

# (679) 簡易TTP法によるオーステナイトステンレス鋼クリープ 破断データの外挿精度と最適化パラメータ定数

金属材料技術研究所 門馬義雄、坂本正雄、宮崎昭光  
永井秀雄、森下 弘、横井 信

1. 緒言 近年、TTP (時間・温度 パラメータ) 法により、クリープ破断データを整理し、長時間強度を外挿する場合、対数破断時間の残差平方和を最小にするパラメータ定数の決定法、いわゆる最適化TTP法が広く用いられるようになり、ISO 6303でも推奨されている。本報告はオーステナイトステンレス鋼4鋼種について、破断時間が3000 h以下のデータのみを用いて、約10万時間までの実測データと比較し、TTP法によるあてはめと外挿の精度を検討したものである。

2. 使用データとTTP法 使用したデータは金材技研クリープデータシート No. 4 A (304H) のヒート ABE, No. 5 A (321H) のヒート ACM, No. 6 A (316H) のヒート AAL 及び No. 28 (347H) のヒート AEE に関するものである。適用したTTP法は、Larson-Miller (LM)、Orr-Sherby-Dorn (OSD) 及び Manson-Succop (MS) 法である。対数応力の直交多項式 (次数  $k$ ) を用いてTTP法による主破断曲線をあてはめた。その際、入力データの制限を次のように行い、対数破断時間の標準誤差 (SEE) と計算に使用されなかった長時間データに対する平均二乗誤差 (RMS) を求め、それぞれ「あてはめ」及び「外挿」の精度を示す尺度とした。(A) 全データを使用して、パラメータ定数を最適化、(B) 3000 h以下のデータのみを用いて、パラメータ定数を最適化、(C) 3000h以下のデータのみを用いたが、パラメータ定数は全データにより最適化されたもの(A)を使用。

3. 結果 Table 1は各ヒートごとに得られた最適パラメータ定数(PC)、SEE及び決定係数(COD)を示す。主破断曲線の例をFig. 1に示す。短時間データのみを用いて外挿したときのあてはめ(SEE)と外挿(RMS)の精度の比較をTable 2に示す。Fig. 2は3つのケースについて計算された等温クリープ破断曲線を比較したものである。(1)全部のデータに対するあてはめ性はTTP法の種類によりそれほど変わらないが、検討した3種類の中ではOSDが比較的よいあてはめを示す。(2)3000 h以下のデータだけを用いた場合は、パラメータ定数を最適化することにより良いあてはめが可能であるが、外挿の精度は必ずしもSEEの値の傾向とは一致せず高目の強度を予測する。(3)しかし、もしパラメータ定数として長時間データに基づいた値を使用すれば、外挿の精度はかなり改善される。

文献 1) 横井, 門馬: 鉄と鋼, 65 (1979), 7, p. 831

Table 1. Orr-Sherby-Dorn parameter fit for stress-rupture data of austenitic stainless steels

Steel type	NRIM heat ref.	Data size	TTP	k	PC	SEE (log $t_R$ )	COD
304	ABE	47	OSD	3	90604	0.1092	0.9839
316	AAL	46	OSD	4	102348	0.0602	0.9955
321	ACM	55	OSD	5	75794	0.1040	0.9886
347	AEE	33	OSD	5	71724	0.1027	0.9894

Table 2. Comparison of fitting and extrapolation by Orr-Sherby-Dorn parameter

NRIM heat ref.	SEE (log $t_R$ )			RMS (log $t_R$ )	
	(A)	(B)	(C)	(B)	(C)
ABE	0.1092	0.0467	0.0920	0.3225	0.1496
AAL	0.0602	0.0677	0.0591	0.0866	0.0706
ACM	0.1040	0.0610	0.0824	0.1799	0.1280
AEE	0.1027	0.0807	0.1219	0.2960	0.1045

(A) Using all data.  
(B) Using data  $\leq 3000$ h, and optimized PC by the short-time data.  
(C) Using data  $\leq 3000$ h, and optimized PC by all data.

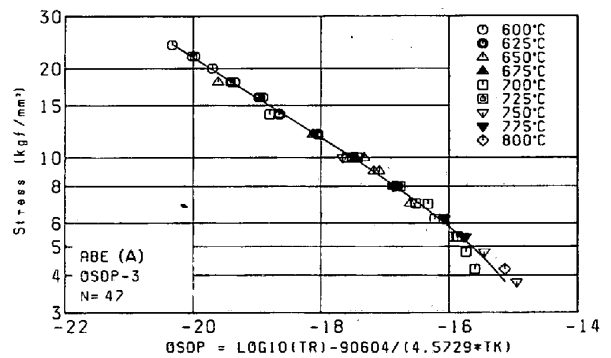


Fig. 1 Master rupture curve of ABE.

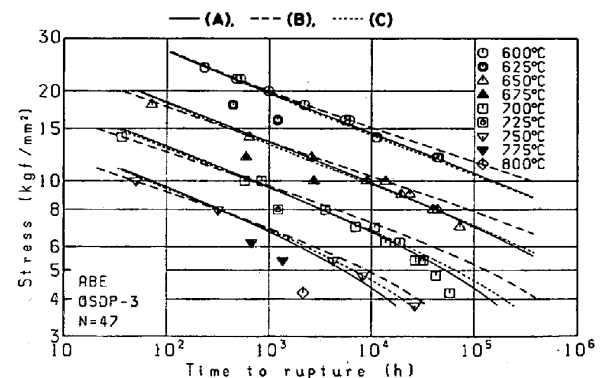


Fig. 2 Comparison of rupture curves for ABE.