

斜めに不溶着部を有する突合せ溶接継手の疲労挙動

名古屋大学 学生員 金 仁泰 名古屋大学 正会員 山田 健太郎
名古屋大学 正会員 貝沼 重信

1.はじめに 溶接欠陥が最大主応力に対してある角度をもつ場合、その疲労挙動に不明な点が多い。そのため、今のところ疲労寿命を精度良く評価する方法は確立されていない。そこで、本研究では作用応力に対して 0° 、 15° 、および 30° 傾いた不溶着を有する突合せ溶接継手の疲労試験を行った。これらの試験結果に基づき、作用応力に対する不溶着の角度が疲労挙動に及ぼす影響を検討した。

2.試験体および疲労試験 試験体に用いた供試鋼材は、板厚9mmのJIS SM490Aである。試験体の形状および寸法を図1に示す。試験体の突合せ溶接では $3.0 \times 30\text{mm}$ 程度の不溶着部が生じるようにしてそれ以外の部分は部分開先をとって溶込みが充分生じるようにした。試験体の短手方向に対する不溶着部の導入角度は、 0° 、 15° 、 30° の計3種類(以下、それぞれB0S、B15S、B30Sと呼ぶ)とした。なお、余盛りはグラインダーで除去した。

疲労試験は、下限荷重を29.4kN一定とした繰返し応力下で行った。また、不溶着部には圧縮残留応力が生じていることが予想されるため、この応力が疲労強度に影響を及ぼさないように上限荷重を372.4kN一定(応力比0.47)とした試験も行った。(S-N線図中の*で示す)。破断寿命は、不溶着部から発生した疲労き裂が表面に達するまでの繰返し回数とした。

3.疲労試験結果 試験終了後の試験体の破断面を写真1、2に示す。B0S試験体は、き裂が不溶着部の全縁から発生して、板厚方向に長い楕円形のき裂を形成しながら進展している。幅方向のき裂進展は見られなかった。B15SおよびB30S試験体では、き裂の発生・進展性状はB0Sの破断面とほぼ同様であるが、B15Sの10体の内2体は写真2に示すように不溶着部の縁の一部からき裂が発生し、進展している。写真3に示すように、き裂が表面に達した後は、試験体によらず作用応力に対してほぼ直角方向に進展している。

疲労試験結果から得られたS-N線図を図3~5に示す。図の縦軸は公称応力範囲()を示している。データ点の上側の数値は、図2のように不溶着部を矩形で囲んだときの短軸方向の長さである(以下、不溶着部長さと呼ぶ)。図中の点破線はほぼ4.0mmの不溶着部長さを持つB0Sの回帰直線である。B15Sの3体およびB30Sの2体以外は強度等級F等級を満足している。疲労寿命は、不溶着部長さや斜め角度によって異なっている。応力範囲117MPaとした場合の試験結果をみると、不溶着部周辺に圧縮残留応力が存在すると考えられる。比較のために3.8-4.8mm不溶着部長さを持つどうして比較した結果を図6に示す。ここで、応力範囲117MPaの試験体は上限荷重一定(応力比0.47)のものでS-N線図を求めた。不溶着部の角度が、 $0 \sim 30^\circ$ と大きくするにしたがって、疲労強度が若干低下する傾向が見られる。

4.まとめ 斜め不溶着部を有する突合せ溶接継手の疲労き裂は、不溶着部先縁から同時に発生して長い楕円形のき裂形成しながら板厚方向に進展する。その疲労強度は不溶着部の長さによって異なる。また、不溶着部の角度が $0 \sim 30^\circ$ に増加するにしたがって、疲労強度が低下する傾向が見られる。

