

廃棄物最終処分場における多目的井戸設置工法の開発

－ 先端着脱式鋼管ケーシングを用いた実証実験 －

椿 雅俊*

要約： 廃棄物最終処分場再生技術のひとつとして、廃棄物層内を好氣的雰囲気へ変換することが有効であることが知られている。その方法のひとつには廃棄物層内の浸出水排除や、ガス抜きを目的とした井戸を設置する方法がある。しかし従来工法であるボーリング工法による廃棄物層の削孔は困難でありコスト高でもあるため、長期間放置されている処分場は少なくない。本技術工法は、先端部分が着脱可能なケーシングを廃棄物層に無排土、無水で削孔し、先端内部に設置した有孔管を所定の位置に設置した後、ケーシングのみ回収する井戸の設置工法の開発を行うこととした。本工法は従来工法による井戸の設置に比べ、低コストで、短時間で設置が可能である。本技術を廃棄物の安定化促進のための通気設備として利用すれば、廃止までの維持管理期間を短縮することが可能となり、維持管理コストの削減が期待できる。本報告では、実際の処分場において本工法による多目的井戸の設置を実施し、短時間で施工が可能であることを確認した実証実験について報告する。

キーワード： 廃棄物、最終処分場、安定化、維持管理、通気、ガス抜き

- 目次：**
- | | |
|--------------------------|------------------------|
| 1. はじめに | 4. 最終処分場における多目的井戸設備の設置 |
| 2. 先端着脱式鋼管ケーシングによる井戸設置工法 | 5. まとめ |
| 3. 設備設置実験 | 6. おわりに |

1. はじめに

廃棄物最終処分場では、埋立てが完了した（処分場の閉鎖）後も維持管理を必要としない状態（廃止要件の適合）にするまで水処理等の維持管理が必要である。特に昭和52年「基準省令」施行以前に建設された処分場の多くは長期間の維持管理が必要であり、廃止までの維持管理コストの負担が問題となっている。そのような状況から閉鎖かつ廃止までの維持管理期間を短縮するために廃棄物に対する早期安定化技術の開発が求められている。

維持管理期間が短縮できれば、維持管理コストの削減や跡地の有効利用が早期に図れるといったメリットが得られる。廃棄物の安定化促進工法は、通常、埋立て完了後（閉鎖）に廃棄物層内にパイプ等を打設し、空気や水を送り込み廃棄物層内の環境を好氣的環境に改善する工法が用いられている。しかし、従来から広く用いられているロータリー式ボーリング工法では廃棄物の削孔は困難な場合が多く工事費も高額となっている。さらに有孔削孔を基本とし、排土として廃棄物も地上に排出されるため、周辺環境の汚染や作業環境の悪化が生じる。

本工法の特徴は、先端部分が脱着可能な鋼管ケーシングを採用し、無水・無排土削孔を可能としている点である。工法の概要は、鋼管ケーシング内部に有孔管等を装着または挿入し、所定の深度へ削孔、

所定の深度に達した後、鋼管ケーシングのみを回収し、目的に応じた井戸の設置を行う工法である。また、従来のボーリング工法と比較して低コスト、短時間での施工が可能であるとともに、無水・無排土削孔のため、廃棄物を地上に排出することなく、周辺環境や作業環境を良好な状態に保持できる。したがって本工法を稼働中の最終処分場の通気追加設備として利用すれば、埋立廃棄物の早期の安定化促進が期待でき、廃止までの維持管理期間の短縮が可能であることから、環境汚染リスク低減や、維持管理コストの削減が可能となる。

本開発では、効率的な削孔を可能にする先端部材の形状と鋼管ケーシング先端部分の脱着を確実にするための脱着機構の開発と、実際の処分場における多目的井戸設備の設置実験を実施した。

2. 先端着脱式鋼管ケーシングによる井戸設置工法

2.1 従来工法による井戸の設置

埋め立てが完了した処分場において積極的に廃棄物層を好氣的環境にする方法として、鉛直方向に有孔管を建込み、そこから空気や水を送る方法がある。（図1参照）このような井戸設備は、通常、ロータリー式ボーリング工法によって設置されている。廃棄物層内をロータリー式ボーリング工法で行う場合、下記のようなデメリットが生じる。

*土木エンジニアリング部 自然環境グループ

- ① ロータリー式ボーリング削孔では、通常、土砂搬出が必要となる。したがって廃棄物層を削孔する場合には、有害性物質等の取り扱いに注意する必要がある。
- ② 削孔する際には、水を使用する場合がある。廃棄物の安定化目的の設備を設置する場合、加水によって廃棄物の性状が変化してしまうといった支障をきたす場合がある。
- ③ 特に、焼却灰が堆積し固結した廃棄物層やビニール片が多く含まれている箇所では、固結度が高いこと、先端部に廃棄物が絡まることによって削孔能力は極端に低下する。

