

ごみ焼却灰のセメント原料化について

福岡市環境局 (正) 〇真鍋和義、(正) 田中 衛、稲吉勝文

1. はじめに

廃棄物の再資源化、有効利用と埋立処分量の低減という観点から、可燃物焼却に伴って発生する焼却灰の資源化は重要な課題である。焼却灰の成分はセメント原料の粘土と類似しておりセメント原料としての利用が考えられる。しかし、焼却灰中に含まれる金属類や塩素がセメント原料化への障害としてあり、焼却灰を主原料としたエコセメントが研究され実用化されようとしているが、エコセメントの場合は塩素含有量等から用途が限定されている。またエコセメントの製造には新たな施設が必要である。

そこで本研究ではより広く焼却灰を資源化するために、通常使用されるポルトランドセメントの原料とするための前処理について、異物および塩素の除去を主に検討した。

2. 使用焼却灰(主灰)の性状について

本研究で使用した焼却灰は福岡市西部工場のストーカ炉の主灰である。試験は平成8年度から11年度にかけて行ったが、ここでは主に9~11年度の結果について報告する。

2.1 網ふるいによる分級試験

焼却灰を目開き65mmのバースクリーンと、目開き20mmの振動篩で分級し、更に20mm以下を手篩にて5mmで分級した。

分級試験は最初平成8年に行ったが、福岡市では、平成9年12月から不燃性ごみと粗大ごみの収集方法をステーション収集から戸別収集に、また、ごみ袋を指定袋に変更した。この変更により収集可燃物の組成が変化し、焼却灰にも影響が見られたので、平成11年に改めて行った。平成11年と8年の試験結果を図1に示す。

平成8年と比較して11年の焼却灰は、収集方法変更により空き缶等の大きな金属類が大幅に少なくなり、65mm以上の割合が約30%から約2%に減少し、5~20mmの割合が増加していることが分かる。

2.2 目視による分別試験

11年の全焼却灰の内、20~65mm及び20mm以下を各約200kgサンプリングし、手篩にて各粒度に分級した後、各粒径毎に目視により金属類・クリンカー・燃え残り(紙・布等)に分別した。結果を表1に示す。焼却灰の粒径が細くなるにつれて金属類及び燃え残りの混入割合が少なく、

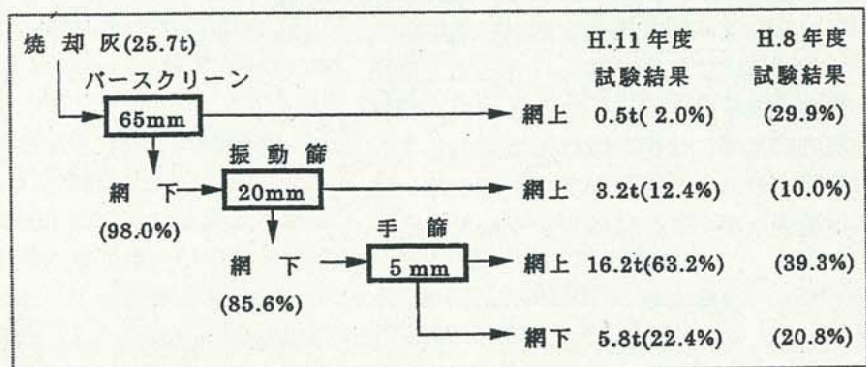


図1 焼却灰分級試験結果

表1 各粒径毎の分別試験結果

粒径 (mm)	各粒径毎の割合 (wet%)			全焼却灰対割合 (wet%)			
	金属類	クリンカー	燃え残り	金属類	クリンカー	燃え残り	全量
65以上	61.2	19.7	19.1	1.2	0.4	0.4	6.1
40~65	47.3	46.3	6.4	1.4	1.4	0.2	
30~40	20.0	75.9	4.1	0.2	0.8	0.1	
20~30	8.0	89.1	2.9	0.7	7.5	0.2	93.9
5~20	1.3	98.5	0.2	0.8	62.2	0.1	
0~5	0.5	99.5	0.0	0.1	22.3	0.0	
全焼却灰				4.4	94.6	1.0	

