

(623) Ni 基耐熱合金の高温低サイクル疲労特性

日本原子力研究所 〇辻 宏和, 近藤達男

1. 緒言

多目的高温ガス炉用構造材料として, Ni 基耐熱合金の Hastelloy X, Hastelloy XR (原子炉用に Hastelloy X を改良した合金) や通産省工業技術院で開発された耐熱合金が広く研究の対象となっている。(1)~(3) これらの耐熱合金の高温低サイクル疲労特性は最も重要な課題の 1 つと考えられる。ここでは, Hastelloy X, Hastelloy XR および開発合金のなかから 2 合金を選んで, VHTR 近似ヘリウム中, 900℃ の高温低サイクル疲労試験を行い, その高温低サイクル疲労特性を比較検討してみた。

2. 実験方法

表 1. 供試材の化学組成 (wt %)

供試材は, 表 1 に示すよ

	C	Mn	Si	P	S	Cr	Co	Mo	W	Fe	B	Ni	Al	Ti	Nb
Hastelloy X	0.07	0.61	0.39	0.012	<0.001	21.26	1.71	8.89	0.57	18.98	<0.001	Bal.			
Hastelloy XR	0.07	0.83	0.32	<0.005	0.006	21.84	0.19	9.06	0.53	18.20	<0.001	Bal.	<0.05	<0.05	
Alloy A *	0.02					16.0			26.0			Bal.			0.5
Alloy B *	0.02					23.0			18.0			Bal.			

うな化学組成を有する Hastelloy X, Hastelloy XR および開発合金の Alloy A, Alloy B である。試験片は,

平行部 20mm, 標点間距離 15mm で直径 10mm の平滑丸棒試験片である。試験装置は, 高周波誘導加熱装置およびヘリウムループ直結の雰囲気槽を有する電気油圧サーボ型の疲労試験機 (±5 トン) を使用した。試験条件は 900℃ 一定, $\dot{\epsilon} = 0.1 \% / \text{sec}$

の軸歪制御疲労試験とした。VHTR 近似ヘリウム中の不純物組成は表 2 に示す通りである。

表 2. 近似ヘリウム中の不純物組成 (μatm)

H ₂	H ₂ O	CO	CO ₂	CH ₄
200 - 210	0.8 - 1.2	100 - 110	2 - 3	5 - 6

3. 結果

図 1 に, 全歪範囲と破損繰返し数の関係を示す。破損繰返し数 N_f としては, 最大応力が定常値から 25% 減少時の N_{25} を採用した。この図によると, Alloy A および Alloy B は, Hastelloy X および Hastelloy XR よりも疲労寿命が短い。Alloy A は Alloy B よりもやや疲労寿命が短く, Hastelloy X と Hastelloy XR の間には, ここに示された試験条件の範囲では, 疲労寿命の差はほとんどない。これらの傾向は, 一般に認められているように,

低サイクル疲労強度は延性に強く依存することと対応している。疲労試験後の破面は, Alloy A および Alloy B ではいずれの歪範囲の条件下でも粒界破壊が支配的であった。これに対して, Hastelloy X および Hastelloy XR では, 高歪範囲の条件下では粒界破壊が, 低歪範囲の条件下では粒内破壊が支配的であった。

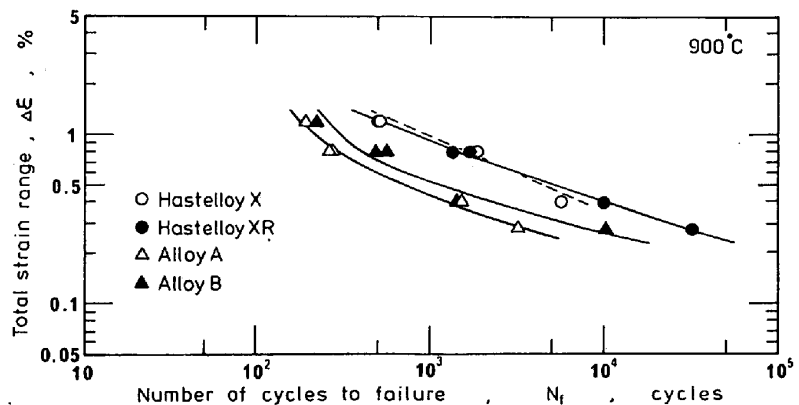


図 1. 全歪範囲と破損繰返し数の関係

参考文献

- (1) 新藤, 鈴木, 近藤: 学振 123 委研究報告 22, 131 (1980)
- (2) 木内, 近藤: 学振 123 委研究報告 20, 49 (1979)
- (3) 吉田 他: 鉄と鋼 67 (1981) S592~S596
- (4) 平川, 外山: 鉄と鋼 67 (1981) P.2590