アンテナおよび給電線

東北大学工学部 佐藤 利三郎
三 日 市 政 司
森 哲 也

1. ま え が き

カラーテレビの普及により、市街地におけるいろいろな雑音や受信妨害などが目に余るようになり、アンテナと給電線の役割はますます重大化している。一方FM実験局の開局、UHF放送の実施により、ここ2、3年の間これら2つの送受信アンテナの研究が行なわれている。

2. 送信アンテナ

2.1 FM 用送信アンテナ

FM 用送信アンテナは、既設の鉄塔を利用した簡易形

図1 簡易形ユニポールアンテナ

図2 新形スーパーターンスタイルアンテナ

"Antenna and Feeder" by Risaburo Sato, Masashi Mikkaichi and Tetsuya Mori (Faculty of Engineering, Tohoku University, Sendai)

アンテナ¹⁾⁻⁴⁾が検討された。図1にその構造を示す。

2.2 VHF 用送信アンテナ

従来、スーパーゲインアンテナと並び、多く用いられているスーパーターンスタイルアンテナは支持柱に円柱を用いており、円柱半径が大きくなると、指向性のサーキュラリティーが悪化し、また、細くすれば機械的強度の点で問題があった。この欠点を補う目的で開発されたスーパーターンスタイルアンテナ⁵⁾を図2に示す。結果は、多段構成の場合でも、上下段の水平面指向性に差異がない。

そのほか、従来は無指向性のアンテナを主体としてきたが、中継局などにおいては、その性質上、有指向性アンテナが望まれる。このような目的のために、反射板と八木列を組合せたバックファイヤーアンテナ⁶⁾の実用化について検討された。

そのほかに、中継放送局用アンテナとして有効と思われるコーナーレフレクターアンテナ側面板の指向性への影響⁸⁾⁻¹¹⁾として、実用面から実験的検討が行なわれた。また、テレビ中継局用受信アンテナ系¹²⁾⁻¹³⁾の問題として、広く検討を行なっている。

2.3 UHF 用送信アンテナ

UHF 放送の本格実施に伴い、まず既設の鉄塔などを利用する方法として、双曲面反射鏡を利用したアンテナが報告されている¹⁴⁾⁻¹⁹⁾。実験結果は、塔側幅12λでも±5dB以内のサーキュラリティーが得られた。これに類似しているものとして、多面合成アンテナ²⁰⁾⁻²¹⁾が検討された。一次放射器としては、スーパーゲインアンテナ、双ループアンテナ、2ダイポールアンテナなどをおおの6、8、12、16、20面取付けた場合の合成指向性について検討を行なっている。

さらにNHKでは、大電力用送信アンテナとして良好な特性を示す垂直偏波双ループアンテナ²²⁾⁻²³⁾を開発し、すでに実用化している。半値幅約100°で三面合成により無指向性とすることができ、垂直面指向性は1波長ループの特性から広

図3 垂直偏波双ループアンテナ

帯域性を示し 700 MHz 帯では約 100 MHz の帯域がある。図3(a)は概略構造である。図(b)に水平面指向性の例を、図(c)に三面合成の実測例を示す。電力利得は全帯域で 4 dB 以上であり、十分な実用性を有している。このアンテナは NHK 中舞鶴局で実用されている。

また、スロットホーンアンテナ^{24)~26)}の応用に関する検討が行なわれた。その他、UHF 送信用コーナーレフレクターアンテナ²⁷⁾の指向特性について検討されている。

さらに、経済性を考慮したアンテナ研究の一環として反射板付きのアンテナ^{9)10)28)~31)}について、および、テレビ中継放送装置の標準化、FM とテレビのアンテナの共用に関する検討も行なわれた。

3. 受信アンテナ

テレビ放送のチャンネル増加による放送網の拡充、カラ

ーテレビの普及などにより、受信画質の良質化が要求されている。一方、市街地の高層建築物などによる電波の遮蔽、反射など、受信妨害が問題となる。また、自動車や高周波機器などによる雑音障害もある。対策としては雑音発生防止と受信対策が考えられるが、前者に関しては雑音防止対策協議会などが研究活動を進めている。受信対策としては、受信機の性能向上はもとより、受信アンテナの特性改善および受信方法の検討などの諸問題が注目されている。

