

(46) 焼結炉のパレット最適送り速度の解析

名古屋大学工学部 ○ 鞍 嶽
富士製鉄(株) 室蘭製鉄所 有通口 充藏

1. 緒言 ドワイトロイド焼結炉操業の最適化問題では、たとえば、生産量を最大にするような最適の層高、最適の風量分布、あるいは、最適のパレット送り速度などが考えられるが、ここでは、経験的に割り出された焼結炉操業に理論的な検討を加えるために、とくに、層高が一定で、風量分布が均一という条件下で、最大生産量を与えるようなパレットの送り速度について解析を行なう。

すなまち、実操業においては、パレットの送り速度は、排鉱部における赤熱部の厚さが全層高の約 $1/3$ になるように、あるいは、ウインドボックスの排気温度の最高点が終りから2, 3番目になるように操業されているようであるが、これらの経験的な技術について考察する。

2. 理論解析 ドワイトロイド焼結層内に、図1に示すようにHeat front plane (H.F.P., f面)とHeat behind plane (H.B.P., b面)を考える。これらの方程式を(1)式で表わす。

$$(f\text{面}) : x = g_f(y), y = h_f(x); (b\text{面}) : x = g_b(y), y = h_b(x) \quad (1)$$

焼結鉱の生産量 S は歩留 α を考慮して(2)式で示す。 b : パレットの幅、 V : 送り速度とする

$$S = \int_0^Y \alpha(y) \cdot b \rho_B V dy = \int_0^Y C \theta_0(y) \cdot b \rho_B V dy \quad (2)$$

ただし、 ρ_B : 層かさ密度、 C : 定数、 θ_0 : 必要温度以上に保持する時間である。 θ_0 は次式で示される。

$$0 \leq y \leq Y_r \text{ では } \theta_0(y) = \{L - g_f(y)\}/V; Y_r < y \leq Y \text{ では } \theta_0(y) = \{g_b(y) - g_f(y)\}/V \quad (3)$$

$$\therefore S = C b \rho_B \left[\int_0^{Y_r} \{L - g_f(y)\} dy + \int_{Y_r}^Y \{g_b(y) - g_f(y)\} dy \right] \quad (4)$$

Heat front speed: u_f および Heat behind speed: u_b を(5)式で定義する。

$$u_f \equiv -dy_f/d\theta = -V \cdot dh_f(x)/dx, u_b \equiv -dy_b/d\theta = -V \cdot dh_b(x)/dx \quad (5)$$

$$\therefore h_f(x) = -u_f(x/V) + Y, h_b(x) = -u_b(x/V) + Y \quad (6)$$

$$\therefore g_f(y) = -V(y - Y)/u_f, g_b(y) = -V(y - Y)/u_b \quad (7)$$

$$S = C b \rho_B \left\{ \int_0^{Y_r} \left[L + \frac{V(y - Y)}{u_f} \right] dy + \int_{Y_r}^Y \left[-\frac{V(y - Y)}{u_b} + \frac{V(y - Y)}{u_f} \right] dy \right\}$$

$$= C b \rho_B \left\{ \frac{VY^2}{2} \left(\frac{1}{u_b} - \frac{1}{u_f} \right) - \frac{V}{2u_b} Y_r^2 \right\} = C b \rho_B \left\{ \frac{VY^2}{2} \left(\frac{1}{u_b} - \frac{1}{u_f} \right) - \frac{V}{2u_b} \left(Y - \frac{u_b}{V} L \right)^2 \right\} \quad (8)$$

$$\text{ただし, } Y_r \equiv h_b(L) = Y - u_b L/V \quad (9), \text{ 赤熱指數 } \alpha \equiv Y_r/Y = 1 - \sqrt{u_b/u_f} \quad (10)$$

最大生産量 S_{max} によるようなパレットの最適送り速度 V_{opt} を求めるために、 $dS/dV = 0$ から

$$V_{opt} = L/(Y/\sqrt{u_f u_b}) \quad (11), \text{ ここで, 第1種焼結速度: } u_{s1} \equiv \sqrt{u_f u_b} \quad (12)$$

$$\text{焼結時間: } \theta_s \equiv Y/u_{s1} = L/V_{opt} \quad (13), \text{ 焼結面: } y = -(u_{s1}/V_{opt})x + Y \quad (14)$$

$$S_{max} = C b \rho_B L Y (1 - \sqrt{u_b/u_f}) = C b \rho_B L Y_r = C b \rho_B \theta_m Y V_{opt} \quad (15)$$

ただし、 θ_m : 必要温度以上の平均保持時間であり、

$$\theta_m = Y(1/u_{s1} - 1/u_f) = Y/u_{s2} \quad (16)$$

$$\text{第2種焼結速度: } u_{s2} \equiv 1/(1/u_{s1} - 1/u_f) \quad (17)$$

$$\text{平均歩留: } \alpha_m = C \theta_m = C Y/u_{s2} \quad (18)$$

3. 結言 最適送り速度は u_f と u_b の幾何平均の $2u_{s1}$ の関数として、平均歩留は u_{s2} の関数として表わされる。

最大生産量は u_b の減少および u_f の増加に伴って増加する。
3. 焼結時間は Y と u_{s1} との比である。

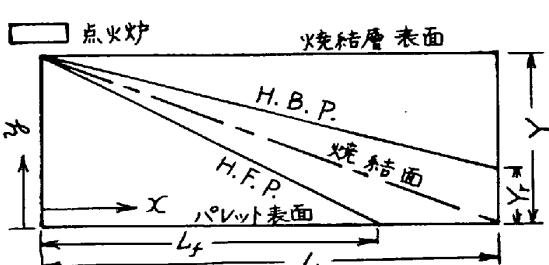


図1. ドワイトロイド焼結炉