

K5-27

SD-02 車体接合部の簡易疲労試験片の検討 Study on simple fatigue test specimen of vehicle body joints

○サガル オマール¹, 張家瑞¹, 佐藤大旺², 富岡昇³, 岡部顕史³
Omar Sagar¹, Jiarui Zhang¹, Hiroaki Sato², Noboru Tomioka³, Akifumi Okabe³

In this study, the reproducibility of fatigue life characteristics due to variation in nugget diameter was examined for simplified specimen, which was proposed by Okubo for a single hat member subjected to cyclic torsion loading. As a result, it was found that the simplified specimen can reproduce the influence on the fatigue life due to the variation of the nugget diameter in the single hat member.

1. 緒言

実際の車体構造の接合部には、引張り、せん断、曲げ、ねじりの4成分が同時に作用する複合負荷状態である。青山ら⁽¹⁾⁽²⁾は実構造の再現すべき要件は、接合部に加わる入力4成分、接合部周辺の変形モードと接合部の応力分布の3つとし、簡易試験片の提案を行なっている。入力4成分それぞれがナゲット端に発生する最大主応力である公称構造応力を、固定支持円板の板理論による解析により求めているが、ナゲット周辺の変形特性が実状態と異なり、高い精度の解が得られない。そのため、岡部ら⁽³⁾は公称構造応力を算出する手法を提案し、大久保⁽⁴⁾はFEシェル解析で得られた境界変位を分離し、分担荷重成分ごとの応力分布を求める手法（分離法と呼ぶ）を提案した。この分離法を応用し、新たに考案したスポット溶接の簡易試験片作成コンセプトから、実構造部材を模擬した片ハットねじり部材の簡易試験片を作成した。

自動車車体の製造過程では、打点位置やナゲット径のばらつきが生じ、これらが接合部の疲労寿命に与える影響を検討することが必要である。

本研究では、上記の簡易試験片は片ハットねじり部材のナゲット径のばらつきが疲労寿命に与える影響を再現しているか、その再現性を検討した。

2. 簡易試験片作成コンセプト

実構造の疲労強度評価対象部位にあるスポット溶接部の疲労現象を再現する簡易試験片の満たすべき要件は次の二つとした。

- ・スポット溶接部に作用する分担荷重の再現
- ・スポット溶接端の主応力分布の再現

この二つの要件を満たすように以下の手順で簡易試験片の形状を決定する。

- (1) 再現する部材のFEシェル解析を実施し、分担荷重を求め、分離法⁽⁴⁾を用い各分担荷重が公称構造応力にどの程度寄与しているか調べる。
- (2) 得られた部材の分担荷重と公称構造応力への寄与率および溶接端の主応力分布を再現するように、打点数、打点位置を含めた簡易試験片の形状を次の二段階で決定する。
 - ① 寄与率の高い分担荷重に着目し、簡易試験片のおおよその形状を決定する。
 - ② 全分担荷重より、簡易試験片の形状を決める。

3. 片ハットねじり部材の簡易試験片

実構造部材を模擬した片ハットねじり部材(以下部材試験片)を図1に示す。荷重は $\Delta M=100[\text{N}\cdot\text{mm}]$ とした。また、2章のコンセプトに従って作成した簡易試験片を図2に示す。図1、図2に示す黒点の上板は解析対象のスポット部であり、径は $d=4.46[\text{mm}]$ とした。分担荷重を図3、分担荷重の公称構造応力への寄与率を図4、主応力分布を図5に示す。簡易試験片は片ハットねじり部材の分担荷重、寄与率、主応力分布をよく再現している。

図6に片ハットねじり材と簡易試験片の疲労寿命の関係を示す。図6より、部材試験片と簡易試験片の疲労寿命は良い一致を示している。

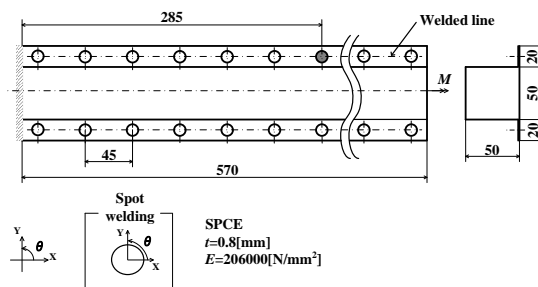


Fig.1 Single hat specimen

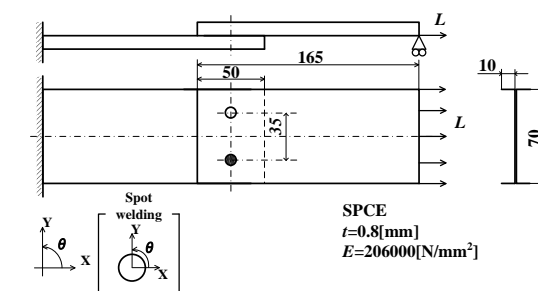
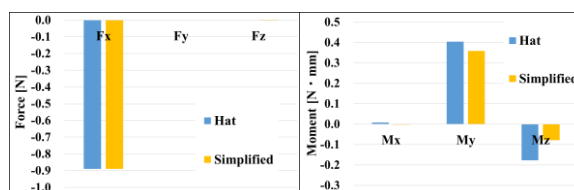