[連絡先] 〒819-0041 福岡市西区大字拾六町1191番地 クリーンパーク西部 福岡市環境局工場整備課
 廃棄物試験研究センター 真鍋和義 TEL(092)891-3433 Fax(092)892-1001

5mm以下には異物が殆ど見られない。従って単なるふるい分けのみでは、5mmの網下の20%程度しか使えないことが分かった。しかも金属類の中には磁石に付かないステンレス・銅・真鍮等を含むので磁選だけでは分離が不可能である。しかし、20~30mmの焼却灰中の金属類は少なく、これが分離できれば30mm以下の94%が使用できそうなのが分かった。

2.3 成分分析

分級・分別試験で得られた各粒径毎に行った成分分析の結果を平成9、10年の分も併せて表2に示す。主成分については低品位の粘土原料という位置づけになる。また塩素濃度については4000~9000ppmでセメント原料としては高く塩素濃度の低減が必要である。

表2 焼却灰の成分分析結果 単位：%、塩素のみppm

試料名	平成11年度			平成9・10年度			粘土原料	鉄原料
	H.11.L.L.	H.10.	H.9.	H.10.	H.9.	H.10.		
粒径mm	20~30	5~20	0~5	0~20	0~20	0~20		
水分	14.0	22.3	23.9	24.1	12.4	26.0	10~15	2~8
ig.loss	1.63	6.62	7.23	6.53	1.43	5.99	4~7	5~4
SiO ₂	40.06	34.33	34.07	39.67	47.76	32.94	65~70	3~35
Al ₂ O ₃	15.69	13.61	13.27	15.17	16.77	17.30	13~15	3~8
Fe ₂ O ₃	9.51	6.78	5.40	3.51	9.48	14.98	4~6	20~67
CaO	20.04	23.81	24.39	20.04	14.04	18.56	1~3	3~30
MgO	3.09	3.28	3.19	2.82	2.06	2.40	—	—
SO ₃	0.52	0.95	0.99	0.96	0.39	0.13	—	—
Na ₂ O	3.07	2.91	2.90	2.58	4.70	2.99	—	—
K ₂ O	1.39	1.48	1.65	1.24	1.12	0.96	—	—
TYO2	1.62	1.66	1.63	1.62	1.60	1.48	—	—
MnO	0.16	0.14	0.12	0.15	0.16	0.10	—	—
P ₂ O ₅	2.56	3.42	4.11	2.96	0.93	2.24	—	—
ZnO	0.21	0.32	0.32	1.39	0.39	0.08	—	—
CuO	0.36	0.44	0.37	3.02	2.31	0.37	—	—
PbO	0.05	0.07	0.10	0.30	0.30	0.07	—	—
Cr ₂ O ₃	0.09	0.12	0.08	0.10	0.05	0.03	—	—
合計	99.85	99.84	99.82	100.76	103.21	101.32	100	100
全塩素	3,700	5,960	6,560	8,850	4,140	6,420	—	—

3. 水ふるい (ジグ) による異物分離試験

磁選では除去できない焼却灰中の金属類を効率的に除去するために、水ふるい (ジグ) を用いた異物分離試験を行った。

3.1 ジグ選別機について

ジグはプランジャーにより水中の固体粒子層に上下水流を与えて、比重選別する装置であり、鉱物の選別等に使用されている。基本的な構造を図2に示す。

予備試験で2回分離を行うことで金属類の分離精度が向上したことから、分離室内のカゴに仕切を設けて2槽とし、分離室のカゴ底面の網から釘等の細かい物が通過しないように網目を1mmとした。

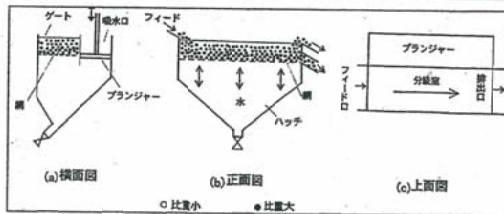


図2 一般的なジグ

3.2 試験結果

30mm以下の焼却灰を用いジグで処理した。回収物と分離室物の重量、比重、着磁率を表3に示す。回収物 (オーバーフロー物+網下物) の比重及び着磁率が元試料に対してかなり低下し、分離室の堆積物のそれらが上昇し、異物 (主に金属類) が分離できたことが分かる。又、目視による観察でも回収物中には金属類が見受けられず、30mm以下の焼却灰ではジグ処理によりセメント原料として使用する際に問題となる金属類はほぼ完全に除去できたと考えられる。

