

バイパス部材を用いた鋼トラス橋弦材連結板取替えに関する解析的検討

大阪市立大学大学院 学生員 ○松井 駿
 エム・エムブリッジ(株) 正会員 戸田 健介
 エム・エムブリッジ(株) 正会員 山内 誉史

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 上野 慶太

1. 研究背景および研究目的

摩擦接合継手部における腐食損傷は、高力ボルトが存在し、かつ雨水の滞留がおりやすい連結板に生じる場合が多く、腐食による連結板の減厚が著しい場合、その取替えがなされる。

腐食した鋼部材を取り換える際の取替え工法として、取替え対象部材にあらかじめ作用していた応力を一時的に補助部材（以下、バイパス部材）で負担し、新部材に取り換える工法（以下、バイパス工法）が提案されており、鋼トラス橋の弦材などの軸力部材へのバイパス部材の適用実績もある¹⁾。しかし、バイパス部材を用いて補修・補強を行うことで、補修後の応力伝達が不明確になる事例も確認されている²⁾。本検討では、鋼トラス橋の下弦材連結部の連結板取替えを想定し、バイパス部材の適用性およびその応力伝達メカニズム、バイパス部材の有効な形状について検討を行った。

2. 取替え対象の検討

対象は3径間連続ワーレントラス橋である（図-1、図-2）。解析モデルの鳥瞰図を図-3に示す。解析にはAbaqus 2020を用い、4辺形低減積分シェル要素でモデル化した。解析は交通規制を行う死荷重下での取替えを想定し、死荷重下における設計軸力の荷重を与えた

状態で部材取替えを実施した。解析における継手部のモデル化として、簡易化のため、母板と連結板、バイパス部材は隣接節点の共有を行いモデル化している。要素分割は着目部における要素辺長10mmを基本としている。ここでは、基礎的検討という観点から弾性解析を行う。本解析では、下フランジコバ面に溶接により設置した、バイパス部材の形状を図-4に示す。解析ケースは、下フランジ連結板のみの取替え、ウェブ、上フランジ連結板の取替え、全連結板の取替えの3ケースである。取り換え順序は、バイパス部材の設置、各種連結板取替え、バイパス部材撤去の順とした。

各ケースの取替え前後の各連結板の荷重分担率の比較を図-5に示す。バイパス部材を上下に設置し、下弦材の連結板全てを取り換えるケースでは、取替え前後の荷重分担率が下フランジ連結板では29%から27%、上フランジ連結板では26%から27%、ウェブ連結板では44%から46%と変化したものの取替え前と同程度の荷重分担率となり、下フランジ連結板のみの取替えや下フランジ、ウェブ連結板を取り換えた場合と比較して大幅に取替え前後の分担の乖離が改善した。

