



Title	薄型空洞スロットアンテナの測定について
Author(s)	柏木, 道朗; 中岡, 快二郎; 伊藤, 精彦 他
Citation	北海道大學工學部研究報告, 64, 53-62
Issue Date	1972-03-30
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/41090
Type	departmental bulletin paper
File Information	64_53-62.pdf



薄型空洞スロットアンテナの測定について

柏木 道朗* 中岡快二郎* 伊藤 精彦* 松本 正*

(昭和46年11月30日受理)

On Measurements of the Input Impedance of Shallow-Cavity-Backed Slot Antenna

Michio KASHIWAGI, Kaijiro NAKAOKA, Kiyohiko ITOH, and Tadashi MATSUMOTO

(Received November 30, 1971)

Abstract

Radio signal received by moving vehicles in mountainous regions or in cities with high buildings may exhibit violent amplitude fluctuations because of the existence of standing-wave patterns. An energy density antenna which samples the electromagnetic energy density has been suggested as a means for combatting this special fading phenomenon.

One of authors has proposed a unipole and crossed slots combination as a novel and convenient energy density antenna. It has been also reported that a shallow-cavity-backed slot antenna is convenient as a slot for the above mentioned slots and unipole combination.

This report deals with the experimental results of the input impedance of this shallow-cavity-backed slot antenna, and with the comparison of the experimental results with the theoretical that we have published already. The theoretical results are in approximate agreement with the experiment.

1. ま え が き

移動無線用エネルギー密度アンテナ¹⁾として、スロットユニポール結合型アンテナシステムが、筆者の一人により提案され²⁾、そのスロットアンテナ部には、車載用として、種々の利点を持つ、薄型空洞スロットアンテナをこれまでに提案し、そのアンテナとしての特性を理論的には明らかにして来た³⁾。

今回、実験的に、その裏づけを行なったので報告する。

2. スロットアンテナの測定パラメーター

いま、図1のような薄型空洞スロットアンテナの入力インピーダンスは、スロット上の伝搬定数が決定されれば、容易に決定されることはすでに報告されている³⁾。

それによると、このスロットアンテナの中央給電における入力インピーダンスは非常に大きな値となる。したがって、同軸線の特性抵抗 50 オームと整合をとるためには、オフセット給電を行なわなければならないことは既に周知のことである。そこで実際の入力インピーダンスの測定結果について報告する前に、もう一度オフセット給電及び給電点における入力インピーダンスの考え方を説明しておく。

* 電子工学科 電波伝送工学講座

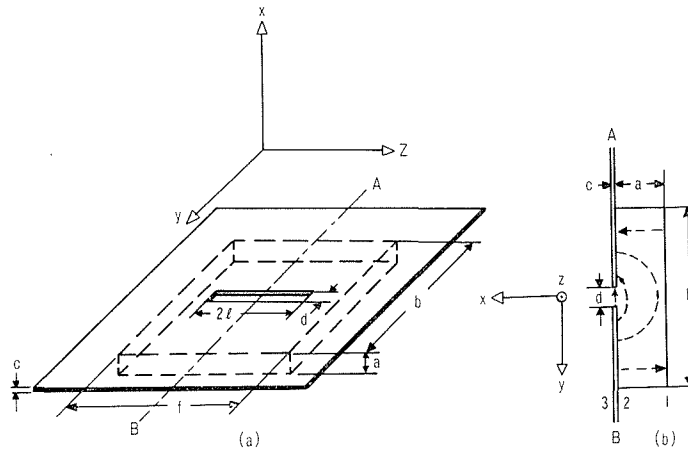


図1 薄型空胴スロットアンテナ

中央給電点における給電電圧を $V(0)$ 、入力インピーダンスを $Z_{feed}(0)$ とし、スロット端から δ だけ中央に寄った点の電圧を $V(\delta)$ 、入力インピーダンスを $Z(\delta)$ とすると

$$Z(\delta) = \left(\frac{V(\delta)}{V(0)} \right)^2 \cdot Z_{feed}(0) = n^2 Z(0)$$

