

製品紹介

SHV FPU 用 42GHz 帯パラボラアンテナ

鈴木 彰* 森本 晋也*

42 GHz Band Parabolic Antenna for SHV FPU

Akira Suzuki and Shinya Morimoto

放送事業者において 4K・8K^{*1} 番組素材伝送にも対応できる次世代 FPU^{*2} の開発・実運用化が進められている。番組素材伝送用に割り当てられている周波数帯の 1 つにミリ波帯の 42GHz 帯があり、2018 年に 4K・8K 伝送用の 42GHz 帯アンテナ設備の引き合いが得られた。

今回、アンテナ開口能率の向上を図る為、副反射鏡は鏡面修正カーブを採用し、副反射鏡を 4 本のステーで支持する構造に改良することで、客先要求を満足させることができた。本報告ではアンテナの仕様、構造などについて報告する。

Broadcasters are developing and commercializing next-generation FPU's that can also support 4 K / 8 K program material transmission. One of the frequency bands allocated for program material transmission is the millimeter-wave band 42 GHz, and in 2018, inquiries for 42 GHz band antenna equipment for 4 K / 8 K transmission were obtained.

This time, in order to improve the antenna aperture efficiency, the sub-reflector adopted a mirror surface correction curve and a structure was improved to support the sub-reflector with four stays. These improvements met customer requirements. This reports on the specifications and structure of the antenna.

1. はじめに

衛星放送による 4K・8K 放送が開始されており、一層普及していくには中継番組の充実が必須である。従来から放送局外で制作するニュース・スポーツ中継などの映像・音声素材を放送局まで伝送する可搬局の無線伝送においても 4K・8K 化する必要がある。これらを伝送する送受信アンテナ設備として 42GHz 帯 0.3mφ パラボラアンテナを受注した。マイクロ波帯に比べて伝搬路の降雨の影響を受けやすい周波数帯であることから、可能な限り開口能率の高いアンテナの開発・製品化が望まれた。

2. 要求性能

要求性能を表 1 に示す。

3. 42GHz 帯 0.3mφ パラボラアンテナの構造

従来製品及び今回開発したパラボラアンテナ各部の構造を図 1 に示す。

表 1 要求性能

機械的仕様	開口径	0.3m
	焦点距離	0.075m
	固定方法	ワンタッチで組立可能な構造
	防滴・防塵	雨滴・塵等が導波管内に侵入し、性能劣化しないこと
	耐風速	30m/s
電氣的仕様	周波数帯域	41.0~42.0GHz
	偏波	水平・垂直の偏波共用
	V.S.W.R.	1.50 以下
	交差偏波識別度	主ビーム方向において 20dB 以上
	利得	37.0dBi 以上(目標 40.0dBi)

*1 4K・8K：次世代の映像規格で、4K は現行ハイビジョンの 4 倍、8K は 16 倍の画素数

*2 FPU：Field Pickup Unit 放送局外から映像・音声素材を放送スタジオへ伝送する無線中継伝送装置

* 機器統括部 固定通信技術開発部

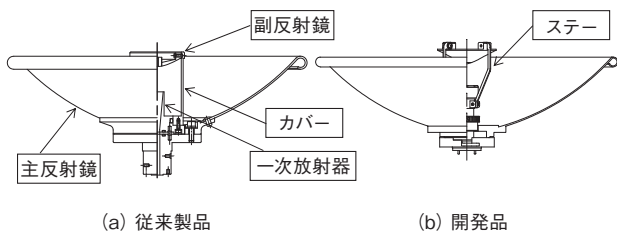


図1 42GHz帯0.3mφパラボラアンテナ

開発したアンテナの形式は、従来製品同様カセグレンアンテナを採用しており、主反射鏡、副反射鏡、一次放射器により構成されている。

従来製品ではポリカーボネート製のカバーで副反射鏡を支持しているが、42GHz帯アンテナにおいては、カバーの通過損失やカバーの加工精度、材料調達ロットの差による電気特性への影響を無視できない。また、主反射鏡は無修正の放物線カーブ、副反射鏡は無修正の双曲面カーブを採用していた為、実現可能なアンテナ開口能率には限界があり、アンテナ構造の見直しが必須であった。

今回、アンテナの開口能率の向上を図る為、主反射鏡は汎用性のある90度開口の放物線カーブ、副反射鏡は鏡面修正カーブを採用した。また、電気特性への影響低減のため、副反射鏡を4本のステアで支持する構造に改良し最適化を図った。

3.1 反射鏡部

カセグレンアンテナを設計する上で開口能率・サイドロブレベル等を決める要素として次のものが挙げられ、それぞれの最適化が必要である。

- ①主反射鏡からの漏洩電力
- ②副反射鏡からの漏洩電力
- ③副反射鏡によるブロッキング
- ④副反射鏡支持材によるブロッキング
- ⑤鏡面の凸凹による電力散乱
- ⑥開口面分布

