K5-68

車体構造のための接合疲労試験の提案

A Proposal on Fatigue Strength Test for Car Body Structure

大久保翔悟[1]，○大山朝久[1]，趙源[1]，鷲尾将輝[2]，冨岡昇[3]，岡部顕史[3]
Shogo Okubo[1], Tomohisa Ohyama[1], Yuan Zhao [1], Masaki Washio[2], Noboru Tomioka[3], Akifumi Okabe[3]

This paper states the method of fatigue test using simple-shape specimens, which are aiming at reproducing vehicle`s operating condition under complex loads. The two U-shaped steel plates jointed by 4 spot welding were used as fatigue test specimen for reproducing single hat box section beam under torsion. The design concept of a simple test specimen is that the general loads, the principal stress distribution at nugget edge and the displacement distribution around the nugget are the same as those of box members. This concept is shown that it is possible to design a simplified specimen to reproduce the actual fatigue mode.

1. 緒言

従来から接合部の強度特性評価にはクロステンションとラップシェア試験片が用いられている．しかし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 成分複合負荷がかかる．よって信頼性の高い評価をするために実機に近い 4 成分複合負荷下で強度特性評価が出来る試験片と試験法の検討を行う必要がある．

本研究では有限要素解析モデルを用いてスポット部の主応力の分布，たわみ，荷重下における分担荷重 4 成分の関連性について調査し，簡易試験片の検討を行った．

2. 実機を再現する新たな試験法の考え方

2.1 実構造体を代表する部材試験片

検討の衝とする実機に相当する試験片を「部材試験片」, 部材試験片の疲労特性の再現を目的として思案する試験片を「簡易試験片(model 1)」とする．以下に部材試験片を図 1 に示す．

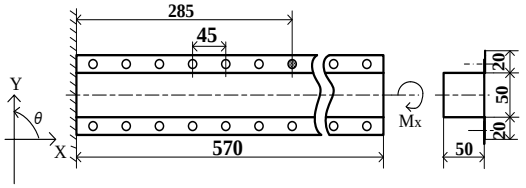


Fig.1 Single hat specimen for torsion

部材試験片は板厚 t=0.8[mm]，ナゲット径 d=4.46[mm] のスチール材である．左端を完全固定し，右端にねじりモーメント Mx[N·mm]を作用させる．解析するスポット点は，試験片をシェル要素でモデル化し，点接合部は 4 成分抽出できるように梁要素と剛体要素を用いた．また，接合部周辺のシェル要素の変位量を等間隔に抽出できるように, 正八角形のメッシュとした(簡易試験片も同様)．

2.2 簡易試験片のコンセプト

コンセプトとしてナゲット端の主応力分布，その周辺の変位分布，分担荷重が部材試験片と一致するように考えた．そこで，簡易試験片はコの字型を採用し打点数を 4 つとし，荷重負荷点は打点中心とした．簡易試験片を図 2 に示す．

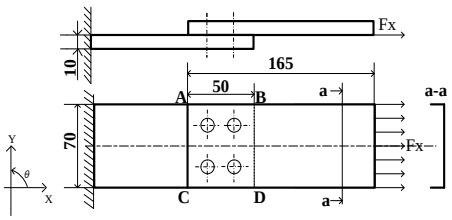


Fig.2 Simplified specimen

簡易試験片は板厚 t=0.8[mm], ナゲット径 d=4.46[mm] である．左端を完全固定し，右端に引張り荷重 Fx[N] を作用させる．

また，打点位置がずれた時の応力の状態を調べるために基準(model 1)の他に 3 種類の打点位置をずらしたモデルを思考し上板のスポット部の解析を行った．(図 3) 表 1 にスポット点間隔，荷重を示す．

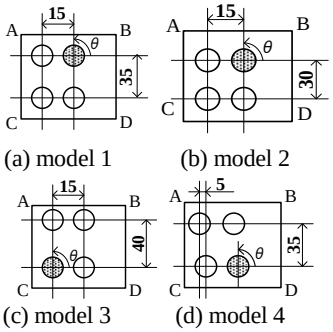


Fig.3 Welding point of simplified specimen

Table.1 Welding point and loading condition

	打点間隔		荷重	
	X方向	Y方向	方向	負荷点
model 1	**15**	**35**	X	打点中心
model 2	**15**	**30**	X	打点中心
model 3	**15**	**40**	X	打点中心
model 4	**15**	**35**	X	打点中心

