I-102　　鋼管交差部の応力集中に関する理論的研究（その２）

埼玉大学大学院　学生員　○広瀬　直人
埼玉大学大学院　学生員　　奥井　義昭
埼玉大学工学部　正　員　　秋山　成興

1．はじめに

鋼管どうし（主管と枝管）が交差する鋼管継手は多方面に使用されているが、その接合部における応力集中問題の理論解析は十分と言えず、実験的研究が主流である。この原因は、主管と枝管との管径比 $\varepsilon = R_I / R_{II}$ が比較的大きくなると、接合線は複雑な空間曲線を描き、境界条件を十分に満足させることが困難となるからである。そこで本研究では、Fig．1 に示すT型鋼管継手近傍での応力集中問題を、シェル理論に基づいた解析的手法によって検討した。なお、ここで採用した荷重条件は主管の一様軸引張である。

2．解析方法

実際に生じる応力状態 $\hat{S}$ は、基本応力状態 $\tilde{S}$ と撹乱応力状態 S の重ね合わせ、つまり $\hat{S} = \tilde{S} + S$ で与えられる。本研究においては、接合部に設けられる主管表面の開孔，および枝管の接合によって生じる S は、主管，枝管ともに Shallow Shell の方程式から導かれる応力関数によって評価する。したがって $\tilde{S}$ は、開孔のない主管（単一鋼管）の一様軸引張のみ考慮すればよい。

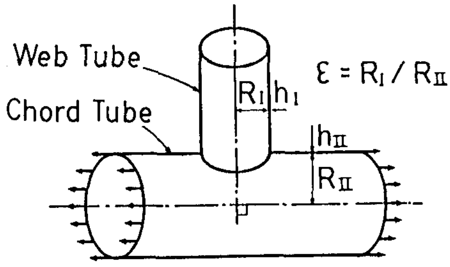

Fig.1　T-Tubular Joint

以上の議論に基づき、Fig．2 に示す局所座標系を用いて、接合部での断面力，変形量の連続条件を満足させれば、応力関数に含まれる未定係数が決定でき、応力集中の評価が可能となる。ただし接合部の形状は管径比 ε によって変化するので、ε を摂動パラメーターとした境界摂動法を採用した。なお、具体的な理論式は参考文献１）を参照されたい。また枝管に対してはShallow Shell の方程式の他に、より厳密な曲げ理論に基づいた、フリューゲの式[2)] も合わせて適用してみた。

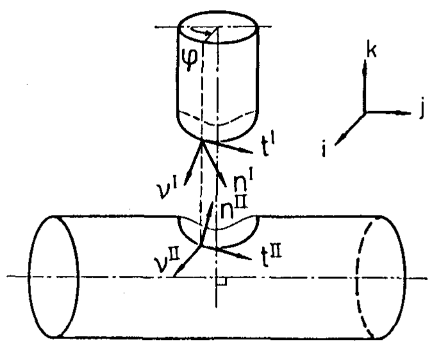

Fig.2　Coordinate Systems

3．計算結果及び考察

本研究では数値計算の第一段階として、ε の０次近似解を採用し、応力集中率（S.C.F）を求めた。

まず、ε が比較的小さい場合（$\varepsilon = 1/100$）の本解析結果を、チェルニフが導いた平板に円筒が接合された解析結果[3)] と比較してみると、膜応力，曲げ応力とも十分一致することがわかった（Fig．3，4 参照）。

また ε が比較的大きい場合（$\varepsilon = 2/3$）、枝管に対してShallow Shell の方程式を用いた解析結果とフリューゲの式を用いたものを比較してみると、Fig．5，6 のように応力集中率は良好な一致を示した。つまり主管と同様に、枝管に対してもShallow Shell の方程式を適用すれば十分であるということが言える。

同様に、$\varepsilon = 2/3$ の場合の実験結果と本解析結果とを比較したものをFig．7，8 に示す。これより ε の０次解のみを採用したにもかかわらず、膜応力集中率は実験結果と良く一致していることがわかる。さらに ε の高次近似解を採用すれば、曲げ応力もより実験結果に漸近すると考えられる。

4．まとめ

現実に広く使用されているT型鋼管継手は溶接によって接合されているので、厳密にはこの溶接部形状が応力集中に及ぼす影響をも考慮しなければいけない。しかし本研究ではこれを考慮せず、しかも ε の０次近似の

みで $\varepsilon = 2/3$ の場合、膜応力は良い精度で求められることがわかった。今後は ε の高次近似を試みれば、ε が比較的大きいT 型鋼管継手に対して、より厳密な応力集中の評価が可能となる。

