

K5-29

レーザー溶接構造の公称構造応力算出法

ービード間隔とビード幅に関する検討ー

Method for calculating nominal structural stress of laser welded structure

-Effect of changing Distance between welds and Bead width-

○小高佑登¹, 尾野弘明¹, 金井俊哉¹, 大槻翼², 志村圭介², 岡部顕史³, 富岡昇³*Yuto Kodaka¹, Hiroaki Ono¹, Shunya Kanai¹, Tsubasa Otsuki²Keisuke Shimura², Akifumi Okabe³, Noboru Tomioka³

Recently, a development of the fatigue life prediction technology of weld by CAE is demanded. There is the method to evaluate by the nominal structural stress as one of the fatigue life prediction technology. The nominal structural stress (NS stress) means the maximum principal stress on the circumference of spot weld. And the method to accurately obtain the NS stress was presented in our previous studies. In this study, the NS stress calculation method of spot welding structure was applied to the laser welded structure. This paper is described the effect with regard to changing the distance between welds and the bead width.

1. 緒言

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][3]}. 公称構造応力算出法をレーザー溶接構造に適用し, 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.

レーザー溶接部試験片のビード幅は図 1 に示すように多少の変化が見られ, ビード始端部と終端部でビード幅が異なっていることを確認した. 本研究ではビード間隔と幅を変化させ, 公称構造応力算出法によりビード端部の応力値を求め, ビード間隔とビード幅が公称構造応力に及ぼす影響を検討した.

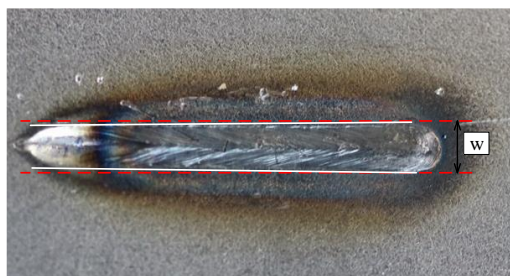


Figure 1. Bead of specimen

2. レーザ溶接部 FE モデル

板幅方向に 3 本の溶接ビードからなる TS 試験片の FE モデルを図 2 に示す. 片側を固定し, もう一方の端に $F_x = 300$ [N]の荷重を加えた.

図 2 の FE モデルにおいて, 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. 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. 左側レーザー溶接部のビード端部を L_1 (左点), L_2 (右点)と示すことにし, 中央レーザー溶接ビード端部を C_1 (左点), C_2 (右点)と示し, 右側レーザー溶接ビード端部を R_1 (左点), R_2 (右点)を示すこととする. ビード長は 7.5[mm]一定とし, ビード間隔 e は 3[mm], 6[mm], 9[mm] 増減させた. ビード幅 w は, $w=1.5$ [mm]を基準に両側へ 0.1[mm], 0.3[mm]増減させた.

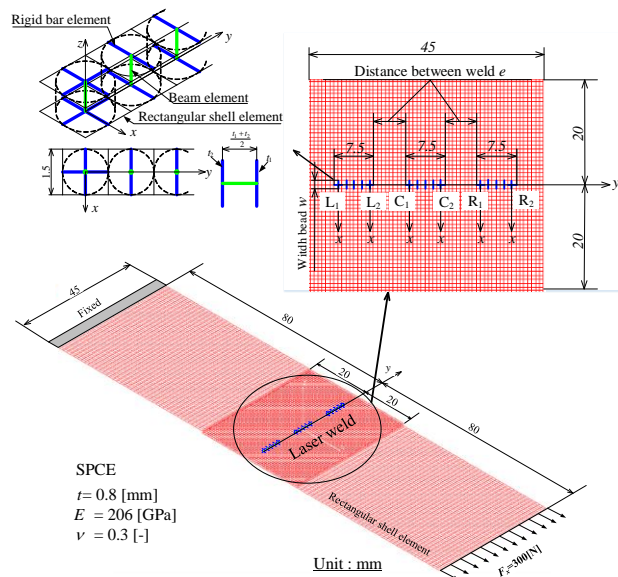


Figure 2. FE model consists of 3 bead laser welds

3. ビード間隔と公称構造応力

図 3 にビード間隔 e を増減させたときの最大主応力値を示す. ビード間隔 e が小さい($e=3$ [mm])とき L_1 で公称構造応力が生じ, ビード間隔 e が大きい($e=9$ [mm])のとき R_1 で公称構造応力が生じることが分かった. ビード間隔 $e=6$ [mm]のとき R_1 で公称構造応力が生じ, 他のビード間

隔のときと比べて最小値となることが分かった。またビード間隔 $e=6[\text{mm}]$ のときはすべてのビード端で生じる最大主応力値はほぼ同じになった。これはすべてのビード端で分担荷重がほぼ同じになったためである。

以上のことから、疲労試験における初期き裂が、ビード間隔 e が $3 [\text{mm}]$ のとき $L_1(R_2)$ から生じ、 $6 [\text{mm}]$ のとき各ビード端から生じ、 $9 [\text{mm}]$ のとき $R_1(L_2)$ から生じることが推察できる。

