

Fig. 4. Relation between Nb/C and hot-charpy impact value.

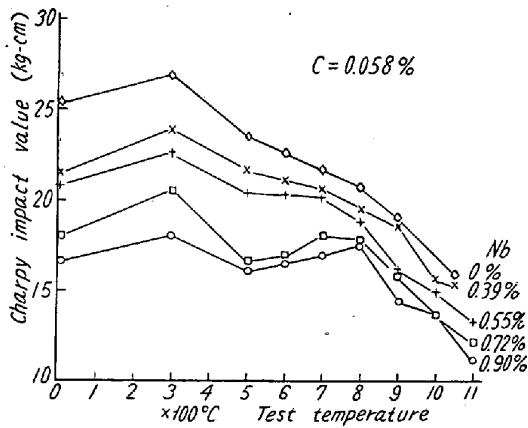


Fig. 5. Effect of Nb on hot-charpy impact value.

(iv) 時効後の機械的性質

700°Cで50, 100, 200, 500h時効し、その温度で試験した。衝撃値は時効により低下し、引張り強さはほとんど変化しないがのびは減少した。(図表省略)

なおこれらの現象にともなう顕微鏡組織も合わせて報告する。

(107) オーステナイト・ステンレス鋼の高温疲労強度について

High-Temperature Fatigue Strength of Austenitic Stainless steels

K. Ebato, et alii.

日本冶金工業川崎製造所

理 川畑 正夫・工 横田 孝三
工 深瀬 幸重・工〇江波戸和男

I. 結 言

高温における金属材料の疲労に関してはとくに実用上からその研究が要望されているにもかかわらず、実験の困難のため静的なクリープ・ラプチュアー試験に比して比較的少数の報告がなされているにすぎない。われわれは従来の疲労試験機に改良を加え設計した装置を用い耐熱オーステナイト・ステンレス鋼研究の一環として主として実用オーステナイト・ステンレス鋼5鋼種を対称としてこれの常温および815°Cまでの高温疲労強度を調べたものでその結果を報告する。

II. 試験方法および供試材

1) 試験方法: 試験機として従来の小野式回転曲げ疲労試験機に独自の改良を加えたものを用いた。すなわち高温試験に適するように加熱炉をとりつけ試験機の保護および試験機を経済的かつ有効に使用するために試験片は耐熱鋼製チャッキング・ロッドによつて加熱炉内に完全におさめる。またチャッキング・ロッドから軸受部への熱伝達および加熱炉からの熱輻射を防ぐために遮蔽円板および冷却装置をほどこしかつ高温試験の所要時間を短縮するために試験は高速でおこなえるように設計した。本試験で採用したくりかえし速度は毎分3,000回である。

2) 供試材: 供試材は実用材料として AISI 304, 316, 321, 347 および 318 の 5 鋼種を選びすべて圧延材 25 mm φ 丸棒につき 1100°C×1h. W.Q. の熱処理をおこない。これから Fig. 1 にしめす試験片を切削し試験片表面は研磨仕上をほどこした。

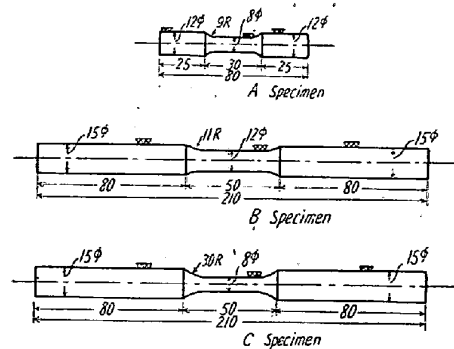


Fig. 1. Fatigue test specimens.

これら試験材の化学組成を Table 1 に、常温および高温の機械的性質を Table 2 にしめす。

Table 1. Chemical composition of test materials.

AISI type	NAS type	C	Si	Mn	Ni	Cr	Mo	Ti	Cb+Ta
304	8S	0.076	0.76	1.08	9.73	18.55	tr	—	—
316	84S	0.067	0.80	2.17	12.06	17.52	2.51	—	—
321	8E	0.050	0.67	1.62	10.06	18.06	—	0.39	—
347	8X	0.053	0.66	1.27	11.18	18.86	—	—	0.85
318	84X	0.046	0.68	2.00	13.93	17.64	1.48	—	0.89
Mild steel		0.143	0.23	0.46	—	—	—	—	—

Table 2. Mechanical properties of test materials.

