

(617) 高Cr白鑄鉄における熱疲労き裂伝ばに及ぼす炭化物の影響

九州大学大学院 ○徳重昇司

九州大学工学部 大城桂作 松田公扶

1. 緒言 高Cr白鑄鉄は、硬い共晶炭化物を含むため耐摩耗性に優れているので、圧延ロールとして使用されている。圧延ロールは熱サイクルを受けて疲労するが、疲労き裂伝ばに及ぼす炭化物の量、形態等に関する研究は少ない。そこで、本研究ではコフィン型熱疲労試験機を用い、Cr量が5%および13%で共晶量が0~20%の範囲の鑄造材および鍛造材における熱疲労き裂伝ばに及ぼす炭化物の量、分布状態の影響について調査した。

2. 実験方法 供試料の化学成分、熱処理条件および晶出炭化物の種類を Table 1 に示した。平行部中央に深さ0.5mmの片側切欠きを設けた6mmφの中丸棒試験片の両端を固定し、直接通電により上限温度(T_H)まで30秒で加熱、次に下限温度(T_L)まで30秒で強制空冷の1サイクル1分で熱サイクルを与えた。 T_L は100℃で一定とし、 T_H は400~600℃の間で変化させた。まず各試料の疲労寿命(N_f)

と T_H の関係を測定すると共に、疲労途中で試験を中止した試料のき裂長さ(l)を測定してき裂伝ば速度を調査し、さらにSEMを用いて疲労破面の破面解析を行ない、き裂伝ばに及ぼす炭化物の影響について調査した。

3. 実験結果 5%Cr系試料における N_f と T_H の関係を Fig. 1 に示したが、いずれの試料においても N_f は T_H が上昇すると共に短くなった。また N_f はいずれの T_H においても共晶量が多い試料ほど短く、鍛造材の N_f は同じ化学成分を持つ鑄造材にくらべて長い。5%Cr系試料におけるき裂長さ(l)とサイクル数(N)の関係を Fig. 2 に示した。き裂は0.6~1mmに達するとその後は急激に進展し破断に至る。 $\frac{1}{2}N_f \sim \frac{1}{4}N_f$ の間で各試料のき裂伝ば速度($\frac{dl}{dN}$)を比較すると、共晶量の多い試料ほど $\frac{dl}{dN}$ は大きく、鍛造材より鑄造材の $\frac{dl}{dN}$ の方が大きい。13%Cr系試料の N_f は5%Cr系試料より長い。また、 N_f に及ぼす T_H 、共晶量および鍛造の影響は5%Cr系と類似している。SEMによる破面観察の結果、共晶量の少ない試料ではストライエーションを伴う延性破面であるのに対し、共晶量が多くなると、すべりを伴う脆性破面となる。また、鑄造材ではき裂は屈曲して進展し、軟固組織の影響が大きいものに対して、鍛造材では応力負荷軸に対して垂直な方向にはほぼ直線的に進展する。

Table 1. Specimens

		Chemical Composition (%)						Condition of heat treatment	Protective Carbides
		C	Cr	Si	Mn	Mo	V		
C5H	Cast	1.80	4.76	0.48	0.65	-	-	1000°C 5h 750°C 4h T	(Fe,Cr) ₂ C
C5M	"	1.32	4.65	0.48	0.65	-	-	"	(Fe,Cr) ₃ C ₂
C5L	"	0.76	4.79	0.45	0.64	-	-	"	"
SKD-12	Forge	0.98	4.63	0.28	0.66	0.42	0.31	950°C 1h 750°C 2h T	"
C13H	Cast	2.05	13.20	0.46	0.67	-	-	1000°C 5h 750°C 4h T	"
C13M	"	1.04	13.40	0.50	0.59	-	-	750°C 10h I	"
SKD-1	Forge	2.12	11.65	0.36	0.46	-	-	950°C 1h 750°C 2h T	"
SUS420J2	"	0.19	12.85	0.38	0.57	-	-	"	"

Q: quenching T: tempering I: isothermal transformation

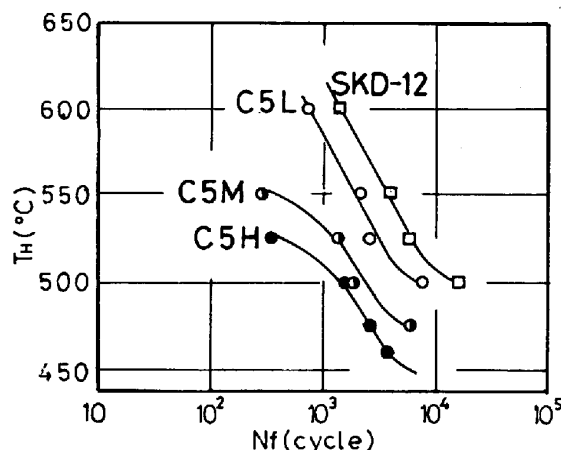


Fig. 1. Relationship between thermal fatigue life N_f and maximum temperature T_H

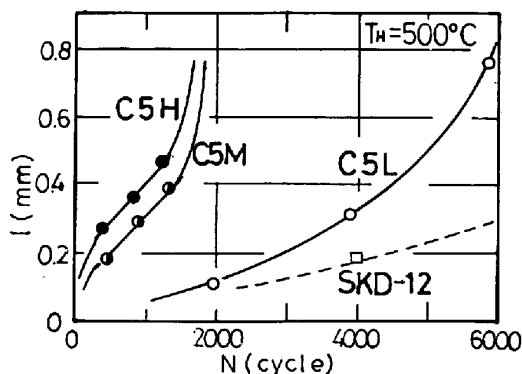


Fig. 2. Relationship between crack length l and number of cycles N