

# 支承のあおりを生じた溶接桁端補剛材の疲労き裂発生因子

鉄道総合技術研究所 正会員 ○吉田 善紀 小林 裕介  
 施工技術総合研究所 正会員 小野 秀一  
 非会員 宇田 陽亮  
 TTES 正会員 勝山 真規

## 1. はじめに

鋼鉄道橋では、桁と支承の間に隙間（以下、ギャップ）が生じることで列車通過時に桁の支点部があおられる変状（以下、支承のあおり）が多く発生する。溶接桁では、支承のあおりによる端補剛材周辺の疲労き裂が報告されているが<sup>1)</sup>、疲労き裂を生じさせる諸因子が明らかにされていない。端補剛材の発生応力は支承の状態や列車通過時の支点部の挙動、橋梁条件により異なり、それぞれギャップ量、下フランジの鉛直変位（以下、あおり量）、支点部の構造諸元が関連する。そこで、これらをパラメータとして支承のあおりを再現した桁の荷重試験とFEM解析を行い、各パラメータと発生応力の関係を調べることで疲労き裂を生じさせる諸因子を明らかにした。

## 2. 荷重試験概要

荷重試験には、開床式上路桁の桁端を模擬した2主桁の試験体を用いた。試験体の桁端部は、昭和30年以降に製作された標準的な溶接桁（支間9.8m）と同じ構造・寸法とした。

図1に試験体断面を示す。

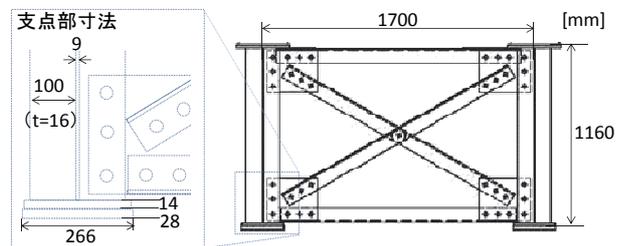


図1 試験体断面

試験体の支持方法は、支承のあおりを再現するため片方の主桁の支点を下降（または上昇）させて左右主桁の支点に高低差を設けることで、試験体を回転させて桁と支承の間に隙間を設けた（図2）。支点の高さ調整は、実橋梁で問題となる微小なギャップを再現するため、トルクアップジャッキを使用して0.1mmの精度でギャップ調整を行えるようにした。

荷重方法は、支点反力が最大となるよう端補剛材位置の上フランジに荷重梁を設置し、荷重梁を鉛直方向に静的に荷重した。

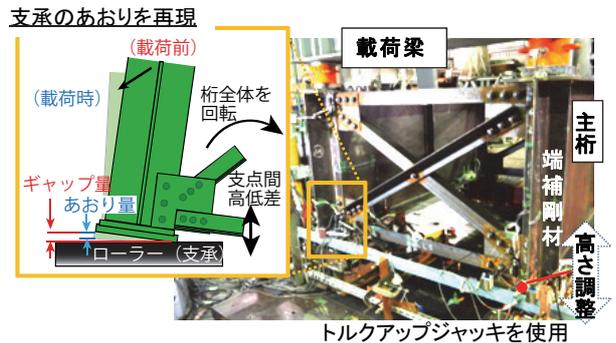


図2 試験方法

## 3. 端補剛材下端の疲労き裂発生因子

### 3.1 ギャップ量

図3に、ギャップあり ( $g=0.9\text{mm}$ )・なしの2ケースについて端補剛材下端の下フランジと垂直方向の応力分布を示す。ギャップがない場合は端補剛材の全幅で一様な圧縮応力が生じるが、ギャップがある場合、端補剛材の圧縮応力がギャップと逆側（以下、支点側）で増加、ギャップ側で減少する分布となり、ギャップ側の端部は引張応力が生じている。これは、下フランジがギャップ側に沈下するとともに、下側に凸となるような変形を生じたためであると考えられる。

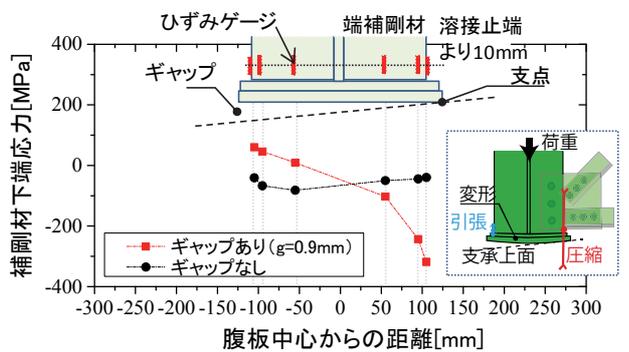


図3 端補剛材下端の応力分布 (P=600kN)

図4にギャップ量を変化させた場合の(a)端補剛材下端の応力および(b)あおり量と応力の関係を示す。なお、あおり量は荷重時の下フランジのギャップ側端部の鉛直変位として求めた。図4(a)より、ギャップ量が大きいと端補剛材の応力は増加することがわかる。図4(b)より、端補剛材

キーワード：支承，あおり，疲労き裂，溶接桁，端補剛材，鋼鉄道橋

連絡先：〒185-8540 東京都国分寺市光町2-8-38 (公財)鉄道総合技術研究所 鋼・複合構造 TEL 042-573-7280

下端の応力はあおり量に依存して増加し、ギャップ量が大  
きい方があおり量は大きくなっている。これらのことから、  
支承にギャップが生じると端補剛材の支点側端部で応力  
が高くなり、ギャップ量が大いときと応力が増加しやすいこ  
とがわかった。ただし、同じギャップ量でも列車通過時の  
あおり量によって応力が異なるため、双方を把握したうえ  
で疲労き裂の発生する可能性を判断する必要がある。

