

## 1. タイトル

和 文：焼却灰の適正な処理及び有効利用に関する研究 H8年度報告書

## 2. 執筆者

氏 名：－

国 籍：日本

所属機関：(財) 廃棄物研究財団

## 3. キーワード

流動床炉焼却灰；鉄分離；微粉除去；粉碎・研磨；コンクリート骨材；アルカリシリカ反応試験；コンクリート強度試験；溶出試験；ダイオキシン類

## 4. 出典

(財) 廃棄物研究財団 「焼却灰の適正な処理及び有効利用に関する研究」 平成8年度報告書(本書) pp. 190-193 1997

## 5. アブストラクト

平成6年に船橋市北部清掃工場内に建設した「焼却残渣リサイクルプラント」(22t/5h)にて、焼却灰を全量微粉除去、鉄分離、非鉄分離、粉碎・研磨、分級によりコンクリート骨材等の代替品として再利用するものである。骨材は5～12mm、2～5mm、2～0.3mmの3種類に分類される。図5-4-1-1のように、焼却灰の65%が骨材材料になる。再生品の物性値は、表5-4-1-1のとおりである。アルカリシリカ反応試験結果は表5-4-1-2に示すように、ガラス片が50～60%までなら無害と判定される。材令28日のコンクリート強度試験結果を表5-4-1-3に示す。表は呼び強度210kgf/cm<sup>2</sup>を目標として試し練りした結果を示している。再生品の溶出試験結果は表5-4-1-4に示すように土壌環境基準値以下である。また、製品小を砂の代替品としてコンクリートを作成した場合の溶出試験結果も表5-4-1-5のとおり重金属溶出は認められなかった。原料焼却灰(金属除去後)および再生品のダイオキシン類の測定結果を表5-4-1-6に示す。表に示すように再生品のダイオキシン類は極めて微量であった。

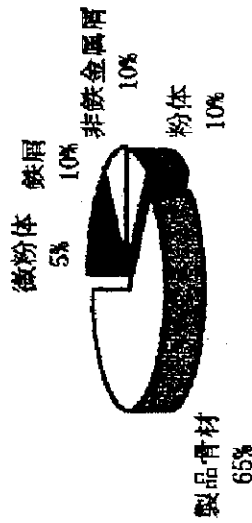


図5-4-1-1 物質収支

表5-4-1-1 再生品 (5.0~12mmの物性値)

項目	測定値
表乾比重	2.46
吸水率 (%)	0.01
単位体積重量 (kg/L)	1.37
実績率 (%)	55.6

表5-4-1-2 アルカリシリリカ反応試験

	アルカリ濃度 減少量(RC) (mmol/L)	溶解シリカ量 (SC) (mmol/L)	判定
石と砂	133	8	無害
陶磁器	99	32	無害
ガラス	17	53	無害でない
混合体A	180	14	無害
混合体B	105	17	無害

表5-4-1-3 コンクリート強度試験結果

	スランプ (cm)	空気量 (%)	平均強度 (kgf/cm <sup>2</sup> )
加工砂利 50%	17.5	8.0	245
加工砂利 50%	17.0	4.0	285
加工砂 50%	13.5	3.5	295

表5-4-1-4 溶出試験結果例 (環告第46号試験方法)

単位: mg/L

項目	T-Hg	Cd	Pb	Cr <sup>6+</sup>
再生品大			<0.01	<0.02
再生品中	<0.0005	<0.001	<0.01	<0.02
再生品小	<0.0005	<0.001	<0.01~0.02	<0.02~0.02

表5-4-1-5 コンクリート製品の溶出試験結果例

項目	T-Hg	Cd	Pb	Cr <sup>6+</sup>	Cu
濃度(mg/L)	<0.0005	<0.001	<0.01	<0.02	<0.01

混練比: 再生品 (小) 50%、砂利40%、セメント10%

表5-4-1-6 再生品のダイオキシン類の測定結果

分析対象	T-(PCDDs+PCDFs) (ng/g)	TEQ (ng-TEQ/g)
原料焼却灰 (金属類除去後)	0.56	0.00
再生品	0.0051	0 (<0.0016)

1. タイトル

英 文 : Trial of Recycling to Gravel for Leaching Well from Fluidized Bed Incinerator's Residue

和 文 : 流動床焼却残渣でリサイクル骨材

2. 執筆者

氏 名 : -

国 籍 : 日本

所属機関 : -

3. キーワード

焼却灰 ; 再利用 ; 脱塩 ; 粉碎 ; 充填材料 ; マンホール

4. 出典

都市と廃棄物 Vol.26 No.6 pp.39-42 1996

5. アブストラクト

平成6年より千葉県船橋市北部清掃工場（流動床式焼却炉；435t/日）にて、「焼却残渣リサイクルプラント」（22t/5h）が稼働しており、炉底から排出される焼却灰を磁選、塩分除去、粉碎・研磨、分級することにより、再利用可能な製品にしている。製品は粒度別に、0.3～3.0mm、2.0～5.0mm、5.0～12.0mmの3種類がある。この内、5.0～12.0mm級は雨水樹埋込み周囲に充填材として敷き詰める砕石として利用されている。価格は、市販の砕石より2割程度安価に供給することができる。この他にも、道路用6号砕石の代用品として、石炭灰などと共に透水性舗装ブロック、ポーラスコンクリート製品への原料としても利用できる。

