

地中探査レーダ用 T-bar fed slot antenna

脇田 喜之[†] 山田 寛喜[†] 山口 芳雄[†] 藤本 京平^{††}

T-bar Fed Slot Antenna for Ground Penetrating Radar

Yoshiyuki WAKITA[†], Hiroyoshi YAMADA[†], Yoshio YAMAGUCHI[†],
and Kyouhei FUJIMOTO^{††}

あらまし 地中探査レーダ用アンテナは、一般的に地表面からの反射や、地表面とアンテナ間の多重反射が少なくなるように、その形状や設置条件について検討し、設計を行う。また、レーダシステムの性能や運用性との関係より、小形で広帯域な特性が必須である。本論文では、このような条件を満足できるアンテナの一つとして T-bar fed slot antenna を取り上げ、実験的、並びに理論的な検討を行い、抵抗装荷を行うことなくレーダアンテナとして十分な動作帯域幅を実現し、かつ、フェライト装荷を行わずにリンギングや地表面反射が低減できるアンテナの形状パラメータと設置条件について報告している。更に、地表面反射やキャビティ内の多重反射の減少などについては、アンテナの近傍電界の時間変化を FDTD 法の解析結果をもとに検証している。

キーワード T-bar fed slot antenna, キャビティ装荷アンテナ, 地中探査レーダ, 地表面反射

1. ま え が き

地中のレーダ観測が自由空間中のレーダ観測と最も異なる点は、アンテナは大地の近傍にあり、ターゲットは地中に存在することである。このことにより、地中探査レーダ用アンテナの設計では、いくつかの困難な問題が生じる。特に重要な問題点として、第 1 に、大地の媒質定数によってアンテナの諸特性が変化すること、第 2 に、地表面で反射された電磁波がレーダのターゲット検出性能に大きな影響を与えることがあげられる。

特に第 2 の問題点では、地中への入射電力が減少するため地中深部からのターゲットエコーがノイズに隠されてしまうことや、地表面とアンテナ間の多重反射によって地中浅部のターゲットエコーが隠されてしまうことなどが問題となる。よって、地表面反射を低減するために、アンテナの形状や設置状態について、様々な検討が行われている。例えば、代表的な地中探査レーダ用アンテナであるキャビティ装荷 bow-tie アンテナでは、放射素子を地表面に密着させて地表面反

射を低減し、フェライト装荷でキャビティ内の多重反射を吸収させる方法がとられている [1]。しかし、これらの手法ではフェライト装荷などによる損失が避けられないことも明らかとなっている。

そこで筆者らは、基本構造としてキャビティを備えており、しかも自由空間において約 2 : 1 の動作比帯域を有する T-bar fed slot antenna [2]~[6] に着目した。本論文では、地表面に接した状態でこのアンテナが最適に動作するように設計すると、抵抗装荷なしで十分な動作帯域幅 (250 ~ 1,000 MHz : VSWR < 3) を備え、地表面反射などが少ないためにキャビティ内のフェライト装荷が不要な地中探査レーダ用アンテナが実現されることを明らかにする。

本論文では、2. において T-bar fed slot antenna の一般的性質を論じ、これをもとに 3. で地中探査レーダ用アンテナとしての改良を行う。更に 4. ではアンテナをレーダへ接続した場合の性能を評価し、5. では、この評価で確認された地表面反射低減効果について、FDTD 法による近傍電界の時間変化より検討を行う。

2. T-bar fed slot antenna

T-bar fed slot antenna の外観図を図 1 に示す。このアンテナは T 字型の板 (以下、T-bar と呼ぶ) によって励振を行うスロットアンテナで、通常は自由空間でキャビティを装荷して使用される。本論文では、こ

[†]新潟大学工学部, 新潟市
Faculty of Engineering, Niigata University, Ikarashi 2-8050,
Niigata-shi, 950-2181 Japan
^{††}(財)国際科学振興財団, つくば市
Foundation for Advancement of International Science, 3-9-1
Amakubo Tsukuba-shi, 305-0005 Japan

のキャビティ装荷 T-bar fed slot antenna のみを扱うので、以降、このアンテナを T-bar fed slot antenna と呼ぶ。

T-bar fed slot antenna についての研究は、およそ 20 年前に論文 [2] が報告されて以来、系統的な設計手法を扱った研究報告は見られず、また、地中探査レーダに使用した報告例も確認されていない。

自由空間における T-bar fed slot antenna のインピーダンス特性と形状パラメータの関係は、文献 [2], [4] において以下のように明らかにされている

- (1) 開口の横幅 a は動作下限周波数における $\lambda/2$ と一致する。
- (2) 開口の縦横比は $b:a = 1:3$ が一般的に用いられる。
- (3) T-bar からキャビティの背面までの長さ $(w-x)$ (以下、キャビティ部の長さと呼ぶ) が中心周波数における $\lambda/4$ のとき、動作帯域内の VSWR の変動が最小となる。
- (4) T-bar から開口までの長さ x (以下、導波部の長さと呼ぶ) がキャビティ部の長さ $(w-x)$ より 7~10% ほど短いとき、動作上限周波数が最も高くなり、動作帯域全体にわたって VSWR が良好となる。
- (5) 給電スロット幅 $(b-d-h)$ が開口の縦幅 b に対して約 $1/3$ のとき、動作上限周波数の VSWR が良好となる。
- (6) 副スロット幅 h が開口の縦幅 b の約 $1/10 \sim$

