

縦リブを拘束材として使用する併用継手の検討(その1)

— 平板試験体を用いたすべり挙動のひずみ計測および変位計測 —

横河ブリッジホールディングス 正会員 一宮 充
 鉄道・運輸機構 正会員 南 邦明
 鉄道・運輸機構 正会員 横山秀喜
 鉄道・運輸機構 正会員 斉藤雅充

1. はじめに

架設現場における併用継手の施工は、一般的には溶接による収縮・角変形を防止するため、エレクトロニクスを取り付けて溶接するが、このエレクトロニクスの取り付け・撤去には、製作コストの増大、作業効率の低下等の課題が生じる。そこで、本研究では、これらの課題を解消することを目的に、エレクトロニクスを用いず縦リブを拘束材として使用する施工法の検討を行なった。別報1),2)では、大型溶接施工試験体および実構造物で縦リブ等のボルトを締め付けた後に、フランジおよびウェブの溶接を行った。その結果、溶接時にボルト継手部ではすべりは発生せず、ボルト開放時にボルト本数が残り数本になった時にすべり始めた。

本報告では、併用継手におけるボルト開放時のすべり挙動の詳細を明確にすることを目的に、リブを有する平板試験体を用いて、溶接施工およびボルト開放を行い、すべり発生時のボルト本数および角変形量を確認した。その際、ひずみ計測および変位計測を行い、ボルト開放本数とボルトのすべり挙動の関係を定量的に検討した。なお、一度すべったボルト継手のすべり耐力試験は別報3)、縦リブを拘束材として使用することの適用性、およびその施工法の施工手順等は別報4)にそれぞれ示した。

2. 実験概要

試験パラメータを表-1に示し、試験体の一例(試験体No.3)を図-1に示す。試験体は、突合せ溶接する主板上に縦リブを想定したボルト継手を1本配置した。試験体は、実橋で用いられるフランジと縦リブの諸元を参考に溶接線長(リブ間隔に相当)と板厚を変化させた。主材およびリブの材質はSM570で、高力ボルトはF10T(M22)を片側6本配置した。ボルト継手部の接触面の塗装は、除錆度ISO Sa2.5を目標としてブラスト処理した後に、無機ジンクリッチペイントを目標膜厚75 μ m塗布した。

上記試験体のリブをボルト接合し、主材を溶接した後に、ボルト開放を行った。ボルト継手は、接触面の塗装後21日後にトルク法で設計軸力の60%で一次締めし、その後110%で本締めを行った。溶接施工は、ソリッドワイヤを用いた炭酸ガスアーク溶接により下向き姿勢で行い、主材厚40mmの試験体No.1,3,5は8層13パスで、主材厚25mmの試験体No.2,4,6は5層7パスで施工した。なお、溶接開始時の開先保持のために設けたエンドタブは、試験結果への影響を避けるため、3パス目終了後にボルトを開放した。

溶接によるひずみを開放させるため、溶接施工後に継手部のボルト開放を行った。ボルト開放は、図-2に示すように外側から内側に向かって1本ずつ行なった。すべり発生時のボルト本数を明確にするため、片側のリブ(図中右側)のボルトは固定とした。

3. 溶接施工試験

ボルト開放時の継手部の挙動を確認するため、溶接時およびボルト開放時の添接板のひずみとリブの相対変位の計測を行った。計測は、溶接開始から終了時まで3分間隔で、溶接終了後も30分間隔で計測を続けた。ひずみと変位の計測位置を図-3に示す。

溶接中はひずみおよび変位がわずかに増加し、溶接終了から2時間程度で

表-1 試験パラメータ(単位:mm)

試験体	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6
主材厚	40	25	40	25	40	25
リブ間隔	1000	1000	750	750	500	500
リブ厚	36	22	36	22	36	22
添接板	19	12	19	12	19	12

