

## 公称構造応力を用いたアーク溶接構造の疲労寿命予測手法 —ビード幅とビード長さの検討—

### Fatigue Life Prediction Method of Arc Welded Structure using Nominal Structural Stress

#### —Study on Bead width and Bead length—

○鈴木功太<sup>1</sup>, 原優<sup>1</sup>, 松浦遼<sup>2</sup>, 金子貴哉<sup>2</sup>, 岡部顕史<sup>3</sup>, 富岡昇<sup>3</sup>

\*Kota Suzuki<sup>1</sup>, Masaru Hara<sup>1</sup>, Ryo Matsuura<sup>2</sup>, Takaya Kaneko<sup>2</sup>, Akifumi Okabe<sup>3</sup>, Noboru Tomioka<sup>3</sup>

Nominal structural stress (NSS) is one of the parameter for the fatigue life prediction method of the spot welded structure. There is the calculation method for accurately obtaining the nominal structural stress. In previous experiments, the calculation method of the nominal structural stress could be applied to double fillet lap joint. In this study, the influence of bead width and bead length on nominal structural stress was researched. As a result, it was shown that the nominal structural stress was not affected by changing the dimensions of bead width and bead length.

#### 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。スポット溶接構造の公称構造応力算出法<sup>[1][2]</sup>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。

これまでの研究では、両側すみ肉アーク溶接重ね継手モデルに公称構造応力算出法を適用できた。本研究では、製作した試験片においてビード部の形状に図面との寸法誤差があることが分かったため、試験片のビード幅、ビード長さを変化させた場合のFEモデルを作成し、それらが公称構造応力に及ぼす影響を検討した。両側すみ肉アーク溶接重ね継手の溶接部FEモデルは、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。

#### 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1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。

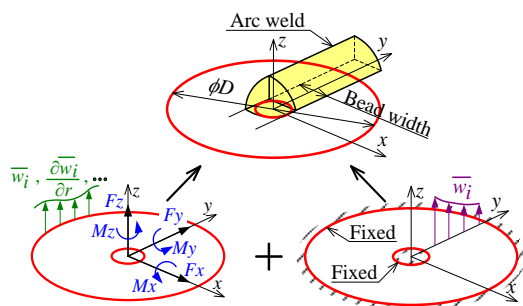


Figure 1. Method for calculating the nominal structural stress

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(アーク溶接のビード部で生じる変位)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。

#### 3. 両側すみ肉アーク溶接重ね継手

図2に、両側すみ肉アーク溶接重ね継手のFEモデルを示す。図2において、ビード部の長さは30[mm]であり、止端部溶接円の中心間距離は27.5[mm]となる。

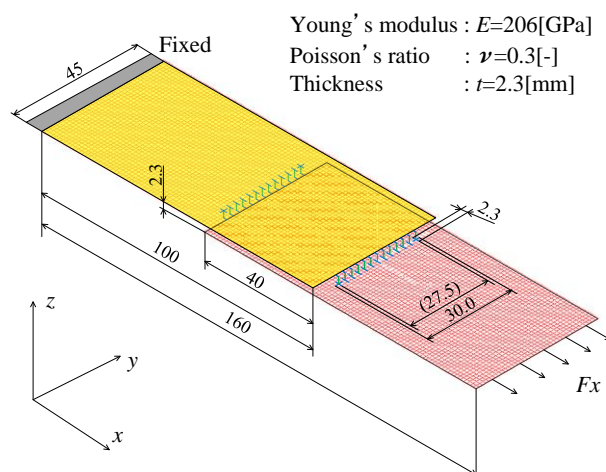


Figure 2. FE model of double fillet lap joint

疲労試験を行った際の試験片を図3に示す。図3に示すように試験片は、下板のルート部近傍で疲労き裂が発生し、破断に至ることが確認できた。



Figure 3. Fractured test specimen

図 4 に SN 線図を示す. 図 4 中に参考データとして, スポット溶接試験片の疲労試験データも示した.

