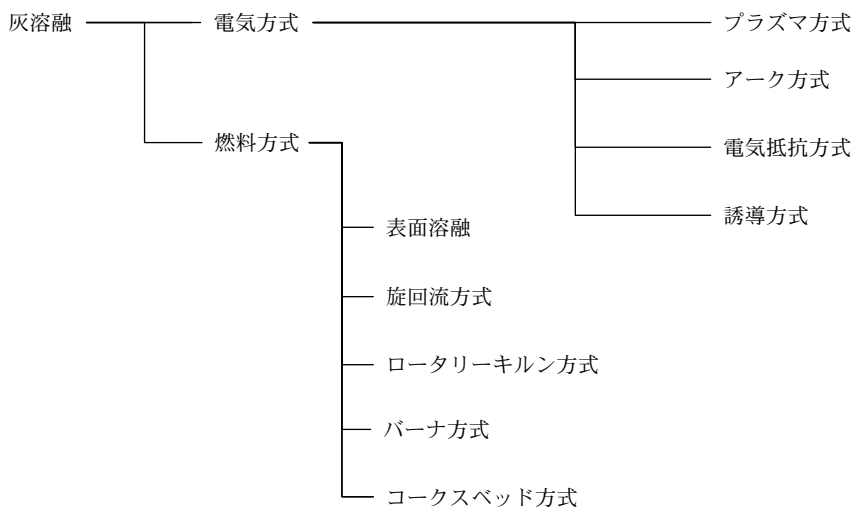


図1 各種溶融方式

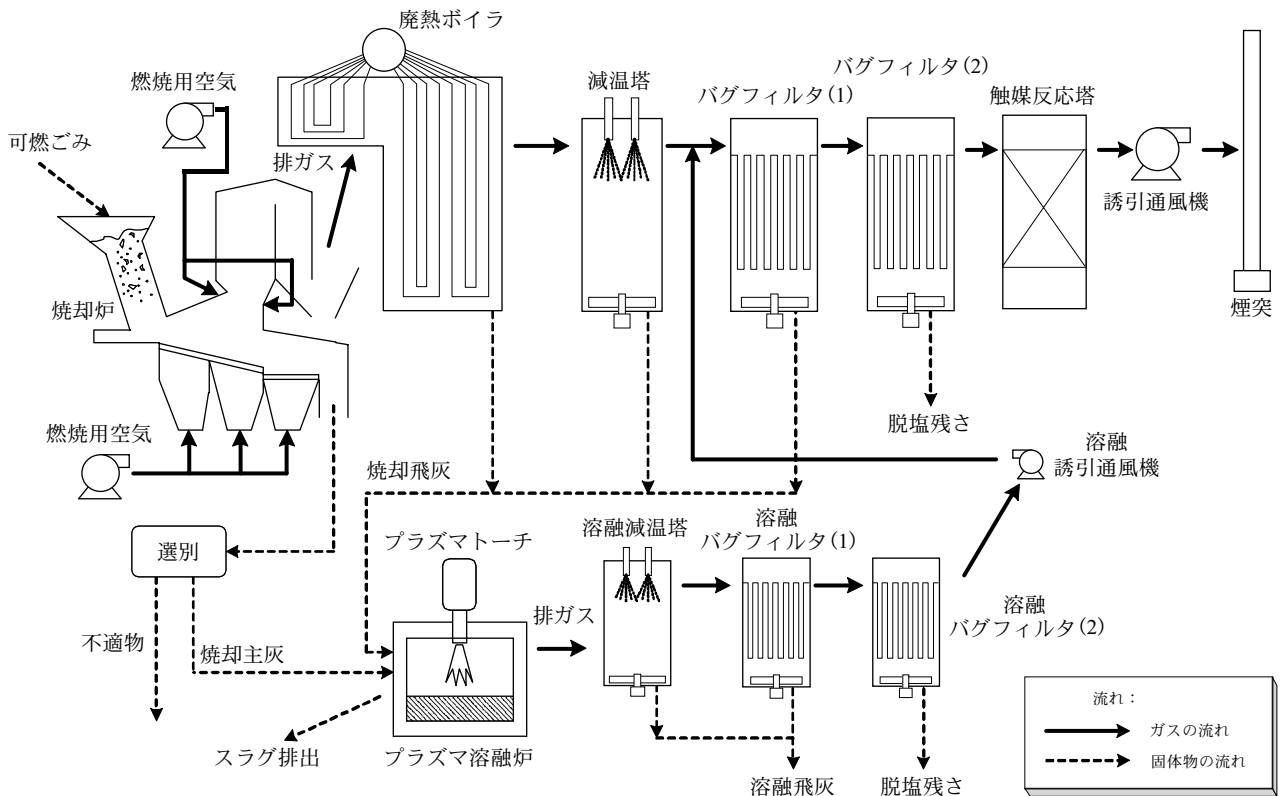


図3 焼却及び溶融処理フロー図

属は、溶融スラグ浴下に蓄積するため、定期的に炉側壁にタップ口を開けて溶融メタルとして抜き出している。

溶融排ガスは溶融減温塔で冷却され、溶融バグフィルタで除塵される。溶融炉で発生するHClやSOxなどの酸性ガスは、消石灰を吹き込むことで除去する。その後、焼却排ガスと合流して煙突から排出される。

また焼却残さに含まれるPbやZn、Cuなどの重金属類は、溶融排ガス中に揮散したのち、溶融バグフィルタで捕集される溶融飛灰中に濃縮される。この溶融飛灰は、山元還元して資源化が可能である。山元還元とは溶融飛灰から有価金属を回収することであり、また溶融飛灰を埋立て処分する必要がない。

当社のNTR型プラズマ溶融炉を納入した加古川市新クリーンセンターでは、溶融飛灰を山元還元して資源化をおこなっている。

### 1.3 NTR型プラズマ溶融炉の特長

NTR型プラズマ溶融炉の主な特長を以下に示す。

(1) 主灰・飛灰混合や飛灰単独溶融でも安定した運転性

主灰・飛灰混合や飛灰単独溶融では、灰中の塩素分濃度が高いため、TR型プラズマ方式、アーク方式、および電気抵抗式の溶融炉では、通電状況が変

わりやすく溶融状態が不安定になる。また塩化物が溶融炉出口や2次燃焼室で析出するので、閉塞が起こり、運転の阻害因子となる。

