

(131) 鉄凝固時のC-O反応とマクロ気孔の生成

名古屋大学工学部 森 一美 ・長谷川 博

1. 結 言 C, Oを含む鉄は凝固時に凝固界面における濃縮液中でC-O気泡を生成し, C, O濃度がある臨界濃度以上である場合にはこれがマクロ気孔の生成につながる。本研究は鉄について一方向凝固実験を行ない, マクロ気孔生成の臨界C, O濃度を求め理論値との比較を行なったものである。

2. 実 験 鉄試料は直径20 mm, 長さ90 mmで, これを高周波誘導炉により溶解する。試料下部は水冷してあり, 誘導コイルの引上げにより一方向凝固を行なわせる。凝固速度は5および7 mm/minとした。凝固時の反応管内の雰囲気は(Ar)-CO-CO₂とし, その酸素ポテンシャルを変えることにより, O濃度を調節してC-O反応を起させマクロ気孔を生成させた。一方, 凝固時における溶鉄および凝固鉄中のC, O濃度の変化を求め, これを凝固鉄中の気孔の分布, 凝固組織と対比させた。

3. 結果と考察 図1に凝固中の濃度変化の一例を示した。この実験では凝固中雰囲気を変えて2回にわたり変化させO濃度を増加させて行なった。図から, マクロ気孔(管状気孔)生成の臨界濃度としてC 0.042%, O 0.0096%が与えられる。またマクロ気孔生成に伴ってCのマクロ偏析がおこっていることがわかる。このような実験をC, O濃度を変えて行なった。その結果をまとめて図2に示した。図から, マクロ気孔生成の開始時におけるO濃度はC濃度が減少するとともに双曲線的に増加してゆくことがわかる。またこの関係には2つの凝固速度の間でとくに差違はみられなかった。

凝固試料についてマクロ気孔生成前のデンドライト組織を観察した。これによれば, デンドライト主軸間の距離2 λ はC濃度に無関係で, 約210 μ であった。また管状気孔の下端部にはC濃度に関係なく直径約105 μ (=2 λ)の小さい気孔の存在がみとめられ, この程度の大きさの気孔の出現が凝固時のマクロ気孔生成のもとになることがわかった。

マクロ気孔生成の臨界濃度[C]_L, [O]_Lについて理論的計算を行なった。凝固中の濃縮液は円筒状を保ちつつ平衡凝固モデルに従って固化してゆくものとみなした。また上記の観察から, マクロ気孔の生成は固相率 $f_s = 1 - (r/\lambda)^2 = 0.75$ において半径 r のC-O気泡の生成することが発端になると考えた。このC-O気泡生成は樹枝状晶間の濃縮液で過飽和なしにおこるものとするれば, $f_s = 0.75$ においてこのC-O気泡と平衡する濃縮液を与えるような液本体の濃度[C]_L, [O]_Lが計算される。これがマクロ気孔生成の臨界濃度に相当する。なおこの計算で気泡と液の間の表面張力の効果を考慮した。計算結果を図2に実線で示した。図でわかるように, 計算と実験の間にきわめてよい一致が示された。

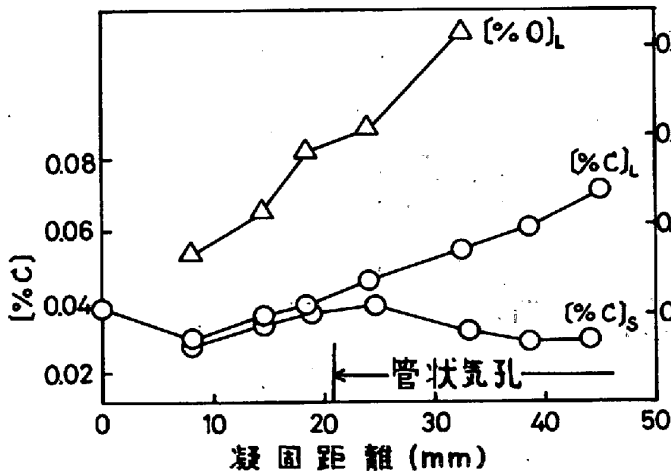
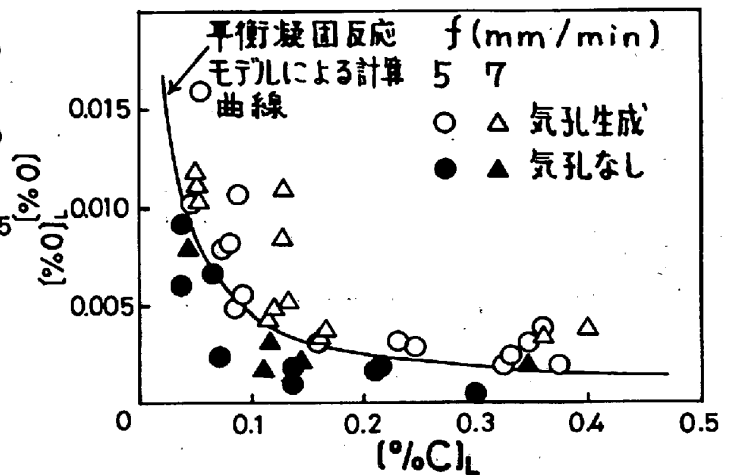
図1 凝固中の濃度変化 $f = 5 \text{ mm/min}$ 

図2 マクロ気孔生成の臨界濃度