

レーザ溶接構造の公称構造応力算出法 —公称構造応力に対するビード長さと幅の影響—

Method for Calculating Nominal Structural Stress of laser Welded Structure -Effect of bead length and width to nominal structural stress-

○塚田維王¹, 池田大輔¹, 上地光太郎¹, 金子貴哉², 岡部顕史³, 富岡昇³

*Shigekimi Tsukada¹, Daisuke Ikeda¹, Koutarou Uechi¹, Takaya Kaneko², Akihumi Okabe³, Noboru Tomioka³

Recently, a development of the fatigue life prediction technology of weld by CAE is demanded. In our previous researches, the nominal structural stress (NS stress) calculation method was applied to the arc-weld structure, it has been shown that there is a possibility of predicting the fatigue life of an arc welding. In this study, the NS stress calculation method of arc weld structure was applied to the laser weld structure, the Effect of bead-length and bead-width on NS stress was researched. As a result, it was shown that NS stress is affected by more changing of bead-length than it's of bead-width.

1. 緒 言

近年, 自動車車体のような薄板構造に多用される溶接部については, CAE による疲労寿命予測手法の確立が望まれている. スポット溶接構造やアーク溶接構造においては公称構造応力(Nominal structural stress : NS stress)を用いた疲労寿命予測手法が提案されている^[1,2]. 公称構造応力算出法をレーザ溶接構造に適用し, 精度よく公称構造応力が得られれば, レーザ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.

本研究では, 公称構造応力算出法をレーザ溶接構造に適用し, ビード長さと幅の増減によって生じる, 最大主応力(公称構造応力)の変化について検討した.

2. レーザ溶接の公称構造応力算出法

レーザ溶接構造の公称構造応力算出法は, レーザ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る. 止端部はビード幅を直径 d とする剛体円とし, 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)の強制変位とはレーザ溶接のビード部で生じる変位のことである.

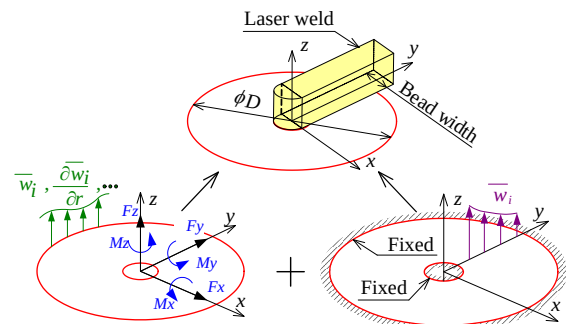


Fig. 1 Nominal structural stress calculation method

3. レーザ溶接部の FE モデル

基準となる FE モデルを図 2 に示す. 片側を固定し, 先端部に $F_x = 300[\text{N}]$ の荷重を加える.

この FE モデルは, 図 3 に示すように粗いメッシュ分割したものであり, レーザ溶接部はビード幅を直径とする円柱が連続しているとしてモデル化した. また溶接部は剛体バー要素とビーム要素で作成し, その他は四角形シェル要素で粗いメッシュ分割とした.

ビード長さについては, ビード部 FE モデルの円柱数をル対称に 6[mm], 9[mm]増減させ, ビード幅については, y 軸対称にビード幅を直径とするビーム要素を 0.3[mm], 0.6[mm]増減させて, 構造解析をおこなった.

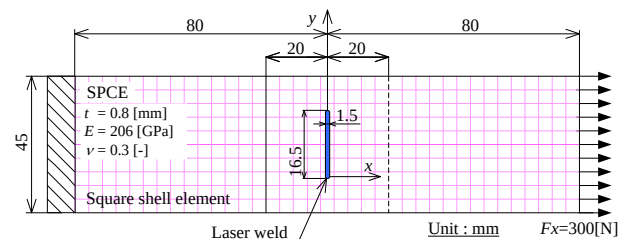


Fig. 2 TS model

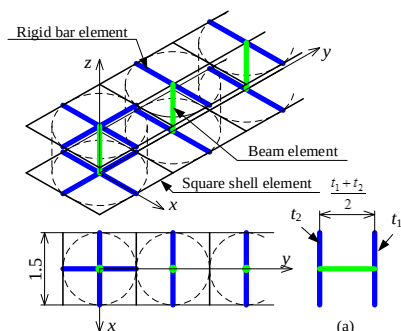


Fig. 3 Rough mesh model of the laser weld for NS stress calculation method

4. 解析結果

ビード長さを増減させた場合の、上板と下板の主応力分布を図 4、図 5 に示す。ビード長さを増減させても最大主応力(公称応力構造)が生じる位置は、上板で $\theta=190$ [deg] 付近、下板で $\theta=350$ [deg] 付近であった。