しかしNTR型プラズマ溶融炉では、プラズマアークがトーチ内で完結するため、塩素や塩基度等の灰分の性状や、溶融スラグの性状による影響がない。また炉底電極に通電する必要がないため、炉頂から溶融炉全体を均一に加熱することができ、溶融炉出口も高温に維持できることから、塩化物による閉塞が起こらない。

(2) 運転の容易性

アーク発生点を電磁力によって広範囲に移動させることや、電極を水冷することにより、プラズマトーチ電極の寿命は長い(約2カ月交換作業不要)。そのため、トーチ交換時に必要な操業停止頻度は少ない。

また炉底電極に通電する必要がないため、炉の立ち上げが容易である。

その他、灰の供給量の変動に応じた幅広い出力範囲への調整が容易であり、低負荷運転も十分対応できるなどの特長がある。

(3) 運転の安全性

プラズマトーチの作動ガスに空気もちいており、溶融炉からのCO等の可燃性ガスはほとんど発生せ

表1 納入実績

施設名		下関市環境部奥山工場	加古川市新クリーンセンター	クリーンピア射水
焼却炉	焼却方式	ストーカ式	流動床式	流動床式
	焼却能力	180 t/d × 1	144 t/d × 3	46 t/d × 3
溶融炉	溶融対象物	主灰 + 飛灰 + 隣接焼却炉の灰	飛灰	飛灰
	溶融能力	41 t/d	30 t/d	12 t/d
	プラズマトーチ	ノントランスファー × 2	ノントランスファー × 1	ノントランスファー × 1

