

(622) 含 Nb 遠心鑄造管の実炉長時間加熱後の高温疲労特性

(株)神戸製鋼所 材料研究所 小織 満 ○奥田 隆成
太田 定雄

1. 緒言

近年、改質炉用反応管は、管内外面の温度差により生ずる熱応力や昇降温の繰返しなどにより与えられる損傷の重要性が指摘され、熱応力低減の観点から、従来のHK40に比べ、各種含Nb系の高強度材料を用い薄肉化する傾向がある。しかし、この種の材料について、材料選定や設計上さらにはメンテナンス上重要な熱疲労や高温疲労に関するデータは殆んど見られない。そこで本研究では、これら材料の新材および実際のアンモニア・プラントで長時間加熱したものについて高温疲労特性を調べた。

2. 実験方法

Table 1に示す遠心鑄造管を低温部(約750℃)および高温部(約950℃)に設置し、それぞれ約1年および2年間加熱した。低温部加熱材は750℃、高温部加熱材については1000℃で、三角波ひずみ制御による高温疲労試験を行なった。

3. 試験結果

低温部および高温部加熱材について、それぞれ同条件($\Delta\epsilon_t = 1\%$, $\dot{\epsilon} = 0.15\%/sec$)での各材料の破断寿命をFig. 1に示す。新材では、両温度とも材料間で寿命に顕著な差が認められない。両温度とも、長時間の加熱によって寿命が延びているが低温部加熱材ではHK40が、高温部加熱材では改良型BSTが最も長い寿命を示している。Photo.1にIN519および改良型BSTの高温部加熱材の試験後の組織を示す。IN519では析出物が粗大化し、粒内に微細な炭化物が認められないのに対し、改良型BSTではまだ粒内に微細に多数析出している。き裂は粒界で発生し、粒界、粒内混在型で伝播している傾向が認められる。いずれの温度でも、疲労寿命と短時間クリープ破断寿命の順が一致しており、疲労寿命にも長時間の加熱中および試験中の炭化物の析出挙動が密接に関連している。

Table 1. Chemical composition of test tubes (wt%)

	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Nb	Ti
HK-40	0.43	0.88	0.52	0.013	0.013	21.32	24.39	-	-
IN-519	0.30	0.59	0.74	0.012	0.007	23.97	24.15	1.58	-
B S T	0.43	1.58	1.41	0.012	0.009	19.96	24.60	0.70	0.21
Mod.BST	0.46	0.63	0.65	0.011	0.009	23.76	24.00	0.82	0.27

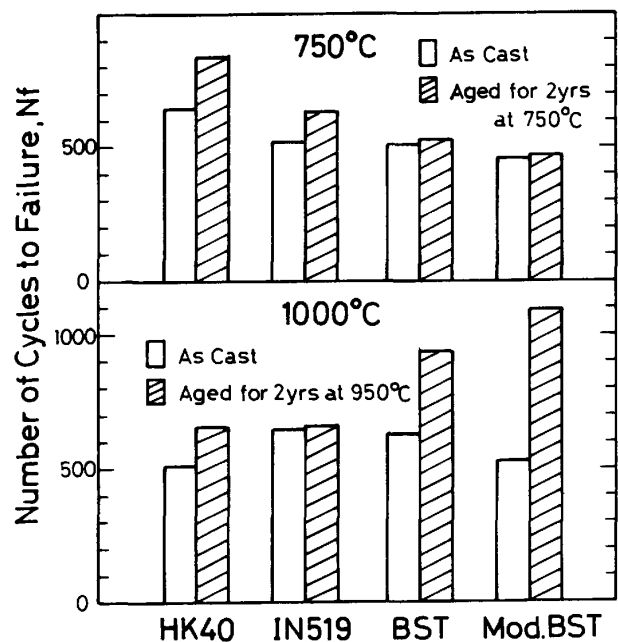


Fig. 1 Fatigue Life of As-Cast and Aged Conditions ($\Delta\epsilon_t = 1.0\%$, $\dot{\epsilon} = 0.15\%/sec$)

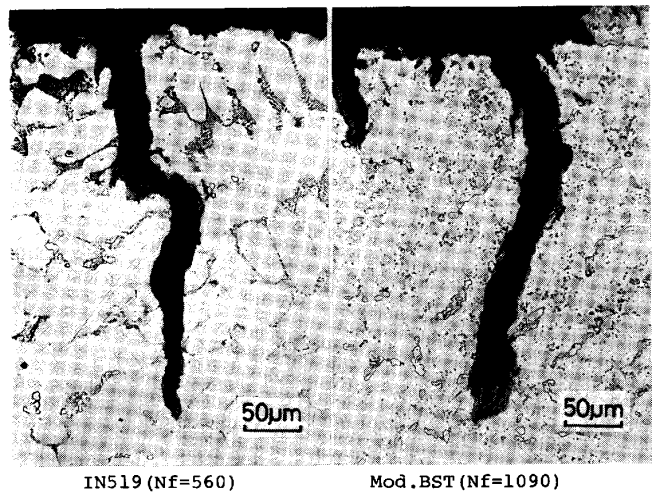


Photo.1. Microstructures after Test at 1000°C