

(116) 実験と計算を組み合わせた高炉シミュレータの開発

北海道大学工学部

山口英良 石井邦直

近藤真一

1. 目的 高炉装入物の性状に応じた炉内状況を予測するために、実験と計算を組み合わせたシミュレータの開発を進めている。前報¹⁾ではガス組成変化のみを追尾させたが、今回は昇温速度もともに追尾させて、より高炉に近いシミュレータとすることを目的とした。

2. 方法 物質収支式のみを基礎式とするガス組成変化の方法は前報で報告した。装入物の降下にもともなう昇温速度変化には強制対流熱伝達、反応熱(還元、カーボンソリュージョンロス)、比熱、および密度の変化を考慮に入れた熱収支式を用いた。反応熱は還元反応に関しては、逐次反応として割り付けた。実験試料に与える温度条件は固体側だけに限定し、計算される予測温度を電気炉制御器に投入した。

表1 シミュレーションの条件

Operating Conditions

1. All coke operation
2. Blast Temperature ; 1200°C
Humidity ; 0 g/m³
3. Thermal reserve zone ; 1000°C
4. Hot metal Temperature ; 1500°C
Composition ; Fe-0.5wt% C alloy
5. Heat loss ; 5% of all heat consumption
6. Coke rate ; 460 kg/t-pig
7. Ore ; Pellet (T, Fe 60.6% , C/S 1.37)

Initial Conditions

1. η_{CO} ; 0.4878
2. Solid Temperature ; 200°C
Gas Temperature ; 316°C

シミュレーション実験に際してまず操業条件を決め、Risモデルにより炉頂ガス組成を求める。固体入口温度を200°Cとして、熱保存帯より炉上部について熱収支をとることによってガス入口温度を定め初期条件とした。装置は前報とほぼ同じであるが、設定条件のOre/Cokeにちかづけるため黒鉛ルツボの過剰露出部をアルミナスリーブで覆った。反応の進行に応じて温度は1分毎、ガス組成は5分毎に変化させた。

3. 結果 表1にシミュレーション実験の操業条件および初期条件を示す。操業はオールコークスとし、水素および他の副次反応は無視した。4500 m³級の大型高炉で塩基性多孔質ペレット100%装入を仮定して実験した結果についてのべる。図1は降下距離に対する固体温度、ガス温度とそれらになる熱流比、交換伝熱量および反応熱の変化である。還元の進行につれて固体側の質量速度が減少するため固体とガスの温度差は縮まり、昇温速度も小さくなり熱保存帯に入る。吸熱反応であるソリュージョンロス反応が始まると、ふたたび温度差が広がり昇温速度も増すようになる。図2は降下距離に対する還元率を表わす。還元はストックライン下数メートルから始まり約980°C(7m付近)でウスタイト域に達する。そしてやや遅れて熱保存帯が続く。還元速度はこの間低下する。ソリュージョンロス反応が治癒になるにつれて温度がより還元速度も大きくなる。ペレットは約1100°C(約11m)から収縮し始めるが、圧損に顕著な変化はみられない。圧損が上昇(始めるのは1300°C(約16m)で1350°Cから急上昇する。溶け落ち温度は約1500°Cであり、この間の距離は約1.5mである。(参考文献)1) 山口ら; 鉄と鋼 67 (1981), S739

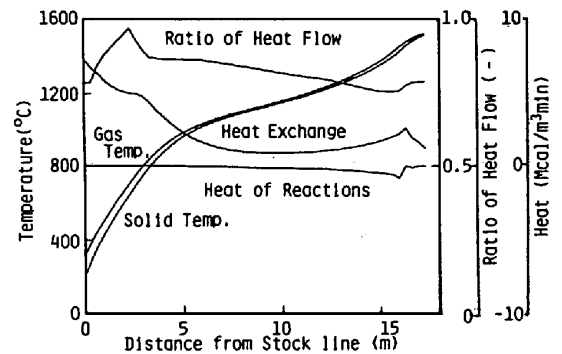


図1 温度、熱流比、伝熱量、反応熱の炉内変化

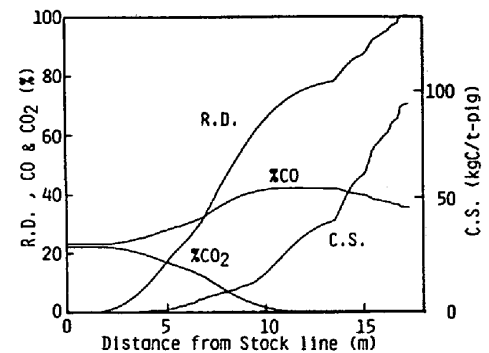


図2 ガス組成、還元率、ソリュージョンロス量