

衝撃弾性波法による鋼管構造物根入れ深さ測定システムの検証

東北学院大学 学生会員 ○熊谷 崇之
東北学院大学 学生会員 伊佐見 克則
東北学院大学 正会員 李 相勲
東北学院大学 フェロー 遠藤 孝夫

1. はじめに

近年、道路のガードレール支柱根入れ深さの不足など粗雑工事発覚が多発し、関係者らがその対策に努めてきたが、既設された支柱の長さを測定する方法はまだ分かっておらず、作業の一部始終をビデオで撮影しその記録を残すことになっている。しかし、これは厳密な監視機能を果たされず、監督者と施工者の両側から計測ツールへの強い要望が出ている。

本研究では、衝撃弾性波法をもとに、既設の鋼管構造物の根入れ深さを測定するシステムを構築し、さまざま実構造物での測定を行うことでシステムを検証しその結果を報告する。

2. システムの概要

本測定システムは、受振子（速度計）、データロガー（測定電圧範囲0.01mV~50mV、測定時間刻みの範囲1min~20μs）、ハンマー、打診棒、波形処理装置としてコンピュータを使用し、共振周波数を測定することで鋼管構造物の全長を特定する。また、取り付け具を介して受振子を対象物側面に線接触させることで、軸方向の縦波を受信できるようにし、弾性波を発生させるためにハンマーで叩く場所を確保したことが本測定システムの特徴である。

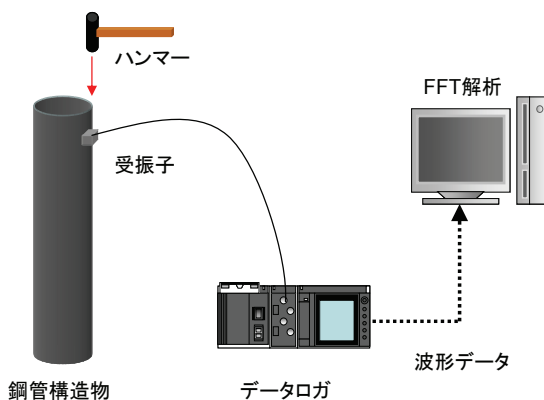


図 2.1 測定システム構成図

3. 測定方法および測定対象

写真 3.1 で示すように、取り付け具を用いて受振子を支柱側面に設置し、ハンマーおよび打診棒で支柱頭頂部を打撃する。このとき発生した弾性波を測定し、高速フーリエ変換を行い、それによって得られた共振周波数を基に、式(3.1)を用いて長さを求める¹⁾。

$$l = \frac{C_p}{2F_p} \quad (3.1) \quad \text{ここで } l = \text{長さ} \\ C_p = \text{伝播速度} \\ F_p = \text{共振周波数}$$

測定の対象は、図 3.1 で示すような 3 本の既設のガードレール用支柱であり、それぞれの長さは 1.6m, 1.8m, 2.0m である。また、これら 3 本の長さを特定するための基準として用いるため、2.2m の未設支柱でも同様の実験を行った。各支柱の測定名を表 3.1 に示す。



写真 3.1 受信子取り付け具

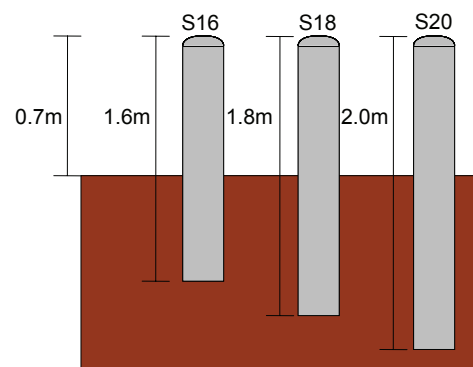


図 3.1 実験対象既設ガードレール用支柱

キーワード 衝撃弾性波法, 根入れ深さ測定, 共振周波数

連絡先 〒985-8537 宮城県多賀城市中央 1-13-1 東北学院大学工学部環境建設工学科 TEL(022)368-7213

表 3.1 各支柱の測定名

支柱名	使用インパクト	測定名
S16 (1.6m 支柱)	ハンマー	S16-I
	打診棒	S16-II
S18 (1.8m 支柱)	ハンマー	S18-I
	打診棒	S18-II
S20 (2.0m 支柱)	ハンマー	S20-I
	打診棒	S20-II
J22(未設 2.2 支柱)	打診棒	J22-I J22-II J22-III

