

(151) 鋼塊の沈澱晶生成機構に関する有機物を用いた実験

大阪大学産業科学研究所 ○村上健児 工博 岡本平
近畿大学学生(現・大金工業) ハ上登

1. 緒言: 鋼塊の凝固中に形成される沈澱晶の生成機構については不明な点が多い。この研究では沈澱晶域の形成を直接観察できる有機物をモデル物質として用い、これを過熱度を変えてセル状鑄型に注入し、注入後の温度変化、沈澱晶生成過程などを調べ、これらの結果にもとづいて沈澱晶生成機構を明らかにした。

2. 実験方法: 供試材として用いたジシアノエタン-2,7mol% エチルアルコール溶液はFe-C系に似て、溶質含有量が増すほど溶液の密度が減少し、また、晶出固体は体心立方晶であり、金属的な凝固形態をとる。この溶液を過熱度2, 6, 11, 21, 41, および61℃で、両端に冷却管を取り付けた高さ240mm, 幅60mm, 厚さ12.9mmのアクリル樹脂製セルに200mm高さまで注入し、溶液の凝固過程を観察した。室温は溶液の液相線温度である19℃よりもかなり高い28℃とした。

3. 結果および考察: セルへの溶液注入後の時間経過につれて発達する沈澱晶帯の形状変化の例を図1に示す。注入後の時間が短い間は沈澱晶は冷却管から成長した凝固層先端付近の底部に堆積して、セル中央にはほとんど堆積しない。注入時の過熱度が21℃以上と大きい場合、図2に示すように沈澱晶生成速度は注入後約15~20分を境として2つの段階に分かれ、各々ピークを持つ。第一段階では沈澱晶は主に冷却管から発達してきた柱状デンドライトの枝が溶液内の温度差に起因する熱的対流によって分断されることにより形成され、注入温度が高いほどこのピークは長時間側へ移行する。これは、注入温度が高いと注入直後に分断されて過熱度の大きいバルクの溶液内に懸濁したデンドライトの枝が再溶解するためである。第二段階後期になるとバルク溶液内の温度差が減少し熱的対流が鎮静化するため、沈澱晶生成速度はいったん小さくなる。第二段階に入ると、柱状晶から成る凝固層内に組成的対流が発生し(これが逆V偏析の原因となる)高アルコール濃度の溶液が凝固層から噴出し、デンドライト枝を分断するために沈澱晶生成速度は増加する。凝固層内の溶質濃度勾配が小さくなる第二段階後期には、再び沈澱晶生成速度は減少する。注入時の過熱度が11℃以下になると第一段階のピークは消失し、注入直後の沈澱晶生成速度は注入温度低下にともなって大きくなる。特に過熱度が2℃の場合には図2に示すように注入直後におびにびしい自由ナール晶の発生が見られる。

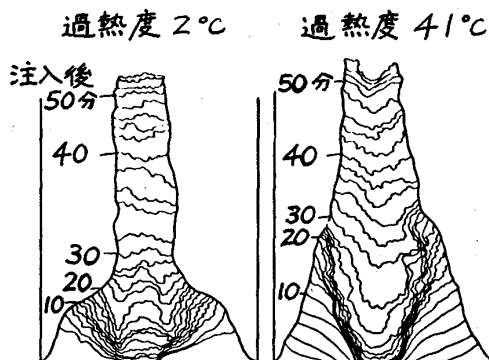


図1. 沈澱晶帯の形状の時間変化

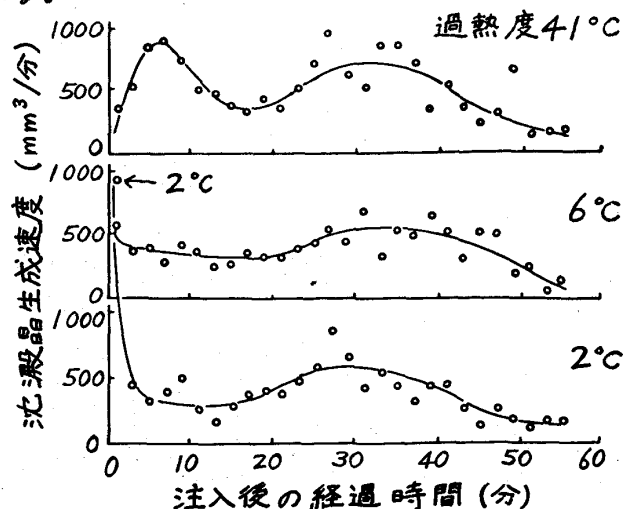


図2. 沈澱晶生成速度の時間変化