

北海道大学工学部 ○高橋忠義 大学院 高瀬賢一朗

(株)日本製鋼所室蘭製作所研究所 鈴木是明

1. 緒言 鋼の凝固機構特に偏析現象を解明する上で溶質元素の妥当な分配係数を知ることが重要なことである。これまで多くの研究者により平衡分配係数の値が報告されているが、その値は一致せず、元素によって大きく異なる値となっており、これが現状である。本研究は、合金の液相から固相が晶出する際、その固相はデンドライト形態をとりつつ液相中に発達するものであるから、その発達過程において、デンドライトを残留鋼から分離して、それを母材から切り出し、表層を溶解したデンドライトスケルトンを集めて化学分析することにより、デンドライトスケルトンに含まれるC, Mn, Si, P, Sの各溶質元素の濃度を求め、デンドライトを分離した領域の各溶質元素の平均液相濃度との関係より分配係数を決定するものである。

2. 方法 シリコニット炉中で1300℃に加熱した砂型に所定の化学成分の溶鋼30kgを1560℃で鋳込み、上部に発熱保温剤を投入して一定時間後に炉から鋳型を引き出し、直ちに平均溶質濃度を知るための試料を、A(凝固進行前面領域)とB(中心領域)の2ヶ所より、石英管で吸引して得た。その直後、鋳型を反転することにより残留鋼を排出する。鋼塊より分離したデンドライトを、その形態によって次の三段階に分類した。その規準は、(i)デンドライト間隙に存在している溶質濃縮液相が排出過程で残留して凝固した部分、これを溶質濃縮固相と呼ぶ、この残留が少なく、デンドライトアームの三次まで確認できるもの。(ii)溶質濃縮固相がデンドライトのアーム間に一部残留しているもの。(iii)溶質濃縮固相がデンドライトアーム間に残留する程度の比較的多いもの。この分離したデンドライトの洗滌をする。この第一段階として、デンドライト形態をできるだけくずさず金属光沢を持つ表面を得るために、10%煮沸塩酸を用いた。この時、(i)クラスのものに対してはスケール除去が主体となるので、約3分間浸漬するにとどめたが、(ii)、(iii)のクラスのものに対してはスケール除去以外に、デンドライトアーム間に捕捉されている溶質濃縮固相もある程度溶かし出すために、(ii)、(iii)の順に5分間、10分間と浸漬時間を長くした。以上の処理を施したものについてさらに、第二段階として、溶質濃縮固相を優先的に溶かし出すために、オーバーホッフー試液に、(i)、(ii)、(iii)のクラスのものに、2日間、4日間、7日間の浸漬時間をめどとして浸漬した。浸漬後、デンドライト表面に残った腐食生成物を除去するために、10%煮沸塩酸中に、(i)、(ii)、(iii)クラスの順に5分間、8分間、12分間浸漬した。以上の処理によって得られたデンドライトスケルトンを乾燥した後、化学分析にかけらる。また腐食程度の充分でないデンドライトスケルトンについては、あらかじめ酸洗いの第一段階より繰り返す。

3. 結果 溶鋼の平均組成は全般的に高めにしている。それは分配係数の小さい溶質元素ほど、晶出固相への溶質分配が少なくなるので、化学分析の精度を考慮したためである。鋼塊から取り出した時のデンドライト形態の明確なものほど、すなわち分類が(i)に入るもののデンドライトスケルトンの分析値が、(ii)、(iii)に分類されるものより一般に低めな値を示す。例えば、S-(i) 0.03, S-(ii) 0.12, S-(iii) 0.40, P-(i) 0.36, P-(ii) 0.46, P-(iii) 0.60, C-(i) 0.39, C-(ii) 0.45, C-(iii) 0.60, Si-(i) 0.82, Si-(ii) 0.83, Si-(iii) 0.84, Mn-(i) 0.82, Mn-(ii) 0.82, Mn-(iii) 0.89 である。Si, Mnでは、(i)、(ii)、(iii)での分析値に大差はないが、分配係数の小さいS, P, Cでは、かなりの差が認められる。したがって、本方法によって信頼性の高い分配係数を求めるためには、デンドライトの残留鋼からの分離手法が最も重要なことになる。