$1/20$ のとき、動作帯域全体にわたって VSWR が良好となる。

(7) 給電部の構造パラメータ f 及び g は文献 [2] のスケールモデルより算出されており、最適値は検討されていない。この部分の形状の検討は今後の課題である。

ただし、本論文及び文献 [4] では正規化インピーダンスを 150Ω として評価している。これは、T-bar fed slot antenna の入力インピーダンスが通常のスロットアンテナと同様に高く [2]、また、構造パラメータの調整によるインピーダンス整合も困難なため、理想的なインピーダンス整合回路を介して給電を行うことを想定して、実験及び解析を行っているからである。

本研究では、まず地中探査レーダに適した周波数帯である 500 MHz 付近において、自由空間で動作帯域幅が最大となる T-bar fed slot antenna の設計を行い、前述の性質を検証した。最適設計寸法を表 1 に、FDTD 法による解析及び電波暗室における測定によ

表 1 自由空間用 T-bar fed slot antenna の寸法 (単位: mm)

Table 1 Geometry of T-bar fed slot antenna with maximum band-width on free-space (unit: mm).

(a) Cavity			
a	b	x	w
460	155	125	260

(b) T-bar					
d	e	f	g	h	ϕ
85	30	25	10	10	0.6

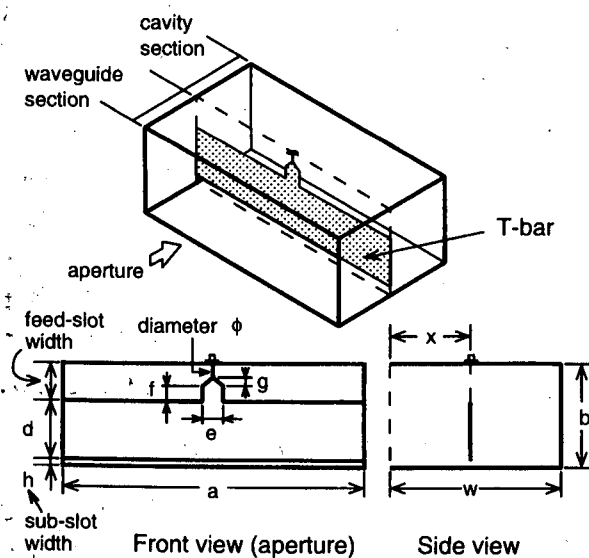


図 1 T-bar fed slot antenna.
Fig. 1 T-bar fed slot antenna.

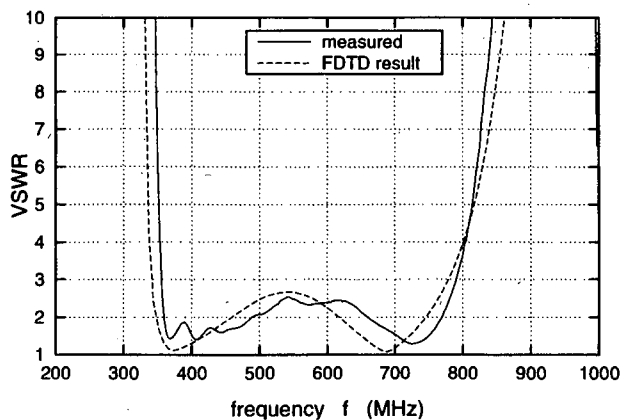


図 2 自由空間用 T-bar fed slot antenna の VSWR 特性 ($Z_0 = 150 \Omega$)

Fig. 2 VSWR of T-bar fed slot antenna in free-space ($Z_0 = 150 \Omega$).

て得られた VSWR 特性を図 2 に示す。結果として、動作帯域 (VSWR < 3) は約 350 ~ 750 MHz となり、比帯域 2 : 1 に達することが確認された。

3. 地中探査レーダ用としての性能改善

土壌は損失誘電性媒質なので、自由空間で最適設計されたアンテナをそのまま地中探査レーダに用いると、一般にインピーダンス特性が変化し、動作帯域幅は減少する。土壌の状態及び地表面からアンテナ開口までの距離 (以下、地上高 H とする) は、設計上の重要なパラメータである。しかし、土壌の状態は天候、気温、場所により著しく異なるため、あらゆる条件で性能を発揮できる設計を行うことは極めて困難である。したがって、ここでは土壌の媒質定数を実測し [7]、比誘電率が 4 ~ 6 の比較的乾燥した土壌を対象に設計、測定を行うことにする。ただし、数値解析の場合は比誘電率を 4.0、導電率を 0.0 S/m としている。

