

# 廃棄物層調査における比抵抗トモグラフィの活用

香村一夫 石渡康尊 栗原正憲 原 雄 野口 徹\* (\*街探査環境技術事務所)

## 1 はじめに

廃棄物層内の比抵抗分布は層内部の構造や性状を反映している可能性が高い。しかし地表面に設置した電極のみを利用した従来の探査方法では層深部の解析結果の分解能が低くなる。その短所を補う方法として地表と地中の電極を利用した比抵抗トモグラフィを県内のH処分場において試みた。そして得られた比抵抗断面図について、層内浸透水の賦存形態やそれらの水質との関連から、本探査法の有効性を検討した。

## 2 探査・解析方法

実験サイトにおける測線配置およびボーリング位置と観測井群のストレーナ分布を Fig. 1 に示した。ボーリング No.1 孔と No.3 孔には 50cm ごとにステンレス製の板状電極を貼り付けた塩化ビニル管を挿入した。この塩化ビニル管は観測井 1D, 3D として仕上げられた。それ以前に掘削したボーリング No.2 に設けられた観測井 2D に電極の設置はない。電気探査は観測井 1D, 2D, 3D を通過する測線およびこの測線に直交する 2 本の測線に沿って実施した。電極間隔は地表面のものは 1m, ボーリング孔内に埋め込んだものは 0.5m とした。line-A は 2 本

のボーリング孔に設置した電極も含んだ探査測線であり、地表面の測線長は 40m, 地中電極はそれぞれ深度 10m まで設置してある。測定は、ボーリング孔を利用した場合は Pole-Pole 法で行い、地上のみの測線で測定する場合は種々の電極配置の中で最も分解能や解析精度が高いといわれる「Dipole-Dipole 法と Wenner 法の組み合わせ」<sup>2)3)</sup>で行った。これらの手法を用いて、探査は 2004 年 2 月と 6 月、2005 年 2 月の 3 回実施した。

電極配置条件は次のとおりである。 Pole-Pole 法の場合は全ての電極配置をカバーする。 Dipole-Dipole 法の場合は電極間隔 1, 2, 4m, 電極隔離係数 1~8, 3~8, 3~7 とし、Wenner 法の場合は電極間隔 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 15m につき測定した。

得られた電位差データから、逆解析手法を用いて層内各部分の比抵抗を求め、比抵抗二次元解析断面図として示した。トモグラフィのデータ解析には線形化最小 2 乗法を用いた。解析システムの順解析部分はアイソパラメトリック四角要素を用いる FEM 法を用い、逆解析部分は平滑化制約つき最小 2 乗法を適用した。さらに孔井中の電極配置、地表地形などに柔軟に対応可能なメッシュ生成プログラムも使

