

地中構造物の損傷劣化度および位置・形状寸法に関する技術開発(その4) 物理探査による地中構造物の位置および形状の把握

パシフィックコンサルタンツ(株) 正会員 東瀬 康孝 地質計測(株) 非会員 岡本 栄
(株)オーテックス 正会員 上出 定幸 (有)ニアジニアリング 正会員 中嶋 健治

1. はじめに

本技術開発は、地中構造物の「いかり式鉄塔基礎」を対象として、その健全度評価を行い、老朽化した鉄塔基礎の補修・補強および更新などのリニューアル計画を策定することを目的としたものである。

健全度調査を行うにあたり、地中構造物の位置、規模および基礎形式を知ることが前提となる。しかし、竣工後長年を経た基礎構造物の設計図書は紛失し、位置や形状寸法が不明となっている場合がある。そこで、土木地質分野で汎用されている物理探査手法により、鉄塔基礎の位置および形状を把握することを目的として、屈折法および反射法による弾性波探査、弾性波トモグラフィおよび二次元比抵抗探査などを実施した。本論文ではそれぞれの物理探査結果を概説し、その適用性について考察する。

2. 物理探査方法と結果概説

物理探査方法ごとに探査方法と結果を示す。探査対象である「いかり式基礎」の形状は本技術開発(その1)に示すとおりであり、基礎長は約2.8mである。各物理探査は2基のいかり式鉄塔基礎上を通過する測線で実施した。

2-1 屈折法弾性波探査

測線長：39m、受振点数：41点、鉄塔基礎付近の受振器間隔は0.5mで533の走時データを取得し、トモグラフィ的解析手法を用い、地盤内の連続的な速度分布を得た。

図-1に示すように、鉄塔基礎の位置は速度層の凸状の高まりとして表現されているが、コンクリートの速度は得られていない。実際に基礎長の推定は、基礎長の長さを変化させて走時を計算し、計算走時と測定走時のRMS残差が最も小さくなる長さを基礎長の推定値とした。本探査による基礎長の推定値は約3.1mである。

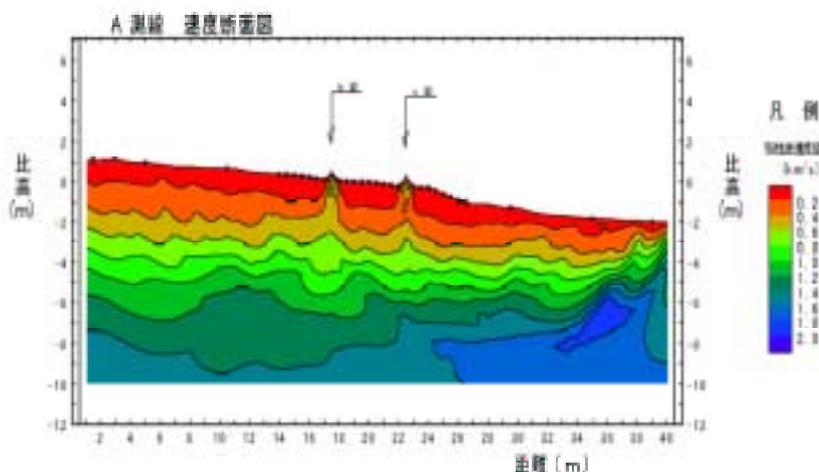


図-1 速度断面図

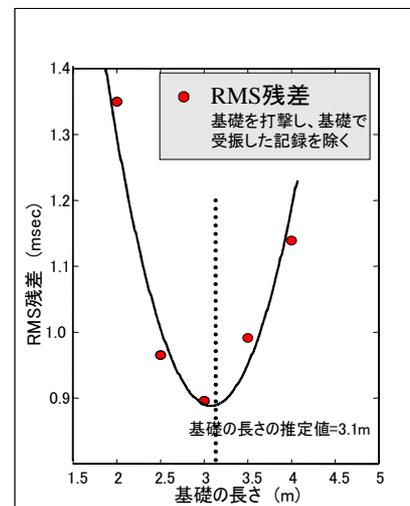


図-2 RMS残差と基礎長

2-2 浅層反射法高密度弾性波探査

測線長：15m、受振器間隔：0.5mで受振点数は31点、起振点は41点とした。測定波形は、振幅回復処理、CMPアンサンブルによる速度解析と重合処理を行い、図-3に示す重合速度130(m/s)による時間断面図を得た。

始点側30msecから終点側40msecへと終点側にわずかに傾斜する反射面が識別でき、鉄塔脚間では反射波の強度が小さくなる現象が見られた。反射面の往復反射時間は、約40msec程度であるため重合速度を130m/secとすれば、反射面深度は約2.6m程度となる。地質調査から深度2.6m付近は、鹿沼土層と粘性土層の地層境界にあたることから判っており、反射面は粘性土層上面からの反射を捉えていると考えられる。

キーワード：地中構造物，物理探査，トモグラフィ，逆解析

東京都新宿区西新宿2-7-1 新宿第一生命ビル6階 地盤技術部 TEL：03-3344-1904 FAX：03-3344-1909

鉄塔脚間で反射波の強度が小さくなる現象は、施工による埋戻し土および基礎の存在により、反射波の重合処理の効果が薄れた可能性がある。

2-3 弾性波トモグラフィ

弾性波トモグラフィは P 波初動を用いた。孔間 2.5m、受振器間隔 0.5m で 218 の走時を得た。解析は、3mのコンクリート構造物 ($V_p = 3.2\text{km/s}$ と仮定) が埋設している速度モデルを用いて、図-5の速度分布を得た。構造物の形状に近いイメージを示し、構造物の根入れが始点側に向いている様子も読み取れる。ただし、コンクリート構造物と地山との境界は、速度値からは明瞭に区分できない。実際の基礎長さは 2.72m であるが、トモグラフィでは約 3.6m となり、約 0.9m 長めの値を示した。これは、基礎地盤がコンクリート打設時の影響で局部的に固化したり、上載荷重によりやや締め固められた状態となり、構造物の一部として検出された可能性がある。

