

福岡県汐入川橋の腐食減肉断面の当て板補修設計について

(一財) 土木研究センター 正会員	○落合 盛人	(一財) 土木研究センター 正会員	安波 博道
(一財) 土木研究センター 正会員	五島 孝行	福岡県	太田 孝一
(一財) 土木研究センター 正会員	中島 和俊	福岡県	守田 野歩

1. はじめに

老朽化した鋼橋において、腐食部の断面補修や B 活荷重対応等設計荷重の増大に伴う断面補強のための当て板補修が、比較的頻繁に橋梁補修工事として実施されている。

しかしながら、その構造諸元の決定方法は、減肉もしくは荷重増大による応力不足分の板厚の当て板を、その不足分の応力伝達に必要なボルト本数で接合する程度で、十分な設計計算なしに設計図面が作成され、施工されている場合も散見される。

福岡県の汐入川橋では、主桁下フランジに顕著な減肉（写真-1）が発生していたため当て板補修を行ったが、本工事では、応力不足分についての当て板構造の構造詳細決定、設計計算、および施工方法について具体的方法を検討し実施したので、その内容を報告する。



写真-1 汐入川橋外観

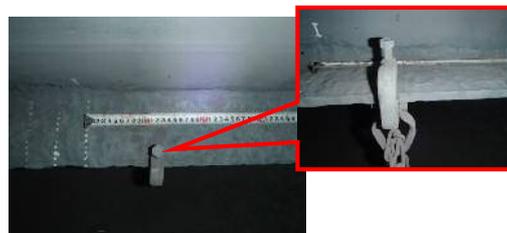


写真-2.1 下フランジ上面の腐食状況



写真-2.2 下フランジ下面の腐食状況

2. 補修対象部位の腐食状況

汐入川橋の主桁下フランジには、フランジ上面に、写真-2.1 に示すような顕著な減肉を伴う腐食が、橋軸方向広範囲にわたり発生していた。具体的には、支間中央断面である SEC3 断面の広い範囲で、同写真に示す腐食が発生していた。ただし、フランジ下面は、写真-2.2 のようにほとんど減肉していない状況であることが判った。

3. 当て板補修構造の設計

(1) 当て板補修構造詳細の決定

当て板補修の構造を図-1 に示す。本構造提案の考え方は以下とした。

- ① 当て板の摩擦接合は、腐食が発生しているフランジ上面には期待せず、腐食がほとんどないフランジ下面にのみに期待する 1 面摩擦接合とした。なおフランジ上面には、腐食による不陸に伴うボルトの片当たりを回避するため、厚めの座金を設置し、ボルト締付け力の座面への均等化を図った。
- ② ボルトは、当て板に応力を伝達するためのボルトを、腐食が発生していない補修範囲の両端（図-1◎印）に配置し、腐食が発生している中間部には、極力不要な削孔を避けるため、当て板閉じ合わせ用と、その



図-1 当て板補修構造案

キーワード 鋼橋, 腐食, 補修設計法, 当て板補修

連絡先 〒110-0014 東京都台東区台東1-6-4 (一財) 土木研究センター 材料・構造研究部 TEL03-3835-3609

位置の曲げ応力の変化分(せん断力)のみを当て板に伝達するためだけのボルト(図-1△印)を配置した。

(2) 当て板補修構造の設計計算方法の検討

当て板およびボルトの設計は、以下とした。

①当て板の板厚は、最大の減肉分(最低9mm以上)とし、材質は、フランジと同材質(SM490Y)とした。

②応力伝達用ボルトの必要本数 n_{req} は、下式により決定した。

n_{req} = (∠t × B × σ_{ta}) / ρa

ここに、∠t: 平均断面欠損厚, B: 下フランジ幅, σ_{ta}: 下フランジ許容引張応力度, ρa: ボルトの許容摩擦力(単面許容摩擦力)

③中間部ボルトは、フランジ断面方向に2本配置し、そのピッチ p は、以下の p1, p2 の内、小さい方を採用した。

・ p1 = (I × ρa) / (S × y × A_{spl}) ... 曲げ応力の変化分に伴う当て板と下フランジ間の層間せん断力を伝達するために必要なボルトピッチ。ここに、I: 着目する部位の主桁(当て板剛性含む)の断面二次モーメント, S: 着目する部位の活荷重による発生せん断力, y: 下フランジ下面(当て板接合面)の中立軸からの距離, A_{spl}: 当て板の断面積, ρa: ②に同じ

・ p2 = 24 t_{spl} ... 最大ボルト間隔; 当該補修部の主桁下フランジは引張応力状態にあるため、最大ボルト間隔は板厚の24倍とした。ここに、t_{spl}: 当て板の板厚

なお、当該補修に当たっては、死荷重作用下の下フランジにボルト孔用の削孔を行うことから、死荷重状態での発生応力はその分増大する。したがって、本補修工事は、削孔時の安全性、および増大した死荷重応力を考慮しても、補強後の死+活応力状態の改善効果が確実に期待できることを確認した上で実施した。¹⁾

また、(1)②項で、応力を伝達するためのボルトを腐食が発生していない範囲に設置したのも、死荷重状態での応力増大による影響を極力回避するための対策である。

(3) 当て板補修構造の施工方法の検討

施工手順についても、削孔に伴う上述の死荷重応力の増大を極力抑えるための対策を講じた。

①当て板の橋軸方向両端の4本(図-2★印)を、位置決めボルトとして、逐次削孔・本締め[※]により下フランジに取り付けた。

②次に、残る応力伝達用ボルトを、逐次削孔・本締め[※]により下フランジに取り付け

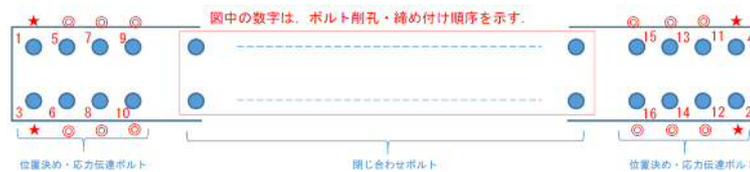


図-2 ボルト削孔・本締め手順



写真-3 金属パテ充填状況

た。(図-2◎印) ※逐次削孔・本締め工法: 削孔の都度ボルトを本締めする工法で、以降のフランジ削孔に伴う応力欠損分を、当て板に極力伝達できるように配慮したボルト締め付け工法

③最後に、閉じ合わせボルトを、一括削孔・一括本締めにより下フランジに取り付けた。(図-2)

なお、下フランジ上面は、腐食部の不陸解消によるボルト締め付け力の均等化を目的に、金属パテを先行充填し固形化後の締め付けを計画したが、充填後固形化するのに時間を要したため、施工工程上の理由により断念し、固形化する前に締め付けを完了(写真-3)させた。これにより金属パテ充填の目的は、不陸部の防水目的に留まった。

4. まとめ

本現場を通じて、当て板補修のための設計計算方法の一例が提示できたと考える。ただし、本現場では対策ができなかった腐食部にボルトを設置する際の不陸については、ボルト軸力の不均等や、片当たりによりボルト軸部に2次応力が発生するなどの要因となり得ることから、今後さらなる対策検討が必要と考える。

参考文献

1) 佐藤晃, 安波博道, 落合盛人, 中島和俊: 鋼道路橋に生じた腐食損傷部位の補修対策検討, 国土交通省北陸地方整備局第1回北陸橋梁保全会議口頭発表資料, 2013.11