

一般廃棄物焼却灰の物理特性に関する研究

福岡大学工学部 正会員 佐藤 研一 福岡大学工学部 学生員○大石 浩太郎
九州大学大学院 正会員 島岡 隆行 福岡大学大学院 学生員 梅藤 清路

1.はじめに これまで一般廃棄物焼却灰の土質力学特性に関する研究¹⁾²⁾は、様々な研究機関において行われてきており、その試験方法においては一般の土質試験法に沿って行われているのが現状である。しかし、焼却灰は一般の土とは性質が異なり、表1に示すように様々な物質から構成されているため、その状態が経時的に変化し、物理・化学的に不安定な材料³⁾⁴⁾である。したがって、焼却灰に対する土質試験方法の適用について十分に検討する必要がある。そこで本研究では、まず焼却灰の物理特性に着目し、特に焼却灰粒子の密度及び、粒度特性について実験的検討を行った結果について報告する。

表1 焼却灰の物理組成

構成物質	(%)
灰分	75.7
鉄含有物	17.9
ガラス	4.9
陶磁類	1.2
非鉄金属類	0.3

2.実験概要 実験は A 市の焼却場から排出された一般廃棄物焼却灰を自然乾燥したものを用いた。以下に各試験の概要を示す。

表2 密度試験の着眼点と条件

脱気法	着眼点	実験条件
湯せん	湯せん時間	60分、90分、120分
	比重びんの大きさ	25ml、50ml、100ml
真空脱気	脱気時間	15分、60分
	内容物の質量	①すべての比重びんの内容物の質量を7g、脱気時間を90分 ②内容物の質量を比重びんの体積比、脱気時間を90分 (25ml:50ml:100ml:500ml=7g:14g:28g:140g)

2.1 焼却灰粒子の密度試験 密度試験は2mm以下焼却灰を用いて行った。密度試験における着眼点と条件を表2に示す。湯せん法では、比重びんの大きさ、湯せん時間に着目し、25、50、100ml比重びんを用い、湯せん時間を60、90、120分の条件で試験を行った。また、浮遊物が比重びんから流出することに着目し検討を行った。したがって、浮遊物の有無による密度の違いを調べるため、湯せん法では炉乾燥試料の質量を湯せん前(以下、前)に測定し、湯せん後の試料を炉乾燥させ質量を測定(以下、後)することにより、その密度の差異を検討した。真空脱気法では脱気時間と内容物の質量に着目し、表2に示す条件で試験を行った。真空脱気装置はデシケーターと減圧ポンプをチューブでつないだものである。真空脱気による密度試験方法を以下に示す。①焼却灰の質量を予め量る、②比重びんに蒸留水を入れ12時間以上放置する、③デシケーターの中に比重びんを入れ減圧ポンプを用い脱気し、10分ごとに比重びんを振り、気泡を取り除く、

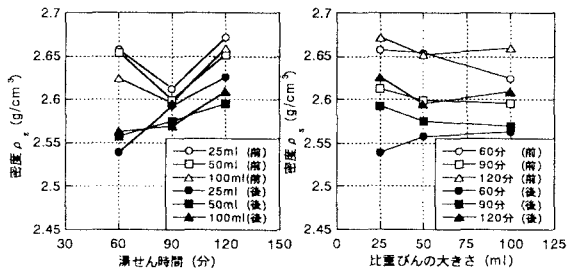
④その後、比重びんに蒸留水を満ちし測定を行う。その際、比重びんから漏れる浮遊物は回収する、⑤再び、比重びんの中の水を2/3程度になるまで抜く(ただし、抜いた水は回収する)、⑥③～⑤の工程を繰返しながら、所定の時間まで計測を行う。すべての実験において浮遊物及び回収した水は炉乾燥させ質量を測定し、浮遊物を除く密度(補正値)を算出した。

2.2 粒度試験 粒度試験は13mm以下焼却灰を用いて行った。粒度試験における着眼点と条件を表3に示す。焼却灰の振動による破碎性に着目し、ふるい振とう機を用い、振とう時間を2分、10分、60分と変化させ実験を行った。また、礫・砂分等に付着している細粒分に着目し、洗い試験

