

TUMSAT-OACIS Repository - Tokyo

University of Marine Science and Technology

(東京海洋大学)

Design study of large-scale linear generators for
wave energy conversion

メタデータ	言語: eng 出版者: 公開日: 2017-10-25 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 荊, 海蓮 メールアドレス: 所属:
URL	https://oacis.repo.nii.ac.jp/records/1469

[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：荆 海 蓮 (JING Hailian)

博士論文題目：Design study of large-scale linear generators for wave energy conversion
(波力エネルギー変換のための大型リニア発電機的设计研究)

博士論文審査：

本論文は、高温超電導体の電線を界磁巻き線に応用した大型大出力リニア発電機的设计に関するものである。海洋における波力エネルギーの利用への期待が高まっている。波力エネルギーを電力に変換するデバイス (Wave energy converters: WEC) は、欧米各国を含め研究開発が進められてきた。これらの中でも変速器等を介さず波力エネルギーを直接発電部に伝達し電力変換するデバイスが期待されている。このようなギアレレス駆動の例として永久磁石を界磁とするリニア発電機が開発されている。しかしながら、これらの発電機は体格や重量が大きい。超電導を利用した強界磁によって従来の界磁巻き線や永久磁石界磁による発電機と比較して小型で軽量のリニア発電機が実現すると期待される。

液体窒素沸点を超える臨界温度を示す高温超電導体 $REBa_2Cu_3O_{7-z}$ (RE: Gd, Y) を利用した線材は、実用的な許容臨界電流密度を示す。この線材を界磁巻き線した 10 MW クラスの大出力風力発電向け同期発電機の電気設計に関する報文は数多くあるが、波力発電に向けたリニア発電機への適用の研究はなかった。

著者は、永久磁石を界磁とするブイ直結のリニア発電機の現状を精査して超電導界磁巻き線の適合性を検討した。ブイ (浮体) の波による揺れを周期的な波面の変動としてモデルを組立て、発電機の電気設計を行った。まず、ブイ直結の永久磁石界磁のリニア同期発電機的设计を行った。永久磁石の厚さを変化させて電機パラメータの決定と界磁漏れ係数の計算を 3 次元電磁場解析により行い、設計を最適化するデザインシートを作製した。この成果にもとづき、永久磁石界磁を高温超電導界磁巻き線に替えて、ブイ直結方式の超電導リニア発電機 の概念構造、起磁力、漏れ係数、高温超電導界磁巻き線部の通電電流と動作温度、熱損失等の解析を行い、1 MW の高温超電導リニア発電機を設計した。ギャップ領域の磁場を 1.35 T まで高め、かつ界磁部の軽量化を示し冷却系や発電波形の解析、さらにはコスト面の検討等を精密に行っている。まとめとして、従来の鉄心と銅界磁巻き線、永久磁石界磁、高温超電導線材による界磁巻き線の 3 つの異なった界磁方式のリニア発電機の最適設計から、ブイ直結の波力リニア発電機における高温超電導強界磁の利用の優位性を明らかにした。このように本研究はブイ直結方式の波力超電導発電機的设计指標を初めて与えており、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 8 月 17 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 4 編が第一著者として公表済みまたは採択済み (H. Jing, N. Maki, T. Ida and M. Izumi, IEEE Trans. Appl. Supercond. 27, No.4, 5202105 [5pp], 2017 他 3 編) であることを確認した。学術論文は英語で書かれており、かつ、国際会議において英語で発表しており、外国語の学力については問題ないと判断した。学会発表では、平成 28 年 9 月に米国で開催の応用超電導国際会議で口頭選抜発表を、また 2016 IEEE 電力システム国際会議 (ICPSC) でも口頭発表を行った。平成 27 年度、28 年度と日本科学協会笹川科学研究助成金に 2 回連続して採択されている。以上の実績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する。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。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。