

中間補剛材上端溶接部の破断時における上部接合型 3 面当板の疲労対策効果

JR 西日本 (正) ○和田 直樹 (正) 池頭 賢
(株) レールテック (正) 松本 健太郎 (正) 七村 和明

1. 緒言

鋼鉄道橋の下路トラスの縦桁や上路プレートガーダの主桁にある中間補剛材上端溶接部に写真-1 に示すような疲労き裂が発生する事例がある。補剛材上端溶接部のき裂が進行し補剛材が破断すると、スカラップ部周辺に応力集中し腹板にき裂が発生し、桁の耐荷性に影響を及ぼす恐れがある。既往の研究¹⁾において、著者らは写真-2 に示すような上部接合型 3 面当板による対策工法を提案し、実橋において、中間補剛材上端に発生する疲労き裂の予防対策効果が十分にあると報告した。しかしながら、応力集中がスカラップに移行し、補剛材上端が破断した場合については未だ疲労対策効果を把握できていない。そこで本研究では、補剛材上端が破断した箇所に対して上部接合型 3 面当板を施工し、実働応力測定を行い、疲労対策効果を確認した。



写真-1 溶接部のき裂発生状況



写真-2 提案された3面当板工法

2. 施工概要

施工対象橋りょうの外観および諸元を写真-3 および表-1 に示す。著者らは桁内外の補剛材上端溶接部全 72 箇所について、磁粉探傷試験によりき裂の有無および長さを調査しており、図-1 に示すとおり、き裂は桁内側の補剛材のみに発生していたことが確認されている。(図中の赤丸：き裂発生箇所) この調査結果から、補剛材の中から最もき裂長さの大きい箇所(左主桁 No.16, き裂長さ: 54mm)を選定し、疲労対策効果を確認するために溶接部を切断した。切断方法については、電動レシプロソー(刃厚: 0.9mm)を用い、補剛材のコバ面のき裂開始点からスカラップ側に向かって施工した。施工後の状況を写真-4 に示す。開口幅は最大で 1.6(mm)程度である。



写真-3 対象橋りょう

表-1 対象橋りょう諸元

支間	12.9m
主桁中心間隔	1.7m
構造形式	溶接構造 上路プレートガーダ 橋まくらぎ形式
製作年	1976 年

測定は桁内側の左主桁 No.16 において、①当板を設置していない状態、②補剛材上端溶接部を破断させた状態、③補剛材上端溶接部を破断させ当板を設置した状態の3ケースについて比較を行った。測定ケースを表-2 に示す。測定箇所は、図-2 に示す3箇所である。桁内側についてはスカラップ部の溶接止端部から 5(mm)離れた腹板に、

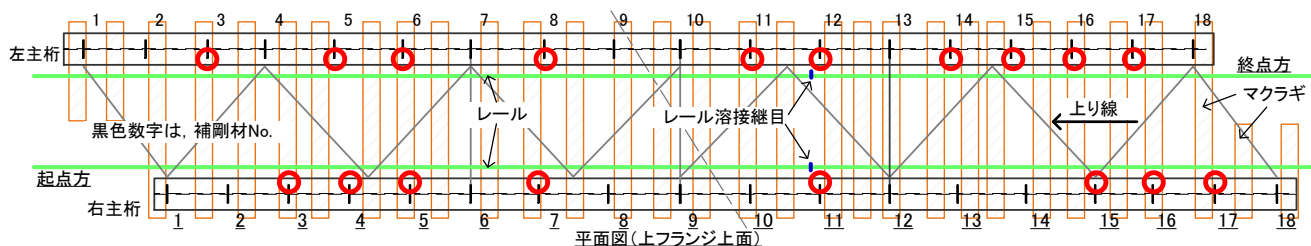


図-1 き裂発生箇所

キーワード 疲労き裂, 中間補剛材, 溶接部破断, 上部接合型 3 面当板

連絡先 〒683-0036 鳥取県米子市弥生町 2 番地 JR 西日本 米子支社 米子土木技術センター TEL0859-32-0214

桁外側についてはスカラップ部の溶接止端部から 5(mm)離れた腹板および補剛材上端溶接止端部から 10(mm)離れたコバ面に 1 軸ひずみゲージを鉛直方向に貼付した。測定は各ケース 1 回ずつ行い、測定に用いた列車は、乗車率の変動が小さい特急列車の 381 系を選定した。

