

渦流探傷を用いた鋼橋のき裂検出効率化の検討

首都高速道路(株) 正会員 ○栗原 友則

首都高技術(株) 福島 貴仁

(一財) 首都高速道路技術センター 正会員 村野 益巳

1. はじめに

首都高速において鋼橋の点検は、塗膜割れや錆汁の発生箇所を対象に、塗膜除去後に磁粉探傷試験（以下、MT）を実施して疲労き裂の検出を行っているが、対象となる部位によっては塗膜割れ検出数に対し、MT による実際のき裂の検出率は低い。今後、構造物の高齢化によるき裂損傷数の増大が予想され、MT の対象箇所をスクリーニングすることができれば、空振り（MT によってき裂なしと判断した箇所）の削減により点検の効率化につながる。

本検討では、鋼構造物の塗膜上から表面き裂を検出する渦流探傷試験（以下、ET）を用い、MT 対象箇所のスクリーニングを行うことにより、点検の効率化の可能性について検証を行った。

2. 狭隘部に適したプローブの改良

ET は、交流電流を帯びたコイルを調査対象に近付けると磁界の作用で対象物に渦電流が発生する。渦電流の大きさや分布はき裂や傷によって変化するため、その検出によって対象物のき裂の有無が判明する。しかしながら、従来の形状、感度のプローブでは、MT 検出時に空振りが多く見られる傾向のある狭隘な箇所に対し、探傷困難なことが分かりプローブの改良を行った。一例として、鋼床版の縦リブと横リブ交差部のスカラップ内の廻し溶接部を探傷する場合、従来形状プローブは、寸法の制約から対象箇所にプローブを十分に接近させることができず、探傷困難となる（図-1）。また、塗膜が厚い傾向のある前述の廻し溶接部付近は、探傷感度（渦電流の大きさ、傷の大きさに対する波形の大きさ）を高くする必要があるが、きず信号（S）とノイズ信号（N）の判別が困難となる。そこで、プローブの形状をL字型（図-2）とし、先端部のコイル径を小さくした。プローブの感度は従来のものと同程度の TypeA とコイルの巻き方、配置を改良し、S/N 比（きず信号（S）に対してのノイズ信号（N）との比）を改善した高感度の TypeB を試作した（表-1）。

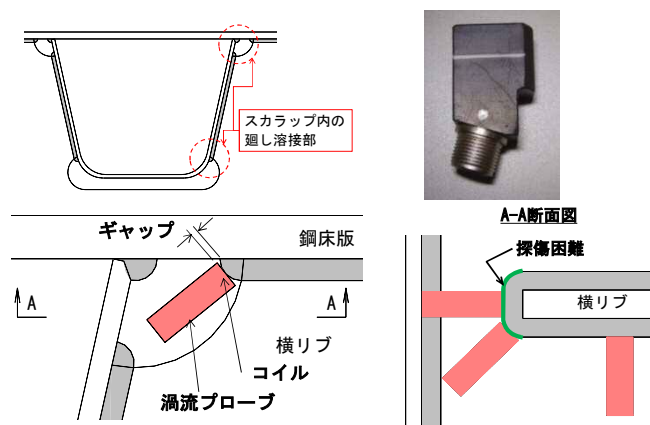


図-1 狭隘部の探傷状況（従来形状）

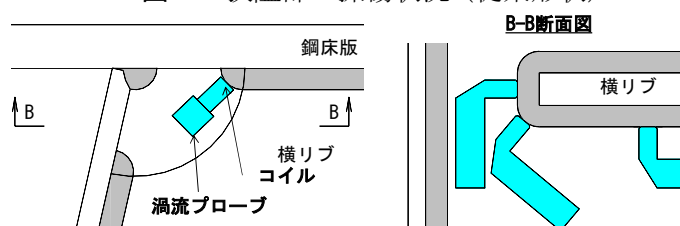


図-2 狭隘部の探傷状況（L字型）

表-1 プローブの性能比較表

	Type A	Type B
感度	従来型	高感度
プローブ形状		
中心周波数	125 kHz	100 kHz
コイル型式	自己誘導型 自己比較方式	自己誘導型 自己比較方式
探傷走査方向	軸方向	軸方向 軸直角方向
ノイズ信号の頻度	多い	少ない
ノイズ信号の大きさ	大きい	小さい
探傷感度	低い設定値で 探傷可能	高くする 必要がある
S/N比	悪い	良好