1. タイトル

和 文：環境保全対策調査 H8年度報告書

2. 執筆者

氏 名：－

国 籍：日本

所属機関：大阪湾広域臨海環境整備センター

3. キーワード

焼却灰；物理選別；資源化；コンクリート用骨材；磁選；非鉄分離；粉碎・研磨；  
微粉体除去；土壤環境基準；ダイオキシン類

4. 出典

平成8年度 環境保全対策調査報告書 pp. 234-238 1997

5. アブストラクト

F市では、流動床式焼却炉の都市ごみ焼却灰を選別、粉碎、分級工程を持つ資源化プラントにて処理し、骨材等を製造・回収してリサイクルしている。資源化施設の概要を表5-4-3-1に示す。物質収支は図5-4-3-1に示すとおり、処理焼却灰の90%が資源化され、10%の微粉体が処分される。焼却灰の成分を表5-4-3-2に示す。道路用砕石の6号砕石の粒度と同等な粒度分布に分級された製品の性状を表5-4-3-3に示す。製品骨材の溶出試験を行った結果、表5-4-3-4に示すように土壤環境基準を満足している。製造される骨材は、コンクリート骨材としてF市の公共事業に関して指定材料として取り扱われ、製品用途として(1)雨水貯留浸透施設コンクリート用骨材、(2)路盤材、埋め戻し材、(3)ブロック用骨材、(4)コンクリート用骨材、コンクリート平板用骨材、(5)透水性コンクリート用骨材等が挙げられる

表5-4-3-1 施設概要

名称	F市清掃工場焼却残渣リサイクルプラント		
処理能力	焼却灰22トン/日（5時間）		
竣工	平成6年3月25日		
製品種類	0.3～2.0mm	2.0～5.0mm	5.0～12mm
製品比率	1	2	7
年間出荷量	約 計2,000 t/年		

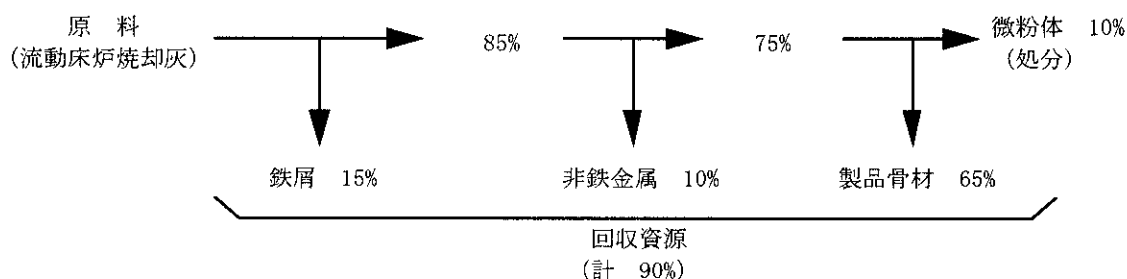


図5-4-3-1 焼却灰資源化システムにおける物質収支

表5-4-3-2 焼却灰成分

項目	割合
金属屑	15～25%（鉄屑10～15%、非鉄金属屑5～10%）
非金属物質	60～80%（石、砂10～20%、陶磁器片20～30%、ガラス片30～50%）
粉粒体	5～10%

表5-4-3-3 製品骨材の物性値

項目	5mm～12mm骨材	コンクリート用碎石
表乾比重	2.46	
吸水率（%）	0.01	3.0%以下
単位容積重量（kg/L）	1.37	
実績率（%）	55.6	55%以上
空隙率（%）	44.4	

表5-4-3-4 製品骨材の溶出試験結果（環告第46号試験方法）

項目	溶出値（mL/L）			検出下限値 （mg/L）
	5～2.5mm	2.5～0.6mm	0.3～2.0mm	
T-Hg	<0.0005	<0.0005	<0.0005	0.0005
Cd	<0.01	<0.01	<0.01	0.01
Pb	<0.01	<0.01	<0.01	0.01
Cr <sup>6+</sup>	<0.02	<0.02	<0.02	0.02
As	<0.01	<0.01	<0.01	0.01
Se	<0.01	<0.01	<0.01	0.01

1. タイトル

英 文 : Reuse of Incineration Residue in Yokohama-Operation of Bottom Ash Recycling Facility at Tsurumi

和 文 : 横浜市における焼却の有効利用事業  
 - 鶴見工場焼却灰再利用施設の運転について -

2. 執筆者

氏 名 : 百瀬英雄\*1 永澤正行\*1 山内泉\*1 玉信一\*1  
 前島健二\*2 田辺保夫\*2 中坪学一\*2

国 籍 : 日本

所属機関 : \*1横浜市環境事業局廃棄物資源開発室 \*2横浜市環境事業局鶴見工場

3. キーワード

廃棄物処理 ; 焼却灰 ; 資源再生 ; 土壌環境基準 ; 骨材ふるい分け試験 ; 道路用路盤材 ; 乾燥 ; 分級 ; 磁選

4. 出典

都市清掃 Vol. 48 No. 208 pp. 489-495 1995

5. アブストラクト

平成7年4月より横浜市鶴見工場内「焼却灰再利用施設」(20t/5h)で、鶴見工場(ストーカ炉;400t/日×3炉)で発生する焼却灰の一部を乾燥、分級、磁選をすることにより5mmから25mmの砂利状物(製品)を取り出し、切碎(砕石を生産した時に発生する土砂混じりの土木資材)の代替品として再利用している。表5-4-4-1に示すように製品の物質組成は、ガラス、石礫・コンクリートが90%近く占め、3%程度をしめる非鉄金属のほとんどがステンレスである。製品の溶出試験を実施した結果、表5-4-4-2のように鉛以外は溶出が認められなかった。鉛は横浜市における土砂受入基準0.3mg/lを下回り、土壌環境基準0.01mg/lと同程度であった。製品を骨材ふるい分け試験により調査した結果、4.75mm以下の粒度が3%程度存在するが、これは乾燥と除塵により割れたものである(表5-4-4-3)。製品は年間1,300t生産され、別途生産されるセメントコンクリート再生砕石材と混合のうえ、最終処分地内の仮設道路用路盤材として使用されている。製品は、重機、トラック等の車両が通行、作業を行う環境においても、強度に問題がなく、従来より水はけや締まりが良くなるという現場の意見がある。

