

再現性を重視したスーパー・ラド・アンテナの製作

今回製作した7MHz用スーパー・ラドアンテナは、大部分の材料をホームセンターで入手可能で再現性が高い物を目指しました。このアンテナは設置する周囲の環境の影響を受けやすいので、あえて広帯域なタイプにすることにより、多少共振点がずれても楽しめるように設計しました。

JF1UVJ 水村 磨 *Osamu Mizumura*

スーパー・ラド・アンテナ製作の動機

本誌2010年6月号で紹介したスーパー・ラド・アンテナですが、あの大きさに160mバンドの電波が聞こえて、3か月あまりの内に31エンティティと出力200Wで交信できたことは大きな驚きでした。

そこで自分でも作りたくなり、DETECH社

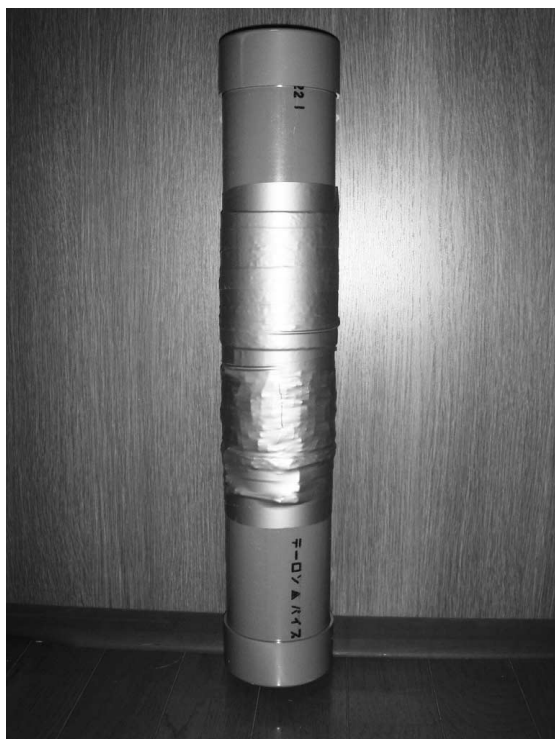


写真1 完成した7MHz用スーパー・ラド・アンテナ

(<http://www.detech.me/>)のJA2PGU 尾裕さん、JA1JYC 中村さん、JF1TLT 星野さんの協力を得ながら7MHz用のスーパー・ラド・アンテナを製作しました(写真1)。

このアンテナの詳しい理論につきましては、先月号と今月号で発明者のJA2PGU 尾裕さんが詳しく書かれているのでそちらをご覧ください。

このスーパー・ラド・アンテナは一見すると簡単に製作できそうな感じがしますが、調整が難しいうえに同じように作っても再現性が低いという特徴があります。

そこで今回は再現性を重視したうえ、材料も大部分をホームセンターで入手できることを念頭に入れて製作しました。

また、このアンテナは設置状況によって共振周波数が大きく変化する特徴があるため、共振周波数が多少ずれていても楽しめるように、あえてVSWR特性がブロードなタイプにしました。

スーパー・ラド・アンテナの材料

今回製作する7MHz用スーパー・ラド・アンテナの構造図を図1に、部品を表1に示します(写真2)。材料の注意点としては、

部品⑤：銅線は15m以上あれば問題ありませんが、再現性を高めるために太さは必ず0.9mmにします。

表1 本稿で製作する7MHz用スーパー・ラド・アンテナの部品表

番号	品名	規格など	大きさなど	数量
①	水道用塩ビ・パイプ	VU75	50cm	1本
②	VU75用フタ			2個
③	アルミ板	0.3mm厚	300mm × 200mm	1枚
④	塩ビ・シート	0.5mm厚	300mm × 450mm	1枚
⑤	銅線	0.9mm	20m以上	1本
⑥	水糸	0.75mm	マッキロン水糸	1個
⑦	アース用ビニル線			1本
⑧	アルミ・テープ		0.1mm × 50mm × 10m	1巻
⑨	防食テープ		0.4mm × 50mm × 10m	1巻
⑩	塗装養生テープ	緑色のテープ	50mm × 25m	1巻
⑪	両面テープ	ナイスタック	50mm × 25m	1巻
⑫	アース端子用ビス		3mm × 20mm	1本
⑬	アース端子用ナット		3mm用	2個
⑭	アース端子用圧着端子		3mm用	4個
⑮	アルミまたはポリカーボネイトビス、ナット		4mm × 10mm	1組
⑯	同軸ケーブル接続用ビス、ナット		4mm × 10mm	4組
⑰	同軸ケーブル接続用圧着端子		4mm用	4個
⑱	マスト・クランプ	VU75用	参考	2個
⑲	マスト・クランプ	マスト用	参考	2個
⑳	ホットボンド・セット	接着剤		1個
㉑	MJ座			1個
㉒	MJ座固定用ビス、ナット		3mm用	4組
㉓	同軸ケーブル 3D-2V		30cm	1本
㉔	コモンモード・フィルタ用コア		給電用同軸ケーブル用	20個くらい

