

大型 I 断面桁橋の併用継手の施工手順に関する一考察

横河ブリッジホールディングス 正会員 ○ 一宮 充

法政大学 フェロー 森 猛

1. はじめに 少数主桁橋で用いられる大型 I 断面桁の現場継手形式は高力ボルト継手と溶接継手に大別されるが、最近には以下に示すような問題があり、併用継手が採用されてきている。

＜全断面高力ボルト継手＞ 鋼橋の現場継手には高力ボルト継手を採用するのが一般的であるが、少数主桁橋の普及に伴いフランジが数十 mm と厚くなる(以下、厚板化)ため、高力ボルトの列数も多くなることが問題になっている。高力ボルト継手が構成できない場合は溶接継手を採用する場合もある。

＜全断面溶接継手＞ 板厚の制約はないためフランジの厚板化にも対応できるが、施工能率や作業性は高力ボルト継手と比べて劣ることが従来から問題とされている。

＜併用継手＞ 一つの断面の中で、フランジを溶接継手、ウェブを高力ボルト継手とした併用継手とする形式もある。併用継手は、フランジが厚板化しても対応可能で、ウェブはフランジの溶接時にエレクトロニクスピースとして利用でき、図-1、2に示すように全断面溶接継手と比較して、エレクトロニクスピースの材料、製作、撤去に関する省力化が可能であり、施工能率の低いウェブの立向溶接が省略できるため工程の短縮も図れる。しかし、その施工において下記の課題がある。

2. 各種基準類に定められる併用継手の施工方法 併用継手は、鋼床版(デッキプレートが溶接継手、主桁ウェブおよび縦リブが高力ボルト継手)や全断面溶接の箱桁や鋼製橋脚(主桁、柱、梁が溶接継手、縦リブが高力ボルト継手)などで従来から採用されている。大型 I 断面桁に適用する場合、各種基準類の規定には以下のように記載されている。

＜道路橋＞ 道路橋示方書では、曲げモーメントを主として受ける併用継手の施工に関する規定が2002年に定められ「溶接の完了後に高力ボルトを締め付ける」のが原則とされている¹⁾。高力ボルト継手の品質は確保できるが、溶接時には別途形状保持や開先調整のためエレクトロニクスピースが必要となる。

＜鉄道橋＞ 鉄道橋では、「所定の軸力管理を行って高力ボルトを締め付けて組み立てた後に溶接施工を実施すること」と規定されている²⁾。対象とするボルト継手はエレクトロニクスピースのみならず、リブや補剛材も含まれ、高力ボルトは溶接完了後に新品と取り替えることとされている。この方法では溶接時の継手の拘束が高いこと、高力ボルトの取替

え作業時に縦リブや補剛材にすべりが生じることが問題と考えられる。後者には、現在設計上のすべり係数が得られる施工手順の研究が行われている³⁾。

＜建築鉄骨＞

建築鉄骨では、柱と梁の仕口部

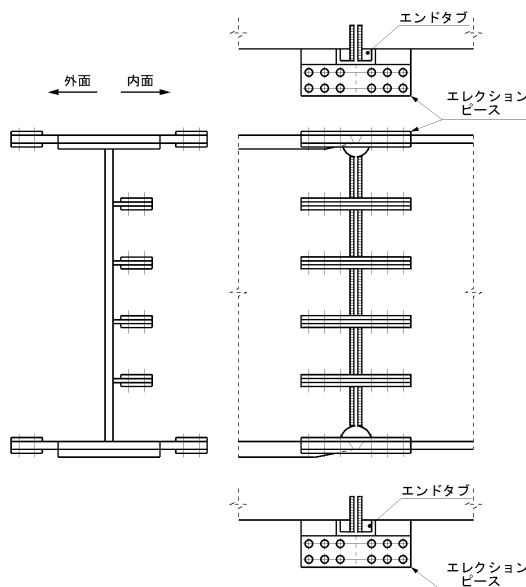


図-1 全断面溶接継手

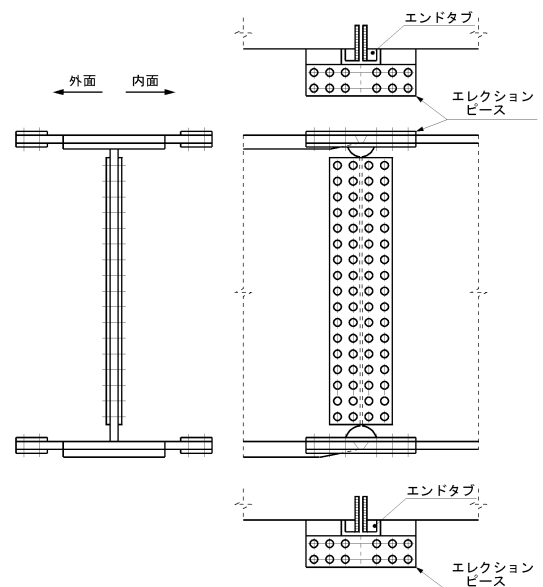


図-2 併用継手

キーワード：少数主桁橋、現場継手、併用継手

連絡先：千葉県千葉市美浜区新港 88 番 (株)横河ブリッジホールディングス TEL 043-247-8411, FAX 043-248-7158

の現場継手に梁フランジを溶接継手、梁ウェブを高力ボルト継手とする併用継手（建築では混用接合と呼ばれる）がよく用いられている。その施工手順はウェブの高力ボルトを締め付けた後にフランジの溶接をすることを原則としている⁴⁾。これは、溶接を先行するとボルト継手部に、孔ずれの発生、なじみが悪くなる、などの弊害が生じることに配慮したとのことである。この施工手順では、溶接部に近いボルトが加熱されてボルト軸力が低下することが問題とされているが、接合部の変形能力への影響は小さいことが実物大試験体により確認されている⁵⁾。溶接時の継手の拘束は高いが、建築鉄骨の梁部材は橋梁の大型 I 断面桁と較べて小さいため、当該構造への適用については問題が少ないものと考えられる。

