

溶接止端を仕上げた面外ガセット継手の疲労強度に対する削りこみ深さの影響

法政大学大学院 学生会員 ○佐々木 雄一 法政大学 正会員 森 猛
三井造船 正会員 内田 大介

1. はじめに

横桁や横構の仕口、水平補剛材等を使用される面外ガセット溶接継手の疲労強度は低く、その疲労強度を向上させる最も一般的な方法はグラインダー処理である。この方法は、バークグラインダーを用いて止端部の形状を滑らかにして応力集中を低減させることで疲労強度の改善を図るものである。図1に示すように、バークグラインダーで止端を切削する際、バーを溶接部と母板に均等に当てるのが作業を容易とするには望ましい。その場合、溶接部のみを切削することは難しい。したがって、溶接止端を確実に除去するためには、母板を削り込むことになる。この削りこみ深さの許容値を道路橋仕方書では0.5mmとしている。しかし、止端の曲率半径を大きくした場合あるいは止端の開き角が小さい場合には、削り込み深さを0.5mm以下とすることは難しくなる。

ここでは、仕上げ部の削り込み深さが疲労強度に及ぼす影響を明らかにする目的で、仕上げ部の曲率半径と削り込み深さが異なる面外ガセット溶接継手試験体の疲労試験を行うとともに、削り込み深さと板厚をパラメータとした有限要素応力解析を行った結果を報告する。

2. 試験体

試験体の形状と寸法を図2に示す。供試鋼材は、板厚16mmの溶接構造用鋼材 SM490YA である。溶接は、直径1.2mmのフラックス入りワイヤーMX100を用いてCO₂半自動法で行っている。試験体は、以下の5種類からなっている。AW試験体は溶接のままの試験体である。実測した止端曲率半径 ρ は平均で1.1mmであった。3RSと3RD試験体は、 ρ が3mmとなるようにAW試験体の溶接止端をバークグラインダーで仕上げた試験体である。3RSは削り込み深さをできるだけ浅く、3RDは深くなるように仕上げた試験体である。曲率半径 ρ と削り込み深さ d の平均は、3RS試験体で3.4mmと0.14mm、3RD試験体で3.9mmと0.48mmであった。また、5RS試験体では5.2mmと0.14mm、5RD試験体では5.2mmと0.49mmであった。各試験体の溶接部の状況を写真1に示す。

3. 疲労試験

疲労試験は、動的能力500kNの電気油圧サーボ式材料試験装置を用いて、軸引張荷重下で行った。AW試験体と3RS試験体、そして3RD試験体の疲労試験結果を図3に示す。図中の直線群は、各試験体の疲労寿命に対する応力範囲の回帰直線である。3RS試験体と3RD試験体の疲労強度はAW試験体よりも40~50%程度高くなっており、顕著な疲労強度改善効果が認められる。削り込みが深い3RD試験体の疲労強度は、削り込みの浅い3RS試験

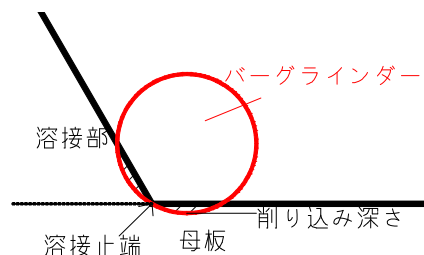


図1 バークグラインダーによる溶接止端仕上げ

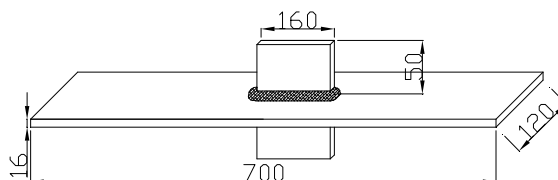


図2 試験体の形状・寸法



写真1 各試験体の溶接部外観

キーワード 面外ガセット溶接継手、止端仕上げ、削り込み深さ、疲労強度

連絡先：〒162-0843 東京都新宿区市ヶ谷田町2-33 法政大学大学院デザイン工学研究科 TEL03-5228-1429

体に比べて低くなっているものの、その差は小さい。図4は5RS試験体と5RD試験体の疲労結果を示している。図中には、図3に示したAW、3RS、3RD試験体の回帰直線も示している。5RD試験体の疲労強度は、若干ではあるが、5RS

試験体よりも高くなっている。このように、疲労強度に対する削り込み深さの明確な影響は認められない。また、

止端曲率半径の影響も認められない。

4. 試験体の応力解析

溶接継手の疲労強度はき裂発生点である溶接止端の応力集中係数に反比例するという考え方がある。そのため、ここで用いた試験体を対象に、3次元FEM解析を行った。溶接止端近傍の要素寸法は0.1mm程度である。要素分割図の例を図5に示す。解析より得られた応力集中係数はAWモデルで4.13、3RSと3RDで2.77と2.73、5RSと5RDで2.40と2.49であった。このように、仕上げた試験体では応力集中係数に顕著な差がないため、疲労強度も同程度になったものと推察される。

