

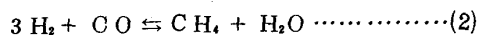
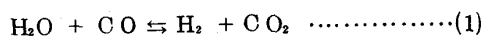
(41) 高圧シャフト炉の数学的モデル

新日本製鐵(株)基礎研究所 工博 原 行明

1. 緒言 鉄鉱石の還元速度は高圧化すると加速されるので¹⁾、直接製鉄用のシャフト炉を高圧化して能率化することが考えられる。しかしながら、還元ガスが H_2-CO 混合ガス系の場合、高圧下では CH_4 生成が起るので、能率化を阻害する因子も考えられる。著者は酸化鉄の還元反応の他に、水性ガス変成反応、 CH_4 生成反応も考慮した、高圧シャフト炉に適用できる数学的モデルを作成し、圧力、温度等の影響を検討したので報告する。

2. シャフト炉の数学的モデル CH_4 生成を無視した常圧用のシャフト炉数学的モデルから²⁾、シャフト炉高さ方向の温度変化を考察すると、炉頂部でのガスと鉱石の熱交換は非常に速く、炉頂部の極く僅かの高さ区間で、疑似的な熱平衡に達し、その後は暫く略一定温度を保持した後、 $Fe_2O_3 \rightarrow FeO, FeO \rightarrow Fe$ 還元³⁾の進行とともに昇温する形になっている。

そこで、シャフト炉の数学的モデルとしては、炉頂ガス組成は、次の水性ガス変成反応、 CH_4 生成反応とともに、炉頂部での熱交換終了後のある温度 T_e に平衡であると仮定し、 T_e 以下の温度では両反応は起らず、それ以上では常に平衡を保持しながら鉱石還元が進行するものとした。



還元反応は、常圧炉の²⁾3界面未反応核モデルに基づく速度式と速度定数をそのまま使用した。ただし、相当平衡温度 T_e の決め方としては、熱交換だけではなく、 $Fe_2O_3 \rightarrow Fe_3O_4$ 反応も終了した点の温度とするのが、逐次計算結果との適合性が良いので、そのようにした。なお炭素析出反応は起らないとした。

3. 計算結果 シャフト炉への吹込み還元ガスとして、純 CH_4 を $800^\circ-900^\circ C$ において、スチーム比 1.4 で水蒸気改質した組成を選定した。図 1, 2 は吹込みガス温度 $850^\circ C$ 、ガス利用率 31% の場合の例である。図 1 は炉頂圧 1 atm、図 2 は 5 atm であり、 CH_4 濃度は前者が、0.2-0.4 %、後者が 2.3-2.8 % になっている。

図 3 は炉頂圧と必要還元層高との関係で、これから、数 atm 以上に加圧すると、 CH_4 生成によって、必要層高は逆に長くなる現象のあることがわかる。実用的には 5 atm 前後の炉頂圧が能率的であると言える。

文献 1) 原, 土屋: 鉄と鋼, 63 (1977), S4

2) 原, 坂輪, 近藤: 鉄と鋼 62 (1976), P. 315, 324

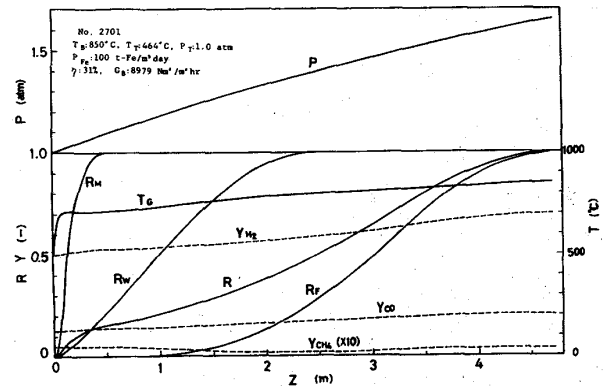


図1 炉頂圧 1 atm の場合の計算例

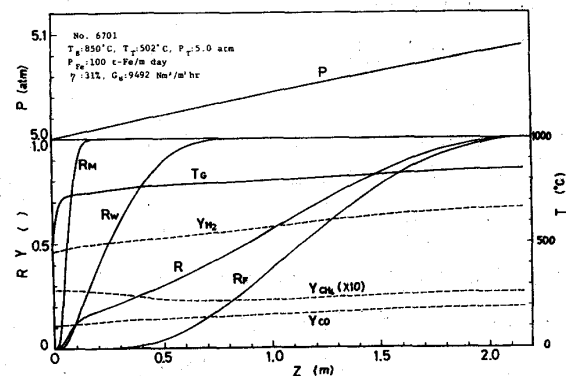


図2 炉頂圧 5 atm の場合の計算例

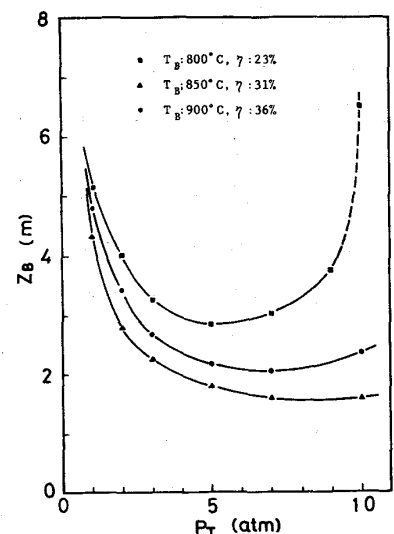


図3 炉頂圧と必要層高の関係