

【技術報告】

表面波探査技術による既存最終処分場の状況把握手法の研究

A Study of an investigation method of existing landfill
by Surface-wave inquiry technology

岸川栄二*、八村智明*、冨永幸雄*、宮原哲也*

Eiji KISHIKAWA, Tomoaki HACHIMURA, Yukio TOMINAGA and Tetsuya MIYAHARA

【要約】本研究では、従来まで土地質調査等に用いられていた表面波探査技術と、ボーリング調査等の結果を組み合わせることにより、既存処分場の埋立構造及び物理・力学的な地盤状況を高い精度で把握することを試みた。その結果、不透水層の深度及び処分場内（地中）における廃棄物の分布状況等を想定できた。今回の実験結果を活用することで、不適正処分場の適正閉鎖または再生において、工事の確実性及び経済性の点で事業効果が得られる可能性を見いだせた。

キーワード：最終処分場、不適正処分場、物理探査、表面波探査、埋立構造

1. はじめに

A 処分場は、九州内に存在する不適正の疑いがある¹⁾処分場で、平成16～17年度に、適正閉鎖事業を行った一般廃棄物最終処分場である（図1）。



図1 適正閉鎖事業後の処分場の状況

この処分場の特徴は、処分場底部に不透水層（透水係数： 1×10^{-5} cm/s 以下、層厚 5m 以上分布）を有することであり、適正閉鎖事業においては、この不透水層に鉛直遮水壁を施工し、廃棄物を取り囲むことが主な対策工事であった（図2）。

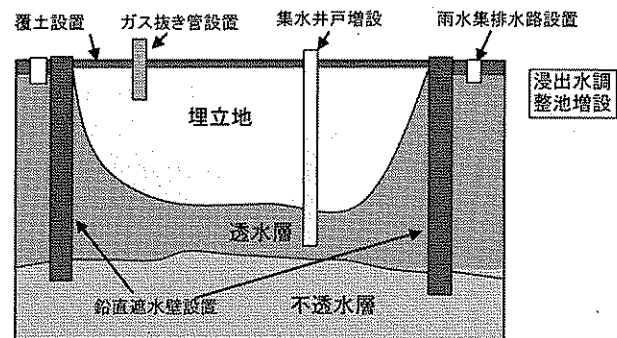


図2 適正閉鎖事業内容

本研究では、土地質調査等に用いられていた表面波探査技術を活用し、ボーリング調査等の結果と組み合わせることにより、既存処分場の埋立構造や物理学的（力学的）な地盤状況を高い精度で把握することを試みた。

以下に、本研究の成果である表面波探査による最終処分場の埋立地地盤の推定結果、廃棄物の分布状況の検討、考察の結果を報告する。

2. 調査手法

2.1 表面波探査技術

表面波探査は、地盤の地表付近を伝わってくる弾性波の一種である表面波（レイリー波）を捉える探

* (財)日本環境衛生センター西日本支局環境工学部
Dept. of Environmental Engineering, West Branch, JESC

査法の一つで、地盤のS波速度を得ることができる技術である(図3)。

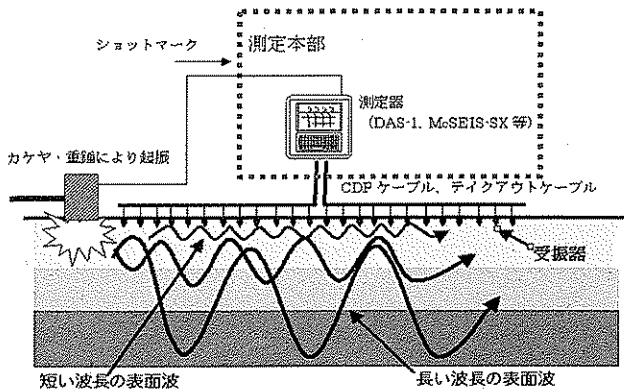


図3 表面波探査の概要

この表面波探査は、一般の弾性波探査と異なり、発破のような大掛かりな仕掛けは必要なく、カケヤなどにより振動を与えるだけでよい。発破による危険性はなく、周辺施設や住民に与える影響が小さいことから、土木地質調査等に多用され始めている。また、このS波速度を基に、既存データ(S波速度とN値の関係)による関係式²⁾(図4)から、その深度のN値を想定することが可能となり、地盤の強度等も把握できる。また、屈折波の伝搬状況を詳細に捉えることが可能となるため、地下の埋立構造(ごみの分布状況)も想定することができる。但し、この調査方法では土質や透水性は把握できないため、ボーリング孔内試験や室内土質試験等との組み合わせが必要となる。

