

グラインダー処理形状が面外ガセット溶接継手の疲労強度に与える影響

名古屋大学 学生会員 ○坪井 龍一 名古屋大学 正会員 館石 和雄
名古屋大学 学生会員 伊藤 功 芝浦工業大学 正会員 穴見 健吾

1. はじめに

溶接継手の疲労強度向上を目的とした手法の一つであるグラインダー処理は、処理作業者によってその効果がばらつくなどの問題点が存在している。その原因の一つとして、図1に示すような曲率半径や処理深さなどの溶接止端処理形状に明確な基準が設けられていないことが挙げられる。本研究では、止端処理形状を意図的に変化させた面外ガセット溶接継手において疲労試験を行い、グラインダー処理形状が溶接継手の疲労強度に与える影響について実験的に明らかにした。また、グラインダー処理を施した処理部に直接ひずみゲージを貼付けることで局部応力を求め、それによって溶接継手の疲労強度を評価する方法についても併せて検討した。

表1 止端処理部の形状

試験体	処理条件	
	曲率半径 r	処理深さ d
SM490YA SM570TMC	As-welded	
	5mm	1.1mm
	5mm	1.5mm
	8mm	1.5mm

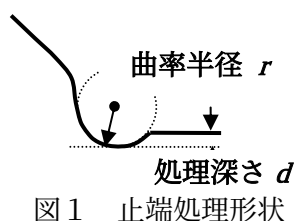


図1 止端処理形状

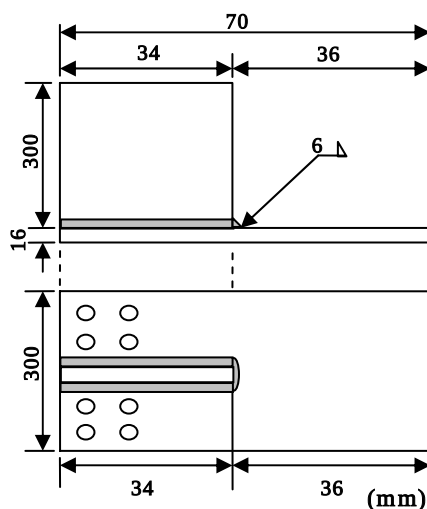


図2 試験体の形状及び寸法

2. 疲労試験

試験体の継手形状と寸法を図2に示す。試験体は異なる2種類の鋼材による面外ガセット溶接継手を用いた。疲労試験には板曲げ振動疲労試験機¹⁾を用いた。応力比はほぼ0とした。表1に処理部の形状を示す。

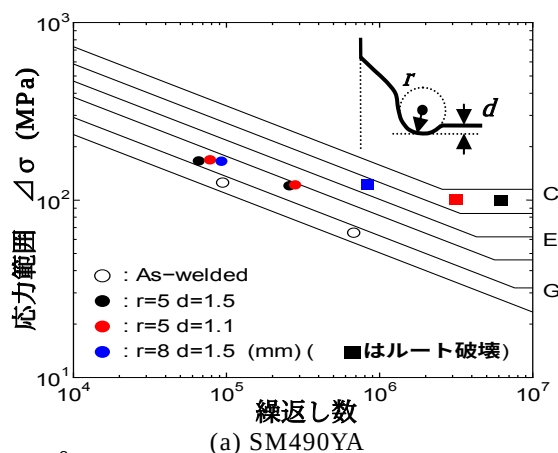
疲労試験結果を図3に示す。試験結果は母材へき裂が進展し始める際の繰返し数を用いて整理した。処理深さ1.5mmの結果を比較すると、曲率半径が大きい場合の方が疲労強度が高くなっている。曲率半径が同じで処理深さが異なる場合、疲労強度の差は小さい。また、SM570TMCの場合の方が若干ではあるが疲労強度が高い傾向が読みとれる。

