

板曲げ疲労試験を用いた面外ガセット継手の疲労特性

芝浦工業大学 学生会員 ○澁谷友哉 藤堂泰生 穴見健吾
法政大学 正会員 内田大介
関西大学 正会員 石川敏之

1. はじめに

近年、写真-1 に示すような高速かつ安価な疲労試験を実施できる板曲げ疲労試験機が開発され、その試験によるデータの蓄積もなされてきている。しかし、板曲げ疲労試験による疲労試験データには不明点も多く、特に面外ガセット継手では、疲労強度が1 等級程度引張疲労試験より低いという報告もある。本研究では、板曲げ疲労試験による面外ガセット継手の疲労特性を引張疲労試験データと比較検討し、蓄積データのより広い活用に至ることを目的とする。

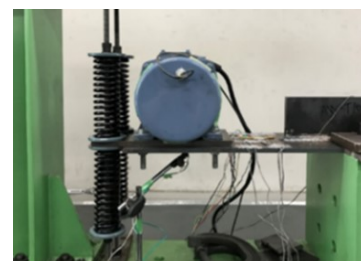


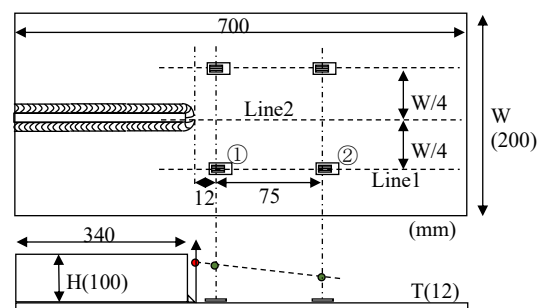
写真-1 板曲げ疲労試験機による面外ガセットの疲労試験

2. 板曲げ疲労試験の疲労特性

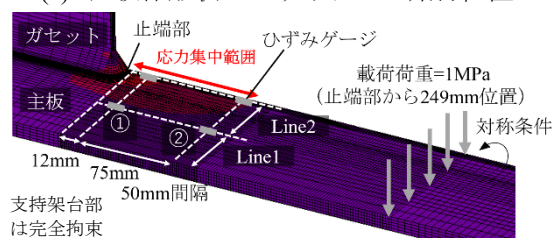
面外ガセット継手試験体の板曲げ疲労試験データと引張疲労試験データが異なる原因として、以下の3つの板曲げ疲労試験の疲労特性が考えられる。(1)偏心錘付きモーターの回転により生じる遠心力を利用して载荷するため载荷荷重が不明であることに加え、応力集中範囲の広い面外ガセット継手では公称応力の測定位置が明確にされていない。(2)従来多く用いられている小型引張疲労試験体よりも大型な試験体を使用しており、止端部の応力集中が大きくなる。(3)き裂がガセット下に潜り込む現象が見られることや、試験体が破断する前の適当なき裂長さで試験を終了させる。

3. 板曲げ疲労試験の公称応力算出方法について

载荷荷重が不明である板曲げ疲労試験では、公称応力をひずみゲージにより測定して求めている。例えば、図-1(a)中 Line1 の①,②に貼付したひずみゲージより得た応力を止端部位置まで外挿した値を公称応力としている例もある。図-1 に示す試験体(主板厚 10mm、主板幅 200mm、ガセット高さ 100mm)の長手方向応力分布について実測と FEM 解析(同図(b))により検討を行った。図-1 に示す Line1 及び Line2 の長手方向応力分布を図-2 に示す(Line2 の止端部から 87mm 位置の実測値と解析値が一致するように解析の荷重を調整した)。実測値と解析値が良く一致していることが分かる。主板幅中央(Line2)の応力集中の範囲が広く、Line2 から公称応力を推定する場合、止端部から 60mm 程度以上離れた2 点の応力値より止端部へ外挿することが必要である(主板幅 300mm では応力集中の範囲が広がり 70mm 程度以上の2 点となる)。また、前述した①,②のひずみゲージを用いて公称応力を算定した場合は、梁理論より求めた公称応力より小さい傾向となり、その比(公称応力比)を板曲げ疲労試験体の形状毎にまとめたものを表-1 に示す。



