 MLF Experimental Report	提出日 Date of Report 2011/4/25
課題番号 Project No. 2010B0078 実験課題名 Title of experiment 引張変形中その場中性子回折による TRIP 鋼の変形挙動および 残留オーステナイト安定性に及ぼす水素の影響解析 実験責任者名 Name of principal investigator 末吉 仁 所属 Affiliation JFE スチール(株)	装置責任者 Name of responsible person Stefanus Harjo 装置名 Name of Instrument/(BL No.) TAKUMI(BL-19) 実施日 Date of Experiment 2011/2/9-10

試料、実験方法、利用の結果得られた主なデータ、考察、結論等を、記述して下さい。(適宜、図表添付のこと)
 Please report your samples, experimental method and results, discussion and conclusions. Please add figures and tables for better explanation.

1. 試料 Name of sample(s) and chemical formula, or compositions including physical form.

供試材は成分および残留 γ 量の異なる TRIP 鋼を用いた。成分は Fe-0.17C-1.5Si-1.7Mn ($\gamma_R=5.6\%, 12.4\%$) および Fe-0.17C-1.5Al-2.3Mn ($\gamma_R=14.8\%$) であり、組織はフェライト、ベイナイト、マルテンサイト、残留オーステナイトを含有する複相組織である。図 1 に引張変形中その場中性子回折実験用の平板試験片形状を示す。試験片サイズは平行部の長さ 50mm、幅 5mm、厚さ 1mm である。TRIP 鋼の変形挙動および残留オーステナイト安定性に及ぼす水素の影響を解析するために、引張試験片に水素を導入した。水素の影響が確実に現れるように、陰極水素チャージにより最大 15ppm の多量の水素を導入した。水素チャージ後、水素の放出を防ぐために Zn めっきを施し、試験片内に水素を封入して均一化した。

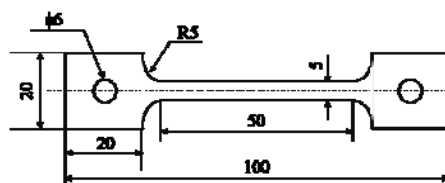


図 1 平板引張試験片形状

2. 実験方法及び結果 (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 method and results. If you failed to conduct experiment as planned, please describe reasons.

<実験方法>

引張変形中その場中性子回折実験には、J-PARC の工学材料回折装置「匠」(BL-19)を用いた。図 2 に示すように、引張試験片を引張軸方向が入射中性子ビームに対して 45° 傾斜する方向に設置し、検出器を入射ビームに対して N-Bank と S-Bank それぞれ 90° 方向に設置することにより、引張軸方向に対して平行と垂直な格子面の回折強度を測定した。広い入射波長域を持つパルス中性子を用いて、飛行時間法(TOF法)で測定することにより、同時に複数の回折ピークを得た。引張試験はクロスヘッド速度一定で $0.1\text{mm}/\text{min}$ の低引張速度条件で実施し、引張変形中の回折強度を連続的に測定した。

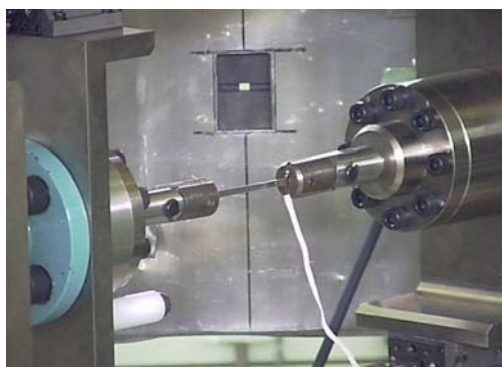


図 2 引張変形中その場中性子回折実験状況

2. 実験方法及び結果(つづき) Experimental method and results (continued)

<実験結果>

図3にSi系TRIP鋼($\gamma_R=5.6\%$ 、 12.4%)の引張変形挙動に及ぼす水素の影響を示す。残留 γ 量 12.4% のTRIP鋼は変形挙動に及ぼす水素の影響は認められないのに対して、高強度である残留 γ 量 5.6% のTRIP鋼は水素導入により流動応力の増加が認められ、伸びが減少して早期に破断している。図4にSi系およびAl系TRIP鋼の引張変形挙動に及ぼす水素の影響を示す。Si系TRIP鋼と異なり、Al系TRIP鋼は水素導入により加工硬化過程で流動応力が低下する特異な現象が認められる。

