

## 鉄道橋における併用継手の現状と課題

—すべり耐力を考慮した継手施工方法の提案—

|                     |      |    |    |
|---------------------|------|----|----|
| (財)SCOPE(前:鉄道・運輸機構) | フェロー | 保坂 | 鐵矢 |
| 鉄道・運輸機構             | 正会員  | 藤原 | 良憲 |
| 神鋼ボルト               |      | 長崎 | 英二 |
| ○パシフィックコンサルタンツ      | 正会員  | 松尾 | 仁  |

### 1. はじめに

現場溶接継手は、高力ボルト(以下、HTBと称す)継手に比べ円滑な応力伝達機能を有し、塗装等の表面処理の耐久性向上、景観性そして鋼材重量の低減等による経済性など総合的に優れた継手方法である。現場溶接継手には溶接継手とHTB継手の併用が多く用いられている。しかし、この併用継手には摩擦接合継手のすべり耐力を考慮した施工方法に明確な仕様がなく、溶接継手とHTB継手の施工方法(順序)によっては摩擦接合継手のすべり耐力を損なう場合がある。そこで、併用継手の現状と課題そして継手施工方法の例を報告する。尚、筆者らの調べによると併用継手は欧米では用いられていない継手構造である。

### 2. 現状

現在用いられている併用継手の主な施工方法は下記の通りである。

A法:溶接ひずみに影響する範囲(例えば、ウェブの下1/3程度の範囲)はHTBを配置せず、フランジの溶接完了後、残りの範囲のHTB締め付けを行う施工方法。

B法:HTBを全数配置するが、HTBの締め付け導入軸力は溶接ひずみを拘束しない程度の締め付け力(以下、不完全締め付けと称す)とし、溶接完了後、増し締めを行う施工方法。

C法:現場溶接部に設けた形状保持材等で溶収縮によるずれを拘束し、溶接完了後、形状保持材のボルト撤去で溶接ひずみを開放し、HTB摩擦接合面の品質を確保する施工方法。尚、部材組立てのために用いる仮ボルトは所定の設計軸力を導入し、溶接後の形状保持材撤去前に新規ボルトに取り替える(写真-1参照)。



写真-1 C法の例

A法やB法は施工性に優れ多く用いられている。しかし、摩擦接合面が暴露状態で放置され、雨水等の浸水を受けたり、不完全締め付け状態のため現場溶接時に摩擦接合面が滑ったりすること等により、HTB摩擦接合継手のすべり耐力確保が困難な状態が生じる恐れがある。C法は鋼鉄道橋現場溶接施工の手引き<sup>1)</sup>で推奨している方法である。この中では、総ベント架設や一括クレーン架設のように仮組み状態ですべての現場溶接を行うことを原則としているため、空中施工等の場合はセッティングビーム等で連結部が無応力状況になるような施工方法とする必要である。併用継手を想定し、一度すべりを生じさせた後のHTB摩擦接合部のすべり耐力(すべり係数)を確認した試験結果の一例<sup>7)</sup>を示すと、通常のすべり試験によるすべり係数:0.568、同試験体を一度すべらせHTBを取り替えて再締め付けした場合:0.350、同試験体の添接板とHTBを新しく取り替えた場合:0.449であった。一度すべらせた摩擦接合面を再利用することは、一時的にすべり係数が0.4をクリアしても、すべり係数は大きく低下しているため、変動係数も大きく所定の品質を確保することは困難であると推測できる。

### 3. 課題

併用継手構造の特徴を含めた課題の一例を示す。(1)拡大孔に対するHTBのすべり耐力(例えば、M22に対しては一般孔径24.5mmであるが、溶接ひずみを吸収するため拡大孔径26.5mmとする場合)。(2)摩擦接合面に無機ジンクリッチペイント75 $\mu$ (最近の防食便覧等<sup>3)4)</sup>では架設環境に関係なく指定されている)を用いた場合のHTBのすべり耐力。(3)トルシア形HTBの拡大孔と摩擦接合面に無機ジンクリッチペイントを組み合わせたHTBのす

