

K6-92

アーク溶接構造の公称構造応力算出法
 -アーク溶接されたLAP継手のFEモデルの検討-

Method for Calculating Nominal Structural Stress of Arc Welded Structure
 -FE Model of Arc Welded Lap Joint-

○金子達彦¹, 宇田川航平¹, 半澤匠², 岡部顕史³, 富岡昇³

*Tatsuhiko Kaneko¹, Kohe Udagawa¹, Takumi Hanzawa², 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 by using the FE model which consists of the beam elements and the rigid bar elements. In this study, from FE model which modeled the arc-welding part, how to compute the nominal structural stress which arises in the welding central part is proposed, and the accuracy of the solution is examined.

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。アーク溶接の疲労き裂は、通常、溶接止端付近から発生する傾向にあるため、溶接止端部に生じる公称構造応力(Nominal structural stress : NSS)を精度よく得ることができれば、アーク溶接構造の疲労寿命を予測することが可能になると考えられる。これまでの研究で、スポット溶接構造の公称構造応力算出法^[1]を図1のようなFEモデルに適用することにより、精度良く公称構造応力を得られる可能性が示されてきた^[2]。しかし、このアーク溶接部のFEモデルは、対象構造が大きい場合に作成することが困難となる。

本研究ではアーク溶接部を簡易的にモデル化した図1のようなFEモデルから、溶接中央部に生じる公称構造応力を算出する方法を提案し、その解の精度について検討する。

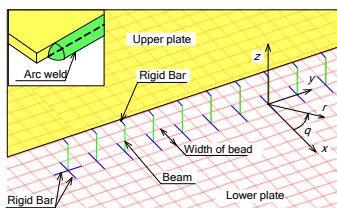


Fig. 1 FE model of arc welded structure

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止端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析し、応力解を得る手法であり、止端部はビード幅を直径 d とする剛体円とする。また止端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。

