

名古屋大学 工学部

○高根 漢司 桑原 守  
榎 巖

1 緒言 高炉炉頂付近では、炉頂面の傾斜によるガスの偏流現象や、ガス・粒子間の急激な熱交換などが起こっており、これらの現象の理論的な解析は、実測手法とともに、炉頂の的確な情報を知るために重要である。ここでは高炉炉頂部を対象にして、ore/cokeの半径方向分布に起因するガス流速およびガスや粒子の温度の半径方向分布について、さらに、炉頂面の傾斜角が熱交換過程に及ぼす効果について検討した結果を報告する。

2 モデルの概要と基礎式 鉱石層とコークス層の見かけの安息角の差に起因して、各層の層厚が半径方向で変化する。この層厚の比に基づいて、鉱石やコークスの物性値を軸方向に平均化することにより、空間率、粒子径、比熱、質量速度などの各半径位置における代表値が得られる。これらの値を用いて炉頂部におけるガス流れと熱交換について同時に数値計算する。ガス流れに対しては(1)式の連続の式と(2)式の運動方程式を適用する。炉頂部での装入物の降下は、ここでは断面内均一と仮定する。ガスおよび粒子の熱収支は(3)、(4)式で表わされる。炉頂部で熱交換が活発な領域では粒子内に大きな温度勾配が生じる。そこで、粒子・流体間の伝熱係数 $h_p$ の推算には、粒子内の温度分布を考慮して、白井の式<sup>1)</sup>を修正して使用した。

$$\text{div } \vec{G}_g = 0 \quad (1), \quad \text{grad } P = -(f_1 + f_2 |\vec{G}_g|) \vec{G}_g \quad (2)$$

$$\text{div } \vec{q}_{rg} + \text{div } \vec{q}_{dg} + a h_p (T - t) = 0 \quad (3), \quad \text{div } \vec{q}_{rs} + \text{div } \vec{q}_{ds} - a h_p (T - t) = 0 \quad (4)$$

3 計算結果 図1は炉頂面の傾斜角 $\theta$ が炉頂ガス温度 $T$ の半径方向分布に及ぼす効果を示している。この図の計算では、鉱石層とコークス層の見かけの安息角を等しいと仮定し、炉内に流通抵抗や熱的物性値などの分布がないとした。図1から $\theta$ の増大に伴い、ガスの中心流化が促進され、炉の中心温度は著しく高くなることがわかる。図2は、コークス層と鉱石層の見かけの安息角がそれぞれ $27.5^\circ, 30^\circ$ である場合のガス流線およびガスと粒子の等温線を示している。炉頂中心付近では等温線が密になっており、ガスの偏流現象により急激な熱交換が起こることが推察される。なを等温線の分布形状の変化から、この偏流現象が温度分布に影響する領域は、炉頂中心から炉口径の約1/4程度であることが推定される。それより下方における温度分布は主として、鉱石層とコークス層の見かけの安息角の差に起因した熱流比の分布により支配されるものと考えられる。

〔記号〕 $a$ :比表面積,  $f_1, f_2$ :Ergun式の抵抗係数,  $\vec{G}$ :質量速度ベクトル,  $l$ :軸方向距離,  $P$ :ガス圧力,  $\vec{q}_r, \vec{q}_s$ :熱伝導, バルク流れの伝熱速度のベクトル,  $r$ :半径方向距離,  $R$ :炉頂半径,  $t$ :装入物温度

〔本字〕 $g$ :ガス,  $s$ :装入物

文献 白井:化学工学と化学機械, 1, (1956), 216, 化学工業社

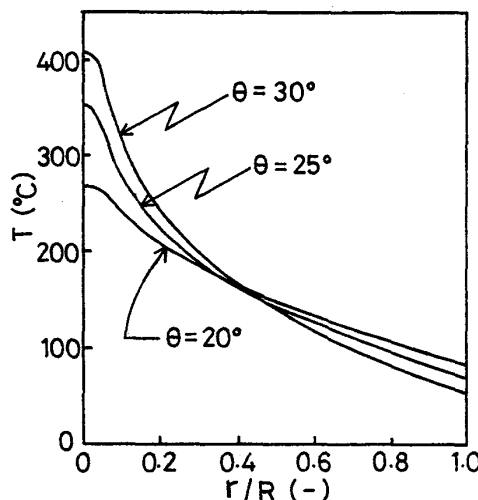


図1 炉頂ガス半径方向温度分布

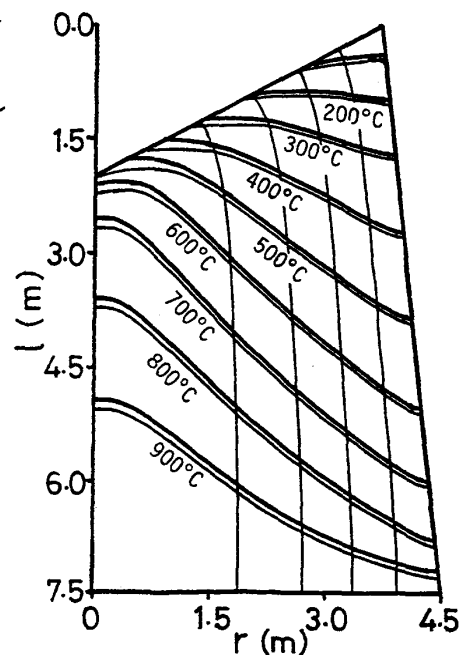


図2 ガス流線とガス、粒子の等温線 —:ガス - -:粒子