

焼却残渣固化式処分システムの実証施工試験（その3）

～固化埋立1年後の調査試験結果～

安藤ハザマ 正会員 ○中島貴弘, 三反畑勇, 弘末文紀, 秋田宏行, 非会員 青木貴均
九州大学 フェロー会員 島岡隆行, 正会員 中山裕文, 小宮哲平

1. はじめに

石炭灰固化技術として実績のある超流体工法¹⁾を応用して一般廃棄物焼却残渣（焼却灰、飛灰）をセメント固化しながら埋め立てる「焼却残渣固化式処分システム」（以下、固化式処分）の実用化を目指している。本研究では固化式処分の施工性や施工後の固化埋立層の性状（強度、支持力、透水性等）及び耐久性、環境安全性等を確認するため、実際の一般廃棄物最終処分場（F市S埋立場）内に埋立容量約25m³の固化式処分場を構築して、固化式処分の実証施工試験を実施した^{2)~5)}。本稿では実証施工1年後に実施した固化埋立層の調査試験結果を示す。

2. 固化式処分場の構造

焼却残渣はF市R工場の焼却灰とキレート処理済み飛灰を使用し、焼却灰はバックホウ装着の電磁石による磁力選別と網目40mmトロンメルバケットによるふるい選別を行った。焼却灰(≦40mm)と飛灰は乾燥質量比3:1で混合し、高炉セメントB種を乾燥質量比10%(内割)と適量の水を加え0.5m²強制二軸ミキサで練り混ぜた。固化埋立は振動締め固め機（振動板750×750mm, 振動数120Hz, 加振約30秒間）で層厚20cm×5層=1mを施工し、固化埋立層の上には厚さ20cmの最終覆土（まさ土）を敷設した。なお、表流水集排水管、浸出水集排水管、ガス抜き管を設置し、水収支、水質及びガス発生をモニタリングして環境安全性についても確認した⁶⁾。

3. 固化埋立層の調査試験結果

内径100mmのコアボーリングを行い（図2）、採取したコア試料で一軸圧縮試験、透水試験、溶出試験を実施した（表1）。なお、施工1年後の解体撤去時に二重遮水シート工を撤去した際には、固化埋立層の側面に水平打継の境界線が目視で確認された（図3）。しかし、ボーリング採取したコアはいずれも全長がほぼ一体化しており、打継目で空隙（気泡跡）が多くなるといった傾向もない（図4）。また、覆土撤去後に確認した固化埋立層表面は、クラックやポップアウト等もなく良好な状態で表層劣化の兆候はなかった。