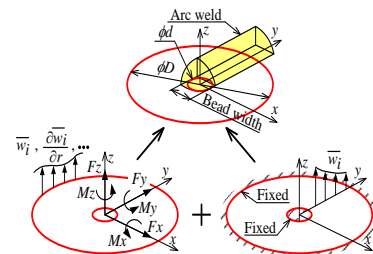


Fig. 2 Method for calculating the nominal structural stress

3. 簡易的にモデル化したLAP継手FEモデルの検討

解析に使用したFEモデルを図3に示す。図3は2枚の平板を重ね、上下の板を図に示す箇所アーク溶接したLAP継手を示す。

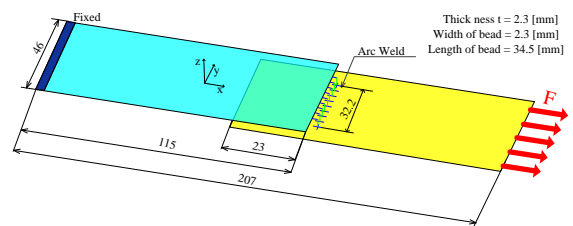


Fig. 3 Arc welded FE model of LAP joints

1:日大理工・学部・機械

2:日大理工・院(前)・機械

3:日大理工・教員・機械

図4に、アーク溶接部のFEモデルを示す。図4はビーム要素と剛体バー要素から成るLAP継手FEモデルである。

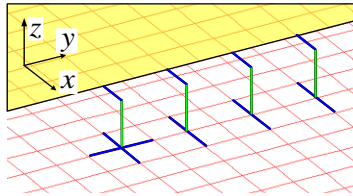


Fig. 4 FE models of arc welded part

本研究では、図1に示すようなアーク溶接部をビーム要素と剛体バー要素でモデル化し、かつ詳細にメッシュ分割したFEモデルから得られる応力解を正解値として用いる。

図5に、今回解析を行う際の強制変位の範囲の選択箇所を示す。(なお、図5における強制変位の箇所はx軸に対して対象である)。

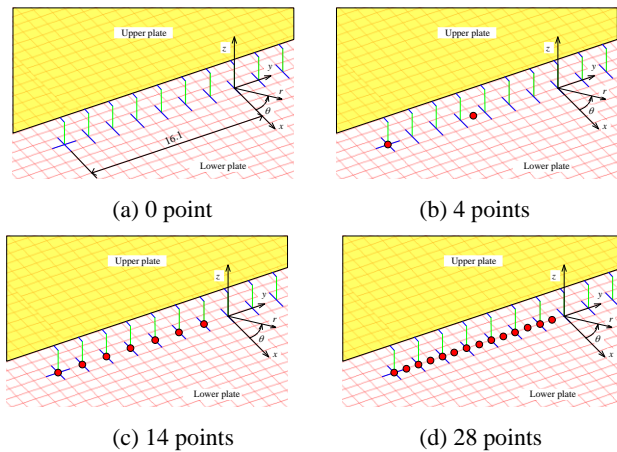


Fig. 5 Enforced displacement

今回の実験では図3の試験片の片側を固定し、先端部にx軸方向へ $F = 1000[N]$ の荷重を加えた時のアーク溶接中央部から、x軸方向に生じる応力の解析を行った。図6は、強制変位を図5(c)のように14箇所とった際の主応力分布を示す。図3の公称構造応力とFEモデルから得られる応力解の主応力が生じる角度、 $\theta=0^\circ$ 上での半径r方向の応力 $\sigma_r, \sigma_\theta, \tau_{r\theta}$ を図7に示す。

公称構造応力算出法では、図4に示すようなアーク溶接部をビーム要素と剛体バー要素でモデル化し、詳細にメッシュ分割したFEモデルから得られる応力分布とほぼ一致し、中央部周辺の応力を精度よく得られることがわかる。

次に、図3において、強制変位を図5のように0箇所、4箇所、14箇所、28箇所と選択し、x軸方向へ $F = 1000[N]$ の荷重を加えた時の $\theta=0^\circ$ 上での半径r方向の応力 σ_r の拡大図を図8に示す。

公称構造応力で使用する強制変位の数による応力分布は、0箇所、4箇所では大きな誤差が生じたが、14箇所、28箇所では応力の値がほぼ一致し、正解値に近い、精度のよい値を得ることができた。

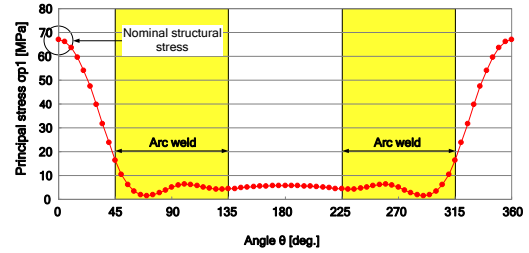


Fig. 6 Principal stress σ_{p1} on the circumference of arc-weld center

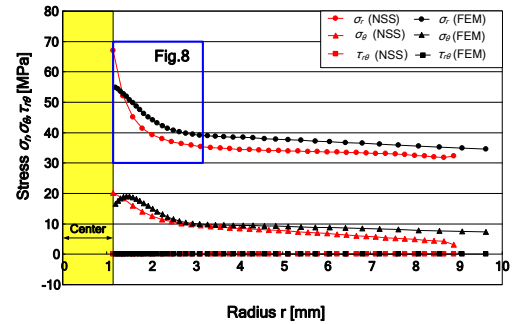


Fig. 7 Stress distribution (Stress $\sigma_r, \sigma_\theta, \tau_{r\theta}$ on the line of $\theta=0^\circ$)

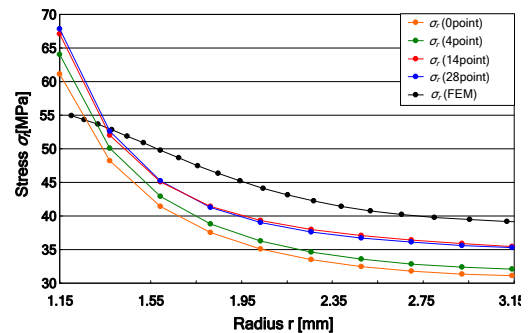


Fig. 8 Stress distribution (Stress σ_r each enforced displacement on the line of $\theta=0^\circ$)

5. 結 言

アーク溶接部を簡易的にシェル要素とビーム要素でモデル化した FE モデルから、公称構造応力を算出する方法を提案し、その解の精度について検討した。

アーク溶接中央部の公称構造応力も、溶接止端部と同様に精度よく得られることを示した。

また、強制変位の範囲の箇所を変えて得られた結果より、ある一定数以上の強制変位データを選択することで、精度がより良く得られることが分かった。

参考文献

- [1] 久保, 岡部, 富岡, “スポット溶接構造の公称構造応力算出法—フランジ端近傍にあるスポット溶接の場合—”, 自動車技術会論文集, Vol.39, No.2, pp.81-86, 2008
- [2] 加藤, 岡部, 富岡, “アーク溶接構造の公称構造応力算出法”, 自動車技術会論文集, Vol.39, No.2, pp.351-356, 2008