



Title	都市ごみ焼却残渣の溶融特性-スラグ質に影響を及ぼす因子について-
Author(s)	芝野, 伸二; 西垣, 正秀
Description	第5回衛生工学シンポジウム (平成9年11月6日 (木) -7日 (金) 北海道大学学術交流会館) . 3 廃棄物 . 3-4
Citation	衛生工学シンポジウム論文集, 5, 117-120
Issue Date	1997-11-01
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/7716
Type	departmental bulletin paper
File Information	5-3-4_p117-120.pdf



3-4

都市ごみ焼却残渣の熔融特性

—スラグ質に影響を及ぼす因子について—

○芝野伸二 (株)タクマ 西垣正秀 (株)タクマ

1.はじめに

平成9年1月に「ごみ処理に係るダイオキシン類発生防止等ガイドライン」(新ガイドライン)が策定され、その中で焼却灰、飛灰は熔融固化等の高度処理を行い、無害化することが適当とされたことにより、熔融固化技術が注目されており、熔融条件による重金属類の挙動やスラグの有効利用技術等の研究が活発に行われている。また、熔融炉の導入実績のある埼玉県、千葉県、東京都等の各自治体では、スラグを有効利用するための指針を制定して利用促進を図る動きがある¹⁾。このような状況下で、スラグ質に影響を及ぼす因子である被熔融物の化学組成、熔融操作条件および溶流性等の関係の調査²⁾にくわえ、安全性、経済性および利用するためのスラグ質を考慮した熔融条件の把握が必要である。

そこで、本研究では、試料に焼却灰と混合灰(焼却灰:飛灰=7:3)を用いて管状電気炉で熔融操作条件である熔融温度、熔融時間、熔融雰囲気の種類を種々変化させて、生成したスラグ質に及ぼす因子について検討した結果を報告する。

2.実験

2.1 供試試料

実験には焼却灰(ストカ炉)単独と焼却灰と飛灰(7割添加)を7:3の重量割合で混合した混合灰を用いた。表1に実験に使用した試料の成分分析結果を示す。分析値より混合灰は7割添加飛灰を混合しているため焼却灰に比べ、CaO、Clおよび低沸点物質であるPb、Cdの割合が多い。

表1 試料の成分分析結果

項目	単位	焼却灰	混合灰
SiO ₂	%	38.2	34.3
TiO ₂	%	1.1	1.2
Al ₂ O ₃	%	16.7	16.7
Fe ₂ O ₃	%	4.3	3.4
CaO	%	18.8	20.2
MgO	%	2.7	2.8
K ₂ O	%	1.4	2.4
Na ₂ O	%	2.8	3.1
P ₂ O ₅	%	2.2	2.0
Cl	%	0.62	2.8
Pb	mg/kg	677	1100
Cd	mg/kg	10	22

2.2 実験条件

実験条件を表2に示す。実験では、スラグ質に影響を及ぼす因子である熔融雰囲気、熔融温度および熔融時間を種々変化させた。熔融雰囲気はO₂3%の酸化とCO5%およびCO10%の還元を想定した3種類の模擬ガスを使用し、熔融温度と熔融時間はそれぞれ1200~1400℃と0~30minの範囲で変化させた。

表2 実験条件

No.	熔融雰囲気				熔融温度 (°C)	熔融時間 (min)
	N ₂ (%)	O ₂ (%)	CO(%)	CO ₂ (%)		
1	85	3	0	12	1200	5
2	85	3	0	12	1300	0
3	85	3	0	12	1300	5
4	85	3	0	12	1300	15
5	85	3	0	12	1400	5
6	85	0	5	10	1200	5
7	85	0	5	10	1300	0
8	85	0	5	10	1300	5
9	85	0	5	10	1300	15
10	85	0	5	10	1400	5
11	85	0	10	5	1300	5
12	85	0	10	5	1400	0
13	85	0	10	5	1400	5
14	85	0	10	5	1400	30

