６Ｔクラス摩擦接合用ステンレス高力ボルト

日立造船　正会員　田原　潤、正会員　岩田節雄、正会員　安田和宏
琉球大学　フェロー　矢吹哲哉　琉球大学　正会員　有住康則

１．はじめに

環境への調和やコスト縮減が要請される中で、ミニマムメンテナンスを考慮した新しい橋梁として「ステンレス橋梁」が考えられる。この新形式橋梁では、現地での接合(摩擦接合)部の強度および防食について十分な配慮が要求される。一方、摩擦接合部の摩擦接合用高力ボルトは、現在 10T クラス（SUS630）は、ステンレス構造建築協会を中心に開発されている。[1)]
しかし、高力ボルトの価格は、まだまだ高価である。

本研究では、コストダウンを図るためにボルト等級の低い６Ｔ相当のステンレス高力ボルトを開発し、ステンレス材の摩擦接合への適用上の課題を明らかにする。なお、一般にステンレス高力ボルトの問題点は、（１）普通鋼のようにはっきりとした降伏点がなく、ラウンドハウス型の応力ひずみ関係を示すので軸力導入ポイントが見つけにくい。（２）時間がたつと軸力が抜けるリラクゼーションの現象があることである。

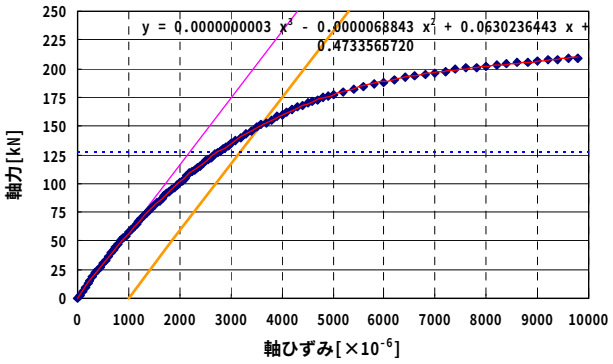

図１　引張り試験結果

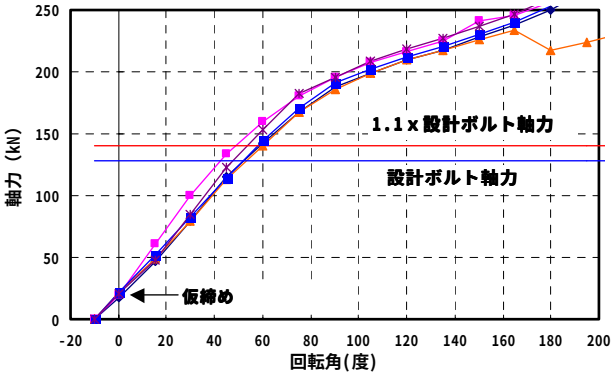

図２　ナット回転角とボルト軸力（塗装なし）

２．SUS 高力ボルト及び試験方法

ステンレス高力ボルトの材料を調査した結果、熱処理、冷間加工処理をすることなく引張強さが 600N/mm² 以上あり、0.2%耐力が 410 N/mm² 以上、耐腐食性能、棒材製造可能性、市場性、コストなどを考慮して材質として SUS329J4L を選定した。

高力ボルトのサイズを M22 とした。強度試験の結果、0.2%耐力 586N/mm²、引張り強さ 790 N/mm² であり、必要な強度特性を有していることが分かった.

そこで、0.1%耐力軸力は、150kN であるので、設計ボルト軸力は 127kN、ボルト締付軸力は 140kN とした。

焼き付き防止コーティングは、2 硫化モリブデンコーティング処理を採用した。

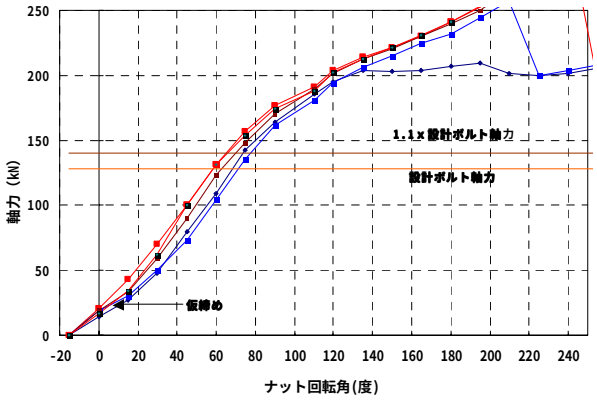

図３　ナット回転角とボルト軸力（塗装あり）

母材の表面処理は、すべり係数に大きく影響するため、本研究では、無処理、サンダー掛け、サンダー掛け＋無機塗料の３種類とした。表面処理のサンダー掛けは、30φの軸といしを用い、回転方向と反対方向に軸を移動させて表面粗度が 35μmRy 以上になるように仕上げた。

無機塗装は、(社)ステンレス構造建築協会規格の NB コート SRP を用いた。試験体の母材は、SUS304N2A である。試験方法は、（１）焼き付き確認試験、（２)軸力確認試験、(3)すべり試験、(4)疲労試験とした。

キーワード：ステンレス橋梁、接合、高力ボルト、摩擦接合、すべり試験、疲労試験、焼き付き試験
〒551-0022　大阪市大正区船町 2-2-11、TEL06-6551-9239、FAX06-6551-9841

３．軸力確認試験

一般に F8T では、ナット回転法が用いられるので、6T クラスにもナット回転法を適用した。

試験は、１次締めで 20kN の軸力を導入し、マーキングを施した後、本締めを行い、15 度ピッチで回転角とボルトの軸ひずみ、トルクを計測した.