3. 局部応力を用いた疲労強度評価法

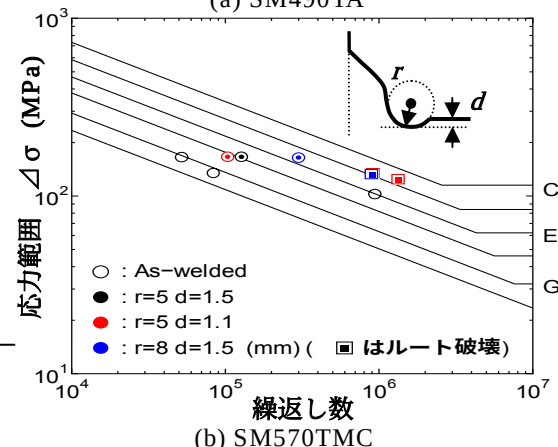
グラインダー処理部に直接ひずみゲージを貼付けることで、き裂が発生する位置の局部応力を求め、それにより疲労強度を評価する方法について検討した。まず、処理部に生じる局部応力の傾向を把握するために本試験体を模擬した面外ガセット溶接継手についてFEM解析を行った。解析モデルおよび境界条件を図4に示す。境界条件は、対称面上およびボルト接合部の変位を拘束した。荷重条件は、疲労試験と同じ条件となるよう、主板上に鉛直荷重と曲げを与えた。解析モデルは1/2モデルとし、ヤング係数は200GPa、ポアソン比は0.3とした。図5に実験から得られた応力と解析より得られた応力との比較を示す。横軸にリブからの距離をとり、縦軸に試験体の主板上板幅中央における長手方向の応力分布を示している。図より解析値と実験値がおおむね一致していることがわかる。図6に、処理部に直接貼付けたひずみゲージより得られた局部応力を用いて整理したS-N線図を示す。また、

キーワード グラインダー処理, 曲率半径, 処理深さ, 局部応力

連絡先 〒464-8601 愛知県名古屋市不老町 TEL052-789-4620



(a) SM490YA



(b) SM570TMC

図3 処理形状が疲労強度に与える影響

参考までに JSSC の A 等級の曲線もともに示した. SM490YA と SM570TMC を比較すると, わすかながら SM570TMC の疲労強度の方が大きくなった. 全体としてすべての結果が比較的狭い帯域に入っており, このような整理方法が有効である可能性がある.

さらに, As-welded 試験体の疲労強度を推定するために, グラインダー処理試験体から得られた局部応力と As-welded 試験体の止端部に働く局部応力との関係について検討した. これは, 既設構造物の疲労強度評価に際して, 溶接部の一部をグラインダーで削り込み, そこで直接応力を計測し, それをホットスポット応力などに代わる参照応力として使用することの可能性について検討するためである.

曲率半径, 処理深さ, 板厚をパラメータとした約 80 種の解析モデルを作成し, 曲率半径, 処理深さ, 板厚が応力集中係数に及ぼす影響を検討した. その結果を用いて回帰分析を行い, グラインダー処理部の応力から As-welded 試験体の止端部に生じる局部応力を推定する以下の式を得た.

$$\sigma_{local} = (0.077 \cdot r_{Aw}^{-0.31} \cdot r_G^{0.99} \cdot d^{-0.11} \cdot t^{0.11} + 1) \sigma'_{local} \quad (1)$$

σ'_{local} : 処理部に生じる局部応力

σ_{local} : As-welded に生じる局部応力

r_G : 処理部の曲率半径(mm), d : 処理深さ(mm)

r_{Aw} : As-welded の曲率半径(mm) t : 板厚(mm)

図7に推定式と解析より得られた σ_{local} と σ'_{local} の比を比較した結果を示す. 両者は良く一致しており, 推定式は十分な精度を有していると言える. この式を用いてグラインダー試験体に対して測定された処理部の応力から As-welded 試験体の止端部の局部応力を算出し, それにより疲労試験を整理した結果を再び図-6 に示す. As-welded 試験体の疲労強度の方がグラインダー処理のものよりも高めている. しかし両者の差はそれほど小さくなく, グラインダー処理部の応力から As-welded の溶接部の疲労強度を推定できる可能性が示されたといえる. 今後式(1)の精度を高めることにより, さらにその可能性について検討を行う予定である.