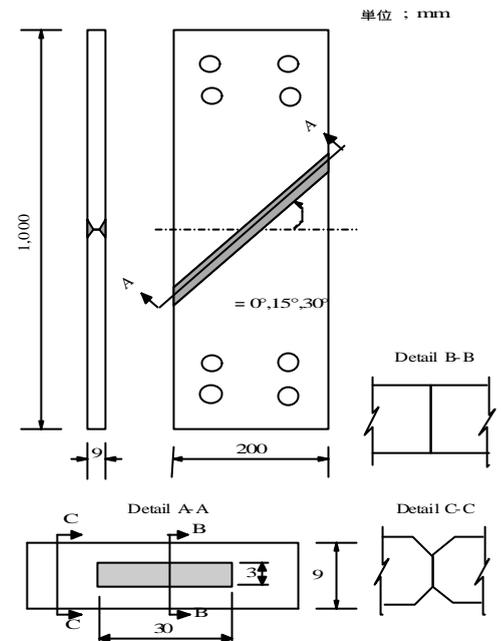


図1 試験体の形状・寸法

Key Word：疲労試験，斜め，不溶着部、突合せ溶接継手

〒464-8603 名古屋市千種区不老町，TEL 052-789-4620，FAX 052-789-3738

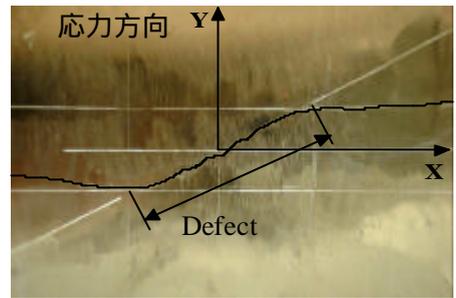
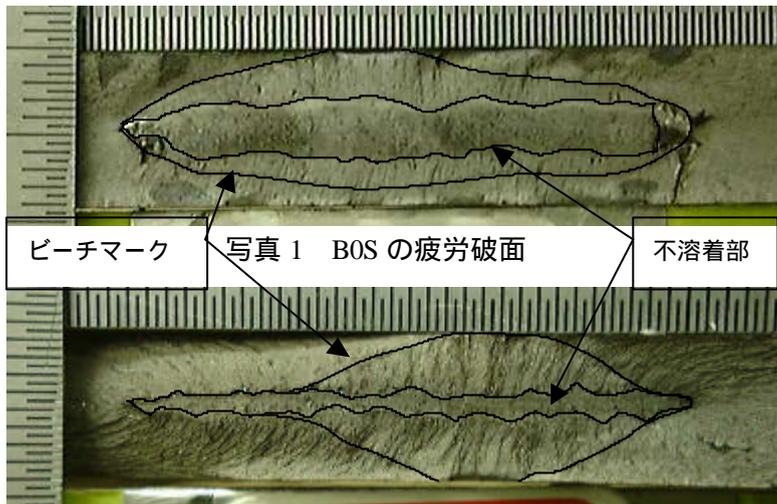


写真3 B30Sの疲労破面(外面)