となる。ここに n は、図2のように、スロット上の電圧は正弦波状に分布すると仮定して

$$\frac{V(\delta)}{V(0)} = \frac{\sin \beta_z l}{\sin \beta_z l} = n$$

とおいてある。

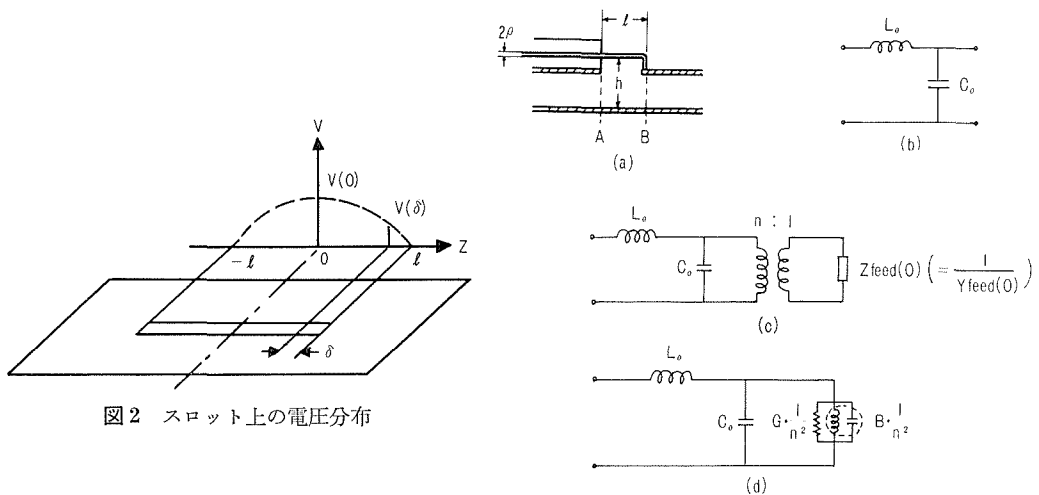


図2 スロット上の電圧分布

図3 給電部分の等価回路表示

同軸給電線は、スロットアンテナと図3aのように結合しているため、実際には給電点において電磁界の乱れがあるから、これを何らかの回路定数で評価しなければならない。

たとえば、図3bを給電部分の等価回路として採用し、スロットの放射インピーダンスに並列に C_o 、直列に L_o を考えれば、A点よりみこんだスロットアンテナの等価回路表示は図3cのようになり、スロットの半波長付近では図3dのようになる。

ここで L_o として AB 間の同軸内導体のもつインダクタンスを考えれば、単位長当りのインダ

クタンスは,

$$L = \frac{\mu}{2\pi} \ln \frac{2h}{\rho} \quad [H/m]$$

を用いて

$$L_0 = l \cdot L \quad [H]$$

となる。

3. 入力インピーダンスの測定

図4に示したアンテナを用いて、オフセット位置 $\delta = 1.1, 1.7, 2.5, 3.5, 4.5, 6.0, 8.3$ cm (中央) において入力インピーダンスを測定した。その結果は図5, 図6, に示されている。また同じアンテナについて、中央給電における入力インピーダンスの計算値を図7に示す。

