

主板上に溶接された縦補剛材-横補剛材交差部の構造詳細に関する検討

(一財)阪神高速先進技術研究所 正会員 ○杉山 直也 , 正会員 赤松 伸祐
阪神高速道路(株) 正会員 青木 康素

1. はじめに

鋼橋の部材は、曲げモーメントやせん断力に抵抗するために多数の鋼板を組合せて製作されており、それらの部材が交差する構造が存在する。交差部近傍の応力分布は複雑となり、二次応力や応力集中について疲労耐久性の観点から配慮する必要がある。本研究では、図-1¹⁾に例示するような主板上に溶接された縦補剛材と横補剛材の交差部を対象に、補剛材間の溶接止端間距離(以下、ギャップとする)や板厚構成、補強材を取り付ける場合の背面の控え材などの影響を検討し、疲労に配慮した構造詳細の規定化を提案したいと考えている。本稿では、縦補剛材を横補剛材の手前で控えた場合の交差部の応力分布に及ぼす影響について、ギャップと板厚構成に着目し線形弾性解析により検討した結果を示す。

2. 解析概要

2. 1 解析モデル

主板上に縦補剛材と横補剛材を配置し、それらの交差部に着目した解析モデルを図-2 に示す。解析モデルは対称性を考慮した境界条件を設定し、縦補剛材を設置していない主板端部を固定し、主板と縦補剛材の端面に1mm の引張の強制変位を与えた。変位制御としたのは部材端部の拘束を再現するためである。溶接部の止端形状は止端角を45度とし、曲率は設けていない。なお、要素タイプは8節点六面体ソリッド要素で、最小要素サイズは着目部近傍で0.5mmである。また、ヤング係数は200kN/mm²でポアソン比は0.3とした。縦補剛材及び横補剛材と主板的溶接は隅肉溶接とし、主板と補剛材は溶接部を介して応力を伝達させた。そのため、主板と補剛材の溶接ルート部は完全結合させず、実態に合わせた未溶着とし、2重節点を与えて節点共有していない。解析ソフトはMidas FEA NXで3次元線形弾性解析を行った。

2. 2 解析パラメータ

図-3 に溶接止端部周辺の寸法を示す。評価応力は縦補剛材の溶接止端直近の要素分割0.5mm角の要素応力(積分点の平均値)とした。表-1に示すとおり、縦補剛材と横補剛材の間には隙間(13~35mm)を設け、ギャップ(1~23mm)及び主板的板厚構成が応力分布に及ぼす影響を分析した。隙間は施工性を考慮した35mmとそれ以下とした。縦補剛材の板厚は16mm、横補剛材は9mmで一定とし、主板厚は縦補剛材と同じ16mm、縦補剛材より大きい22mm及び縦補剛材より小さい8mmについて検討した。

3. 解析結果

図-4に縦補剛材と横補剛材のギャップを23mm, 11mm, 1mmに変化させた場合と主板厚を16mm, 8mm, 22mmに変化させた場合のまわし溶接部周辺のy方向(主板的軸方向)の応力コンター図を示す。表-2に各ケースの最大応力 σ_y (まわし溶接部の主板的止端部に発生)を示す。

3. 1 ギャップと応力集中の関係

図-4のCase1,2,3の比較より、まわし溶接部の応力はギャップが小さくなるほど、y方向応力が高くなる事が分かる。これはギャップが小さくなると縦補剛材と横補剛材の溶接止端の応力集中が重なるためと考えられる。図-5に縦補剛材の各ギャ

