

疲労き裂に対する渦流探傷結果の画像化

東京都市大学 総合研究所 正会員 ○古東 佑介
 東京都市大学 総合研究所 正会員 小西 拓洋

1. 概要

鋼橋におけるき裂調査では、塗膜割れ箇所について非破壊検査が適用され、その中でも一般的に磁粉探傷試験 (MT) が実施されている。MT による調査では視覚的にき裂を確認することができ、形状、寸法が把握できるためき裂の評価に最も適した非破壊検査手法であるといえる。しかし、MT を実施する場合、塗膜の除去、磁粉の吹付け、磁化及びそれらの原状回復が必要となる。

一方、同じ非破壊検査である渦流探傷試験 (ET) は、塗膜の上からのきず探傷が可能な効率的な手法であり、機械部品のきず検査に用いられる事が多い。ただし鋼橋においては、まわし溶接部や狭隘な部位にき裂が生じるため、不安定な走査や溶接ビードの影響によってき裂の検出率は低くなり¹⁾、また電圧信号の変化からきずの有無を判定するという検査結果のわかりにくさから、橋梁においては MT の代替として用いることは難しいとされている。

そこで、本研究では、基礎実験及び解析によって、鋼橋におけるき裂検出率の向上及び客観的な評価手法の提案により、き裂調査の効率化を図る。

2. ET による探傷結果の問題点

(1) 探傷結果表示

図 1 に示すようなまわし溶接部のビード止端部に幅約 0.3mm の放電加工きずを付与した試験体を作成し、基礎実験を行った。使用するプローブは、リフトオフに強く、溶接部のきず探傷に適したクロスポイントプローブを用いた。ET による検査結果は、一般的に電圧信号をフェーザ図にて表示するが、リフトオフによる位相ときずによる位相が異なるよう位相調整し (ここではリフトオフ位相を 0 度としている)、探傷時の位相の変化と電圧値の変化によってき裂の有無の判定を行う。

(a) きず無しと (b) きず深さ 1.0mm の探傷結果を図 2 に示す。本来であればこのフェーザ図表示に

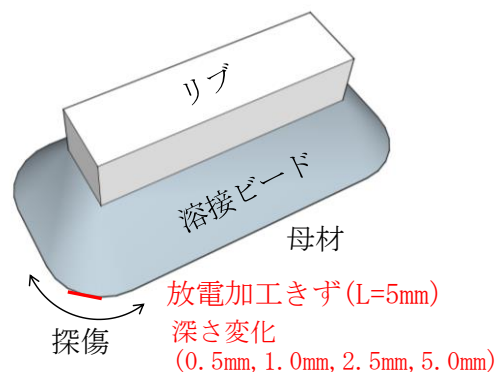


図 1 溶接部放電加工きず付与試験体

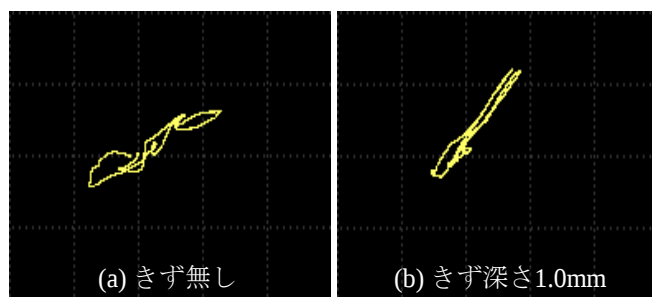


図 2 フェーザ表示

において、きずが無い場合は電圧信号に変化は生じず、きずのある場合は、使用するプローブの種類によっては位相が明らかに変化したり、綺麗な 8 の字を描くなどの信号の軌跡が変化し、きずの有無を判定するのは比較的容易である。しかし、図 2 に示すように、溶接ビードの影響できず無しの場合にも電圧信号に変化が生じており、きず探傷時と同様な軌跡となっている。このため、フェーザ図においては、どのタイミングでどのような電圧信号の変化が生じているのかが把握できず、溶接部のきず探傷には適さないといえる。

(2) 溶接ビードによるノイズ

探傷電圧信号における溶接ビードの影響を把握するため、図 1 の試験体を用いてきずの有無及びきずの深さ別の電圧信号の特性を把握した。ここでは、きずの無い溶接ビードに沿った探傷により得られる電圧信号を溶接ビードによるノイズ信号とし、きず

キーワード 非破壊検査, 渦流探傷, 疲労き裂, 維持管理, 鋼橋,

連絡先 〒158-0082 東京都世田谷区等々力 8-15-1 東京都市大学 総合研究所 TEL 03-5706-3118

を付与した溶接ビードに沿った探傷信号をきず信号として考える。

図3は探傷時の電圧強度について、きず無しノイズ信号の最大電圧と、きず信号の最小電圧を比較したものである。比較結果から、2.5mm深さ以下の小さなきずの探傷では、溶接ビードによるノイズレベルにきず信号が埋もれる場合があることがわかった。特に実在する疲労き裂の場合はき裂幅が非常に小さくなり、更にきず信号は小さくなるため、溶接ビードによるノイズ信号に紛れることが見逃しや空振りといった検出率の低下の一因であると考えられる。

