

(553) 316系ステンレス鋼のクリープ疲労特性に及ぼす
引張ひずみ速度とモリブデン量の影響

日本鋼管(株) 中央研究所 ○工博 山田武海, 東 祥三
関口英男, 岡本寛巳

I 緒言

筆者らはモリブデン量(以下Mo%)の異なる5種類の316系鋼について高温低サイクル疲労試験をして, 本系鋼の溶体化処理状態の疲労強度はMo%の増大にともない低下するが¹⁾, これを時効すると, どの鋼においても寿命(以下 N_f)は増大し, 高Mo鋼ほど時効の影響を受け易いため, 長時間時効後の本系鋼の N_f はMo%にほとんど依存しなくなることを既に示した。更に, これらの試験寿命と既に提案した予測式により求めた寿命とは factor of two の関係になることを明らかにした。

しかし, 実際の高温構造材はクリープ疲労状態で使われている場合が多い。従ってクリープ疲労特性とMo%の間にはどのような関係があるかについても注目する必要がある。そこで, 溶体化処理状態の上記の5鋼について, Slow-Fast 疲労試験を行なった。

II 供試材及び実験方法

供試鋼の化学組成及び平均結晶粒径をTable 1に示す。これらの鋼は大気中高周波炉にて溶製し, 1150°Cで圧延した後, 1150°C×1h.WQの溶体化処理をした。ここでMo-5鋼は約2.5%の δ フェライトを含み, 結晶粒径も他鋼にくらべて小さい。

Table 1 Chemical composition and grain size.

	Chemical Composition (wt-%)								Grain Size
	C	Si	Mn	S	P	Ni	Cr	Mo	$D_T(\mu m)$
Mo-0	0.062	0.54	1.00	0.0052	0.020	12.47	16.67	-	82
Mo-1	0.059	0.49	0.96	0.0051	0.018	12.18	16.51	1.13	95
Mo-2	0.064	0.53	1.01	0.0048	0.018	12.89	17.07	2.23	78
Mo-3	0.055	0.50	1.01	0.0073	0.016	12.47	16.85	3.15	105
Mo-5	0.052	0.57	1.06	0.0056	0.016	12.75	17.51	5.27	56

疲労試験は高周波誘導加熱式の油圧サーボ試験機を用い, 完全両振軸ひずみ制御にて行なった。試験条件は 温度; 600°C, 全ひずみ範囲; 2.0%, ひずみ波形; Slow-Fast, 引張ひずみ速度; 0.001~1%/s, 圧縮ひずみ速度; 1%/s である。また, 試験後の微細組織観察, 破面観察を行った。

III 試験結果

1. Fig.1に疲労試験結果を示す。全ての供試鋼において, 引張ひずみ速度(以下 $\dot{\epsilon}_T$)の低下にともない寿命は低下する。しかしこの引張ひずみ速度依存性が低Mo%鋼ほど顕著なため, $\dot{\epsilon}_T = 1.0$ のときはMo%の増大にともない寿命は減少するが, $\dot{\epsilon}_T \leq 0.01$ では完全に逆転して, Mo%の増大にともない寿命は増大するようになる。

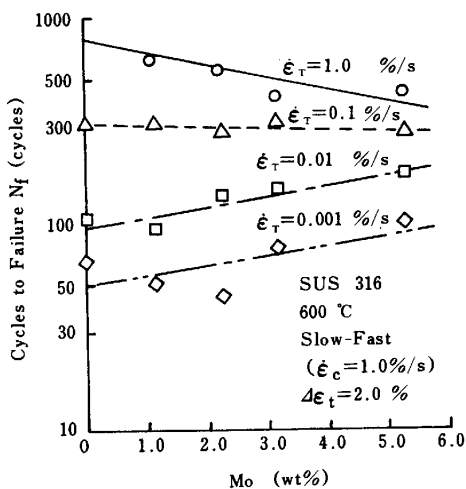


Fig.1 Effects of Mo% on creep-fatigue properties.

2. 疲労硬化量はMo%の増大及び $\dot{\epsilon}_T$ の増大にともない増す傾向を示す。この傾向はTEM観察による試験後のサブグレインの大きさとよく対応し, サブクレンが小さいものほど疲労硬化量は大きい。

3. 既に提案した予測式により求めた本系鋼の寿命と実験結果の関係をプロットすると, ほとんど全てのプロットが factor of two のバンドの中に入った。ちなみに歪範囲分割法による予測寿命は約半分が factor of two のバンドに入るだけであった。

4. 低 $\dot{\epsilon}_T$ で試験した破面ほど粒界割れが多く観察されたが, この傾向は低Mo鋼ほど顕著であり, Moが粒界破壊を抑制して, クリープ疲労寿命の低下を抑えていることが分かった。