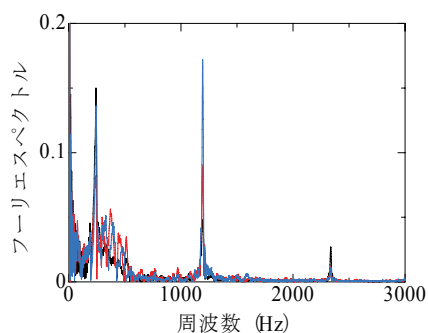


図 4.1 J22 の反射波に対するフーリエスペクトル

4. 測定結果

基準となる長さ 2.2m の未設支柱 J22 の反射波に対するフーリエスペクトルを図 4.1 に示す. 3 回の測定すべてに対し 1190Hz 付近の周波数が卓越していることが分かる. 長さ 2.2m の支柱に対する卓越周波数の理論値が 1175Hz であることから, これらの周波数が支柱の長さを特定する値であることが言える. 各グラフから卓越周波数のピーク値を求め表 4.1 に示す. 以上の結果より得られた平均周波数を用いて伝播速度 C_p を計算すると

$$C_p = 2fl = 2 \times 1191 \times 2.2 = 5240 \text{ Hz}$$

である. 既設支柱の反射波に対するスペクトルを図 4.2 に示す. また, 図中には基準伝播速度よりもとめた予想卓越周波数に点線を引いた. 各測定ケースにおけるスペクトルのピークに当てはまる長さ, 予想周波数に当てはまる長さとの誤差を表 4.2 に表す. 1.6m の支柱では高い精度で測定できているが, 他の 2 本では 10% 以上の誤差が出た. 同研究グループの関連研究より, 地盤条件は伝播速度に影響を与えることが判明しており, これ以上精度を上げるためには地盤条件を考慮する必要があると考えられる.

5. まとめ

受振子を支柱側面に線接触させて縦波を感知し長さを測定する本システムは, 地盤条件を考慮していない条件での測定であることを考えると, 精度よく既設支柱の長さを測定可能であることが確認できた.

参考文献

- 1) 土木学会: コンクリート技術シリーズ No.61 弾性波によるコンクリートの非破壊検査に関する委員会報告およびシンポジウム論文集, 2004.8

表 4.1 J22 のピーク周波数

測定名	ピーク周波数(Hz)	平均値
J22-I	1191	1191Hz
J22-II	1191	
J22-III	1190	

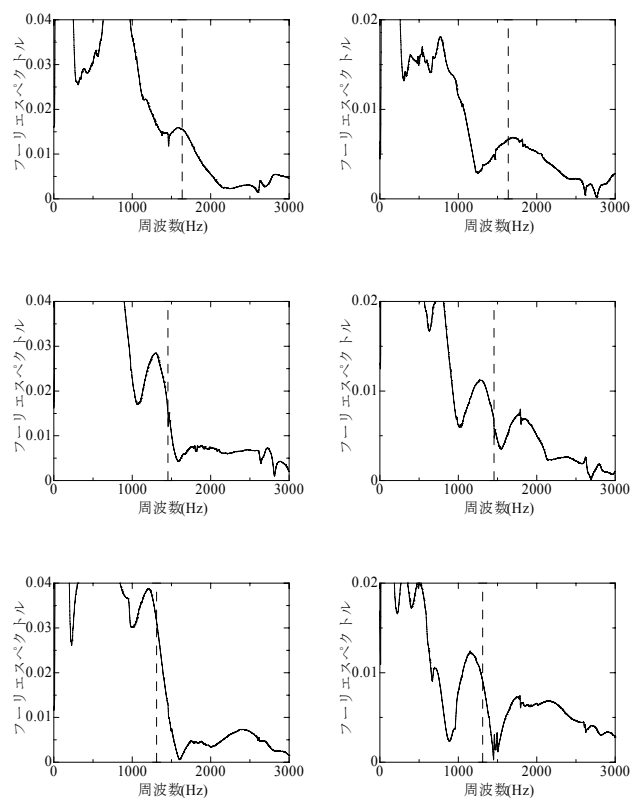


図 4.2 各支柱のフーリエスペクトル

表 4.2 各支柱の測定長さと誤差

測定名	ピーク周波数(Hz)	測定支柱長さ(mm)	誤差(mm)
S16-I	1616	1621	+21
S16-II	1698	1543	-57
S18-I	1285	2039	+239
S18-II	1286	2037	+237
S20-I	1200	2183	+183
S20-II	1156	2266	+266