

併用継手の溶接によるボルト継手のすべり挙動(その2)

— 実構造物におけるボルト継手部のすべり挙動 —

宮地エンジニアリング 正会員 澁谷 敦
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 齊藤雅充

1. はじめに

別報1)で示したように、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場合、溶接時にボルト継手部はすべらず、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。これらの摩擦面観察結果では、はじめに開放された数本のボルト孔周辺の摩擦面は健全であり、目視で確認できるすべりが生じた前後の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。

本報告は、実構造物でも同様の結果が得られるのかを調べるため、架設途中の実構造物でボルト開放時のすべり挙動を調べた。これらのデータをもとに、縦リブを拘束材として使用することの適用性について考察した^{2)~4)}。

2. 調査概要

実構造物での調査は、4径間連続合成箱桁橋で実施した。図-1に調査橋梁の断面図を示す。G1とG2の2つの箱断面の主桁で構成され、主桁の上下フランジに500mmの間隔で縦リブが各4本配置されている。調査橋梁の主桁の架設では、主桁の四隅に配置したエレクトロシールドピースと縦リブを使用して溶接施工時の形状保持を行っている。溶接施工は炭酸ガスアーク溶接による片面裏波溶接で、溶接姿勢は上下フランジとも下向きである。また、縦リブの摩擦接合面は、ブラスト処理後に無機ジンクリッチペイントを目標膜厚75μmで塗装している。

ボルト開放時のすべり挙動の調査は、G1主桁の上下フランジについて7箇所の現場継手で実施した。表-1に調査箇所断面構成を示す。表中の縦リブのボルト本数は、継手の片側のボルト本数で示している。本調査におけるフランジの板厚の範囲は、上フランジで18mm~44mm、下フランジで22mm~48mmである。また、縦リブのボルト本数の範囲は、上下フランジとも5~18本である。今回、調査を実施した縦リブの本数は、上下フランジで各28本の計56本である。

3. 調査方法

併用継手における縦リブの高力ボルトは、溶接施工前に設計軸力の110%で締付けを行い、溶接によるひずみを除去するために溶接施工後にボルトを開放し、そして、新規の高力ボルトに交換するという手順で施工されている。縦リブのボルトの開放は、本締めされたボルトをトルクレンチで緩める。その順序は、図-2に示すように添接板の端部側のボルトから継手中心に向けて1本ずつ行った。また、主桁の断面方向については、上下フランジとも図-1の縦リブ番号の順序でG2主桁側の縦リブから主桁の外側に向けて行った。

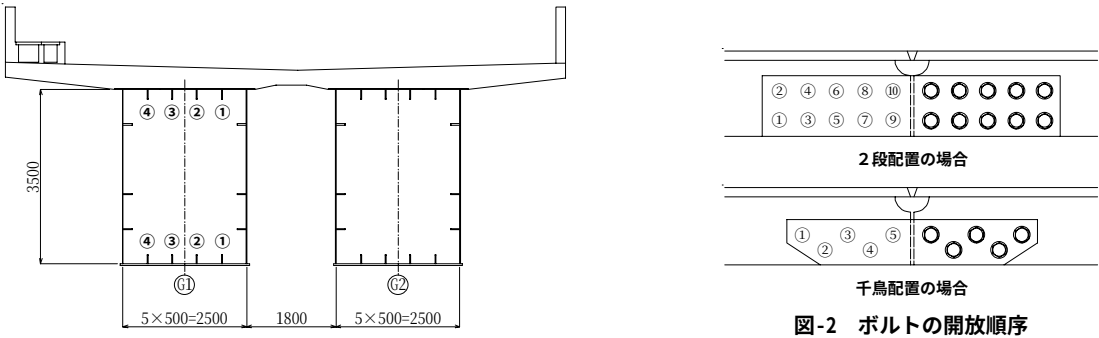


図-1 調査橋梁の断面図

図-2 ボルトの開放順序

表-1 調査箇所の断面構成

継手位置	上フランジ						下フランジ					
	母材		高さ (mm)	縦リブ			母材		高さ (mm)	縦リブ		
	板厚 (mm)	材質		板厚 (mm)	ボルト 本数	ボルト 配置法	板厚 (mm)	材質		板厚 (mm)	ボルト 本数	ボルト 配置法
J-5	25	SMA570QW	200	23	10	2段階	35	SMA570QW	180	20	8	千鳥
J-6	18	SMA570QW	200	23	5	千鳥	35	SMA570QW	180	18	5	千鳥
		SMA490BW	180	23								
J-7	30	SMA490CW	180	18	5	千鳥	34	SMA490CW	180	20	6	千鳥
J-8	44	SMA570QW	220	38	16	2段階	48	SMA570QW	220	28	18	2段階
J-9	44	SMA570QW	220	39	18	2段階	48	SMA570QW	220	28	18	2段階
J-10	30	SMA570QW	200	22	8	2段階	32	SMA570QW	200	28	10	2段階
J-18	18	SMA490BW	180	18	5	千鳥	22	SMA490BW	180	18	5	2段階

キーワード：併用継手、ボルトのすべり、実構造物

連絡先：〒103-0006 東京都中央区日本橋富沢町9-19 宮地エンジニアリング TEL 03-3639-2062

ボルトの開放前に縦リブと添接板の自由辺側の板コバに野書き線を入れ、継手にすべりが発生した時点と継手の片側ボルトを開放した時点ですべり量を測定した。本調査では、ボルトの開放途中に大きなすべり音が生じた段階をすべりの発生とした。

