

排出地域・形態に着目した一般廃棄物焼却主灰の物理特性

福岡大学工学部	学生会員	永山 陽裕	中牟田 慎一郎	
福岡大学工学部	正会員	佐藤 研一	藤川 拓朗	古賀 千佳嗣
(株)フジタ	正会員	久保田 洋	繁泉 恒河	
(国研)国立環境研究所	正会員	肴倉 宏史		

1. はじめに 我が国では、年間約 400 万トンの一般廃棄物焼却残渣(焼却主灰や飛灰)が最終処分場に埋立処分されている。現在は、分別・リサイクルが進み処分場の残余年数こそ微増傾向にあるものの、依然として残余容量は減少しており、処分場の延命化は重要な課題である¹⁾。そのため、欧州で進められている焼却主灰の有効利用²⁾を日本においても考える必要がある。しかしながら、焼却主灰は重金属等を含有していることをはじめ、一般の土と性質が異なり、物理・化学特性が経時的に変化する不安定な材料であることが分かっている³⁾。よって、焼却主灰を土木資材として有効利用するためには、焼却主灰の品質やばらつきを把握し、これらが物理・力学特性に及ぼす影響について明らかにすることが重要である。本報告では、排出地域・形態に着目し、これらの違いが焼却灰の物理特性に及ぼす影響について検討した結果について報告する。

2. 実験概要

2-1 実験試料 実験には写真-1に示すように排出地域の異なる6地域から採取した焼却主灰を用いた。いずれの焼却主灰も採取時に目開き 19mm のふるいでふるい分けしたものを使用している。排出形態として、焼却炉の形式はいずれもストーカ炉であるが、A市、C市、E市、F市が湿灰、B市、D市が乾灰であり、いずれも 2018 年に発生した灰である。表-1 に採取した6地域の人口や可燃ごみ、処理対象等を踏まえた地域概要を示す。可燃ごみ内容などに地域の特性が出ているのが分かる。

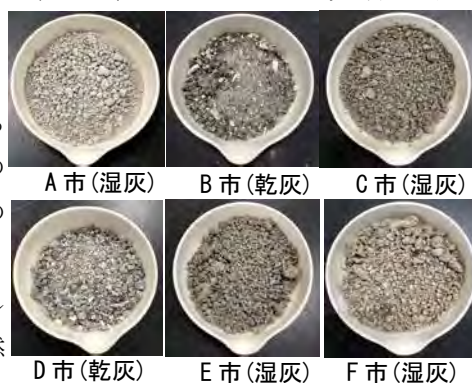


写真-1 実験試料

2-2 実験方法 焼却主灰の物理特性を明らかにすべく、物理組成、灰粒子の密度試験、粒度試験、締固め試験を行った。物理組成は、焼却主灰 2kg を用いて水洗いを行い、水洗い前後の質量比より灰分を求めた。その後、乾燥した焼却主灰に対して磁石を用いて磁選を行い、残りは目視により灰分、ガラス類、陶器類、非鉄金属類に選別を行った。灰粒子の密度は、土粒子の密度試験

表-1 地域概要

	A市	B市	C市
人口	200,000	200,000	100,000
可燃ごみ内容	台所ごみ、プラスチック類、ゴム類、紙くず、布くず、木くず等	生ごみ、紙くず、プラスチック製品、木くず、ゴム製品等	生ごみ、ゴム・皮革製品、プラスチック類、ビデオ・カセットテープ等
焼却炉形式	ストーカ炉	ストーカ炉	ストーカ炉
処理対象	可燃ごみ	可燃ごみ	可燃ごみ、不燃ごみ破砕残渣
	D市	E市	F市
人口	300,000	700,000	200,000
可燃ごみ内容	プラスチック類、生ごみ類、紙おむつ、下着類、コード(1m以下)	生ごみ、プラスチック類、ゴム製品、再生できない紙	生ごみ、木くず、革製品、ゴム類、繊維類、紙くず
焼却炉形式	ストーカ炉	ストーカ炉	ストーカ炉
処理対象	可燃ごみ、不燃ごみ破砕残渣	可燃ごみ	可燃ごみ、不燃ごみ破砕残渣

(JIS A 1202)に準じて行ったが、従来の湯せん法で脱気を行うと、熱により焼却主灰に含まれる Al や Ca 成分の化学反応が促進される可能性がある³⁾ことを考慮し、真空脱気法を採用した。粒度試験については、主灰の礫・砂分等に付着している細粒分を考慮し、洗い試験(JIS A 1103)を採用した。締固め試験は、JIS A 1210 に基づき E-b 法により行った。なお、含水比調整に際しては、灰粒子に水を十分吸収させるため、加水して混ぜ合わせた後、容器に入れて密閉し 24 時間放置したものを使用した。

