

焼却灰の物理・化学特性に関する研究

(株)近代技術コンサルタント ○井上泰裕

福岡大学

松藤康司

福岡大学

長野修治

1.はじめに

廃棄物の焼却処理等の中間処理技術が著しく発達してきた現在、廃棄物の最終処分場である埋立場も、不燃物が主体となってきた。特に、清掃工場から発生する焼却灰の占める割合も年々増加し、その与える影響も大きい。また、焼却灰は、最終的には埋立処分されるのが一般的であるが、焼却灰の埋立後の変化に関しては殆んど説明されていない。そこで、最終処分場の建設計画、将来の跡地利用のためには、焼却灰の特性を把握する必要がある。このため、今回福岡市東部および南部清掃工場の焼却灰について、物理特性、組成および化学組成の調査、研究を行った。

2.試験項目

各清掃工場において、焼却炉型式や焼却される可燃物の組成が異なるため、今年度は東部と南部清掃工場の焼却灰について、物理組成、比重試験、粒度試験、一軸圧縮試験および化学組成試験を行った。

3.試験結果

(1)焼却灰の物理組成

調査結果は表1-1のとおりで、東部、南部の清掃工場の焼却灰の平均物理組成を比較すると、東部は不燃物が67%と半分以上を占めているのに対し、南部は31.3%と東部の1/2以下である。また、東部の不燃物中にはクリンカー等が比較的多かったことから、900℃前後の高温焼却を行っていたことが考えられる。一方、南部焼却灰中には、可燃物が殆んど見られず完全燃焼が行われていることを示している。熱収減量においても、どちらの焼却灰も2%以下で基準値を下回った。

次に、図1-1に物理組成の経時変化を示した。この結果から見ると、可燃物は東部、南部共1%以下であるが、不燃物の組成変動幅は東部で61%~75%、南部で27%~38%と根本的に両者の組成の違いが表われている。これは、東部と南部の清掃工場では、焼却処分される可燃性ごみ組成が異なるためと予想される。

(2)比重試験

東部焼却灰の平均比重は2.88、南部焼却灰は2.85であり、また、比重の経時変化においても、東部2.7~3.1、南部2.6~3.2と比較的安定しているが、南部の焼却灰の方が若干変動幅が大きい。

今回の比重試験の結果、焼却灰の比重は2.8以上であり無機物に相当するが、前年度試験結果では2.45と2.6を下回っているため、有機質分が少量含まれていることになり、今年度は前年度と相反する結果を得た。

しかし、この原因は、清掃工場から搬出される焼却灰が、焼却炉型式や燃焼状態によって質が変化するため、焼却灰の比重はごみの燃焼状況により大きく左右されると考えられる。すなわち、東部清掃工場に搬入され

表1-1 焼却灰の物理組成

	可燃物	不燃物	灰分	熱収減
東部	0	74.8	25.4	0.94
7	1.3	63.4	35.3	1.31
10	1.0	67.3	31.7	1.33
11	0.8	61.0	38.2	1.91
12	0.8	68.2	31.0	0.50
平均	0.8	67.0	32.2	1.20
南部	0	32.3	67.7	0.95
7	0.1	38.2	61.7	1.48
10	0	28.8	71.2	2.56
11	0	26.9	73.1	1.75
12	0	30.3	69.7	2.58
平均	0	31.3	68.7	1.86

単位(%)、熱収減量は600℃、3時間で行った。

図1-1 焼却灰の物理組成の経時変化

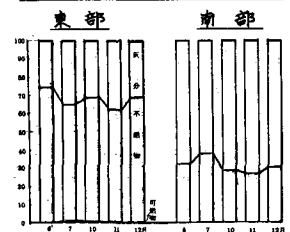


表1-2 焼却灰の比重試験

	東部	南部
	1	2
5月	2.69	2.63
7月	2.97	2.71
8月	2.85	2.77
9月	2.89	2.71
10月	3.07	2.79
11月	2.84	2.81
12月	2.75	2.92
平均	2.88	2.85

可燃性ごみは、収集地域が工業地域である中央区や、中小企業や零細企業を抱える博多区、東区であるために事業系自己搬入可燃性ごみが非常に多いのに対し、南部清掃工場に搬入される可燃性ごみは、住宅地域からが大半を占めるために不燃物が少なくなるのである。

(3) 粒度試験および一軸圧縮試験

図1-2は、東部および南部清掃工場の各資料の粒度加積曲線の変動幅を重ねてまとめたものである。この図より、東部は南部に比べてその変動幅が大きい。また、東部の焼却灰の方が粒径が大きいことがわかる。これらのことは、南部の焼却灰の方が均一に粒度分布し、大きな変動がないことを示している。