3. 施工結果

図-3 に各ケースにおける測定箇所の発生応力比較図を示す。

まず、破断後に応力集中と思われる桁内側のスカラップ部の腹板側に着目した。溶接部を切断する前では発生応力は約 7(MPa)であったが、切断後の発生応力は約 55(MPa)と大きく増加していることが確認された。これは溶接部を破断させたことで、図-4 に示すように上フランジの首振りが増長され、首溶接部のスカラップ部の局所的な応力が高まった結果と考えられる。しかしながら、当板を設置することで発生応力は約 21(MPa)となり、腹板側では約 62%発生応力を低減することができた。

また、表-3 に腹板表裏で測定した結果から面外曲げ応力に着目した結果を示す。溶接部を切断することで上フランジの首振りが助長され、腹板に面外曲げ変形が生じていることが確認できる。しかしながら、当板を設置することで、面外応力を約 67%低減でき、変形を抑えることができた。すなわち、上路プレートガーダでは桁内側の補剛材上端溶接部が破断した場合でも、3 面当板を設置することで疲労上の問題が解消されることが示された。

次に、桁内側の溶接部が破断することで上フランジの首振りが助長され、桁外側の補剛材上端溶接部に応力集中することが考えられる。そこで桁外側の補剛材コバ面での発生応力に着目した。内側の補剛材上端を破断させる前は、応力範囲が約 21(MPa)であったが、破断後では約 37(MPa)となった。これは内側補剛材上端を破断させたことで、上フランジの首振りが助長され、桁外側の補剛材上端に引張力が大きくなったと考えられる。また、当板を設置することで応力範囲は約 23(MPa)となり、補剛材上端溶接部破断前の応力値まで低減できることが認められた。

4. 結言

本研究においては、補剛材上端溶接部のき裂が進展し、溶接部が破断した場合における上部接合型 3 面当板による対策効果を検証した。本研究から得られた成果を以下にまとめる。

- 1) 桁内側の補剛材上端溶接部を破断した場合、スカラップ部に局所的な応力集中が認められたが、上部接合型 3 面当板を設置することで、発生応力は問題がないレベルまで大幅に低減され、優れた疲労対策効果を有していることが示された。
- 2) 桁内側の補剛材上端溶接部を破断した場合でも、桁外側の補剛材上端溶接部の応力範囲は小さく、疲労き裂が発生する可能性は低いことが確認された。

参考文献

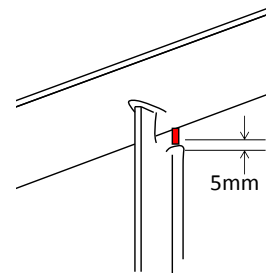
- 1) 池頭賢，丹羽雄一郎，松本健太郎：鋼鉄道橋における垂直補剛材上端の疲労損傷対策，鋼構造年次論文報告集 Vol.23,2015.11



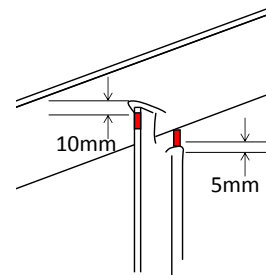
写真-4 施工後の状況

表-2 測定ケース

測定ケース	当板の有無	破断の有無
ケース 1	無	無
ケース 2	無	有
ケース 3	有	有



(a) 桁内側のひずみゲージ添付位置



(b) 桁外側のひずみゲージ添付位置

図-2 ひずみゲージ添付箇所

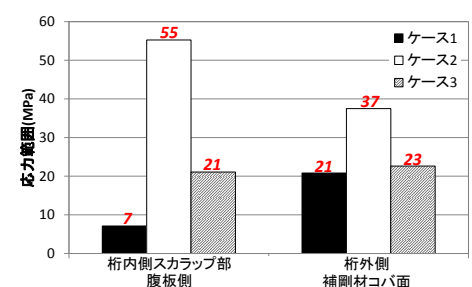


図-3 発生応力比較図

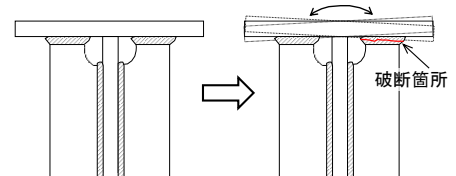


図-4 溶接部破断後のメカニズム

表-3 面外応力比較

	ケース 1	ケース 2	ケース 3
応力 (MPa)	1	22	7