

# 焼却灰から溶融スラグを製造

## ～高品質溶融スラグの製造技術～

共同研究者：神奈川県

### 1. はじめに

神奈川県では、増大する下水汚泥に対し埋立処分場の確保が年々困難となってきた。また環境面からも、下水汚泥の有効利用の促進が緊急の課題となっている。

このため同県では、まず各処理場において焼却による減量化を図ったうえで、この焼却灰を溶融処理して高品質な溶融スラグを製造し、広域的な有効利用を進める方針である。有効利用の方向としては、公共事業を中心とした建設資材としての大量の需要が見込まれる。特に首都圏では、天然の碎石や骨材の供給量が漸減していることから有望といえる。また、長い海岸線を有する神奈川県ならではの利用先として、養浜砂としての活用も検討されている。

このため焼却灰の一層の減量化と安定化はもとより、建設資材として天然資材と同等の品質を有し、多様な用途が期待できる溶融スラグを

製造する新技術が必要とされている。

神奈川県と（財）下水道新技術推進機構は、平成6年度から3カ年にわたり高品質溶融スラグの製造技術についての共同研究を実施した。

### 2. 実用化研究の概要

本研究の対象技術は、焼却灰を溶融処理し、融液を温度管理しながら保温コンベア中で徐冷することにより、結晶化の促進された高品質の溶融スラグを製造するものである。本技術のフローを図-1に示す。

相模川流域柳島管理センターに設置した実証実験設備（195kg/h）（写真-1）により、スラグ結晶化技術の装置化へ向けての確認と、装置の最適設計・操作条件を把握するとともに、実施で処理対象とする他処理場（四之宮、酒匂）の焼却灰を用いた結晶化スラグの実用性を確認した。またスラグの利用用途として、路盤材、

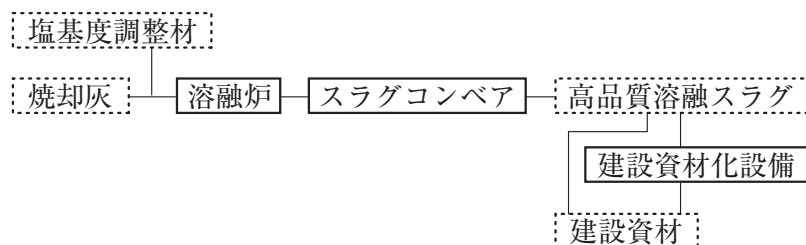
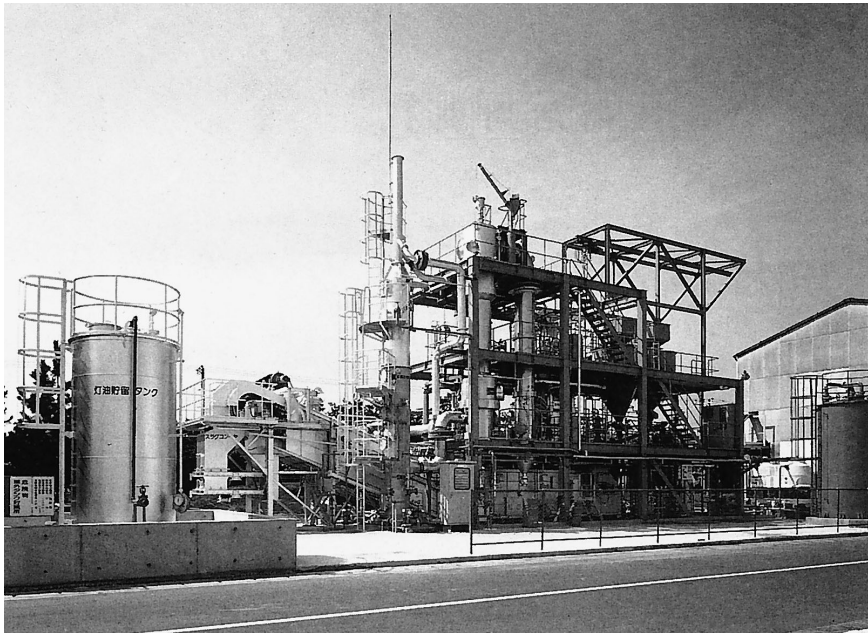


図-1 高品質溶融スラグ製造設備フロー



写真—1 実証実験設備（柳島管理センター）

骨材，砂を想定し，実験で得られた結晶化スラグを用いた実証規模での検討を行った。

さらに，高品質溶融スラグ製造コストの試算および県内を対象とした流通手法について検討した。

### 3. 研究結果

#### 1. 焼却灰溶融・スラグ化実験

(1) 溶融炉出口以降のダクトを改造し，溶融スラグの飛散，炉出口ダクトにおける飛散ダストの固着を原因とする閉塞を防止する構造とした。これにより連続運転が可能となった。

(2) スラグ化率向上対策として，溶融助剤を炭酸カルシウムから酸化カルシウムに変更した。その結果，出湯スラグの流動性が向上し，スラグの捕集効率（スラグ化率）が70%以上に改善された。