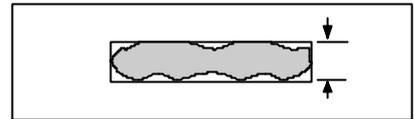


図2 不溶着部の長さ

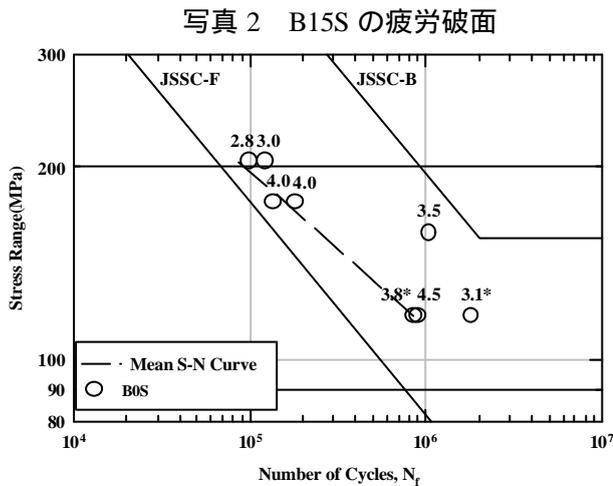


図3 BOSの試験結果

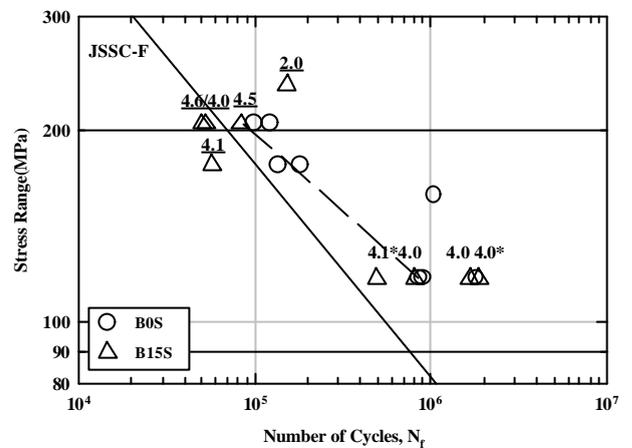


図4 BOSとB15Sの試験結果の比較

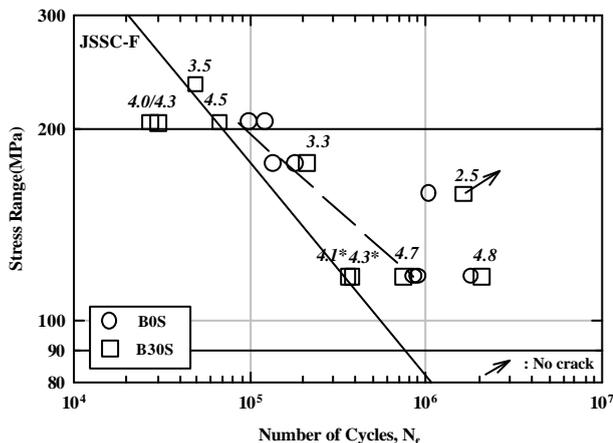


図5 BOSとB30Sの試験結果の比較

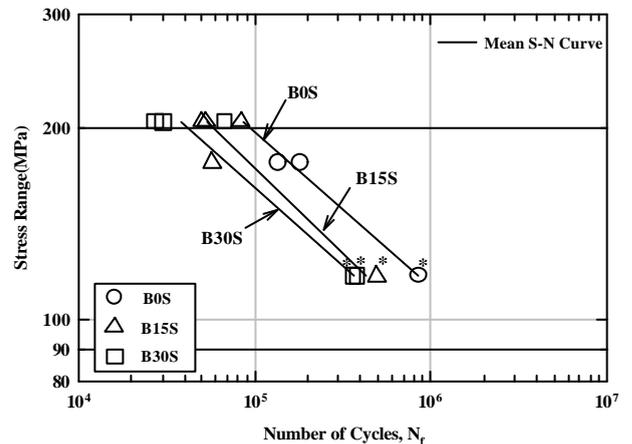


図6 試験結果(不溶着部の長さ 3.8~4.8mm)

参考文献 1)JSSC: Fatigue Design Recommendations for Steel Structures, Dec. 1995 2)Sih, G.C. and Cha, B.C.K.: A Fracture Criterion for Three-Dimensional Crack Problems, *Eng. Fract. Mech.*, Vol. 6, pp. 699-723, 1974. 3)Yoshioka, S. et al.: Fatigue Crack Growth Threshold(K_{th}) under Mode III(The Effect of Stress Ratio and Mixed Mode), *JSME(series-A)*, Vol. 50, No. 454, pp. 1267-1274, 1984. 4) Fahimuddin, F., Miki, C., Kanai, T., Anami, K. and Machida, F.: Flaw Assessment of Butt-welded Joints, *Proc. of EASEC 7*, Vol.1, pp. 231-236, 1999. 5)Harrison, J. D.: The analysis of fatigue test results for butt welds with lack of penetration defects using a fracture mechanics approach, *Inst. Weld Non-destructive Testing Conf., London*, pp. 777-789, 1967.