

既設鋼 I 桁下フランジ継手部のバイパス部材を用いた取替え工法に関する検討

大阪市立大学大学院 学生会員 ○戸田 健介  
 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

大阪市立大学大学院 正会員 山口 隆司  
 阪神高速技術(株) 正会員 塚本 成昭

1. 研究背景および研究目的

図-1のように腐食した鋼 I 桁下フランジ添接板を取替える場合、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、連結板を取替えるバイパス工法が提案されている<sup>1)</sup>。本工法では、下フランジ下面に大きなバイパス部材を設置することから、桁下空間に制約がある場合には施工できない場合も考えられる。また、下フランジ添接板の取替えに対し、下フランジを拡幅するようにバイパス部材を溶接して設置する方法が提案されている<sup>2)</sup>。本工法では、通行止めが困難な場合、交通供用下での溶接となり、振動や衝撃による、溶接ビードの乱れや、溶接欠陥発生の恐れから、安定した溶接が困難であることが危惧される。したがって、桁下空間に制約がある場合においても鋼桁継手部の腐食損傷に対して、交通供用下において腐食した鋼 I 桁継手部の取替え施工が可能である工法が求められている。

本研究では、鋼 I 桁外桁継手部の下フランジ添接板取替えを対象に、施工ステップを再現した FEM 解析を実施し、桁下空間を低減することなく、ウェブに設置できる簡易なバイパス部材を用いた取替え工法について検討する。

2. 解析モデル

解析ソルバーには Abaqus/Standard6.13 を用いた。対象継手部は、一般的な合成多主桁橋の外桁とした。表-1に解析に用いた材料定数および有限要素、図-2に解析モデルの概要、図-3に継手部詳細をそれぞれ示す。

継手部近傍の解析結果が支点近傍の局所的な影響を受けないように、鋼 I 桁橋の全長は、遊間 10mm を含めて 16,010mm としている。主桁高さは 2,022mm とした。床版厚は 240mm、幅は有効幅を考慮して 2400mm、ハンチの高さは 90mm とした。また、モデルの簡易化のため、床版ハンチ部に含まれる上フランジ連結板のモデル化を省略した。



図-1 添接板の腐食

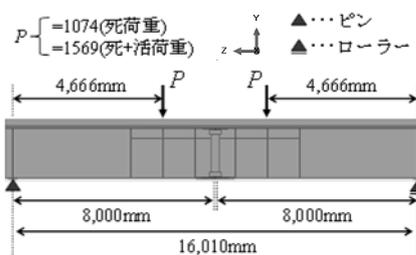


図-2 解析モデルの概要

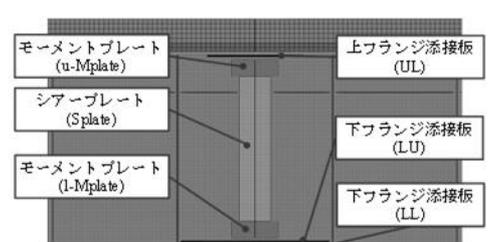


図-3 解析モデルの継手部詳細

表-1 解析に用いた材料定数および有限要素

対象	ヤング率 E(N/mm <sup>2</sup> )	ポアソン比 ν	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(SM520)	200,000	0.3	シェル	4節点低減積分要素
バイパス部材(SM520)			ソリッド	8節点非適合要素

表-3 解析ケース(単位:mm)の内訳

解析ケース	ケース1	ケース2	ケース3
ステップ3における継手部引張側側面図			
ステップ3における継手部引張側断面図			
ステップ4における遊間部断面図			
ステップ4遊間部断面の断面2次モーメント	$6.94 \times 10^{10} \text{mm}^4$	$6.97 \times 10^{10} \text{mm}^4$	$7.00 \times 10^{10} \text{mm}^4$

表-2 解析ステップ

解析ステップ	状態
1	橋梁に死荷重のみが作用している状態
2	l-Mplate と Splate の一部を撤去した状態
3	バイパス部材を設置し、活荷重が作用する状態
4	活荷重が作用する状態で下フランジ添接板を撤去した状態
5	下フランジ添接板を復帰させ、バイパス部材を撤去した状態

キーワード：継手、バイパス工法、曲げモーメント、分担率

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&FAX 06-6605-2765

表-2に解析ステップ、表-3に解析ケースをそれぞれ示す。解析ケースは、バイパス部材の形状による継手部の応力性状を比較するために、遊間断面の断面2次モーメントがおおよそ一定となるような制約のもとでバイパス部材の形状を変化させた。ケース1は本研究で提案するバイパス部材の効果を比較するために文献(2)で提案されている構造のバイパス部材としている。

境界条件は、ソールプレートと線支持とし、ローラー支持、ピン支持とした。また、床版の要素全てに対し、x方向の並進成分を固定し、面外変位を固定した。

荷重方法は、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図-2に示す集中荷重を与える4点曲げとした。

