

閉鎖型処分場における焼却灰の安定化促進に関する研究

その2 散水安定化処理による埋立焼却灰の性状

矢 島 聡 佐 竹 英 樹
岡 本 太 郎 酒 向 信 一^{*1}

概 要

クローズドシステム処分場は構造物で処分場を覆うため、埋立作業に伴う悪臭・粉塵等の飛散が少なく、周辺環境への影響が少ない最終処分場である。しかし、外部環境と隔離するため、一般的な開放型最終処分場のように自然環境下で雨水などにより徐々に埋立物が周辺環境に影響の少ない性状に変化(安定化)することが期待できない。そのため、クローズドシステム処分場では、散水設備等で室内でも開放型と同等以上の安定化が行えるような技術、設備が適用されているものもある。

クローズドシステム処分場での焼却残渣(焼却灰)を主体とした埋立物の安定化処理において、焼却灰の埋立および散水と散水に伴う焼却灰の性状変化は、設計および運用後の跡地利用計画に重要な影響を与える。しかし、現時点でのクローズドシステム処分場における埋立、安定化技術は十分に確立されたものではない。

この報文では、埋立焼却灰を散水により安定化処理後1年間を経過した時点での埋立焼却灰の調査と性状分析を行い、埋立焼却灰の評価と、クローズドシステム処分場における埋立、安定化技術についての評価を行ったものである。

Research on the Stabilization Procedure of Residue in Closed Final Disposal Site Part 2. Properties of Incineration Ash by Stabilization Using Water

Abstract

The closed system disposal site covered with structure is One of the final disposal sites which has less effect on environment such as a bad smell and dust. But, because of isolation from the surroundings, the stabilization effect is not expected, so wastes will not be stabilized like wastes are stabilized by precipitation in natural environment. Because of that, the technologies and equipments such as sprinkler systems are installed in the closed system disposal site, and these systems are designed for more effect than the effect of precipitation in natural environment.

In stabilization process for wastes mainly incineration ash, reclamation process, sprinkler system and changes of properties affect on management system, planning and land use management after operation. So far reclamation process and stabilization process in closed system disposal site have not been established.

This paper describes the results of experiments and analysis of properties of the incinerated ash stabilized using water, and evaluates the stabilized incinerated ash, reclamation process and stabilization process in the closed system disposal site.

キーワード: 処分場, 焼却灰, 安定化

^{*1} 土木本部 土木技術統括部 技術企画部

§ 1. はじめに

近年の最終処分場に対する住民の意識の向上により、今後の最終処分場は処分場の運営における透明性(情報の公開)と周辺環境への影響が少なく安全性が高く保たれている(リスクのコントロール)こと、埋立終了後は早期に跡地利用ができる(地域への還元)等の要件を満たす必要があると考えられている。

この様な処分場による環境汚染に関する周辺住民の意識の高まりに対して、クローズドシステム処分場は周辺環境に配慮した最終処分場(最終処分システム)として建設事例が増加している。

クローズドシステム処分場は、埋立時の粉塵の飛散、臭気の拡散および降水の排除に関して埋立地を構造物で覆うことで実現している。しかし、雨水を排除するため、開放型処分場で見られるような雨水により埋立物が環境に影響が少ない性状に変化(安定化)することが望めない。そのため、クローズドシステム処分場では埋立中から埋立物に対して人工的に散水を行う等、開放型と同程度以上に埋立物を安定化する手法が取られている。このように、クローズドシステム処分場では埋立物は人工的な環境下で安定化を促進するため、環境条件を適切に制御することが要求される。しかし、安定化手法としての埋立および散水、人工的な環境下での埋立物の性状の変化についての情報は、クローズドシステム処分場の建設事例が少ないためいまだ十分ではない。

本報告では、福岡県北九州市エコタウン内に建設したコンクリートドーム型クローズドシステム処分場実験施設にて行った実証試験において、散水システムの評価と埋立後の埋立物について性状の評価を行った結果について報告する。

