

有機化合物用一方向凝固装置の作製とその検証

○西村 信司*1)

1. はじめに

鑄造製品の機械的特性や機能は、その金属種と凝固組織に起因する。高付加価値材料は、その特性を最大限に生かすために、凝固組織制御手法として一方向凝固を採用している例が多い。これら機能や機械的特性に影響を与える凝固組織は、固体・液体界面の近傍で決定される。このため、一方向凝固における凝固組織制御の高精度化には、固体・液体界面近傍を詳細に検討することが必要となる。しかし、実用金属では、組織制御した結果が生産にフィードバックし易い反面、融点が高く、光を透過しないため、凝固中の固体・液体界面をその場観察(動的観察)をすることが困難である。そこで、凝固組織の成長過程の動的観察が容易であり、また凝固特性量の測定を直接的に行うことができる有機化合物を対象とした一方向凝固装置を作製した。

2. 作製した一方向凝固装置の概要

開発した凝固装置の模式図を図1、主な仕様を表1に示す。装置は融解部、凝固部、駆動部、観察部からなり、試料を封入したセルを融解部から凝固部へ移動させることにより、一方向凝固を実現する。また、融解部と凝固部の間には10mm程度の隙間があり、凝固中の界面を観察部にてその場観察することができる。

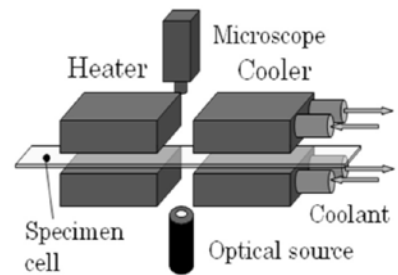


図1. 一方向凝固装置模式図

表1. 構成要素の主な仕様

融解部	最高温度 200°C	熱源:ラバーヒーター	プログラム温調計によるPID制御
凝固部	最低温度 -25°C	熱源:ペルチェ素子	冷却液を循環させることにより氷点下を実現
駆動部	最低速度 0.5μm/sec	駆動形式:ステッピングモータによるステップ制御	
観察部	最小倍率 等倍	透過型顕微鏡	
	最大倍率 144倍		

3. 結果

実験では、サクシノニトリル(SCN)-1mol%アセトン有機物凝固試料として一方向凝固実験を行った。SCNは凝固中の組織形態が金属と似ており、固相液相ともに光を透過することから、その場観察しやすい利点がある。凝固中の組織観察写真を図2に示す。

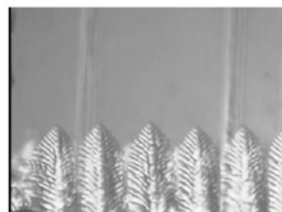


図2. 凝固組織写真

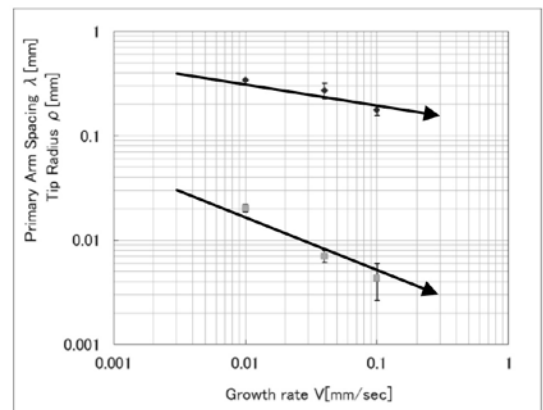


図3. 測定結果

上記試料を用いて、界面前方の温度勾配を $1.8 \pm 0.2 \text{ K/mm}$ とし、凝固速度を変化させて実験を行った。凝固速度に対する1次アーム間隔 λ_1 と先端曲率半径 ρ をまとめたものを図3に示す。クルツらの報告によればデンドライト成長中において、 $\rho \propto V^{-1/2}$ 、 $\lambda_1 \propto V^{-1/4}$ であり、図中の矢印はこれらを示したものである。

4. まとめ

有機物用一方向凝固装置の作製し、以前の報告との一致性を確認できた。今後は、本装置を用いて凝固組織制御の高精度化に取り組む。

*1) 高度分析開発セクター