

ワンサイドボルトを用いたボルト締めストップホール工法の実験的研究

鋼橋技術研究会 正会員 ○明石 直光
 鋼橋技術研究会 正会員 相田 亨
 明星大学 正会員 鈴木 博之

1. はじめに

溶接継手部に生じた疲労き裂の一時的な補修方法として、ストップホールを高力ボルトで締付けるボルト締めストップホール工法がある。しかし、この工法はボルト締め作業が生じるため両面からの施工が必要となり、トラスの弦材、鋼床版のトラフリップなどの閉断面に対しては、新たにハンドホールを施工しなければならない。

本研究では、片面からの施工を想定し、片面施工用高力ボルト（以下、ワンサイドボルトと呼ぶ）を用いたボルト締めストップホール工法による補修が高力ボルト（以下、HTB と呼ぶ）を使用した場合と比較して、適用可能かを疲労試験により確認した。

2. 疲労試験方法

(1) 試験体説明

試験体概要を図-1 に示す。支間 6000mm、桁高 800mm の桁に面外ガセット（以下、ガセットと呼ぶ）を 250mm 間隔で取付け、各支点には補剛材を設置した。本研究では、すでに発生したき裂の先端にストップホールを設け、ワンサイドボルトおよび HTB を

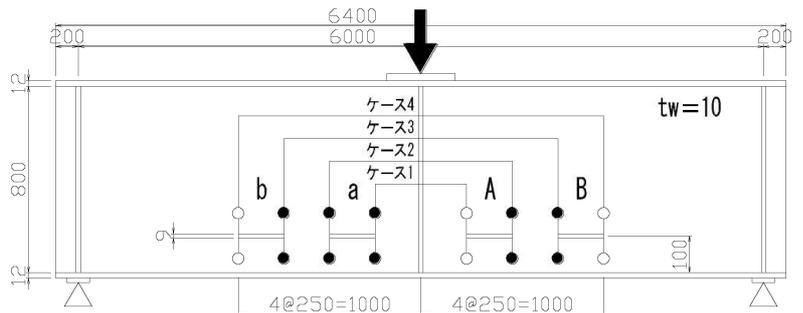


図-1 試験体概要

表-1 比較ケース

		公称応力 (MPa)	比較内容
ケース1	OS1-HTB1	111	ワンサイドボルトとHTBの比較
ケース2	OS2-GR2	101	ワンサイドボルトとストップホールの表面曲面仕上げの比較
ケース3	OS3-SH3	91	ワンサイドボルトとストップホールのバリ取りのみの比較
ケース4	SH4-GR4	81	ストップホールの表面仕上げとバリ取りのみの比較

OS: ワンサイドボルト
 HTB: ハイテンボルト
 SH: ストップホール(バリ取りのみ)
 GR: ストップホール(表面曲面仕上げ)

を用いたボルト締めストップホール工法のき裂再発生防止効果を比較することを目的としたため、ガセットの回し溶接の止端に疑似き裂を加工した。疑似き裂は、図-1 に示すように、直径 26mm (●印) および 22mm (○印) のストップホール間を電動カッターで切断した。なお、使用ボルトは、ワンサイドボルトはM24、HTB はM20 である。これは引張り強さ、設計軸力を同程度とするため決定した。ワンサイドボルトの概要を図-2 に示す。

(2) 試験方法

・疲労試験は、容量 1250kN の油圧サーボ疲労試験機を使用し、最大荷重 (Pmax) は 412kN、最小荷重 (Pmin) は、30kN とした。載荷は、三点曲げとした。

・静的載荷試験として、ストップホールおよびワッシャー縁から 5mm の位置にひずみゲージを貼付し、ワンサイドボルトおよび HTB 締付前後での応力低減効果の確認をした。また、き裂の発生については、繰り返し回数 10 万回または 20 万回ごとに静的載荷試験を行いその応力値の変化または、磁粉探傷試験にてストップホールからのき裂の進展の有無を確認した。試験の比較ケースは、試験体での配置を図-1 に示す。また、比較ケースの内容および記号は表-1 に示す。



図-2 ワンサイドボルト概要

キーワード ストップホール, ワンサイドボルト, 疲労き裂, 補修,

連絡先 〒101-0048 東京都千代田区神田司町 2-7 TEL 03-3291-5007

3. 試験結果および考察

3.1 ボルト締め前後の静的載荷試験について

ボルト締め前後に行った静的載荷試験の最大荷重時 (P=412kN) での応力を図-3 に示す。図中の点線で囲まれた範囲は、ボルト締め前の測定結果であり、実践で囲まれた範囲は締め後の計測結果である。これより HTB ボルト締めによるストップホール工法の場合は、ボルト締め前後で 78MPa~104MPa の応力の低減 (低減率 57~62%) があり、ワンサイドボルトを用いた場合では、71MPa~79MPa の応力低減 (低減率 60~70%) であった。