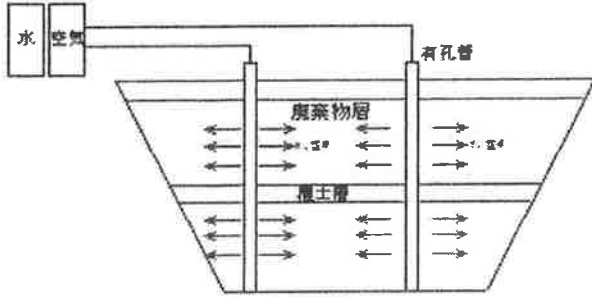


図1 廃棄物の安定化工法の例

2.2 先端着脱式鋼管ケーシングによる井戸の設置

本工法は廃棄物最終処分場において、通気やガス抜き設備、または浸出水排水設備を設置する場合、通常のボーリング工法による削孔埋設工法と比較して、迅速、低コスト、良好な環境で設備を設置する工法。本工法の概要を以下に示す。(図2参照)

- ① 処分場の地盤上部から先端部が尖った鋼管ケーシング管(直径100mm~350mm程度)を自走式削孔機械で無水・無排土で削孔・挿入する。
- ② 鋼管ケーシング管は先端部分と筒状鋼管本体で構成されており、先端部分は任意の深度でケーシングから切り離した後、廃棄物層内へ残置し、鋼管ケーシング管は地上へ引き抜かれる。この鋼管は再利用が可能である
- ③ 前記先端部は通気・注水・揚水パイプとして使用する有孔管等を装着する機構となっており、先端部は有孔管等と緊結固定した状態で廃棄物層内に残置される。その後ケーシング管本体を抜取ることにより有孔管等のみを地中に設置する

図2に本技術の施工順序を示す。

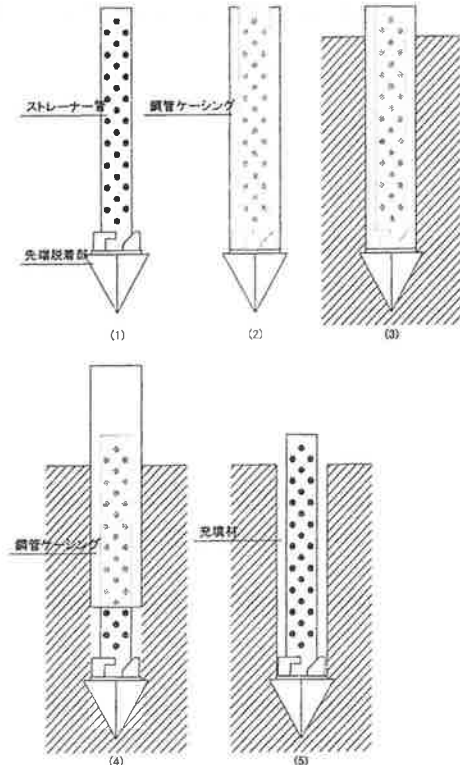


図2 施工順序

- 1) 先端着脱部内部に有孔管をセットする。
- 2) 鋼管ケーシングと先端着脱部を接続する。
- 3) 廃棄物層内への削孔。
- 4) 予定深度到達後先端部と鋼管ケーシングのロックを解除し鋼管ケーシングを回収する。
- 5) 削孔壁とストレーナー管との空隙を充填材等で埋め戻す。

2.3 使用機械

本技術において使用した削孔技術および機械は、旭化成建材株式会社の鋼管杭無残土回転埋設工法「EAZET工法」をベースとし、廃棄物処分場において適用可能となるよう鋼管材料、施工方法について検討を行った。削孔機械については改造、新たな開発等は行っていない。表1に施工機械の仕様、写真1に削孔機械を示す。

表1 施工機械の仕様

機械寸法	機械幅	2400~2500	施工可能 杭種類	杭本体径(mm)	114.3
	機械長	5200~5800			139.8
	走行時機械高	2800~2900			165.2
	施工時機械高	8700~9500			190.7
	機械重量(t)	13~15			216.3
機械性能	施工トルク(kN・m)	60~100			267.4
	押込力(kN)	50以上			318.5
	対応先端羽根径	650以下まで			355.6
施工条件	施工間口目安	5000~			
	最低敷地面積(m ²)	60			
	最小搬入路	2800			
	隣接障害物距離	500			
	搬入路角度(度)	10			