(3) 灰投入量150kg-灰/hを基本として300時間規模の連続運転を実施し，おおむね安定した運転性能を確認した。

(4) 温度条件（再加熱の有無）の異なるスラグ製造実験を行い，結晶化率，土木試験結果により再加熱処理の有効性を確認した。

(5) 再加熱条件でのスラグと急冷条件のスラグとを比較すると，明らかに再加熱条件でのスラ

グの方が結晶化率が進んでいた。

(6) すり減り減量は，急冷スラグで30%以上，熱処理スラグでは23%程度で，熱処理の有効性を確認した。表—1にスラグの土木試験結果を示す。

(7) スラグの溶出試験では，土壤環境基準で規定されている6種の重金属は全て定量限界以下であり，基準値を満たした。

(8) スラグコンベアの運転条件については，基礎実験で設定した熱処理パターン（700℃-60分/900℃-60分）に近い温度変化を確認した。

#### 2. スラグ利用試験

##### (1) 路盤材

破碎したスラグを用いて基本的な土木試験を実施した結果，路盤材の実用範囲内にあることを確認した。

##### (2) 砂

砂化装置で処理することで丸みのある砂が得られた。有害物質の溶出もなく，砂としての利用可能性が明らかとなった。

##### (3) 透水性インターロッキングブロック

スラグ混合割合が50%（容積）で，透水性能，強度ともに規格を満たすブロックを試作することができた。

##### (4) コンクリート用骨材

自然石の90%程度の圧縮強度および安定性を

表一 1 スラグ基本土木試験結果

| 項 目                    | RUN20 |       |       |       | RUN21 |       | RUN22 |       |
|------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                        | I     | II    | III   | IV    | V     | VI    | VII   |       |
| スラグコンベヤ                | 再加熱有  |       |       |       | 再加熱無  |       | 空(急)冷 |       |
| 灰投入量(kg/h)             | 74.8  | 135.3 | 187.6 | 86.7  | 148.9 | 176.9 | 156.7 |       |
| 生石灰投入量(kg/h)           | 14.2  | 26.7  | 37.9  | 18.8  | 32.6  | 38.8  | 33.4  |       |
| 塩基度(-)                 | 0.94  | 1.06  | 0.98  | 0.95  | 1.06  | 0.94  | 0.93  |       |
| 比重(g/cm <sup>3</sup> ) | 表乾    | 2.818 | 2.695 | 2.714 | 2.798 | 2.701 | 2.735 | 2.611 |
|                        | かさ    | 2.791 | 2.677 | 2.704 | 2.790 | 2.686 | 2.726 | 2.597 |
|                        | 見掛    | 2.878 | 2.721 | 2.731 | 2.814 | 2.727 | 2.750 | 2.643 |
| 吸水率(%)                 | 1.148 | 0.555 | 0.376 | 0.302 | 0.557 | 0.319 | 0.529 |       |
| 単位容積重量(kg/ℓ)           | 1.781 | 1.640 | 1.724 | 1.783 | 1.751 | 1.779 |       |       |
| すり減り減量(%)              | 23.54 | 23.33 | 24.37 | 22.88 | 26.59 | 25.93 | 30.31 |       |



写真一 2 高品質溶解スラグ

確認した。使用目的によっては充分利用可能であることが明らかになった。

### 3. 流通手法の検討

神奈川県内の骨材に関する需給状況を調査した結果、潜在的な骨材需要量は大きいものと推定された。また、海岸侵食に関する調査例によれば、海岸後退対策としての養浜砂需要も大きく、この面での利用も考えられる。

## 4. まとめ

平成6年度から3ヵ年の実用化研究で明らかとなった事項を要約する。

### (1) 対象灰の性状

柳島管理センター灰と四之宮管理センター灰は成分的に近く、塩基度は0.2~0.4程度、P2O5が15~20%程度含有していた。酒匂管理センター

灰はSiO<sub>2</sub>が50%と高く塩基度は年間を通して0.1程度であった。

### (2) 基礎実験

発生量の多い柳島管理センター灰で、結晶化を促進する熱温度パターンとして「700℃-60分保持→900℃-60分保持」を求めた。このときの主たる結晶はリン酸カルシウムであり、基本的な評価試験から実用に供せられることを確認した。

### (3) 実証運転

実証設備を建設して、主に柳島管理センター灰を試料にスラグ製造実験を行い、製造されたスラグ(写真一2)の性状を調べてその運転特性を把握した。

### (4) スラグ利用試験

用途として路盤材、骨材、砂に着目して、加工および試作を行い、おおむね実用性を把握した。

### (5) 流通手法の検討

神奈川県内の骨材に関する需給状況を調査した結果、潜在的な骨材需要量は大きいものと推定された。また、養浜砂としての利用も考えられる。

### (6) 実設備化に向けて留意事項

実設備の設計、建設に向けてはスラグ化率向上に対する検討やスラグ利用技術に関するデータ蓄積を進めていく必要がある。