

高品質溶融スラグ製造技術に 関する実用化研究

1. 調査の背景と目的

神奈川県では、下水汚泥の発生量の増大に対して埋立処分場の確保が年々困難になってきている。一方、環境面での配慮から下水汚泥の有効利用を促進することが緊急の課題となっている。

同県では、まず各処理場において焼却による汚泥の減量化を行ったうえで、この焼却灰の溶融処理による広域的な有効利用を実施する方針である。

有効利用の方向としては、建設資材利用に大量の需要が見込まれ、主に公共事業を中心に普及拡大が可能と考えられる。特に、首都圏では天然の碎石・骨材の供給が漸減していることから、この用途は有望である。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海砂も検討されている。

こうしたニーズから、焼却灰の一層の減量化、安定化はもとより、建設資材として天然資材と同等品質を有し、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。

本研究の対象技術は、焼却灰を溶融処理し、融液を保温コンベヤ中で熱処理することで、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。

なお、本研究は、新技術活用モデル事業として、平成6～8年度の3ヶ年度にわたって、神奈川県と財団法人下水道新技術推進機構が共同で実施するものである。

2. 研究内容

本実用化研究の研究項目は以下のとおりである。

- (1) 焼却灰の広域的集約・有効利用
- (2) 省エネルギー型高品質溶融スラグ製造技術の開発
- (3) 高品質溶融スラグ利用製品の製造・流通手法の確立

本年度は、前年度の基礎調査の結果を受けて設計された実証実験設備（195kg灰/H）を相模川流域柳島管理センターに設置し、実験室レベルで確認されたスラグの結晶化のための熱処理条件の再現と高品質スラグの安定した製造の可能性の検討を行った。