1：日大理工・学部・機械　2：日大理工・院（前）・機械　3：日大理工・教員・機械

解析時の荷重設定は，部材試験片と簡易試験片の主応力値の最大値が一致するように，部材試験片にねじりモーメント *Mx* =100[N·mm]，簡易試験片に引張り荷重 *Fx*=2.62[N]を負荷した．

3. 解析結果

図 4 に部材試験片と簡易試験片の変位分布を示す．図 4 より双方の変位分布は類似している．

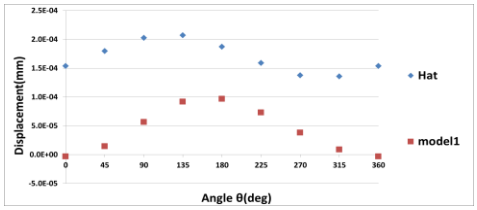


Fig.4 Displacement of hat specimen and simplified specimen

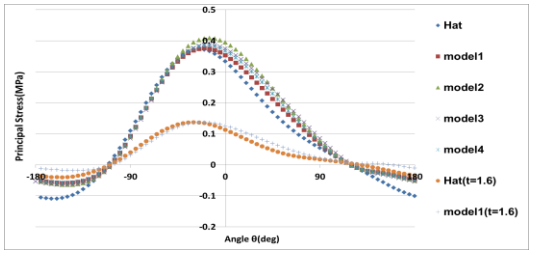


Fig.5 Relation between Principal Load and angle

図 5 に部材試験片と簡易試験片の主応力の分布を示す．図 5 より，簡易試験片 model 1 は部材試験片の主応力分布を再現できていることが分かる．また，打点位置のずれは主応力分布に影響しない．図 5 に板厚 t=1.6[mm]，ナゲット径 d=6.32[mm]の結果も示すが，板厚が増しても応力分布は再現されている．

点接合部では，引張り荷重，せん断荷重，ねじりモーメント，曲げモーメントの 4 成分が発生する．これらの 4 成分それぞれによる主応力を求め，各分担荷重による主応力の比率を比較した．その結果を図 6 に示す．縦軸には 4 成分の平均値で除した値，(正規化応力)を用いた． これにより 4 成分を同一条件での比較が可能になる．

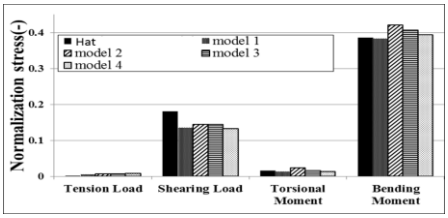


Fig.6 Balance of component force

図 6 より，部材試験片と簡易試験片の正規化応力の比率がほぼ等しく，曲げモーメントの正規化応力が最も大きい． このことから，簡易試験片の分担荷重を再現できていると言える．

4. 簡易試験片の疲労試験結果

疲労試験によって生じた亀裂を観察すると，図 7 のようにスポット点を中心にハの字に進行した．これは部材試験片にねじりモーメントを付加した場合と同様である．

図 8(a)の簡易疲労試験の結果から，Hat 材の寿命を予測した結果を図 8(b)に実線で示す．簡易試験片による予測値は部材の実験値と良い対応を示している．

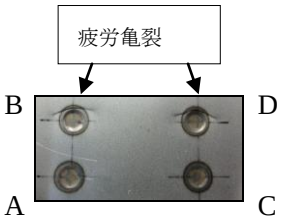
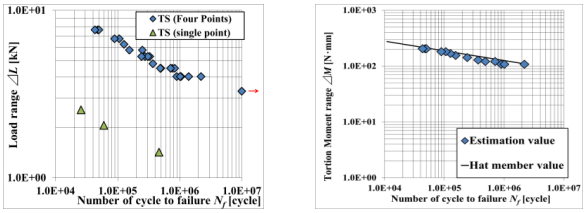


Fig.7 Crack position of Simplified specimen



(a)　(b)

Fig.8 Load and Moment range- Number of cycle to failure

5. 結言

4 成分複合荷重下での疲労試験を行うための簡易試験片について検討し，その結果，以下のことが得られた．

（1）簡易試験片によって部材試験片のナゲット端の主応力分布，その周辺の変位分布，分担荷重が再現可能である．

（2）引張による疲労試験で発生した亀裂は，部材試験片にねじりモーメントを付加した場合と同様になる．

（3）部材試験片の疲労寿命は簡易試験片の疲労寿命より予測できる．

6. 参考文献

1）青山知弘　ほか，車体構造のための接合疲労試験の提案，自動車技術会春季学術講演会前刷集，20145184 (2014)

2）江口達也　ほか，新たな接合評価試験による各種接合の評価，自動車技術会シンポジウム，20134803(2013)