

高力ワンサイドボルト摩擦接合継手の疲労耐久性試験

明星大学 正会員 鈴木 博之

(株)ロブテックスファスニングシステム 正会員 ○中島 一浩

1. はじめに

近年、鋼橋の補修・補強工事において、閉断面を伴う部材の補強方法として、片側施工が可能な高力ワンサイドボルト(以下、ワンサイドボルト)の使用事例が増えている。ワンサイドボルトの基本性能や接合部の構造特性については、建築鉄骨および鋼橋への適用の際に各種検証が行われている。一方、鋼橋の様々な部位に疲労亀裂の発生が報告されていることや、将来的な疲労損傷の拡大が懸念されることから、鋼橋においても疲労設計が義務付けられることになった。本論では、ワンサイドボルト摩擦接合継手の疲労耐久性試験を行い、ワンサイドボルトの力学的性状について検証を行った。

2. ワンサイドボルト概要

ワンサイドボルトの構成部材を図-1に、締結メカニズムを図-2に示す。部材の片側からボルトを挿入し、閉断面側でボルト頭部を形成する高力ボルトである。バルブスリーブの座屈変形に要する軸力は、シャワーワッシャーのせん断により一旦解放され、その後ピンテールの破断により所定の軸力が導入される、片側施工用トルシア形高力ボルトである。



図-1. ワンサイドボルト構成部材

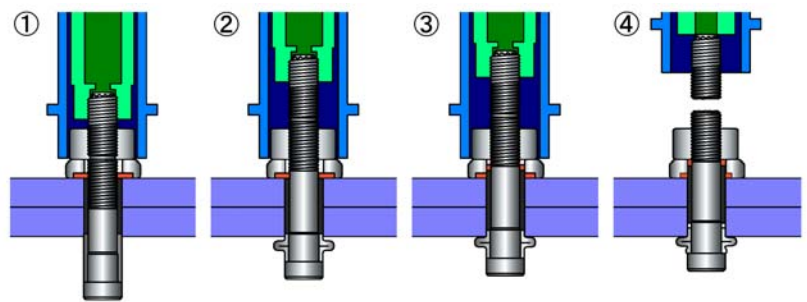


図-2. ワンサイドボルト締結メカニズム

3. 軸力リラクセーション試験

疲労試験実施前に軸力リラクセーション試験を行った。ワンサイドボルトの軸力は、ボルトゲージの軸方向ひずみを計測し、応力-ひずみ関係およびボルト断面積より換算した。ワンサイドボルトを試験体に締付けた後、14日経過までの軸力を計測した。ボルトゲージの設置状況を写真-1に、軸力と経過時間の関係を図-3に示す。締め付け時の軸力を100%とした場合、リラクセーション率は約4.5%であり、通常の高力ボルトにおけるリラクセーション試験と同様な傾向を示している。

