

全天候型7MHz用 EHアンテナの製作

JA3FR 上銘 正規

ここでは、数々の試作・実験の経験を踏まえ、実用性があり再現性の高いEHアンテナの製作方法を紹介します。EHアンテナは周囲の影響を受けやすいので、チューニング・コイルの調整に手間取りますが、ここではインダクタンスを連続的に変化させる機構を組み込んで、調整の簡略化を図っています。



1. 仕様

まず、どんなアンテナを作るのか、その仕様を設定しました。

- 周波数帯：7MHz（バンド拡張後の7.0～7.2MHzにも対応）
- バンド幅（VSWR = 2以下）：150kHz以上
- 耐入力：500W
- 用途：DX兼国内通信
- 全天候型

そして、目標として、

- 入手が容易で安価な材料
 - 高度な計測器は使用しない
- といったことを前提にしました。

2. 設計

前項に掲げた仕様にマッチするように、開発者テッド・ハート氏（W5QJR）の示す手順を参考に、そしてテッド・ハート氏の開発した未公表の計算ソフトを利用して、以下の手順で進めました。

1) シリンダの設計

シリンダは、打ち上げ角度とバンド幅に大きく関係しています。シリンダの径と長さの比が大きくなると、高い打ち上げ角で放射されるエネルギーが増加します。

国内通信にも使用するという目

標を実現するために、径と長さの比を15.6倍とします。DIY店で1.0mの長さにカットして販売されている外径32mm、肉厚1.5mmのアルミ・パイプを1本購入し、ちょうど半分にカットして2個のシリンダとしました（写真1）。