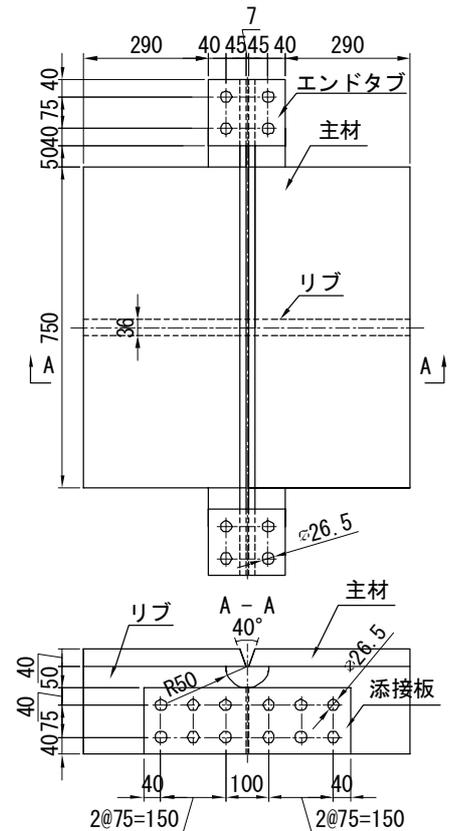


図-1 平板試験体(試験体No. 3)

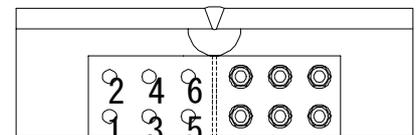


図-2 ボルト開放順序

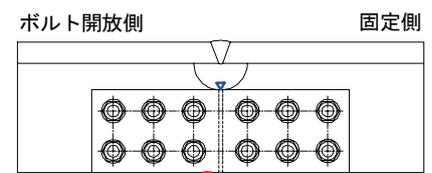


図-3 ひずみと変位の計測位置

計測値は収束した。一例として試験体No.3のひずみは、リブコバ面側で 374×10^{-6} 、主材側で -410×10^{-6} 発生し、曲げに伴うひずみであった。いずれの試験体も概ね同様の結果が得られた。計測中にひずみおよび変位の急変はなかったことや、ボルト継手は弾性域にあることなどから、すべりは生じていないものと考えられる。

4. ボルト開放試験

ボルト開放時の計測は、ボルト開放1本ごとに行った。溶接時の変位を除いた添接板とリブ間の相対変位とボルト開放本数の関係を図-4に示す。最も溶着量が多い試験体 No.1 は3本目のボルト開放時に0.23mmの変位が計測された。その他の試験体は、3本目までの変位が0.11mm以下であり、4本目の開放時に0.25mm程度の変位が生じた。次に、主材側のひずみの変化とボルト開放本数の関係を図-5に示す。これらのデータは、溶接による負のひずみが生じているひずみゲージのイニシャルを取ってからひずみ計測を行ったものである。図中のように、ひずみが増えることは添接板の圧縮応力が開放されたことを意味する。主材厚が25mmの試験体は、4本目のボルトを開放したときのひずみの増加率が高く、4本目のボルト開放時にすべりが生じたと考えられる。試験体 No.1,3 は3本目のボルト開放時にひずみが急増しているため、このときにすべりが生じた可能性が高い。また、変位とひずみの計測結果から、主材厚40mm(試験体 No.1,3,5)は溶接線長が長いほどひずみと変位が大きくなる傾向にあり、主材厚25mm(試験体 No.2,4,6)は溶接線長の影響が小さい。

試験体の収縮と角変形を溶接施工前、ボルト開放前、同開放後に計測した。主材部で計測した溶接収縮はボルト開放前後で変化せず2mm程度だったが、角変形はボルト開放後も変化をしたため、本試験での溶接変形は角変形が支配的であると考えられる。開先断面積と溶接線長を乗じたものに対する角変形の関係を図-6に示す。△プロットで示すボルト開放前後の差分はボルト継手が拘束していたものであるが、開先断面積×溶接線長と比例関係にある。これより、試験体No.1と3には他の試験体より大きな角変形が導入されていたことが伺える。

