

(489) クリープ破断時間とクリープ破断強さの確率分布

金属材料技術研究所 門馬義雄 宮崎昭光 横川賢二  
永井秀雄 森下 弘 横井 信

1. 緒言 高温構造設計に必要な材料の許容応力の算出に当っては、マルチヒートからのクリープ破断データを整理する必要がある。ヒート間に大きなバラツキを含む破断データに対して、通常はクリープ破断時間が対数正規分布母集団からの標本であるという仮定の下に、TTP (時間・温度パラメータ) などの適用が行なわれる。一方、設計上、要求されるのは、設計温度・寿命に対する材料のクリープ破断強さの「平均値」や「最小値」である。本報告は、一定温度・荷重下でのクリープ破断寿命と、クリープ破断データを整理して得られる一定温度・時間に対するクリープ破断強さの統計分布を検討し、長時間強度の推定の信頼性向上を目的とするものである。

2. データ及び方法 国内のみならず、海外のクリープ破断データを整理した。対数破断時間と対数応力のヒストグラムに

LOG10(RUPTURE STRENGTH) OF 316SS FOR 600°C, 100000H, N=79

FROM	TO	FREQ	G
845 - 894		0	I
895 - 944		0	I
945 - 994		2	I **
995 - 1044		3	I *****
1045 - 1094		24	I *****
1095 - 1144		21	I *****
1145 - 1194		20	I *****
1195 - 1244		4	I ****
1245 - 1294		0	I
1295 - 1344		0	I
1345 - 1394		0	I

LOG10(RUPTURE STRENGTH) OF 321SS FOR 600°C, 100000H, N=50

FROM	TO	FREQ	G
645 - 694		0	I
695 - 744		0	I
745 - 794		0	I
795 - 844		1	I *
845 - 894		2	I **
895 - 944		6	I *****
945 - 994		5	I *****
995 - 1044		14	I *****
1045 - 1094		8	I *****
1095 - 1144		9	I *****
1145 - 1194		4	I ****
1195 - 1244		1	I *
1245 - 1294		0	I
1295 - 1344		0	I
1345 - 1394		0	I
1395 - 1444		0	I

Fig.1 Example of histogram on creep-rupture strength

つき、歪度( $\sqrt{b_1}$ )と尖度(Geary)による正規性の検定をした

Table 1. Test of normality for creep rupture times and strength

3. 結果 (Fig. 1, Table 1)

1) クリープ破断時間の歪度は一般に負で小さい方にそれを引いている。  
2) 破断応力は対数正規分布となる。  
3) ヒート内の対数破断時間の変動係数は1~2%で、ヒート間のバラツキを含む対数クリープ破断応力のそれは、3~10%であった。

Steel type	Data item	Sample size	Mean	SD	Skewness	$\sqrt{b_1}$ test	Kurtosis	Geary's test
Carbon steel	$\log t_R$ at 450°C, 19.5kgf/mm <sup>2</sup>	28	3.2054	0.0282	-0.287	—	3.313	*
2.25Cr-1Mo	$\log t_R$ at 550°C, 14.0kgf/mm <sup>2</sup>	57	3.3080	0.0284	-1.209	**	4.910	—
304SS	$\log t_R$ at 732°C, 9.5kgf/mm <sup>2</sup>	406	2.0521	0.0490	-0.342	—	4.077	—
316SS	$\log t_R$ at 700°C, 11.0kgf/mm <sup>2</sup>	54	3.0260	0.0361	-0.512	—	2.512	—
2.25Cr-1Mo	$\log S$ for 500°C, 10 <sup>5</sup> h	18	1.2368	0.0467	0.302	—	2.216	—
2.25Cr-1Mo	$\log S$ for 500°C, 10 <sup>5</sup> h	18	1.1177	0.0368	0.264	—	3.815	—
304SS	$\log S$ for 600°C, 10 <sup>5</sup> h	34	1.0376	0.0722	-0.577	—	3.389	—
316SS	$\log S$ for 600°C, 10 <sup>5</sup> h	79	1.1074	0.0571	-0.234	—	2.328	—
321SS	$\log S$ for 600°C, 10 <sup>5</sup> h	50	1.0305	0.0837	-0.080	—	2.452	—
347SS	$\log S$ for 600°C, 10 <sup>5</sup> h	22	1.0495	0.1222	-0.603	—	2.136	—

\*:5% significant, \*\*:1% significant, —:Not significant