

高力ボルト摩擦接合継手の水中構造物への適用に関する実験的研究

日立造船 (株) 正会員 ○仲保 京一 日立造船 (株) 森井 俊明  
 日立造船 (株) 正会員 松下 裕明 大阪市立大学 正会員 山口 隆司

1. 目的

高力ボルト摩擦接合を水中構造物に適用する場合、①水の浸透によるすべり係数の変化、②高力ボルトおよび母材と連結板の合わせ面の腐食等が問題点として挙げられる。これらの問題点により、水門扉等の水中構造物の継手には、これまで高力ボルトによる摩擦接合はほとんど採用されていない。今後増加が予想される既設水中構造物の改修等においては、精度確保や現場作業スペースの観点から溶接構造の採用が困難な箇所も予想され、高力ボルト摩擦接合が採用できる状況にあれば、改修方法の選択肢が広がり施工性・信頼性・経済性の向上に大きく寄与できるものと考えられる。本研究では、一定時間水圧を作用させた試験体についてすべり試験を行うことにより、水の浸透による高力ボルト摩擦接合のすべり強度への影響を確認することを目的とする。

2. 実験内容

水の浸透による高力ボルト摩擦接合のすべり強度への影響要因としては、接合面に介在する水の潤滑効果が考えられる。水潤滑効果の影響度合いは、ボルト接触面圧により変化するものと推定されるため、本研究ではボルト軸力を変化させたすべり試験を行うとともに、フィラー挿入により板厚差をつけたすべり試験を行う。

試験体形状を図-1 に示す。試験体の材質は SM570 で、高力ボルトは F10T-M22、フィラーは SPCC を使用し、摩擦接合面はブラスト処理後に自然発生による赤錆状態とした。試験体は標準すべり試験<sup>1)</sup>に準じ、すべり係数を 0.4、ボルト軸力を 205 kN と仮定し、すべり/降伏耐力比が 0.65 程度となるよう設計した。フィラーは固定側の片面のみに挿入し、固定側のボルト軸力を定格軸力の 20%増しで本締めすることにより、すべりを生じる摩擦接合面を特定した。ボルト軸力の管理は、固定側はトルク法により行い、すべり側はボルト全数に歪みゲージを貼り付け、直接軸力を計測することにより行った。試験ケースを表-1 に示す。試験はドライ状態のものとボルト締結後に水圧を作用させる場合の 2 ケースを行い、それぞれボルト軸力を定格荷重の 100%、50%、20% と変化させて実施した。試験体はボルト本締め完了後、加圧容器内にて約 0.8MPa の水圧を 24 時間作用させ、容器から取り出した後、直ちに引張荷重を行った。試験体のゲージ配置を図-2 に示す。すべり試験では、母材間の突合せ部における開口変位とボルト 2 の位置における母材と連結板との変位をクリップゲージで測定することにより、摩擦接合面のすべりと作用荷重との関係を観察した。

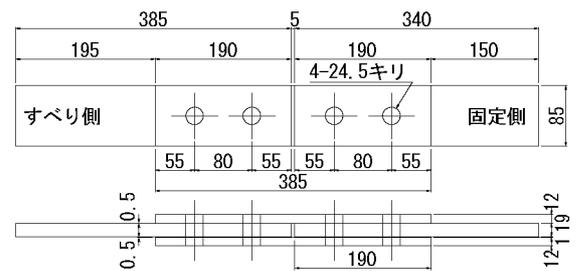


図-1 試験体形状図 (単位::mm)

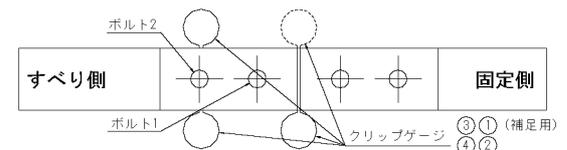


図-2 ゲージ配置図

表-1 試験ケース

Case	ボルト軸力(kN)	水圧 (MPa・hr)	片側肌隙量 (mm)	試験体数
1-1	205/本	ドライ	0.5	3
1-2	103/本	ドライ	0.5	3
1-3	41/本	ドライ	0.5	3
2-0	205/本	0.8・24	0	5
2-1	205/本	0.8・24	0.5	5
2-3	103/本	0.8・24	0.5	3
2-4	41/本	0.8・24	0.5	3

3. 試験結果

すべり試験は 1,000kN 万能試験機を用いて行い、摩擦接合面にすべりが認められるまで単調に引張荷重を載荷した。試験体のすべり荷重は、載荷荷重とクリップゲージから得られる開口変位の関係から、その関係が急