2) 構造の設計

アンテナ全体の製作を容易にするために、構造はできるだけシンプルに、そして容易に入手できる材料を組み合わせることにしました。

- 上下2本のシリンダを接続するパーツには、写真2のソケット

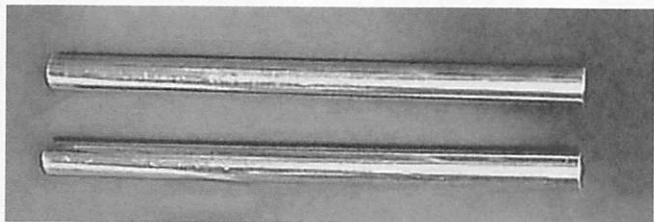


写真1 シリンダ。外径32mm、長さ1mのパイプを2本にカット

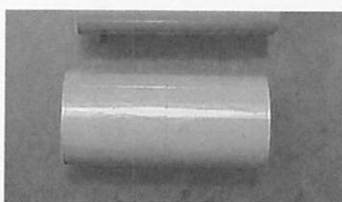


写真2 シリンダの接続に使用するソケット、内径32mm



写真3 ボビンに使用する外径60mmのPVCパイプ/VP50

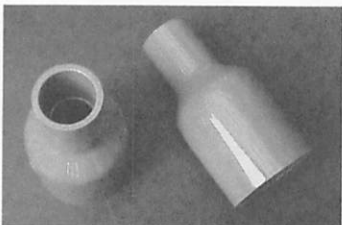


写真4 シリンダとボビンを接続するソケット内径32×60mm

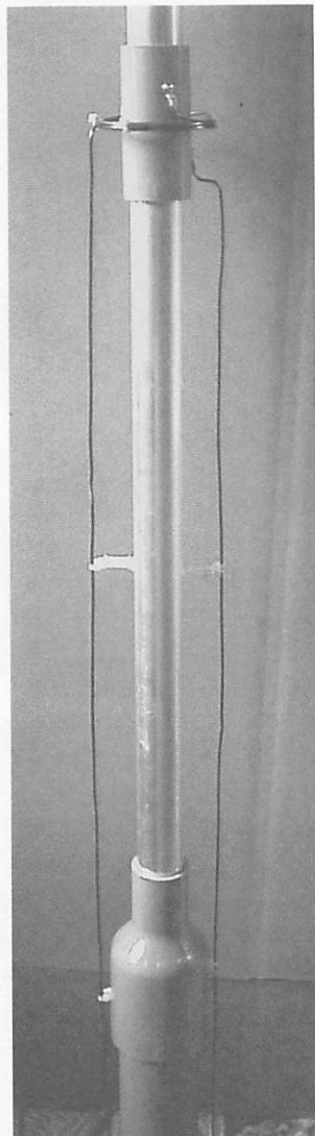


写真5 形のできたEHアンテナ

を利用しました。呼び径25(外径32mm, 内径25mm)の水道用PVCパイプを接続するための部品です。

このソケットは外径32mmのPVCパイプを接続するための内部に軽いテーパのついた構造のパーツで、シリンダ同士の間隔が32mmになるまで差し込みます

- 下シリンダの下側には、チューニング・コイルやフィード・コイル用のボビンが必要です。ボビンには外径60mm, 内径50mmのPVCパイプ(VP50)を

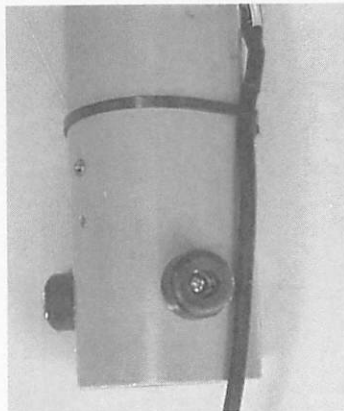


写真6 アンテナがケース内部で泳がないようにボビンにゴム脚を取り付けて固定する

長さ300mmにカットして利用します(写真3)。

下シリンダとボビンとの接続には、呼び径25と50の径の異なるPVCパイプを接続する写真4のソケットを利用しました。

それぞれを差し込んでタッピング・スクリューで止めるだけで、アンテナ自体の構造は写真5のように完成です。

耐候型のケースにはタイトル写真のように外径89mm, 内径83mmのVU75を所定の長さにカットして使用しました。上下にはDCキャップをかぶせました。

ケースの中でアンテナが泳がないようにするために、ボビンの下方に高さ12mmのゴム脚を3箇所写真6のように取り付けます。さらに上シリンダの天辺付近には、ありあわせの亚克力棒を長さ80mmにカットしたものを、シリンダに穴をあけて写真7のように取り付けます。ボールペンの軸なども利用できるでしょう。

さて、構造はできたので、次にコイルを組み込んでいきます。データは図1を参照してください。

3) フェージング・コイルの長さ

チューニング・コイルからシリンダに至るワイヤなどからの無用

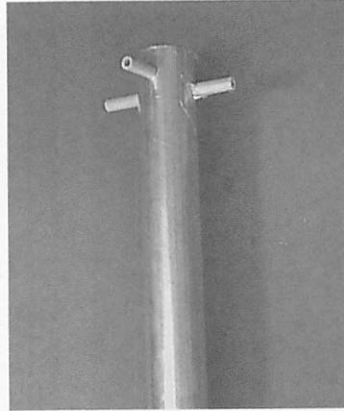


写真7 シリンダ上部を樹脂パイプでケース中心にセットする

な輻射を避けるためのこのコイルは、

$$\lambda \times \frac{6^\circ}{360^\circ}$$

の長さにします。クリチカルではありません。

すなわち、7MHzの波長(λ)は

$$\frac{300000\text{km}}{7 \times 10^6} = 42.857\text{m}$$

ですから、フェージング・コイルの長さは

$$42.857 \times \frac{6^\circ}{360^\circ} \approx 714\text{mm}$$

となります。

この長さを上側シリンダの直下にコイル状にして取り付けます。結論から言うと、ボビンに使用する60mmのパイプに3.5回巻きです。ぐると巻いて取り外すとほどよい長さで、これを耐熱性のビニテープで3~4箇所止めて、巻き始めに圧着端子をつけておきます(写真8)。巻き終わりはチューニング・コイルのホット側に接続するのに必要な長さにカットしておきます。