3. バイパス部材の形状検討

バイパス部材の形状をパラメータとし、断面変化部

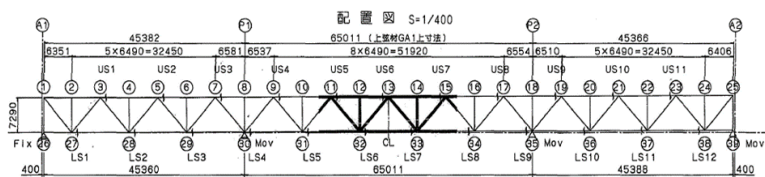


図-1 対象橋梁

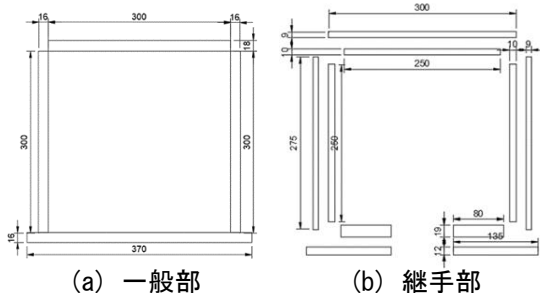


図-2 断面図（単位：mm）

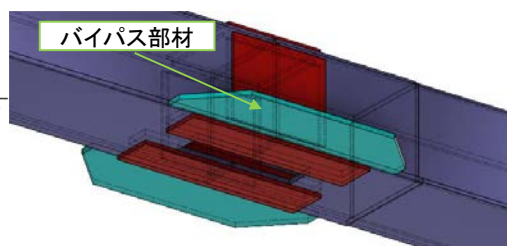


図-4 バイパス部材

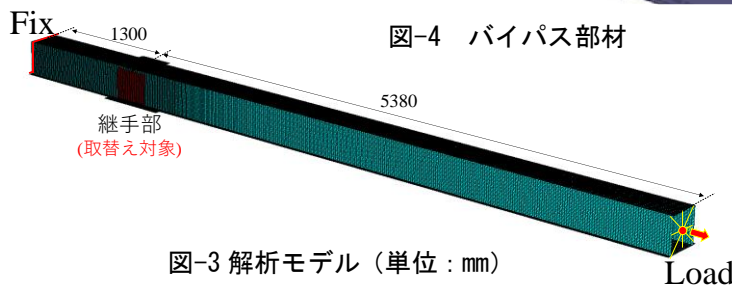


図-3 解析モデル（単位：mm）

Load

キーワード 鋼トラス橋、バイパス部材、連結板取替え

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&Fax06-6605-2735

(三角形部分), 橋軸方向長さ, 幅, 板厚についてパラメトリック解析を行った. 検討を行った解析ケースを表-1 に示す.

下フランジ連結板撤去時の下側バイパス部材の荷重分担率各連結板の荷重分担率を図-7 に, 下フランジ連結板撤去時の下側バイパス部材の最大主応力線を図-8 にそれぞれ示す.

各荷重分担率より, Original と比較して, 三角形部分が小さくなるほどバイパス部材へ伝達する荷重が増加した. また, バイパス部材とフランジの溶接部分が短くなるほどバイパス部材の分担は減少した. バイパス部材の断面積は同じで, 幅を小さく, 板厚を厚く設計した解析ケース Rebypass8 では, バイパス部材の分担する荷重の割合が増加した. 最大主応力線図より, バイパス部材の端部に行くにつれて応力の伝達程度が小さくなっていることがわかる. また, 橋軸方向長さが短くなるにつれて, バイパス部材の幅方向端部へ応力の伝達程度が小さくなる. これにより, 橋軸方向長さが短くなることで, バイパス部材への荷重分担が減少すると考えられる. また, 幅方向長さを短くし, 板厚を増加させた解析ケースでは, 引張に対して有効に抵抗していなかったバイパス部材の幅員端部を省略したことで, バイパス部材への荷重分担が増加したと考えられる. また, 図-9 に示すようにバイパス部材の荷重分担が大きいほど取替え後の下フランジ離間量は小さい.

4. 結論

得られた結果を以下に示す.

(1) 下フランジ連結板を取り換えた後, 上フランジ連結板, ウェブ連結板を続けて取り換えることで, 下フランジ連結板のみを取り換えた場合と比較して, 連結板の荷重分担および離間の偏りを改善できる.

(2) バイパス部材の三角形部分による断面欠損を小さく, 橋軸方向長さを長く, 断面積確保のために板幅を増やすのではなく, 溶接が可能な範囲で板厚を増加させることで, バイパス効果が増加する.

(参考文献)
 1) 名取 暢 浅岡敏明 稲田育郎: 鋼橋の補修補強 横河ブリッジ技報 No 21 1992 1
 2) 大谷恵治 小松原和也 竹田圭一 西村晃 福井敦史 河西亮輔: 国登録有形文化財「森村橋」の復原工事, 橋梁と基礎 2021 vol55 2 月号 pp.7-12