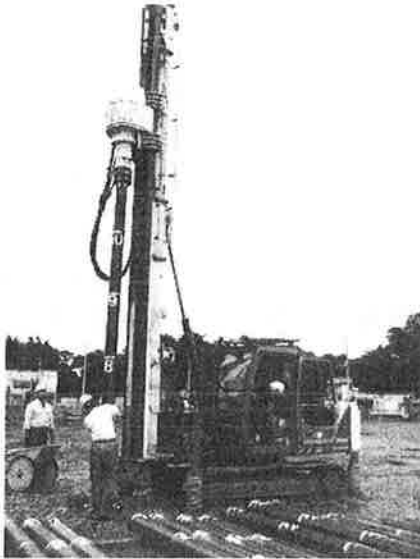


写真1 削孔機械

2.4 特徴

本工法の主な特徴は、以下の通りである。

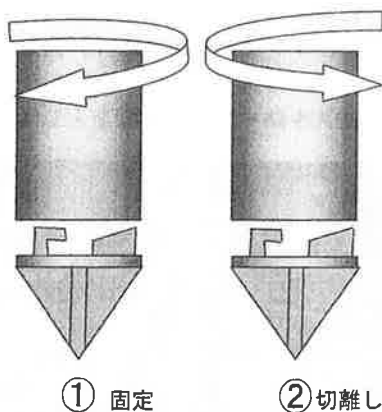
- ① 無排土で削孔することが可能であるため、作業環境が従来のボーリング工法よりも改善される。
- ② 無水での削孔が可能である。
- ③ 従来のボーリング工法に比べ、短時間で削孔が可能。

本研究では効率的な削孔が可能となるような先端部材形状を決定するため、および先端部材と鋼管ケーシングとの着脱を確実なものにするための着脱機構の開発のための基礎実験を行い、廃棄物処分場における設備設置のための実証実験を行った。

3. 設備設置実験

3.1 基礎実験

先端部分と鋼管ケーシングとの固定および切離し方法を図3に示す。



① 固定

② 切離し

図3 先端部の固定・切離し方法

先端部分には鍵状の溝があり鋼管ケーシング内側にある突起物が引っ掛かる形状となっている。先端部分と鋼管ケーシング部分との固定および切離し方法は鋼管ケーシングの回転方向によって決定される。

鋼管ケーシング時計回り（正転）時は先端部分がロックされケーシングと先端部分は固定される。

（削孔中は常時この状態）・・・①

ケーシングを反時計回り（逆転）に回転させると先端部分のロックが解除され先端部とケーシング部分との分離が可能となる。（先端部材を切り離す時のみ）・・・②

鋼管ケーシングの着脱機構に関する基礎実験は、実験ヤードで行った。

採用した先端部および鋼管ケーシングの形状を写真2に示す。



写真2 先端部材形状

写真2に示す形状について実験ヤードにおいて削孔実験を行い着脱機構の確認を行った。削孔径は鋼管径φ190mmである。削孔対象である地盤は関東ロームであり、N値10～20程度であった。削孔深度は5～10mとした。削孔状況を写真3に示す。

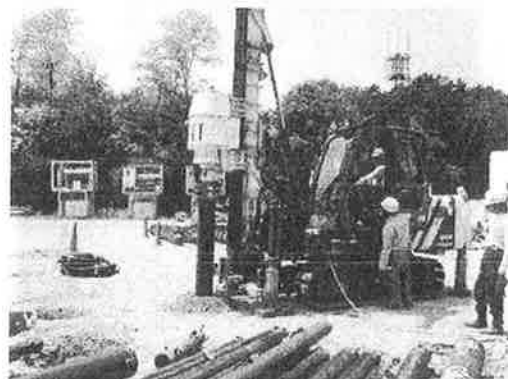


写真3 削孔状況

この実験により削孔中に先端部分が離脱することもなく所定の位置まで削孔でき、先端部の切離しも行えることが確認できた。

実験ヤードで行った基礎実験の結果から鋼管先端部分とケーシング部分との着脱形状を決定し、その効果を確認するため、廃棄物処分場において、ガス濃度モニタリング用の有孔管設置の実証実験を実施した。使用した鋼管はφ190mm×4.0m (L)、φ190mm×8.0m (L) であり、有孔管は塩ビパイプVP50を使用し、仕上り長は、5.0mと8.0mである。作業の状況を写真4～写真7に示す。