4) シリンダ間容量の測定

シリンダを組み立ててフェージング・コイルを取り付け、下シリンダにもチューニング・コイル下端までのワイヤを取り付けた後

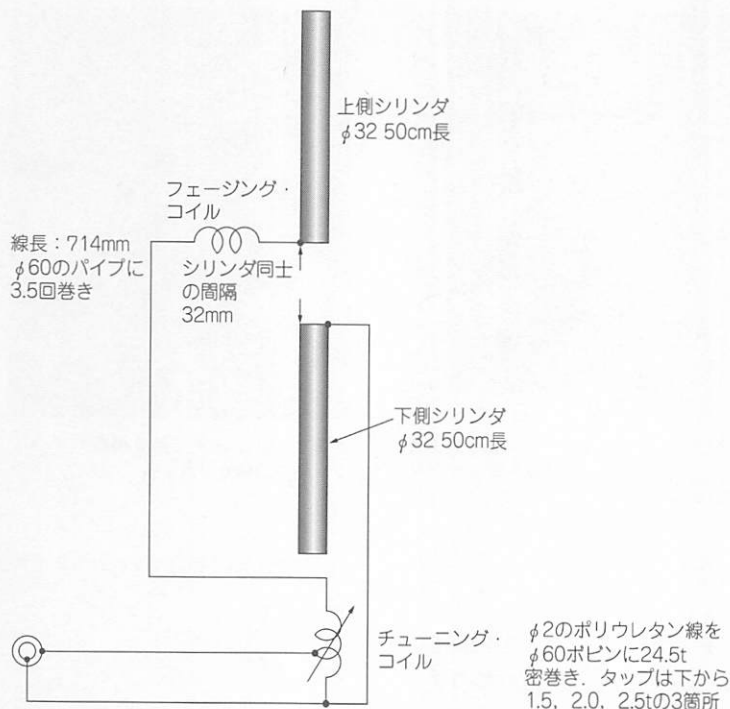


図1 製作したEHアンテナ フィード・コイルがないが記事参照

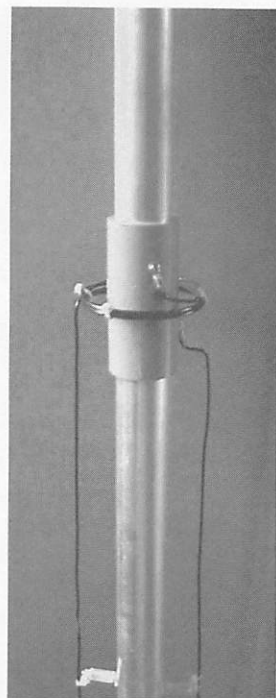


写真8 フェーシング・コイル部分のようす

に、両ワイヤ間のキャパシティを測定します。写真9は測定のようすで、結果は20.2pFでした。

5) チューニング・コイルの計算

チューニング・コイルのインダクタンスは、20.2pFと組み合わせ、使用する周波数帯の7.0MHzよりも少し低めの6.8MHzあたりに同調するように計算します。27.5μHとなりました。この27.5μHを径60mmのPVCボビンに巻きます。巻く線は扱う電力500Wを考慮して、径2.0mmのマグネット・ワイヤ(エナメル線、ポリウレタン線)にします。コイルは径60mmのPVCボビンに24.5t(turn=巻き数)の密着巻きです。写真10をご覧ください。

なお、巻いたコイルのインダクタンスは測定の結果10%ほど多い29.0μHでしたが、このまま使用することにします。そしてタップは1.5, 2.0, 2.5tの3箇所に設けました。

ここまでで、製作するEHアンテナの全体が見えてきました。この後は組み立てて調整ですが、厄介なのはこの調整です。

調整では50Ωのタップ位置を探すのですが、タップ位置を変えるとアンテナの周波数も変化してしまいます。それで所定の周波数に合わせるためにコイルの巻き数を変更するということの繰り返しとなり、仕上がりが見栄えと再現性が悪いうえに、とても面倒です。

そこで、この厄介な作業を簡易化するために、チューニング・コイルのインダクタンスを連続的に変化させる機構を組み込みます。それにはシリンダの接続に使用したソケットをもう1個別に用意し、これの外側に銅薄板を巻き、継ぎ目はハンダ付けして、ボビンの内部をスライドさせるためのツマミを取り付けておきます。具体的には写真11を参照してください。

この機構によるインダクタンス

の変化は29.0~22.5μHで、周波数に換算するとおおよそ6.6~7.5MHzまで変化させることができそうです。ついでながらQは175~135に変化します。このスラグによるロスはゼロではありませんが、気にするほどの大きさではありません。

3. 組み立て・調整

調整には次のツールを用意します。

- ダイオードとメータを組み合わせた電界強度計
- アンテナ・アナライザ, Autek Research VA-1(jXのプラスとマイナスが読める)
- トランシーバ
- 同軸ケーブル: 約20m
- 良質の接地

