

(169) クリープ破断データの extrapolation について

日本鋼管 技術研究所

○ 木下和久

従来、クリープ破断強さの長時間 extrapolation について数多くの研究がなされ、いくつかの比較的精度のよい extrapolation 法が提案されているが、その中で一般に広く用いられているのは、Larson-Miller の方法と、Sherby-Dorn の方法である。前者は一定応力では $T(\log t_r + C)$ が一定であるとしており (T は絶対温度, t_r はクリープ破断時間), 定数 C に 20 という一般的な数値を与えている。後者は, $\theta = t_r \exp(\Delta H_r/RT)$ をパラメータとすると (ΔH_r はクリープ破断の活性化エネルギー, R は気体定数), 同一応力の測定値は同一パラメータで一致した値を示し, ΔH_r は一般に鉄合金では 90 kcal/mol であるとしている。これらの方法は比較的わずかの、高温・短時間の測定値から、それより低温度の長時間強度を推定するには有効な方法であるが、ある程度長時間の測定値がえられた場合、必ずしも精度のよいものではない。すなわち、個々の試料についてこれらの方法をそのまま適用すると、Fig. 1 において T_1 の線があり、 T_2 の線が B の点まである場合、 extrapolation によってえられた曲線が $B''B'$ というようにくいちがう場合が多い。このような場合には C の値や ΔH_r の値をそれに合うように変えればよいが、手数を要し、またある 2 つの温度の間で求めた定数が他の温度の間では合わないという場合が多い。

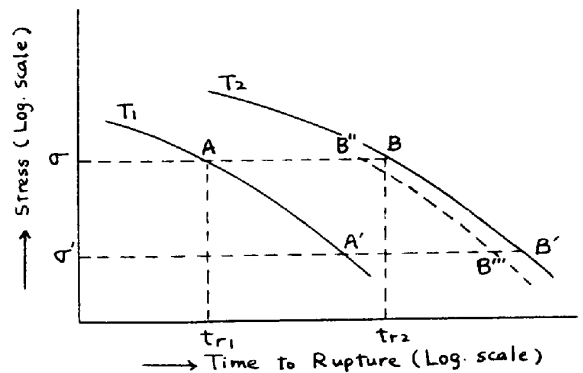


Fig. 1 Creep-Rupture Diagram.

筆者の提案する extrapolation 法は、Sherby-Dorn 法の ΔH_r の値をとくにある値に固定せず、個々の場合について最もよく合う値を使おうとするもので、Fig. 1 において AB の長さをもって $A'B'$ をとり、 AA' に平行に BB' を描いて、 T_2 の長時間側の延長をえようとするものである。この平行移動法は図上でおこなうには非常に簡便であり、ある程度長時間の測定値がある場合、さらに長時間側を extrapolation するには最も精度の高い方法である。この方法を、炭素鋼、低合金 Cr-Mo 鋼、18-8 系ステンレス鋼等 100 例以上について適用した結果について検討する。各試料についてクリープ破断線図から求めたクリープ破断の活性化エネルギーを各鋼種、温度ごとに平均すると、Table 1 に示すとおりで、平均値的には、Sherby-Dorn 法 ($\Delta H_r = 90$ kcal/mol) も、Larson-Miller 法 ($C = 20$, $550^\circ\text{C} \times 1000$ hr 付近で $\Delta H_r \approx 90$ kcal/mol) も比較的よく合うことがわかる。

Table 1 Mean Activation Energies for Creep-Rupture in kcal/mol.

T (°C) (Grade)	800 ~750	750 ~700	700 ~650	650 ~600	600 ~550	550 ~500	500 ~450
C-Steel						84	88
0.5Mo				104	98	99	99
1Cr-0.5Mo				91	93	91	
1.25Cr-0.5Mo				92	91	86	
2.25Cr-1Mo				96	90	88	
5Cr-0.5Mo			96	88	86		
9Cr-1Mo			105	112	101		
18-8	99	91	105	104			
18-8 Ti	91	103	93	85			
18-8 Mo	76	84	103	100			