

橋梁部ガードレール支柱における腐食検査スクリーニング手法の検討

西日本高速道路エンジニアリング中国株式会社 正会員 ○蜂谷 渉, 戸田 一郎, 前田 良文
原子燃料工業株式会社 正会員 松永 嵩, 礪部 仁博

1. はじめに

ガードレールはドライバーの安全確保に重要であり, 特に橋梁部における本体の損傷は, 車両衝突時に転落のリスクに繋がる. また, ガードレール基部(図-1)は, コンクリート構造となり, 土工部と比較し塩分を伴う雨水等の劣化因子の影響を受け損傷しやすく, 点検の信頼性向上や効率化に資する検査技術の開発が望ましい.

前報^{1,2)}までにガードレール支柱の地際腐食等についてAEセンサを用いたデジタル打音検査により検出する技術開発を報告した. 本報では, 写-1に示す新設及び現況ガードレール支柱の地際部の腐食検出のスクリーニング手法を現場検査結果から検討した.

2. デジタル打音検査システムの概要

本研究で用いたデジタル打音検査システムと得られる振動波形, 周波数分布の例を図-2に示す. 本システムは測定対象を打撃し, 励起された振動を広帯域 AE センサで捉える. この振動波形をリアルタイムで高速フーリエ変換することで周波数分布を得る.

3. デジタル打音検査によるガードレール支柱の検査

ガードレール支柱の地際腐食を検査する場合は, 図-3に示すように, それぞれ, AEセンサをガードレール支柱の地際側面と頭頂部に設置して打音検査を行う. 本報では, 橋梁の上部工に設置され, 目視により地際腐食の進展が予測されている現況のガードレール支柱12本と新設のガードレール支柱8本を対象として, 地際側面を 0° と 90° の2方向からデジタル打音検査することで得られる周波数分布から, ピーク周波数とピーク形状に着目したスクリーニング手法を検討した(写真-1).

地際腐食を検査する時に得られる円筒の固有振動数³⁾は(式1), 根入れ長を検査する時に得られる縦振動が励起されることにより得られる固有振動数は, (式2)のように表される.

$$f = \frac{h}{2\pi\sqrt{12}R} \sqrt{\frac{E}{\rho R^2(1-\nu^2)}} \sqrt{\frac{(n^2-1)^2 + \alpha(R\lambda/Ln)^4}{1+1/n^2}}, \quad \alpha = \frac{12(1-\nu^2)R}{h^2} \quad (\text{式1})$$

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

λ : 固有値 L : 振動長さ[m] E : ヤング率 [N/m²]

ρ : 密度 [kg/m³], h : 厚さ[m], R : 平均半径[m], n : 周方向波数

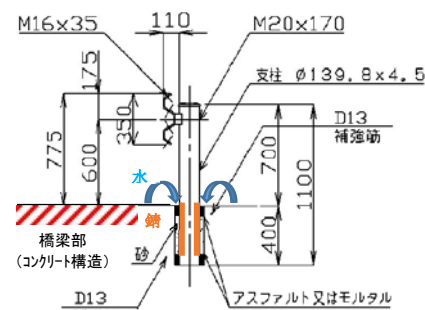


図-1 橋梁部ガードレール支柱断面図



写-1 ガードレール支柱腐食検査

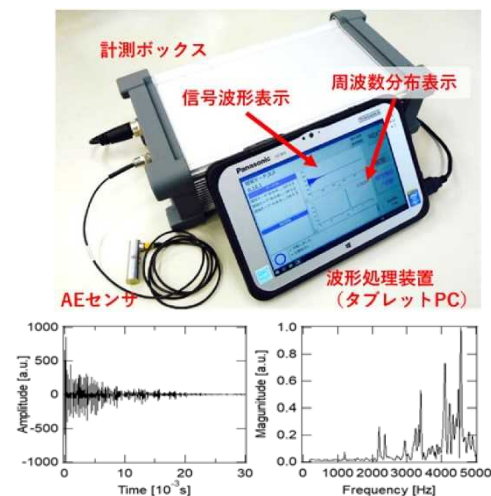


図-2 デジタル打音検査の概要

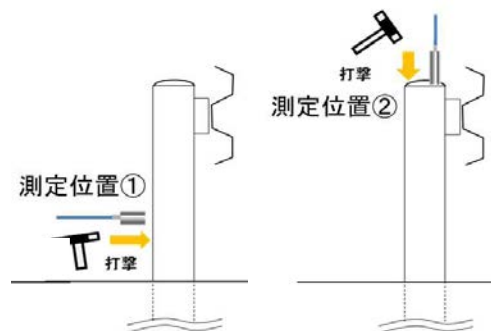


図-3 ガードレール支柱の検査
(左) 水平打撃 (右) 垂直打撃

キーワード AE センサ, デジタル打音検査, 周波数分布, 橋梁付属物, ガードレール支柱, 地際腐食

連絡先〒733-0037 広島市西区西観音町2-1 西日本高速道路エンジニアリング中国株式会社 TEL 072-452-7221

4. 現場検査結果

ガードレール支柱の地際腐食の検査で得られた周波数分布を図-4に示す。新設のガードレール支柱8本の場合は、3500 Hz 付近に明確な固有振動ピークが観察される。これは、式1に示す円筒の固有振動数で周方向波数が4の場合の振動モードである。この振動モードに着目して、2500 Hz～4000Hzの範囲で固有振動ピークを観察した際、現況の目視により地際腐食の進展が確認されているガードレール支柱12本の場合は、3500 Hz 付近の明確な固有振動ピークは失われ、より低周波側に固有振動ピークが観察される。