ここでは、給電部の等価回路定数を含めて考えた入力インピーダンスの計算値と、測定結果とを比較する。

まず、図9の中央給電の入力インピーダンスについて考える。測定値と計算値の共振点を一致させるために、入力アドミタンスの計算値、図8において、927

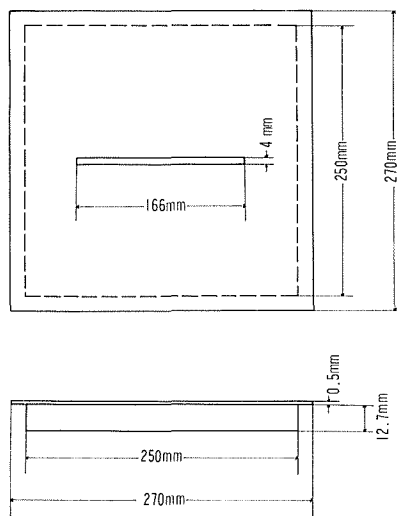


図4 実験に使用したスロットアンテナ

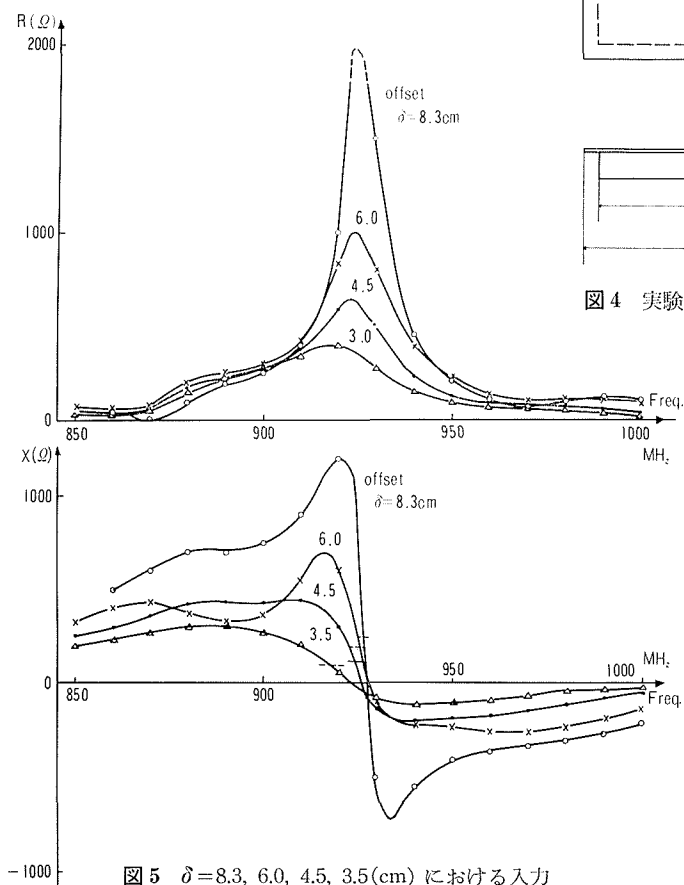


図5 $\delta = 8.3, 6.0, 4.5, 3.5$ (cm) における入力インピーダンスの測定値

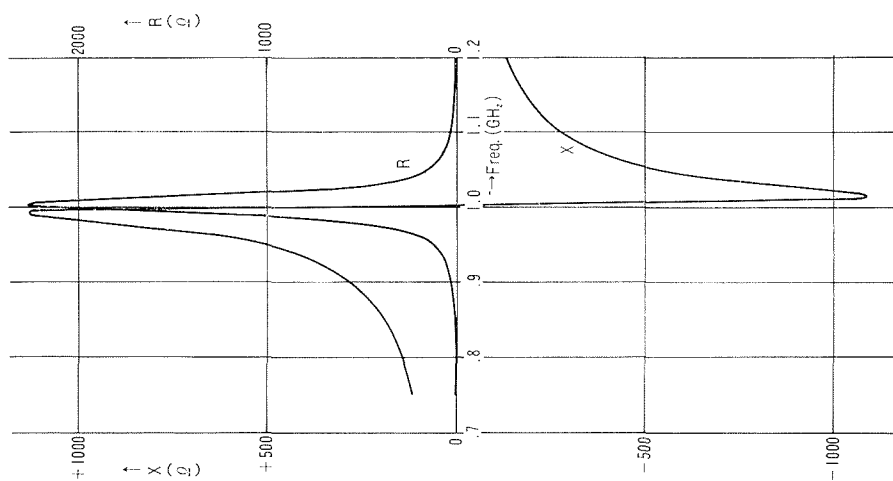


図7 中央給電における入カインピーダンス
(理論値)

