

Title	超伝導通信ケーブル系に関する基礎研究
Author(s)	吉清, 治夫
Citation	大阪大学, 1980, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/32509
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉 大阪大学の博士論文について <a>〉 をご参照ください。

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

氏名・(本籍)	吉 清 治 夫
学位の種類	工 学 博 士
学位記番号	第 4 9 7 7 号
学位授与の日付	昭和 55 年 3 月 25 日
学位授与の要件	学位規則第 5 条第 2 項該当
学位論文題目	超伝導通信ケーブル系に関する基礎研究
論文審査委員	(主査) 教授 牧本 利夫
	(副査) 教授 難波 進 教授 藤澤 和男 教授 浜川 圭弘
	教授 末田 正 教授 伊藤 龍象 教授 長谷田泰一郎

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、超伝導同軸線を信号伝送路とし、その同軸線の冷却系を含む通信ケーブル系に関する基礎研究をまとめたものである。

超伝導同軸線は、従来の常温同軸線の性能限界を打破し、飛躍的に大容量で長距離の伝送をねらいとした通信線路である。一方、超伝導通信ケーブル系では、同軸線の他に同軸線を超伝導状態に保持するための断熱外被ケーブル、および冷媒用冷凍機といった冷却系を必要とする特殊性がある。

超伝導同軸線については、まず、使用超伝導材料や構造から定まる固有の伝送特性を把握し、次いで1.6mm径の鉛を超伝導材料に用いた同軸線について、減衰量の劣化および周波数特性上のリップルといった不完全性に着目した測定検討を行った。この同軸線は、1GHzで1dB/km以下の低損失値を示す。主な結果として、固有の減衰量からの増加が付加損失項を導入することによって説明できることを示した。

冷凍機、断熱外被ケーブルを含む冷却系に関しては、冷媒循環系のモデルを仮定し、システムコストの比率の最も大きい冷凍機の冷凍間隔当りのコストを最適化の評価パラメータに選び、主要設計パラメータとの関係を明らかにした。その結果、最適構成例を示すと共に、同軸線材料に転移温度の高い超伝導材料を使用することが経済化に効果的であることを明らかにした。

断熱外被ケーブルについては、100, 200mの長尺試作ケーブルを対象に、この種のケーブルでは初めて低温ヘリウムによる冷却実験を行い、断熱性能を中心とした検討を行った。断熱材や吸着剤による断熱層真空保持についても検討を加え、試作ケーブルに反映させた。冷却実験データに基づき、断熱性能である熱侵入量および冷媒圧送上重要なパラメータとなる冷媒管の摩擦係数を導出し、考察を加

えた。その結果、ケーブル構造の改善点などが明確になった。又、ケーブル接続部に関し、熱侵入の少ない構造を試作検討し、簡単なモデルによる解析結果と比較した。

最後に、同軸線、冷却系の特性を勘案し、超伝導通信ケーブル系の概略想定例を示した。特に、ケーブルの長さ方向の温度上昇を考慮した同軸線の減衰量を導出し、その結果を基に具体的超伝導材料を取上げて信号中継間隔と伝送帯域との関係を求めた。信号中継間隔と伝送帯域との積によって線路の性能比較を行うと、超伝導同軸線は常温の標準同軸線（9.5mm径）に比較して400～600倍の性能を有することを示した。

論文の審査結果の要旨

本論文は超伝導同軸線を信号伝送路とし、断熱外被ケーブル、冷却系を含めた通信ケーブル系に関する基礎的な研究の成果をまとめたものである。銅ベースに鉛を被覆した導体で製作した長尺の同軸線について測定された減衰量周波数特性のリップル、減衰量の経年劣化の原因を究明し、材料、製作法に改良を加えて試作した同軸線の減衰量、ステップパルスの応答など諸特性を明確にしている。また試作の断熱外被ケーブルおよび接続部のヘリウム冷却実験を行い熱侵入量、冷媒管摩擦係数を求め、断熱材、吸着剤による断熱層真空保持について検討を加えて、ケーブル構造の改善点などを明確にしている。次に冷凍機、冷媒ポンプおよび断熱外被ケーブルを含む冷却系モデルを仮定し、冷媒流に関する基本関係式を求めて、システムコストの比率の最も大きい冷凍機の冷凍間隔当りのコストを最適化の評価パラメータに選び、主要設計パラメータとの関係を明らかにしている。これらの成果に基づき、同軸線、冷却系の特性を総合的に勘案して、超伝導同軸通信ケーブル系の概略想定例を示し、ケーブルの長さ方向の冷媒温度上昇を考慮した減衰量を導出して、各種超伝導材料を用いた時の信号中継間隔と伝送帯域を求めている。その結果として、超伝導同軸線は信号中継間隔と伝送帯域との積で示される線路の性能が通常の標準同軸線に比較して格段に勝れたものとなることを結論している。このように本論文は通信工学の発展に寄与するものであり学位論文として価値あるものと認める。