シリンダにチューニング・コイルを取り付けたら、屋外の周囲2~3m範囲内に金属製の建築構造物のない場所に、高さを手の届く

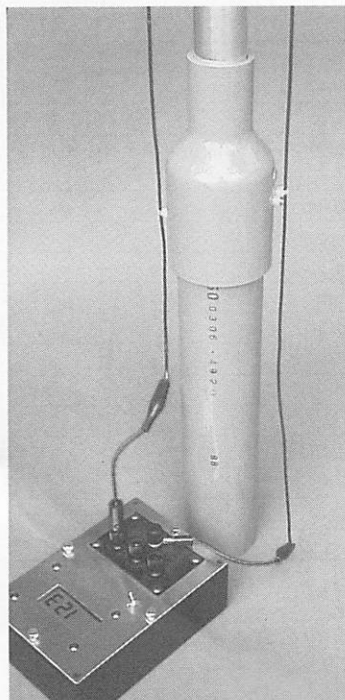


写真9 シリンダ間キャパシティの測定

範囲にアンテナを仮設して行います。

1) 共振周波数の調整

アンテナは同軸ケーブルの外被を接地し、タップ位置は1.5にしておきます。

そしてアナライザの周波数を7050kHzにして接続します。50cmほど離して置いた電界強度計の振れが最大になるようにスラグの位置を調整します。もしも、スラグの調整範囲内に所定の周波数がない場合は、仮設場所の点検を行います。

2) 50 Ωのタップ位置の選定

アンテナに取り付けた短い同軸ケーブルにアンテナ・アナライザを接続します。再度、電界強度計の振れが最大になる周波数が7050kHzであることを確認したら、アナライザの周波数を動かさないで R と jX を測定します。

測定結果は表1のようになります。巻き数2.1tの位置はあとで

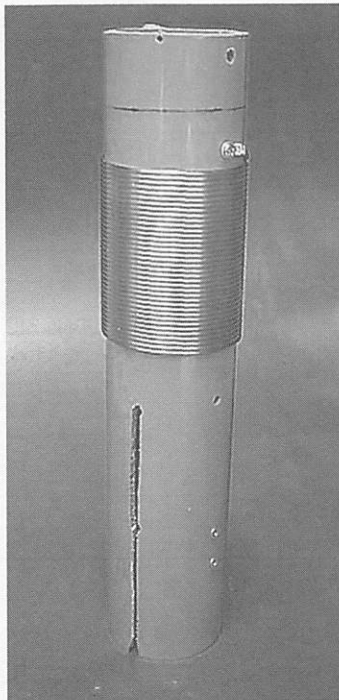


写真10 スラグを取り付けるスリットつきチューニング・コイル

追加したものです。

タップ位置を変更すると共振周波数は変化しますから、そのつどアナライザの周波数を7050kHzにして、スラグを移動させ電界強度計の最大点にすることを忘れてはいけません。しかし、変化はブロードです。

2.0tと2.5tの間に50 Ω点がありそうなので、2.0tから少しだけ2.5t寄りにタップを設けて2.1tとおぼしき位置をこのアンテナの入力端とします。

3) フィード・コイルの取り付け

タップ位置2.1tでは jX が+13

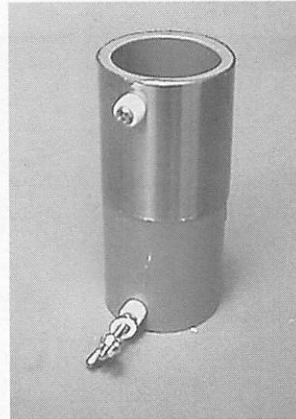


写真11 チューニング・コイルのインダクタンスを29～22.5 μHに可変するスラグ

表1 50 Ωタップの選定

タップ位置	R	jX
1.5t	34	+20
2.0t	41	+28
2.1t	45	+13
2.5t	75	+22

Ωで、これを打ち消すには L ではなくて約1700pFのコンデンサが必要です。実際に使用する場所に架設することで変動もありえます。VSWR値は1.34と高めですが、実用範囲ですのでこのまま使用することにしました。

