621.784.08: 669.017.3: 669.1.017.3
'81－S1205

(555) 連続冷却変態に対する加算則についての検討

京都大学工学部　梅本　実，田村今男
大学院　○堀内一也

1．緒言：　連続冷却中の相変態は工業的に非常に重要であるが、重要な物理因子である温度が刻々と変化していくためその理論的取扱いは非常に困難である。それに比して等温変態は実験的並びに理論的取扱いが比較的容易であるので，等温変態の Kinetics を基にして連続冷却中での相変態を表わすことができれば，非常に便利であると考えられる。そのような観点から我々はこれまでフェライト，パーライト，ベイナイト変態等における連続冷却変態の研究をおこない，連続冷却を階段状の等温保持の集合とみなし，各温度における変態率を加算することによって，連続冷却変態がかなり精度よく近似できることを確かめてきた。しかしながら，この変態率に対する加算則が厳密な意味で成り立つのは isokinetic や site saturation といった場合に限られており，核生成と成長が同時に進行する場合には加算則は厳密には成立しない。そこで核生成と成長を考慮した場合，連続冷却変態は変態率に対する加算則からどの程度のずれを生ずるのか，又それをいかにして修正するのかを共析鋼における例において検討した。

2．計算：　等温変態において核生成速度($\dot{N}$)及び成長速度(G)が時間によらず一定であり，球状の核が生成する場合の変態速度は(1)式で示す Johnson－Mehl 式で表わされる。

$$X = 1 - \exp\left(-\frac{\pi}{3}\dot{N}G^3t^4\right) \qquad (1)$$

次に連続冷却中の各温度での変態率に対して加算則が成立すると仮定すると，冷却速度$Q(T)$で冷却したときの温度Tでの変態率は(2)式で与えられる。

$$X = 1 - \exp\left[-\frac{\pi}{3}\left[\int_T^{T_e}\frac{\{\dot{N}(T_a)G(T_a)^3\}^{1/4}}{Q(T_a)}dT_a\right]^4\right] \qquad (2)$$

一方冷却中の各温度における核生成と成長を考慮すると温度Tでの変態率は(3)式で与えられる。

$$X = 1 - \exp\left[-\frac{4}{3}\pi\int_T^{T_e}\frac{\dot{N}(T_a)}{Q(T_a)}\left\{\int_T^{T_a}\frac{G(T')}{Q(T')}dT'\right\}^3 dT_a\right] \qquad (3)$$

site saturation と isokinetic の場合(2)式と(3)式は等しくなるが一般にはそうならないので，加算則を部分変態時間の合計がgになったところである与えられた変態率に達するというように修正すると(1)式は，

$$X = 1 - \exp\left[-\frac{\pi}{3}\left[\int_T^{T_e}\frac{\{\dot{N}(T_a)G(T_a)^3\}^{1/4}}{g\cdot Q(T_a)}dT_a\right]^4\right] \qquad (4)$$

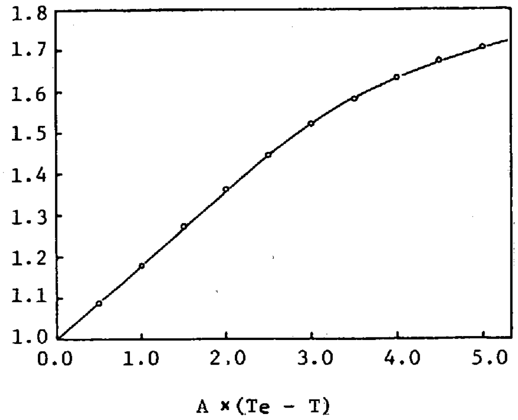
図１　A(Te－T)によるgの値の変化

(3)式と(4)式が等しくなるようなgの値を求めることにより加算則の修正が可能となる。そこでパーライト変態でみられる　$\log \dot{N}/G = A(T_e - T) + B$（ただし A,B は定数）の関係を使い，$G$を温度に依らず一定と仮定して等速冷却の場合の$g$を計算すると，$g$は冷却速度や$G$やBの値に無関係でAと$(T_e-T)$の積のみの関数として与えられ図1に示すようになる。又一般的に問題となる$A(T_e-T)<2$の領域ではgは
$g \fallingdotseq 1 + 0.18A(T_e-T)$と近似できる。

3．結果：　(1) $\dot{N}/G$が温度の低下とともに増加している場合の連続冷却変態では，変態率に対する加算則を仮定して計算した変態率は実際のものより大きい値となる。

(2)加算則からのずれは$\dot{N}/G$の温度依存性が大きい程大きく過冷度が大きい程大きい。そしてそのずれは冷却速度をg倍して計算することにより修正できる。ただしgは実際の共析鋼において問題となる$A(T_e-T)<2$の領域では$g \fallingdotseq 1+0.18A(T_e-T)$で与えられる。