

(46) DH処理中における脱炭速度の推定と混合モデル

(DH脱ガス法に関する研究-III)

70322

日本钢管 技術研究所 ○坂田直起

大久保 益太

DH処理中各サイクル毎にガスが発生し、そのため真空槽内の圧力が上昇するが、この圧力上昇分をindexとして、脱炭の時間的変化を推定することができた。

今、スチーム・エジクターの抽気特性を $G = Ap^m$ と近似すると、真空槽内のマスバランスにより $r - G(P) = dn/dt$ が得られる。PV = nRT により、これは $r - G(P) = (1/RT)d(PV)/dt$ …… ①となる。1サイクル間の周期を τ として①式を積分すると、1サイクル間のガス発生量を知ることができる。

$$Q = \int_0^\tau r dt = \int_0^\tau G(P) dt + [P(\tau)V(\tau) - P(0)V(0)]/RT \dots\dots ②$$

1サイクル間の圧力変化を圧力チャートより読みとり、②式へ代入して数値積分を行なうことによりQを知ることができる。次に②式に従って各サイクルにおけるQiを求めnサイクルまで加算すれば、これがnサイクル間に発生したガスの総量となる。ここで排ガス中のCO%を η とすれば脱炭量は

$$w_n = \eta \cdot (12/28) \sum_{i=1}^n Q_i \dots\dots ③$$

これからnサイクル目の取鍋中のC%は $C_n = C_0 - (100/1000)(w_n/W)$ …… ④となる。この様にして求められた計算値と、取鍋より採取した実測値とは初期において傾向が合わない。

この理由として、取鍋において溶鋼成分が均一になるまでに時間遅れがあるためと考えられる。それを確かめるためDH処理中、真空槽へAu¹⁹⁸を投入し取鍋中の定位置にて試料採取し、均一濃度に達するまでの経過を調べたところ図1の結果が得られた。この濃度変化を説明するために次のモデルを考えた。

スノーケル先端より試料採取位置までn個の連続攪拌槽があり、第一の槽からn番目の槽まで濃度変化が伝播してゆく。この様なモデルは1次遅れのn個従属結合となり、入口にStep入力を与えた場合の出口の応答は

$$\phi(t) = 1 - e^{-\frac{t}{\theta}} \left[1 + \left(\frac{t}{\theta}\right) + \frac{1}{2!} \left(\frac{t}{\theta}\right)^2 + \dots\dots + \frac{1}{(n-1)!} \left(\frac{t}{\theta}\right)^{n-1} \right] \dots\dots ⑤$$

と表わされる。R.Iを用いた実験は均一になった濃度を1とする単位 Step入力を与えたと考えられ、その実測値と⑤式を比較することにより、⑤式中のパラメータnと θ を決定することができる。

その結果、 $\theta = 0.8$ サイクル、 $n = 3$ が得られた。

一方脱炭の場合には、各サイクル毎に④式にて表わされるStep入力が次々と与えられ、試料採取場所にはそれらが重なったものが検出されると考えられる。それ故④式の入力に対する応答は⑤式と組み合わせて、

$$\bar{C}(t) = \int_0^t [C_0 - (100/1000)(w(\xi)/W)] \phi(t-\xi) d\xi \dots\dots ⑥$$

となり、これが混合に遅れのある場合の実測値と比較すべき値となる。図2に示すように、これにより計算値と実測値は非常によい一致を得た。

記号 A: エジクターの特性の比例定数, C: 炭素濃度%, \bar{C} : 遅れのある場合の濃度, G: 抽気速度, m: エジクターの特性により定まる冪数, n: サイクル数, 真空槽内の質量, p: 真空槽内圧力, Qi: iサイクル時のガス発生量, r: 脱炭速度, t: 時間, τ : 1サイクルの周期, W: 処理溶鋼量[ton], wi: iサイクルの脱炭量[Kg], θ : 時定数, η : 排ガス中のCO%

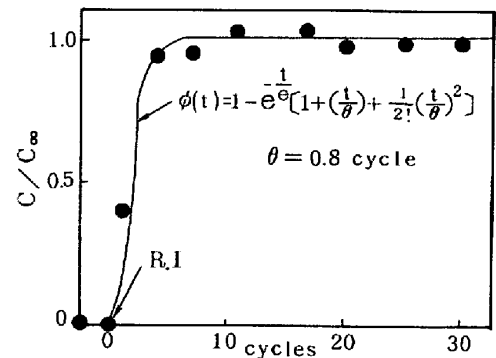


図1. R.Iの濃度変化

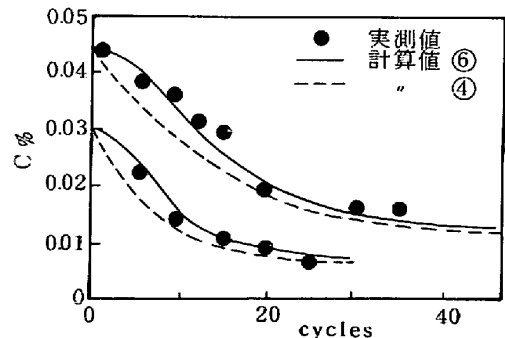


図2 C変化の計算値と実測値