(JISA 1103)を行った。洗い試験は、75 μ mふるいをを用い、通過試料は沈降分析を行った。次に、粒度試験に必要な試料の分取量を検討するために、質量を250、500、750、1000、1250gの5種類で試験を行った。

表3 密度試験の着眼点と条件

着眼点	実験条件
破碎性	振とう時間2分、10分、60分
細粒分	洗い試験
質量	250g、500g、750g、1000g、1250g

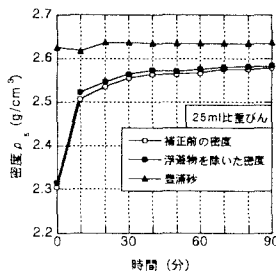


※ (前) 湯せん前に炉乾燥質量を測定し密度を算出したもの

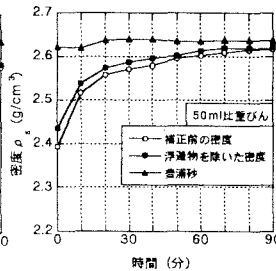
(後) 湯せん後試料を炉乾燥させ質量を測定し密度を算出したもの

図-1 密度と湯せん時間の関係

図-2 密度と比重びんの大きさの関係



(a) 25ml比重びん



(b) 50ml比重びん

図-3 密度と真空脱気時間の関係

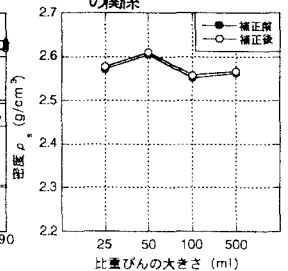


図-4 密度と比重びんの大きさの関係

3.実験結果及び考察

3.1.1 湯せん法 焼却灰粒子の密度と湯せん時間の関係及び比重びんの大きさの関係を図1、2に示す。ここで、湯せん前、後の質量に着目し整理を行っている。これらの図より焼却灰の密度は比重びんの大きさに関係なく、湯せん時間に影響を受けている事が分かる。湯せん後に試料の質量を測定する場合においては、時間の経過に伴って密度が大きくなる傾向を示している。当初、浮遊物が流出することで、湯せん後に試料の質量を測定し算出した密度は、湯せん前に試料の質量を測定し算出した密度より大きくなると考えたが、その逆の結果となった。これは、湯せん前の試料の質量より湯せん後の試料の質量が増加していたことが原因である。それは、焼却灰がポーラスな材料であるため、乾燥しきれていない、あるいは、湯せん時、または炉乾燥時の化学反応によるものだと考えられる。また、試験結果は全体的に非常にばらつきの多いものとなった。この原因は、焼却灰を比重びんに入れ、脱気を湯せん法で行うと、湯せん時、及び湯せん後に室温まで冷ます過程において、焼却灰に含まれる Al と Ca 成分が化学反応を起こし、気泡が発生³⁾してしまうことが考えられる。また、膜が形成され脱気が妨げられる。したがって、湯せん法では十分な脱気が不可能であると考え、真空脱気法により検討を行った。

3.1.2 真空脱気法 試料の質量を比重びんの体積比で入れ、真空脱気時間を 90 分で行った実験結果を図3に示す。これより真空脱気時間が 40 分を越えると密度が安定した値をとっていることが分かる。また、100ml 及び 500ml も同様の傾向が見られた。そこで、真空脱気の密度の算出を 40 分以降の密度の平均値で求め、その結果を比重びんの大きさとともに図4に示す。この密度のばらつきは焼却灰自体のばらつきであると考えられ、比重びんの大きさによる影響ではないと考えられる。よって、比重びんは扱いやすい 50ml もしくは 100ml のものを用いるのがよいと思われる。また、今回用いた焼却灰粒子の密度は図4の値を平均すると 257 (g/cm³) という結果が得られた。

