

力学機能のナノエンジニアリング
2020 年度採択研究者

2020 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よって、鉄鋼材料内部でミクロスケールに発達する異方性を持った変態内部応力がマクロな力学特性に及ぼす影響を実験的に調査するため、シャルピー衝撃試験によって形成したマルテンサイト鋼の破面に対して、独自の結晶学的解析を行なった。ラスマルテンサイト組織を有した 0.1%C–5%Mn 鋼は、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、マルテンサイト鋼の低温脆性破壊は、ブロック、パケットと呼ばれる下部組織ではなく、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が明らかとなった。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}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頻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、Kurdjumov–Sachs 方位関係を仮定した旧オーステナイト結晶方位の再構築によって fcc–bcc 間における Bain 格子対応を解析することで 3 種類の{001}bcc を分類したところ、(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。ここで、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を考慮すると、{001}bcc の破壊頻度の異方性が解消された。以上の結果は、マルテンサイト鋼の破壊挙動には、変態内部応力に起因した顕著な異方性が顕れることを明示しており、当初の目的を達成することができた。

【代表的な原著論文情報】

- 1) Internal residual stress originated from Bain strain and its effect on hardness in Fe-Ni martensite, Acta Mater., Vol. 196(2020), No. 1, pp. 660–668.