

**研究成果展開事業 研究成果最適展開支援プログラム
本格研究開発ステージ 事後評価報告書**

研究開発課題名	: リアクト&ワインド法コイル作製用高強度 CuNb/Nb ₃ Sn ラザフォード平角ケーブルの開発
プロジェクトリーダー	: 古河電気工業(株)
所属機関	: 古河電気工業(株)
研究責任者	: 渡辺 和雄(東北大学)

1. 研究開発の目的

本研究開発では、ラザフォード導体として熱処理後にコイル巻き線を行う世界で初めてのリアクト&ワインド法によって製造される強磁場超伝導マグネットに供するNb₃Sn超伝導ラザフォード平角ケーブルを開発する。ラザフォード平角ケーブルに用いる超伝導線は、内部にNbフィラメントを強化材とする新しいタイプのCuNb強化型Nb₃Sn線を新たに開発する。線径0.8mmのCuNb強化型Nb₃Sn線材を用いて製作されるラザフォード平角ケーブルには繰返し曲げ効果を適用し、巻線加工などによる特性劣化を補償する。ケーブル製造後に熱処理、常温にて繰返し曲げを印加して、Nb₃Sn超伝導線に繰返し歪みを経験させることで、その臨界電流を向上させる。

2. 研究開発の概要

①成果

研究開発目標	達成度
①低コストCuNb強化材の開発 ・0.2%耐力>250MPa (熱処理後)	①90%: ナノサイズのNbフィラメントを無酸素銅に多数本埋め込んだ複合金属線を開発した。
②低コストCuNb強化材を使用した強化型Nb ₃ Sn線材の開発 ・0.2%耐力>220MPa ・臨界電流密度>=630A/mm ² (12T/4.2K)	②100%: 同CuNb強化材をNb ₃ Sn線の強化構造材に適用し、目標の機械特性、電気特性を達成した。
③CuNb/Nb ₃ Snラザフォード平角ケーブルの開発 ・φ0.8mm×16本 ・臨界電流>=1,900A/13T/4.2K	③90%: CuNb強化型Nb ₃ Sn線を16本用いたラザフォード平角ケーブルを開発し、ワインド&リアクト法にて目標の臨界電流を確保した。
④超伝導コイル実証試験	④80%: 試験装置の制約から直径270mmの

<p>・フープ応力400MPa印加における 臨界電流$\geq 1,700\text{A}/14\text{T}/4.2\text{K}$</p>	<p>超伝導コイルを試作した。電極部近傍のワイヤームーブメントによるクエンチによって目標の85%の通電となったが、クエンチによる特性劣化は見られなかった。撚り戻し素線の臨界電流の値からは、目標の電流容量を有すると判断する。</p>
---	---

②今後の展開

学術会議マスタープランで採択されているわが国の次期定常強磁場施設建設設計画において、50Tハイブリッドマグネット用無冷媒型大口径20T超伝導マグネット、30T超伝導マグネット、および無冷媒型25T超伝導マグネットの線材として活用する予定である。また、核融合炉用超伝導マグネットに使用されるNb3Snのコンジット導体への適用も検討する。

3. 総合所見

概ね目標通りの成果が得られ、イノベーション創出が期待される。低コスト CuNb 強化材を使用した強化型 Nb3Sn 線材およびそれによるラザフォード平角ケーブルを開発し、電気、機械特性の目標を達成、繰返し曲げ歪み効果も確認できた。また、既存設備で長尺素線、ケーブルを製造できており、量産レベルにあると思われる。今後、大学のニーズを中心に展開予定(H26年度:無冷媒超伝導磁石に採用)であるが、民生用としての応用展開も期待したい。