

溶接材料の軟質化による疲労強度の向上に関する実験的検討

法政大学 学生員 橘 剛志 (株)きんでん 丸田 恭嗣
法政大学 正会員 森 猛 東京工業大学 正会員 三木 千壽

1. はじめに

平滑な鋼素材では、静的強度レベルが高いほど疲労強度も高くなることが知られている。しかし、鋭い切り欠きを有する溶接継手の疲労強度は、鋼材の静的強度レベルによらず、場合によっては鋼材の静的強度レベルの低い方が疲労強度が高くなることもある。これは、静的強度レベルの低い鋼材ほど疲労亀裂の起点となる切り欠き部の先端が塑性変形しやすく、その形状が鈍くなるためと考えられる。本研究では、この切り欠きの鈍化に注目し、高張力鋼に軟鋼用の溶接材料を用いることによる疲労強度改善の可能性について実験的に検討する。なお、軟鋼用の溶接材料を用いることにより予熱の省略や予熱条件の緩和が期待できるという利点もある。

2. 試験体および試験方法

疲労試験には図1に示す溶接桁試験体を4体用いた。供試鋼材はSM570(降伏点460MPa、引張強度570MPa、伸び30%)である。この溶接桁には首溶接部、垂直スティフナー、ウェブガセット、フランジガセットの4つの溶接継手部が含まれている。4体の試験体のうち2体(H1、H2)についてはSM570用として一般的な溶接棒LBF-62A(降伏点576 MPa、引張強度656MPa)と新たに開発された溶接棒F-60(降伏点550MPa、引張強度631MPa)、残りの2体(L1、L2)については新たに開発された軟鋼用の溶接棒F-40(降伏点384MPa、引張強度447MPa)を用い、手溶接によって溶接を行っている。ただし、フランジガセットについては、LB-62(SM570用)とLB-47A(SM400用)を用いて溶接している。疲労試験は、スパン3800mm、荷重点間距離800mmとした4点曲げ载荷で行った。繰り返し荷重の上限荷重270kN、下限荷重10kNとし、繰り返し速度は2Hzとした。この繰り返し荷重により生じる各溶接継手部の応力範囲は等モーメント区間の首溶接部で155MPa、垂直スティフナーで102~111MPa、ウェブガセットで53~70MPa、フランジガセット(溶接まま)で55MPa程度である。

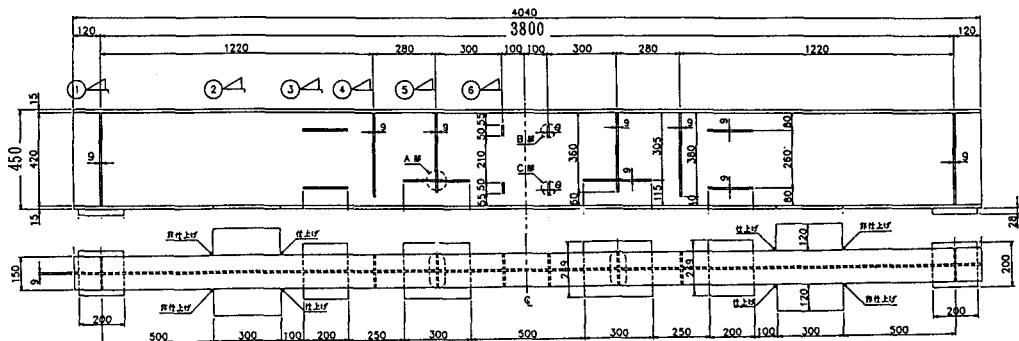


図1 試験体

3. 試験結果

疲労試験終了時の各試験体の繰り返し回数はH1試験体が232万回、H2試験体が200万回、L1試験体が287万回、L2試験体が200万回である。表1に試験終了時に各試験体で観察された疲労亀裂の数を示す。また、各溶接継手部での応力範囲と疲労寿命の関係を図2~5に示す。首溶接部においては、L1試験体が若干であるが疲労寿命が他の試験体に比べて長くなっている。しかし、L試験体とH試験体で顕著な差は見られない。また、疲労亀裂の発生数はL1試験体が1箇所、L2試験体が2箇所、H1試験体が5箇所、H2試験体が5箇所であり、L試験体の

