

中性子イメージングと組み合わせた 金属板材の弾塑性解析法の開発

Development of a neutron elasto-plastic analysis method of metal board material

鈴木淳市¹, 張朔源¹, 林田洋寿¹, 桐山幸治¹, 及川健一², 篠原武尚²
CROSS¹, J-PARC センター²

MLF-SciTech (Science & Technology in MLF) の構造敏感物性・長周期構造物性研究グループでは、鈴木淳市、大石一城、林田洋寿、張朔源、桐山幸治、伊藤崇芳、河村幸彦、森川利明 (以上、CROSS) が「中性子小角散乱法の開発と応用」、「中性子小角・広角散乱データの同時解析法の開発と応用」、「軽元素の有効利用による革新鋼材の開発」、「カイラル磁性体の研究」、「超伝導体の磁束挙動の研究」、「構造材料加工プロセスその場測定の時時解析・可視化ソフトウェア開発」、「金属板材の中性子弾塑性解析法の開発と応用」に関する研究を進めている。本シンポジウムでは研究グループの概要を紹介するとともに、この中から特に J-PARC センターの及川健一、篠原武尚両博士と共同で進める標記の研究について紹介する。

近年、軽量化、安全性向上等の点から高強度材料の利用が進んでいる。しかし、高強度材料には加工性が低くなるという課題がある。様々な形に加工される板材では加工の際にどのような変形挙動が見られるのか？我々はその微視的理解を目指して二軸引張試験機と中性子ブラッグエッジイメージング法を組み合わせた解析法の開発を進めている。

実験機器としてエネルギー分析型中性子イメージング装置「螺鈿」に縦置き設置できる二軸引張試験機 (最大荷重: 50kN) を開発した。中性子実験では 540MPa 級熱延高張力鋼板 (厚み: 3.2mm、降伏点: 463MPa、引張強度: 603MPa) の十字形試験片を観測した。約 30mm 角の観測面に対して、無負荷状態、弾性変形状態、塑性変形状態、除荷状態のブラッグエッジプロファイルを取得し (弾性変形状態、塑性変形状態の負荷状態では応力比 $\sigma_x : \sigma_y = 1 : 1$ や $4 : 1$ (x 方向が圧延方向) の二軸引張応力を印加)、このプロファイルから格子面間隔とブラッグエッジの幅の二次元分布を求めた。負荷状態では無負荷状態と比べて試験片の厚み方向の格子面間隔が縮み、ブラッグエッジの幅が広がる結果が得られた。ブラッグエッジの幅の広がりには転位密度の増大によると思われるが、その定量性の検証やこれらの量の二次元分布の妥当性の検証は今後の課題である。