

I-A 384

面外ガセット溶接継手疲労強度の付加溶接による改善

法政大学 学生員 松尾 文彦
法政大学 正 員 森 猛

(株) 東京鐵骨橋梁製作所 正員 田中 雅人
川田工業(株) 石井 等

1. はじめに

疲労破壊は、溶接止端部などの応力集中部に疲労亀裂が発生し、進展する事による断面欠損が原因で生じる。溶接止端部の疲労強度を向上させる方法としては、溶接止端部をグラインダーなどで仕上げ止端部の形状を滑らかにすることが一般的である。しかし、グラインダーでは仕上げしにくい箇所もあり、また溶接サイズを小さくする恐れもある。本研究では、既存の溶接止端部に付加溶接を行うことにより、溶接止端部の形状を滑らかとする疲労強度向上方法について、疲労試験と応力解析を行うことにより検討する。

2. 試験体

供試鋼材は、板厚 12mm の溶接構造用鋼材 JIS SM490YA であり、その降伏点は 460MPa、引張強さは 577MPa、伸びは 26% である。疲労試験には図 1 に示す 3 種類の試験体を用いた。

AW 試験体は、低水素系溶接棒による通常のすみ肉溶接をモデル化したものである。DL 試験体は AW 試験体の主板側に低水素系溶接棒、DI 試験体は AW 試験体の主板側に低水素系溶接棒よりも溶接止端部の形状がより滑らかになると予想されるイルミナイト系溶接棒を用いて付加溶接を行ったものである。溶接は、ガセット部の開先溶接を半自動溶接で行い、上盛り溶接と付加溶接は手溶接で行った。半自動溶接時の溶接電流と電圧は 280A と 32V であり、上盛り溶接時の溶接電流と電圧は 180A と 27V、付加溶接時の溶接電流と電圧は 130A と 24V である。

各試験体の溶接部の外観を写真 1 に示す。付加溶接を行うことにより、溶接止端部の形状がかなり滑らかになっている。特にイルミナイト系の溶接棒で付加溶接を行った場合に、滑らかな外観となっている。

溶接止端部の形状を定量的に調べる目的で歯科用印象材を用いて溶接部の型どりを行い、採取した型を厚さ 1mm にスライスし、20 倍拡大投影機で観測することにより各試験体の曲率半径 ρ と開き角 θ を測定した。測定した ρ と θ の関係を図 2 に示す。開き角 θ が大きくなるにしたがって、曲率半径 ρ も大