2500 Hz～4000Hzで範囲を限定して、その範囲で有意なピーク（ピーク強度が最大強度の0.5より高い値をピーク周波数とした。）を低周波側から抽出した結果を支柱ごとに算出した結果を図5に示す。腐食した支柱は、新設の支柱と比較し、得られる値が500Hz程度低く、2方向の打撃によるピーク周波数が一定でない特徴を確認した。3000～3500Hzに腐食の診断基準を設けることにより、地際腐食が進展している支柱をスクリーニングし、取替の判断が可能になると考えられる。

5. まとめ

AE センサを用いたデジタル打音検査により、橋梁に設置された現況の地際腐食の進展が予測される既設のガードレール支柱と新設のガードレール支柱に、地際側面をデジタル打音検査することで、ピーク周波数とピーク形状に着目したスクリーニング手法を検討した。新設のガードレール支柱で観察された明確な固有振動ピークは、腐食したガードレール支柱では失われ、より低周波側に固有振動ピークが観察された。今後は腐食状態（腐食量、腐食位置）と周波数分布形状との定量的な関係についてデータベース化、或いは周波数分布を学習させたAIによる診断を進めて、点検の信頼性向上や効率化に貢献していく旨である。

参考文献

- 1) 松永嵩, 小川良太, 匂坂充行, 磯部仁博, 村上豊和, 前田良文, “ガードレール支柱の経年劣化検査技術の開発2”, 土木学会 第71回年次学術講演会, VI-711, pp.1421-1422, 東北大学, 2016年9月7-9日.
- 2) 藤吉宏彰, 松永嵩, 栗島翔, 磯部仁博, 戸田一郎, 前田良文, “ガードレール支柱の根入れ長診断技術の開発”, 土木学会第74回年次学術講演会, VI-129, 香川大学 幸町キャンパス, 2019年9月3-5日.
- 3) 古賀達蔵, “円筒かくの最小固有振動数と振動特性”, 日本機械学会論文集 A 編, Vol.46, No.411, pp.1280-1289. 1980

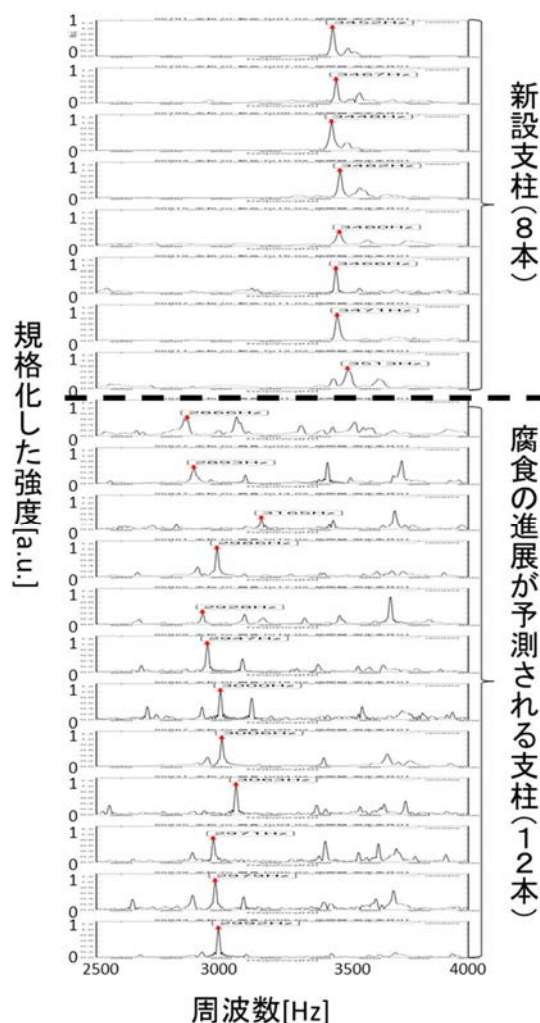


図-4 Gr 支柱の地際腐食検査（周波数分布）

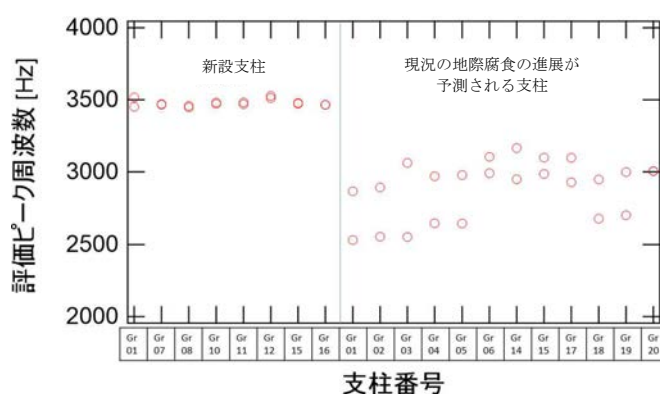


図-5 Gr 支柱の地際腐食検査（ピーク周波数）