

Title	超伝導電磁推進船の推進装置に関する実証システムの研究
Author(s)	島本, 幸次郎
Citation	
Issue Date	
Text Version	none
URL	<a href="http://hdl.handle.net/11094/37850">http://hdl.handle.net/11094/37850</a>
DOI	
rights	
Note	

*Osaka University Knowledge Archive : OUKA*

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/repo/ouka/all/>

氏 名	しまもとこうじろう 島 本 幸 次 郎
博士の専攻分野 の 名 称	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	第 9 9 9 7 号
学位授与年月日	平 成 4 年 1 月 22 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 2 項該当
学 位 論 文 名	超伝導電磁推進船の推進装置に関する実証システムの研究
論文審査委員	(主査) 教 授 赤木 新介 (副査) 教 授 田中 一朗 教 授 村上 吉繁 教 授 吉川 孝雄

## 論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、超伝導電磁推進の実験船を建造するにあたり、提出者がここ数年にわたり、参画、従事してきた超伝導磁石を中心とした船の推進システムの開発、設計、製造、試験および評価について実証的に研究した内容をとりまとめたものであり、全体で11章から構成されている。

第1章では、本研究の目的、超伝導船の設計にあたってのプロセスを記すとともに、超伝導電磁推進装置の工学分野の構成について示し、併せて超伝導の歴史的背景と関連技術および、近年の動向を述べた。第2章では、本研究の対象となった実験船の概要、基本原理、推進装置、船内推進システムについてその概要を述べ、その特徴を列記すると共に機能分析を行った。また、これをもとに超伝導船実現への開発を要する項目を明確にすると共に、本研究での取り上げた範囲を明記した。第3章では、扇形断面の鞍形ダイポールコイルの磁束密度の計算式について検証し、第4章では、船の設計の基本となる電極への投入電力とスラストの算出、船速の推定を行う手順を考案し、これらの計算法を確立した。第5章では、今回の超伝導磁石の設計で最も苦心したコイル押えについて、アルミ合金の鋳物を採用して軽量化につとめながら、剛性を有する電磁力支持構造を定める設計の着眼点、諸解析と単体通電試験の結果などについて述べ、初期の目標を達成したことを記した。第6章では、クエンチ防止対策として、一方ではコイルに強大な圧縮力をかける必要があり、他方では超伝導線材の外側の薄いフィルム状の絶縁材が圧縮力により破損のおそれがあるが、種々の基礎テストと解析により、この間で適正な圧縮量を決定し検証を行った。第7章では、当該大形超伝導磁石の単体テストのクエンチ現象の実測とシミュレーションを取り上げた。クエンチ伝播速度、クエンチ時定数、有効冷却面積比などのデータを蓄積し、クエンチシミュレーションの解析条件を逐次整備して、クエンチ時の電圧の瞬時変化、コイル内温度の過渡的变化などの諸挙動の推定が可能となった。これによりコイル外部に

設置する保護抵抗値の設定、およびコイルならびに永久電流スイッチの耐電圧の決定に寄与したことを述べた。第8章では、6本のコイル電極の結線方式に関して、4種類の候補に対して等価モデルにより漏洩電流値を算出し、総合的に検討を行って、3直2並列方式を採用した経緯を明らかにした。第9章では、超伝導電磁推進船の船内電源システムの設計について電極電源のAC-DC系の構成、定電流制御のための可変電圧制御方式の採用、大電流の回路保護と協調、電流脈動率の低減のための工夫などを示し、斬新なシステムを採用したことを記述した。第10章では、6連環のマグネットの陸上総合試験の実施とその評価を行い、第5章、第6章で解析、算出された値が実測でもほぼ同等であるという確証を得た。第11章は、結言として本研究により得られた成果を総括した。

## 論文審査の結果の要旨

本論文は、超伝導電磁推進船の実現を目的とする実験船の推進装置について開発、設計、製造、試験および評価を通じて実証的に研究した内容をまとめたもので、主な成果を要約すると次の通りである。

- (1) 超伝導電磁推進船の実現のために必要となる研究開発課題を実験船の構成をもとに明らかにすると共に、重点的に取り上げるべき研究項目を示し、以下のようにこれらの解決をはかっている。
- (2) 実験船の推進装置を構成する超伝導コイルの電磁力支持構造に対して、アルミ合金枠構造の軽量化と共に十分な剛性を与える構造方式を定める目的から、諸解析と単体通電試験を行い、初期の研究目的を達成している。
- (3) 超伝導コイル実現の中心課題となるクエンチ防止対策について、コイルに与えるべき圧縮力による絶縁材の圧縮破損防止の見地から、適正な圧縮量を定め、詳細な基礎試験と解析をもとに検証している。
- (4) 実験船に用いる大形超伝導磁石の単体試験によりクエンチ現象の実測とシミュレーションを行い、クエンチ伝播速度、クエンチ時定数、有効冷却面積比などのデータを蓄積し、クエンチ時の電圧変化、コイル内の温度変化などの諸挙動の推定を可能にすると共に、これをもとに外部保護抵抗値の設定やコイルならびに永久電流スイッチの耐電圧の決定に寄与している。
- (5) 実験船の推進装置について、超伝導コイルの構成と結線方式の研究を行い、発電機要目、漏洩電流等の総合の見地から適切な結線方法を定めている。また船内電源システムについて、電極電源のAC-DC系の構成、可変電圧制御方式、大電流の回路保護と電流脈動率の低減策など、有効適切なシステムの構成を実現している。
- (6) 実験船の推進装置を構成する6連環超伝導マグネットについて総合試験を実施し、上記各研究結果に対して実測による総合的な確証を得ている。

以上のように本論文は、実験船の開発研究を通じ、超伝導電磁推進船の実現に有効な指針を与えるものであり、超伝導工学、船用機関工学、船舶工学などに寄与するところが大きい。よって、本論文は博士論文として価値あるものと認める。