

(36) シャフト炉の数学的モデルによる理論解析

新日本製鐵(株) 基礎研究所 近藤真一 ○原 行明

1. 緒言 前報¹⁾においてペレットの還元を多界面未反応核モデルで進行するとした、ガス還元シャフト炉の数学的モデルを作成し、これを常圧小型シャフト炉の実験データに適用して、炉内状況のシミュレーションが可能なることを報告した。本報では本数学的モデルを使った諸計算から、実用的なシャフト炉を想定した場合の還元ガスの温度、圧力、組成などの影響について検討した結果を報告する。計算に使用した数学的モデルは前報¹⁾の化学反応(還元反応および水性ガス変成反応)のみを考慮したモデルに、各還元段階の反応熱を考慮した熱移動を組み入れたモデルである。

2. 計算結果および結論

計算は還元ガスが H_2 の場合と、 H_2 -CO混合ガスの場合について行なった。ただし後者については炭素析出反応($2CO \rightleftharpoons C + CO_2$)とメタンの合成ないし分解反応($3H_2 + CO \rightleftharpoons CH_4 + H_2O$)が無視できる範囲として、CO濃度は30%以下、炉頂圧は1 atmに限定した。

図1～3に計算結果の一部を示す。これらから次のことがわかった。

(1) シャフト炉による鉄鉱石の還元は H_2 のみでも可能であるが、反応熱の点からCOを含むガスの方が効率的である。還元ガス温度が850℃の場合、純 H_2 ではガス利用率が24%程度であるが、COが30%入ると34%程度となる。

(2) 還元ガス温度の影響は非常に大きく、同一ガス流量でガス温度を10℃上昇すると、必要な反応層高を0.5 m以上短縮できる。また一定反応層高の場合は10℃の上昇で、ガス利用率を1～2%向上し得る。ただし、平衡関係から層高を如何に長くしてもガス利用率には限界がある。 H_2 還元の場合、このピンチポイントはM点($Fe_3O_4 \rightarrow FeO$ 平衡)にある。

(3) ガス圧力を上げると還元速度が加速され、必要な反応層高は双曲線的に低下するが、加速効果の著しいのは10 atm程度までである。ただし、 H_2 -CO混合ガスの場合は加圧による炭素析出とメタン生成が考えられるから別途に検討を要する。

1) 近藤, 原, 坂輪: 鉄と鋼, 60(1974), S32

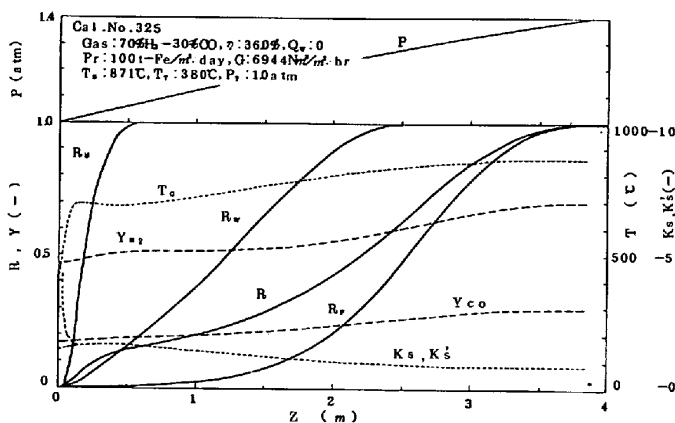


図1 シミュレーション計算の例

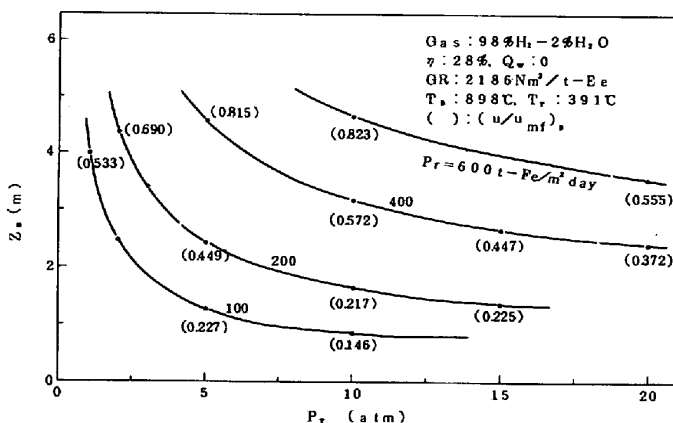
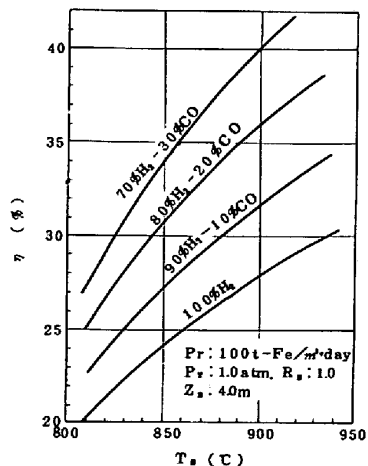
図2 H_2 還元における圧力の効果

図3 還元ガス温度とガス利用率の関係