

## 加熱プレス矯正を用いた既設橋の主桁フランジ変形部の補修

日本橋梁建設土木施工管理技士会  
瀧上工業株式会社

現場代理人

松原 年 紀<sup>○</sup>

Toshiki Matsubara

監理技術者

亀山 誠 司

Seiji Kameyama

担当技術者

松村 寿 男

Toshio Matsumura

### 1. はじめに

通行車両の衝突などにより鋼道路橋や鋼歩道橋の部材に変状が発生する事象が見られている。

現場における加熱（熱間）加工とプレスを用いた矯正（以降、加熱プレス矯正と称す）は、兵庫県南部地震の復旧工事において鋼製橋脚の補強を対象に行われた事例がある。しかし、鋼材の機械的な性質と橋梁全体系の耐荷力への影響が不明確であるため、過去の実績を踏まえた施工法が定められているに過ぎない。本稿では、国道248号の葵大橋（下り線）（昭和49年施工）の補修工事の中で、衝突物が原因と推定されるフランジ部の変形について、現地にて加熱プレス矯正を行った事例について述べる。

### 工事概要

- (1) 工 事 名：橋梁補修工事（葵大橋（下り線））
- (2) 発 注 者：愛知県 西三河建設事務所
- (3) 工事場所：愛知県 岡崎市細川町
- (4) 工 期：平成25年9月～平成26年3月

### 2. 現場における問題点

上流側の外桁に、車両などの衝突が原因と推測される下フランジの変形（P6～P7間の外桁（G4）桁）が、長さ10mの範囲で生じていた（図-1）。最大変形量は、フランジ幅550mmに対し上下方向に上流側で50mm、下流側で40mmであった。

変形した外桁下フランジの内側面では、主桁下フランジと垂直補剛材との隙間（交番部のため密

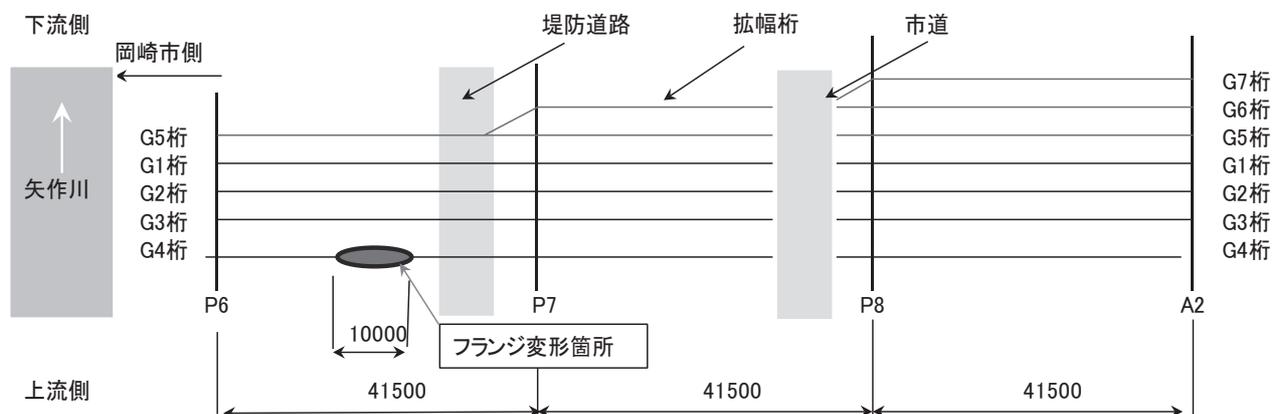


図-1 フランジ変形箇所の位置図

着構造)が大きくなっていた。損傷部の下フランジは格点部横構ガセット部と交差する箇所であり、格点部を固定点とした主桁ウェブの面外変形が発生(図-2)し、外桁ウェブの内側面の垂直補剛材には局部変形(図-3)が生じていた。外桁下フランジの変状を見る限り、重交通による繰り返し荷重が載荷された場合には、主桁下フランジとウェブの首振り現象により、溶接部の疲労耐久性が低下することが示唆された。

