

## 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

日本非破壊検査工業会 正会員 ○ Luiza H. Ichinose  
 近畿地方整備局 非会員 水江 正弘  
 関西大学 正会員 坂野 昌弘

## 1. 概要

近年、鋼橋の疲労損傷が多数報告されており、その数は年々増加傾向にある<sup>1)</sup>。発見された疲労き裂の状況に応じて適切な対策を実施するためには、き裂の疑いがある全個所でのき裂調査が必要となる。調査個所数が膨大な場合には全数調査に時間がかかるため、き裂調査に対して効率化が求められている。

本稿では、国土交通省近畿地方整備局に設置された「新都市社会技術融合創造研究会」の新規プロジェクトとして立ち上げられた「鋼橋の疲労亀裂調査の効率化 PJ」の一環として、渦流探傷試験と磁粉探傷試験を実施し、それらの結果を比較して、効率化に関する検討を行った。

## 2. 対象橋梁

フィールドワークの対象橋梁として、1972年に竣工された単純鋼合成鈹桁橋(支間:6@41.2m, 幅員:18.8m)の第6径間を選定した。平成22年度のセンサスで、1日の交通量が約12万台(大型車両混入率=21.2%)であった。対象橋梁では、目視点検の結果、約4000個所の塗膜割れが検出された。本調査では、検出された損傷パターン①および⑩(図1)に着目し、渦流探傷試験を実施した。

## 3. 調査の流れ

調査は、図2の流れに従い、実施した。渦流探傷試験は、定期点検で塗膜割れが検出された個所の中で磁粉探傷試験未実施の個所(211個所)、および塗膜割れが検出されなかった個所(18個所)の合計229個所に対して実施した。渦流探傷試験は、検査個所の塗膜を除去せず、携帯式渦流探傷装置を用いて実施した。渦流探傷試験結果の検証にはその後実施された磁粉探傷試験の結果を用い、両者の比較を行った。

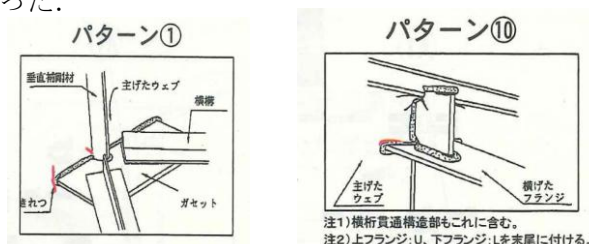


図1 調査対象の損傷パターン

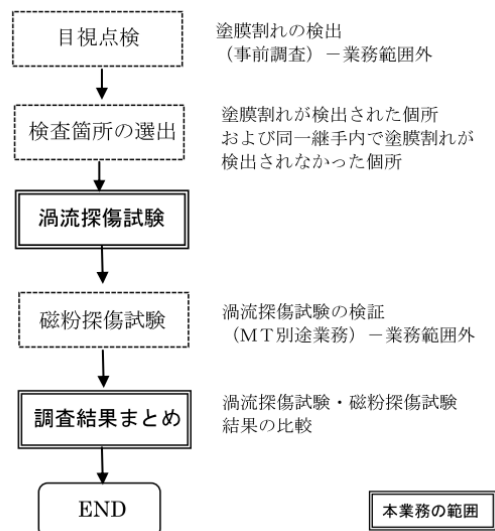


図2 調査の流れ

## 4. 渦流探傷試験および磁粉探傷試験結果

## 4. 1 渦流探傷試験結果

渦流探傷試験は、前述のように磁粉探傷試験未実施の個所(合計229個所)に対して実施した。渦流探傷試験結果の総括を表1に示す。

表1 渦流探傷試験結果

| 損傷パターン |       | 渦流探傷試験(ET) (個所数) |                |            |
|--------|-------|------------------|----------------|------------|
|        |       | き裂の疑いの<br>反応有り   | き裂の疑いの<br>反応無し | 合 計        |
| 上下線合計  | パターン① | 11 (14%)         | 69 (86%)       | 80 (100%)  |
|        | パターン⑩ | 30 (20%)         | 119 (80%)      | 149 (100%) |
| 合 計    |       | 41 (18%)         | 188 (82%)      | 229 (100%) |

キーワード 鋼橋, 非破壊検査, 渦流探傷試験, 磁粉探傷試験, 疲労き裂, 維持管理

連絡先 〒101-0047 東京都千代田区内神田 2-8-1 富高ビル 3F (社) 日本非破壊検査工業会 TEL. 03-5207-5961

4. 2 磁粉探傷試験結果

渦流探傷試験の検証には、別途調査で実施された磁粉探傷試験の結果を用いた。磁粉探傷試験は渦流探傷試験を実施した全箇所に対して実施された。その結果を表2に示す。

表 2ー磁粉探傷試験結果

| 損傷パターン |       | 磁粉探傷試験(MT) (個所数) |           |            |
|--------|-------|------------------|-----------|------------|
|        |       | き裂有り             | き裂無し      | 合 計        |
| 上下線合計  | パターン① | 8 (10%)          | 72 (90%)  | 80 (100%)  |
|        | パターン⑩ | 15 (10%)         | 132 (90%) | 147 (100%) |
| 合 計    |       | 23 (10%)         | 204 (90%) | 227 (100%) |

