

平成元年 6 月 30 日

専攻		学籍番号		指導教官氏名	
申請者氏名	田々木 守				

論 文 要 旨

論文題目	海底光ケーブル中継伝送方式の高信頼度化に関する研究
------	---------------------------

(要旨 1,200 字以内)

光ファイバ伝送技術を海底伝送方式に適用することにより、従来の周波数分割多重海底同軸伝送方式に比べ、伝送路のデジタル化、光ファイバの広帯域性、細径性による大幅な伝送容量の増大、また、これによる経済性の向上が期待できる。しかし、海底光ケーブル中継伝送方式には極めて高い信頼度が要求される。これは海底という特殊な環境下で使用されるため、一旦、障害が発生すると修理に多大の経費と長期間を要するためである。本論文は、海底光ケーブル中継伝送方式の実用化の決め手となる高信頼度化の観点から、長中継間隔設計法、高速光デジタル中継器のモノリシック集積回路化技術、待機予備光源構成技術及び、伝送路監視制御技術について行った研究の結果をまとめたものである。

本論文では、まず海底光ケーブル中継伝送方式を特徴づける特有の外部環境条件を明らかにし、要求される信頼度、方式寿命及び経済性について述べ、これらの諸条件から高信頼度化が中心的課題であることを導き、海底光ケーブル中継伝送方式実現のための技術的課題を明らかにしている。特に、内部に冗長構成を有する時変故障率のユニットを複数個直列に接続する伝送系における一般的な信頼度評価式を導出し、これに基づいて従来困難且つ煩雑であった具体的システムに対する信頼度簡易計算式を明らかにし、これによって、海底光ケーブル中継伝送方式を構成する要素に対して具体的な信頼度目標を与えた。

伝送路高信頼度化の一手法である長中継間隔設計法について、特に海底の温度環境の特殊性に着目し、中継間隔を制限する受光素子および受信回路の雑音、単一モード光ファイバ伝送系のモード分配雑音等の環境温度依存性と受信感度への影響を要因別に明らかにした。これにより、従来実験的に設定されてきた環境温度変動に対する S/N 余裕設計を高精度化でき、長中継間隔化が可能となった。

光受信部の高感度化による長中継間隔化を目的として、光受信回路の低

雑音設計法を明らかにする。高インピーダンスの受光素子に対する回路雑音を要因別に定量的に解析し、各雑音要因の寄与率を明確にして光受信回路低雑音化の指針を見いだすと共に、伝送速度をパラメータとする雑音最小条件の一般的導出法を与えている。これにより従来試行錯誤的に実行されていた光受信回路の低雑音設計に具体的な手法を提供した。

5 高信頼度な集積化海底光中継器の設計法と特性を明らかにしている。直
流結合を基本形態とする集積回路化光受信増幅部において、単極性パルスに対す
る直流電位偏差補償回路時定数と実効低域遮断周波数の関係を解析し、符号間干
渉による受信感度劣化量を基準とした設計法を明らかにした。また、タイミング
回路について、広い入力ダイナミックレンジに対して出力位相偏差が最小となる
10 設計手法として、増幅器の各動作点での小信号周波数特性の平坦性を評価する方
法を提案し、その妥当性を検証する。更に信頼度並びに特性上の観点からチップ
分割法、インタフェース条件および帯域調整技術等を明らかにして、高速光中継
器のモノリシック集積回路化をはじめて実現している。

15 光部品の信頼度を補償するための待機予備光源構成技術を明らかにして
いる。信頼度解析結果に基づいて、待機予備光源について技術的課題と種々の待
機予備光源構成技術を比較検討し、偏波形光結合器を適用する待機予備光源を提
案してその特性を明らかにする。

20 信頼性に係わる運用面での課題である監視制御技術について、主信号パ
ルス列のマーク率変調を基本とする監視制御信号を提案し、主信号誤り率が監視
制御信号検出感度に与える影響を定量的に解析した。これに基づいて検出フィル
タ帯域並びに変調マーク率差の設計法を与える。これにより伝送路の大幅な劣化
に対する耐力を実証し、主信号マーク率変調信号の監視制御信号への有効性を明
らかにした。

25 本研究の成果を適用した海底光ケーブル中継伝送方式は1986年末か
ら1987年初頭にかけて八戸～苫小牧、宮崎～沖縄間に導入され、高信頼度且
つ安定な総合特性を確認している。最後に諸外国の方式との比較を行い技術的位
置付けと今後の課題について考察している。