

水圧作用時間が高力ボルト摩擦接合へ与える影響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） 正会員 ○山川 善人
 日立造船（株） 森井 俊明 日立造船（株） 正会員 松下 裕明
 大阪市立大学大学院 孫 宏赫 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。著者らはこれまでにボルト締結後 24 時間水圧を作用させた供試体に対して引張載荷試験を行うことにより、摩擦接合面に水が浸透した場合においても所定のすべり係数を確保できることを確認している¹⁾。本研究では、水圧作用時間を 11 日間、28 日間とさらに延長した試験を行うことにより、水圧作用時間が高力ボルト摩擦接合のすべり耐力およびすべり係数に与える影響について検討することを目的とする。

2. 実験内容

供試体を図-1 に示す。供試体の材質は SM570 で、高力ボルトには F10T-M22、フィラーには 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。供試体は標準すべり試験²⁾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。ケース 1 ではボルト締結後 1 日 (24 時間) 経過後に引張載荷を行い、ケース 2, 3, 4 はボルト本締め完了後、加圧容器内にて供試体に約 0.8MPa の水圧を所定時間作用させ、容器から取り出した後、直ちに引張載荷を行った。供試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相対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。

なお、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。供試体のすべり荷重は、載荷荷重とクリップゲージから得られる母材と連結板との相対変位の関係から、その関係が急変する点の荷重とした。試験の状況を図-3 に示す。

3. 試験結果

試験結果を表-2 および図-4 に示す。表-2 は各試験ケースにおける試験結果の平均値を示し、図-4 は図の横軸に供試体番号、(a)の縦軸にすべり耐力、(b)の縦軸にすべり係数を示している。すべり係数 μ_e は、すべり耐力 P_{sl} (試験値) を摩擦接合面数とボルト総軸力 (2 本分) との積で除しており、導入軸力のばらつき、

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:072-243-6829

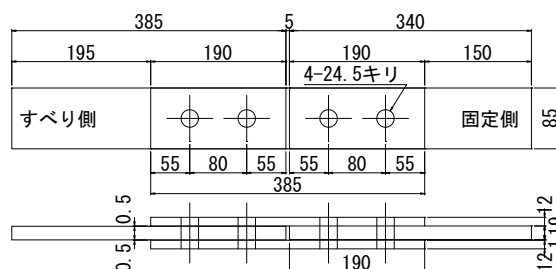


図-1 供試体形状図 (単位:mm)

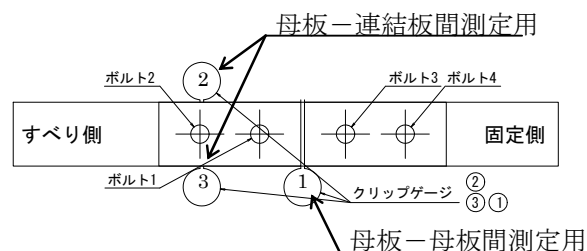


図-2 ゲージ配置図

表-1 試験ケース

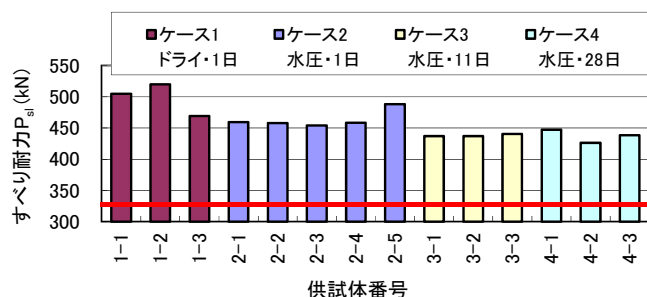
ケース番号	水圧作用時間(日)	片側肌隙量(mm)	試験体数
1	ドライ	0.5	3
2	1	0.5	5
3	11	0.5	3
4	28	0.5	3



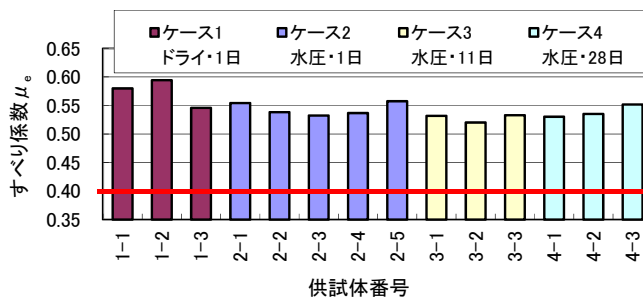
図-3 試験状況

表-2 試験結果

ケース番号	水圧作用時間 (日)	ボルト総軸力 (2本分)			すべり耐力		すべり係数	
		初期締付力 (kN)	引張载荷直前 (kN)	低下率 (%)	実験値 P_{sl} (kN)	設計値 (kN)	実験値 μ_e	基準値
1	ドライ	454.0	434.4	4.3	498.0	328	0.573	0.4
2	1	454.7	426.3	6.3	463.6		0.544	
3	11	453.0	414.9	8.4	438.2		0.528	
4	28	453.5	405.7	10.6	437.2		0.539	



(a) すべり耐力



(b) すべり係数

図-4 引張载荷試験結果

リラクセーションによる影響を排除するため、ボルト総軸力には引張载荷直前の軸力を採用している。表-2より、ボルト総軸力は、水圧を作用させた方がその低下率が大きく、水圧作用時間の長期化に伴い徐々に軸力が低下する傾向が見られる。表-2および図-4(a)より、すべり耐力はいずれのケースにおいても設計値を満足する結果を示すが、ボルト総軸力の低下に伴いすべり耐力も低下する傾向が見られる。表-2および図-4(b)より、すべり係数はいずれのケースにおいても基準値 (0.4) 以上の値を示すが、水圧を作用させない場合に比較して、水圧を作用させた方が 5~8%小さい結果を示した。ただし、ボルト総軸力やすべり耐力とは異なり、水圧作用時間の長期化に伴うすべり係数の低下傾向は見られない。

4. まとめ

本研究をとおして得られた主要な結論を以下に示す。

- ①すべり耐力は水圧を作用させた場合においてもすべり係数を 0.4 とした場合の所定の値を満足する結果を示したが、水圧作用時間の長期化によるボルト軸力の低下に留意が必要である。
- ②すべり係数は水圧が作用することによりやや小さくなる傾向を示すが、いずれも基準値 0.4 を上回る結果を示し、水圧作用時間の長期化に伴うすべり係数の低下傾向は見られない。

本実験により、水圧作用時間の長期化に伴うボルト軸力の低下現象が見られたことから、今後は水圧作用下におけるボルト軸力低下のメカニズムについて検討することを予定している。

参考文献

- 1) 仲保京一, 森井俊明, 松下裕明, 山口隆司: 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, 構造工学論文集, Vol. 57A, pp.831-841, 2011.3
- 2) 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