表5-4-4-1 製品の物質組成分析結果

(単位：重量%)

項目 \ 製品	4月	5月	6月	7月	8月	平均
水分	0.65	0.51	0.61	0.66	0.39	0.56
石礫・コンクリート	58.80	59.12	53.04	54.00	57.49	56.49
ガラス	27.80	28.39	31.26	32.79	29.92	30.03
陶磁器	6.99	6.59	4.38	5.8	5.56	5.86
鉄	0.76	1.37	1.61	1.19	1.02	1.19
非鉄金属	3.43	3.44	3.89	4.72	4.77	4.05
付着細粒灰	1.21	0.78	3.44	1.40	3.09	1.98
未燃物	0.07	0.06	0.04	0.07	0.07	0.06
その他	0.76	0.2	0.37	0.15	0.14	0.32

表5-4-4-2 製品の溶出試験結果 (環告第46号試験方法)

(単位：mg/l)

項目 \ 製品	4月	5月	6月	7月	8月	平均
T-Hg	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005
Cd	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
Pb	<0.01	0.01	0.02	0.01	<0.01	0.01
Cr <sup>6+</sup>	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
As	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Se	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01

表5-4-4-3 製品の骨材ふるい分け試験結果

(単位：通過重量%)

ふるい(mm) \ 製品	4月	5月	6月	7月	8月	平均
26.5	99.88	100.00	99.80	100.00	100.00	99.93
19.0	97.17	97.89	97.74	99.10	98.18	98.02
16.0	92.64	93.08	95.61	96.44	93.63	94.28
9.50	38.67	49.15	75.04	66.51	50.14	55.90
4.75	1.19	1.02	5.55	3.01	0.80	2.31
2.36	0.84	0.65	3.39	1.89	0.60	1.47
0.60	0.61	0.44	0.88	0.70	0.46	0.62
0.30	0.52	0.37	0.66	0.56	0.37	0.50
0.15	0.42	0.29	0.50	0.42	0.28	0.38
<0.15	0.24	0.08	0.22	0.13	0.07	0.15

1. タイトル

英 文：Reuse of Incineration Residue in Yokohama-Operation of Bottom Ash Recycling Facility at Tsurumi (2)

和 文：横浜市における焼却灰の有効利用事業  
 -鶴見工場焼却灰再利用施設の運転について(2)-

2. 執筆者

氏 名：野口弘行 中村裕子 百瀬英雄 加藤美一

国 籍：日本

所属機関：横浜市環境事業局

3. キーワード

都市ごみ；焼却灰；資源再生；リサイクル；分級；鉄；アルミニウム；組成；溶出試験

4. 出典

都市清掃 Vol. 51 No. 227 pp. 568-572 1998

5. アブストラクト

平成7年度から稼働している横浜市鶴見工場内の「焼却灰再利用施設」での分級灰の性状および資源化や有効利用の検討についての報告。同施設では、図5-4-5-1に示すように焼却灰（ストーカ灰）を5mm以下灰、5～25mm灰および鉄・アルミに分けて資源化を行っている。同施設の実績を表5-4-5-1に示す。表5-4-5-2のように5～25mm灰の溶出試験結果は土壤環境基準値を満足している。5～25mm灰をさらに破碎し2mm以下に分級した灰についても土壤環境基準値を満足している。5mm以下灰を焼結処理、熔融処理し、エクステリア製品の試作と試験施工を行っている。また、上層および下層道路路盤材として熔融スラグを50%混合、公道で試験施工を実施し、3年間にわたり追跡調査を行っているが、問題は発生していない。5～25mm灰は内陸処分場の仮設道路材に切碎の代替品として利用している。5～25mm灰をさらに破碎し2mm以下に分級した灰は、7号砕石相当品としてアスファルト合材やコンクリート骨材として利用が可能である。鉄・アルミについては、現在全量資源化売却している。



