

鉄道上路プレートガーダー下フランジ山形鋼に生じた疲労き裂発生要因に関する検討

西日本旅客鉄道株式会社 正会員 ○西田 寿生

大阪大学接合科学研究所 正会員 金 裕哲

1. はじめに

鋼鉄道橋で数多く見られる変状として、上路プレートガーダー（リベット構造）の支承部下フランジ山形鋼に生じる疲労き裂がある（写真1）。本稿では、疲労き裂発生要因として鋼材の損耗に着目、調査結果を踏まえ疲労試験を行った結果を報告する。

2. き裂の発生原因と損耗量調査

当該箇所のき裂の発生要因としては、端補剛材下端部が腐食し鉛直力を下フランジ山形鋼に伝達できなくなり、さらにソールプレートが損耗することにより、下フランジ山形鋼のコーナー部に高い面外曲げが作用することが考えられる¹⁾。端補剛材下端において、特に高経年橋りょうでは、腐食や損耗により、隙間の存在が実橋において確認できる。ここでは、ソールプレート等の損耗量について行った調査結果を示す。

調査対象とした橋りょう緒元を表1に示す。

A橋は桁架替えのため2007年に撤去した桁で、き裂は発生しておらず腐食も軽微であった。一方、B橋は支承部フランジ山形鋼にき裂が生じたため、2010年に下フランジ山形鋼のき裂部およびソールプレートを交換した橋りょうである。

A橋の調査結果を図2に示す。

調査には幅30cmの型取りゲージを用い、表面の凹凸を2cm間隔で計測した。計測結果からソールプレートの損耗量は最大で1.5mm程度、ウェブ直下に向かって大きくなっていることが分かった。また、下フランジ山形鋼の損耗量は0.5mm程度で、ソールプレートに比べると小さかった。なお、ウェブ下面はソールプレートと接触していないため、ウェブ直下でソールプレートの損耗は生じていない（図1参照）。

次に、B橋について計測結果など図3に示す。

左側下フランジ山形鋼のコーナー部でき裂が生じていた（図3-③）。端補剛材山形鋼が接触していた箇所は6mm程度損耗していた。なお、この値はA橋では1mm程度であった。ソールプレート上面の損耗はA橋と同様、型取りゲージおよび3次元計測器を用い、②に示す範囲を計測した。損耗量はき裂が生じていた左側で約6mm、右側は4mm程度であった。また線路方向（y軸）については、ソールプレートの両縁に向かって損耗量が大きくなっていることが分かった。

A橋とB橋を比較すると、材片寸法は表2に示すとおり、ほぼ同じである。供用条件の違いとして、B橋はA橋に比べ列車本数が約3倍程度多く、さらに、重い貨物列車も走行する線区である。これらより、A橋に比べてB橋の損耗が大きい理由は、供用条件の差によるものと判断できる。

3. 山形鋼の疲労試験

山形鋼の疲労き裂の発生特性を把握するため、疲労試験を実施した。試験体は1928年に架設し2009年に供用停止となった下路プレートガーダーの主桁上フランジより採取



写真1 下フランジ山形鋼の疲労き裂

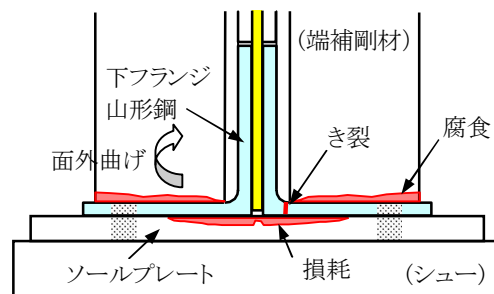


図1 支承部のき裂発生要因の推定

表1 調査桁緒元

図面番号	(A橋)達540号, (B橋)達94号
形式	開床式単線上路プレートガーダー
設計	(A橋) クーパー E33
活荷重	(B橋) クーパー E40
支間	19.152m
製作	(A橋)1929年, (B橋)1928年
備考	(A橋)健全, (B橋)き裂あり

