

# 鋼鉄道斜橋のカバープレート取替がその力学的挙動に与える影響に関する基礎的研究

大阪市立大学工学部 学生会員 ○馬場 幸志  
 京都大学大学院 正会員 松村 政秀  
 JR 西日本 正会員 坂田 鷹起

大阪市立大学大学院 正会員 山口 隆司  
 JR 西日本 正会員 木村 元哉  
 石川工業高等専門学校 正会員 高井 俊和

## 1. 研究背景および研究目的

近年、鋼鉄道橋では腐食損傷に関する事例が報告されている。中でも、塩分等の付着により、図-1に示すようなプレートガーダー橋のカバープレート（以下、「CP」と略す）に顕著な腐食が発生している事例が報告されている。これらの腐食によって生じる板厚減少は強度や剛性を低下させる。CPの腐食損傷に対する一般的な補修・補強方法に当て板工法が挙げられる。しかし、CPの腐食が著しい場合にはCP自体を取り替える新しい工法の確立が有用と考えられる。片側の主桁を新規CPに取替える場合、両主桁間で応力差・たわみ差が生じるため、CP取替え前後での橋梁の力学的挙動を詳細に把握しておく必要がある。



図-1 カバープレート

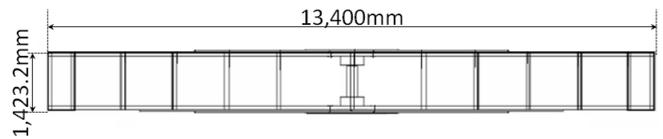
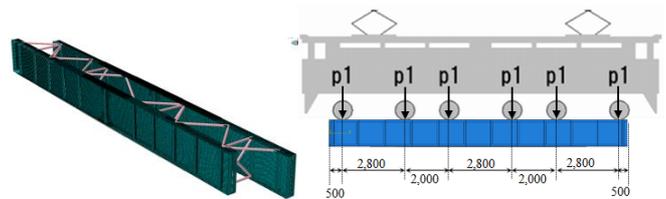


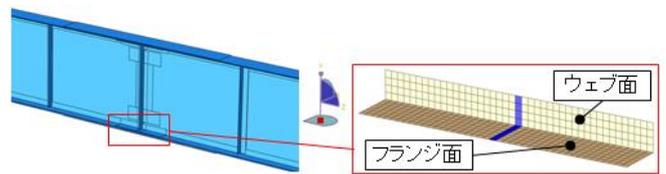
図-2 主桁の側面図

本研究は、著しく腐食したCPを有する桁長13.4mの斜橋を対象にFEM解析を実施し、施工を想定したステップ毎の、応力やたわみの変化を把握することを目的とする。特に、本橋では桁中央に継手部が存在するため添接板に着目し、主桁間を繋ぐ部材を付加した場合、より荷重分担率が高い構造について検討する。



(a) 橋梁の形状

(b) 活荷重載荷方法



(c) 接合部における添接板の着目要素

図-3 解析の概要 (単位: mm)

## 2. 解析モデルおよび解析ステップ

解析ソフトAbaqus/Standardを用いて、弾性解析を行った。対象橋梁の寸法と形状を図-2及び図-3(a)に示す。主桁は一辺35mmの四辺形板要素、横つなぎ材(対傾構、上横構)は梁要素でモデル化した。使用する材料係数はヤング率200,000MPa、ポアソン比0.3である。荷重条件として、死荷重は、橋側歩道や防塵板、レール、まくら木などを含めた113.6kNをウェブ直上に分布荷重として与えた。また、図-3(b)に示すように、活荷重は鉄道構造物等設計標準・同解説-鋼・合成構造物<sup>1)</sup>に基づき、衝撃(走行速度:85km/h)を考慮した一輪あたり $p1=113kN$ を与えた。主桁の端部はピン・ローラー支承である。支間中央部に添接部がある

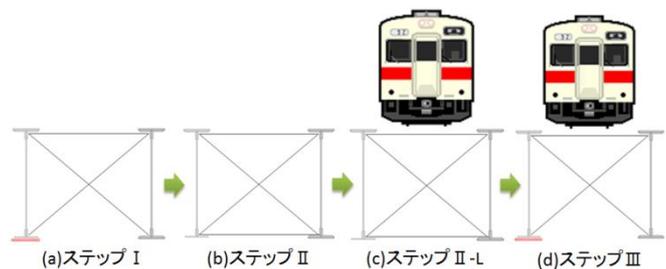


図-4 施工ステップ

ため、着目要素は図-3(c)に示すアングル型の添接板の母板の遊間部に該当する青色着色部である。

図-4に示す施工ステップに基づいて解析を行った。赤色で着色した部材は取替えるCPである。ステップ

キーワード：斜橋，カバープレート交換，荷重分担，腐食，鋼鉄道2主桁橋梁，FEM解析

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 橋梁工学分野 TEL&FAX 06-6605-2765

Iは、橋梁に死荷重のみが作用している状態、ステップIIはステップIの状態から片側主桁のCPを取外した状態、ステップII-LはステップIIの状態に活荷重が作用する状態である。ステップIIIはステップIIから新たにCPを取付け、活荷重が作用する状態である。このステップはCPを取り外した状態で列車が通過する場合を想定している。

