

アーク溶接構造の公称構造応力算出法

—アーク溶接コーナー部への適用—

Method for Calculating Nominal Structural Stress of Arc Welded Structure

—Applying to the corner of arc weld—

○渡邊浩隆¹, 金子達彦², 岡部顕史³, 富岡昇³*Hiroataka Watanabe¹, Tatsuhiko Kaneko², Akifumi Okabe³, Noboru Tomioka³

Recently, a development of the fatigue life prediction technology of the arc weld by CAE is demanded. In our laboratory, the nominal structural stress (NSS) calculation method of the spot weld is studied in order to improve the fatigue life prediction technology of the spot weld. This NSS calculation method was applied to the arc welded joints, it was shown that the nominal structural stress was able to be obtained accurately at the toe of arc weld. In this study, the nominal structural stress calculation method was applied to the corner of arc weld, it was shown that the stress was accurately obtained.

1. 緒 言

自動車のシャシ構造に多用されるアーク溶接部について、CAEによる疲労寿命予測手法の確立が望まれている。一方、スポット溶接構造の公称構造応力算出法を図1のようなFEモデルに適用することにより、公称構造応力を精度よく算出する手法を提案し^{[1],[2]}、この算出法から得られた公称構造応力値を用いて、疲労データを狭いバンド幅でまとめられることを示してきた。この公称構造応力算出法を用いた疲労寿命予測手法をアーク溶接構造に適用し、疲労データを整理することができれば、車体の開発設計段階において有用であると考えられる。

アーク溶接の疲労き裂は、溶接止端部やコーナー部から発生する傾向にある。本研究ではコーナー部を対象とし、公称構造応力算出法から得られる応力解の精度について検討した。アーク溶接部のFEモデルは、図1で示すようなビード幅を直径とする円柱ビーム要素と剛体バー要素から成るモデルを用いる。

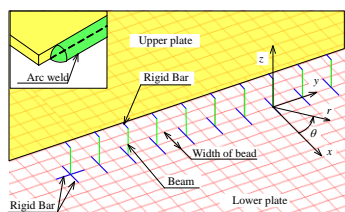


Fig. 1 FE model of arc welded structure

2. アーク溶接構造の公称構造応力算出法

アーク溶接構造の公称構造応力算出法は、図2のようにアーク溶接の評価部をスポット溶接のナゲットと見なし、弾性学の板理論を用いて応力解を得る手法で

ある。評価部はビード幅を直径 d とする剛体円とする。また評価部を中心とする直径 D 円板内の応力は以下のようにして得ることができる。

- 1) 円板の中央に作用する荷重(分担荷重)を荷重条件、円板円周上の変位を変位境界条件とする問題を、板理論を用いて解き、円板内の応力解を得る。
- 2) 内外周を固定した円板内に強制変位が生じた問題を、板理論を用いて解き、円板内の応力解を得る。
- 3) 上記1)と2)で得られた応力解を重ね合わせ、円板内の応力解を得る。

ここで、上記2)の強制変位とはアーク溶接のビード部で生じる変位のことである。

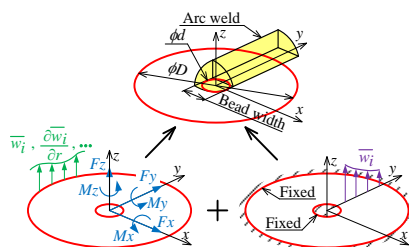


Fig. 2 Method for calculating the nominal structural stress

3. アーク溶接コーナー部への適用

図3は自動車技術会疲労信頼性部門委員会(JSAE Committee of Fatigue-Reliability Section)よりアーク溶接構造継手の疲労実験で用いられたT字継手試験片であり、下板両端を拘束し、上板穴部に荷重 $F_z = 980$ [N]、を作用させた。

図4に溶接コーナー部の上面図を示す。公称構造応力算出法を用いて、アーク溶接コーナー部から図4に示す x 軸方向上に生じる応力を求めた。

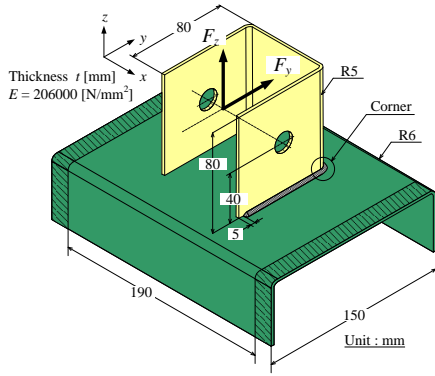


Fig. 3 T joint specimen of JSAE committee of fatigue reliability section

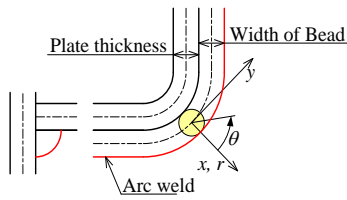


Fig. 4 Corner part of arc weld

公称構造応力算出法を用いて得られた円周上主応力分布を図 5 に示す。角度 $\theta=15^\circ$ 付近で公称構造応力(最大主応力)が生じることが分かる。図 6 は $\theta=0^\circ$ 上の応力成分 $\sigma_r, \sigma_\theta, \tau_{r\theta}$ を示す。