図-1に実証実験設備のフローを示す。

3. 研究結果

3.1 実験工程および内容

表-1に今年度実施した各実験における実験目的と実証設備の運転条件を示す。

設備の処理量は、当初195kg灰/Hを予定していたが、実運転では安定した溶融状態の確保が困難な状況が発生したため、処理量を下げた実験を行った。

各工程で実施した主な内容は次のとおりである。

3.1.1 予備実験

溶融スラグを熱処理するスラグコンベヤについて、設置されている再加熱バーナの熱容量やコンベヤ内部の温度分布など、結晶化に必要な条件を再現する設備の性能を確認した。

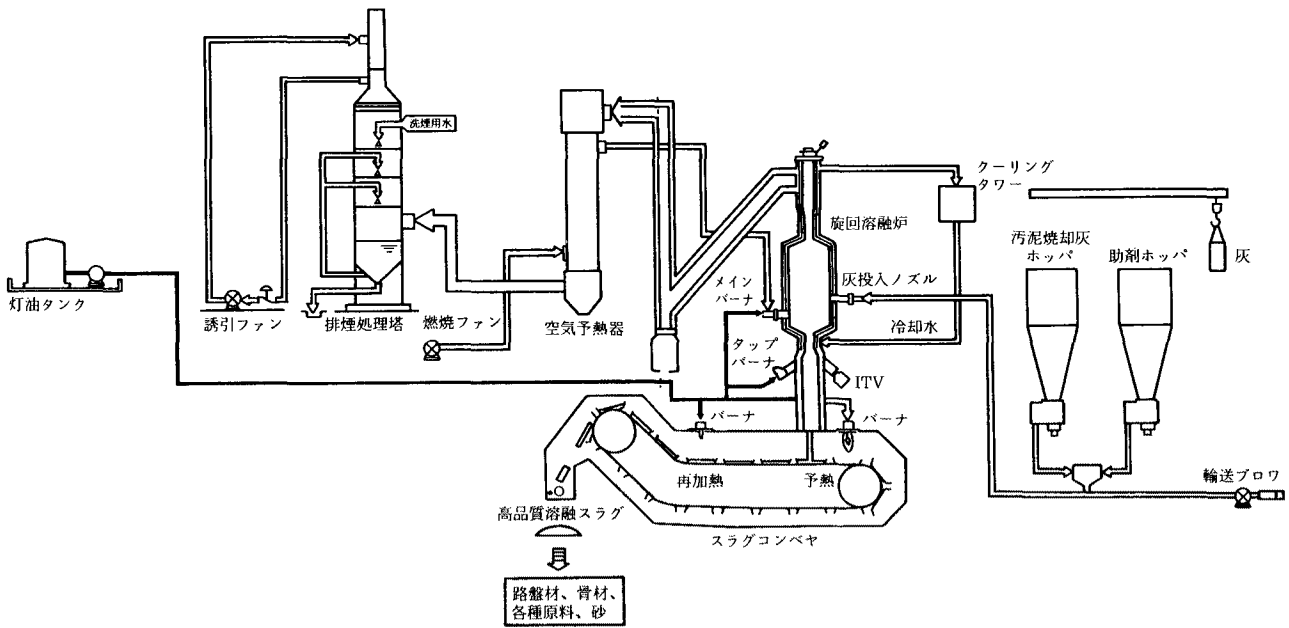


図-1 実証設備フロー

表-1 高品質スラグ製造技術実証設備運転条件一覧

実験No.	実験目的	工程 A B 連続	溶融炉運転条件			スラグコンベヤ運転条件									
			灰投入量 (kg- ash/h)	塩基度 (-)	炉内温度 (℃)	再加熱バーナ						コンベヤ 送りピッチ (min/t ^{off})			
						位置						燃焼量(L-灯油/h)			
						I	II	III	IV	V	VI	総量	本当たり		
1	予備実験 スラグコンベヤ加熱試験 ・再加熱熱量の推定	8h										3	3	停止	
2	同上	8h										3	3	停止	
3	同上	8h										3	6	停止	
4	灰の溶融特性把握 ・溶融炉運転条件(処理量、 炉内温度など)の確認	A	70	1.0	1350									10	
5	同上 1/2負荷による運転の持続 (T1~T5:煙道スラグ付着対策)	A	68	1.0	1420									10	
6	スラグ結晶化条件把握 ・加熱条件確認 パラメータ: スラグ層厚さ	A	135	1.0	1430	○				○		Qf	Qf/2	30	
7	同上	A	87	1.0	1430					○		Qf/2	Qf/2	30	
8	同上	A	(100)	1.0	1450	○						Qf/2	Qf/2	30	

3.1.2 灰溶融特性の把握

安定した溶融を確保するための溶融炉の運転条件、灰投入量、塩基度、炉内温度などの諸条件について確認した。

3.1.3 結晶化条件の把握

スラグコンベヤの熱処理において、再加熱バーナの設置位置や燃焼量、コンベヤの送り速度等の結晶化に与える影響について確認した。

3.2 実験結果

3.2.1 予備実験

コンベヤのモールド内に砂を充填し、これをバーナで加熱し、その温度上昇および雰囲気温度等のデータ採取を行った。この実験データを基に、計画時のシミュレーションで得られたバーナ熱容量を検証したところ、設計において必要と考えられていた容量を十分に満足するものであることが確認された。

3.2.2 溶融特性の把握

- (1) 実験開始まもなく、溶融炉出口ダクト内に溶融物とダストが付着し、設計量の灰の投入を確保することはできなかった。この原因としては、
- ① 飛散ダスト量が多い
 - ② ダクト内にダストが固化し易い温度域が存在している
 - ③ ダクト内の壁面にダストを衝突させる流れが生じている

等が考えられ、種々の対策を講じたが、投入量は設計量の半分である100kg/hで数時間の運転の確保が限界であった。

- (2) 溶融に必要な炉内温度は1,420~1,430℃とほぼ設計値どおりであった。
- (3) 溶融における塩基度は1.0で特に問題はなかった。

また、溶融炉へ投入された灰の石灰石の量から推定されるスラグ量に対する発生スラグの割合は

表-2 溶融スラグおよびダクト付着物の組成

	出湯スラグ	炉出口部付着物	
		溶融物	ダスト
SiO ₂	31.38	23.78	23.22
Al ₂ O ₃	14.49	16.04	15.75
CaO	28.15	23.87	23.76
Fe ₂ O ₃	4.51	3.35	3.32
P ₂ O ₅	10.81	18.76	19.15
ZnO	0.064	0.307	0.365
Na	0.629	0.660	0.681
K	0.97	2.00	2.32
Cd	<0.005	<0.005	<0.005

