

鋼橋下横構吊材取付リベットの弛みに関する一考察

東海旅客鉄道（株）正会員 ○佐藤 寛之 正会員 吉岡 直行 非会員 酒井 正彦

1. はじめに

本年（平成16年）、開業40周年を迎える東海道新幹線では、安全安定輸送の確保の目的から、構造物を将来に亘って健全な状態に維持していくため、10年程前から鉄けたの特別検査を導入し、実施してきた。そうした中で比較的多く発見されてきた変状の一つに、下路式鋼橋の下横構吊材取付リベットの弛みがある。下横構は、車両横荷重、風や地震荷重等の横荷重に対して抵抗する二次的な部材ではあるが、高速列車走行による影響を把握するため、実橋測定を行い、リベットに弛みが生じる原因について考察したので報告する。

2. 調査概要

・橋りょう構造

直線複線下路トラス（1連あたり6格間）

・測定項目

振動加速度測定、応力測定

3. 調査結果

(1) 実橋測定結果

縦桁下フランジ、下横構の吊材取付部において計測した加速度の計測結果の特徴を挙げると

1. 内縦桁の吊材取付部の加速度が、外縦桁よりも大きい
2. 下横構の加速度は、端から2格間目が最も大きい
3. 下横構の加速度は、部材直角、鉛直、部材軸の順に大きい
4. 下横構の加速度は、縦桁下フランジより大きい
5. 反対線の加速度も振動波形となっており、下横構を通じて反対線の下横構、縦桁にも伝わっているという結果が得られた。

同じ箇所でも計測した局部応力については、

1. 縦桁下フランジは、外縦桁が内縦桁より大きい
 2. 下横構は、均等に応力が分担している
- という結果が得られた。

(2) 速度別振動特性

加速度の絶対値を速度別に整理した場合、図-4に示すように速度に応じて加速度は大きくなる傾向を顕著に示しており、測定時の最高速度255km/hでは最低速度132km/h

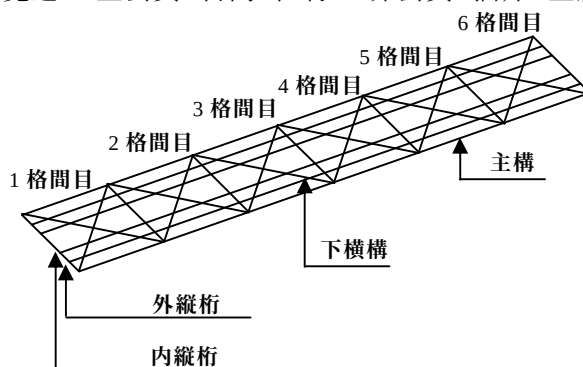


図-1 複線トラス橋りょう下弦材部

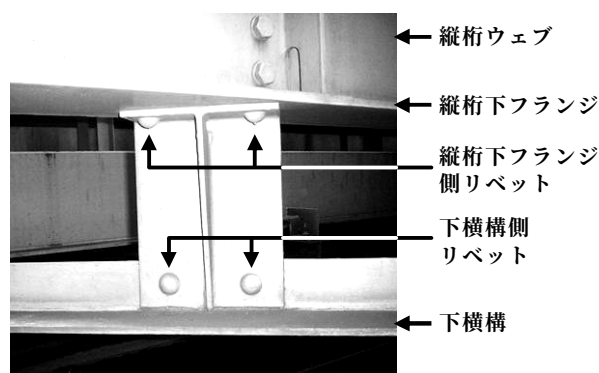


図-2 下横構吊材部の詳細構造

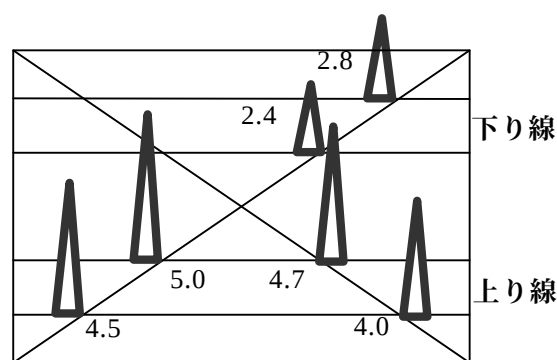


図-3 上り列車通過時の下横構加速度(G)

