

# 製紙汚泥焼却灰の有効利用\*

中山 能久\*<sup>1</sup>・里岡 嘉宏\*<sup>1</sup>・木島 伸夫\*<sup>2</sup>

Study on Effective Utilization of Paper Sludge Combustion Ash

Yoshihisa NAKAYAMA, Yoshihiro SATOOKA and Nobuo KIJIMA

製紙汚泥焼却施設から発生する製紙汚泥焼却灰について、有効利用法の検討を行った。平成17年度は、コンクリート混和材としての有効性を評価したところ、製紙汚泥焼却灰を骨材の一部として使用したコンクリートは、十分な強度を持ち、有害物質の溶出もないことを確認した。

キーワード：廃棄物、製紙汚泥焼却灰、コンクリート混和材

## 1 はじめに

現在、県内では多量の廃棄物が排出されており、最終的にそれらの一部は埋め立て処分されている。その一方で、処理費の高騰、最終処分場の用地不足といった問題が生じている。

製紙工程においては、排水の浄化の際に製紙汚泥が発生する。この製紙汚泥を焼却減容化する施設が製紙汚泥焼却施設であり、製紙汚泥焼却施設からは焼却残渣として焼却灰が発生する。本研究では、この製紙汚泥焼却灰の有効利用に関する研究を行った。本年度は、製紙汚泥焼却灰の物性及びコンクリート混和材としての適性を評価した。

## 2 実験方法

### 2-1 試料採取

製紙汚泥焼却灰は、県内の製紙工場から提供されたものを用いた。セメントおよび骨材は県内のコンクリート製造業者において実際に使用されているものを用いた。

### 2-2 物性評価

製紙汚泥焼却灰の物性を評価するため、各種測定を行った。

1) 乾燥減量は、室温で数日放置した製紙汚泥焼

却灰について、200℃で3時間乾燥することによる重量減少から求めた。

2) 強熱減量は、あらかじめ200℃で乾燥させた製紙汚泥焼却灰について、900℃で3時間強熱することによる重量減少から求めた。

3) かさ比重は、室温で数日放置した製紙汚泥焼却灰について、一定量のメスシリンダーに充填した試料の重量から求めた。

4) 化学組成は、けい光X線分析装置（株式会社、3270）を用いて分析した。

5) 粒径分布は、室温で数日放置した製紙汚泥焼却灰について、金属製のふるいをを用いて分離後重量を測定することから求めた。

6) 溶出試験は、まず、ふるい目2mmのふるいを通した乾燥試料を、重量体積比で10%となるように蒸留水と混合した。これを振とう機で6時間振とうし、ろ過して得られたろ液を検液とした（平成3年環境庁告示第46号）。検液に含まれているカドミウム、クロム及び銅の濃度をICP発光分光分析装置（セイコー電子工業株式会社、SPS-1500VR）を用いて、ヒ素およびセレンを水素化物発生原子吸光分析装置を用いて、水銀の濃度を還元気化原子吸光分析装置を用いて測定した。

### 2-3 コンクリート試験体の試作

セメント、細骨材（砂）、粗骨材（砂利）および製紙汚泥焼却灰を混合し、コンクリート試験体

\* 鶏糞焼却灰等の有効利用に関する研究（第2報）

\* 1 資源環境部

\* 2 現 研究企画主幹

を試作した。混合は、セメント：細骨材：粗骨材の割合を現在の製品に合わせて固定し、細骨材の一部を製紙汚泥焼却灰に置換する形で試験体を作成した。

また、高流動コンクリート試験体については、高流動性を付与するコンクリート混和材として現在用いられている炭酸カルシウムを、製紙汚泥焼却灰に置換する形で試験体を作成した。

### 2-4 コンクリート試験体の圧縮試験

試作したコンクリート試験体について、圧縮試験機で圧縮荷重を測定することにより評価を行った。

### 2-5 コンクリート試験体の溶出試験

試作したコンクリート試験体について、製紙汚泥焼却灰と同様の方法で溶出試験を行った。

## 3 結果および考察

### 3-1 物性評価

求められた乾燥減量、強熱減量およびかさ比重を表1に、化学組成を酸化物表記にて表2に、粒径分布を表3に示す。

表1 製紙汚泥焼却灰の諸物性

	物性値
乾燥減量	1.59%
強熱減量	1.74%
かさ比重	0.82

表2 製紙汚泥焼却灰の化学組成

	化学組成
SiO <sub>2</sub>	32.4 %
CaO	26.3 %
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	22.7 %
MgO	3.55 %
SO <sub>3</sub>	1.26 %
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	1.05 %
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.88 %
TiO <sub>2</sub>	0.79 %