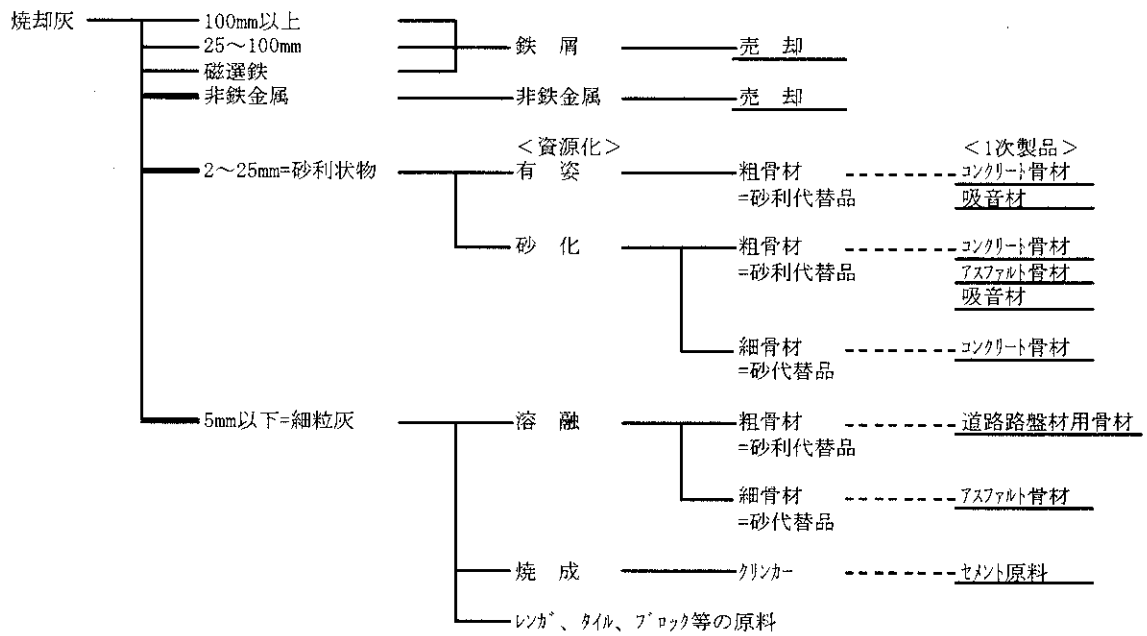


図5-4-5-1 焼却灰の資源化

表5-4-5-1 焼却灰再利用施設処理実績経年変化

(単位：重量%)

	7年度平均	8年度平均	9年度平均
石礫・コンクリート	54.92	45.19	43.36
ガラス	30.88	38.63	41.42
陶磁器	6.60	7.15	7.01
鉄	1.23	1.11	0.55
非鉄金属	3.75	5.33	5.35
付着細粒灰	2.22	1.96	1.78
未燃物	0.10	0.23	0.27
水分	0.83	0.84	0.96
その他	0.31	0.26	0.24

表5-4-5-2 5~25mm分級灰の溶出試験結果 (環告第46号試験方法)

(単位：mg/L)

	9年度平均	5~25mm分級灰 破碎物 (2mm以下)	土壤環境基準
T-Hg	<0.0005	<0.0005	<0.0005
Cd	<0.01	<0.01	<0.01
Pb	<0.01	<0.01	<0.01
Cr <sup>6+</sup>	<0.05	<0.05	<0.05
As	<0.01	<0.01	<0.01
Se	<0.01	<0.01	<0.01

## 1. タイトル

英 文 : Research for properties of Municipal Wastes' s Incineration Ash  
in Japan

和 文 : 全国一般廃棄物焼却灰の性状調査

## 2. 執筆者

氏 名 : -

国 籍 : 日本

所属機関 : 福岡大学工学部土木工学科

## 3. キーワード

都市ごみ ; 焼却灰 ; 湿式物理選別 ; 資源再生 ; 化学的性質 ; 安全性 ; 土質試験 ; 有機塩素化合物 ; ダイオキシン類 ; エイジング

## 4. 出典

平成10年度福岡大学委託テーマ報告書 1999

## 5. アブストラクト

北九州市響灘の物理選別施設にて、13の焼却場（全連ストーカ炉）より採取した焼却灰を、湿式物理選別と薬剤によって処理した焼却灰の土質特性、化学特性、安全性を調査した。焼却灰を非循環式および循環式湿式物理選別処理とりん酸系重金属固定剤にて処理を施し、処理焼却灰として回収した。表5-4-6-1、5-4-6-2のように湿式物理選別により回収された処理焼却灰は原料となる焼却灰の65～85%である。また、処理焼却灰の物性としては表5-4-6-3のように、(1)密度は平均2.33g/cm<sup>3</sup>、(2)粒度分布は幅広く、直線的な粒径加積曲線を示し力学的性状に悪い影響を与えないこと、(3)修正CBRは、図5-4-6-1のように55.4～78.0%と、下層路盤材の基準値修正CBR20%以上をすべて満足していることなどが挙げられる。また表5-4-6-4のように処理焼却灰の化学組成はシリカとカルシウムが大部分を占める土壌に近似した化学組成であった。処理焼却灰の重金属溶出は、表5-4-6-5のようにリン酸系重金属固定剤で処理することにより、全て土壌環境基準値を満足し、エイジング効果により巾広いpH領域において重金属溶出を防止することができる。また、土壌環境基準に示される重金属以外の規制物質に関しても、表5-4-6-6のようにすべて基準値を満足している。処理焼却灰のダイオキシン類濃度は、表5-4-6-7の結果となり、清掃工場により大きく異なった。処理焼却灰は、道路路盤材として安全に利用することができる。

表5-4-6-1 非循環式処理における原料焼却灰の組成

(単位：%)

清掃工場	焼却灰			細・中・粗 粒焼却灰の 合計	鉄	未燃物と微 粉 <sup>a)</sup>
	細粒灰 10mm<d	中粒灰 10<d<30	粗粒灰 30mm<d			
Ko	39.8	17.7	15.9	73.4	8.85	17.7
Kg	—	—	—	—	—	—
Fs	64.7	7.19	0.0	71.9	19.4	8.63
Kt	46.4	10.3	16.5	73.2	20.6	6.19
Kk	49.6	16.5	19.8	85.9	10.7	3.31
Ns	48.7	19.5	20.8	89.0	8.44	2.60

a) 微粉とは、粒径2ミリ以下の極めて微細な焼却灰

表5-4-6-2 循環式処理における原料焼却灰の組成

(単位：%)

清掃工場	焼却灰		細・粗粒焼 却灰の合計	鉄	非鉄金属	未燃物
	細粒灰 13mm<d	粗粒灰 80mm<d				
Kn	86.5	0.61	87.1	12.7	0	0.18
Ku	69.8	1.03	70.8	28.4	0.52	0.26
Sk	74.9	0.56	75.5	24.1	0.26	0.14