この技術は、1日に500m程度の測定が可能であり、大規模処分場においても、短期間で調査可能な手法である。調査の方法は、カケヤにより、測線上を1mまたは2mの間隔(間隔は任意であり、精度を向上させる時は短い間隔を採用する)にて振動を起こし、発生したS波データを集積する。その後、

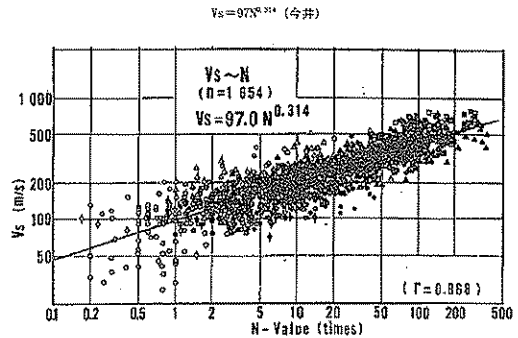


図4 S波速度とN値の相関図²⁾

解析ソフトを用いて、処分場内の地下構造を2次元の情報として求める。

今回は、適正閉鎖事業が終了した処分場に対して、この調査方法を実施した。

2.2 実験した処分場の概要

- 埋立対象物：焼却残渣、不燃・粗大ごみ選別残渣
- 埋立面積：14,200m²
- 埋立容量：71,000m³
- 埋立期間：昭和51年6月～平成10年3月
- 供用期間：21年10ヶ月

3. 調査結果

3.1 不透水層深度の推定

今回の表面波探査調査結果は、図5に示すとおりである。この図を見ると、S波速度の違いから地下の地層の分布状況を把握することができる。

この結果を基に、ボーリング調査結果から得られた不透水層の位置を重ね合わせると、図6のとおりとなる。ボーリング調査から得られた不透水層の深度と表面波探査で求めた地盤の分布状況を組み合わせることにより、2次元の不透水層の深度を想定することが可能となる。

従来は、数多くのボーリングを行い、不透水層の深度を点とした状況で把握し、それらを結び合わせることで、不透水層深度を予測し、鉛直遮水壁深さを決定していたが、今回、ボーリング調査と表面波探査を組み合わせることで、処分場内部においても、高い精度で地層の分布状況を予測することができた。また、地盤構造が不規則で、不透水層の深度に変動がある場合においても、2次元の面とした情報を得ることが可能となり、緻密な設計につながることを実証できた。

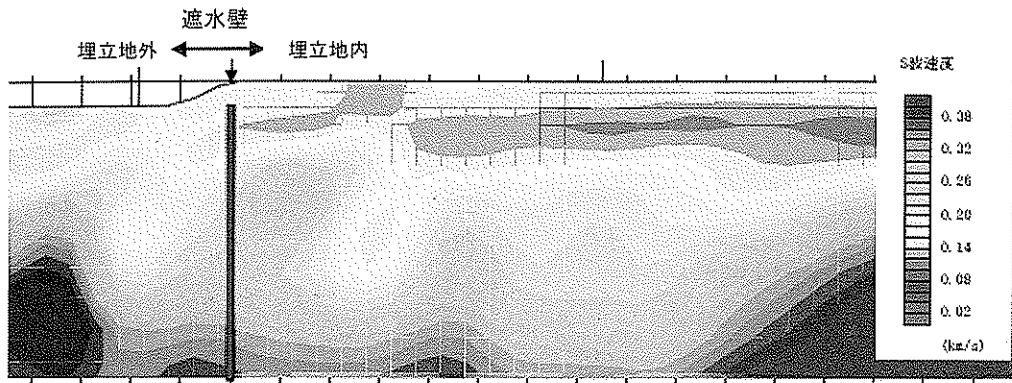
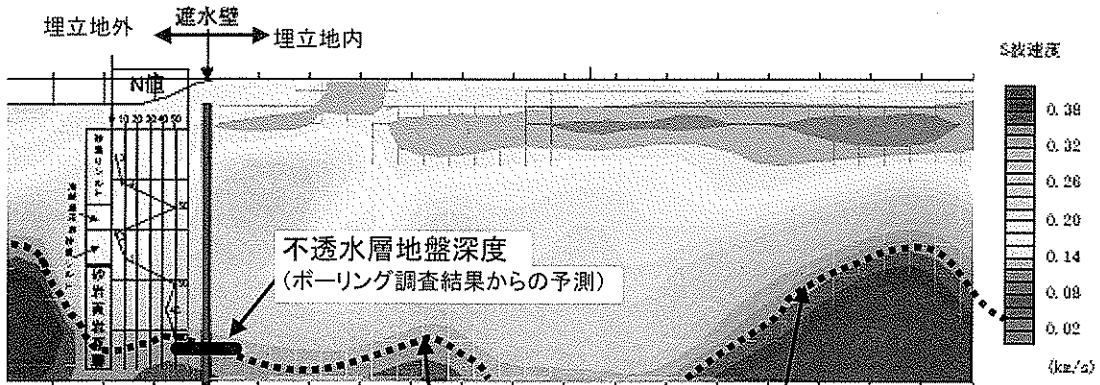


