

材間圧縮力に着目した新高力片面施工ボルトの開発

ポップリベット・ファスナー(株) 正会員 ○武田淳
 大阪市立大学大学院 正会員 山口隆司
 ポップリベット・ファスナー(株) 正会員 鐘溝国男

阪神高速道路(株) 正会員 青木康素
 大阪市立大学大学院 正会員 郎宇

1. はじめに

橋梁の一般的な補修、補強工法として、当て板と高力ボルトを用いた当て板工法が多く用いられている。

Uリブ鋼床版のUリブとデッキプレートの溶接部の当て板工法では閉鎖断面となるが、このような場合は片面から施工が可能で、いわゆる、高力ワンサイドボルトを用いる工法があり、高力ワンサイドボルトを用いた工法の有効性が明らかにされてきた¹⁾。しかし、現在、土木分野で使われている高力ワンサイドボルトは高力ボルトと比べると部品点数が多く、構造が複雑であるために、安価でない。著者らは高力六角ボルトを活用し、価格を抑え、施工性に優れた片面施工可能な摩擦接合用高力ボルト（以下、高力片面施工ボルト）の開発を行ってきている²⁾³⁾⁴⁾。本検討では、既報時から材間圧縮力を向上する改良を実施した。

2. 開発背景

開発した高力片面施工ボルトには、従来の高力ワンサイドボルトに見られる、いわゆる、シャワーッシャーは無く、締結過程でナット相当部分を塑性変形で形成すると同時に、導入ボルト軸力を材間圧縮力に変換できるというメリットが得られるが、導入ボルト軸力すべてが材間圧縮力に変換されず、締結可能な板厚範囲（以下、グリップレンジ）で変換効率が異なるというデメリットが課題として残されていた。

3. 開発のポイント

図1のように高力片面施工ボルトの部品点数は全5部品である。その中でバルブスリーブは市販の機械構造用炭素鋼鋼管を切削加工したものであるが、この切削加工による形状の改善を行うことで課題の解決を試みた。

バルブスリーブには、材間圧縮力を向上させるための溝Aと、ナット相当部に塑性変形を促すための溝Bの2本の溝がある。材間圧縮力を向上させるための溝A

は部材に開けられた下孔の縁を利用して導入ボルト軸力を材間圧縮力に変換する役割を果たす。ナット相当部に塑性変形を促すための溝Bは無くともバルブ形状に塑性変形するが、より大きく塑性変化を促すことができるために、締結完了までの回転回数を減らすことができ、施工時間の短縮に役立っている。

改善前と改善後の形状を図2に示す。開発した高力片面施工ボルトのグリップレンジは15mm～20mmである。改善前は部材厚が増すにつれて、材間圧縮力が高くなる傾向があったため、部材厚15mmで材間圧縮力が向上するように改善を行った。

なお、強度に影響しないように、バルブスリーブの材質やバルブ形状に塑性変形する部分は変更せず、溝Aの形状や位置、周辺部のみを変更して改善を行った。

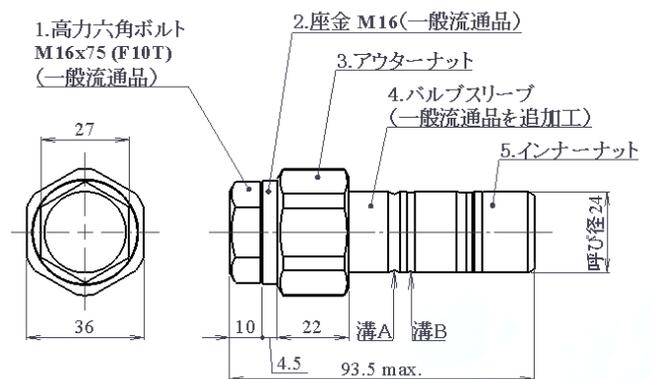


図1 高力片面施工ボルトの外観および部品名称

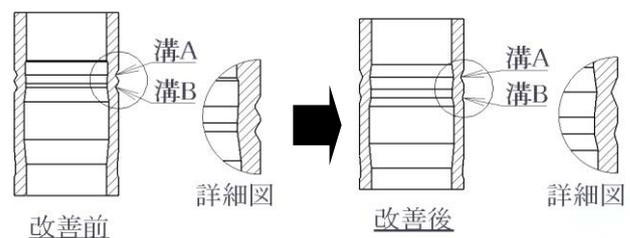


図2 バルブスリーブの単体断面図

キーワード 高力ワンサイドボルト、片面施工、橋梁補修、高力ボルト、摩擦接合、Uリブ

連絡先 〒102-0094 東京都千代田区紀尾井町3-6 ポップリベット・ファスナー株式会社

TEL03-3265-7291

4. 試験結果

締結時の改善前と改善後のボルト軸力と材間圧縮力の時間波形を比較し、バルブスリーブの塑性変形の様子と併せて図3に示す。締結にはTONE株式会社製の専用レンチを使用し、改善前と改善後でレンチの回転数に違いはない。材間圧縮力だけでなくボルト軸力も同時に測定しているのは、締結がトルク法であり、ボルト軸力のばらつきの影響が材間圧縮力にも及ぶためである。