公称構造応力算出法を用いて得られた応力成分は、FE シェルモデルや FE ソリッドモデルの FE 解析結果とほぼ一致し、溶接コーナー部付近からビード部にき裂が発生する場合でも、公称構造応力算出法を適用できる可能性を示すことができた。

荷重 $F_y=980[N]$ を作用させ、公称構造応力算出法を用いて得られた円周上主応力分布を図 7 に示す。角度 $\theta=25^\circ$ 付近で公称構造応力(最大主応力)が生じることが分かる。図 8 は $\theta=0^\circ$ 上の応力成分 $\sigma_r, \sigma_\theta, \tau_{r\theta}$ を示す。 F_y に荷重を作用させた場合でも、公称構造応力算出法を用いて得られた応力成分は、FE シェルモデルや FE ソリッドモデルの FE 解析結果とほぼ一致した。

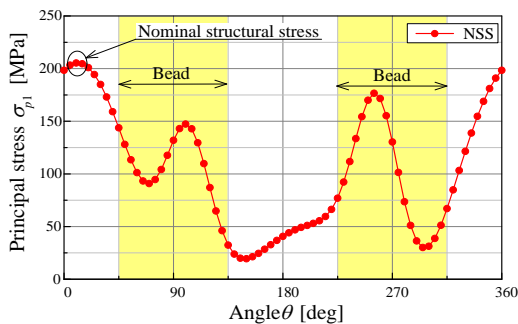


Fig. 5 Principal stress distribution of T joint specimen ($F_z=980[N]$)

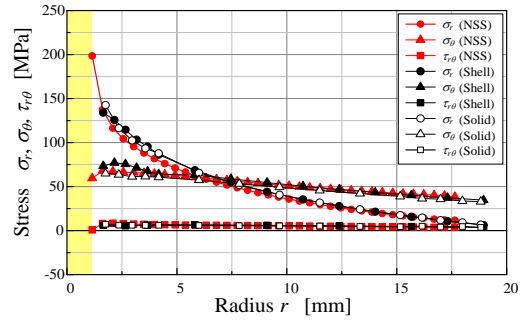


Fig. 6 Stress distribution of T joint specimen ($F_z=980[N]$) (Stress $\sigma_r, \sigma_\theta, \tau_{r\theta}$ on the line of $\theta=0^\circ$)

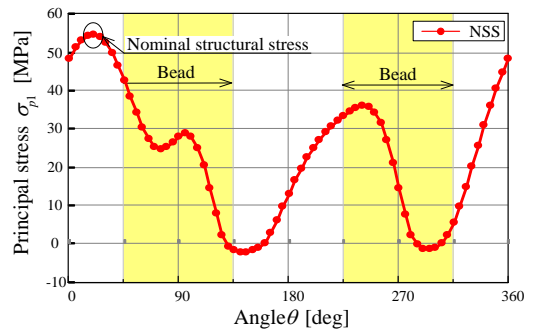


Fig. 7 Principal stress distribution of T joint specimen ($F_y=980[N]$)

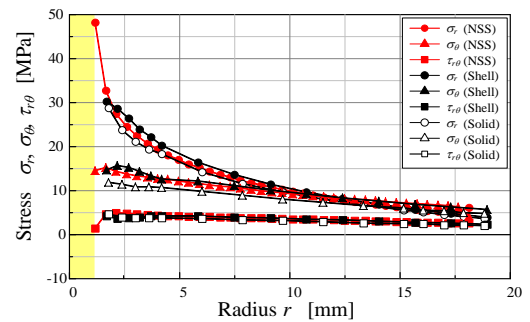


Fig. 8 Stress distribution of T joint specimen ($F_y=980[N]$) (Stress $\sigma_r, \sigma_\theta, \tau_{r\theta}$ on the line of $\theta=0^\circ$)

4. 結 言

アーク溶接部を剛体バー要素とビーム要素でモデル化した FE モデルから、公称構造応力算出法を用いて溶接コーナー部に生じる応力を算出し、精度よく得られることを示した。

参 考 文 献

- [1] 岡部 顕史, 富岡 昇, 澤村 崇, “面内荷重に対するスポット溶接構造の公称構造応力算出法”, 自動車技術会論文集 Vol.35, No.3, p.187-192 (2004)
- [2] 岡部 顕史, 富岡 昇, 金子 恒昭, “スポット溶接構造の公称構造応力算出法—スポット溶接周辺の FEM モデルの検討—”, 自動車技術会論文集, Vol.36, No.6, p.145-150 (2005)