

鋼 I 桁下フランジ連結板取替え時のウェブバイパス部材の形状に関する基礎検討

大阪市立大学大学院 学 生 員 〇松井 駿
エム・エム ブリッジ (株) 正 会 員 戸 田 健 介

大阪市立大学大学院 正 会 員 山 口 隆 司
エム・エム ブリッジ (株) 正 会 員 荒 木 健 二
エム・エム ブリッジ (株) 正 会 員 山 内 誉 史

1. 目的

腐食した下フランジ連結板取替え工法には、添接部を跨ぐ形で補助部材(以下、バイパス部材)を下フランジ下面または側面に設置し、主桁の添接部を新部材に取替えるバイパス工法があり、施工実績も存在する¹⁾。しかし、本工法では桁下空間が狭隘な場合といった施工が困難な場合がある。一方、ウェブにバイパス部材をボルト接合するバイパス工法(以下、ウェブバイパス工法)は施工性および応力伝達に優れている。戸田²⁾らは、ウェブに設置するバイパス部材を用いた下フランジ連結板取替え試験を行い、下フランジからバイパス部材への応力伝達の傾向を検討した結果、ウェブバイパス工法を用いた場合、下フランジ連結板撤去時にウェブクリアランス部にて局所的な合成応力が発生することを明らかにした。本研究では、下フランジ連結板撤去時のウェブクリアランス部における局所的な合成応力の低減を目的に、形状変化を施したバイパス部材を用いた施工ステップ解析を行い、バイパス部材の形状について検討した。また、文献3)で示されている、下フランジ連結板撤去時に遊間断面で発生する直応力の理論値と解析値の乖離についても検討した。

2. 解析概要

対象継手部は合成多主桁橋の外主桁とした。図-1に解析モデルを示す。表-1に解析に用いた材料定数、表-2に荷重条件、表-3に解析ステップを示す。応力-ひずみ関係は表-1を基にバイリニア則とした。解析ケースおよびバイパス部材の形状を表-4、図-2に示す。下フランジ連結板撤去時のウェブクリアランス部における局所的な合成応力の低減を目的にバイパス部材の最下段の遊間部近傍をボルト接合しないバイパス部材を形状(a)、バイパス部材の最下段の遊間部近傍に切り欠きを入れたバイパス部材を形状(b)、比較のために形状変化を設けない平板型のバイパス部材を形状(c)とした。取り替えの過程で残置される連結板が滑らないことを

設計計算において確認したうえで、解析の簡易化のためボルトは再現せず、文献4)を参考に主桁と添接板の結合範囲は図-3の範囲とした。

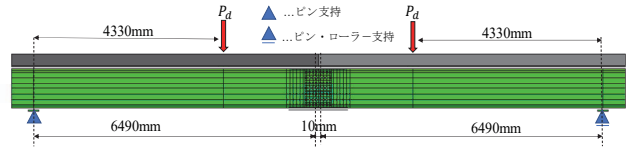


図-1 解析モデル

表-1 材料特性			表-2 载荷荷重	
材料	鋼(SM490YB)	コンクリート	荷重	設計载荷荷重Pd (kN)
ヤング率E (N/mm ²)	200,000	2800	前死荷重	165.3
ポアソン比ν	0.3	0.167	後死荷重	81.1
降伏点σy (MPa)	355		活荷重	241.2
許容曲げ引張応力度σa (MPa)	210			
設計基準強度Fc (MPa)		30		

表-3 解析ステップ	
step	状態
Step1	コンクリートの硬化前を想定した状態
Step2	交通供用下を想定した状態
Step3	取替えのために交通規制を想定した状態
Step4	バイパス部材を設置するためにウェブに穴を開けた状態
Step5	ウェブ連結板の一部を撤去した状態
Step6	バイパス部材を設置した状態⇒ 腐食した下フランジ連結板を撤去した状態
Step7	新規の下フランジ連結板を設置した状態⇒ バイパス部材を撤去した状態
Step8	新規のウェブ連結板を設置した状態⇒ 取替え後の交通供用下を想定した状態