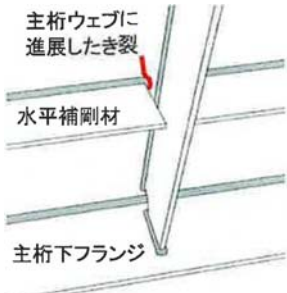


図-1 主桁ウェブと水平補剛材のき裂損傷例

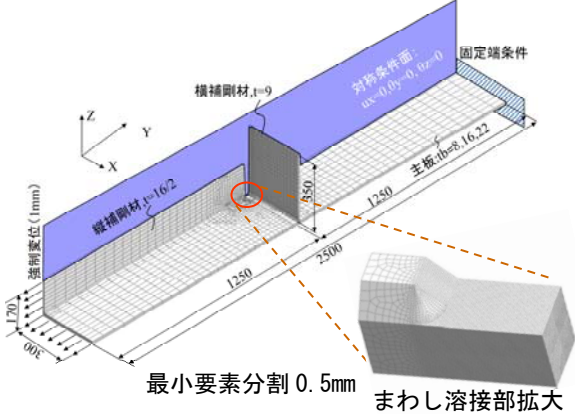


図-2 解析モデル

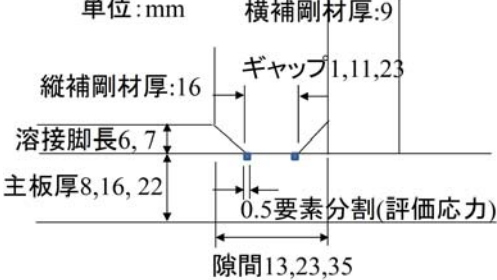


図-3 溶接止端部周辺の寸法

表-1 解析パラメータ設定 単位: mm

着目	解析モデル	ギャップ	脚長	主板:tb	縦補剛材:tr
基本	Case1	23	6	16	16
ギャップ	Case2	1	6	16	16
	Case3	11	6	16	16
板厚構成	Case4	23	6	8	16
	Case5	21	7	22	16

キーワード 主板, 縦補剛材, 横補剛材, 交差部, ギャップ, 板厚構成, FEA, 応力分布

連絡先 〒541-0054 大阪市中央区南本町 4-5-7 東亜ビル内 (一財)阪神高速先進技術研究所 TEL 06-6244-6038

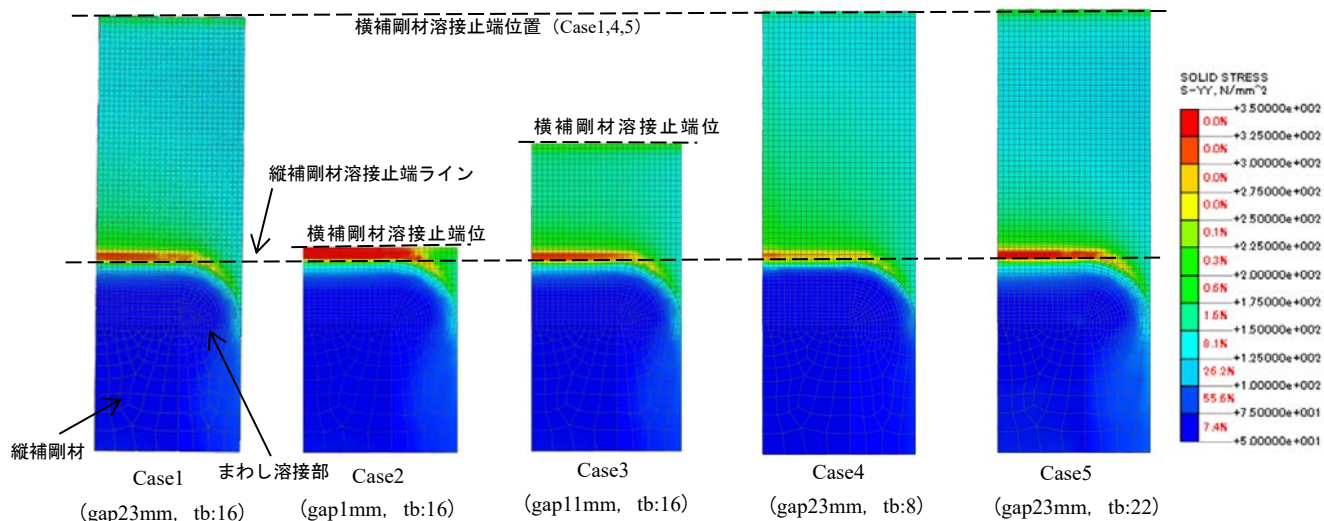


図-4 まわし溶接部付近のy方向応力コンター図

表-2 解析結果のまとめ

着目	解析モデル	隙間	ギャップ	主板厚	σ_y 最大	応力集中係数	比率
	単位	mm	mm	mm	N/mm ²	—	—
基本	Case1	35	23	16	315	3.61	1.00
ギャップ	Case2	13	1	16	377	4.32	1.20
着目	Case3	23	11	16	314	3.61	1.00
板厚構成	Case4	35	23	8	296	3.39	0.94
着目	Case5	35	21	22	339	3.89	1.08

