

日新製鋼 周南製鋼所

神余隆義

○向井孝慈

1. 緒言 SUS304鋼は、極低温で優れた靱性を有しており、LNGタンク、その関連機器などの構造材料として優れている。しかし、極低温液れ特性に関する報告は少なく破壊挙動も不明な点が多い。特に本鋼は極低温の液れ過程で生成するマルテンサイト量が常温と比較して著しく増加する事が知られている。そこで本報では、極低温(-162℃)液れ試験を平滑および切欠試験片で行ない、S-N曲線を求めるとともに、金属組織変化の破面様相への影響を常温液れと対比して検討したので報告する。

2. 実験方法 供試材は市販のSUS304冷延鋼板(板厚1mm)を用い、素材およびTIG溶接材の平滑(幅25mm)および切欠(放電加工にて幅80μ、長さ5mmの中央切欠を挿入)試験片を作成して試験に供した。液れ試験は、油圧式引張圧縮型液れ試験機に液体窒素噴射式低温槽を取付け、試験温度を20℃、-162℃に制御し、片振引張応力により行った。試験後は走査型顕微鏡による液れ起原、破面形態の観察、磁気測定によるマルテンサイト生成量の測定などを行った。

3. 実験結果 極低温(-162℃)では常温(20℃)に比べて、いずれの試片も液れ強さは上昇するが、(図1)平滑試片の高線速側教側で液れ強さの低下度が大い。これはクラック発生起原の変化に対応している。すなわち、極低温高線速側教側では、表面直下に存在する10~20μのアルミナ等の非延性介在物を起原としたクラックの発生が見られる(写真1-a)が、常温液れではこのような現象は見られない。また、クラック伝播部の極低温液れ破面はステップを形成し、脆い様相を呈し、無数のマイクロクラックが観察される。(写真1-b)これは、液れ試片の歪誘起マルテンサイト(α')生成量が常温で数%以下、極低温では30~50%であり、マルテンサイト相の混在により切欠感受性が増大したと考える。一方、溶接部の液れ強さは、いずれの温度でも低下するが、破断は常温ではδフェライトの生成し延性の低下した溶着部で、極低温では結晶粒の粗大化したHAZ部で起り、試験温度と破断位置に明瞭な関係が見られた。

切欠試験片で測定したストライエーション間隔(S)と応力拡大係数(K)の間には図2に示すように $S=CK^m$ の関係があり、常温で $m \approx 5$ 、極低温で $m \approx 2$ となりα量の多い極低温では m の値は低くなる。この現象は冷間加工によってマルテンサイト相を生成させた常温液れ試験の場合でも同様な関係が認められ、マルテンサイト相の生成が亀裂伝播形態を変えるものと考えられる。

表1. 静的引張試験値

温度	耐力 (Kg/mm ²)	引張強さ (Kg/mm ²)	伸び (%)	かたさ (Hv)
20℃	25.0	63.0	58	157
-162℃	29.0	125.3	31	-

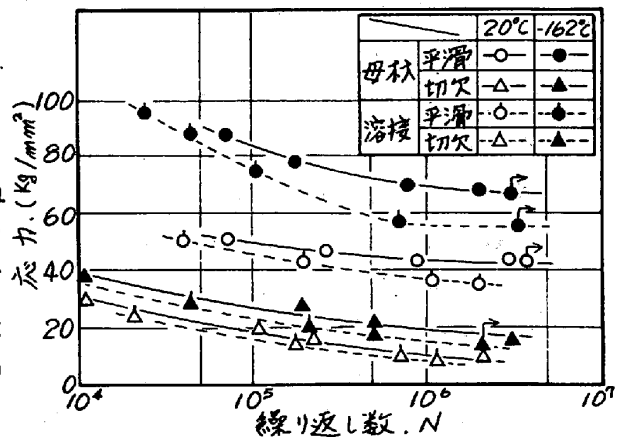


図1. S-N曲線



(a) 介在物からのクラック発生



(b) クラック伝播部

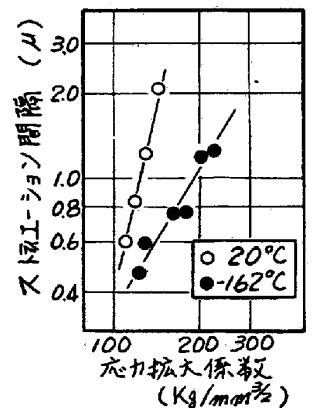


図2. ストライエーション間隔におよぼす温度の影響

写真1. 極低温液れ破面