3.1 地上高 H の調整

地中探査レーダ用アンテナの設計に際して、まず自由空間で最適設計された T-bar fed slot antenna の特性が地表面付近でどの程度変化するかを測定した。表 1 のアンテナを地上高 H に配置したときの VSWR 特性の測定結果を図 3 に示す。ただし、このときの土壌の状態は、比誘電率 5.44、導電率 0.00396 S/m、重量含水率 10.8% であった。このアンテナでは、 $H = 100$ mm で最も広帯域な VSWR 特性が得られる。しかし、 $H = 0$ mm (地中レーダの理想的運用条件) では動作帯域幅が著しく狭くなり、レーダ用アンテナとしては

不適當であることがわかる。

3.2 導波部の長さ x の調整

地中探査レーダでは、ターゲット検出能力の向上や電波障害の防止のために、アンテナを地表面に密着させることを念頭においている。図 3 における $H = 0$ mm の VSWR 特性を見ると、動作下限周波数では劣化し、上限周波数は低周波数領域へ偏移している。そこで、上限周波数の高周波領域への拡大と動作帯域全体にわたる VSWR の改善のために、前述 2. のインピーダンス特性と形状パラメータの関係についての議論 (4) に基づき、導波部の長さ x の調整を試みる。

アンテナの位置を $H = 0$ mm に定め、導波部の長さ x を変化させて VSWR 特性を測定した結果を図 4 に示す。ただし、このときの土壌の状態は、比誘電率 5.44、導電率 0.00396 S/m、重量含水率 10.8% であった。測定結果より $x = 10$ mm において動作帯域 (VSWR < 3) は約 250 ~ 1,000 MHz で比帯域は 4 : 1 にまで増加しており、極めて良好な結果であるといえる。したがって、アンテナを地表面に密着させたときの形状パラメータ調整には、前述 2. の議論 (4) に基づいた設計方針が適切であると考えられる。

このような広帯域特性が得られる理由については、給電部近傍を損失性媒質が覆っているため、抵抗装荷と同様の効果が生じているものと考えられるが、より詳細には、T-bar 上の電流分布の数値解析結果をもとに検討を行う必要がある。

また、アンテナの開口寸法が同一であるにもかかわらず、下限周波数が 350 MHz から 250 MHz に低下して

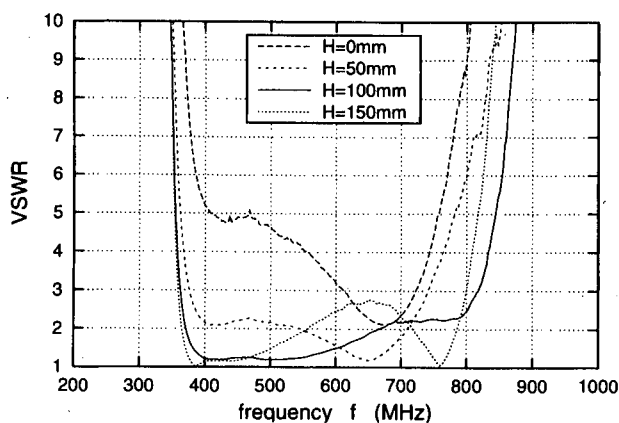


図 3 地上高 H に対する VSWR 特性の変化 ($Z_0 = 150 \Omega$)

Fig. 3 VSWR as a function of antenna height H ($Z_0 = 150 \Omega$).

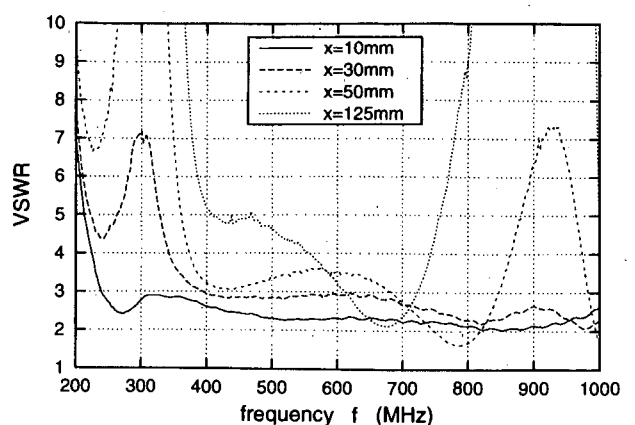


図 4 導波部の長さ x に対する VSWR 特性の変化 ($Z_0 = 150 \Omega$)

Fig. 4 VSWR as a function of waveguide length x ($Z_0 = 150 \Omega$).