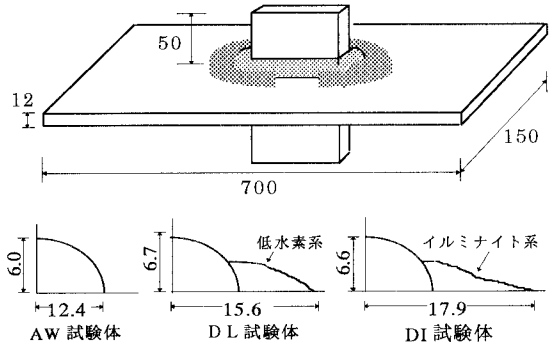


図 1 試験体図

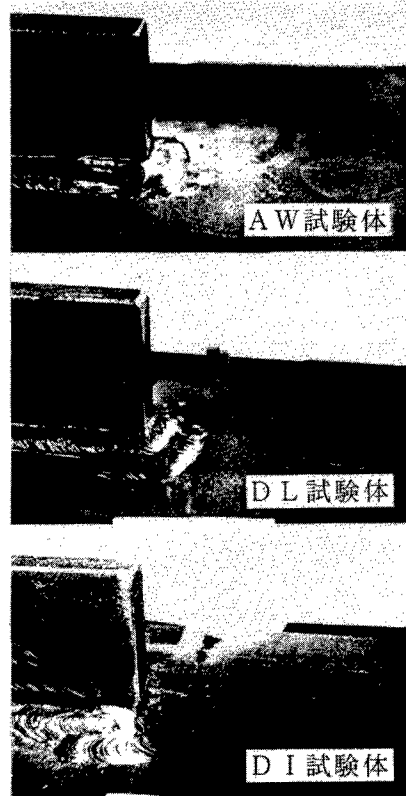


写真 1 溶接止端部の外観

きくなる傾向が認められる。各試験体の ρ と θ の平均値は、AW 試験体で $\rho=0.51\text{mm}$ 、 $\theta=134.4$ 度、DL 試験体で、 $\rho=0.88\text{mm}$ 、 $\theta=144.8$ 度、DI 試験体で、 $\rho=1.62\text{mm}$ 、 $\theta=161.5$ 度であった。付加溶接を行うことにより開き角 θ と曲率半径 ρ が大きくなっており、溶接止端部の形状が改善されていることがわかる。

3. 応力解析

溶接止端部の応力集中係数を調べるため、測定結果に基づき溶接部の形状をモデル化し、固体要素を用いた3次元有限要素解析を行った。最小メッシュ幅は 0.025mm とした。各モデルの溶接止端部の応力集中係数は、AW モデルで 4.19、DL モデルで 3.32、DI モデルで 2.60 であり、AW モデルに対して DL モデルで 20%、DI モデルで 38%改善されている。

4. 疲労試験及び疲労試験結果

疲労試験は、電気油圧サーボ式多目的大型材料試験装置を用いて軸引張荷重下で行った。その際、下限応力を 5.6MPa で一定とし、応力範囲を 80、100、120、 150MPa と変化させた。繰返し速度は $8\sim 15\text{Hz}$ である。

疲労試験により得られた各試験体の応力範囲と疲労寿命の関係を図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。これらの回帰直線より求めた 200 万回疲労強度は、AW 試験体で 97MPa 、DL 試験体で 119MPa 、DI 試験体で 136MPa である。以上のように付加溶接を行うことにより疲労強度は、AW 試験体に対して DL 試験体で 23%、DI 試験体で 40%向上している。

写真2に各試験体の破断位置の例を示す。AW 試験体ではすべて母材側の溶接止端部から破断していたのに対し、DL 試験体、DI 試験体では、亀裂が、既存の溶接部と付加溶接のつなぎ目やガセット側の溶接止端部から生じた。これは、付加溶接を行うことにより溶接止端部の応力集中が大幅に緩和され、止端部よりもこの部分における応力集中が高くなったためと考えられる。母板側の止端部形状改善効果を十分に発揮させるためには、この部分の形状についても注意する必要がある。

5. まとめ

付加溶接を行うことにより、面外ガセット継手の溶接止端部の形状は滑らかとなる。これにより応力集中は緩和され疲労強度は向上する。この効果は、特にイルミナイト系溶接棒を用いた場合に顕著である。

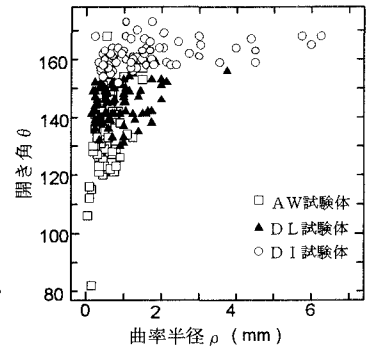


図2 $\rho - \theta$ の関係図

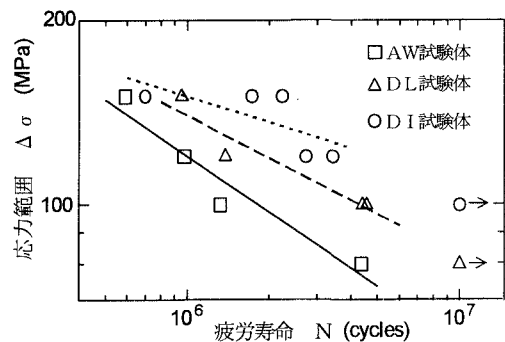


図3 疲労試験結果



写真2 破断状況