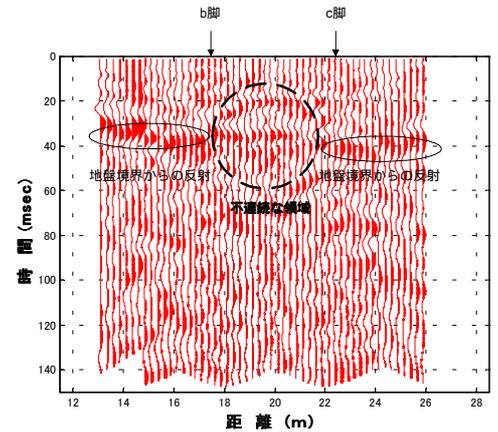


図-3 時間断面図（重合速度 130m/s）

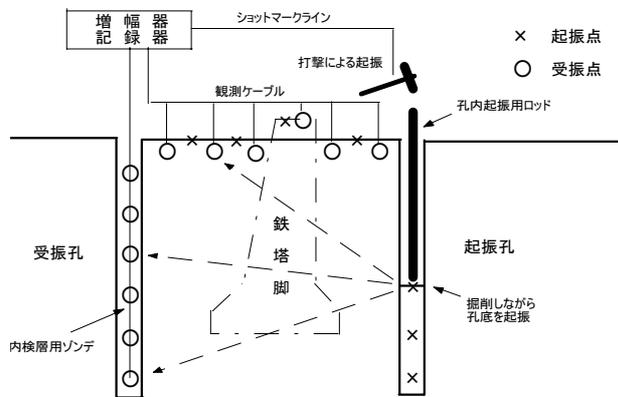


図-4 弾性波トモグラフィ測定模式

2-4 二次元比抵抗探査

二次元比抵抗探査は、測線長：14m、電極数：29 極、電極間隔：0.5m、電極配置：ダイポール・ダイポール法で 489 の測定値を得た。データは電位減衰曲線により異常値の有無を確認し、制約付最小 2 乗法を用い、モデルを構成する各要素の比抵抗を逆解析により求めた。

いかり式鉄塔基礎位置では、100 m以下の比抵抗ゾーンが基礎の埋設状況と調和的に、上に凸状に盛り上げる形状を示す。また、鉄塔脚間の埋め戻し土が、相対的な高比抵抗部として識別でき、その下端はいかり式基礎底盤の深度とほぼ一致する。比抵抗分布により基礎位置は推定できるが、その寸法や形状については不明瞭である。

3. まとめ

地中構造物の位置については、反射法弾性波探査ではやや不明瞭であるが、各手法の解析断面によりおおむね識別できる。寸法・形状の点では屈折法弾性波探査および弾性波トモグラフィが有効であるが、基礎長の推定では、本技術開発（その3）で示したインティグリティ試験と比べ、精度が劣る。

本報告では誌面上の制約から探査結果の概説に留まったが、データ採取時および解析時において改善事項が多く指摘された。それらを改良することで、各物理探査の解析断面は、より有意な情報を表すと考えられる。

他の地中構造物を対象とした物理探査事例を増やすこと、測定および解析法の改良および測定機器の開発などが必要であり、安価で効率的な手法を実用化することが重要となる。

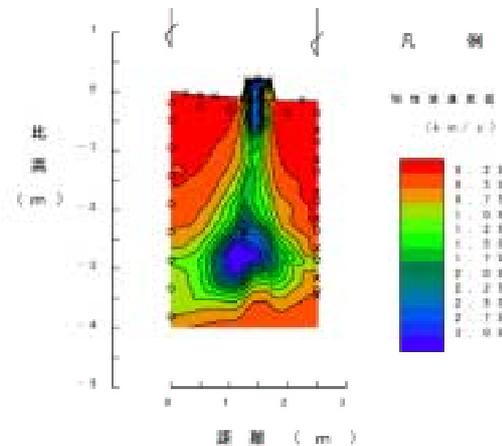


図-5 速度分布と基礎形状

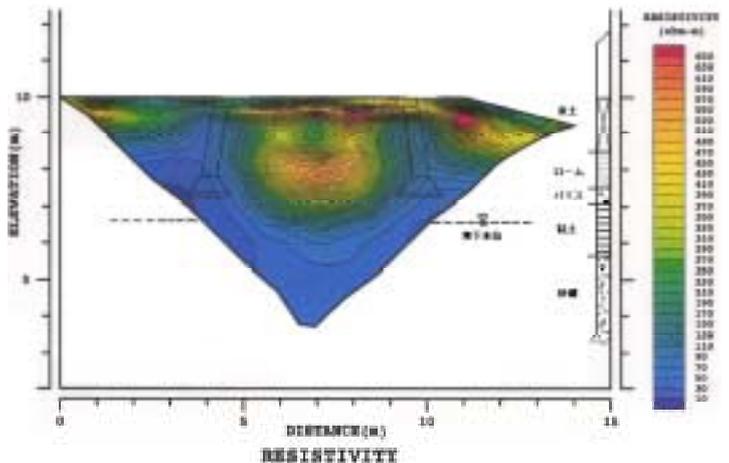


図-6 比抵抗分布