

主応力に対して斜めのリブをもつ溶接継手の疲労挙動

名古屋大学大学院 学生員 加藤秀一郎
名古屋大学大学院 正 員 山田健太郎

名古屋大学 学生員 岡部篤紀
名古屋大学大学院 正 員 貝沼重信
名古屋大学大学院 正 員 小塩達也

1. はじめに 現在使われている溶接継手の疲労照査方法は、公称応力を容易に定義できる溶接継手には適用しやすい。しかしながら、近年問題になっている疲労損傷は、通常の設計計算では考慮されにくい局所的な応力集中や変形に基づくものが多い。この中には、溶接継手の溶接ビードに対して主応力方向が直角にならない場合が多くある。このような溶接継手には直応力とせん断応力の組合せ応力が作用するが、日本鋼構造協会の疲労設計指針（以後、JSSC）には、明確な規定を示してなく、主応力が溶接ビードに対して傾いた場合、過度に安全側の評価となる。そこで、本研究では主応力に対して斜めの溶接継手を有する試験体の疲労試験を行う。また、この試験体を対象に有限要素法による応力解析と破壊力学を用いた疲労き裂進展解析を行い、疲労試験で得られた結果と比較することにより、このような溶接継手の疲労挙動を検討する。

2. 疲労試験 本試験に用いた試験体形状および寸法は図1に示す通りである。試験体は5タイプ作成し、リブの縁端距離を一定にするようにリブ長を決定した。本試験では、まわし溶接部からき裂が発生した場合は、面外ガセット継手として、まわし溶接部以外の溶接止端部（以後、止端部）からき裂が発生した場合は、荷重非伝達型リブ十字継手として評価する。止端部からき裂が発生した試験結果を図2に示す。

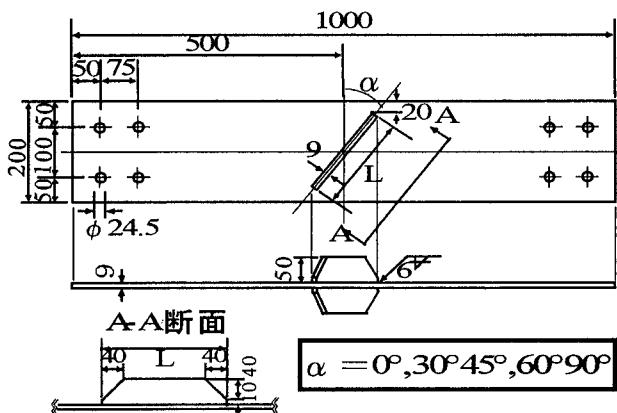


図1 試験体図

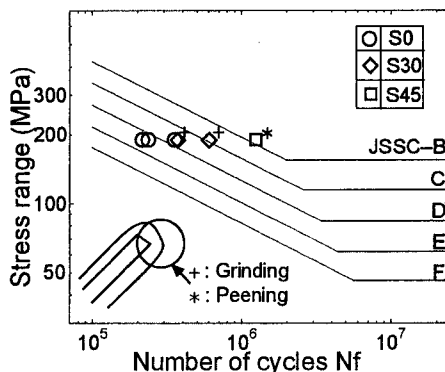


図2 疲労試験結果

3. 有限要素応力解析 汎用有限要素解析プログラム COSMOS/M を使い、有限要素応力解析を行った。要素には、3次元の8節点ソリッド要素を使用し、最小要素寸法を $1.0 \times 1.0 \times 1.0 \text{ mm}$ とした。図3に要素分割例を示す。本研究ではリブを斜めに取り付けたモデルの解析を行うため、主板の円盤部を回転させることにより、リブの角度を変化させた（モデルは A0, A15, A30, A45, A60, A75, A90 の7タイプ）。リブ十字継手として評価する場合、試験体とは異なり縁端距離が変わるので、それぞれ投影リ