表-3 排煙処理等排水性状

	単位	排水	原水(処理水)
pH	—	5.9	7.0
BOD	mg/ℓ	6.4	17.5
COD		16.8	17.2
SS		740	16
T-CN		<0.05	<0.05
T-Fe		13.3	0.59
Cu		1.75	<0.05
Cd		<0.01	<0.01
Pb		0.59	<0.05
Zn		8.19	0.52
T-P		59.5	1.9
O-P		<0.05	<0.05
T-Hg		<0.0005	<0.0005
R-Hg		<0.0005	<0.0005
Cr ⁺⁶		<0.05	<0.05
As		0.10	<0.01
PCB		<0.0005	<0.0005
T-N	▼	14.6	15.8

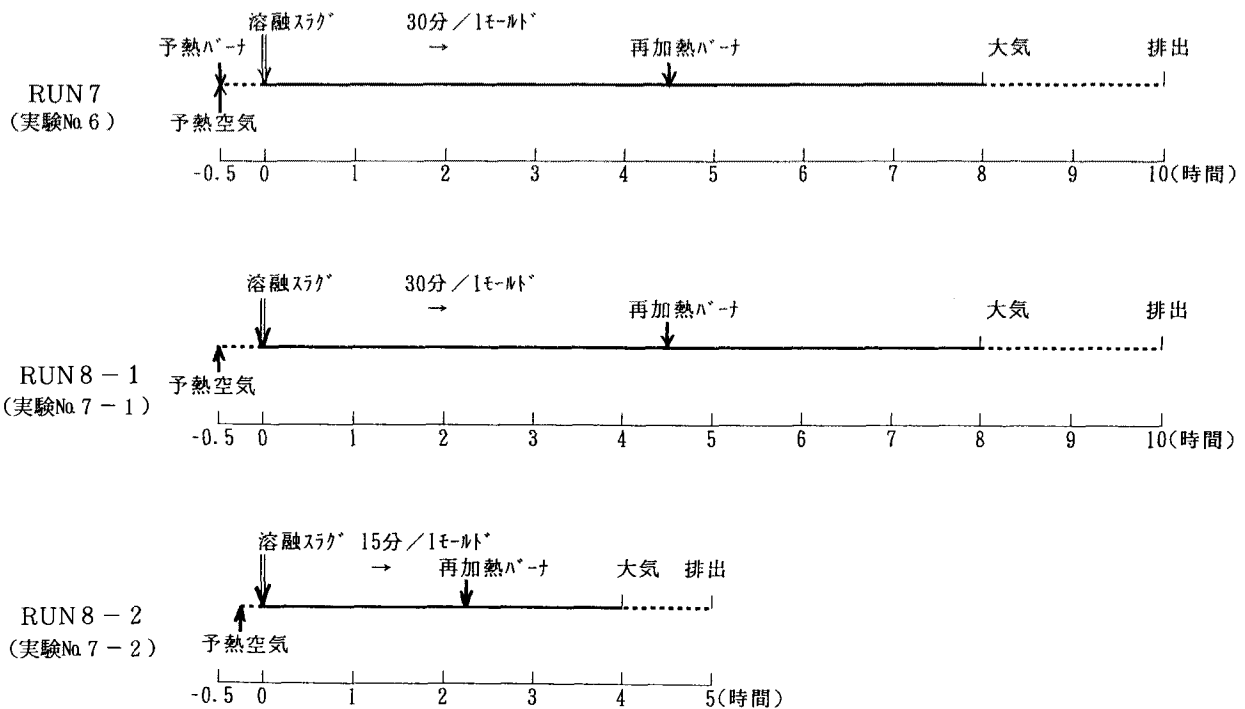


図-2 スラグコンベア熱処理条件

50～60%であった。

(4) 熔融処理から排出される排ガスについては、飛散ダストが多いことから、ダスト濃度が高く検出されているが、それ以外は特に問題となるものはなかった。

また、排煙処理塔排水については、ダストの補足によりSSが高い値を示していることと、熔融処理で気散した灰中の低沸点金属類の増加が認められた。

3.2.3 結晶化条件の把握

- (1) 熔融処理量が設計の半分以下となったため、コンベヤの容量とのアンバランスが生じ設備としての実証は難しいと考えられたが、少量のスラグにより熱処理特性の確認を行った。
- (2) 再加熱バーナの本数とコンベヤの送り速度を変化させてスラグの結晶化率を測定したところ、顕著な差はないものの熱処理を加えたものの方が結晶が多く確認された。(表4参照)

