

I-216

曲げ部材スカーラップ周辺の応力集中について(その3)

法政大学大学院	学生員	須田博幸
埼玉大学	正員	田島二郎
法政大学	正員	山下清明

1. まえがき

著者らは、先に、トラス格点部のガセットと斜材の接合部を、箱断面とI型断面との簡略モデル(図1)に置き換え、実験と数値解析により、斜材軸力によって、ガセットプレートに局部的な板曲げモーメントが発生すること、接合部の細部構造の違いにより、板曲げの性状が異なることを明らかにした¹⁾。また、床桁などの曲げ部材の腹板に他の構成板が交わるときに取られるスカーラップ周辺のフランジ部分にも、局部的に大きな板曲げモーメントが発生すること、軸力のみが作用する場合より複雑な性状を示すことを明らかにし²⁾このフランジに発生する応力集中は、曲げ荷重に伴うせん断力の存在により著しく影響を受けることを明らかにした³⁾。

しかし、従来検討していたモデルは、スカーラップ中央に弦材腹板に相当する板が入り込んでいるため、フランジにそれからの曲げモーメントが加わり、スカーラップ周辺の応力性状が複雑となり、応力集中の発生機構を明確にとらえることが困難であった。そこで、本研究では、より単純化したI型断面モデル(図2)について、曲げ実験を行ない、数値解析との対応性を検討する。また、板曲げによる応力集中に、フランジ板厚及びスカーラップ半径の変化が、どのような影響を与えるかについても数値解析により検討する。

2. 実験及び解析結果

図3に実験供試体を示す。構成平板は、全て、板厚: 9mm、スカーラップ半径: 40mm、隅肉溶接サイズ: 7mm、支間長: 1100mmである。スカーラップ始点の溶接部の応力集中性状を知るため、片側のみ上下スカーラップ始点の溶接部を研磨し、ひずみゲージを貼付けた。また、数値解析は、スカーラップ半径を、40mm~60mmまで5mm刻みに変化させ、各々、フランジ板厚も、19mm、32mmと変化させた計15体の解析モデルについて、面内、面外剛性を考慮するFEMにより行なった。図4に解析モデルのスカーラップ周辺要素分割図を示す。

a) 図5、図6に溶接を研磨した側の下フランジ内側と外側、図7に未研磨側の下フランジ外側の軸方向応力の分布を、荷重10tonの場合について、実験値、FEM解析値、梁理論値を示す。下フランジ内側では、支点側スカーラップ始点付近で、ピーク位置が現れ、その応力値は、FEM解析値の約3割増しとなる。下フランジ外側では、支間中央側スカーラップ始点付近で、現れ、その応力値は、FEM解析値とほぼ一致する。また、溶接部を研磨した場合と、未研磨の場合

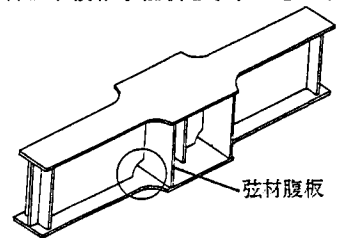


図1 従来モデル

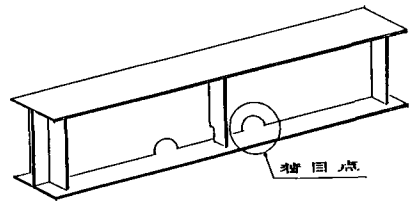


図2 新モデル

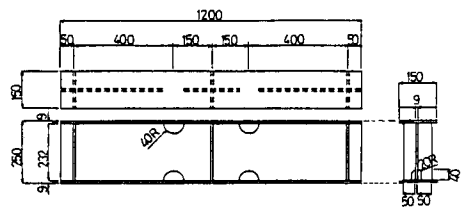


図3 実験供試体形状・寸法

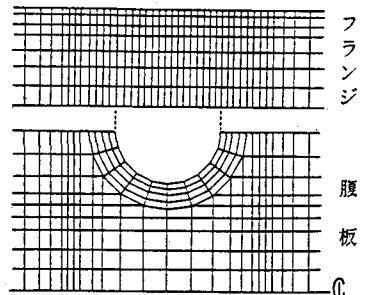


図4 スカーラップ周辺要素分割図

では、ピーク位置が、多少ずれる。これは、隅肉溶接の大きさの影響と考えられる。上フランジについても同様であった。FEM解析値は、実験値と比べ、要素分割上の問題と、スカーラップ始点の隅肉溶接の存在によるものと考えられるピーク位置のずれ(実験値のピーク位置は、スカーラップ始点よりも、スカーラップ内方向で現われる。)が認められるが、フランジ外側に関しては、応力集中現象をよく現わしている。

