

空隙を有するフィルター材周辺における焼却残渣固化式処分の施工性確認（その1）

— 焼却残渣固化体の配合選定と施工試験結果 —

安藤ハザマ 正会員 ○中島貴弘, 青木貴均, 三反畑勇

安藤ハザマ 正会員 弘末文紀, 秋田宏行, 西尾竜文

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

著者らは、石炭灰固化技術として実績のある超流体工法¹⁾を応用して焼却残渣をセメント固化しながら埋立てる「一般廃棄物焼却残渣固化式処分システム」の実用化を目指している。本研究では、最終処分場の底部集排水管および堅型ガス抜き管の周辺に設置されるフィルター材（割栗石 $\Phi 150\text{mm}$ ）の周辺部での焼却残渣固化体（以下、固化体と呼ぶ）の施工性と出来形および品質を確認するために、実大模型を作製して埋立層厚 60cm の施工試験を行った。本編(その1)では、試験方法と施工後の固化体（固化埋立層）の出来形等について報告する。

2. 施工試験の方法

施工試験は、堅型ガス抜き管周辺部を再現した実大模型（図-1）とフィルター材の法肩部の模型（図-2）を鋼製型枠内に作製して実施した。まだ固まらない固化体がフィルター材の空隙に侵入すると、目詰まりの他に、締固めが不十分となり、固化体から重金属類が溶出する懸念もあるため、フィルター材の表面に厚さ 10mm の不織布を敷設した。

固化体の施工は図-3 に示す手順で、福岡市の最終処分場内（覆土施工後のヤード）で実施した。まず、清掃工場から搬入された一般廃棄物焼却残渣を、強制二軸ミキサでの混練に適した状態にするため、焼却灰に対しては磁力選別とふるい選別（ $<40\text{mm}$ ）を実施した。次に、焼却灰（選別後）と飛灰の含水比を測定し、固化体の現場配合を決めるために室内締固め試験を実施した。その後、選定した配合条件で混練し、バックホウで型枠内へ捲き出し、人力で所定の厚さに敷均し、ミニバックホウ装着の振動板（ $750\text{mm} \times 750\text{mm}$ 、振動数 120Hz）によって振動締固めを行った。締固め時間は 30 秒間（振動板の半分の面積を 15 秒ずつ順次ラップ施工）とし、固化体表面が平滑に仕上がるように施工した。固化体の締固めは、下から層厚 10 cm, 20 cm, 30 cm の 3 層を施工し、締固め前後の固化体表面の高さを測定して、振動締固めによる沈下量を確認した。なお、ガス抜き管周辺模型の層厚 20cm と 30cm では、締固め時間と固化体密度の相関性を確認するために、締固め時間（加振）を延長した部分（60 秒, 90 秒, 210 秒）を 3 か所設けた（図-1）。使用した主要資機材の仕様等を表-1 に示す。