表5-4-6-3 処理焼却灰の物理的、力学的性状

測定項目	物理的性状			力学的性状		
	密度 (g/cm <sup>3</sup> )	均等係数 (—)	曲率係数 (—)	最大乾燥密度 (g/cm <sup>3</sup> )	最適含水比 (%)	修正CBR (%)
最大値	2.628	27.3	3.86	1.668	22.5	85.4
最小値	2.215	6.40	1.18	1.432	17.0	50.5
平均値	2.331	13.3	1.99	1.541	19.8	66.0

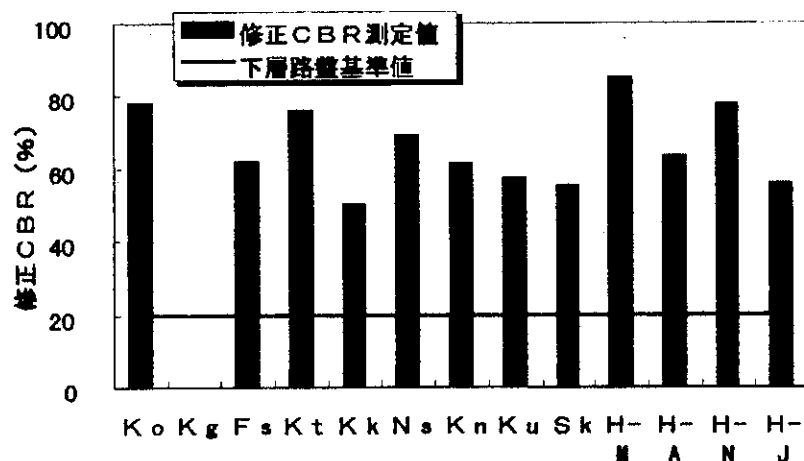


図5-4-6-1 処理焼却灰の修正CBR

表5-4-6-4 処理焼却灰の化学的性状 (単位：%)

測定項目	Ca	酸不溶解分 <sup>a)</sup>	Fe	Al	Mg	Mn	Cu	Cl	強熱減量	その他 <sup>b)</sup>
測定値										
最大値	20.8	52.4	4.5	2.0	1.2	0.2	2.2	8.1	13.9	14.4
最小値	5.8	34.0	1.3	1.1	0.8	N.D	N.D	N.D	5.6	2.7
平均値	13.6	41.9	3.2	1.5	1.0	0.2>	0.5>	1.8>	9.8	7.9

a) 酸不溶解性は主にシリカである。b) その他はフッ素、無水リン酸、無水硫酸、無水炭酸である。

表5-4-6-5 処理焼却灰からの重金属溶出濃度 (環告第46号試験方法) (単位：mg/L)

測定項目	pH	Cd	Pb	Se	Cr <sup>6+</sup>	As	Hg
測定値							
未処理							
最大値	12.6	0.01>	3.03	0.01>	0.19	0.01>	0.0005>
最小値	8.8	0.01>	0.01>	0.01>	0.01>	0.01>	0.0005>
平均値	11.5	0.01>	0.87>	0.01>	0.03>	0.01>	0.0005>
薬剤処理							
最大値	11.8	0.01>	0.01>	0.01>	0.01>	0.01>	0.0005>
最小値	7.0	0.01>	0.01>	0.01>	0.01>	0.01>	0.0005>

表5-4-6-6 重金属以外の規制物質の溶出試験 (環告第46号試験方法) (単位：mg/L)

規制物質	測定物質	測定値	土壤環境基準値
有機塩素系化合物	PCB	N.D	検出されないこと
	ジクロロタン	0.002>	0.02
	四塩化炭素	0.002>	0.002
	1,2-ジクロロタン	0.0004>	0.004
	1,1-ジクロロエチレン	0.002>	0.02
	シス-1,2-ジクロロエチレン	0.004>	0.04
	1,1,1-トリクロロエタン	0.005>	1
	1,1,2-トリクロロエタン	0.0006>	0.006
	トリクロロエチレン	0.005>	0.03
	テトラクロロエチレン	0.002>	0.01
	1,3-ジクロロプロペン	0.0002>	0.002
有機溶剤等	シアン化合物	N.D	検出されないこと
	有機リン化合物	N.D	検出されないこと
	チウラム	0.0006>	0.006
	チマジン	0.0003>	0.003
	チオベンカルブ	0.002>	0.02
	ベンゼン	0.001>	0.01

表5-4-6-7 処理焼却灰のダイオキシン (DXN) 濃度 (単位：pg-TEQ/g)

清掃工場	DXN濃度
Ns	269
Kn	115
Fs	55
Kt	30
Kk	27
Sk	16
Ku	13
Ko	260 <sup>a)</sup>
Kg	750 <sup>a)</sup>
H-M	130
H-A	190
H-N	601
H-J	66
平均	137.5

a) KoとKgは焼却残渣 (飛灰と焼却灰の混合)

## 1. タイトル

和 文：K社技術資料

## 2. 執筆者

氏 名：－

国 籍：日本

所属機関：K社

## 3. キーワード

物理選別処理；下層路盤材；路盤性状；重金属溶出；修正CBR；舗装試験法

## 4. 出典

## 5. アブストラクト

都市ごみ焼却灰を物理選別処理して得られた処理焼却灰を、平成9年5月に下層路盤材として試験施工を実施し、施工後24ヶ月経過後の舗装性状、掘削した下層路盤材の性状を調査した。平坦性試験は表5-4-7-1に示すように、24ヶ月経過後の変化は普通材とほとんど変わりなく、規格値（2.40mm以下）を十分満足している。MCI（総合評価指標）は、表5-4-7-2のように施工24ヶ月後の評価基準「5以上」の望ましい管理水準を維持している。重金属溶出試験を実施したが、表5-4-7-3のように土壤環境基準以下であった。また、施工24ヶ月経過後の下層路盤材の修正CBRは表5-4-7-4のように60%であり、十分な強度を保持していた。

