

K6-81

スポット溶接構造の公称構造応力算出法 -せん断荷重下でのスポット溶接打点位置におけるバラツキの影響-

Nominal Structural Stress Calculation Method of Spot Welded Structure -Effect on variation of the spot welding position under a shear loading condition-

○平川 雅人¹, 島 成二郎², 岡部 顕史³, 富岡 昇³
*Masato Hirakawa¹, Seijirou Shima², Akifumi Okabe³, Noboru Tomioka³

For the establishment of the spot welded structure fatigue life prediction method by CAE, there is a method of using the nominal structural stress of the spot welding as the evaluation parameter. The nominal structural stress calculation method can obtain the nominal structural stress accuracy by using the general loads and the displacements in the vicinity of nugget. In this study, the effect caused by changing the spot welding position was researched using the LL structure attached by the 5 spot welds.

1. 緒 言

CAE によるスポット溶接構造疲労寿命予測法には公称構造応力を評価パラメータとして用いる方法がある。また、粗いメッシュ分割した FE モデルの解析データ(ナゲット中心に生じる分担荷重とその周辺の変位)を使用して、公称構造応力を精度よく得ることのできる算出法が提案されている。

本研究では、5 点スポット溶接された等厚 LL 構造を対象として、せん断荷重下におけるスポット溶接打点位置のバラツキが及ぼす影響について検討した。

2. 公称構造応力算出法

公称構造応力算出法の概要を図 1 に示す。この手法はナゲットを中心として描いた任意直径 D の円形部を、これと同じ寸法・材質の円板に置き換えて、弾性学の板理論を用いて応力解析し、高精度な応力解を得ようとするものである。

実用的な FE モデルを作成し、解析の結果得られたナゲット中心に位置する分担荷重とその周辺の変位を荷重条件と変位境界条件として用いる。

弾性学の板理論を用いて円板の応力解析を行う場合、板面内の荷重 F_x, F_y, M_z に対しては平面応力問題、面外荷重 F_z, M_x, M_y に対しては曲げ問題として扱い、それらの結果を重ね合わせることで応力や変位を求めることができる。

3. スポット溶接構造 FE モデル

解析対象としたスポット溶接構造の LL 構造を図 2 に示す。等厚の L 形板 2 枚をフランジ部で 5 点スポット溶接したモデルで、上板の端部にせん断荷重 W を作用させ、下板の端部を拘束した。図 2 に示すように各スポット溶接を、中央スポット、左 1 スポット、左 2 スポット、右 1 スポット、右 2 スポットと呼ぶことと

する。中央スポットのみの打点位置を x 軸上において $-15, -7.5, 0, 7.5, 15[\text{mm}]$ と変化させた。

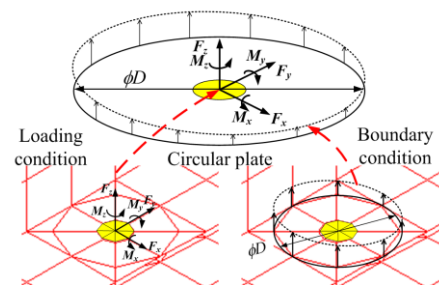


Fig. 1 Method of calculating nominal structural stress

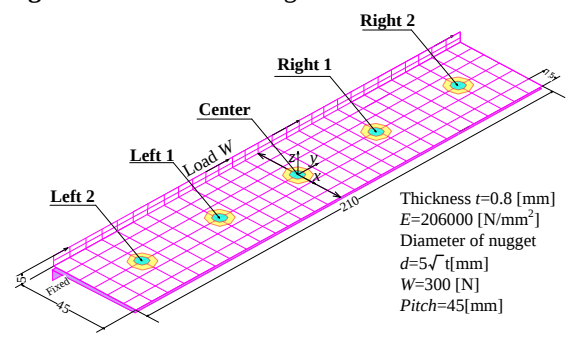


Fig.2 LL model

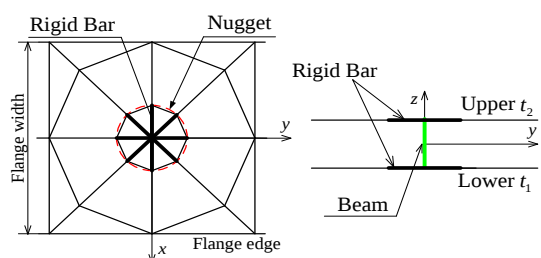


Fig.3 FE model of nugget

ナゲット部については、図 3 に示すような上下板間をナゲット相当の剛性をもつビーム要素で結合したモデルとした。

4. 解析結果

容易に応力解を得られる手法の検討として、以下の 2 つの条件で公称構造応力算出法を用いて応力解を算出した。

- (A) 境界変位を完全拘束(変位を 0)し、無限平板(直径 $D=\infty$)として、分担荷重のみ変化させて応力解を求めた。
- (B) 境界変位を中央スポット打点位置 0[mm]であるときの値で固定し、分担荷重のみ変化させて応力解を求めた。

