

単連トラス橋における歩道腕材取付部亀裂の原因究明と対策

東海旅客鉄道株式会社 正会員 ○藤川 義人, 金谷 大樹, 佐藤 浩二

1. はじめに

東海道新幹線の鉄桁における変状は、基本的に構造部位毎に原因究明と対策が行われ、これが標準的な工法として全線的に展開されている。現在では、ほとんどの主要部材(1次部材)に対する対策工は確定されており、新たに変状が発生した部位や2次部材に対する原因究明と対策工の検討が行われている。本研究では、2次部材であるトラス歩道腕材の取付部で発生した亀裂に対して関西地区の斜角桁単連トラスで確認した発生原因とその対策工について報告する。

2. 変状概要

トラス歩道腕材は、主構の格点に片持ちの状態に取り付けられており橋側歩道を支えている。

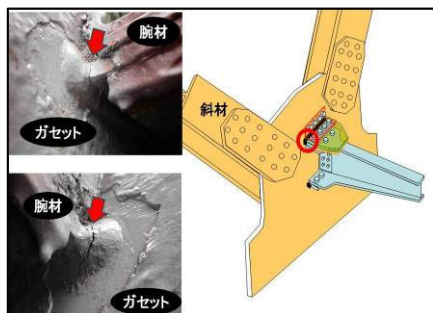


図 - 2.1 亀裂発生状況

亀裂は、腕材とガセットとの接合部の溶接箇所を確認されている。また、亀裂の位置は、ルートもしくは腕材側の止端で発生している。(図-2.1)

亀裂は2次部材である腕材側で発生しており、現在までに確認されている変状程度では、早晚、列車運行を阻害するようなものではないが、将来にわたって橋梁の健全性を確保するため、原因究明と対策工を検討することとした。東海道新幹線の関西地区には4橋梁のトラス橋があり、全ての橋梁でこの亀裂が発生している。しかし、このうち2橋梁(A橋梁、B橋梁)では、他橋梁と比べて亀裂の発生率が高い特徴がある。なお、この2橋梁は斜角の単連トラスであり、ほぼ同じ構造となっている。

3. 文献・聞き取り調査

腕材取付部の亀裂は、昭和60年頃¹⁾に発生したものと考えられ、昭和63年には事前補強として当板が行われた。当時の補修図面及び聞き取り調査により、この対

策工は予防保全的観点が高く、微細な亀裂を残したまま施工されたものも存在すると考えられた。

4. 格点ガセットの応力測定

調査はA橋梁(支間52m)で行った。亀裂の発生位置と測定箇所を図-4.1に示す。

A橋梁の亀裂は、ビード上に現れた1箇所を除き、全て腕材側の止端に確認できた。しかし、歩道腕材取付部において、問題となる可能性の

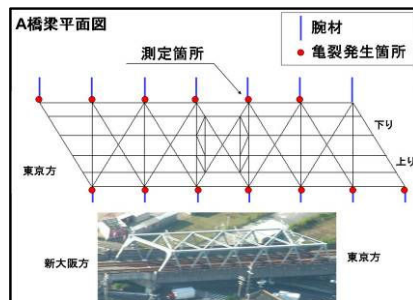


図 - 4.1 亀裂位置と測定箇所

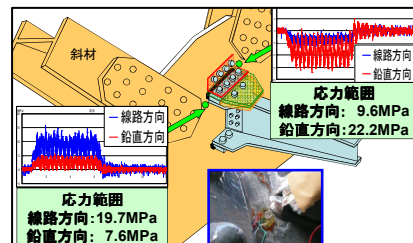


図 - 4.2 格点ガセット測定結果

ある格点ガセット側の止端亀裂発生の可能性を考慮し、念のため、格点ガセット側で測定を行った。結果を図-4.2に示す。結果は、JSSCの指針²⁾における、「荷重非伝達型E等級(非仕上げ隅肉):疲労限62MPa」及び「面外ガセットG等級(隅肉100mm以上):疲労限32MPa」よりも小さな応力範囲であり、格点ガセット側で損傷が生じる恐れが低いことを確認できた。

5. 腕材取付部こば面の応力測定

腕材側の止端に亀裂が確認できたことから、腕材こば面で応力測定を行った。

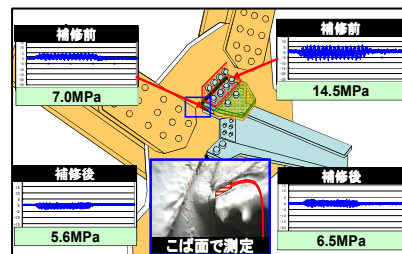


図 - 5.1 腕材こば面測定結果

高木³⁾らの研究結果より、連続トラスの腕材こば面では、線路方向の曲げが確認されたが、A橋梁の測定結果では、これは確認できなかった。

キーワード：東海道新幹線，斜角単連トラス，腕材，応力測定

〒533-0031 大阪府大阪市東淀川区西淡路1-2-56 東海旅客鉄道株式会社大阪新幹線構造物検査センター tel.06-6307-0512

亀裂がすでに発生している箇所にて測定を行ったことから、応力が開放されている可能性も考え、当該腕材を、再溶接(隅肉溶接)で補修し、再度、応力測定を行ったが結果は同様であった。(図-5.1)

