

表面波探査を用いた廃棄物地盤の構造評価について

鹿島建設技術研究所 正会員 ○染谷 麻優子 戸井田 克 横田 泰宏
川端 淳一 小澤 一喜

1. はじめに

現在、一般廃棄物の処分場では処分容量の確保が課題となっているが、環境への配慮や周辺住民の反対等により新規の処分場用地確保は極めて困難な状況である。この状況のなか、近年、処分場の跡地を処分場として再生する事業や埋め立てられた廃棄物の掘り返し・埋め戻しにより埋め立て容量を回復する事業が実施されている。このような事業に関する工事を行なう際には、廃棄物埋立地盤を支持基盤として構造物を構築することや、掘り返した廃棄物の化学的(生物学的)安定化を図る等が重要となり、その際の廃棄物部分の物性値・構造把握は不可欠である。

ここでは、あらかじめ構造が既知な廃棄物処分場を対象とした調査を行うことで、廃棄物地盤の未知な構造を把握することを目的とした。調査手法として、既存の廃棄物地盤を掘り返し、探査することは困難であるため、地表からの非破壊調査として物理探査が有望であると考えた。しかし、廃棄物地盤は内部埋設物の分布が不均質であるため、一般的に地盤構造把握に用いられる弾性波屈折法が使えない場合がある。また、弾性波反射法は測定・解析に時間がかかるため、本検討では簡便に実施できる表面波探査の適用を考えた。表面波は一般的にハンマー打撃等を用いると直達波よりも周波数が小さく波長が長いので、深部の情報を得やすいが、浅部の探査精度は低い。そこで、浅部の探査精度向上を目的として、高い周波数を発生できる超磁歪型振源の適用を試みた。本検討では2振源による表面波探査を適用した事例を示すと共に、その将来性について検討した結果を示す。

2. 表面波探査適用実験概要

検討対象としたサイトは原地盤の上に遮水シートが敷設され、厚さ 50cm の覆土層、厚さ 240cm のプラスチック類を主とした不燃ごみ類、厚さ 50cm の覆土層の全 3 層で構成されている最終処分場である。ただし各層の厚さは正確なものではなく、場所により異なっているのが現状である。図-1 に本サイトの概略の地層構造を示す。

表面波探査に使用した振源は、従来トンネルの前方探査に使用されてきた超磁歪型振源、及びハンマーによる打撃とした。超磁歪型振源は図-2 に示す通り、超磁歪材料に巻かれたコイルに電流を流すことで磁界が発生し、その磁界により材料が伸縮、これを利用して地表面を打撃するという仕組みを持った振源である。発振は 20m 測線上を 5m ごとに 5 点発振、受振は 1m ごとに 11 点で受振し、受振器には 1 成分速度計を使用した。発振状況を図-3 に示す。

3. 実験結果

表面波探査は表面波(レイリー波)速度が周波数分散(周波数ごとに速度が変化する現象)を利用して、速度構造を把握

キーワード 物理探査 廃棄物処分場 非破壊試験

連絡先 〒182-0036 東京都調布市飛田給 2-19-1 鹿島建設技術研究所 TEL 042-489-7139

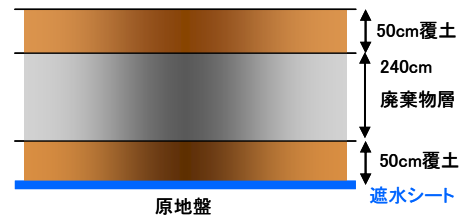


図-1 本サイトの地層構造

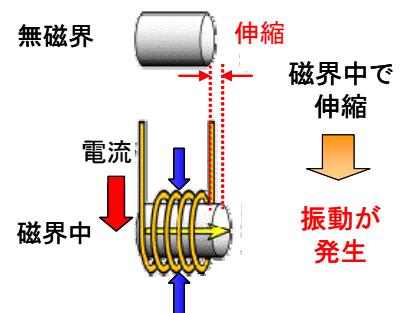


図-2 超磁歪型振源の発振構造



図-3 発振状況
(上: ハンマー打撃、下: 超磁歪型振源)