表-4 解析ケース			
解析ケース	ウェブバイパス部材の形状	ウェブバイパス部材の厚さt(mm)	ウェブバイパス部材の橋軸方向長さL(mm)
Original-b2	(a)	30	1520
Original-b4			
Original-b6			
Original-b8			
Original-cut	(b)		
Original	(c)		
Original-t25		25	
Original-t35		35	

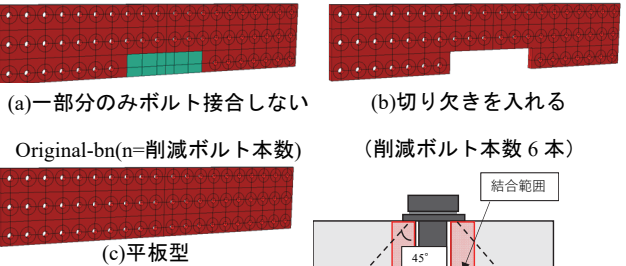


図-2 バイパス部材の形状

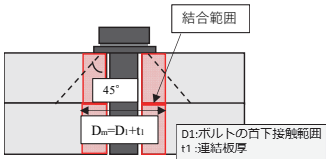


図-3 結合範囲

キーワード 鋼 I 桁, バイパス工法, 下フランジ継手, ウェブクリアランス
連絡先 〒558-8585 大阪市住吉区杉本 3-3-138 大阪市立大学大学院 工学研究科 都市系専攻
Tel&Fax06-6605-2765

3.解析結果と考察

バイパス部材を設置し、下フランジ連結板を撤去した Step6 のウェブクリアランス部にて発生する mises 応力の最大値を図-4 に示す。形状(a),(b)のバイパス部材により、Step6 のウェブクリアランス部にて局所的に発生する mises 応力を形状(c)に比べて低減できた。形状(a)のバイパス部材の削減ボルト本数をパラメータにした解析の結果より、削減ボルト本数を多くするにつれ、局所的な mises 応力を低減することができた。また、形状(c)のバイパス部材の部材厚を 5mm 大きくすることでウェブクリアランス部における局所的な mises 応力を最大で 30MPa 程度低減できた。

Step6 における Original-b6 (形状(a)) と Original-cut (形状(b)) のウェブの mises 応力コンター図を図-5 に示す。Original-b6,Original-cut は両ケース共に Original に比べて継手中央の 6 本のボルトを削減したケースであるが、Original-b6 の方が局所的な mises 応力を低減することができた。また、Original-b6 ではバイパス部材二行目の遊間部近傍 (赤丸) とバイパス部材最下段の最内ボルト付近 (黒丸) の二カ所で局所的に高い mises 応力が発生し、Original-cut ではバイパス部材二行目の遊間部近傍 (赤丸) で高い mises 応力が発生した。

取替え前後の主桁の残留変形 (たわみ差) の比較を図-6 に示す。同数のボルト本数を削減した場合、形状(b)の方が形状(a)に比べ残留変形が大きかった。また、形状(c)のバイパス部材に比べ形状(b)のバイパス部材の残留変形が大きかった原因として、切り欠きを設けたことによるバイパス部材の剛性の低下が考えられる。

形状(c)の Step6 の遊間断面における直応力分布を図-7 に示す。形状(c)のバイパス部材の厚さをパラメータにした解析結果より、文献 3)と同様に、3 ケース全てにおいてバイパス部材下端で理論値の約 3 倍の直応力が発生した。

4.まとめ

- (1)形状(a),(b)のバイパス部材は、Step6 のウェブクリアランス部で局所的に発生する mises 応力を低減でき、その低減効果は形状(a)の方が大きい。
- (2)形状(a)の削減ボルト本数を多くするとウェブクリアランス部で発生する局所的な mises 応力を低減できる。
- (3)バイパス部材の部材厚を 5mm 上げることで、ウェブクリアランス部における局所的な mises 応力を最大で約 30MPa (10%程度) 低減できた。

