

放射性物質を含む焼却飛灰のセメント固型化処理に関する実証業務

清水建設(株) 正会員 ○西川洋二 高垣哲也 杉橋直行
 環境省 廃棄物・リサイクル対策部 東 利博
 (独)国立環境研究所 正会員 遠藤和人

1. はじめに

東日本大震災及びそれに伴う原子力発電所の事故に伴い、各市町村の清掃センターから排出される焼却灰に高濃度の放射性物質が含まれていることが明らかになった。このため、通常行われていた焼却灰の埋立て処分ができず、現在、各施設内で一時保管されているのが現状である。焼却灰の処分方法については、環境省より「8,000Bq/kg を超え、100,000 Bq/kg 以下の焼却灰等の処分方法に関する方針について」(平成 23 年 8 月 31 日)が通達されている。これによると、焼却灰の処分方法には、隔離層設置による埋立て、容器による埋立て、屋根付き処分場での埋立ての 3 つの方法が示されてお

り、このうち隔離層設置による埋立ては焼却灰固化物の仕様により図-1 に示す 2 つの方法に分かれている。本文は、このうち焼却灰固化物 1m³ 当たり 150kg 以上のセメントが混合され、その一軸圧縮強度が 0.98MPa 以上ある場合、に相当するセメント固型化処理の方法を検討した結果について報告するものである。

2. セメント固型化処理

本業務では、平成 24 年 3 月 5 日～3 月 28 日の間にセメント固型化処理設備(写真-1)を用いて 78 袋のセメント固型化処理を行った。また、セメント固化物の目標性能は、ミキサーからの排出性、フレキシブルコンテナへの充てん性および重点後の自立性等からミニスラン



写真-1 セメント固型化処理設備

表-1 焼却灰の物理化学試験結果

採取日		Ash-1	Ash-2	Ash-3
		H23.11.24	H23.12.15	H24.1.26
密度(g/cm ³)		2.39	2.35	2.41
含水比(%)		11.6	12.9	10.4
主成分	Cl	21.43	25.96	22.99
	CaO	19.86	19.62	18.66
	Na ₂ O	12.88	15.31	15.34
	K ₂ O	10.09	11.04	9.42
	SO ₃	11.11	6.82	10.61
M %	ZnO	0.97	0.97	1.34
	PbO	0.11	0.12	0.19

3. 焼却灰の性状確認試験

焼却日の異なる 3 種類の焼却灰の物理／化学特性試験結果を表-1 に示す。既往の試験¹⁾に用いられた焼却飛灰と比較すると、塩化物が同程度であるものの Ca が少なく S、Na、K が多い傾向がある。また、灰による違いを見ると、Ash-2 の SO₃ 分が他の灰に比べて少なく、Ash-3 の ZnO、PbO が他に比して若干多いのが特徴である。

1) 隔離層の設置による埋立て(詳細)

- ① 十分な強度を満たす場合
 ・1 m³ 当たり 150kg 以上セメントを混合
 ・埋立処分を行う際における一軸圧縮強度が 0.98メガパスカル以上の強度

- ② セメント固化物が①の要件を満たさない場合

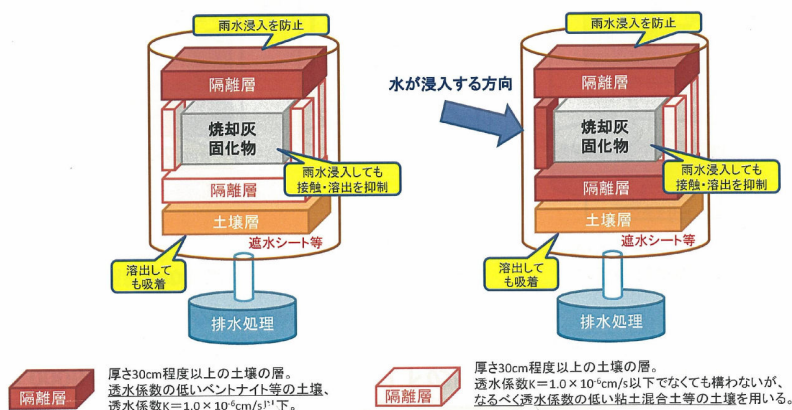


図-1 環境省通達による焼却灰固化物の埋め立て処分

キーワード 放射性物質, 焼却灰, セメント固型化, 溶出率

連絡先 〒105-8007 東京都港区芝浦 1-2-3 シーバンス S 館 清水建設 TEL 03-5441-0594

4. 室内配合試験

(1) 材料選定

既往の検討等を参考に、室内配合試験に用いる材料として、セメントは普通ポルトランドセメントと高炉セメントB種の2種類、焼却灰は前述の3種類とした。

(2) フレッシュ性状

図-2 に単位水量とスランプの関係を示す。灰の種別により傾向が大きく異なるが、本業務ではミニスランプ 6cm になる単位水量を基準配合量とした。

(3) 硬化物性

図-3 に水セメント比と圧縮強度の関係を示す。高炉セメントB種の材齢 14 日の強度と普通ポルトランドセメントの材齢 7 日強度がほぼ同じであることから、高炉セメントB種の強度発現が 1 週間程度遅い結果が得られた。図-4 に高炉セメントB種を用いて灰の種類を変えた場合の圧縮強度の結果を示す。本図より、灰の種類により強度発現が極端に遅れる場合もあるが、材齢 28 日まで養生すれば 5N/mm^2 を確保できる結果が得られた。