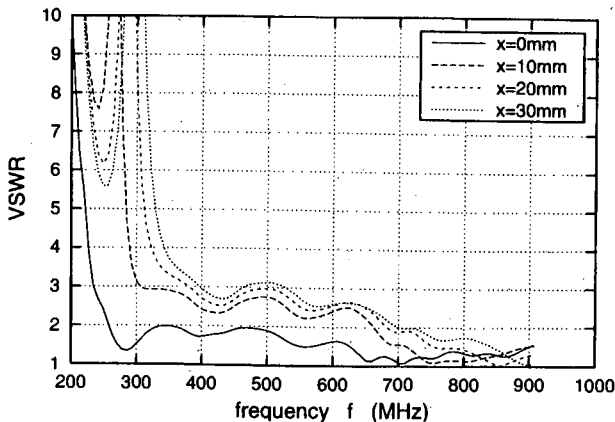


図5 FDTD法による最適な導波部の長さ x の検討 ($Z_0 = 150 \Omega$)

Fig. 5 FDTD result of VSWR as a function of waveguide length x ($Z_0 = 150 \Omega$).

いる。これは、前述 2. の議論 (1) に基づくと、導波部を短くすることで給電部が大地に接近した結果、誘電体による波長短縮効果が給電部にまで及び、これにより開口寸法が波長に対して相対的に大きくなったと考えられる。

なお、FDTD法による解析結果では、図5に示されているように $x = 0 \text{ mm}$ のアンテナが最も広帯域となる結果が得られているが、ここではアンテナをフィールドで使用する場合の機械的強度が要求されるため、以降、 $x = 10 \text{ mm}$ を地中探査レーダ用の最適設計値として議論を進める。

4. 地中探査レーダへの適性評価

前章におけるアンテナの VSWR 特性の評価のみではアンテナがレーダの分解能に与える影響しか検討できない。そこで本章では、送受信間の過渡応答特性とターゲット検出性能についての測定結果を示し、前章で設計されたアンテナの地中探査レーダ用としての適性を明らかにする。

4.1 送受信間の過渡応答特性

送受信間の過渡応答特性は、送信アンテナをインパルス波で励振したときに、受信アンテナに現れる波形を示している。この波形には、送受信アンテナの周波数特性やキャビティ内の多重反射などに起因するリングングが現れるため、過渡応答特性を評価することにより、このアンテナがレーダ画像に与える影響を検討することができる。

ここでは、自由空間で最適設計 ($x = 125 \text{ mm}$) された T-bar fed slot antenna, 地中探査レーダ用に最適

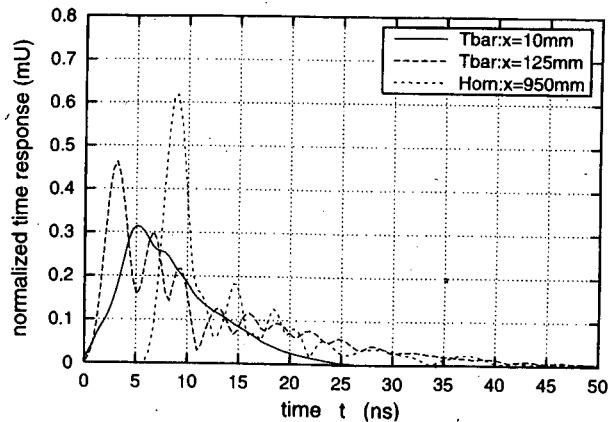


図6 送受信アンテナ間の過渡応答特性

Fig. 6 Impulse response from TX antenna to RX antenna.

設計 ($x = 10 \text{ mm}$) された T-bar fed slot antenna と、地中探査レーダ用シングルリッジホーンアンテナ [8] (開口寸法 $480 \times 600 \text{ mm}$, 長さ $1,165 \text{ mm}$, 給電点から開口面までの距離 950 mm) の三つのアンテナの過渡応答特性を、ネットワークアナライザのタイムドメイン機能を用いて測定した。測定結果を図6に示す。アンテナの地上高は $H = 0 \text{ mm}$ とし、送受信の偏波面が平行となる向きに配置した。送受信アンテナの間隔は、T-bar fed slot antenna 2種の場合 255 mm , シングルリッジホーンアンテナの場合 480 mm とした。測定時の土壌の状態は、比誘電率 6.13 , 導電率 0.00523 S/m , 重量含水率 7.97% であった。

一般的に、リングングが少なく、速やかに減衰する過渡応答特性を有するアンテナでは、地表面近傍のターゲットエコーへのマスキング効果が発生しにくい。地中浅部において良好なレーダ像が得られる。地中探査用に最適設計された T-bar fed slot antenna の過渡応答波形にリングングはほとんど見られず、自由空間用の T-bar fed slot antenna と比べて著しく改善されているといえる。

ただし、図6の各波形は受信波のエネルギースペクトルの積分値で正規化されている。この測定結果では、送信アンテナから発振器へ反射された電力や空間へ放射されて受信アンテナに到達しない電力などは未知であり、同一送信電力に対するターゲットエコーの受信性能、すなわちターゲット検出性能については比較できない。この点については、次節で実験により明らかにする。