3. 施工手順の一例 以上のように併用継手の施工では様々な手順が考えられるが、前述のように大型 I 断面桁橋ではウェブのボルト継手をエレクトロニクスピースの一部として使用できれば省力化が図れる。高力ボルト継手の締め付けは1次締めと本締めの2度締めで施工されるため、この間に溶接施工を実施すると、溶接継手の拘束も小さく済むと考えられる。具体的手順の一つの案を表-1に示す。

表-1 併用継手施工手順(案)

施工手順	備考
1 フランジのエレクトロニクスピースの締め付け	開先精度を確保する。
2 ウェブの高力ボルトを1次締め	設計ボルト軸力の60%締め
3 上下フランジを溶接	
4 ウェブの高力ボルトを本締め	設計ボルト軸力の110%締め
5 フランジのエレクトロニクスピースを切断	

4. 大型 I 断面桁橋への適用に際しての課題

3. で示した施工手順の適用には以下に示すような課題があると考えられる。

4. 1 いったんすべりが生じた高力ボルト継手のすべり係数

ウェブの高力ボルトを1次締めした状態で溶接すると、高力ボルト継手には溶接収縮によりすべりが生じる可能性がある。高力ボルトの本締めにこの状態のまま実施した時の、最終的なすべり耐力が重要となる。これに関しては、接触面に無機ジンクリッチペイントが塗布された場合のすべり係数は概ね0.4を確保できる実験結果もある^{6,7)}。

4. 2 内部応力が導入された状態の高力ボルト継手を有する大型 I 断面桁の挙動

大型 I 断面桁の併用継手では、フランジ継手の溶接収縮により上下フランジ近傍のボルト継手には圧縮の内部応力が付与される。この継手に曲げモーメントが作用した場合、下フランジ側のボルト継手には引張の外力が圧縮の内部応力に打ち消されるが、上フランジ側では圧縮の内部応力と圧縮の外力が足し合わされてすべり荷重が低下すると考えられる。桁としてどのような挙動をするか、十分な検討が必要である。

4. 3 高力ボルトのトルク係数の変動

溶接前に締め付けた高力ボルトは、溶接後にそのまま本締めできれば省力化につながるが、これらの施工に要する時間を考えると高力ボルトの潤滑油が減り、トルク係数に影響を及ぼす可能性もある。トルク係数の変動に加え、ばらつきも確認する必要があると考える。

4. 4 ウェブの座屈

4. 1で述べたように、ウェブの高力ボルト継手は溶接収縮によりすべりが生じる可能性もあるが、溶接収縮の圧縮力によりウェブのパネルに座屈変形が生じるおそれがあるという検討結果が鋼床版橋である⁸⁾。高力ボルトが1次締めであれば、このような問題は軽減されるのか、確認が必要と考える。

5. まとめ 併用継手の施工事例として、旧 JH の橋梁でいくつか施工事例^{9,10)}があるが、その施工手順は①ウェブの中央側 60%の高力ボルトを本締め②上下フランジを溶接③ウェブの外側 20%ずつの高力ボルトを本締め、といった手順である。道路橋に適用する手順の一つではあるが、4. で述べた課題の解決により更なる省力化、合理化も可能と考える。

【参考文献】1) 日本道路協会:道路橋示方書・同解説 II 鋼橋編,2002.3 2) 鉄道建設・運輸施設整備支援機構:鋼鉄道橋現場溶接施工の手引き,2004.6 3) 南ら:縦リブを拘束材として使用する併用継手の施工法の検討,鋼構造論文集,第19巻,第75号,pp.37-45,2012.12 4) 日本建築学会:鉄骨工事技術指針・工事現場施工編,2007.2 5) 中込ら:現場溶接型柱梁接合部の力学的特性,鋼構造年次論文報告集,第1巻,pp.101-108,1993.7 6) 小笠原ら:摩擦接合面にすべりが生じた HTB 継手のすべり試験,土木学会第65回年次学術講演会講演概要集,I-469,2010.9 7) 一宮ら:予すべりが生じた高力ボルト摩擦接合継手のすべり耐力に関する実験的検討,鋼構造論文集,第20巻,第80号,pp.73-81,2013.12 8) 布施ら:高力ボルトと溶接を併用した鋼床版道路箱桁橋現場継手部の設計と施工,橋梁と基礎,第26巻,第3号,pp.7-16,1992.3 9) 中村ら:高力ボルト・溶接併用継手における高力ボルト施工法に関する検討,鋼構造年次論文報告集,第7巻,pp.351-356,1999.11 10) 小日向ら:在家塚第3高架橋における併用継手の施工要領,土木学会第55回年次学術講演会講演概要集,I-A53,2000.9