$a=0.0127m$, $b=0.24m$, $c=0.0005m$,
 $d=0.004m$, $l=0.08325m$

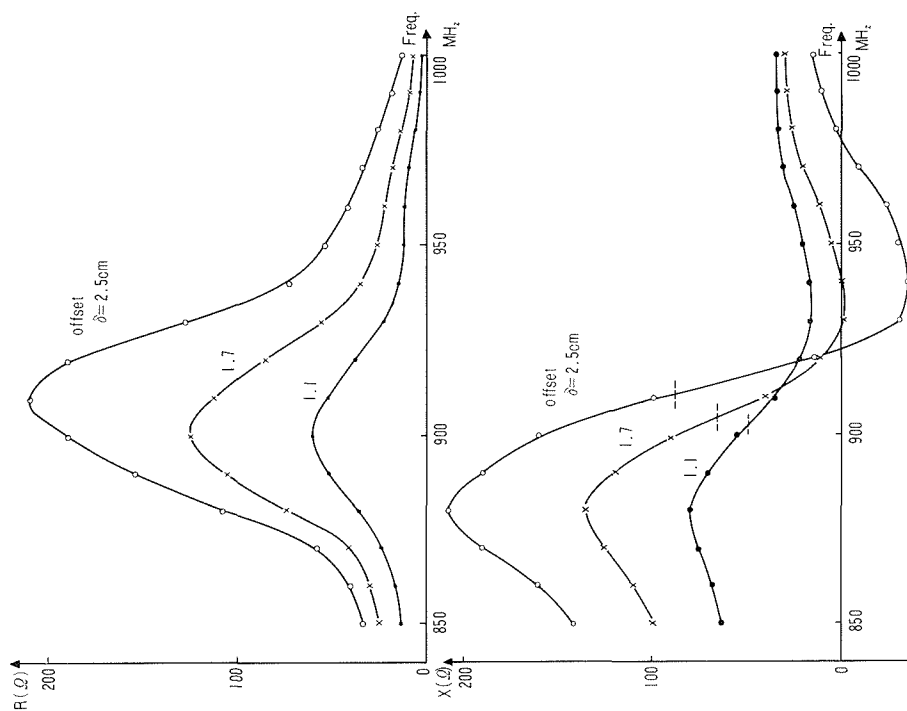


図6 $\delta=2.5, 1.7, 1.1(\text{cm})$ における入カインピーダンスの測定値

HM_z で $B=0$ となるように $B_0=2.60 \times 10^{-3}$ モーなるサセプタンスを仮定してインピーダンスを計算し、さらに直列リアクタンス $X_0=250$ オームを考慮した結果は図9に示されている通りであり、アンテナの実験としては、計算値と測定値とはかなりよく一致している。

給電部の等価回路中の C_0 , L_0 は B_0 , X_0 から求められ、今の場合 $927MHz$ において $C_0=0.45 pF$, $L_0=42.9 nH$ ($=42.9 \times 10^{-9}H$)となる。同様に、各結電点において、インピーダンスの抵抗部が最大の周波数と一致するように B_0 を決定し、抵抗の最大値が合うように適当に n^2 を決めリアクタンスが一致するように X_{Lo} を定めた結果は表-1に示し、また図9~15図には

測定値と共に示してある。表中で C_0 , L_0 は B_{Co} , X_{Lo} から求めたもので共振周波数における値を示し、これらのオフセット位置に対する変化の様子は図16、図17に示してある。

表-1

オフセット cm	共 振 点 MHz	B_0 mho	n^2	B_{Co}^* mho	C_0 μF	X_{Lo} ohm	L_0 nH
8.3(中央)	927	2.60×10^{-3}	1	2.6×10^{-3}	0.45	250	42.9
6.0	925	2.65	0.42	6.31	1.09	200	34.4
4.5	923	2.70	0.28	9.60	1.66	120	20.7
3.5	918	2.90	0.2	14.5	2.52	100	17.3
2.5	910	3.17	0.1	31.7	5.55	90	15.7
1.7	904	3.35	0.06	55.8	9.83	65	11.4
1.1	902	3.45	0.028	123	21.7	50	8.83

$$* B_{Co} = \frac{1}{n^2} B_0$$

次に、給電線の中心導体のインダクタンスと考えた X_{Lo} を計算する。ここでは外導体外径 $3.58mm$ 、中心導体外径 $0.90mm$ の semi-rigid coaxial cable を使用したから

