



アルミニウム合金の X 線小角散乱

岡島敏浩¹、Iesari Fabio¹、神谷和孝¹、佐野大和²、高田健²
1 あいちシンクロトロン光センター、2 大同大学工学部

キーワード：小角 X 線散乱、アルミニウム合金、クラスタ、析出

1. 背景と研究目的

6000系アルミニウム合金であるAl-Mg-Si系合金は、その合金が持つ成形性、耐食性ならびに塗装焼付け硬化性（時効硬化性）が他のアルミニウム合金に比べて優れ、自動車のボディパネル用材料として使用されている。このうち、塗装焼付け硬化性は、自動車の車体成形後の塗装焼付け熱処理で強度が上昇する性質のことであり、自動車の車体として必要な強度を材料に与える。一般に、塗装焼付け硬化性の発現は、材料製造工程での180°C以下の熱処理で形成する時効生成物が塗装焼付け熱処理にて強度に寄与する析出物に変化するためと考えられている。このことから、Al-Mg-Si系合金を自動車用材料としてさらに適した材料にするために、時効生成物が降伏強度を含む力学特性に与える影響を詳細に理解することが必要不可欠である。

本測定では、100°Cでの時効処理時間を400時間まで段階的に変化させた試料を作製し、試料中に生じる時効生成物が核形成し、それが成長していく様子を、X線小角散乱（SAXS）を用いて調べた。

2. 実験内容

試料として 6000 系アルミニウム合金 (Mg/Si = 2) を用い、熱処理時間が形成する構造に及ぼす影響を、SAXS を用いて評価した。測定に用いた試料は、550°Cで 30 分の溶体加熱処理を行った後に、100°Cの時効熱処理温度で、熱処理時間を 400 時間まで段階的に変化させた。SAXS 測定はあいちシンクロトロン光センターBL8S3 で、検出器に R-AXIS IV++を用いて行った。時効硬化の進行を抑えるために、加熱処理及び SAXS 測定時以外は液体窒素中に試料を保管した。測定条件は、露光時間 60 秒、カメラ長 4 m、室温、波長 0.092 nm である。得られた 2 次元散乱データの円環平均により、一次元化プロファイルに変換した。

3. 結果および考察

Fig.1 は、熱処理時間 1 時間および 240 時間後のアルミニウム合金から得られた一次元 SAXS プロファイルである。熱処理時間 1 時間後の試料において、波数 (q) = 0.25 nm⁻¹ 付近にショルダーが観測された。このショルダーは、アルミニウム合金中に含まれる Mg と Si の凝集構造に起因した構造であると示唆される。240 時間後においては、 $q = 0.13$ nm⁻¹ 付近に熱処理時間の増加にともない、ショルダーがシフトしていた。これは熱処理により、Mg と Si の凝集構造サイズが 25 nm から 50 nm へと成長していることを示唆している。また、このショルダーに関して 1 時間よりも 240 時間後の試料において明瞭になっており、熱処理により構造サイズの分布が狭くなったことが示唆される。

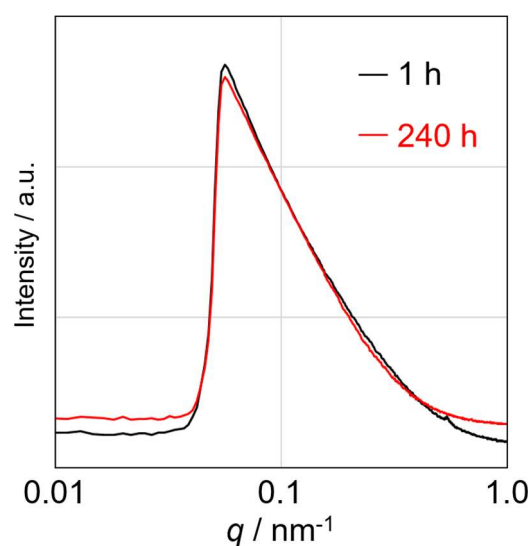


Fig. 1 各熱処理時間のアルミニウム合金の一次元 SAXS プロファイル