

簡便、安価な 7 MHz 共振回路の製作とその評価

The production of the simple and low-cost 7MHz Resonance circuit and the evaluation

植木 忠司, 佐藤 智一
Tadashi UEKI, Tomokazu SATOU

1. はじめに

移動局用のアマチュア無線用アンテナとして設置・撤去が簡便かつ安価で、低い高さで効率の良いアナログ通信用アンテナを実現したいという要求がある。このために、2種類(7 MHzと3.5 MHz)の長さのアンテナを1本の水平ホイップアンテナ(1/4λ、全長約20m、給電部高さ1.5m前後、中央に共振回路をセット)にすることが考えられていた^[1]。これはアンテナに共振回路を組み込むことで実現できる。しかしながら、共振回路の安価な完成品は、未だ知見しない。

本稿では、安価で製作が簡便な共振回路について提案する。

2. 製作

以前、ベースとなる素材に雨どい管や水道管、コイル部分にエナメル線を使用して製作したが、調整が難しく、性能の良いものが実現できなかった。そこで今回は、より安価で軽量のペットボトルと同軸ケーブルを使用して作り、実験を行った(2009年2月上旬に発案)。

2.1. 素材

共振回路の素材を以下のとおりである。

1. ベースとなる素材

ペットボトル(外径、約6.5cm、全長、約16cm) 1個

2. コイル部分

同軸ケーブル(3D-2V、2芯、50Ω、外径5mm位)、長さ約1.5m(7MHzと3.5MHz用、3.5MHzと1.9MHz用の場合は約2.5m)

2.2. 共振回路の製作手順

図1に、共振回路の構造を示す。

詳細な製作手順は、以下のとおりである。

- (1) ペットボトル1個(外径約6.5cm、全長約16cm)と、同軸ケーブル約5m(インピーダンス50Ωなら、1.5D、2.5D、5Dでも可)を用意する。
- (2) 同軸ケーブル約1.5m(3D-2V、2芯、50Ω、外径5mm位)を約7回(7MHzと3.5MHz用)、ペットボトルに密に巻く(3.5MHzと1.9MHz用とする場合は、約2.5mを約12回)。
- (3) 矢印の部分の巻きははじめの芯線(B)と終わりの網線(C)を結線する。
- (4) デップメータ(リーダー電子製)の共振コイル棒をボトルの空洞(図1. 飲み口 E)に入れ、ゆっくりダイヤルを動かし、希望の周波数でデップ点(共振点)があるように同軸ケーブルの長さを調整する。
- (5) 残りの解放してある線(巻きはじめての網線(A)と巻き終わりの芯線(D))は、共振回路が完成後、アンテナに接続する。

2.3. 調整用の測定器

アンテナを設置する際には、インピーダンス、SWR、共振点を測定する必要がある。

測定器として、以下に示すものを利用する。

(1) アンテナ・アナライザ

BR-200 クラニシ製 出力1mW(インピーダンスとSWRを測定)

(2) デップメータ

LDM-815 リーダー電子製
出力0.001mW(共振点を測定)

3. 実験

共振回路が実用的であるかを検証するために

(＊ ペットボトルの空芯)

