その場中性子回折を利用した準安定オーステナイト鋼の加工誘起変態挙動の解明

In Situ Neutron Diffraction Study of Stress-induced Martensitic Transformation in Metastable Austnitic Steels

土田紀之[1)]　守本芳樹[1)]　友田陽[2)]　鈴木裕士[3)]　盛合敦[3)]

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

[1)]兵庫県立大学　[2)]茨城大学大学院　[3)]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加工誘起変態する．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[1)]．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，本研究ではその場中性子回折実験により加工誘起変態と TRIP 効果の関係を定量的に整理するとともに，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 鋼と SUS304 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λ=1.6Å)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，変形に伴うオーステナイトとマルテンサイトの体積率を算出した．

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面間隔の変化を整理したところ，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α'マルテンサイト相の変態が確認され，オーステナイトの加工安定性は 301L 鋼の方が低かった．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[2)]．また，得られたデータを元に変形に伴うオーステナイト相の転位密度の算出を行った．一方で，マイクロメカニクスに基づいた応力-ひずみ曲線の計算モデルより，301L，304 鋼の実験結果を再現できることを明らかにした．また，301L 鋼と 304 鋼のオーステナイト相の格子ひずみの違いと，加工誘起マルテンサイト体積率や引張変形中のオーステナイトとマルテンサイトの応力分配について，実験と計算の立場より議論を行った．

４．結論・考察　2 種類の準安定オーステナイト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面間隔の変化において，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，オーステナイトの加工安定性は 301L 鋼の方が低いことがわかった．また，変形に伴うオーステナイト相のピーク位置，半価幅，積分強度等の変化より，転位密度を計算した．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マイクロメカニクスの手段より検討を進め，加工安定性の違いによる引張特性への影響について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)　N. Tsuchida, Y. Morimoto, S. Okamoto, K. Fukaura, Y. Harada, R. Ueji: J. Jpn. Inst. Metals, 72 (2008) 769.