

# (158) 17-10Ti ステンレス鋼のクリープ 破断性質におよぼす溶体化処理温 度の影響

日新製鋼, 周南工場研究所

藤岡外喜夫・○高橋 登

## Effect of Solution Temperature to Creep Rupture Properties of 17-10Ti Stainless Steel.

Tokio FUJIOKA and Noboru TAKAHASHI.

### I. 緒 言

ステンレス鋼のクリープ強度に関する熱処理の影響についてはすでに報告があるが<sup>1)~5)</sup>,  $\gamma$ 系ステンレス鋼では結晶粒度の大きいほど破断強度が大きい, という結果<sup>6)</sup>に対し, 山崎は17-10P ステンレス鋼についてクリープ破断寿命は溶体化処理温度に対し最大値をとることを示している。

筆者は安定化ステンレス鋼についてこの挙動を調べるために17-10Ti ステンレス鋼を使用し溶体化処理温度を数種類かえて4段階の温度範囲でクリープ破断試験を行ない若干の考察を加えた。

### II. 供試材料および実験方法

供試材料は電気炉溶製した500kg鋼塊から16mm $\phi$ に鍛伸した17-10Ti ステンレス鋼で, その化学成分をTable 1に示す。この丸棒に対して電気炉で次の3種の溶体化処理を行なった。処理後の結晶粒度をJIS比較法で判定した結果を付記する。

Table 1. Chemical composition of specimen.

C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Ti
0.07	0.59	1.26	0.018	0.015	17.17	9.61	0.28

溶体化処理条件: T7 1000°C×2hr 水冷 G.S. 7  
T5 1050°C×2hr 水冷 G.S. 5  
T1 1300°C×2hr 水冷 G.S. 1

各熱処理後, 研磨し, 10% クロム酸電食を行なつて600倍の顕微鏡観察を行なつたが, 何れも粒界は炭化物その他の相は観察されず, わづかに粒内にTiNの角型介在物と未固溶炭化物と思われる微小粒が稀にみられ, 結晶粒の差の他に特に大きな差異は認められない。

溶体化処理後の丸棒から平行部寸法 $6\pm 0.01$ mm $\phi$ × $30\pm 0.02$ mm Lの試験片を切削した。試験装置は3tクリープ・ラプチャー試験機で, 温度制御は $\pm 3^\circ\text{C}$ とした。

試験は600°C, 650°C, 700°C, 732°Cの4段階で行ない, 各試験温度における3種の熱処理材への負荷は一定にした。

### III. 実験結果

600~732°Cの4温度クリープ破断時間と溶体化処理温度の関係をFig. 1に示す。図において破断寿命は例外はあるが, 一般にある溶体化処理温度で最大値をとっている。また600°Cでは負荷が大きいほど処理温度の影響が大きい。

各試験片の破断伸びをFig. 1に併記した。同一試験温度における破断伸びを溶体化処理温度が高いほど, 負荷が小さいほど小さいことで, 特にT1の伸びの小さいことが特徴的である。クリープ破断例をPhoto. 1に示す。T7, T5が伸びが大きく延性破壊を示すのに対し, T1は亀裂が深く脆性破壊をしていることがわかる。

以上のクリープ破断曲線のうち650°Cと732°Cでの試験例をFig. 2に示す。溶体化処理温度が高くなるにつれ最小クリープ速度が小さいこと, 破断伸びが小さく, しかも伸びの大部分は破断直前に集中していることなどの差が現われているがT5, T7の差は少ない。

各クリープ破断曲線の最小クリープ速度を測定した結果をTable 2に示す。表にみるように最小クリープ速度は溶体化処理温度の高い方が小さい値を示している。

破断した各試験片については光学顕微鏡で観察を行なつた。亀裂はすべて粒界で起つており, 破断部付近の表面の粒界からは微細な内部まで伝播していない亀裂が多数発生しており, 破断部付近の内質部でも粒界亀裂が起つている。亀裂の出方はT5, T7が粒界亀裂が結晶粒の変形途中に丸

