

I-142 高力皿ボルトを用いた摩擦接合継手のすべり耐力及び疲労強度

本州四国連絡橋公団 正員 奥川 淳志 建設省土木研究所 正員 村越 潤

本州四国連絡橋公団 正員 高城 信彦 建設省土木研究所 正員 田中 良樹

建設省土木研究所 正員 〇佐々木靖雄

1. まえがき

鋼床版の現場接合に用いた場合、橋面舗装に与える影響が比較的少ないと考えられる両面添接の高力皿ボルト摩擦接合継手、及び片面添接の高力皿ボルト支圧接合継手について基本的な検討を行った。本報告では、前者の両面添接の高力皿ボルト摩擦接合継手のすべり耐力試験及び疲労試験の結果について述べる。この継手は添接板がデッキプレートの上にも設けられるため、後者の継手に比べると橋面舗装に影響を及ぼすと考えられるが、偏心の影響がなく、ボルト孔は通常の摩擦接合と同じであることから、構造上、施工上の問題点が比較的少ないと考えられるものである。

2. すべり耐力試験

1) 試験方法;ここでは鋼床版デッキプレートの継手線が橋軸方向の継手を対象として検討を行った。すべり耐力試験に用いた供試体の形状寸法を図-1に示す。母材の板厚はデッキプレートを想定して12mmとし、添接板の板厚は最小板厚規定より8mmとした。母材及び添接板の材質は全てSS41材であり、

その降伏点はそれぞれ2890、3370 kgf/cm^2 であった。継手形式は高力皿ボルトを用いた摩擦接合継手及び比較のための通常の高力六角ボルト(F10T, M22)を用いた摩擦接合継手の2種類である。前者の継手の高力皿ボルトは打ち込み式高力皿ボルト(B10T¹⁾, M22)を用いることとし、打ち込み式高力皿ボルトのリブ(軸部の突起、外径23.5mm)が当たらないようにボルト孔径を25mmと

することによって摩擦接合継手とした。ボルトのリラクゼーションの影響をみるため、ボルト締め付け直後及び締め付け後62日間放置した後にそれぞれすべり耐力試験を行った。供試体の数量は継手形式、放置期間を変えて各3体、計12体である。接合面の処理はサンダーがけとした。高力皿ボルトの軸力がトルク値と直線関係にあること、また、軸力10tonf以上ではボルト頭部のひずみとも直線関係にあることを確認した上で、トルク法により軸力20.5tonfとなるように締め付け、

軸力減少量はボルト頭部のひずみによって測定した。高力六角ボルトについても同様の軸力管理を行った。

2) 試験結果;試験結果を図-2に示す。これより、高力皿ボルトを用いた摩擦接合継手のすべり耐力は、高力六角ボルトを用いた場合に比べて、ボルト締め付け直後で23%、ボルト締め付け後62日間放置した後で19%低下することが分かった。なお、62日間放置後の軸力減少量は高力皿ボルトで0.88tonf、高力六角ボルトで0.56tonfであった。

3. 疲労試験

1) 試験方法;疲労試験に用いた供試体の形状寸法及び荷重方法を図-3に示す。継手形式は高力皿ボルトを用いた摩擦接合継手である。板厚、材質、使用した高力皿ボルト、孔径はすべり耐力試験に用いたものと同じである。荷重方法は3種類であり、引張荷重は継手としての基本的な荷重方法、正曲げ荷重(ボルト頭部が圧縮側)はデッキプレートの継手上に輪荷重が荷重される場合を想定した荷重方法、負曲げ荷重(同引張側)はデッキプレートの継手線上をばさんで2点に輪荷重が荷重される場合を想定した荷重方法である。曲げ荷重の荷重点間の距離320mmは、縦リブ間隔を想定した。供試体の数量は各荷重方法に対して3体ずつ計9体である。高力皿

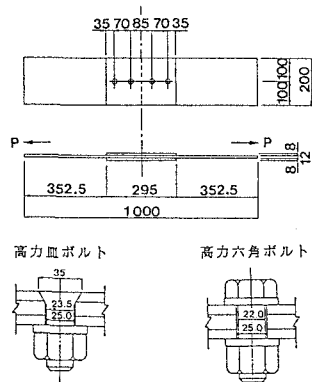


図-1 すべり耐力試験用供試体の形状寸法及び荷重方法

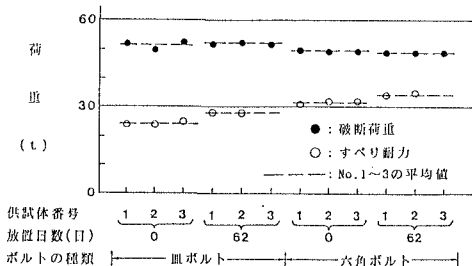


図-2 すべり耐力及び破断荷重

ボルトの締め付けは、トルク法により軸力22.5tonfとなるように締め付けた。全ての供試体について、疲労試験を行う前に静的载荷を行い、各部の応力度を測定した。疲労試験の荷重範囲は、供試体の一部分が降伏点に達するまでの荷重の範囲で、かつ片振りで設定した。