4. 調査結果

図-3に各調査箇所における縦リブのボルト本数およびすべり本数を示す。ボルト本数は、縦リブの片側のボルト本数である。また、すべり本数は、すべりが発生した時点における片側の残りのボルト本数である。開放途中にすべり音が発生しなかった縦リブについては、図-3にすべり本数のプロットはない。上フランジでは17本（28本中）の縦リブで、下フランジでは24本（28本中）の縦リブでボルトの開放時にすべり音が確認された。これらの縦リブでは、ボルト本数が残り数本になった時点で一気にすべりが生じている。また、すべり音の発生は下フランジの方が多い。上フランジでは縦リブの反対側に溶接面があり、下フランジでは縦リブと同じ側に溶接面があることから、溶接施工時の拘束状態の差によるものと推測する。

図-4に各調査箇所におけるすべり音発生時および開放後のすべり量の測定結果を示す。本調査では、縦リブの片側のボルトを全て開放した段階を開放後とし、縦リブと添接板の野書き線のずれをすべり量として測定している。すべり量の測定の結果、最大値は上下フランジとも2mmであった。また、すべり音の発生していない上フランジの6-②と6-③、および下フランジの6-①と6-②では、開放後にすべり量が測定されている。これらの縦リブでは、開放途中で徐々にすべりが生じたと推測されるが、いつの時点ですべりが生じたのかは明確にできなかった。さらに、上フランジのJ-5やJ-8ではボルト解放後の変位が0mm（すべりが確認できない）となる場合もあった。

図-5にフランジの板厚とすべり本数の関係を示す。すべり本数は前述の通りで、このすべり本数分のボルト孔周囲の摩擦接合面が損傷したことになる。図-5からフランジの板厚の増加とともに、すべり本数も増加する傾向がみられる。本調査の範囲では、フランジの板厚が25mmであればすべり本数は3本、板厚が35mmですべり本数は4本、板厚が48mmですべり本数は6本となった。本調査結果は、別報1)の実物大試験体における試験結果と同様の傾向を示している。

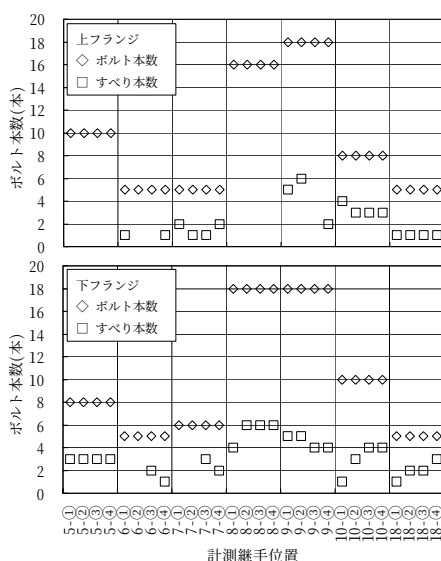


図-3 ボルト本数とすべり本数

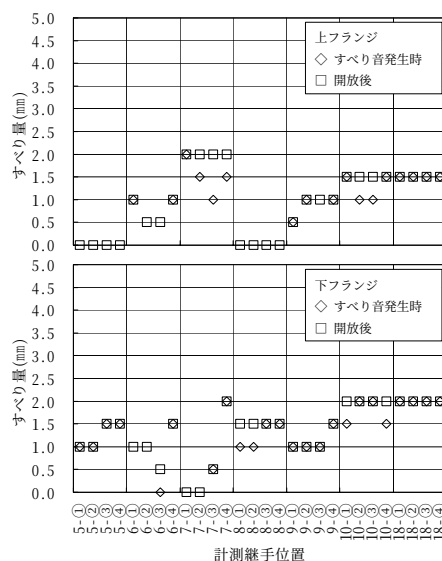


図-4 すべり量の測定結果

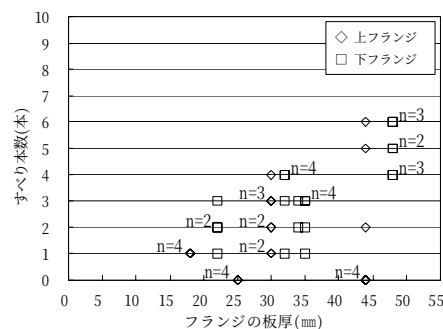


図-5 板厚とすべり本数の関係

5. まとめ

実構造物においてもボルト開放時にボルト本数が残り数本になった段階ですべりが発生することが確認された。また、摩擦接合面が損傷するすべり本数は、フランジの板厚とともに増加する傾向がみられた。この傾向は実物大試験体の結果¹⁾と同様であることが確認された。

【参考文献】

- 1) 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)―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―, 土木学会第66回年次講演会I, 2011.9.
- 2) 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)―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―, 土木学会第66年次講演会I, 2011.9
- 3) 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)―摩擦面損傷部を有するボルト継手のすべり耐力試験―, 土木学会第66回年次講演会I, 2011.9
- 4) 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)―縦リブ等を拘束材として使用する施工法の適用性―, 土木学会第66回年次講演会I, 2011.9