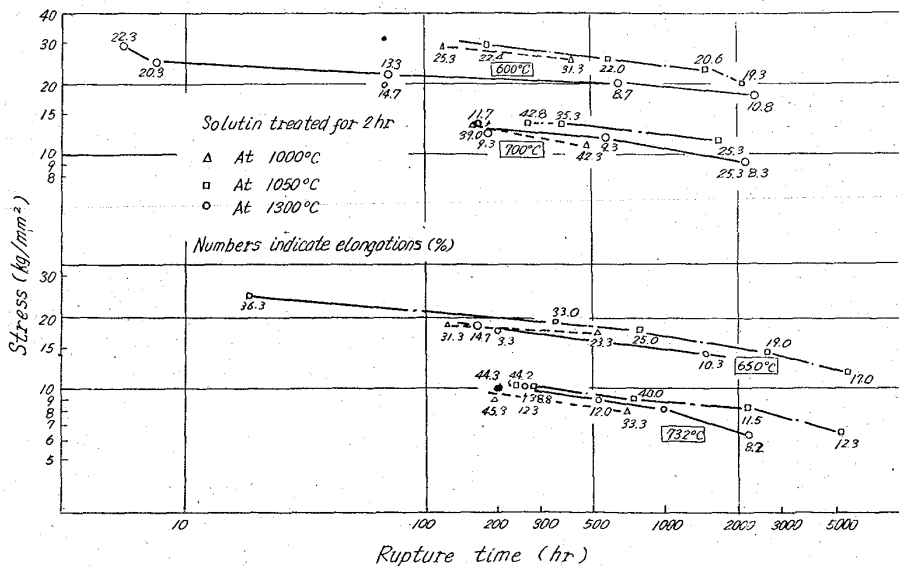


Fig. 1. Effect of solution treatment temperature to creep rupture life.

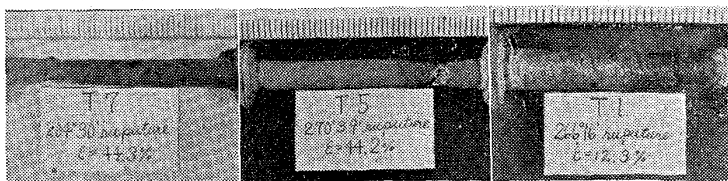


Photo. 1. Aspects of creep rupture specimens  
732°C×10 kg/mm<sup>2</sup>.

Table 2. Effect of solution treatment to minimum creep rate.

		Minimum creep rate (%/hr)					
Test temp. (°C)		600	650		700		732
Test stress (kg/mm <sup>2</sup> )		20	14	17.5	9.2	13.7	10
Solution treatment.	T 7	—	—	0.0041	—	0.0777	0.1136
	T 5	0.00063	0.00086	0.0039	0.00051	0.01255	0.0543
	T 1	0.00056	0.00057	0.0021	0.00013	0.0033	0.00112

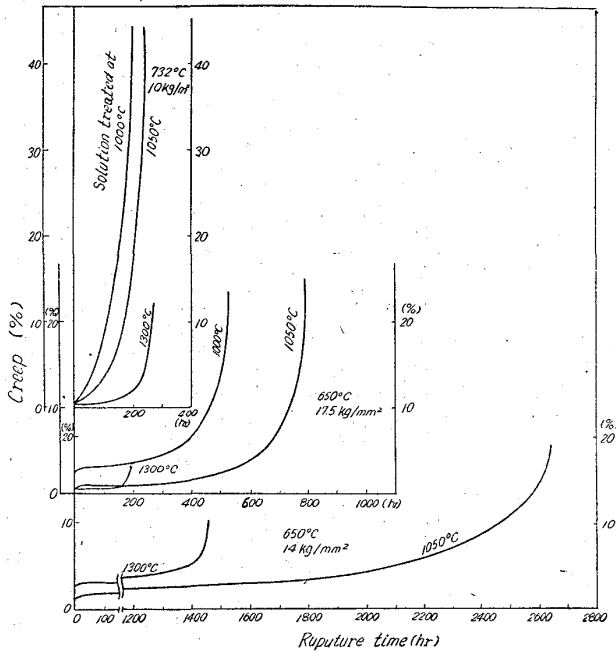


Fig. 2. Effect of solution treatment to creep rupture curve.