AISI type	NAS type	0.2% Proof stress kg/mm ²		Ultimate tensile strength kg/mm ²		El. (%) 20°C	V.H.N.	G.S.N.
		20°C	650°C	20°C	650°C			
304	8S	21.1	9.0	58.7	33.5	79.0	151	3.5
316	84S	23.6	11.2	59.5	40.5	75.6	168	3.5
321	8E	21.2	12.3	60.8	41.2	74.2	167	5.0
347	8X	23.0	11.5	63.5	41.8	69.0	165	6.0
318	84X	23.5	15.5	62.0	42.2	67.4	170	8.0

III. 実験結果

1) 試験片寸法の検討: 従来の標準試験片は Fig. 1 にしめすように平行部 12φ (B試験片) である. 本試験で採用した高温用試験片はA試験片で平行部 8φ であるため両者の間に寸法差による疲労強度の差が生ずることが考えられる. そこで標準試験片の平行部の径のみをこまかくして 8φ にしたC試験片を用い軟鋼の同一素材からきりだしたもので寸法効果を常温疲労試験により検討した.

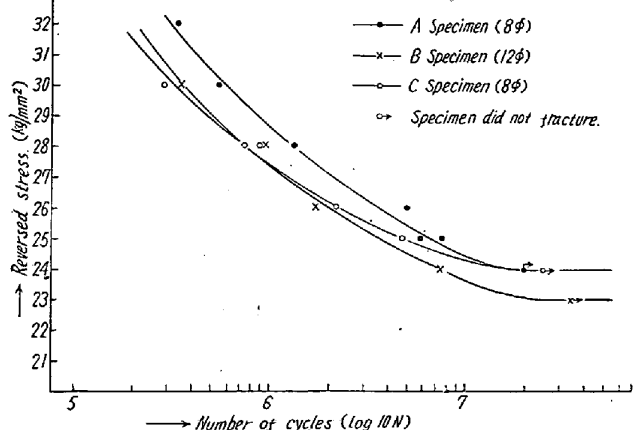


Fig. 2. S-N curve for mild steel showing effect of specimen size on the fatigue strength.

Fig. 2 にその結果をしめすが 3 者の間に図のごとき関係が認められる. 10⁷ 回転における疲労強度の点からは A, C および B 試料に寸法効果が考えられる.

2) 常温および高温疲労試験結果, 高温用試験片を用いて上記 5 鋼種について常温および高温で試験した結果を Fig. 3, 4 に示す. Fig. 3 は AISI 304 についての

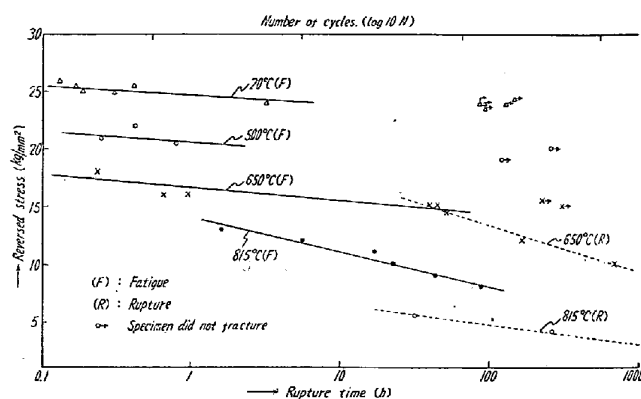


Fig. 3. Relation between fatigue strength and rupture strength of AISI 304.

試験結果で応力と試験時間との関係を示す. 試験温度は 20°C, 500°C, 650°C および 815°C の 4 点である. (Fig. 3) 図から高温になるにしたがって疲労強度は減少するが 500°C までは減少の程度が少く, 650°C 以上で急激に減少する. 815°C では 10⁷ 回転でも疲労限があらわれない. この結果を時間-強度の観点からクリープ・ラプチュア試験の結果と比較すると低温では疲労強度が低く高温ではクリープ・ラプチュア強度の方が低い. すなわちある試験条件および時間で考えたときに疲労強度とクリープ・ラプチュア強度とがひとしくなる温度がある. われわれはこの温度と破壊の様相の関係を観察した.

Fig. 4 は AISI 304, 316, 321, 347 および 318 の常温および 650°C での試験結果である. どの試料も 650°C C で常温におけるよりも 20~30% 強度が減少してい

