

埋立処分場における廃棄物埋設範囲の調査事例

新協地水㈱ ○二瓶 光, 高橋 友啓, 山家 雄太, 相澤 雄流

1. はじめに

福島県阿武隈山地内の埋立処分場では、処分場廃止確認後の指定区域への区域指定に際し廃棄物境界の特定が必要となった。既存資料に乏しい中、境界を特定するための調査は短時間・低コストかつ大規模な掘削を伴わない手法が求められた。

埋立処分場における埋設廃棄物の調査は、埋設量や内部状況把握を目的とした高密度電気探査（比抵抗二次元探査）¹⁾、表面波探査²⁾、トレンチ調査²⁾等の事例が数多く報告されているが、境界特定に特化した報告は少ない。

本報告は、埋設廃棄物と地山（まさ土）の密度差に着目した高密度表面波探査の調査事例および同一測線上で実施した高密度電気探査との差異について示すものである。また、補足的に SWS 試験も実施した。

2. 調査地の概要

(1) 調査地の地形地質

本調査地は、阿武隈山地の小起伏丘陵地に形成された狭い谷地形内に位置し、白亜紀花崗岩類が広く分布する。

調査地周辺の花崗岩は風化が進行し、概ねまさ土化している。当該まさ土は、風化の程度によりN値に幅があり、 $N=10\sim50$ の範囲を確認している。単位体積重量は、 $\gamma_t=16\text{kN/m}^3$ 程度のものが多い。

(2) 埋立範囲の現況

当該処分場は、谷部に埋立を実施した箇所であり、埋立終了後に切土や盛土により整形され、現在は概ね平坦な更地となっている。二つの自治体に跨る埋立地であり、各自治体で埋立や盛土による整地が行われてきたこと、埋立終了後に埋立範囲を横断する形で道路が建設されていることなどから埋立範囲が複雑となっている（図-1）。

また、埋立履歴を示す資料は断片的にしか残っておらず、地表面に境界を示す標識等は設置されていない。境界があるとされる範囲は一樣に平坦で、起伏や植生の違いによる範囲特定も難しい（写真-1）。

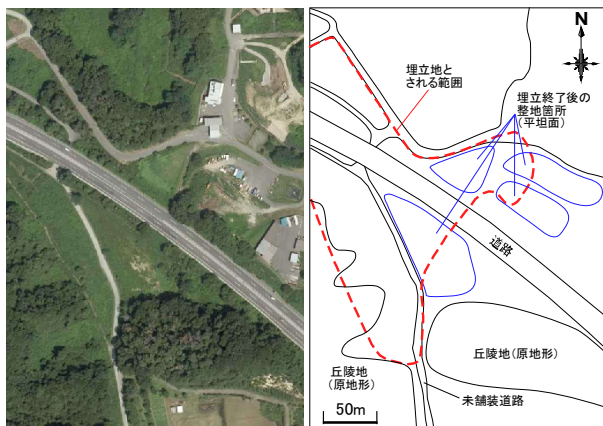
図-1 調査位置図および推定の埋設範囲(既存資料より³⁾)

写真-1 調査地の状況

(3) 埋設廃棄物

本調査地の埋設廃棄物は、焼却灰主体である（写真-2参照）。焼却灰の単位体積重量は、一般に 1t/m^3 ($\approx 10\text{kN/m}^3$) 程度である⁴⁾。また、廃棄物の周囲埋土および表面覆土、中間覆土にはまさ土が用いられている。



写真-2 調査地の埋設廃棄物(焼却灰主体)

3. 調査方法

本調査で実施した調査方法と目的を表-1に示す。

表面波探査の測線は既存資料から推定される境界線と直交方向に設定した。

SWS 試験は表面波探査から推定される境界付近等の代表箇所で行った。

機械ボーリングは過去の観測孔設置時のデータである。当該ボーリング位置で校正のための高密度表面波探査と高密度電気探査（比抵抗二次元探査）を行っている。

高密度電気探査は高密度表面波探査と同一測線で実施し、結果を比較検討した。

表-1 調査方法と目的⁵⁾

調査方法	調査目的	得られるデータ	備考
高密度表面波探査	調査地のS波速度構造を把握し、盛土と地山の境界（廃棄物埋設の境界）を推定。	S波速度構造	主体調査
SWS 試験	土の静的貫入抵抗を測定し、その硬軟または締まり具合を判定、地層構成を把握。	W_{sw} N_{sw}	補足調査
機械ボーリング	調査地の地質状況、地下水位の確認。廃棄物の有無を確認。	コアリングによる土質試験状況	補足調査
高密度電気探査	比抵抗二次元探査を実施し、比抵抗構造を把握し、盛土と地山の境界（廃棄物埋設の境界）を推定。	比抵抗分布	比較調査

4. 調査結果

図-2に表面波探査で得られたS波速度の分布結果と電気探査で得られた比抵抗分布結果の代表例を示す。それぞれにSWS試験柱状図をプロットしている。

(1) 高密度表面波探査

既往の機械ボーリングにおいて廃棄物が確認されている深度でのS波速度は、概ね180m/s以下である。

本調査の結果、測線上での地山と廃棄物の境界が $V_s=180\text{m/s}$ で明確に捉えられた。SWS試験においても $V_s=180\text{m/s}$ 付近で貫入不能となる。

廃棄物層中では、S波速度が局所的に増加する箇所が認められた。これは、既存のボーリング箇所で実施した表面波探査により、プラスチック片や金属類等が雑多に混ざっている箇所や中間覆土層の分布箇所による速度差の違いが反映されていることを確認している。

