

細粒化した焼却灰の力学特性について

鹿児島高専 学 ○長山 昭夫 坂口 一成 日高 俊幸
 鹿児島高専 正 前野 祐二

1. はじめに

家庭ごみを焼却して得られる都市ごみ焼却灰は、一般に一般廃棄物処分場に埋立処分されるが、その埋立残余量が少なく、都市ごみ焼却灰の有効利用が緊急の課題となっている。そのため、熔融処理、エコセメントなど有効利用が考案されている。しかし、いずれの有効利用もコストがかなり高く、大規模な設備が必要である。そこで本研究は、都市ごみ焼却灰を簡易の設備で安全な有効利用を目指して研究を行った。

その結果、焼却灰に生石灰、石炭灰を混入した試料を高圧圧縮成形することにより高強度の製品が作成できることが明らかになった。そこで本研究は焼却灰に生石灰、石炭灰を混合した試料による供試体で、圧縮試験を行い、その強度特性を明らかにするものである。

2. 試料について

本実験で使用した試料は、K市のごみ焼却場から排出された都市ごみ焼却灰と外国産の石炭灰である。

表-1 に都市ごみ焼却灰の組成分析を示す。表で示すように焼却灰には SiO₂、Al₂O₃、Fe₂O₃、CaO などのポゾラン粘性鉱物が多く含まれている。本実験で用いた焼却灰は、CaO を比較的多く含む。この CaO は、締固めた石炭灰の強度発現に大きな影響を及ぼす化学成分であり、これがシリカやアルミナと化合して強度発現物質を生成すると考えられている¹⁾。

図-1 に焼却灰の粒度分布を示す。図に示すように採取した焼却灰の最大粒径は 9.5mm で、かなり大きな陶器片や鉄などが含まれていたが、本実験では目視で灰以外のものがほとんど含まれていない 2mm ふり通過焼却灰を用いた。2mm 以下の焼却灰は全体の 90% 程度になる。本実験では 2mm ふり通過焼却灰を粉砕機で粉砕し、細粒化したものでも試験を行った。

2mm 以下の焼却灰と細粒化した焼却灰の均等係数 U_c と曲率係数 U'_c を求めると、2mm 以下の焼却灰の均等係数 U_c = 4.357、曲率係数 U'_c = 0.968 となり、細粒化した焼却灰の均等係数 U_c = 2.729、曲率係数 U'_c = 0.968 となる。均等係数は 2mm 以下の焼却灰の方が小さくなり、粒度分布の幅が小さくなっているが²⁾、2mm 通過焼却灰と細粒化した焼却灰の曲率係数はほぼ同じ値である。すなわち、細かい粒子の粒径が相対的にはほぼ同じであると考えられる。

2. 一軸圧縮試験

2. 1 一軸圧縮強度と生石灰、石炭灰混入率

焼却灰は粒子の中に空隙をかなり有し、破碎しやすいことからそのままでは、強度が大きくなる考え、焼却灰粒子の空隙を小さくするために焼却灰を粉砕し、粒径を細かくした。粉砕した焼却灰の最適混入率を調べるために生石灰 5~

表 - 1 都市ごみ焼却灰の化学成分

焼却灰	強熱原料	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	Na ₂ O	P ₂ O ₅	その他
K市	7.7	35.9	17	4.5	20.4	3.6	-	4.9	2.6	3.4
F市	9	42.6	6.8	12.7	17.2	1.7	ND	-	1.6	8.4
A市	5.6	43.3	9.4	9	14.8	1.6	0.9	1.4	1.9	12.1
		34.5	14.7	7	22.1	3.5				