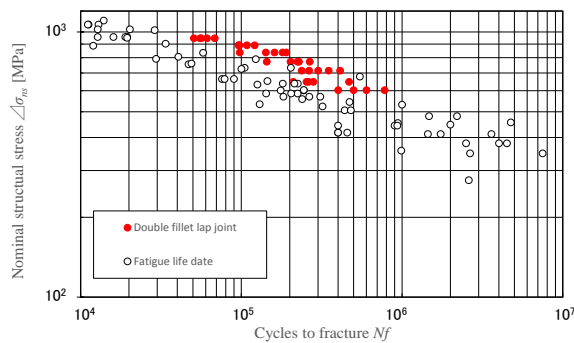


Figure 4. S-N diagram of double fillet lap joint

図 4 に示したように, 両側すみ肉アーク溶接重ね継手の疲労データを狭いバンド幅に整理することができ, またスポット溶接の試験片データともおおよそ一致した. これより, 公称構造応力を用いて疲労データを整理できることが分かった.

#### 4. ビード幅・ビード長さの影響

製作した試験片のビード幅とビード長さを計測した際, 設計図面寸法より大きいことが分かった. そこでビード幅とビード長さを増加させた際の公称構造応力に及ぼす影響を数値解析により調べた.

基準の試験片のビード幅を 2.30[mm], ビード長さを 30.0[mm]とし, ビード幅を 2.30, 2.76, 3.00[mm]と変化させ, ビード長さを 30.0, 32.5, 35.0[mm]と変化させた. 継手の片側を固定し, 先端部に  $F_x=1000$ [N]の荷重を作用させた.

図 5 にビード幅を変化させた場合の止端部円周上の主応力分布を示し, 図 6 にビード長さを変化させた場合の下板の止端部円周上の主応力分布を示す. 主応力分布は公称構造応力算出法により求めた.

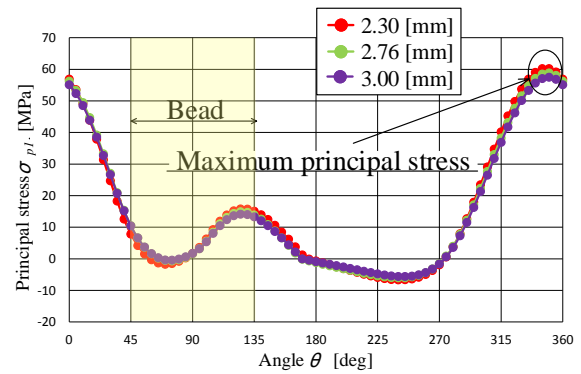


Figure 5. Principal stress distribution by changing bead width

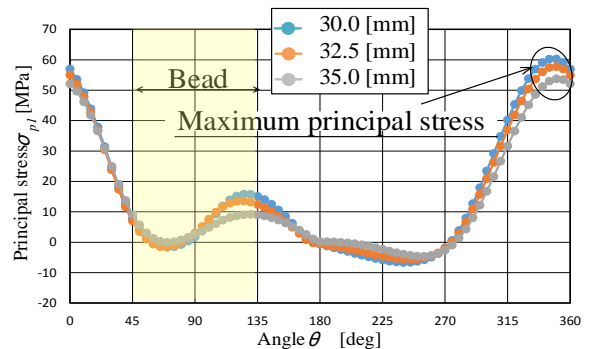


Figure 6. Principal stress distribution by changing bead length

図 5 よりビード幅を変化させた場合はどの幅でも角度  $\theta=350$ [deg]付近で公称構造応力(最大主応力)が生じ, 公称構造応力値もほぼ同じ値となった. また図 6 よりビード長さを変化させた場合はどの長さでも角度  $\theta=350$ [deg]付近で公称構造応力(最大主応力)が生じ, 公称構造応力値もほぼ同じ値となった.

以上より, ビード幅やビード長さが寸法増となっても公称構造応力への影響は小さいことが分かった.

#### 5. 結言

アーク溶接ビード部の幅と長さの変化に対する公称構造応力の影響について検討した.

ビード幅やビード長さが基準寸法より増加しても公称構造応力への影響は小さいことが分かった.

#### 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)