Fig.2 Simplified specimen for single hat torsion



(a) Force (b) Moment
Fig.3 Components of general loads

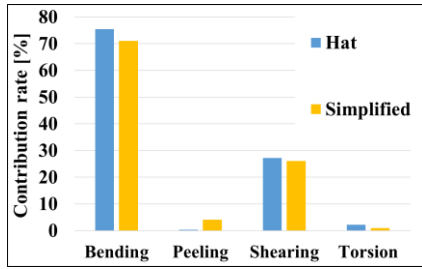


Fig.4 Principal stress contribution rate

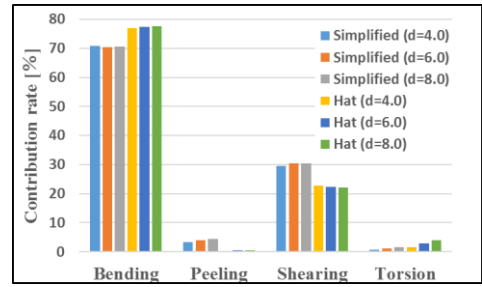


Fig.8 Principal stress contribution rate

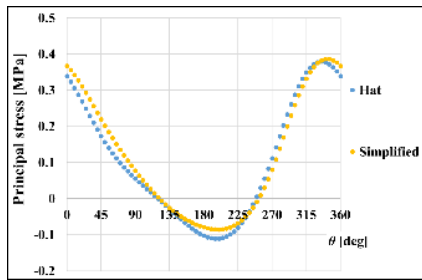


Fig.5 Principal stress distribution

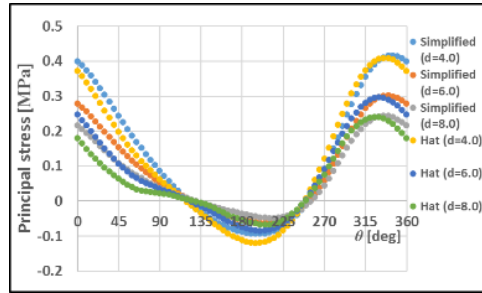


Fig.9 Principal stress distribution

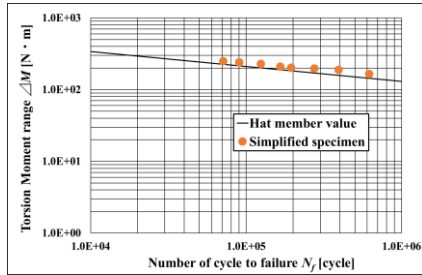


Fig.6 Moment range and number of cycle failure

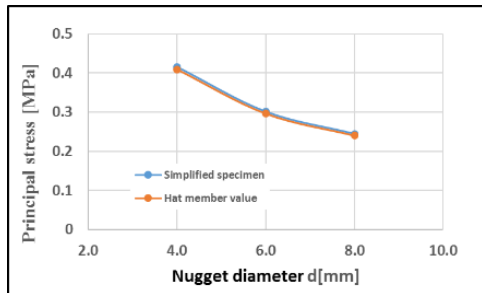
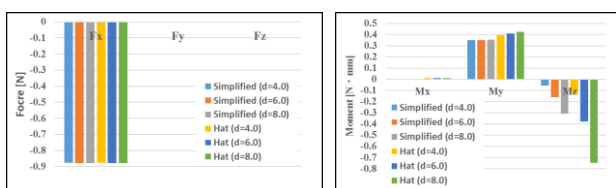


Fig.10 principal structural stress and nugget diameter

4. ナゲット径のばらつきの再現性

図 1, 図 2 に示す部材試験片及び簡易試験片の全ての径をそれぞれ $d=4.0, 6.0, 8.0$ [mm] とし, 解析を行った. 解析対象のスポット部の分担荷重を図 7 に示す. 分担荷重は, せん断力 F_x , 曲げモーメント M_y , ねじりモーメント M_z の三成分が大きい. 分担荷重の公称構造応力への寄与率を図 8 に示す. 曲げモーメント M_y とせん断力 F_x の割合が大きい.

図 9 に全分担荷重による主応力分布を示す. 図 9 より, 部材試験片及び簡易試験片の各径の全分担荷重の主応力を比較すると, 良い一致を示している. 公称構造応力とナゲット径の関係を図 10 に示す. 部材試験片及び簡易試験片の公称構造応力は良い一致を示している. 両試験片ともに径が増加するに従い, 公称構造応力の値は減少する傾向がみられ, 径が変動した場合でも簡易試験片は部材試験片の再現性を満たしていると言える.



(a) Force (b) Moment

Fig.7 Components of general loads

5. 結言

片ハットねじり部材試験片の簡易試験片について, ナゲット径のばらつきが生じた際の疲労寿命に与える影響を解析より検証した. その結果, 径のばらつきが生じた場合でも簡易試験片は, 部材試験片の疲労寿命の与える影響を再現できることがわかった.

参考文献

- (1) Aoyama, T., et al., A Proposal on Fatigue Strength Test for Car Body Structure, 2014 JSAE Annual Congress(Spring) Proceedings, No.76-14, pp.13-16.
- (2) 江口達也, 横手芳樹, 西村仁孝, 村田篤紀, 日下部雅幸, 中島勝己, 吉田裕一, 中山英介, 湯浅卓也, 中丸敏明, 新たな接合評価試験による各種接合の評価, JSAE SYMPOSIUM No.05-13,P.47-53(2013)
- (3) 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, November 2005,P145-150
- (4) 大久保翔悟, 車体接合部の簡易疲労試験片作成方法の提案, 日本大学大学院理工学研究科機械工学専攻修士論文(2018)