

放射光 X 線を用いたその場局所応力場測定による変形誘起マルテンサイト変態挙動の解析 ～変態誘起塑性を利用した高強度・高延性材料の実現に向けて～

京大院工¹, 京大 ESISM², 東工大院理工³, JASRI⁴
 陳 美伝¹, 柴田暁伸^{1,2}, 宮澤智孝³, 佐藤眞直⁴, 辻伸泰^{1,2}
 chen.mei.67n@st.kyoto-u.ac.jp

1. 背景 金属材料の高強度と高延性を両立するための有効な手段の一つとして、変態誘起塑性 (TRIP) 効果の利用が挙げられる。TRIP 効果の素過程である変形誘起マルテンサイト変態では、ある特定の方位を有するマルテンサイトが優先的に生成する傾向がある (バリエント選択)。変形誘起マルテンサイト変態におけるバリエント選択則を理論的に解明することができれば、生成するマルテンサイトの方位を制御することが可能となり、TRIP 効果を向上させることができる。しかし、特に多結晶材での変形誘起マルテンサイト変態におけるバリエント選択則については、十分な理解が得られていないのが現状である。これは引張変形中の多結晶オーステナイトの応力状態が均一ではないことに起因していると考えられる。そこで本研究では、放射光 X 線回折による局所応力場測定技術[1]を利用して引張変形中の多結晶オーステナイトの局所応力場を測定し、変形誘起マルテンサイト変態におけるバリエント選択則とオーステナイトの局所応力場の関係を明らかにすることを目的として実験を行った。

2. 実験方法 本研究では、SUS304 オーステナイト系ステンレス鋼を用いた。SPRING-8 BL28B2 にて、室温で試験片に種々のひずみを付加し、放射光 X 線回折により引張変形中の局所応力場を測定した (SPRING-8 課題番号 : 2014A1578, 2014B1637)。また、EBSD により生成した変形誘起マルテンサイトの結晶学的特徴を測定し、バリエント選択則を局所応力場の観点から解析した。

3. 実験結果 引張変形中のオーステナイトの局所応力場を測定した結果、結晶粒内部の応力場は不均一であり、ほとんどの測定点での引張主応力成分の方向は外部付加引張方向とは異なっていた。引張変形後には、オーステナイト、 ϵ マルテンサイト (HCP)、 α' マルテンサイト (BCC) が観察され、3 相の最密面がお互いに平行であった。そのため、 $\gamma \rightarrow \epsilon \rightarrow \alpha'$ という順序で変形誘起マルテンサイト変態が生じたと考えられる。 $\gamma \rightarrow \epsilon$ マルテンサイト変態では $\{111\}_\gamma$ を晶癖面とする 4 つの ϵ マルテンサイトバリエントが存在し、それぞれのバリエントは晶癖面 $\{111\}_\gamma$ 上にあるショックレー部分転位が活動することにより生成する。各ショックレー部分転位が受けるせん断応力を局所応力場から計算した結果、生成した ϵ マルテンサイトバリエントに対応しているショックレー部分転位が一番大きいせん断応力を受けていることがわかった。つまり、最も活動しやすいショックレー部分転位に対応する ϵ マルテンサイトバリエントが優先的に生成することが明らかとなった。

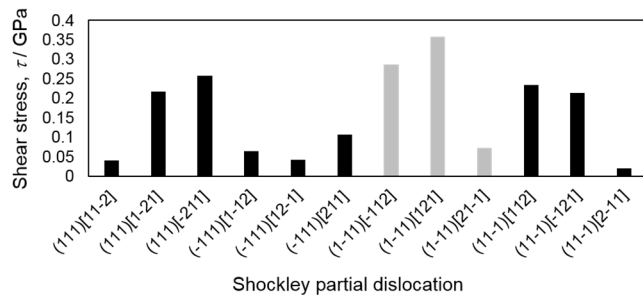


Fig.1 Shear stress on Shockley partial dislocations calculated by local stress field. The shear stress corresponding to the observed variant is indicated by gray.

[1] K. Kajiwara et al.; ISIJ Int. **53**, 165 (2013).