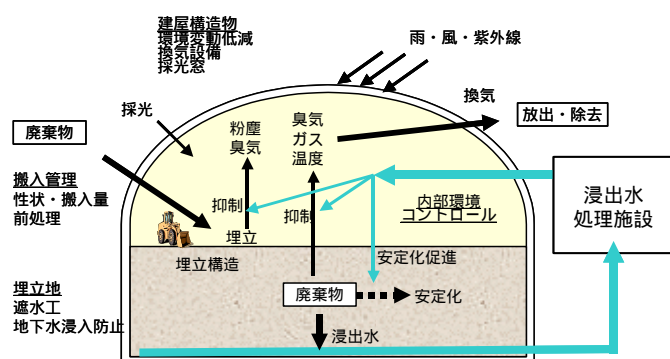


図 1 クローズドシステム処分場の概念

§ 2. クローズド型最終処分場における散水と安定化の概念

クローズド型最終処分場では、一般的な開放型最終処分場とは埋立物の水分管理および埋立物から発生する浸出水に対する考え方が異なる。クローズドシステム処分場では自然降雨を排除するため、人工的な降水(散水)によって、埋立物の水分管理および安定化の制御を行う。また、焼却残渣(焼却灰)が主な埋立物の場合は、埋立物の水分管理は埋立作業中における悪臭の発散や粉塵の飛散防止等の他に、無機塩類の洗い出し、重金属の不溶化など安定化に関して支配的な要因である。

散水に関しては埋立物の性状、安定化に対する考え方によって大きく 無水式、循環式、放流式に分けられる。無水式は散水量を埋立物からの蒸散量と同程度に制御する方式で、埋立物が比較的安定な状態の場合に多い。循環式は浸出水を浸出水処理施設にて処理後、散水として再利用する方式で、埋立物からの塩類の溶出に対応した浸出水処理が必要となる。放流式は浸出水を浸出水処理施設にて処理を行い放流する方式である。この場合、有機物除去、重金属・塩類の除去が必要な場合が多く、放流水による環境への影響が懸念される。

このように、埋立物の安定化は散水による方式が採用される例が多く、散水を効率的に行うことのできる、散水システム、埋立方法(構造)が今後の課題となる。

そこで、本報告書では、散水システムの評価の他に埋立物の性状の評価を行うことで、散水システムと埋立構造についての知見を得ることを目的とした。

§ 3. 実験概要

北九州市エコタウン(福岡県北九州市若松区)に建設したクローズド型最終処分場実験施設(図 2)において焼却残渣および破碎物を搬入し、埋立試験を行った。埋立後、人工降雨(散水)による、安定化処理を行った。埋立から約1年を経過した時点で埋立物の調査を行った。



図 2 クローズドシステム処分場実験施設

3.1 埋立，散水試験

3.1.1 焼却灰の埋立

実験施設内に焼却残渣(焼却主灰、飛灰を含まない) 324t および破砕物 24t を交互に層状に搬入～撒き出し～転圧作業を行い、最終的に焼却灰9層、破砕物 8 層、17層約 1.7m の高さまで埋立てた。実験施設における埋立構造を図-3に示す。

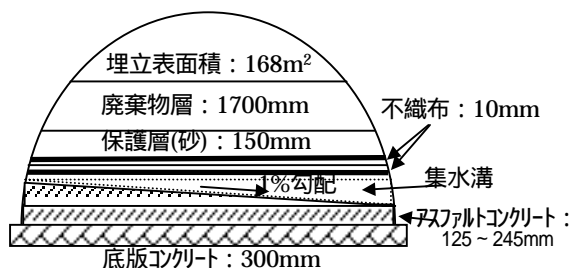


図3 実験施設埋立構造

3.1.2 散水裝置

埋立終了後、散水による安定化処理を行った。1 日あたりの散水を一日 4.5mm 降雨相当として 750L の水道水を 1 日 1 回、約 10 分間で散水した。散水は天井部に取り付けた 11 箇所の散水ノズルから散水を行った。散水ノズルの配置を図 4 に示す。

