

縦リブを拘束材として使用する併用継手の検討(その3)

— 縦リブを拘束材として使用する施工法の適用性 —

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
東京鐵骨橋梁	正会員	能島隆男
宮地エンジニアリング	正会員	澁谷 敦
横河ブリッジHD	正会員	一宮 充

1. はじめに

別報1)~3)において、縦リブ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場合、溶接時にボルト継手部はすべらず、図-1に示すように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。これらの摩擦面観察結果では、すべる前にすでに開放されたボルト孔周辺の摩擦面は健全であり、すべり時にボルトが締め付けられているボルト孔周辺の摩擦面は損傷され、健全部と損傷部が混在することが確認された。そこで、別報4)では、健全部と損傷部の比率をパラメータとしたすべり耐力試験を実施した。

本報告では、これらの結果をもとに、損傷部の比率（以下、摩擦面損傷率）とすべり係数低下率との関係を明確にした上で、縦リブを拘束材として使用する施工法の適用性、およびその施工法の施工手順等を示した。

2. 摩擦面損傷率とすべり係数低下率との関係

別報4)では、摩擦面損傷率が高くなればすべり係数が低下した。そこで、図-1に示すように、外側第1ボルトが健全となるよう外側から継手中心に向かってボルトを開放することを前提に(別報4の結果はこれを考慮した実験)、摩擦面損傷率とすべり係数低下率の関係を明らかにした。

図-2は、摩擦面損傷率とすべり係数低下率の関係を示した。ここで示したすべり係数低下率は、各試験体におけるすべった後の試験結果(本すべり試験⁴⁾)をすべり前の試験結果(予すべり試験⁴⁾)で除して求めた低下率である。また、図中の直線は、最小二乗法を用いて求めた各試験体の摩擦面損傷率に対するすべり係数低下率の回帰直線である。図-2に示すように、摩擦面損傷率の増加に伴い、すべり係数低下率は比例して増加する傾向が明確に示された。特に、平均値は回帰直線上にあり、相関係数も0.952と高い値であった。摩擦面損傷率が33%,50%,66%のすべり係数低下率の平均値は、それぞれ13.13%, 17.58%,23.49%であった。

3. 無機ジンクリッチペイントを施したボルト継手のすべり係数の評価

無機ジンクリッチペイント（以下、無機ジンク）を施したボルト継手のすべり係数を明確にするため、これまで当機構で実施したボルト試験報告書から、平成13年以降に実施した18冊の報告書をもとに評価することとした。

図-3にすべり係数集計結果を示す。これらのデータのすべり係数算出に用いたボルト軸力は、ボルト軸にひずみゲージを取付け測定し、試験直前のボルト軸力の測定結果である。また、塗装膜厚は75 μ mで施工し、その他にもすべり耐力に影響する因子は同一条件で行なったものである。これらの結果の平均値は0.559、標準偏差 σ は0.0369であった。平均値 -2σ で評価したすべり係数は0.486となった。本試験データは320個であり、0.486を下回るデータは3個であった。4. では安全性を考慮して、無機ジンクの摩擦面のすべり係数は、0.486として評価した。

4. 適用可能な摩擦面損傷率の評価

摩擦面損傷率が33%,50%,66%のすべり係数低下率の平均値は、それぞれ13.13%,17.58%,23.49%となった。健全な無機ジンクを施したすべり係数を0.486とした場合、摩擦面損傷率33%,50%,66%における想定されるすべり係数は、それぞれ0.422, 0.401, 0.372となる。以上のことから考えると、健全部と損傷部を有するボルト継手は、摩擦面損傷率が50%であれば、設計すべり係数0.4を確保でき、要求される継手耐力は満足できる。この条件であれば、損傷面が存在したボルト継手を適用しても問題ないと考えられる。

5. 縦リブを拘束材で使用する必要ボルト本数

別報3)で示したように、1本の縦リブが拘束材として受け持つ範囲(溶接長)に関わらず、板厚25mmでは3本、板厚40mmであれば4本のボルト孔の摩擦面が損傷した。また、別報1)2)でも同様結果であり、さらに板厚が48mmであれば6本の摩擦面が損傷した²⁾。摩擦面損傷率が50%であれば継手耐力が確保できることを考えると、上記で示した2倍のボルト本数があれば、そのボルト継手部の半分が健全部、残り半分が損傷部となり、継手耐力上問題ない。すなわち、表-1で示すボルト本数を満足すれば、縦リブを拘束材として使用しても問題ないと考えられる。なお、48mmを超える場合の摩擦面の損傷程度は不明であり、例えば、別報3)で示した試験体等を用いて摩擦面の損傷程度を明らかにした上で、摩擦面損傷率が50%となるボルト本数を決定する必要があると考えられる。

