


物理探査 ニュース

 公益社団法人 物理探査学会
The Society of Exploration Geophysicists of Japan

目次

研究の最前線 高周波交流電気探査による水道管の腐食性土壌の調査 1
わかりやすい物理探査 反射法地震探査(その5:データ解釈) .. 3
会員機関紹介 独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構(JOGMEC)地熱統括部の事業について 6
「EAGE-GSM SECOND ASIA PACIFIC MEETING ON NEAR SURFACE GEOSCIENCE AND ENGINEERING参加報告 @マレーシア・クアラルンプール」 8
SEG会長 Rob Stewart氏 来日レポート 9
日本の物理探査(探査)100周年記念講演/特別講演 報告...10
「日本地球惑星科学連合(JpGU)2019年大会共催セッション」参加報告...11
お知らせ、編集後記 12

Geophysical Exploration News July 2019 No.43



高周波交流電気探査による水道管の腐食性土壌の調査

— 掘らずに水道管の腐食リスクを調査する —

産業技術総合研究所 神宮司 元治

1. はじめに

1950年代半ばから1970年代前半の高度経済成長期における水需要の増加のため、急速に整備された我が国の水道管の多くは、法定耐用年数の40年を超えて老朽化が進んでいます。国土交通省の試算(国土交通省, 2014)でも、法定耐用年数を超えた管路は8.5%(2011年度)を超えており、2025年には設備の更新需要額が主に水道収入から得られる投資額を上回ると予測され、また、その更新需要額も1兆円を突破すると予測されています。水道管の破裂事故は、特にその水道管の口径が大きい場合、深刻な浸水被害や地表面陥没事故をもたらすことも予想されます。しかしながら、近年の少子高齢化による人口減や水需要の低迷により、水道料金を主な収入源に頼っている自治体では投資額の増加は望みにくく、水道設備の効率的かつ合理的な更新が求められています。

2. 水道管の腐食と土壌の性状

水道管の腐食は、全ての土壌で一様に進行するわけではなく、水道管周囲の土壌の性質によって、その腐食速度が変わります。土壌の性質を示すパラメータは、土壌の比抵抗値、pH値、含水率などであり、特に塩水が浸透している海浜部や海成粘土などの低比抵抗の土壌で腐食が激しくなる傾向があります。土壌の比抵抗値と腐食の関係については、これまで、多くの研究調査例があり(澤田, 1985)、その因果関係が認められています。腐食土壌の評価法には、米国国家規格であるANSI/AWWA C105/A21.5が用いられるところが多く、この評価基準(表1)に照らし合わせて測定結果を点数化し、合計点10点以上で腐食土壌と判断します(日本ダクタイル鉄管協会, 2001)。このANSIの点数の中でも比抵抗の配点は高く、例えば15Ωm以下では、それだけで合計点10点を満たしてしまうことから、水道管周囲の土壌の比抵抗は腐食土壌の判断材料として重要です。

表1 ANSI/AWWA C105/A21.5の土壌の腐食性評価基準(比抵抗の単位をΩcmからΩmに変更)

| 調査項目 | 測定値 | 評価点数 |
|-------------|---------------|------|
| 比抵抗(Ω·m) | <15 | 10 |
| | 15~18 | 8 |
| | 18~21 | 5 |
| | 21~25 | 2 |
| | 25~30 | 1 |
| | >30 | 0 |
| pH値 | 0~2 | 5 |
| | 2~4 | 3 |
| | 4~6.5 | 0 |
| | 6.5~7.5 | 0 |
| | 7.5~8.5 | 0 |
| | >8.5 | 3 |
| Redox電位(mV) | >100 | 0 |
| | 50~100 | 3.5 |
| | 0~50 | 4 |
| | <0 | 5 |
| 水分 | 排水悪く常に湿潤 | 2 |
| | 排水良く一般に湿っている | 1 |
| | 排水良く一般に乾燥している | 0 |
| 硫化物 | 検出 | 3.5 |
| | 痕跡 | 2 |
| | なし | 0 |

3. 高周波交流電気探査技術の開発とその応用

産業技術総合研究所では、都市域での簡易な地質調査法として、路面上から非破壊で電気探査が可能な、容量性電極と地表面との間の容量結合を利用した電気探査装置の開発を行いました(図1)。本電気探査装置では、従来からキャパシタンス電極として用いられてきた、容量性プレートセンサや容量性ラインセンサと異なり、高誘電率である水を大量に含むことのできる超吸水性素材でできた複合ローラー電極を使っています(産業技術総合研究所, 2017)。この複合ローラー電極は、地表面への密着度が高く、電極素材の誘電率も高いため地表面との容量結合