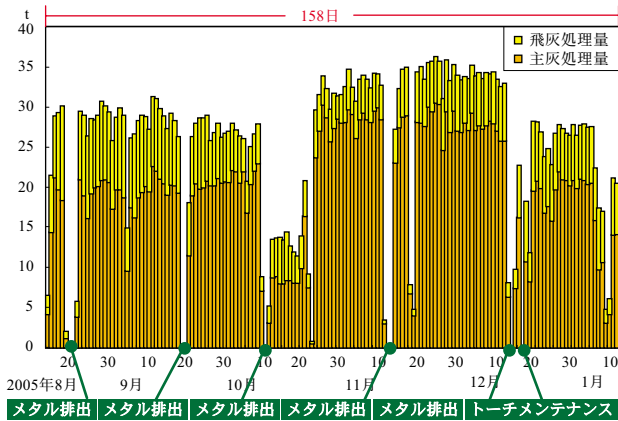


図4 下関市環境部奥山工場の運転実績例

ず、炉内は酸化雰囲気運転できる。よってダストによる閉塞がおりやすい2次燃焼室が不要である。

また金属製の炉底電極が不要であり、炉底を耐火物だけで構成できるので炉底からのメタル漏れなどが起こらない、プラズマトーチからの漏電が起こらないなど、安全性に優れている。

## 2. 納入実績

NTR型プラズマ溶融炉の納入実績を表1に示す。焼却飛灰単独溶融炉の施設もあるが、いずれも安定操業を続けている。

## 3. 運転実績

### 3.1 運転稼働状況

図4に下関市環境部奥山工場の連続運転実績を示す。

本施設では約1カ月ごとに溶融メタルを抜き出しているが、起動・停止が容易なため、1日で運転を再開することができる。

また焼却施設から発生する飛灰をほぼ全量溶融処理しているが、飛灰混合による運転への支障はない。

### 3.2 電力原単位

図5に各施設の電力原単位と灰処理量の関係を示す。

各施設とも灰処理量が増加するほど電力原単位は低下する。

また、スケールアップ効果が見られ、もっとも溶

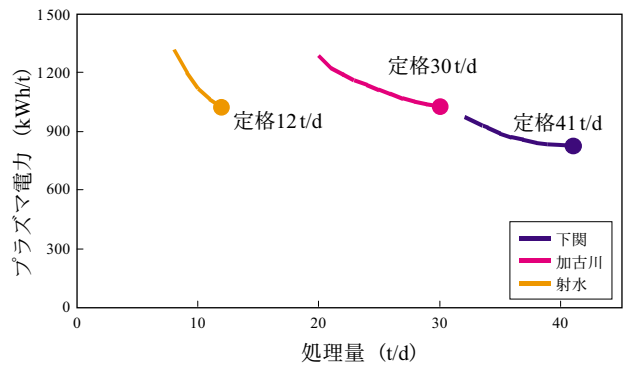


図5 電力原単位

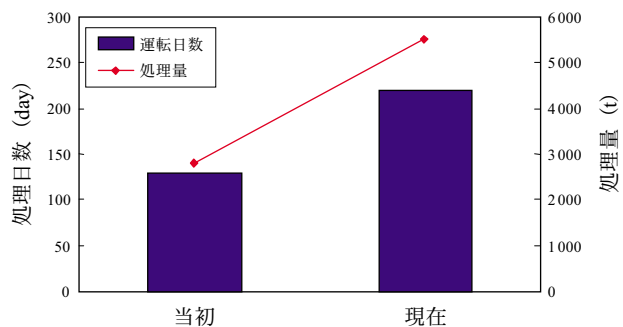


図6 側壁レンガの更新期間の推移

融能力の大きい下関市環境部奥山工場では、通常運転時 (35 t/d) で約890 kWh/tであった。

### 3.3 耐火物損傷状況

運転稼働状況で説明したとおり、各施設によって期間が異なるが、耐火物の簡易な部分補修をおこなうことで、側壁レンガの更新期間を延ばしている。図6に下関市環境部奥山工場の側壁レンガの更新期間、およびその期間中の処理量をまとめた。

