

(699) Ni-Cr-W合金の高温低サイクル疲労挙動に及ぼす高温ガス炉近似ヘリウム環境の効果

金属材料技術研究所 ○古屋一夫, 佐藤幸一, 貝沼紀夫

1. 緒言 Ni-Cr-W合金は高温ガス炉熱交換器用材料として開発されて来た。中でもKSNと113MAは高温ガス炉近似環境で1000°C, 10⁵ hのクリープ破断強度が1 Kgf/mm²以上という優れた特性を持っている。しかしながら, これらの材料の高温低サイクル疲労特性に関しては, ほとんど調べられておらず, 十分把握しておく必要がある。本研究ではKSNと113MAの高温疲労挙動をガス炉近似ヘリウム中において調べるとともに, 高温疲労に及ぼす試験環境効果の側面から検討を試みた。

2. 方法 素材の成分分析値はTable. 1

Table 1. Chemical composition of alloys (wt%)

Alloy	C	Cr	W	Zr	Ti	Al	Nb	Ni
KSN	0.027	14.85	23.61	0.050	0.360	0.130	0.300	Bal.
113MA	0.056	23.53	17.65	0.031	0.510	ND	ND	Bal.

ND: Not detected.

に示した。材料は1300°Cで溶体化処理した後, 試験片に加工し, 真空槽付の引張・圧縮疲労試験機を用いて1000°Cで実験を行なった。

波形はひずみ速度が $1 \times 10^{-3} \text{ s}^{-1}$ の三角波で, 軸方向のひずみ制御とした。試験環境は, 高温ガス炉定常運転近似ヘリウム(He-2), コールドトラップで純化したヘリウム(Pure He), 大気(Air)と 1×10^{-8} torrの真空(Vacuum)である。

3. 結果 Fig. 1にHe-2中での疲労曲線を示す。全般的に113MAの方がKSNよりも寿命が長い。これはKSNの強度が113MAのそれと比べて大きいためであろう。 $\Delta \epsilon_a = 0.01$ の時の種々の環境における疲労寿命をTable. 2に示す。真空中で両合金ともに著しく大きな破断くり返し数を示し, 以下Pure He, He-2, Airの順に短寿命となる。Fig. 2には113MAの破断面を示したが, 真空中での長寿命は破断が粒内型のテンプルとなる事と関係していると考えられる。また他の3つのガス雰囲気と比較すると, 破断はいずれも粒界型であるが, 雰囲気中の活性ガスの量が少ないほど長寿命となる事がわかった。この傾向はKSNでも同様であった。

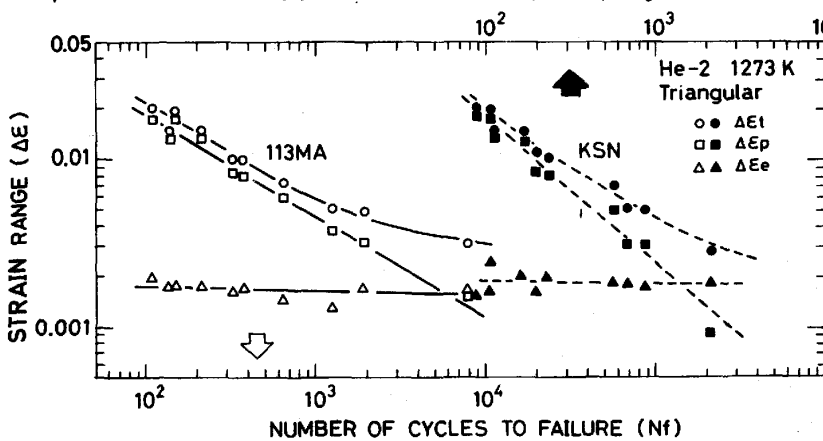


Fig. 1. Fatigue curves of KSN and 113MA in axial tension-compression with a constant strain rate of $1 \times 10^{-3} \text{ s}^{-1}$.

比較すると, 破断はいずれも粒界型であるが, 雰囲気中の活性ガスの量が少ないほど長寿命となる事がわかった。この傾向はKSNでも同様であった。

Table 2. Fatigue lives of KSN and 113MA at $\Delta \epsilon_a = 0.01$ in various environments.

Environment	Alloys	
	KSN	113MA
He-2	212 cycles	341 cycles
Pure He	341	715
Air	140	230
Vacuum	7150	11550

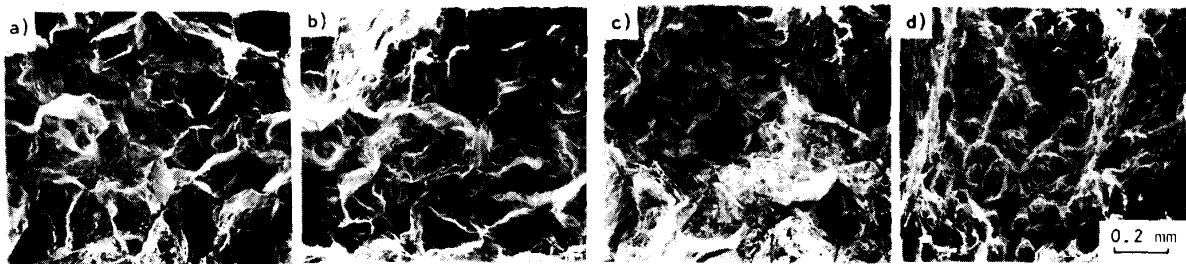


Fig. 2. Effects of the environments on the fracture surfaces of 113MA after fatigue tests. a) tested in He-2, b) in pure He, c) in air and d) in vacuum of 1×10^{-8} torr.