

(498) 複雑な形状を持つクリープ破断曲線へのTTP法の適用

金属材料技術研究所 門馬義雄、坂本正雄、永井秀雄
金丸修、森下弘、横井信

1. 緒言 クリープ破断データの蓄積に伴って、破断データをより客観的に整理・評価するために、統計的処理によるTTP (時間・温度パラメータ) 法の適用が広く行なわれるようになった。しかし、実用材料の長時間データにはクリープ変形や破壊機構の遷移を反映して、クリープ破断曲線のうねりや折れ曲がりが見られることがある。このような破断データは一般的な線型TTPでうまく整理できないことが多い。本報は、このようなふるまいを示す破断データを用いて、単純だがよく用いられている線型TTP法とより柔軟性に富む非線型TTP法やMEGA (Manson-Ensign Generalized Approach) を適用し、あてはめや外挿の精度の比較を試みたものである。

2. 破断データ クリープ破断曲線の形状が直線的でないものを次のように3組選択した。

2 1/4 Cr-1Mo鋼 (記号 MAS) : データ点数 = 91, 温度レベル数 = 7, 温度範囲 = 500 ~ 650 °C
低合金鋼特有の典型的な折れ曲がりを示すデータである。

12Cr-Mo-W-V鋼 (記号 RAF) : データ点数 = 29, 温度レベル数 = 4, 温度範囲 = 500 ~ 650 °C
550 と 600 °C の長時間側でクリープ破断曲線が大きく低下している。

304 ステンレス鋼 (記号 ABA) : データ点数 = 43, 温度レベル数 = 10, 温度範囲 = 600 ~ 825 °C

3. TTP法によるあてはめとその結果 使用したTTP法は大別すると次の3グループとなる。

(1) 線型TTP法: Larson-Miller (LM), Orr-Sherby-Dorn (OSD) 及び Manson-Succop (MS)

(2) 非線型TTP法: Manson-Haferd (MH), Manson-Brown (MB) 及び Goldhoff-Sherby (GS)

(3) MEGA : 焦点収束法¹⁾ (FPC: Focal Point Convergence)

表1は各種TTP法による比較を示す。2 1/4 Cr-1Mo鋼については、比較的単純な線型TTP法でも応力関数に高次式 (この場合は対数応力の4次式) を採用すれば図1のように、良いあてはめが可能である。図中の3本の回帰曲線は全データ、3000h以下のデータ及び10000h以下のデータによるもので、あてはめのみならず外挿の精度も高いことがわかる。12Cr-Mo-W-V鋼ではMBのような非線型性の高いTTP法を用いても良いあてはめはできない。304鋼ではMHやMBが適している。MEGA-FPC法は汎用性はあるが必ずしも高精度ではない。これはMansonらの与えた応力関数が不適当なためであり、応力関数の選び方によっては改善の余地があると思われる。別の試みとして、破断延性や破壊モードの変化に対応してデータをグループ分けし、各グループ別に線型TTPを適用するのも有用である。

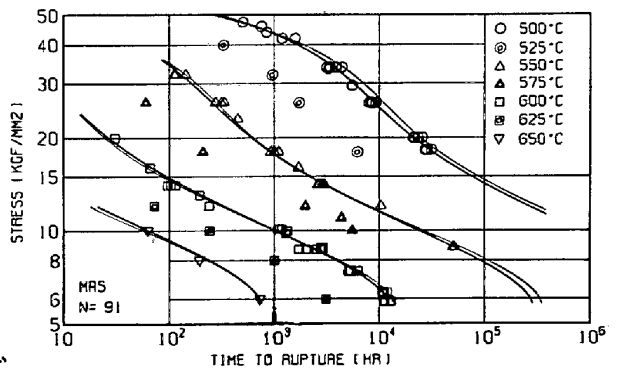


図1 2 1/4 Cr-1Mo鋼破断データへのOSDあてはめ

表1 各種TTP法によるあてはめ精度 (対数破断時間の標準誤差) の比較

Rupture data	Linear TTP			Nonlinear TTP			MEGA FPC
	LM	OSD	MS	MH	MB	GS	
MAS	0.0697	0.0687	0.0700	0.0659	0.0658	0.2450	0.1088
RAF	0.2083	0.2116	0.1845	0.1865	0.1533	0.4200	0.1421
ABA	0.2139	0.1812	0.2233	0.0893	0.0708	0.1971	0.1428

文献: 1) Manson, S.S and Ensign, C.R: ASME MPC-7 (1978)