ボルト開放側のすべり面の状況を写真-1に示す。試験体No.1では3本目、試験体No.2では4本目のボルトですべりによる摩擦面の損傷が確認できた。

5. まとめ

溶接施工時ではすべりは生じず、溶接後のボルト開放時にすべりが発生した。すべりが生じた要因は、ひずみ開放による角変形の影響が大きいと考えられる。すべりが生じた時期は、主材厚40mmの場合は3本目、主材厚25mmの場合は4本目のボルト開放時であり、開放中および未開放のボルト孔周辺の摩擦面が損傷した。角変形量は、溶接線長と板厚(開先断面積)が影響を及ぼすことが確認された。

[参考文献]

- 井上 寛, 南 邦明, 横山秀喜, 斉藤雅充: 併用継手の溶接によるボルト継手のすべり挙動(その1)ー大型溶接施工試験体におけるボルト継手部のすべり挙動ー, 土木学会第66回年次講演会I, 2011.9.
- 澁谷 敦, 南 邦明, 横山秀喜, 斉藤雅充: 併用継手の溶接によるボルト継手のすべり挙動(その2)ー実構造物におけるボルト継手部のすべり挙動ー, 土木学会第66回年次講演会I, 2011.9.
- 能島隆男, 南 邦明, 横山秀喜, 斉藤雅充: 縦リブを拘束材として使用する併用継手の検討(その2)ー摩擦面損傷部を有するボルト継手のすべり耐力試験ー, 土木学会第66回年次講演会I, 2011.9.
- 南 邦明, 横山秀喜, 斉藤雅充, 能島隆男, 澁谷 敦, 一宮 充: 縦リブを拘束材として使用する併用継手の検討(その3)ー縦リブ等を拘束材として使用する施工法の適用性ー, 土木学会第66回年次講演会I, 2011.9.

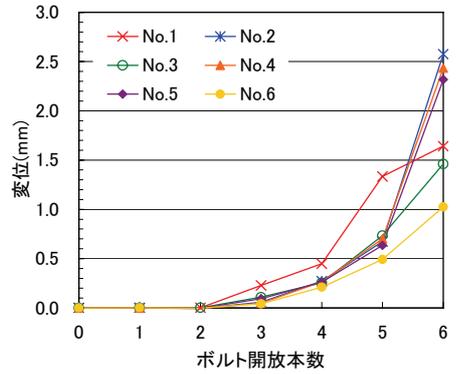


図-4 変位とボルト開放本数の関係

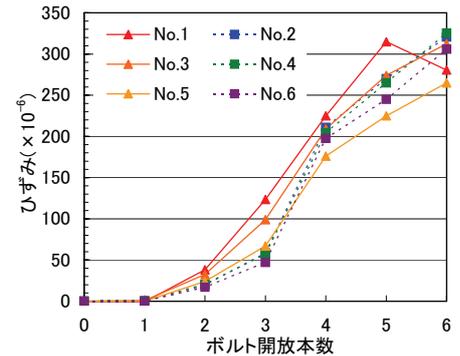


図-5 ひずみとボルト開放本数の関係

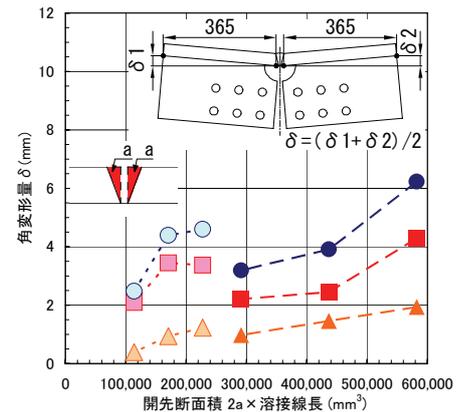


図-6 ボルト開放前後の角変形



写真-1 すべり面の状況