$$h=15mm, \quad \rho=0.45mm, \quad l=5mm$$

とすれば、インダクタンスは

$$L = \frac{\mu_0}{2\pi} \ln \frac{2h}{\rho} = 8.40 \times 10^{-7} \quad [H/m]$$

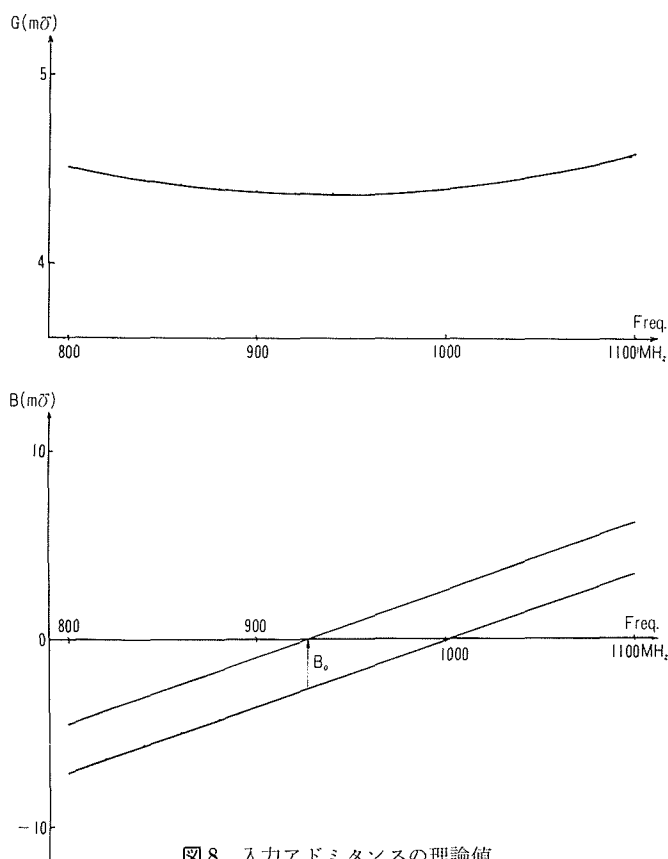


図8 入力アドミタンスの理論値

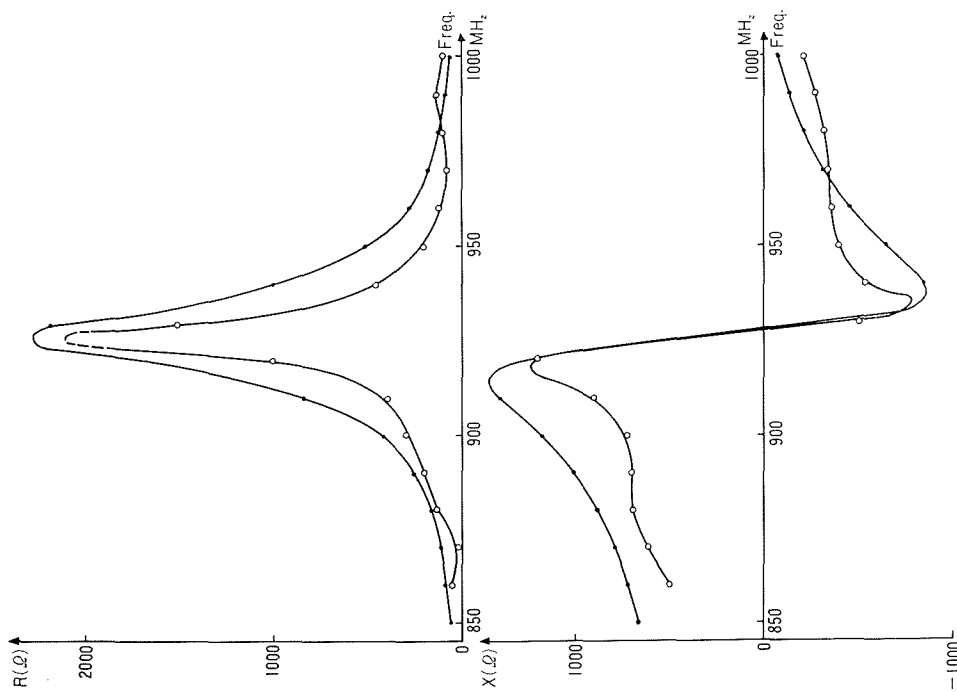


図9 理論値と測定値の比較 $\delta=8.3\text{cm}$ (中央)
○: 測定値, 実線: 理論値

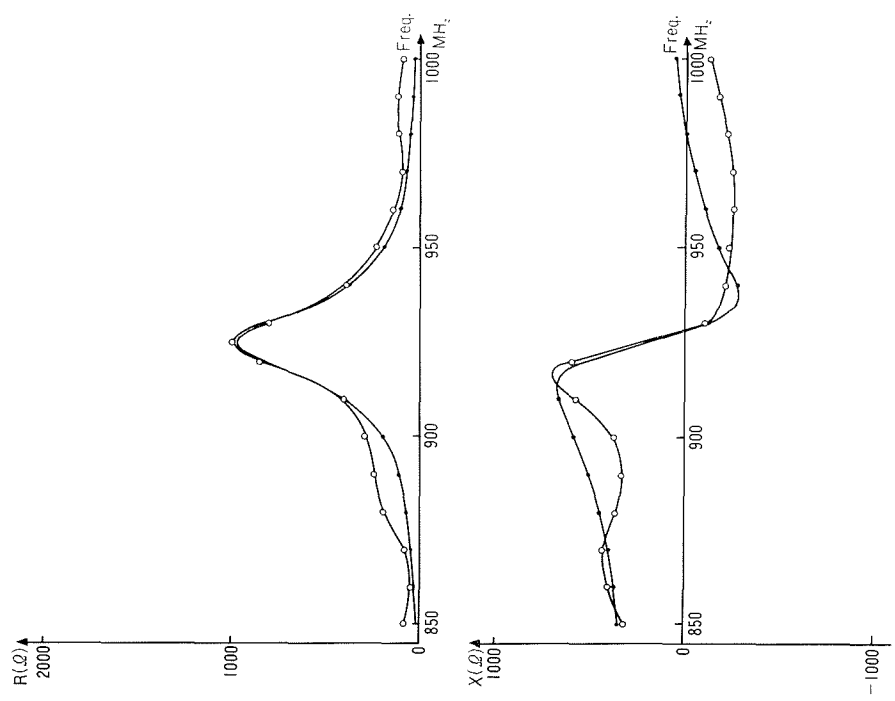


図10 理論値と測定値の比較 $\delta=6.0\text{cm}$
○: 測定値, 実線: 理論値

