

## BP-A 支承の腐食損傷の程度が支承部の水平・回転変形追従機構 およびその周辺部材の応力性状に及ぼす影響

大阪市立大学大学院 学生会員 ○平岡 葵  
大阪市立大学大学院 正会員 山口 隆司

大阪市立大学大学院 正会員 林 巖  
(株)川金コアテック 正会員 新名 裕

### 1. はじめに

高力黄銅支承板支承 (BP-A 支承) に着目した既往研究では、新規支承と供用後の支承に対して、実験的に水平・回転変形挙動の違いが考察され、変形追従機構が明らかにされた。一方、変形追従機構を担う支承接触面の腐食程度が、支承性能やその周辺部材に及ぼす影響を検討した研究は少ない。本研究では、支承接触面における摩擦係数の変化が、支承性能およびその周辺部材の応力性状に及ぼす影響を解析的に明らかにする。

### 2. 解析モデル

解析モデルの概要を図-1、使用した材料特性を表-1に示す。本解析では、桁の両端部に支承を設置して、桁中央に鉛直変位を与えることで支承挙動を評価する。対称性を考慮し支間中央までの1/2モデルとした。垂直補剛材は、支点上と載荷位置には両面設置し、それ以外の箇所は片面のみに設置している。また、床版の死荷重は、PC鋼材に張力を導入することで支点上に与えている。使用要素は、載荷梁、台、支承部材ではソリッド要素、桁部材ではシェル要素、張力を導入するPC鋼棒では、はり要素を用いた。要素サイズは、載荷梁、台、桁部材では50mm×50mm、支承部材では5mm×5mmとした。荷重は、Step1で桁の死荷重とPC鋼棒へ張力を導入し、Step2で支間中央にフランジ幅方向の分布荷重として250kNを載荷した。

解析ケースを表-2に示す。BP-A 支承は、図-1(b)に示すように、上沓-ベアリングプレート(BP)間の平面接触面の滑り運動で水平変形機構、BP-下沓間の球面接触面で回転機構を担う構造である。この2面の接触面に接触条件を付与した。腐食損傷の程度を考慮するため、各接触面の摩擦係数は、健全時(Intact)を想定した0.05<sup>1)</sup>、道路橋示方書(以下、道示)<sup>2)</sup>で経年劣化を考慮して規定された設計上限値(Design)0.15、さらに腐食が進行した(Corroded)錆面を想定した0.4<sup>3)</sup>とした。また、完

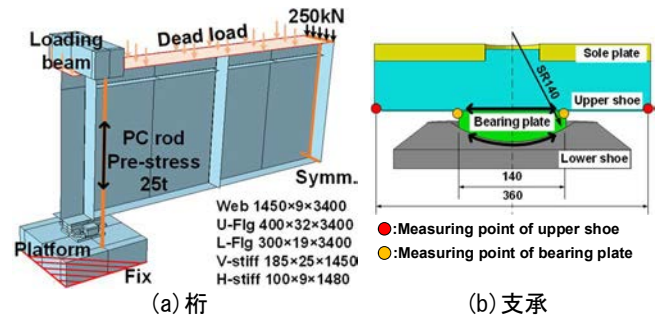


図-1 解析モデル

表-1 材料特性

		Elastic mod. Yield stress	
		[GPa]	[MPa]
Web, Flange, Upper and Lower shoe, Soleplate,	SM490A	200	315
Sideblock	Ideal elastoplasticity		
Stiffener	SS400	200	235
Bearing plate	CAC304	100	410

表-2 解析ケース

Case	1	2	3	4	5	6
Horizontality	Intact	Design	Corroded	Fixed	Corroded	Intact
Rotation	Intact	Design	Corroded	Fixed	Intact	Corroded

全に固着した場合(Fixed)を想定し、節点共有した。

### 3. 解析結果

荷重-回転角関係を図-2、荷重-水平変位関係を図-3に示す。上沓とBPの回転角は、図-1(b)に示す2点の計測点の鉛直変位差と水平距離がなす角とした。図-2,3において、健全状態を想定したCase-1と摩擦係数を道示の設計上限値としたCase-2では、接触面のすべりが発生するまでは高い剛性を有し、上沓ですべりが発生することで、曲線の傾きが急激に大きくなる挙動を示した。また、上沓ですべりが発生する荷重は摩擦係数に比例して増加している。一方、腐食が進行したCase-3,4では、図-4に示すように、健全時と逆方向に回転している。これは、図-4(b)ii)より、摩擦係数の増加に伴い摩擦力が増大し、桁の回転・水平追従ができず、下フランジが圧縮されるような、支承下側を回転中心とする変形が生じたためである。また、BP上下面の摩擦係数

キーワード BP-A 支承, 腐食損傷, 変形追従, 主応力分布

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 06-6605-2765

が異なる Case-5,6 では、Case-1 と Case-2 の中間の回転挙動を示している。

上杓と BP のそれぞれの回転角に着目すると、BP 上下面の摩擦係数が異なる Case-5,6 では、図-2 より上杓と BP の回転角の差が大きいことがわかる。これは、Case-6 では BP-下杓間の回転機能が制限されるため、上杓-BP 間で桁の水平変位を追随し、Case-5 では、BP-下杓間のみで変形に追随するためである。これを踏まえ、BP-上杓間の接触圧分布(図-5)に着目すると、Case-5,6 ともに分布に偏りが生じていることがわかる。既往研究<sup>1)</sup>では、BP-下杓間が固着の場合(Case-6 相当)、上杓-BP 間の空隙によって、変形を追随すると考察されていたが、本解析で空隙は認められなかった。

