

十字すみ肉溶接継手の残留応力解析

法政大学 大学院 学生員 一宮 充
 法政大学 工学部 正 員 森 猛
 (株)ウエスコ 作花 正則

1. はじめに

荷重伝達型十字すみ肉溶接継手の疲労破壊の起点は、高い応力集中が生じる溶接ルート部あるいは溶接止端部となる。これらの破壊起点は応力範囲レベルによっても変化するが、その原因は溶接ルート部の残留応力にあることを昨年度の発表で示した。本年度は、材料の機械的性質の温度依存性を考慮した熱弾塑性解析を行うことにより、疲労亀裂が進展する溶接ルート部および止端部の残留応力分布について検討した結果を報告する。

2. 解析方法

解析対象は Fig.1 に示す板厚 36mm の NG モデル、GP モデルの 2 種類である。NG モデルは溶接時の主板と中板のすきま(ルートギャップ)を 0、GP モデルはルートギャップを 0.5mm としたものである。解析は、まず、すみ肉溶接部を瞬間的に 600℃まで熱した状態を初期条件として熱伝導解析を行う。次に、熱伝導解析で得られた温度分布を熱荷重として与え、弾塑性応力解析を行う。これら、熱伝導解析と弾塑性応力解析を繰り返し行い、十分時間が経過してモデル全体が外部温度(0℃)まで冷却したときの最終的な応力状態を求める。これを残留応力と定義する。鋼材としては JIS SM400 を想定し、その材料定数の温度依存性は Fig.2 のように仮定した。また、応力-ひずみ関係は Bi-linear とし、塑性域での応力-ひずみ関係の傾きは弾性域の 0.4 倍とした。要素は 4 節点平面ひずみ要素であり、降伏の判定には Von-Mises の式を用いた。最小要素寸法は 1.0mm である。なお、これらの解析には汎用構造解析ソフト COSMOS/M 1.65A を用いた。

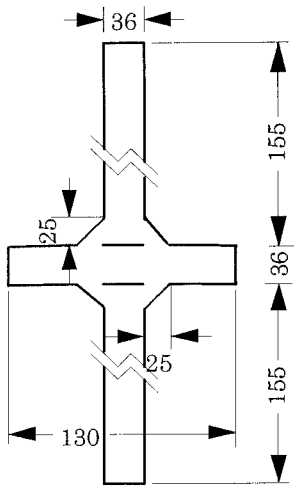


Fig.1 Analytical model (mm) デルではルート断面の未溶着部に圧縮残留応力が生じており、その値は未溶

3. 解析結果

疲労亀裂が発生し、進展すると考えられる溶接未溶着部を含む断面(ルート断面)、および溶接止端部を含む断面(止端断面)におけるモデル長手方向の残留応力の分布の解析結果を Fig.3(a)、(b)に示す。Fig.3(a)に示す NG モ