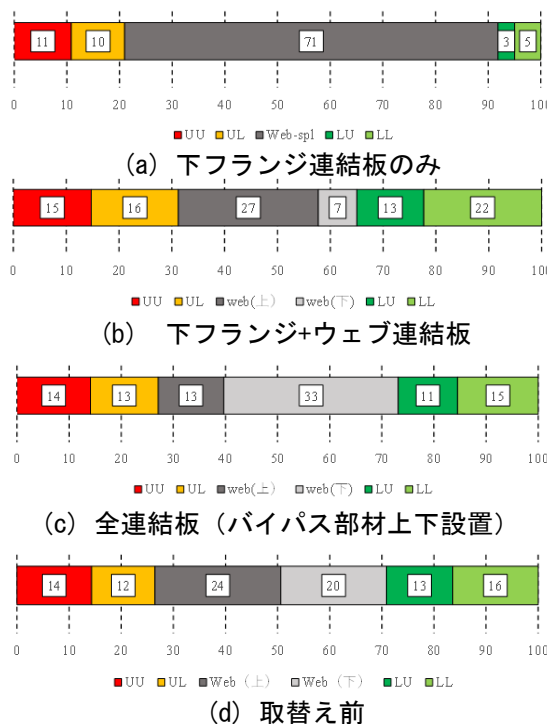


図-5 連結板取替え前後の分担率 (%)

表-1 解析ケース

解析ケース	Bypass1 (下)					Bypass2 (上)				
	L	t	H	h	t	L	t	H	h	t
Original	810	150	50	150	16	810	170	50	170	12
Rebypass1	810	75	50	150	16	810	85	50	170	12
Rebypass2	810	300	50	150	16	810	340	50	170	12
Rebypass3	810	200	100	100	16	810	240	100	120	12
Rebypass4	810	300	100	100	16	810	360	100	120	12
Rebypass5	810	150	150	50	16	810	210	150	70	12
Rebypass6	710	150	150	50	16	710	210	150	70	12
Rebypass7	910	150	150	50	16	910	210	150	70	12
Rebypass8	810	128	128	50	18	810	150	150	50	13



図-6 検討パラメータ

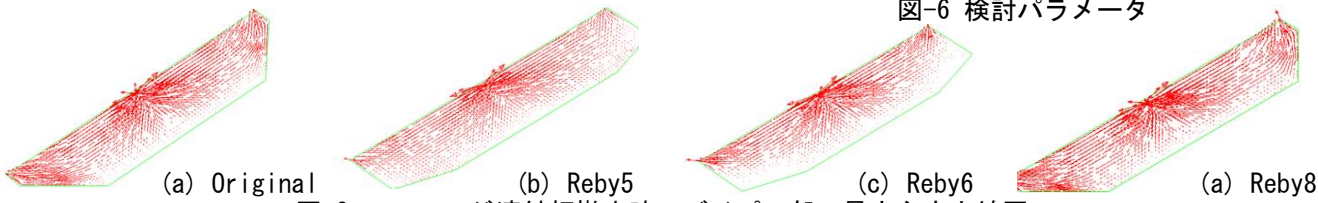


図-8 下フランジ連結板撤去時のバイパス部の最大主応力線図

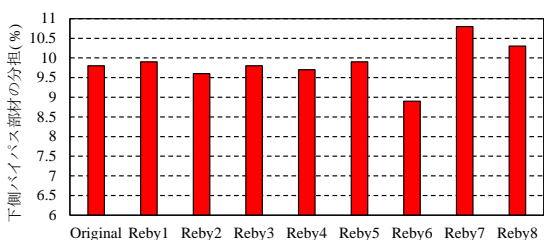


図-7 下バイパスの荷重分担率

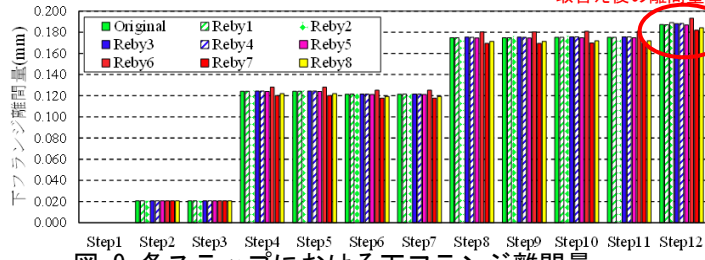


図-9 各ステップにおける下フランジ離間量