

渦流探傷による鋼橋まくらぎ受け部検査機の開発

東海旅客鉄道株式会社	正会員	○前田 昌克
東海旅客鉄道株式会社	フェロー会員	鎧坂 勝則
東京都市大学	正会員	小西 拓洋
東京都市大学	正会員	古東 佑介

1. はじめに

鉄道の鋼橋では、レールを固定しているまくらぎを橋桁に固定するため、図1のとおり、まくらぎ受けという金具が橋りょうの上フランジ部に溶接されている。このまくらぎ受けは、列車荷重を直接受けるため、溶接部に大きな応力が作用し、溶接ビートに疲労き裂が過去に発生している。このまくらぎ受け溶接部の検査は社員が目視点検で確認し、塗膜割れ箇所等のき裂の危険がある箇所ですらに磁粉探傷を行っている。現行、目視による塗膜割れ等の確認で磁粉探傷をする判断基準が明確でなく、少々の塗膜割れでも磁粉探傷が必要の判断としており、結果的に磁粉探傷を多く実施している状態である。磁粉探傷は、塗膜の除去、磁粉の吹付け、磁化検査および原状復旧など多くの作業があるため、まくらぎ受けの溶接部の検査の効率化が求められている。また、き裂を目視確認するにはまくらぎ受けに顔を接触するほど近づける必要があり足腰等への負担が大きい作業となっている。

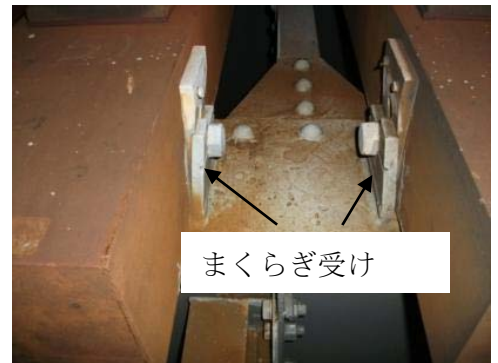


図1 まくらぎ受け

そのため、まくらぎ受け溶接部の検査の効率化を目的に鋼橋のまくらぎ受け部専用とした検査機（以下鋼橋まくらぎ受け部検査機と称す）の開発を進めた。以下では、鋼橋まくらぎ受け部検査機の開発経緯について述べる。

2. 渦流探傷による検査の検討

検査の改善方法として、最初の目視検査に代わり、まくらぎ受けの溶接部を簡易な非破壊検査等で検査し、健全箇所を除外した後に、残りを磁粉探傷による検査を行う方向で検討した。そこで製品の非破壊検査で使用されている渦流探傷を使用した検査の活用を検討を行った。渦流探傷は交流を流したコイルを配置したプローブを試験体に近づけ摺動することで磁界の作用によって発生する渦電流がき裂の影響による変化を検出し探傷を行うものであり、塗膜上から探傷が可能である。しかし、今まで下記の項目が課題となりき裂の検出率は低く、実用されていなかった。

- (ア) プローブは溶接部に接触させると破損につながるため、正確に計測するために溶接部に非接触で接近させる角度や間隔を一定にする必要がある。
- (イ) 人がプローブを各まくらぎ受け部に持っていくたびに腰を屈める体勢となり作業がきつい。
- (ウ) 渦流探傷では、探傷部でき裂があることがわかるが、き裂の発生位置、長さが特定できない。

今回の探傷対象であるまくらぎ受けの溶接部は、150mmほどの単純な直線形状であり、(ア)(イ)の装置化は可能であると想定した。(ウ)は探傷結果を改善する方法を検討した。

キーワード 鋼橋、まくらぎ受け、溶接、渦流探傷

連絡先 〒485-0801 愛知県小牧市大山 1545-33 総合技術本部技術開発部 TEL (0568) 47-5385

3. 鋼橋まくらぎ受け部検査機の試作

(1) まくらぎ受け部専用治具の試作

前章（ア）の課題に対して、プローブが溶接部に対して同じ間隔を保持して摺動させるために、図2のまくらぎ受け部専用治具を試作した。図2に示したレバーを前後させることで渦流探傷できる構造となっている。試作前の検討でまず、プローブを同じ間隔を保持して摺動をさせるため、治具をまくらぎ受け部に密着させる装置の形状にした。また、まくらぎ受けの溶接部は、まくらぎ間隔が約240mmであるため、プローブを2個配置して左右の溶接部を探傷できるようにした。また、まくらぎ受けの溶接部に装置を配置するためにはまくらぎを固定している横縫いボルトを避ける構造とした。この治具で人工き裂を付けたまくらぎ受け部で探傷した結果、渦流探傷でもき裂発見の再現性も高く、き裂を確実に検出できることを確認した（図3）。