3.1 FM 用受信アンテナ

この種のアンテナには、大別して FM 専用アンテナと FM-TV 共用アンテナがある。NHK の報告によれば、FM 用 5 素子八木アンテナ³⁵⁾の場合には、その利得は 7 dB、指向性の前後比は約 14 dB、また、インピーダンス特性は VSWR 2.0 以下である。また、FM-TV 共用八木アンテナ 8 素子の場合には、ローバンドにおける利得は 4~5 dB、ハイバンドでは 16 dB、前後比はそれぞれ 10 dB、18 dB で、全周波数帯における VSWR は 2.0 以内である。

3.2 VHF 用受信アンテナ

小形高性能なアンテナとして、抵抗付き小形ループアンテナ^{36)~43)}が研究開発された。このアンテナは単向な指向性を持ち、広帯域であり、小形であるという特長をもっている。しかし、その利得は低い周波数帯域においては低く、現状としては強電界用ゴースト対策用アンテナとして有効である。図4は本アンテナの概略寸法であ

図4 抵抗付ループアンテナ

図 5 U ラインアンテナ

図 6 反射器を組合せた UHF 用 八木アンテナ

図 7 コーナーレフ形反射器を付けた UHF 用 八木アンテナ

る。利得はループ導体を太くすれば向上するが構造上限度があり、改善が望まれる。

このほか、受信アンテナとして最も広く用いられている八木アンテナは、狭帯域で動作する場合は良好な特性を示すが、広帯域の場合は性能が低下しており、満足できない。これらの点に着目し、種々の広帯域化が試みられてきたが、以下に示すような U ラインを用いたア

ンテナが開発された。放射素子の構造を図 5 (a) に示す。図 (b) には利得、VSWR 特性を示す。以上の他、従来の白黒用アンテナに代り、カラー受信用アンテナ^{45) 46)}が要求され、利得、前後比、インピーダンス特性向上などの検討が行なわれた。また、カラー受信上、大きな障害となる反射波などの妨害除去対策として、複数個のアン

テナを組合せた受信方法などについても考慮された。今後、このような経済的で効果的な障害対策が必要となる。

3.3 UHF 用受信アンテナ

U・V 混在のときを迎え、VHF 同様高性能なアンテナの要求とともに U・V 共用アンテナも必要である。この UHF 帯用、U・V 共用受信アンテナ^{47) - 51)}について検討され、一部実用されている。まず、八木アンテナは寸法の小形化ということから、反射器を組合せたアンテナが開発されている。図 6 にこれを示す。また、図 7 はコーナレフ形の反射器を有するものである。次に、V 形対数周期アンテナも広帯域特性で知られるが、八木アンテナにくらべると利得が低い。しかし、図 8 のように鋭い

図 8 対数周期アンテナ

図 9 リングアンテナ

図 10 U・V 共用八木アンテナ

指向性とインピーダンスの広帯域性を有している。またリング状 12 素子受信アンテナは、水平・垂直面ともに指向性が鋭く、インピーダンス特性もすぐれている。雑音障害やゴースト対策にも良好なアンテナである(図 9)。

3.4 VHF・UHF 共用受信アンテナ

図 10 は 5 素子 VHF 用八木アンテナと 12 素子 UHF 用八木アンテナとを組合せたもの⁵¹⁾⁵³⁾である。また、V 形対数周期アンテナの場合には、VHF 帯における指向性は、横方向への放射があつてよくない。UHF 帯においては高利得アンテナとして動作する。この他に、5 素子八木アンテナと 11 素子対数周期アンテナを組合せたアンテナ、90°コーナレフレクターアンテナ、UHF-TV 受信アンテナなどが報告されている。さらには 2 段構成アンテナなど種類も多かった。