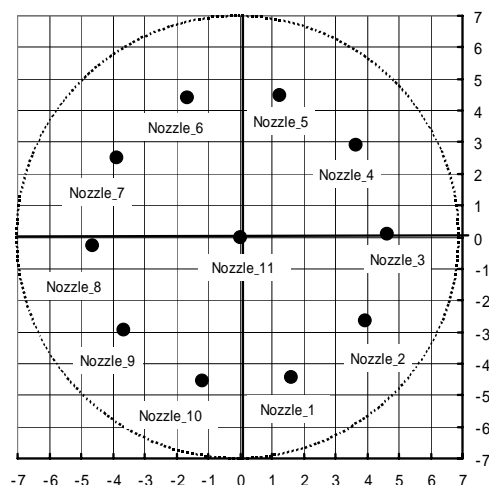


図4 散水ノズル配置

3.2 現地調査

3.2.1 調査座標設定

ドーム内を1mメッシュで分割し、座標を設定した。ドーム内調査の位置は設定した座標点について行った。図-4にドーム内における調査座標を示した。

3.2.2 散水分布

座標点にポリカップ(直径 65mm)を設置し、4.5mm/day 相当の散水(750L)を行った後、ポリカップに集められた水量を計量し、各座標での散水量とした。

3.2.3 表面硬度

各座標点において山中式土壌硬度計にて表面の硬度を測定した。各地点において5回計測し、平均値を各地点での表面硬度とした。

3.2.4 区画調査

図5に示した位置に試料採取区画を設定し、区画調査を行い、各区画における透水性および分析用試料を採取した。

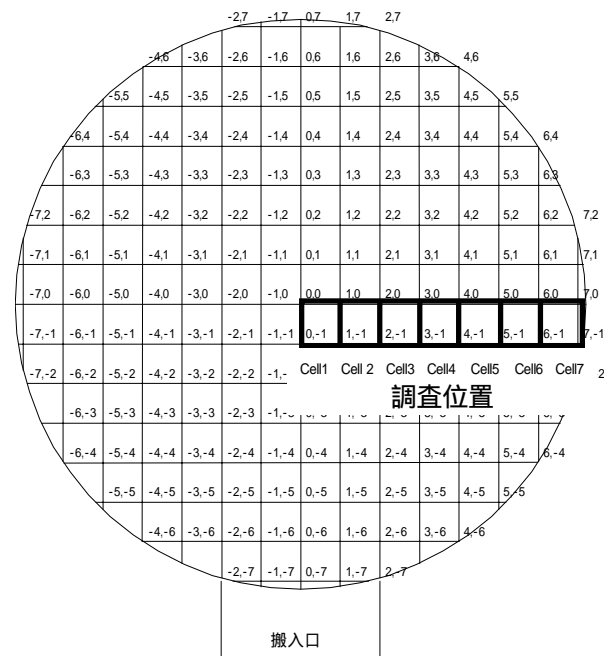


図5 調査座標設定および区画調査位置

3.2.5 透水性試驗

図 5 に示した区画中心部において、定水位による現場透水試験を行い、その区画の透水性を測定した。

3.3 埋立焼却灰の分析

図 5 に示した区画の中心部において、焼却灰を採取した。

採取した焼却灰試料は実験室に持ち帰り、含水率の分析および溶出試験を行った。溶出試験は環境庁告示第4号に準じて行った。

3.4 焼却灰の物理性に関する調査

3.4.1 締固め試験

焼却灰の埋立過程を考慮した焼却灰安定化処理を検討するため、焼却灰の物理性状について検討を行った。

締固めの条件は「突き固めによる土の締固め試験方法 (JIS A 1210 1999)」に準じて試験を行った。突き固めの呼び名、資料の準備方法および使用方法の組み合わせは次の通りとした。

突き固め方法の呼び名 A

ランマー質量: 2.5 kg

モールド内径: 10 cm

突き固め層数: 3 1層あたりの突き固め回数: 25回

試料の準備方法および使用方法の組み合わせ c

試料の準備方法: 湿潤方法

試料の使用法: 非繰返し法

3.4.2 締固めおよび水分条件による透水係数の変化

焼却灰を湿潤密度 $1.3\text{g}/\text{cm}^3$ および $1.8\text{g}/\text{cm}^3$ に充填したカラムを作成した。水分条件の設定は $1.3\text{g}/\text{cm}^3$ に充填したカラムでは $4.5\text{mm}/\text{day}$ にて給水し、 $1.8\text{g}/\text{cm}^3$ に充填したカラムではカラム上面に水を保持したものと給水せずに放置したものとして、異なる水分条件を設定した。給水開始後30日後の透水性を変水位法により測定した。

