

## I-245

## せん断型の高力ボルトおよびリベット継手の疲労強度の評価方法

宮下組(株) 正会員○金井 卓也  
 地域経営研究所 正会員 三ッ木幸子  
 名城大学 正会員 近藤 明雅

1. はじめに: せん断型の高力ボルトおよびリベット継手の疲労強度の評価は、従来、純断面応力または総断面応力で行なわれてきた。しかしながら、この形式の継手では、連結される主板の断面形状、ボルトの本数、軸力、配置さらに接触表面状態など変数が多く、場合によっては、これらの違いが疲労強度に大きな影響を及ぼす。国鉄では、摩擦接合と支圧接合に分け摩擦接合の基準では、さらに、応力方向のボルト本数で分類して、摩擦接合の疲労強度は総断面応力で、支圧接合は純断面応力で取り扱っている。リベット接合の規定については、国鉄では除いているが、AASHTOでは支圧接合と同じ扱いで、BS5400では強度を下げて規定している。

比較的断面形状の似ている摩擦接合を対象とした、すなわち、軸力が十分に導入された継手を用いて行なわれる個々の研究の範囲では、その疲労強度と総断面応力による応力範囲の関係をS-N線図上で評価すると比較的良い相関性が得られることが報告されている。一方、支圧接合の照査は、ふつう、純断面応力で行なわれるが、疲労試験時にすべりを生じ支圧状態になった試験結果を純断面応力でS-N線図で統計処理をすると標準偏差はかなり大きくなる。

そこで、支圧接合およびリベット接合の疲労強度を把握するため、応力方向のボルト本数が比較的少ない継手に関する過去のデータを収集し、200万回強度を求め、すべり応力との関係を調べ直すとともに、き裂が孔辺から発生したデータについて、各データを等価応力で処理して、S-N線図上にプロットし、軸力が導入されないかあるいは導入軸力の比較的小さい継手を中心に、疲労強度の取り扱いを検討する。

2. 200万回強度とすべり応力との関係: 表-1の文献のデータを用いて、各データ群に対

する50%破壊確率線で

200万回強度を求め、総断面応力と純断面応力で表わして、総断面に対するすべり応力との関係を描いたものがそれぞれ図-1および図-2である。リベットについては、ある程度すべり応力があることが報告さ

表-1 参考文献

| 著者<br>(研究機関)  | 文献発表<br>年度 |
|---------------|------------|
| 小松原ら<br>(JNR) | 1961       |
| 田島<br>(JNR)   | 1962       |
| 西村昭ら          | 1971       |
| 西村俊           | 1972       |
| 西村昭ら          | 1972       |
| 桜井ら           | 1975       |