**3. 2 あおり量**

列車通過時の発生応力とあおり量の関係を調べるため、  
同じギャップ量で荷重を変化させて載荷試験を行うとと  
もに、これと同条件でFEM解析を行った。図5に解析と載荷  
試験で得られた荷重と端補剛材下端の応力の関係を示す。解  
析結果は載荷試験結果と傾向が一致しており、試験体の挙動  
を再現できていることがわかる。端補剛材下端の応力は荷重  
に応じて増加するが、荷重が大きくなると勾配が減少してい  
る。

図6に、解析結果から得られた下フランジ(ソールプレ  
ート)の鉛直変位を示す。荷重の増加により下フランジの傾き  
が大きくなり、あおり量が増加している。応力の勾配変化が  
生じた荷重(STEP②)において下フランジ支点側の傾きが  
支承上面と一致しており、この時点で下フランジの一部が支  
承と接触していると考えられる。これらより、列車通過時の  
あおり量に応じて端補剛材下端の応力は増加するが、あおり  
量がギャップ量に近づくと、下フランジが支点側から徐々に  
支承と接触し、応力の勾配が減少することがわかった。

**3. 3 支点部の構造諸元**

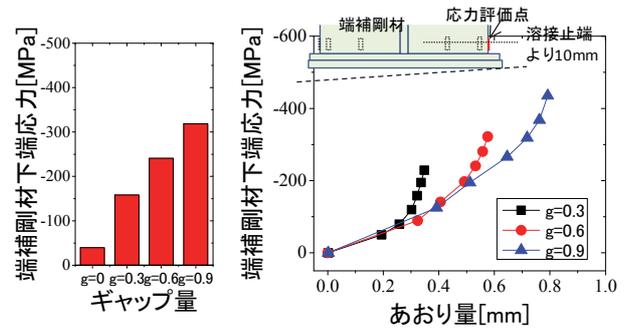
支点部の構造諸元による発生応力の違いを把握するため、  
端補剛材厚さと下フランジ厚さを変えて解析を行い、端補剛  
材下端の応力を同じ荷重で比較した。図7に解析結果を示す。  
端補剛材厚さが大いときと応力が小さくなっている。これは、  
端補剛材の断面積が増加するためであると考えられる。下フ  
ランジ厚さも大きい方が応力は減少しているが、端補剛材厚  
さと比べてその変化が小さい。下フランジ厚さは下フランジ  
の曲げ剛性に寄与し、端補剛材下端の応力を低減させるこ  
とが考えられたが、その寄与分は小さいことがわかった。

**4. おわりに**

支承のあおりを再現した桁の載荷試験およびFEM解析を行い、  
支承のあおりを生じた場合の端補剛材の発生応力と各種パラメ  
ータの関係を調べた。その結果、疲労き裂を生じさせる因子と  
して、支承のギャップ量や、ギャップ量に対する列車通過時の  
あおり量、および支点部の構造諸元として特に端補剛材厚さ  
が関連することがわかった。

本研究は国土交通省補助金を受けて実施しました。関係各位に謝意を表します。

**参考文献** 1) 宍戸真也, 川村力, 小島俊一, 吉田直人, 小林裕介: 鋼直結軌道上路鋼桁橋梁に発生した疲労き裂の補修について, 土木学会第66回年次学術講演会



(a) 発生応力 (P=600kN) (b) あおり量との関係  
図4 ギャップ量と発生応力の関係

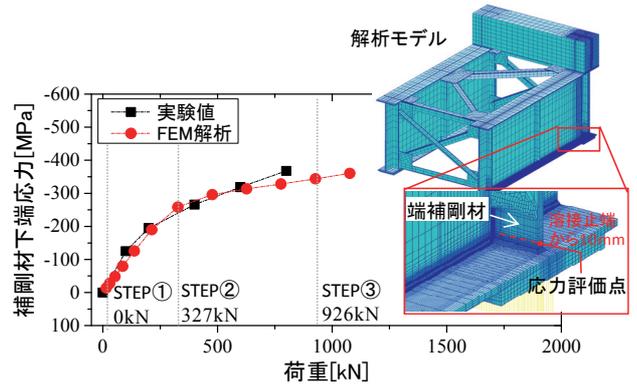


図5 荷重と応力の関係 (g=0.9mm)

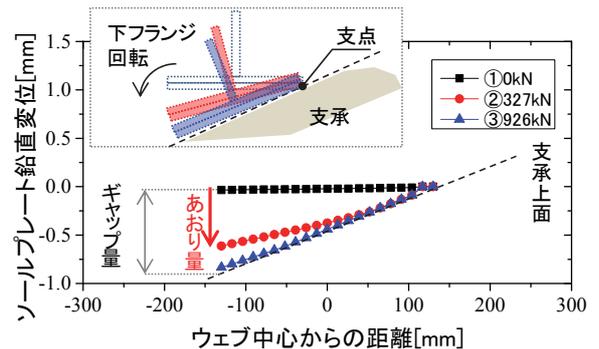


図6 ソールプレートの鉛直変位

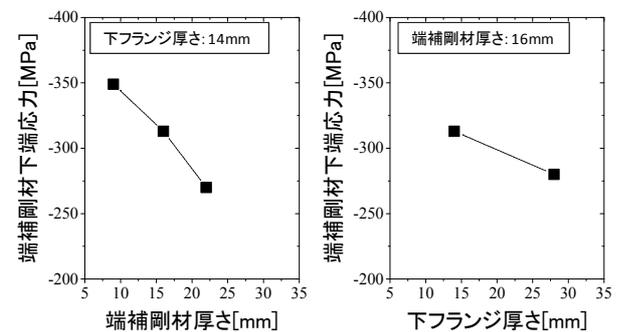


図7 部材寸法と応力の関係 (P=627kN)