方が少ない。垂直スティフナー溶接部での疲労亀裂は、H1試験体（LBF-62A）で1箇所生じただけである。ウェブガセット溶接部では、L試験体の方が若干であるが疲労寿命が長くなっている。しかし、疲労亀裂の発生数にはL試験体とH試験体で差は認められない。フランジガセット溶接部では、L試験体とH試験体での疲労寿命の差はなく、また疲労亀裂の発生数もL試験体H試験体でほぼ同じである。なお、ここで得られた4種類の溶接継手部の疲労強度は、図2～5に示すように、JSSC疲労設計指針・同解説のそれぞれの継手に対応する許容応力範囲を満たしている。

表1 疲労亀裂発生数

	L1試験体	L2試験体	H1試験体	H2試験体
首溶接部	1	2	5 (0.5)	5 (2.3)
垂直スティフナー	0	0	1 (1.0)	0 (0.0)
ウェブガセット	6	0	6 (4.2)	1 (1.0)
フランジガセット	2	4	2	4

(LBF-62A, F-60)

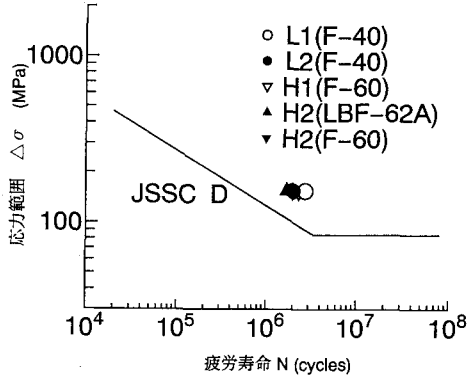


図2 疲労試験結果（首溶接部）

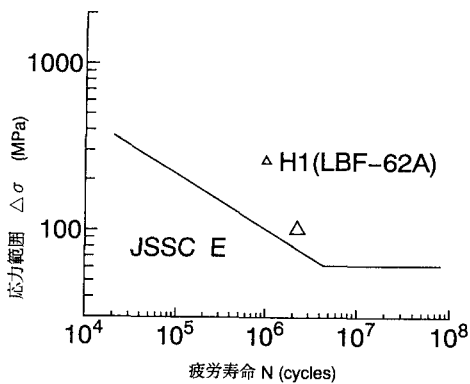


図3 疲労試験結果（垂直スティフナー溶接部）

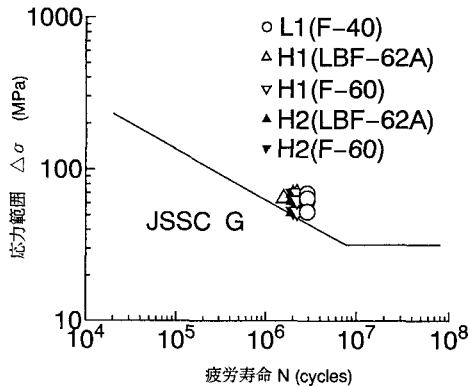


図4 疲労試験結果（ウェブガセット溶接部）

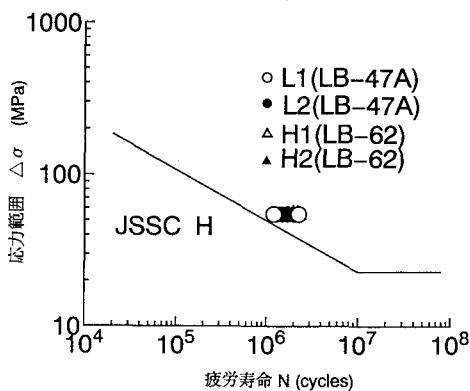


図5 疲労試験結果（フランジガセット溶接部）

4. まとめ

- (1) 溶接材料を軟質化することによる疲労強度の顕著な向上は見られなかった。しかし少なくとも、軟質化により疲労強度が低下することはなかった。
- (2) (1)の結果より、溶接時の予熱の省略、および予熱の条件の緩和を期待して、高張力鋼に軟鋼用の溶接材料を用いても疲労強度上、特に問題はない。

本研究は土木学会・鋼構造新技術小委員会・耐久性WGの活動の一つとして行われたものである。