

第 I 部門

既設鋼 I 桁橋主桁フランジ継手部取替え時におけるバイパス部材に関する一考察

大阪市立大学工学部 学生会員 ○戸田 健介
 大阪市立大学大学院 学生会員 森山 仁志
 阪神高速道路(株) 非会員 原田 潤

大阪市立大学大学院 正会員 山口 隆司
 阪神高速道路(株) 正会員 田畑 晶子
 阪神高速技術(株) 正会員 仲田 晴彦

1. 研究背景および研究目的

鋼橋の主桁継手部では、雨水等が滞水しやすく、添接板の腐食損傷が多く発生している。腐食した鋼 I 桁下フランジ添接板の取替えにあたって、図-1 に示すように下フランジ下面にバイパス部材を設置し、主桁に作用していた応力を一時的にバイパス部材に迂回させて、損傷部を新部材に取替えるバイパス工法がある¹⁾。しかし、この工法のバイパス部材は大きく、桁下空間が狭隘な場合の施工に不向きであり、これに代わる取替え工法が求められている。

そこで、本研究では、合成多主桁橋の外桁継手部を対象に、FEM 解析を実施し、取替えの施工ステップに応じて変化する桁の力学的挙動の変化に着目し、主桁高さの中で応力を迂回できる簡易なバイパス部材の形状について検討した。

2. 解析モデル

解析ソルバーは Abaqus/Standard6.13.2 を用いた。

表-1 に解析条件、図-2 に橋梁全体の解析モデルを示す。鋼 I 桁橋の全長は、遊間 10mm を含めて 16,010mm、主桁高さは 2,022mm としている。コンクリート床版の寸法は、全長 16,010mm、厚さ 250mm、幅は有効幅を考慮して 2400mm、ハンチの高さは 90mm としている。また、図-3 に示すようにモデルの簡易化のため、床版ハンチ部に含まれている上フランジ連結板のモデル化を省略した。

表-1 解析条件(弾性解析)

対象	ヤング率 $E(N/mm^2)$	ポアソン比 /	要素タイプ	構成要素
床版	28,000	0.167	ソリッド	20節点二次要素
鋼桁	200,000	0.3	シェル	4節点低減積分要素
バイパス部材			ソリッド	8節点非適合要素

表-2 荷重条件

荷重条件	死荷重時	死活荷重時
集中荷重(kN)	P	1061
		1551

表-3 解析ケース

解析 ケース	パラメータ(図-4(b)参照)	
	下端の板厚 $t_l(mm)$	上端の板厚 $t_u(mm)$
t_0-t_{022}	0	22
t_0-t_{044}	0	44
$t_{12}-t_{032}$	12	32
$t_{22}-t_{022}$	22	22
$t_{22}-t_{044}$	22	44

表-4 解析ステップ

STEP	荷重条件	モデルの状態	部材の有無(○…有, ×…無)						
1	死荷重の載荷	既設の状態	Splate	u-Mplate	l-Mplate	UL	LU, LL	bypass	
2	シアプレートとモーメントプレートの撤去	死荷重	○		○				×
3	バイパス部材の設置	死荷重	×	○	×				
4	活荷重の載荷	死活荷重							○
5	下フランジの連結板を撤去	死活荷重					×		

境界条件は、橋梁の両桁端の中立軸位置の節点に可動(ローラー)支持、固定(ピン)支持とし、全要素の全節点に対し面外方向の変位を拘束した。

解析での載荷方法は、継手部に設計曲げモーメントが作用するように、垂直補剛材の直上の床版位置に表-2 に示す集中荷重を与える 4 点曲げとした。

表-3 に解析ケース、表-4 に解析ステップをそれぞれ示す。パラメータは、バイパス部材上端と下端の板厚 t_l , t_u とし、バイパス部材の形状について検討した。また、 $t_{22}-t_{044}$ については、死荷重のみの載荷も実施した。バイパス部材は図-4 に示すように斜線部を取付け位置とした。

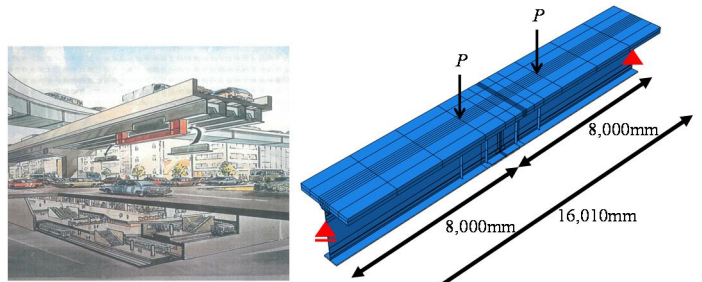


図-1 バイパス工法

図-2 解析モデル(単位:mm)

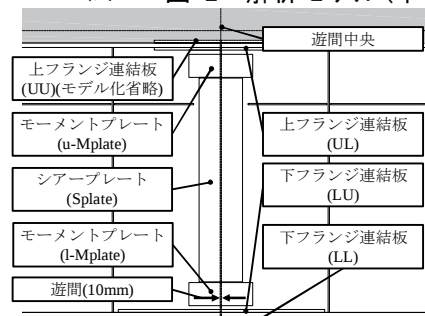
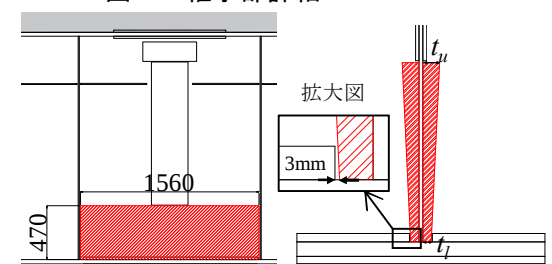


