

VI-13 山神橋（鋼アーチ橋＋鉄桁橋）の疲労に対する補修事例

福島工事事務所 正会員 阿部 要、新田定雄

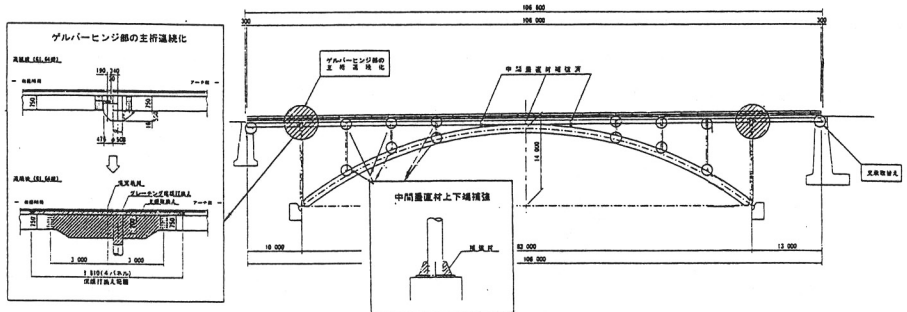
1. はじめに

山神橋は、一般国道13号・栗子道路の福島県福島市飯坂町中野地内に位置する、橋長106.6mの鋼上路式アーチ橋であり、昭和38年に架設されてから既に37年程経過している。

本橋は、アーチ部補剛桁と側径間鉄桁の連結部が切り欠きを有するゲルバー構造となっている。車両の大型化や荷重の増大に伴う構造的な応力集中が主な原因と見られるゲルバーヒンジ部及び中間垂直材端部の接合部に疲労亀裂が確認され、平成4年に応急処理、平成6年には補強工事が行われた。しかし、ゲルバーヒンジ部は補強後の形状が応力集中を緩和する構造となっておらず亀裂の再発生が懸念され、また中間垂直材では未補強部に疲労亀裂の発生が懸念されることなどから、平成9年に詳細調査を実施した結果、疲労亀裂が再発生する可能性が高く抜本的な対策が必要と判断され、ゲルバーヒンジ部の連続化及び中間垂直材の補強を行うものとした。

本稿では、山神橋の損傷状況、調査内容、補強対策、施工、補強効果等についてまとめたものである。

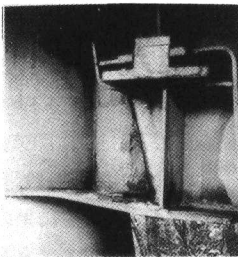
補強概要図
(側面)
(図-1)



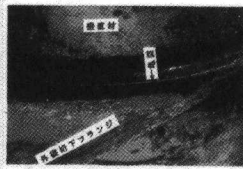
2. 損傷状況

ゲルバーヒンジ8箇所のうち、起点側及び終点側それぞれ6箇所に疲労亀裂が発見され、また中間垂直材のアーチクラウン両隣の上端と縦桁との接合部及び下端とアーチリブとの接合部に疲労亀裂が発見されたので、平成6年に補強工事を実施した。

ゲルバーヒンジ部の
亀裂発生状況
福島側（G1桁）



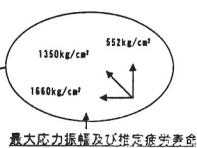
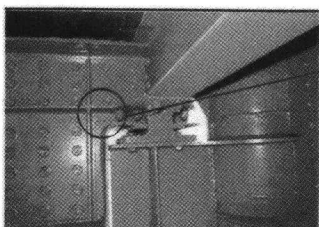
中間垂直材に発生した亀裂
(磁粉探傷試験より)



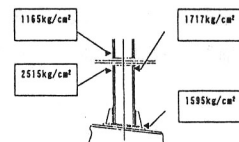
3. 調査内容

平成6年の補強工事後の効果を確認するため、実交通下で計測した結果、ゲルバーヒンジ部では最大応力振幅が1,660kgf/cm²（目標値600kgf/cm²）、中間垂直材では未補強部に最大応力振幅が2,515kgf/cm²（目標値600kgf/cm²）となり目標値をかなりオーバーしている部位がみられた。なお、補強済みの中間垂直材の最大応力振幅が429kgf/cm²（目標値600kgf/cm²）と十分な補強効果が得られていることが明らかになった。