実験では、管状電気炉を用いてNo.1~14の条件を焼却灰と混合灰についてそれぞれ行った。

2.3 実験方法

実験装置を図 1 に示す。試料の溶融は白金ボートに試料 10g 入れて管状電気炉を用いて行った。実験操作は、大気雰囲気中で電気炉を所定温度まで昇温した後、模擬ガスを流し炉内の雰囲気を形成し、温度が所定温度に達した後、試料を入れた白金ボートを炉内に挿入する。白金ボートを入れた直後は、炉内の温度が低下するため所定温度まで温度が回復する間を溶融時間に含まず、所定温度に戻った時点をも 0min として所定の溶融時間保持した後、炉冷して、白金ボートを取り出した。

ちなみに、所定温度に回復するまでに要する時間は約 8min であった。

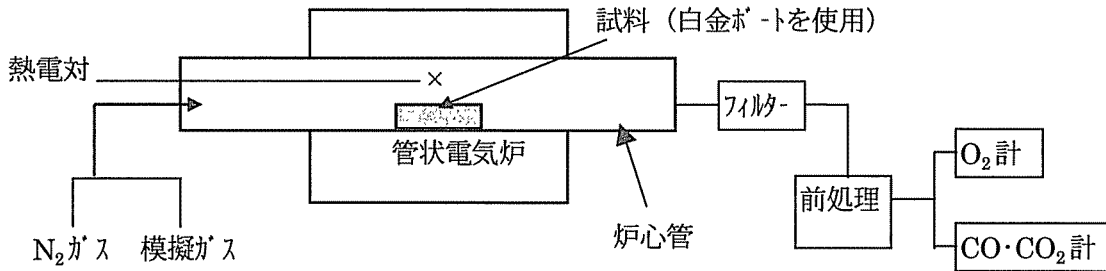


図 1 実験装置

2.4 測定項目

実験では、溶融前後の試料の重量と溶融した試料(スラグ)の成分分析を行った。そして、実験ではスラグ化率と各元素のスラグ移行率を以下と定義して算出した。

①スラグ化率

$$\text{スラグ化率(\%)} = \frac{\text{溶融後の試料(スラグ)重量}}{\text{溶融前の試料重量}} \times 100$$

②各元素のスラグ移行率

$$\text{元素のスラグ移行率(\%)} = \text{スラグ化率} \times \frac{\text{溶融後試料(スラグ)の元素濃度}}{\text{溶融前試料の元素濃度}}$$

3. 結果および考察

3.1 スラグ化率について

図 2 に溶融時間 5min 一定として O₂ 3% の酸化と CO 5% の還元雰囲気中で溶融温度を変化させた時のスラグ化率を示す。スラグ化率は焼却灰溶融で 90%前後、混合灰溶融で 85%前後である。混合灰のスラグ化率が焼却灰と比べ少ないのは、飛灰中に揮発しやすい Cl や低沸点物質が多く含まれているためである。また、若干であるが溶融温度を高くした場合は焼却灰、混合灰ともスラグ化率が減少する傾向にある。