※公称応力は 87.2N/mm² とする。

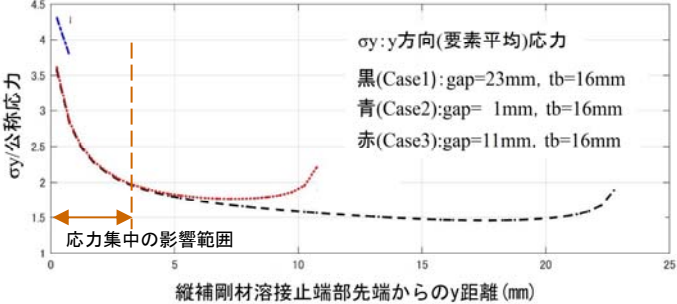


図-5 ギャップと応力集中係数の関係

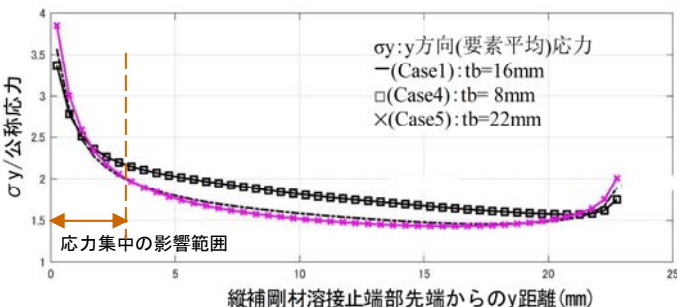


図-6 主板の板厚構成と応力集中係数

ップにおける溶接止端先端からのy距離と応力集中係数(y方向応力/公称応力)の関係を示す。応力集中係数を求める際の公称応力は、主板の固定端に生じるy方向応力の合計を主板の総断面積で除した値である。図-5より、縦補剛材の溶接止端部の応力集中係数はギャップが短いほど大きくなっており、Case2ではCase1より2割程度増加している。しかし、ギャップを10mm程度確保していれば、それ以上上げても応力集中係数は変化しない。また、Case1,3より縦補剛材溶接部の止端形状に起因する応力集中係数の影響範囲は3mm程度であることが推察される。

3. 2 主板と縦補剛材の板厚構成と応力集中の関係

図-4のCase1,4,5より、まわし溶接部の応力は主板厚が厚くなるほど大きくなる事が分かる。これは板厚効果と同様に、主板厚が厚くなり、縦補剛材まわし溶接止端部の変形が拘束され、応力集中が大きくなったと考えられる。図-6に各板厚における縦補剛材の溶接止端先端からのy距離と応力集中係数の関係を示す。図-6より、縦補剛材の溶接止端部の応力集中係数は、主板厚が厚いほど大きくなり、Case5ではCase1より1割程度増加している。また、縦補剛材溶接部の止端形状に起因する応力集中係数の影響範囲は主板厚が変わっても3mm程度であることが推察される。主板厚が薄い場合、溶接止端間の主板変形により板曲げ応力が増加し、溶接止端間の応力集中係数が大きくなることが考えられる。

4. まとめ

本稿では主板と縦補剛材、横補剛材の交差部において、ギャップ及び板厚構成が応力分布に及ぼす影響を確認した。縦補剛材のまわし溶接止端部の応力集中係数はギャップが短くなるほど大きくなるが、ギャップを 10mm 程度確保すればそれ以上広くしても変わらない。さらに、主材の板厚が厚くなるほど、縦補剛材まわし溶接止端部の変形が拘束され、応力集中係数が大きくなる。また、縦補剛材まわし溶接止端部の形状による応力集中の影響範囲は3mm 程度と推察され、ギャップや板厚構成を変えても変化はあまりなかった。

参考文献

1) 国土交通省道路局国道・防災課監修，鋼橋疲労対策技術検討会編：実務者のための鋼橋疲労対策技術資料，2012.3
2) 足立陸，舘石和雄他：垂直補剛材と水平補剛材交差部の応力分布に関する研究，土木学会第 69 回年次学術講演会，2014.9