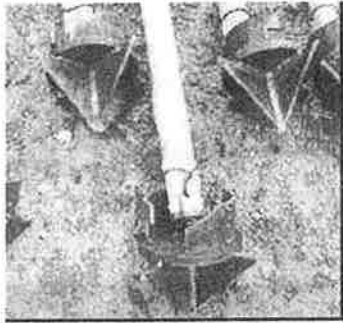


写真4 先端部および有孔管

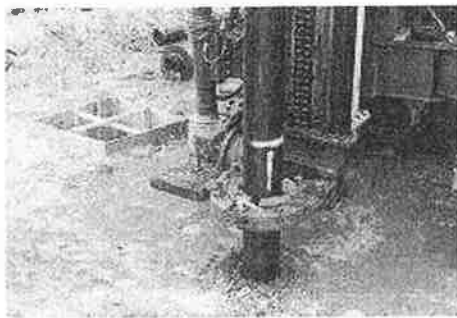


写真5 削孔状況



写真6 削孔状況



写真7 先端部分離後、鋼管ケーシング撤去

この実証実験により、廃棄物を対象とした削孔において、鋼管先端部とケーシングの脱着機構の確認ができ、モニタリングパイプも所定の位置に設置できた。




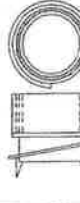
一方、同場所で削孔長を10m以上として削孔を行ったが、先端部とケーシングとの分離が確認できないといった問題が生じた。これは、先端部とケーシングの接続箇所から土が管内部に入り込み着脱が困難になることがわかった。そこで、先端部分の着脱機構の改良を検討し実験ヤードにて再度、着脱の確認を行った。

3.2 改良実験

1) 先端部材の改良

先端部の改良を検討するにあたり、問題点を整理した。表2に改良前と改良後の材料の形状および問題点を整理したものを示す。

表2 改良前後の材料形状

	改良前	改良後
問題点	削孔に伴い土（廃棄物）ケーシング内に入ってくる 先端の切離に支障が生じる	
鋼管ケーシング材	ケーシングに突起を設けている 	ケーシングに切欠きを設けている 
先端部材	先端部材に切欠きを設けている 	切欠き形状を変更 先端部材に突起を設けている 二重管構造とし土の流入を防ぐ 

基礎実験の結果より着脱機構の形状を再度検討した結果、鋼管ケーシングに溝部を設け、先端部の方に突起をつけた。（写真8）また、写真9のように先端部は土の流入を防ぐため2重構造とした。



写真8 改良した先端部および鋼管ケーシング形状

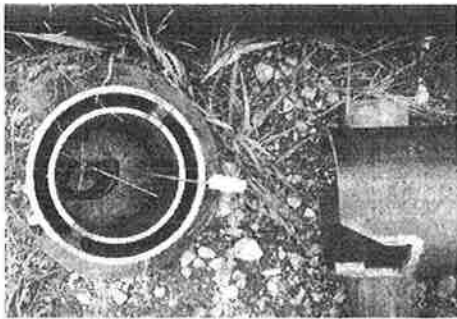


写真9 先端部形状 (二重管構造)

改良実験において、削孔に使用した鋼管径はφ190mm、削孔長は15m、鋼管内部にはφ50mmの塩ビパイプをセットした。

削孔状況を写真10に示す。



写真10 削孔状況

着脱形状を改良した結果、前回問題となったような鋼管内部に土の流入は発生せず、10m以上の削孔長においても、先端部は確実に分離されていた。

2) 着脱確認

先端部の切離し確認は、機械オペレーターの経験に頼っていたが、今回、先端部と鋼管ケーシング部の着脱および固定状況を地上において確認するために熱電対温度センサを用いた。これは先端部と鋼管部が固定している状態ではその地点での温度が正常に計測され、先端部の分離が完了すると、温度センサが破損され正常に計測されないように鋼管内部に熱電対センサを設置している。

このように削孔時、先端部切離し時の状況を確実に確認した。

写真12は、先端部と鋼管ケーシング部とが固定されている状態であり、鋼管内部の温度が表示されている。写真13では先端部分分離され、鋼管内部の温度が計測できない状態を表している。(写真12、

写真13におけるデータロガーの上段計測値は地上外気温。)

