

(36) 粒子堆積分布形成に関する基礎的挙動の解析

(高炉の装入物分布挙動の研究-1)

川崎製鉄 技術研究所 ○浜田尚夫 小坂橋寿光

岡部俵児

1. 緒言

高炉の装入物分布の制御は高炉操業で重要である。堆積分布形成の現象は複雑であるため、縮尺模型や実物大の実験装置による研究が多く行なわれている。本研究では、装入物分布の基礎的挙動に関して単純化した条件で実験と解析を行い、粒子の堆積分布形成のシミュレーションモデルを作成する。

2. 実験および解析

シュート上から粒子面上に堆積するまでの粒子の運動について、次のような基礎実験と解析を行なった。実験装置はシュート(巾8 cm, 長さ70 cm), 試料採取器(巾10 cm, 長さ60 cm, 分割25 mm×20)と粒子を樹脂で固着した粒子面, 実験試料は鉄鉱石(粒径 $D_p=0.5\sim1, 1\sim2, 2\sim4, 4\sim6, 6\sim10$ mm, 混合)とコークス($D_p=1\sim5, 5\sim10, 10\sim20$ mm, 混合)を使用した。

1) シュートからの粒子落下位置の分布

角度 β , 距離 L のシュートから高さ H での落下位置 x_c の分布より, シュート下端での粒子速度 v_B とシュート上の摩擦係数 μ_β を解析した。

$$v_B = \{ g x_c^2 / 2 \cos^2 \beta (H \cos \beta - x_c \sin \beta) \}^{\frac{1}{2}} \quad (1)$$

$$\mu_\beta = \tan \beta - x_c^2 / \{ 4 L \cos^2 \beta (H \cos \beta - x_c \sin \beta) \} \quad (2)$$

測定例を図1に示す。累積分布 F はワイブル分布関数で近似できた。

2) 粒子面へ衝突前後の粒子の運動

角度 α の粒子面へ速度 $v_c (v_{cx}, v_{cy})$, 落下角度 γ で衝突する粒子の衝突後の軌跡を2点 $(x_1, y_1), (x_2, y_2)$ で測定し, 衝突直後の速度 $v_D (v_{Dx}, v_{Dy})$ を求めて,

$$v_{Dx} = \{ g x_1 x_2 (x_2 - x_1) / 2 (x_1 y_2 - x_2 y_1) \}^{\frac{1}{2}} \quad (3)$$

$$v_{Dy} = y_1 v_{Dx} / x_1 - g x_1 / 2 v_{Dx} \quad (4)$$

粒子面へ垂直と平行の各速度成分について衝突前後の速度比 e_n と e_p を解析した。

3) 粒子面上における粒子の運動

粒子面上での粒子の運動について, 次の3種類の実験をした。

- 粒子面のシュートからの落下位置の分布の測定
- 粒子面のシュートからの落下量と残留量の比率の測定
- シュートから粒子面へ落下する粒子の堆積分布の測定

粒子と粒子面との摩擦力を F_f , 粒子質量を m , 運動距離を l として, 粒子面上の運動を次式で解析した。

$$m (dl^2 / dt^2) = mg \sin \alpha - F_f \quad (5)$$

粒子と粒子面の摩擦係数 μ_α の解析例を図2に示す。

堆積分布形成について基礎的挙動を組み込んだシミュレーションモデルによる計算値と実験値との比較を図3に示す。

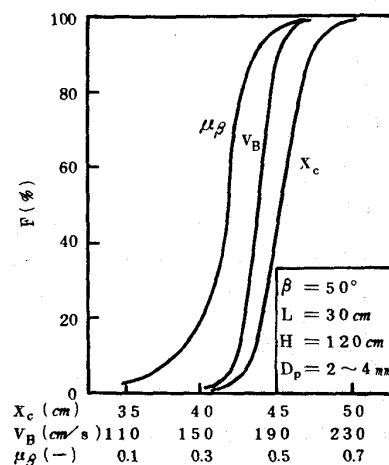


図1. 粒子落下位置の分布とシュート上の運動

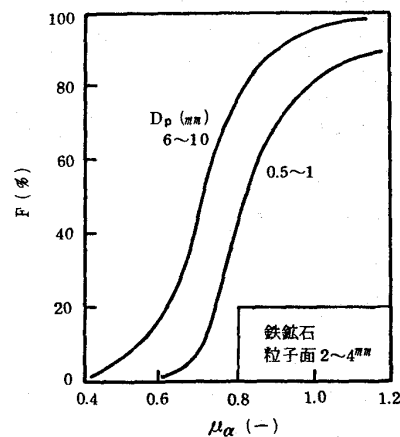


図2. 粒子面上での粒子の運動

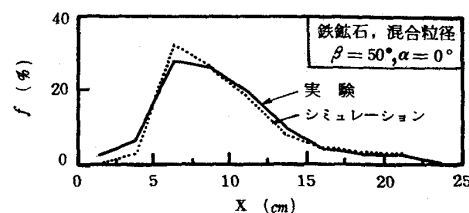


図3. 堆積分布の計算と実験の比較