3. 実験結果及び考察 図-1 に 6 地域の焼却灰の物理組成を示す。いずれの地域も灰分が 80%以上占めており、次いで、鉄含有物、ガラス類、陶器類、非鉄金属類の順であることが分かる。特に鉄含有物に関しては、D市が最も多く

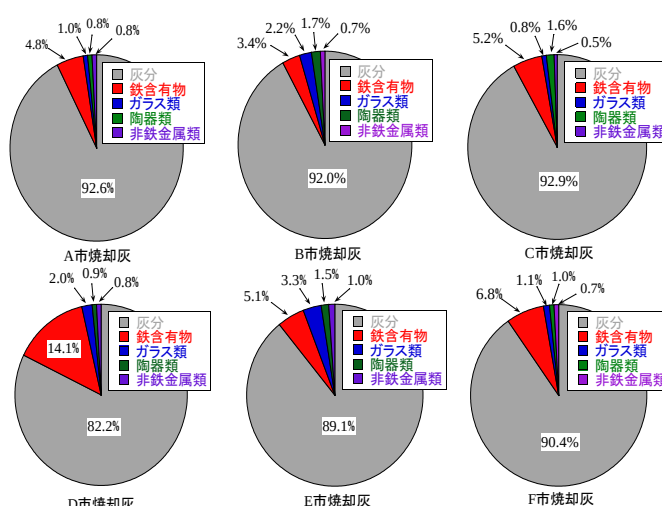


図-1 6地域の焼却灰の物理組成

含有している。これは、表-1 に示す分別状況からも分かるように D 市がコード(1m 以下)を可燃ごみとして処理していることや、分別に関する意識が他地域と比べて低い可能性があることに起因していると考えられる。このように排出地域により物理組成が異なることが分かる。

灰粒子密度については、図-2(a) 排出地域の違いに示すように B 市の灰粒子密度が最も低く、D 市の灰粒子密度が最も高いことが分かる。これは、図-1 の物理組成から分かるように B 市において最も鉄含有物が少なく、D 市において最も鉄含有物が多かったことに起因していると考えられる。

また、図-2(b) は A 市における排出時期の違いによる灰粒子密度に着目した結果である。同一地域においても排出時期の違いにより、灰粒子密度に多少のばらつきが見られるものの、(a) 排出地域の違いと比べ標準偏差は小さい傾向にあることが分かる。

粒度分布については、図-3 粒径加積曲線に示すように排出地域の違いにより多少のばらつきが見られるものの、いずれの試料においても粒径が広い範囲にわたって分布していることから、締固め特性の良い試料であると考えられる。

締固め特性については、図-4 に示す締固め曲線からもわかるように、排出地域が異なると物理組成や粒度分布が異なることから、最大乾燥密度及び最適含水比に影響を及ぼすことが分かる。本実験においては、乾燥密度差は最大で 2.0 程度、最適含水比は 10%程度の幅を持つことが明らかとなった。また、同一地域における排出時期の違いに着目すると、図-5 から分かるように、焼却主灰の締固め曲線は、するどくたった形状を示すものもあれば、なだらかな形状を示すものも見られる。しかしながら、最大乾燥密度及び最適含水比については、排出地域の違いに比べてばらつきは小さく、乾燥密度差は最大で 1.5、最適含水比は 5%程度の幅を持つことが明らかとなった。今後、これらの差が路盤材としての要求品質や力学特性にどの程度影響を及ぼすのかを明らかにしていく予定である。

4. まとめ 1) 分別状況や可燃ごみの内容は排出地域によって異なり、灰の性状に影響を及ぼす因子となる。2) 焼却主灰は、同一地域における排出時期の違いによって物理特性が異なるものの、そのばらつきは排出地域の違いに比べて小さい。以上の結果から、焼却主灰の地盤材料として有効利用する際は、排出地域や形態により物理特性が異なる点に留意が必要である。

【謝辞】：本研究は、“物理選別とエージングを組み合わせた「焼却主灰グリーン改質技術」の確立”，平成 30 年度環境研究総合推進費(3-1804)の一部として実施された研究です。関係者各位に心より感謝申し上げます。

【参考文献】 1) 佐藤ら：一般廃棄物焼却灰の土質力学特性に及ぼす地盤環境の影響，第 36 回地盤工学研究発表会講演概要集，vol.2-1, pp.627-628, 2001. 2) 肴倉宏史：欧州における都市ごみ焼却残渣の発生と金属回収・残渣有効利用の現状，JEFMA No.66, pp15-20, 2018. 3) 土居ら：一般廃棄物焼却灰の土質特性の経時変化，土木学会論文集，No659, pp.103-112, 2000.

