比抵抗探査から解明される廃棄物層の内部状況

香村一夫　海老原 昇*　(*:現産業振興課)

1　はじめに

廃棄物層の内部は非常に不均質である。しかもそれらが埋め立てられた状況の詳細資料が残っているような処分場は数少ない。しかし，処分場を管理していく上で，廃棄物層の埋積構造やその性状分布は解明しておきたい事項といえる。

地下内部を調べるにはボーリングがあるが，これは点のデータであり，２次元あるいは３次元的に廃棄物の広がりを見る方法として，筆者らは廃棄物層の比抵抗特性に着目することを報告してきた[1)-3)]。

本稿では，一般廃棄物最終処分場３ヶ所における比抵抗探査の結果を示し，ボーリングによる地質柱状図との相互比較を行った。

2　調査地

2・1　処分場概要

検討対象とした３つの調査地周辺(本稿では，K,S,Hと呼ぶ)は，更新統の砂やシルトからなる丘陵や台地に沖積谷底平野が樹枝状に刻み込む地形を呈する。各処分場はこれら枝沢谷頭部を埋め立てたものであるが，これらの埋め立て時期，処分場の構造および埋め立て物質には相異がみられる。

K処分場は1978～1991年の間稼業し，おもに焼却灰，不燃物，粗大ごみが埋め立てられた。その埋め立て面積は約61,000m^2，埋め立て容量は約260,000m^{3}である。廃棄物埋め立て地域を囲むように，遮水壁がGL−19.8m以深に存在する固結シルト層まで埋設されており，これにより浸出水の場外流出を防いでいる。

S処分場は1979年～1988年の間稼業し，不燃物，粗大ゴミおよび焼却灰が埋め立てられた。埋め立て面積は約14,700m^2，埋め立て容量は約149,000m^{3}である。谷底部および谷斜面部に遮水シートが設置されている。

H処分場は1986年～1995年までの10年間埋め立てが行われ，その埋め立て面積は約33,000m^2，埋め立て容量は約240,000m^{3}である。埋め立てられた廃棄物は焼却灰，粗大ごみや不燃性ごみの破砕物である。廃棄物層下位には遮水シートが設置されている。

2・2　各処分場における廃棄物層の埋積状態

各処分場では，廃棄物埋め立て区域内数ヶ所でボーリングが実施されており，廃棄物層内の柱状図が得られている[4)]。これらをみると，埋め立て物質は多様であるが，それらは焼却灰が主体であるかその他の廃棄物が主体であるかに区分することが可能である。また，ボーリング掘削中，地下水面に達するまでほぼ50cmごとに孔底でメタンガス濃度が測定されている。

K処分場は，不燃物の廃棄物が主体である。その内容は主にプラスチックとビニールであり，そのほか焼却灰，少量の金属片・木材片・布などが含まれる。メタンガス濃度は，深さ3.5～5.5mの区間で10～20%を示し，地下水面に達している。

S処分場は，廃棄物層下半部はビニール，プラスチック，木材片からなる廃棄物が主体であり，上半部は焼却灰が主体となる。メタンガス濃度は，深さ1.0～3.0m区間は100%を示しており，4.0～6.0mの区間で50%以下となるが，それ以深では再度100%近くとなる。

H処分場の廃棄物層は，焼却灰主体層とそれ以外の廃棄物主体層の互層から構成されている。焼却灰以外の廃棄物は，プラスチック，ビニール，金属片，木材片，ガラス片，布，ゴム，コンクリート片など多様である。メタンガス濃度は，地下水面に達するまで，その濃度は10%以下である。