反射鏡が無修正曲線の場合、①～③を考慮すると主反射鏡サイズにより副反射鏡、一次放射器開口寸法は自ずと決定され、アンテナ開口能率は50～60%程度となる。反射鏡を修正曲線とすることでアンテナ開口能率を上げることができるが、主反射鏡・副反射鏡共に修正することは他用途のアンテナに流用できない可能性があり、都度反射鏡を製作するための設備投資も必要である。

本アンテナを設計するにあたり、自社設計ソフト(SSCAMAEDP, BEDCCDA1)を用い、主反射鏡は

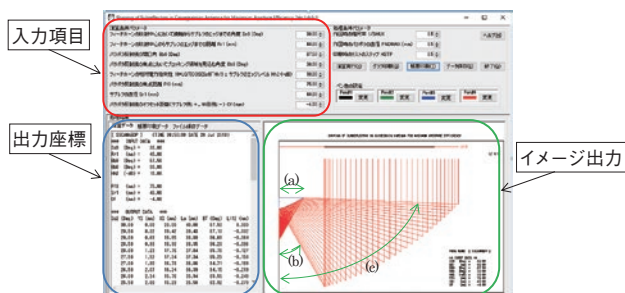


図2 鏡面設計プログラム

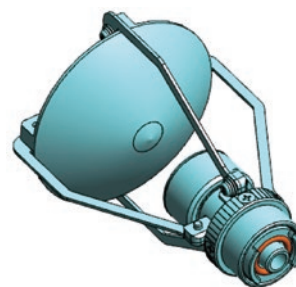


図3 一次放射部 構造

90度開口鏡面とし、副反射鏡のみ鏡面修正する方法で開口能率向上を図った。

プログラム出力結果の一例を図2に示す。従来の修正鏡面設計方法からの変更点として、副反射鏡径(a)を大きくするため、反射鏡焦点と副反射鏡部ブロッキング領域がなす角度(b)を大きく設定したほか、主反射鏡設計開口角(c)を大きく設定し、副反射鏡のエッジレベルを高く設定することで開口能率を最優先として最適化した。

3.2 一次放射部

開発品の一次放射部を図3に示す。本アンテナは可搬用として使用されるアンテナであることから、運用時の組立性を考慮し、副反射鏡、ステア、一次放射器は一体構造とした。

一般的にカセグレンアンテナの一次放射器としては、コルゲートホーン、フレアチェンジホーン、コンカルホーンなどが採用される。コルゲートホーンやフレアチェンジホーンは、広帯域でE面、H面の指向性が揃っており、パラボラアンテナの高効率化には有利であるが、構造も複雑になり、質量が増えることに加えてコスト高となる。本件では、要求仕様の被帯域周波数が2.5%以下であったことから、一次放射器はコンカルホーンを採用した。

副反射鏡を支持するステアは、運用時の組立・分解時に手でつかんで使用されることも想定し、耐風

速仕様以上の機械的強度が必要となる。一方で、電気的にはステーによるブロッキング面積を極力小さくし、遮蔽損や散乱波を小さくすることが好ましい。以上より、ステンレス製のステーを採用し、ステーの厚み方向を薄く、幅方向で機械的強度を持たせる設計とした。ステーの取り付け位置、角度については、ステーによる散乱波が小さくなるように電磁界解析ソフトウェア(WIPL-D)で最適化した(図4)。

3.3 組立方法

本アンテナは反射鏡部、一次放射部、アンテナマウント部の3種類で構成されており、図5の通り2工程で組立でき、組立工具等を必要としない構造となっている。

反射鏡とアンテナマウントの接続は、カメラのレンズ接続機構として使われているベローズマウント機構を採用しており、反射鏡をレールに合わせてはめ込み、反射鏡を回転させてロックできるワンタッチ機構となっている。

一次放射部とアンテナマウントの接続は、キー溝付きインロー構造を採用している。一般的にミリ波帯導波管接続においては位置決めピン付きの規格フランジが使用されるが、ピンの強度が弱く、繰り返し組立・分割するような可搬局の運用には適していない。本構造としたことで繰り返し使用による接続精度の劣化を抑制し、長期にわたってアンテナ性能の再現性が期待できる。

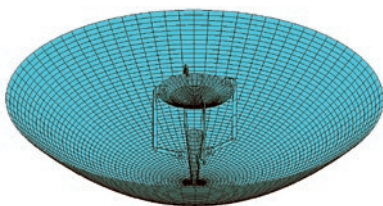


図4 解析モデル

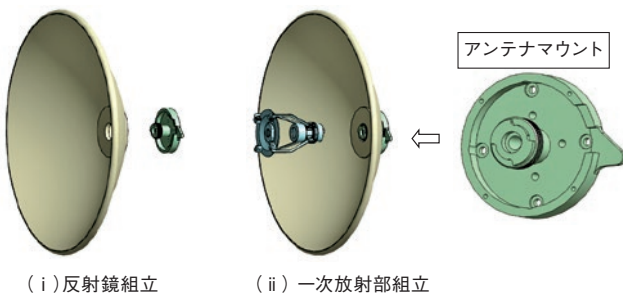


図5 アンテナ組立方法

3.4 収納方法

屋外での使用、繰り返し運搬を想定して、収納袋の材質は耐久性の高いビニロン帆布を採用している。アンテナ収納袋には反射鏡及び一次放射部が収納され、アンテナマウントは高周波部に取り付けた状態で保管される。

