

金属材料技術研究所 増田 千利, 西島 敏, 下平 益夫

1 緒言

アルミニウム合金A5083-0材は溶接性が良いために、最近では各種の機械構造物、特に低温装置などに使用されることが多く、溶接継手の疲労強度が種々求められているが¹⁾、破面観察例は少ない。ここではMIG溶接による突合せ継手の室温及び低温における引張り、及び疲労試験で得られた破面についてフラクトグラフィ的に検討した結果について報告する。

2 実験方法

供試材はJISA5083-0材で、その化学成分は約4.5% Mn 0.6%である。表1に12mm厚の板材の室温における引張り強度を示す。観察した試験片破面は当研究所で行った種々の実験から得られたもので、室温あるいは低温(-196℃)における引張り試験、回転曲げ及び軸荷重疲労試験が含まれている。図1には12mm厚の板材のS-N曲線を示す。破面は主として走査型電顕(SEM)を用いた。

3 実験結果

3.1 引張り破面 室温の場合母材では図2に示すように介在物を起点とする直径5~20 μm のディンプル(その面積率 f_d は約90%)がみられ、余盛付き継手は母材と同様であるが、余盛削除材では H_2 ガスに起因する気孔がディンプルと混在して観察された。一方低温の場合母材では直径0.5~2 μm のディンプル($f_d \sim 60\%$)がみられるが、余盛削除材では図3に示すように非常に無特徴なファセットとディンプルが交互にき裂伝播方向と平行な帯状に並んでいた。

3.2 疲労破面 室温の場合疲労き裂の起点は母材では約0.1mmの打きず、余盛付き継手では余盛止端部附近にア

表1 引張り試験結果

	$\sigma_{0.2}$ (MPa)	σ_B (MPa)	δ (%)
Base metal	158	320	24
Bead off		302	
Bead on		318	

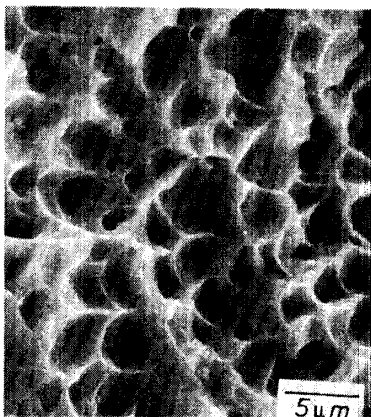
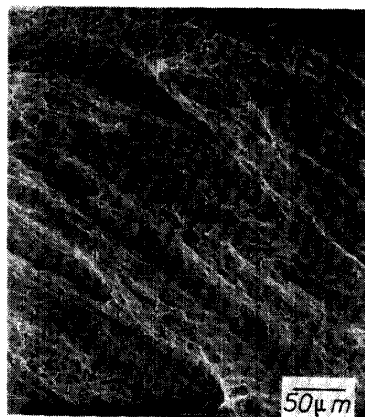
図2 母材の引張り破面
(R.T., SEM.No. A5125)

図3 溶着金属内における引張り破面(-196℃, A4386)

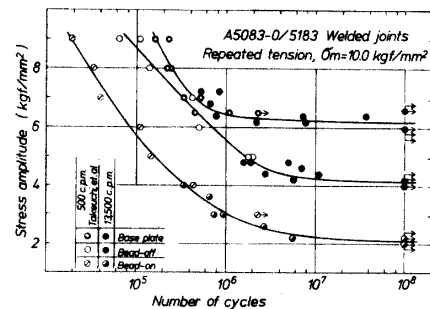


図1 高サイクル疲労試験結果

ンダーカット部, 余盛削除材では溶着金属の表面直下に約10 μm の微小気孔の密集している部分(図4)であった。このことは高及び低サイクルとも同様である。起点近くの低 ΔK 領域においてはき裂伝播方向に平行な引裂き線状の特徴, 送り面分離により形成されたと考えられる微小な凹凸のある特徴(図5)が材料によらずみられたが, 余盛削除材ではこの他に溶接時に生ずる樹枝状組織に対応する特徴, 共晶融解による微小割れの特徴が観察された。 ΔK が増すに従ってこれらの特徴の面積率は減少しストライエーションの面積率が大きくなる。低温の場合余盛部に切欠きを付けて疲労破壊させたところ 切欠き底には引裂き線がみられるがそれに続く部分にマッチングするストライエーションが観察された。急速破壊部は図3と同様であった。

