

ガードレール支柱の根入れ長診断技術の開発

原子燃料工業株式会社 正会員 ○藤吉 宏彰, 松永 嵩
 原子燃料工業株式会社 非会員 栗島 翔, 磯部 仁博
 西日本高速道路エンジニアリング中国株式会社 正会員 戸田一郎, 前田 良文

1. はじめに

ガードレールなどの防護柵の施工においては、支柱の根入れ長さが設計通りに確保されることが重要であり、根入れ長が短い場合は、車両衝突時の安全性確保に重大な懸念が生じる。しかしながら、地下構造物や転石等により、規定長さまで打ち込めず、支柱を切断して施工した事例が報告されており¹⁾、防護柵支柱の根入れ長を非破壊的に診断する技術が必要とされている。

防護柵の根入れ長診断手法については、施工段階での出来形管理に用いられている超音波法があり、診断精度は高いものの、既設の防護柵においては表面の腐食や土圧による拘束力の影響で測定が困難となるケースが多いことが報告されている。²⁾

筆者らは、AE (Acoustic Emission) センサを用いて、ガードレール支柱上部の振動から根入れ長を診断する技術（以下「本技術」という）を開発し、模型実験によりその有効性を確認している³⁾。そこで、本報では、現場に施工された支柱に対し、本技術による評価結果と引抜後の支柱全長と比較し、診断精度を検証した。

定する（図 2 左）。信号処理としては、AE センサより得られた振動信号（図 2 右）を高速フーリエ変換 (FFT) 処理し、信号波形の周波数分布を得る（図 3）。図 3 より縦振動の固有振動ピークを抽出し、式 1 を用いて全長を評価する。

$$f = \frac{\lambda}{2\pi L} \sqrt{\frac{E}{\rho}} \quad (\text{式 1})$$

λ : 固有値 L : 振動長さ [m] E ヤング率 [N/m²]
 ρ : 密度 [kg/m³]



図 1 現場検査装置の構成及び外観

2. 根入れ長診断技術の概要

2.1. 測定装置

本技術の測定装置を図 1 に示す。本装置は測定対象物を打撃し、励起された振動を AE センサで捉える。その結果得られた振動は測定対象物の形状、拘束状態により固有振動が変化するため、それらの変化を施工状態や経年変化の検出に利用している。

2.2. 振動測定方法及び評価方法

支柱上面に取り付けられたキャップ部にセンサを手で押し付け、その近傍を打撃することで振動を測

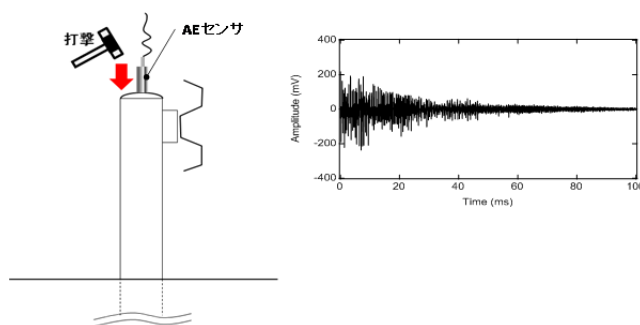


図 2 AE センサを用いた振動測定と振動信号

キーワード ガードレール, 防護柵, 根入れ, 施工不良, AE センサ, 打音

連絡先 〒590-0481 大阪府泉南郡熊取町朝代西一丁目 950 番地 原子燃料工業株式会社 TEL072-452-7221

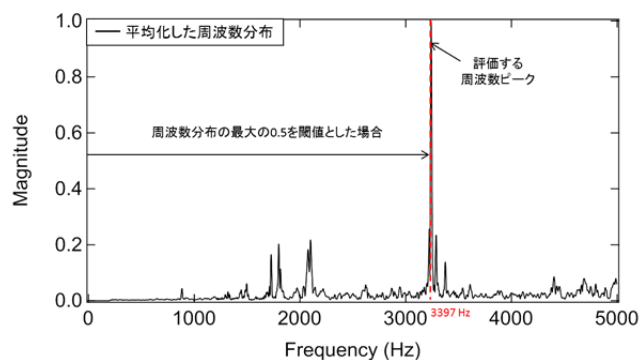


図 3 計測で得られる支柱の周波数分布

3. 現場試験

3.1. 試験対象

試験対象は、腐食の進展により取り換え対象となった A 種土中用のガードレール支柱 2 体 (No1、No2) とした。支柱はレール、および鋼製のキャップが取り付けられている状態で、振動測定した。支柱引抜後の実測値はどちらも 1,620 mm であり、地上部長さ 700 mm とすると、根入れ長は 920 mm であった。