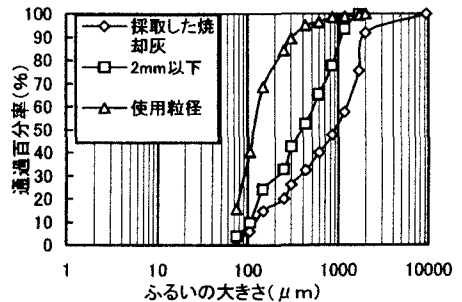


図-1 焼却灰の粒度分布

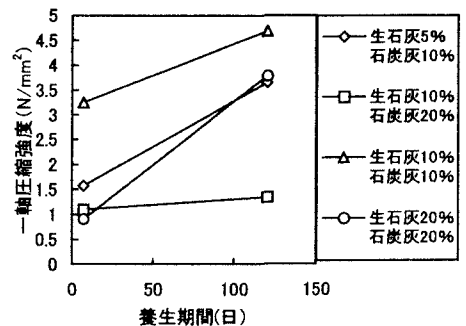


図-2 一軸圧縮強度と養生期間

20%、石炭灰 10~20%、含水比 25~35%の配合で一定の密度（乾燥密度 1.3 程度）になるように、突固めて一軸圧縮試験を行った。なお、養生期間は一週間と四ヶ月とした。図-2 にその試験結果を示す。図に示すように、生石灰 20%のとき一週間強度は 0.92N/mm^2 四ヶ月強度は 3.80N/mm^2 であるが一方生石灰 10%のとき一週間強度は 3.25N/mm^2 四ヶ月強度は 4.68N/mm^2 となり、生石灰が多いほうが強度は小さい。すなわち、単に生石灰を増加させても強度は簡単に増加しないことが分かり、この配合の中で最も強度が出る混合率は生石灰 10%、石炭灰 10%であると考察される。

2. 2 一軸圧縮強度と圧縮成形応力の関係

突固めではあまり強度が大きくならないので、高圧圧縮で行い供試体を成形した。混合率は生石灰 10%、石炭灰 10%、含水比 35%の供試体に圧縮成形応力 $5\sim 30\text{N/mm}^2$ を加えた。図-3 に一週間強度と圧縮成形応力の関係を示す。図に示すように成形圧縮応力が大きくなるにつれて一軸圧縮強度が急激に増加する。成形圧縮応力 30N/mm^2 、二週間養生で 21N/mm^2 の一軸圧縮強度が得られた。また、同配合で 3 層 25 回の突固めて作成した供試体の一週間強度は 3N/mm^2 程度ある。

2. 3 一軸圧縮強度（一週間養生）と含水比と養生方法の関係

生石灰、石炭灰 10%を固定して含水比を 20~40%の配合で突固めて一定の密度（乾燥密度 1.25 程度）になるように供試体を作成した。この供試体を温度 30° 湿度 50%と温度 23° 湿度 100%の養生条件を 2 つにした。一軸圧縮強度と養生条件と含水比の関係を図-4 に示す。この図から含水比が低いほど一軸圧縮強度が大きい。また、含水比が比較的低いとき、養生条件により大きく一軸圧縮強度は異なるが、含水比が大きいとき、養生条件による一軸圧縮強度の差は無い。すなわち養生方法を変えることにより生石灰の固化の反応速度が変化したと考えられる。しかし図-5 が示すように養生方法を変えて一軸圧縮強度が伸びるのは初期強度だけで長期強度は逆に温度 23° の養生方法の方が強度が伸びることが分かった。

3. おわりに

以上の試験により、以下のような知見を得た。

- 1) 粒子破碎した供試体を高圧圧縮成形することにより高強度の製品が作成できる可能性がある。
- 2) 破碎して 1 ヶ月放置した焼却灰を使用すると強度は小さい。又、養生方法の違いにより強度にかなりの違いが出るなど様々な問題がある。

【参考文献】

- 1) 松尾稔 他：石炭灰の土質改良材への適用に関する実験的研究 土木学会論文集 No.603/III-44, pp.77-88 1998.9
- 2) 野博昭 他：養生条件の違いが締固めた石炭灰供試体の一軸圧縮強さおよび体積変化に及ぼす影響、土木学会論文集 No.463/III-22, pp.45-53 1993.3

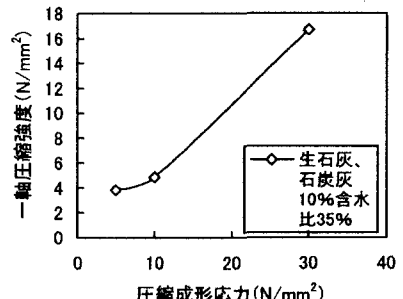


図-3 一軸圧縮強度と圧縮成形応力(一週間強度)

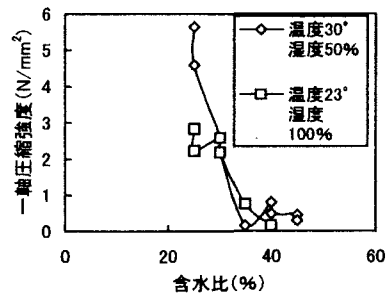


図-4 一軸圧縮強度と含水比

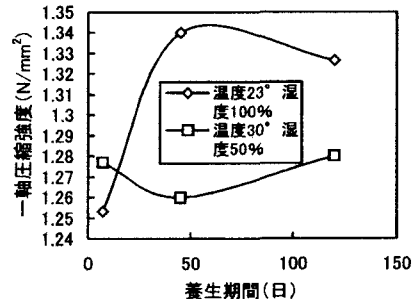


図-5 一軸圧縮強度 (N/mm²)