

# BL19 工学材料回折装置 (TAKUMI)

(技術)キーワード 1: 中性子回折 残留応力測定

(装置)キーワード 2: 工学材料回折装置 TAKUMI

(知りたいこと)キーワード 3: 結晶構造 残留応力 格子面間隔 結晶方位 異方性 微小組織 集合組織 相変態

## 1.概要

色々なエネルギーを持った中性子の塊を間欠的に試料に当て、跳ね返ってくる中性子が検出器に到達する時間を計ることで、結晶の**格子面間隔**を測定する装置です。この装置によって材料の**結晶構造**の変化や、残留応力を測ることが出来ます。

## 2.仕様

飛行距離：線源→試料間：40m、試料→検出器間：2m、入射波長：0.7~7.0Å

格子面間隔  $d$  の測定分解能：0.2%以下、(ひずみ測定精度  $10^{-4}$  以下)

検出器：1次元シチレーション検出器

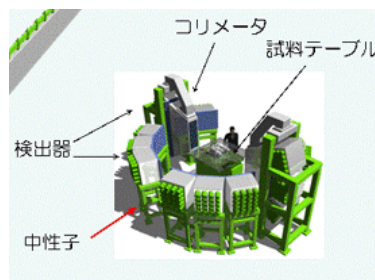
試料空間：直径約1m、耐荷重1tonのゴニオメータ、変形・引張・圧縮装置、高温装置

## 3.解説

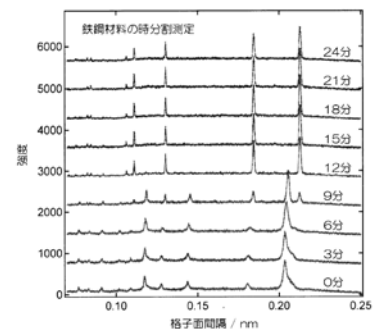
中性子は粒子なのでその**運動エネルギー**は速度の自乗に比例します。そこで色々なエネルギーを持った中性子の塊 (**パルス中性子**) を試料に当てて、検出器までの一定の飛行距離を飛んだ時間を測定すると、速度  $v$  がわかります。一方、中性子は波の性質も持っていて波長  $\lambda$  は速度に逆比例しますので、速度がわかれば波長がわかります。ここで波が**結晶格子**のような規則正しく並んでいる所にあると、ブラッグの法則により格子面の間隔  $d$  と中性子の波長  $\lambda$  は比例することが知られています。従って中性子の塊が検出器まで飛んでくる時間を計ることによって、**格子面間隔  $d$**  が測定できます。この測定法を飛行時間法と言います。この方法で飛行時間の変化量を計れば格子面間隔の変化、つまり歪みを計ったこととなります。このことは残留応力が計れることを示しています。

この装置で使われるパルス中性子はエネルギーが大きいため透過力が強く、試料の深いところまで到達できるので、大きな試料に対しても対応できます。そのため1tonの重量まで乗せられる試料台を用意しています。また、検出器を図のように左右に配置し、更にある角度範囲に置くことによって多くの回折面の情報を同時に得ることができます。このことにより対象材料が金属ばかりでなく、**複合材料**を含めた幅広い材料にも適用可能です。また**結晶方位**による**異方性**、**微小組織**変化、**集合組織**や、**相変態**の観測などに使うことができます。

この装置には高温装置や引張り装置も配備されているので、温度変化による変態を測定するとともに引張り強度を測定することができます。図は鉄鋼を室温から900℃まで10分で加熱し、その後900℃に保ったときの格子間隔の変化と共に、引張り強度も測定した結果です。この図は最初の状態から10分までと10分以後の状態での相変化を示しています。



工学材料回折装置 匠 (TAKUMI)



測定例: 鉄鋼材料の時分割測定

◆ 資料提供 JAEA/KEK J-PARCセンター ◆

## 4. 想定できる産業応用例

- ・加工中 (例: 溶接中) に発生する材料内部の変化 (例: 残留応力) のその場測定
- ・材料の微小領域での結晶構造解析
- ・複合材料 (例: セラミックスと金属) の組織解析
- ・各種材料の熱処理による相変化と強度の関係

担当者氏名 茨城県技術士会 矢田 恒二