現場溶接による製作キャンバーへの影響に関する考察（併用桁）

鉄道・運輸機構　正会員　藤原良憲　横山秀喜　宮腰　豊　　前田建設工業　田部隆善
宮地エンジニアリング　正会員　澁谷　敦　　川田工業　大野克紀

１．はじめに　鋼橋において，主桁現場継手の全断面に溶接継手が採用されている場合には，一般的に，溶接収縮による変形は平行移動と考えられ，製作キャンバー設定の際に溶接キャンバーは考慮しない．しかしながら，鋼床版桁でデッキプレートのみ溶接継手となる構造の場合には，デッキプレート側のみが溶接収縮により変形するため，製作キャンバーを設定する際には溶接キャンバーが考慮される．

本報告では，主桁現場継手構造が溶接継手と高力ボルト継手の併用となる鉄道橋を対象に，溶接施工試験による溶接キャンバーの設定，および実橋での溶接収縮量の計測結果を踏まえた現場溶接による製作キャンバーへの影響について報告する．

２．対象橋梁の概要　今回対象とした橋梁は，２つの鉄道橋で，４主桁であるが下フランジは１枚構造の単径間 SRC 形式橋梁である．主桁の現場継手構造は，上フランジと中桁ウェブ（G2,G3）が高力ボルト継手，外桁ウェブ（G1,G4）と下フランジは現場溶接継手（Ｚ継手）である．本報告では，２つの鉄道橋のうち支間の長い橋梁について報告する（図－１）．

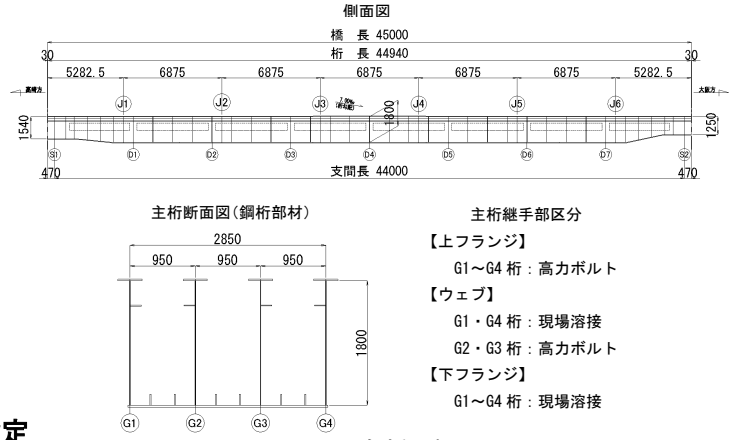

図-1　対象橋梁概要

３．現場溶接施工試験による溶接キャンバーの設定

一般的に，溶接による収縮量は 2mm に設定されることが多いが，本橋においては，溶接継手とボルト継手の併用桁であり，かつ，主桁の外桁ウェブおよび幅広の下フランジが溶接継手となる継手構造であることから，現場溶接施工試験を実施することで溶接収縮量を把握し，試験結果を実橋の溶接キャンバーに反映することとした．

（１）溶接施工試験体　溶接施工試験で使用した試験体の形状を図－２に示す．本試験においては，実橋の現場継手位置における最大の断面構成を模擬した実物大の試験体（橋軸方向は継手位置から両側に 1.5m）とした．また，エレクションピースについても，実際の施工と同じ数を同じ位置に配置した．試験体は受梁の上に設置し，溶接による収縮量を計測した．