§4. 結果および考察

4.1 現地調査

4.1.1 散水量分布

散水量の分布図 6 に示す。散水ノズルが円状に配置されている付近での散水量が多く、周辺部 (図中点線がドーム内周を表す) ではほとんど散水が行われていない部分も確認された。また、各散水ノズル直下での散水量においても不均一であることからノズル詰まり等、散水ノズルの状態によっても散水は不均一になることが確認された。

散水による安定化を効率的に進めるためには均一な散水が非常に重要な項目であるが、等間隔に配置したとしても、ノズル自体の散水分布、ノズル間の重なりがあることやノズルの状態によって均一な散水を行うことは難しいことが予想される。

そのため、散水計画においてはこれらの現象を見越し、散水ノズルを可動式にして期間中の散水量の均一化を図るなど、事前の対策を講じる必要がある。

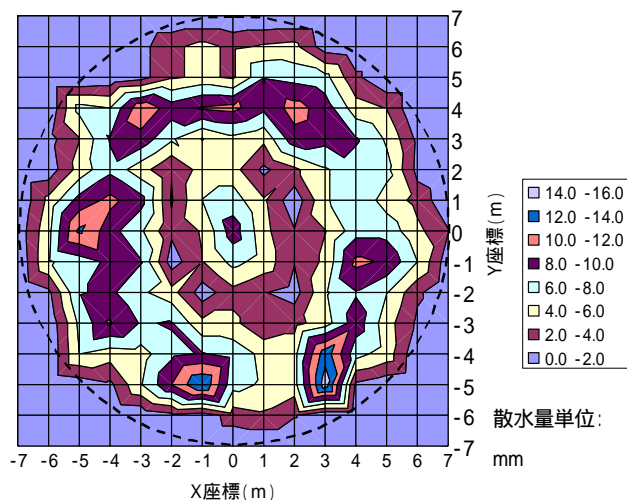


図 6 散水量の分布

4.1.2 表面硬度分布

表面硬度の分布を図 7 に示す。

中心部で固化が進んでいる反面、中心から6mを超えた地点からは固化が進んでいないことが確認された。固化範囲と散水量の分布とは明確な相関は見られなかった。また、埋立焼却灰表面には埋立時の撒き出し・転圧に使用した重機のキャタピラーの跡があり、キャタピラーの形を残した状態で固化が進んでいた。

埋立後に焼却灰の固化が進むことが観察されたが、散水量の分布とは明確な相関が見られず、固化は焼却灰の性状と埋立時の転圧が主要因であると考えられた。

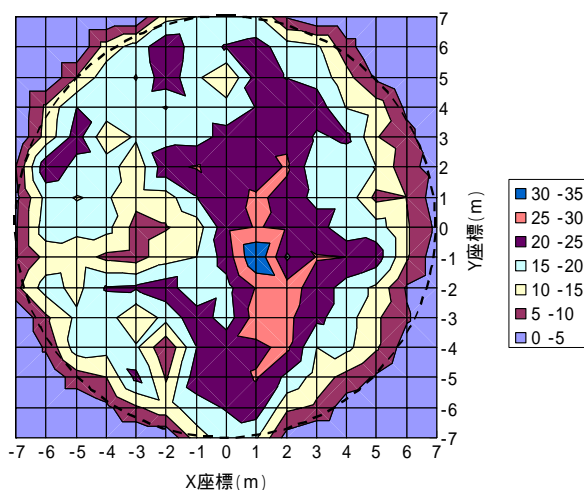


図 7 表面硬度分布

4.2 区画調査

4.2.1 透水試験結果

透水試験の結果を図 8 に示す。

固化が進んでいる部位での透水係数が低い傾向が見られた。また、中心から4mを超えた部分では透水性が高

く、測定不能であった。

中心部で見られたように固化が進み透水係数が低下する現象が処分場内で発生した場合、散水による焼却灰の安定化処理においては、透水量が制限されることによる安定化の遅れや散水量が制限される等が考えられる。

固化現象が散水ではなく、前述のように埋立時の撒き出し～転圧による影響が大きい場合は安定化処理においては、埋立工程における焼却灰の密度管理が重要な要因となることが考えられる。

