

東京大学 学生会員 長谷川金二
 東京大学 正会員 西野 文雄
 東京工業大学 正会員 三木 千寿

1 はじめに

溶接金属部の疲労きれつ進展に影響を及ぼす因子は多岐にわたるが、本研究では溶接方法・溶接材料・組織、および溶接方向と応力方向の関係による組織異方性の影響を明らかにすることを目的としている。

2 試験体および試験方法

供試鋼材は厚さが38mmのA36鋼である。溝型開先を施した後、Table 1に示す条件で、KB80C XKW103B、4.8mmφを用いてサブマージアーク溶接(SAW)、MGS80、1.2mmφを用いてミグ溶接(MIG)を行なった。溶接後、各溶接方法に対してFig.1に示す2種類のコンパクトテンション(CT)試験片を製作した。きれつ進展試験は動的能力士5tonの電気油圧式疲労試験機を使用して行なった。試験に用いた応力波形は繰り返し速度が15~40Hzの正弦波で、応力比は常に0.1とした。きれつ長さは、きれつのレプリカをとり50倍の投影拡大鏡で測定した。

3 疲労きれつ進展

Fig.2に、溶接金属中をきれつが進展するようにしたParallel試験片(横継手を想定)の $\Delta K \sim da/dN$ 関係をSAWとMIGの両溶接方法について示す。図中の実線は最小2乗法により求めた曲線で、次式で表わされる。

$$SAW : da/dN = 2.93 \times 10^{-11} \{ (\Delta K)^{3.20} - (28.3)^{3.20} \} \quad (1)$$

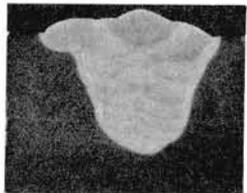
$$MIG : da/dN = 3.79 \times 10^{-19} \{ (\Delta K)^{6.58} - (67.6)^{6.58} \} \quad (2)$$

$$[da/dN : \text{mm/cycle} \quad \Delta K : \text{kg/mm}^{3/2}]$$

ΔK が150kg/mm^{3/2}以下では、MIGのda/dNがSAWのそれに比べて著しく遅く、 ΔK 域についてもMIGの値がSAWの値を大きく上回っている。

Fig.3. およびFig.4に、溶接金属部をきれつが直角に横切るTransverse試験片(縦継手を想定)の $\Delta K \sim da/dN$ 関係を、それぞれSAWおよびMIGについて示す。図中の実線はParallel試験片より求めた(1)式、および(2)式である。SAWではParallel試験片とTransverse試験片のda/dNがほぼ等しく、溶接方向と応力方向の関係は疲労きれつ進展にほとんど影響を与えていない。MIGでは ΔK が120kg/mm^{3/2}程度の領域で、Transverse試験片のda/dNがParallel試験片のそれに比べて若干遅くなっている。

Table 1 溶接条件

溶接法	パスNo.	溶接条件	盛り方
SAW		L 950A-32V-40cm/min	
		T 650A-33V-40cm/min	
(極間55mm)			
MIG	1~3	280A-30V-40cm/min	
	4-10	280A-30V-40cm/min	
	11	280A-30V-30cm/min	
	12, 13	280A-30V-40cm/min	
	14~16	280A-30V-30cm/min	

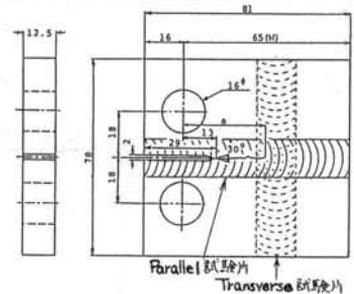


Fig.1 試験体

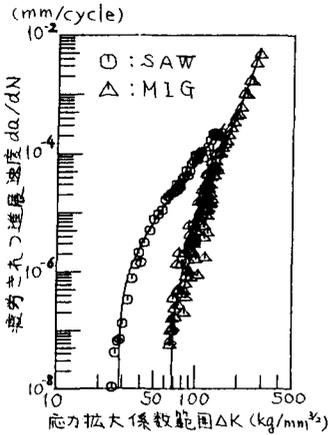


Fig. 2 SAWとMIGの $\Delta K \sim da/dN$ 関係 (Parallel 試験片)