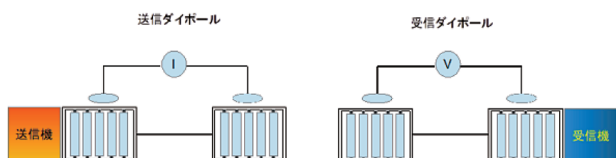


図1 開発した測定装置を使った調査風景(上)と、ローラー電極の平面図(下)

性が高く、また、ローラーが回転することで地表面を容易に移動することが可能です。複合ローラー電極は、高い容量結合性を持つため電極を小型にすることができ、浅い地盤の探査に適しています。また、本装置は、独立した送受信機で調査を行うことを想定しており、GPSによる参照信号を用いた直交同期検波により、極めて微小な電位差を検出でき、同時に高い電気ノイズ耐性も兼ね備えています。測定は、基本的に送信ダイポールと受信ダイポールを測線上に配置し、両ダイポールの間隔を離していくことで、その間隔と抵抗値の値を計測します(図2)。垂直探査

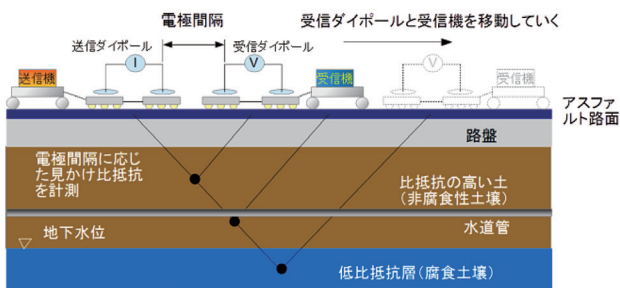


図2 測定方法の概念図

(1次元探査)では、ダイポール・ダイポール配置の電極配置係数(物理探査学会, 2016)を用いて、抵抗値から見かけ比抵抗曲

<参考文献>

- 公益社団法人物理探査学会(2016), 物理探査ハンドブック 増補改訂版.
- 産業技術総合研究所(2017), https://www.aist.go.jp/aist_j/press_release/pr2017/pr20170711/pr20170711.html.
- 国土交通省(2014), http://www.mlit.go.jp/mizukokudo/mizsei/mizukokudo_mizsei_fr2_000012.html
- 日本ダクタイル鉄管協会, 同協会技術資料
- 澤田徳秋(1985), Boshoku Gijutsu, 34, 246-253.

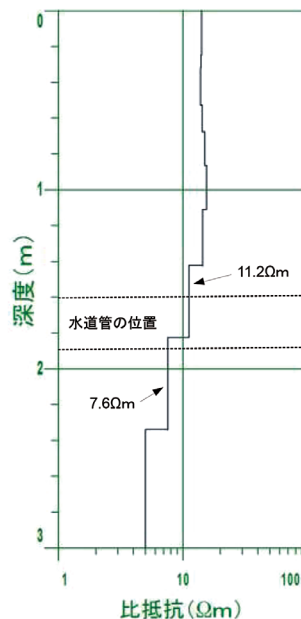


図3 1次元解析結果の例

線を算出し、その見かけ比抵抗曲線の逆解析から深度方向の1次元比抵抗構造を求めます(図3)。図中の比抵抗の値は、電気探査終了後に同じ場所で掘削を行い取得した土壌サンプルを分析した結果ですが、地表からの測定値とほぼ同じであることが分かります。ここで得られた水道管深度の比抵抗値を先述のANSIの指標と照らし合わせて腐食性土壌かどうかの判定を行います。また、2次元探査についても、送信ダイポールと受信ダイポールの両方を動かすことで実施が可能です(図4)。

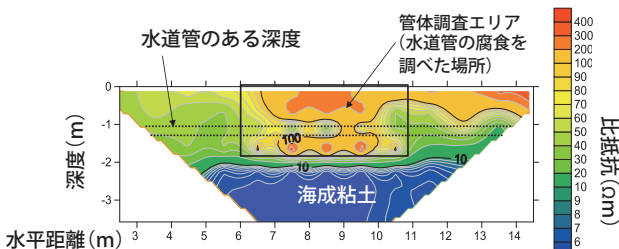


図4 2次元解析結果の例

図4 2次元解析結果の例

4. おわりに

少子高齢化がさらに進み、今後、水道収入の増加が見込めない多くの自治体にとって、水道インフラの更新にかかる費用はさらに大きな負担になっていくことが予想されます。また、水道事業の民営化も検討され、水道事業の合理化が期待されています。本技術については、現在、民間企業に技術移転を行っているところです。本格的なサービスに使える実用機の開発は、これからの課題ですが、本技術を用いた調査が少しでも早く実現できるように努力したいと思います。