

テレビ送信鉄塔柱を利用した中波かご形空中線の実用化

正会員 大谷 誠[†], 柳田 正一^{**}, 正会員 岡村 浩志[†]
正会員 溝上 徹[†], 正会員 中 尚[†]

1. ま え が き

送信電力 100 W の小規模な中波ラジオ中継局を建設しようとする場合、放送機が低廉化されてきているなかで、送信空中線を建設するためのコストは依然として高く、全体の建設費の中で大きな割合を占めている。さらに、支線アンカーのための土地や支線の下土地、アースを敷設するための土地を購入するとすればこれらの経費が加わり、100 W のラジオ中継局 1 局建設するための経費は数千万円にもなる。中波ラジオ空中線の建設費を削減するために、小型アンテナ、自立式アンテナの開発、実用例も示されているが¹⁾、建設費を低廉化するためのひとつの手段として、既設のテレビ送信鉄塔を利用して中波空中線を建設する方法が考えられる。この方式では、中波放送機を設置する局舎や自家発用エンジンもテレビ中継局と共用することができ、コスト削減の効果が大きい。

今回、奄美大島・瀬戸内テレビ中継局において、テレビ送信鉄塔を利用した中波ラジオ放送局用かご形アンテナを実用化したので、その概要を報告する。

2. かご形アンテナの構造

奄美大島・瀬戸内テレビ中継局は高知山（海拔 415 m）に設置され、総合：500 W，教育：500 W，FM：100 W で送信しており、瀬戸内町を中心としたサービスエリア内の世帯数は約 7000 である。

テレビ送信空中線は図 1 のように、テレビ用 6 段スーパパターンアンテナ（総合 6 ch，教育 10 ch 共用）と FM 用 2 段 4 面双ループアンテナで構成されており、

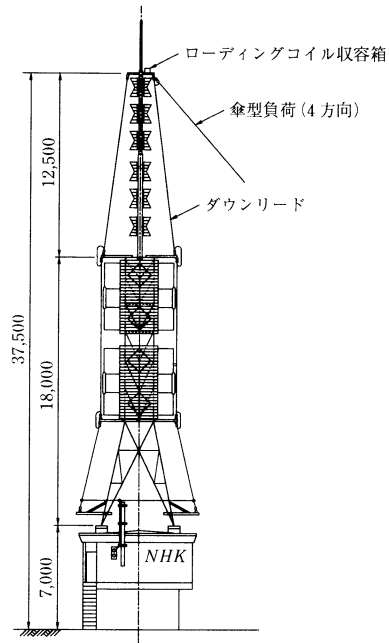


図 1 かご形アンテナの構造
Structure of cage antenna.

局舎屋上までの高さは 7 m，鉄塔の地上高は 37.5 m である。このテレビ送信柱の頂部から 4 本のダウンリードを下ろし、頂部においてダウンリードはローディングコイルを介して鉄塔に接続するとともに、長さ 15 m の 4 本の傘型負荷に接続している。ローディングコイルは、かご形アンテナの入力インピーダンスを調整するとともに、空中線効率を上げる働きをする¹⁾。給電点はダウンリード下部であり、局舎の 2 階（高さ 4 m）に置かれた放送機に壁貫通端子を通して接続されている。放送機のマイナス側は、局舎内の接地線を通して地上のラジアルアースに接続されている。

ラジアルアースはできるだけ広い方が良いが、設置場所が山の頂上のため平地のように均一に敷設できな

[†] NHK 技術局

^{**} NHK 鹿児島放送局

“Medium Wave Cage Antenna Installed on TV Transmitting Tower” by Makoto Ohtani, Hiroshi Okamura Tohru Mizokami, Hisashi Naka (NHK Engineering Administration Department, Tokyo) and Shohichi Yanagida (NHK Kagoshima Station, Kagoshima)

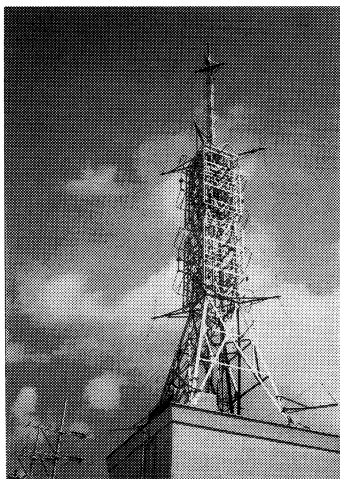


写真 1 テレビ送信鉄塔に取付けられたかご型アンテナ
Cage antenna installed in TV transmitting antenna tower.