図5 最終処分場における表面波探査結果



不透水層地盤深度(ボーリング調査結果と表面波探査調査の組み合わせにより予測)

図6 ボーリング及び表面波探査による不透水層地盤の深度

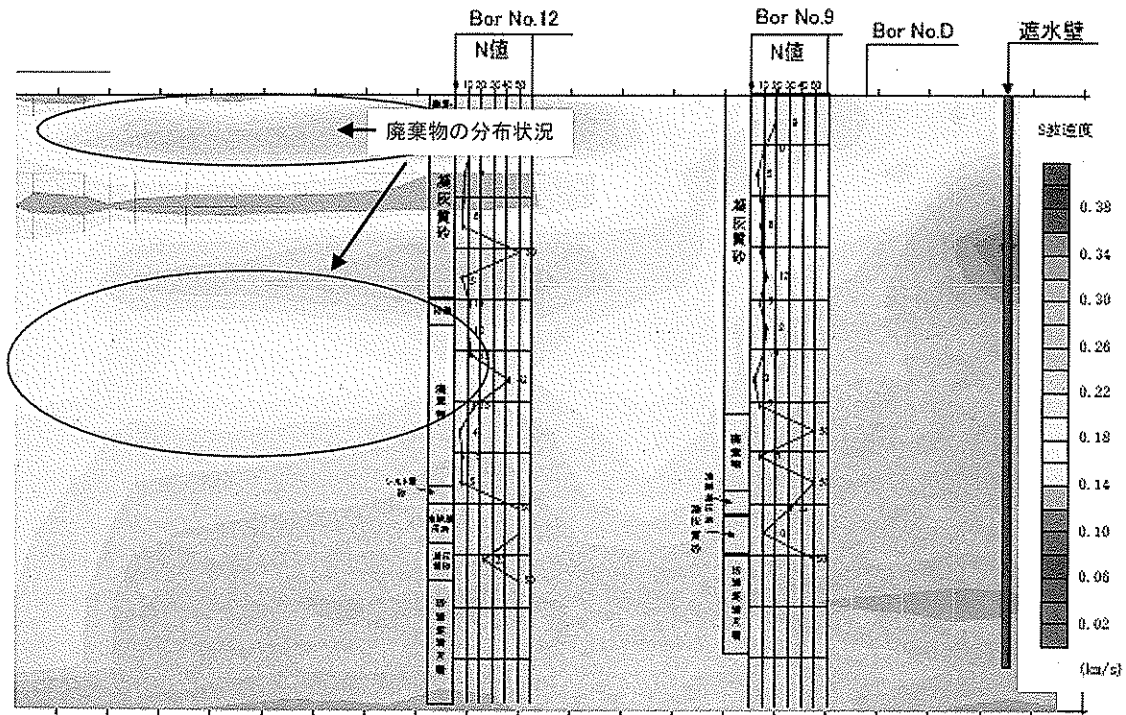


図7 表面波探査技術によるごみ分布状況の確認

これらのことから、鉛直遮水壁を無駄なく効率的に不透水層に根入れすることが可能となり、工事の確実性が確保でき、かつ経済的な施工につながるものと期待される。

3.2 廃棄物層の推定

処分場内部の廃棄物層の表面波探査結果は、図7のとおりである。調査の結果、廃棄物が埋め立てられている部分は、周辺よりもS波速度に差があることから、廃棄物の分布状況の目安を把握することができた。