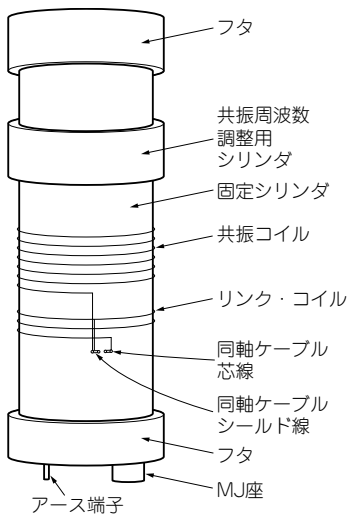


図1



写真2 今回の7MHz用スーパー・ラド・アンテナ製作に使用する材料（一部を除く）

部品⑥：水糸は写真に移っているマッキロンのタイプにします。マッキロン水糸には太いタイプもあるので気をつけましょう。太さが変わると再現性が低くなります。自在プッシュを使用するときれいに巻くことが困難で再現性も低いので、今回は水糸を使用し

ました(写真3)

部品⑦：アース用ビニル線は、設置状況に合わせて長さを決めます。できれば7MHzの $\frac{1}{2}\lambda$ （約20m）の整数倍にします（例：20m，40m，60m）。

部品⑮：アルミかポリカーボネイトをお勧めします



写真3 銅線(太さ0.9mm)とマッキロン水系, MJ座, 3D-2V



写真4 ポリカーボネイトのビス, ナットのセット, 塩ビ・シート



写真5 塩ビ・パイプVU75, VU50用クランプ



写真6 ホットボンド・セット, Gクリヤー接着剤

が, ホームセンターでは売っていないことも多いので, 出力200W程度の空中線電力であれば, ステンレス製でも大丈夫だと思います。ただし, ビスの長さは短めにしてください(写真4)。

部品⑮: マスト・クランプは参考用。それぞれの設置状況に合わせて工夫します(写真5)。

部品⑳: ホットボンド・セットは共振コイルやリンク・コイルを固定するために使用します。Gクリヤーなど, ほかの接着剤でもかまいませんが, 作業のやりやすさという点からホットボンドをお勧めします(写真6)。

* 給電用の同軸ケーブルは別途用意します。

スーパー・ラド・アンテナの製作手順

1. アルミ板を300mm×120mmにカットします(写

真7)。

2. 塩ビ・パイプの上端から13cmと25cmのところにマジックなどで印を付けます(写真8-1, 写真8-2)。
3. 25cmの位置にアルミ板の下側を合わせて仮に巻きつけます(写真9)。
4. 両面テープを8か所縦に張り, アルミ板がうまく重なり合うように気をつけながら張っていきます(写真10-1～写真10-3)。



