

都市ごみ焼却灰の化学特性と固化への検討

鹿児島高専専攻科 (学) ○福元 孝洋 (学) 金子 和久
 鹿児島高専 (正) 前野 祐二 (非) 三原 めぐみ

1. はじめに

近年ごみの総排出量は、年間 5,100 万トンにおよび、それらを焼却して得られる都市ごみ焼却灰は、一般廃棄物処分場に埋め立て処分されている。しかし、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。このため熔融処理、エコセメントなど有効利用が考案されているが、いずれも大きな処理設備が必要でコストも大きい。また、都市ごみ焼却灰には塩素が含まれているため、エコセメントは、無筋コンクリートに限定されている。

そこで本研究では、都市ごみ焼却灰を用いてエコ石灰セメントを作成し、その製造方法、および固化方法について検討した。

2. 試料

都市ごみ焼却灰は K 市のごみ焼却場から採取した。なお、焼却灰はストーカー炉で発生する炉底灰である。

表 1 焼却灰の化学組成

組成	CaO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	P ₂ O ₅	TiO ₂	K ₂ O	SO ₃
(%)	43.08	21.27	18.21	4.77	5.18	1.91	1.73	1.51

表 1 に焼却灰の蛍光 X 線分析による化学組成を示す。表に示すように CaO は 43.1% と最も多く、次に SiO₂ (21.3%)、Al₂O₃ (18.2%)、Fe₂O₃ (4.8%)、P₂O₅ (5.2%) の順である。この 5 つの成分で 92.5% を占める。

3. エコ石灰セメントの製造方法

図 1 にエコ石灰セメントの製造方法のフローを示す。図に示すようにまず、都市ごみ焼却灰を乾燥させ、篩で分級する。篩残留物は鉄分などが含まれ、セメント材料としては不適であるため、篩通過物を用いた。この篩通過物に石炭灰と生石灰と石膏を混合し、粉碎処理を行い、エコ石灰セメントを製造した。

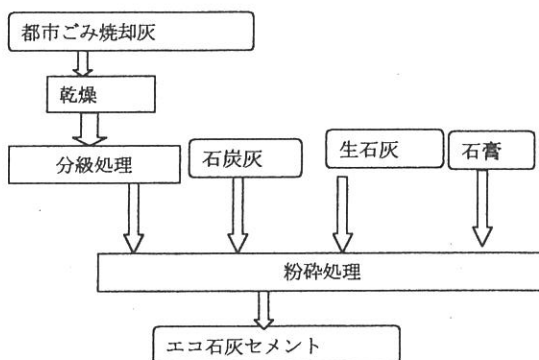


図 1 エコ石灰セメントの製造フロー

この製造方法は微粉碎するだけで、高温処理となる焼成を行わないため、大規模な処理施設が不要で、廉価な製造が可能である。

本実験では、2mm 篩通過物 75%と生石灰 10%、石炭灰 10%、石膏 5%を混合し、粉碎した。粉碎は、廉価にするため、コンクリートミキサー内に上記試料と鉄球（直径 3cm：20個、直径 2cm：20個、直径 1cm：10個）を投入し、1分間に 30回転程度の速度で 0時間～72時間程度連続回転させ、エコ石灰セメントを製造した。

4. 焼却灰の粉碎と鉛の溶出

一般に焼却灰を粉碎すると鉛の溶出量が増加すると考えられる。そこで、焼却灰をコンクリートミキサーで、粉碎し、その粒径の変化と鉛の溶出量の関係を明らかにした。破碎による粒度分布の変化を図 2 に示す。図に示すように、時間が経過するにもなっても平均粒径が小さくなっている。その時間ごとの破碎した焼却灰を試料とした鉛の溶出量を図 3 に示す。45 分間の破碎で鉛の溶出量が小さくなるが、1.5 時間の破碎をした焼却灰

