

溶接補強桁における効果的な耐荷力向上工法

東海旅客鉄道株式会社 東海鉄道事業本部 工務部 工事課 ○会員 ○松浦 真也
 東海旅客鉄道株式会社 名古屋土木技術センター 野中 大輔
 東海旅客鉄道株式会社 名古屋保線区 上西 寿康
 東海旅客鉄道株式会社 名古屋保線区 松原 史憲

1. はじめに

大川橋りょうは武豊線の東浦・亀崎間に位置する上路プレートガーダーである(写真-1)。当該橋りょう下フランジは腐食により、引張側の桁耐荷力が低下したため補強工事を施工した。通常、断面2次モーメントで有利な下フランジへ補強が一般的であるが、当該橋りょうは溶接補強桁であり下フランジの補強は困難である。本稿では腹板下端へ連続して補強山形鋼を設置する「ダブルフランジ工法」を施工し、有効性を検証したので報告する。



写真-1 大川橋りょう全景

2. 橋りょう概要

大川橋りょうは支間12.8mの上路鉄桁として明治24年に竣工し、経年は126年である。桁形式は作連式であり、材料に錬鉄を使用していることから、鋼材と比較すると強度が低く、溶接に不向きな特徴を持つ。

また昭和11年に列車荷重の増大、鋼材の節約等の時代背景を受け、溶接補強が施工された。上下フランジに溝形断面の部材を溶接し、2次部材として中間補剛材・ラテラル等各部材を断続溶接にて接合している。(図-1)

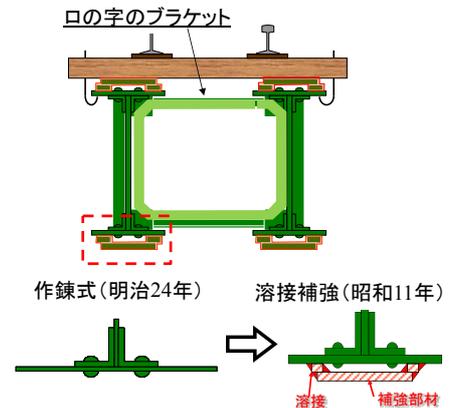


図-1 溝形補強断面図

3. 施工前の桁耐荷力

桁耐荷力は線区最大入線列車及び設計荷重により評価した。線区最大入線列車DE10の現有応力比率(SR)は引張側108.7%、圧縮側153.0%であり、引張側桁耐荷力が120%を下回り、腐食が進展すると列車入線に支障する恐れがある。(表-1)

	DE10重連(線区最大入線列車)		【参考】KS-12(設計荷重)	
	引張部材	圧縮部材	引張部材	圧縮部材
現況断面(現有応力比率)	108.7%	153.0%	97.5%	137.4%

表-1 大川橋りょう現有応力比率

4. 対策工法の実施(補強部材の追加)

引張側の桁耐荷力を向上するためには一般的に「桁取替」「下フランジ取替」が考えられるが、施工環境上莫大な費用がかかる。また溝形補強が施工され、上下フランジが中空断面構造であることから、上下フランジへの補強も困難である。

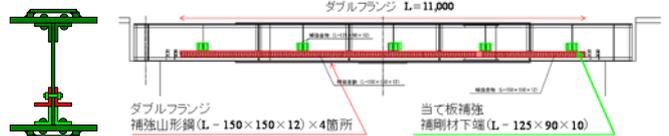


図-2 ダブルフランジ設置位置

そこで腹板に補強山形鋼を追加し、フランジとしての機能を持たせることで引張側耐荷力を向上させる「ダブルフランジ工法」を採用した。補強山形鋼はせん断力の影響を受けやすい支点を避け、左右腹板の内外両側の可能な限り低い位置に設置した。設計上、現有応力比率は108.7%から142%へ改善された。(図-2、表-2)

	DE10重連(線区最大入線列車)		【参考】KS-12(設計荷重)	
	引張部材	圧縮部材	引張部材	圧縮部材
現況断面(現有応力比率)	108.7%	153.0%	97.5%	137.4%
補強後断面(発生応力)	68.1	71.5	75.3	74.7
補強断面(現有応力比率)	142%	155.5%	139.7%	135%

120%以上へ改善

表-2 ダブルフランジ化施工後 現有応力比率

キーワード 溶接補強桁、耐荷力、実橋測定、ダブルフランジ

連絡先: 〒453-8520 愛知県名古屋市中村区名駅一丁目3番4号

TEL: 052-564-2603

5. 有効性の検証

ダブルフランジ工法の有効性を確認するため、実橋測定を行った。図3に測定項目を示す。耐荷力の評価として上下フランジ支間中央の橋軸方向、耐疲労性の評価として下フランジカバープレート端部から50mm離れた橋軸方向、応力伝達状況確認として補強山形鋼支間中央の応力伝達状態を測定した。

