

焼却灰を主原料とした固化材によるコンクリート二次製品の製造について

鹿児島高専 ○正会員 前野 祐二、正会員 長山 昭夫
 鹿児島高専 三原 めぐみ、池田 圭子
 都城高専 森 寛

1. はじめに

焼却灰は、重金属を含むためそのままでは有効利用できないため、熔融処理や焼成処理による有効利用がある。しかし、これらの有効利用は、コストが大きく、中小の自治体には大きな負担となる。そこで本研究では、焼却灰を廉価に処理して固化材を作製し、この固化材と骨材、水を混合して固化させる技術を開発した。この固化体は環境告示第 19 号による含有量試験、環境告示第 46 号による溶出試験において土壤汚染対策法の基準を満足する。また、固化体強度はコンクリート二次製品の基準強度以上になる。そこで、本研究の実用化を鑑み、コンクリート二次製品として試作を行った。また、本研究では 3 種類の焼却灰を用いており、様々な焼却灰に本技術が適応できる可能性を明らかにする。

2. 試料

本研究で S 焼却灰と K 焼却灰と H 焼却灰を蛍光 X 線分析で含有量を調べた。主成分は CaO と SiO₂ と Al₂O₃ であり、この 3 つ合計はそれぞれ 81%、69%、81%である。K 焼却灰の Al₂O₃ が他の焼却灰と比較すると少ない。また、K 焼却灰の Cl が 7%、Na₂O が 5%と他の焼却灰と比較するとかなり多い。また、有害物質として問題になる PbO がいずれも 0.1%以下で含まれている。K 焼却灰は Na を加えてダイオキシン除去を行っているので、他の焼却灰に比べて Na の含有量が多いと考えられる。

3. 固化体作製について

作製方法について箇条書きで説明。

- 1) 水槽に焼却灰を投入して、攪拌した後、水洗する。ただし、K 焼却灰だけは、水洗前に一ヶ月間水浸する。
- 2) 穴をあけたコンテナに焼却灰を投入して攪拌後、脱水して重金属、塩素を除去する。(しかし、土壤汚染対策法の基準以下の含有量になるまで洗浄を行わない)
- 3) 焼却灰を自然乾燥させ、湿った状態もまま 5mm ふりいでふるい分けを行う。通過焼却灰を使用する。(通過した焼却灰が、鉄分を多く含む場合、磁石で鉄分を除去する)
- 4) 焼却灰と水を乾燥炉に投入して 100℃以下で煮沸、乾燥する。有機物の除去と気体発生の促進。
- 5) 固化補助材(生石灰、石炭灰、石膏、セメント)を添加した後、細かく粉砕する。
- 6) 固化材完成
- 7) 固化材、骨材、水を加え練り混ぜ型枠に投入。養生をおこない固化体を製造

3つの焼却灰は、このように同様な方法で固化体が製造できた。なお、H 焼却灰は平成 15 年度、S 焼却灰と K 焼却灰は平成 18 年度に実験を行い、固化体、コンクリート二次製品の製造を行った。

5. 平成 15 年度の固化体製造と強度・環境試験

平成 15 年に作製した固化材は、H 焼却灰と固化補助材混合割合を、(焼却灰：石炭灰、生石灰、石膏、セメント=60:25:10:5:10~30)とした。固化体は砂と固化材の配合割合を 2:1 とし、混合水量は水固化材を 40%で、インターロッキング(写真 1)を作製した。養生 3 ヶ月養生固化体の圧縮強度は 20~40N/mm²となり、

表 1 焼却灰の化学組成

化学物質	S焼却灰	K焼却灰	H焼却灰
CaO(%)	37	38	42
SiO ₂ (%)	27	20	21
Al ₂ O ₃ (%)	17	11	18
Fe ₂ O ₃ (%)	4	6	5
P ₂ O ₅ (%)	4	4	5
Na ₂ O(%)	2	5	—
MgO(%)	3	3	2
TiO ₂ (%)	2	1	2
K ₂ O(%)	2	3	2
Cl(%)	1	7	1
SO ₂ (%)	1	2	2
PbO(%)	0.05	0.08	0.04

3年間インターロッキングとして使用した(写真2)。2年後のインターロッキング(固化体)の圧縮強度は $23\sim 55\text{ N/mm}^2$ となった。3年後のインターロッキングの圧縮強度は、2年後と同様である。固化体の鉛含有量は、環境省告示第19号により $19\sim 43\text{ mg/kg}$ である。



写真1 インターロッキング



写真2 インターロッキングの敷設状況

また、施工直後と3年後の固化体の鉛溶出濃度は、環境告示第46号により $0.003\sim 0.001\text{ mg/l}$ が得られた。基準強度の 18 N/mm^2 を満足するとともに、鉛の溶出も土壌環境基準以下となった。

6. 平成18年度の固化体製造と環境試験

平成18年度に作製した固化材は、S焼却灰とH焼却灰を用いて作製した。固化補助材と焼却灰の混合割合は(焼却灰:石炭灰:生石灰:石膏:セメント= $75:10:10:10:30$)とした。固化体製造は、骨材(細骨材、粗骨材)と固化材と水と混合剤A,Bを混合して固化体を製造した。S焼却灰で製造した固化体は、積みブロック(写真3)、K焼却灰で製造した固化体は、 $50\text{ cm}\times 50\text{ cm}\times 10\text{ cm}$ の平版(写真4)である。



写真3 S焼却灰で製造した積みブロック

積みブロック、平版は環境省告示第19号によりカドミウム、六価クロム、水銀、鉛、砒素、鉛の含有量は土壌環境基準をクリアするが、鉛は 100 mg/kg (平版) 77 mg/l (積みブロック)

と比較的大きい。また、環境告示第46号によりカドミウム、六価クロム、水銀、鉛、砒素、鉛の溶出濃度も、環境基準以下となった。鉛以外は検出できない程度である。K焼却灰で作製した平版の鉛の溶出濃度は、養生3週間では 0.011 mg/l 、養生3ヶ月で 0.005 となり基準を満足した。一方、S焼却灰は養生2ヶ月で鉛の溶出濃度は 0.005 mg/l となり基準を満足した。表1にK焼却灰で作製した平版の強度試験結果を示す。3ヶ月養生後で曲げ強度 7.8 N/mm^2 、圧縮強度 54 N/mm^2 となり強度は十分である。S焼却灰で作製した積みブロックの圧縮強度は2ヶ月で 14 N/mm^2 、3ヶ月で 19 N/mm^2 である。積みブロックの圧縮基準強度は 18 N/mm^2 なので、余裕のない強度になった。いずれにしても、2つの二次製品とも強度は基準を満足している。



写真4 K焼却灰で作製した平版

表1 K焼却灰で作製した固化体の強度特性

養生日数	28	58	85
曲げ強度(N/mm^2)	5.6	5.9	7.8
圧縮強度(N/mm^2)	41.2	44.2	54.0

7. まとめ

本研究によって焼却灰を主原料とした固化材を使用してコンクリート二次製品を製造し、基準強度以上の強度を得た。しかし、S焼却灰は先に行った試験では $30\sim 40\text{ N/mm}^2$ の強度が得られていたが、水害が発生して、多量の災害廃棄物が焼却施設に搬入され、十分に燃焼していないものが多く、予想外に低い強度となった。これから、さらに研究を進め、強度、環境基準に対する安全性とともに施工性の研究を行う予定である。