3.5 受信用分波器

U・V 共用アンテナで受信する場合、受信機の入力端子は、一般に独立していることが多い。そのため、受信信号を分岐する必要がある。この目的のための分波器は

種々検討されているが、NHK から発表された^{54)~57)}。さらに、平衡・不平衡変換回路なども含め、多くの研究が進められている。

4. アクティブアンテナ

いわゆるアクティブアンテナは H. Meinke⁵⁸⁾により研究が進められ、トランジスタ、トンネルダイオードなどの能動素子を用い、信号の増幅、ミラー効果および周波数変換作用を行なわせるものである。その特長として、(1)小形化、(2)広帯域化、(3)SN 比、について述べている。われわれはその基礎的応用例として、アンテナに低雑音増幅器を組合せ⁵⁹⁾信号レベルの向上をはかり、実用化試験を行なった。これらは、いずれも約 3 dB の指向性利得を有するループアンテナに FET を用いた増幅器を組合せたもので、寸法は $\lambda/10$ 以下である。その特長である単向性は、ゴースト雑音、都市雑音などの抑圧に有効であり、また、増幅器は小形アンテナ特有の効率の低下を補うものであり、総合的な SN 比の改善に役立っている。図 11 にその概略図を示すが、表 1 の種類について検討した。図 12 は本アンテナ(受動)の入力アドミタンス特性を示す。図 13 には感度特性を受動

図 11 アクティブアンテナ概略図

図 12 アクティブアンテナの入力アドミタンス

図 13 アクティブアンテナの利得特性

表 1

	2b	2a	d	R_L
No. 1	300 mm	5	75	300 Ω
No. 2	200	5	150	200
No. 3	200	6	50	300

アンテナの場合と比較して示す。SN 比感度特性は、テレビのセットの場合に準じて行なった。電力感度は全域で 0~10 dB, $\lambda/2$ ダイポールに対する SN 比感度は -6.6~+3.4 dB (300 ϕ) が得られる。

5. 受信用給電線⁶⁰⁾⁶¹⁾

テレビ受信用に広く用いられているリボンフィーダーは、普通の使用状態では問題はないが、経年変化、湿気また海岸では塩害のために損失が増す。また、強電界地域の場合、フィーダーが長くなると、その垂直部で反射波などを拾い、ゴーストの原因となる。UHF 帯ではこれらの影響が強調され、受信不能となることもある。これらの対策には多くの問題があったが、良好な特性の発泡ポリエチレンなどにより改善されている。

フィーダーの特性で重要なのは減衰量である。これは銅線の高周波抵抗によるものと支持物の誘電体損失との和である。前者は周波数の平方根に比例して増し、後者は比例する。

図 14 給電線の減衰量

同軸ケーブルは高周波信号の伝送に用いられてきたが多少高価になるという点を除けば、電氣的、機械的に各種の妨害に対してほとんど影響を受けないという特長を有する。これらの減衰量を図 14 に示す。

6. む す び

以上、41 年度および 42 年度におけるアンテナについて述べたが、今後も放送網の拡充、カラー放送の普及、さらには UHF 放送の技術的研究の要求に伴って、いっそうの技術革新が期待される。特にアクティブアンテナなど、新しい方法による放射や新しい材料の開発などにより、さらにアンテナも進歩することであろう。一方、都市雑音などの受信対策上の問題もクローズアップされ受信アンテナ系についても再考する必要がある。

