

# PS-29 変数選択型回帰法によるクリープ破断データのあてはめと外挿の精度

川崎製鉄(株) 技術研究所 ○松崎明博 佐藤信二  
小野 寛

1 緒言 クリープ破断データの一解析法である変数選択型回帰法<sup>1)</sup>(以下、選択法と略記)は、一般にデータのあてはめに関しては優れているが、外挿性については定量的評価は下されていない。選択法は、得られる関数形の物理的意味が薄いことや鋼種毎に最適関数形を決定する必要があるために、まだ広くは用いられていないが、あてはめ性と同様に外挿性についても良好であれば有効な解析手法となりうる。そこで本報告では、選択法によるあてはめと外挿の精度を調べ、クリープ破断データ解析法としての有効性について検討した。

2 解析手法 解析に用いたデータはSUS304-HTB(NRIM/CDS/NO.4A, ヒートABA)のクリープ破断データであり、本鋼は高温長時間側でのクリープ破断特性の劣化が著しく、通常の線型TTP法ではあてはめが困難である。選択法では、対数破断時間を

$$\log t_r = a_0 + a_1 x_1 + a_2 x_2 + \dots + a_i x_i \quad (i \leq 4)$$

ただし、 $t_r$ : 破断時間,  $x_i$ : 説明変数,  $a_i$ : 回帰係数の線型式で回帰する。説明変数としては、表1に示すような温度および破断応力の変数変換式を採用した。これらの説明変数の中から4項の組み合わせによる線型結合式の全てについてあてはめ性を調べた。また、それぞれの4項について分散分析を行い有意でない項を省略した。さらに、データを破断時間で2分割し、短時間側データのみから3万時間以上の強度を推定して外挿性を調べた。なお、あてはめ性および外挿性はそれぞれ次式のSEE, RMSで評価した。

$$SEE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y}_i)^2}{(n-k-1)}}, \quad RMS = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^m (y_j - \bar{y}_j)^2}{m}}$$

ただし、 $n$ : 全データ数,  $y_i, \bar{y}_i$ : 対数破断時間およびその推定値,  $m$ : 3万時間以上のデータ数,  $y_j, \bar{y}_j$ : 3万時間以上の対数破断時間およびその推定値,  $k$ : 回帰式の項数

3 結果 図1に選択法およびTTP法による解析結果を示す。選択法では非線型TTP法(MBP)と同程度の良好なあてはめ結果が得られた。図2は選択法によるSEEとRMSの相関を3水準のデータ分割時間 $t_c$ についてそれぞれSEEの小さいものから25点示したものである。 $t_c$ が3万時間の場合には良好な外挿結果であるが、 $t_c$ が小さい場合にはかなり劣化している。しかしながら、いずれの場合についてもSEEの小さい領域ではSEEが小さい程RMSも小さいという相関が認められ、外挿性の評価基準の一つとしてあてはめ性を採用することが可能と考えられる。

文献1) M.K. Booker; ASME MPO-7(1978), 459

表1 説明変数項<sup>1)</sup>

1	$\log T$	9	$T\sigma$
2	$T$	10	$T \log \sigma$
3	$T^2$	11	$T\sigma^2$
4	$1/T$	12	$T(\log \sigma)^2$
5	$\sigma$	13	$\sigma \log T$
6	$\log \sigma$	14	$(\log \sigma) \log T$
7	$\sigma^2$	15	$\sigma^2 \log T$
8	$(\log \sigma)^2$	16	$(\log \sigma)^2 \log T$

T: 温度(K),  $\sigma$ : 応力(kgf/mm<sup>2</sup>)

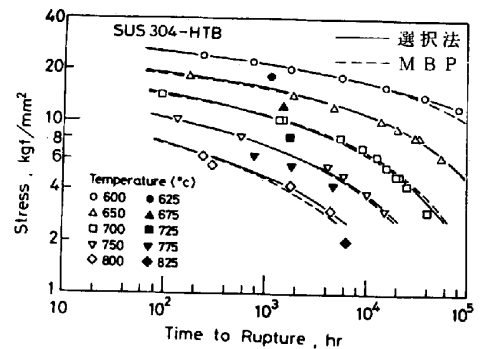


図1 クリープ破断曲線の解析結果

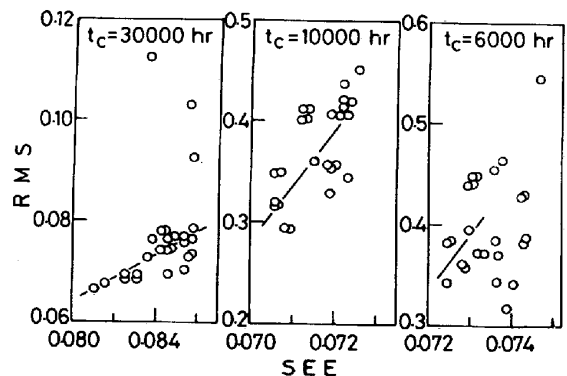


図2 あてはめ性と外挿性の相関