(a) 試験体形状とひずみゲージ貼付位置



(b) FEMモデルと長手方向応力分布

図-1 面外ガセット試験体の板曲げ試験時の公称応力算定法とFEMモデル化

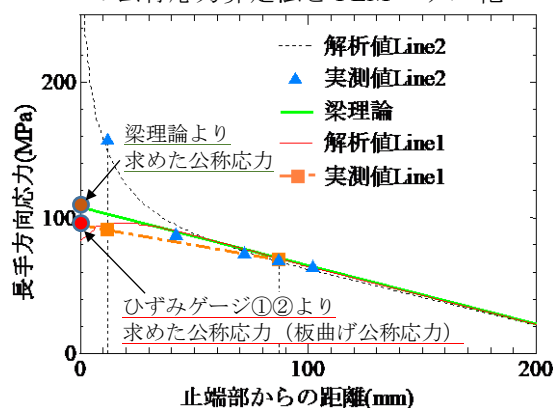


図-2 実験結果と解析結果の比較

キーワード：板曲げ疲労試験、面外ガセット継手、応力集中、公称応力、ホットスポット応力

連絡先：〒135-8548 東京都江東区豊洲 3-7-5 芝浦工業大学工学部土木工学科 TEL:03-5859-8352 e-mail: anami@sic.shibaura-it.ac.jp

表-1 公称応力比

梁理論により求めた公称応力 / 板曲げ疲労試験で定義された公称応力				
(mm)	T=10	T=12	T=16	T=25
W=200	1.12	1.11	1.09	1.06
W=300	1.19	1.18	1.15	1.11

4. 既往の試験データの公称応力を用いた整理

文献 1)2)及び本研究で行った主板幅 200mm 試験体の板曲げ疲労試験データ（溶接ビードから 10mm 離れた位置までき裂が進展した繰返し回数 N10 で整理）と既往の引張疲労試験データ 3)を比較した結果を図-3 及び図-4 に示す。図-3 は前述したゲージ①,②を用いた手法で求めた公称応力を用い、図-4 は表-1 に示した公称応力比を用いて補正した公称応力を用いて整理している。なお、両図とも面外曲げ载荷の補正係数である 4/5（曲げ補正係数）を板曲げ疲労試験データの公称応力に乗じている。公称応力比を乗じることにより板曲げ疲労試験データと引張疲労試験データとの差異は小さくなるものの、引張疲労試験の中でも大型な試験体のデータが存在する引張疲労試験データの下限付近よりも若干低い位置に板曲げ疲労試験データがプロットされている。

5. ホットスポット応力を用いたデータ整理

図-5 は継手寸法が止端部応力集中に及ぼす影響を FEM 解析により求めたものである。引張疲労試験体（主板厚 12mm）ではガセット長さ、主板幅が大きくなるに伴い応力集中係数が大きくなる傾向があるが、それらと比較しても板曲げ疲労試験体では応力集中係数が非常に大きいことが分かる。そこで応力集中の差異の疲労強度への影響を評価できるとされているスポット応力を用いて、図-3 の板曲げ疲労試験データを再整理した。文献 3)に示される種々のホットスポット応力算定法を用いた評価の中で、最も疲労試験結果のばらつきが小さくなった、止端部から 4mm 位置と 10mm 位置の応力を用いて止端部に外挿する手法を用いて整理し、板曲げ補正係数を乗じたものが図-6 である。応力集中の差異を考慮することで、板曲げ疲労試験データと引張疲労試験データは良く一致した。

参考文献

- 1)JSSC テクニカルレポート No.106, 2015
- 2)JSSC テクニカルレポート No.115, 2018
- 3)穴見他：構造工学論文集 Vol.60A, pp.651-660, 2014