バルブスリーブの変形において、締結開始前が①であり、締結完了が④である。導入ボルト軸力によりバルブスリーブの塑性変形が促されると、バルブ形状になったバルブスリーブが部材に接触し材間圧縮力が発生する。そのポイントが②である。改善後の方が改善前より部材に早く接触しており、この結果、材間圧縮力の導入が早まり、締結完了時の材間圧縮力が高くなったと考えられる。

さらに塑性変形が進むと、バルブスリーブが完全に部材に着座して、バルブ形状が完成する。そのポイントが③である。ポイント③以後は、バルブ形状が完成しているため、導入ボルト軸力は急激に上昇する。改善前では③と④の間で材間圧縮力の上昇が鈍化しているが、改善後ではこの間を改善し、その結果、材間圧縮力の向上を達成している。なお、改善前と改善後では締結時間も短縮でき、施工性も改善できた。

図4が示すように部材厚20mmでは、材間圧縮力の発生が早いため、材間圧縮力が高くなる傾向がある。その傾向は改善前と改善後で変わらない。

一方、部材厚15mmでは、改善後の方が材間圧縮力の発生は早くなったが、図4(部材厚20mm)と比べると遅い。しかし、図5が示すように、材間圧縮力は発生後、特に締結完了前に急激に上昇し、導入ボルト軸力に対する材間圧縮力は部材厚20mmと同等まで向上した。

5. まとめ

開発した高力片面施工ボルトのグリップレンジで、材間圧縮力の変換効率が異なるという課題に対して、部品に追加工することなく、形状改善により変換効率をほぼ同等に改善した。その結果、締結可能なグリップレンジにおいて、ボルト軸力に対する材間圧縮力は77~79%で安定して締結可能となった。

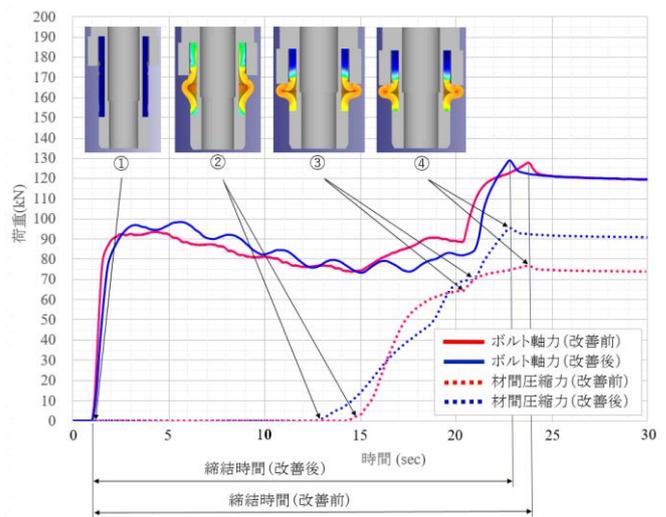


図3 改善前と改善後のボルト軸力・材間圧縮力の関係
(部材厚 15mm)

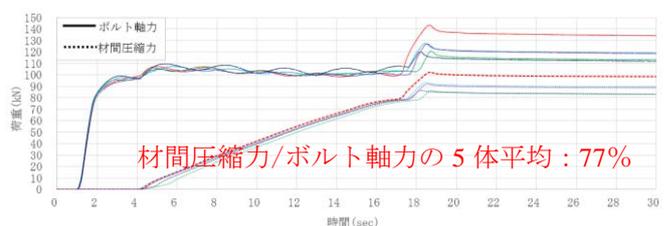


図4 改善後のボルト軸力・材間圧縮力の関係
(部材厚 20mm)

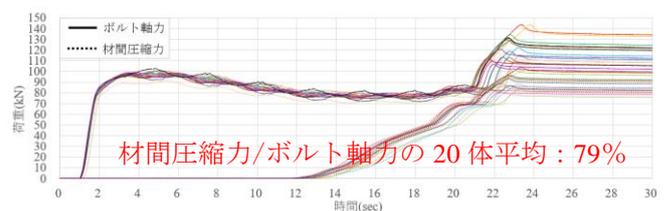


図5 改善後のボルト軸力・材間圧縮力の関係
(部材厚 15mm)

参考文献

- 1) 鈴木博之, 川辺裕一, 藤永政司, 中島一浩: 高力ワンサイドボルト摩擦接合継手の基礎的特性, 鋼構造年次論文報告集, 15巻, 2017.11.
- 2) 武田淳, 鏈溝国男, 青木康素, 山口隆司: 高力片面施工ボルトの開発, 土木学会第74回年次学術講演会, I-435,2019.9.
- 3) 青木康素, 郎宇, 山口隆司, 武田淳, 鏈溝国男: 高力片面施工ボルトを用いたUリブ鋼床版の下面補修・補強に関する実験的研究, 土木学会第74回年次学術講演会, I-436,2019.9.
- 4) 郎宇, 山口隆司, 青木康素, 鏈溝国男, 武田淳: 高力片面施工ボルトを用いた一面摩擦接合継手のすべり試験, 土木学会第74回年次学術講演会, I-437,2019.9.