表5-4-7-1 下層路盤材試験結果

調査名	タイプ	舗装名	施工時	3ヶ月後	8ヶ月後	12ヶ月後	18ヶ月後	24ヶ月後
平坦性試験 (単位：mm)	1	普通路盤材	1.59	1.66	1.75	1.77	1.81	1.84
	2	下層K工業材	1.15	1.17	1.20	1.24	1.32	1.50
わだち掘れ 量試験 (単位：mm)	1	普通路盤材	—	2.3	2.7	2.7	3.0	3.3
	2	下層K工業材	—	1.6	2.0	2.7	3.0	3.0
ひび割れ量 試験 (単位：%)	1	普通路盤材	—	0	0	0	0	0
	2	下層K工業材	—	0	0	0	0	1.0

表5-4-7-2 MCI (総合評価指標)

タイプ	舗装名	3ヶ月後		8ヶ月後		12ヶ月後		18ヶ月後		24ヶ月後	
		測定値	評価	測定値	評価	測定値	評価	測定値	評価	測定値	評価
1	普通路盤材	8.96	5	8.89	5	8.89	5	8.85	5	8.80	5
2	下層K工業材	9.11	5	9.04	5	8.93	5	8.88	5	7.38	5

※ 評価基準 5 以上—望ましい管理水準の区間  
4 以下—修繕が必要な区間  
3 以下—早急に修繕が必要な区間

$$MCI = 10 - 1.48C0.3 - 0.29D0.7 - 0.47\sigma0.2$$

MCI：維持管理指数

C：ひび割れ率 (%)

D：わだち掘れ量 (mm)

$\sigma$ ：縦断凹凸量 (mm)

表5-4-7-3 重金属溶出試験

(環告第46号試験方法)

No.		1	2	3
試料の名称		上層路盤	下層路盤	路床
Pb	(mg/L)	0.01>	0.01>	0.01>
Cd	(mg/L)	0.01>	0.01>	0.01>
Hg	(mg/L)	0.0005>	0.0005>	0.0005>
Cr <sup>6+</sup>	(mg/L)	0.02>	0.02>	0.02>
As	(mg/L)	0.01>	0.01>	0.01>
Se	(mg/L)	0.01>	0.01>	0.01>

表5-4-7-4 締固め、修正CBR試験結果

試験項目		試験値	備考
締固め試験	最適含水比 (%)	20.2	
	最大乾燥密度 (g/cm <sup>3</sup> )	1.552	
95%修正CBR (%)		60	

1. タイトル

和 文：T社技術資料

2. 執筆者

氏 名：－

国 籍：日本  
所属機関：T社

3. キーワード

ストーカ炉；焼却灰；有用化；焙焼；洗浄；維持管理費；安全性；用途

4. 出典

5. アブストラクト

ストーカ炉焼却灰を、一般用途向の再生砂として使用できる製品品位にまで加工するプロセスの紹介。処理量24t/日のプラントの物質収支を図5-4-8-1に示す。また、ストーカ炉300～500t/日の場合の焼却灰トン当たりのユーティリティおよび薬品量を表5-4-8-1に示す。このプロセスにより加工された製品の性状および物性値を表5-4-8-2に示す。製品の用途は、地盤改良材、路材、サンドパイル材、芝生の下地、テニスコート床材、運動場下地等である。

表5-4-8-1 維持管理費

(ストーカー炉容量300~500t/dの場合)

電力	50 kWh / (焼却灰トン当り)
工業用水	0.85 t / (焼却灰トン当り)
蒸気 (2~3ATA)	0.8 t / (焼却灰トン当り)
灯油	28 L / (焼却灰トン当り)
薬品	460 円 / (焼却灰トン当り)
キレート剤	980 円 / (焼却灰トン当り)

(最終処分場への中間処理)

表5-4-8-2 製品の性状および物性値

ダイオキシン含有量	毒性等価濃度	0.009ng/g	
重金属の溶出量 (環告第46号試験方法)	鉛	0.01mg/L以下	
	六価クロム	0.02 mg/L以下	
塩分 (NaCl換算)		0.1%以下	
比重	絶乾	1.92	
	容重	1,200kg/m <sup>3</sup>	
吸水率		9.84%	
粒度 (一例)		0.3mm以下	3%
		2.5mm以下	69%
		5.0mm以下	97%