5. 応力集中係数に対する削り込み深さと板厚の影響

削り込み深さと板厚が応力集中係数に及ぼす影響を明らかにする目的で、有限要素応力解析を行った。その際、

板厚は9~48mm、削り込み深さは0.1~2mmとしている。また、止端曲率半径は3mmと5mmとしている。解析より得られた応力集中係数と削り込み深さの関係を図6($\rho=3\text{mm}$)と図7($\rho=5\text{mm}$)に示す。これらの図の縦軸は、それぞれの条件で求められた応力

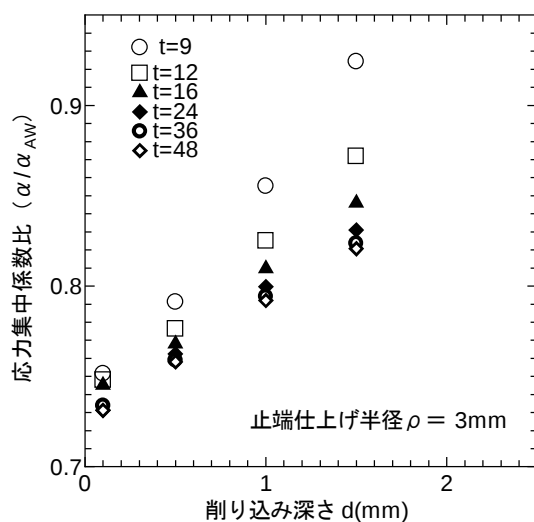


図6 削り込み深さの影響

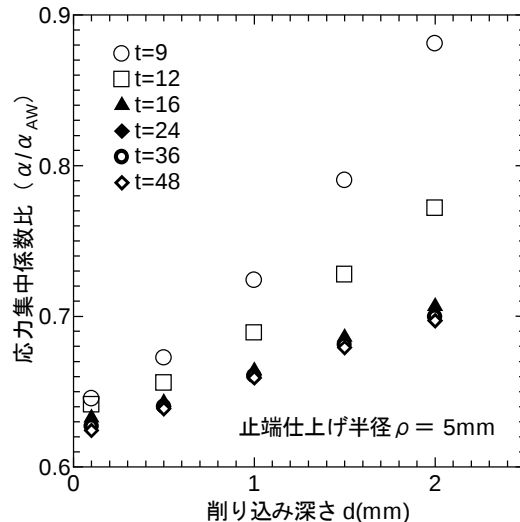


図7 削り込み深さの影響

集中係数を同じ板厚のAWモデル($\rho=1\text{mm}$, $d=0$)の応力集中係数で除した応力集中係数比である。いずれの場合にも削り込みが深くなるにしたがって、応力集中係数比も高くなっている。しかし、板が厚い場合には、その上昇が緩やかである。

6. まとめ

ここで用いた試験体の範囲では、疲労強度に対する削り込み深さの顕著な影響は認められなかった。これは、各試験体での応力集中係数が削り込み深さによってさほど変化しなかったためである。削り込み深さの影響は、主板の板厚によって異なる。したがって、その許容値は、板厚に応じて設定するのが望ましい。

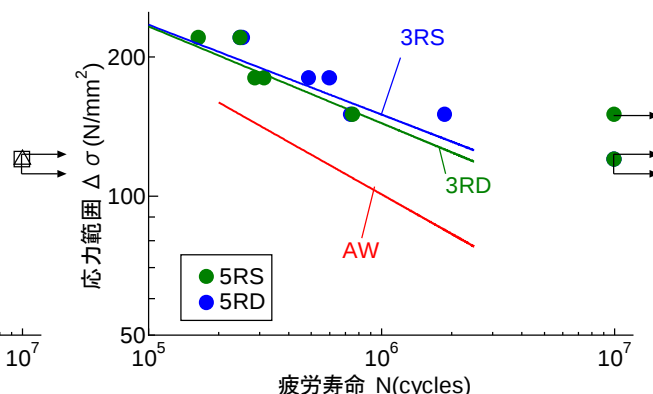


図4 疲労試験結果(5RS、5RD)

図3 疲労試験結果(AW、3RS、3RD)

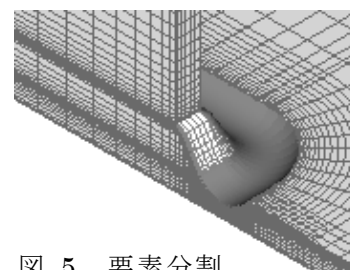


図5 要素分割