

 MLF Experimental Report	提出日(Date of Report)
課題番号(Project No.) 2019AM0037 実験課題名(Title of experiment) Mn 系 TRIP 鋼板の引張試験その場中性子回折実験 実験責任者名(Name of principal investigator) 石田 倫教 所属(Affiliation) JFE スチール株式会社	装置責任者(Name of responsible person) 石垣 徹 装置名(Name of Instrument : BL No.) BL20 iMATERIA 実施日(Date of Experiment) 2020/1

実験目的、試料、実験方法、利用の結果得られた主なデータ、考察、及び結論を記述して下さい。

実験結果などの内容をわかりやすくするため、適宜図表添付して下さい。

Please report experimental aim, samples, experimental method, results, discussion and conclusions. Please add figures and tables for better explanation.

1. 実験目的(Objectives of experiment)

変形誘起塑性(Transformation Induced Plasticity: TRIP)現象を活用した TRIP 鋼は、オーステナイト相(γ)を意図的に残留させ、変形時に γ がマルテンサイト(α')変態する TRIP 現象を発現させることで高強度と高延性を両立させた鉄鋼材料である。一方で、TRIP 鋼の特性は、材料変形中の γ から α' への変態挙動に強く依存し、特に Mn 系 TRIP 鋼では、高温での変形時に $\gamma \rightarrow \alpha'$ 変態が抑制され、TRIP 効果が生じなくなることがある。本実験では、iMATERIA にて実用化された高温引張その場中性子回折法での Rietveld Texture Analysis(RTA)に着目し、本手法を TRIP 鋼板へ適用することで室温・温間変形下での $\gamma \rightarrow \alpha$ 変態の実態解明を目指している。前回(2019AM0028)、室温と 200 °C での測定を実施。今回は加えて 50°C と 100°C の測定を実施した。

2. 試料及び実験方法

Sample(s), chemical compositions and experimental procedure

2.1 試料 (sample(s))

試料は Mn を 5wt. % 添加し作製した Mn 系 TRIP 鋼である。冷延後の 2 相域焼鈍により、残留 γ とフェライト相(α)の 2 相組織とした。試料は 2 mm 厚で作製し中性子回折測定に供した。

2.2 実験方法(Experimental procedure)

実験は BL20 iMATERIA を用いて行った。ビームサイズを 20 mm 角とし、試料は JIS 14B 準拠の専用引張試験片形状にして測定を行った。試験は赤外加熱炉付き万能試験機により室温と 50 °C、100 °C の 3 条件で行った。引張試験時のひずみ速度については、十分な測定統計を得るために 10^{-5} s^{-1} 程度のひずみ速度(CHS: 0.08 mm/min)に設定し試験を行った。試験時間は 1 試料あたり 3 h 程度とし、中性子回折データは 240 s 毎で積算して取得した。データ処理は MAUD を用いて行い、e-WIMV アルゴリズムによる ODF 計算により、240 s 毎の集合組織と γ 量を算出した。

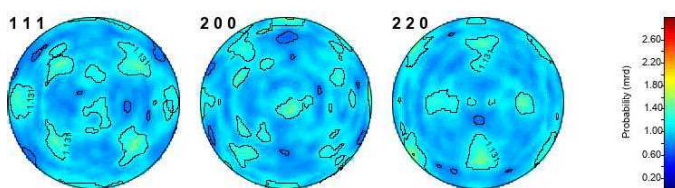
3. 実験結果及び考察（実験がうまくいかなかった場合、その理由を記述してください。）

Experimental results and discussion. If you failed to conduct experiment as planned, please describe reasons.

室温、50 °C、100 °C での引張その場中性子回折測定と、その RTA 解析により、 γ 相分率や集合組織の情報の抽出を試みた。前回までの実験で測定の原理検証ができ、本手法で変形下の TRIP 鋼中の γ 量や集合組織を解析できることが分かったが、ストロークの限界などの引張試験上の課題がいくつか判明した。本実験実施までに茨城大学小貫先生のご協力により、引張試験機の治具部分の改良や、熱電対接続方法・箇所などの検討を実施して頂いた。その結果、本実験では、試験条件によっては TRIP 鋼の伸びは最大 40%程度まで達したが、すべての試験片で問題なく正常な破断までの試験を行うことができた。

図1に集合組織解析例として200°Cでの引張試験中のその場中性子回折で得られた γ 相の極点図を示す。高温での変形では $\gamma \rightarrow \alpha'$ 変態が抑制されることが分かっていたが、その際の γ の集合組織は典型的な変形集合組織を示しており、 α よりも γ がより優先的に変形していることが示唆された。図2には同様にその場中性子回折実験で評価した γ 量の変化を示した。試験温度により γ 量の低下挙動が大きく異なり、試験温度ごとの TRIP 現象の挙動が明らかになった。今後さらに解析を進め、変形下の各相の転位密度などの抽出を進め、鋼材全体での変形挙動解明を進める。

0%



20%

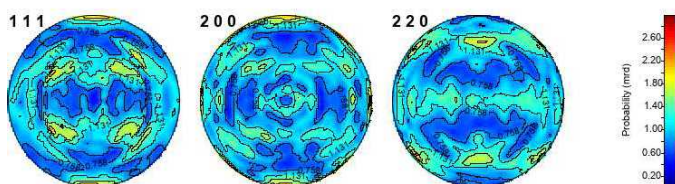


図1 200°Cでの引張試験中の中性子回折測定で得られた γ 相の極点図の例

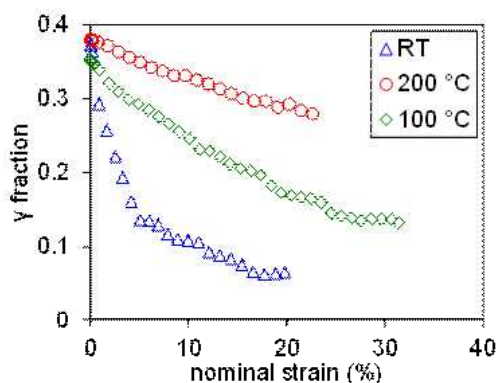


図2 各温度での変形による γ 量の変化

4. 結論(Conclusions)

Mn系 TRIP 鋼に対して、引張試験その場中性子回折を実施し、変形下の $\gamma \rightarrow \alpha'$ 変態挙動の実態解明を目指した。前回実施した室温と200 °Cの2条件に加え、今回50 °C、100 °Cで実験を行い、引張変形中の中性子回折プロファイルを取得、そこから γ 量挙動や集合組織情報などの抽出に成功した。今後これらの情報の解釈を進め、TRIP効果の温度依存性の解明を目指す。