収納袋内の緩衝材としては、耐候性、耐薬品性、断熱性、加工性に優れたポリエチレンフォームを採用し、アクリルケースに収納された一次放射部と反射鏡を保護した構造としている(図6)。

4. アンテナ外観・特性

開発したアンテナの水平面内指向性を図7に、絶対利得を表2に、アンテナ及び収納袋の完成写真を写真1に示す。

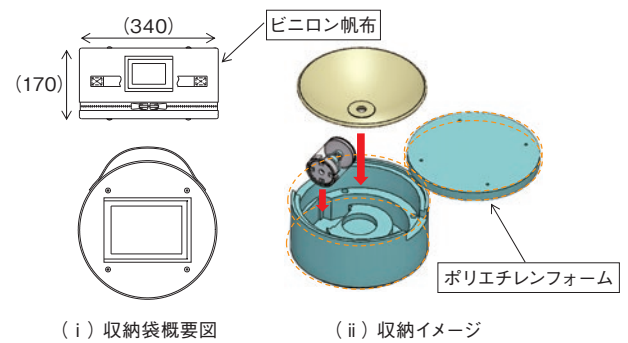


図6 アンテナ収納方法

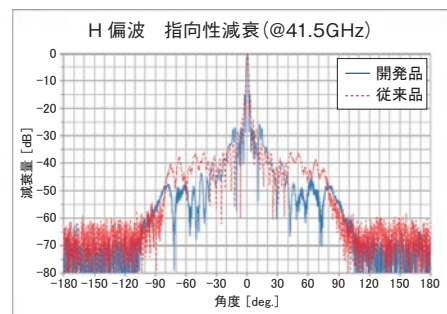
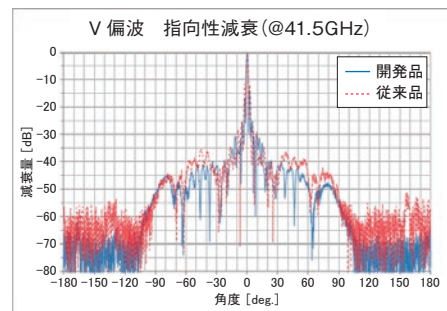


図7 水平面内指向性(従来製品比較)

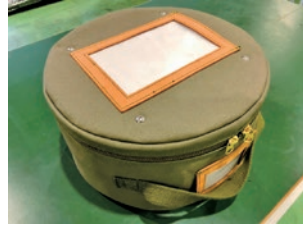
表2 アンテナ絶対利得(従来製品比較)

	41.0GHz	41.5 GHz	42.0 GHz
従来品 [dBi]	39.3 (51%)	39.1 (48%)	38.8 (44%)
開発品 [dBi]	39.9 (59%)	40.5 (66%)	41.0 (72%)

※表中()内数値はアンテナ開口能率を示す



(i) 0.3mφパラボラアンテナ



(ii) 収納袋

写真1 42GHz帯0.3mφパラボラアンテナ

従来品の水平面内指向性に比べて、V偏波、H偏波共に正面方向からの離隔が30°以上の角度でサイドローブ特性が改善できた。絶対利得についても大幅に高効率化(表2参照)することができており、客先目標性能の値を得ることができた。

また、VSWRは1.2程度、交差偏波識別度は40dB程度となり、客先仕様を満足することができた。

5. むすび

今回、副反射鏡曲線及び副反射鏡支持構造の見直しを実施し、従来品の電気特性(利得・指向性)から改善することができた。本アンテナの設計方法は、副反射鏡のみの修正でアンテナ特性改善が期待でき、主反射鏡は既存品を流用できることから、大幅な設備投資することなく現行品のアンテナ性能向上が可能となる。

本アンテナは2019年に納品を行ったが、ミリ波帯アンテナ特有の製作ロットによる電気特性のバラツキや組立前後での特性変動もなく、今回の設計・製造・組立方法の有効性を確認することができた。

6. 営業窓口

本アンテナに対するお問合せは、下記にて承ります。

〒100-0005

東京都千代田区丸の内三丁目3番1号 新東京ビル
電気興業株式会社 中央営業部 営業一課

TEL: 03-6269-9057 FAX: 03-3216-1669

謝 辞

執筆にあたり、ご協力いただいた関係各位に謹んで感謝申し上げます。

☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆



鈴木 彰

平成12年入社
機器統括部 固定通信技術開発部
機構設計に従事



森本 晋也

平成16年入社
機器統括部 固定通信技術開発部
マイクロ波アンテナの開発・製造に従事