鋼鉄道橋支承部における 3 面当板工法の施工報告

ＪＲ西日本　正会員　○矢野恵美子　ＪＲ西日本　正会員　木村　元哉
ＪＲ西日本　正会員　西田　寿生　ＪＲ西日本　正会員　丹羽雄一郎

１．背景

我が国の鋼鉄道橋では、通過トン数が多い主要幹線の古いリベット桁において支承部下フランジにき裂が多発している。補修工事で撤去した部材調査の結果、**図-1** のように列車の繰り返し荷重により下フランジとソールプレートが損耗し、下フランジに高い曲げ応力度が生じ、き裂に至っている可能性が高いことがわかった[1)]。対策方法としては、下フランジやソールプレートの部分取替が実施されている[2)]が、多大な労力と費用を要している。

著者らは、当該箇所におけるき裂対策を効率的に行うことを目的として、3 面当板工法(仮称)に関する検討を行っている。3 面当板工法とは、**図-2** に示すようにフランジ形状に合わせて加工した厚板を締結することにより、下フランジに作用する曲げを抑制し、き裂の進展を防ぐことを目的とした比較的簡易な補修方法である。前回は 3 面当板工法の内、下フランジアングル水平脚と当板とを溶接で接合した工法について紹介した[3)]。このとき、溶接部の応力集中が課題となったため、今回は溶接箇所をボルト締結に改良し、施工を行った。本稿では、改良点と実施工結果について報告する。

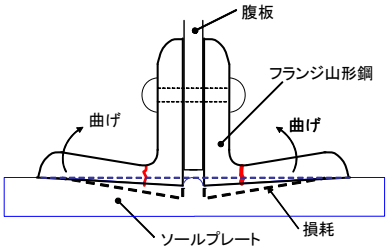

図-１　下フランジき裂発生メカニズム[1)]

図-2　前回の 3 面当板工法例

２．今回の 3 面当板工法の概要

前回の 3 面当板工法における課題[3)]を基に、**図-3** に示す今回の 3 面当板工法の実施工を行った。以下にその概要を示す。

(1) 前回の 3 面当板工法の課題と改良案：前回の 3 面当板工法による補修箇所において実橋応力測定を実施した結果から、抽出した課題とその改良案を以下に示す。

①前回の補修では、当板を下フランジに溶接で取り付けており、溶接位置はソールプレート端部付近にある。溶接位置近傍で断面が急変しており、そのため高い応力度が発生し、溶接部のビート切れを生じていた。そこで、改良案として下フランジと当板をボルト締結とした。**図-4** に示すように、ソールプレート取付リベットの内側部分はリベット頭部を平滑に仕上げ、外側部分については高力ボルトでは締結が困難であるため、タップ加工を施して普通ボルトで締結した。さらに、支承近傍での板厚変化の影響を軽減するため、下フランジ部の当板をソールプレートから少し離した。

②前回の調査結果より、当板の板厚の違いにより応力度低減効果に差が生じていた[3)]。今回の施工では、最も効果が高かった 40mm とした。

表-1　対象橋梁諸元

形式	単線式上路プレートガーダ
連数	上下　各16連
支間長	19.1m
しゅん功年	昭和3年
標準図面番号	達94

図-3　今回の 3 面当板工法

(2) 施工箇所：対象橋梁諸元を**表-1** に示す。対象支承部では、き裂が 3 箇所で発生しており、き裂の長さは最大で 90 ㎜である。また、ソールプレート取付リベットは 8 本中 5 本が弛緩し、支承部のバタツキも生じている。なお、事前応力測定により、き裂先端部から約 10mm 離れた箇所で約 200MPa の応力度が発生していることを確認した。

(3) 施工時の特徴：施工については、下フランジと当板の密着性を確保することを特に留意した。**図-5** に示すように、下フ

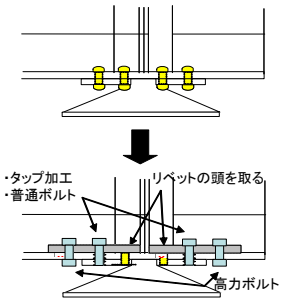

図-4　下フランジと当板の締結

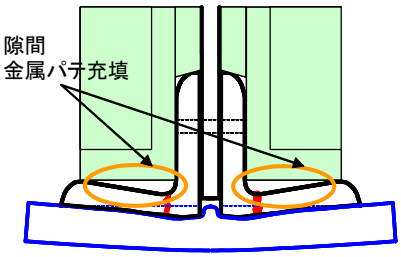

図-5　下フランジと当板の模式図

キーワード　鋼鉄道橋　き裂　損耗　3 面当板工法　維持管理
連絡先　〒601-8411　京都市南区西九条北ノ内町 5 番地 5　ＪＲ西日本　京都土木技術センター　TEL075-682-8116

ランジ山型鋼の損耗により当板との間に隙が生じてしまう可能性がある。そこで、前回リベット撤去後は、下フランジ上面ができるだけ平滑となるようサンダーで仕上げをし、金属パテを充填することで、下フランジ山型鋼と当板の密着性の確保に努めた。なお、ボルト締結は下フランジ、腹板、端補剛材の順序で行った。

３．対策効果の検証

今回の 3 面当板工法の対策効果について、対象箇所における施工前後の応力測定により検証した。**表-2** 及び**図-6** に示すように 10 箇所で測定した。なお、⑦～⑩に関しては、青色が事前測定箇所、赤色が事後測定箇所を示す。

