

半円切欠き工法を用いた鋼鉄道橋の端補剛材の補修

J R 西日本 ○(正)喜多 輝 (正)中山太士

(公財) 鉄道総合技術研究所 (正)小林裕介 (正)萬代能久

1. はじめに

疲労き裂対策として、道路橋鋼床版の垂直補剛材上端溶接部に半円切欠きを施工し、応力低減させる工法(以下;半円切欠き工法と称する。)が報告されている¹⁾。これまで、本工法は、鋼鉄道橋での適用事例はなく、端補剛材下端部に対する施工事例はない。今回、鋼鉄道橋の端補剛材下端部において、半円切欠き工法を適用し、その効果を検証したので報告する。

2. 橋梁概要とき裂の概要と対策の検討

2. 1 橋梁の概要とき裂の概要

対策を実施した橋梁は、複線軌道と車道 6 車線を供用する 3 径間連続ダブルデッキートラス 6 連からなる総延長 2700m の橋梁である。本橋梁の特徴として、列車の安全性を考慮し、桁端部における角折れ量の分散や桁の伸縮に対応するため、緩衝桁が設置されている。この緩衝桁を構成する可動桁・調整桁の端補剛材下端において疲労き裂が発見されたため、本橋梁の同種箇所における疲労き裂対策が必要となった(図.1)。

2. 2 変状原因

き裂が発生した支承部は、線支承であるが、支承の据付状態が悪く、図.2 に示すように、端部のみが接触し、その他の部分では上査と下査に隙間が生じていた。実働応力測定の結果、端補剛材下端部には 109MPa の圧縮応力が発生していたことから、端補剛材下端部から疲労き裂が発生したと推定された。

2. 3 対策の検討

本橋梁の疲労き裂対策として、変状原因である支承部の据え直し等の抜本的な対策が望ましいが、本橋梁は海洋上に架かる長大橋であり、施工方法・施工時間に制約があるため、補修方法には高い施工性が求められる。このような観点から、鉄道橋では適用事例がないが、施工性に優れる半円切欠き工法を適用することとした。

3. 対策の実施と検証

3. 1 半円切欠き工法の概要

半円切欠き工法は、図.3 に示す部材を半円状に切欠くことにより、断面を小さくし「柔」にして、応力集中箇所の応力低減を図る補修方法であり、補修方法として多く用いられる当板を高力ボルトで設置するような、部材断面を大きく「剛」にする補修方法とは異なる方法である。

3. 2 対策の実施

疲労き裂の発生が懸念される端補剛材下端部に半円切欠き工法を施工した。切欠いた半円は直径 80 mm、位置は端補剛材の溶接部から 20mm は離れた位置とした。これは、FEM 解析により検討した結果から決定した。図.4 に FEM 解析結果を示す。図からわかるように、半円切欠き工法を用いることにより、着目部位(端補剛材下端部)の応力が -72MPa から -25MPa に低減できている。

キーワード 疲労き裂、鋼鉄道橋、半円切欠き工法

連絡先: 〒553-0006 大阪市福島区吉野 3-2-12 J R 西日本 大阪土木技術センター Tel: 06-6463-4830



図.1 疲労き裂

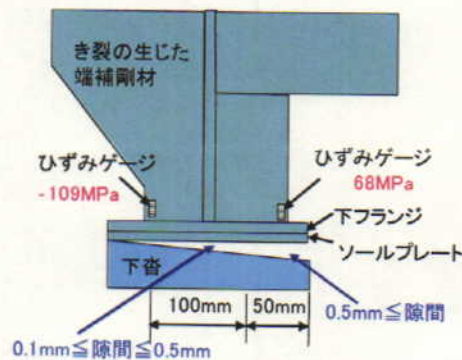


図.2 支承の接触状況



図.3 半円切欠き工法

半円切欠き工法の施工手順は、ガス切断で円孔切欠きを施工し、その後、切欠きを設けた部分をグラインダーで仕上げた。本施工に要した時間はガス切断で5分程度、グラインダー仕上げで10分程度であり、短時間で施工可能であった。

