



Title	高エネルギー粒子線照射下でのオーステナイト系ステンレス鋼の損傷組織と強度の相関に関する研究〔論文内容及び審査の要旨〕
Author(s)	岡, 弘
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(工学)
Dissertation Number	甲第11439号
Issue Date	2014-03-25
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/55485
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.1/jp/
Type	doctoral thesis
File Information	Oka_Hiroshi_review.pdf, 審査の要旨



学位論文審査の要旨

博士の専攻分野の名称 博士(工学) 氏名 岡 弘

審査担当者 主 査 教 授 大貫 惣明
副 査 教 授 鵜飼 重治
副 査 教 授 三浦 誠司
副 査 准教授 橋本 直幸

学位論文題名

高エネルギー粒子線照射下でのオーステナイト系ステンレス鋼の損傷組織と強度の相関に関する
研究

(Microstructure-Strength Correlation in Austenitic Stainless Steels under High Energy Particle
Irradiation)

本研究は、核融合炉材料のような重度の中性子照射を受ける材料の挙動を予測するためには、マルチスケール相関のなかでも特に 機械的強度と照射組織の相関 (強度・組織相関) に着目し、複数の実験手法の相関を得る方法について詳述している。本論文は 6 章で構成されている。

第 1 章は、本研究の背景を述べている。核融合炉などの先進的エネルギーシステムに使われる材料は重度の照射を受けるため、従来のデータベースの範囲を越える高照射量での材料挙動の評価法の必要性を述べている。しかし、従来の研究では、個々の現象と対応する手法は発展したが、それぞれを接続する研究の手法は未発展であることを指摘し、機械的強度と微細組織の相関を得るための新しい方法を得ることを本研究の目的としている。

第 2 章は、中性子照射データの最も豊富なオーステナイト系 SUS316 鋼を対象とし、モデル化のための組織・機械的強度の相関のための重要因子を選びだしている。SUS316 鋼を中性子照射し、引張強度、硬度、照射損傷組織を得た。重要な結果は、高温の中性子照射により降伏応力は減少することである。その変化量を転位密度の変化量からベイリー・ハーシュの関係式とオロワンの式を用いて解析した結果、計算値は実測値よりも大きかった。また、照射による硬度の実測値は計算値と中温の高照射量においてよく一致した。これらの実測値と計算値の比較により、相関を得るためには転位による硬化量の強度因子である α 値が重要であり、その温度依存性、固溶 C の寄与、転位ループの寄与、ピーニング粒子の寄与などの因子の解明が必要なことを指摘した。

第 3 章では、障害物として林転位を考えた場合の強度因子 α を、溶体化したモデル合金を用いて試験温度と固溶炭素量の影響を検討している。モデル合金の降伏応力と転位密度の測定から、固溶炭素量の多い場合は強度因子 α の温度依存性は現れないが、固溶炭素量の少ない場合は α が高温で減少することを初めて示し、そのメカニズムは、転位拡張部に炭素が固着されたためと説明している。

第 4 章では、障害物が転位ループの場合の強度因子 α を求めている。イオン照射材に対して数百ナノメートルのセクションとしてナノ硬度を測定し、硬度の照射量依存を求め、強度因子を求めた。本手法は極めてユニークであり、この研究分野に対して新たな方法を提案している。

第 5 章では障害物と酸化物粒子として組織・強度相関を検討した結果を述べている。アニールし

た材料の強度との比較から、酸化物粒子と結晶粒径の両者の寄与を議論している。

第6章では、以上の結果を総括し、高エネルギー粒子線照射下でのオーステナイト系ステンレス鋼の組織・機械的特性に関する統合モデルについて議論している。組織・強度相関にはオロワンの式が有用であり、強度因子 α は障害物の種類ごとに理解することが必要である。また、機械特性のスケール相関については基本的に線形関係として問題ないことを示した。

これを要するに、著者は、核融合炉などに用いる構造材料の機械的性質と照射組織の相関について検討し、強度因子を組織の要素ごとに求め、また、新しい硬度の測定法を提案し、その有用性も示した。これらの結果は、将来のエネルギーシステムの材料開発に道を開くものであり、材料工学の発展に貢献するところ大なるものがある。よって著者は、北海道大学博士(工学)の学位を授与される資格があるものと認める。