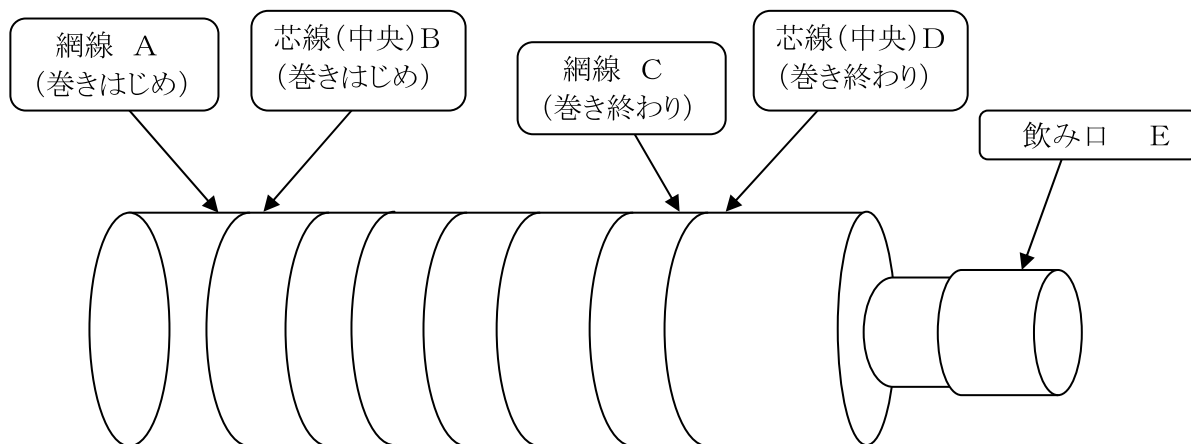


図1. 7MHz 共振回路

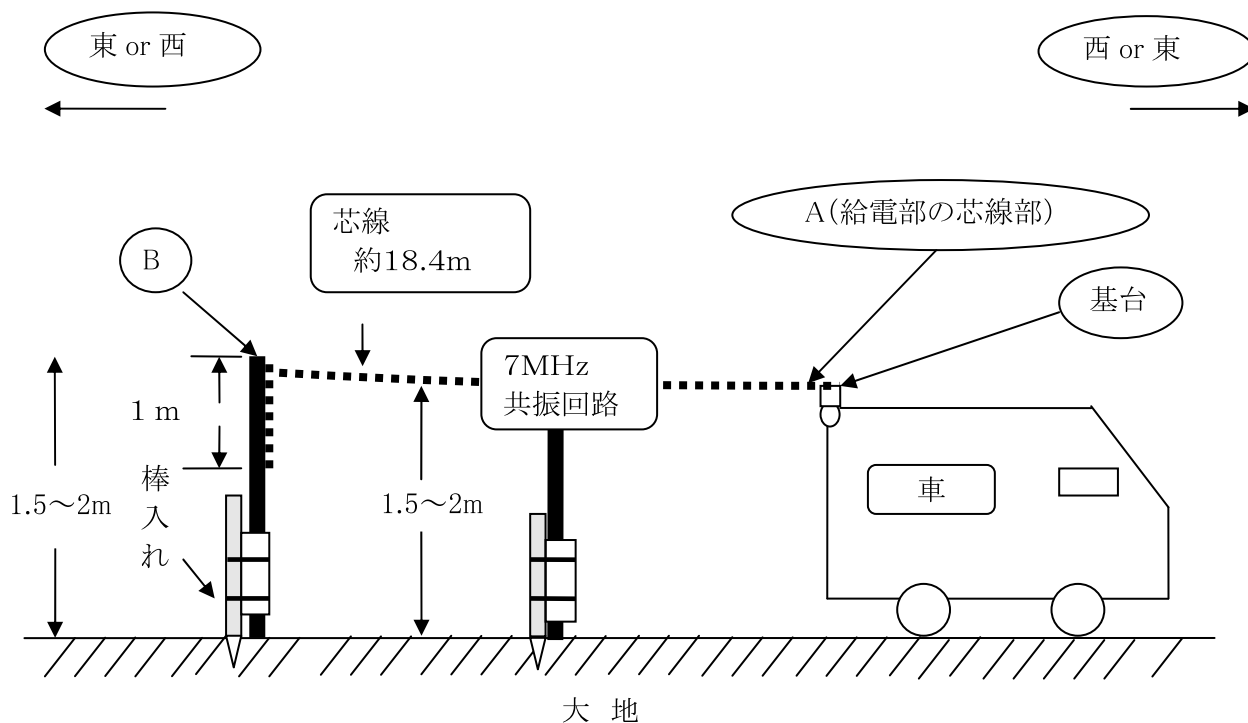


図2. 共振回路を利用した移動用1/4λ 水平ホイップ・アンテナ
(7および3.5MHz)の設置事例
設置・撤去時間 : 約5分 (調整が簡単・便利)

実験を行った。

3.1. アンテナ

共振回路の性能を検証するためには、共振回路を利用するアンテナの設置が必要である。

アンテナとしては、共振回路を利用した移動用 1 / 4 λ 水平ホイップ・アンテナ（7 および 3.5 MHz）を利用する。

設置事例の図を図 2 に示す。

以下、このアンテナについての概要を記述する。

3.1.1. アンテナの素材

アンテナの素材としては、以下に示すものを利用する。

- ・エレメント：ベル線（電話用の線）19.4m
- ・支柱（図 2 B）：木の丸棒 直径20mm、長さ 2 m程度

3.1.2. アンテナの設置方法

図 2 に示すように、7 MHz の電波の 1 / 4 λ となる約20mのエレメント長を持つ、水平ホイップ・アンテナ（3.5と 7 MHz 用）を東西に設置する。

- (1) アンテナは、図 2 に示すように、水平部 18.4m、垂直部 1 mとし、給電部の心線部分に接続する。
- (2) 図 2 A の給電部の高さは、自動車を基台として利用し、1.5～2 mとする。
- (3) 図 2 B のエレメント先端部の高さは、支柱を使い、1.5～2 mとする。