表3 製紙汚泥焼却灰の粒径分布

	粒径分布
0.5mm～	1.0 %
0.2～0.5mm	24.2 %
0.1～0.2mm	29.6 %
0.05～0.1mm	31.8 %
～0.05mm	13.4 %

溶出試験の結果を表4に示す。いずれの項目においても基準値を下回り、安全性を確認することができた。

表4 溶出試験 (単位: mg/L)

元素名	焼却灰	試験体	基準 <sup>*1</sup>
カドミウム	0.005未満	0.005未満	0.01
鉛	0.002未満	0.002未満	0.01
六価クロム	-	0.02	0.05
ヒ素	-	0.001未満	0.01
水銀	-	0.0005未満	0.0005
銅	0.04未満	0.04未満	(125) <sup>*2</sup>
セレン	-	0.001未満	0.01

※1 土壤環境基準

※2 含有量 (単位: mg/kg)

### 3-2 コンクリート試験体の圧縮試験

コンクリート試験体の圧縮試験の結果を図1に、高流動コンクリート試験体の圧縮試験の結果を図2に示す。

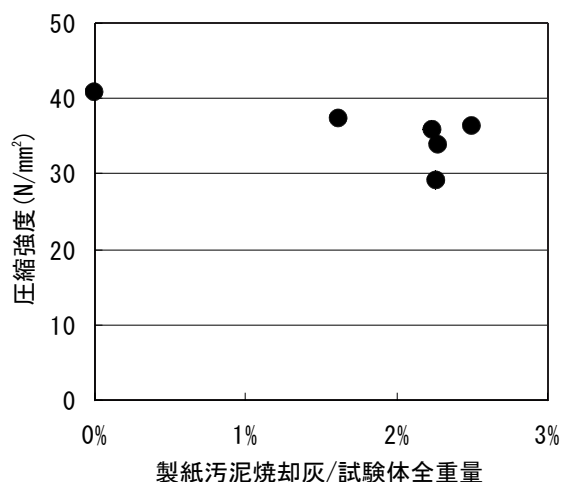


図1 コンクリート試験体の強度試験

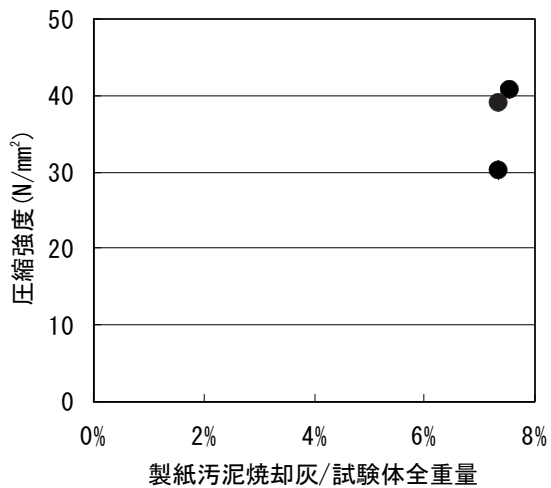


図2 高流動コンクリート試験体の強度試験

今回試験を行った混合割合では、ほとんどの場合において現在の市販されている製品と同等の圧縮強度(約30N/mm<sup>2</sup>)を得ることができた。

高流動コンクリートにおいては、流動性を付加するために添加していた薬剤をすべて製紙汚泥焼却灰に置換しても、十分な強度を得ることができた。

#### 4 まとめ

本研究により、製紙汚泥焼却灰がコンクリート混和材として利用可能であることを確認した。また、コンクリートとして利用可能な混合割合を決定することができた。

#### 謝辞

コンクリート試験体の作成においては九州中川ヒューム管工業株式会社の皆様に、溶出試験においては衛生環境研究所環境科学部水質科の皆様に協力をいただいたことに対して謝意を表します。