

(52) 充填層における粒子・流体間熱交換および管壁からの熱損失

神戸製鋼所中央研究所

○志垣 一郎 西田礼次郎

東北大学選鉱製錬研究所

工博 八木順一郎 高橋礼二郎 工博 大森康男

I. 緒言：高炉内におけるように酸化鉄粒子と還元ガスを向流接触させると、粒子は温度分布あるいはガスの濃度分布が存在する中を降下するので、従来研究されてきた単一粒子の速度論的研究あるいは固定層による還元反応操作とは異なった状況になる。ここでは、気体と固体を交流接触させる場合の固体粒子の還元特性および反応操作特性を検討するため移動層型の還元反応装置を製作したが、第1段階として本装置の伝熱特性を調べるため、反応管内に鋼球を充填し、充填層内の粒子・流体間熱交換および管壁の総括伝熱係数について検討した。

II. 実験：内径127mm<sup>φ</sup>のSUS42製反応管に直径12mm<sup>φ</sup>の鋼球を2m充填した。この充填層の中心軸上の6ヶ所に熱電対を挿入し温度変化を測定した。同時に同レベルの反応管外温度も測定した。入口でのN<sub>2</sub>ガスの温度は700℃(270Nℓ/min)と1020℃(250Nℓ/min)の2種類とした。

III. 数式モデル：管壁からの熱損失を考慮した充填層の1次元伝熱モデルはガス温度θ<sub>g</sub>、粒子温度θ<sub>s</sub>について(1)、(2)式で表わされる<sup>1)</sup>

$$\partial\theta_g/\partial\tau + \partial\theta_g/\partial\eta = [\lambda_g \{T_1 \theta_s / T_0 - \theta_g\} + W(\theta_s - \theta_g)] / P(C + \theta_g \partial C / \partial \theta_g) \quad (1)$$

$$\partial\theta_s/\partial\tau = -\lambda_s(\theta_s - T_0 \theta_g / T_1) / P_s(C_s + \theta_s \partial C_s / \partial \theta_s) \quad (2)$$

初期条件：τ = 0でθ<sub>s</sub> = f(η)、境界条件：η = 0でθ<sub>g</sub> = 1

管壁の総括伝熱係数U (W = 4LU/Gc<sub>g</sub>°D)は定常状態でT<sub>1</sub>θ<sub>s</sub>/T<sub>0</sub> = θ<sub>g</sub>であるから、Fig.1の220分における値を定常値とみなし(1)式から推定し、26.8 kcal/m<sup>2</sup>・hr・°Cを得た。

IV. 結果：入口ガス温度が700℃の場合の測定値(Fig.1)に基づいて定めたUの値を使用して、入口ガス温度が1020℃の場合の測定値を上記モデルを使ってシミュレーションした結果をFig.2に示した。ガス吹込口に近いレベルほど早い時期に急速な温度上昇があり、高レベルになるにしたがって温度上昇は時期的に遅れまた上昇も小さくなっている。これは熱損失がかなり大きいことを意味する。急速な温度上昇が生じる時期は計算値の方が実測値よりややおくられているが実測した温度は、反応管の中心部におけるガスと粒子の温度の中間の値を示すと考えられ、計算値は断面平均値であるが温度変化の傾向をほぼ説明できると考えられる。

記号：C：比熱、P  
：密度、L：ガス吹込  
口からの高さ(cm)、T<sub>1</sub>、  
T<sub>0</sub>：ガス入口、粒子  
出口温度(°K) η：距離  
τ：時間、(下ツキ、  
g：ガス、s：粒子)

1) 八木、高橋、大森  
：選研集27(1971)、187

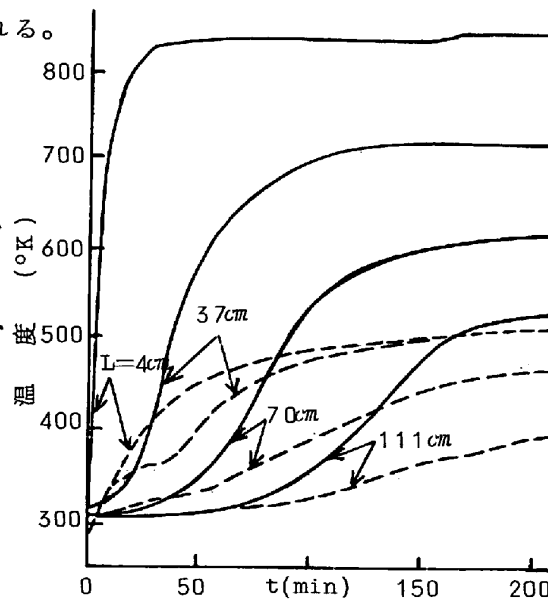


図1 温度変化の実測値

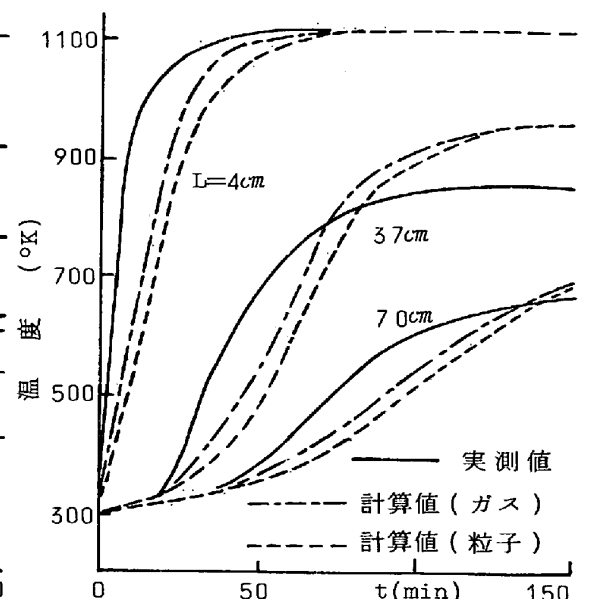


図2 実測値と計算値の比較