次に、粒度加積曲線より均等係数 U_c 、曲率係数 U_s を求めたものを表1-3に示す。一般の土質においては、 $U_c < 4 \sim 5$ の場合を「粒度分布が悪い」とし、 $U_c > 10$ 、 $U_s = 1 \sim 3$ の場合を「粒度分布が良い」としている。表1-3からみると、東部は $U_c = 18.5$ 、 $U_s = 2.2$ 、南部は $U_c = 17.1$ 、 $U_s = 1.4$ より、どちらの焼却灰も「粒度分布が良い」と言える。これを、日本統一分類法で判別すると「均等粒度」に属することが判明した。

また、これらの焼却灰を日本統一土質分類法で分類すると、東部焼却灰は、 $4760\mu\text{m}$ の加積残留率が64~72%で、50%以上を示すことからレキ(G)に相当し、「粒度分布の良いレキ(GW)」に分類される。また、南部焼却灰は、 $4760\mu\text{m}$ の加積残留率が24~33%と50%以下であるので砂(S)に相当し、「粒度分布の良い砂(SW)」に分類される。

さらに、東部、南部の一軸圧縮試験結果を図1-3、表1-4に示す。この結果より、東部焼却灰よりも南部焼却灰の方が密に詰まり、粘着性もあり、強度的にも大きいことが明らかになった。

(4) 化学組成

表1-5より、東部、南部の化学組成は非常に類似しており、焼却灰の化学組成の変動は、東部ではあまりみられず、南部では Fe_2O_3 に大きくみられた。また、セメントの化学組成に類似しているのがわかる。

(5) まとめ 以上より、今回の研究結果を要約すると次のようになる。

- ① 不燃物の占める割合は、東部が南部より高い。
- ② 比重は、東部、南部共2.8以上であり、無機質土に相当する。
- ③ 東部焼却灰は、「粒度分布の良いレキ(GW)」に属し、南部焼却灰は、「粒度分布の良い砂(SW)」に属する。
- ④ 東部焼却灰よりも南部焼却灰の方が密に詰まり、粘着性もあり、強度的にも大きい。
- ⑤ 東部、南部の化学組成は、非常に類似し、また、セメントの化学組成にも類似している。

尚、上記の特性を有する焼却灰の埋立後の変化については、現在実験中である。

図1-2 焼却灰の粒度試験

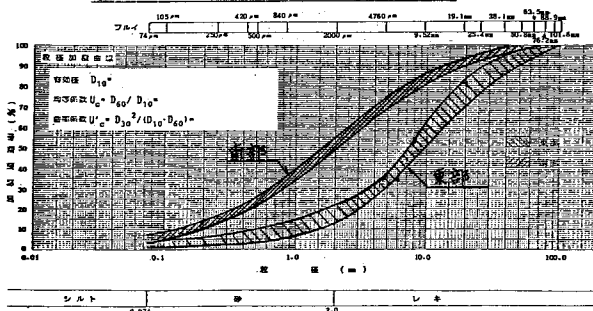


表1-3 焼却灰の有効係、均等係数、曲率係数

		D ₁₀	U _c	U _s
東	4月	1.50	8.0	1.5
	8月	1.90	6.3	1.5
	9月	0.38	40.5	3.1
	10月	0.60	25.3	3.1
	平均	0.95	18.5	2.2
南	4月	0.12	23.7	1.3
	8月	0.16	22.8	1.2
	9月	0.20	14.5	1.4
	10月	0.25	12.4	1.3
	平均	0.18	17.1	1.4

図1-3 焼却灰の応力-ひずみ曲線

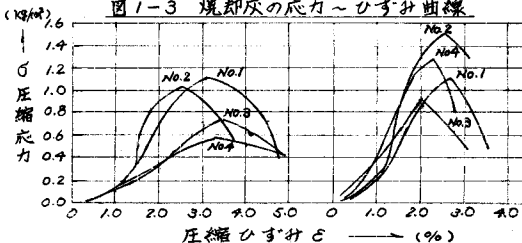


表1-4 焼却灰の一軸圧縮強さ

		最適含水比(%)	軸圧縮強さ (kg/cm^2)	粘着力(kg/cm^2)	塑性指数
東部 焼却灰	No. 1	21.7	1.16	0.58	3.44
	No. 2	21.7	1.02	0.51	3.16
	No. 3	21.8	0.79	0.39	4.12
	No. 4	21.8	0.59	0.29	5.60
	平均	21.75	0.89	0.44	4.08
南部 焼却灰	No. 1	20.8	0.90	0.45	1.66
	No. 2	19.7	1.26	0.63	2.39
	No. 3	19.6	1.11	0.56	2.03
	No. 4	19.6	1.48	0.74	3.32
	平均	19.9	1.19	0.59	2.35

表1-5 焼却灰の化学組成

成分	SiO_2 (%)	Fe_2O_3 (%)	Al_2O_3 (%)	Na_2O (%)	K_2O (%)	CaO (%)	MgO (%)
工場							
東部清掃工場	34.5	19.9	9.9	5.0	1.4	17.7	2.4
南部清掃工場	34.7	16.5	10.8	5.3	1.4	17.8	2.2
セメント	220	3.0	5.5	—	—	64.8	1.4