

に(122) 鉄の一方方向凝固におけるCO生成およびマクロ偏析に及ぼす凝固速度の影響

名古屋大学工学部

森 一美 ◦出口幹郎

1. 緒言 当研究室ではさきにより、鉄の一方方向凝固において、凝固速度が一定の場合のマクロ偏析とCO生成の関係について報告したが、本研究では、さらに凝固速度を変えた実験を行ない、CO生成を伴う場合の凝固機構、とくにCO生成の機構を考察した。

2. 実験方法 装置および方法は前報¹⁾で用いたものと同じで、直径20mm、長さ90mmの鉄試料について一方方向凝固を行なわせた。凝固速度は5~10mm/minに変化させ、溶質はC~0.1%, P~0.016%のほか、O濃度を変えて凝固時のCO発生の強さを变化させた。凝固時の反応管内の雰囲気は、ArあるいはCO-CO₂のほか、必要に応じAr-CO-CO₂として溶鉄中のO濃度を細かく变化させた。試料分析から実効分配係数 k_{eff}^* 、 k_{eff} を求めるとともに、凝固組織および気孔分布の状態を観察した。

3. 実験結果 一定凝固速度において液本体中のO濃度を変えた場合、凝固時のCO生成、マクロ偏析に関しての遷移領域が現われた。この領域においては管状気孔が存存し、また実効分配係数は0.9から0.5~0.6に減少している。図1は凝固速度5~10mm/minについて、このような遷移領域におけるO濃度の下限 $[O]_{t,l}$ と上限 $[O]_{t,u}$ を示したものである。図からわかるように、 $[O]_{t,l}$ は凝固速度に無関係に0.003%と一定であるが、 $[O]_{t,u}$ は凝固速度とともに高くなる。

つぎに、凝固速度6.5mm/minについて、凝固途中で $[O]_{t,l}$ を中心としてO濃度を変えて気孔を生成させる実験を行なった。その結果つぎのことがわかった。凝固時のCO気泡はデンドライト間の濃縮液中で生成されるが、O濃度が $[O]_{t,l}$ 以上になると濃縮液がかなり残っているうちに気泡の生成成長が行なわれるために、気泡はその濃縮液をつき破って凝固前面の液本体中に突出し、ここで大きな管状気孔へ成長する機会が与えられる。またこの場合、管状気孔の生成につながるための最初の気泡の最小の大きさは80~100μmであることがわかった。

4. 考察 $[O]_{t,l}$ について理論的計算を行なった。デンドライト間の濃縮液の深化と固相率の間に平衡凝固モデルを適用し、また濃縮液のC、OとCOの間に平衡を仮定し、表面張力効果を考え、さらにデンドライトへの固化は円筒状に進むものと考えると、半径rの大きさのCO気泡を生成するのに必要なC、Oの濃度積 $[C]_l[O]_l$ として図2の関係が得られた。これが $[O]_{t,l}$ を与えるわけで、実験結果と一致する。これから、 $[O]_{t,l}$ が凝固速度には無関係であることが説明される。

$[O]_{t,l}$ が $[O]_{t,u}$ 以上になると管状気孔はなくなり、100~400μmの粒状気孔になる。これはCO気泡が、凝固の進行とともに凝固面よりたえず離脱するようになるためで、この限界の $[O]_{t,u}$ と凝固速度の関係は、

CO気泡半径の増加
速度と凝固面の進
行速度の比較から
説明できる。

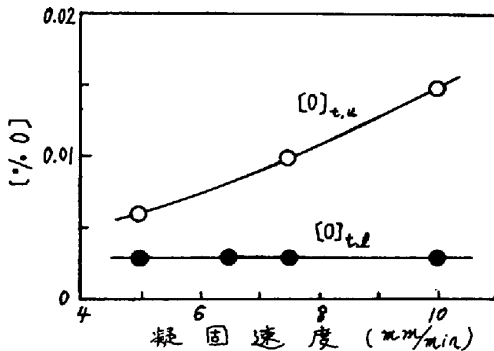


図1. 遷移酸素濃度と凝固速度の関係

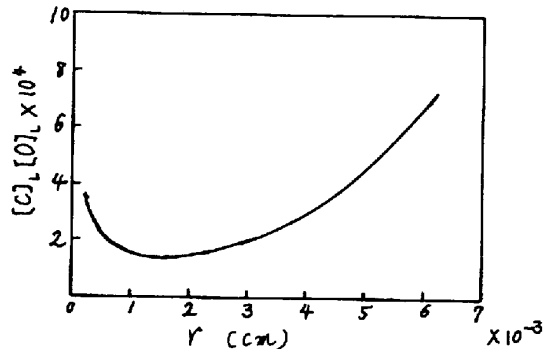


図2. 液本体のC、O濃度積とCO気泡の大きさの関係

1) 森, 神森, 出口, 下田: 鉄と鋼, 57(1971)S93