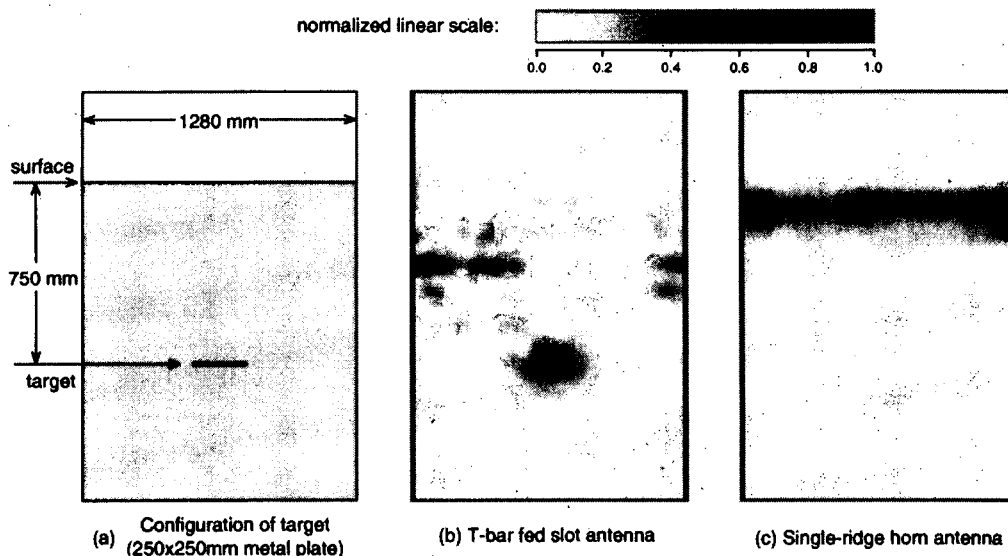


図7 埋設ターゲット検出実験
Fig. 7 Results of the buried target detection experiment.

4.2 ターゲット検出性能

地中探査レーダの最終目的は埋設ターゲットを検出することである。この検出はレーダ画像により直接視覚的に調べることが多い。したがって、レーダ画像をもとにした地表面反射による影響やターゲット検出性能の評価が必要である。

図7のレーダ画像は、図6の測定で用いた地中探査レーダ用 T-bar fed slot antenna とシングルリッジホーンアンテナ [8] の各々により、埋設ターゲットの検出実験を行った結果である。レーダ探査における諸条件は表2のとおりである。ただし、本実験では、アンテナが最適な動作をするという条件下での測定なので、ホーンアンテナの場合は、最適な入力インピーダンス特性が得られる地上高 300 mm で測定を行った。なお、アンテナの給電に整合回路を介した場合、FMCW レーダが動作する広範囲な周波数帯域では十分な整合が得られないため、逆にレーダ像を劣化させてしまう結果となった。よって、両アンテナとも整合回路を介さずに直接給電を行っている。

両アンテナのレーダ画像を比較すると、まず、最適設計された T-bar fed slot antenna は地表面反射が極めて少ない。通常のアンテナシステムでは、送信アンテナを地表面に密着させても、地表からの反射波は送受信間の直接結合によって受信アンテナに伝わり、レーダ画像には強いピークが生じる。しかし、このアンテナシステムでは地表面付近にほとんどピークが現

表2 ターゲット検出実験の測定条件

Table 2 The parameters used for the experiment of the target detection.

条件項目	T-bar fed slot antenna	シングルリッジホーンアンテナ [8]
レーダ方式	FMCW レーダ	
掃引周波数	350 ~ 1,000 MHz	250 ~ 1,000 MHz
アンテナ間隔	255 mm	480 mm
地上高 H	0 mm	300 mm
ターゲット	250 × 250 mm の金属板	
比誘電率	6.67	
導電率	0.0049 S/m	
含水率	9.53 (%)	

れていないため、送信波のほとんどが地中に入射しているか、あるいは地表面反射を抑圧する効果があるものと考えられる。この点については、次章で FDTD 法の解析結果より議論する。

また、シングルリッジホーンアンテナによる測定では地表面反射によって地中への入射電力が減少するため、わずかなターゲットエコーしか得られておらず、ターゲットの位置を評価するためには等価 STC [9] などの信号処理を行う必要がある。一方、T-bar fed slot antenna の結果では、信号処理を行わずともターゲットの位置は明らかであり、これより、T-bar fed slot antenna はシングルリッジホーンアンテナよりも地中へ入射する電力が強いことがわかる。

2. で述べたように T-bar fed slot antenna は約 150 Ω の入力インピーダンスを有するので、インピー

ダンス不整合のためにアンテナ給電される実効電力は、ホーンアンテナのほうが多いはずであるにもかかわらず、T-bar fed slot antenna のターゲットエコーのほうが強いことは、特筆すべき結果である。また、この結果より、レーダに適したアンテナの評価は、これまでのような単なるアンテナの VSWR 特性だけでは十分でなく、前節の送受信アンテナの過渡応答や本節の実験のように多面的な評価が必要であるといえる。

以上の結果より、T-bar fed slot antenna はレーダシステムとの総合性能が良いという点でも、地中探査レーダに適したアンテナであるといえる。

5. 地表面反射低減効果

送受信間の過渡応答及び埋設ターゲットの検出レーダ画像より、地中探査レーダ用 T-bar fed slot antenna はシングルリッジホーンアンテナと比較して地表面反射が少ないことが明らかとなった。