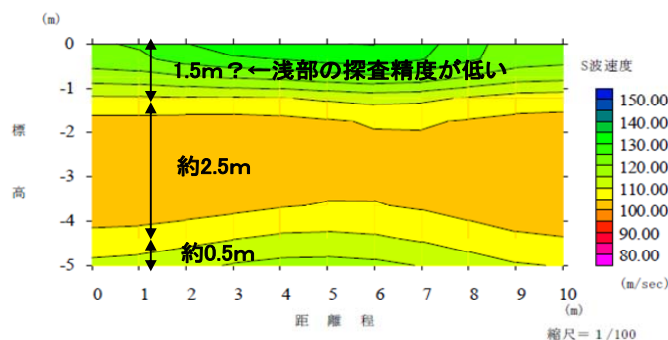


図-4 ハンマー打撃振源を用いた
表面波探索による速度構造

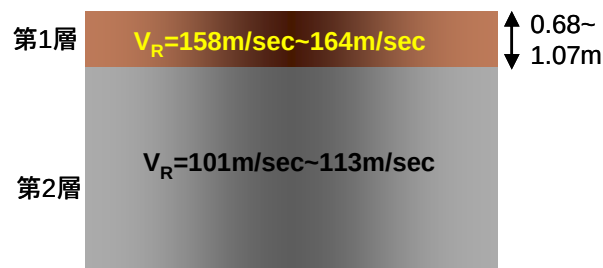


図-6 超磁歪型振源を用いた
表面波探索による速度構造

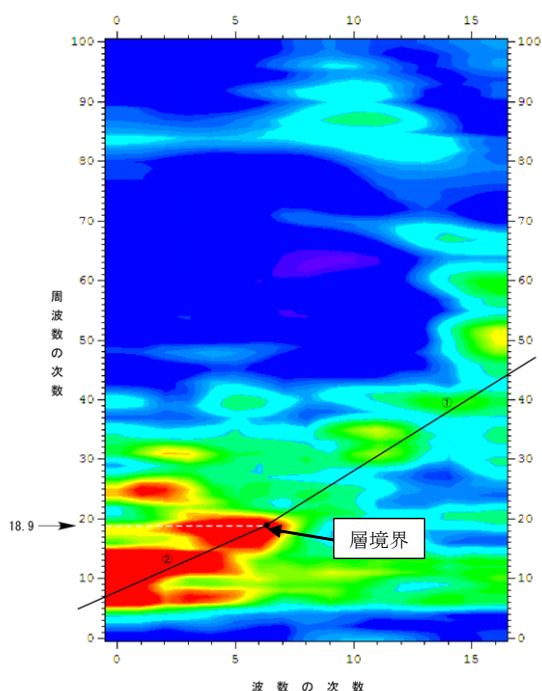


図-4 F-K スペクトル解析結果
(10m地点超磁歪型振源発振)

する方法である。一般的に弾性波探索では、周波数が高い波形は波長が短く、探索精度が高いと言えるが、減衰が著しいため深部や遠方への到達が困難である、という特徴がある。したがって、周波数が高い波動を利用する場合は対象地盤の探索において浅部の影響をより反映するのにに対し、周波数が低い波動を利用する場合は相反する性質を持ち合わせるため、深部の影響を反映すると言える。

本実験では、はじめにハンマー打撃による低い周波数の波動を利用した表面波探索を行った。算出された速度分布図を図-4 に示す。ハンマーによる打撃では、発振周波数が低く波長が長い波動が卓越するので探索深度は深い、分解能には限界のある探索結果と考えられる。図-4 の速度分布図では大きな3層構造という結果を確認することができたが、図-1 に示すような既知の構造と比較すると第2層・第3層の層厚は整合性があるのに対し、浅部の層厚は整合性がとれず、評価精度が低いと言える。

次に超磁歪型振源を用いた高い周波数の波動を利用した表面波探索を行った。超磁歪型振源では発生する波動の周波数が高いため、表面波探索へ適用した際には浅部の影響を強く反映すると考えられる。図-5 に 10m地点で発振した記録の F-K スペクトル(周波数-

波数スペクトル: 波形の時間軸方向及び距離軸方向への2次元フーリエ変換を行うことで求める) 解析結果を示す。これより、伝播速度は角周波数/波数、つまり図-5 の傾きで求めることができる。10m地点から発振した図-5 の結果と 0m地点から発振した結果より求めた速度構造を図-6 に示した。図-6 では両発振共に周波数帯の変化が1層分しか認識されなかったため、2層構造という結果となった。しかし、浅部の分解能に優れた高周波数波動発振の超磁歪型振源を使用することで、第1層の層厚は図-1 に示すような既知の構造と、また第2層までの速度構造はハンマー打撃による探索結果と整合性のある結果を得ることができた。以上の結果より、廃棄物地盤の構造評価に際して、深部にはハンマー打撃が適しており、浅部には超磁歪型振源が適しているということが実証的に確認できた。

4. おわりに

今回は従来困難とされてきた廃棄物地盤の埋め立て容量の増加や再利用を実現化するため、廃棄物地盤の現状の構造評価を目的として表面波探索を実施した。弾性波は廃棄物地盤などの軟弱地盤では減衰が著しいため、ハンマー打撃のような大きなエネルギーであるが周波数の低い(分解能の面では相対的に劣る)波動での探索に限定せざるを得ない面があった。しかし、本試験を通してハンマー打撃による探索で深部構造を把握し、超磁歪型振源による探索で浅部構造を把握するというように、二種の振源を組み合わせることで、精細な速度を把握することが可能であると判断された。今後は、種々な状況の廃棄物処分場への適用を通して、表面波探索を用いた廃棄物地盤の構造評価の高精度化を図りたい。