

関西大学 正会員 坂野昌弘
 関西大学 正会員 三上市蔵
 バコーン・ショウ 正会員 新井正樹
 きんでん 中野英明

1. はじめに

構造物の大型化や厚肉少補剛化により、板厚の大きな鋼材を使用する機会が増えることが予想される。溶接継手の中には板厚が大きくなると疲労強度が低下するものがあり、面外ガセット継手についても板厚効果が存在することが報告されている^{1)・2)}。本研究では、主板厚が75mmで付加板厚が25mmの面外ガセット継手試験体を用いて曲げ疲労試験を行い極厚面外ガセット継手の疲労強度に及ぼす付加板厚の影響について検討した。

2. 実験方法

試験体として主板厚 (t_1) = 75mm、付加板厚 (t_2) = 25mmのものを用いた。試験体の全体的な形状および使用鋼材(SM570Q)は既報²⁾と同様である。付加板の取付けは、フラックス入りワイヤYFW26を用いた炭酸ガスシールドアーク溶接により行った。載荷方法は4点曲げとし、継手部の主板には面外の純曲げを作用させた。また、最大荷重値は294kNに設定し、最大応力を他の板厚の試験体²⁾同様、約150MPaとした。載荷繰返し速度は10~12Hzである。

3. 実験結果

(1) 亀裂の発生・進展挙動 疲労亀裂の発生位置は他の板厚の試験体²⁾と同様に、ガセット端部の主板側のすみ肉溶接止端である。図-1に疲労破面の一例を示す。亀裂はガセット端部の応力集中域から出たところ（表面長さ117mm、深さ34mm）で停留している。その外側の破面は、亀裂停留後に荷重範囲を大きくして開いたものである。図-2は交流ポテンシャル法によって測定した電位差変化と亀裂深さ比の関係を示したものである。縦軸は亀裂深さが板厚の半分に達したときの電位差変化値で無次元化してある。試験体の種類（板厚の違い）にかかわらず両対数紙上で右上がりの直線状に分布する。ここでは、測定方法の精度を考慮し、板厚の1%程度の深さの亀裂が生じるまでの応力繰返し数を亀裂発生寿命 N_i と定義した。

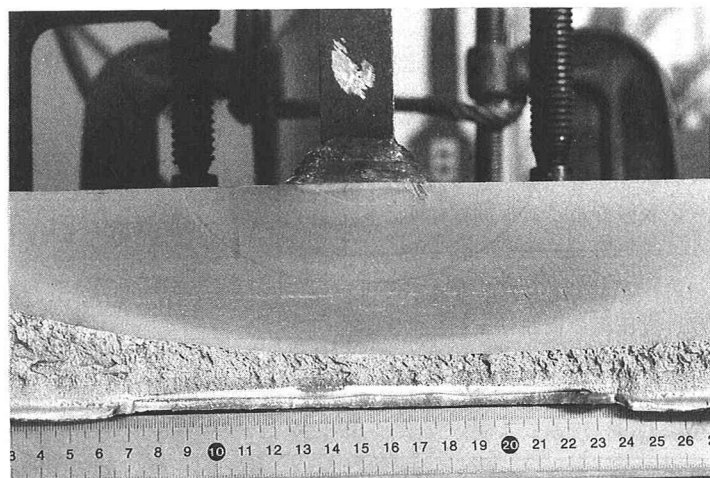


図-1 疲労破面の例

(2) 疲労強度 図-3に、ひずみゲージから得られた公称曲げ応力範囲 S_r と亀裂発生寿命 N_i 、亀裂発見寿命 N_d 、および破断寿命 N_f の関係を示す。 $S_r \geq 30\text{MPa}$ では亀裂が発生し破断しているが、 $S_r \leq 25\text{MPa}$ では亀裂は発生するものの停留し、破断には到っていない。疲労限を亀裂が発生しない S_r の最大値と定義すれば、 22MPa 以下となる。また、図-3中には、JSSC指針³⁾のG等級の設計曲線、およびG等級に対して面外曲げを考慮して強度を割増(5/4倍)したものおよび板厚の影響を考慮したものを併記してある。疲労限で比較すれば、これら全ての設計曲線が危険側となる。図-4は、他の板厚の試験体²⁾の疲労試験結果と比較したものである。 $t_1=t_2=75\text{mm}$ の試験体に比べて、さらに疲労強度が低下していることが分かる。