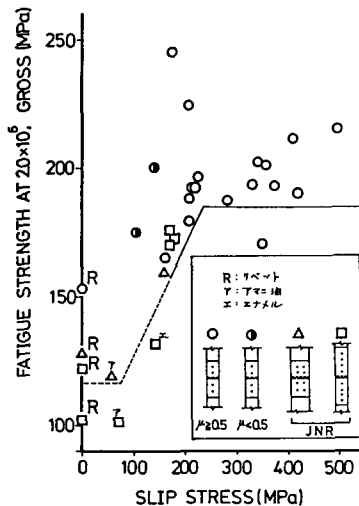


図-1 総断面応力での200万回疲労強度とすべり応力の関係

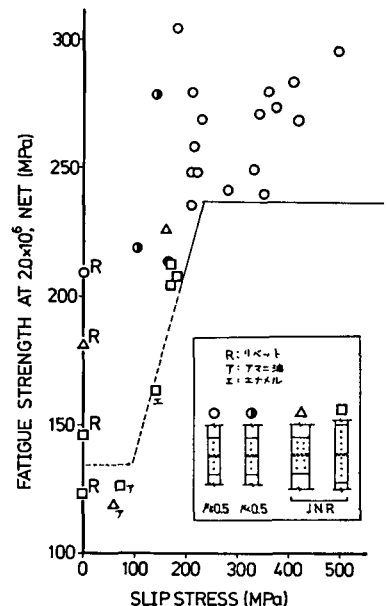


図-2 純断面応力での200万回疲労強度とすべり応力の関係

れているが、このすべりはリベットの支圧によるリベット孔辺の塑性変形に従ったすべりであるので、すべりの時点まで摩擦のみで荷重を伝達する摩擦接合の場合のすべり応力とは区別し、ここでは、リベットのすべり応力を0としてプロットする。各記号の説明は図に示してある。まず、総断面応力で描いた図-1を見ると、従来、言われているように、すべり応力が増加すると200万回疲労強度も増加し、すべり応力が200MPaを越えると、疲労強度の増加は頭打ちになるという関係が認められる。ここで、注意したいことは、表面処理がショットブラストなどで0.5以上の比較的安定した大きい値のすべり係数の場合のデータに着目すると、すべり応力が200MPa前後で比較的良い線形関係が形成され

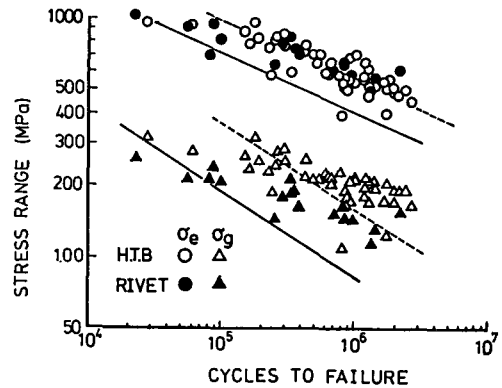


図-3 等価応力 $\sigma_e$ ならびに総断面応力 $\sigma_g$ を用いたS-N線図

ている。しかしながら、すべり応力が150MPa以下では、データが少ないこと、また、あってもこのデータの表面処理はアマニ油などで特殊なためすべり係数が約0.1と小さく、すべり応力はすべり係数のばらつきの影響を大きく受けること、および、全伝達力のうち支圧応力による割合が大きくなることなどから、この部分では、線形性があまりはっきり認められない。そこで、次項で、この部分の取り扱いについて、個々の試験データを等価応力によって処理してS-N線図上で検討する。一方、純断面応力で整理した図-2では、総断面応力で整理した場合の線形関係および頭打ちの傾向は明確には得られていない。この結果も考え合わせ、一般的な規定は、支圧接合に対する基準も、総断面応力で整理し、母材の疲労強度で頭打ちになると考えた規定の方がより合理的と考えられる。高力ボルト継手の疲労強度は、前述のようにすべり応力によって支配されるので、実用上の規定を作成する際には、ボルトの軸力、本数、配置および接触表面状態ならびにボルトのせん断許容応力度(ボルトの本数を決定する)に応じて疲労強度を決定する必要がある。

**3. 等価応力による取り扱い:** 200万回強度は、幾つかのデータ群に対して求められるものである。一方、個々の試験データをS-N線図上で直接評価するため、き裂が孔辺から発生したデータについて等価応力を用いてS-N線図上プロットする。図-3の丸印が等価応力で処理したプロットである。この図には、比較のため、総断面応力で整理したものも三角印で示してある。また、等価応力、総断面応力でそれぞれ統計処理した場合の50%破壊確率線を破線で、95%信頼区間の下限を実線で示してある。さらに、このデータのうち、リベットのデータについては黒く塗りつぶした。この結果からもわかるように、等価応力を用いることによって、すべり応力の小さい高力ボルト継手とリベット継手のき裂が孔辺から発生する場合の疲労強度はほぼ一律に扱えることがわかった。

**4. まとめ:** 200万回強度とすべり応力の関係から、支圧接合の場合にも、疲労強度は摩擦接合と同様に総断面応力で評価する方が合理的である。このとき、実際の疲労強度の規定は、ボルトの軸力、本数、配置および接触表面状態ならびに規定によって異なるボルトのせん断許容応力度(ボルトの本数を決定する)に応じて決定する必要がある。

き裂が孔辺で発生したデータについて等価応力で整理すると、リベットの結果と高力ボルトの結果を小さいばらつきで一律に扱えることがわかった。

#### <参考文献>

1) 三ッ木, 山田: せん断型高力ボルト継手の疲労強度の等価応力による評価: I-3: 土木学会中部支部概要集, 1987.3