3. 解析結果と考察

図-4の主桁のミーゼス応力分布より、ケース1ではウェブ下端遊間部近傍の広範囲で高い応力が生じているのに対して、ケース2,3ではその発生を抑制できていることがわかる。なおケース2,3の下フランジの遊間近傍で降伏域が分布しているが、これはバイパス部材とウェブの結合を剛結としていることにより生じる局所的な応力集中が原因であると考えられる。また、ケース2に比べてケース3の降伏域は橋軸方向に広がるように分布している。

図-5の遊間部断面のステップ毎の曲げモーメント分

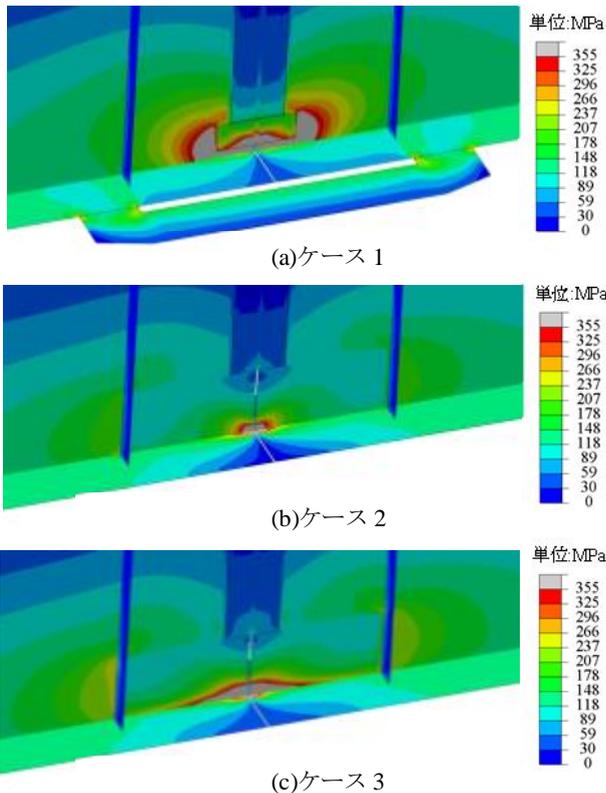


図-4 主桁のミーゼス応力分布(ステップ4)

担率より、ステップ4の分担率を比較すると、ケース1はケース2,3に比べてステップ3でLU,LLが分担していた曲げモーメントのほとんどがI-Mplate, Splateに再分配されていることがわかる。バイパス部材の分担率についてもケース1,2に対してケース3は、約49%低くなっている。また、ケース2,3はケース1に比べて、LU,LLの分担率の総和がステップ1と5で近い値となっている。

4. まとめ

本研究では、桁下空間を低減することなく、ウェブに設置できる簡易なバイパス部材について検討した。得られた結果を以下に示す。

- 1)バイパス部材をウェブに設置する場合、バイパス部材下端の板厚を確保することで、下フランジ添接板撤去時のウェブに生じる応力を低減できる
- 2)バイパス部材をウェブに設置することで、より曲げモーメントをバイパス部材に分担させることができ、取替え前後の分担率を近い状態にすることができる。

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
- 2)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, pp384-390, 2016.11

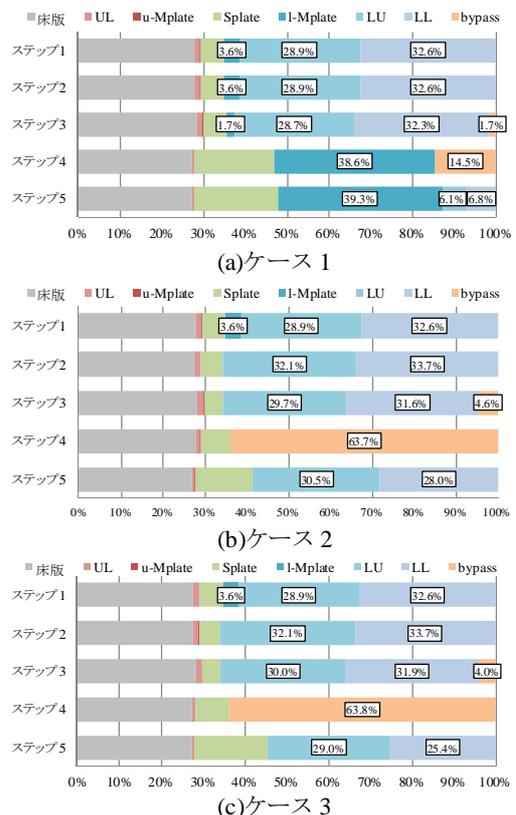


図-5 遊間部断面のステップ毎の曲げモーメント分担率