

I-380 片面添接高力ボルト継手の応力性状

法政大学 正員 山下清明
 宮地鉄工所 永見研二
 木内建設 池田栄規

1. はじめに

鋼床版の現場接合として、打ち込み式高力皿ボルトを用いた片面添接支圧接合継手が検討され、その疲労性状などについて主に実験的検討から報告されている^{1,2)}。ここでは、片面添接の継手が曲げを受ける場合の挙動を実験的に検討した報告³⁾と同じ形状の継手の応力性状を、接合部分を簡略にモデル化した解析モデルについて有限要素法により解析し、得られた応力値を皿ボルトを用いた支圧接合継手および摩擦接合ボルトを使用した摩擦接合継手の実験結果と比較する。また、母板と添接板の接触面での応力の伝達が、継手の応力性状を変化させるが、その伝達機構を単純にモデル化し、汎用の線形有限要素法解析プログラムでの解析によりその影響を検討する。

2. 検討モデル

実験供試体の概要を図-1に示す。同じ形状で皿ボルトを使用した支圧接合継手と通常の摩擦接合継手の2種類で片側4本の高力ボルトを使用した片面添接継手である。荷重は4点正曲げ(支間720, 荷重間隔320)と支間中央に載荷する3点正曲げ及び各モーメントを逆転させた負曲げとしたが、ここでは主に4点正曲げ時の結果について示す。

解析の基本モデルは、対称性を考慮して1/4を対象とし、またボルト接合部付近を細かく要素分割した3次元立体モデルである。図-2に母板部の分割概要を示す。ボルト部も構成板と連続する要素として扱い、母板と添接板間は1mm厚の6面体要素の集まりとして簡略にモデル化した。ボルト部以外では母板と添接板間の応力の伝達は考慮していない。要素数はおよそ2500である。

つぎに、母板と添接板の接触面での応力伝達を、母板側と添接板側の向かい合う接点同志を棒要素で単純に接続することによって考慮する解析を行ったが、モデル構成と計算規模の都合から、基本モデルを幅方向をほぼ半分にした更に単純化した簡易モデルを対象とした。このため、実験供試体と多少異なる形状となったので、この解析結果は実験値とは比較していない。

3. 実験結果と基本モデルの比較

摩擦継手と皿ボルト支圧継手の4点正曲げ実験結果を基本モデルによる解析結果と比較して示す。支間中央側ボルト位置(A線)および支間中央位置(B線)での引張面、支点側ボルト位置(C線)での圧縮面での応力分布を図-3(a, b, c)に示す。参考値のCASE1, 2, 3は、それぞれ、継手を構成する2枚の板が、単独で、重ね梁として、また、一体となって曲げに抵抗するとした場合の、梁理論による単純計算値である。

支間中央B線での平均値は支圧、摩擦接合時及び解析値との差はなくほぼ同様の値を示す。しかし、その分布性状は

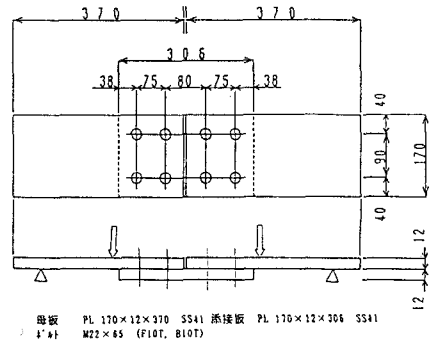


図-1 実験供試体概要

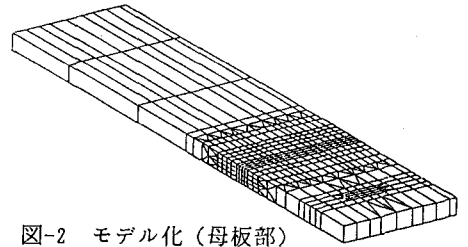


図-2 モデル化(母板部)

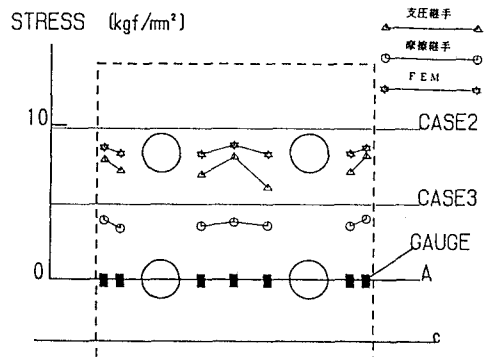


図-3(a) 添接板表面応力 A線

での摩擦接合時の値はいずれも支圧接合時の値の半分程度となり、母板と添接板が共同して機能する度合いが強いことが伺える。基本モデルによる解析値はいずれも支圧継手の場合に近いが、A線とC線とではその大小関係が逆転する。これは、支間中央側A線位置での構成板の合成度がC線位置よりも強いためと思われる。また、ボルト近傍で応力値が低下する傾向が一致している。

