

## 中性子によるアルミニウム鋳造合金の極低温内部応力測定

Low Temperature Stress Measurement of Aluminum Casting  
Material by Neutron diffraction

英 崇夫<sup>1)</sup>

鈴木 裕士<sup>2)</sup>

Takao HANABUSA

Hiroshi SUZUKI

<sup>1)</sup>徳島大学      <sup>2)</sup>原子力機構

粗大結晶粒を含むアルミニウム鋳造合金の中性子応力測定を行う。最終目的は極低温下における応力測定であるが、今回はアルミニウム合金の粗大粒測定の精度向上と極低温測定の可能性を確認する。

キーワード：粗大結晶、中性子応力測定、極低温測定

### 1. 目的

アルミニウム鋳造材は内部の結晶状態がきわめて粗大であり、回折線ピークが出現しない場合や非対称な多重ピークになる場合が多い。このような粗大結晶粒に対しては揺動法が効果的とされているが、従来安定した回折線ピークを得るためには $\pm 15^\circ$ の大きな揺動が必要であった。この場合、測定されたひずみの方向が求めるべき3方向と一致しない場合もありえることから、測定手法をさらに検討する必要がある。

今回の測定では、粗大結晶粒を含む試料を準備し段階的に引張負荷を与える。さらに、 $x$ 、 $y$ 、 $z$ の3軸直交座標系で $x$ 、 $y$ 、 $z$ および $x$ 、 $z$ 平面内のロッキングカーブを詳細に測定し、弾性論の基礎式から3軸方向のひずみを求める方法を検証する。測定はきわめてシンプルであり、かつ、1次元検出器の迅速な測定を前提にすれば測定時間の短縮も期待できる。この手法の有効性が確認されれば、今後の粗大結晶に対する測定にも適用することができ有用であると考えられる。

### 2. 方法

冷却速度をコントロールすることで粗大結晶化したアルミニウム鋳造合金を引張試験形状に加工し測定を行った。測定は $x$ 、 $y$ 、 $z$ および $x$ 、 $z$ 面内のロッキングカーブをとり、ピーク出現点の回折線ピークを正確に測定することで、3軸方向のひずみを計算し推定する。測定に際しては既知の引張応力を段階的に負荷した状態での測定が必要である。そのために、小型の引張試験機をRESAにセットし測定する。引張試験機はロッキングカーブのスキャン経路および回折角を考慮して設計自作して持ち込む予定である。また、試料は粗大結晶を含む鋳造材料を切り出し試験機に装着して使用する。また同時にビームタイムの許す限りクライオスタットを用いた極低温測定も行った。

### 3. 研究成果

今回スリット系を照射側および受光側共に通常のホールスリットを使用し、通常使用する受光側のラジアルコリメータは使用しなかった。これは適正な照射領域を検討しながら測定を進める意図で選択したシステムである。結果としてこのスリット系においては測定対象となる結晶が粗大な場合、ボリュームゲージ以外の中性子が通過する経路中の回折線もディテクターに到達し、精度の高い測定が不可能であることが判明した。また、クライオスタットを用いた極低温測定においては、鉄鋼焼入れ材料における残留オーステナイトの変態状況を時系列でその場測定することに成功した。

### 4. 結論・考察

受光側が通常のホールスリットの場合中性子の照射経路中で回折する回折線も拾い上げてしまうことが確認された。通常、結晶粒が微細で均一に分布している場合は確率的にボリュームゲージ内の回折線が多くなり照射経路中からの回折線は大きな影響を与えない。しかしながら、結晶流が粗大

な場合は回折線強度が部分的に強くなるため、影響が避けられない。これに対してラジアルコリメータはゲージボリューム内の情報を正確に反映することから、粗大結晶を含む材料を測定する場合はラジアルコリメータが必須となることが確認された。また、鉄鋼材料中の残留オーステナイトは冷却とともにフェライトに変態し回折線強度の低下が確認された。また 200K においてオーステナイトは急激に減少する現象も確認され、サブゼロ処理などの鉄鋼材料の熱処理条件を決める有効なデータが得られた。

## 5. 引用(参照)文献等

特になし。(粗大結晶に対する研究は極めて少なく、文献も調査中である。)