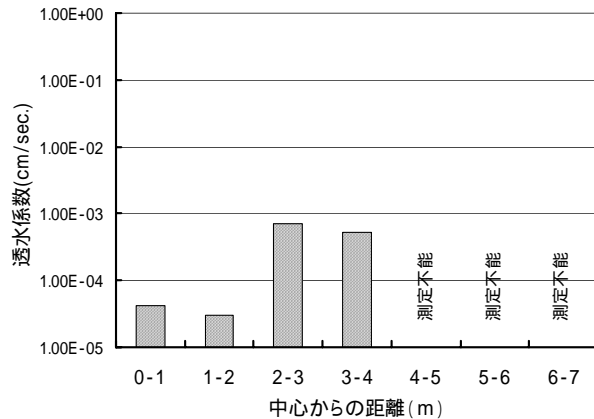


図8 透水性試験結果

4.3 埋立焼却灰

4.3.1 含水率

各区画で採取した試料について含水率の分析結果を図9に示す。

散水分布とは相関がなく、周辺部において含水率が高い傾向があった。埋立焼却灰の含水率は散水量の多少ではなく、埋立後の透水係数の違いによる垂直方向以外への水の動きが考えられる。

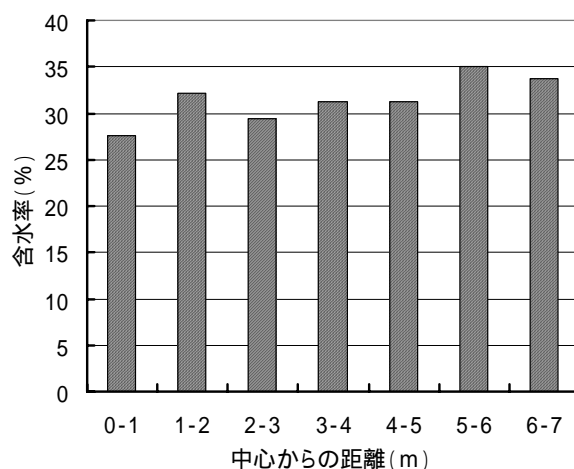


図9 含水率

4.3.2 溶出試験

鉛に関する溶出試験結果を図10に示す。周辺部での溶出値が高い結果となった。現在の散水システムでは中心から6mを超えた周辺部では散水量が極めて少なくなった結果、散水による焼却灰からの安定化効果が得られにくかったものと考えられる。また、中心から6mまでの区画では散水量に違いがあるにもかかわらず溶出試験値には大きな差が見られなかったことから、ある程度散水量が確保された場合は安定化に大きな違いがないことが示唆された。

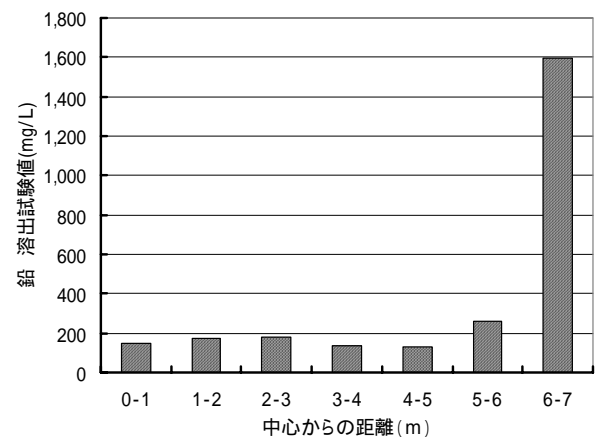


図10 鉛溶出試験結果

4.4 焼却灰の物理性に関する調査

4.4.1 締固め試験

締固め試験結果を図11に示す。

1層あたりの突き固め回数25回付近で最大の乾燥密度が得られた。その時の湿潤密度は1.77g/cm³であった。

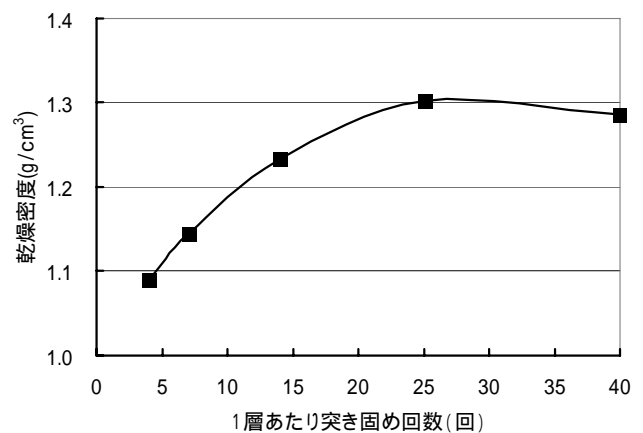


図11 締固め試験結果

湿潤密度約 1.8g/cm³付近にて密度管理を行って埋立

作業を行うことで埋立処分場の容積効率が上がることが予想されたが、締硬めに伴う、透水性の低下等を考慮すると、散水による安定化処理の時期（埋立前に安定化処理を行う等）等最終処分システムにおける適切な処理プロセスの検討が必要である。

