

国鉄 構造物設計事務所 正員 高木芳光
国鉄 鉄道技術研究所 正員 阿部隆彦

1. よえがき

前年度(V-203)で千鳥配置の高力ボルト継手に対する疲労試験の報告を行ったが、本年度はその後の追加試験および比較のために行った静的引張試験の結果について報告する。

2. 試験の概要

前年度試験を行ったA、BおよびSシリーズは、継手母材の降伏荷重にくらべずべり荷重が高くなっており一般設計で決まる継手とは多少異なることから、追加試験としてTAおよびTBシリーズは、継手母材の降伏荷重とすべり荷重が同一になるようボルト軸力を設定して行った。ボルト軸力の計算には母材の降伏応力 $\sigma_y = 24 \text{ kg/mm}^2$ 、すべり係数 $\mu = 0.40$ を用い、設定軸力は初期軸力の低下等を考慮し10%の割増しをした。なお、TBシリーズは高力ボルトを千鳥に配置しているが、Cockraneの式から千鳥に配置されたボルト孔の破断に影響しない位置になっている。高力ボルトはM12、M20(F10T)を使用し、トルフレンチにより所定の軸力で締付けた。母材および米焼板の鋼材は全シリーズSS41とし、試験片の表面はショットブラスト処理を行い表面あらさはS40を目標とした。

尚、疲労試験に先立ち全シリーズにおいて静的引張試験を行った。

3. 静的引張試験の結果

図-2、図-3および図-4は横軸に孔配置角度 θ (図-1参照)を、縦軸に基準となる断面積をカエス破断荷重から求めた引張強さ (σ) と母材の引張強さ (σ_b) との比をプロットしたものである。これらの図から次のようなことがいえる。

尚、千鳥配置のA、BおよびSシリーズにおいて破断形状はA-1およびB-1を除きすべて千鳥に破断しており、明らかに疲労破壊とは異っている。

(1) 設計標準に規定されている純断面積に基づく応力(以下「純断面応力」とよぶ)で整理すると θ の増加に伴い引張強さは減りする傾向にある。しかし、%

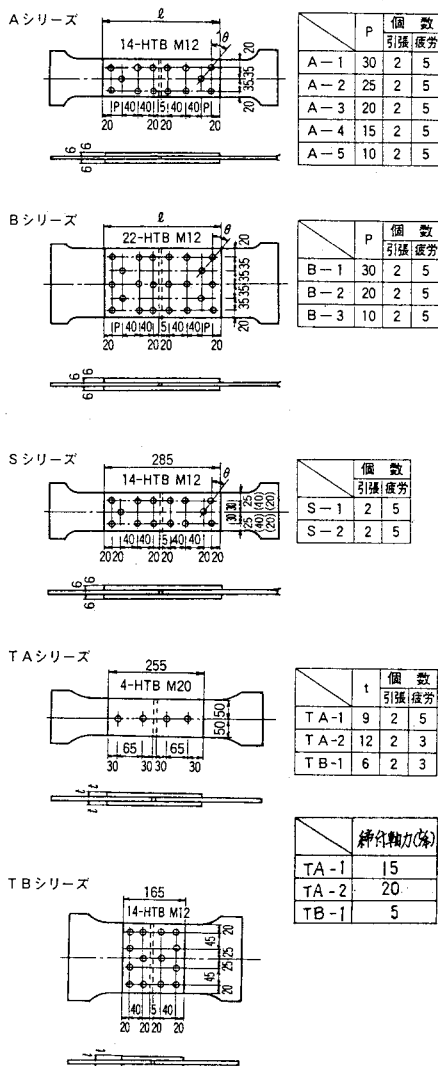


図-1 試験片形状

の値は全て1より大きくなっており安全側である。

(2) 実破断線からボルト孔を控除した断面積に基づく応力(以下「破断面応力」)で整理するとバラツキが大きく σ_p/σ_B が1より小さくなる場合もある。

(3) ボルト孔を控除しない総断面積に基づく応力(以下「総断面応力」)で整理すると θ の増加に伴い引張強さも増加する傾向にある。また、 σ_p/σ_B は全て1より小さくなり危険側である。