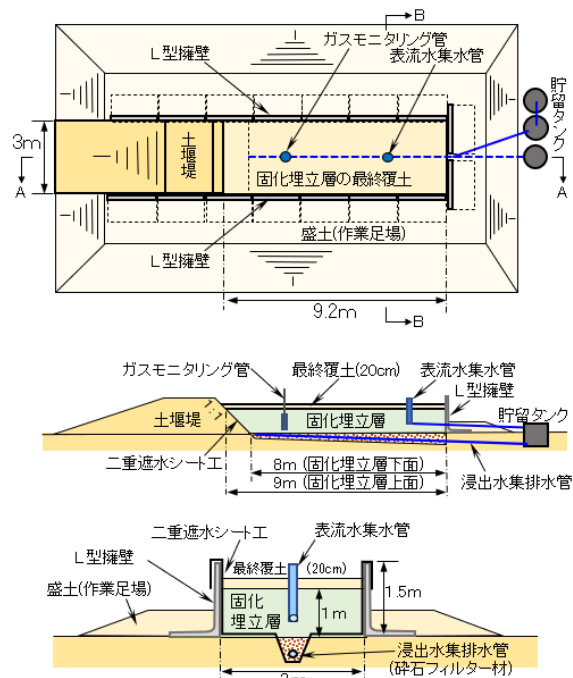


図1 実証施工した固化式処分場の構造
（上：平面図，中：A-A縦断面図，下：B-B横断面図）

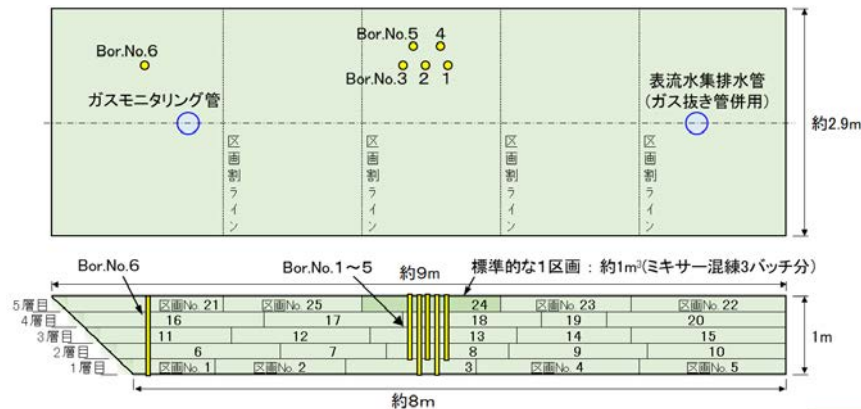


図2 固化埋立層の概要とコアボーリング位置
（上：平面図，下：縦断面図）



図3 解体時の固化埋立層の側面観察状況

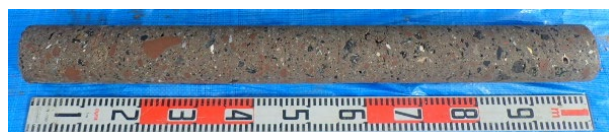


図4 コアボーリング採取試料（Bor.5）

キーワード 一般廃棄物, 焼却残渣, 固化式処分, 超流体工法

連絡先 〒305-0822 茨城県つくば市荻間 515-1 安藤ハザマ技術研究所 TEL:029-858-8810 FAX:029-858-8829

(1) 一軸圧縮試験結果：図 5、表 2-1、表 2-2 にコア採取試料の試験結果を示す。強度は材齢と共に増加し、平均値で比較すると材齢 394 日の強度は材齢 44 日の約 1.7 倍となり全ての試料が目標強度 5N/mm² を上回った。混練時含水比が小さいと強度は大きくなり、埋立層下部(1～3 層目)は上部(4、5 層目)より強度が大きくなる傾向がある。下部は上載荷重が大きく外気温の影響も受けにくいことが要因と考えられる。

(2) 透水試験結果：図 6 にコア採取試料 (Φ100mm×100mm) の試験結果を示す。透水係数はいずれも 10⁻⁹m/s オーダー以下であり、固化埋立層は実質不透水層である。

(3) 溶出試験結果：鉛、六価クロム、セレン、ふっ素の溶出濃度は一般排水基準値を大きく下回り、環境基準値以下であった (図 7)。

表 1 コアボーリング No.と試験の一覧

Bor. No.	コア採取時の材齢	試験項目と数量			備考
		強度	透水	溶出	
1	28日	4		4	固化埋立2～5層目 Φ100mm×L 0.8m 層別に切断して試験
2	91日	4		4	
3	91日		4		
4	1年	5		4	固化埋立1～5層目 Φ100mm×L 1.0m 層別に切断して試験
5	1年		4		
6	1年	5		5	

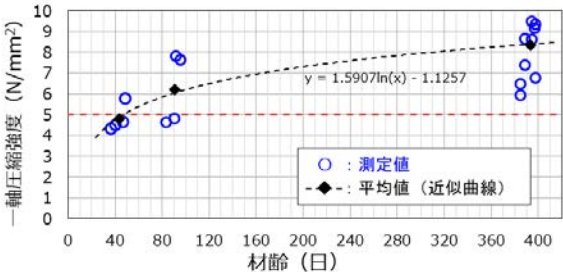


図 5 コア試料の材齢と一軸圧縮強度の関係

表 2-1 コア採取試料 (Φ100×200mm) の一軸圧縮試験結果

層目	区画 No.	施工日	混練時含水比 (%)	Bor.No.1 コア試料の試験結果				Bor.No.2 コア試料の試験結果				Bor.No.4 コア試料の試験結果			
				材齢 (日)	強度 N/mm²	乾燥密度 g/cm³	試験後含水比	材齢 (日)	強度 N/mm²	乾燥密度 g/cm³	試験後含水比	材齢 (日)	強度 N/mm²	乾燥密度 g/cm³	試験後含水比
5層目	24	11/16	26	37	4.29	1.51	23.6	84	4.60	1.51	25.3	385	5.90	1.50	23.3
4層目	18	11/12	26	41	4.48	1.50	24.7	91	4.80	1.54	26.0	389	8.63	1.65	17.0
3層目	13	11/6	26	47	4.60	1.57	24.3	92	7.80	1.55	25.4	395	8.58	1.61	17.9
2層目	8	11/4	25	49	5.72	1.58	25.1	96	7.60	1.55	25.3	397	9.15	1.66	16.8
1層目	3	11/3	25									398	9.33	1.64	18.6
平均値				44	4.77	1.54	24.4	91	6.20	1.54	25.5	393	8.32	1.61	18.7