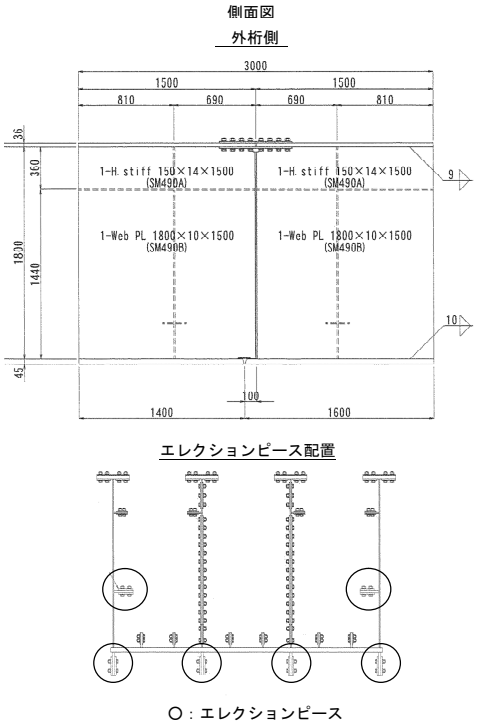

図-2　試験体概要図

（２）溶接施工手順　溶接順序は，実施工に合わせ，下フランジ → 外桁ウェブ → 下フランジとウェブ下端の溶接線交差部 の順とした．

（３）溶接施工試験による収縮量　本試験による下フランジおよびウェブの収縮量の測定結果を図－３に示す．下フランジの測定結果をみると，2～3mm 程度の収縮量を示している．ウェブの測定結果においても，ウェブ下端側では 2～3mm 程度の収縮量が確認できるとともに，ウェブ上端に向かって，ほぼ直線的な収縮量の値となっていることが確認できる．

キーワード：鉄道橋，現場溶接，キャンバー，溶接施工試験
連絡先　　：〒939-1593 富山県南砺市苗島 4610　　TEL 0763-22-4175

（４）溶接キャンバーの設定　溶接施工試験結果に基づき，実橋に反映する下フランジの溶接収縮量は，測定値の平均値 2.5mm を採用することとした．溶接キャンバー値 δw(mm)については，下式 [1)]により算出した．

$$\delta w = \{ S \times n \times X \times (1 - X/L) \} / (2 \times H)$$

ここで，S：溶接収縮見込み量(mm)，n：溶接継手数，X：起点からの距離(mm)，L：支間長(mm)，H：桁高(mm)を示す．なお，本橋においては下フランジ側が溶接により収縮するため，下げ越しの溶接キャンバーを設定することとなる．

４．実橋での溶接収縮量とキャンバー値

実橋において，現場溶接完了後に，溶接収縮量を測定した．下フランジおよびウェブの収縮量の測定結果を図－４に示す．この図において，J3 は溶接施工試験で再現した最大断面の継手であり，J1 は下フランジ厚が J3 の約 1/2 となる継手である．J3 の下フランジ収縮量は 2～2.5mm 程度，J1 では 1～2mm 程度の収縮量となった．J3 の測定結果は，溶接施工試験結果に非常に近い値であることが確認できた．J1 では施工試験結果よりも 1～2mm 程度収縮量が小さいが，下フランジの板厚が薄いため，溶接量も J3 と比べ少なく結果として収縮量が小さくなったものと推測される．図－５は，各継手位置での溶接キャンバー値（設計値）に対して，実橋における変形量の測定結果を示したものである．設計値との差は全て 5mm 以内となる結果である．図－６には，鋼桁架設完了時(支点支持状態)の標高について，設計値に対する誤差を示したグラフである．誤差の最大値は 4mm 程度であり，多点支持状態での仮組立検査における製作そり許容値(-5mm～+9mm)以内の値となった．以上の結果より，以下の点が確認できた．