このため、放置しておくると溶接部に亀裂が発生し主桁ウェブへ進展することが予見されたため、橋体に重大な損傷を招く原因になる可能性がある。

損傷した主桁の一部取り替えは重交通路線の規模の大きな規制を伴うため、社会的損失を少なくする別の現実的な補修方法を立案することが課題であった。

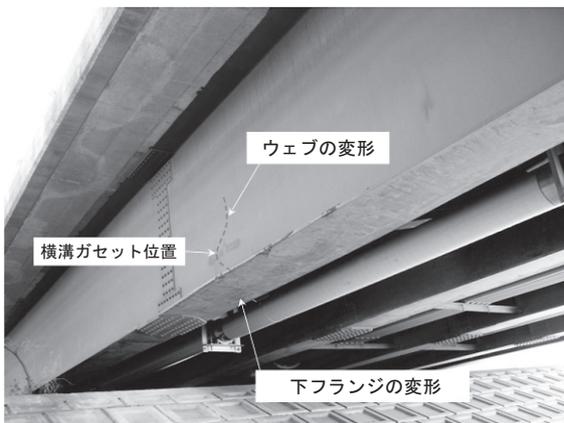


図-2 桁下フランジの変形



図-3 垂直補剛材の変形

### 3. 対応策と適用結果

補修方法の選定の課題に対し、加熱プレス矯正を立案し計画することとした。しかし、最大50mmもの変形に対応した事例は当社実績になかった。このため加熱矯正の基準を定めている既往の事例を参考に補修計画を立案した。

補修計画には、1) 加熱矯正変位の目標管理値の設定、2) 加熱矯正治具兼補強材の設計、3) 加熱矯正と油圧ジャッキの矯正の併用および施工手順、に留意する必要がある。

#### (1) 加熱矯正変位の目標管理値の設定

道路橋示方書の製作時のフランジ直角度 $\delta$ (mm)に準拠すると、フランジ幅は550mmであるので $\delta=550/200=2.75$ mmすなわち3mm以内となる。下フランジの損傷変形量が最大で50mmあることから、供用中の困難な施工条件下で3mm以内の精度を確保するのは現実的ではないと判断した。

疲労耐久性に影響がない程度に損傷部の変形を矯正できれば、補修箇所は、ア) 支間中央部のため下フランジは引張応力領域であり、座屈強度低下とは無関係であること。イ) 垂直補剛材間に新たに補剛材設けることで、ウェブのパネル座屈に配慮した構造となること。などの構造特性があり、現実的な施工精度を見据えた平坦度の管理値の設定が可能になる。

既往の研究文献でフランジの直角度が耐荷力に与える影響が小さいことが分かっていることや、上記の構造特性を踏まえ、本工事では主構の高さ誤差 $\pm 5$ mmに加熱プレス矯正の実績による施工誤差3mmを見込んで、 $\pm 8$ mmを目標値として設定することにした。

#### (2) 加熱矯正治具兼補強材の設計

加熱矯正のみで変形を元に戻す作業は、施工による反力をどの部材で抵抗させるかが重要となる。本施工では当て材を考案し、矯正反力を抵抗させる治具および既設フランジの補強部材を併用する加熱プレス矯正を実施することにした。

すなわち、母材断面  $t=28\text{mm}$  に対し、 $15\text{mm}$  の当て板と L 形鋼 (L 150×150×12) の当て材を補強部材として使用することとした。また、当て板は実際の施工では材料の入手を優先し、板厚  $16\text{mm}$  を採用した。また、計画設計では有効断面に対し  $10\%$  の控除を見込んでいたが、施工範囲が広くなることなど現場の施工条件を鑑み安全側になる  $20\%$  の控除で検討した。その結果、断面耐力は補強による孔引き照査後でも既設の状態より  $3$  割増となることが分かった。これにより、加熱プレス矯正において、実施工の自由度を上げた施工計画の立案が可能となった。

### (3) 加熱矯正の施工手順

加熱プレス矯正は、損傷の最大変形点から変形が小さくなる方向に実施することとした。施工は図-4に示す要領の通り実施することにした。

ステップ①、②：拘束治具の固定と損傷下フランジの孔明け

損傷部の主桁ウェブに当て材 (L 形鋼) をボルトにて固定する。損傷下フランジに拡大孔 ( $\phi 26.5$ ) を孔明けし、当て材とフランジを高力ボルトで仮締めした。

ステップ③：加熱プレス矯正

加熱はガスバーナーを用いて主桁下フランジ下

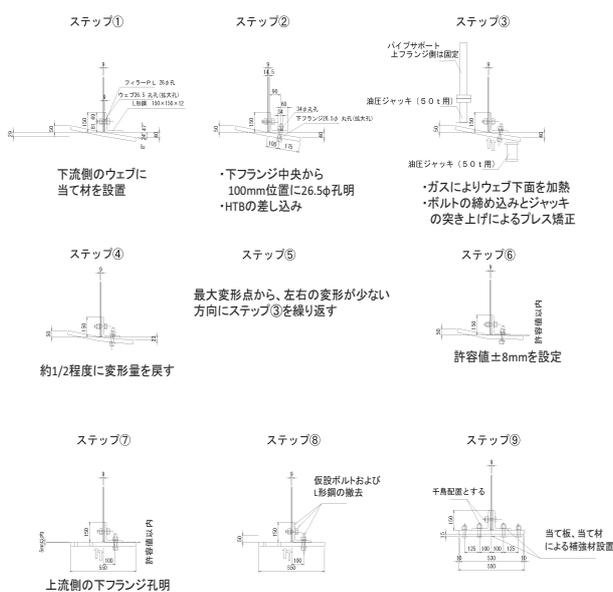


図-4 加熱プレス矯正の施工要領

側の中心 (ウェブライン) および溶接ビードを避けた主桁ウェブの下端に行った。加えて、最も湾曲している部分に上フランジとパイプサポートで固定した油圧ジャッキ ( $50\text{t}$ ) を据え付け (図-5)、徐々に加圧しながら矯正を行なった。

