

(46)

送風限界の物理的制約について
(試験溶鉱炉における送風限界試験—Ⅲ—)

東京大学生産技術研究所 〇桑野芳一 入谷浩一
関本 賢

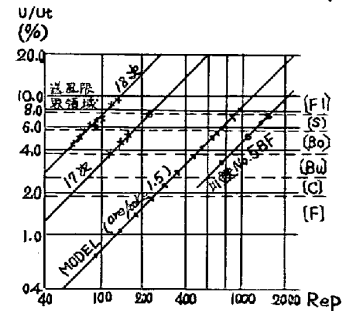
1. 緒言：比重の著しく異なる物質を向流移動層へ装入すれば、これらの分布によってガス流が支配される。このような条件下で、更に流速を高めれば、移動層は固定層へ近づき流動層となる。そこで操業に使用した原料の物理的特性を調査すると共に、試験炉で実施し、シャフト部で流動を確認した。

2. 基礎実験：直径0.2m(炉口径の1/2)の空気流動層を製作し、固定層における各銘柄および $\text{ore}/\text{coke} = 1.5$ につき流動開始速度と微圧変動を半導体ゲージで検出し、ペン書きオシログラフで記録を行い、高さ方向の波形特性を調査した。

3. 結果および考察：各送風段階のシャフト上・下段の圧損を測定し、これをErganの式に代入して ϵ を算出すれば17次操業は $6.0 \text{ Nm}^3/\text{min}$ から急増している。一方18次操業では $4.0 \text{ Nm}^3/\text{min}$ より漸次増加しており、 $7.4 \text{ Nm}^3/\text{min}$ の近傍で急増している。圧損は ϵ が急増する風量から急激に低下しており、上述の風量で吹き抜け、または流動が発生したことは確かだろう。以下 U^* をパラメーターとして運動という面から見た物理的な送風限界の考察にうつる。ガス流速と調和平均粒径で代表できる装入物の終端速度 U_t との比 U^* をとり、流動層の特性を無次元化し、 Re_p との関係を対数方眼紙上にプロットすれば傾斜 n の直線関係が認められる。そこで、モデル実験、17次、18次、ならびに川崎製鉄No5高炉の炉口の U^* を計算から求め、同様にプロットすればFig(1)の結果を得た。これらは、いずれも傾斜 $n (= \text{const})$ の直線関係が認められる。この関係からモデルの流速を用いて炉内の挙動を表わす関係式を誘導すれば、

$U^* = 0.00812 (Re_p M)$ が得られた。この式へ低送風段階($4.0 \sim 6.0 \text{ Nm}^3/\text{min}$)の $U^* = 4.0 \sim 6.0 \%$ を入れ、炉内の挙動をモデル実験から推察すれば、シャフト中段以上は流動しており、表面は激しくボイリングしていたものと思われる。しかし、この程度の流速では荷下りに障害をひき起すことはなかった。また17次は18次に比較して粒径の大きいことから、 $7.0 \text{ Nm}^3/\text{min}$ は18次の $5.0 \text{ Nm}^3/\text{min}$ に相当しており、 U^* の水準低いところで操業がなされていた。 U^* が6.0%を越えれば装入物は0.3~0.5m吹きエゲられる。このことは炉頂で吹き上げられた装入物が金物に追突して音を発していたことからもうなづける。

高送風段階($6.0 \sim 8.3 \text{ Nm}^3/\text{min}$)で ϵ が急増する $7.4 \text{ Nm}^3/\text{min}$ の近傍では、スラッキング類似現象がみられたが、その直前でシャフト下段にも微圧変動が表われ、この時の U^* は7.6%でスラッキングと流動層領域の境界附近にあった。このときの波形はモデル実験の波形特性と酷似しており、炉頂での追突音が益々強まったことからほぼ確実と思われる。しかしこのような全面流動がシャフト全高にわたって発生しても荷下りを極端に悪化させることはなかった。このことから物理的限界の流速は試験炉の場合、吹き抜け、流動とは考えられない。事実操業不能になった現象は一時に多量の装入物が持ち上げられた状態、すなわちスラッキングが起きた時である。しかし、吹き抜け、流動はスラッキングをひき起す要因を充分もっている。なぜならば、装入物中の粒径の小さい物質が表面で低いレベルの U^* で流動すれば、分級効果を引き起す。さらに流速を上げれば、ニュートン粘度は高められ、局部的に ore/coke の高い部分が形成される。そして見掛け上は小さくなり、一時的に流動を抑制する。一方 ore/coke が高くなれば ϵ は小さくなり、圧損の絶対値が高まって結果的にスラッキングを引き起す。こうして操業不能になる限界が現われる。



Fig(1) Re_p と U^* の関係。