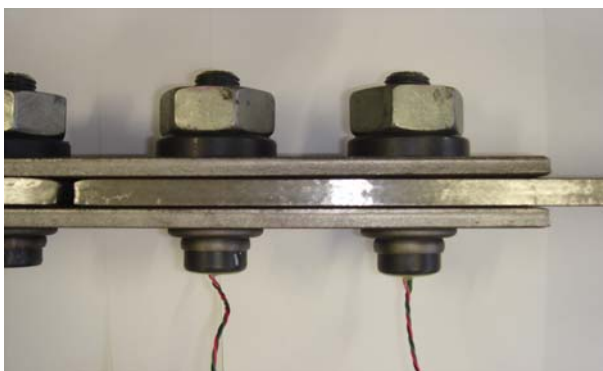


写真-1. ボルトゲージ設置状況

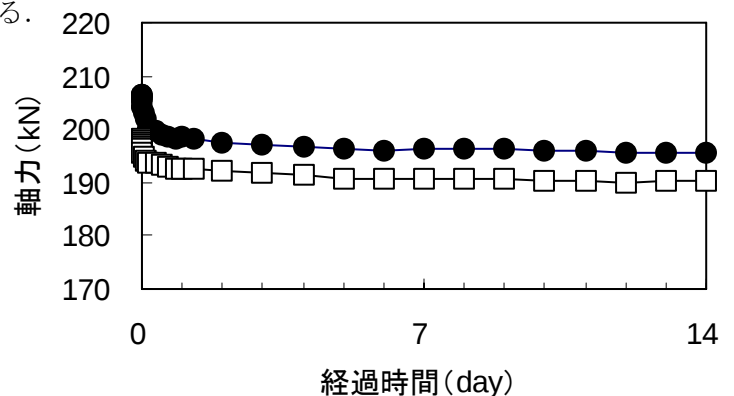


図-3. 軸力リラクセーション試験結果

キーワード ワンサイドボルト, 疲労試験, 繰り返し載荷, リラクセーション, 片側施工, 高力ボルト

連絡先 〒103-0012 東京都中央区日本橋堀留町 1-5-11 (株)ロブテックスファスニングシステム TEL 03-5847-4100

4. 疲労耐久性試験

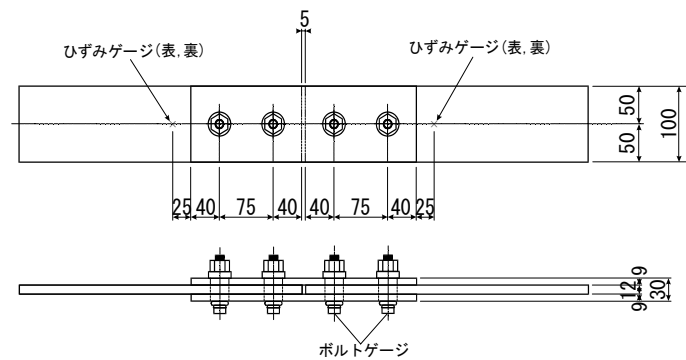


図-4. 試験体形状

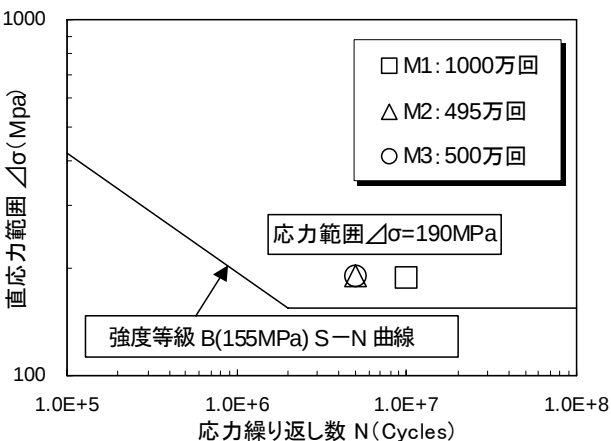


図-5. 疲労試験結果

試験体は応力の作用線上に片側 2 本のボルトを有する 2 面摩擦接合継手とし、試験体は 3 セット製作した。図-4 に試験体形状を示す。母材および添接板の摩擦面はサンドブラストを施し、片振引張疲労試験を行った。鋼道路橋の疲労設計指針では、高力ボルト摩擦接合継手の強度等級は B 等級、 2×10^6 回基本応力範囲は 155MPa であるが、本試験では強度等級を直応力範囲の比が約 1.8 倍に相当する A 等級(190MPa)とした。繰返し速度は 6Hz とし、繰返し数は 1,000 万回を上限として、母材が破断するまで試験を継続した。疲労試験の状況を写真-2 に示す。

図-5 に疲労試験結果を示す。図中には疲労設計指針の強度等級 B 等級の S-N 曲線を示している。試験体 M1 は繰返し数 1,000 万回まで母材破断せず、試験を打ち切った。試験体 M2 は繰返し数約 495 万回、M3 は約 500 万回でボルト孔から板幅方向へ母材破断した。繰返し数は応力範囲の打切限界 200 万回の約 2.5 倍以上という結果を得た。これらの結果から、ワンサイドボルト摩擦接合継手は、従来の高力ボルト接合と同等以上の疲労耐久性を有していることが分かった。

5. 引張試験

疲労試験後の強度を確認するために、試験体 M2 および M3 を解体し、ワンサイドボルトの引張試験を行った。工場出荷時と疲労試験後のワンサイドボルトの引張試験結果を表-1 に示す。疲労試験前後の引張強度に差異はなく、約 500 万回の繰返し荷重を受けた後でも、ワンサイドボルトの強度低下は無いことが分かった。

6. 結論

高力ワンサイドボルト摩擦接合継手について各種試験を行い、以下の結論を得た。

- (1) 軸力リラクセーション試験により、通常の高力ボルトと同様に軸力減少について特別な配慮は必要ないことが分かった。
- (2) 疲労耐久性試験により、従来の高力ボルト接合と同等以上の疲労耐久性を有していることが分かった。
- (3) 疲労試験前後の引張試験により、繰返し荷重による強度低下がないことが分かった。



写真-2. 疲労試験状況

表-1. 引張試験結果 kN

	最大	最小	平均
疲労試験前 (n=10)	270.9	269.2	269.9
疲労試験後 (n=8)	270.8	269.2	270.0