



アルミニウム合金の X 線小角散乱（2）

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℃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、自動車用材料として更に適したAl-Mg-Si系合金を開発するためには、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℃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から成長していく形態変化をX線小角散乱（SAXS）を用いて調べた。

2. 実験内容

6000系アルミニウム合金（Mg/Si < 2）を用い、熱処理時間の時効生成物の構造に及ぼす影響を SAXS にて評価した。測定に用いた試料は、550℃で30分の溶体加熱処理を行った後、水焼き入れを経て、100℃の時効熱処理温度にて熱処理時間を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4m、室温、波長0.092nm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は焼き入れ材(As-Q)および熱処理時間240、400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。焼き入れ材ではMgとSiは固溶状態である。熱処理時効材ではサイズが10nm程度のMg原子とSi原子の集合体であるMg-Siクラスタが形成される。240時間時効材では、波数(q) = 0.25 nm⁻¹以上にて強度 I の傾斜が低下し、 $I \propto q^{-N}$ の近似にて N は2.4以下と見積もられた。 N の値の低下よりクラスタの形態は球状よりも円盤状に近いと判断される。400時間時効材では、強度 I の傾斜の低下は波数(q) = 0.25 nm⁻¹以下で開始した。この結果より時効に従いクラスタサイズが増大したと判断される。より長時間熱処理にてクラスタは針状の析出物に変化すると考えられていることから、今回の測定結果は時効によりクラスタの構造とサイズが変化することを示唆する。

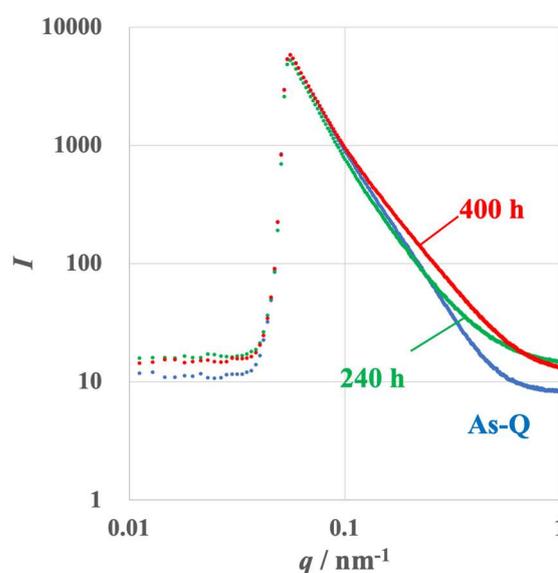


Fig. 1 各熱処理時間のアルミニウム合金の一次元 SAXS プロファイル