表-4 スラグの結晶化率

熱処理条件	結晶化率
非熱処理・徐冷	89.1%
熱処理(11°→12)・30分/1t-1t'	90.1%
熱処理(11°→11)・30分/1t-1t'	94.7%
熱処理(11°→11)・15分/1t-1t'	96.6%

実証設備が予定の能力を確保できないと、スラグコンベヤでの熱処理特性等の確認は可能であるが、本設備の実用機に向けての各種諸元の検証等の本来の実証実験の目的が達成できない。そこで、当面は熔融設備の改造とシステム全体の容量の見直しを検討することとした。

次年度は、改造後の実験設備により本年度確認された事項の再検証と有効利用に向けてのスラグの資材化試験を実施する予定である。

4. 課題と今後の予定

本年度は、実証実験において十分な成果を得ることはできなかった。

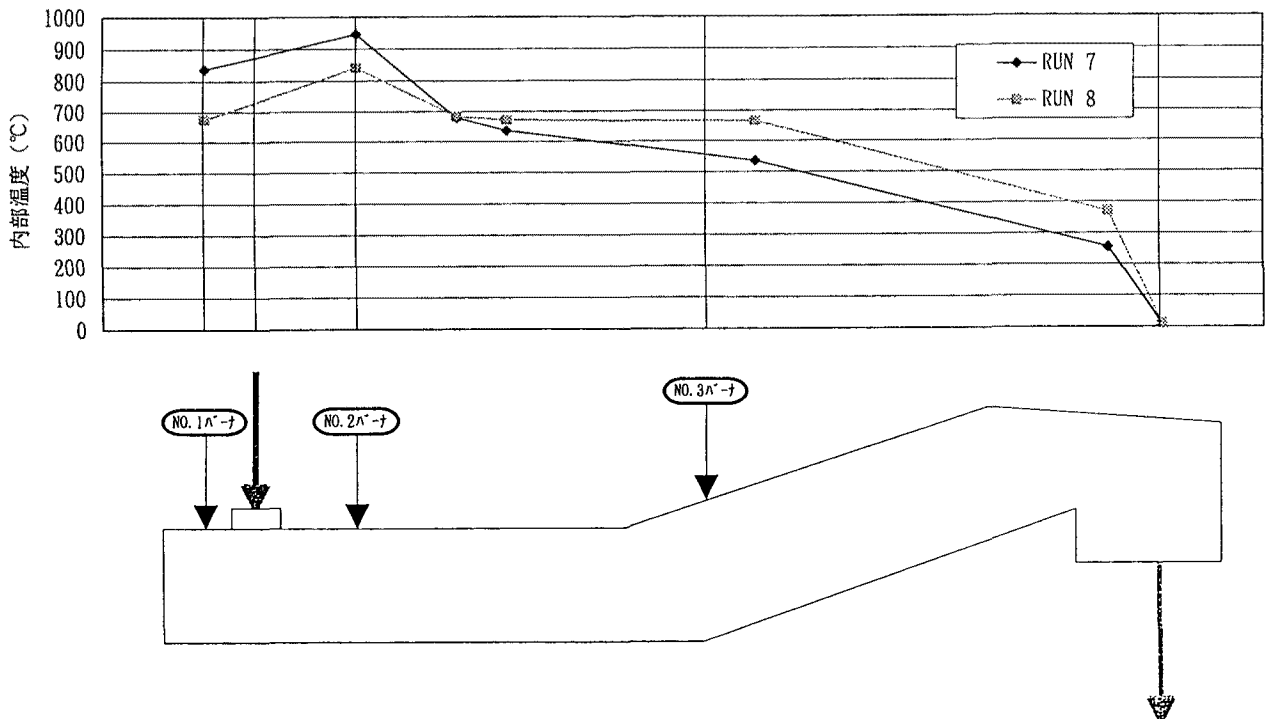


図-3 コンベヤ内の温度分布

-
- この調査に関する問い合わせは
- | | |
|------------|-------|
| 研究第一部長 | 佐藤 和明 |
| 研究第一部主任研究員 | 若山 正憲 |
| 研究第一部研究員 | 須賀 研二 |