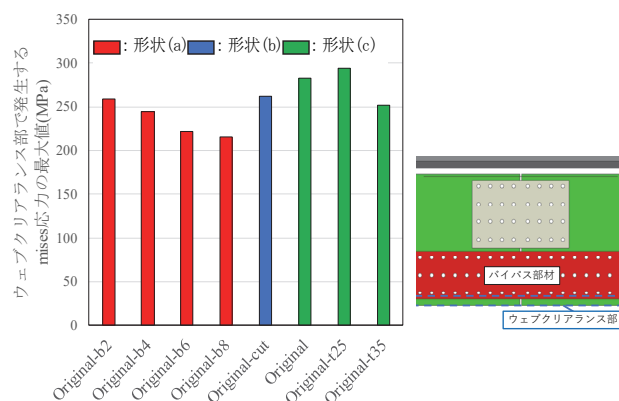
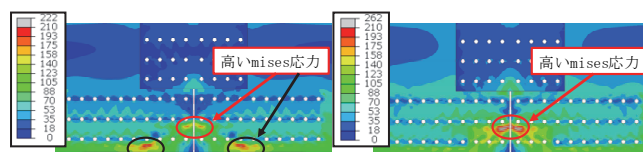


図-4 Step6 のウェブクリアランス部で発生する mises 応力の最大値 (MPa)



(i) Original-b6 【形状(a)】 (ii) Original-cut 【形状(b)】

図-5 Step6 におけるウェブの mises 応力コンター図 (MPa) (バイパス部材除外)

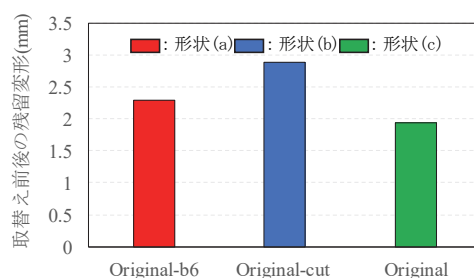


図-6 取替え前後 (Step2 と Step8) の主桁の残留変形 (mm)

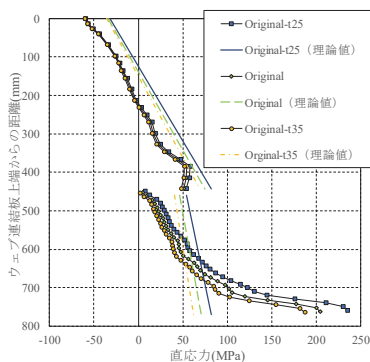


図-7 形状(c)の Step6 の遊間断面における直応力 (MPa)

(4)形状(c)のバイパス部材では、文献 3)と同様、Step6 で遊間部における理論値の約 3 倍の直応力がバイパス部材の下端において発生した。

【参考文献】

- 1)川村弘昌, 竹内正一, 鮫島力, 西谷朋晃: バイパス工法による連結板取替え手法, 鋼構造年次論文報告集, Vol.24, pp384-490, 2016.11
- 2)戸田健介, 山口隆司, 八ツ元仁, 柿木啓: ウェブバイパス工法を適用した鋼 I 桁下フランジ連結板取替え実験, 土木学会第 73 回年次学術講演会, pp.859-860, 2018.8.
- 3)松井駿, 山口隆司, 戸田健介, 荒木健二, 山内誉史: ウェブバイパス工法を用いた鋼 I 桁下フランジ連結板取替え時の主桁の応力性状の変化及び残留変形, 令和 2 年度土木学会関西支部 (投稿中)
- 4)社会法人日本鋼構造協会: 高力ボルト接合技術の現状と課題, 2013.3, pp.171