

K5-66

スポット溶接継手の疲労寿命に及ぼす打点位置の影響  
Influence of Spot Welding Location on Fatigue Life of Spot Welded Joints

○加藤貴司<sup>1</sup>，加藤大輔<sup>1</sup>，田中大介<sup>2</sup>，富岡昇<sup>3</sup>，岡部顕史<sup>3</sup>

\*Takashi Kato<sup>1</sup>, Daisuke Kato<sup>1</sup>, Daisuke Tanaka<sup>2</sup>, Noboru Tomioka<sup>3</sup>, Akifumi Okabe<sup>3</sup>

In this paper, the influence of spot welding location on fatigue life of two spot welded joints under tensile shear was investigated. The nominal structural stresses  $\sigma_{ns}$  which is a fatigue life evaluation parameter of spot welded structure were calculated and the fatigue test of two spot welded specimen were conducted. The main results were as follows. The nominal structural stress of parallel two spot welded joints is smaller than one of joints with two spot welds arranged in series. The information obtained was verified by the experimental results of fatigue test. Fatigue life of parallel two spot welded joints received the effect of variation of spot welding location.

1. 緒言

薄板スポット溶接構造である自動車車体の製造過程において、スポット溶接は目標とする打点位置をはずれることがあり、これがスポット溶接部の耐久性に影響を与えるため、スポット溶接の打点位置と疲労強度の関係を明らかにすることが求められる<sup>(1)</sup>。

本研究では、2点スポット溶接した引張りせん断継手について、疲労寿命評価パラメータである公称構造応力<sup>(2)</sup>と打点位置との関係を調べ、疲労寿命への影響を明らかにした。

2. 並列継手と直列継手の比較

図1は解析対象とした2点スポット溶接した引張りせん断継手である。負荷の直交方向に対称な打点位置を持つ並列継手と負荷方向に持つ直列継手である。

図2は並列継手と直列継手の公称構造応力(NSS)の比較を示す。同一の板厚とピッチでは、直列継手は並列継手に比べNSSが高い。また  $t=1.2\text{mm}$  の直列継手と  $t=1.0\text{mm}$  の並列継手では、両者のNSSはほぼ等しい。

図3は2点スポット溶接継手の  $\Delta P-N_i$  線図である。 $N_i$ はき裂発生寿命で、圧痕の上にひずみゲージを貼り、ひずみが急激に変化した時点の繰返し数である。並列継手の  $N_i$  は直列継手に比べて長く、図2のNSSと良い相関を示している。

図4は図3をNSS範囲  $\Delta\sigma_{ns}$  で再整理した  $\Delta\sigma_{ns}-N_i$  線図である。 $N_i \leq 10^6$  の回帰曲線を求めると、

$$N_f = 1.94 \times 10^{19} \sigma_{ns}^{-5.18} \quad (1)$$

となる。 $t=1\text{mm}$  の並列継手の疲労寿命を  $N_{i\_pt1}$  とすると、応力比  $\sigma_{ns}/\sigma_{ns\_pt1}$  と疲労寿命比  $N_i/N_{i\_pt1}$  との関係は、(1)式から

$$\frac{N_i}{N_{i\_pt1}} = \left( \frac{\sigma_{ns}}{\sigma_{ns\_pt1}} \right)^{-5.18} \quad (2)$$

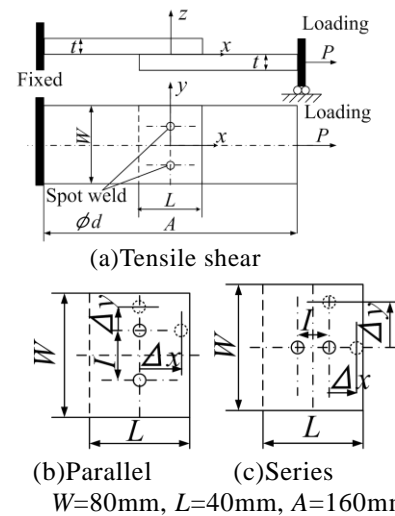


Fig.1 Two spot-welded joints under tensile shear

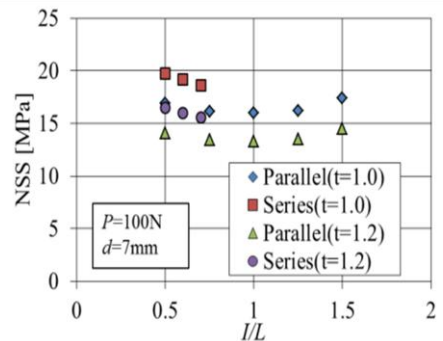


Fig.2 Comparison of parallel and series

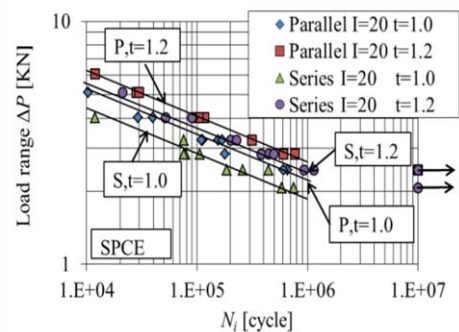


Fig.3 Load range  $\Delta P$  and initiation life of fatigue crack  $N_i$

疲労寿命比  $N_i/N_{i\_pt1}$  を表 1 に示す.  $t=1.2\text{mm}$  の並列継手の疲労寿命は 2.56 倍,  $t=1\text{mm}$  の直列継手の疲労寿命は 0.452 倍となる. 疲労寿命の推定値を図 3 に示すが, 実測値とよく一致している.