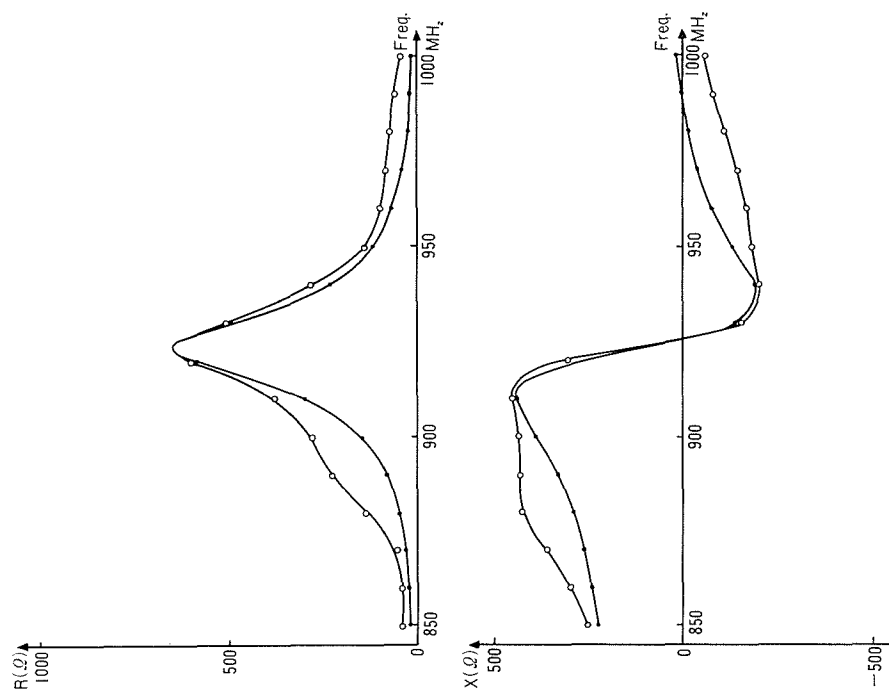


図 11 理論値と測定値の比較 $\delta = 4.5$ cm
 ○ : 測定値, 実線 : 理論値

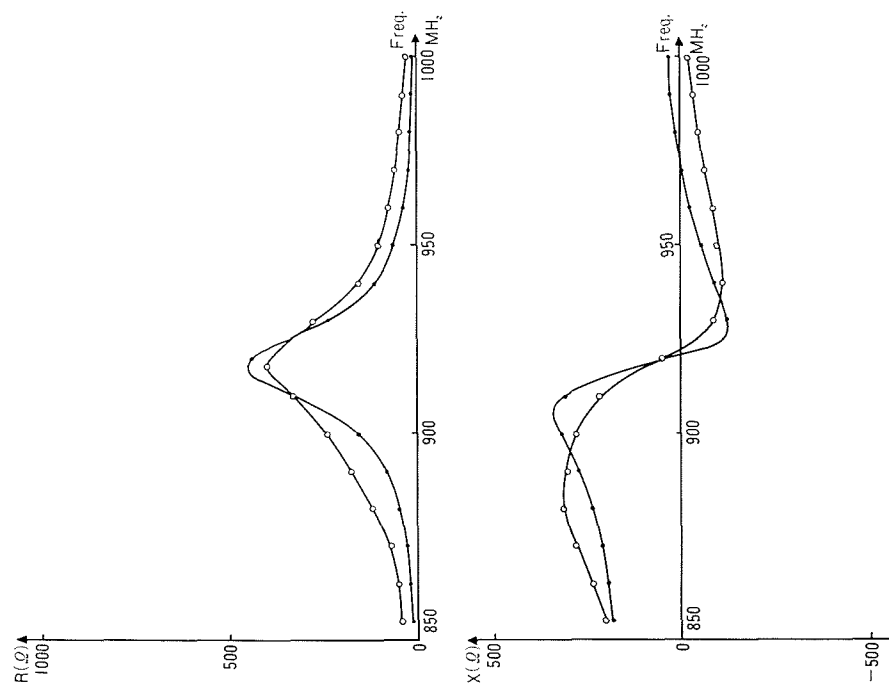


図 12 理論値と測定値の比較 $\delta = 3.5$ cm
 ○ : 測定値, 実線 : 理論値

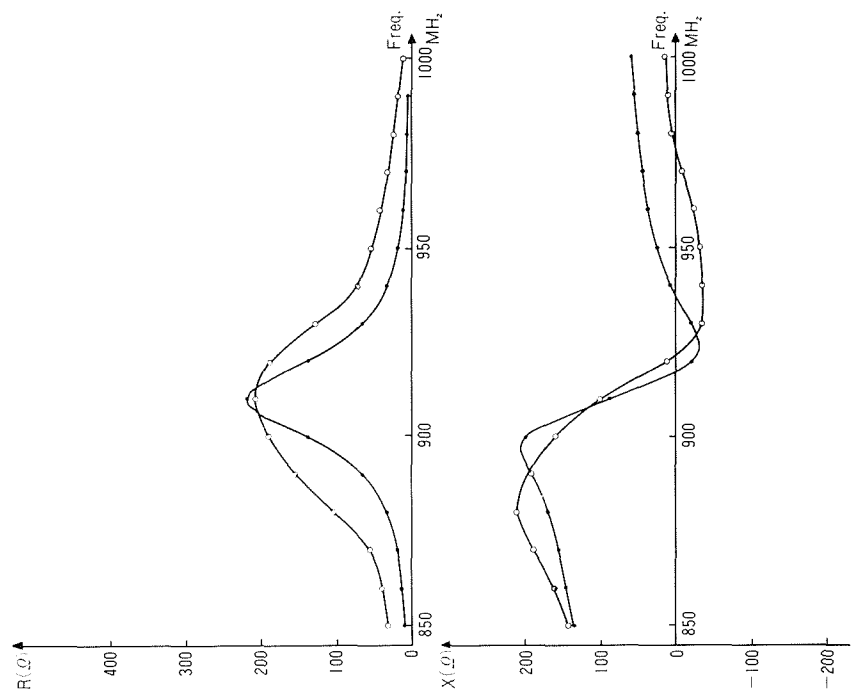


図 13 理論値と測定値の比較 $\delta = 2.5$ cm
○: 測定値, 実線: 理論値

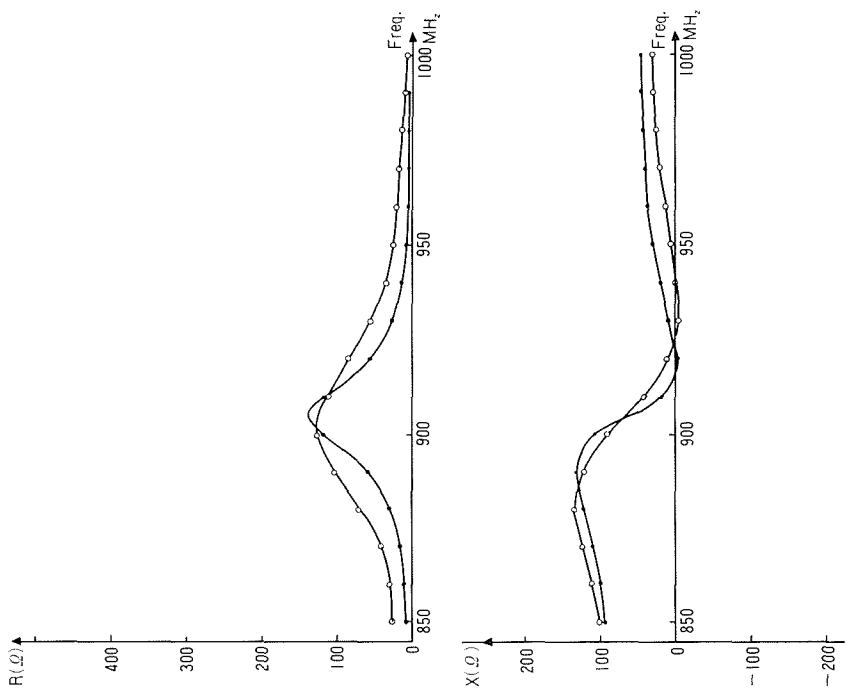


図 14 理論値と測定値の比較 $\delta = 1.7$ cm
○: 測定値, 実線: 理論値

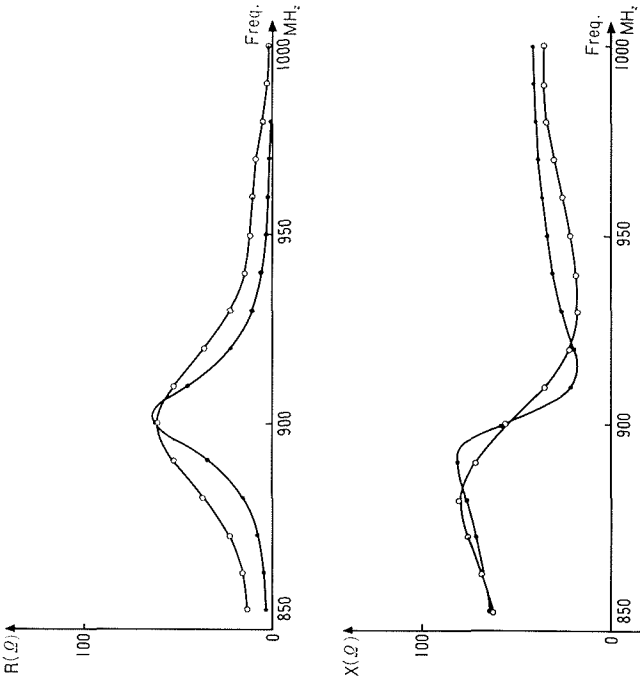