〔参 考 文 献〕

- 1) 遠藤(幸): FM 放送用簡易送信アンテナ, 放送技術, 19, 1/2 (1966)
- 2) 岡村, 遠藤: FM 放送用簡易指向性アンテナ, 昭41年電気四学会連大予, 981
- 3) 遠藤, 御子柴: FM 放送用簡易形ユニポールアンテナ, 昭42年信学会全大予, 399
- 4) 遠藤, 岡村: 支持柱の回折を利用した送信ユニポールアンテナ, NHK 技術研究, 18, 1 (1966)
- 5) 高橋, 西山ほか: 新型スーパーターンスタイルアンテナ, 昭42年電気四学会連大予, 1318
- 6) 遠藤, 伊藤, 王丸: Backfire Antenna の実験, 昭41年信学会全大予, 310
- 7) IEEE Trans. on Broadcasting, BC-13, 3, July (1967)
- 8) 御子柴, 石川ほか: コーナレフレクタアンテナ側面板の指向性への影響, 昭41年信学会全大予
- 9) 遠藤, 三池田: 有限反射板を考慮した反射板付きアンテナの水平指向性, 信学会アンテナ研資 (41年6月)
- 10) 遠藤, 三池田: 有限反射板を考慮した反射板付きアンテナの水平指向性, NHK 月報, 9, 1 (1966)
- 11) 遠藤, 三池田: 有限反射板を考慮した反射板付きアンテナの水平指向性, テレビ誌, 20, 10 (1966)
- 12) 王丸, 伊藤: TV 中継放送局用受信アンテナ系の諸問題, 信学会アンテナ研資 (42年9月)
- 13) 王丸: 反射形リングアンテナ, NHK 技術研究, 19, 4 (1966)
- 14) 遠藤: UHF 送信アンテナ系の問題, NHK 月報, 9, 6 (1966)
- 15) 永井, スミダほか: UHF 帯送信用ジグザグアンテナの一形式, 昭41年電気四学会連大予, 970
- 16) 松下, 岡村: UHF 反射板付きジグザグアンテナ, 昭41年電気四学会連大予, 971
- 17) 内田, 永井ほか: 双曲面反射鏡を用いた水平偏波全方向性アンテナ, 昭41年信学会全大予, 317
- 18) 内田, 永井ほか: 双曲面反射鏡を用いた水平偏波全方向性アンテナ, 信学会アンテナ研資 (42年3月)
- 19) 内田, 永井ほか: 双曲面反射鏡を用いた水平偏波全方向性アンテナ, テレビ誌, 21, 12 (1967)
- 20) 近藤, 水洗ほか: 多面合成アンテナ, 昭42年電気四学会連大予, 1317
- 21) 遠藤, 水洗ほか: 多面合成アンテナ, 信学会アンテナ研資 (42年1月)
- 22) 遠藤, 王丸ほか: 垂直偏波双ループアンテナ, NHK 技術研究, 19, 1 (1967)
- 23) 遠藤: UHF 大電力送信アンテナ, テレビ誌, 21, 10 (1967)
- 24) 御子柴, 石川ほか: スロットホーンアンテナの UHF 帯への応用, 信学会アンテナ研資 (41年9月)
- 25) 御子柴, 石川ほか: UHF 帯でのスロットホーンアンテナの特性, 昭41年信学会全大予, 319

