

審査結果の要旨

論文題目

「核融合炉における放射線遮蔽体を含む Diagnostic rack の構造に関する研究」

学位申請者 田中 優

本論文は、核融合炉における放射線遮蔽体を含む Diagnostic rack の構造に関する研究である。日本のエネルギー政策において、資源を輸入に依存せずに賄える可能性がある核融合炉による発電が注目されており、国策として具体的な活動が始まりつつある。本論文では、トカマク型核融合炉の計測用ポート内に配置される放射線遮蔽体を含む Diagnostic rack (計測支持構造体) の構造に焦点を当てている。この Diagnostic rack は、例えば ITER においては、質量約 10 トンの金属製の構造体であり、プラズマ計測機器を搭載すると共に放射線遮蔽性能を有する必要がある。Diagnostic rack 及び周辺構造物は、核融合反応の生成物である中性子によって放射化し人手によるメンテナンスが不可能となる。そのため、専用の遠隔操作ロボットを用いて Diagnostic rack の輸送を行う必要があり、質量制限、再インストール時の位置再現性、電気コネクタの接続などに課題がある。本論文では、これらの課題を解決するために開発した Diagnostic rack の構造について論じている。

本論文の構成は、以下の通りである。

第 1 章では、本研究の背景として、核融合発電の位置づけとトカマク型核融合炉の計測用ポート内に配置される放射線遮蔽体を含む Diagnostic rack の課題について述べ、研究の目的を説明している。背景としての的確であり、本研究の目的を明確にしている。

第 2 章では、Diagnostic rack に搭載する中性子遮蔽材としては比較的軽量の炭化ホウ素の粉をステンレス製の容器にプレス・振動充填する新しい中性子遮蔽体を提案し、試作により容器に対する炭化ホウ素の粉の充填率を見出し、中性子のモンテカルロシミュレーションを用いた遮蔽計算によって検証・確認したことは高く評価できる。

第 3 章では、下部ポートに搭載する Diagnostic rack について、橋梁の支承の構造を流用することによって高い位置再現性を得て、それが核融合炉における荷重による破損を防ぎ、遠隔保守によって操作可能な固定機構（構造）を提案し、本提案の優位性を評価した。また、計測機器からの要求を満足し、反力については構造解析シミュレーションの結果を再現することができたことは、学術的に価値が高いと判断できる。

第4章では、遠隔保守で接続・切断する電気コネクタにおいて、コネクタ接続・切断時の曲げに MI ケーブルが応力・反力的に問題なく追従することを、構造解析シミュレーションを用いて検証を行い、実現可能であることを初めて明らかにしたことは、学術的価値を有する。

第5章では各章で述べた課題に対して、本研究で得られた成果について総括している。本論文で提案された放射線遮蔽性能を有する Diagnostic rack 構造は、数年内に開始される Diagnostic rack の製造において用いられる予定であり、更には発電を実証するための実証炉においても、本研究の成果が適用されることが期待されており、核融合炉の実用化への貢献度は大きいと考える。

以上の結果、本論文は学位論文として十分な内容を有するものと審査委員全員の一致で判定された。

したがって、学位申請者 田中 優氏は東海大学博士（工学）の学位を授与されるに値すると判断した。

論文審査委員

主査	博士（理学）理学部教授	利根川 昭	（総合理工学研究科総合理工学専攻）
委員	工学博士 工学部教授	大山 龍一郎	（総合理工学研究科総合理工学専攻）
委員	博士（工学）工学部教授	沖村 邦雄	（総合理工学研究科総合理工学専攻）
委員	博士（工学）工学部教授	堀澤 秀之	（総合理工学研究科総合理工学専攻）
委員	博士（工学）工学部准教授	桑畑 周司	（総合理工学研究科総合理工学専攻）