い。実際の工事では、既設道路や斜面の部分も含め、鉄塔を中心として平均半径 25 m の中に 120 本のアース線を敷設した。道路の舗装している部分については、舗装をはがした後、深さ 30 cm にラジアルアースを敷設し、再び舗装を行った。テレビ中継局の局舎のまわりには「はぶ返し」と呼ばれる高さ 2 m の鉄筋コンクリート塀がめぐらされているが、この部分については 60 カ所の穴を貫通し、外と内のラジアルアースを接続している。

3. インピーダンス特性

図 2 は、傘形負荷を 4 本とし、頂部ローディングコイルを $8 \mu\text{H}$ と $11.5 \mu\text{H}$ に変えた場合のインピーダンス特性実測値である。図 3 は、頂部負荷ローディングコイルを $12.5 \mu\text{H}$ 一定とし、傘なしの場合と傘 1 本の場合のインピーダンス特性を比較したものである。

これらのインピーダンス特性は図 4 のように、このかご形アンテナを基部絶縁型アンテナとして見たときの放射インピーダンス $R_a - jX_a$ と、鉄塔柱を中心導体、外側のダウンリードを外導体とする同軸線路の先端にローディングコイルを接続して下端から見たインピーダンス jXL が並列に接続されている回路のインピーダンス特性に近似できる¹⁾。

図 2、図 3 のようにローディングコイルのインダクタンス L を大きくすると並列リアクタンス jXL が大きくなるため、並列共振周波数を下げる方向に働き、また、傘の数を少なくすると放射抵抗 R_a が小さくな

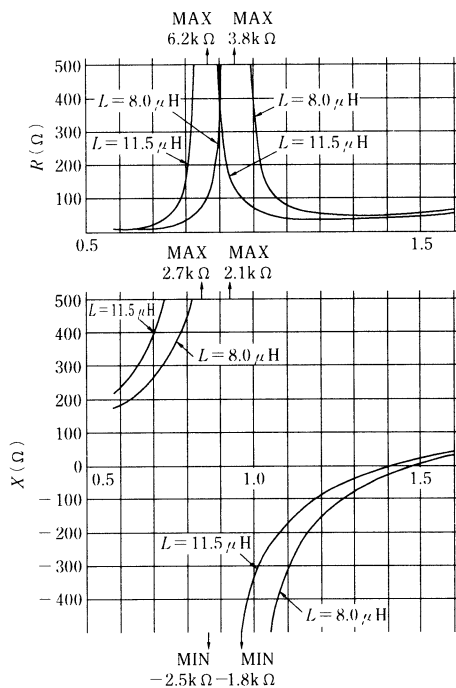


図 2 かご型アンテナの入力インピーダンス
(傘 4 本一定)

Input impedance of cage antenna.
(number of loading wire is kept in 4)

るとともに、放射リアクタンス $-jX_a$ が大きくなるため並列共振周波数が高くなり、インピーダンスのピークが大きくなる傾向がある。

4. 効 率

今回、実用化したかご形アンテナを使用して、空中線電力 100 W、周波数 1026 kHz で送信し、5 カ所の測定点における電界強度を測定した。表 1 は、ローディングコイルのインダクタンスおよび傘の本数を変えた場合の、各測定点における電界強度実測値から算出した空中線効率である。

表 1 からわかるとおり、傘の本数は多いほど効率は良く、また、ローディングコイルのインダクタンスは給電点インピーダンスの抵抗分が大きくなるように (150Ω 以上) 調整した方が効率は良くなる傾向がある。

各測定点のうち、俯角の大きな山のふもとでの測定点(阿木名, 古仁屋港, 久根津)の電界は、俯角の小さな山の尾根の測定点(キャンマ山, 展望台)の電界より 4~6 dB 低いが、これは中波送信空中線の垂直指向性によるものと考えられる。

なお、実験的に半径 20 m 内に 32 本の銅線を舗装

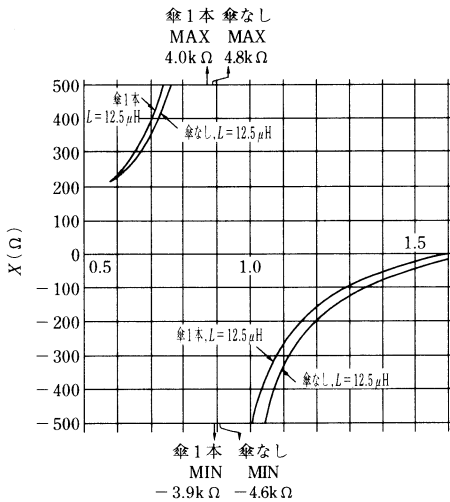
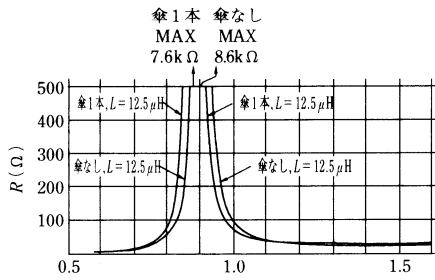


図3 かご形アンテナの入力インピーダンス (ローディングコイルの $L=12.5 \mu\text{H}$ 一定)
Input impedance of cage antenna.
(inductance of loading coil is kept in $12.5 \mu\text{H}$)