そこで、本アンテナの放射電界がキャビティ内や地表面で反射する様子を調べるために、FDTD 法によって電界の時間変化を解析した。比較のために、(a) 地中探査レーダ用 ($x = 10 \text{ mm}$, $w = 145 \text{ mm}$) と (b) 自由空間用 ($x = 125 \text{ mm}$, $w = 260 \text{ mm}$) の両方の解析結果を示している。解析条件を表 3 に、観測面の位置を図 8 に示す。また、シングルリッジホーンアンテナとの比較については、T-bar fed slot antenna に対して外形が大きく同精度の解析が困難なため、今後の課題とする。類似したケースとしては、2次元モデルのホーンアンテナを用いた FDTD 解析による、地中への入射電力に関する考察 [10] を参照されたい。

図 9 の解析結果を見ると、両アンテナともキャビティ内に (1 往復目の) 多重反射波が観測されている。しかし T-bar より上の領域の電界の強さを詳細に比

較すると、1.667 ns 以降では、地中レーダ用アンテナのキャビティ内の多重反射が、自由空間用アンテナに比べて弱まりつつあることがわかる。図 9 では、 $t = 2.335 \text{ ns}$ までの結果しか示していないが、これ以降の時間におけるキャビティ内の多重反射についても、地中探査レーダ用のほうが減衰が大きいという結果が得られている。

更に、図 9 (a) の $t = 1.334 \text{ ns}$ を拡大した図 10 では、地中探査レーダ用アンテナの T-bar と地表面の 10 mm のすきま (観測面 3 を含む領域) には非常に強い電界が発生している。しかも、T-bar から放射された波の波長を観測すると、自由空間用では地中に入射した段階で波長が短縮されるのに対し、地中探査用の T-bar 下方向では、T-bar から放射された段階で既に波長が短縮されている。観測面 2 と観測面 3 を比較すると、この波長の短縮効果は slot 周辺ではほとんど観測されず、T-bar の面上で顕著に発生している。これは、T-bar と地表面のすきまの等価誘電率が增大し、空間インピーダンスが低下していることを示している。

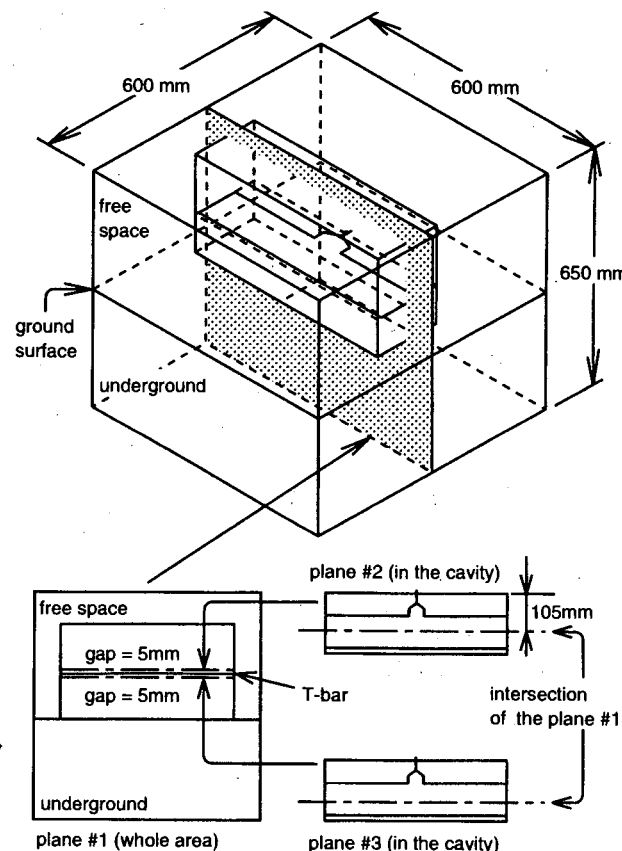
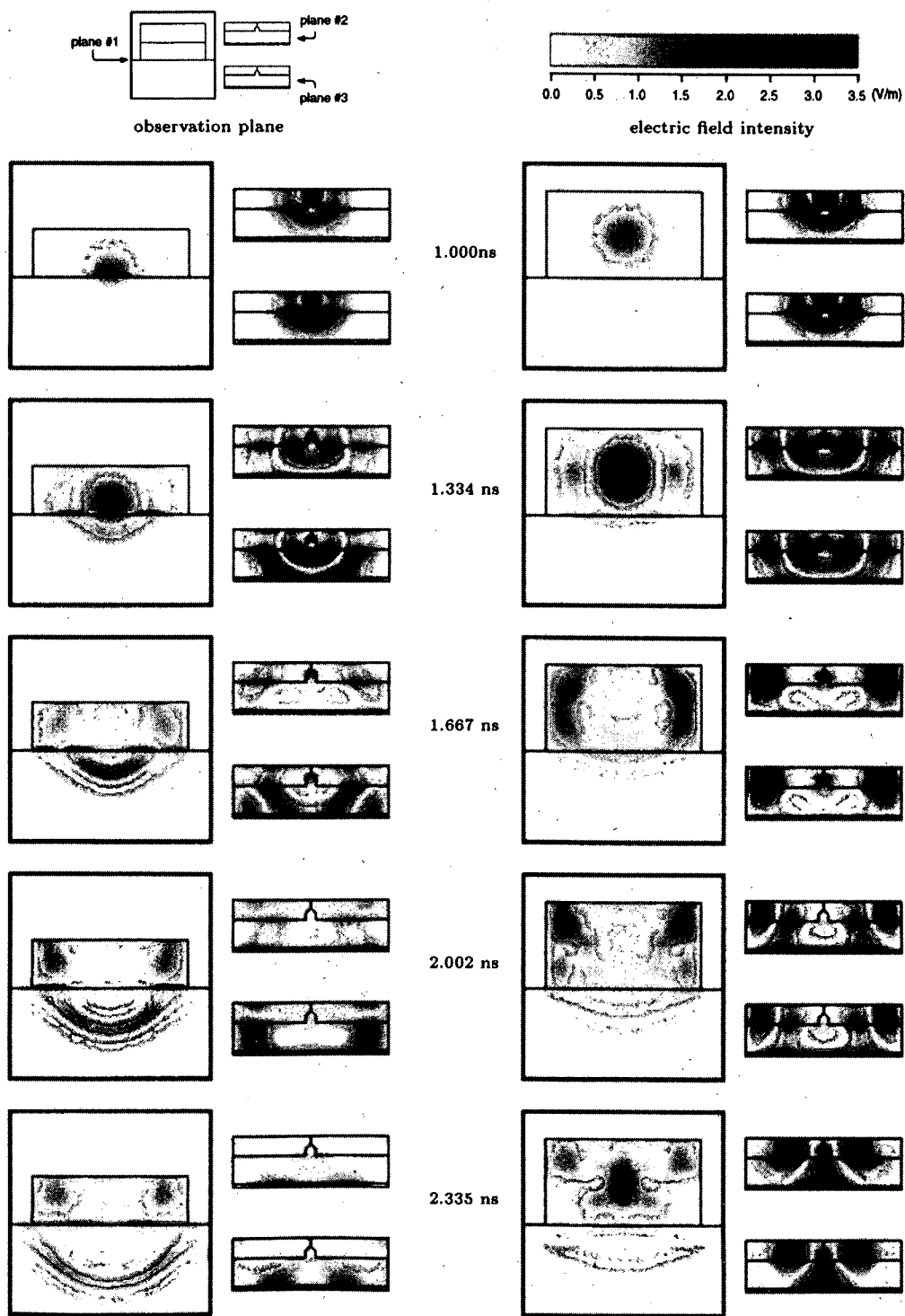