図-3 継手部詳細



(a) 側面図

(b) 断面図

図-4 バイパス部材取付け位置(単位:mm)

Kensuke Toda, Takashi Yamaguchi, Hitoshi Moriyama, Akiko Tabata, Jun Harada, Haruhiko Nakata

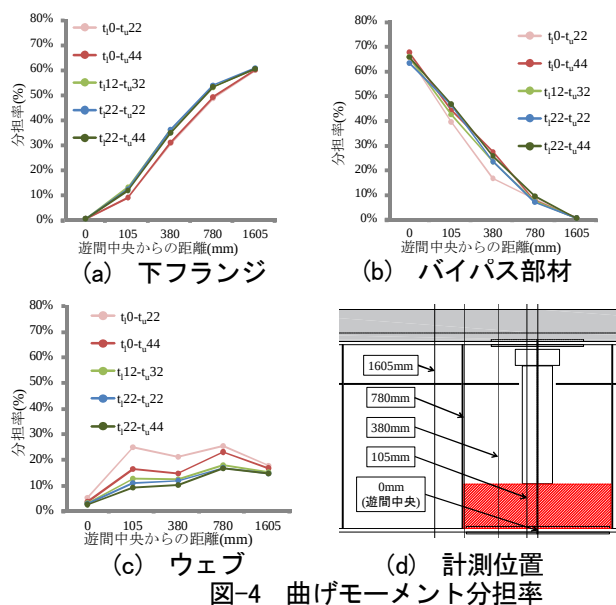
ktoda@brdge.osaka-cu.ac.jp

3. 解析結果 (表-4 STEP5, 下フランジ連結板撤去時)

下フランジ, ウェブ, バイパス部材の曲げモーメントの分担率を遊間中央, 遊間中央から 105, 380, 780, 1605mm 離れた位置で計算し, 図-4 に整理した. また, 遊間中央から 105mm 離れた継手部近傍の位置におけるウェブの橋軸方向応力分布を図-5 に, バイパス部材取り付け位置におけるウェブと下フランジのミーゼス応力の最大値を図-6 にそれぞれ示す.

図-4(a), (b)に示すように, 下フランジの分担率は遊間中央に近づくにつれ低下し, それに応じてバイパス部材の分担率は増加した. 特に, バイパス部材の下端の板厚が $t_f=0$ の場合には, 下フランジの分担率が低下している. しかし, 図-5 と図-6 に示すように, $t_f=0$ の場合には, そうでない場合に比べて, ウェブに高い応力が発生している. したがって, 下端の板厚 t_f は, ウェブの降伏を抑制するために一定量は必要であり, 高さ方向に徐々に変化するのが望ましいと考えられる.

断面積が同じである t_0-t_u44 , $t_{22}-t_u22$, $t_{12}-t_u32$ を比較する. 図-5 に示すように, 下端の板厚 t_f を小さくすることで, バイパス部材取り付け範囲のウェブの応力は増加してはいるが, 中立軸の移動もあり, シアープレート側の応力も増加している. さらに, 下端の板厚 t_f と上端の板厚 t_u の差がほぼ等しい t_0-t_u22 , $t_{12}-t_u32$, $t_{22}-t_u44$ を比較すると, ウェブの最大応力の発生位置は, 下端の板厚 t_f が小さいほど中立軸側に移動している. したがって, 上端の板厚 t_u と下端の板厚 t_f の差が大きく, 下端の板厚 t_f が小さいほど, 下フランジの応力はウェブ側により伝達されることが考えられる. なお, 図-4(b), (c)における t_0-t_u22 と t_0-t_u44 の違いは, 断面積



が異なることが主な原因と考えられる.

上記を踏まえ, 上端の板厚 t_u と下端の板厚 t_f の差を確保しつつ断面積も大きくした $t_{22}-t_u44$ では, 図-6 に示すように, 死荷重のみの場合において, ミーゼス応力を降伏点の規格値にまで抑えることができた.

4. まとめ

本研究は合成多主桁橋の外桁継手部を対象に, FEM 解析を実施し, 主桁高さの中で応力を迂回できる簡易なバイパス部材の形状について検討した. 得られた結果を以下に示す.

- (1) バイパス部材の下端の板厚 $t_f=0$ の場合には, 下フランジの応力はバイパス部材とウェブに伝達する傾向を示した. しかし, 最下端部に板が存在しないことにより, ウェブの下端で高い応力が発生した.
- (2) 下端の板厚 t_f を小さくすることで, バイパス部材取り付け範囲のウェブの応力は増加するが, 中立軸の移動もあり, より中立軸側に応力を伝達した. したがって, 上端の板厚 t_u と下端の板厚 t_f の差が大きく, 下端の板厚 t_f が小さいほど, 下フランジの応力はウェブ側により伝達されることが考えられる.

今後は, 検討した解析ケースの中で最も補強機能が高かった $t_{22}-t_u44$ をもとに, バイパス部材の一層の形状最適化を行うとともに, また, 交通規制等による荷重条件を緩和・制限といった作用側の検討も行う.

参考文献

- 1) 阪神高速道路公団「補助部材を用いたバイパス工法による鋼桁補修工事」, 1988 年 10 月

