## 地際腐食損傷に対する非接触・非破壊検査の円柱橋脚への適用

東京鐵骨橋梁 正会員 〇細見 直史 フェロー 入部 孝夫 九州大学大学院 フェロー 貝沼 重信 日本電測機 山田 隆明 永野 徹

**1. はじめに** 鋼製橋脚の基部や歩道橋橋脚柱の基部などの地際部では,雨水の滞水によるマクロセル腐食に より著しい腐食損傷が生じる.この地際腐食損傷を放置すると,著しく部材断面を損傷させる.そのため,横 断歩道橋定期点検要領<sup>1)</sup>では,近接目視による5年に一度の定期点検を実施するとともに,可視部の外観か ら部材等の損傷が疑われる場合には,必要に応じて試掘や非破壊検査を行う必要があるとしている.これまで, 著者らは角形鋼製橋脚を対象に渦電流探傷試験(以下,ECT)を用いて,非接触で鋼材地際部の残存板厚が推 定可能な非破壊検査法を提案した<sup>2)</sup>.本研究では,曲率を有する試験片のECT および非線形回帰分析を行う ことで,本手法による腐食深さの推定精度を検証し円柱橋脚への適用を検討した.

2. 渦電流探傷試験 渦電流探傷試験に用いた対比試験片は,歩道橋基部の地際腐食損傷を模した矩形溝きずを機械加工した外径 457.2mm,板厚 12.7mmの炭素鋼鋼管を用いた.供試鋼管には JIS G 3444 STK400 を用い, その寸法を 200×400mm に切り出すことで対比試験片を製作した.溝幅(W) は 5mm 一定とし,深さ(D) を 1,3,6mm とした 3 種類の対比試験片を製作した.渦電流探傷試験は図-1(a)に示すように,溝の縁端から 50mm 離れた位置からセンサがきず直上を通過した場合ときず直近までの鋼板上を移動させた場合の 2 通りの 測定を行った.基準感度は,深さ 3mm における試験体の矩形溝の縁端にセンサを配置した際のセンサ電圧が -0.5V になるように調整した.また,走査位置には地際部の腐食生成物層や塗膜を想定して,アクリル板を用 いてセンサから鋼板表面までのリフトオフ量を 2,4, 6mm に変化させて測定した.

リフトオフ 6mm において,きずを通過するように センサを走査させた場合の ECT の電圧変化を図-2 に 示す. 図中の青プロットは探傷波形を示している. きず深さ 1mm では電圧変化が見られないものの,き ず深さが増加するに従って, ECT の最大電圧が大き くなっている. この傾向は,リフトオフ量に依らず 同様であった.







キーワード 腐食,地際,鋼部材,非破壊検査,渦電流探傷

ECT電圧

2

-40

連絡先 〒302-0038 茨城県取手市下高井 1020 (株)東京鐵骨橋梁 技術本部技術研究所 TEL 0297-78-1113

ECT電圧

-40

-20



<u>3.</u> 非線形回帰分析<sup>2-4)</sup> 非線形回帰分析は,ECT の探傷波形に正規分布の確率密度関数をフィッティングすることで,最大電圧 *a*,電圧振幅の標準偏差 *b*,最大振幅の位置 *c*,および振幅の初期値 *d* の各パラメータによる近似を行った.きずを通過させた場合の ECT の非線形回帰分析結果の一例を図-2 に赤実線で示す.探傷波形はガウス関数にほぼ一致している.この傾向はリフトオフ量に関わらず同様であった.非線形回帰分析から得られた最大電圧 *a* ときず断面積 *A* の関係を図-3 に示す.図中の実線はリフトオフ 4mm および 6mm における回帰直線を示している.最大電圧 *a* はきず断面積 *A* に比例して増加している.図中の式を用いることで、きず直近までのセンサ走査による ECT の探傷波形から推定した最大電圧 *a* を用いてきず断面積 *A* を求め、きず深さ *D* を算出することができる.リフトオフ 6mm において、きず直近までセンサを走査させた場合の ECT の電圧変化とその非線形回帰分析例を図-4 に示す.きず直近までの ECT の探傷波形による非線形回帰分析結 果は、図-2 に示す ECT の探傷波形に類似している.リフトオフが 2mm では ECT 波形に乱れが生じ非線形回帰分析が困難な場合もあったものの、リフトオフが 4mm の場合は同様の傾向にあった.

きず通過ときず直近における非線形回帰分析による最大電圧 *a*, 深さ *D* の推定値およびその誤差を表-1 に示す.きず深さ *D* は実測値を示している.きず深さ *D* が 1mm 程度の小さなきずの検出は困難であるものの,リフトオフ 4mm 以上では,*D* の推定誤差は 20%程度と考えられる.

**<u>4</u>. まとめ** (1) 鋼管外径が 457.2mm の曲面を有する ECT の探傷波形は,ガウス関数にほぼ一致する.(2) リフトオフ量が 4,6mm の最大電圧 *a* は,きず断面積に比例する.(3) 非線形回帰分析を行うことで推定したきず深さ *D* の推定誤差は 20%程度であり,鋼管外径が 450mm 程度の円柱橋脚への適用が可能である.

参考文献 1) 国土交通省道路局:横断歩道橋定期点検要領, 2014.,2) 細見直史,入部孝夫,貝沼重信,山田隆明,永野徹,片山英資:鋼部材の コンクリート地際における残存板厚の評価・予測(その1),第68回年次学術講演会,2013.,3) 細見直史,入部孝夫,貝沼重信,山田隆明,永野徹: 地際腐食損傷の非接触・自動非破壊検査による平均腐食深さの推定(その1),第69回年次学術講演会,2014.,4) 細見直史,入部孝夫,貝沼重信, 山田隆明,永野徹:地際腐食損傷に対する非接触・非破壊検査の効率化に関する検討,第70回年次学術講演会,2015.