図 8 電界の観測面
Fig. 8 Observation plane of FDTD analysis.

表 3 近傍電界の解析条件

Table 3 The parameters used for simulation of near field time response.

解析条件	設定値
解析空間	600 × 600 × 650 mm
格子間隔	5 mm
時間間隔	8.34 ps
境界条件	Mur, 2 次吸収境界
励振条件	変調 Gaussian pulse (搬送波 500 MHz)
土壌の比誘電率	4.0
土壌の導電率	0.0 S/m



(a) Ground penetrating radar type
($x = 10 \text{ mm}$, $w = 145 \text{ mm}$)

(b) Freespace type
($x = 125 \text{ mm}$, $w = 260 \text{ mm}$)

図9 T-bar fed slot antenna の近傍電界の時間変化
Fig. 9 near field time response of T-bar fed slot antenna.

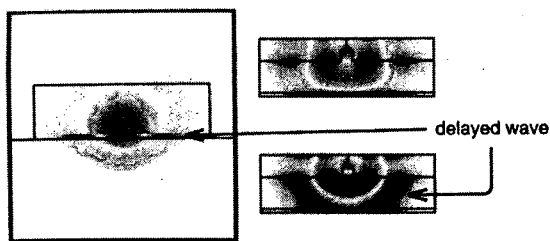


図10 T-barと地表面^{かんげき}の間隙の電界 ($t = 1.334$ ns)
 Fig.10 The field distribution between T-bar and ground surface ($t = 1.334$ ns).