図-7 に応力測定結果を示す。測点番号①～④の下フランジ下面の発生最大応力範囲について、事前・事後を比較すると、当板により下フランジの発生応力範囲が低減したことが確認できる。また、測点番号⑤⑥の下フランジ下面における当板との境界部については、事前測定では 35MPa で引張方向に生じていたものが、30MPa で圧縮方向に変化している。測点番号⑦～⑩の端補剛材下端については、当板設置後に顕著な値を示した。これより、当板設置により列車荷重が端補剛材を通じてシューに伝播していることが確認できた。なお、各測点で値にばらつきが見られるが、これは、4 つの当板の密着度合いの違いによるものと推察される。

以上より、今回の当板工法を施工することで、発生応力度の低減につながることを確認した。本工法では、ソールプレートの損耗等、変状原因そのものの解消はできていないものの、き裂の進展に対し、ある程度の抑止効果があるものと推定される。

４．今回の 3 面当板工法の課題

実施工の際に抽出された課題を以下に示す。

①今回の 3 面当板工法は現地寸法に合わせた単品製作となる。そのため、製作に手間が掛かり、加えて工期やコストの面で影響が出る。

②実橋では、腹板、下フランジ、端補剛材のなす角度が厳密には直角でないため、現場での設置が困難である。ボルト孔が合わない場合は、現場でさらなる加工が必要となる。また、当板と母材の密着性確保が懸念される。

③タップ加工は M27 としており、施工に高い技術を要する。また、リベット孔に傾斜やずれがある場合は、加工がさらに困難となる。

５．まとめ

前回工法の課題を基に改良を施した 3 面当板工法を施工し、その効果を検証した。その結果、前回工法の課題は解消され、支承部下フランジにおける応力低減効果が高いことを確認した。今後は、本施工により新たに抽出された課題を基に、種々の桁に対応し、かつ施工性の高い構造となるよう考えていく。また、下フランジと当板の密着性確保に対しても引続き検討していく予定である。

なお、本工法では下フランジとソールプレート、ソールプレートとシューの隙間、といったき裂発生原因そのものの解消はされていない。現時点では、対策効果の継続性についても不明であるため、暫定対策と考えている。それを念頭に置きつつ、恒久対策（部材取替等）と暫定対策（今回の 3 面当板工法等）をうまく使い分けることにより、効率的で効果的な構造物の維持管理を行っていきたい。

表-2　応力測定箇所

番号	計測項目/目的
①～④	下フランジ下面（橋軸直角方向）
	下フランジ山型鋼の曲げ応力が低減されているか
⑤，⑥	下フランジ下面（橋軸方向）
	対策後の断面急変部で応力が増大していないか
⑦～⑩	施工前：補剛材下端（鉛直方向）
	施工後：補剛材部当板下端（鉛直方向）
	補剛材が荷重を伝達しているか

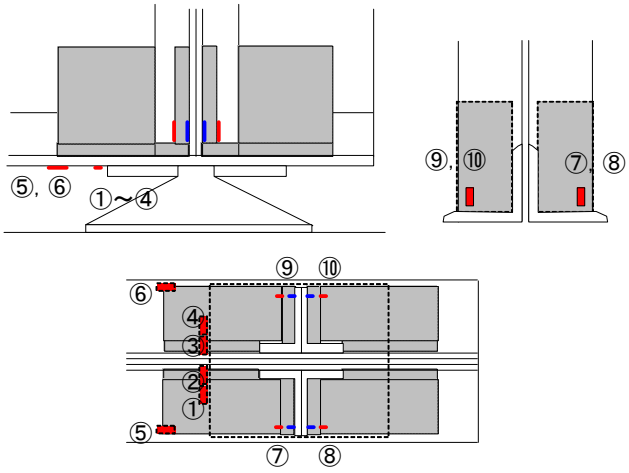

図-6　応力測定位置図

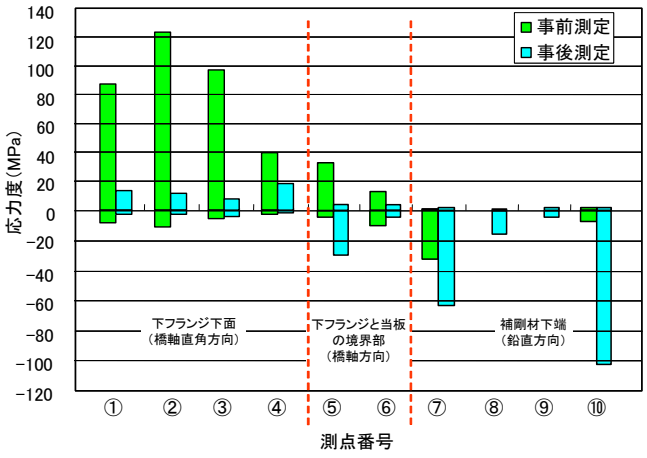

図-7　各測点における最大応力範囲

参考文献

1)鎌田他：鋼鉄道橋支承部下フランジのき裂発生機構，土木学会第 63 回年次学術講演会，I-068，2008.

2)(財)鉄道総合技術研究所：鋼構造物補修・補強・改造の手引き，1992.

3)矢野他：鋼鉄道橋支承部下フランジのき裂対策について，土木学会第 64 回年次学術講演会，I-172，2009.