3.2 粒度特性 図5、表4に振とう時間を変化させて行った粒度試験の結果を示す。また、洗い試験により得られた結果も同時に示している。振とう時間の増加に伴い、わずかながら細粒分の増加が見られた。これは、振とう機でふるうことにより焼却灰が破砕しているのではなく、礫・砂分に付着していた細粒分が分離したためだと考えられる。これは、洗い試験により理解でき、通常のふるい試験と比べると、礫分の減少と細粒分の増加が大きいことが分かる。また、写真1、2に示すように礫・砂分に付着していた細粒分が洗い試験によって洗い流され、細粒分が約 10%増加しており、灰の付着が粒度分布に大きな影響を与えている。次に、焼却灰の質量の違いが粒度試験に及ぼす影響について試験を行った結果を図6、表5に示す。粒度分布を比較すると 750g 以上ではほぼ同等な値を示しており、分取量が 750g を越えると安定することが明らかとなった。

4.まとめ

- 1)密度特性 ①焼却灰の密度試験は湯せん法では精度の高い結果を得ることが困難なため、真空脱気法で行う方法が良いと考える。②焼却灰の密度試験法は 50ml または 100ml 比重びんを用い、真空脱気法により 40 分以上の脱気を行うことが最適な方法である。③焼却灰の密度はばらつきが大きいため本数を多くする必要がある。
- 2)粒度特性 焼却灰には細粒分が多いため、洗い試験による方法が望まれる。しかし、現実的には振とう法により 750g 以上の質量を用いて行うことが最適な方法である。

参考文献 1) 後藤、山中、宮原、小川；「都市ごみ焼却灰のせん断及び圧縮沈下特性に関する実験的研究」平成 10 年度土木学会西部支部研究発表会講演概要集、pp.422～423、1999。 2) 前野、平田、永瀬；「都市ごみ焼却灰の中型排水三軸圧縮試験について」第 33 回地盤工学研究発表会、pp.669～670、1998。 3) 土居、今泉、山田；「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、No.659、III-52、pp.103～112、2000。 4) 花嶋、島岡、福田、矢代、平尾；「物理選別処理による一般廃棄物焼却灰の有効利用について」第 10 回廃棄物学会研究発表会講演論文集、pp.500～503、1999。 5) 沼田、橋田、丸田；「都市ゴミ焼却灰の固化に関する一考察」第 31 回地盤工学研究発表会講演概要集、pp.319～320、1996。

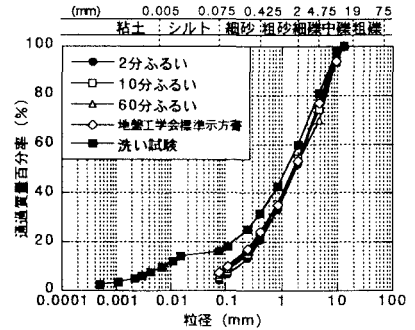


図5 粒度加算曲線 (試験方法の違いによる影響)

表4 粒度特性 (試験方法の違いによる影響)

	2分	10分	60分	地盤工学会 標準方法	洗い試験
有効径 (mm)	0.17	0.14	0.13	0.12	0.007
平均粒径 (mm)	1.9	1.7	1.8	1.7	1.3
U_L	15.7	19.1	22.3	21.7	285.7
U_U	1.14	1.03	1.09	1.19	103

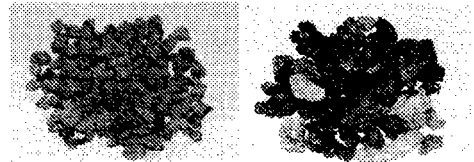


写真1 洗い試験前の焼却灰 写真2 洗い試験後の焼却灰

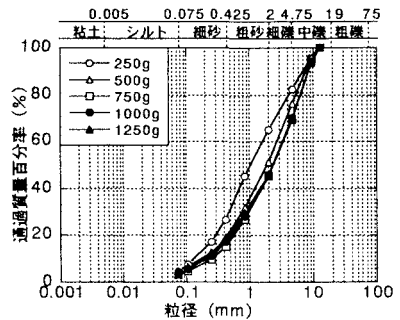


図6 粒度加算曲線 (質量の違いによる影響)

表5 粒度特性 (質量の違いによる影響)

	250g	500g	750g	1000g	1250g
有効径 (mm)	0.14	0.19	0.25	0.22	0.17
平均粒径 (mm)	1.1	1.9	2.4	2.3	2.3
U_L	11.9	14.2	14.0	15.0	19.4
U_U	1.0	0.84	0.88	0.86	0.78