

氏名(本籍)	はたのとしひさ 秦野歳久(北海道)
学位の種類	博士(工学)
学位記番号	博乙第1616号
学位授与年月日	平成12年3月24日
学位授与の要件	学位規則第4条第2項該当
審査研究科	工学研究科
学位論文題目	Study on Thermal and Mechanical Performance of First Wall Fabricated by Hot Isostatic Pressing Method for Fusion Experimental Reactors (核融合実験炉における第一壁構造体の熱間等方加圧法による製作と、その熱・機械特性に関する研究)
主査	筑波大学教授 工学博士 斉藤正克
副査	筑波大学教授 工学博士 成合英樹
副査	筑波大学教授 工学博士 渡部修
副査	筑波大学助教授 工学博士 寺本徳郎
副査	日本原子力研究所調査役 工学博士 高津英幸

論文の内容の要旨

本論文は核融合実験炉における炉工学技術の重要課題の一つであるブランケット／第一壁の熱・機械特性および寿命評価を試みたものである。第一壁ではヒートシンク材としてアルミナ分散強化銅(DSCu)、冷却管および構造材としてステンレス鋼(SS316)が予定されている。高い製作精度や大型構造物への適用を考慮して高温等方加圧(HIP)接合法をブランケット／第一壁構造体の製作手法として適用することを検討している。

まずDSCuとSS316を拡散接合の一つであるHIP法により接合温度をパラメータとして数種類の接合体をつくり、これらの接合体の機械的特性と接合面近傍の冶金的な特性について検討している。機械試験として硬さ、引っ張り、衝撃、破壊靱性試験を行い、光学顕微鏡、SEMおよびEPMAにより接合部近傍の観察、分析を行っている。その結果、衝撃試験、破壊靱性試験に有意の差がみられることから接合温度1323 KをHIP接合温度として選定している。

次に上記接合条件を適用して冷却管を内蔵した第一壁構造体を試作して、製作性と構造体としての性能の評価を行っている。水素イオンビームおよび電子ビーム試験装置を用いて国際熱核融合実験炉(ITER)のプラズマ運転条件を模擬する4通りの実験条件で高熱負荷試験を行い、除熱性能、熱衝撃耐久性、熱疲労特性を評価している。また実験後の接合面の断面観察によって、剥離や割れを生じることなく構造体として健全であることを確認している。核融合炉のプラズマ崩壊時の電磁力を模擬してサーボパルサーによる機械荷重低サイクル疲労試験を行い、疲労寿命の評価と破壊挙動を検討して、材料試験から定められる設計疲労曲線に基づいた第一疲労寿命設計が十分な安全率を有することを確認している。

最後に接合部近傍におけるき裂に対する強度、特にき裂進展挙動を評価している。すなわち接合界面に平行に導入されたき裂、および接合界面に垂直に導入されたき裂の進展実験を行い、き裂進展速度を求めて核融合炉第一壁に想定される欠陥からのき裂の進展量を推定し、第一壁として要求される寿命期間中には重大な損傷には至らないことを確認している。

以上の検討からHIP接合構造によって核融合炉第一壁構造体を十分な安全裕度をもって設計、製作できること

を立証している。

審 査 の 結 果 の 要 旨

核融合炉第一壁に適用することを目的としてDSCuとSS316のHIP接合構造体を試作し、各種熱・機械的実験を実施してHIP接合条件を決定し、材料強度および構造健全性の観点から評価を行ったことは工学的に高く評価される。また核融合炉第一壁が十分な安全裕度をもって設計できることを示したことはITERの設計活動に寄与するところ大であると考えられる。

よって、著者は博士（工学）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。