

高温超伝導線材技術の船舶脱磁への応用 (6) 試作計画

Application of HTS Cable to Ship Deperming Technology (6) Test Fabrication

○廣田 恵 ((特非)艦磁研)

○Megumi Hirota (Naval Ship Magnetic & UEP Research Committee, NPO.)

E-mail: megumi.hirota@nmurc.com

URL <http://www.nmurc.com>

1 はじめに

船舶の持つ残留磁気を低減し、磁氣的に発見される機会を削減して船舶の航行の安全を図る船舶脱磁技術に取り組んでいる。従来の方法と比較して脱磁のために印加する磁場の一様性、脱磁作業のために必要な作業低減に効果のある、海底に設置する平型コイルの実現に向け、高温超伝導線材による電線の可能性を解析計算及び技術情報調査により研究している¹⁾。高温超伝導線材によるコイル及び全体システムの姿が見通せたところで、これに至るための試作を考察したので報告する。

2 完成状態

脱磁する船舶の規模及び脱磁のため印加すべき磁場から海底設置の平型コイルの規模を Table 1 のように求めた。これを実現するためのコイル電線の性能を併せて示した。高温超伝導材料については現在も世で発展途上にあり、高温超伝導線材の高価格がこの機器実現の最大の問題点であることに鑑み、超伝導特性の優れたより低温での動作とし、高温超伝導材料の使用量削減を図るのが適当である。このため動作温度を 20 K に設定した。導体の構造は TSTC²⁾, CORC³⁾ で実現しているテープ状線材の積層構造として約直径 7 mm の導線化したものの束ね構造とした。電線は導体を 20 K に冷却する冷媒と、輻射シールドを冷却する冷媒のいずれも循環冷却とし、液体水素または冷却ヘリウムガス及び液体窒素を循環することとした。この電線は長尺のため優れた断熱性能を要求されるうえ、海底に設置するためある程度の機械的な柔軟性を要求される。

Table 1. Spatial scale of HTS seabed deperming coil

Maximum current (A)	Race-track coil (m)			Depth (m)
	Total length of cable	Length of straight line	Width	
100,000	1,200	328	40	12

3 試作及び試験の構想

電線の設計を確認するため、電線の断面形状を同一とした短尺の電線の試作及び試験を計画した。電線に流す電流値を同一とし、導体は現時点で入手可能な ReBCO テープ線材によるものとし、試験用の電源の電流性能を制限してコイルの巻き数による高温超伝導線材使用量増大を許容する。しかし、このために電線はループ構造をとる必要があり、電線長さを短尺とする限度が発生する。脱磁用電線は磁場の発生を目的とするために、電線間に電磁力が発生し、この力は導体を冷却管に支持する構造にかかる。電流値 I である平行導体間 (間隔 r) にかかる電磁力は $(4\pi \times 10^{-7} \times I^2 / 2\pi r)$ であり、100 kA, 10 m で 200 N/m である。導体の支持構造をこれに耐えるものとして、試作する電線の長さは 40 m となる。試作する電線及び試験系統の概念図を Figure 1. に示す。支持力及び断熱性能を満足する支持構造について論じる。

4 今後の見通し

試験のため冷却は一時的な設備による計画である。冷却管の可撓性構造について管壁の波付け構造によるものを検討中である。

参考文献

- Hirota M., (2017), *J. Ship. Ocean Eng.* 7, 93-99.
- Takayasu M. et al, *JPCS* (2014) 507, 022040.
- Van Der Laan D. C. et al, *Supercond. Sci. Technol.*, (2019) 32, 033001.

謝辞 本研究は艦磁研の独自研究に古河電工(株)向山晋一氏、大陽日酸(株)広川昌樹氏、ジェック東理社青木五男氏の協力を得て実施している。中部大学山口作太郎教授の助言に感謝します。

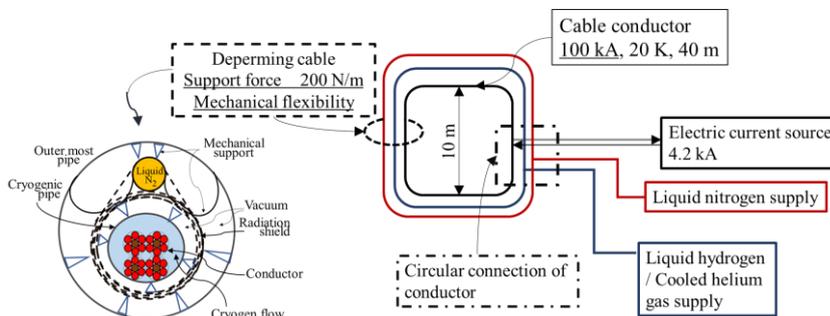


Figure 1. Concept design of short cable fabrication and its test and evaluation system.