

I-143

片面添接の高力皿ボルト支圧接合継手の疲労強度

本州四国連絡橋公団 正員 奥川 淳志
同 正員 大橋 治一
建設省土木研究所 正員 村越 潤
同 正員 田中 良樹

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、片面添接の高力皿ボルト支圧接合継手及び両面添接の高力皿ボルト摩擦接合継手について基本的な検討を行った。本報告では、前者の片面添接の高力皿ボルト支圧接合継手の疲労試験結果について述べる。

2. 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。疲労試験に用いた小型供試体の形状寸法及び荷重方法を図-1に示す。板厚はデッキプレートを想定して12mm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 2890kgf/cm^2 であった。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はさんで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。打ち込み式高力皿ボルト(B10T, M22)は日本道路協会規格(1971)¹⁾に従って製作し、軸部外径は23.5mmであった。孔径は軸部で23.3mm、皿頭部で37.3mmであった。高力皿ボルトの締め付けは、高力皿ボルトを打ち込んだ後、トルク法により軸力22.5ton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荷重を行い、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。

3. 小型供試体の静的挙動

引張荷重の場合、片面添接による偏心の影響によって、母材では供試体を掴む位置と添接板の端部付近に、添接板では板の中央付近に面外曲げが生じる。引張荷重における各部の荷重-応力度曲線を図-2に示す。添接板中央の接合面側の引張応力度(推定値)が供試体各部の中で最も大きい。公称応力度(荷重/母材の総断面)が降伏点に達する荷重が57tonfであるのに対して、添接板の接合面側の引張応力度はその1/5以下の荷重11tonfで降伏点に達した。正曲げ荷重及び負曲げ荷重の場合、荷重点間は純曲げであるため、母材の荷重点下及び添接板の中央付近では同程度の曲げ応力度が生じていた。

4. 疲労試験の結果

クラックは、引張荷重では添接板接合面側の総断面(ボルト孔から6~8mm)に、正曲げ荷重では母材接合面側の皿頭孔の断面欠損部(総断面と純断面の間、ボルト孔から3~5mm)に、負曲げ荷重では引張荷重の場合と同様に添接板接合面側の総断面(ボルト孔から6~8mm)にそれぞれ発生した。クラック発生位置はいずれの荷重方法でも母材と添接板の隙間が拡がり、接合面側に引張応力度が生じている位置であ

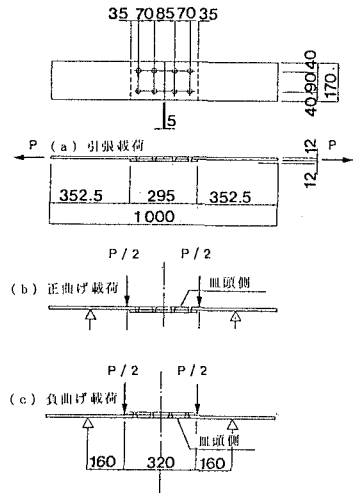


図-1 小型供試体の形状寸法及び荷重方法

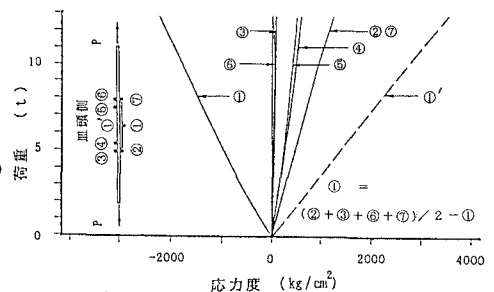


図-2 引張荷重における荷重-応力度曲線

る。またいずれの荷重方法でもクラックは純断面に生じていない。高力皿ボルトを打ち込む際にボルト孔内面にボルト軸部のリブ(軸部の突起)による傷が付くが、その傷からのクラックの発生はなかった。