(2) まくらぎ受け部挿入用専用アームの試作

前章（イ）の課題に対して、前項で試作したまくらぎ受け部専用治具を容易にまくらぎ受け部に挿入できる装置として、図4に示す専用アームを試作した。試作の前提条件として、①人が持ち運べるものにする②軌道に設置した台車に容易に設置可能とすること③まくらぎ受け部付近の横縫いボルトを容易に避けて設置できるように先端部は常に水平になるよう平行リンクの構造にするとした。実際に橋まくらぎを模擬した軌道で使用具合を確認してアームを試作した。

(3) 探傷結果の表示方法の改善

前章（ウ）の課題の渦流探傷によるき裂の有無および位置も把握できる画面表示の検討では、既発表¹⁾されている技術をもとにソフトを作成した。き裂位置を特定するため、図2の治具に距離エンコーダを設置して位置を特定した。図5に改良した探傷例を示す。図5でX軸はプローブの走査方向、Y軸は電圧絶対値(v)を示す。き裂の発生、終了位置で渦流探傷による電圧が大きく変化しており、き裂の位置、長さも特定できるものとなっている。

以上の内容をふまえた鋼橋まくらぎ受け部検査機を製作した。

4. おわりに

この試作したまくらぎ受け部検査機を用いて、新幹線の実橋りょうで試験検査を今まで2回実施しており、現行の点検よりも効率的かつ安全に作業できることが確認できている。今後は橋りょうの検査実例を増加させて使用具合を確認してよりよいものにしていきたい

1) 古東佑介他：渦流探傷試験結果のCスコープ画像化による疲労き裂の検出性能向上への試み、鋼構造論文集 pp21-30, 2016. 12

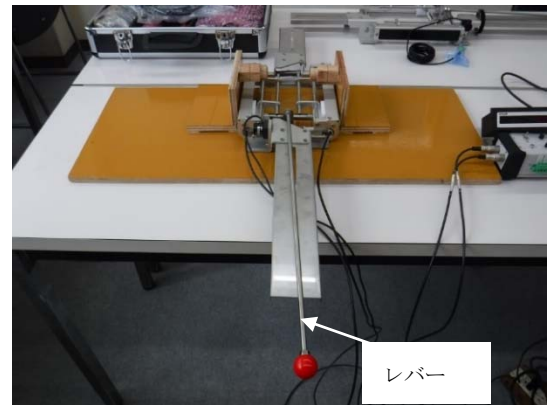


図2 まくらぎ受け部専用治具

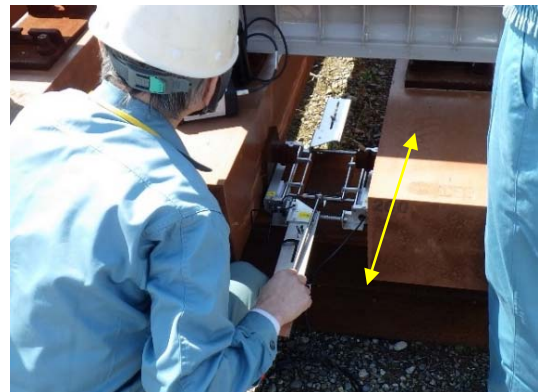


図3 探傷試験



図4 まくらぎ受け部挿入用専用アーム

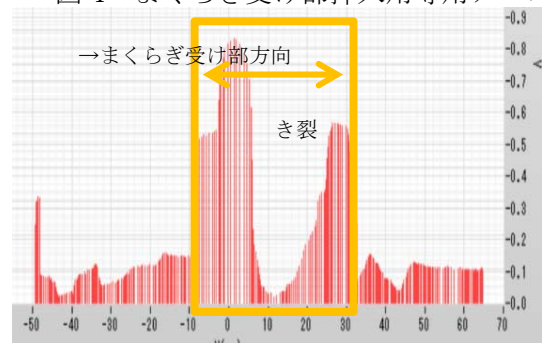


図5 改良された表示方法