

埼玉大学 正員 田島二郎
 法政大学 正員 山下清明
 ○ C. R. C 正員 津田 徹

1. まえがき

トラス格点部の斜材に引張力が作用する場合、ガセットに発生する局部面外板曲げに伴う応力集中が、その構成平板、特にガセット、弦材ウェブの板厚により種々変化し、設計上注目すべきことが明らかにされている。¹⁾ また、本州四国連絡橋の吊橋、斜張橋のトラス構造における主橋下弦材と床桁との取付部に対する検討により、床桁取付部には大きな応力の不均衡が生じ、横桁ウェブにスカーラップがある場合その程度は更に大きくなることが判った。そこで、本研究では床桁からの曲げ荷重に注目して、トラス格点部の床桁取付部を、Fig. 1 に示す、箱断面と I 型断面との単純なモデルに置き換え、曲げ試験及び解析によりスカーラップ近傍の応力状態を求め、その構成平板の板厚の変化が、板曲げに伴う応力集中にどのような影響を与えるかについて検討するものとする。

2. 実験及び解析結果

Fig. 2 に実験供試体を示す。MODEL A, B, C はそれぞれ、梁の長さが 140, 140, 120 cm、高さが 30, 25, 25 cm、スカーラップ半径が 5.0, 5.0, 3.5 cm であり、板厚は MODEL B のフランジのみ 19 mm である他は全て 9 mm である。解析は、長方形要素を用いた有限要素法によった。MODEL A, B, C はフランジのみ面内・面外要素を用い、他は面内要素である。MODEL D は MODEL C のスカーラップ付近のフランジの要素を細分化し、弦材ウェブも面内・面外要素を用いて、弦材ウェブの板曲げを考慮したものである。以上4種類のフランジ、ウェブ及び弦材ウェブの板厚を 9, 19, 32 mm と、それぞれ単独に変化させた。

Fig. 3 に、MODEL C の下フランジ対称軸に生ずる軸方向応力の分布を、荷重 10 t の場合について実験値と共に示す。スカーラップ近傍の応力変化が激しく、特に裏面の、スカーラップ始点に顕著な集中現象がみられる。また、解析値は実験値と比べ、要素分割の粗さと、試験体の隅肉溶接サイズの影響が原因と思われるピーク位置のずれが認められ、その値が多少小さめになるものの、集中現象をよく現している。MODEL A, B の解析値についても、ほぼ同様の結果が得られた。

Fig. 4 に、MODEL D の下フランジの、解析による応力分布を示す。MODEL C と比べ、スカーラップ付近の応力性状がより複雑になっているのが判る。これは、要素を細分化したとと弦材ウェブの板曲げがフランジの変形にも影響を及ぼしているためと思われる。また、スカーラップ始点の裏面に生

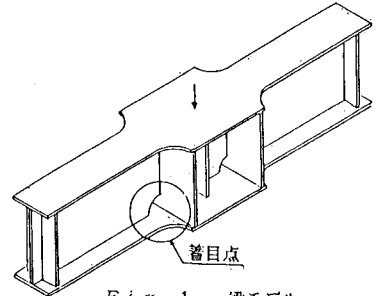


Fig. 1 梁モデル

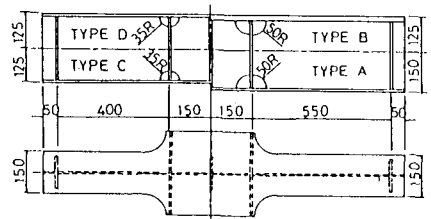


Fig. 2 試験体形状・寸法

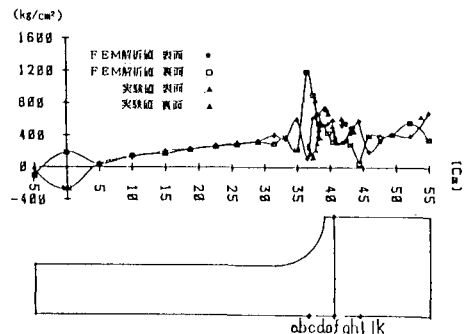


Fig. 3 応力分布

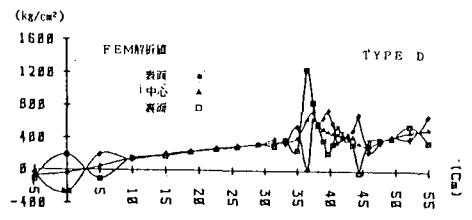


Fig. 4 応力分布

ずる応力は、板厚中心部の応力に対して、約2倍となり、局部板曲げによる応力集中が大きいこと判る。

Fig. 5 a)に、MODEL D のフランジ板厚を変化させた場合のスカールップ付近の下フランジ裏面に生ずる応力分布を示す。フランジ板厚が大きくなるに従い応力分布はなだらかとなり、スカールップ始点での応力も急激に小さくなる。