b) スカーラップ付近のフランジの局部板曲げは、曲げ部材に作用するせん断力の影響を受ける。前報³⁾と同様、スカーラップ中心での曲げモーメントを一定としたまま、腹板のせん断力を変化させ、応力分布の変化を調べた。下フランジ内側における軸方向応力分布を図8に示す。スカーラップ中央の弦材腹板を取り除いたため、スカーラップ周辺での、応力性状が、より明確となった。

c) スカーラップ半径を拡張していくと、スカーラップ始点での応力のピーク値は、増加する傾向となった。この応力集中は、スカーラップの存在による腹板断面の欠損、せん断力による曲げ部材腹板のせん断変形等によるものと考えられるが、その影響を計る尺度の一つとして、フランジ板厚・スカーラップ半径比(t_f/R)を用い、曲げ部材を単純な梁理論で解析して得られる値を基準応力とする応力集中率(σ/σ_{av})を求め、スカーラップ半径、フランジ板厚を変化させた各解析モデルについて図9に示す。図中のせん断歪は、スカーラップ位置での板の平均的なせん断歪であるが、これに着目すると、せん断歪が増加するに従い、応力集中率も増加する。

3. まとめ

以上より、本実験供試体が、曲げを受ける場合、スカーラップ周辺のフランジ内側では、FEM解析値の約3割増しの局所的な応力集中が起こり、フランジ外側での応力性状は、FEM解析とほぼ一致することが、明らかになった。

参考文献:

- 1) 田島、山下: トラス格点部の面外板曲げによる応力集中について(その2); 第37回土木学会講演概要集1, pp. 211-212, 1982
- 2) 田島、山下、津田: 曲げ部材のスカーラップ周辺の応力集中について; 第41回土木学会講演概要集1, pp. 531-532, 1986
- 3) 山下、田島: 曲げ部材スカーラップ周辺の応力集中について(その2); 第42回土木学会講演概要集1, pp. 438-439, 1987

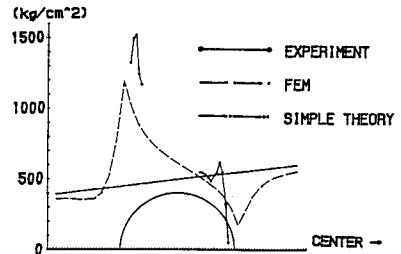


図5 下フランジ内側応力分布(研磨側)

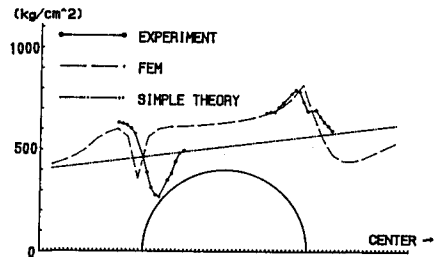


図6 下フランジ外側応力分布(研磨側)

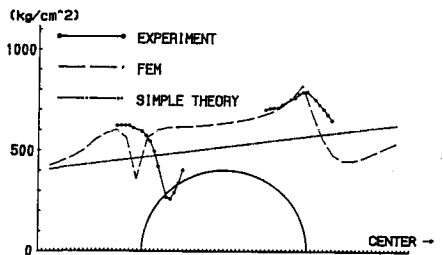


図7 下フランジ外側応力分布(未研磨側)

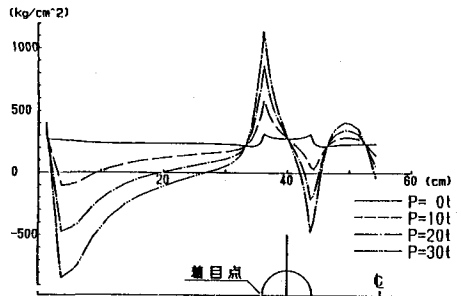


図8 下フランジ内側応力分布

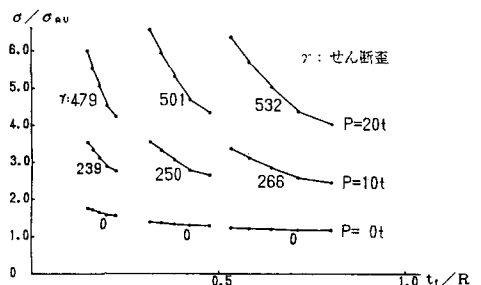


図9 Stress Concentration Factor