ビード幅を増減させた場合の主応力分布図でも同様な傾向が見られた。

表 1 に、ビード長さとビード幅をそれぞれ増減させたときの最大主応力(公称構造応力)値を示す。

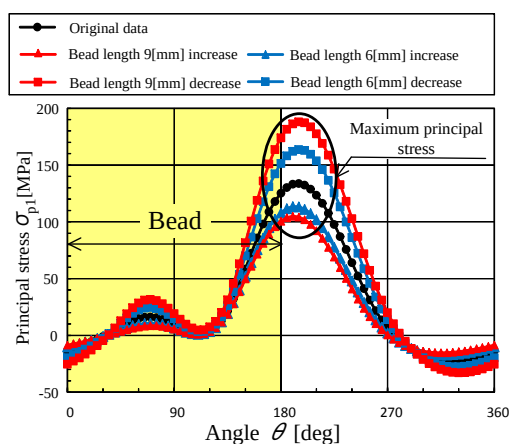


Fig. 4 Principal stress distribution by the increase and decrease of bead length (upper plate)

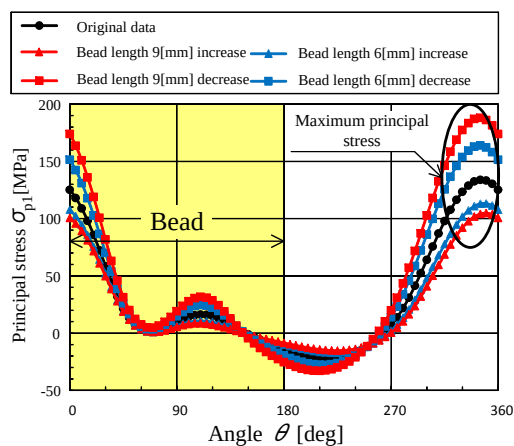


Fig. 5 Principal stress distribution by the increase and decrease of bead length (lower plate)

Table 1 Maximum principal stress of the bead width 1.5mm by the increase and decrease of bead width (Upper plate)

Bead Width	σ_{p1} [MPa]	Change ratio[%]
1.5[mm]	133.7	-
increase 20%	130.7	-2.3
increase 40%	118.7	-11.3
decrease 20%	145.1	8.5
decrease 40%	152.0	13.6

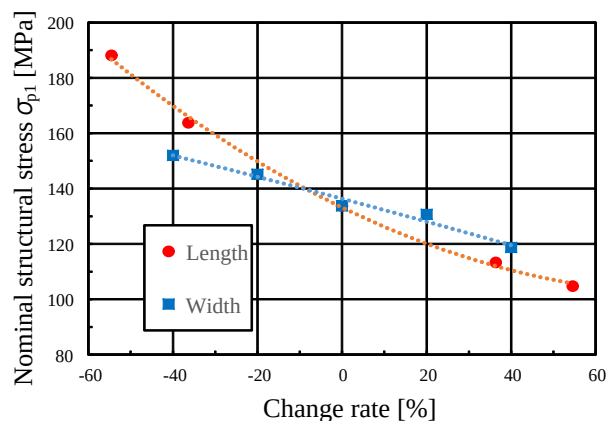


Fig. 6 Maximum principal stress by the increase and decrease ratio of length and width

図 6 にビード幅と長さをそれぞれ増減させたときの最大主応力(公称構造応力)の変化を示す。図 6 より、ビード幅の増減よりも、ビード長さの増減が最大主応力(公称構造応力)の変化に影響を与えることがわかった。

5. 結 言

本研究では、レーザ溶接部を剛体要素とビーム要素からなる粗いメッシュ分割 FE モデルを用い、ビード長さと幅の変化による最大主応力(公称構造応力)への影響を検討した。主な結果を以下に示す。

- (1)最大主応力(公称構造応力)が生じる位置は、ビード長さの変化やビード幅の変化に対して、ほぼ変わらないことがわかった。
- (2)最大主応力値は、ビード幅の変化よりも、ビード長さの変化に対して影響を受けることがわかった。

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)