部分を含む周囲の土の上にはわせ、各銅線の先端で打ち込み接地棒に接続した形状のラジアルアースを使用した場合、ローディングコイルを最良に調整しても表1の5地点における効率の平均値は15.1%であった。実験的に敷設したラジアルアースの接地抵抗は10.6Ω、本設ラジアルアースの接地抵抗は3.0Ωであり、この差が効率の差となって現れている。

5. む す び

以上のように、テレビ送信鉄塔を利用した中波空中線を実用化することができた。このアンテナの取付工事中は7地点において、テレビ、FM放送波の電界強度とビート妨害、ゴーストなどの画質、音質を監視したが、工事前後および中波送信のON/OFFによる変化は認められず、また、中波受信波のS/Nもテレビ、FM波のON/OFFで変化しないので、テレビ、

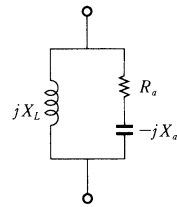


図4 かご型アンテナの等価回路
Equivalent circuit of cage antenna.

表1 アンテナ構造による効率の違い
Measured antenna efficiency.

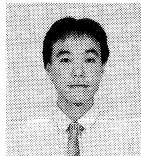
アンテナ構造	測定ポイント						平均効率	給電点インピーダンス (Ω) ($f=1026 \text{ kHz}$)
	方位	阿木名	キャンマ山	古仁屋港	久根津	展望台		
	距離	88度	154度	184度	280度	342度		
	俯角	2.07 km	1.43 km	2.79 km	1.93 km	0.87 km		
		11.3°	4.6°	8.5°	12.1°	1.0°		
傘なし, ローディング $L=0$		6.0%	—	4.8%	—	18.6%	9.8%	$29.8 + j 349$
傘なし, " $L=12.5 \mu\text{H}$		10.7	—	9.5	—	37.2	19.1	$65.7 - j 541$
傘1本, " $L=12.5 \mu\text{H}$		12.0	—	12.0	—	41.7	21.9	$56.4 - j 420$
傘1本, " $L=10.5 \mu\text{H}$		12.0	—	12.0	—	41.7	21.9	$103 - j 627$
傘2本, " $L=11.5 \mu\text{H}$		13.5	—	15.1	—	41.7	23.4	$67.5 - j 417$
傘4本, " $L=14.5 \mu\text{H}$		12.9	—	13.5	—	37.2	21.2	$35.9 - j 179$
傘4本, " $L=11.5 \mu\text{H}$		13.5	—	13.5	—	41.7	22.9	$54.7 - j 275$
傘4本, " $L=8.6 \mu\text{H}$		14.1	—	15.1	—	41.7	23.6	$119 - j 480$
傘4本, " $L=8.0 \mu\text{H}$		15.1	—	17.0	—	52.5	28.2	$164 - j 577$
傘4本, " $L=7.5 \mu\text{H}$		19.1	51.3	10.7	13.2	52.5	29.4	$194 - j 644$
傘4本, " $L=6.8 \mu\text{H}$		15.1	—	17.0	—	52.5	28.2	$312 - j 820$

FM 放送波とラジオ放送波の間の干渉については問題ないといえることができる。今後、このようなアンテナが中波ラジオ局建設費の低廉化の有効な手段として発展することを期待したい。

(1994年9月16日受付, 1994年11月18日再受付)

〔参 考 文 献〕

- 1) 森田, 三田市, 高橋: “支線付きアンテナについて”, 信学技報, AP 87-38 (June 1987)



おおたに まこと
大谷 誠 昭和55年, NHKに入局。送出技術局, 新潟放送局を経て, 平成3年より, 技術局送信技術センターに勤務。主として, 空中線設備の建設保管理業務を担当。正会員。



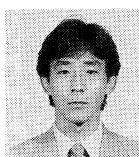
やなぎだ しろういち
柳田 正一 昭和45年, NHKに入局。鹿児島放送局, 熊本放送局を経て, 現在, 鹿児島放送局付, (株)NHK アイテックにおいて, 主として送信関係の保守管理業務を担当。



おかむら ひろし
岡村 浩志 昭和39年, 早稲田大学理工学部卒業。昭和34年, NHKに入局。技術研究所において, 双ループアンテナ, ファクシミリ放送, 文字多重放送の開発を担当。昭和56年より同技術局において, 無線伝送設備, デジタル圧縮装置の整備, 開発を担当。送信技術センターチーフエンジニア。正会員。



みぞがみ とおる
溝上 徹 昭和48年, NHKに入局。佐世保, 北九州, 熊本放送局, 葛蒲久喜ラジオ放送所を経て, 平成5年より, 技術局送信技術センターに勤務。主として送信ネットワークの計画管理業務に従事。正会員。



なか ひさし
中 尚 昭和57年, 東北大学工学部電子工学科卒業。同年, NHKに入局。徳島放送局, 葛蒲久喜ラジオ放送所に勤務。平成元年より, 技術局送信技術センターに勤務し, 現在に至る。放送機的设计に従事。正会員。