4. 接触面の応力伝達の影響の検討

母板-添接板間の力の伝達を、2. で述べた簡易モデルを用いて解析しその影響を検討した。この方法では摩擦は考慮できない。また、ボルト締め付けにより接続材に導入される初期圧縮力を無視している。接触面では圧縮力のみが伝達するので母板-添接板間の接続材に引張力が作用した場合その影響を取り去る必要がある。解析に線形構造解析用プログラムを使用したので、1度得られた解析結果から引張部材位置を判断し、この影響をなくしたモデルを再構成し、再度解析を行う原始的な方法によった。ボルト周辺を接続材で取り囲んだモデルから出発して、ほぼ3ステップで考慮した全接続材が圧縮となる状態が得られた。参考のため、接触面全面に接続材を配した場合の解析も行った。

4点正曲げ時での各ステップの応力の変化を図-4に示す。着目点1, 2はA, C線位置、3, 4はボルトの前面に対応する要素の表面応力である。支間中央側ボルト付近(1, 3)の収束値は基本モデルより著しく低下するが、支点側ボルト付近(2, 4)の値は接続材のない基本モデルとほぼ等しい値となる。

5. まとめ

実験より、皿ボルト支圧接合の場合、摩擦接合の場合に比して母板と添接板の一体性の度合いが低く、おおよそ2倍程度の応力をボルト位置で発生する。ボルト貫通部でのみ接合させた単純化した解析モデルによる解析値は、支圧接合での実験値に近く、分布性状もよく一致している。継手接触面での応力伝達を考慮したモデルによる簡略な近似解析によって、実験供試体の4点正曲げ時の疲労強度を検討する際に注目する部分の応力値は、接触面での応力伝達を考慮しない簡略モデルによる結果とほぼ同じ値を示すことがわかった。

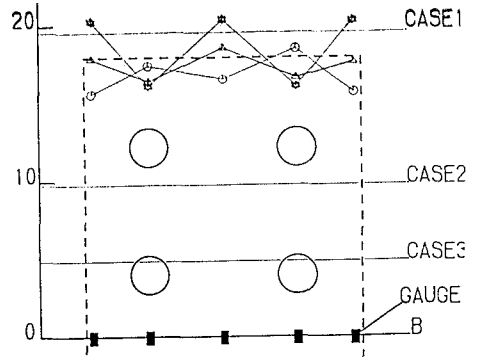


図-3(b) 添接板表面応力 B線（支間中央）

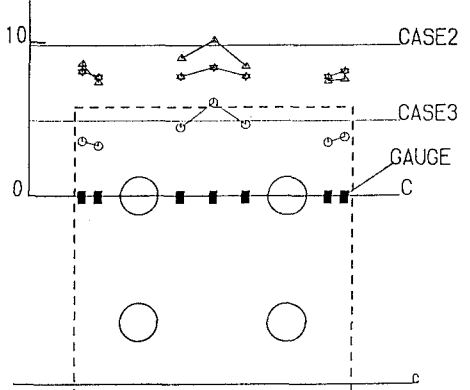


図-3(c) 母板表面応力 C線

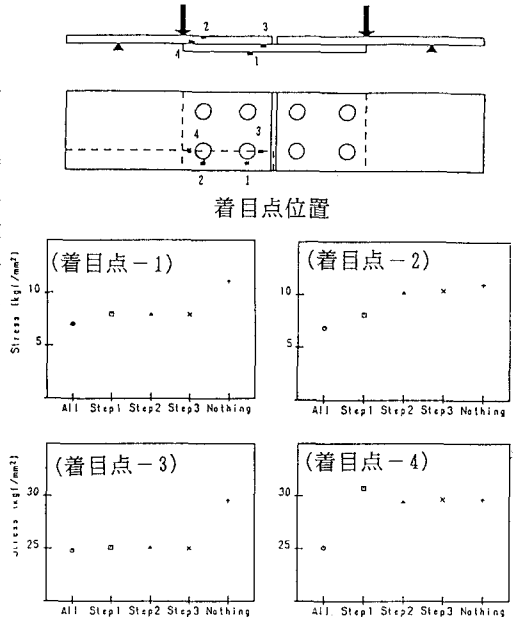


図-4 応力の変化

参考文献

- 1) 奥川他「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」土木学会第45回年次学術講演会 平成2年9月
- 2) 奥川他「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回年次学術講演会 平成2年9月
- 3) 石井他「片面添接の高力皿ボルト継手の曲げ性状」土木学会第46回年次学術講演会 平成3年9月