2・3　浸出水の水位および水質の変化

処分場では，降水は地表面から地下へと浸透する。廃棄物層を通過した浸透水は，K，SおよびH処分場では最下底部に設けられた集水管へと流出する。

各処分場では，廃棄物層内の浸出水の量および質を観測するために，上記のボーリング孔を観測井として仕上げている。そこで，それらの観測井において，浸

出水の水位およびそこから採水した試料の電気伝導度，pH，酸化還元電位，水温をほぼ3ヶ月ごとに1年間測定した。

年間における水位変化は，いずれの観測井も最大で1m 前後の変動幅である。浸出水の水質の年間変化およびその特徴は以下のようである。K 処分場の浸出水では，電気伝導度 1.00～1.30S/m，pH6.5～6.7，酸化還元電位 75～86mV，水温 22.3～22.7℃の間にある。同様に，S 処分場では電気伝導度 0.06～0.14S/m，pH6.8～6.9，酸化還元電位 58～117mV，水温 16.1～17.2℃，H 処分場では電気伝導度 0.71～1.37S/m，pH11.2～11.8，酸化還元電位-61～-24mV，水温 19.9～23.9℃を示し，各観測井における水質の年間変化は小さい。3つの処分場の水質を比較すると，H 処分場の浸出水は他に比べて，pH が高く，嫌気的状態も若干強い。

3　処分場における比抵抗探査

3・1　調査方法と解析方法

各処分場において，上記ボーリング地点を横切るように測線を設定した。ここでは，K 処分場の測線をKL，S 処分場の測線を SL，H 処分場の測線を HL とした。電極配置は，不均質な地下構造探査に適したダイポール・ダイポール法を用いた。測定は，電極間隔 1，2，4m，電極隔離係数 1～8，3～8，3～8 の場合で実施した。測定データに対して二次元のインバージョン解析を行い，測線ごとの比抵抗断面を求めた。

3・2　探査結果

各測線の比抵抗断面図を Fig. 1 に示し，それらの図にみられる比抵抗分布のおもな特徴を記す。

KL 測線の断面では，4～10mの深さに 4Ωm 以下を示す低比抵抗ゾーンが側方へ連続して存在する。また，距離 7～8m，10m 以深に 6Ωm 以下を示す低比抵抗ゾーンがスポット状に存在する。SL 測線の断面では，3Ωm 以下を示すゾーンが，深さ 2～5m間に側方へ連続して存在するほか，距離約 16m，深さ 6m以深にもスポット状に認められる。HL 測線の断面では，深さ3m前後に 1Ωm 以下を示す比抵抗ゾーンが側方へ連続しており，距離 10～25m間でこの低比抵抗ゾーンが下方に落ち込む形態を示している。

4　柱状図に基づいた比抵抗分布の解釈

各処分場で得られた比抵抗断面について，各測線近傍の柱状図および現旧地盤形態をベースに，比抵抗が廃棄物の埋積状況をどの程度反映しているかを検討した。

K 処分場の廃棄物の埋め立て跡地は，旧谷底面に設けられている外周道路より約 5m 高い盛土形態となっている。KL 断面の比抵抗分布は廃棄物層の埋積状態と整合している。地表から深さ約 3mまではローム質土で覆土されており，このゾーンはやや高い比抵抗ゾーンとなっている。その下位にある低比抵抗ゾーンは廃棄物に対比され，10m 以深に存在する相対的に高い比抵抗ゾーンは基盤の自然地層に相当する。また，距離 7～8m，10m 以深にスポット状に存在する低比抵抗ゾーンの下方には，集水管の存在が設計図より確認されている。沖積谷底平野を埋め立てた S 処分場の SL 測線は谷筋に直交する。この断面では，深さ 2～5m の間に 3Ωm 以下を示すゾーンが側方へ連続する。柱状図によると，このゾーンは焼却灰主体層に対比される。その下位にある焼却灰以外の廃棄物主体層と覆土の互層ゾーンの比抵抗は焼却灰主体層よりやや高くなる。また，処分場設計図によると，距離約 16m 地点の 6m 以深にスポット状にみられる低比抵抗ゾーン近傍には浸出水の集水管が存在する。

沖積谷底平野の谷頭部を埋め立てた H 処分場の測線も谷筋に直交する。この断面では，深さ 1～5m に1Ωm 以下を示すような低比抵抗ゾーンが側方に連続し，その比抵抗ゾーンが距離 15～20m 間で 5m 以深へと落ち込むような分布を示している。柱状図では，全層にわたり焼却灰主体層とそれ以外の廃棄物主体層の互層である。処分場設計図によると，距離 17m 付近の深部には浸出水集水管が存在する。

