

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構築

東北学院大学 学生会員 ○熊谷 崇之
 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
 株式会社千葉測機 千葉 寛二

1. はじめに

道路のガードレール支柱根入れ深さの不足による車の転落事故以来、国土交通省などの関係者らがその対策に努めてきたが、既設支柱の根入れ深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、この作業は非効率的で厳密な監視機能は果たされず、監督者と施工者の両者から計測ツール開発が強く要望されている。

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、実構造物での測定を行った。

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 $0.01mV \sim 50mV$ 、測定時間刻みの範囲 $1min \sim 20\mu s$ ）、ハンマー、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パイルの全長を特定する。また、取り付け具を介して受振子をパイル側面に線接触させることで、鋼管軸方向の縦波を受信可能とし、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。

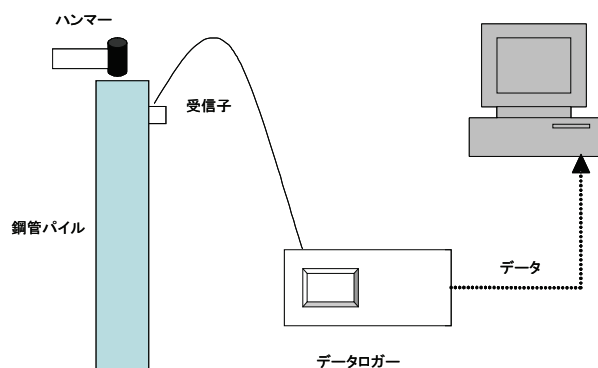


図-1 測定システム構成図

3. 測定方法および測定対象

写真1で示すように、取り付け具を用いて受振子をパイル側面に設置し、ハンマーでパイル頭頂部を打撃する。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(1)を用いて長さを求める¹⁾。

$$l = \frac{C_p}{2fp} \quad (1) \quad \text{ここで } \begin{array}{l} l = \text{長さ} \\ C_p = \text{伝播速度} \\ fp = \text{共振周波数} \end{array}$$

測定の対象は、岩手県の某山間部の斜面に埋められている雪崩防止用鋼管パイル6本と現場事務所の敷地に置かれている長さ3.1mの鋼管パイル1本である。敷地に置かれている1本は、斜面に埋められている鋼管パイル6本の長さを特定するための基準として用いた。各パイルの測定名および測定回数を表-1に示す。



写真1 受信子取り付け具

表-1 各パイルの測定名および測定回数

パイル区分	測定パイル名	測定回数
敷地の鋼管パイル	IW1	5回
斜面の鋼管パイル	IW7-I	3回
	IW7-II	3回
	IW7-III	3回
	IW7-IV	3回
	IW8-I	3回
	IW8-II	3回

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

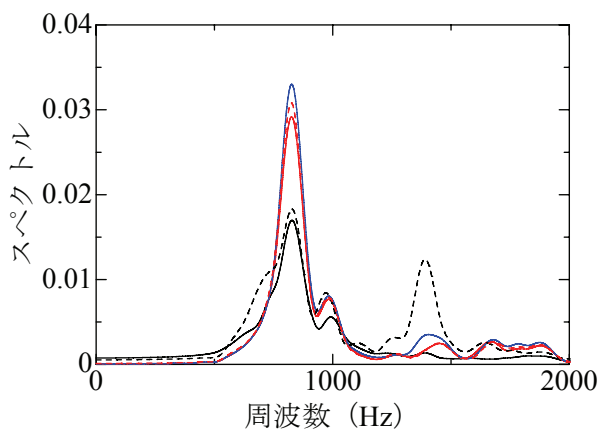


図-2 IW1 の反射波に対するフーリエスペクトル

表-2 IW1 のピーク周波数

測定区分	ピーク周波数(Hz)	平均値
Iw101	827.8	827Hz
Iw102	826.3	
Iw103	826.3	
Iw104	827.8	
Iw105	825.5	

4. 測定結果

基準となる長さ 3.1m のパイル IW1 の反射波に対するフーリエスペクトルを図-2 に示す。5 回の測定すべてに対し 800Hz 付近の周波数が卓越していることが分かる。長さ 3.1m の鋼管パイルの対する卓越周波数の理論値が 822Hz であることから、これらの周波数がパイル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-2 に示す。以上の結果より得られた平均周波数を用いて式(1)から伝播速度 C_p を計算すると

$$C_p = 2f_p l = 2 \times 827 \times 3.1 = 5127 \text{ m/s}$$

である。この伝播速度を基準にして、斜面のパイルの反射波に対するフーリエスペクトルの横軸を長さに変換した結果を図-3 に示す。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の平均値を表-3 に表す。斜面のパイルがすべて 3.1m であることと仮定すると、±7%の精度で測定されていることが確認できる。

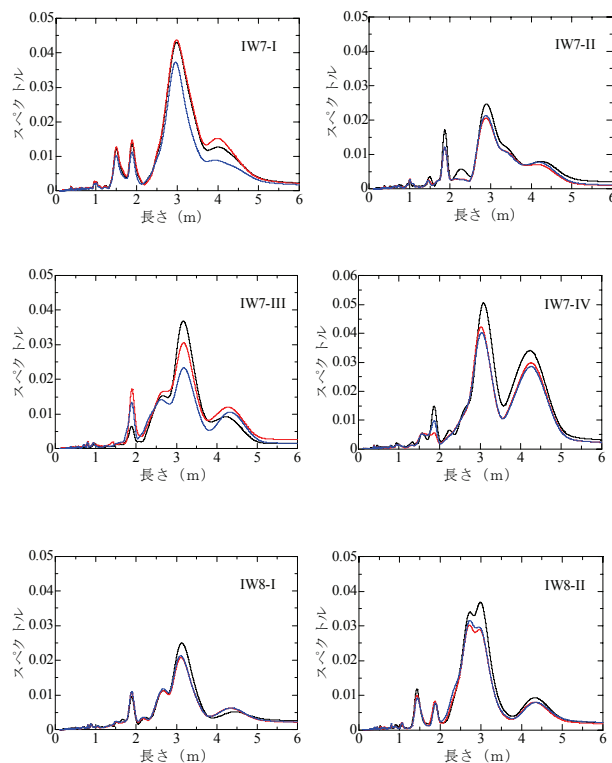


図-3 各パイルのフーリエスペクトル

表-3 各パイルの測定長さ平均値

パイル名	測定長さ平均値
IW7-I	3.0m
IW7-II	2.9m
IW7-III	3.2m
IW7-IV	3.0m
IW8-I	3.1m
IW8-II	3.0m

5. まとめ

埋設されたパイプに対し、受振子をパイル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、高い精度で測定できることが確認できた。

謝辞

測定を行うにあたり、岩手河川国道事務所の協力を得た。ここに記して謝意を表する。

参考文献

- 1) 魚本 健人, 加藤 潔, 広野 進: コンクリート構造物の耐久性診断シリーズ5 コンクリート構造物の非破壊検査, 日本コンクリート協会, 1990.