

(312) Nb処理鋼の疲労および破壊特性におよぼす組織の影響

東大工学部 工博 荒木 達, O 堀部 進, 佐川 竜平

1. 緒言

微量Nbを含む炭素鋼あるいは低合金鋼の具有的な強度と良好な靱性は、主として結晶粒の微細化によることが知られているが、これらの鋼種の疲労損傷や破壊挙動に関しては未だ不明な点が多い。本報では、微量Nb処理鋼(B材)の疲労ならびに破壊特性をNbを含有しない鋼種(A材)のそれと比較し検討を加えた。

2. 実験方法

供試鋼の化学組成を表Iに示す。オーステナイト化温度(900~1200℃)および冷却速度を制御することにより、フェライト結晶粒径(30.0~6.8μ)あるいは炭素化合物の析出形態の異なる熱処理組織を有する試料を作成した。疲労試験は平滑材および切欠材に両極曲げ($\sigma_a=45, 35 \text{ kg/mm}^2$)を作用させたことにより行い、くりかえしに伴って生じた表面および内部の微視構造をそれぞれ光顕、透過電顕で観察したほか、試料の軟化硬化挙動、疲労き裂の伝播特性についても調べた。また予き裂を入れた試験片による三曲げ破壊靱性試験を行い、これらの鋼種の破壊特性と疲労き裂伝播特性と対比した。

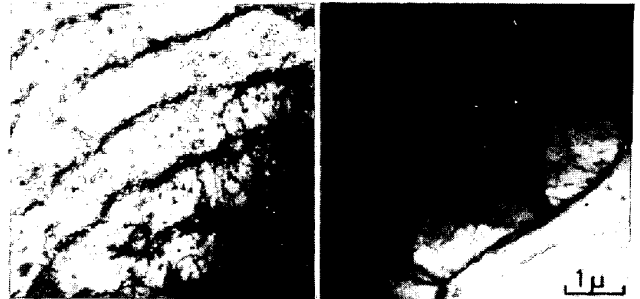
表I. 供試鋼の化学組成 (wt.%)

	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Cu	Nb	sol. Al	T.N
A	0.19	0.44	1.36	0.020	0.018	0.02	0.02	0.04	—	0.028	0.0040
B	0.20	0.17	1.25	0.020	0.020	0.01	0.02	0.03	0.029	0.031	0.0041

3. 実験結果

(1) 両鋼種ともに疲労後のフェライト中には、いくつか所でセル構造が見られるが、粗粒試料では延伸したセル(巾約1μ)と、細粒試料では等軸なセル(径約1μ)とそれぞれを主体としている(写真I)。

(2) フェライト-パーライト組織を有する場合のき裂伝播速度は、両鋼種ともに細粒試料の方が粗粒試料より小さいが、B材はA材に比して大きい。しかしながら、整合炭素化合物析出していないと考えると1200℃空冷B材のき裂伝播速度はきわめて小さく、 $\sigma_a=45 \text{ kg/mm}^2$ の場合、き裂伝播開始から破壊までのくりかえし数は、同熱処理を施したA材の160%にも及ぶ(図1)。



(a) 1100°C FC (b) 900°C AC
写真I. Nb処理鋼の疲労組織

(3) 三曲げによる破壊靱性値 K_{IC} は、引張強さ σ_B の増加に伴って増大するが、B材は強度に比して靱性がやや劣る(図2)。

(4) 上記試験片の破面は1200℃空冷B材を除くいずれの試料もデューアルを主体とするが、粗粒試料ではデューアル破壊の後、擬へき面に移行しているものも見られる。1200℃空冷B材は擬へき開断面を呈す。

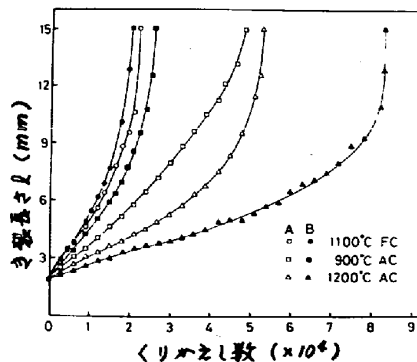


図1. き裂進展曲線($\sigma_a=45 \text{ kg/mm}^2$)

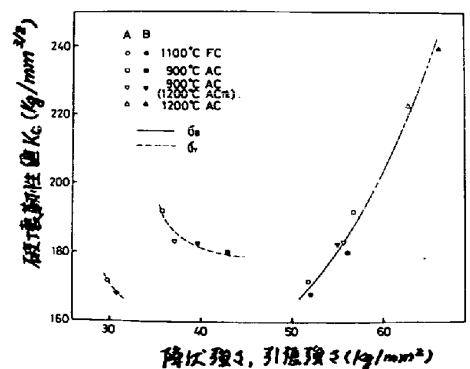


図2. 強度と破壊靱性値の関係