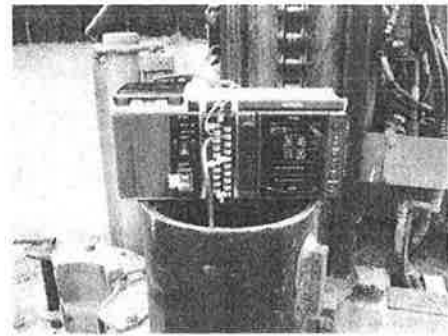


写真11 先端部、鋼管部固定状態

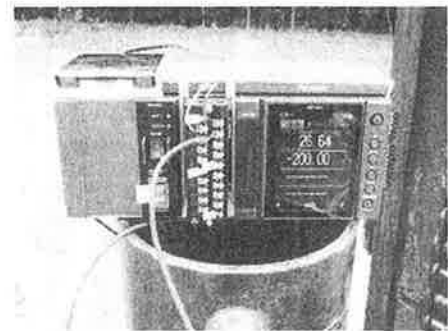


写真12 先端部の分離を確認 (下段計測値が異常)

3.3 施工性

実験ヤードにおいて実施した改良実験では、削孔長15mの井戸を2本/日施工した。しかし、通常行われているロータリーボーリング工法では、同じ削孔長の井戸を施工した場合の施工スピードは、0.5本/日程度である。このことから、従来の施工法に比べ短時間で設備の設置が可能であることが確認できた。また、削孔中の排土はほとんど見られず、有水削孔も不要であったため、施工環境、周辺環境に対する配慮は従来技術よりも優れていることも確認した。

一連の基礎実験から、従来方法よりも優位性があることが確認された。

4. 最終処分場における多目的井戸設備の設置

廃棄物処分場においても十分適用可能であることを確認するために、埋め立てが完了した最終処分場において、廃棄物層内の水分を観測するための観測井戸を設置した。埋め立て廃棄物の性状は主に焼却灰、一般廃棄物である。

設置した井戸は、井戸径φ50mm塩ビ有効パイプ、井戸長10m、本数は8本である。また削孔穴と有孔管との空隙には碎石を充填し、地上部から深さ1mの部分はモルタルを充填してセメンチングを行っ

た。削孔に使用した鋼管ケーシングの径はφ190mmである。施工状況を写真14～写真16に示す。



写真13 使用材料



写真14 削孔状況



写真15 井戸設置完了全景

5. まとめ

Development of installation method for multipurpose well in landfill Removal drilling experiment with steel pipe casing

M.Tsubaki

It is known effective to blow air in the waste layer as one of the landfill reproduction technologies. There is a method of setting up the well in which it aimed at the reachate exclusion and the gas pulling out in the waste layer. The drilling hole in the waste layer by the rotary boring method that is existing method is very difficult and total cost is also expensive. Therefore, the landfill that has been left for a long term is not few. This method is drilling hole in the waste layer as for the steel casing that is removal type. At this time, the soil is not exhausted and without using water for drilling. The strainer pipe set up in the steel casing is set up at the plan position. After the well is set up, the steel casing is collected. This industrial method can be set up more low-cost than the installations of the well by the existing method in a short time. Moreover, if this method is used as aeration equipment to early stabilize waste, shortening the maintenance management period until abolishing of the landfill becomes possible. As a result, the reduction in the maintenance management cost can be expected. In this development, the experiment to set up the development of the device to ensure the separation of the casing and equipment in the disposal place was executed.

This development is a joint research with Asahikasei kenzai Co., Ltd.

廃棄物処分場における多目的井戸の設置を無水、無排土、短期間、低コストで行う施工技術について開発を行ってきた。基礎実験や廃棄物処分場での施工において、以下のことが確認された。

- 1) 深さ15m程度で約2本/日の施工が可能。
- 2) 削孔可能深度は約30m程度まで可能。
- 3) 施工費は従来工法と比較した結果、約20～30%の削減となった。
- 4) 無排土・無水施工のため作業環境・周辺環境に考慮した施工が可能である。

上記より、本工法による多目的井戸の設置において短期間および低コストで施工が可能であることがわかった。また、従来工法ではほとんど不可能であった深さ30m～40mの井戸においても本工法によって施工が可能であることがわかった。

今後は、施工した多目的井戸の活用方法、及び最適な井戸の配置の設計手法についても検討を行っていく予定である。

6. おわりに

平成10年3月に、全国の538ヶ所の一般廃棄物最終処分場が、不適正処分場として国から指摘を受けた。これらの処分場については、早急に適正な処置を行うことが義務づけられている。しかし、ほとんどの処分場がそのままの状態維持管理されている。また、すでに閉鎖された廃棄物最終処分場においては、廃止までの維持管理コストの逼迫が問題となっている。

本技術開発による多目的井戸設置工法は低コストかつ設備の早期完成が図れ、さらに、安定化促進設備としての利用も可能であるため、上記問題に対応した工法であると考えられる。

本開発は旭化成建材株式会社との共同研究である。