

ガセットの疲れ強さと仕上げ半径

名古屋大学 学生員 ○平林直文、三ッ木幸子、 正員 山田健太郎

1. はじめに

一般に、Fig. 1 に示す作用応力と平行にガセットを溶接した部材は、ガセットの長さおよびそのガセット端の仕上げ半径との関係で疲れ強さが規定されることが多い。我が国の鉄道橋では、溶接止端を半径 $r \geq 40$ mm (前示方書では $r \geq 20$ mm) に仕上げることを規定している。そのため、非仕上げ、または仕上げ半径が規定半径以下のガセットの疲れ試験結果は比較的少ない。本報告では、ガセット長 200 mm のガセット溶接継手の最近のデータを中心に、内外の疲れ試験結果 (NUCE ; 名古屋大学土木工学科^{1),2)}, JNR ; 日本国有鉄道³⁾, ICOM ; スイス工科大学ローザンヌ⁴⁾) をまとめた。また、データの欠如していた $r = 10$ mm の疲れ試験を行なって、仕上げ半径の疲れ強さに及ぼす影響を検討した。

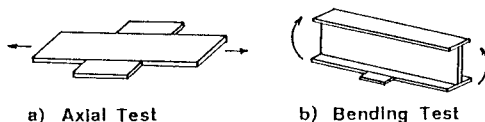


Fig. 1 Gussets Welded to Tension Members.

2. 疲れ試験方法

試験体は Fig. 1 (a) に示すようなガセット付加継手部材を用いた。母材 (SM 50 A) は厚さ 10 mm、幅 200 mm、長さ 900 mm でガセットの長さは 200 mm である。ガセット端は、Fig. 2 に示すように半径 r を 10 mm 程度にグラインダーにより仕上げた。繰り返し速度は 270 回/分とした。試験は、アムスラー型万能試験機 (容量 100 ton) を用い、下限荷重は 3 ton である。3 体の試験体について疲れ試験を行ない、途中、き裂の発生、進展挙動を把握するため溶接止端とき裂長さ 10 mm に貼った銅線 (0.04 mm ϕ) の切断時、およびその途中でピーチマーク試験を行なった。

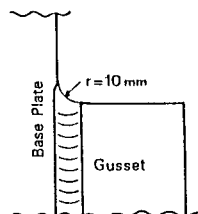


Fig. 2 Schematic View of Ground Weld Toe at Gusset End.

3. 試験結果及び考察

疲れ寿命はき裂の長さ a $f = 10$ mm の時の繰り返し回数で定義した。破断面を Fig. 3 に示す。一般に、非仕上げの場合は溶接止端からき裂が発生することが多いが、 $r = 10$ mm に仕上げた 3 つの試験体は共に、Fig. 3 に示すように溶接金属部の溶接欠陥よりき裂が発生した。溶接欠陥は、Fig. 3 a) が板厚方向に 4 mm 程度、幅方向に 2 mm 程度四方のスラグの巻き込みであった。b), c) は共に極く小さな (0.1 mm 程度の) ブローホールであった。

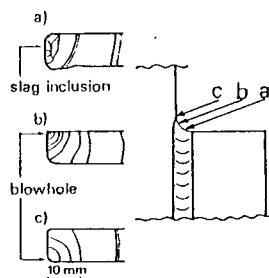


Fig. 3 Fatigue Fracture Surfaces and Positions of Initial Cracks.

ガセット長 200 mm で、ガセット端を半径 3 mm と 10 mm に仕上げた試験結果を Fig. 4 に示す。また、Fig. 5 には仕上げ半径を 20 ~ 70 mm にした場合の試験結果を示す。母材厚は、NUCE が 10 mm である以外はすべて 12 mm である。3 本の直線は、ガセット長 200 mm で溶接止端が非仕上げの場合の NUCE の曲げ試験 20 体、引張試験 6 体、ICOM の曲げ試験 3 体の合計 29 体の疲れ試験結果より求めた 50 % 破壊確率線と 95 % 信頼区間を示す。Fig. 4, 5 では、 $r = 3, 10$ mm の試験結果がそれぞれ 1 つずつ非仕上げの 95 % 信頼区間内にくるほかは、すべてこの信頼区間よりも上に位置している。Fig. 4, 5 に示したデータが非仕上げに比べてどのような位置にくるかをみるために、Fig. 6 に非仕上げおよび $r = 3, 10, 20, 60$ mm、それぞれの場合の仕上げ半径における 50 % 破壊確率線を示した。図に示す "COR. COEF" は、試験結果のばらつき具合を示す相関係数である。50 % 破壊確率線で比較する限りでは、仕上げ半径が大きくなるにしたがって疲れ寿命は伸びている。一方、データ数に問題はあがるが、仕上げ半径が大きくなるとそれぞれの仕上げ半径における試験結果は、ばらつきが大きくなる傾向にある。