Fig. 5 b)は、a)に示す応力の、応力集中部での有効断面における梁理論による単純計算値 (σ_{AN}) に対する比を示す。着目位置により応力集中率は変動するが、a)と同様、フランジ板厚が大きくなるに従い集中率が小さくなり、板厚の変化が板曲げに伴う応力集中に顕著に影響を及ぼす。

板厚の変化が、上記板曲げに伴う応力集中に、どの様に影響を与えるかを定性的に把握するため、板厚・スカールップ半径比 (t/r_s) を変化させた場合の、応力集中点（スカールップ始点）での集中率の変化を、各モデルについて Fig. 6 a), b), c)に示す。a), b), c)は、それぞれ、フランジ板厚、ウェブ板厚、弦材ウェブ板厚のみを単独に変化させたものである。a)では、全てのモデルで、フランジ板厚の増加に従い、応力集中率は減少する傾向にある。なかでも、MODEL D は、約 3.5 ($t_f=9$ mm), 3.1 ($t_f=19$ mm), 2.0 ($t_f=32$ mm) と著しく減少する。b), c) ではウェブ又は弦材ウェブの板厚が変化しても、各モデルの応力集中率に変化がなく、ほぼ一定であり、約 3.0 ~ 3.5 の範囲にある。また、c)の弦材ウェブの局部板曲げを考慮した MODEL Dでも、弦材ウェブ板厚の変化に対して、スカールップ始点での応力集中率に変化が認められなかった。

3. 結論

以上より、本構造系が曲げを受ける場合、局部板曲げによる応力集中が解析により得られること、下フランジのスカールップ始点の裏面で、局部板曲げに伴う応力集中現象が激しく、その曲げ成分応力は、軸力成分応力の約2倍となること、また、それは、部材が引張力のみを受ける場合と比べ、応力性状がより複雑になること、などが判った。そして、スカールップを設けることにより生じるスカールップ始点での応力は、フランジ板厚スカールップ半径比が 0.2 のとき、単純計算値の約 3.5 倍、0.8 のとき、約 2.5倍となり、フランジ板厚・スカールップ半径比を大きくすることで、かなり応力集中率を軽減させることができる。よって、設計の際には、フランジ板厚・スカールップ半径比を大きくし、それに見合った安全率を取ることが必要であろう。

参考文献：1) 田島二郎，山下清明；トラス格点部の面外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1，1982，PP. 211 ~ 212

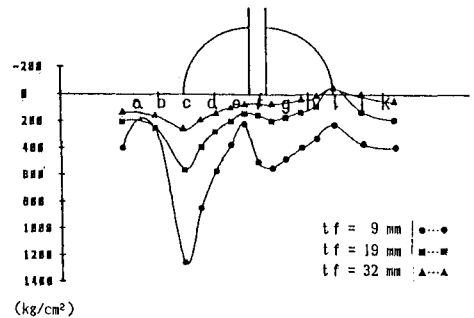


Fig. 5 (a) スカールップ周辺の応力分布

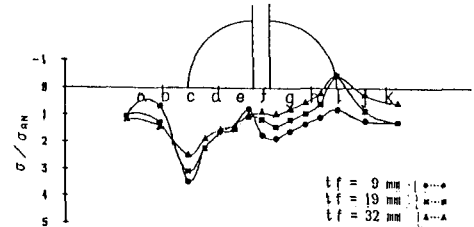


Fig. 5 (b) 応力集中率

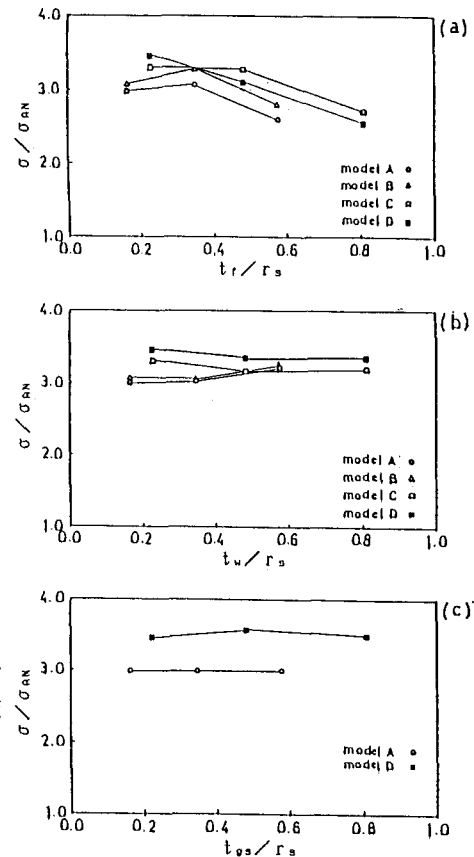


Fig. 6 板厚・スカールップ比と応力集中率の関係