(3) 疲労亀裂進展解析 疲労試験結果に炊いて疲労亀裂進展解析による寿命予測を試みた。図-5に寿命予測曲線と疲労試験結果(N_f)の比較を示す。予測曲線は試験結果を概ね表しており、面外曲げを受ける場合の板厚効果を定量的に予測可能なことが示された。

4. おわりに

板厚の大きい面外ガセット継手では、面外曲げに対し、付加板厚が小さくなると疲労強度が低下し、JSSCの設計曲線以下となることが明らかとなった。

参考文献：1)坂野他：構造工学論文集，Vol.37A，pp.503-510，1991． 2)坂野他：構造工学論文集，Vol.40A，pp.1255-1264，1994． 3)日本鋼構造協会：鋼構造物の疲労設計指針・同解説，技報堂，1993．

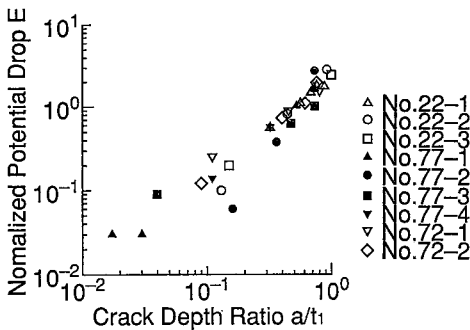


図-2 ポテンシャルドロップと亀裂深さ比の関係

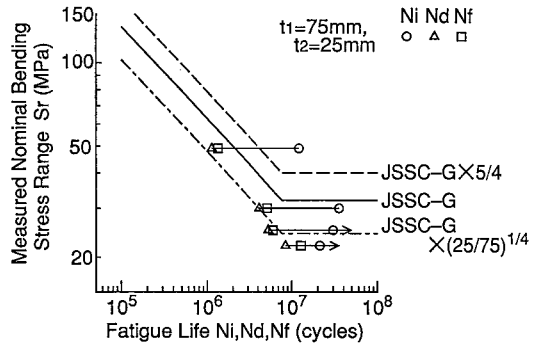


図-3 疲労試験結果

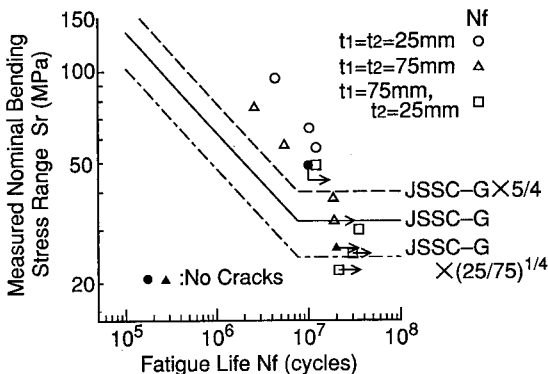


図-4 他の板厚の試験結果との比較

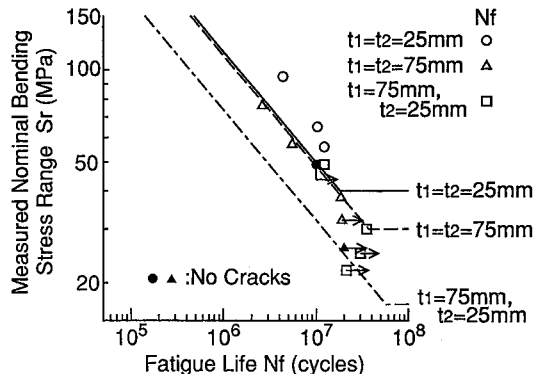


図-5 寿命予測曲線との比較