4) 測定

VSWR=2帯域の測定

トランシーバ内蔵のSWRメータを利用して、VSWRが2から減少して最低点を過ぎ再びVSWRが2になるまでの間の帯域を読みます。

図2は実測値をグラフにしたも

図2 VSWR特性

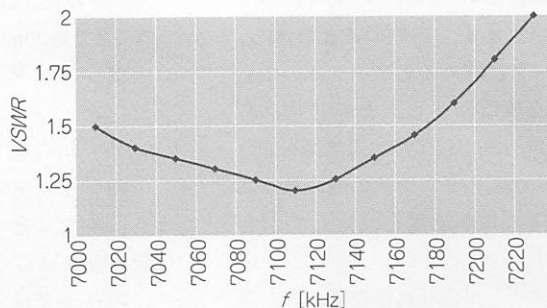


表2 主要材料表

番号	材 料	用 途	数 量	備 考
1	アルミ・パイプ	シリンダ	2本	φ32 1.5mm厚(薄くても可)長さ500mm
2	ソケット1	シリンダ結合	1個	呼び径25 内径32mm
3	ソケット2	シリンダとボビン結合	1個	呼び径50×25. 太いほうの内径60mm, 細いほうの内径32mm
4	ビニール・パイプ, VU50	ボビン	1本	外径60 内径50 長さ300mm
5	径2mmマグネット・ワイヤ	チューニング・コイル他	10m	
6	ゴム脚	スペーサ	3個	高さ12mm
7	アクリル棒	上シリンダの振れとめ	2本	太さ6~8mm 長さ80mm ボールペンの軸など
8	銅薄板	スラグ	1枚	30×150mm程度 厚み0.5
9	PVCパイプ	スラグ	1個	外径38長さ100mm
9	PVCパイプ VU75	ケース	1本	外径89×長さ1500mm
10	同上DCキャップ	ケース蓋・底	2個	
11	ビニール帯	結束	若干	フェージング・コイル部には耐圧用
12	タッピング・スクリュー	各部固定	若干	樹脂用
13	吊り下げ用環	ケース上部に取り付け	1個	
14	圧着端子	ワイヤ各部固定用	若干	R2~3

のです。5D-2V 20m分のロスと高さを変えた影響でしょう、アンテナ直下よりはVSWRがいくぶんよく見えます。

周波数の低い側は100kHz以上あるでしょう。計測できた上側を2倍して、VSWR=2の帯域は200kHz以上になりました。

5) テスト

500Wの電力に耐えるか否かのテストです。パワーを3~5分間入れて、発熱や発煙などの異常が起きなければOKにします。シリンダ間の電圧は計算では2900V_{RMS}と高電圧になるので、触れたりすることのないよう、くれぐれも注意して実施する必要があります。

6) ケースに収納

先に述べましたが、ケースは外径89mm、内径83mm、長さ1500mmのPVCパイプ/VU75を使用します。当然のことながら、ケースに収めるとアンテナの中心周波数は低下し、その変化は約100~120kHzです。したがって、あらかじめアンテナの周波数は高めにスラグ位置を設定しておきます。

タイトルの写真は仮設された当

該EHアンテナです。ワッチしながらこの原稿をまとめている6月のある日の早朝4時には、EUの比較的近いところの信号がSメータを大きく振らしています、この局は何度もCQ DXを叩いているのですが、どなたからもお声がかかりません。

4. おわりにあたって

以下に、この記事を参考に読者が同じ仕様で製作するにあたっての注意点を記します。

- 1) チューニング・コイルは1t減らして23.5tがよいでしょう。
- 2) スラグによる調整範囲はもう少し広いほうが調整しやすいので、スラグの径を一回り太い呼び径30(外径38mm)のものを使用するのがよいでしょう。
スラグの長さはコイルの巻き幅の1/2で約30mmです。
- 3) 上側シリンダにつけたフェージング・コイルからチューニング・コイルに至るワイヤは、下側シリンダに接触しないように少なくとも10mm以上の間隔をあけてください。また、このワイヤは下シリンダの途

中にぶらぶらしないようにスペーサで固定していますが、このスペーサの絶縁には注意してください。

- 4) すべての測定には測定器を含め良質の接地が必要です。接地の質が期待できない場合は、直列共振回路を測定端と非良質接地線との間に入れてください。
- 5) 各部に使用する材料は極力色の薄いものを使用すること。色の濃いもののほど含有カーボンが多くRFに反応し場合によっては発煙あるいは変形します。使用の可否が不明な場合は小片を電子レンジに入れて加熱してみて判断するとよいでしょう。
- 6) 主要な材料は表2のとおりです。上下のシリンダを結合しているソケットはグレーのPVCパイプですが、耐久性を考慮するとテフロンやジュラコンといった高周波特性のよい樹脂にすべきでしょう。しかし、入手は容易ではありません。アクリルの透明パイプに適当なものがあれば採用すべきでしょう。