

VI-209

鉄道橋における下路板桁の応力発生メカニズムについて

西日本旅客鉄道株式会社

正○菊池 保孝

佐野 力 一志 義晴

小林 巧

1. はじめに

JR西日本では鉄道の安全・安定輸送のため、鉄道橋の鉄桁についても定期的な検査を実施している。その中で最近、下路板桁のウェブに方向性をもつ点錆の発生という変わった事例が発見された。今のところ直接、耐力の低下に結びつくものではないが特殊な応力がウェブに発生していることが危惧されたためウェブにおける応力発生メカニズムについて検討したので報告する。



写-1 点錆状況

2. 調査概要

2-1 調査対象橋りょう

今回調査対象とした橋りょうは近畿管内の鉄道を跨ぐ乗越し橋りょうで、上路板桁1連、下路板桁4連の合計5連で構成されている。当橋りょうは、昭和8年に架設されて以来、今日まで定期的な保守がなされてきたが、特徴的な点錆は、下路板桁4連中2連に発生している。



写-2 調査橋りょう

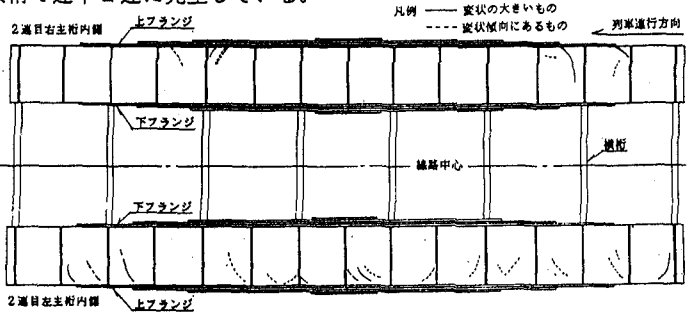


図-1 点錆発生状況

2-2 変状発生パターンの分析

詳細な調査を実施するにあたって、点錆の発生パターンについて整理すると次のことが明らかになった。

- 1) 多くは、円弧状に配列し、上端角部に凸としている。
- 2) 変状が大きいものの多くは、カバープレートの端部から発している。
- 3) ニーブレスの断面変位点から上部に多く発生している。

2-2 調査方法(図-2参照)

- 1) 列車通過時の応力分布
- 2) 主桁、左右方向の振動分布
- 3) 主桁の固有モード

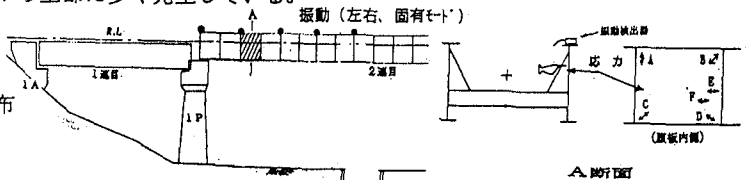


図-2 調査図

3. 調査結果

3-1 ウェブにおける応力分布

図-3は、列車進行に伴うウェブ面の応力分布を示したもので、基準の横桁(測定したウェブ面付近)位置に最大荷重(ボギー間)が載荷した時、D点において圧縮応力がピークに達している。しかし、その

他の点においては、ほとんど発生していない。B、C点は、0.1秒後から圧縮応力が発生し始め、0.2秒後に一度ピークに達するが、1.6秒後、次の前頭部ボギー中心が基準の横桁と次の横桁間にある時、圧縮応力が最大ピークとなり、同時にE点においても引張応力がピークとなっている。

これ以降、同位置に各車両のボギーの載荷が繰り返され、B、C、Eの3点において応力ピークが同時に繰り返し発生している。

3-2 主桁の左右方向の振動分布

図-4は、各測定点の加速度波形の包絡線を比較したものである。これによると桁端部から、中央部に近づくにつれて振動振幅が小さくなり、また、各ボギーに対応する波形が不明瞭になっている。これは、フランジ枚数の違いによって中央付近ほど主桁の左右変位に対する剛性が大きくなっているためであると考えられる。

3-3 主桁の固有モード

測定各点における卓越振動数及び、その位相について解析した。その結果、1次から4次までのモードが検出された。1次から3次モードは主桁の全体的な動きと推察できるが4次のモードについてはフランジのカバープレートの剛性差から、中央部で動きが拘束されているような形である(図-5)。

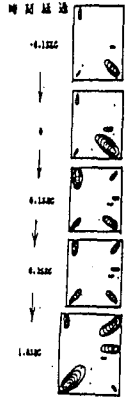


図-3 列車進行に伴うウェブの応力分布

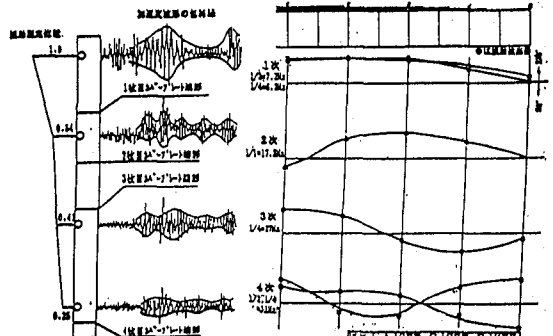


図-4 フランジ各点の振動比較

図-5 フランジにおける固有振動モード

4. 応力発生メカニズムの解釈及び、その検証

列車通過時にウェブに発生する応力の時間変化は、列車荷重との位置関係により、各点一様でないのが判った。まず、各ボギー中心が横桁上に載荷された時、横桁のたわみと同時にニーブレスがウェブを線路側に引っ張り、ウェブの下部に曲げ変形を生じさせ、最大の圧縮応力を発生させる。次に、ボギー中心が横桁と次の横桁の間にある時、ウェブの対角線方向に、ウェブを曲げる力が作用し、この方向に圧縮応力が発生する。この対角線方向のウェブの曲げは、主桁フランジの変形に伴って生じると考えられるが、カバープレートの枚数の違いによって、フランジの断面変更点付近では曲げ剛性が不均衡になり、この付近に応力集中が起こっていると考えられる。以上のメカニズムにより、フランジの断面変更点から、ウェブに円弧上の点錆が発生すると考えられる。これらの検証として他の同種桁において円弧上の点錆が発生しているか、どうか近畿管内の数橋りょうについて調査した結果、約3割強の橋りょうで発生しているのが確認された。よってこれら点錆の発生は鉄道の下路板桁における一般的な現象であると言えそうである。

5. まとめ

今回、下路板桁のウェブに発見された特徴的な円弧上の点錆について、その発生メカニズムを検討した結果、①列車荷重と横桁の特定な位置関係により、ウェブに対角線方向の曲げ変形が繰り返し発生する。②主桁フランジの断面変更点付近では、特に応力集中が起こる。ということが一般的に生じる可能性があることが判明した。これまでウェブに、このような特殊な変形が生じることについて、あまり議論されなかったが変形の繰り返しにより、疲労が蓄積され、今後、大きな変位に進行する可能性も考えられるので、この事例をもとに下路板桁の検査の着眼点の一つとして注意していかなければならない。

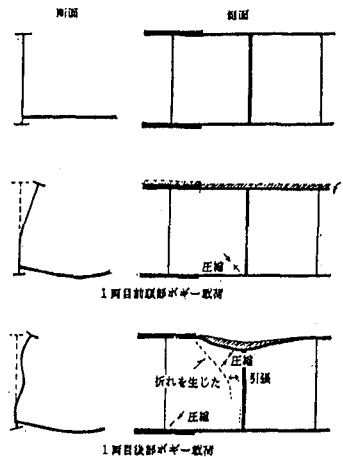


図-7 点錆の発生メカニズム