キーワード 高力ボルト摩擦接合, 水中構造物, すべり係数

連絡先 〒592-8331 大阪府堺市西区築港新町 1 丁 5 番 1 日立造船 (株) 機械・インフラ本部 TEL:072-243-6714



図-3 試験状況

変する点の荷重とした。試験の状況を図-3 に示す。

図-4 に肌隙量が片側 0.5mm のときの、すべり係数とボルト軸力との関係を示す。すべり係数は、すべり荷重を摩擦接合面数とボルトの総軸力（2 本分）との積で除したものである。ボルト軸力は水圧を作用させた後の引張載荷直前におけるボルト総軸力を示す。図-4 より、水圧作用の場合、ボルト軸力 100% と 50% の条件において、すべり係数はドライ条件に比較してわずかに小さい値を示す。ボルト軸力を定格軸力の 100%, 50%, 20% と変化させると、すべり係数は徐々に低下する。その傾向は、軸力 50% までは比較的穏やかであるが、軸力が 50% から 20% に低下すると、低下傾向が顕著となるとともにすべり係数のばらつきが大きくなる。このときのばらつきは、水圧作用の方がドライ条件に比較して小さい傾向を示した。また、図-5 に示すとおり、すべり試験後に試験体接合面を開放すると、すべり側および固定側の両方のボルト周り接合面に水が浸透している状況が確認できた。図-6 に肌隙量が無い場合と片側 0.5mm のとき試験結果を示す。肌隙量が無い場合に比較して、片側 0.5mm のすべり係数は平均で 8.5% 低下した。これは、ドライ状態（板厚差 1mm, 2 列ボルト）における既往の研究結果<sup>2)</sup>である 19% と比較するとやや小さい値であった。

4. まとめ

本研究を通して得られた主要な結論を以下に示す。

- ①ボルト締付後、0.8MPa 程度の水圧が作用すると、接合面全面に水が浸透するが、ドライ条件とほぼ同等のすべり係数を確保できる。
- ②ボルト軸力が設計軸力の 20% 程度まで低下しても、浸透水によるすべり係数の低下傾向は認められない。
- ③肌隙量が片側 0.5mm 程度であれば、浸透水が継手性能に与える影響は十分に小さい。

今回の実験は水圧作用時間を 24hr としたが、今後は水圧作用時間の変化がすべり係数に与える影響についても確認を行うことを予定している。

参考文献

1) 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），pp.44-46，2006.12  
 2) 鋼橋技術研究会：板厚差のある摩擦接合継手の研究，施工部会報告書 I，1998.12

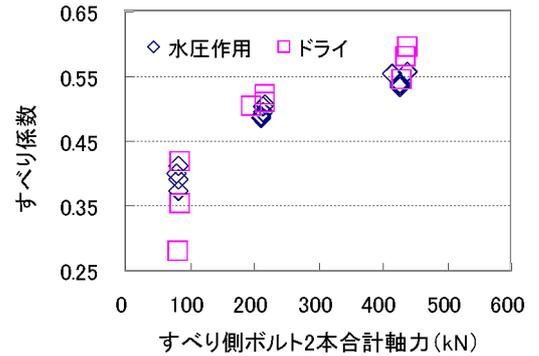


図-4 すべり係数-ボルト軸力

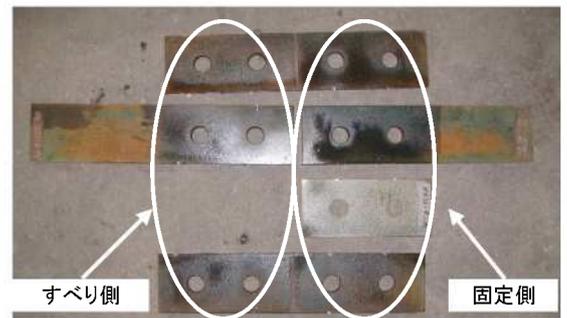


図-5 水圧作用後の接合面 (試験終了直後に開放)

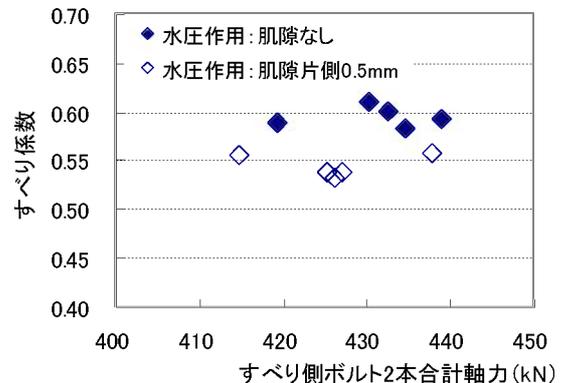


図-6 すべり係数-肌隙有無 (軸力 100%)