

衝撃弾性波法および超音波法を用いた鉄塔基礎形状の調査技術の開発

日本工営（株）中央研究所 正会員 藤原 鉄朗  
 日本工営（株）中央研究所 正会員 太田 資郎  
 日本工営（株）建設事業部 小芦 武尚

1. はじめに

鉄塔周辺の近接施工および送電設備の大容量化に伴う建替などにより、鉄塔基礎形状の把握が必要となるケースが増えている。本研究は、ボーリング等の工事を要せずに、より簡易に鉄塔基礎構造に関する情報を得る技術の開発を目的に実施した。

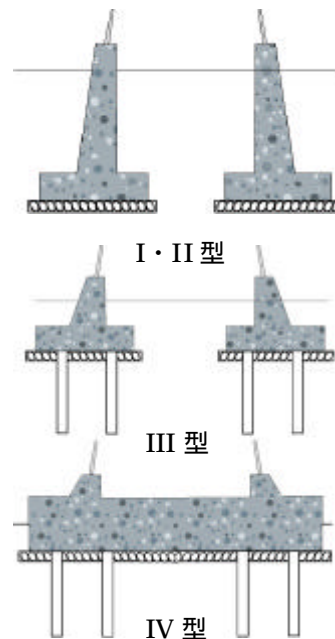


図-1 鉄塔基礎の形式

2. 衝撃弾性波法によるコンクリート根入れ深さの調査

衝撃弾性波法は、基礎体の上面をハンドハンマで軽打し、低ひずみを発生させ、底面からの反射を検出することで、根入れ深さを計測する調査手法である。これまでの検討により<sup>1)</sup>、図-1に示す逆T字型の基礎（I・II型）では、根入れ深さ調査が可能であることを確認した。そこで、衝撃弾性波法による根入れ深さ調査が他の形式（III型）の鉄塔基礎においても適用できるのかを実際の構造物で検討した。それぞれの結果を図-2に示す。検討の結果、衝撃弾性波法は、逆T字型の基礎においては適用可能であるが、短い基礎体の下に杭があるIII型やマット基礎であるIV型では、根入れ深さを計測できないことを確認した。

これは、本手法が、棒状の構造物を対象に1次元弾性体を想定しているためと考えられる。また、I・II型についても、22本の基礎を対象に施工時の実測データと衝撃反射法で得られたデータを比較した結果、相関係数が0.8弱であり、誤差が±10%近くあることが確認した。この計測値の誤差は、実際に基礎を伝播する弾性波速度のバラツキに依存していると考えられる。そこで、図-3に基礎の実際の長さから逆算で求められた弾性波速度との関係を整理した。図-3に示すとおり、基礎が長くなるほど弾性波速度が速くなる傾向が確認できる。これは、深度が深くなるほど、地盤の拘束が強くなることが原因と考えられた。

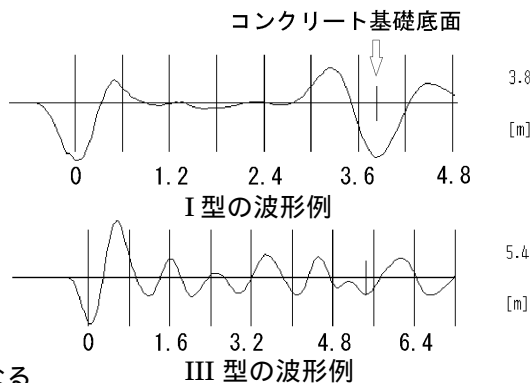


図-2 衝撃弾性波による計測結果

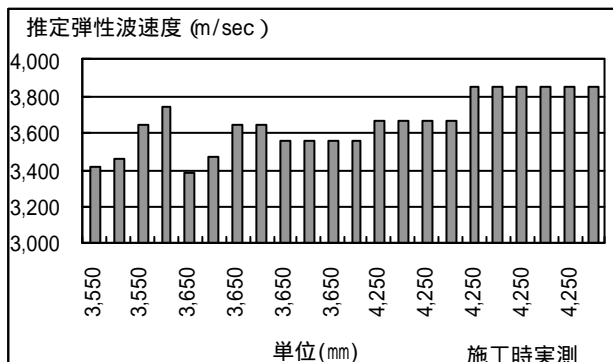


図-3 根入れ深さによる弾性波速度の変化

キーワード: 鉄塔基礎、衝撃弾性波法、超音波法

〒300-1259 茨城県稲敷郡茎崎町稲荷原 2304 TEL: 0298-71-2030 FAX: 0298-71-2022 E-mail: a3876@n-koei.co.jp.

