

鋼の凝固と介在物*

座長 東大工 工博 荒 木 透

講演：鋼の凝固機構と介在物の生成に関する理論展望**

名大工 工博 森 一 美

【質問】 北大理 理博 丹羽貴知蔵・新明 正弘

攪拌液からの凝固偏析の項で述べておられる固-液界面における濃化層の厚さについて 1, 2 の質問をさせていただきます。

(1) 濃化層の厚さはレイノルズ数に支配される場合の δ_R と拡散層の濃度勾配によつて支配される場合の δ_D に分けて考える必要があると思う。凝固速度が大きい場合、たとえば $f > 10^{-3} \text{ cm} \cdot \text{sec}^{-1}$ のような場合には $\delta_D < \delta_R$ となつて濃化層の厚さは δ_D で規定され凝固速度によつて大きく変化する可能性が十分にある。榊井氏らや谷沢氏らによつて行なわれた解析結果は定量的な点はさておき説明困難なこととは思えないのだが。

(2) 凝固速度の大きい条件下ではいわゆるBurton式が成立しなくなる可能性を指摘しておられるが、凝固速度が大きい場合デンドライト樹枝間にトラップされる濃化液相の存在が考えられるためみかけ上 Burton 式が成立しなくなる可能性はあると考える。(この意味では前記榊井氏らや谷沢氏らの結果に多少問題があるかと思う)。しかしこれだけで Burton 式の持つ本質的意味をも否定するのは早計と思う。むしろ使用する際の問題ではないかと考えるがいかがか。なお Burton 式を求めるに際して用いられたという仮定、(1) 一方凝固 (一方向への物質移動のみを考慮しているとの意味?) (2) 平面凝固 (数式解を求めるに当つて特に必要としない条件に思われるが implicit な形ではいつてくるとお考えなのか?) がどの程度の影響を実際凝固に与える可能性があるか。

【回答】

ご質問の δ_R , δ_D はそれぞれ液の流動による濃化層の厚さ、および界面の移動により影響を受ける濃化層の厚さを意味するものと思う。ご指摘のように濃化層の厚さ δ は凝固速度が大きい場合には凝固速度 f により大きく変化する可能性のあることは私の講演にも述べたとおりである。ただ、この δ と f の関係は単に f のみではなく、さらに液の流動状態も影響するものであり、濃化層において CO ガスが発生するため、液の流動状態が複雑であり、定量的な検討は困難で、現時点においてはまだ結論を出すことはできないものと思う。

(2) Burton 式はあくまでも凝固界面においてはじき出された溶質が拡散し、凝固体の濃度が、この液側の界面濃度で規定される場合に適用されるものである。したがつて、濃化液相がデンドライト間にトラップされる場合には適用できない。ただ、この場合でも液相が存在している各時点では局部的には Burton 式の意味する現

象が成り立つこともあると思うが、凝固後の偏析と関連させて論ずるときには適用できないと思う。つぎに、Burton 式の仮定について、式の導入においては一方向のみの拡散を考えているが、 δ を広い意味にとれば 2 次元あるいは 3 次元における拡散をも含めたものと解釈することができる。また平面凝固は、ここではあくまでもデンドライト凝固をして濃化液がトラップされるようなことがない場合を意味するもので、本来はご指摘のように平面であることはとくに必要ないと思う。なお、一方凝固、平面凝固が実際の凝固にどの程度の影響を与えるものかは不明である。

講演：鋼塊の凝固時の介在物生成に関する現象論展望*

金材技研 工博 内 山 郁

【質問】 名大工 理博 佐野幸吉・向井楠宏

(1) 非金属介在物の研究に関しては、現段階で大切なことは、起こっている現象をいかにして確実にとらえるかということにあると思う。その点で、このように文献を整理して、信頼できる現象と、問題点を明らかにしていくことが必要であると思う。

この現象をとらえるうえでの大きな隘路は、溶鉄が不透明であり、観察される現象はすべて凝固というフィルターをとおしてしかとらえられないということであろう。従来の文献で、凝固というフィルターをどの程度まで無視できる条件下 (冷却速度など) で実験が行なわれているのか検討が必要であると思う。さらに脱酸実験特有の実験条件への不確定な因子の混入、高温での物性値の不足などを考えてみると、報告された現象の信頼性についての十分な検討が必要であると思う。凝固過程での介在物の現象を追求するうえでのこのような実験方法に関する問題点について先生のご見解を承りたい。

(2) 脱酸過程を、いくつかの素過程にわけ、各過程を実現するような、正確な実験条件を満す実験方法を考案し、それに基づいて、実験を行ない、脱酸という複雑な過程の一段階ずつを明らかにしてゆき、最後にこれらを総合すべきものと考えている。私達は、Si, Mn, Al 複合脱酸の研究で、こういう方法がかなり有効であるとの結論に至つた。介在物の融合過程を、凝集と合一の 2 つの過程にわけ、凝集過程に関してモデル実験を行なつたのはその一部である。凝固過程での現象をとらえるうえで、このようなゆきかたの有効性についての先生のご意見を承りたい。

【回答】

介在物生成に関する実験においては、溶湯の温度、組成、動き、湯の冷却速度などが大きな因子であり、それらをできるだけコントロールすることが必要である。し

* 昭和43年9月本会講演大会にて発表

** 鉄と鋼, 54 (1968) 10, S 689~692

* 鉄と鋼, 54 (1968) 10, S 693~695