

TUMSAT-OACIS Repository - Tokyo

University of Marine Science and Technology

(東京海洋大学)

船舶推進機用高温超電導モータの実用化に関する研究

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2018-06-20 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 柳本, 俊之 メールアドレス: 所属:
URL	https://oacis.repo.nii.ac.jp/records/1570

〔課程博士〕（博士論文審査及び最終試験の結果要旨）

学生氏名：柳本 俊之

博士論文題目：船舶推進機用高温超電導モータの実用化に関する研究

博士論文審査：

船舶運航における環境負荷低減のために、電気推進システムの研究開発や導入が進んでいる。液体窒素沸点以下で実用性能を示す高温超電導線材をコイルに巻いて強界磁に応用した同期機は、高い効率、高いトルク密度や出力密度を強みとする革新的なモータや発電機として期待される。本研究では、内航船舶の推進システムへの適用を想定したメガワット級の概念実証機を設計開発して高効率、小型化、信頼性の確立を目指し、概念実証と実用化に必要な設計技術の構築、大出力化に向けた要素技術開発を行っている。

著者はまず、基本設計技術の確立を目的として、ポッド式電気推進システム用の 1 MW 高温超電導モータを開発研究した。超電導同期機開発の基礎設計技術である大型レーストラック型超電導界磁コイルの設計・製作技術、超電導コイルの熱伝導冷却技術、クライオスタット・ロータの断熱技術、低温 He ガスの循環技術を確立した。大型長尺レーストラック超電導コイルは国内最大であり、高い臨界電流を保持し信頼性のあるコイルの製作に至った。これより、高効率、小型、高信頼性を実現できる基本設計技術が構築できた。この実証機においては、出力 450 kW を達成している。

次に 3 MW 高温超電導モータの開発を行った。超電導界磁コイルの小型化では、内周部はステンレステープ補強された超電導線材を、外周部は補強されていない薄い線材を用いるとともに磁場転向材により線材テープ面に垂直な磁場成分を低減させて 200 A 通電時の発熱量を大幅に低減させた。回転界磁冷却部の高い断熱と高トルクの伝達、熱収縮等への対応を可能にした。電機子コイルの端転移接続により循環渦電流損を低減させて高効率化を図った。この結果、トルク体積密度 40 kNm/m^3 の世界最高水準の出力密度が可能となった。負荷試験では、一定負荷及び船舶での実運航を模擬した変動負荷のもとで性能試験を行い、損失解析からモータ効率も設計値に準じる 98 %であることを確認できたばかりか航行中に衝突を回避する緊急停止運用を想定してモータトルクを急激に変動させる運転試験等も問題なく成功させた。論文では、大出力化を目的として 20 MW モータの概念設計と要素技術開発についても述べられている。このように本研究は、船舶推進用の高温超電導モータの実証機を設計開発して実用化に至る端緒を示すものであり、超電導を応用する電気機器学や機械システムの諸学域の発展にも大きく貢献する優れた研究といえる。以上の研究成果は、国内外の研究の水準に照らし、各研究分野における学術的意義、新規性、独創性及び応用的価値を有しており、博士の学位に値することを審査委員一同確認した。

最終試験の結果要旨：

最終試験は 2 月 9 日に行われた。審査委員一同出席の下、学生に対して、博士論文の内容について最終確認のための質疑応答を行い、その内容は十分であった。一方、専門知識については公開発表会当日の質疑応答時や予備審査時でのディスカッションを含め十分であると審査委員一同確認した。

学術論文は国際学会誌を含め 4 編が第一著者として公表済み(T. Yanamoto, M. Izumi, K. Umemoto, T. Oryu, Y. Murase, and M. Kawamura, “Load test of 3 MW HTS motor for ship propulsion”, IEEE Trans. Appl. Supercond., Vol. 27, no. 8, 5204305 (pp.1-5), 2017 他 3 編)であることを確認した。平成 29 年 9 月にスイスで開催の欧州応用超電導国際会議(EUCAS2017)では口頭選抜講演を英語で行っており、外国語の学力については問題ないと判断した。また、本論文内容に関わる特許出願が 2 件があり、以上から当該専門分野に対し十分な研究能力を有すると評価した。合同セミナーについては、規定の学習時間および出席回数が満たされていることを確認した。大学院海洋科学技術研究科が指定した研究者倫理教育を修了していることを確認した。以上から、学生について博士論文審査、最終試験とも合格と判定した。