キーワード 非破壊検査, 渦流探傷, 疲労き裂, 鋼構造物

連絡先 〒100-8930 東京都千代田区霞が関 1-4-1 (日土地ビル) TEL 03-3539-9546

3. 検出性能の検証

検証では、昭和46年3月に供用したバルブリブ形式の単純鋼床版箱桁橋の箱桁内のすべての塗膜割れ箇所に対して、TypeA、TypeBによるETとMTを行い、検出結果を照合した。

4. 検証結果

検証結果を表-2に示す。対象橋梁のき裂発生の可能性のある塗膜割れは188箇所であり、そのうちMTによりき裂が確認されたものは26箇所（塗膜割れ総数の14%）であった。

各Typeの比較は、下記の2つの項目で行う。

1) スクリーニング率：塗膜割れ総数に対し、ET検出によってき裂と判断した箇所の比率

（スクリーニング率は、値が小さいほど点検の効率化を表す）

2) ET検出見逃し：ETによりき裂と判断し、MTによってき裂が確認された箇所

TypeAは、スクリーニング率31%、

ET検出見逃し15箇所（き裂総数の58%）

と見逃しが多い結果となった。スカラップ内の廻し溶接部は、溶接形状の凹凸や塗装が溜まり膜厚が厚くなる傾向が見られるため、従来の感度では微細なき裂を見落とししたと考えられる。

TypeBは、スクリーニング率38%、ET検出見逃し3箇所（き裂総数の11%）

と見逃しが少なく良好であるが、スクリーニング率が高くなった。これは、見逃しを無くするため、縦リブと横リブ溶接部の形状等のノイズ信号を安全側で検出したことが要因として考えられる（写真-1）。写真-2に見落としの一例を示すが、デッキプレートと横リブの溶接部止端等において微小なき裂（L=3mm）を段差形状の信号であると判断したことが要因と考えられる。

表-2 検証結果

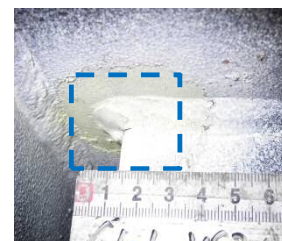
項 目	TypeA (従来型)	TypeB (高感度)	備 考
① 塗膜割れ総数	188箇所		検査対象数
② ET検出総数	58箇所	71箇所	ET判定
③ スクリーニング率	31%	38%	②/①:MT対象箇所の絞込み
④ き裂検出総数	26箇所		MT判定
⑤ ET検出（き裂）	11箇所	23箇所	MT ○ - ET ○
⑥ ET検出（空振り）	47箇所	48箇所	MT × - ET ○
⑦ ET検出見逃し	15箇所	3箇所	MT ○ - ET ×



(a) 塗膜割れ状況

(b) MT 状況

写真-1 ET 検出（空振り）



(a) 塗膜割れ状況

(b) MT 状況

写真-2 ET 検出見逃し

5. まとめ

本検証では、L字型のプロブ形状により、狭隘部の疲労き裂の検出が可能であることが確認されたが、従来感度のプロブの検出能力では、多くの疲労き裂の見逃しが確認された。このようなき裂の見逃しを防ぐため、プロブの高感度化を行うことで、少数の微小なき裂を見逃したが、検出能力が向上することを確認した。

今後は、今回とは異なる橋梁形式で検証を続け、様々な部位でのデータを収集し、実橋での適用性の検討を行う方針である。