表 2-2 コア採取試料の一軸圧縮試験結果

層目	区画 No.	施工日	混練時含水比 (%)	Bor.6 コア試料の試験結果			
				材齢 (日)	強度 N/mm²	乾燥密度 g/cm³	試験後含水比
5層目	21	11/15	26	386	6.47	1.54	21.2
4層目	16	11/9	26	392	7.34	1.54	21.2
3層目	11	11/5	26	396	9.44	1.63	19.4
2層目	6	11/4	25	397	11.69	1.65	16.9
1層目	1	11/1	27	400	6.73	1.53	23.1
平均値				394	8.34	1.58	20.4

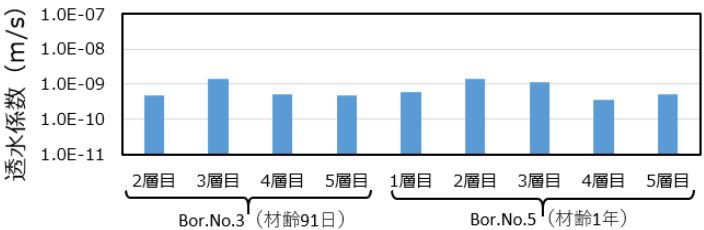


図 6 コア採取試料の透水試験結果

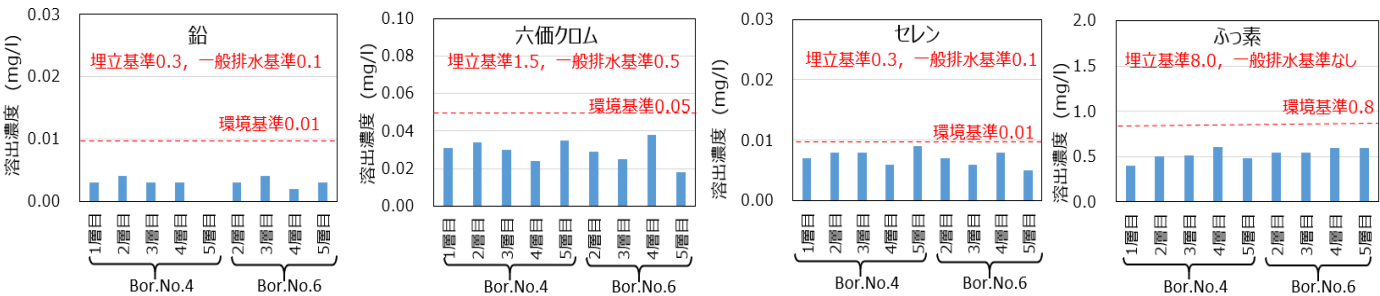


図 7 施工 1 年後にコア採取した試料の溶出試験結果 (環境省告示 46 号, 2mm 粉碎)

4. まとめ

固化埋立層の施工 1 年後に採取したコア試料の一軸圧縮試験、透水試験、溶出試験により以下を確認した。

①強度は材齢と共に増加した。②実質不透水層である。③重金属類等の溶出濃度は低く環境安全性は問題ない。

謝辞：本研究は (独) 環境再生保全機構の環境研究総合推進費 (JPMEERF 20203J01, 研究代表者：島岡 隆行) の助成を受けて実施されたものである。記して謝意を表する。

参考文献

1) アッシュクリート Type II：安藤ハザマ HP https://www.ad-hzm.co.jp/solution/energy_saving/detail_03/

2) 中島貴弘ほか：焼却残渣固化式処分システムの実証施工試験(その 1), 土木学会第 75 回年次学術講演会, VII-102, 2022 年 9 月

3) 青木貴均ほか：焼却残渣固化式処分システムの実証施工試験(その 2), 土木学会第 75 回年次学術講演会, VII-103, 2022 年 9 月

4) 青木貴均ほか：一般廃棄物焼却残渣固化体のモールドコアとボーリングコアの性状比較, 第 33 回廃棄物資源循環学会研究発表会, 1-4-O, 2022 年 9 月

5) 秋田宏行ほか：レジリエントな廃棄物施設「一般廃棄物固化式処分システム」の社会実装への取り組み, 第 44 回全国都市清掃研究・事例発表会, II-5-93, 2023 年 1 月

6) 中村和喜ほか：一般廃棄物焼却残渣固化式処分場における水収支、表流水水質および発生ガスに関する研究, 土木学会西部支部研究発表会, VII-43, 2023 年 3 月