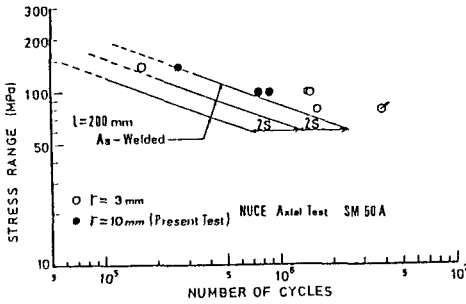


Fig.4 Comparison of Fatigue Test Data of Ground Gussets ($r=3\sim 10$ mm) with Those of As-Welded.

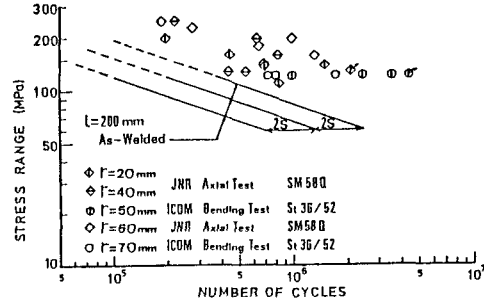


Fig.5 Comparison of Fatigue Test Data of Ground Gussets ($r=20\sim 70$ mm) with Those of As-Welded.

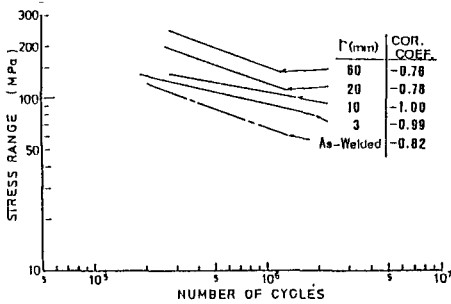


Fig.6 Effect of Ground Radius on Mean Fatigue Life of Gussets.

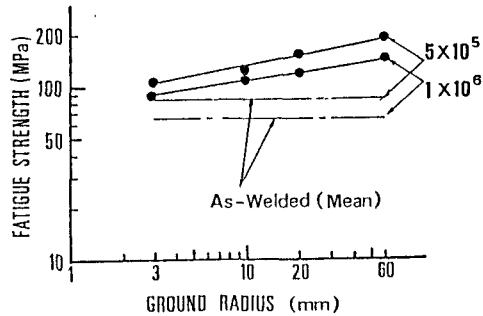


Fig.7 Comparison of Effect of Ground Radius on Mean Fatigue Life of Gussets.

さらに、Fig.6 に示す 50 %破壊確率線より 50 万回疲れ強さ、100 万回疲れ強さを求め、仕上げ半径を横軸に取って両対数紙上にプロットしたものがFig.7 である。非仕上げの場合の 50 万回疲れ強さと 100 万回疲れ強さを一点鎖線で示した。仕上げ半径 $r = 3, 10, 20, 60$ mm の 50 万および 100 万回疲れ強さは、それぞれほぼ 1 つの直線上に位置している。つまり、50%破壊確率線で比較すると、止端を仕上げた場合のガセット付加継手部材の疲れ強さは、仕上げ半径が増すにつれて両対数紙上で直線的に向上していくという結果が得られた。

4. まとめ

仕上げ半径の疲れ強さに及ぼす影響を検討するために、ガセット長 200 mm の疲れ試験結果を集め、さらに欠如していた溶接止端の仕上げ半径 10 mm の疲れ試験を行なった。

その結果、これまでに指摘されているように、ガセット端を仕上げた場合には、非仕上げの場合と異なり、溶接金属部に存在する溶接欠陥から疲れき裂が発生することが、今回行なった試験 (NUCE, 仕上げ半径 10 mm) より確認された。また、仕上げ半径が大きくなるにしたがって、疲れ寿命は伸びることもわかった。さらに、50%破壊確率線で比較すると、止端を仕上げた場合のガセット付加継手部材の疲れ強さは、仕上げ半径が増すにつれて、両対数紙上で直線的に向上していくという結果が得られた。

5. 参考文献

- 1) 山田健太郎, 酒井吉永, 菊池洋一: "ガセットを溶接した引張部材の疲れ強さとストップホールの効果", 土木学会論文報告集第 341号, 1984年 1月
- 2) 酒井吉永: "付加物が溶接された桁の疲労試験と補修・補強に関する研究", 名古屋大学土木工学科修士論文, 1985年
- 3) "国鉄建造物設計標準解説", 土木学会, 1983年 5月
- 4) M.A.Hirt: "VERSUCHSPROGRAMM 1975", ICOM Report, EPF-Lausanne, 1975年