

(17) 高炉羽口送風流量の計測とその応用について

日本鋼管(株) 技術研究所 佐野和夫 ○宮崎孝雄
 京浜製鉄所 中島龍一
 福山製鉄所 牧 章

1. 緒言 : 高炉における各羽口の送風流量 バランスは、炉況安定化、出銑比の向上に対して密接な関係があると考えられる。この羽口送風流量 バランスは最近の高炉の大形化、操業の高能率化にもなってその重要度は増々大きくなり、したがって流量計測の価値も極めて大きい。そこで当社水江第1高炉、福山第2高炉を対象に流量計測を実施した結果、各種の情報が得られたので以下に報告する。

2. 実験方法 : エンジニアリング上、比較的問題点の少ない羽口支管部を1つの絞り機構とみなした差圧測定方式を応用し、熱風本管とアダプターを設置した羽口支管との静圧差を取出して羽口ごとの送風流量値を連続的に測定した。

3. 結果および検討 :

1) 流量バランスの測定結果を図1~2に示す。各羽口間に流量レベルのバラツキが存在し、分布パターンは高炉により特性がある。

2) 各羽口流量の変動巾は、水江1BFは±5~12%、福山2BFは±6~10%の範囲にあり、羽口先抵抗の変化を表わしている。

3) 羽口からの吹込み燃料に対する圧力損失も流量に依存してかなり影響していることが推定される。福山2BFでの吹込み重油流量のインディシャル応答により抵抗特性を把握することができた。

4) 差圧と流速の関係は Bernoulli の式により次式が得られる。

$$\Delta P = (\rho / 2 g_c) \cdot (V^2 - V_0^2) + \Delta P_f + \Delta P_f'$$

ρ : 密度, g_c : 重力換算係数, V : 流速, ΔP_f : 支管部圧力損失
 実測値の精度的検討を行うため、ピトー管による検定、羽口支管絞り部断面積変化の影響、圧力伝播速度の影響、流体温度差の影響などを調査したが、いずれも流量計測の意義は十分保証される。

5) 各羽口の差圧変動値より羽口先炉内圧の変動について推定計算を行うことが可能である。図3のモデルにおいてエンタルピー変化は $(1 + \alpha) \cdot V^2 / 2 = i_0 - i$ で表わされるから、温度変化との関係、 $T_0 - T = (i_0 - i) / (g_c \cdot J \cdot C_p)$, $T_0 / T = (P_0 / P)^{\frac{\kappa - 1}{\kappa}}$ により、

$$\delta \Delta P = \left[- \left(\frac{2C}{q^2} \right) \cdot \left(\frac{S^2 \cdot g_c \cdot J \cdot C_p}{1 + \alpha} \right) \cdot \left(\frac{\kappa - 1}{\kappa} \right) \cdot \left(\frac{T}{P} \right) \right] \delta P$$

α : 定数, i : エンタルピー, J : 熱の仕事当量, C_p : 定圧比熱
 C : 定数, q : 羽口1本当り流量, S : 絞り部断面積, κ : C_p / C_v
 この関係により羽口平均流量において差圧変動値 200 mmH₂O は水江1BFで炉内圧変化 0.075 kg/cm², 福山2BFで 0.061 kg/cm² に対応していると推定される。これらの関係は各高炉によって各々特性的に得ることができ、高炉の炉況診断および異状予測のインデックスとして有効に利用することができる。

4. 結言 : 羽口送風流量計測値は操業上有力な情報となり炉内吹込み燃料との比率制御を含めてその応用範囲は極めて広い。

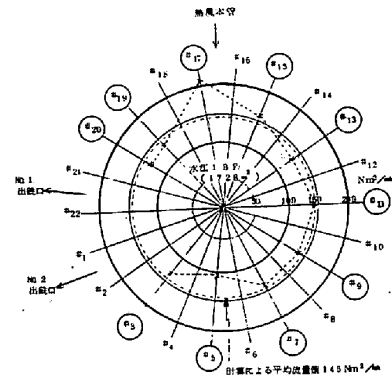


図1. 水江1BF送風流量分布

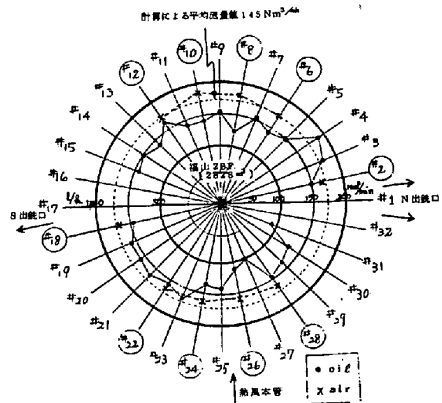


図2. 福山2BF送風流量分布

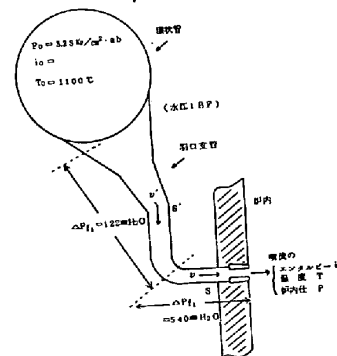


図3. 炉内圧変動推定モデル