

# 支承ソールプレート溶接部の疲労き裂対策箇所の追跡調査結果

首都高速道路株式会社      正会員    〇木ノ本    剛  
 (一財) 首都高速道路技術センター    正会員    友清      剛  
 (一財) 首都高速道路技術センター    正会員    仲野    孝洋

## 1. はじめに

支承ソールプレート溶接部に生じる疲労き裂は鋼橋の代表的な疲労損傷の一つであり、昭和の終わり頃から平成の初期にかけて損傷原因の究明、補修・補強方法の検討が実施されている。首都高速においても同時期に多数の損傷が確認されており、補修・補強が実施されている。ここでは、損傷再発状況を整理すると共に、対策実施から概ね20年経過した箇所で実施した追跡調査結果を報告する。

## 2. 適用された補修・補強方法

支承ソールプレート溶接部の疲労き裂は図-1に示すように3種類に分類されるが、損傷の主たる原因は支承機能の低下にともなうソールプレート前面溶接部の応力集中であり、支承の交換および下フランジとソールプレートをボルト接合に置き換えることが対策の基本である。しかしながら、損傷発見当時は構造的な制約や施工面の制約などから、支承交換が実施されていない箇所が多く、き裂部の溶接補修や図-2に示すような補強が実施されている。平成元年から平成10年までの10年間に実施された補修工事の図面を調査した結果、約500箇所の損傷に対して溶接補修が実施されており、応力低減を図るための下フランジ補強板は約340箇所、ウェブ補強は約140箇所施工が確認されている。なお、これらの補修・補強を実施した箇所の多くは、兵庫県南部地震以降に実施された支承の耐震性向上工事において、ゴム支承への交換およびソールプレートのボルト接合への置き換えが行われており、疲労耐久性が向上しているものと考えられる。

## 3. 補修箇所のき裂再発状況

補修・補強を実施した箇所について、補修後に実施された定期点検結果に基づきき裂再発の有無を調査した結果を表-1に示す。それぞれ、補修後の支承交換の有無、点検時期は異なるものの、再発した箇所の多くは、溶接補修のみを実施している箇所であり、再発までの期間も短いことがわかる。再発したき裂の一例を図-3に示すが、損傷原因である支承の機能劣化に伴う応力集中に対する改善が図られていないことに加え、支承周りの空間は非常に狭隘であり、溶接補修における品質確保が困難であることや補修後の品質確認が困難な補修方法であることが早期のき裂再発を招いたものと考えられる。一方、補強された箇所ではき裂再発の報告は少なく、一定の補強効果が得られているものと考えられる。

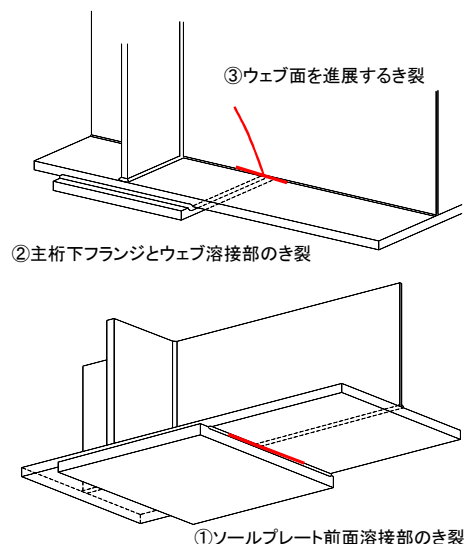


図-1 支承ソールプレートのき裂

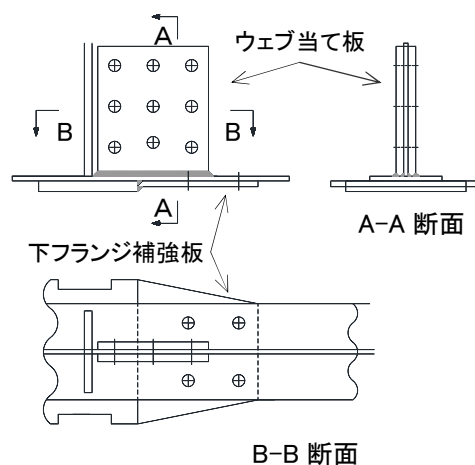


図-2 損傷部の補強例

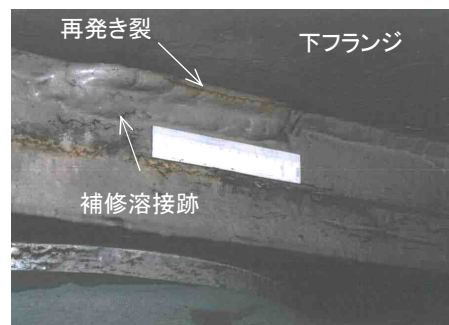


図-3 溶接補修後に再発したき裂の例

キーワード：支承ソールプレート溶接部、疲労き裂、き裂再発、ひずみ計測

連絡先：首都高速道路(株) 〒100-8930 東京都千代田区霞が関1-4-1 TEL:03-3539-9545 FAX:03-3502-5676

#### 4. 補強箇所の追跡調査結果

補修・補強を実施した後、支承交換が未実施の箇所について追跡調査を実施した。追跡調査を実施した橋梁は5主桁の単純合成鋼I桁橋である。昭和46年に供用を開始し、昭和63年の点検で発見されたき裂に対して、平成2年に補修・補強が実施されている。追跡調査は1支承線上の5支承を対象として目視により塗膜割れを確認し、塗膜割れ箇所に対し磁粉探傷試験により損傷の有無を確認した。調査の結果、塗膜割れが5箇所で確認され、磁粉探傷試験を実施した結果、上り線の外桁(G1桁)にき裂発生(図-4)を確認した。き裂はソールプレートと下フランジ補強板の接合部直上の、ウェブ当て板と下フランジの溶接部に発生しており、溶接ビード上に位置することからルートき裂と考えられる。