図5にAl系TRIP鋼の引張軸方向に垂直な α Fe(110)における引張変形中の格子面間隔の変化を示す。水素導入により格子面間隔が若干低下しているが、大きな差異は認められない。図6にAl系TRIP鋼の α Fe(110)における引張変形中の半価幅変化量を示す。水素導入により加工硬化過程での半価幅変化量が低下している。このことは、Al系TRIP鋼の加工硬化過程での転位の蓄積挙動に水素が影響を及ぼしている可能性を示唆しており、水素により転位の増殖が抑制されて加工硬化量が減少したことが流動応力低下の一因と考えられる。

現在、引張変形中の残留 γ の挙動に及ぼす水素の影響について解析を進めている。また、リートベルト解析による残留 γ 量の定量化も実施する予定である。今回良い実験結果が得られており、未実施の鋼種も含めて今後も継続してJ-PARCで実験を実施したい。

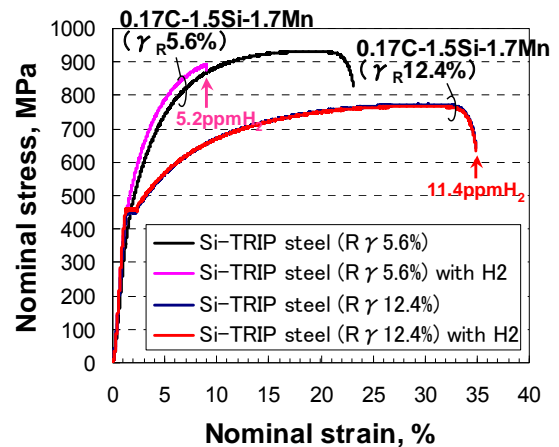


図3 Si系TRIP鋼($\gamma_R=5.6\%$ 、 12.4%)の引張変形挙動に及ぼす水素の影響

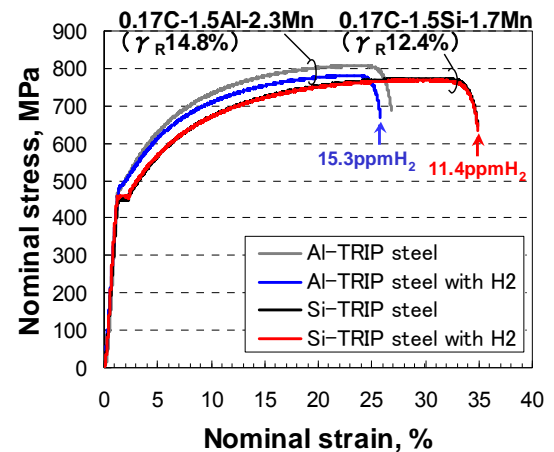


図4 Si系およびAl系TRIP鋼の引張変形挙動に及ぼす水素の影響

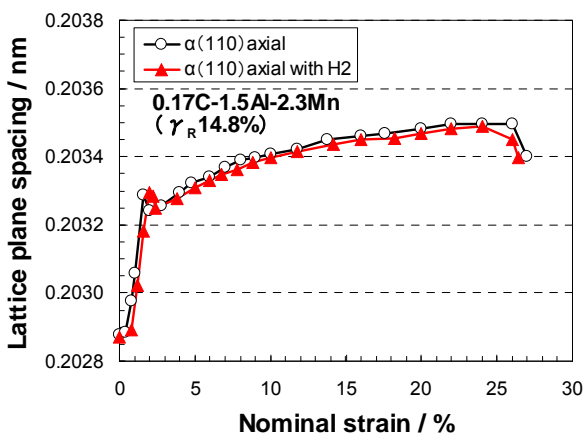


図5 Al系TRIP鋼の α Fe(110)における引張変形中の格子面間隔に及ぼす水素の影響

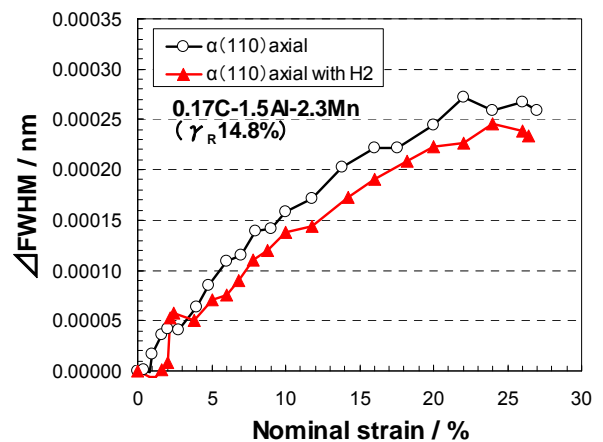


図6 Al系TRIP鋼の α Fe(110)における引張変形中の半価幅変化量に及ぼす水素の影響