

開床式鋼下路桁の縦桁における疲労き裂の発生原因と対策

四国旅客鉄道株式会社 正会員 光中 博彦
 正会員 ○安村 勇亮
 正会員 宇野 匡和

1. 目的

開床式鋼下路桁の縦桁端部の上フランジ首部に生じる疲労き裂は、レール継目による衝撃や縦桁とレールの位置関係等により、特にレール継目近傍や上フランジ内側に生じやすい。しかし、JR 四国管内で発生した疲労き裂の中には、従来から考えられてきた傾向とは異なる位置に生じたものが認められた。

本稿では、実橋において応力測定や、マクラギと縦桁上フランジとの接触状態を確認し、き裂の発生原因を究明した。さらに、その結果を踏まえたき裂発生予防策を実施し、その効果を確認した。

2. 調査対象橋りょう

図-1 に調査対象橋りょうとした土讃線塩入・琴平間の第二金倉川橋りょうの平面図を示す。当該橋りょうは無勾配の直線区間に位置する一般的なスルーガーダーの開床式鋼下路桁である。縦桁の構造はフランジに山形鋼を用いたリベット構造であり、フランジにカバープレートは添接されていない。

当該橋りょうには過去 2 回、縦桁端部の上フランジ首部にき裂が発生しており、修繕工事を実施している。これらのき裂はいずれもレール継目付近ではない上フランジ外側に発生している。

3. 縦桁上フランジの応力性状の把握

列車通過時の上フランジに生じる応力性状を把握するため、上フランジ下面に生じる応力を測定した。図-2 にひずみゲージ貼付位置を示す。応力測定は、単軸のひずみゲージを用いて橋軸直角方向の測定を行った。図-3 に測定箇所と測点番号を示す。測点①～④は『継目部』とし、測点⑤～⑯は『一般部』とした。

図-4 に各測点の応力範囲を示す。これによると、応力範囲は測点によってばらつきが大きく、一般部でも継目部と同等の応力が生じている箇所も確認できる。また、外側フランジに比べて内側フランジの応力が高いという傾向は確認できなかった。

4. 応力性状の原因推定

(1) 一般部で生じる過大な応力

マクラギと上フランジの接触状態の変化により応力性状がどのように変化するか把握することを目的として、測点⑦の既設パッキンと上フランジとの間に木製のパッキン ($t=2.5\text{mm}$) を挿入し、接触状態を変化させて上フランジ下面の応力を測定した。図-5 に各測点の応力範囲を示す。

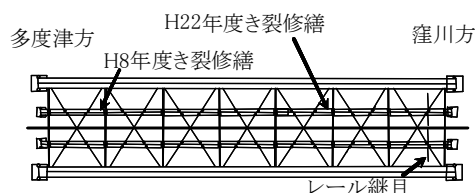


図-1 第二金倉川橋りょう平面図

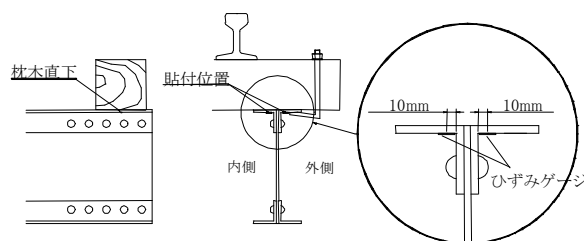


図-2 ひずみゲージ貼付位置

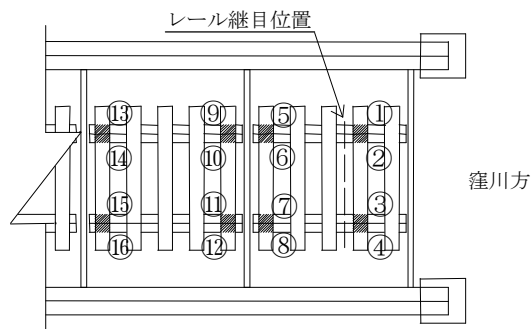


図-3 測定箇所平面図

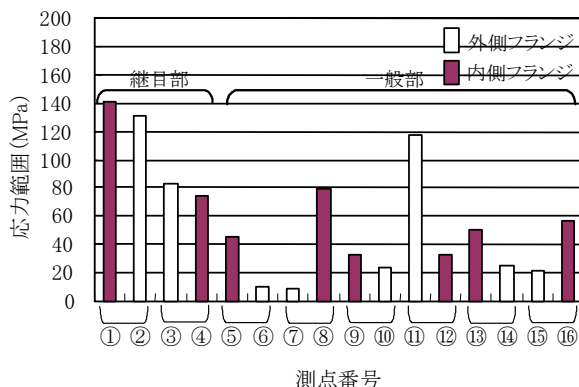


図-4 各測点の応力範囲

パッキンを挿入した測点⑦では応力が約 7 倍大きくなっており、継目部に近い応力が発生した。これにより、マクラギ高さ等によって列車荷重がある箇所に集中すると、一般部であっても継目部同等の過大な応力が生じることを確認した。