6. 削りこみ調査

こば面での応力範囲が小さかったことから、継手強度の高い止端側での亀裂発生の可能性が低いと考えられたため、亀裂を削りこみ、進展状況を確認した。

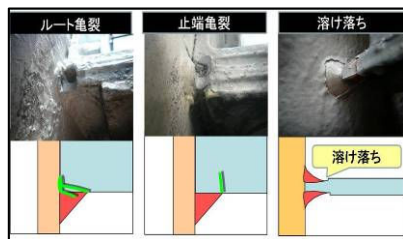


図 - 6.1 削りこみ調査結果

結果、ルート亀裂及び腕材母材方向に進展する止端亀裂が混在していることが確認できた。(図-6.1)

また、一部のど厚が不足しているものや、腕材の止端に溶けおちが発生しているものが見られた。

7. 腕材の挙動調査

腕材の挙動を把握するため、腕材中央部の鉛直方向、線路方向にそれぞれ速度計を取り付け、列車通過時の測定を行った。

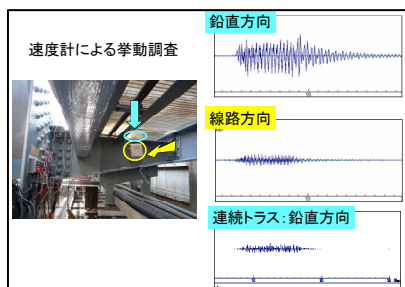


図 - 7.1 速度計調査結果

結果、腕材は鉛直方向に大きく動いていることが確認できた(図-7.1)。

また、鉛直方向の振動を連続トラスである D 橋梁と比較した結果、A 橋梁特有な動きであることが確認できた。なお、B 橋梁も同様な挙動を示した。

8. 挙動に対する応力測定と腕材固有振動数の確認

挙動に対する測定位置として、腕材下フランジ側取付部下面に歪みゲージを貼り測定を行った。

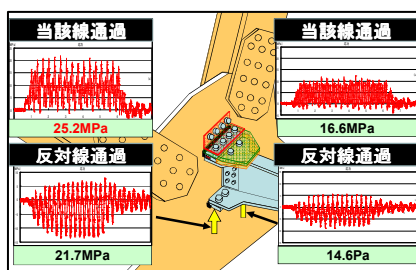


図 - 8.1 腕材下フランジ側測定結果

結果、当該線では多くのピークが見られ、反対線では列車通過後も、減衰が続く波形が見られた。(図-8.1)

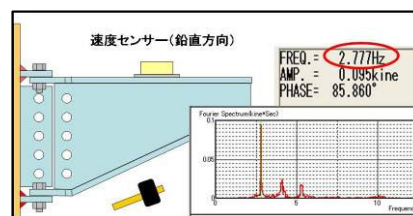


図 - 8.2 腕材の固有振動数

このことから、共振を疑い、腕材の固有振動数の測定を行った。腕材を鉛直方向に打撃し、固有振動数を確認したところ、2.78Hz という振動数を得た。(図-8.2)

測定した列車の速度は 244~270km/h であり、このとき、「速度÷90」であらわされる車軸による加振は 2.7~3.0Hz に相当する。この値は、腕材の固有振動数とほぼ一致することから、腕材の鉛直方向の挙動は、共振による影響が大きいと考えられる。なお、脚長 6mm として、のど断面にかかる応力に換算すると当該線で 27MPa、反対線で 23.3MPa となる。よって、「荷重伝達型十字溶接 H 等級(ルート破壊): 疲労限 23MPa」を超過していることから、ルート亀裂発生の原因と考えられる。また、止端亀裂については、「荷重伝達型十字溶接 F 等級(止端破壊非仕上げ): 疲労限 46MPa」を超えることはなく、このままでは疲労亀裂が発生することは考えられないものの、溶接部で確認された溶け落ち等により、疲労強度が標準状態よりも低下した箇所、止端からも疲労亀裂が発生したのではないかと推測された。

9. 対策工の選定

A、B 橋梁では、溶け落ちや腕材止端部の母材に進展した微細なクラックを取り除く対策工法が求められる。また、他橋梁と比べて高い変状発生率がみられることも勘案し、可能な限り強度等級が高い溶接継手に変更する必要があると考え、腕材止端部の母材に進展した微細なクラックの除去と同時に、開先を設けて再溶接(裏はつり再溶接も実施)を行う「完全溶け込み溶接(止端部仕上げ)」での対策を社内提案し施工した。

参考文献:

- [財]鉄道総合技術研究所 鋼構造物補修・補強・改造の手引き, 1992
- [社]日本鋼構造協会 鋼構造物の疲労設計指針・同解説, 1993
- 高木, 中西: 東海道新幹線下路トラス橋の腕材取付溶接部の亀裂変状に対する対策について 第 64 回年次講演会, 2009