

実習・公開講座を念頭においた 簡便な亜鉛板結晶粒成長観察方法の提案

保前友高*, 米納達哉*

Proposal for simple observation manner of zinc-crystal growth
for student training or extension lecture

HOMAE Tomotaka*,
KOMENO Tatsuya*

The authors propose a simple observation manner of crystal growth. A heated zinc plate was found to be appropriate for the observation. A zinc-plate sample heated for 9 hours at 170 degrees Celsius showed mm-order-crystal growth only at the periphery. That heated for 1 hour at 320 degrees Celsius showed mm-order-crystal growth all over the sample. The crystal growth can be visible to the naked eye. As the proposed manner is simple, safe, and requires short time, it is suitable for student training, whose major is not materials science, or extension lecture for primary/junior high school students.

キーワード: 金属結晶, 粒成長, 亜鉛, 観察

1. はじめに

金属の再結晶, 粒成長は, 金属材料の熱処理にも関係するため, 材料学の分野で比較的早く学ぶ重要な項目である。金属材料を専門に学ぶ学生は実習で経験的に学ぶ機会が設けられると思われる。一方, 金属結晶の観察はノウハウが必要となること, 時間がかかることから, 一般的には容易ではない。本校商船学科では, 機関コースの学生に対して5年生に配当されている「工業材料学」の授業で金属の再結晶, 粒成長について学習するが, 実習の機会は設けられていない。

このため, 金属の再結晶, 粒成長を短時間で容易に, かつ安全に観察する方法を提案することを目的として研究を行った。金属材料を専門として学ばない学生のための実習メニュー, また, 小中学生を対象とした公開講座のメニューとしての活用を念頭においた。

本研究では, 試行錯誤の末, 対象の金属として亜鉛を選択した。亜鉛は, 融点が 419.5° と比較的低いこと

* 商船学科

e-mail: homae@nc-toyama.ac.jp

から再結晶温度も低く, 簡単な設備で再結晶・粒成長が可能であると予想されること, 加熱した際の爆発等の危険性がないこと, 毒性による被害の恐れが小さいこと, 結晶観察の際に必要な腐食処理が比較的容易であると予想されたこと, 結晶が大きくなるため, 肉眼でも変化の観察が可能と予想されたことなどのメリットがある。

なお, 本稿は, 米納が卒業研究として取り組んだ研究内容を指導教員であった保前がまとめたものである。

2. 実験方法

試料として厚さ 1.0 mm の亜鉛板 (ニラコ; 110 mm × 100 mm, 純度 99.2%) を用意した。シャー切断機を用いて, 15.0 mm × 15.0 mm の試験片を切り出した。

試験片を室温から加熱することにより, 再結晶, 粒成長を促した。前述したように, 亜鉛の融点は 419.5°C である。粒成長は, 温度が高いほど速くなることが知られており, 本研究では, 融点より低い 320°C , および, より容易な設備で達成できる 170°C まで加熱し, 出発試料との比較を行った。加熱は, 電気炉 (ASONE; ROP001) を用いて行った。炉の設定温度を上記の温度とし, 温

度の実測は行わなかった。加熱時間は、1回の授業時間で終了できる1時間、半日おいた場合の4.5時間、1日おいた場合の9時間の3段階で実験した。電気炉の電源を入れ、設定温度に到達した後、試験片を炉内に入れて加熱を行った。上記の時間が経過した後、電気炉の電源を切り、炉冷を行なった。

加熱した試験片は、マクロ腐食の処理を行った。金属結晶の観察には通常、研磨処理が必要であるが、試行錯誤の末、亜鉛板の場合は、不要であることがわかった。参考文献⁽¹⁾を参考にして、蒸留水 50 mL、塩酸(比重 1.19, 濃度 37%) 50 mL を混合し、腐食薬を調整した。調整した腐食薬に試験片を約 15 秒間浸けて腐食処理を行った後、清水で洗浄した。

得られた試料は、肉眼で観察するとともにデジタルカメラ(CASIO;EX-ZR1300)で表面を記録した。また、一部の試料は、形状測定レーザー顕微鏡(オリンパス;OLS4000)で結晶サイズの計測を試みた。

3. 実験結果

実験結果を図1に示す。出発試料の結晶サイズは、形状測定レーザー顕微鏡による観察では 0.1 mm 程度であった。一方、170°Cで加熱した場合は、1時間、4.5時間、9時間と時間の経過とともに、外周部から粒成長が生じている様子が観察できた。外周部はシャー切断機で切断した際にひずみが生じており、このことが粒成長の出発点になっていると推測される。9時間経過した試料では mm オーダーの結晶が観察できた。さらに 320°Cで加熱した場合は、1時間でも全面にわたり mm オーダーの結晶を観察することができた。長時間加熱しても得られた試料に大きな変化はなかった。より高温にすることにより、粒成長が速くなったためと考えられる。また、試料が板状であるためか、粒成長できる大きさには上限があるようであった。

4. まとめ

本研究では、実習・公開講座のメニューとしても活用できる簡便な金属の結晶粒成長観察の方法を提案することを目的として実験を行った。1 mm 厚の亜鉛板を用いた場合、170°Cでは9時間加熱すると、外周部から粒成長が始まっている様子が肉眼で観察できた。320°Cでは1時間でも粒成長が十分に観察できた。加熱の設備(ホットプレートの活用など)、腐食薬(トイレ用洗剤の活用など)などを工夫することにより、より簡便な方法への改良の可能性もある。固体のままでも外形は全く変化しないにもかかわらず、表面の見目は粒成長に伴い大きく変わるため、高専の学生のみならず、小中学生にもインパクトがあるメニューとなることが期待される。

このことから、比較的簡単な設備のみで、短時間で安全に金属の結晶粒成長を観察する方法として、本稿の方法を提案する。

5. 参考文献

- (1) ギュンター・ペツォー著、松村源太郎訳、“金属エッチング技術”，アグネ(1977)



出発試料



170°C 左から1時間, 4.5時間, 9時間



320°C 左から1時間, 4.5時間, 9時間

図1 本研究で得られた試験片。写真下部の目盛りは1mm間隔である。