

(34) 高炉レースウェイの冷間実験結果を燃焼状態にスケールアップするための条件

川崎製鉄㈱技術研究所 ○福武 剛・岡部俛児

1 緒言 Wagstaffら¹⁾は、燃焼を伴わない冷間模型でレースウェイを形成し、レースウェイの奥行きに及ぼす、羽口径、羽口風速、粒子径などの影響を調査し、レースウェイの奥行き L (m) とその形成条件の関係を次式により定義される2個の無次元数、Penetration factor, P と Raceway factor, R の関係として整理した。

$$P = L/D_t \cdots \cdots (1), \quad R = \frac{V_t^2}{g \sqrt{S}} \cdot \left(\frac{\rho_t}{\rho_s - \rho_t} \right) \cdot \left(\frac{A_j}{A_m} \right)^{0.75} \cdots \cdots (2)$$

高炉のようにコークスの燃焼を伴いながら形成するレースウェイの場合、Wagstaffら¹⁾自身の研究に示されているように、羽口での送風条件をもとに計算した P と R の関係は冷間の場合と比較して著しく偏寄することが知られている。本報告では、燃焼による衝風条件の変化に関する考察から冷間状態から熱間状態へのスケールアップの条件を導出し、既報の測定値を用いてその妥当性を評価する。

2 理論的考察 レースウェイは、羽口から流出する衝風とレースウェイ壁面の動力的釣合により形成される。燃焼を伴う場合、径、速度などの衝風の条件は、壁面に達する間に変化する。燃焼反応は、衝風が壁面に達するより前に完了すると仮定すると、(1)、(2) 式中の変数値として、Wagstaff が用いた羽口での値ではなく、燃焼後の値を用いなければならない。燃焼により標準状態でのガス量とガス組成、温度が変化する。羽口軸方向のガスの運動量は燃焼により変化しないので、燃焼によりガス流速は、運動量を保つよう変化し、これに対応して、衝風の径も変化する。図2のように変数を定義して、燃焼の前後の運動量とガス量のバランスをとると(3)、(4)式を得る。

$$\rho_t \cdot V_t = \alpha \cdot \rho_{ro} \cdot V_r \cdots \cdots (3)$$

$$\alpha \cdot \rho_{ro} \cdot V_t \cdot D_t^2 = \rho_r \cdot V_r \cdot D_r^2 \cdots \cdots (4)$$

ただし(3)式は羽口における単位容積のガスについて求めた式であり、衝風軸上の圧力変化はないとして圧力の影響は無視している。(3)、(4)式から V_r と D_r を他の既知の変数から求めることができ、燃焼を伴う場合の P と R の値、 P_r と R_r は、この V_r 、 D_r 、 ρ_r を V_t 、 D_t 、 ρ_t のかわりに用いて(1)、(2)式により計算できる。

3 計算結果と考察 図2にWagstaffらによる高炉での測定結果とTaylorら²⁾による燃焼炉による実験結果から算出した P と R 、 P_r と R_r の関係を示す。 P_r と R_r の関係はWagstaffの示した関係とほぼ一致していて、ここで示したスケールアップ条件が妥当であることがわかる。この方法により、 D_t 、 V_t のみならず重油量、送風湿分による L の変化が評価できる。記号 g = 重力の加速度 ($m \cdot s^{-2}$)、 S = 粒子の表面積 (m^2)、 ρ_s = 粒子密度 ($kg \cdot m^{-3}$)、 A_j 、 A_m = 羽口と炉床断面積 (m^2)、 ρ_{ro} = 燃焼後ガスの羽口基準密度

文献 1) J.B.Wagstaff et al : J. Metals, (1957), P370

2) J. Taylor et al : JISI, (1957), P330

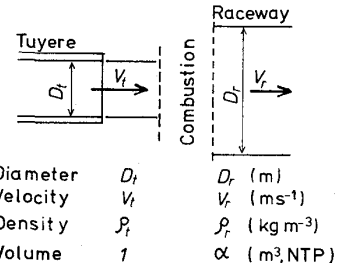


図1 燃焼による衝風条件の変化

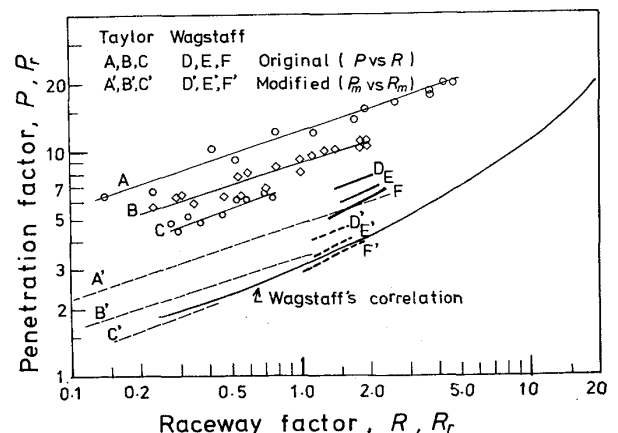


図2 燃焼炉(Taylor)と高炉(Wagstaff)の Penetration factor と Raceway factor の関係