

新規な加工熱処理プロセスの開発を目指した 高温その場中性子回折による相変態挙動の解析

京大院工¹, 京大 ESISM², JAEA・J-PARC センター³

柴田暁伸^{1,2}, 朴 魯謹¹, 山崎慎太郎¹, 林 杉¹, ステファヌス ハルヨ³, 川崎卓郎³, 辻伸泰^{1,2}

shibata.akinobu.5x@kyoto-u.ac.jp

1. 背景 加工と熱処理を組み合わせた加工熱処理は、微細フェライト組織を得るための有効な手段である。特に、母相オーステナイトの加工中に生じるフェライト変態（動的フェライト変態）を利用した加工熱処理では、粒径 1 μm 以下の超微細粒フェライト組織が実現されている。そのため、動的フェライト変態における変態メカニズムの解明は、更なる超微細粒フェライト組織実現のための新規加工熱処理プロセスの開発につながる重要な課題である。そこで本研究では、X 線に比べて透過能が高く、バルク試験片全体から回折情報を得ることが可能な中性子線を用い、高温加工時の動的フェライト変態挙動を直接評価することを目的として実験を行った。

2. 実験方法 試料として 2Mn-0.1C (wt. %) 鋼を用いた。J-PARC/MLF のビームライン 19 (匠) にて、6mm ϕ \times 11mm h の円柱状試験片に対して 850 $^{\circ}\text{C}$, 5 min のオーステナイト化処理後に 650 $^{\circ}\text{C}$, 680 $^{\circ}\text{C}$, 700 $^{\circ}\text{C}$ の種々の温度で約 60% の単軸圧縮加工を施し、加工熱処理中の動的フェライト変態挙動をその場中性子回折により評価した (J-PARC / MLF 課題番号: 2014E0003, 2014B0280)。加工熱処理は、ビームライン 19 (匠) に新たに導入された高温加工熱処理シミュレータを用いて行った。

3. 実験結果 Fig. 1 は温度: 700 $^{\circ}\text{C}$, ひずみ速度: 0.01 s^{-1} で圧縮加工した際に得られた中性子回折プロファイルである。縦軸は加工温度 (700 $^{\circ}\text{C}$) に到達してから時間を表しており、0 ~ 10 s : 700 $^{\circ}\text{C}$ に等温保持, 10 ~ 91 s : 圧縮加工, 91 s ~ : 圧縮加工後に除荷して 700 $^{\circ}\text{C}$ 等温保持, となっている。加工開始から約 10 s 後に $\{110\}_{\alpha}$, $\{200\}_{\alpha}$ ピークが現れ始めており、加工中の動的フェライト変態の発現をその場で捉えることに成功した。Fig. 2 に無加工材 (静的フェライト変態) および加工材 (動的フェライト変態) の変態に伴うフェライトの格子定数変化を示す。動的フェライト変態では、変態の進行と共に格子定数が大きく減少していることがわかる。これは、Mn や C といった固溶元素が変態の進行とともに母相オーステナイトに拡散していったことによると考えられる。つまり、動的フェライト変態では、変態初期に Mn や C が過飽和に固溶したフェライトが生成する可能性が示唆された。

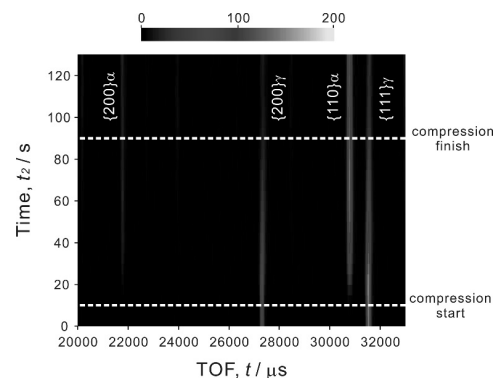


Fig.1 Neutron diffraction profile obtained during the thermomechanical process (deformation temperature was 700 $^{\circ}\text{C}$).

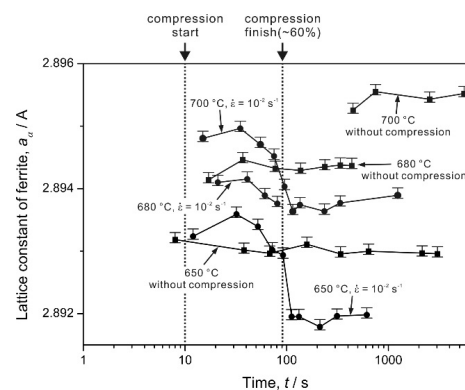


Fig.2 Changes in lattice constant of ferrite during static ferrite transformation (without compression) and dynamic ferrite transformation (with compression) at 650 $^{\circ}\text{C}$, 680 $^{\circ}\text{C}$ and 700 $^{\circ}\text{C}$.