

論文審査の結果の要旨

氏名 森 田 祐 一

本論文は7章からなる。第1章は、イントロダクションであり本研究の主題となった、J-PARCの目的である、ニュートリノ物理の発見(θ_{13} , $\nu_{\mu} \rightarrow \nu_e$)と本研究の動機について述べられている。

第2章はJ-PARC加速器の全体構成の説明と夫々の加速器の役割分担と動作原理について述べられている。また、本論文の主題であるRCS空胴のファイブレットコア材料の物性特徴と短時間で発生するファイブレットコア材料の座屈問題について述べられている。

第3章、4章、5章は本論文の母体である。第3章では、空胴の基本材料(ファイブレットコア)の基礎データ(熱伝導、機械的性質)の計算と実験を行い、実際の運転における高周波電力損失の計算、多層構造を有する材料の熱伝導の計算および座屈破壊試験を実施し実際に生じた問題の原因解明と、これらの値の定量化を行った。

第4章は、第3章の研究で定量化したファイブレットコア材料の物性値を用いて、熱応力が発生してもファイブレットコア材料が破壊に至らない、新しい構造の研究開発を行った。計算結果を実験で検証することを積み重ね、ここではファイブレットコアを径方向に3分割することで、熱応力で座屈破壊しないことを突き止めた。また、実機運転においては、ファイブレットコアの冷却構造は重要である。これについても、プロトタイプを設計し実験を行い、技術選と計算の妥当性を証明した。

第5章は実機大のモデル空胴によりJ-PARC相当の大電力試験を行なっている。3分割構造の高周波空胴は本研究において初めて提案されたものであり、空胴の性能を示す加速電界および高周波損失においても、現行機を上回る性能が証明されている。現行機のファイブレットコアの冷却冷媒は水で行われている。その為、鉄が主物質であるファイブレットコアは容易に酸化してしまい、加速電界の経年劣化や座屈の原因となっている。本研究では、安定な不活性冷媒を比較検討し、その中から沸点150℃のフッ化ナトリウムを技術選択し、冷却システムを実用化した。実機運転を目的とした空胴構造と周辺材料についても研究開発が行われ、現段階においては、既に実機によるビーム試験を待つレベルまで到達していることが証明された。

第6章、7章は本研究の総括、計算の詳細および参考文献についての記述である。

なお、本論文の研究は高エネルギー加速器研究機構・加速器研究施設の影山達也教授との2人による共同研究である。森田祐一氏は大電力高周波空胴の問題点の解決方法を証明し、更にはファイブレットコアを3分割にする独自の方法を提案した。これにより、熱応力の問題は克服された。ファイブレットコアの3分割は本研究が世界に先駆けて提案し、実用化したものである。また、研究開発の方法論は理論と実験を比較検討しながら、一段、一段積み上がったものであり、全く正攻法と評価できる。論文提出者は主体となって計算、実験および検証をおこなったものであり、論文提出者の寄与が十分であると判断する。

したがって、博士(理学)の学位を授与できると認める。