キーワード 併用継手, すべり耐力, 犠牲鋼板

連絡先 〒163-0730 新宿区西新宿2丁目7番1号 新宿第一生命ビル TEL 03-3344-0712

表－１ HTB 品質確認

| ボルトの種類   | タイプ | ボルト処理 |      | 孔径          |              | 摩擦接合面 |           | 締め付け軸力 |                |                |       |
|----------|-----|-------|------|-------------|--------------|-------|-----------|--------|----------------|----------------|-------|
|          |     | 黒皮処理  | 防錆処理 | 孔径<br>φ24.5 | 拡大孔<br>φ26.5 | 黒皮    | 厚膜<br>ジソク | 100%   | ex60%<br>+100% | ex80%<br>+100% |       |
| 六角HTB    | R-1 | ○     |      | ○           |              | ○     |           | ○      |                |                | HTB継手 |
|          | R-2 | ○     |      |             | ○            | ○     |           | ○      |                |                |       |
|          | R-3 |       | ○    | ○           |              |       | ○         | ○      |                |                |       |
|          | R-4 |       | ○    |             | ○            |       | ○         | ○      |                |                |       |
|          | R-5 | ○     | (○)  |             | ○            |       | ○         |        | 仮○本○           |                | 併用継手  |
|          | R-6 | ○     | (○)  |             | ○            |       | ○         |        |                | 仮○本○           |       |
| トルシア形HTB | T-1 | ○     |      | ○           |              | ○     |           | ○      |                |                | HTB継手 |
|          | T-2 | ○     |      | ○           |              |       | ○         | ○      |                |                |       |
|          | T-3 | ○     |      |             | ○            |       | ○         | ○      |                |                |       |
|          | T-4 |       | ○    | ○           |              |       | ○         | ○      |                |                |       |
|          | T-5 |       | ○    |             | ○            |       | ○         | ○      |                |                |       |
|          | T-6 | ○     | (○)  |             | ○            |       | ○         |        | 仮○本○           |                | 併用継手  |
|          | T-7 | ○     | (○)  |             | ○            |       | ○         |        |                | 仮○本○           |       |
| 犠牲鋼板方式   | G-1 | ○     |      |             | ○            |       | ○         | 仮○本○   |                |                | 併用継手  |

注) 1. 仮○：仮ボルト，本○：本ボルト（仮ボルトを取り替える新しいHTB）

2. 六角HTBはR-1を標準とし，トルシア形HTBはT-1を標準とする。

べり耐力および温度依存性を考慮したHTBのすべり耐力。(4)溶接収縮時の不完全締め付け状態継手部の挙動（摩擦接合面の品質状況とこの状態でのHTBのすべり耐力）。

#### 4. 課題に対する確認試験

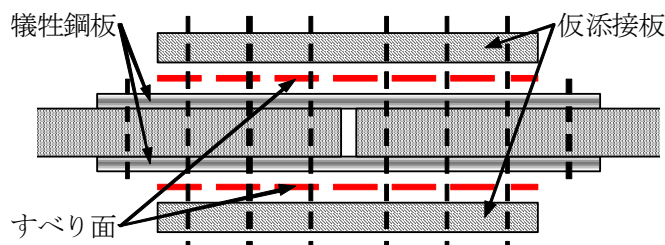
併用継手部のHTB品質を確認する必要がある項目を表－１に示す。(1)摩擦接合用高力六角ボルト（トルシア形HTBと区分して，以下，六角HTBと称す）は表中に示すR-1～R-3タイプはすでに多くの実験等でHTB継手の品質が保証されている<sup>5) 6)</sup>が，溶接部材と併用するR-5，R-6タイプは明確な品質保証試験がなされていない。(2)トルシア形HTBはピンテール破断による軸力導入という構造的特徴から温度依存性に関する条件付きでの品質保証が必要である。表に示すT-1タイプは参考文献<sup>2)</sup>に示す基準によれば良いが，その他のタイプT-2～T-5と溶接と併用するT-6，T-7タイプは明確に品質保証がなされていない。トルシア形HTBは拡大孔に対する品質，ボルト自体の表面処理潤滑材の種類や摩擦接合面の表面処理等がすべり耐力に大きく影響する。(3)一般に併用継手の用いている継手施工法：不完全締め付けを考慮した方法は前項(4)に課題を示している。つまり，不完全締め付けHTBに対する溶接収縮の影響，すべり摩擦面の挙動およびすべり耐力，不完全締め付けHTBに対する雨水等の浸水時の挙動とすべり耐力を含めた試験（R-5，R-6，T-6，T-7タイプ）が必要と考えられる。尚，この試験において摩擦接合面が健全な状態にあることが確認されれば，従来の施工方法も問題なく採用できる。

#### 5. 犠牲鋼板方式の提案

一度すべりが生じた摩擦接合部は接触面の劣化によりすべり耐力が低下する。そこで，犠牲鋼板を用いて接合部以外の面ですべりを生じさせ，摩擦接合部を保護する施工方法である（図－１参照）。これは，最近の疲労設計から，安易な形状保持材等の取り付けおよびこれらの撤去方法に厳しい品質が求められ，また溶接施工性から自動溶接を積極的に用いる溶接方法が多く用いられ，エンドタブ以外はできるだけ形状保持材を用いず，接合面の品質を確保しながら施工するための方法である。

<参考文献>

- 1) 鉄道運輸機構：鋼鉄道橋現場溶接施工の手引き，H16.6.
- 2) 鉄道運輸機構：トルシア形高力ボルトの設計施工の手引き，H16.4.
- 3) (財) 鉄道総研：鋼構造物塗装設計施工指針，H17.5.
- 4) 日本道路協会：鋼道路橋塗装・防食便覧，H17.12.
- 5) 鉄道公団：設計だより No.105，H7.6.
- 6) 土木学会：高力ボルト摩擦接合継手の設計施工維持管理指針（案），H18.12.
- 7) 神鋼ボルト：鉄道・運輸機構試験データ



図－１ 犠牲鋼板方式