①溶接施工試験により確認した収縮量は，実橋においてもほぼ同等となる結果が得られた．

②想定どおりの溶接収縮量が確保されたことにより，溶接キャンバー値についても，設計値に対して誤差が小さく良好な結果が得られた．

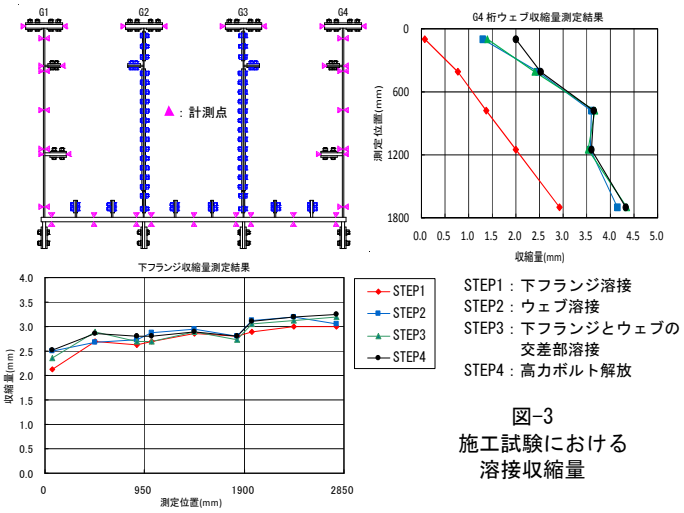

図-3
施工試験における
溶接収縮量

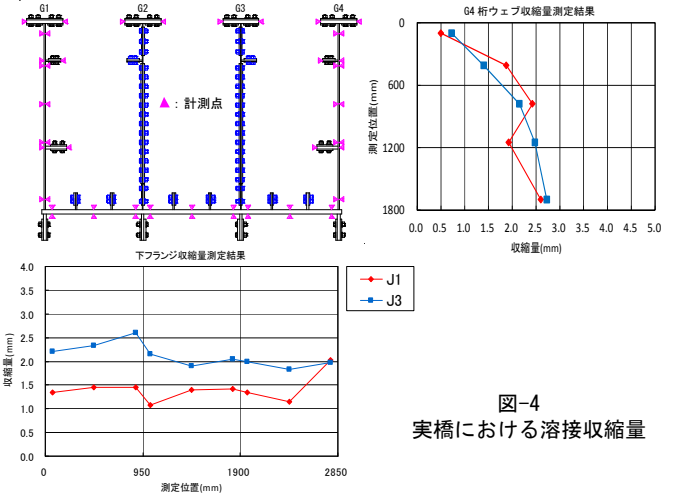

図-4
実橋における溶接収縮量

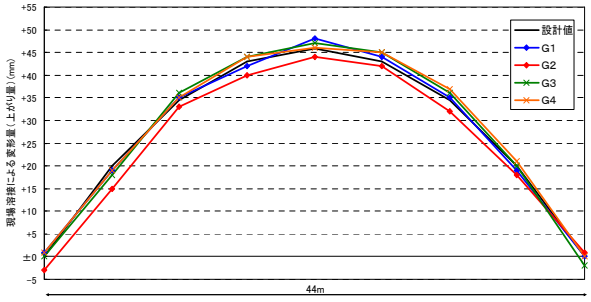

図-5　実橋における溶接キャンバー値

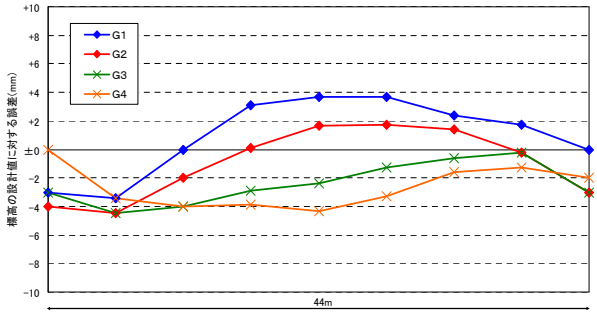

図-6　鋼桁架設完了時標高の誤差

５．おわりに

主桁現場継手構造が，溶接継手と高力ボルト継手の併用で，かつ溶接継手箇所が下フランジと外桁ウェブとなる形式の鋼橋を対象に，現場溶接による製作キャンバーへの影響について検討を行った．溶接施工試験の実施により溶接収縮量を把握し，実橋の製作キャンバー算出の際に試験結果を反映した．実橋での溶接キャンバー値は，設計値に対して誤差の小さい良好な結果が得られ，溶接施工試験の妥当性が確認できたと共に上下フランジのどちらかが溶接の場合におけるキャンバー管理精度の向上が図れた．

参考文献　１）日本道路協会：鋼道路橋施工便覧，平成 27 年 3 月