また、廃棄物と盛土に明瞭なS波速度の差はなく、境界特定は困難だが、SWS試験で廃棄物は空隙等による $N_{sw}=0$ の自沈が生じ、盛土は自沈が生じない特徴が見られたことから、廃棄物と盛土の判別の目安とした。

(2) 電気探査

既往の機械ボーリングにおいて廃棄物が確認されている深度での比抵抗値は、概ね $80\Omega\cdot\text{m}$ 以下である。

本調査の結果、測線上での地山と廃棄物の境界が概ね $80\Omega\cdot\text{m}$ で捉えられた。

相対的にまさ土層の比抵抗値が高く、廃棄物層の比抵抗値が低い傾向が得られた。

ただし、まさ土層中においても旧谷地形部側で $80\Omega\cdot\text{m}$ 以下を示し、表面波探査のトモグラフィと比較し、埋立断面との調和性が悪い。これは埋立範囲が谷地形で集水し易い状態であるため、地下水や浸透水がまさ土層の抵抗値低下を招いたと推定される。

5. まとめ

今回の調査において得られた知見について、以下にまとめる。

- ・高密度表面波探査によるS波速度分布は、地山と廃棄物または盛土の境界をよく捉えている。
- ・廃棄物層と盛土（まさ土）層に明瞭なS波速度の違いは確認されなかったが、SWS試験により盛土と廃棄物の判別が可能である。また、SWS試験では深度方向の地山境界が明確に把握できた。
- ・電気探査では、大局的な分布範囲の有無は推定できたものの、地山の抵抗値が浸透水による高含水状態に起因し、低抵抗値になるため、表面波探査と比較し、精度が落ちる。

6. おわりに

廃棄物埋立範囲を低コスト・短時間かつ大規模掘削を行わずに把握する手法として、高密度表面波探査を採用し有効な結果を得られた。さらにSWS試験を併用し、既往のボーリングを考慮したことにより、精度の良い結果を得ることが出来た。

《引用・参考文献》

- 1) 香村 一夫・原 雄・野口 徹：「廃棄物層内部状況把握における比抵抗探査の有効性の検討」,物理探査, 58, 521-531, 2005.
- 2) 下山 みを・石田 章司：「表面波探査を用いた「埋設廃棄物」調査事例」,全地連技術e-フォーラム 2006, 論文 No. 18, 2006.
- 3) 国土地理院：空中写真 (CT020146-C2-19) 2014.
- 4) 平岡正勝・酒井伸一：「ごみ焼却灰の性状と処理技術の展望」,廃棄物学会誌, Vol. 5No. 1, 1994.
- 5) 地盤工学会編：地盤調査の方法と解説, p. 120~126, 146~148, 165~167, 325~335, 2013.

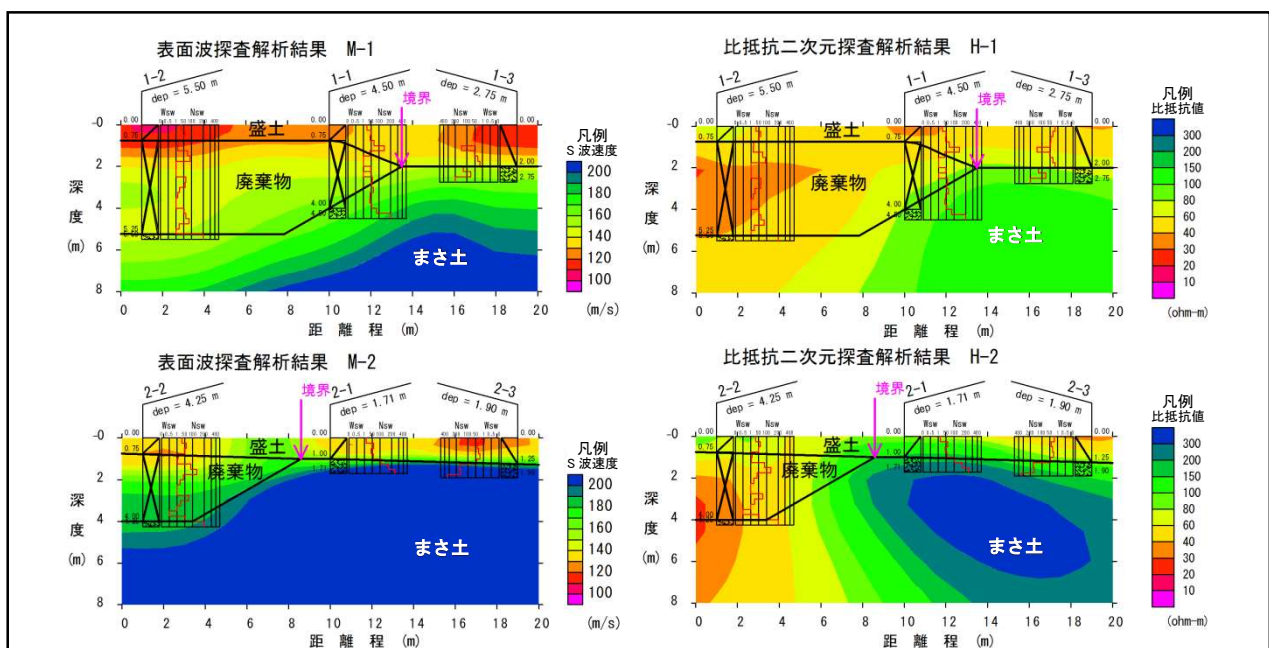


図-2 調査結果トモグラフィ(左-高密度表面波探査, 右-高密度電気探査)