- 26) 八田, 御子柴ほか: スロットホーンアンテナの利得改善, 昭42年電気四学会連大予, 1319
- 27) 御子柴ほか: UHF-TV 送信用コーナリフレクタアンテナの特性日立評論, 48, 11 (1966)
- 28) 佐藤, 川上, 群司: 広帯域反射板付き金属棒支持一波長アンテナの漏洩電流について, 昭41年電気四学会連大予, 978
- 29) 佐藤, 川上ほか: 反射板付金属棒支持一波長アンテナの金属支持棒の構造と電流阻止作用について, 昭42年電気四学会連大予, 1310
- 30) 三池田, 遠藤: 有限反射板を考慮した反射板付アンテナの指向性, 昭41年電気四学会連大予, 979
- 31) 遠藤, 三池田: 鉄塔巾を考慮した反射板付アンテナの水平指向性, NHK 技術研究, 19, 4 (1967)
- 32) 竹中ほか: 放送技術, 19, 7 (1966)
- 33) 平井: NHK 技研月報, 9, 6 (1966)
- 34) 水洗ほか: テレビ誌, 20, 11 (1966)
- 35) 三池田: 受信対策としてのアンテナ系の問題, NHK受信技術資料
- 36) 三日月, 佐藤ほか: ローデットループアンテナの電流分布, 昭41年信学全大予, 306
- 37) 三日月, 佐藤ほか: loaded loop antenna の電力利得: 昭41年電気四学会連大予, 969
- 38) 三日月, 佐藤ほか: ローデットループアンテナの指向性, 昭42年電気四学会連大予, 1321
- 39) 三日月, 佐藤ほか: 低インピーダンスローデットループアンテナ, 昭42年電気四学会連大予, 1322
- 40) 三日月, 佐藤ほか: 小型ループアンテナの入力インピーダンスについて, 昭42年信学全大予, 391
- 41) 三日月, 佐藤ほか: 抵抗を負荷した小型ループアンテナ, 東北大談話記, 35, 4
- 42) 三日月, 佐藤ほか: 抵抗を負荷した小型ループアンテナ, 信学会アンテナ研資 (41年8月)
- 43) 三日月, 佐藤ほか: 抵抗を負荷した小型ループアンテナ, 信学会アンテナ研資 (42年9月)
- 44) 雄山, 大山ほか: VHF テレビジョン受信用トラップアンテナ, Natio. Tech. Rep., 13, 5
- 45) 今幡: 受信アンテナ系(カラー), 東芝レビュー, 23, 1 (1968)
- 46) 電子技術, 9, 8, July (1967)
- 47) 野口: UHF 受信用広帯域空中線の試作, テレビ誌, 20, 2 (1966)
- 48) 野口, 高橋: UHF 受信アンテナ, テレビ誌, 21, 10 (1967)
- 49) 大山, 河本ほか: UHF テレビ受信用広帯域アンテナ, 昭42年信学全大予, 401
- 50) 松本, 田中: UHF-TV 用受信アンテナ, 昭42年信学全大予, 400
- 51) 岡村: UHF 電波のよりよい受信のために, 放送技術, 19, 11 (1966)
- 52) 松本, 田中: UHF TV 用受信アンテナ, 昭42年電気四学会連大予, 1325
- 53) 岡村, 遠藤: U・V 共用受信アンテナ, NHK 技研月報, 9, 12 (1966)
- 54) NHK 受信技術資料: 受信対策としてのアンテナ系の問題
- 55) 松本, 笹尾: UHF 広帯域分配器, 昭42年電気四学会連大予, 1472
- 56) 佐藤, 川上: テレビ受信用 U・V 共用分波器の試作, 昭41年信学全大予, 362
- 57) 川上: TV 受信用 U・V 共用分波器の試作, 放送技術, 19, 11 (1966)
- 58) Meinke H.: Aktive Antennen, Nachrtech. Z., 19, 12
- 59) 土井, 三日月ほか: アクティブアンテナ, テレビ誌, 22, 2 (1968)
- 60) 三池田: テレビ受信 feeder の塩害障害, 放送技術, 19, 2 (1966)
- 61) 三池田: 受信アンテナ系の問題, NHK 受信技術資料, 6 (1966)
- 62) 鈴木: テレビジョン受信障害防止の研究状況, テレビ誌, 21, 9 (1967)

UDC 621.397.62

特 集 テレビジョン年報

受 像 機

松下電器産業株式会社 伊 藤 公 夫

1. ま え が き

カラー受像機の普及台数は、昭和42年末には100万台の万台を越えた。白黒受像機の普及の初期段階においても、累計100万台を越えた昭和33年から急速な普及を始めたが、カラーテレビに関しても、ちょうどその時期が到来して、今後急速な伸びが予想される。図1、図2に日本および米国の白黒およびカラー受像機の年度別需要数を示したが、米国では昭和42年にはカラーの生産台数が白黒とほとんど同一となった。わが国においても数年後にはその時期が到来するものと思われる。

米国における昭和42年10月度の白黒、カラーの形式別販売数を見ると図3のようであり、明かにカラーは大形据置用のコンソールに、白黒は小形ポータブルに中心がある。これはカラーは家族の団らんとして使用されるの

図1 日本におけるテレビ需要推移

に対して、白黒は個人用あるいは移動用として使用されているものが多いと思われる。わが国においても、逐次この傾向が現われつつある。

2. 白 黒 受 像 機

2.1 概 論

現在の白黒受像機は、19形、16形、12形を中心にし

“Television Receivers” by Kimio Ito (Matsushita Electric Industries Co., Ltd., Osaka)