

## 溶接と高力ボルト摩擦接合の併用継手における熱影響範囲とボルト軸力の変動について

(株)東京鐵骨橋梁 正会員 ○永崎 央輔  
 (株)東京鐵骨橋梁 正会員 山田 浩二  
 (株)東京鐵骨橋梁 正会員 柳沼 安俊

### 1. はじめに

道路橋示方書(2002.3)では、溶接と高力ボルト摩擦接合の併用継手について「溶接に対する拘束を小さくし、かつ溶接変形に伴う耐力の低下が生じないように施工しなければならない」と規定されており、併用継手の採用にあたっては、施工方法が継手性能に及ぼす影響について十分に検討するよう注意を促している。

本稿では、併用継手の基礎的なデータを収集することを目的として、鉸桁のウェブを全範囲について高力ボルトで本締めした後に上下フランジの突合せ溶接を行い、溶接による熱の影響範囲および高力ボルト軸力の変動に関するデータを収集したので、その測定結果を報告する。

### 2. 試験体形状および継手の施工手順

試験体形状は、鉸桁を模したフランジ幅 320mm ( $t=25\text{mm}$  (SM490A)), ウェブ高さ 1400mm ( $t=9\text{mm}$  (SM490A)) の I 断面とした(写真-1)。ウェブは片側 2 列 13 行の高力ボルト摩擦接合継手とし、上下フランジは V 形開先(開先角度 30 度)の突合せ溶接継手とした。ウェブの高力ボルト接合面は、グリッドブラスト処理を行った後、厚膜無機ジンクリッチペイント(目標膜厚  $75\mu\text{m}$ )を塗布した。ウェブの連結板( $t=9\text{mm}$  (SM490A))は、接合面のみグリッドブラスト処理を行った後、厚膜無機ジンクリッチペイント(目標膜厚  $75\mu\text{m}$ )を塗布した。使用した高力ボルトは首下長さ 70mm の M22 (F10T) である。上下フランジの溶接継手部には形状保持のためのエレクションピースを設けた。継手の施工手順は以下のとおりである。



写真-1 試験体

#### (1) ウェブの高力ボルト予備締め

高力ボルトの予備締めはスパナによる手締めとし、導入軸力は 135kN 程度(本締めの 60%程度)である。

#### (2) ウェブの高力ボルト本締め

ボルト全数について予備締めが完了した後、高力ボルトの本締めを行った。本締めはトルク法によって行い、ボルト締付け軸力は 225kN(設計軸力の 10%増し)を目標値とした。なお、次項に示すとおり軸力計測を行う高力ボルトについては、トルクレンチを用いて本締めを行い、ボルト軸部のひずみ値をモニターしながら目標とする軸力を導入した。

#### (3) 下フランジの突合せ溶接

下フランジの突合せ溶接は  $\text{CO}_2$  ガスシールドアーク溶接(片面からの下向き姿勢)で行った。溶接材料は、 $490\text{N}/\text{mm}^2$ 級のソリッドワイヤ(JIS Z3312 YGW-11: YM-26,  $1.2\phi$ )を用いた。溶接条件は、各パスの入熱量が  $4000\text{J}/\text{mm}$  以下になるよう施工した(電流: 180~320A, 電圧: 25~35V, 速度: 10~25cm/s)。

#### (4) 上フランジの突合せ溶接

上フランジの突合せ溶接は、溶接方法、溶接条件ともに下フランジの突合せ溶接と同様である。

### 3. 温度およびボルト軸力の計測要領

溶接の影響による連結板表面と高力ボルト頭部の温度は、熱電対により測定した。

高力ボルトの軸力は、あらかじめボルト軸部に短軸のひずみゲージを貼付(軸対面に 2 枚)することで測定した。なお、ひずみゲージを貼付した全ての高力ボルトは、アムスラー試験機で載荷試験を行い、軸力とひずみ

キーワード 併用継手, 溶接熱の影響範囲, 高力ボルト軸力の変動

連絡先 〒302-0038 茨城県取手市下高井 1020 (株)東京鐵骨橋梁 TEL:0297-78-1113

み出力値のキャリブレーションを行った後で試験に供している。ボルト軸力は片側全列について測定した。

4. 計測結果

溶接の影響による連結板表面と高力ボルト頭部の温度測定結果を図-1 に示す。連結板表面の最高到達温度は、下フランジ側が 110℃ (S7 : 連結板の縁端からの離間距離 10mm), 上フランジ側が 70℃ (S1 : 連結板の縁端からの離間距離 10mm) である。高力ボルト頭部の最高到達温度は、下フランジ側から 1 行目の高力ボルト (B13) が 88℃, 上フランジ側から 1 行目の高力ボルト (B1) が 60℃ である。連結板表面および高力ボルト頭部の最高到達温度は、上フランジ側よりも下フランジ側の方が高い。フランジの突合せ溶接は、上下フランジとも下向き姿勢であり、とくに下フランジ側は溶接の積層ごとのアークによる放射熱の影響により、上フランジ側よりも温度が上昇したものと考える。