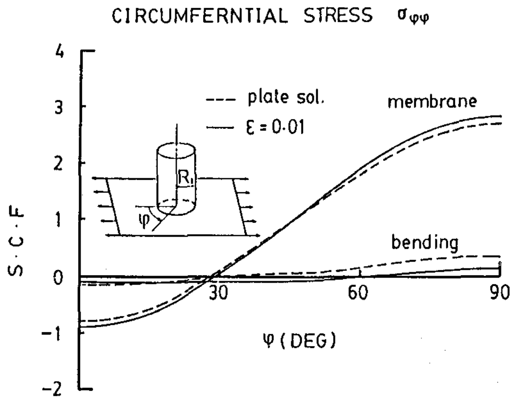

Fig.3 Stress in Plate

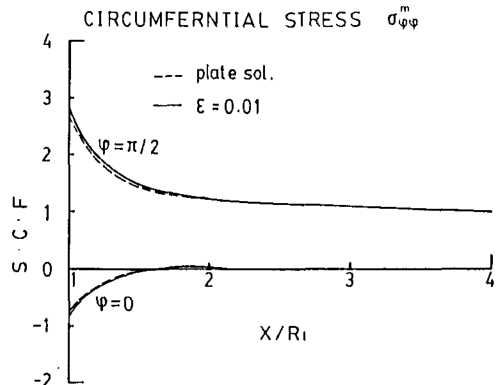

Fig.4 Membrane Stress in Plate

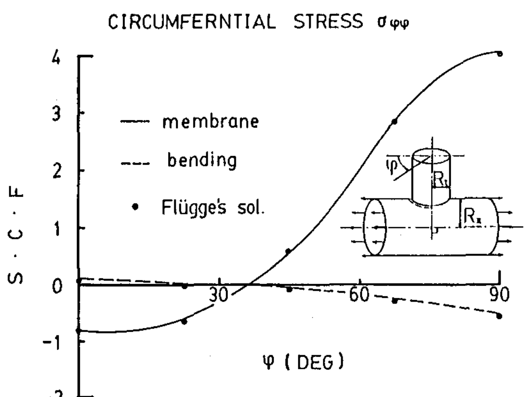

Fig.5 Stress in Chord Tube

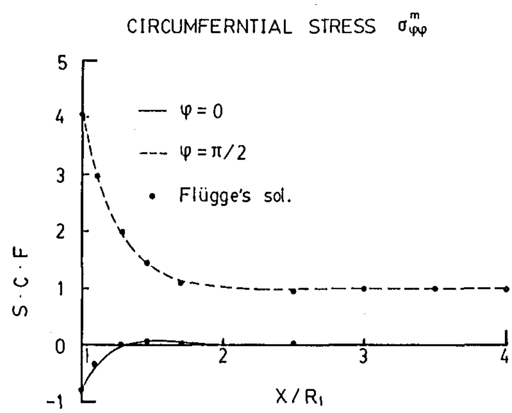

Fig.6 Membrane Stress in Chord Tube

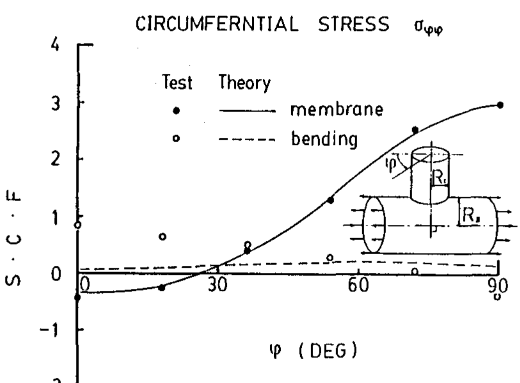

Fig.7 Stress in Chord Tube

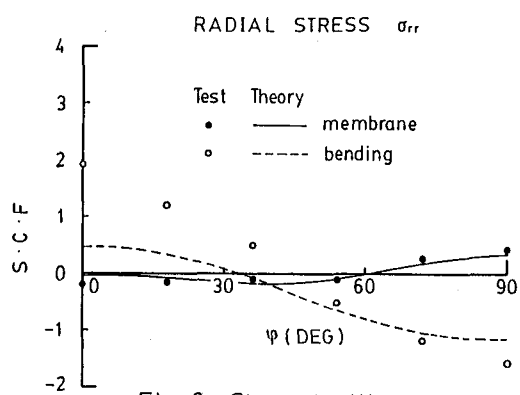

Fig.8 Stress in Web Tube

参考文献

1) 青柳，秋山　：鋼管交差部の応力集中に関する理論的研究，第３５ 回年次講演会概要集，1980年９月.

2) W.Flügge　: Stress in Shells ,pp.204 —236 ,1973.

3) K.F.Chernykh　: THEORY OF SHELLS.