図-3に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。引張荷重の場合の計算値には文献3)と同様に片面の偏心を考慮した(restraint factor $\lambda=0.7$)。また正曲げ荷重の場合の計算値にはクラック発生位置の断面欠損を考慮した。同図には比較のため、文献2)の片面添接支圧接合(板厚15~20mm、引張供試体 $\lambda=0.7$ 、はり供試体 $\lambda=0.4$)の疲労試験の結果を示す。本報告の結果は文献2)の結果と同程度であると考えられる。

図-4に引張荷重の結果を公称応力範囲で整理したS-N図を示す。この図では片面添接の偏心の影響は考慮していない。比較のため、文献4)に示されている両面添接の高力六角ボルト摩擦接合継手(総断面、B等級)、両面添接の高力六角ボルト支圧接合継手(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。引張荷重の場合、片面添接の高力皿ボルト支圧接合継手の疲労強度は、両面添接の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低いことが分かる。

なお、片面添接の高力皿ボルト支圧接合継手を有する鋼床版の大型供試体(5.12m×6m)を用いて、正曲げ荷重の疲労試験として継手の直上1点に荷重範囲20tonfを繰返し荷重を行い、また、負曲げ荷重の疲労試験として継手線をはさんで橋軸直角方向の間隔が1mとなる2点にそれぞれ荷重範囲10tonfを繰返し荷重を行った結果との比較を図-5に示す。これらの結果は、添接板外面中央に生じる応力範囲の実験値で整理したものである。これらの荷重状態によって生じるデッキプレートの継手の応力に対して、小型供試体の疲労試験結果から推定される片面添接の高力皿ボルト支圧接合継手の200万回疲労強度は4倍以上であった。

5. あとがき

以上の結果より、片面添接の高力皿ボルト支圧接合継手は、引張荷重では片面添接の偏心のため、母材、添接板の板厚がそれぞれ12mmの場合、公称応力の1/5以下の強度しか期待できないこと、輪重20tonf程度の曲げ荷重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。今後、この継手を実用化するにはさらに舗装に対する影響を試験等により確認する必要がある。

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)H.Fan,C.Miki et al.; Fatigue Performance of Single Spliced Bolted Joint、土木学会第44回年講、平成元年10月

3)疲労設計指針(案)、JSSCレポートNo.14、日本鋼構造協会、平成元年11月

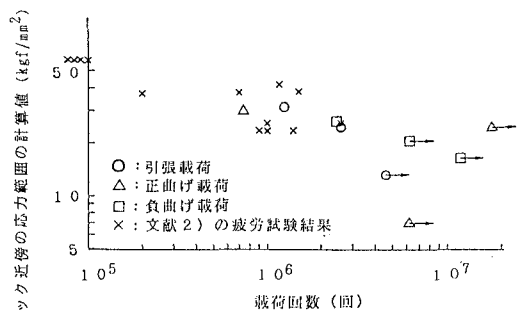


図-3 クラック近傍の応力範囲で整理したS-N図

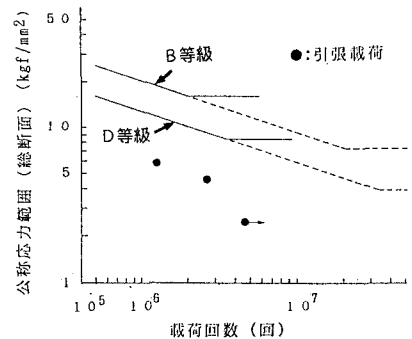


図-4 引張荷重結果を公称応力範囲で整理したS-N線

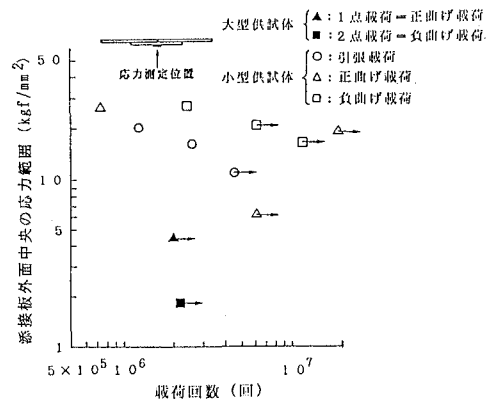


図-5 大型供試体の疲労試験結果との比較