き裂再発の原因把握のために、き裂が発生した箇所と反対側の下り線の外桁(G5桁)でひずみ計測を実施した。計測は総重量25tの荷重車を一般車両通行下で走行させる荷重車計測と24時間の一般車両下におけるひずみ変動を取得する連続計測である。計測における着目位置はソールプレートと下フランジ補強板の溶接部、ウェブ補強板と下フランジとの溶接接合である。代表的なひずみゲージの貼付位置を図-5に示す。車両走行時の挙動として、下フランジ及び補強板は支間中央付近に車両が位置する際に下フランジの曲げ応力が卓越し、ウェブ補強板も支間中央位置付近で発生応力が最大値を示したことから、支承の回転機能の低下に起因した拘束に伴う挙動が生じていると考えられる。図-6は24時間の動ひずみ計測結果から得られた応力頻度のヒストグラムであるが、下フランジ補強板の最大応力範囲は50MPa、ウェブ補強板の最大応力範囲は83MPaと比較的大きな値が計測されており、き裂の再発は補強材による応力低減が疲労き裂の再発を抑制するほど十分ではなかったことが原因といえる。

#### 5. まとめ

追跡調査の結果、補強材の設置により一定の補強効果は得られているものの長期的な疲労耐久性の確保は困難であることが確認された。近年、狭隘箇所に適用可能な支承が開発されてきていることもあり、計画的に支承の交換を進めていくことが必要と考えられる。

表-1 補修・補強後に再発したき裂の調査結果

|                  |                  | 最初のき裂発見までの年数(Y)  |                  |                  |             |
|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|-------------|
|                  |                  | $10 < Y \leq 15$ | $15 < Y \leq 20$ | $20 < Y \leq 25$ | $Y \leq 30$ |
| 補修後から再発見までの年数(y) | $5 \leq y$       |                  | 4                | 7                |             |
|                  | $5 < y \leq 10$  | 5                |                  | 18               | 7           |
|                  | $15 < y \leq 20$ |                  |                  | 2(補強)            |             |

補強箇所のき裂再発は2件

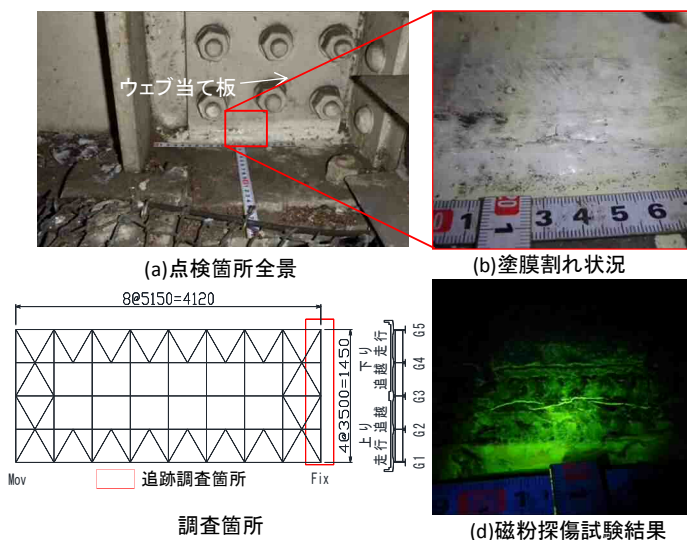


図-4 追跡調査により確認されたき裂

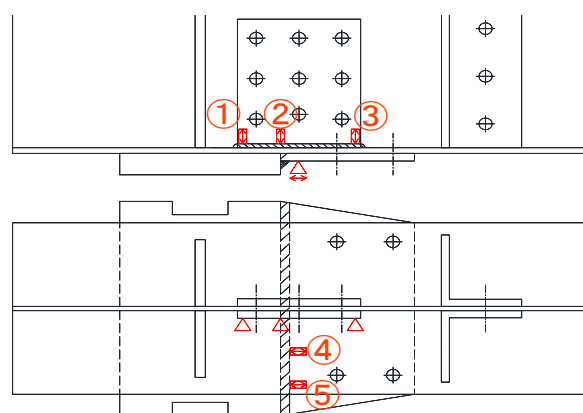


図-5 代表的なひずみゲージの貼付位置

| ゲージNo       | ①  | ②  | ③ | ④  | ⑤  |
|-------------|----|----|---|----|----|
| 最大応力範囲【MPa】 | 38 | 83 | 5 | 50 | 40 |

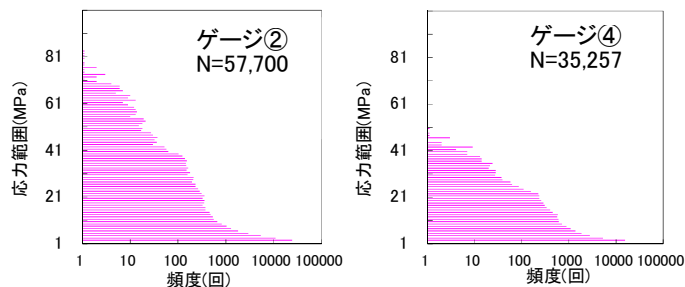


図-6 各ゲージの最大応力範囲と応力頻度ヒストグラムの例