4.4.2 締固めおよび水分条件による透水係数の変化

締固めあり（湿潤密度： $1.8\text{g}/\text{cm}^3$ ）と締固めなし（湿潤密度： $1.3\text{g}/\text{cm}^3$ ）では透水係数に大きな違いが見られた。

締固めあり（湿潤密度： $1.8\text{g}/\text{cm}^3$ ）では $4.5\text{mm}/\text{day}$ の散水を透水できずに表面に水が滞留した。このことから、4.2.1 で示した乾燥密度が最大になる締固め条件では散水による安定化処理が難しいことが示唆された。

この様に、散水による安定化処理に対して埋立時の密度管理が非常に重要な要素であることが明らかになったが、重機を使用した埋立工程では転圧による締固めが予想されるため、埋立工程での重機の使用、埋立方法の計画には注意が必要であることが示唆された。

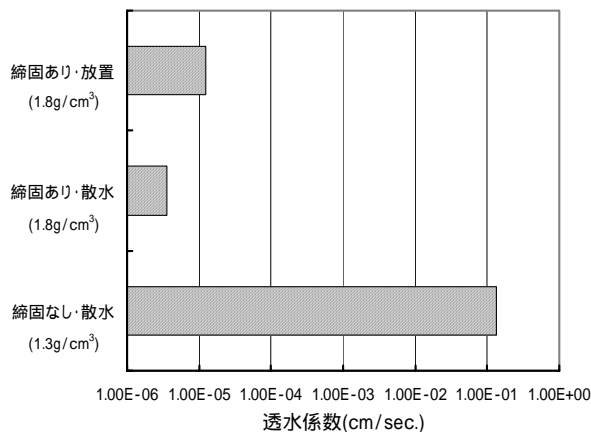


図 12 締固めと透水係数

§5. まとめ

実証試験施設での埋立後の焼却灰の調査、分析の結果次のことが明らかになった。

- (1) 散水システムは散水量を均一に管理することが難しく、何らかの対策が必要であること、ある程度以上の散水量と安定化処理の時間が確保できる場合は焼却灰の溶出値は変わらない。
- (2) 埋立てた焼却灰は 1 年を経過した時点で固化が進んでいた。固化の要因は散水ではなく、埋立て工程での重機による転圧によるものと考えられた。
- (3) 固化した部位では透水係数が低かった。散水による安

定化処理を速やかに行う場合は透水係数を低く維持する必要があり、埋立工程での密度管理が重要であることが明らかになった。

- (4) 焼却灰の湿潤密度を $1.8\text{g}/\text{cm}^3$ 程度に密度管理を行って埋立作業をすると処分場の容積効率が上がることが予想されたが、密度を上げることで透水係数が下がり、散水による安定化処理は難しいことが示唆された。安定化処理と最終処分場の利用効率を両立させるには埋立て前に安定化処理を行う等、中間処理プロセスの検討が必要である。

謝 辞 本研究は三井鉱山株式会社との共同研究による成果であり、本研究にの遂行に貴重なご意見、ご協力をいただいた三井鉱山株式会社の皆様に感謝いたします。また、実証試験施設の調査は、土木研究部仲沢武志氏の指導、協力により行うことができました。

参 考 文 献

- 1) 厚生省水道環境部 監修：廃棄物最終処分場指針解説，社団法人 全国都市清掃会議。
- 2) 平成 10 年度閉鎖型最終処分場における環境保全処理技術の開発に関する調査研究報告書(2000) 財団法人エンジニアリング振興協会。



矢島 聡

ひ と こ と

クローズドシステム処分場は閉塞感のある最終処分場問題に対して一つの解決策を導いてくれる処分場・技術だと思います。研究活動で得られた成果を実現できるようにさらに研究活動を進めたいと思っています。