約 3 週間後に型枠を取り外し、外周面の目視観察により出来形を確認した。また、固化体のポーリングコアを採取し強度・透水・溶出試験を実施した²⁾。

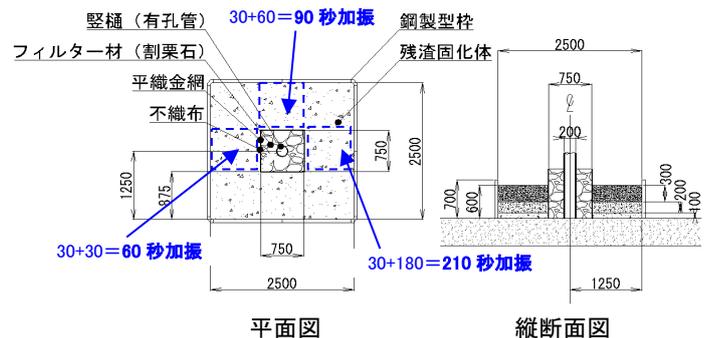


図-1 ガス抜き管周辺部の実大模型

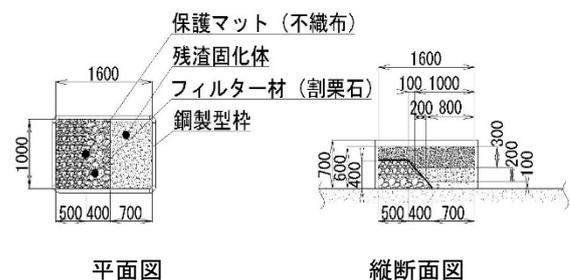
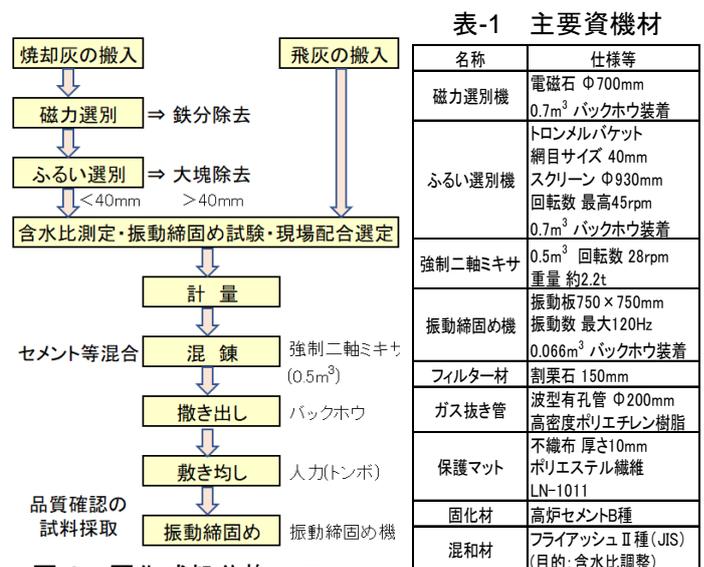


図-2 フィルター材法肩部の模型図



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

3. 固化式処分の配合選定

施工試験開始の約4か月前に清掃工場から焼却灰(<40mm)と飛灰を採取し、室内配合試験を行い固化体の示方配合を選定した。なお、既往研究³⁾で用いた別の清掃工場の焼却残渣と比較すると、今回の焼却灰と飛灰の含水比は、それぞれ約27%と約40%と、既往データ(焼却灰約21%、飛灰約13%)よりもかなり高かった。一方、固化体の振動締固め曲線(図-4)の最適含水比(最大乾燥密度のときの含水比)は既往データと比べて10%程度小さかった。そのため、今回の焼却残渣を乾燥させずに既往研究と同等の配合条件(焼却灰:飛灰=3:1、セメント量10%、乾燥質量比)で混練すると、固化体の単位水量が多くなり過ぎて目標強度(5N/mm²)が発現しなかった。そこで、今回は水分の多い飛灰の混合率を減らし、さらに混和材として乾燥粉体の石炭灰を加えて、固化体混練時の含水比を20%程度まで低減させることとした。図-5には、混和材として石炭灰を加えたときの固化体の室内配合試験結果を示す。これらの試験結果を踏まえ、施工試験の現場配合を表-2のように選定した。なお、配合は施工状況等を見ながら適宜修正を行ったため、混練時の含水比が約20%の固化体と21%の固化体(ガス抜き管周辺模型3層目)がある。

4. 施工試験の結果

磁力選別では質量比5.4%の鉄分が除去され、ふるい選別では約20%の大塊が除去された。選別除去率を既往データ(鉄分6.3%、大塊2.0%)³⁾と比べると大塊の除去率がかなり大きい。焼却灰の性状の差の他に、ふるい選別装置の違い(既往:振動ふるい)の影響も考えられ、今後さらに検討する予定である。