3. 解析結果

支間中央位置のCPとアングル型添接板のウェブ面およびフランジ面（それぞれ以下、「ウェブ面」、「フランジ面」と略す）に発生する応力値と主桁のたわみ量を表-1に示す。健全側のたわみは、CPを取替える主桁の支間中央に対応した位置のものである。

ステップIでは、ウェブ面での発生応力が5MPa程度、フランジ面では4MPa程度である。

片側主桁のCPを取外したステップIIでは、取替側でウェブ面およびフランジ面の発生応力がそれぞれ6MPa, 2MPa増加している。一方、健全側の発生応力はあまり増加しない。主桁間のたわみ差は0.3mmである。

CPを取外した状態で、死荷重と活荷重が作用するステップII-Lでは、ウェブ面で許容応力度に近い137MPaと高い応力が生じている。たわみ差は3.8mmである。

4. 下横構による主桁間の荷重分担率の向上策

対象橋梁における主桁間の荷重分担を向上させる方法として、箱型断面を模擬し、図-5に示す下横構を取付ける構造を考えた。このときの解析結果を表-2に示す。

ステップIの状態に下横構を設けることで、ステップII-Lにおいて最大応力が生じたウェブ面の応力137MPaから23%程度低減した。また、たわみ差は3.8mmから1.3mmまで減少した。

ステップII-Lに着目し、現状の構造と下横構を設けた場合を比較した軸力分布を図-6に示す。横構に生じる最大軸力は、現状で8kNと小さく、橋梁全体のねじりに対する抵抗が小さいが、下横構を取り付けることにより橋梁全体のねじり剛性が上がった結果、横構の軸力が126kNと高くなったと考えられる。

5. まとめ

著しく腐食したCPを有する斜橋を対象に、施工を想定したステップ毎の、応力やたわみの変化を把握するため、FEM解析を行った。また、主桁間を繋ぐ部材に着目し、より荷重分担が高い構造について検討した。以下に得られた結論をまとめる。

表-1 施工ステップ毎の応力とたわみ

ステップ	ウェブ面		フランジ面		たわみ		たわみ差 [mm]
	最大応力 [MPa]		平均応力 [MPa]		[mm]		
	取替側	健全側	取替側	健全側	取替側	健全側	
I	5.0	4.2	4.5	3.8	0.7	0.6	0.1
II	11.7	4.7	6.4	4.2	1.0	0.7	0.3
II-L	137.0	56.7	75.0	50.8	11.9	8.1	3.8
III	66.1	52.1	55.0	46.6	9.2	7.6	1.6

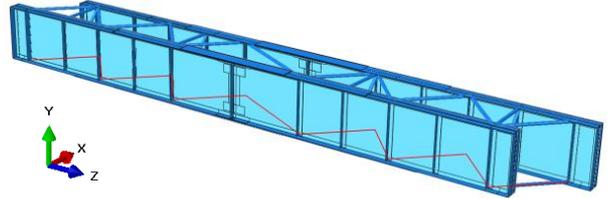


図-5 下横構を設けたモデル

表-2 下横構による荷重分担

ステップ	ウェブ面		フランジ面		たわみ		たわみ差 [mm]
	最大応力 [MPa]		平均応力 [MPa]		[mm]		
	取替側	健全側	取替側	健全側	取替側	健全側	
I	5.0	4.2	4.5	3.8	0.7	0.6	0.1
II	10.2	5.0	5.6	4.4	0.9	0.7	0.2
II-L	106.0	57.4	58.1	52.4	9.8	8.5	1.3
III	57.9	51.3	48.2	45.8	8.5	7.6	0.8

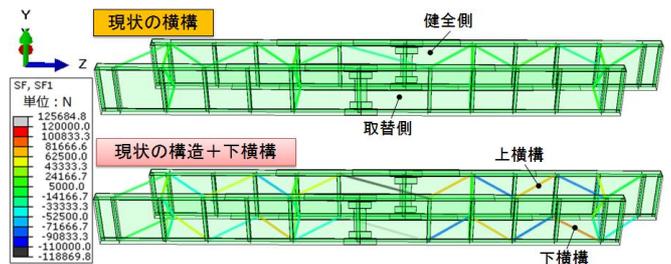


図-6 横構における軸力分布 (ステップII-L)

- 1) 対象橋梁に生じる主桁間のたわみ差は、CPを取外した状態で列車が通過するステップII-Lで最大となり、3.8mmとなった。
- 2) 下横構を付加した場合、たわみ差は3.8mmから1.3mmまで減少した。また、ウェブ面で生じた最大応力は137MPaから106MPaまで低減した。
- 3) 現状の構造では上横構の軸力が最大8kN程度であり、外力によって橋梁全体がねじれている。現状の構造に下横構を付加した場合、最大軸力は126kNに上昇した。下横構を付加することで、ねじれ剛性が向上し、ねじれの大きさが低減している。

参考文献

1) 鉄道総合技術研究所：鉄道構造物等設計標準・同解説 鋼・合成構造物，丸善，2009