

(427) 304H, 316H及び321H鋼のクリープ破断データの内外挿について

金属材料技術研究所 ○門馬義雄 横井 信 池田定雄
馬場栄次 宮崎昭光 森下 弘

1. 緒言 クリープ破断データを高温構造設計データとして意味のあるものにするためには、得られたデータを内外挿して、任意の温度・時間に対する破断応力値を求める必要がある。クリープ破断データをより客観的に整理・外挿する方法としては(1)等温クリープ破断データ及び(2)時間・温度パラメータ(TTP)を用いる「曲線のあてはめ(回帰分析)」が広く行われている。本報告は304H、316H及び321H鋼について当所で得られた約7万時間までの破断データを種々の方法で整理検討したものである。

2. クリープ破断データとその整理法 破断データと使用した4種類のTTP(LMP, OSDP, MHP, MBP)法については別に報告したとおりである¹⁾が、データは原則として各チャージ毎に異なる母集団に属するものとして扱った。回帰模型式は前記(1),(2)に対応して、次式を用いた。

$$Y \text{ または } TTP(Y, T_k) = \sum_{i=0}^k B_i X^i$$

ただし、 $Y = \log t_R$, $T_k = T + 273.15$, $X = \log S$ で t_R = 破断時間(h), T = 試験温度(°C), S = 応力(kgf/mm²), k = 回帰式の次数である。

パラメータ定数は Y の残差平方和が最小となるように最適化し、 k は5次までの直交多項式を危険率5%のF検定で判定することにより決定した。また内外挿の精度を調べるために全データから長時間データ点を除いたものなどについても計算を行なった。

3. 結果 上記の統計的方法により決定されたマスタ曲線に対する回帰式から、温度と時間を指定して、推定破断応力値を計算した。表1はその結果の一部で10万時間外挿値の比較である。このように同一鋼種であっても、クリープ破断強さはチャージ間でかなりのバラッキを示している。一般に短時間データのみによる外挿はより高応力の危険側を予測する傾向にあり、長時間データの重要性が改めて認識された。

表1. 304H、316H及び321H鋼の代表的なチャージについて、各チャージ毎に推定された10万時間破断応力値のパラメータ法による違い、括弧内は1万時間以下のデータ点数及びそれから推定された応力値(kgf/mm²)

Steel type	Heat No.	Data size	Temperature (°C)							
			600				650			
			LMP	OSDP	MHP	MBP	LMP	OSDP	MHP	MBP
304H	ABA	36(26)	10.3(12.0)	10.6(12.2)	11.0(11.7)	9.8(12.4)	6.5(7.9)	6.4(7.8)	5.2(7.1)	4.6(7.5)
	ABE	21(14)	10.7(11.2)	10.8(11.1)	10.5(10.4)	10.4(10.3)	7.3(7.7)	7.2(7.5)	6.7(6.6)	6.6(6.5)
	ABN	24(17)	14.2(14.2)	14.5(15.1)	14.8(15.2)	14.4(17.8)	8.2(9.0)	8.1(9.4)	7.4(8.3)	7.2(5.7)
316H	AAB	27(20)	12.0(12.1)	11.8(12.1)	11.0(10.8)	11.9(12.2)	7.6(7.9)	7.5(7.5)	6.8(6.6)	7.2(7.3)
	AAF	40(30)	11.4(10.8)	11.9(11.2)	12.0(10.9)	12.8(12.3)	6.2(6.0)	5.9(5.9)	4.1(3.8)	4.7(4.6)
	AAL	39(22)	12.6(13.1)	12.6(13.1)	12.3(12.0)	12.5(13.5)	8.3(8.5)	8.2(8.3)	8.0(6.9)	8.1(7.9)
321H	ACA	22(14)	14.2(18.8)	14.3(14.8)	13.6(13.8)	12.9(14.3)	8.6(11.1)	8.4(8.5)	8.1(7.9)	7.8(8.1)
	ACG	27(21)	9.1(9.4)	9.0(9.2)	8.7(8.6)	8.2(7.2)	5.4(5.6)	5.1(5.1)	5.1(4.8)	4.7(2.6)
	ACM	27(23)	10.7(10.9)	10.7(10.9)	10.2(10.1)	10.0(10.6)	7.2(7.1)	6.6(6.7)	6.4(6.1)	6.3(6.3)

文献 1) 門馬ほか：学振耐熱材料研究季報告, Vol. 18, NO. 2 (1977)