

流動モデルによる吸上量の解析

(DH脱ガス法に関する研究-Ⅱ)

日本鋼管 技術研究所 大久保 益 太 ○坂 田 直 起

京浜製鉄所 長 昭 二 若 林 専 三

前報における流動モデル式が有効であると確かめられたので、これを実装置に応用し、溶鋼の吸上量を推定してみる。

基礎式は前報とほぼ同じであるが、実装置では真空槽の断面積は高さ方向により異なるため、これを考慮した式は次のようになる。

$$\frac{dV}{dt} \left[\frac{S}{A} \ln \left(\frac{AH+S}{S} \right) + B + Z \left(\frac{S}{S_3} \right) \right] + \frac{1}{2} V^2 \left[\left(\frac{S}{AH+S} \right)^2 - 1 \pm e_V \right] - Z \left(\frac{S_2}{S_3} \right) \frac{d^2 Y}{dt^2} + g \left(H + B - Z - \frac{P_a - P_i}{\rho g} \right) = 0$$

$$\frac{dH}{dt} = \left(\frac{S}{AH+S} \right) V, \quad \frac{dZ}{dt} = \frac{S_2}{S_3} \frac{dY}{dt} - \frac{S}{S_3} V$$

上の3式を連立して解き、求めた $H(t)$ を、吸上量 $Q = \int_0^H S_1(H) dH$ に代入すれば、各時刻における吸上量が求まる。しかしながら吸上量を、取鍋を支える力の減少量から検出する方法においては、取鍋底部に、いかなる力が働いているかを求めなければ正確な吸上量はわからない。そこでモーメントバランスにより取鍋底部に働く力 F を求めると

$$F = \rho g S_2 (X+Z) + p_a S_2 + \rho S_2 Z \left(\frac{d^2 Z}{dt^2} \right) + \rho S_2 X \left(\frac{d^2 Y}{dt^2} \right) + \rho S_2 \left(\frac{dZ}{dt} \right)^2 + \rho V^2 S - \rho S_2 \left(\frac{dY}{dt} \right)^2 + (\text{取鍋自重})$$

スノーケルを浸漬する前の力を F_0 とすると、

$$F_0 = \rho g S_2 X_0 + p_a S_2 + (\text{取鍋自重})$$

溶鋼量の関係より、

$$S_2 X_0 = S_2 X + S_3 Z + BS + Q$$

これにより検出される重量変化 $\Delta F = F - F_0$ は

$$\Delta F = \rho g Q + \rho g BS - \rho g (S_2 - S_3) Z - \left[\rho S_2 Z \left(\frac{d^2 Z}{dt^2} \right) + \rho S_2 X \left(\frac{d^2 Y}{dt^2} \right) + \rho S_3 \left(\frac{dZ}{dt} \right)^2 + \rho S V^2 - \rho S_2 \left(\frac{dY}{dt} \right)^2 \right]$$

すなわち指示される重量の内には、真の吸上量他に、スノーケル中の溶鋼、スノーケルが浸漬されることによる体積排除分の鋼量、および溶鋼の運動による動圧も含まれていることがわかる。

一例としてある試験チャージの操業条件を与えて計算を行ない、 ΔF および Q を求め、それと記録チャートとを比較したものが図1である。図から明らかなように、真の吸上量と指示量との間には大きな違いがあり最大2~3 ton も生ずる。そしてその原因は主にスノーケルの排除体積によるものであることがわかった。またこれにより最大吸上量に達する時間も重量指示計では不正確な場合が生ずることもわかった。

記号 A ; 真空槽の形状により定まる定数

F ; 取鍋を支える力

ΔF ; 指示重量

Q ; 真空槽内吸上重量

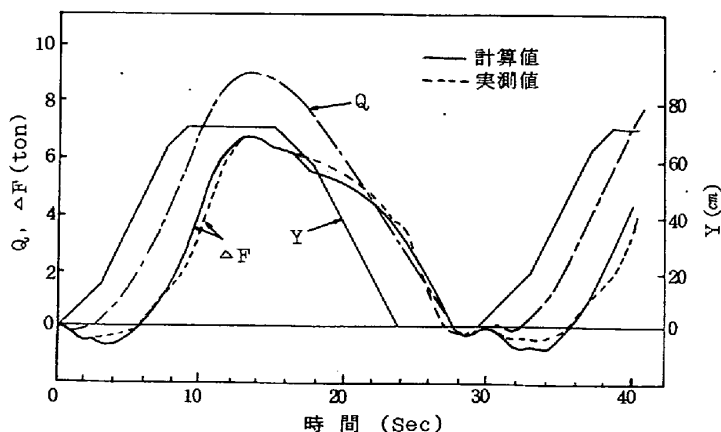


図1 実装置における吸上量と指示重量の関係