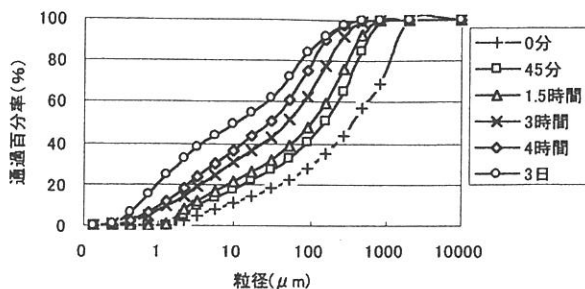


図2 粉碎した焼却灰の粒度分布

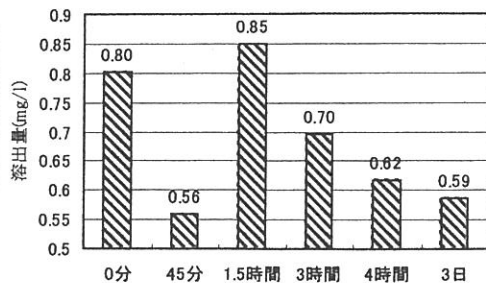


図3 粉碎した焼却灰の鉛の溶出量

の鉛の溶出量は増大している。さらに1.5時間以上破碎した焼却灰は、粒径が細くなるほど鉛の溶出量が減少している。このことより、焼却灰を微粉碎しても鉛の溶出量は増加することはない、徐々に減少する傾向にあることがわかる。

5. エコ石灰セメントの固化

エコ石灰セメントは水を加えることにより固化体になる。強度は低い、様々な特性がある。

エコ石灰セメントに35%、40%、45%の水を混練し、直径5cm、高さ10cmの型枠に詰め、振動を加えて供試体を作成後、養生室で気中養生を行った。

混合水が35%のとき、混練したあとのエコ石灰セメントは、十分な流動性がなく、パイプレータによる成型方法は困難であった。混合水が40%と45%のときは、エコセメントは十分な流動性があり、型枠に詰め、普通コンクリート同様にパイプレータで締め固めることができた。

混合水が35%のとき、湿潤密度は1.77~1.78 g/cm³、乾燥密度は1.31~1.34 g/cm³であった。混合水が40%のとき、湿潤密度が1.80~1.82 g/cm³、乾燥密度が1.23~1.29 g/cm³であった。混合水が45%のとき、湿潤密度は1.76~1.83 g/cm³、乾燥密度は1.21~1.26 g/cm³であった。このことより混合水が、多いほど乾燥密度は小さいことがわかる。

図4に、圧縮強度と養生期間、混合水率の関係を示す。図に示すように圧縮強度は、混合水が40%のとき、42日養生で19MPa、67日養生で24MPa、混合水が35%のとき、42日養生で14MPa、67日養生で21MPa、45%のとき、42日養生で16MPa、67日養生で19MPaであった。混合水40%のとき最大になった。すなわち、エコ石灰セメントの、最適な混合水は40%であり、混合水量が、多過ぎても少な過ぎても強度は低下する。養生期間は最大2ヶ月であったが、養生期間を延ばすことにより強度は増加する可能性があるようである。なお、図に示すように養生日数20日までは、圧縮強度のデータにばらつきがあるが、これは乾燥密度のわずかな増減により、圧縮強度が増減していたからと考えられる。

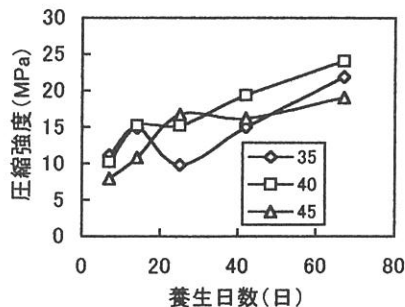


図4 圧縮強度と養生日数の関係

5. まとめ

本研究で用いた焼却灰は、ストーカ炉の炉底灰であるため、2mm以下の焼却灰のみの鉛の溶出量は、0.8mg/lであったが、粉碎、固化することにより溶出量は減少した。また、固化体の強度は、コンクリート同様な値がえられ、しかも、エコ石灰セメントは高温処理である焼成を行わずに、低コストで生産できた。このようなエコ石灰セメントの製造方法の開発は、焼却灰の有効利用に多大な貢献をすると考えられる。しかし、実験例が少なく、どのような焼却灰、石炭灰が利用可能であるのか明確ではない。さらに、混合物の配合の変化による強度変化、養生方法の違いによる供試体への影響の測定など様々な実験を行う必要がある。これからの実験によりそれらを明確にし、焼却灰・石炭灰の有効利用を一日も早く目指したい。