HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	Study on Microstructure Control of Reduced Activation F82H-ODS Ferritic Steels [an abstract of dissertation and a summary of dissertation review]
Author(s)	呉, 小超
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(工学)
Dissertation Number	甲第11438号
Issue Date	2014-03-25
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/55626
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.1/jp/
Type	doctoral thesis
File Information	Syaochao_U_review.pdf, 審査の要旨

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

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　呉 小超

審査担当者　主　査　教　授　鵜飼 重治
副　査　教　授　大貫 惣明
副　査　准教授　大野 宗一

学位論文題名

Study on Microstructure Control of Reduced Activation F82H-ODS Ferritic Steels
(低放射化 F82H-ODS フェライト鋼の組織制御に関する研究)

将来の究極のエネルギー源として核融合炉の開発が進められている。現在、国際協力の基にフランスで建設中の国際熱核融合実験炉 (ITER) のブランケット構造材料にはオーステナイト鋼が使用されるが、先進核融合炉では耐照射性に優れたフェライト鋼 (F82H) が候補材料として挙げられている。また平行して、F82H フェライト鋼の高温強度を向上させるため、イットリア酸化物粒子を超微細分散した酸化物分散強化型 (Oxide Dispersion Strengthened, ODS) フェライト鋼の開発が進められている。その代表鋼は F82H-ODS フェライト鋼 (以下 F82H-ODS 鋼と呼ぶ) である。最近の我が国の研究から、F82H-ODS 鋼の組織は計算状態図に基づくとマルテンサイト単相であるにもかかわらず、実際にはフェライト相が 20 パーセント程度存在し、フェライト相の体積割合の増加に伴い高温クリープ強度が向上することが明らかになっている。本研究の目的は、高温強度向上に不可欠なフェライト相の形成機構を解明するとともに、F82H-ODS 鋼の更なる高温強度向上のための組織制御法を開発することである。

本論文は全 6 章から構成される。

第 1 章は序論であり、核融合炉用低放射化 ODS フェライト鋼に関わるこれまでの研究開発をレビューし、この結果を踏まえて本研究の背景および目的を述べた。

第 2 章では、実験方法を記した。本研究対象である F82H-ODS 鋼の作製方法、熱処理条件を述べた後、引張試験、ナノインデンテーション硬さ測定、高温 X 線回折測定、FE-SEM 観察、EBSD 測定、TEM 観察について、それらの試験方法を記した。

第 3 章では、F82H-ODS 鋼においてフェライト相が形成される機構を実験と熱力学解析により明らかにした結果を述べた。1250 ℃で 20 時間～100 時間の範囲でアニーリング処理した F82H-ODS 鋼では、アニーリング時間の増加に伴いフェライト相の体積率は低下し、100 時間後ではマルテンサイト単相になることを示した。また、アニーリング時間の増加に伴い酸化物粒子サイズが増大し、酸化物粒子によるフェライト相とオーステナイト相の異相界面のピン止め力が低下することを定量的に示した。一方、フェライト相からオーステナイト相への変態駆動力は、両相の自由エネルギー差より推定した。これら酸化物粒子によるピン止め力と変態駆動力の比較から、F82H-ODS 鋼で認められるフェライト相は酸化物粒子のピン止め効果で残留した準安定相であることを明らかにした。

第 4 章では F82H-ODS 鋼の更なる高温強度向上のための組織制御法として熱間圧延の効果について述べた。F82H-ODS 鋼に 1100 ℃で 84 パーセントの熱間圧延を施すと、使用温度である 700

℃において延性を維持して引張強さが 385 MPa から 465 MPa にまで向上した。この高温強度向上の原因を組織解析により調べ、熱間圧延で導入された加工歪による影響とその後の空冷中に生成した粗大な変態フェライト相に起因することを示した。さらに、熱間圧延後の空冷中に生成する変態フェライト相が粗大化する機構についても検討した。

第 5 章では冷却速度の相違が組織と高温強度に及ぼす影響を検討した結果を述べた。焼きならし処理後の空冷では微細なマルテンサイト組織が生成するが、炉冷でゆっくり冷却すると均一サイズの粗大変態フェライト相が生成する。700 ℃の引張強度はマルテンサイト組織より均一サイズの粗大変態フェライト相の方が優れていることが判明した。この粗大フェライト相形成による高温強度向上は細かなマルテンサイトブロックでのすべりが抑制されたことに因ると考えられ、第 4 章の結果を傍証する知見が得られた。

第 6 章は、本論文の総括である。

これを要するに、著者は先進核融合炉の候補材である F82H-ODS フェライト 鋼を開発する上で重要な高温強度向上のための組織制御法に関わる新知見を得たものであり、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。