固化体の施工状況と出来形を図-6に示す。保護マットの裏側への固化体成分の侵入は全くなかった。なお、固化体の層厚10cmと層厚20cmの境界は一体化していたが層厚30cmの下端には空隙が残っていた。

ガス抜き管周辺での振動締固め時の固化体表面沈下量の測定結果を図-7に示す。層厚20cmと30cmのグラフは加振時間の異なる3か所の測定値をつないだものである。層厚30cmの沈下量は、層厚20cmとほとんど差がなく、締固めが不十分であったと示唆される。ただし、層厚20cm(混練時含水比20%)では210秒まで沈下量が増加しているが、層厚30cm(混練時含水比21%)では90秒で沈下量が収束している。撒き出しから締固め開始までの経過時間や層厚の影響も考えられるが、効率的な締固めには含水比の管理も重要であることが示唆された。

5. まとめ

固化体の品質確認結果は別報²⁾で示すが、フィルター材表面に不織布の保護マットを敷設すれば、固化式処分の施工には特に問題がないことが確認できた。今回使用した振動板の仕様では締固め層厚は20cm程度が適切だと考えられた。

【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。

参考文献 1)超流体工法: <http://www.ad-hzm.co.jp/service/ashcrete/tech/>
2)青木貴均ほか:空隙を有するフィルター材周辺における焼却残渣固化式処分の施工性確認(その2), 第76回土木学会年次学術講演会, 2021.8
3)三反畑勇ほか:一般廃棄物焼却残渣固化式処分の実証実験(その1:施工性), 第53回地盤工学研究発表会, pp.1138-1139, 2018.7

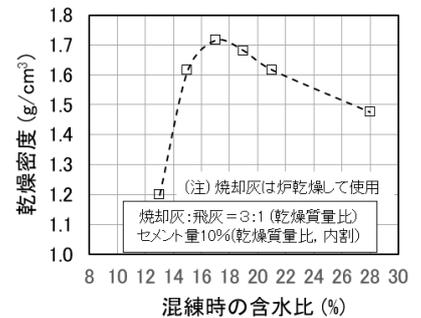


図-4 固化体の振動締固め曲線
(混和材なしの標準的な配合)

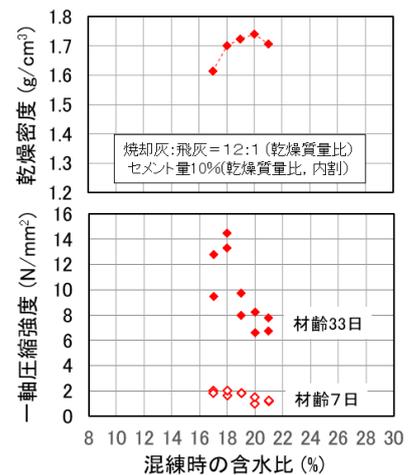


図-5 固化体の配合試験結果
(混和材として石炭灰を使用)

表-2 固化体の現場配合

	焼却灰	飛灰	石炭灰	セメント	水
灰の含水比(%)	23.7	56.4	—	—	—
乾燥質量比(%)	69.2	5.8	15.0	10.0	—
湿潤重量(kg/m ³)	1,517	159	155	172	0

* 混練時の含水比 20%、締固め後の想定乾燥密度 1.7t/m³



図-6 固化式処分の振動締固め状況と出来形

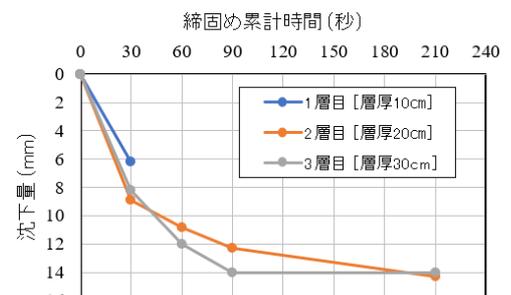


図-7 振動締固め時間と沈下量の関係