○ゲルバーヒンジ部最大応力振幅及び推定疲労寿命



最大応力振幅及び推定疲労寿命



中間垂直材（部材3）

4. 補強設計

全体系モデルでの解析とし、片側交互通行で行うため架設時の上下線構造が異なる状況が反映できることから、三次元（立体）モデルで解析を行い、構造的弱点である架け違い部を抜本的に解消するため、疲労亀裂が発生しにくい構造として、ゲルバーヒンジ部の連続化を実施するものとし、中間垂直材の上・下端補強工法としては、補強材を添接することにより、応力集中を緩和させる工法とした。（図-1）

5. 施工

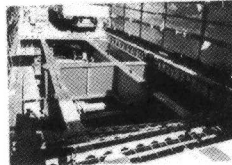
ゲルバーヒンジ部の既設の床版をはつりブロック割りにして撤去後、クレーンにて連続化ブロック桁を架設し、中間垂直材は、製作した補強部材を、溶接及びハイテンションボルトにて取り付けた。

終日片側交互通行で、起点・終点それぞれ2箇所で行い、その施工にあたっては、幹線道路での交通規制工事となるため、事前に新聞、ラジオ、テレビ、お知らせ看板、インターネットなどによる広報を積極的に行い、渋滞によるトラブル回避に努めた。

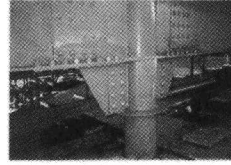
主桁の撤去



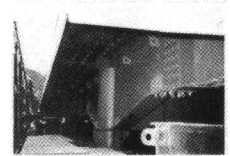
連続化ブロックの架設



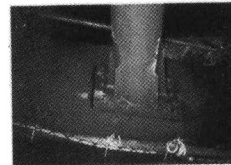
中間垂直材（上端）の補強状況



連続化後の状況



（下端）



6. 補強効果

本工事にあたっては、有識者等から成る検討委員会（栗子道路保全・管理検討委員会）からの指導・助言をもとに検討を進めてきた。検討会では最大応力振幅の設計目標値を 600kgf/cm^2 とした。

補強前後に載荷試験による応力・変位計測及び振動、応力頻度計測を実施した結果、ゲルバーヒンジ部の最大応力振幅が $1,962\text{kgf/cm}^2$ から 236kgf/cm^2 に減少した。一方、中間垂直材（部材3）の測定値は、上端部で最大応力振幅が 798kgf/cm^2 （設計値は、 508kgf/cm^2 ）、リブ下端で最大応力振幅が $1,308\text{kgf/cm}^2$ （設計値は、 782kgf/cm^2 ）となり、補強効果は確認されているが目標値には達成しなかった。その要因としては、活荷重による橋梁全体の挙動変化や既存の可動支承が腐食に拘束され主桁に軸力がかかっていたと考えられ、更に今回の工事でゴム支承に取替えた事により桁端部の変化が増加し健全な挙動状態になった事が影響していると考えられる。

桁端部変位：補強前 0.05mm → 補強後 2.81mm

7. 中間垂直材の補強対策

目標値に達しなかった中間垂直材の次の補強として、既設部材への加工影響・経済性・補強効果を詳細に検討したうえで、検討委員会の指導・助言を仰ぎながら設計・施工し橋梁の長寿化、高い信頼を目指し、さらに補強技術の確立の為に鋭意進行中である。

8. 終わりに

本橋のように、側径間をゲルバーヒンジで結ぶ上路式アーチ橋は多数架橋されているが、走行性、耐久性から問題が指摘されている。それに向けては、連続化するのが良いとされているが、応力解析が確立されていなかったため採用事例が無かったが、本稿が今後の鋼橋補強に何らかの参考になれば幸いである。