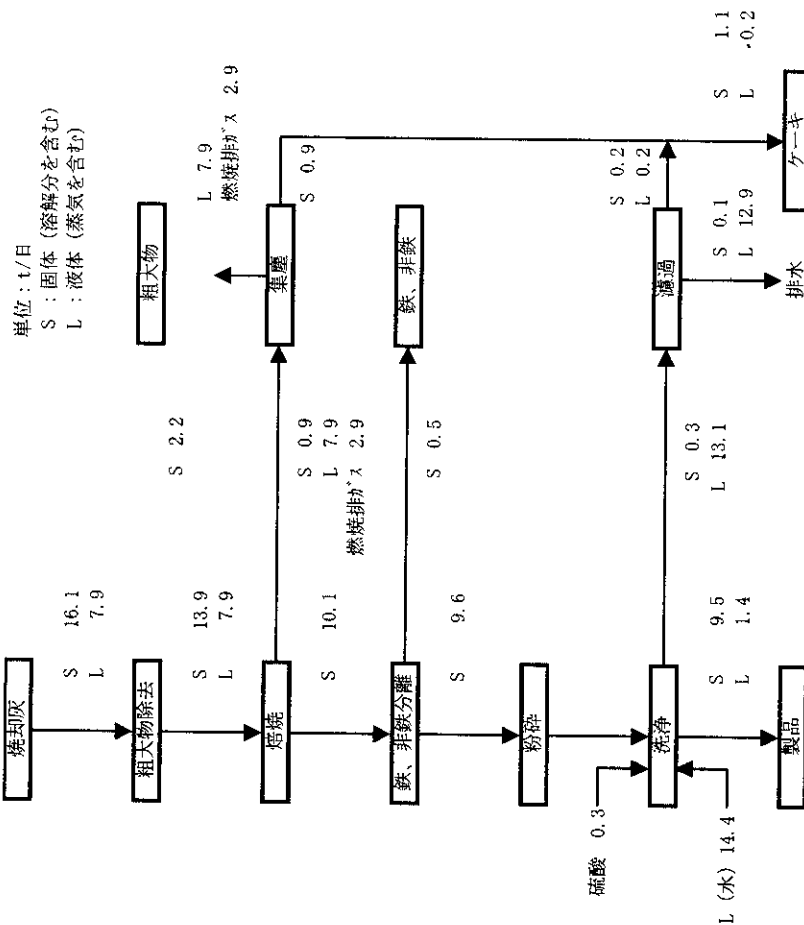


図5-4-8-1 物質収支



## 1. タイトル

和 文：K組技術資料

## 2. 執筆者

氏 名：－

国 籍：日本  
所属機関：K組

## 3. キーワード

焼却残渣；再利用；埋立土；路盤材；溶出試験；ダイオキシン類；土壤環境基準

## 4. 出典

## 5. アブストラクト

排ガスや排水を排出せずに、主灰を選別し埋立土や路盤材へ有効利用するシステムの紹介。図5-4-9-1、5-4-9-2のように、このシステムにより5mmアンダーの細粒物（51%～67%）、脱水ケーキ（10%～39%）、5mmオーバーの粗粒物（4%～10%）および大型未燃分・金属片に選別される。再利用される主灰は「コンクリート副産物の再利用に関する用途別暫定品質基準（案）再生細骨材2種」の品質基準を満足している。細粒物の溶出試験結果は図5-4-9-3に示すとおり、土壤環境基準値を満足する。細粒物のダイオキシン濃度は図5-4-9-4に示すとおりである。設置スペースは車両進入スペースを含んで50t/日クラスで、3,000m<sup>2</sup>程度になる。細粒物および粗粒物は、コンクリート骨材に再利用される。脱水ケーキは、溶融処理されるか、またはセメント材料に再利用される。

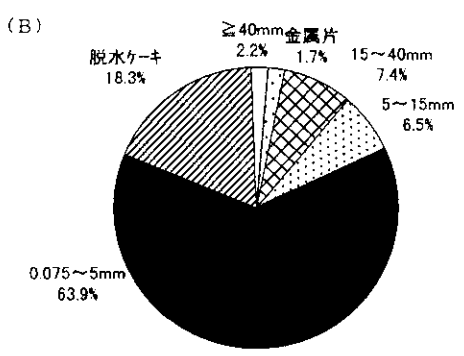
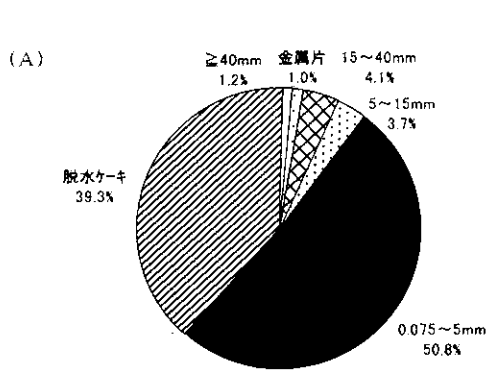


図5-4-9-1 湿潤状態の重量比率

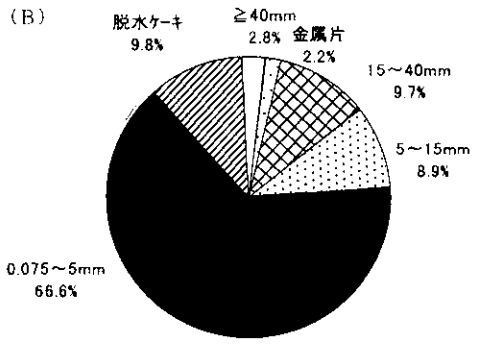
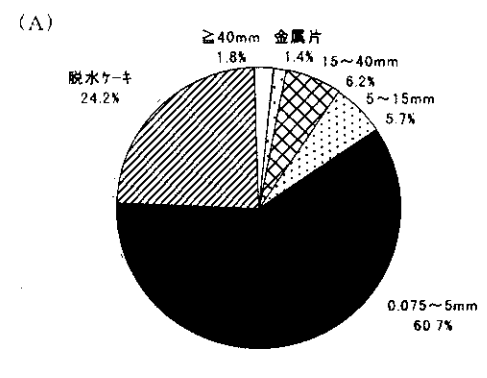