5　まとめ

このように，比抵抗分布は廃棄物層の内部状態をよく反映する場合もあるが，測線を設定する場やその地下の廃棄物埋積状況などにより複雑な比抵抗分布となる場合もある。ボーリングとの併用など，適切な利用が求められる。また，廃棄物層基底に設けられた集水管の上方ゾーンは低比抵抗ゾーンとなっており，廃棄物の水飽和度が相対的に他のゾーンより高いために，比抵抗が低くなったものと推定される。

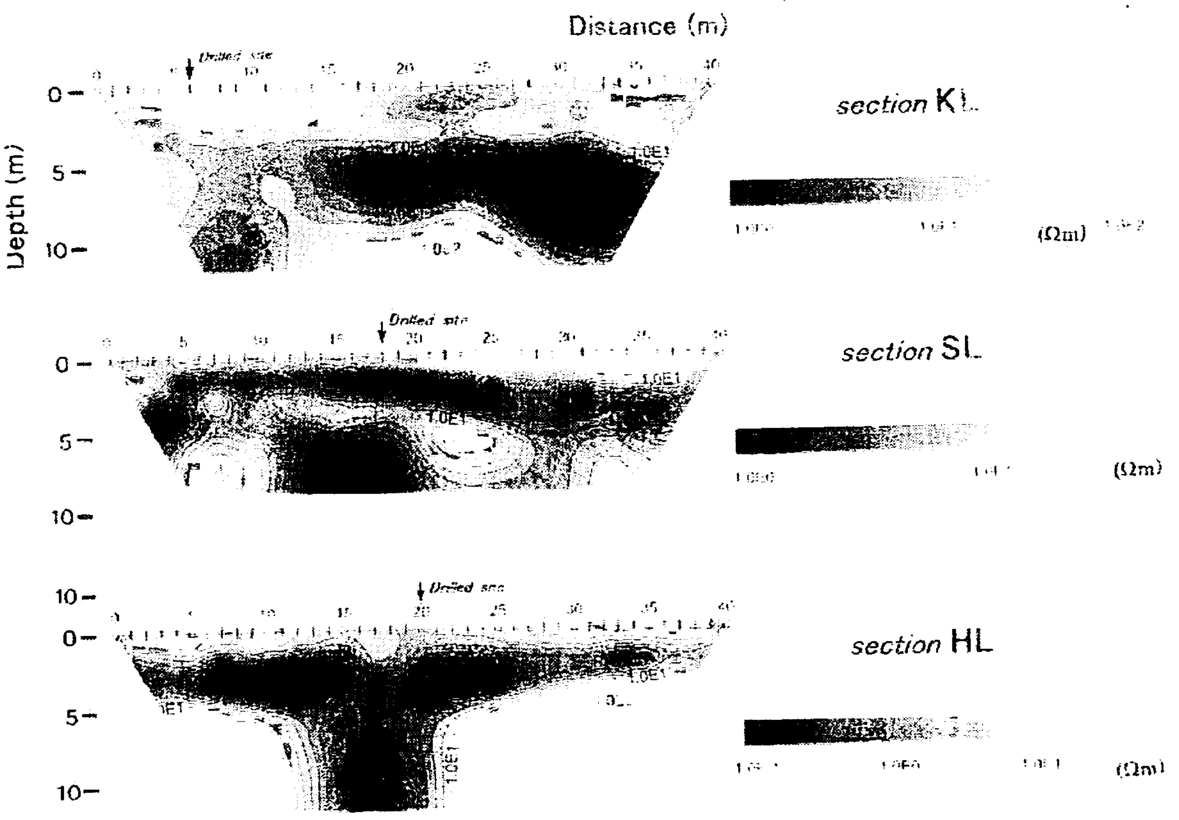

Fig. 1 Resistivity Profiles

6 参考文献

1) 香村一夫, 丸山かおる, 風戸孝之, 楡井 久. 廃棄物調査における電気探査の有効性について. 第4回環境地質学シンポジウム講演論文集, 281-286 (1994).

2) 香村一夫, 楡井 久, 地層の比抵抗からみた廃棄物層の特性. 地質学雑誌, 105, 687-698 (1999).

3) K. Kamura, Relationships between electro-chemical properties of leachate and resistivity of strata in the landfill site consisting mainly of combustion residuals. Environmental Geology, 41, 537-546 (2002).

4) 千葉県廃棄物情報技術センター, 廃棄物最終処分場安定化度調査中間報告書, 61p. (2000).