図 15 理論値と測定値の比較 $\delta=1.1\text{ cm}$
○: 測定値, 実線: 理論値

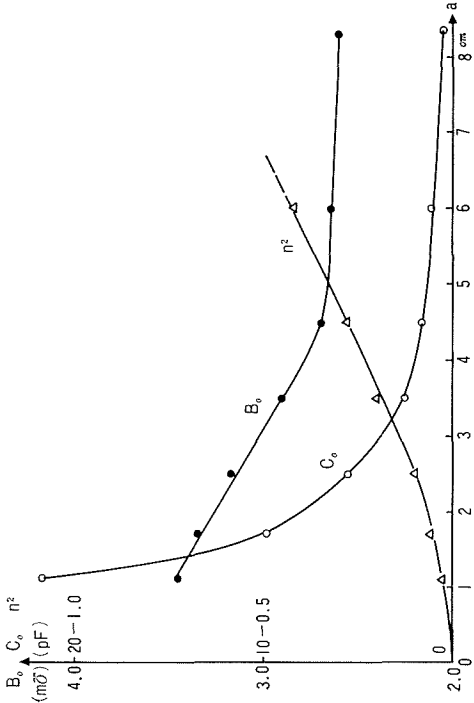


図 16 オフセット位置に対する, B_0 , C_0 , n^2 の変化の様子

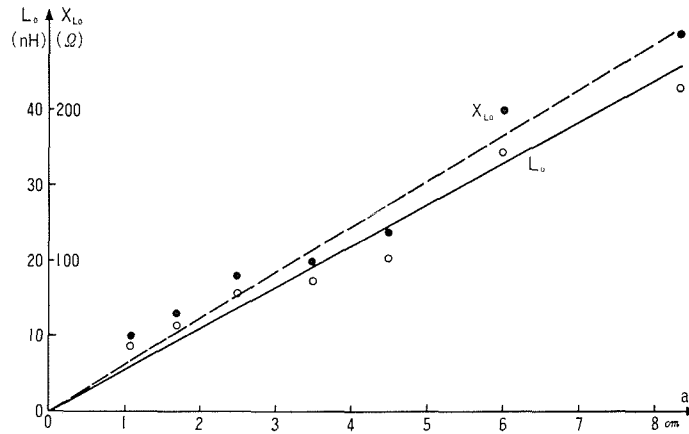


図 17 オフセット位置に対する X_{Lo} , L_o の変化の様子

$$L \cdot l = 8.40 \times 10^{-7} \times 5 \times 10^{-3} = 4.20 \times 10^{-9} \quad [H]$$

となるから X_{Lo} は, 1 GHz のとき, $X_{Lo} = 26.4$ オーム, 920 MHz のとき, $X_{Lo} = 23.3$ オームとなり, 測定値から求めた X_{Lo} よりかなり小さいようである。

4. む す び

薄型空洞アンテナについて, 実験より得られた各パラメーターを用いて, すでに発表されている入力インピーダンスの理論値を補正し, 理論値と実験値の対応を試みた。その結果, かなり良い一致を得た。したがって, 文献 (3) に於て仮定した, 種々のパラメーターが妥当であることが明らかとなった。

謝辞 実験に協力下さった当講座福地久直技官, および, 実用的見地から種々のご検討をいただいた武蔵野通研, 野村卓也調査役に感謝致します。

文 献

- 1) 特許公報 43-1173.
- 2) 伊藤精彦, 松本 正: “移動無線用エネルギー密度アンテナの新方式の提案” 北大工学部研究報告第 53 号 (昭和 44-3)
- 3) 柏木道朗, 伊藤精彦, 松本 正: “エネルギー密度アンテナ用薄型空洞スロットアンテナ” 北大工学部研究報告第 59 号 (昭和 46-3)