3. 探傷結果の画像化

前述の問題を踏まえ、位相の変化及び電圧値の変化について位置情報と探傷信号（電圧及び位相）を画像化することで、欠陥を正確かつ容易に識別出来る処理システムを提案する。この処理システムでは探傷プローブ先端に接続したエンコーダによって探傷位置情報を取得し、得られた座標上に探傷時の位相及び電圧を落とし込むことで、探傷情報を視覚的に把握できるようになっている。

本処理システムによって図4に示す疲労き裂に対して探傷した結果を図5に示す。この図では、探傷ライン法線方向に引いた線の大きさと電圧変化を示し、位相を段階的に色分けしており、電圧、位相がどの位置でどのような変化を示したかが容易に把握できる。き裂の端部では位相の変化（水色・黒）及び電圧の増加が確認でき、き裂がどこに位置しているかを把握することが可能である。また、放電加工試験体で得られた深さ毎の電圧値を参考値として黒の点線で示しているが、電圧強度ときずの体積は相関関係にあることから、この関係を明確にできれば、きずの深さを予測できると考えられる。

4. 今後の課題

本処理システムの導入によって、得られる情報のわかりやすさや客観的評価のしやすさについて従来のフェーザ図表示から改善を図ることができるが、現状では微小な疲労き裂に対する探傷精度の検証が不十分であり、き裂部分の評価手法について電圧信号の処理方法を改善する必要がある。

また、現場での適用性を考え、システムの小型化及びまわし溶接部の走査安定性を向上させる治具の開発を進める。

参考文献

1) Luiza H. Ichinose, 水江正弘, 坂野昌弘: 渦流探傷試験を用いた鋼橋の疲労き裂調査の効率化に関する検討(その2), 土木学会第70回年次学術講演会概要集, CS4-005, 2015. 9

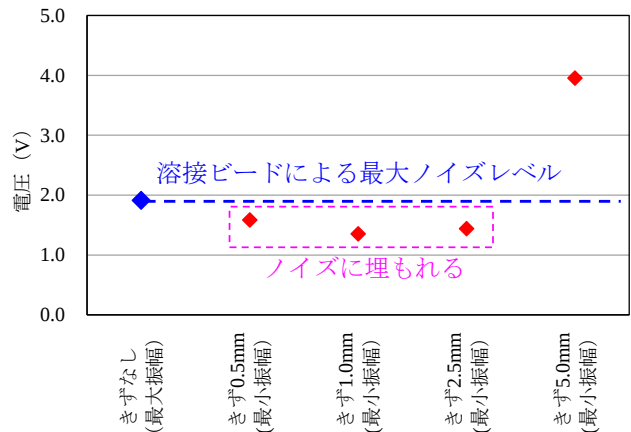


図3 溶接ビードノイズときず信号の比較

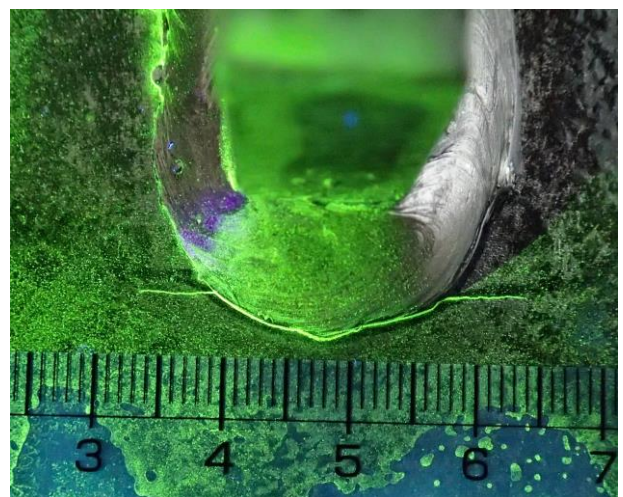


図4 疲労き裂

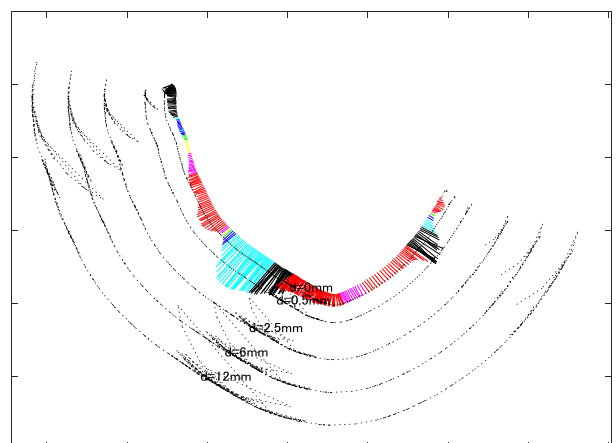


図5 探傷結果の画像化