くなつたと思われる楕円状の穴を呈するのに対し、T1では結晶粒の変形もほとんどみられず、wedge typeを示しており亀裂の数も T5, T7 に比し少ない。どの材料も溶体化材については炭化物はほとんど観察されなかつたが破断試験後には粒界に炭化物の析出を認めた。σ相は低温試験では現れなかつたが 700°C, 732°C の長時間試験の分には発生していた。しかし、炭化物、σ相ともに破壊の原因となつた形跡は認められていない。

IV. 考 察

CHEN らは void の発生は slip により粒界の jog に核を生じ、これに空孔が拡散するために起るとしているが、粗粒になるほど単位体積当りの粒界面積は小さいため void が集積しやすくなり、試験片の各部に void が発生して変形量の多い粒内じりよりも変形量の少ない粒界じりが優先するために伸びが小さく現われるものと考えられる。破断寿命が溶体化処理温度で最大値をとるのは熱処理効果<sup>1)2)</sup> もあろうが、粒内破壊を起さぬ程度に粗粒であれば応力は各粒に分散されるので集中をまぬかれ強化されようがさらに粗大になると山崎<sup>5)</sup> の単純粒界排列が起つて弱化するのであろう。

V. 結 言

ステンレス鋼 17-10Ti ステンレス鋼について溶体化

処理温度を 1000~1300°C の範囲で変えて、600~732°C の温度範囲でクリープ破断試験を行ない次の結果をえた。

- (1) 大体各試験温度において、クリープ破断強度は溶体化処理温度に対して最大値をつくる。
- (2) 高温溶体化処理材ほど伸びは小さく粒界破壊を呈する。
- (3) 高温溶体化処理材ほどクリープ伸びは小さい。
- (4) クリープ破壊粗粒材の伸びの小さいのは単位体積当りの粒界面積が減少することにより void の集積が変形の少ない粒界じりを優先させるからであろう。

文 献

- 1) 西原, 他: 鉄と鋼, 46 (1960), p. 151
- 2) 織田, 片山, 他: 金属学会誌, 26 (1962), p. 661
- 3) K. J. IRVINE et al.: Trans. Amer. Soc. Metals, 52 (1960), p. 376
- 4) P. SHAHINIAN et al.: Trans. Amer. Soc. Metals, 45 (1953), p. 177
- 5) 山崎: 材料, 12 (1963), p. 211
- 6) 金尺学会新制金尺講座 (日版) 耐熱鋼および耐熱合金, p. 36
- 7) CHEN et al.: J. Metals, 9 (1957), p. 829

(159) 18Cr-12Ni 系耐熱鋼の高温性質におよぼす B, Mo, Nb, Ti 複合添加の影響 (オーステナイト耐熱鋼の研究—II)

金属材料技術研究所

○河部義邦・沼田英夫・工博 中川龍一

Effect of Multiple Additions of Boron, Molybdenum, Niobium and Titanium on High Temperature Properties of 18Cr-12Ni Heat Resisting Steels.

(Studies on austenitic heat resisting steels—II)

Yoshikuni KAWABE, Hideo NUMATA

and Dr. Ryūichi NAKAGAWA.

I. 緒 言

著者らは前報<sup>1)</sup>で、18Cr-12Ni 系に Mo, Nb, Ti, N および B を適当量組合せ添加した合金は高いクリープ・ラプチャー強さを示すことを報告した。この合金は Esshete 1250, G18B, S-5<sup>2)</sup>らの超耐熱鋼にくらべてもか