(1) 耐荷力の確認(公称応力)

旅客列車及び貨物列車の上下フランジの公称応力を計測した。下フランジ公称応力は施工前に24.7MPaであったが、施工後は22.7MPaとなり8%低減した。

(図-4)上フランジ公称応力は21.9MPaであったが施工後は22.1MPaとなり1%増加した。(図-5)上フランジ側の増加は補強により中立軸が移動したことによるものと想定される。

(2) 耐疲労性の確認(局部応力)

耐疲労性について、下フランジカバープレート端部を測定した。施工前は27.9MPaから、施工後は21.3MPaとなり24%応力が低減した。これは、下フランジ側を山形鋼により連続して補強したことにより、剛性が高まったと考えられる。これにより、応力低下分き裂発生寿命を延ばすことができる。またカバープレート端部の累積疲労損傷度は 0.61×10^{-6} と低く、耐疲労性に問題ないことを確認した。(図-6)

(3) 応力伝達状況の確認

補強した山形鋼左右内外側の応力伝達状況を確認した。全ての部材について10MPa程度の応力値を示し、左右の応力値も同程度でバランスに問題はなく、設置した山形鋼は確実に応力を伝達していた。耐荷力、耐疲労性、応力伝達確認を検証した結果、耐荷力向上にダブルフランジ工法は有効である。

6. 施工・維持管理の留意点

本工法の施工上の留意点として、腹板を連続して削孔することによるき裂発生の可能性と山形鋼設置箇所への入念なケレンが必要となるため、丁寧な施工が必要である。また維持管理として既設下フランジと補強山形鋼間は狭隙であり、雨水が当たらず、粉塵が堆積し腐食しやすい環境となる。定期的な清掃とペイント塗替時の入念なケレンが求められる。そして発生応力及び疲労損傷度は低く問題はないが、圧縮側の発生応力増加することから、定期検査時に着眼点として確実な保守管理を行うこととした。

7. まとめ

耐荷力が不足した補強困難な溶接補強桁に対し「ダブルフランジ工法」を施工し、実橋測定により効果を確認した。本工法は簡易に桁耐荷力を向上することができるため、耐荷力向上に有効的である。また本対策は耐荷力の不足した補強困難な桁に対し施工でき、対策工の一案として検討を進めていきたいと考える。

最後に、対策工の検討や施工にあたりご尽力頂いた関係者の方々に対し、この場を借りて深く感謝の意を表します。

[参考文献]1) 日本鋼構造協会 鋼構造物の疲労設計指針・同解説 2007

- 2) 鉄道構造物等設計標準・同解説 ～鋼とコンクリートの複合構造物～
- 3) 鋼構造物補修・補強・改造の手引き (鉄道総合技術研究所)

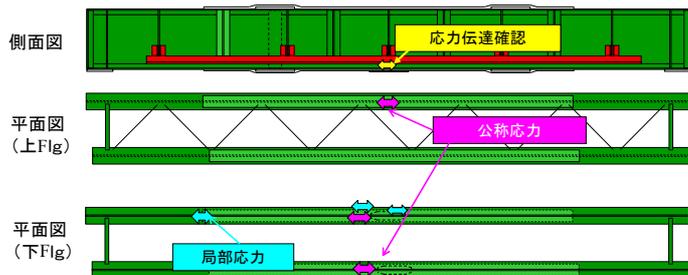


図-3 ひずみゲージ設置位置

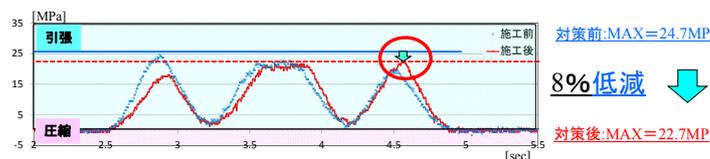


図-4 応力測定結果(左下フランジ)

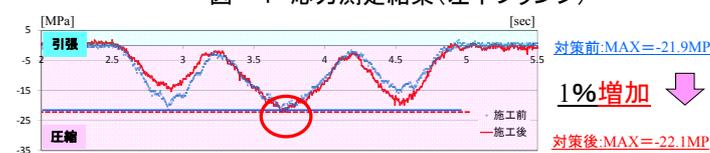


図-5 応力測定結果(左上フランジ)

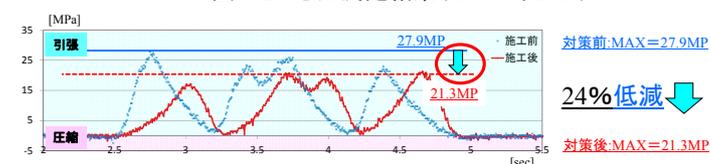


図-6 応力測定結果(カバープレート端部)