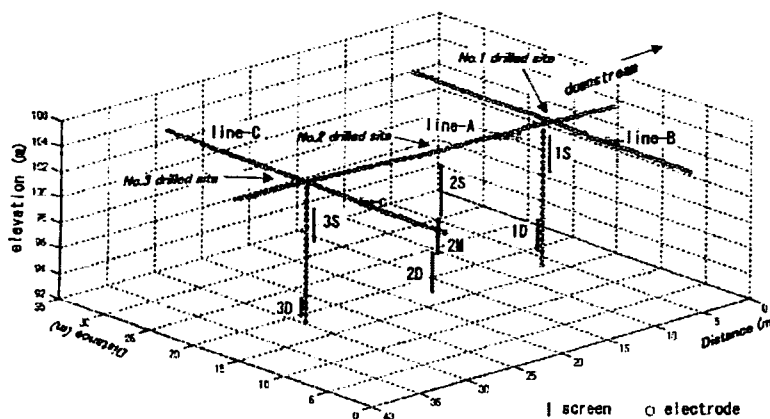


Fig.1 Arrangements of profiled lines and screens of observation wells

用した。

### 3 探査結果

line-Aにおける比抵抗トモグラフィによる断面とDipole-Dipole法とWenner法の組み合わせから得られた各探査時の断面についての特徴を記す。

#### 3.1 比抵抗トモグラフィによる探査断面の特徴

各断面図において、断面中央部の標高100m以下に100Ωmをこえる高比抵抗ゾーンが横たわり、その上位に10Ωm以下を示す低比抵抗ゾーン(標高100~103m)が重なる。これらゾーンの側方への連続性はよい。またNO.1とNO.3のボーリング地点付近の地下では前述の低比抵抗ゾーンが鉛直下方に落ち込むような形態を呈している。これらの傾向には測定月の相異による顕著な変化は認められない。細かくみると、2005年2月の断面図は前2回の断面図と比べて比抵抗値の分布が若干異なる。この断面図では地表付近まで10Ωm以下の比抵抗を示しており、標高100m付近より上位に横たわる低比抵抗ゾーンが前2回の断面図より厚くなっている。また、断面図中央の最下底部付近の比抵抗は前2回より若干高くなり10Ωm前後を示す。

#### 3.2 Dipole-Dipole法とWenner法の組み合わせによる断面の特徴

3回の探査結果を通じての顕著な変化は、断面中央部標高100m以下のゾーンにみられる。即ち、2004年2月と2005年2月の断面には1Ωm以下を示す非常に低い比抵抗ゾーンがみられるが、2004年6月の断面ではそのゾーンは数10~100Ωmを示している。それ以外の部分の比抵抗分布状況には3回の測定を通じて大きな相異はみられない。

#### 3.3 比抵抗トモグラフィと地表のみの探査から得られた断面の比較

比抵抗トモグラフィでは3回の探査断面が類似しており、地表のみの探査より安定した結果が得られている。また各回ごとに両方法による断面を比較すると、Dipole-Dipole法とWenner法の組み合わせで得られた断面はトモグラフィによる断面より比抵抗分布が複雑である。例えば、地表からの探査断面には標高100m付近に塊状の低比抵抗ゾーンが水平

方向に断続的に存在するが、トモグラフィの断面ではこれらが類似の比抵抗を示すゾーンとして側方に連続して存在する。

### 4 議論

line-A上NO.2地点のボーリング柱状図からみた廃棄物埋立状況と比抵抗分布の関係について検討した。なお、NO.2地点には旧谷筋に直交する形態で3本の観測井が1.5m間隔で設置されている。それらについて、本稿では、ストレーナ深度の浅いほうから2S、2M、2Dと呼ぶ。

比抵抗断面上に存在する高比抵抗ゾーンはNo.2地点付近では標高93~100m間に存在し、固結した焼却灰が断続的に挟在する焼却灰主体の廃棄物ゾーンに対比される。その上位の低比抵抗ゾーンは焼却灰主体の廃棄物とプラスチック主体の廃棄物の互層に対比される。調査期間における観測井の水位は2Sでは標高100~102m、2Mでは標高97.5m前後、2Dでは標高93.5m前後と、全ての井戸に浸出水面が現れた。この事実は層内に宙水が存在することを示唆する。柱状図では前述の標高100m以下に横たわる高い比抵抗ゾーンには固結した焼却灰が多く存在しており、これが難透水ゾーンとなる可能性が高い。観測井2Sに現れる水位はそのゾーンの上位にできた宙水面であると思われる。この水位は、2004年2月測定時より2004年6月・2005年2月測定時の方がおよそ2m高い。比抵抗トモグラフィの断面図においても、このように水位の高いときに低比抵抗ゾーンが厚くなっていることから、浅層部における比抵抗変化は浸出水面の変動と密接に関係していることが判る。より深部における比抵抗の時系列変化の原因については不明である。

#### 文献

- 1) 香村一夫・海老原昇・原雄：一般廃棄物最終処分場における浸出水中のイオン濃度と廃棄物層の比抵抗について、廃棄物学会論文誌, 14, 123-132(2003)。
- 2) 佐々木裕：比抵抗法およびCSAMT法2次元探査の分解能と精度, 応用地質, 37, 119-128(1996)。
- 3) 高倉伸一：二次元電気探査に用いる各種電極配置の特性とその評価, 物理探査, 52, 409-420(1999)。