支承周辺の下フランジとウェブに発生する最小主応力カウンター図と主応力方向を図-6, 7 に示す。図-6 より、Case-1~4 を比較すると、摩擦係数の増加に伴い、圧縮応力性状は拡大しており、その値は最大で約 6 倍となる。一方 Case-5,6 では、圧縮応力性状は BP 上下面の腐食箇所によって異なり、その値は Case-5 は約 4 倍、Case-6 は約 1.8 倍であった。これより、摩擦係数の増加により圧縮応力は高くなるが、特に、桁の水平変位を制限するような腐食が発生すると、ソールプレート端部の下フランジに大きな圧縮応力が発生することがわかる。

図-7 より、ウェブに発生する圧縮応力は、下フランジと同様、摩擦係数の増加に伴い、高くなることがわかる。特に、回転および水平ともに拘束される場合にはソールプレートの端部付近を中心に高い圧縮応力が発生することがわかる。

4. まとめ

BP 上面の摩擦係数が増加した場合、桁の水平変位が制限され、ソールプレート端に高い最小主応力を発生することがわかった。

謝辞

本研究は、第 12 期上田記念財団研究助成の援助により実施したものである。ここに謝意を表す。

参考文献

- 1)高橋ら：経年 40 年のベアリングプレート支承(BP-A 支承)の水平・回転変形追随性能実験，構造工学論文集 Vol.64A, pp.26-37,2018
- 2)日本道路協会：道路橋示方書・同解説 I 共通編 II 鋼橋編（平成 2 年 2 月），pp.92-93,2012
- 3)馬場ら：鋼鉄道橋より撤去された線支承およびソールプレートのすべり試験，土木学会第 73 回年次学術講演会講演概要，2018

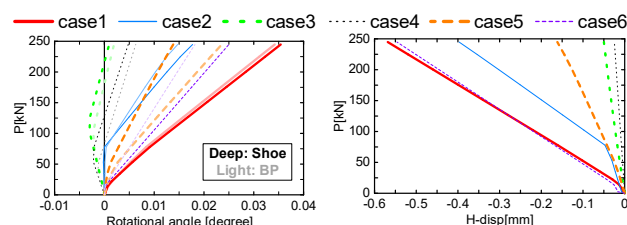


図-2 部材回転角 (上杓・BP)

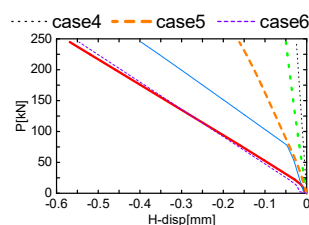


図-3 水平変位 (上杓のみ)

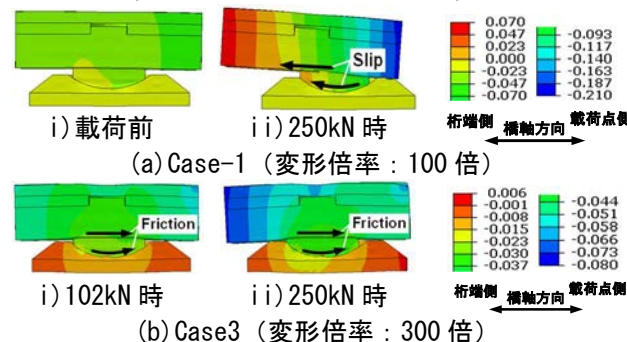


図-4 支承断面鉛直変位カウンター図

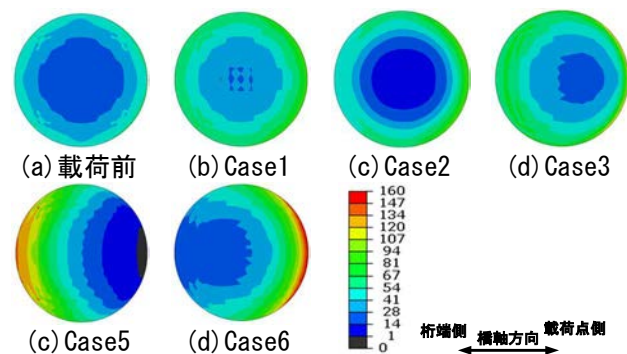


図-5 BP 上面接触圧分布 (250kN 時)

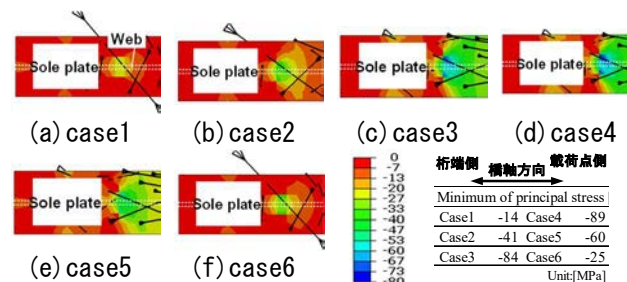


図-6 下フランジ下面の最小主応力分布

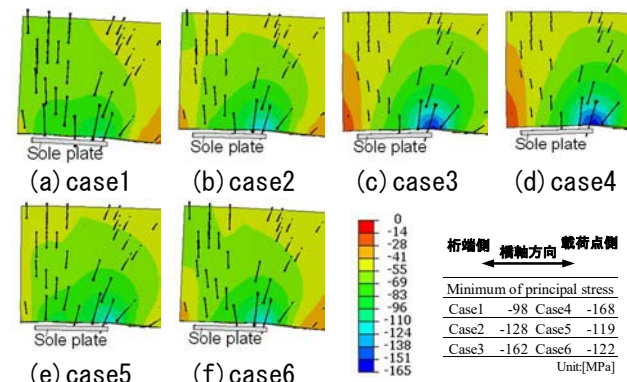


図-7 支承周辺ウェブの最小主応力分布 (変形倍率 100 倍)