下路トラス橋縦桁に発生したき裂の対策方法について

西日本旅客鉄道㈱　　正会員○小林　祐輝
西日本旅客鉄道㈱　　吉田　剛

１．はじめに

鋼鉄道橋の開床式下路トラス橋については、横桁連結部付近の縦桁が弱点箇所となり、き裂が発生しやすいことが報告されている[1)]。当社管内の橋梁においてもき裂が発生し、維持管理に努めてきた。本稿では、ある橋梁に発生したトラス橋縦桁き裂の対策方法とそれらの効果について報告する。

２．本橋りょうの概要

当該橋りょうは1963年架設の主構がリベット添設、床組が溶接構造で支間長62.4m/連の単線下路トラスである。

き裂は上フランジ端部の切欠部より発生し、溶接ビートを橋軸方向に進行した後、縦桁･横桁添接山型鋼を過ぎてからは腹板母材に下向き約45度の角度に進行するき裂で、横桁を境とする列車進入側に大きな割合で発生する。

このき裂進行抑制を目的に応急のストップホールを削孔（写真-1）した後、き裂溶接と当板を設置した。（写真-2）しかし、当板上端に沿う上フランジと腹板の溶接ビートにき裂が再発した。

この後の実働応力測定、部材の挙動測定で、き裂の発生・再発原因はウェブ上端を支点とする上フランジの首曲げである可能性が高い。

写真-1　ストップホール

写真-2　当板工法

３．各種対策工法について

①縦桁・横桁連結工

これらの現状をふまえて、「鋼構造物補修・補強・改造の手引き」[2)]を参考に縦桁の上下フランジと横桁との連結工法（写真-3）を実施した。

本工法は上下フランジと縦桁とを一体化し、縦桁への応力を横桁に分散することで縦桁の横揺れを防止する工法で縦桁ウェブ下部の端部から上向きに進展するき裂が発生した場合の補修補強工法である。今回は縦桁ウェブ下部の応力低減と上フランジ首曲げに対する抵抗力の増加を目的として採用した。

表-1　　縦桁・横桁連結工の対策効果の確認

	施工前					施工後				
	最大	最小	範囲	継ぎ手等級	予測(年)	最大	最小	範囲	継ぎ手等級	予測(年)
縦桁首部（左外側）	2.8	-18.4	21.2	E(80)	＞200	2.1	-8.0	10.1	E(80)	＞200
縦桁首部（左内側）	33.1	-23.2	56.4	E(80)	12	3.7	-4.9	8.6	E(80)	＞200
下端切欠部（左）	12.3	-48.0	60.4	F(65)	17	2.9	-10.6	13.6	F(65)	＞200
下端切欠部（右）	5.4	-44.5	49.9	F(65)	26	3.1	-16.0	19.1	F(65)	＞200

キーワード：縦桁き裂　　補修・補強工法　　実働応力の低減
連絡先　　：ＪＲ西日本　金沢土木技術センター　〒920－0036　金沢市　元菊　68-2

対策前後で応力測定を行った結果を表－１に示す。なお、疲労評価についてはレインフロー法を用いた。なお、測定列車は 683 系を用いた。その結果、本工法は縦桁ウェブ首部では施工前に比べ約９０％、縦桁ウェブ下部においては約６０％の応力低減効果が得られた。

しかし、本工法は上フランジと連結部材との添接を高力ボルトで行なうため、橋マクラギの仮撤去、加工復旧等の付帯作業が必要となる。そのため、施工時間の制約、施工性の低下が生じた。

写真-３ 縦桁･横桁連結対策工

②山型鋼密着支え工法

①の欠点を補完するため、要求効果に対する施工性向上を目的とした工法を実施した。

下フランジ側については従来の連結工と同様の補強対策とし、上フランジ側においては山型鋼をリブで補強した上フランジ支材を上フランジ下面に密着、接着させる補強工法を実施した（写真－４）。この工法は付帯作業を不要とし、作業性が向上した。

また、実働応力についてもウェブ上端首部について５０％程度の作用応力低減（表－２）を確認した。

今後、施工後の追跡調査により、上フランジ支材の形状変更と共にリブの形状変更と数量増設を実施し、き裂の予防対策、また、発生き裂の補修工法とも併用できることから補修対策として展開していく。

写真-4 山型鋼密着支え工法

表-2 密着当板工法の対策効果の確認

	施工前					施工後				
	最大	最小	範囲	継ぎ手等級	予測(年)	最大	最小	範囲	継ぎ手等級	予測(年)
縦桁首部（左外側）	36.1	-32.5	68.6	E(80)	7	24.3	-11.9	36.2	E(80)	92
縦桁首部（左内側）	5.3	-47.0	52.3	E(80)	18	0.8	-37.8	38.6	E(80)	100

４．まとめ

単線下路トラス橋りょうの縦桁について、き裂発生状況確認、実働応力測定等により、その特性や弱点箇所を分析し、効率的な補修・補強対策工法を試行した。

この結果、上フランジ端部切欠部の溶接ビートから腹板母材に進行するき裂においては上フランジの首曲げが原因であり、これを抑制できる「山型鋼密着支え工法」を試行し、その効果とコスト低減を確認した。また、腹板下フランジ側の実働応力低減に対し、「縦桁・横桁連結工法」の効果を確認した。

今後、これら対策工法を補修・補強対策工法として展開していくとともに、施工後の追跡調査を実施し、より、効果的な工法として確立していく。

最後に、本工法に際して御指導戴いた、(財)鉄道総合研究所　鋼･複合研究室の皆様に御礼申し上げる。

参考文献：１）大井ら、鉄道橋トラス橋の縦桁における疲労損傷の検討、第 7 回鋼構造物の補修・補強技術報告会論文集、平成 12 年 6 月
２）鋼構造物補修・補強・改造の手引き,鉄道総合技術研究所