図 4 は条件(A)での算出した各ナゲット端に生じる最大主応力を示し、図 5 は正解値と条件(B)で算出した各ナゲット端に生じる最大主応力を示す。図 4, 5 ともに正解値として、境界変位を通常値とし、分担荷重を用いて算出した各ナゲット端に生じる最大主応力を示す。なお、左 1 スポットに生じる最大主応力は左 2 スポットよりも 1%程度小さいため、図中では左 2 スポットを示すものとする。また、右側のスポットにおいても同様に右 2 スポットを示すものとする。

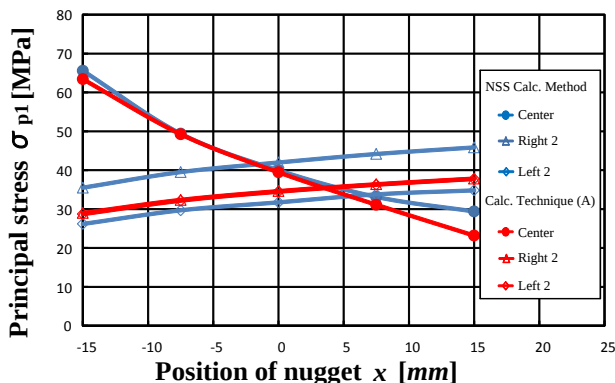


Fig.4 Maximum principal stress calculated by technique (A)

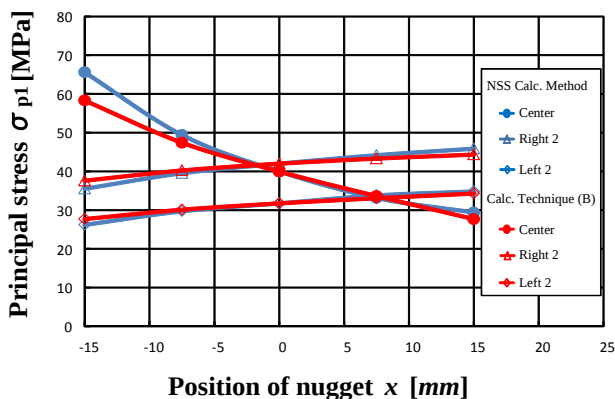


Fig.5 Maximum principal stress calculated by technique (B)

図 4 に示すように境界変位を 0 として分担荷重だけで算出した最大主応力値は正解値と誤差を生じた。図 5 に示すように境界変位を中央スポット打点位置 0[mm]であるときの値で固定し分担荷重のみ変化させて算出

した最大主応力値は正解値と一致し精度よく応力値を得ることができた。

最大主応力が生じるスポット溶接部で、疲労破壊が生じるため、それらのスポット溶接部を対象として中央のスポット溶接部について、ナゲット端円周上の主応力分布を求めた。図 6 はスポット溶接打点位置が -15[mm]のときの正解値と条件(A)と条件(B)で算出したナゲット端円周上の主応力分布を示す。

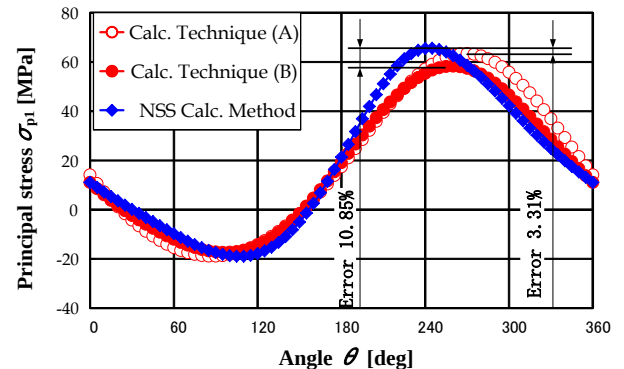


Fig.6 Principal stress distribution (x=-15[mm])

図 6 から条件(A)及び条件(B)で算出した応力分布は正解値と同様の分布傾向が得られた。また、スポット溶接打点位置が 0, 15[mm]のときにおいても同様の結果が得られた。

5. 結 言

5 点スポット溶接された等厚 LL 構造を対象として、せん断荷重下におけるスポット溶接打点の位置によるばらつきが及ぼす影響について検討した。

- (1) スポットをばらつかせた際、左、中央、右スポットの中で最も高い最大主応力が生じるスポットでは、境界変位の値を 0 として分担荷重のみで算出した場合は、応力値の精度は低いが、変化傾向は同じとなった。
- (2) 境界変位の値を中央スポット打点位置の値と固定し、分担荷重を用いて算出した場合は、精度よく応力値を得られることを示した。

参 考 文 献

- (1) 富岡昇, 半田武弘, 岡部顕史: ”ばらつき要因によるスポット溶接の疲労寿命変動”, 自動車技術会論文集, Vol.43, No.4, p.969-974 (2012)
- (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)