

(19) 高炉レースウェイ形成の力学的条件

川崎製鉄 技術研究所 ○福武 剛 岡部 俠児

1. 緒言 レースウェイ周辺の粒子は、重力、貫流するガスの抗力および隣接する粒子からの圧力と摩擦力を受ける。粒子相互の圧力と摩擦力は受動的に決まるのでガス流の抗力と重力の合ベクトルの方向を知り、レースウェイ内とその周辺の粒子の動きを知れば、レースウェイの大きさがどのような力学的条件により決まるかが推定できる。模型実験により形成したレースウェイ周辺の圧力分布と粒子の移動速度分布からレースウェイ形成の力学的条件に関する新しい知見を得たので報告する。

2. 実験装置と方法 図1に示す実験装置にガラス玉(径 $2 \sim 2.83 \text{ mm}$)を充てんし、羽口から N_2 ガスを 3.12 l/min 吹き込んでレースウェイを形成し、図1に示す直方体内の圧力分布を格子間隔 1 cm で立体的に測定した。粒子の速度分布は大木ら¹⁾と類似の光学的方法により測定した。

3. 結果と考察 充てん層内のガス流が粒子に及ぼす抗力は、ガスの圧力勾配に等しく逆方向に働く。各格子点の圧力測定値を用いて、 x, y, z の各軸方向に穂坂の方法²⁾を用いて圧力分布の近似曲線を作成し、この近似曲線を微分して圧力勾配の成分を求めた。充てん層の嵩比重を、空間率が一律に 0.4 であると仮定して、 1.5 g/cm^3 とおき、重力とガス流の抗力の合ベクトルを各格子点ごとに求めた。

図3に羽口中心軸を通る垂直断面内の合ベクトル(矢印)の分布と粒子の等移動速度線を示す。通常の写真撮影などで決めているレースウェイの境界は、等速度線でほぼ 5 cm/s に相当すると考えられる。図中に示した領域Aは合ベクトルが上向きの成分を持つ領域であり、領域Bは合ベクトルの大きさ、またはその上下方向の成分がほとんど0の領域を示している。

領域Bの下方を除くレースウェイ外周上で合ベクトルは大きく、レースウェイの外側へ向いている。粒子を連続的にぬき出した場合あるいは、吹込ガス量を低下させた場合に、レースウェイ内への粒子の供給が領域Bに対応した限られた領域を通じて起こるとい

う観察結果を考慮すると、領域Bの下方を除くレースウェイ外周上で粒子はレースウェイの外側に向けておしつけられている状態にあるといえる。この部分では外向きのガスの抗力と重力の合力が粒子相互の圧力と摩擦力に釣り合っている。後者は前者により受動的に決まるのでガスの抗力が減った場合後者も同時に減少しこの部分での力の釣り合いはくずれない。領域Bではガスの抗力と重力がほぼ釣り合っていて、ガスの抗力の減少により釣り合いがくずれ、粒子がこの部分を通してレースウェイに供給される。

それ故レースウェイの力学的な平衡は、図2の領域Bにおける粒子にかかるガスの抗力と重力の釣り合いに帰することができる。

文献 1) 大木, 明昌, 白井: 化学工学 37(1973)9, P965,

2) 穂坂: 情報処理 10(1969)3, P121

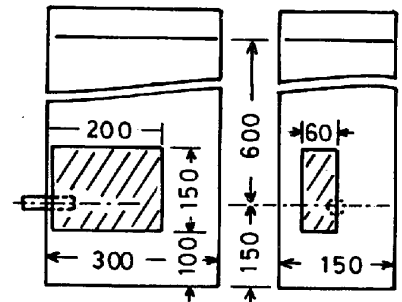


図1 実験装置と圧力分布測定領域(斜線部)

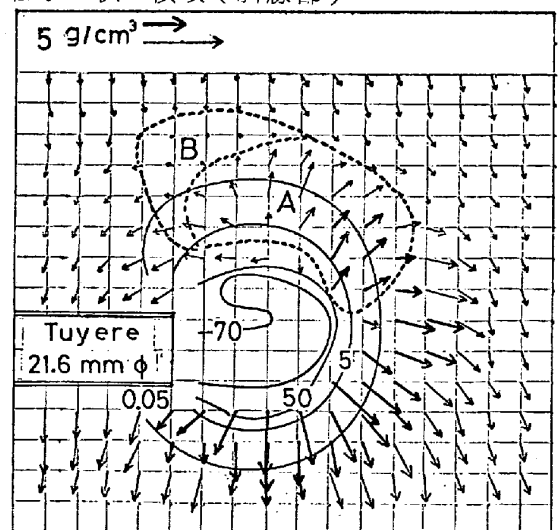


図2 羽口中心軸を通る垂直平面上のガスの抗力と重力の合ベクトル(矢印)と粒子の等速度線(cm/s)