

氏 名	進 士 昌 明 しん じ まさ あき
学位の種類	工 学 博 士
学位記番号	論 工 博 第 1655 号
学位授与の日付	昭 和 59 年 1 月 23 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	無 線 中 継 方 式 に お け る ア ン テ ナ 系 の 研 究

論文調査委員 (主 査) 教 授 池 上 文 夫 教 授 池 上 淳 一 教 授 木 村 磐 根

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は各種無線中継方式用アンテナ系の研究結果を述べたものである。無線通信用アンテナ系は、システムの目的によってアンテナの形状、構成、特性が様々である。本論文は、準ミリ波帯中継用の回折網、デジタル中継用のカセグレンアンテナ、国内衛星通信の地球局用および衛星搭載用アンテナを対象とし、理論解析および試作実験により特性の解明を行うとともに、対応する方式構成との関係を系統的に考察して最適設計法を示したもので、6章から成っている。

第1章は序論であり、本研究の背景と研究の概要および意義について述べている。

第2章では、準ミリ波帯の短距離中継方式において、送受信点間の見通しが山岳によって妨げられ電波が減衰する場合、山頂に設置して減衰を軽減する回折網の研究結果を述べている。透過形回折網の原理、利得、周波数特性、傾斜角特性、指向特性などの理論解析、回折網材料の検討を行い、その設計法と適用領域を明らかにした。この方法で設計された回折網を用いて野外伝送実験を行った結果、理論とよく一致する結果を得、また実用上重要なフェージング発生時の特性、着雪の影響についても検討し、十分実用性のあることを示している。

第3章では、アンテナの高性能化について述べている。最近の高度な通信では、従来のアンテナに比べてはるかに高度で異質な特性が要求される。

直交する二つの偏波を独立の伝送チャンネルとして用いるデジタル伝送では、アンテナによる不要な直交偏波の発生がチャンネル間の干渉の原因となる。このような開口面アンテナにおける交叉偏波特性を理論的に分析し、主反射鏡面の機械的ひずみによる位相ひずみがある原因であることを明らかにし、機械ひずみから交叉偏波特性を計算することを可能にした。この結果、交叉偏波特性を改善する設計法を得ている。なおこの計算法はアンテナ開口面上の着雪の影響にも利用できることを示している。

一般に、隣接する多数の無線回線相互間の電波干渉を防止するために、アンテナのサイドローブおよび広角度指向性に対して極めて厳しい要求が課せられる。本章では、これらの特性の理論解析を行うとともに、遮蔽板や回折現象を利用して干渉を軽減する方法を示している。またサイドローブの統計的性質を解

析して通信回線に対する要求とバランスのとれたアンテナの最適設計法について述べている。

第4章では、国内衛星通信方式の地球局アンテナについて述べている。準ミリ波の地球局用として、軸対称形およびオフセット形のカセグレンアンテナのインピーダンス特性、遅延特性、利得、近軸および広角度指向性、雑音温度特性、追尾特性、耐風圧特性など電気的および機械的特性について検討している。これらの条件を満たすアンテナ系の設計試作を行い所要の特性が得られることを確認した。とくにオフセットカセグレンアンテナは集束反射鏡系による給電方式を採用し、これと鏡面修整を施した副反射鏡とを組合せて、すぐれた開口能率と広角度特性を実現している。試作オフセット形アンテナは、軸対称形に比べて、近軸および広角度特性、雑音温度などすべての点ですぐれることが確認された。またこの研究の中では電波星を用いた利得測定を行っているが、この装置を用いて電波星からの雑音電波の20 GHz帯でのフラックス密度の測定も行っている。

第5章では、通信衛星に搭載するアンテナ系について述べている。このアンテナはマイクロ波および準ミリ波(4, 6, 20, 30 GHz)帯を共用し、その指向性がそれぞれ日本全域および本土をカバーするように設計されたホーンレフレクタ形で、この指向性を反射鏡面の整形によるビーム成形技術によって実現した。アンテナ系の諸元は、衛星の軌道位置、トランスポンダおよび地球局の特性などを考慮に入れて決定されるが、アンテナ理論およびシステムの考察にもとづく設計法を明らかにした。また衛星搭載用アンテナは、電気的特性のみならず、衛星打上げおよび宇宙環境に対する機械的および熱的条件を考慮した検討によって設計されている。試作アンテナについてこれらの諸特性を測定し、通信衛星搭載用として要求されるすべての特性が満足されることを確認している。

第6章は以上の結果をまとめた結論である。

論文審査の結果の要旨

最近の無線通信は極めて高度化し、これに伴って多機能、高性能なアンテナ系が要求されるが、システムに対応した設計思想の下に、それぞれの目的に対して様々な形状、構成、特性をもつアンテナ系の最適設計が必要となる。本論文は、地上通信ならびに衛星通信用のアンテナについて、理論解析と試作実験により各種アンテナの最適設計法を解明した研究結果をまとめたもので、主な成果は以下の通りである。

1. 都市間を結ぶ準ミリ波中継方式で、途中の山岳の回折による電波の回折損失を軽減する方法として、電波の回折現象を巧みに利用した人工回折体により無給電中継する透過形回折網を考察し、その諸特性の解析と使用材料の検討により、最適設計法と適用領域を明らかにした。試作回折網の野外伝送実験により、中継所を要せず経済的な回線が実現できることを確認した。

2. デジタル無線通信では、真交する二つの偏波を独立の伝送チャネルとして利用し周波数利用効率を2倍にできるが、不要直交偏波の少ない、すなわち交叉偏波識別度(XPD)が高いアンテナが要求される。これまでその系統的研究がなかったが、交叉偏波の発生原因がアンテナ主反射鏡面の機械的ひずみによる位相ひずみであることを示し、定式化してその特性を解明した。

3. 無線通信の発展とともに、隣接する無線回線相互間の電波干渉が通信を妨害し、アンテナの不要放射の抑圧が極めて重要となる。本研究では不要放射の要因を分析し、その特性を統計的に表示して実回線

における干渉の定量的評価を可能とした。また不要放射の軽減法を考案し、特性を解析するとともに実験によってその有効性を確認した。

4. 衛星通信は国内通信にも利用されるに至り、建物屋上に設置できる小形、高性能の準ミリ波帯地球局アンテナが必要とされる。筆者は特徴的な構成によるオフセットカセグレン形を提案して、従来の軸対称形に比してすぐれた特性の得られることを理論的、実験的に明らかにした。この結果を用いて、衛星追尾機能など地球局特有の機械的条件と調和させたアンテナ系を開発した。

5. わが国の通信衛星搭載用アンテナには、マイクロ波および準ミリ波帯を共用し国内のみを照射する変形指向性が要求される。筆者は反射鏡面に独特の修整を施したホーンレフレクタ形を提案し、小形、軽量で高性能なアンテナ系を設計した。さらに衛星打上げおよび宇宙環境に耐える熱・機械特性に適した材料と構造を検討し、すぐれた特性をもつアンテナ系を開発した。

以上要するに、本論文は最近の無線通信に対応する各種の新形式アンテナの基本特性の解析とシステム的考察にもとづき、それぞれの最適設計法を明らかにするとともに、その成果を用いて実用アンテナの開発に至るまでの技術的要素をも解明したもので、学術上、實際上寄与するところが少なくない。よって本論文は工学博士の学位論文として価値あるものと認める。

また、昭和58年12月10日、論文内容とそれに関連した事項についての試問を行った結果合格と認めた。