謝辞

本研究は日本鋼構造協会「鋼橋の強靱化・長寿命化研究委員会疲労強度研究部会」の活動の一環として行われました。

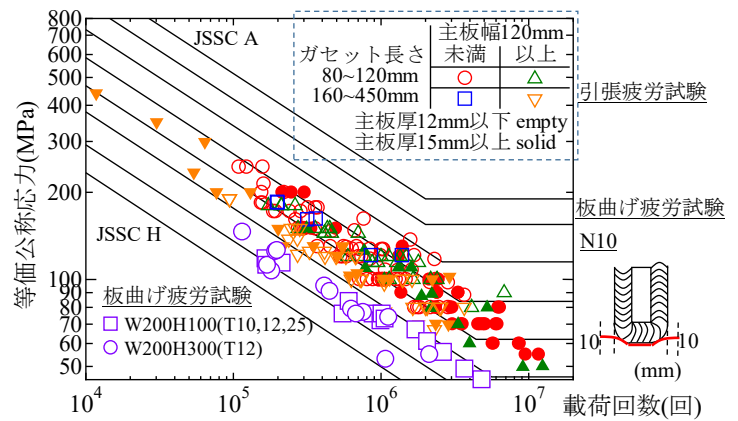


図-3 曲げ補正係数を用いて整理した疲労強度

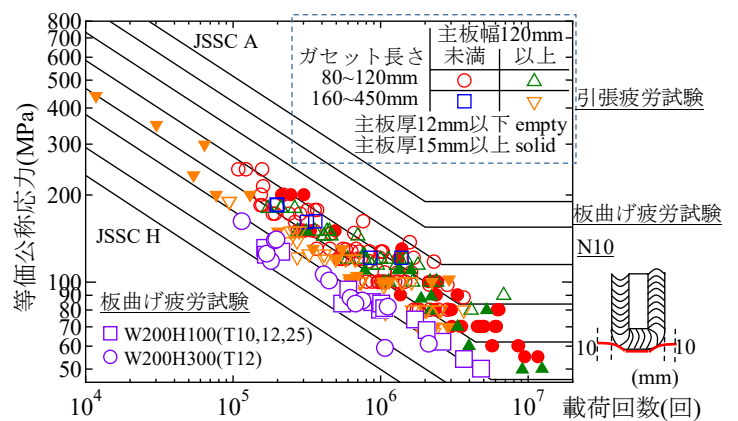


図-4 公称応力比・曲げ補正係数を用いて整理した疲労強度

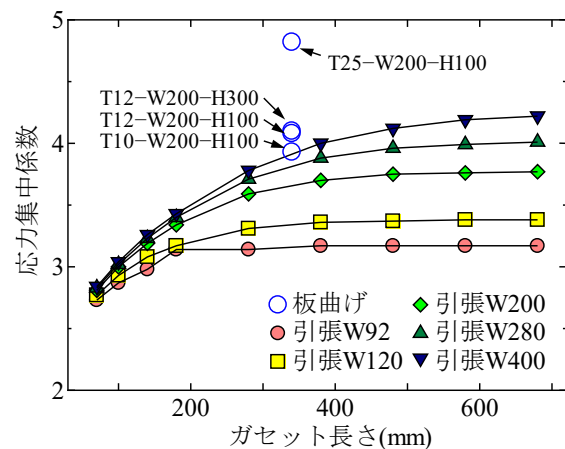


図-5 応力集中係数の比較

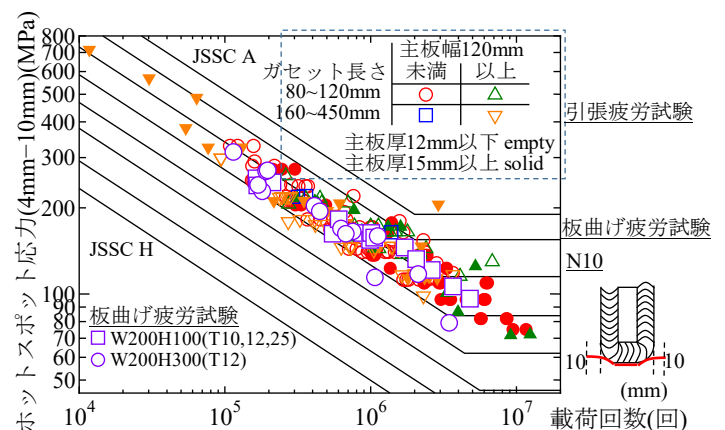


図-6 ホットスポット応力・曲げ補正係数を用いて整理した疲労強度