この空間インピーダンスによって、アンテナの給電部と大地の間でインピーダンスが整合され、地中への入射電界が増加するものと考えられる。この現象が生じるメカニズムについての理論的検討は、今後の課題である。

前章の実験結果で示されているような性能の改善は、地中への入射電界の増加によって、相対的に地表面反射やキャビティ内の多重反射が減少することが原因であるといえる。

6. むすび

本論文では、T-bar fed slot antennaをもとにした地中探査レーダ用アンテナの性能改善に関する考察を行った。その結果、導波部の長さが $x = 10$ mm の T-bar fed slot antenna を地上高 $H = 0$ mm で動作させた場合、250 ~ 1,000 MHz (VSWR < 3) の動作帯域幅が得られた。更に、地表面反射やキャビティ内の多重反射が少なくなるため、非常に良好な過渡応答特性やターゲット検出性能が得られた。よって、地中探査レーダ用アンテナとして優れたアンテナであることが明らかとなった。

今後は、入力インピーダンスが 50Ω となるような形状パラメータ調整について検討し、よりレーダシステムに適した改良を行う。また、異なる媒質定数の土壌で実験測定を行い、これに対するアンテナの周波数特性の変化についても検討を行う予定である。

謝辞 本研究の実験及び解析データの収集のために多大な助力を頂いた、研究室の炭 篤則君と守山 健君に感謝する。

文 献

- [1] 西岡泰弘, 宇野 亨, “地中レーダにおけるフェライトの効果,” 信学技報, A-P98-122, pp.7-12, Dec. 1998.
- [2] E.H. Newman and G.A. Thiele, “Some Important Parameters in the Design of T-Bar Fed Slot Antenna,”

IEEE Trans. Antennas & Propag., vol.AP-23, no.1, pp.97-100, Jan. 1975.

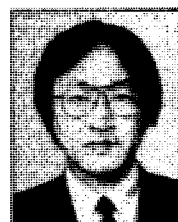
- [3] 電子情報通信学会編, アンテナ工学ハンドブック, p.134, オーム社, 1992.
- [4] 炭 篤則, 脇田喜之, 山田寛喜, 山口芳雄, 藤本京平, “地中探査用 T-bar スロットアンテナの FDTD 法解析,” 信学技報, A-P97-86, pp.39-46, Aug. 1997.
- [5] 脇田喜之, 炭 篤則, 守山 健, 山田寛喜, 山口芳雄, “T-bar スロットアンテナによる地中探査実験,” 1998 信学総大, B-1-5, p.5, March 1998.
- [6] 脇田喜之, 山田寛喜, 山口芳雄, “T-bar fed slot antenna の地表面反射低減効果について,” 信学技報, A-P98-121, pp.1-6, Dec. 1998.
- [7] 脇田喜之, 山田寛喜, 山口芳雄, “ダイポールアンテナを用いた土壌の媒質定数の推定法,” 信学論 (B-II), vol.J81-B-II, no.8, pp.797-804, Aug. 1998.
- [8] Y. Yamaguchi and M. Sengoku, “Detection of Objects Buried in Sandy Ground by a Synthetic Aperture FM-CW Radar,” IEICE Trans. Commun., vol.E76-B, no.10, Oct. 1993.
- [9] 笠原 一, 森山敏文, 山口芳雄, 山田寛喜, “FM-CW レーダによる等価 STC 回路について,” 信学論 (B-II), vol.J79-B-II, no.9, pp.583-588, Sept. 1996.
- [10] 森山敏文, 山口芳雄, 山田寛喜, 阿部武雄, “地中探査レーダからの不要放射電波に関する検討,” 信学技報, EMCJ95-63, pp.45-50, Nov. 1995.

(平成 11 年 3 月 9 日受付, 6 月 2 日再受付)



脇田 喜之 (正員)

平 4 長岡技大・工・電子機器卒。平 7 同大大学院修士課程了。平 11 新潟工業短大・助手。新潟大大学院博士課程在学中。アンテナの数値解析, 土壌の複素誘電率測定法, 地中探査レーダ用アンテナの研究に従事。工博。IEEE 会員。



山田 寛喜 (正員)

昭 63 北大・工・電子卒。平 5 同大大学院博士課程了。同年新潟大・工・助手, 現在, 同大・工・情報・助教授。この間, スーパーレゾリューション法を用いた波源の到来方向・遅延時間推定, 地中探査レーダ, マイクロ波リモートセンシングに関する研究に従事。

工博。平 3 IEEE AP-S 東京支部 Young Engineer Award, 平 9 本会学術奨励賞受賞。IEEE 会員。



山口 芳雄 (正員)

昭 51 新潟大・工・電子卒。昭 53 東工大大学院修士課程了。同年新潟大・工・助手。現在、同大・工・情報・教授。トンネル内等損失媒質での電波伝搬、地中・雪中用 FM-CW レーダ、マイクロ波リモートセンシング、ポーラリメトリの研究に従事。工博。著書「偏波(ポーラリメトリック)レーダの基礎と応用」、IEEE シニア、日本雪工学会各会員。



藤本 京平 (正員)

昭 28 東工大・電気卒。同年松下電器産業(株)入社。移動通信、遠隔制御等開発に従事。昭 36 米国オハイオ州立大客員研究員。昭 39 松下通信研究所。昭 54 筑波大教授、平 5 同大名譽教授。新潟大・工・情報・教授。平 7 国際科学振興財団・専任研究員。能動アンテナ、小形アンテナ、BME、交通、移動通信関連の研究に従事。工博。著書「Small Antennas」、「入門電波応用」、「Mobile Antenna Systems Handbook」、「図解移動通信用アンテナシステム」など。IEEE Life Fellow。