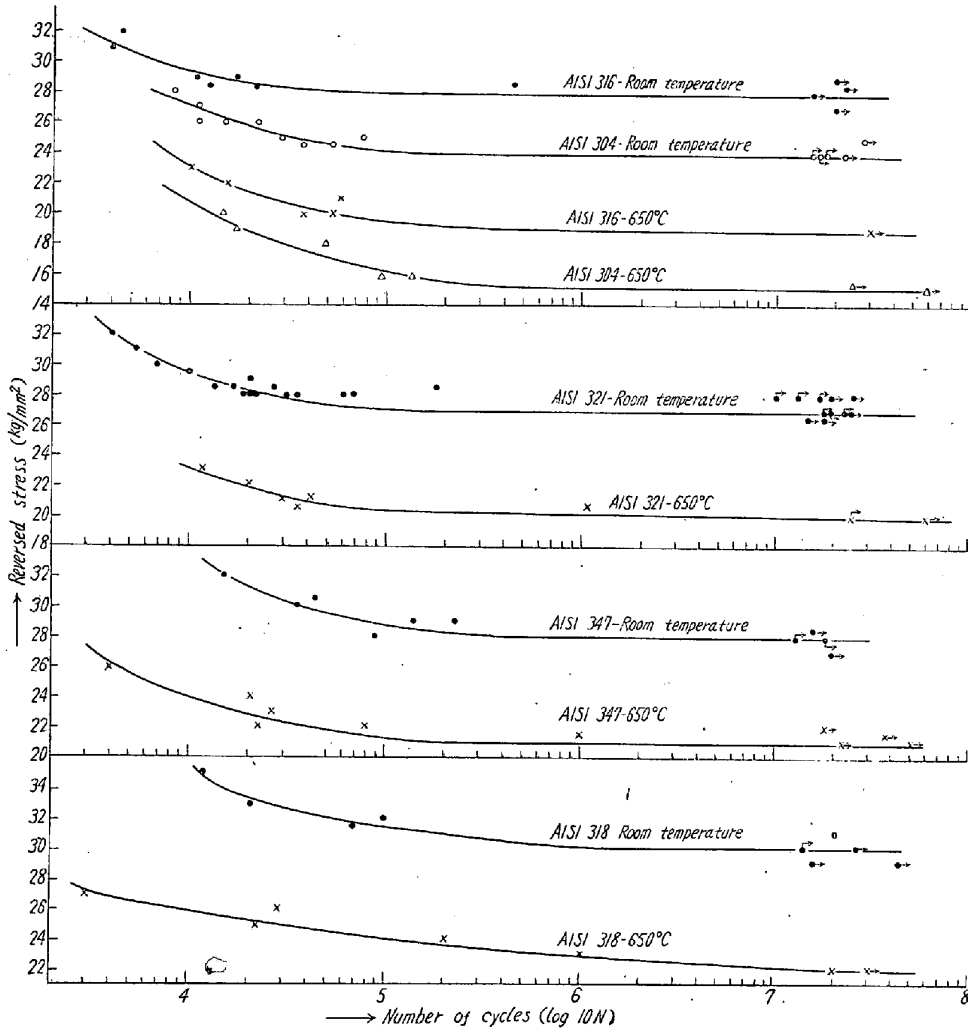


Fig. 4. S-N curves for austenitic stainless steels at room temperature and 650°C.

る。Fig. 4 から 10^7 回転における疲労強度を求めたのが Table 3 である。これから疲労強度は常温で AISI 304 をのぞく 4 鋼種は大差ないが 650°C において差が認められ AISI 318, 347, 321, 316, 304 の順にすぐれている。これは Table 2 の引張強さと同じ傾向である。それぞれの常温および 650°C での Endurance ratio をみると当然ながら疲労強度の温度依存性が抗張力にくらべて小さいことがわかる。以上 5 鋼種の他に真空溶解により溶製した AISI 304, 310 および Ni 基 Inconel についての高温疲労試験結果について付言する。

IV. 結 言

従来の試験機に独自の改良を加え高温疲労試験が経済的かつ有効におこなえるようにした。小野式回転曲げ疲労試験機により、オーステナイト・ステンレス鋼の高温疲労強度を調べた結果つぎのことが明らかになった。

- 1) 本試験機は高温疲労試験機として適切である。
- 2) 高温疲労強度とクリープ・ラプチュア強度を比

Table 3. Fatigue limit and endurance ratio.

AIS type	20°C			650°C		
	f ¹⁾	f/Y ²⁾	f/U ³⁾	f	f/Y	f/U
304	24.0	1.13	0.41	15.0	1.69	0.45
316	27.0	1.14	0.45	19.0	1.70	0.47
321	27.0	1.27	0.44	20.0	1.62	0.49
347	27.0	1.17	0.43	21.0	1.82	0.50
318	20.0	1.28	0.48	22.0	1.42	0.52

- 1) f: Fatigue limit (kg/mm²)
- 2) Y: 0.2% Proof stress (kg/mm²)
- 3) U: Ultimate tensile stress (kg/mm²)

較すると低い温度では前者が低く高い温度では後者が低い。

3) 実用オーステナイト・ステンレス鋼 5 種についての 650°C における疲労強度は高温の抗張力と同様 AISI 318, 347, 321, 316, 304 の順にすぐれておりかつ疲労強度の温度依存性は抗張力の場合よりも小さい。