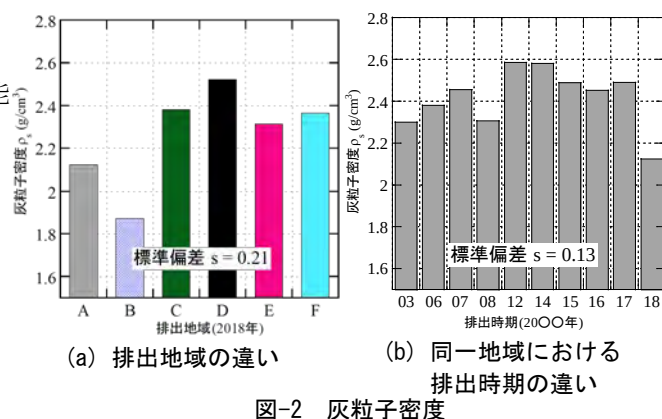


図-2 灰粒子密度

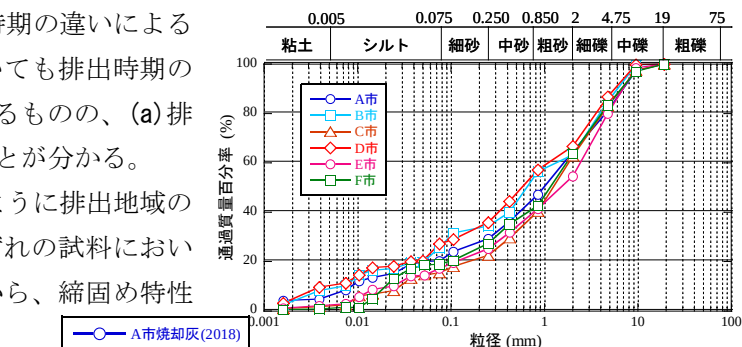


図-3 粒径加積曲線

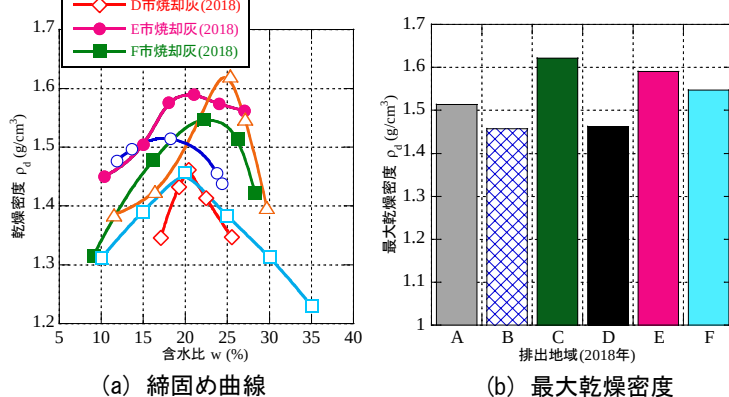


図-4 排出地域の違い

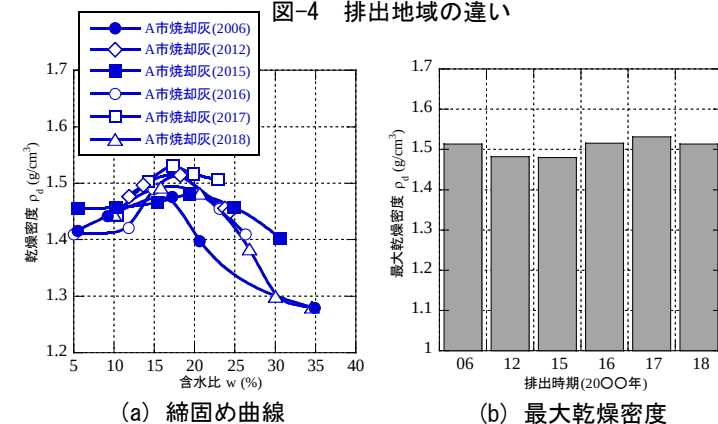


図-5 排出時期の違い