### 3. 超音波法による主脚材長さの調査

超音波法は、主脚材に用いている山形鋼の地上側端面に探触子を接触させて、基礎コンクリート中を含めた主脚材の長さを計測する手法である(図-4)。これまでの検討では<sup>1)</sup>、超音波法による計測は再現性が高く、約1%以下の誤差で主脚材長さ計測が可能であるが、4.2m以上の主脚材については計測できていない。しかし、調査が必要な鉄塔基礎構造の主脚材は、さらに長いものが多く、現在の技術では現場のニーズに対応できていない。そこで、既存の超音波法の計測限界の原因を明らかにし、解決策を検討するための以下の基礎実験を実施した。

実験には、長さ1mの厚さ(9,12,15,19,25mm)の異なる山形鋼を用い、探触子には5MHzのものを使用した。計測方法は山形鋼の端面に探触子を接触させ、反対端面からの繰り返し反射を捉えることで、最長4.0mまでの減衰特性を確認した。また、鋼材と探触子の接触させる位置については図-5の「コーナー」と「サイド」の2通りで実施した。

図-6に探触子設置位置をコーナーにした場合の底面反射の減衰特性を示す。この図から、鋼材の厚さが薄いほど超音波の減衰しやすいこと、山形鋼中の超音波の減衰率は20~25dB/mであることが確認できる。また、探触子の接触位置の相違が底面反射の減衰特性に及ぼす影響について図-7に整理する。この結果から、探触子の位置をサイドに設置した場合、コーナーに設置するのと比較して減衰しにくく、より長い鋼材が計測できることが明らかになった。

さらに、各ケースの超音波の伝搬速度を計算した結果を図-8に整理する。この図からサイドに設置した場合、コーナー設置と比較して、鋼材の厚さが薄くなるほど超音波伝搬速度が低下する傾向が確認され、超音波の伝搬形式が縦波から板波へと変化していることが推測された。

### 4. 今後の開発の方向性

衝撃弾性波法については、現在のコンクリート基礎にセンサを設置する方法では計測精度、適用範囲に限界がある。今後は、簡易にセンサを地中に貫入させ、地中で弾性波動を受振する方法について検討を行う。

一方、超音波法については、センサの設置位置を工夫することで、飛躍的に計測長さを延長できる可能性を確認した。今後は、本計測手法に適した探触子等を検討し、専用器の開発を行う予定である。

#### 参考文献

- 1) 藤原鉄朗他：地表面からの鉄塔基礎形状の調査技術の検討, 第56回土木学会年次学術講演会, 平成12年9月

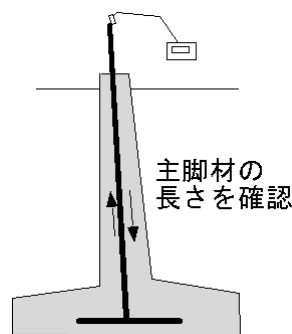


図-4 超音波法による主脚材長さの調査

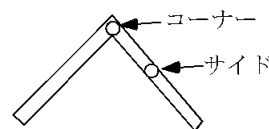


図-5 探触子の設置位置

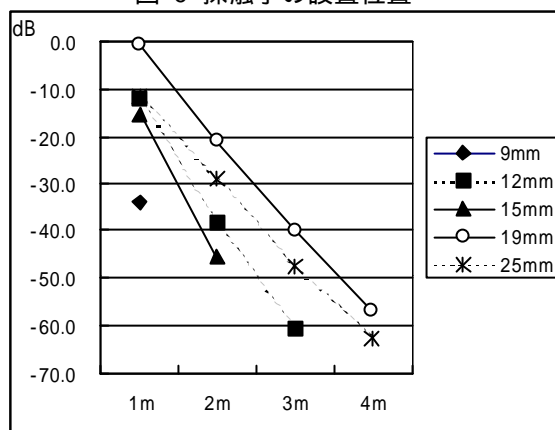


図-6 鋼材の厚さと超音波の減衰特性

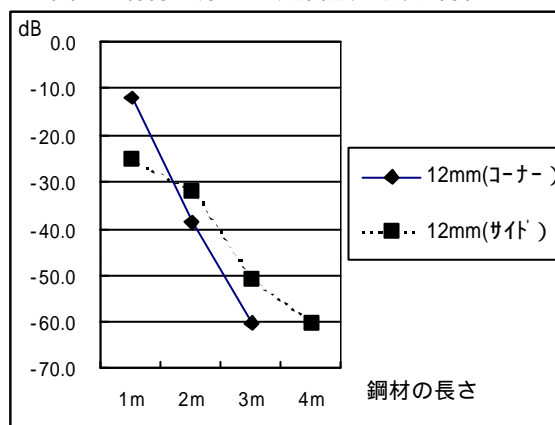


図-7 探触子接触位置が減衰特性に及ぼす影響

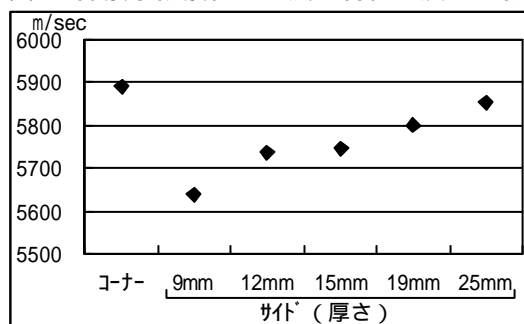


図-8 鋼材の厚さが超音波伝搬速度に及ぼす影響