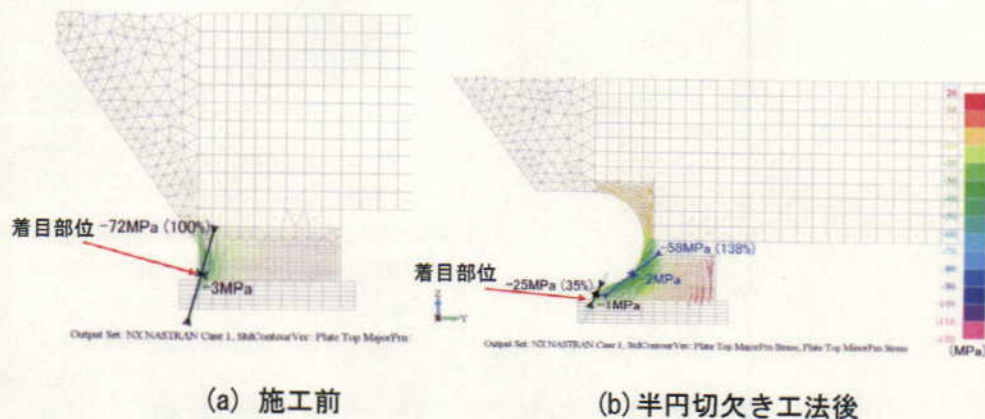


図.4 FEM 解析結果

3. 3 効果の検証

半円切欠き工法の効果を検証するため、施工前後で実働応力測定を行った結果を図.5に示す。この図からわかるように、疲労き裂が発生した箇所(②)では、切欠き工法施工前後で発生応力が -375MPa から -23.5MPa に低減した。また、切欠きを施工した補剛材と反対側の補剛材(①)では、切欠き前は 26.1MPa の引張応力であったが、切欠き後は -35.9MPa の圧縮応力となった。本工法を施工した補剛材(④・⑤)の発生応力は、施工前後で比較すると、

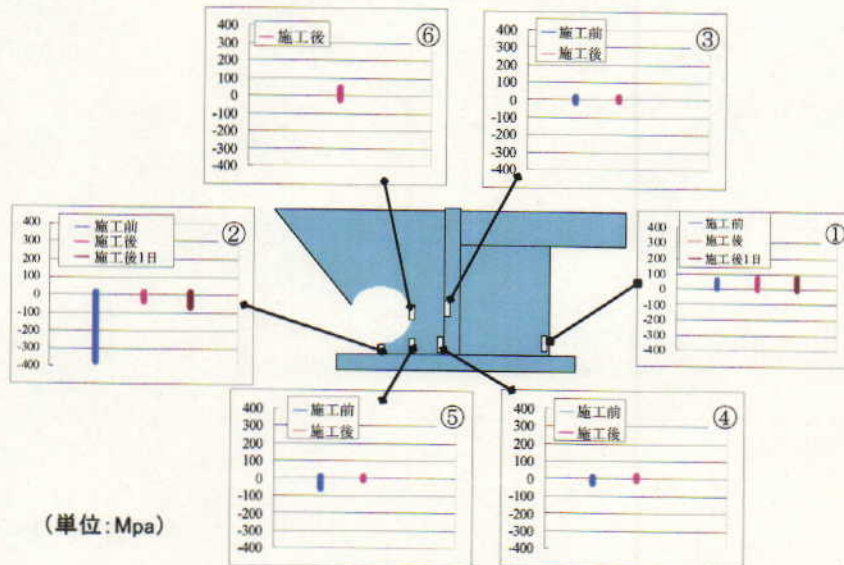


図.5 実働応力測定結果

応力が低減(④: $-14\text{MPa} \rightarrow -3\text{MPa}$, ⑤: $-59\text{MPa} \rightarrow -4.3\text{MPa}$)していた。縦桁のウェブ(③)の発生応力には大きな変化はみられず、半円切欠きの孔壁(⑥)の位置では、大きな応力は生じていない。

施工後1日経過時点で疲労き裂が発生した箇所(②)と切欠きを施工した補剛材と反対側の補剛材(①)の実働応力測定を行った。き裂が発生した箇所では施工後に比べて 60MPa まで増加していた。また、本工法を施工した補剛材と反対側の補剛材(①)では圧縮と引張の両振り($8.8\text{MPa} \sim -7.8\text{MPa}$)に変化しており、バラつきが大きくなった。これは、これまで端部のみが接触していたが、円孔を設けたことにより、補剛材が「柔」になり、支点の接触状況が安定していないことが考えられる。

以上の応力測定の結果から、端補剛材下端部近辺で生じていた大きな圧縮応力を半円切欠きによって低減できることがわかった。

4. まとめ

今回は、鋼鉄道橋端補剛材下端部の疲労き裂対策として、半円切欠き工法を適用した。今回の施工の範囲で得られた知見を以下に示す。

- ・ 半円切欠き工法により、端補剛材下端部の応力を低減できることがわかった。
- ・ 半円切欠き工法は施工性に優れており、短時間で簡易に施工できることがわかった。

今後の課題として、半円切欠き工法施工直後と一日後でデータのバラツキが大きいため、継続的な応力測定を実施し、継続的に監視していくことや半円切欠き工法が適用できる変状の整理等が挙げられる。

謝辞: 本工法を適用するにあたり、関西大学坂野教授に切欠き位置や施工方法のご指導をいただいた。ここに感謝の意を表す。

参考文献: 1) 高田佳彦, 川上順子, 酒井優二, 坂野昌弘, 半円切欠きを用いた既設鋼床版橋主桁垂直補剛材上端溶接部の疲労対策, 鋼構造論文集, 第16巻第62号, pp.35-46, 2009.6