不適正処分場等においては、廃棄物の埋立範囲が不明なことが多く、本処分場においても適正閉鎖事業実施時は同様な状況であった。そのため、廃棄物の埋立範囲は、現場職員への聞き取り調査及びボーリング結果から想定していた。しかし、今回の結果をもとに、現地でのヒアリング、ボーリング調査、トレンチ調査及び表面波探査を効果的に組み合わせることで、精度を高く埋立範囲の把握が容易になると期待される。

3.3 廃棄物層内S波速度とN値との関係

「2.1 表面波探査技術」で述べたとおり、表面波のS波速度と一般地層中のN値の間には、相関が見られている。

今回、廃棄物層においてもこの様な結果が得られるか確認した。

廃棄物層中のS波速度(1点目180 m/S、2点目190m/S)とボーリングから求めたN値(1点目12、2点目15)が図8に当てはまるか検討した結果、廃棄物層においても、この指標を活用できる予想があった。しかし、データの取得状況は限られており、他の廃棄物との整合性を多数試みる必要があると

る。また、データ集積と解析により、処分場の跡地利用を検討する場合は、まずは埋立物中のS波速度を測定し、その後の地盤強度の増加等の状況を比較することで有効な跡地利用が可能になると期待される。

4. まとめ

- ①表面波探査技術とボーリング調査を組み合わせることで、最終処分場においても、ボーリング調査による1次元的数据を、2次元の面とした情報に広げることができた。また、調査手法を効果的に組み合わせることで、鉛直遮水壁深度の設計においては、地盤状況が複雑な場所でも、効果的に確実な設計が可能となる。但し、不透水層のS波速度が他の地盤と同程度で、明確に区別できない場合は、想定が困難である。
- ②今回の調査では、廃棄物の埋立範囲を想定できた。不適正処分場及び不法投棄現場においては、廃棄物の分布状況の把握が困難であることから、トレンチ調査等と今回の表面波探査技術を組み合わせることで、廃棄物の分布を想定することが容易になり、効果的な汚染防止対策が期待できる。
- ③埋立地の跡地利用においては、閉鎖後の地盤の締固めによる強度変化状況の把握が重要である。今回、廃棄物層内のS波速度からN値を想定することが判明したことで、この探査を経年に行うことにより、廃棄物地盤の強度変化状況を把握することが可能になると考えられる。また、跡地利用検討における地盤材の締固め状況を把握するための、モニタリング手法のひとつとしての可能性が高いことが判明した。
- ④表面波探査調査は、1日に500m程度の測定が可能であることから、調査期間の大幅な短縮につながる。また、発破を利用しないため、安全、迅速かつ安価であり、効果的な手法であると期待できる。
- ⑤これらの結果を活用することで、不適正処分場の適正閉鎖または再生において、今後は調査の精度及び経済性の点で事業効果が得られる可能性を見いだせた。
- ⑥今回の実験は、試行的なものであるため、他の処分場において、今後はデータを積み重ねることにより、精度を向上・確保していきたい。

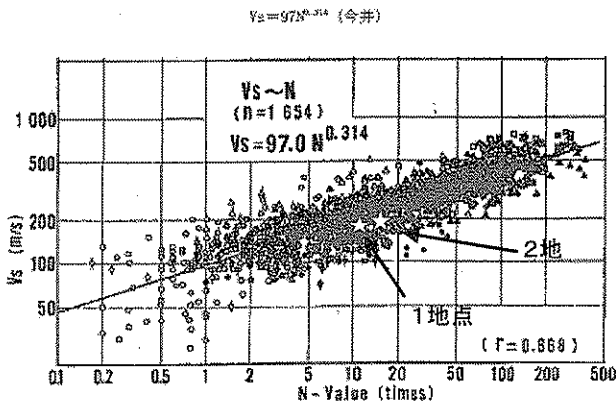


図8 廃棄物地盤と既往土質のS波速度 - N値相関図(2)との関連性検討図

参考文献

- 1) 一般廃棄物最終処分場における処理の適正化
について (H10.3 環境省)
- 2) 物理探査ハンドブック：物理探査学会編

Summary

This study combined surface-wave inquiry technology used for engineering works geological surveys with a bowling result and grasped buried wastes and the ground situation of existing landfill with high precision. As a result, depth of the impermeable layer ground and the distribution of waste in landfill were supposed. As for this experiment result, a business effect may be provided in correct closure or reclamation project of improper landfill sites at precision of investigation and economy.