

力学機能のナノエンジニアリング  
2020年度採択研究者

2021年度 年次報告書
-----------------

中田 伸生

東京工業大学 物質理工学院  
准教授

ナノスケール内部応力制御による鉄鋼強靱化

## § 1. 研究成果の概要

鉄鋼材料のマルテンサイト変態において、微視組織形成によって発達する異方性を持ったミクロな変態内部応力がマクロな力学特性に及ぼす影響を調査するため、炭素(C)量の異なるマルテンサイト鋼を準備し、極低温でのシャルピー衝撃試験ならびに3点曲げ試験によって形成する破面に対して、独自の結晶学的解析を行なった。さらに、収束イオンビーム加工とデジタル画像相関法を用いたマイクロひずみ測定法(FIB-DIC)を用いて、ラスマルテンサイト中の内部応力状態を直接解析した。

いずれの鋼も、焼入れ処理によってラスマルテンサイト単一組織を呈し、液体窒素に浸漬した後のシャルピー衝撃試験によって典型的な脆性破壊を示した。電子後方散乱法を併用した電子顕微鏡観察(SEM-EBSD)を行なったところ、この脆性破面の大部分は $\{001\}bcc$ へき開面に対応しており、ラスマルテンサイト組織においてほぼ同一結晶方位を有するBainグループを単位としてへき開破壊することを確認した。さらに、シャルピー試験片のVノッチ底近傍に働く曲げ垂直応力を各 $\{001\}bcc$ に働く分解垂直応力として整理したところ、この垂直応力と破面傾度には明瞭な直線関係が成立し、モードIによるへき開破壊が生じることが示唆された。その一方で、マルテンサイト変態におけるBain格子対応を考慮し、3種類の $\{001\}bcc$ を分類することで、 $\{001\}bcc$ での破壊頻度が $\{100\}bcc$ や $\{010\}bcc$ に比べて明らかに高いことがわかった。すなわち、C量に依らず、ラスマルテンサイト組織を有する焼入れ状態のマルテンサイト鋼は、異方性を持った $\{001\}bcc$ へき開破壊を生じることを実験的に証明した。そして、FIB-DICによって実測したミクロな変態内部応力を検証したところ、Bain格子対応に由来してマルテンサイト組織中に発達する変態内部応力に起因してへき開破壊の異方性が生じることが証明された。