

(595) TTP法によるステンレス鋼の破断データのあてはめと外挿の精度

金属材料技術研究所 ○門馬義雄、宮崎昭光、永井秀雄
森下 弘、村田正治、横井 信

1. 緒言 クリープ破断データは、多くの場合、時間・温度パラメータ (TTP) を用いて整理され、主破断曲線とそのバラツキ帯を基礎に設計許容応力値などを求めるのに使用される。本報は、系統的に試験された4種のオーステナイトステンレス鋼のクリープ破断データを標準的なTTP法で整理した場合、どの程度の精度であてはめ及び外挿が可能であることを検討したものである。

2. 破断データ及びデータ整理法 クリープ破断データはNRIMクリープデータシート試験における SUS304H、316H、321H、及び347H鋼に関するもので、それぞれの鋼種について、試験されている9ヒートの中から特徴的なクリープ破断特性を示す3~4ヒートを選択した (表1)。600°、650°、700°、及び750°Cの所定試験温度に加えて、625°、675°、及び725°Cの中間温度での破断データも得られている。クリープ破断データ (絶対温度、対数応力、対数破断時間) に対して、Larson-Miller (LM)、Orr-Sherby-Dorn (OSD)、Manson-Succop (MS)、及びManson-Haferd (MH) パラメータ法を適用した。計算には当所で開発したクリープ破断データ整理のプログラムパッケージを使用した。主破断曲線は、それぞれのTTPに対する対数応力の直交多項式による回帰から求めた。各TTPによる破断データのあてはめ及び外挿の精度を示す尺度として、次式で定義される対数破断時間の標準誤差 (SEE) 及び平均二乗誤差 (RMS) を用いた。

$$SEE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y}_i)^2}{(n-k-2)}}, \quad RMS = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y}_i)^2}{(n-1)}}$$

ここで、 n はデータ点数、 $\hat{Y}_i$ は i 番目の対数破断時間 Y_i の推定値、 k は回帰式の次数、 $\hat{Y}_i$ は計算に用いなかった1万時間以上の長時間データ Y_i (対数) の推定値、 n_L は除外した長時間データの数である。

3. 結果 図1は304H 表1. 使用したクリープ破断データの概要

鋼のヒート毎のデータに対するTTPのあてはめ性を比較したもので、一般にTTP法間の差よりもヒート間のバラツキが大きくなっているが、OSDとMHによるものがよいあてはめを示している。図2は同じデータで破断時間が1万以下のものだけを用いた場合で、 Y の残差平方和を最小にするようなパラメータ定数では、必ずしも良い外挿が行えるとは限らないことを示している。

NRIM データシート	鋼種	データ点数 (10 ⁴ h以上)	試験時間 (10 ⁴ h)	選択したヒート (データ点数)
No. 4A	304H	259 (110)	395	ABA(42), ABC(27), ABE(46), ABN(29)
No. 6A	316H	272 (108)	408	AAB(31), AAE(30), AAF(44), AAL(46)
No. 5A	321H	250 (88)	373	ACA(27), ACG(34), ACM(50)
No. 28	347H	165 (34)	47	AEB(16), AEE(23), AEG(19)

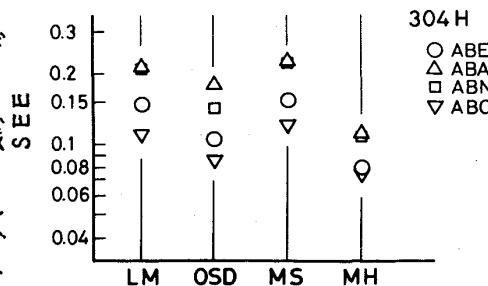


図1. あてはめ性の比較 (全データ)

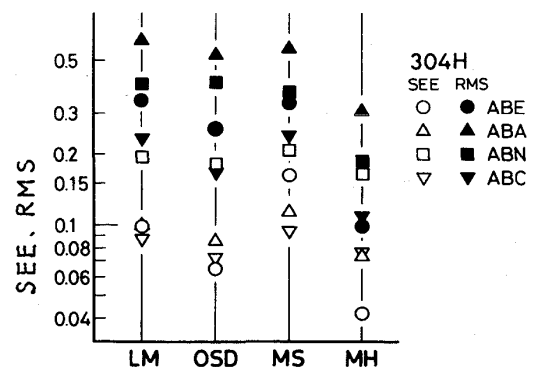


図2. 外挿性の比較 (1万時間以下)

文献 1) 門馬ほか: 鉄と鋼 66 (1980) S556