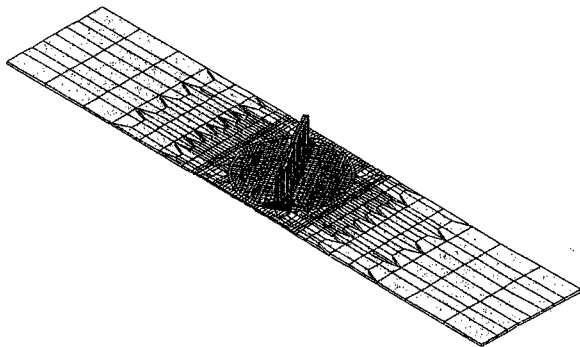


図3 モデル要素分割例

ブ長が違うモデルになる。しかし、鎌倉ら¹⁾による板幅を変えた疲労試験、三木²⁾らによる板幅を変えた疲労き裂進展解析により、リブ十字継手の板幅の違いが疲労寿命に及ぼす影響は小さいことが報告されている。また、面外ガセット継手として評価する場合、JSSC ではリブ長によって強度等級が違っている。そのため、投影リブ長の違いによって応力集中を補正する必要があると考えられる。図4に各角度によって求められた主板長手方向 (X 方向)、長手直角方向 (Y 方向)、板厚方向 (Z 方向)、および溶接止端方向 (L 方向) の応力分布を示す。各分布の中心は各モデルでの応力集中の最も高い位置とする。応力集中は公称応力を 1 として载荷した場合の、公称応力と同じ方向の成分の応力値とする。角度変化による分布形状の違いは見られず各モデルとも応力集中は、まわし溶接部に沿った局所的なものとなる。また、A0 と A30 の溶接止端方向の応力分布形状はほぼ等しく、止端部では一定の値の分布となった。そこで、2つのモデルの止端部での応力集中係数比から破断寿命比 ($1/(K_{t30}/K_{t0})^3$) を求めると約 1.14 となり、疲労試験結果による破断寿命比約 1.80 (S30/S0) ほどの差はみられなかった。

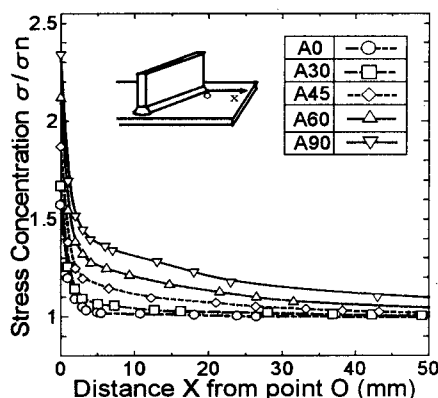


図 4-1 X 方向分布

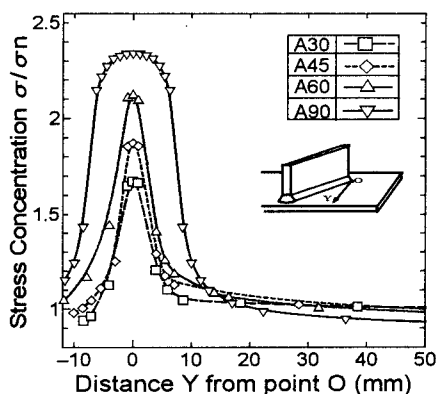


図 4-2 Y 方向分布

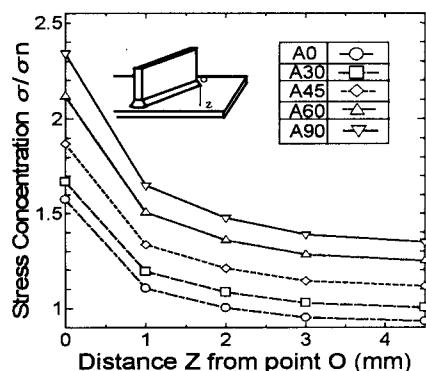


図 4-3 Z 方向分布

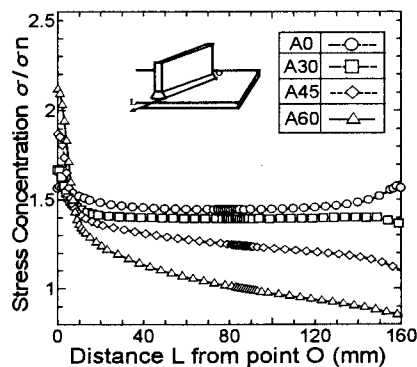


図 4-4 L 方向分布

4. まとめ S0 と S30 の疲労寿命の差は、応力集中の差だけでなく、き裂形状や疲労き裂進展挙動が異なるために生じた差だと思われる。従って、破壊力学の手法を用いた疲労き裂進展解析を行う予定である。その際、S30、S45 のき裂進展モードの単純なモデル化を行う。また、まわし溶接部から発生した面外ガセット継手タイプについても、疲労き裂進展解析を行う予定である。

参考文献

- 1) 鎌倉ら：SM50B リブ十字すみ肉溶接継手の疲れ特性におよぼす寸法効果，溶接学会誌，Vol.48，No.12，pp.1060-1064，1979
- 2) 三木ら：前面すみ肉溶接継手の疲労強度に対する継手寸法の影響，構造工学論文集，Vol.33A，pp393-400，1987