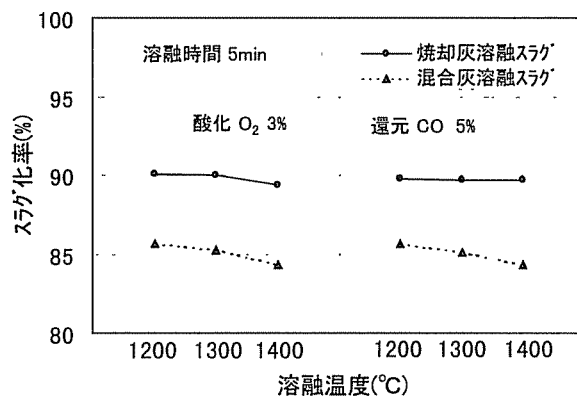


図 2 スラグ化率の変化

3.2 Pb のスラグ 移行率

(1) 溶融温度による変化

図 3 に溶融時間 5min 一定として酸化と CO 5%の還元雰囲気中で溶融温度を変化させた時の Pb のスラグ 移行率を示す。酸化では、溶融温度が高くなるほどスラグ 移行率が減少し、Pb の揮発が促進されていることがわかる。一方、還元でも溶融温度が高くなるとスラグ 移行率が減少するが、1200℃のスラグ 移行率が 20%以下であり、同条件の酸化雰囲気と比べ大幅に減少している。また、混合灰は焼却灰と比べ酸化、還元雰囲気ともスラグ 移行率が低い。これは、混合灰に Cl が多く含まれているため塩化物としての Pb の揮発が促進されたと考えられる。

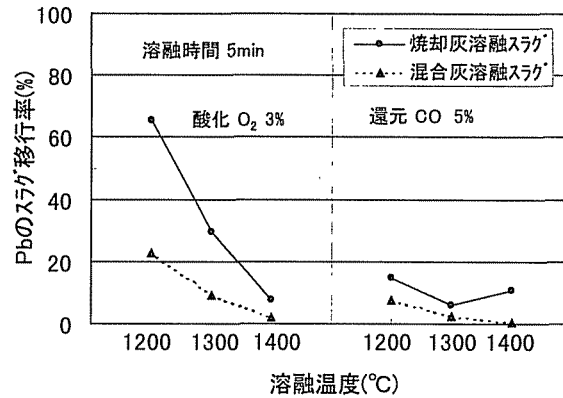


図 3 Pb の溶融温度による変化

(2) 溶融時間による変化

図 4 に溶融温度 1300℃一定として酸化と CO 5%の還元雰囲気中で溶融時間を変化させた時の Pb のスラグ 移行率を示す。酸化では溶融時間を変化させてもスラグ 移行率は変化しない。還元では溶融時間を長くするとややスラグ 移行率が減少する。

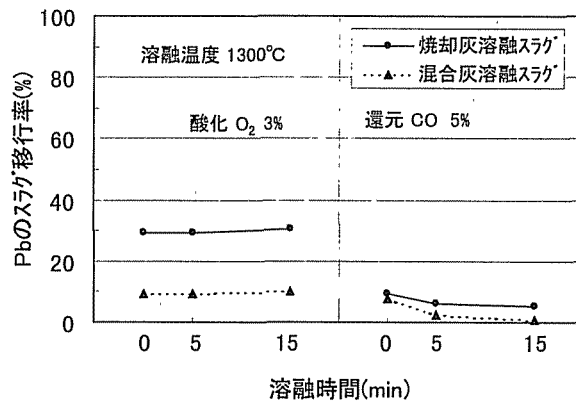


図 4 Pb の溶融時間による変化

(3) 溶融雰囲気による変化

図 5 に溶融温度 1300℃、溶融時間 5min の条件で雰囲気を変化させた時の Pb のスラグ 移行率を示す。図より、雰囲気が還元になるほどスラグ 移行率が減少しているが、CO 5%の還元で移行率が 10%以下と十分に低い。

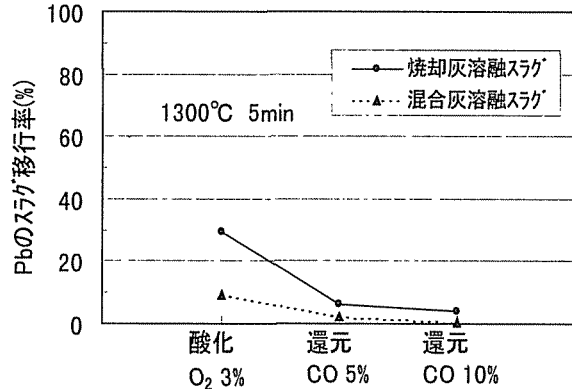


図 5 Pb の溶融雰囲気による変化

3.3 Cd のスラグ 移行率

図 6 に溶融時間 5min 一定として酸化と CO 5%の還元雰囲気中で溶融温度を変化させた時の Cd のスラグ 移行率を示す。Cd も Pb と同様に酸化では、溶融温度が高くなるとスラグ 移行率が減少し、混合灰は焼却灰と比べ酸化、還元ともスラグ 移行率が低い。また、1300℃での溶融時間による変化も調査したが、Pb と同様に Cd も溶融時間を長くしてもスラグ 移行率に変化はなかった。

