

その場中性子回折による準安定オーステナイト鋼の加工誘起変態測定  
In Situ Neutron Diffraction Study of Stress-induced Martensitic Transformation  
in Metastable Austenitic Steels

土田紀之<sup>1)</sup> 守本芳樹<sup>1)</sup> 友田陽<sup>2)</sup> 鈴木裕士<sup>3)</sup> 盛合敦<sup>3)</sup>

Noriyuki TSUCHIDA, Yoshiki MORIMOTO, Yo TOMOTA, Hiroshi SUZUKI, Atsushi MORIAI

<sup>1)</sup>兵庫県立大学 <sup>2)</sup>茨城大学大学院 <sup>3)</sup>日本原子力研究開発機構

準安定オーステナイト鋼における加工誘起変態挙動を明らかにするために、残留応力解析装置 RESA を用いたその場中性子回折実験を行い、変形に伴う格子ひずみや体積率変化について調査した。また、マイクロメカニクスに基づいた計算モデルを構築し、優れた強度-延性バランスを得るための条件を明らかにした。

キーワード：TRIP，加工誘起変態，準安定オーステナイト鋼，引張特性

**1. 目的** 準安定オーステナイト鋼に変形を加えるとオーステナイトの一部がマルテンサイトに変態する。これは加工誘起変態と呼ばれている。加工誘起変態により発生するマルテンサイトはオーステナイトよりも高強度であるため、加工誘起変態した材料は優れた機械的特性が得られる。この加工誘起変態を利用した機械的特性の向上は、TRIP 効果と言われている<sup>1)</sup>。TRIP 効果を利用した鉄鋼材料(TRIP 鋼)に関してはこれまでに多くの研究が行われており、高速変形挙動にも有効であることから、TRIP 効果を利用した自動車用鋼板の研究・開発が進められている。一方で、組織と機械的特性の関係を明らかにする「特性予測法」においても、TRIP 効果を考慮したモデルの構築が重要である。そこで、本研究では加工誘起変態と組織、機械的特性の関係を定量的に整理し、実験結果を元に TRIP 効果を考慮した機械的特性の特性予測モデルを構築しその適用性を検討した。

**2. 方法** 本研究では、準安定オーステナイトステンレス鋼である SUS301L 鋼を用いた。これより引張試験片を作製し、常温において静的引張試験と引張変形中のその場中性子回折実験を行った。その場中性子回折実験は、日本原子力研究開発機構の角度分散型の残留応力解析装置 RESA(波長 $\lambda=1.818$  Å)を用いた。弾性および塑性域における引張負荷状態において、引張方向に対して垂直なオーステナイト(111)，(200)，フェライト(110)，(211)結晶粒群からの Bragg 回折を測定した。回折プロファイルからは、格子面間隔を求め、格子ひずみを算出した。また、変形に伴う回折積分強度の変化を求めた。

**3. 研究成果** その場中性子回折実験結果より、負荷応力に対する格子ひずみの変化を整理したところ、構成相間ではフェライトの格子ひずみの方が大きく、オーステナイトでは方位による差異が見られた。また、積分強度の変化から変形に伴う各相の体積率変化を計算した。変形とともにオーステナイト相から $\alpha'$ と $\epsilon$ の2種類のマルテンサイト相の変態が確認され、破断前のマルテンサイト相の体積率は約50%であった。同じ試料を用いた X 線回折実験結果と比較すると、中性子回折実験結果より得られたマルテンサイト体積率の方が少なかった<sup>2)</sup>。これは試料表面の方がマルテンサイト変態しやすいことや、X 線と中性子線の透過能の違いが関係しており、これまでの報告<sup>3)</sup>と一致した。一方で、マイクロメカニクスに基づき加工誘起変態を考慮した応力-ひずみ曲線の計算モデルを構築した。計算の立場より、準安定オーステナイト鋼の変形特性におよぼす加工誘起変態の影響について検討し、優れた強度-延性バランスを得るための条件について調査した。

**4. 結論・考察** 準安定オーステナイト鋼である SUS301L 鋼を用いたその場中性子回折実験を行った。負荷応力に対する格子ひずみの変化において、構成相間ではフェライトの格子ひずみの方が大きく、オーステナイトでは方位による差異が見られた。積分強度の変化より、変形に伴う各相の体積率変化を求めたところ、 $\alpha'$ と $\epsilon$ の2種類のマルテンサイト相の変態が確認され、破断前のマルテンサイト体積率は約50%であった。今後は、オーステナイトとマルテンサイトの応力分配について、中性子回折実験結果と計算結果との関係を調査することを計画している。

## 5. 引用(参照)文献等

- 1) I. Tamura: Tetsu-to-Hagane 56 (1970) 429-445.
- 2) Y. Morimoto, S. Okamoto, N. Tsuchida, Y. Harada, K. Fukaura, R. Ueji: CAMP-ISIJ 21 (2008) 604.
- 3) S-C. Chen, Y. Tomota, Y. Shiota, Y. Toomine, T. Kamiyama: Tetsu-to-Hagane 92 (2006) 557-561.