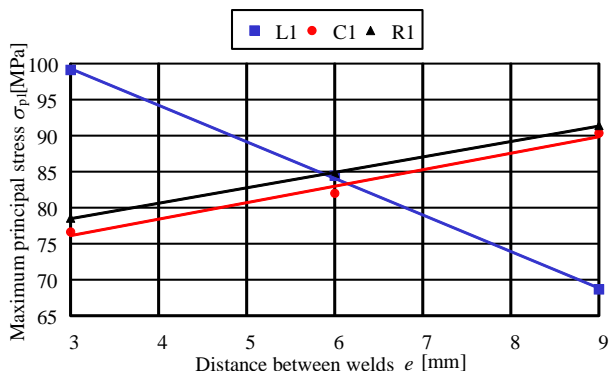


Figure 3. Maximum principal stress by the increase and decrease of distance between welds

4. ビード幅と公称構造応力

図 4, 図 5, 図 6 にビード間隔 e に対するビード幅 w を増減させたときの各ビード端部の最大主応力値を示す。ビード幅 w を大きくすると各点の最大主応力が直線的に減少した。またビード間隔が $6 [\text{mm}]$ でビード幅が $1.8 [\text{mm}]$ のとき、公称構造応力が最小となった。

ビード幅を増減させたとき、 $w = 1.5 [\text{mm}]$ を基準に最大主応力は、 $e = 3 [\text{mm}]$ のとき $+7.14\%$, -7.98% 変化した。 $e = 6 [\text{mm}]$ のとき $+7.12\%$, -7.73% 変化した。 $e = 9 [\text{mm}]$ のとき $+7.50\%$, -7.52% 変化した。よって $e = 6 [\text{mm}]$ のときがビード幅によりによる影響をもっとも受けにくく、 $e = 3 [\text{mm}]$ のとき最も影響を受けることが分かった。全体的にはビード幅を $\pm 0.3[\text{mm}]$ 変化させると公称構造応力値は $\pm 8\%$ 以内で変化することが分かった。

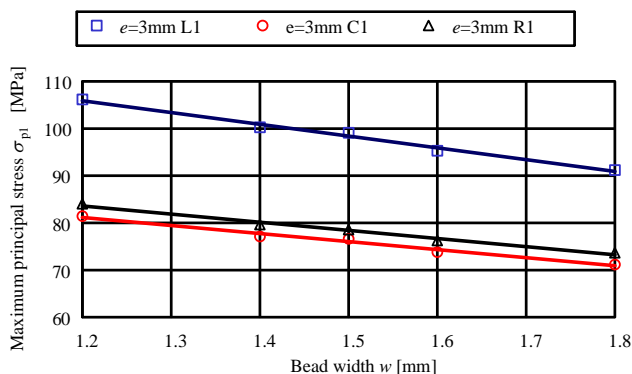


Figure 4. Maximum principal stress and bead width ($e=3\text{mm}$)

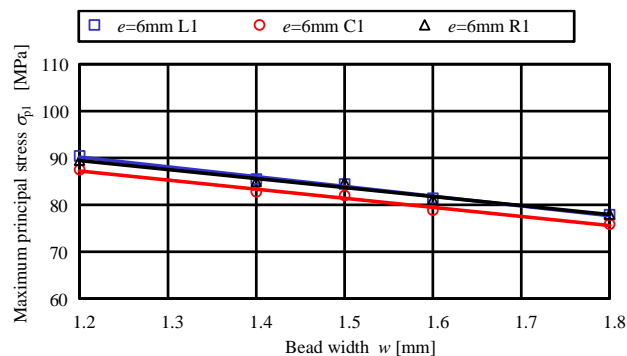


Figure 5. Maximum principal stress and bead width ($e=6\text{mm}$)

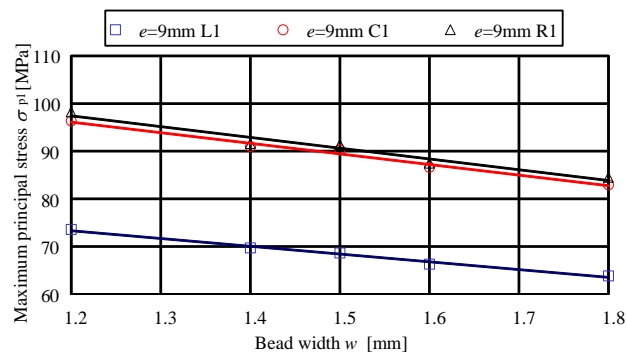


Figure 6. Maximum principal stress and bead width ($e=9\text{mm}$)

5. 結 言

ビード間隔と幅を変化させ、公称構造応力算出法によりビード端部の応力値を求め、ビード間隔とビード幅が公称構造応力に及ぼす影響を検討した。主な結果を以下に示す。

- (1) ビード間隔が $6 [\text{mm}]$ でビード幅が $1.8 [\text{mm}]$ のとき、公称構造応力が最小となった。
- (2) ビード幅を $\pm 0.3 [\text{mm}]$ 変化させたとき、公称構造応力値の値は $\pm 8\%$ 変化することが分かった。

6. 参 考 文 献

- [1] 岡部, 富岡, 沢村: 面内荷重に対するスポット溶接構造の公称構造応力計算法, 自動車技術協会, Vol.35, No.3, pp.187-192 (2004)
- [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)
- [3] 金子, 松浦, 山下, 岡部, 富岡: 公称構造応力によるライン溶接構造物の疲労寿命予測, 自動車技術会, 20166156, pp.816-819 (2016)