損傷変形の下がり側の下フランジにも地盤から反力を確保した油圧ジャッキを固定する。これにより、加熱矯正と同時にジャッキによるプレス矯正が可能になる。

変形により勾配を有するフランジとジャッキの密着度を確保するため仮設フィラープレート (テーパープレート) を用いた (図-5)。当て材からの高力ボルトの締め上げ (図-6) により、プレス矯正を確実にできる工夫をした。

加熱は主桁下フランジ ( $t=28\text{mm}$ ) の中心付近と主桁ウェブ ( $t=9\text{mm}$ ) 下端の両方を狙うことにした。具体的には、主桁ウェブ (図-7) および下フランジ (図-8) をガスバーナーで加

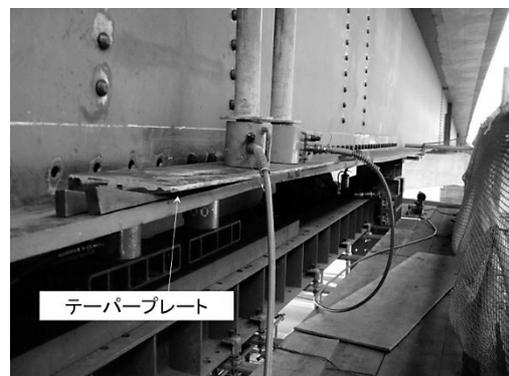


図-5 パイプサポートと油圧ジャッキ (50t) による固定と仮設用テーパープレート



図-6 高力ボルト締め上げによるプレス矯正



図-7 主桁ウェブ下端の加熱矯正



図-8 主桁下フランジ下面からの加熱矯正

熱後、主桁下フランジの温度計測を行い、加熱温度が590℃以下になるように注意し施工した。油圧ジャッキにて下フランジ下面から上揚力を載荷した状態で加熱を行い、その後、下フランジ拘束治具の高力ボルトを締めこむ手順で、徐々に変形量を少なくすることができた。

加熱温度を590℃以下に設定したが、プレスによる加圧の併用で、実際には300℃で矯正変形が可能であった。ガスバーナー近傍での温度チェック計測ができなかったため、温度管理はデジタル表面温度計により行った。加熱後にボルト締めする前に温度計測をした。

ステップ④、⑤：初期および繰り返し矯正

補修後の全体出来形を良好にするには、除々に変形させる必要があるため、施工初期では矯正量の半分を目標に作業を行うこととした。すなわち、ステップ③を再度損傷変形最大点から、変形が小さくなる橋軸前後方向に繰り返す作業を行った。

ステップ⑥：矯正変形目標値の判断

矯正量を確認しながら、変形量が元の位置になるまで加熱とジャッキにより矯正した。注意しなければならないのは、ジャッキによる矯正は少なからず弾性変形を伴うため、固定治具を取替える際に変形が戻ることであった。本ステップが終了するのに施工開始から5日間を要した。

ステップ⑦、ステップ⑧：治具の撤去

損傷変形の跳ね上がり側の下フランジに当て材用のボルト孔明けをし、仮設用の当て材(L形鋼)を撤去した。

ステップ⑨：新規補強部材の設置

断面補強材としての当て材(L形鋼)および当て板を高力ボルトで接合した。

#### 4. おわりに

本工事の施工条件として、河川敷内でベントや主桁上下フランジに油圧ジャッキを設置するなど仮設部材の空間の自由度が大きかったことが安全対策を含め施工上有利になったと思われる。

その他の補強において、熱影響部のリベットは主桁下フランジ部、ウェブ添接部下側のモーメントプレートを高力ボルトで再度設計し、取り替えた。しかし、古い施工時期の案件では設計図のないケースもあり、設計思想の移り変わりを踏まえ判断しなければならないケースも生じるであろう。

また、本工事のように下フランジの変形量が大い場合には、シャルピー値(衝撃値)を確認する必要性も考えられる。一般的に衝突時の変形が大い歩道橋部材の薄板フランジなどの損傷にも参考になるとと思われる。溶接部の健全性を事前に確認できていたことから課題とならなかったが、必要に応じて実施工に留意した方がよいと思われる。

最後に、経験の少ない施工に関する協力を頂いた関係各位に感謝いたします。