

## 装入物の傾斜角に及ぼすガス流れの影響

## (高炉の装入物分布とガス流分布の制御に関する研究-2)

日本鋼管(株)技術研究所

西尾浩明 ○有山達郎

1. 緒言 大ベルから落下して炉口部に堆積する装入物の傾斜角が高送風量では小さくなるという指摘が実測に基づいてなされており<sup>1)</sup>、模型実験でも確認されている<sup>2)</sup>。本研究ではこの現象に関する理論式を誘導してその適用性の有無を実験で確かめた。

2. 理論 図1のように傾斜角 $\beta$ の長大な装入物斜面の表面近傍の厚さ $H$ の層に着目する。この層内の装入物にはそれ自身の重力と、装入物表面に立てた法線方向にガスの抗力が作用する。単位面積の面 $AB$ にかかる圧縮応力 $\sigma$ は、

$$\sigma = \rho_b (g/g_c) H \cos \beta - \Delta P \quad (1)$$

$$AB \text{ 面にかかる剪断応力 } \tau \text{ は, } \tau = \rho_b (g/g_c) H \sin \beta \quad (2)$$

$$\text{限界応力状態を仮定すれば, } \tau = \sigma \tan \phi_i \quad (3)$$

(1), (2)式を(3)式へ代入して整理すると、

$$\tan \beta / \tan \phi_i = 1 - (\Delta P / H) / (\rho_b (g/g_c) \cos \beta) \quad (4)$$

Ergunの式を粘性項を無視して(4)式へ代入すると、

$$\tan \beta / \tan \phi_i = 1 - 1.75 \{ (1 - \epsilon) / \phi D_p \epsilon^3 \} (\rho u^2 / \rho_b g) / \cos \beta \quad (5)$$

(4)又は(5)式より傾斜角とガス流速の関係を計算できる。合力 $w$ の方向を $\vartheta$ とすれば、 $\tau = \sigma \tan \vartheta$  (6)

(3), (6)式より $\vartheta$ は内部摩擦角 $\phi_i$ と一致することがわかる。

3. 実験装置 500 W × 200 H × 200 Tの充填層、下部の風箱、上部の一方の壁近傍に取付けたフィーダーからなる。層厚を一定にするため装置の傾斜は可変となっている。

4. 実験方法 あらかじめ圧損と空気流速の関係を測定した小径粒子を充填し空気流量設定後、表面粒子を連続的に供給、排出しながら傾斜を変える。定常的な流れになったら粒子の供給を止め、形成される静止層の厚さが一定かどうか確認する。一定ならば傾斜角を測定する。

5. 実験結果 図2に小径のコークス、焼結鉱、ペレットによる実験データを(4)式による理論曲線と重ねて示す。両者は良く一致し、上記理論の妥当なことがわかる。

6. 実高炉への展開 (5)式に実高炉の装入物の条件を与えて計算した結果を図3に示す。傾斜角はガスの $\rho u^2$ に対してほぼ直線的に減少することがわかる。

記号;  $\rho_b$  嵩密度,  $D_p$  粒径,  $\phi$  形状係数,  $\epsilon$  空隙率,  $\phi_i$  内部摩擦角,  $g_c$  重力換算係数,  $\rho$  ガス密度,  $u$  塔速度,  $\sigma$  圧縮応力,  $\tau$  剪断応力,  $w$  合力,  $\Delta P$  圧損

図3. 実高炉の装入物の傾斜角とガスの $\rho u^2$ との関係

文献; 1) F.A.Yushin and N.N.Babarykin; Stal in English (1964), p 850, 2) 杉山, 中村, 鶴野, 原; 鉄と鋼, 62 (1976), S 39

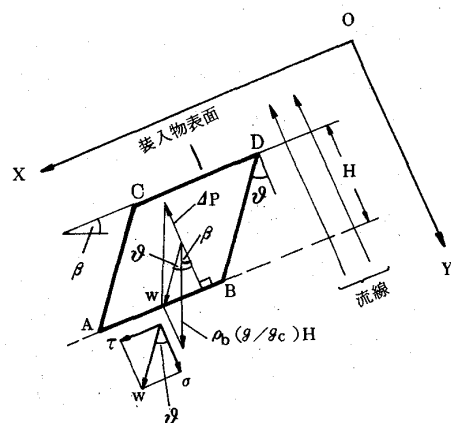


図1. 装入物表面近傍の力の釣合モデル

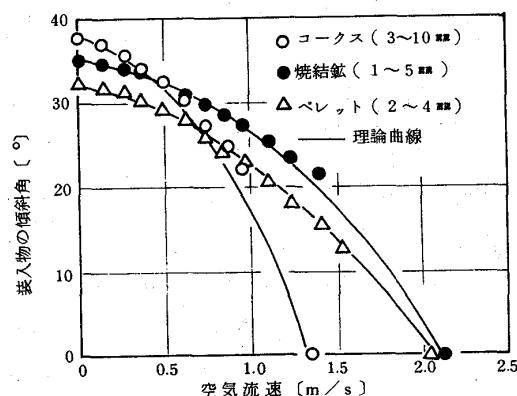


図2. 傾斜角の実験値と理論値の比較

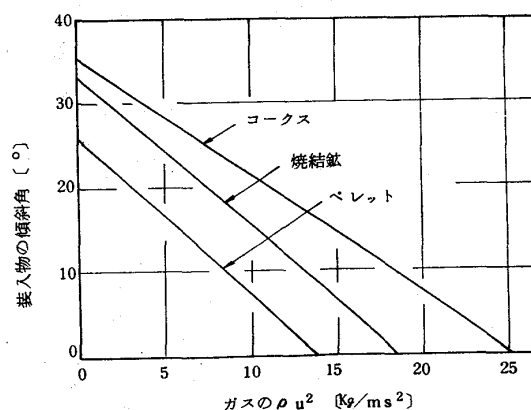


図3. 実高炉の装入物の傾斜角とガスの $\rho u^2$ との関係