3.2. 実験方法

実験方法は以下の通りである。

1. 完成した共振回路を全長約20mの水平ホイップアンテナの中央にセットする。給電部高さは1.5m前後とする。
2. 7 MHz 用および3.5MHz 用のアンテナとして利用できるかを、アナライザで測定する。
3. SWR が 1（1～1.3）に近く、インピーダンスが50（45～55） Ω 付近になれば、ほぼ利用可能と言える。
4. SSB（LSB、出力約20W）の電波を放射し、実際に交信可能かを確認する。

信頼性を検証するために、以下に示す各所でそれぞれ同様なものを製作し、実験を行った。

- ・栃木市（平地、大平山）
- ・小山市（平地、思川河川敷）
- ・鹿沼市（平地、思川河川敷）
- ・矢板市（平地、八方ヶ原（高原））
- ・高根沢町（平地、鬼怒川河川敷）
- ・那須塩原市（平地、蛇尾川河川敷）
- ・那須町（平地、那須岳、那珂川河川敷）

4. 実験結果・考察

実験を行った結果、それぞれの場所において、同様に以下の結果が得られた。

(1) アナライザでの測定結果

* 7 MHz 用としての測定結果：

同軸ケーブルを 7 回密に巻いたもので、SWR は1.1～1.3、インピーダンスは43～47 Ω となった。よって、交信に利用できる可能性が高い。

* 3.5MHz 用としての測定結果：

同軸ケーブルを 12 回密に巻いたもので、SWR は1.1～1.2、インピーダンスは40～45 Ω となった。よって、交信に利用できる可能性が高い。

(2) 実際の交信可否

* 国内の通信局に対して：

移動局でありながら固定局と同等の交信ができることを確認した。

* 国外の通信局に対して：

南米および北米の一部について交信できることを確認した。

また、共振回路制作時、雨どい管や水道管を利用した場合と比較して、デップメータを用いた共振点の調整が容易であった（ボトルの肉厚が薄いためと思われる）。

以上の実験結果より、ペットボトルを素材とした本共振回路を、実験の際に利用した水平ホイップアンテナに組み込んだものは、実用的なアンテナとして機能していると言える。

5. 結論

安価で軽量のペットボトルを用いて、簡易な構造の共振回路の製作を行い、利用できることを確認した。ペットボトルは、雨どい管や水道管と比べ、共振点を容易に見つけられるため、より実用的な素材として利用できることが確認できた。

共振点を見つけやすかった理由は、雨どい管や水道管の誘電率（ $5 \sim 7 \epsilon$ ）に対して、ペットボトルは誘電率が低い（ $2.9 \sim 3 \epsilon$ ）ためであると推測されるが、検証については今後の課題とする。

現在、デジタル通信が主流だが、機器故障時など緊急時のため、飛行機では災害救助用通信手段としてアナログ通信も使用されている。今後は、この共振回路を改良し、海上・陸上における災害救助用のアンテナとして、応用できるようにしたい。

アンテナについて

図2に示したアンテナは、2008年10月に発案・製作したものである。給電部が低い（ $1.5 \sim 2 \text{ m}$ の高さ）が、それほど大きくない出力で交信できる。

設置・撤去時間が約5分で済むため、調整が簡単であり、移動局のアンテナとして便利である。

（アンテナの特徴）

- (1) $10 \sim 25 \text{ W}$ の出力、LSBで交信可能である。
- (2) 設置・撤去が約5分で行える。
- (3) 給電部が低い（ $1.5 \sim 2 \text{ m}$ の高さ）が、比較的遠い場所とも交信できる。
日本国内は、ほぼ交信可能であった。また外国（南米、北米、ヨーロッパ、ニュージーランド等の各一部）との交信も可能であった。
ただし、アンテナの設置場所及びコンディション等を選択する必要がある（電離層への打ち上げ角度等）。
- (4) 調整が簡単である。ただし、帯域幅が広い
ため、移動先での微調整が、多少必要となる。
- (5) 21 MHz （USB）については、チューナーを使用すれば、利用可能となる。
- (6) 給電部が低いため、フェージング現象（受信感度のアップ・ダウン）の発生が多い。
外部から来た電波との干渉等の影響を受け

やすいと思われる。

* 車以外でも、使用可能である（ラジアル1本をうまく調整する。再現性あり）。

* SWRが高い時（場所によって発生する）は、チューナーを使用する必要がある。

謝辞 この製作・実験等に関し、有益なアドバイスをいただいた（株）フジクラのメタル系事業部の技術開発の方、三菱化学の技術開発の方、山本電気インスツルメント（株）の技術開発の方に感謝の意を表します。

参考資料

- [1] 岡本次雄, “アマチュアのアンテナ設計法,” 啓文堂(1996).

小山工業高等専門学校 技術室
E-mail: sp-boss@oyama-ct.ac.jp

「受理年月日 2009年9月30日」