S118

(118) スクラップ溶解の数値計算法について

八幡製鉄所　技術研究所　　○有吉敏彦

I 緒　言

スクラップ溶解の理論計算式を導き、R.I.実験の解析を行うと同時に、さまざまの応用計算を行つた。ここでは計算式の導出と、その問題点を概説する。

II 計　算　式

スクラップ溶解の計算式は熱伝導方程式 $\langle \rho c\frac{\partial\theta}{\partial t}=K\left(\frac{\partial^2\theta}{\partial r^2}+\frac{n}{r}\frac{\partial\theta}{\partial r}\right)$，n；形状係数$\rangle$ を温度とカーボン拡散の境界条件

$-K\left(\frac{\partial\theta}{\partial r}\right)_{\xi}=h(\theta_{\ell}-\theta_s)-\rho L v$，または $\rho c\int_0^{\xi}\frac{\partial\theta}{\partial t}r^n dr=[h(\theta_{\ell}-\theta_s)-\rho L v]\xi^n$，$\xi$；〔スクラップ厚〕／2　および　$v(C_s-C_o)=u(C_L-C_s)$　$C_s=f(\theta_s)$　〔液相線〕

h；熱伝達率，u；物質移動係数，θ_{ℓ}，C_{ℓ}，θ_s，C_s；それぞれ溶鋼，スクラップ表面の温度，〔C〕濃度の下で解いて得られる。数値計算法としては温度分布を表面を原点にx軸をとり、

$$\theta = a_o + a_1\langle x-\frac{x^3}{3\xi^2}\rangle + a_2\langle x^2-\frac{2x^3}{3\xi}\rangle$$

と置いて選点法を用いて展開し、次の式を得た。

$a_o=\theta_s\langle\ \theta_{mL}$ $\langle\theta_{mL}$ 溶鋼の凝固点$\rangle$の時　$v=-\dot{\xi}=0$，$\theta_{mL}\leq\theta_s\langle\theta_{ms}$　$\langle\theta_{ms}$ スクラップ融点$\rangle$の時　$C_s=\langle\sqrt{42156.25-25a_o}-62.5\rangle/12.5$　かつ　$v=-\dot{\xi}=u\langle C_{\ell}-C_s\rangle/\langle C_s-C_o\rangle$ で

$$\dot{a}_o=\langle q+\langle 12+4n\rangle\lambda a_1+4\lambda a_2\xi+2\xi\langle 3a_1+2a_2\xi\rangle\dot{\xi}\ \rangle/\langle n+2\rangle\xi$$

$$\dot{a}_1=-\langle 4q+4\langle n^2+6n+12\rangle\lambda a_1-8n\lambda a_2\xi+2\langle n+6\rangle\xi\langle 3a_1+2a_2\xi\rangle\dot{\xi}\rangle/\langle n+2\rangle\xi^2$$

$$\dot{a}_2=\langle 5q+2\langle n^2+9n+24\rangle\lambda a_1-\langle 6n^2+34n+24\rangle\lambda a_2\xi+\langle 4n+18\rangle\xi\langle 3a_1+2a_2\xi\rangle\dot{\xi}\rangle/\langle n+2\rangle\xi^3$$

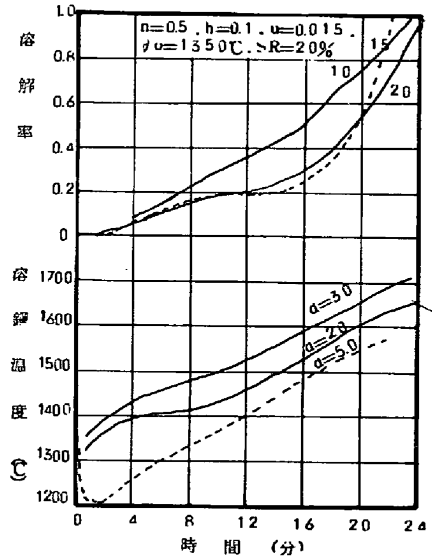
ここで　$q=\langle n+3\rangle\langle n+4\rangle\left[\frac{h}{\rho c}(\theta_{\ell}-a_o)+\frac{\rho L}{\rho c}\dot{\xi}\right]$，$\lambda=\frac{k}{\rho c}$，

また　$\theta_s=\theta_{ms}$ の時　$a_o=\theta_{ms}$，$v=-\dot{\xi}=(h/\rho c)(\theta_{\ell}-\theta_{ms})+\lambda a_1$　で

$$\dot{a}_1=[-4n\lambda a_1+8\lambda a_2\xi-2\xi\langle 3a_1+2a_2\xi\rangle\dot{\xi}]/\xi^2$$

$$\dot{a}_2=-[\langle 6-2n\rangle\lambda a_1+\langle 22+6n\rangle\lambda a_2\xi-4\xi\langle 3a_1+2a_2\xi\rangle\dot{\xi}]/\xi^3$$

III 考察および結論



一般的な加熱の場合温度はフーリエ数が一定値以上になると指数函数的に上昇する傾向を持ち、IIで示した a_o，a_1，a_2 の常微分方程式の性質とよく一致しこの時期には矛盾は生じない。しかし選点法の欠点としてフーリエ数が小さい時は温度分布に特定の函数を指定したため自由度が不足し、急激な加熱に対して必要な温度分布が得られず、表面の温度 a_o，勾配 a_1，共に大きく推移し、中心温度はこの期間低下する。したがつて、任意の溶鋼温度，〔C〕濃度の推移を与えてスクラップ厚さを種々変えて計算した場合、初期の溶解速度はスクラップが厚い程大きいと言う矛盾した結果が生じ、またこの誤差はスクラップが厚い程永く続き30㎝以上のスクラップに対しIIの計算式は問題がある。この欠陥は図に示すように或る熱量を与えて溶鋼温度とスクラップ溶解を同時に計算する場合に大きく表われ、熱収支は厚さ20㎝の時5.5％，5㎝の時2.5％少なく、溶鋼温度が高めに出る。以上の事より、現時点での実験結果を解析するとか、スクラップ溶解の定性的な性質を知る上ではIIで導いた式で充分であるが、更に高度の検討を行うには温度分布を与える式に更に高次の式を用いねばならない。