(4) 配合

上記のフレッシュ性状および硬化物性を見極めながら表-2 に示す配合を選定した。セメントは高炉B種とし、圧縮強度が材齢 7 日で 5N/mm^2 を達成できない場合は保温養生で対処することとした。

(5) 放射性セシウムの溶出率

図-5 に放射性セシウムの溶出率を灰の種別、セメント種別ごとに分けて示す。これより焼却飛灰をセメント固型化処理することにより、未処理の場合に比べてセシウムの溶出率は概ね 20%程度以下に低減できることがわかった。

(6) 表面線量率

セメント固型化処理を行うことにより、焼却飛灰の表面線量率は概ね 50%程度に低減することが明らかになった(処理前の平均 $2.21\mu\text{Sv/h}$ 、処理後の平均 $1.17\mu\text{Sv/h}$)。

3. まとめ

- (1) セメント固型化物のフレッシュ性状および圧縮強度は焼却飛灰の化学成分の影響を大きく受ける。
- (2) 目標とするフレッシュ性状および圧縮強度に対する配合量は概ね一般的なコンクリートの考え方が適用できる。
- (3) セメント固型化処理を行うことによりセシウムの溶出率は処理前の状態に対して 20%程度以下に低減できる。

参考文献

[1]川戸善実ほか：焼却灰のセメント固化試験Ⅰ－模擬焼却灰の基本的固化特性－,JAEA-Technology,2010-013,7.2010,日本原子力研究開発機構

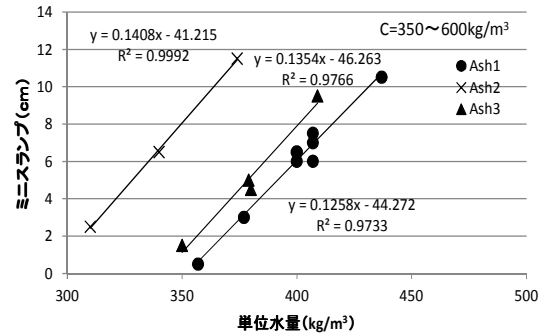


図-2 単位水量とスランプ

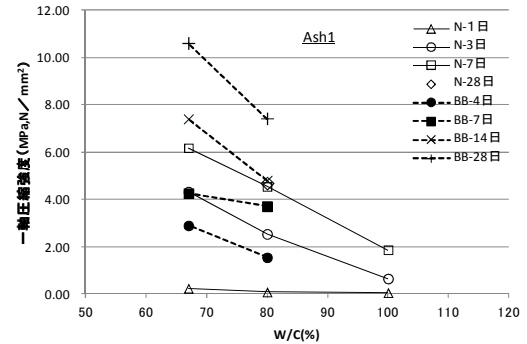


図-3 W/C と一軸圧縮強度

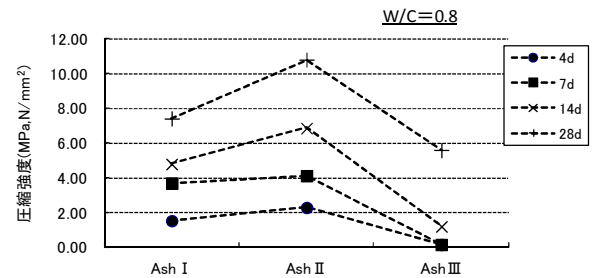


図-4 灰の種類と一軸圧縮強度

表-2 選定された配合

W/C	灰体積 (%)	灰質量 充填率 (%)	Ash/C (%)	単位量 上段 (kg/m³) 下段 (g/gt/m³)		
				W	C	Ash
0.80	44.18	0.54	211%	400	500	1053
				400	158	442

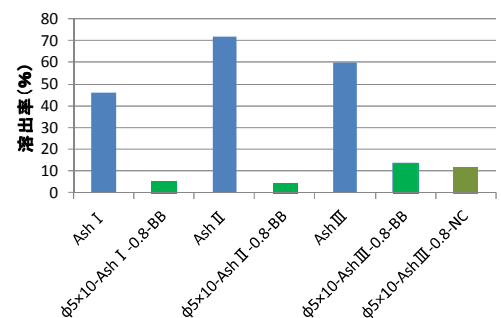


図-5 灰種、セメントによる溶出率の比較