'71—S 168
(168)

Murry のパラメターについて
(クリープ破断強度の外挿法について—I)

金属材料技術研究所 山崎道夫

1. 緒言

G. Murry (Joint International Conf. On Creep, 1963, Paper 73, page 6-87) は, Larson-Millerのパラメター

$$P_{L.M.} = T(\log t + C) \quad ,(T\text{は絶対温度}, t\text{は破断寿命})$$

における定数Cは実際には初応力σの関数であるから, $F_2(\sigma)$と表わし, $P_{L.M.}$もσの関数であるから$F_1(\sigma)$とすると,

$$F_1(\sigma) = T\{\log t + F_2(\sigma)\}, \text{ または } \log t = F_1(\sigma)/T - F_2(\sigma) \quad (1)$$

と表わされることを示した。さらに, Dorn のパラメター,

$$P_D = \log t - B/T$$

におけるBも応力σの関数であり, これを$B = -F_1(\sigma)$とし, また$P_D = -F_2(\sigma)$とすると同じ(1)式が得られることを示した。Murryは(1)式から一つのパラメターを得るために$F_1(\sigma)$と$F_2(\sigma)$の間に,

$$F_2(\sigma)/\sigma = nF_1(\sigma)/\sigma + p \quad (2)$$

のような実験式が存在すること見出し, これを(1)式に代入して, Murryのパラメター,

$$F(\sigma) = (\log t + p\sigma)/(1/T - n)$$

を得た。ここでnとpは材料による定数である。

本報では(1)式の妥当性を考察し, かつ外挿を行うためにはMurryのように(1)式を一つのパラメターにまとめる必要はなく, むしろ(1)式をそのまま用いることを推奨する。

2. (1)式の導出

クリープ速度$\dot{\varepsilon}$と破断伸びEをそれぞれ,

$$\dot{\varepsilon} = f_1(\sigma)\exp(-\Delta H_1(\sigma)/RT) \quad (3)$$

$$E = f_2(\sigma)\exp(-\Delta H_2(\sigma)/RT) \quad (4)$$

と表わす。破断伸びは外挿法では一般に一定として扱われているようであるが, 実際にはTとσの関数である。これを(4)式のように近似することは何の根拠もないことであるが, Eを一定として取り扱っても自動的にEが(4)式に従うことになるということを示すことができる。(3)と(4)式から,

$$t = \frac{E}{\dot{\varepsilon}} = \frac{f_2(\sigma)}{f_1(\sigma)}\exp\{(\Delta H_1(\sigma) - \Delta H_2(\sigma))/RT\} = f(\sigma)\exp(\Delta H(\sigma)/RT), \text{ または}$$

$$\log t = \Delta H(\sigma)/2.3RT + \log f(\sigma) \quad (5)$$

(5)式は(1)式と同等である。なお$\Delta H_2(\sigma)$は物理的意味を持たないから正でも負でもよい。

(3)式は各種のクリープの理論式や経験式を, 外挿法の解析が可能なように一般的に表現したものであるから, (1)式は速度論的な裏づけを持つものである。しかし破断伸びの近似や, $\dot{\varepsilon}$の時間的変化を平均化したための近似などによる誤差が入って来る。

3. 外挿法 — (1)式をそのまま用いる two-parameter 法

各応力について$\log t$と$1/T$の直線関係について最小二乗法を適用して(1)式の$F_1(\sigma)$と$F_2(\sigma)$を求めこれを応力の関数として図示する。任意の応力σに対する$F_1(\sigma)$と$F_2(\sigma)$をこれら2つの曲線から求め, 任意の温度Tに対するtを(1)式から求める。なお, (1)式からわかるように, $F_1(\sigma)$を$\log t$対$1/T$の勾配から, $F_2(\sigma)$を$T\log t$とTの勾配から作図的に求めることもできる。