

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 Alloy
By Neutron Diffraction

英 崇夫¹⁾ 西田真之²⁾ 齊藤徹³⁾ 鈴木裕士³⁾ 盛合敦³⁾
Takao HANABUSA Masayuki NISHIDA Toru SAITO Hiroshi SUZUKI Atsushi MORIAI

¹⁾徳島大学 ²⁾神戸高専 ³⁾原子力機構

アルミ鋳造合金における内部応力測定を中性子残留応力測定装置 RESA を用いて行った。鋳造材料の内部は粗大結晶粒を持つ場合が多いため測定が困難とされていたが、今回、揺動測定と Rocking カーブを利用した複数方位からの測定で粗大結晶の中性子応力測定の可能性を確認した。

キーワード : Residual stress, Casting material, Coarse crystal grain

1. 目的

鋳造材料は粗大結晶粒を含むため、中性子応力測定の際に安定した回折線ピークが得られず測定が困難な場合が多い。今回は揺動を用いた測定法と Rocking カーブを利用した複数方位のピークを用いる測定法から、粗大結晶粒における安定した中性子応力測定手法を検証する。

2. 方法

試料は神戸高専において製作したアルミニウム鋳造材を使用する。アルミニウム溶融後の冷却速度を調整して、微細な結晶を持つ試料と粗大結晶を持つ試料の2種類を製作して測定に使用した。アルミニウム鋳造材は引張試験片に加工し、引張治具に装着して段階的な負荷応力下で測定を行う。測定には RESA の揺動 (SWING) 機能を利用し、精度の向上を試みた。ひずみ測定にはまず Rocking カーブを測定し、ピーク強度が十分に得られる角度位置を特定して -2θ 測定を行った。測定を行う方向は3軸中の2軸間の面内で行い弾性論を元にして \sin^2 線図からこれらの測定されたひずみを整理することで、目的とする3軸方向の応力を推察した。

3. 研究成果

通常の測定では回折線ピークが出現しない測定方向においても、揺動測定により安定した回折線ピークを得ることができ、ひずみ測定および応力計算が可能であった。また、Rocking カーブを用いる測定手法においても目的の複数の方位で良好な回折線ピークを得ることができた。これらの測定結果を \sin^2 線図に整理したところ、微細な結晶粒を有する試料については測定データはほぼ直線性を示し、外部負荷にも対応した変化を示した。一方、粗大結晶を有する試料については直線性が確認できずばらついた結果となった。しかしながら、粗大結晶粒を含む試料についても個々の結晶におけるひずみは外部からの負荷に比例しており、弾性体として応答していることが確認された。これらの変化を詳細に解析することで負荷応力を計算することが可能である。このような Rocking カーブを用いた測定手法は試料中に粗大結晶が存在する場合に求める方向の回折線ピークが出現しないような状況にも有用であると考えられる。さらに今回、1次元検出器の使用で測定時間も大幅に短縮され測定効率も格段に向上した。試料台の改良に伴い試料のセッティングも容易になったことから、今後の中性子応力測定の時間短縮と精度向上が期待できる。

4. 結論・考察

前回、揺動測定を採用した際、測定に必要な揺動角度が $\pm 15^\circ$ ときわめて大きいことから、測定されたひずみが測定方向を代表する値であるかどうかを検証する必要がある。今回は Rocking カーブを用いて \sin^2 線図をからひずみを推測するため、揺動幅は $\pm 5^\circ$ としたこと

でこの問題はある程度解消されたといえる。今回 \sin^2 線図のデータがばらついた原因としては中性子の波長がある程度の幅を持って試料に照射されることと、粗大結晶がゲージポリュームからはみ出して状態で測定されたことで生じるエッジ効果の2点が原因であると考えられる。これらの影響をなくするためには測定点数を多くする、つまり、測定に關与する結晶粒の数を増やすことが必要であると考えられる。また、これらのばらつきの原因はあらゆる方位において等しい確立で発生するため、応力測定に必要な3方向に回折線ピークが偶然出現した場合であってもその精度や信頼性には問題があることになる。これらの問題点を解決するために、今後さらに測定データを増やして測定精度を高める予定である。なお、表題の極低測定については、粗大結晶粒の応力測定手法の確立を優先したため、今後進めるものとする。

5. 引用(参照)文献等

特になし。