当初、130日程度の運転期間ごとに、耐火物の更新をおこなってきたが、現在は損耗が顕著に現れる前に、当該箇所を中心に部分的に補修することで、耐火物の長期使用を図っている。

### 3.4 プラズマトーチ電極寿命

プラズマトーチ電極に、水冷の銅合金製電極をもちている。これに加えて、プラズマアーク発生点

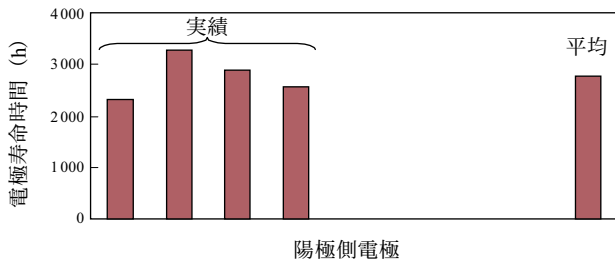
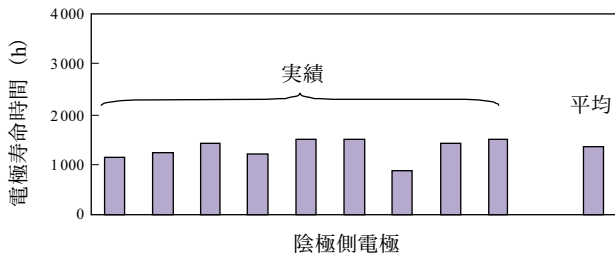


図7 プラズマトーチ電極寿命

を電磁力によって広範囲に移動させることで、プラズマ電極の局所的な損耗の低減を図っている。

直近の加古川市新クリーンセンターにおける、プラズマトーチの電極寿命について図7にまとめた。陰極側電極で平均1300時間、陽極側電極で平均2770時間であった。プラズマトーチ電極の交換は約2カ月ごとであり頻繁におこなう必要はなく、安定して連続運転をおこなうことができる。

### 3.5 ダイオキシン類挙動

焼却飛灰中のダイオキシン類が、焼却施設からの総排出量のほとんどを占めており、焼却飛灰中のダイオキシン類の無害化は重要である。

表2 ダイオキシン類排出量

スラグ	0.0000026 ngTEQ/g
熔融飛灰	0.019 ngTEQ/g
脱塩残さ	0.0088 ngTEQ/g
排ガス	0.0013 ngTEQ/m <sup>3</sup> <sub>N</sub>
総排出量	0.42 μgTEQ/ごみ ton

下関奥山工場において、その飛灰を含んだ混合灰を熔融した場合のダイオキシン類排出量を表2に示す。

熔融処理をおこなうことで、熔融炉から排出する各項目のダイオキシン類濃度は、基準値を十分に下回る。また施設から排出される総排出量は、0.42 μgTEQ/ごみ ton と十分に低い結果となった。焼却飛灰の熔融処理は、ごみ焼却施設から排出されるダイオキシン類の低減に大きな効果を持っているといえる。

### むすび

当社のプラズマ熔融炉の特長を紹介した。

今後もさらなる運転の安定性、操作性の向上に努めるとともに、用役費や補修費の低減に取組み、プラズマ熔融技術のさらなる性能向上を目指していきたい。

#### [参考文献]

- 1) 循環社会の輪をつなぐごみと下水の熔融スラグ(エコスラグ)有効利用の課題とデータ集, (2005)
- 2) 高橋正光: 神鋼環境ソリューション技報, Vol.1, No.1 (2004), p.22