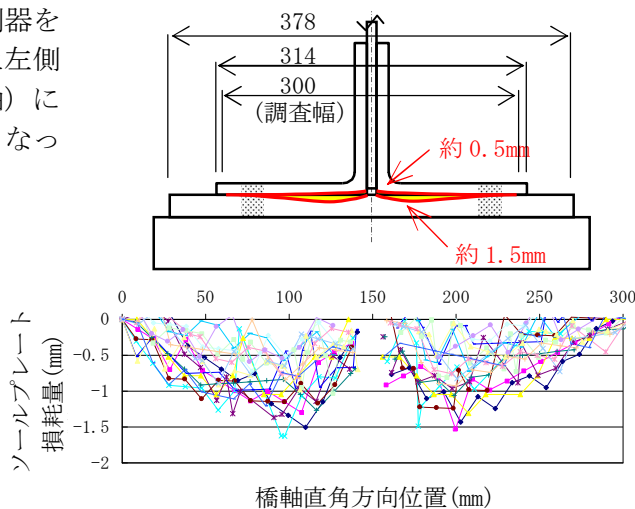


図2 計測結果（A橋）

キーワード 鉄道上路プレートガーダー、疲労き裂、ソールプレート、山形鋼

連絡先 〒532-0011 大阪市淀川区西中島 5-4-20 中央ビル 2F TEL: 06-6305-6958

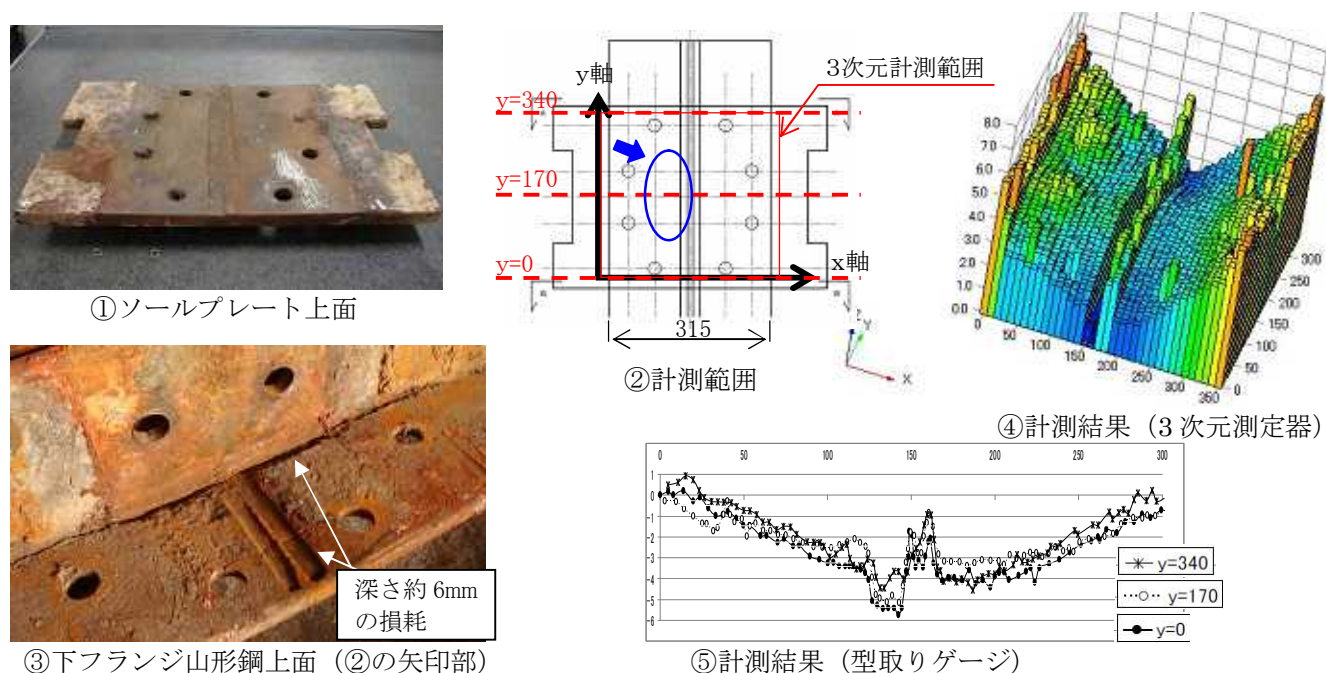


図3 調査計測結果 (B橋)