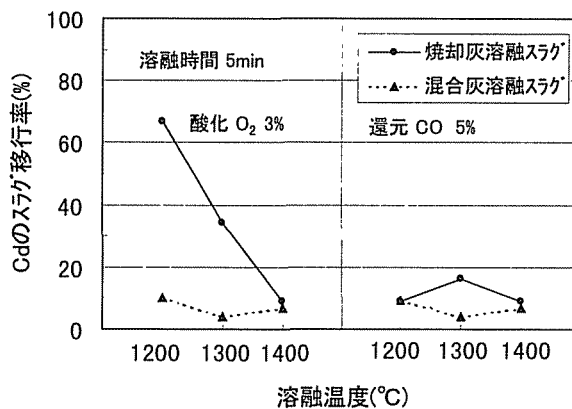


図 6 Cd の溶融温度による変化

3.4 Pb、Cdの低減に効果がある溶融条件について

表3に焼却灰中のPb、Cd濃度について既設のごみ焼却施設(2ヶ所)で1年間調査した時のデータとスラグ中の重金属含有量について基準を設けた埼玉県溶融スラグ有効利用指針¹⁾での安全基準値を示す。

表3 ごみ焼却施設の焼却灰中のPb、Cd濃度

項目	単位	焼却灰		スラグ基準値*
		A市	B市	
Pb	mg/kg	350~1700 (930)	360~2700 (1196)	600
Cd	mg/kg	2~27 (12)	<1~18 (4)	9

()内は平均値

*は埼玉県溶融スラグ有効利用指針の安全基準

表より、Pbは平均1000mg/kg前後で最大2700mg/kgであり、Cdは最大27mg/kgであった。ここで、仮に

焼却灰中のPb、Cdが最大量含有しているとして、埼玉県の基準を満足するためのスラグ移行率(スラグ化率90%として)を算出すると以下になる。

<安全基準値を満足するPb、Cdのスラグ移行率>

Pb: 20%以下

Cd: 30%以下

この値を満足する条件を実験結果より推測するとPbは酸化では1350℃以上の高温で溶融することが必要であり、雰囲気はCO 5%の還元にすると1200℃でも十分である。一方、Cdは酸化では1300℃以上で、CO 5%の還元では1200℃でも安全基準値を満足する。

よって、溶融条件は、酸化では1350℃以上の高温溶融で、還元では、CO 5%の雰囲気で1200℃以上にすれば良いことがわかった。しかし、今回の溶融条件はスラグ中のPb、Cdを低減させるものであり、その他の因子であるスラグの溶流性や物理化学的特性およびスラグ中の重金属類の溶出性を考慮していない。

今後は、この結果を踏まえて実炉で実験し、溶融条件とその他の因子との関係を調査し、総合的に最適な溶融条件を検討する必要がある。

4.まとめ

- ①Pbのスラグ移行率は、溶融温度と溶融雰囲気による影響が大きく、溶融温度を高く、雰囲気を還元にするとスラグ移行率が減少する。また、溶融時間の増加はPbのスラグ移行率の減少に効果がなかった。
- ②Cdのスラグ移行率は、Pbと同様に溶融温度と溶融雰囲気による影響が大きい。
- ③スラグ中のPb、Cdを低減させる溶融条件は、酸化では1350℃以上の高温で、還元ではCO 5%の雰囲気で1200℃以上が効果的である。

<参考文献>

- 1)西垣正秀：ごみ焼却灰溶融技術の最新動向、PPM、第27巻、第10号、pp.4-9 (1996)
- 2)芝野伸二、西垣正秀：溶融スラグの熱的特性、環境衛生工学研究、第11巻、第3号、pp.33-36 (1997)