(4) 有効断面積 $A_n = A_n (1.60 - 0.7 \times \frac{A_g}{A_g})^*$ を用いて整理するとバラツキは小さくなっている。

* W.C. Stewart : General Introduction to the Work of the Research Council on Riveted and Bolted Joint ASCE Convention Preprint No. 98
● Aシリーズ ○ Bシリーズ × Sシリーズ ▼ TAシリーズ ▽ TBシリーズ

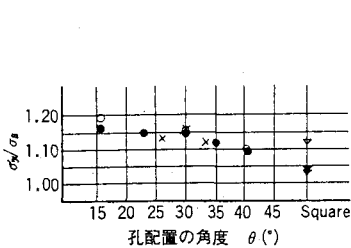


図-2 θ と引張強さ(総断面応力)

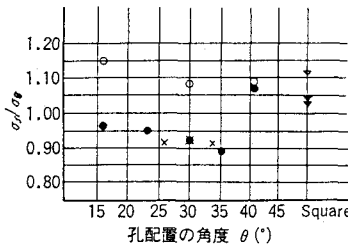


図-3 θ と引張強さ(破断面応力)

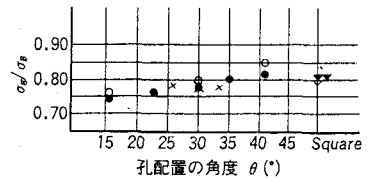


図-4 θ と引張強さ(有効断面応力)

4 疲労試験の結果

図-5はTAシリーズの疲れ亀裂発生位置を図示したものである。また、200万回で破断しなかった試験片の接合面をみるとボルト孔周辺にはほとんど表面形状の変化していない領域が存在し、その外側に環状

の白く光る領域がみられる。この白く光る領域は高い接触面圧のもとで微小な板間のすれが繰返し起り、表面が強くこすられたものと思われる。図-5の疲れ亀裂の発生位置は上記の表面が強くこすられ白く光る領域付近であることから疲れ亀裂の発生は、表面が強くこすられることによる影響が大きいと思われる。

図-6、図-7および図-8は繰返し数200万回の疲れ強さと孔配置角度(θ)の関係を示したものである

これらの図から次のようなことがいえる。

- (1) 前年度の試験結果と同様に疲れ強さは、総断面応力で整理した場合にバラツキが一番小さい
- (2) 大きな荷重の繰返しの場合、すべり荷重の変動は疲れ強さに影響を与えられ、現行の設計標準に基づいて設計された高力ボルト継手の疲れ強さは、通常の繰返し荷重の場合、すべり荷重および母材の降伏荷重いづれも十分余裕があるので多少のすべり荷重の変動で影響されないと考えられる。

● Aシリーズ ○ Bシリーズ × Sシリーズ ▼ TAシリーズ ▽ TBシリーズ

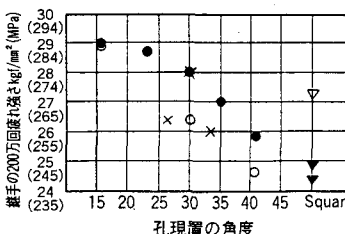


図-6 θ と疲れ強さ(総断面応力)

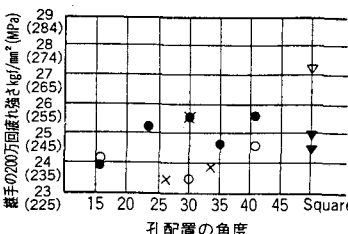


図-7 θ と疲れ強さ(破断面応力)

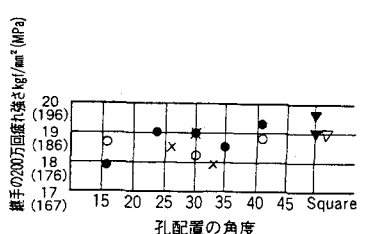


図-8 θ と疲れ強さ(有効断面応力)