4. まとめ

グラインダー処理を施した面外ガセット溶接継手に対し疲労試験を行い, 処理深さによる影響は小さく曲率半径による影響がより大きいことを確認した. また, グラインダー処理部に直接貼付けたひずみゲージはおおむね処理部に生じる局部応力により, グラインダー処理試験体および As-welded 試験体の疲労強度を推定する手法を提案し, その可能性を明らかにした.

参考文献

- 1) 山田, 小園江ら: 垂直補剛材と鋼床版デッキプレートのすみ肉溶接の曲げ疲労試験, 鋼構造論文集, 第14巻第55号, pp.1-8.

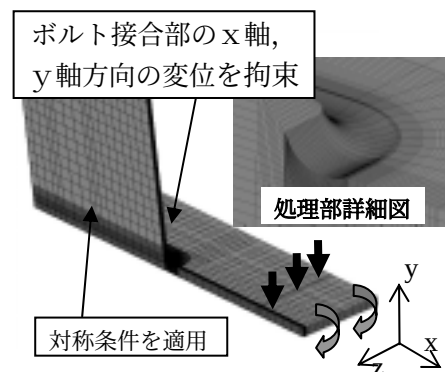


図4 解析モデル

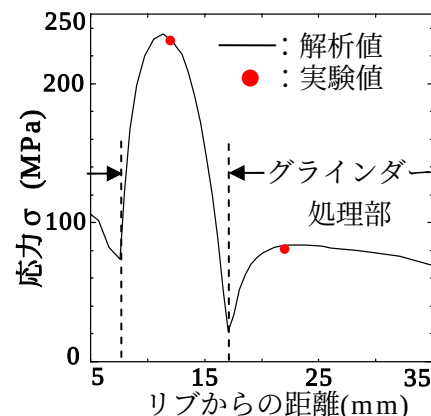


図5 実験値と解析値の比較

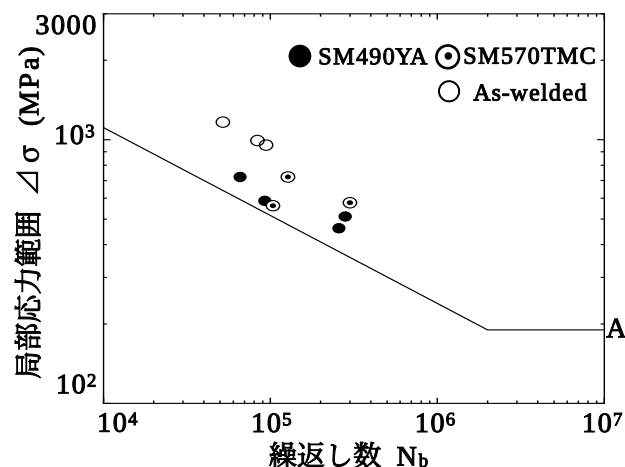


図6 局部応力で整理された S-N 線図

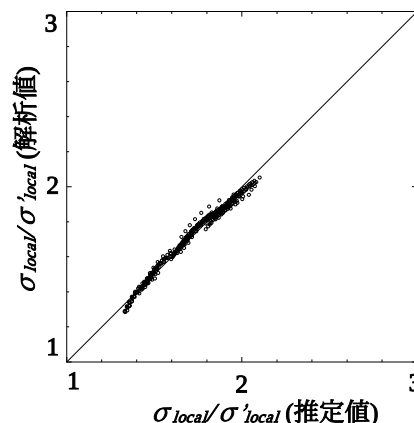


図7 式(1)による推定値と解析値の比較