フィードに対する回収率は88%であり、全焼却灰中の30mm以下が94%であることから全焼却灰に対するジグ処理回収物の歩留まりは83%となる。

また回収物の成分分析の結果、ジグ処理によって塩素濃度が5850ppmから3420ppmと約4割低下したが、他の成分についてはほとんど差がなかった。

4. 塩素低減試験

4.1 埋立場における水洗による塩素除去

塩素濃度の低減については、当初は自然の降雨により溶出させる方法を考えた。

平成8年に福岡市西部 (今津) 埋立場において雨水を想定した焼却灰への水洗処理を実施した。具体的には図3のように埋立場に浅い穴を掘り、焼却灰を埋め降雨と人為的な散水による水洗を行った。3.5ヶ月の期間で強制的に撒いた散水量は116t (降雨換算で1800mm) で、実際に降った累積降雨量は471mm、合計2271mmとなり、降雨換算で約1.5年分となった。

水洗処理後の塩素濃度を表4に示す。全塩素濃度は4100ppmから2500ppmへと約4割低減した。

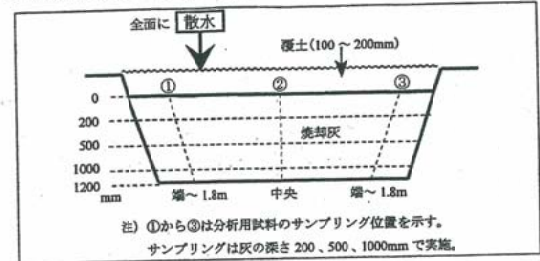


図3 水洗処理 焼却灰の埋立断面

4.2 粉砕等による低減試験

降雨による水洗では、塩素濃度は約4割程度しか低減できない。そこで9年度は粉砕、水洗、酸洗い等による塩素低減試験を行った。結果を表5に示す。

粉砕なしの水洗では約4割しか低減せず埋立場における水洗と同様な結果となった。ジグによる処理での塩素濃度の低減も約4割に止まっており、粉砕しない場合の水洗処理の限界であると考えられる。セメント原料としては更に低減する必要があり、粉砕と酸の使用が課題となった。

10年度は更に条件を種々に設定して試験した結果、塩素の低減については概ね次のようにまとめられた。

- ① 乾式粉砕したものを水洗すると塩素濃度が1000~1500ppm程度に低減するが、湿式粉砕したものは塩素が水に難溶となり3000ppm程度までしか低減できない。ジグ処理では湿式粉砕が必要である。
- ② 酸洗した場合には湿式粉砕でも乾式粉砕と同程度に塩素濃度が低下し、処理後のpHが7前後で1200ppm程度、pH3前後で500ppm程度まで塩素濃度が低下した。
- ③ 酸洗時のpHが4以下になると酸の消費量及び中和のためのアルカリ使用量が急増する。
- ④ 酸洗時の排水中の重金属については、酸洗領域ではCd, Pb, Zn, Fe, Mnが排水基準値を上回ったが、pHを6.8~7.6の中性付近で制御すれば、これらの重金属類は排水基準値以下にすることができた。

5. まとめ

焼却灰 (ストーク炉主灰) をセメント原料とするための異物分離、塩素低減の一連の処理について試験を行い、次の知見を得た。

- (1) 焼却灰の内、30mm以下の粒径のものをジグにて比重選別を行うことにより、金属類がほぼ完全に除去できる。ジグ処理後の歩留まりは80%以上であった。
 - (2) 焼却灰中の塩素分は水洗では充分には低減できず、粉砕し酸洗いすることにより大幅に低減することができる。
 - (3) 酸洗い後のpHを7程度とすれば薬品使用量を抑えられ、排水中の重金属類は排水基準値以下となり、また焼却灰中の塩素濃度も1200ppm程度となり、セメント原料としてある程度使用できる。
- 以上により焼却灰をセメント原料として使用するための基本的な処理フローが設定できた。

謝辞

本研究に際し多大なる協力をいただいた株式会社宇部三菱セメント研究所の方々に深く感謝いたします。