キーワード：併用継手、摩擦面損傷、すべり係数低下、施工法

連絡先：〒231-8315 横浜市中区本町6-50-1 鉄道・運輸機構 TEL 045-222-9082

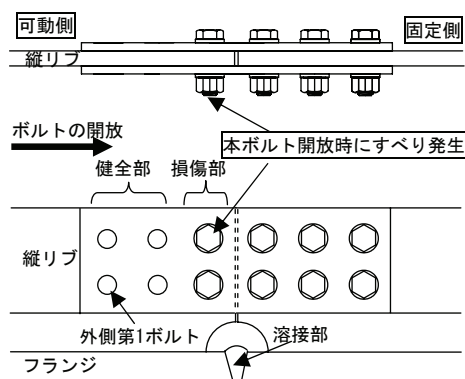


図-1 ボルト開放で生じる健全部と損傷部

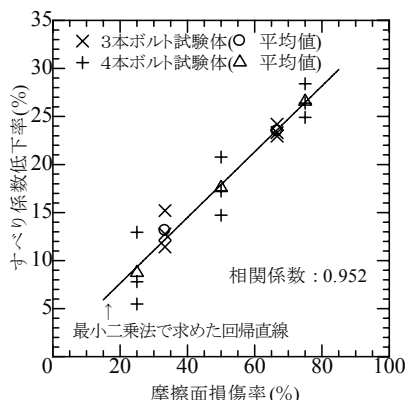


図-2 摩擦面損傷率とすべり係数低下率の関係

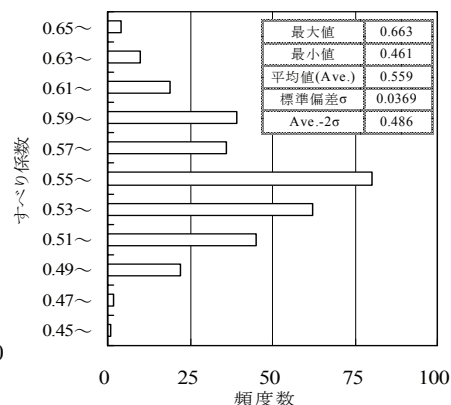


図-3 無機ジンクのすべり係数の集計

表-1 縦リブを拘束材で使用する必要ボルト本数

適用板厚(t):mm	必要ボルト本数(n)
$t \leq 25\text{mm}$	6
$25\text{mm} < t \leq 40\text{mm}$	8
$40\text{mm} < t \leq 48\text{mm}$	12
$t > 48\text{mm}$	試験により決定

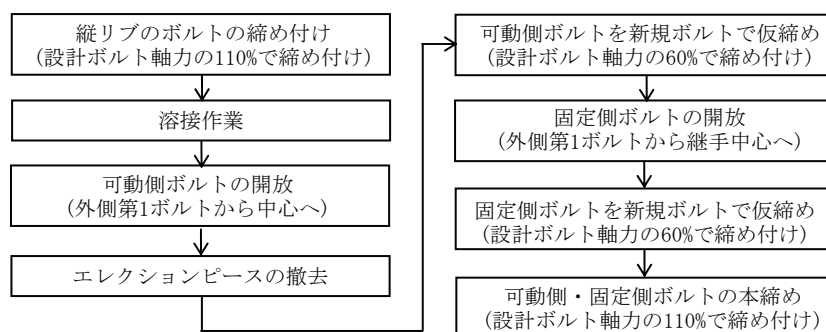


図-4 縦リブを拘束材で使用する施工手順

6. 縦リブを拘束材で使用する 施工手順および適用条件

縦リブを拘束材で使用する施工法の施工手順を図-4に示す。施工手順は、まず縦リブ等のボルト部を設計ボルト軸力の110%で締め付ける。これは、溶接中に収縮・角変形に伴うすべりを発生させない拘束状態を保つためである。その後、溶接作業を行なう。溶接終了後、図-1で示したように可動側（すべりを発生させる側）のボルトを外側第1ボルトから継手中心に向かってボルトを開放していく。外側から開放する理由は、外側第1ボルトは継手耐力上最も有効に働くボルトと一般に言われており、そのボルト孔周辺の摩擦面を損傷させないためである。通常、フランジ端部には、エンドタブを兼ねたエレクトロニクスピースを取り付ける。また、縦リブと併用してエレクトロニクスピースを取り付けることも考えられる。このような時には、溶接によるひずみをすべて開放させる必要があるため、可動側のボルト開放後、エレクトロニクスピースを除去しておく必要がある。続いて可動側のボルトを新規のボルトに取り替え、設計ボルト軸力の60%でボルトを締め付ける。これは、通常行なわれている手順であるが、可動側と固定側を同時に開放した場合、添接板が落下しないよう保持する作業および添接板の位置決め等の作業が生じるので、固定側のボルト開放前に可動側のボルトを仮締めしておく必要がある。その後、固定側のボルトを開放し、続いて固定側のボルトを新規のボルトに取り替え、設計ボルト軸力の60%でボルトを締め付ける。最後に、可動側・固定側のボルトを設計ボルト軸力の110%で締め付け、一連の作業が終了する。なお、本施工手順の適用条件は、板厚は48mm以下、縦リブ（拘束材）間隔は1m以下、摩擦面は膜厚75μmの無機ジンクを施した場合である。

7. まとめ

縦リブを拘束材として使用する場合、フランジ板厚が25mm以下では6本、40mm以下では8本、48mm以下では12本以上のボルト本数を有する縦リブであれば適用可能と考えられる。48mmを超える場合は、溶接施工試験を実施し、摩擦面の損傷程度を明確にしてから適用本数を決める必要がある。また、施工手順（図-4）および適用条件を示した。

[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.
- 一宮 充, 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1)ー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.