その結果､ボルトの締め付け軸力を導入する回転角は、次の角度でよいことが分かった.

(1)塗装なし：50 度、(2)塗装有り：70 度

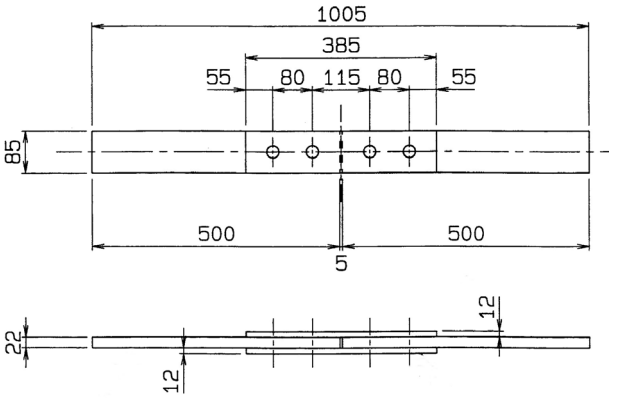

図４　すべり試験体

４．焼き付き確認試験

二硫化モリブデン処理を行った場合、ボルト締め付け軸力では、焼き付きは生じなかった.

５．すべり試験

試験は、すべり点まで変位を徐々に増加させて、引張試験機での荷重が急激に低下し、クリップ変位計の変位が急増する時点をすべり点とした。すべり係数は次式によって算出した。[2)]

$$\mu = P/(m \cdot n \cdot N) \quad \cdots\cdots(1)$$

ここで、μ：すべり係数、m：摩擦面数、n：ボルト本数、N：導入ボルト軸力、P：すべり荷重

試験の結果は次のとおりである。

(1)無処理	0.18
(2)サンダー掛け	0.27
(3)サンダー掛け＋塗装	0.52

試験(3)ですべり係数 0.45 以上を満足できた.

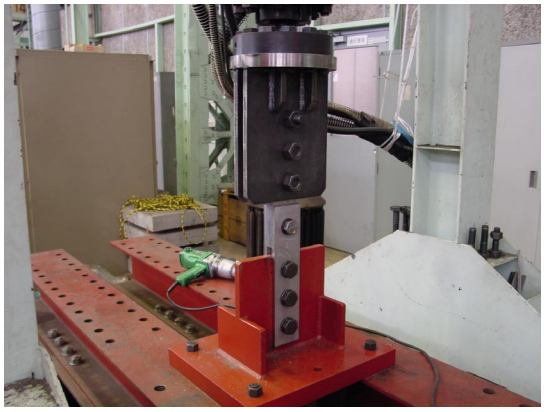

図５　疲労試験状況

６．疲労試験

試験状況を図 5 に示す。繰り返し荷重は、ボルト１本当たりのすべり荷重 P(140kN)に対して、0.3、0.5、0.7、0.9 に変化させて繰り返し回数を 10,000 回に設定して行った。

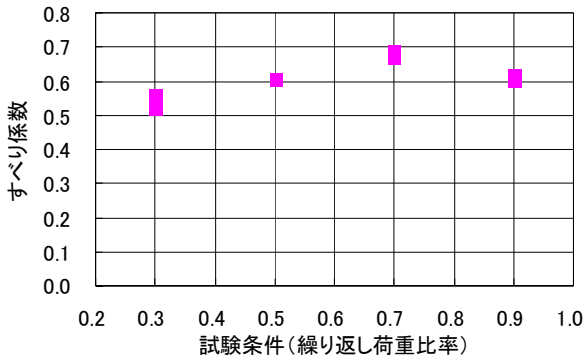

図６　疲労試験結果

表面処理は、サンダー掛け＋塗装とした。

その結果、すべり係数は、それぞれ 0.54、0.61、0.68、0.62 となり、静的試験の 0.52 のすべり係数よりも大きくすべり係数の低下は見られなかった。

７．まとめおよび今後の課題

摩擦接合用ステンレス高力ボルトとして強度的に仕様を満足する SUS329J4L の材質を選定し、継ぎ手強度試験を実施した結果、すべり係数は 0.45 以上を満足し、すべり荷重以下の 10,000 回疲労試験を行ってもすべり係数は減じることがないことを確認した.したがって、本 SUS 高力ボルトは、摩擦接合に十分使用できることが分かった。 ステンレス材料はリラクゼーションによって導入軸力が減少することが考えられる。そのため、次の試験課題として１年間のリラクゼーション試験を実施する予定である.また、さらに低コストの材料についても検討する予定である.

参考文献

１）青木博文ほか、ステンレス鋼（SUS304）部材の高力ボルト(SUS630)摩擦接合におけるすべり耐力)、構造工学論文集、VOL.39B,1993.3、　２）（社）ステンレス構造建築協会、ステンレス鋼高力ボルト接合施工基準・管理要領