図5-4-9-2 乾燥状態の重量比率

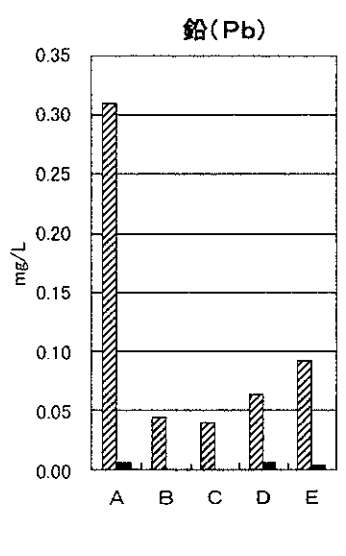


図5-4-9-3 焼却残渣および製品の溶出試験結果

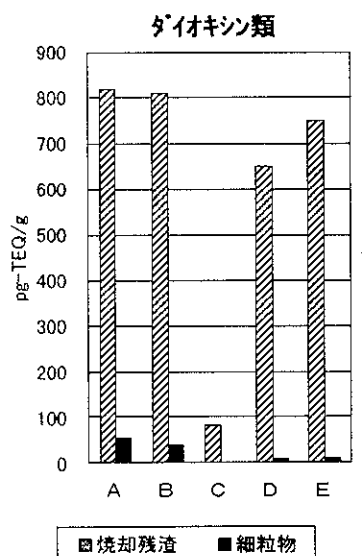


図5-4-9-4 焼却残渣および製品のダイオキシン濃度

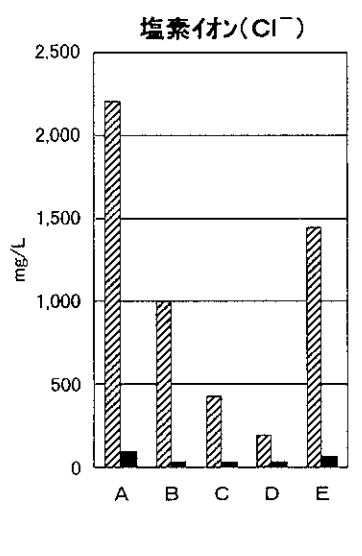


図5-4-9-5 焼却残渣および製品の塩素イオン(Cl<sup>-</sup>)濃度

## 5.5 重金属類回収によるリサイクルについての調査（文献調査）

処理した残渣物のリサイクルに関し、溶融飛灰からの重金属類回収についてのリサイクル技術とその開発の内容について調査を実施した。

調査結果を要約すると、重金属（銅、鉛、亜鉛、カドミウム等）の生産、回収を行っている非鉄製錬にとっては、飛灰に含有する塩類（NaCl, KCl, CaCl<sub>2</sub>, 他）は、工程上有害成分であり、これらの濃度を大幅に低減しなければ、製錬でのリサイクルは極めて難しいと考えられることから湿式処理によってこれら塩類を除去する事をプロセスの基本においており、その上に各社の特徴を付加した銅・鉛・亜鉛などの濃縮・回収方式となっている。各社の重金属類回収のリサイクル技術内容の詳細は後述する。

ここでダイオキシンについてふれると、通常の水溶液による湿式処理ではダイオキシンは分解される事はないので、基本的には元灰（溶融飛灰）に含まれるダイオキシンは、正常な固液分離が行われれば、ほとんど全てのダイオキシンがプロセスの最初のろ過時の固形分に移行する事となる。

ここで固形分の溶融飛灰からの生成率を仮に50%とするとこの固形分のダイオキシン濃度は元の溶融飛灰のダイオキシン濃度の2倍に濃縮されることとなる。溶融飛灰中のダイオキシン濃度は溶融炉のタイプや原料、操業条件により異なるので、固形分のダイオキシン濃度はこれに影響されて変化する事は言うまでもない。

### 5.5.1 重金属類回収によるリサイクル技術の概略

(東京都清掃局による溶融飛灰の資源化調査報告書(平成11年3月)より引用)

#### 1. 各リサイクル技術の内容

[ 会社名 ] 株クボタ

[ 概要 ]

本研究では、溶融飛灰を水洗浄により塩水と有価金属沈殿物とに分離し、さらに塩水からNaClとKClを分離回収する基礎研究を行った。

[ 研究内容 ]

溶融飛灰懸濁液のpHを10.5に調整し30分間攪拌後ろ過し、ろ液に残存する重金属類を除去するためNaHSを添加した。固液分離は1 $\mu$ ガラス繊維ろ紙を用いる吸引ろ過によった。固液比20(W/W)%の場合pH10.5の処理ろ液にNaSHを元の溶融飛灰に対し0.03%添加すればろ液中の重金属は全て分離沈降した。残渣中の各成分濃度はZn15%、Pb6%、溶解性塩55%となる。洗浄濃度を5%とすると洗浄効率が良くなるため、残渣中のZn、Pbはそれぞれ23.6%、9.4%と上昇している。これらから溶融飛灰は比較的簡単に塩水と残渣に水洗浄分離できるといえ、溶融飛灰1トン进行处理するのに20%洗浄の場合は水4トン、NaHS 0.3kgが必用となり、含水率70%の有価金属沈殿物が500kg(DS150kg)生じることになる。

[ 結果 ]

本調査の結果、飛灰の単独溶融処理における溶融処理の安定性、無機物の移行状態等は、焼却灰あるいは混合灰の溶融処理の場合とほぼ同じであることが確認できた。また、溶融飛灰からの有価物の分離回収は基本的に可能であり、Zn、Pb等の金属を高濃度に含む金属沈殿物の分離回収、また混合塩水からのNaCl、KClの分離回収が確認できた。

[ 課題 ]

溶融処理に関する今後の課題は、溶融処理の条件がスラグ、溶融飛灰、排ガス性状に与える影響を調査し把握することであり、その結果被処理物性状に適合した溶融処理システムが構築され则认为。

[ 研究レベル ]

基礎調査

[ 備考 ]

第6回廃棄物学会研究発表会講演論文集(1995)