(2) 外側上フランジに生じる過大な応力

ここではマクラギと上フランジの接触状態に着目し、圧力測定フィルムをマクラギと上フランジの間に挿入した。図-6に測定後の圧力測定フィルムと上フランジに生じる応力範囲を示す。これによると、接触面は内側に偏っているという傾向は見られない。上フランジに発生する応力に関しては、接触状態の偏りが、その大小に影響していることが確認できる。

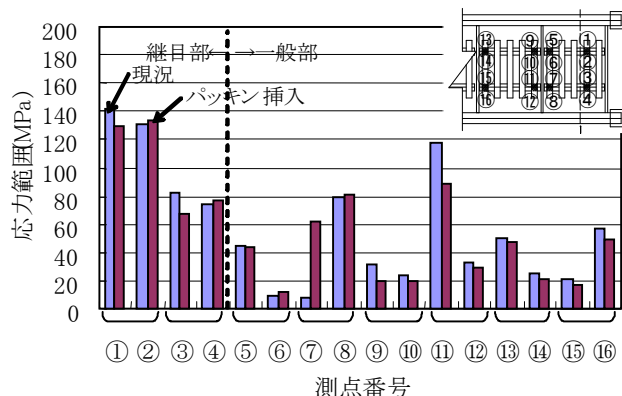


図-5 各測点の応力範囲の変化

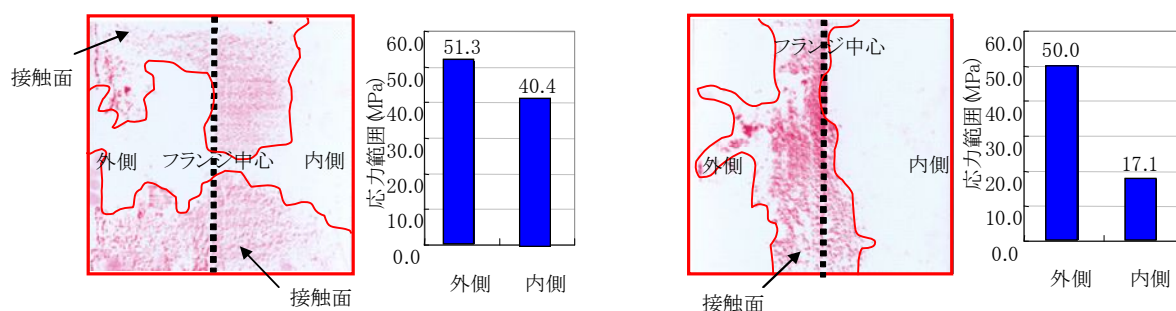


図-6 接触状態と応力

5. き裂発生予防策と効果

以上の調査結果より、マクラギと上フランジの接触の偏りを改善すれば過大な応力は発生しないと考えた。そこで、ある一箇所について、マクラギ・上フランジ間の空隙にエポキシ樹脂を充填し、全面で均等に接触させて、その効果を確認した。充填前後の応力範囲を図-7に示す。充填前の応力範囲は外側フランジで94.1MPaという大きな値を示していたが、充填後は55.6MPaと、約40%減少した。このように、マクラギと縦桁上フランジの接触状態をより均一な面で接触するよう改善することは、一定の効果が期待できることを確認した。

6. まとめ

カバープレートを持っていないリベット構造の縦桁を持つ開床式鋼下路桁を対象に、縦桁端部の上フランジ下面の応力測定や縦桁上フランジとマクラギの接触状態を確認することで、以下に示すことを確認した。

- (1) 縦桁上フランジに生じる応力にはばらつきがあり、一般部でも過大な応力が発生する箇所がある。これはマクラギ高さの不均等により、列車荷重がある箇所に集中することが原因であることを確認した。
- (2) フランジ外側に大きな応力が生じるのは、マクラギと上フランジの接触が外側に偏っている場合があることが原因であることを確認した。
- (3) 接触状態の偏りを改善することで、上フランジに大きな応力が発生することを防止できることを確認した。今後は、今回提案した予防策についてさらに検討し、その効果を確認したい。

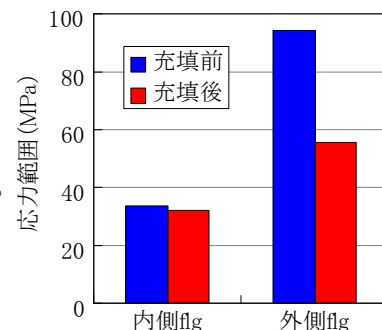


図-7 充填前後の応力

キーワード 開床式鋼下路桁、縦桁、疲労き裂

連絡先 〒760-0011 香川県高松市浜ノ町8番24号 四国旅客鉄道株式会社 土木技術センター

T E L (087) 825-1690