設計根入れ長は 1,650 mm であることから、どちらも根入れ不足の支柱であることを確認した。

3.2. 評価結果と引抜後の実測の比較

支柱頭部より得られた測定データを図 4 に示す。どちらも、1,650 Hz 付近に卓越した周波数ピークが観測された。この値を式 1 に代入し、鉄の一般的なヤング率 206 GPa、密度 7,900 kg/m³ を用いて、全長を計算した結果を表 1 に示す。

ここで、根入れ長の判定基準の一つとして、測定根入れ長と設計根入れ長の差が ±100 mm の範囲であることとされている⁴⁾。この指針に基づくと、表 1 の結果から、本技術の評価値と実測値の差はどちらの支柱も数 10 mm 以内に収まることから、本技術が実際の現場においても適用可能である見通しを得た。

ここで、図 4 において卓越した周波数ピーク以外にも複数の周波数ピークが確認される。これらは支柱に取り付けられたレール等による振動と考えられる。

上記について、レールへの打撃により、その周波数ピークを特定することで、レールの振動による影響を除外する検討を進めている。

表 1 土中用ガードレール支柱の評価結果

支柱番号	評価ピーク周波数 [Hz]	評価値 (全長) [mm]	実測値 (全長) [mm]	評価値と実測値の誤差 [mm]
No1	1,645	1,552	1,620	-68
No2	1,667	1,532	1,620	-88

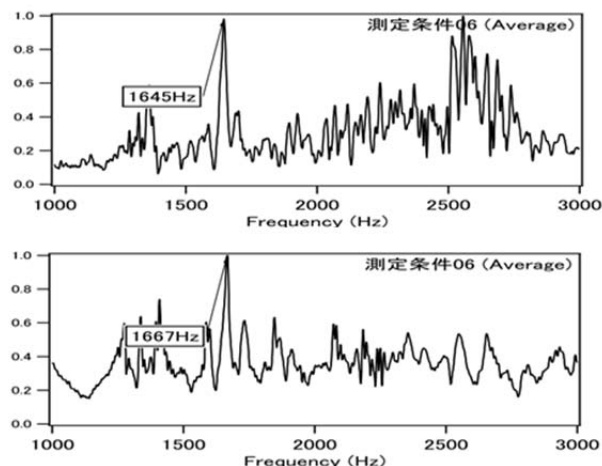


図 4 支柱における周波数分布 (上段 No1、下段 No2)

4. まとめ

現場に施工された支柱において、本技術による支柱長さの評価結果と、引抜後の支柱全長とを比較した結果、本技術の評価値は、実測値の数 10 mm 以内の精度であり、本技術が実際の支柱における根入れ長評価に適用可能である見通しを得た。

本調査では土中用のガードレール 2 本についての検証結果であり、今後引き抜き予定のもの、根入れ長不足が懸念される支柱についても本技術を適用し、評価精度の検証を計画している。

参考文献

- 1) 公共事業の品質確保のための監督・検査・成績評価の手引き，日本建設技術協会。
- 2) 河合ら，”根入れ長深さ測定装置の概要と測定事例”，全地連「技術フォーラム 2014」秋田，No2014_22，2014
- 3) 匂坂ら，”ガードレール支柱の健全性診断技術開発”，土木学会第 72 回年次学術講演会，pp1835-1836，2017
- 4) 非破壊試験による鋼製防護柵の根入れ長測定要領における判定基準 (案)，国土交通省大臣官房技術調査課，平成 24 年 6 月