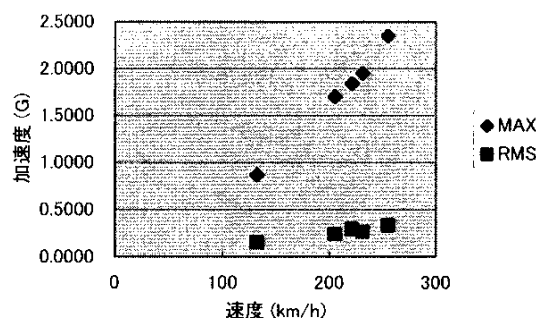


図-4 列車速度と鉛直加速度の関係
MAX：最大値 RMS：二乗平均

キーワード 鋼橋 下路トラス 下横構 リベット 振動

連絡先 〒420-0851 静岡県静岡市黒金町 29 番地 Tel：054-282-8116 Fax：054-285-0388

の2倍以上の値となった。一方、局部応力については速度との相関は得られなかった。

4. リベットの弛みの発生傾向

東海道新幹線の下路トラス橋りょうにおける目視調査の結果から得られた、リベットの弛みの発生傾向は、以下のとおりである。

- ・ 縦桁下フランジ側リベットは、端格間と中央格間（3,4 格間目）に比較的多く弛みが発生している。
- ・ 下横構側リベットについては、端から2 格間目に若干多く弛みが発生している。
- ・ 同一格間の中では、縦桁下フランジ側、下横構側ともに、内縦桁の方が外縦桁に比べて約5 割多くリベットの弛みが発生している。

5. 想定される原因の究明

リベットの弛みの発生傾向と今回の実橋測定の結果から、リベットの弛みの原因を以下のとおり推察した。

(1) 吊材取付リベットの構造的長

下横構は細長部材であり、その振動を防止するために縦桁に吊られている。綴じリベットの本数は強度的には計算されていないが、現行では2 本で固定されている。このため、下横構の振動によるてこ作用により片方のリベットには引張力が働くことになる。また、現場施工のため、支圧継手のリベットでは縦桁下フランジと吊材を隙間なく固定することが難しく、施工当初より若干の隙間が生じていたとも考えられる。これらのような弛みやすい構造的な長がある上に、以下に述べる列車通過時に発生する部材力が弛みの原因になっていると考えられる。

(2) 列車通過時に発生する部材力

① 繰返しせん断力（既往の研究事例による）

過去の研究において、正木ら¹⁾は、複線トラスの下横構連結部の疲労原因は、縦桁のたわみが繰返しせん断力の主原因であり、外縦桁の方が疲労損傷を起こしやすいとしている。また神谷ら²⁾は、主構と縦桁におけるたわみ量、周期の違いにより、リベットに繰返しせん断力が発生し、端格間ほど弛み・破断発生数が多いとしている。

しかし、東海道新幹線で見られるリベットの弛みの傾向は、外縦桁よりも内縦桁において、弛みが多く発生しており、在来線を対象とした既往の研究事例では十分な説明ができない。

② 部材の振動によって発生するリベット軸方向の引張力

支圧接合であるリベットは軸方向への引張力に弱い性質を持っている。下横構吊材取付部においては、縦桁下フランジ側リベットは鉛直方向、下横構側リベットは部材直角方向の振動によって、リベット軸方向に引張力が発生することになる。実橋測定の結果より、列車走行速度の増加に伴い部材の振動が増加するという結果が得られていることから、新幹線のような200km/h 以上の高速運転区間では、大きな振動振幅がリベット軸方向に引張力を発生させていることが、弛みの発生原因となっていると考えられる。実測結果からは、内縦桁に外縦桁よりも大きな振動が発生することが分かっており、リベットの弛みが内縦桁に多いという現象とも結び付けられる。

6. おわりに

下横構吊材取付リベットの弛みについては、高力ボルトへの交換を以って対策を実施してきたが、これまでに交換済の箇所に再度変状が生じた事例はない。高力ボルトで軸力を入れたことによって対策の効果は十分に上がっていると考えられるが、下横構吊材部での変状発生機構の解明は、今回緒に就いたばかりであり、まだこれからの課題である。今後とも鉄けた特別検査の結果を踏まえながら、より詳細な解析を行うことによって、さらなる対策の必要性の有無などを探っていくこととしたい。

【参考文献】

- 1) 正木洋 阿部英彦 大坪恭：鉄道用トラスの縦桁のたわみが下横構連結部に及ぼす影響，土木学会年次学術講演会，2003
- 2) 神谷弘志 友利方彦：鉄道鋼トラス橋に発生した疲労損傷の原因と対策，土木学会年次学術講演会，2003