



RESA-1、RESA-2

(Diffractometer for Residual Stress Analysis)

中性子応力測定装置-1、2

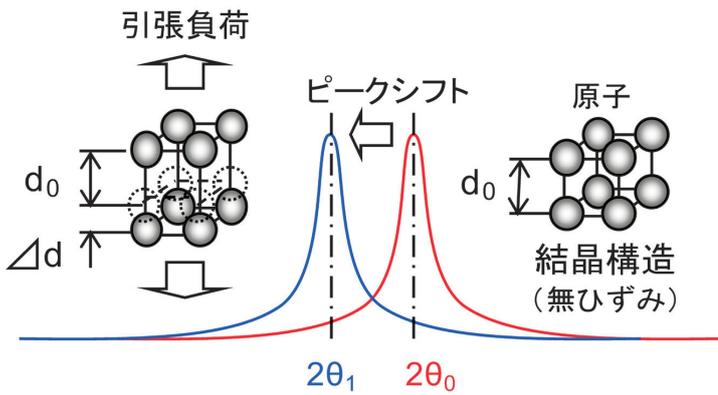
材料内部のひずみや集合組織を
非破壊で測定

概要

中性子応力測定法は、原子間を標点間距離とする物理的な応力計測法であり、数 mm から数 cm オーダーの材料内部の応力・ひずみ状態を非破壊・非接触で測定することができます。JRR-3 には、応力・ひずみ測定専用の角度分散型回折装置 RESA-1 および RESA-2 が設置されており、様々な材料工学研究や産業応用が行われています。

角度分散型回折装置とは、ある回折面 hkl の格子面間隔を d_{hkl} 、入射中性子の波長を λ とすれば、Bragg の回折条件式 ($2d_{hkl}\sin\theta = n\lambda$) により決定される回折角 2θ を測定するための装置であり、この回折角 2θ の変化を測定することで、格子面間隔 d_{hkl} の変化、すなわち、格子ひずみを測定できます。また、回折線のピークシフトだけでなく、回折線の強度や幅を解析することで、集合組織や転位密度などのミクロ組織情報を定量的に評価することもできます。

これまでに、原子炉溶接配管や鉄道レール、自動車部品などの大型構造物に対する残留応力測定や、塑性加工や熱処理に伴うミクロ組織形成と残留応力発生に関する研究など、様々な材料工学研究や製品開発、構造設計などに利用されています。



原子間距離の変化に起因した回折線の回折角(2θ)の変化を測定することで格子ひずみを求めることができます。

	RESA-1	RESA-2
用途	大型試料応力測定 In-situ変形挙動評価	小型試料応力測定 集合組織測定(推奨)
モノクロメータ	Si(311) 非対称湾曲縦集光	Si(111) ウエハスタック型縦集光
波長	0.16 nm~0.21 nm	0.15 nm~0.22 nm
検出器	³ He一次元検出器	³ He一次元検出器
測定体積 規定方法	入射側 ・縦収束ラジアルコリメータ ・Cdスリット 検出器側 ・ラジアルコリメータ	入射側 ・Cdスリット 検出器側 ・Cdスリット ・ラジアルコリメータ(条件付)
測定体積	横方向:0.5mm~5mm 縦方向:0.5mm~15mm	横方向:0.5mm~15mm 縦方向:0.5mm~15mm
試料 ステージ	面積:□1000mm 耐荷重:800kgf 可動範囲:XY ±200mm Z 100mm	面積:□300mm 耐荷重:20kgf 可動範囲:XY ±100mm Z 180mm
オプション	θ回転揺動 オイラークレドール 引張試験機(5K~300K) 冷凍機	θ回転揺動 オイラークレドール 冷凍機

利用研究例

図1は、RESA-1で測定した直径500mm、長さ760mm、肉厚28mmの溶接配管の軸応力分布測定結果です。配管内表面側にき裂が導入される前後、および配管外表面側に補修溶接を施工する前後の応力変化が実測されました。き裂導入部の残留応力が解放している様子、補修溶接後に全体的に引張側に応力がシフトしている様子が確認できます。本成果は平成20年度原子力安全基盤調査研究によるものです。

図2は、RESA-2で測定した冷間圧延・焼鈍したIF(Interstitial Free)鋼のバルク平均の結晶方位分布関数(ODF)です。ODFを評価することで結晶方位密度を明らかにすることができ、本材料においては{111}繊維配向が支配的であることがわかります。

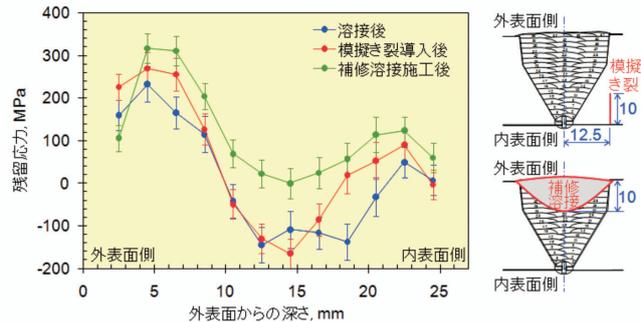


図1 溶接配管溶接部の残留応力分布

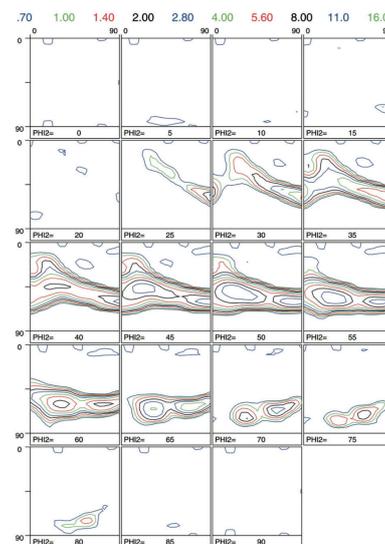


図2 IF鋼の結晶方位分布関数(ODF)