2) 静的挙動；引張载荷の供試体のうち1体は、静的载荷中に荷重47~49tonfですべりが生じた（皿頭の影響を考慮した計算すべり耐力は49.2tonf）。正曲げ载荷及び負曲げ载荷の場合、いずれも载荷点直下で最大引張応力度が生じていた。

3) 疲労試験結果；クラックは、引張载荷では皿頭側の添接板の純断面に、正曲げ载荷では母材総断面（ボルト孔から6~8mm）の引張側にそれぞれ発生した。負曲げ载荷では、母材が降伏点に達する荷重で疲労試験を行ったが、载荷回数1,978万回でもクラックは生じなかった。

図-4に引張载荷の結果を公称応力範囲で整理したS-N図を示す。図中には、他の継手形式との比較として、文献2)に示されている高力六角ボルト摩擦接合継手（総断面、B等級）、同支圧接合継手（純断面、B等級）及び開先突合せ溶接継手（非仕上げ、D等級）の各疲労設計曲線（実験結果の概ね97.7%非超過確率に相当）を示す。高力皿ボルト摩擦接合継手の公称応力で整理した疲労強度は、作用する公称応力範囲が小さい場合（ここではB等級に対して1700kgf/cm²以下、D等級に対して1900kgf/cm²以下）、高力六角ボルト摩擦接合継手、同支圧接合継手及び開先突合せ溶接継手に比べて高い。また参考として、文献3)に示されている高力皿ボルト支圧接合継手の疲労試験結果（総断面、純断面は不明）を示す。

図-5に正曲げ载荷及び負曲げ载荷の結果について、破断位置近傍の応力範囲の計算値で整理したS-N図を示す。図中には比較のため、片面添接の高力皿ボルト支圧接合継手の結果を示す⁴⁾。図-4、5の結果より、引張载荷、正曲げ载荷及び負曲げ载荷のいずれの载荷方法の場合も、両面添接の高力皿ボルト摩擦接合継手（母材12mm、添接板8mm）は、片面添接の高力皿ボルト支圧接合継手（母材12mm、添接板12mm）に比べて疲労強度が高いことが分かった。片面添接の高力皿ボルト支圧接合継手は、輪重20tonf程度の曲げ载荷に対しては十分な疲労強度を有すると考えられることから⁴⁾、両面添接の高力皿ボルト摩擦接合継手も同様のことが言えよう。

4. あとがき

以上の結果より、高力皿ボルトを用いた摩擦接合継手のすべり耐力は通常の高力六角ボルトを用いた場合に比べて19~23%低いこと、その疲労強度は、引張载荷では許容応力度の範囲であれば高力六角ボルトを用いた場合に比べて同等以上であり、曲げ载荷では輪重20tonf程度の曲げ载荷に対しては十分な疲労強度を有すると考えられることが分かった。

参考文献：1)高力ボルトに関する要領・規格集、(社)日本道路協会、昭和59年9月、2)疲労設計指針(案)、日本鋼構造協会、平成元年11月、

3)田島；打込式高力ボルト継手の疲れ強さ、JSSC Vol.6, No.58、昭和45年10月、

4)奥川ほか；片面添接の高力皿ボルト支圧接合継手の疲労強度、土木学会第45回年講、平成2年10月

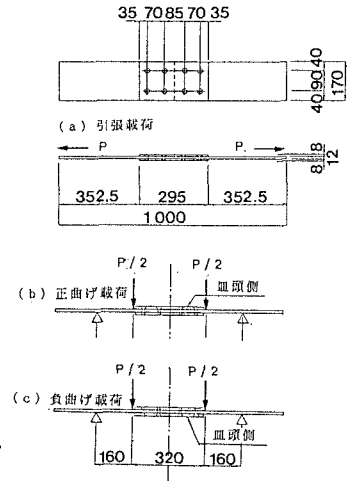


図-3 疲労試験用供試体の形状寸法及び载荷方法

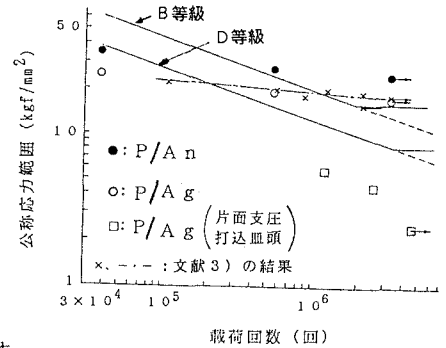


図-4 引張载荷の疲労試験結果

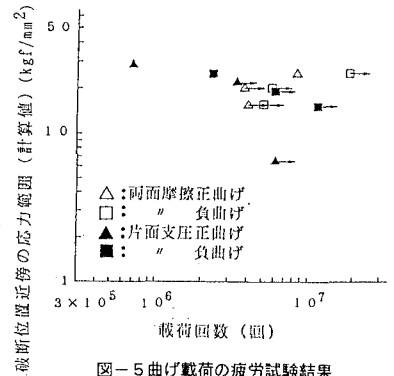


図-5 曲げ载荷の疲労試験結果