

平成 19 年度顕在化ステージ 事後評価報告書

シーズ顕在化プロデューサー所属機関名:株式会社前川製作所

研究リーダー所属機関名 :早稲田大学

課題名:スラッシュ窒素を用いた超伝導機器の先進的冷却技術に関する研究

1. 顕在化ステージの目的

スラッシュ窒素とは固体窒素と液体窒素の混合流体であり、固体の融解潜熱を有することから、超伝導体の冷却に利用可能であれば、特に電力系統に用いられる超伝導機器の高性能化を期待できる。そのためには下記に示す研究を行い、スラッシュ窒素が電力用機器への適応が可能であることを確認することが本研究の目的である。

- ①スラッシュ窒素冷却時の高温超伝導電力機器の熱的、電気的特性の把握
- ②スラッシュ窒素の高電圧下における絶縁等の電気特性の把握
- ③スラッシュ窒素の固体分離や圧力損失低減のための流動特性の確認

2. 成果の概要 ※研究実施者の完了報告書より抜粋

○大学の研究成果

通電試験においてスラッシュ窒素冷却時の電圧上昇が液体窒素中での電圧上昇に対し低く抑えられていることが明らかとなり、スラッシュ窒素の冷却特性が液体窒素に比べ優れていることが明らかとなった。

さらに、スラッシュ窒素の電気絶縁特性を固相率(固体の割合)のパラメータとして測定したが、絶縁特性に問題は無いということが明らかになった。また固相率が高いほど、絶縁特性にばらつきが少なく安定していると思われる。また、固体窒素が均一に分布しておらず、凝集しているような解析モデルにおいても、特に劣化が生じることはないことが明らかになった。

○企業の研究成果

スラッシュ窒素の長尺搬送に関し、直管を想定した搬送シミュレーションでは固体粒子径を 50 μ 程度に小さくすれば低流速域においても固液分離しない搬送が可能であることを見出した。しかし確認試験においては試験装置の改造を繰り返したものの、模擬粒子として用いた氷が絡まりあい、糸玉状となって搬送されていることが確認され、評価を行うに至らなかった。さらに実際のケーブルを模擬したコルゲート管の搬送シミュレーションでは、コルゲート管で生ずる乱流が粒子の浮揚効果を引き出すことができる可能性を見出した。

3. 総合所見

当初の目標に対して期待したほどの成果は得られなかった。3項目の目標のうち、2つが定性的な検討に留まっている。3つ目の流動特性について水氷の凝集で当初の目標が達成されておらず、そのため全体として目標を達成したとは言い難い。また、その要因分析が具体的かつ的確に行われているとは読み取れなかった。社会的なニーズは大きく、イノベーション創出への期待は大きいものの、今後、格段の研究開発努力が必要と思われる。