4. 3 渦流探傷試験および磁粉探傷試験結果の比較

渦流探傷試験と磁粉探傷試験結果の比較を表3に表す。

まず、調査箇所全数の 189 箇所で見ると、MT と ET の評価結果が一致した箇所は、有有 7 箇所と無無 143 箇所の合計 150 箇所での中率は 79.4%，MT で有なのに ET で無とした（見逃し）箇所は 5 箇所なので見逃し率は 2.6%，逆に MT で無なのに ET で有とした（空振り）箇所は 34 箇所で見逃し率は 18.0%となる。

表 3ー渦流探傷試験 x 磁粉探傷試験の比較

|                            |    | ET調査結果        |           |               |           |       |      |
|----------------------------|----|---------------|-----------|---------------|-----------|-------|------|
|                            |    | 有             | (%)       | 無             | (%)       | 合計    | (%)  |
| M<br>T<br>調<br>査<br>結<br>果 | 有  | 7カ所<br>「一致」   | ET有りの 17% | 5カ所<br>「見逃し」  | ET無しの 3%  | 12カ所  | 100% |
|                            |    |               | MT有りの 58% |               | MT有りの 42% |       |      |
|                            |    |               | 全カ所の 4%   |               | 全カ所の 3%   |       |      |
|                            | 無  | 34カ所<br>「空振り」 | ET有りの 83% | 143カ所<br>「一致」 | ET無しの 97% | 177カ所 |      |
|                            |    |               | 全カ所の 18%  |               | 全カ所の 78%  |       |      |
|                            | 合計 | 41カ所          | 100%      | 148カ所         | 100%      | 189カ所 | 100% |

次に、MT で亀裂有と判定された 12 箇所で見ると、ET でも有りと判定された箇所は 7 箇所なのでの中率は 58%，ET で無と判定された箇所は 5 箇所なので見逃し率は 42%となる。

また、ET で亀裂有と判定された 41 箇所について見ると、MT でも有は 7 箇所だからの中率は 17%で、MT で無は 34 箇所なので空振り率は 83%となる。一方、ET で亀裂無と判定された 148 箇所で見ると、MT でも無は 143 箇所だからの中率は 96.6%で、MT で有は 5 箇所だから見逃し率は 3.4%となる。

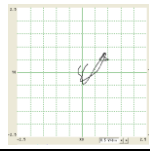
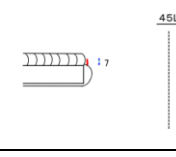
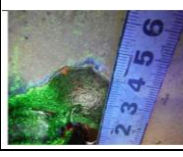
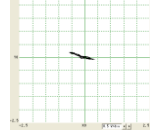
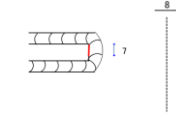
| ET番号 21 Mg0502 ― パターン⑩                                                              |                                                                                      | MT番号 45L ― パターン⑩                                                                      |                                                                                       | 評 価   |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| 塗膜われ ℓ=10.5 ET反応有り ET=10.5 ▲                                                        |                                                                                      | き裂形状                                                                                  |                                                                                       |       |
|   |   |   |   | 「一致」  |
| ET番号 21 Mg0507 ― パターン①                                                              |                                                                                      | MT番号 8 ― パターン①                                                                        |                                                                                       | 評 価   |
| 塗膜われ ℓ=23,17.7 ET反応無し ET=0.0,0 ×                                                    |                                                                                      | き裂形状                                                                                  |                                                                                       |       |
|  |  |  |  | 「見逃し」 |

図 3ー渦流探傷試験 x 磁粉探傷試験「一致」・「見逃し」の一例

図3に的中したき裂と見逃したき裂の例を示す。き裂の大半は回し溶接部に位置し、そのき裂長は「的中」の場合、L=3mm～10mm、「見逃し」の場合が L=5mm～10mm であった。

5. まとめ

ここで、MT の前に ET でスクリーニングを行う場合を想定すると、189 箇所の内 148 箇所(78%)は亀裂無なので、亀裂有と判定した残りの 41 箇所(22%)について MT を行えば良いことになり、MT の実施箇所数を 1/5 に減らすこともできそうであるが、その場合、148 箇所のうちの 5 箇所(3.4%)の亀裂は見逃してしまうことになる。3%という数字は小さいように思えるが、亀裂の数 12 箇所で見ると 4 割（半分近く）を見逃してしまうことになるので、この数字が大きい小さいかは、亀裂の危険度（発生位置や進展性）を考慮して判断すべきと考える。

作業日数を比較する（ET=延べ6日;MT=延べ11日）と、作業効率の観点からは、塗膜を除去せず、塗膜上から実施可能な渦流探傷試験の方が、塗膜の除去・復旧が必要となる磁粉探傷試験に比べて作業工程の短縮化が期待できる。

参考文献

1)国土交通省道路局国道・防災課監修,鋼橋疲労対策技術検討会編：実務者のための鋼橋疲労対策資料，2012.3