3.3 ストライエーション間隔 λ と応力拡大係数の範囲

ΔK との関係 室温で試験した12mm厚の板材の破面で λ をき裂深さ方向, 表面にとった方向に調べ, ΔK との関係を図7に示す。 ΔK は最終破面形状から図中の a/c が約0.39として面谷の式²⁾から計算により求めた。図中の直線は太田³⁾のデータであるが母材の深さ方向の λ とほぼ一致している。 λ が0.1 μm 以上においては母材, 余盛削除材とも深さ方向と表面方向とで, さらに両材で両方向における λ が異なっている。

4 結論

A 5083-0材の突合せ継手の室温及び低温における引張り, 疲労破面をフラクトグラフィ的に検討した。

1) 引張り破面には母材, 余盛付き継手の場合室温, 低温においてデインプルがみられるが, 室温の場合が直径の大きいものの面積率は大きい。余盛削除材では室温, 低温で破面の特徴が異なる。

2) 疲労破面では室温の場合, 材料によらず表面, 表面直下の微小な応力集中部がき裂の起点となり, 低 ΔK 領域では母材の場合送り面分離の特徴, 引裂き線状の特徴, 余盛削除材ではこの他に樹枝状組織に対応する特徴, 微小割れなどが観察される。高 ΔK 領域ではストライエーションがみられ, 同 ΔK に対し母材の方が小さい。

5 文献 1) 竹内他, 住軽金技報, 13, 218(1972). 2) H. Nishitani et al. Int. J. Fract. 10, 353(1974). 3) A. Ohta et al. Trans. NRI. 19, 29(1977).

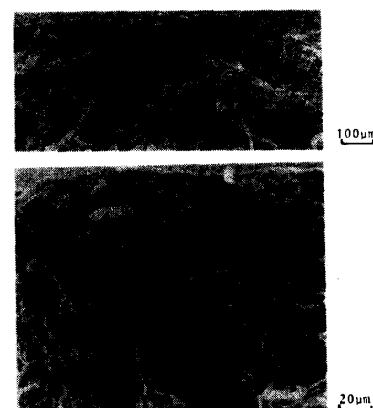


図4. 溶着金属中の気孔分布(215, A210)

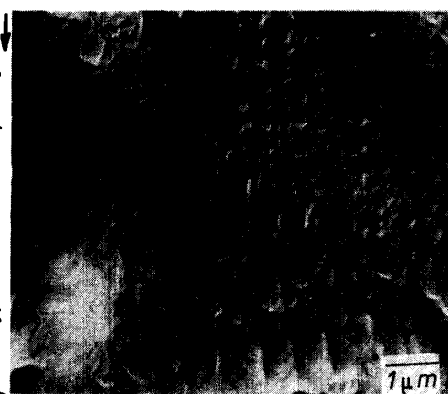


図5. 低 ΔK 領域における破面(A816)

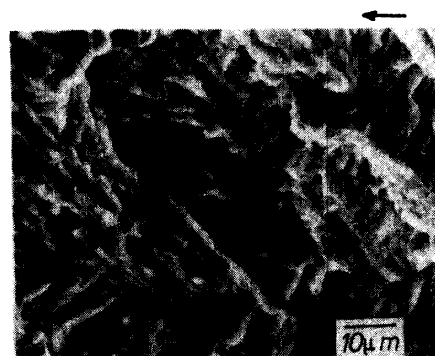


図6. 溶着金属内の疲労破面(AM4)

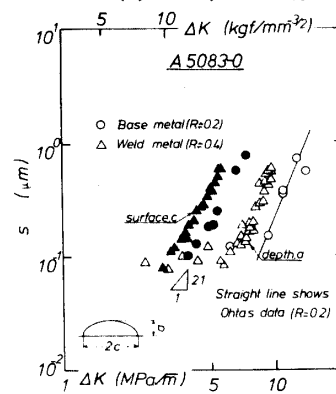


図7. λ と ΔK との関係