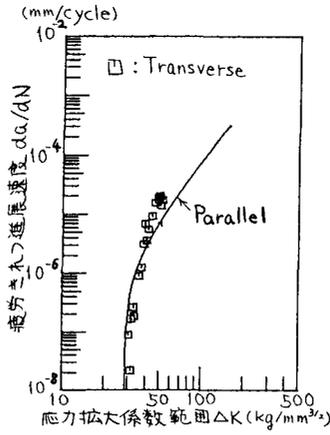


Fig. 3 Transverse 試験片の $\Delta K \sim da/dN$ 関係 (SAW)

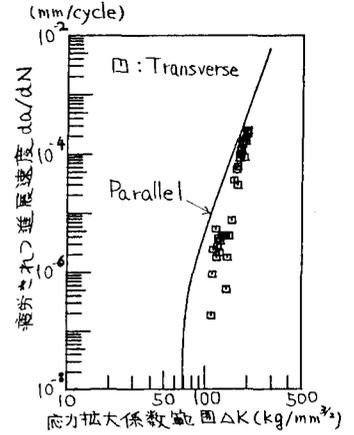


Fig. 4 Transverse 試験片の $\Delta K \sim da/dN$ 関係 (MIG)

4 溶接残留応力

X線により測定したSAWおよびMIGのTransverse 試験片表面での残留応力分布をそれぞれFig.5およびFig.6に示す。本研究で使用したようなCT試験片でも、かなり高い残留応力が存在している。したがって、Fig.2でのSAWとMIGの疲労き裂進展特性の相違の原因に残留応力があげられる。疲労き裂進展に直接影響する残留応力 σ_y の板厚方向の分布に関して、橋内はFig.7のような測定結果を示している。本研究での表面で実測された残留応力分布より、試験体の板厚内部では圧縮残留応力が存在していると予想される。

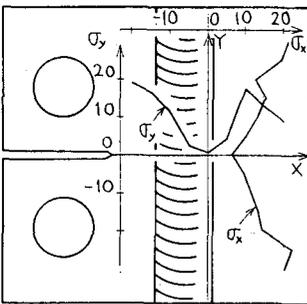


Fig. 5 SAWの残留応力分布 (Transverse 試験片表面)

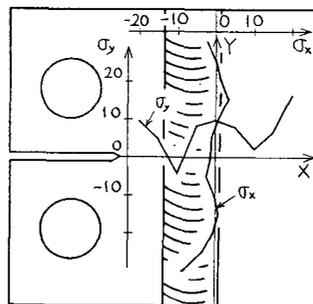


Fig. 6 MIGの残留応力分布 (Transverse 試験片表面)

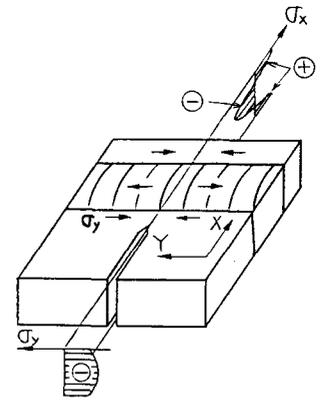


Fig. 7 Transverse 試験片の 残留応力分布 (橋内)

5 おわりに

疲労き裂進展に対する溶接方法や応力方向の影響に関しては、試験片内の複雑な溶接残留応力のために、未だ十分な結果が得られていない。今後、残留応力を除去した試験体、あるいは形状の異なる試験体を用いた同様な試験を行う予定である。有益な御助言、御援助をいただきました東京大学奥村敏恵名誉教授、および日本鋼管技術研究所の皆様へ深謝いたします。

[参考文献]

橋内良雄：「突合せ溶接材および母材の疲労き裂伝は挙動」 機論 (A編) 47巻419号