ワンサイドボルトを用いた場合でも HTB 同様にストップホール周辺での応力低減が確認できたが、低減率は HTB と比較して低いため、疲労試験にて効果を比較した。

3.2 疲労試験

- ・20 万回繰返し載荷後に SH3 に長さ 23mm の疲労き裂 (写真-1) を確認した。この SH3 はストップホールの周囲をバリ取り程度としているため、切削傷やバリが小さく残存する箇所に応力集中が生じ、疲労き裂が発生したと考えられる。このき裂については、き裂先端とフランジとの距離関係から M16 の高力ボルトを用いたボルト締めストップホール工法により補修した。

- ・53 万回の繰返し載荷後に SH4 に 10mm, GR2 に 7 mm の疲労き裂を確認した。

- ・60 万回の繰返し載荷後に写真-2 に示すように、HTB およびワンサイドボルトのワッシャー、フィラープレート、バルブスリーブに疲労き裂を確認した。

これらは、繰り返し荷重を受けるウェブに導入した疑似き裂の開閉口挙動によりウェブと、フィラー、バルブスリーブ、およびワッシャーとの間に摩擦が生じ、フレッチング疲労によりき裂が発生したものと考えられる。疲労試験はき裂が生じた状態で継続した。

- ・108 万回の繰返し載荷後に下フランジ側のみ肉溶接から疲労き裂が進展し、試験体の腹板を破断した。

4. まとめ

①ワンサイドボルトを用いたストップホールボルト締め工法は、繰返し回数 108 万回まで HTB と同様にき裂再発生を防止することができた。

②ワッシャーなどに発生した疲労き裂はフレッチング疲労が生じているものと推察される。

今後の課題は高力ボルトのワッシャーやワンサイドボルトのバルブスリーブに発生したき裂の破面を電子顕微鏡で観察し、き裂の原因究明が課題であると考えます。

参考文献

- ・鈴木ら：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, 第 15 巻, 2007 年 11 月

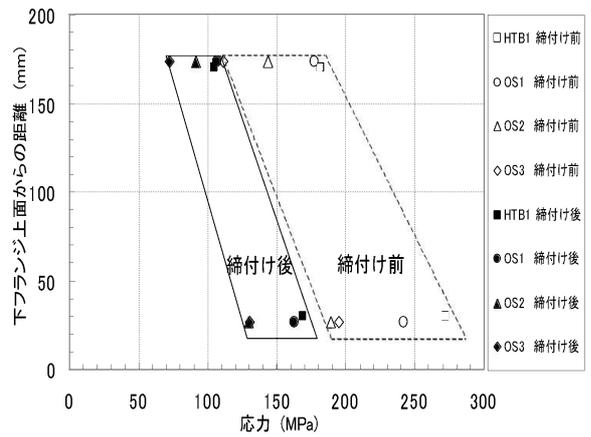


図-3 最大荷重(P=412kN)時の応力

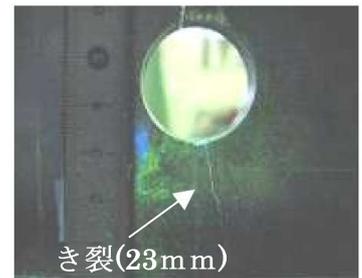


写真-1 SH-3 疲労き裂

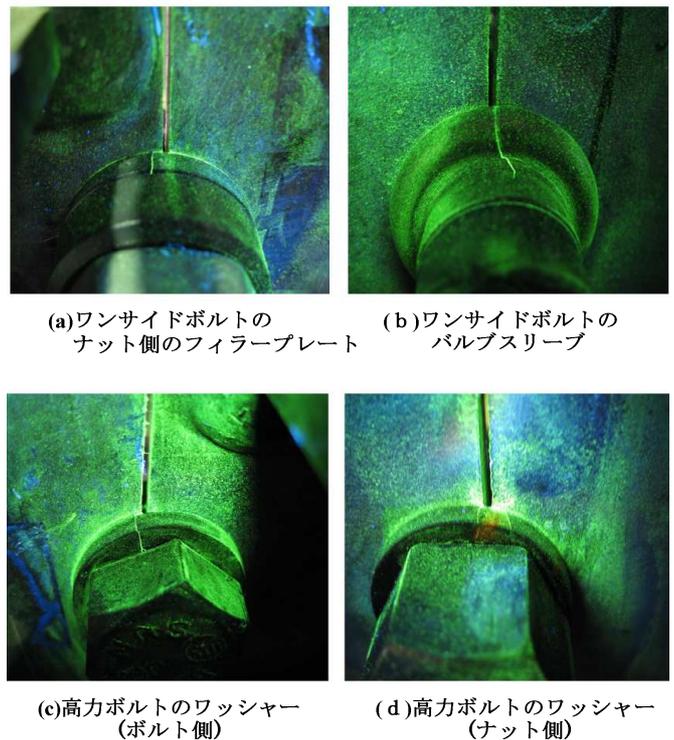


写真-2 ワッシャーなどに発生したき裂