

川崎製鉄 技術研究所 ○浜田尚夫  
東京大学 工学部 国井大蔵

1. 緒言

従来の直接還元法では天然ガスを改質して製造する還元ガスを用いることが多い。これに対して天然ガスを直接反応装置に供給する方法はメタンと還元鉄の触媒作用による反応促進効果を利用するもので、メタンによる鉄鉱石の還元反応の研究は多数行なわれているが、メタンと他の還元ガス成分との混合ガスによる鉄鉱石の還元速度は明らかでない。メタンが十分に反応するような高い温度での流動層還元では還元鉄の焼結による流動化の障害が大きな問題であり、焼結防止の手段として粗粒鉄鉱石を用いた。

2. 実験方法

底部が円錐形の内径 28φ の反応管に粒径 (D) 0.5~1, 1~2 mm のブラジル鉄鉱石を 200g 充填して、CH<sub>4</sub>-H<sub>2</sub>-N<sub>2</sub> 混合ガスによつて還元温度 (T) 800~1100℃, ガス流量 (F) 20~80 l/min で回分式に 100 分間還元する。還元炉頂ガス成分の分析と還元鉄成分の化学分析を行なう。

3. 実験結果

本実験範囲内での焼結限界温度は粒径 0.5~1 mm の場合、1000~1100℃ であつた。CH<sub>4</sub> による流動層還元では C 析出によつて焼結温度は高くなるとされているが、CH<sub>4</sub> 10% 位までの混合ガスでは焼結防止についての CH<sub>4</sub> の効果は少ない。H<sub>2</sub> 50% (残りは N<sub>2</sub>%, 以下同様) による還元では、還元速度は還元率が高くなるほど減少し温度の影響が少ないのに対して、CH<sub>4</sub> 10%-H<sub>2</sub> 40% の場合には還元率 50~80% の位置に還元速度の極大値があり温度の影響が大きい (図 1)。CH<sub>4</sub> だけによる還元速度は Autocatalytic な反応促進作用があつても H<sub>2</sub> による還元速度よりかなり遅い。混合ガスの還元反応促進作用は CH<sub>4</sub> が 10% 以下、還元率が 40~80% の範囲で有効で、H<sub>2</sub> だけによる還元速度よりも大きい (図 2)。還元率が高い領域では CH<sub>4</sub> の分解反応による C 析出によつて反応が障害され還元速度と CH<sub>4</sub> の反応率が減少する。還元時間 100 分での還元率は C 析出量が多いほど低い (図 3)。還元速度が極大となる還元率の近くで CH<sub>4</sub> の反応率と C 析出速度も極大となる。鉄鉱石粒径とガス流量を変えた実験でも同様の実験結果が得られる。これらの結果にもとづいて CH<sub>4</sub> 供給-還元炉頂ガス改質循環システムについて考察する。

文献 P. Ruprecht and M. Baerns : Chemie-Ing-Techn., 43 (1971) 16, 894-902

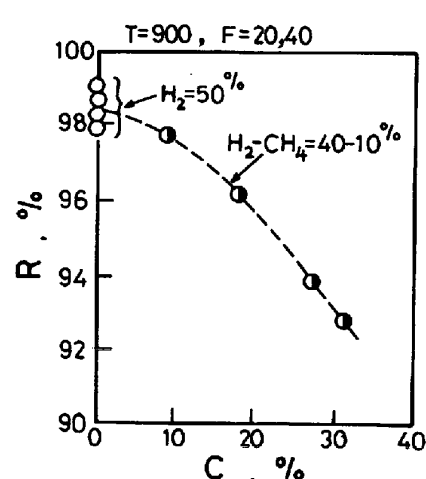
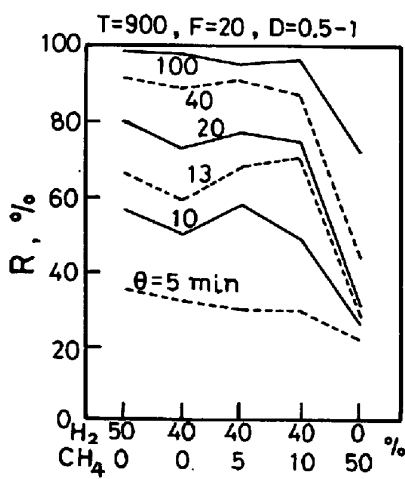
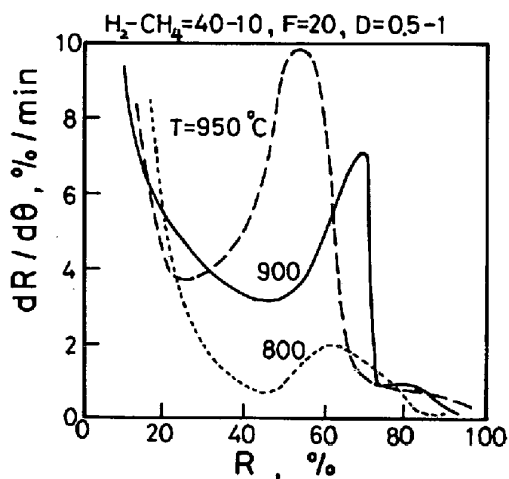


図 1. 還元率と還元速度の関係

図 2. ガス組成と還元率の関係

図 3. C 析出量の影響