### 3. 打点位置による疲労寿命の変動

図 5 は打点位置を一方は固定し, 他方は  $-3\sim 3\text{mm}$  変動させた時の  $\sigma_{ns}/\sigma_{ns\_Ax,Ay=0}$  を示す. ここで,  $I=20\text{mm}$ ,  $t=1.0\text{mm}$ ,  $\Delta x=\Delta y=0$  の時の NSS を  $\sigma_{ns\_Ax,Ay=0}$  とする. 並列継手の場合 NSS が最大で約 8%, 直列継手では約 4% 上昇する.

図 5 の関係を, 打点位置の変動と疲労寿命の減少率で示したものを, 図 6 に示す.

図 6 より, 並列継手の場合, 打点位置が変動するにつれて, 疲労寿命が最大で約 35% 減少している. また直列継手の場合, 疲労寿命の減少は, 最大で約 17% である. このことから, 打点位置の変動による疲労寿命の減少は, 直列継手に比べ, 並列継手の方が大きいと考えられる. また, 直列継手の場合, 打点位置の変動に伴い, 疲労寿命が上昇しているところがある. しかし, 5% 以下と小さいため, 疲労寿命への影響は少ないと考えられる.

図 7 に並列継手 ( $I=20\text{mm}$ ,  $t=1.0\text{mm}$ ,  $\Delta x=5\text{mm}$ ,  $\Delta y=5\text{mm}$ ) の場合の疲労試験結果と疲労寿命が 35% 減少したときの近似曲線を破線で示す. 近似曲線は疲労試験結果のやや下方にあることがわかる. しかし, 図 7 に示すように, 打点位置が 5 mm 変動した場合, 基準の位置との疲労寿命の有異差は見られない.

### 4. 結論

2 点スポット溶接した引張りせん断継手について, NSS と打点位置との関係, さらに疲労寿命と打点位置の関係を調査した.

- (1) 並列継手と直列継手を比較すると, 直列の方が並列に比べ NSS が高い.
- (2) き裂発生寿命に関し, 並列継手は直列継手より長くなり, NSS と良い対応を示した.
- (3) 直列継手は打点位置のばらつきが生じても影響は少ないが, 並列継手はその影響を受け, 最大約 35% 疲労寿命が減少する.

### 5. 参考文献

- (1) 玉置勝敏ほか: 耐久性のロバスト性検討内容について, 自動車技術会「衝突特性・耐久性能と車体ロバスト設計 - 変動要因とロバスト評価手法 - シンポジウム」, No16-11, pp.28-30(2012)
- (2) 岡部, 富岡, 金子, 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, No6, pp145-150 (2005)

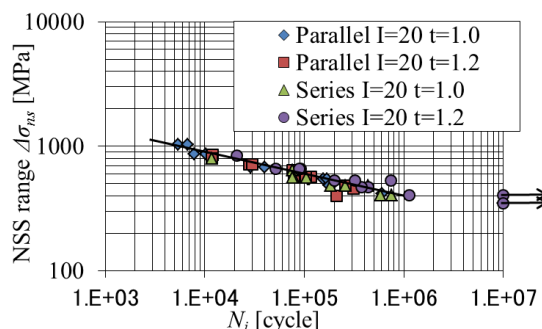


Fig.4 Initiation life of fatigue crack  $N_i$  and NSS range

Table1 Rate of fatigue life

	$t$ [mm]	$\sigma_{ns}$ [MPa]	$\frac{\sigma_{ns}}{\sigma_{ns,t=1}}$	$\frac{N_i}{N_{ip,t=1}}$
Parallel	1.0	16.9	1	1
	1.2	14.1	0.834	2.56
Series	1.0	19.7	1.17	0.452
	1.2	16.5	0.976	1.13

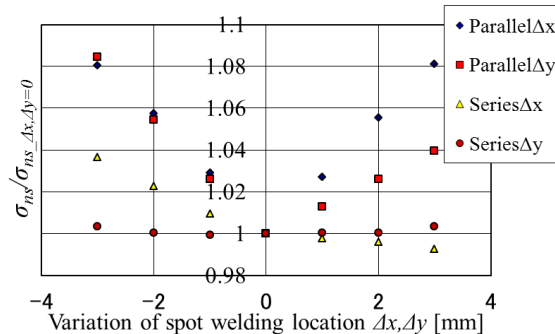


Fig.5 Relation between variation spot welding location and  $\sigma_{ns}/\sigma_{ns\_Ax,Ay=0}$

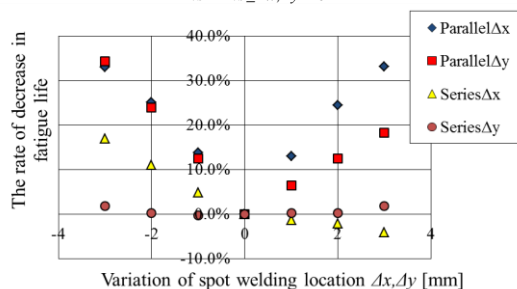


Fig.6 Relation between variation spot welding location and the rate of decrease in fatigue life

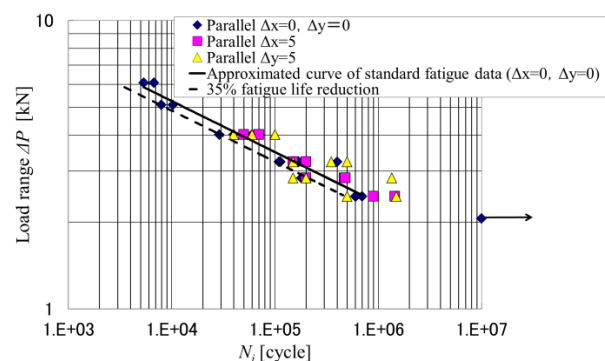


Fig.7 Influence of the variation in the spot welding position to fatigue life.