

(19) 焼結炉の操業解析

名古屋大学工学部 工博 ○ 鞭 巖
名古屋大学工学部 樋口 充 蔵

[I] 緒言

操作変数の変化がプロセス変数に及ぼす影響を数学的モデルに基づいて検討し、操業可能な限界を調べた。また鉄鉱石の融解・凝固現象をモデルに組み込んで、焼結反応や温度分布を計算した。

[I] 操作変数の影響

前報¹⁾に提出した数学的モデルに基づいて、操業条件を変えた場合に層内の粒子温度分布に与える影響を調べた。図1、図2の同じ図中に示した曲線は他の値は同じにして、点火雰囲気ガス温度 t_g だけ(図1)、およびガスの質量速度 G だけ(図2)を変えた結果である。図1によれば、ガス温度が1300Kの場合には反応は十分進行するが、1100Kであれば低温度となるためにコークスの燃焼が実質的に起らなくなる。したがって必要な最低のガス温度がこの場合には1150K付近に存在することがわかる。

図によれば、 G を大きくすると層内温度は下がる傾向があるが、焼結に必要な時間が短くなって、生産量の増大に役立つ事がわかる。しかし粒子は加熱されて後冷却されるが、この際の粒子の温度変化が急速であるとかえって強度的に脆弱になるとも考えられ、生産量との関係から、最適のガス質量速度が存在すると思われる。

粒子径が大きくなりすぎると、粒子とガス間の伝熱速度が減少するので、ある操業条件下での焼結可能な最大粒子径が計算から求められるが、一方ではガスの流通抵抗の関係から最小粒子径も存在することが考えられる。粒子径が大きな場合には、点火ガス温度を高くするか、あるいは点火時間を長くすることが必要となると推察される。

[II] 融解と凝固

焼結鉄は多くの化合物からなっているので、純粋物質のように一定温度でとけるのではなく、融解過程中に粒子の温度変化があり、融解熱の温度分布 $f(t_s)$ があると考えられる。ここでは次のような融解速度式、 $dH/d\theta = f(t_s) \cdot dt_s/d\theta$ を考え、既述のモデルに組み込んでみた。ここで $H(\text{kcal/kg})$ は完全にヒケているときは0、完全に凝固している状態では原料の融解熱 H_0 に等しい値をもつ変数であり、融解率は $(H_0 - H)/H_0$ で表わされる。 $f(t_s)$ の関数形は実験によって決定されるが、焼結鉄の軟化試験の結果を利用するとその関数形の概略は推定できよう。簡単な形の場合として、 $f(t_s) = 0.5 \times H_0 / (400)$ とした場合の計算結果を図3に示す。ただし融解に伴う物性値の変化は無視し、粒子も常に球形をたもつものとした。図3で H の変化を検討すれば、成品の強度を層内温度分布と関連づけて定量化することもできよう。凝固については融解に対する逆過程として取扱い、融解速度式が適用できる。

1) 樋口、鞭：鉄と鋼、53(1967)、P1171

