

(506) 新しい焼もどしパラメータの検討

㈱神戸製鋼 中央研究所 O(工博)井上 毅
川田昭二

1. 緒言 : 鋼の焼もどし過程に起こる変化を1つのパラメータで示し, 実用的な機械的性質の変化をそのパラメータの変化と対応させて評価しようとする試みは Hollomon と Jaffe によって行なわれており, 焼もどしパラメータ (P 値) として広く用いられている。しかし, この P 値は同一鋼種の比較的近い焼もどし条件間の焼もどし程度を比較するには問題はないが, 活性化エネルギーの異なる異鋼種間の比較や温度と時間が刻々と変化する昇温曲線に沿って焼もどし程度を積算することがむづかしい。そこで, これらの問題を解決するために, 固体中の反応速度を律する Arrhenius の式にもどって反応程度を示すパラメータを求め, これを用いて機械構造用鋼について広範囲の焼もどし条件で実験を行なって有用性を検討した。

2. 焼もどし程度を示す新パラメータ (λ 値)

新しい, 焼もどし程度を示すパラメータを λ 値とすると, 焼もどし時間 t (hr), 温度 T (°K) に対し

$$\lambda = \log t - \frac{Q}{2.3R} \cdot \frac{1}{T} + 50 \dots\dots\dots (1)$$

で示される。ここで Q は活性化エネルギー, R はガス定数とともに cal / mol 単位とする。

3. 実験方法 : 供試材として J I S 機械構造用鋼, S40C, SMn443, S Cr 440, SCM440 を用い, 焼もどし時間 t に 36 sec ~ 1000 hr, 温度 450°C ~ 700°C 間の 29 の 組合せ条件について処理を行ない機械的性質 (硬さ, 引張強さ, 降伏点) について調べた。

4. 実験結果 : これらの機械的性質に対して, 焼もどし過程を律する活性化エネルギーを求めると, S40C で約 70 Kcal / mol で合金元素の増加とともに大きくなり SCM440 で約 100 Kcal / mol である。この値は鉄の自己拡散の活性化エネルギーに一致している。これらの活性化エネルギーと合金元素の関数の解析から, 次式で示す Mo 当量とよい相関を示す。(図 1)。

$$Mo \text{ eq.} = Mo + Mn/5 + Cr/10 \dots\dots\dots (2)$$

$$Q = 114.7 \times Mo \text{ eq.} + 46.6 \dots\dots\dots (3)$$

この活性化エネルギーと(1)式から求めた λ 値を用いることにより, 各鋼種とも広範囲の熱処理条件での機械的性質の変化を λ 値の関数として示すことができる(図 2, 3)。

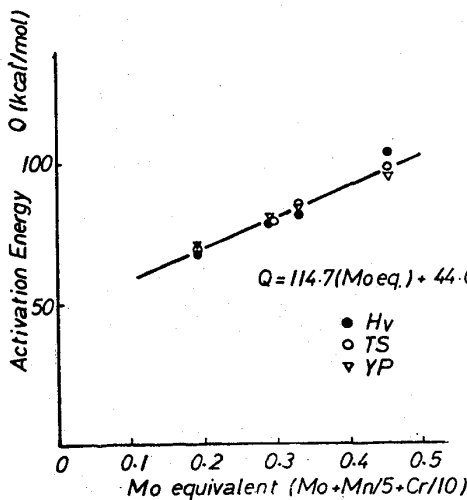


図 1. Mo 当量と活性化エネルギーの関係

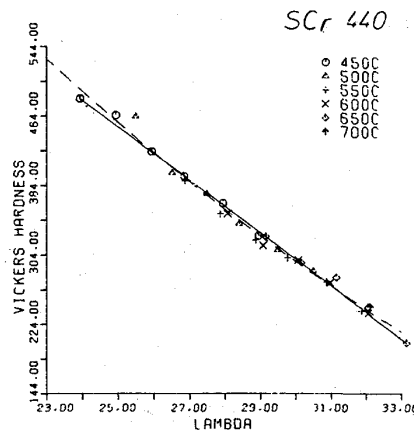


図 2. S Cr 440 における λ 値と硬さの関係

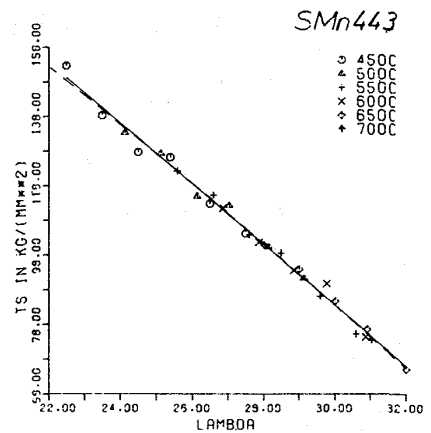


図 3. SMn 443 における λ 値と引張強さの関係