した鋼材を用いて製作した。供試体の形状および寸法を図4に示す。損耗を再現するため、山形鋼上面を機械的に長さ160、幅10、深さ4 (mm) の溝を加工した (Case 2~4)。

疲労試験における载荷状況を図5に示す。

Case 1~3 では山形鋼上面に引張の応力振幅を、Case 4 は山形鋼上面に圧縮の応力振幅を与えた。応力振幅値は中心から30mmの位置において、応力値: 約75, 148MPaとなる荷重を载荷した。

試験結果を表3に示す。疲労き裂が発生したのはCase 3のみ、すなわち、溝あり、コーナー部上面に引張、応力振幅148MPaのみであった (図6)。

4. まとめ

上路プレートガーダーの支承部下フランジ山形鋼に生じた疲労き裂発生要因を明らかにするため、損耗に着目した調査および疲労試験を行った。その結果、ソールプレート上面の損耗と、下フランジ山形鋼上面の損耗量が疲労き裂発生に大きく関与していることが分かった。一方、疲労試験では溝あり、148MPaの比較的大きな応力振幅でも、山形鋼上面が圧縮ではき裂は生じなかった (Case 4)。今回の試験結果によれば、疲労き裂の発生要因は山形鋼の損耗のみならず、首振りなど何らかの要因により、山形鋼上面に高い引張応力が生じていることが示唆された (図7)。今後、定量的な評価を進めると共に、要因を踏まえた対策工についても検討したい。

参考文献

1) 杉本一郎, 小林裕介, 市川篤司: 溶接付加物が鋼リベット桁の疲労に及ぼす影響と延命化手法, 鉄道総研報告, 20-5 (2006.5)。

表2 材片寸法

	A橋	B橋
腹板	1829×10	1981×11
下フランジ山形鋼	152×152×14	152×152×13
ソールプレート	t=22	t=22
端補剛材	127×89×13	127×89×13

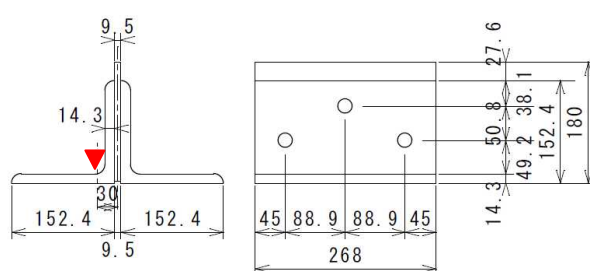


図4 疲労試験体 (Case1)

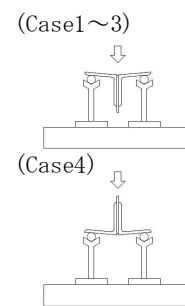


図5 载荷状況

表3 疲労試験結果

	Case 1	Case 2	Case 3	Case 4
供試体	溝なし	溝あり	溝あり	溝あり
応力振幅 (MPa)	74	74	148	148
繰返し回数 (万回)	200	200	120	200
き裂発生の有無	なし	なし	発生	なし



図6 疲労き裂発生状況 (Case 3)

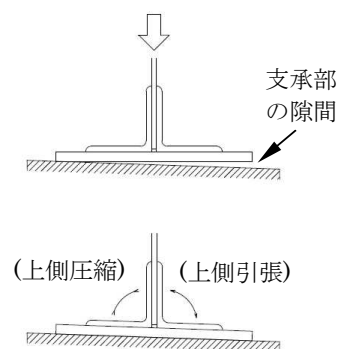


図7 山形鋼の変形