

(262) 等速連続冷却変態のディラトメータカーブによる変態量の計算方法

(株)小松製作所 技術研究所

○増田喜久男

工藤靖

浅野者二

I. 諸言 鋼のC.C.T線図を作成するには冷却後の変態量の割合を知る必要がある。この変態量を求めるために従来用いられてきた方法に(1)冷却途中の各温度で組織を凍結する、(2)ディラトメータカーブによるStevensonの方法がある。(1)の方法はもっともよく用いられているが、数多くの試料が必要なる組織写真から変態量を算出するのに多大の労力を必要とする。さらに組織を完全に凍結することは困難である。(2)の方法はむしろ簡便だが、変態が連続的に変化するときには変態の種類が不明確になり、異った変態の重複によって変態の開始、終了温度が判定困難となるため誤差が大きくなる。著者らの方法によると変態の種類や変化の様子がよくわかり、計算値と組織写真による実測値は、種々の混合組織についてもかなりよく一致した。また写真で判定不可能な混合組織についても変態量を知ることが出来る。

II. 実験方法 富士電波装FORMASTOR装置を用いて等速連続冷却した。試料は3"×10である。高速冷却にはH₂gasを用いた。供試材は種々の炭素鋼および0.17% C鋼にMo, Vをそれぞれ0.40, 0.15max% 含んだ鋼鋼である。冷却速度は4.6, 13, 22, 44, 88, 194, 448, 1622 °C/minを用いた。

III. 実験結果 図1に0.17C-0.10Mo-0.05V鋼鋼を44°C/minで冷却したばあいのディラトメータカーブを示す。いま変態分率をx, オーステナイトおよび変態生成物の熱膨脹係数をα, β, 変態完了温度におけるオーステナイトが未変態と想定したときおよび変態したときの長さをそれぞれl₀^r, l₀^xとすると変態途中の試料の長さLは(1)式になる。

$$L = (1-x) l_0^r (HdT) + x l_0^x (I + \beta T) \quad (1)$$

(1)式をLについて全微分すると(2)がえられる。

$$dL/dT = (l_0^x - l_0^r) dx/dT + (K_x - K_r)x + K_r \quad (2)$$

$$\text{ただし、 } l_0^x = l_0^x (HdT), l_0^r = l_0^r (HdT), K_x = \beta l_0^x, K_r = d l_0^r$$

(2)式の微分方程式の完全解はかなり複雑になる。また(2)式の右辺第2, 3項は第1項に比し微少項となりbackgroundに吸収される。したがって微少温度降下による変態増量 dx/dT は(3)式で示される。

$$dx/dT = \{ \tan \theta / (l_0^x - l_0^r) \} \times \{ \text{chart speed} / \text{cooling rate} \} \quad (3)$$

図1の曲線の接線勾配tanθを各温度についてプロットすると図2になる。(3)式を定態開始温度T₀から終了温度まで積分すると(4)になるはずであるが現実には約10%以内の誤差を容れ、図2は図1の曲線からライト、パーライト、ベイナイトの相混合組織であることを示す。このような混合組織のときは、ピークの重ね合せによって変態を分けることが出来る。図3に種々の混合組織の計算値と写真点算法による実測値を比較して示した。Stevenson法による結果も併記したが、著者らによる方法のほうが実測値とのあいだにより一致がえられた。

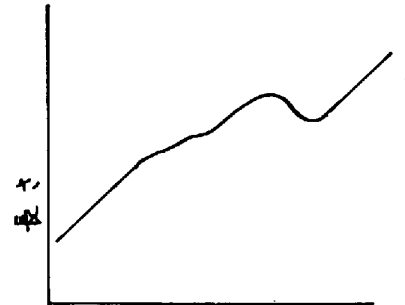


図1. ディラトメータカーブ

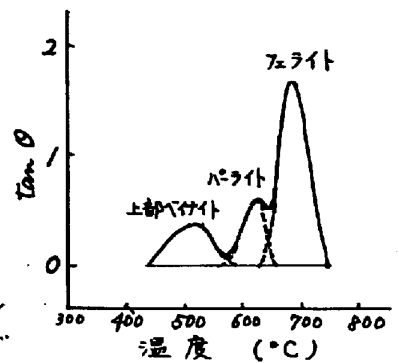


図2. tanθと温度の関係

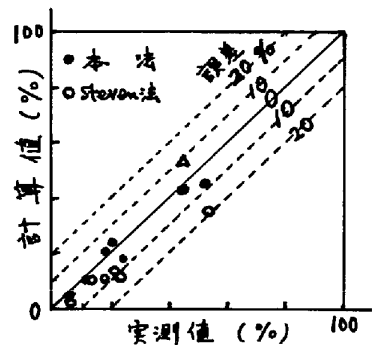


図3. 実測値と計算値の比較