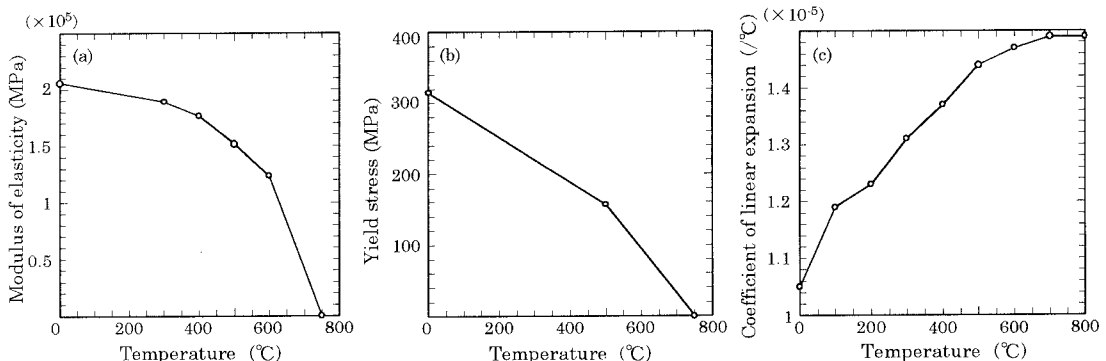


Fig.2 Variation of material properties with temperature

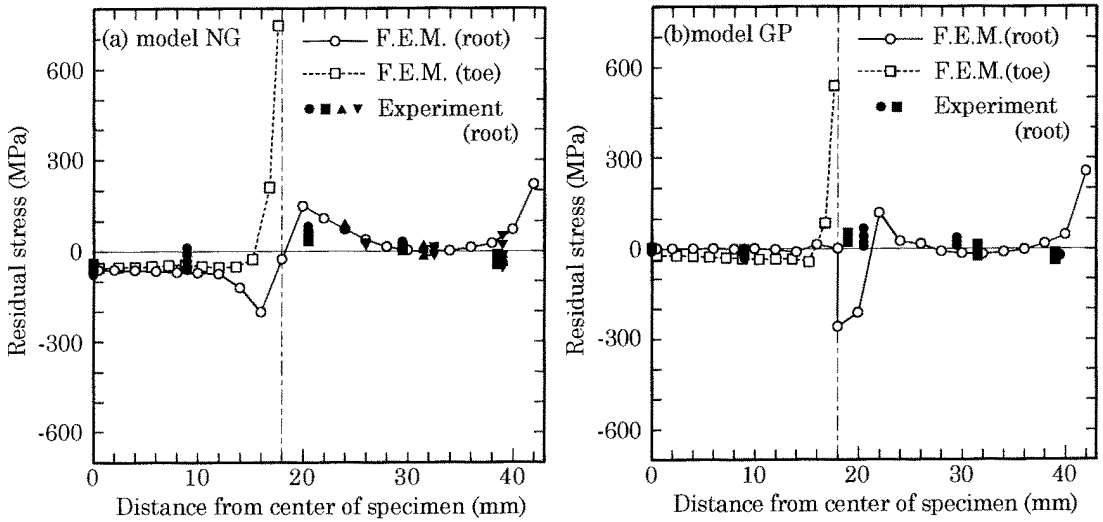


Fig.3 Residual stress distribution

着部先端近傍で最大となっている。溶接部は逆に引張残留応力が生じており、その値は未溶着部先端近傍と止端部で大きい。止端断面では止端部に高い引張残留応力が生じている。Fig.3(b)に示す GP モデルは、最終状態においても未溶着部は閉口しなかったため、その部分の残留応力はほぼ 0 となっている。溶接部には未溶着部先端近傍に高い圧縮残留応力が生じており、3mm 程度離れたところから引張残留応力に転じている。止端断面では NG モデルと同じく止端部に高い引張残留応力が生じているが、その値は NG モデルに比べて小さい。

これらのモデルを模擬した試験体を Fig.4 に示すように製作し、切断法により残留応力を測定した。溶接はルートを密着した状態で行っている。なお、GP モデルを模擬した試験体においては、ルート部をのこで切断した後、残留応力測定を行っている。ひずみゲージの貼付位置を Fig.5 に示す。ゲージレンジは 1mm あるいは 2mm である。これらの測定結果を Fig.3 中に黒く塗りつぶした印で示す。ここでの解析結果は実験結果の傾向をよく表している。

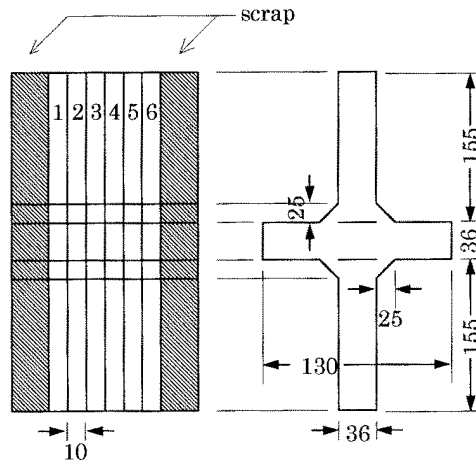


Fig.4 Specimen

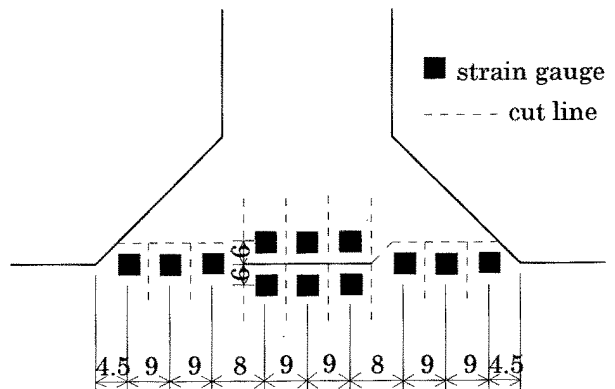


Fig.5 Location of strain gauges