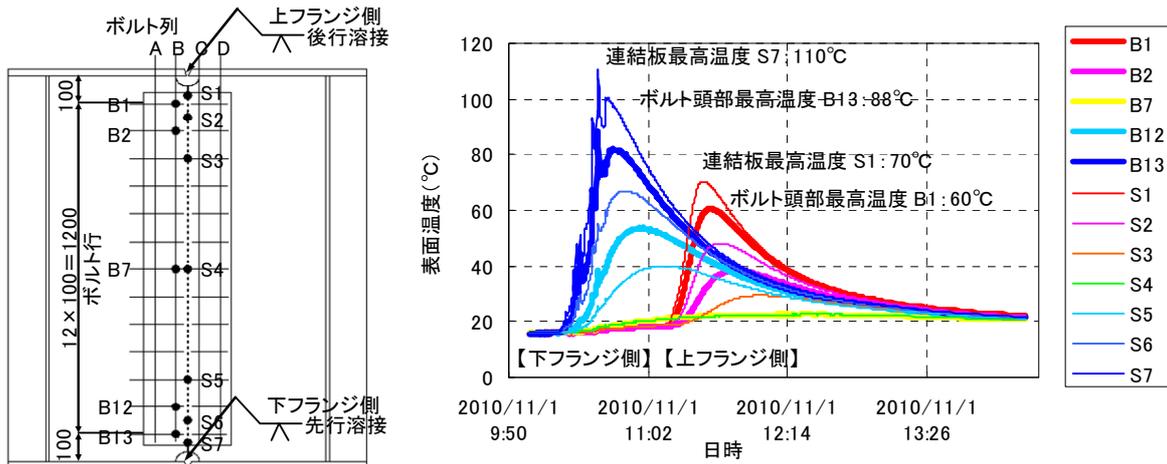


図-1 連結板表面およびボルト頭部の温度測定位置と測定結果

溶接作業に伴う高力ボルト軸力の変動比率 (導入軸力を 1.0 とする) を図-2 に示す。締付け軸力に対して下フランジ側に最も近い高力ボルト (B13) は約 13%, 上フランジ側に最も近い高力ボルト (B1) は約 10% の軸力の低下が確認できる。本試験では、上下フランジに最も近い高力ボルトだけが著しい軸力の変動を示した。

図-1 によれば下フランジ側から 2 行目の高力ボルト (B12) は、上フランジ側から 1 行目の高力ボルト (B1) に近い温度履歴を受けているが軸力の低下は見られない。したがって、ボルト軸力の低下は溶収縮による局所的なすべりの影響が支配的であることが確認できる。

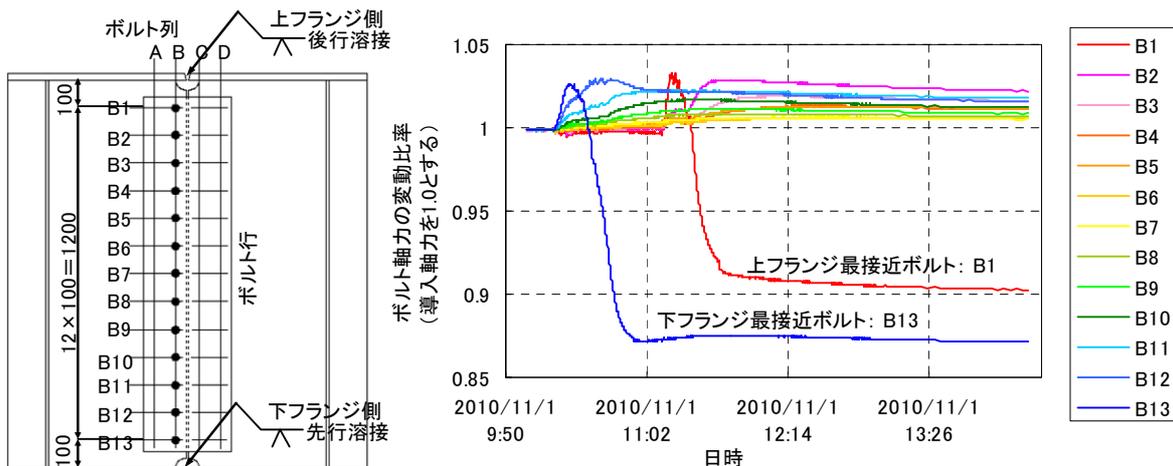


図-2 溶接作業に伴う高力ボルト軸力の変動比率

5. まとめ

高力ボルトは熱影響を受けると機械的性質が低下する恐れがあり、その限度は 250℃前後と言われている。今回の併用継手の確認試験では、溶接による高力ボルト頭部の最高到達温度は 88℃程度であり、著しい熱の影響を受けないことが確認できた。溶接線近傍の高力ボルト軸力の低下は、溶収縮によるひずみの影響が支配的なことから、変形挙動を十分観察した上で、具体的な併用継手の施工要領を検討する予定である。