写真7 シリンダー用のアルミ板を300mm×200mmにカットする。金属板カット用のハサミを使うと作業が楽

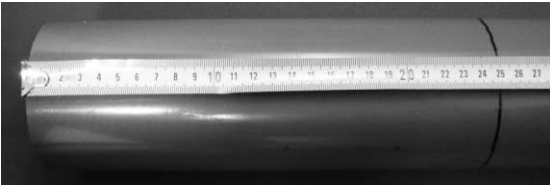


写真8-1 塩ビ・パイプの一端から13cmと25cmのところにマジックで印を付ける

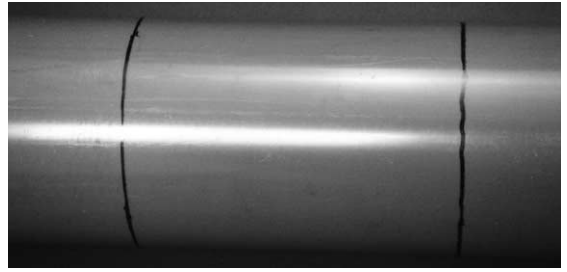


写真8-2 後でアルミ板を張りやすいようにマジックの印を1周させる



写真9 塩ビ・パイプに付けた25cmの位置にアルミ板を合わせて仮に巻く

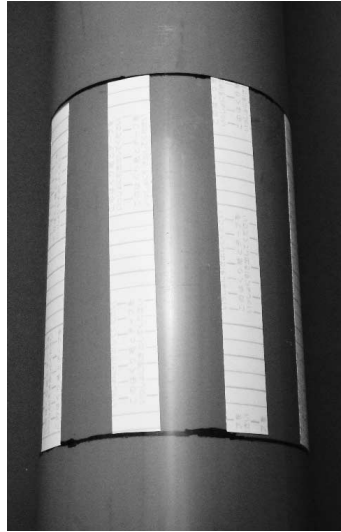


写真10-1 「ナイスタック」などの薄いタイプの両面テープをマジックの印の間に8か所所張る

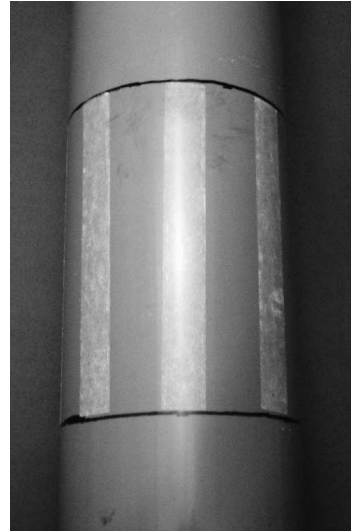


写真10-2 両面テープの紙をはがす

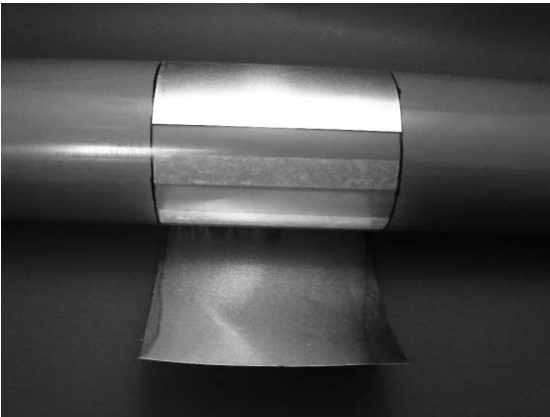


写真10-3 アルミ板を巻いていく。最後にアルミ板が重なるように気をつけながら張っていく



写真11-2 張り合わせたアルミ・テープをアルミ板の重なった部分に挟み込む

5. 最後に折り重なる部分にアルミ・テープの接着面同士を張り合わせたものを挟み込みます(写真11-1, 写真11-2).

6. 折り重なった端の部分にアルミ・テープを張り

ます。固定シリンダーの完成です(写真12-1, 写真12-2).

7. 塩ビ・シートを300mm×100mmにカットします(写真13).

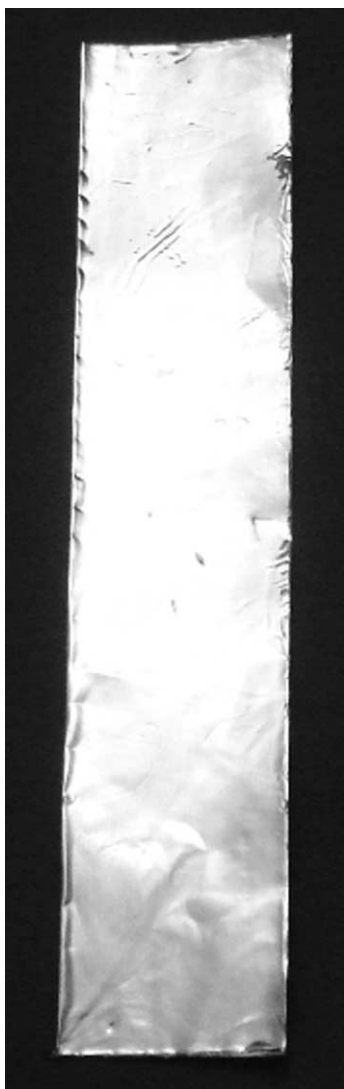


写真11-1 アルミ・テープの接着面
同士を張り合わせる

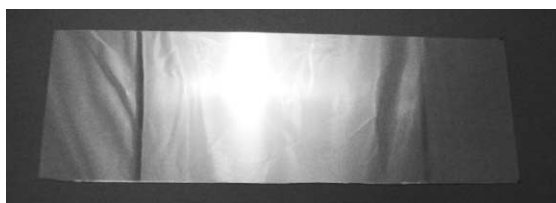


写真13 共振周波数調整用シリンダーに使用する塩ビ・シートを300mm×100mmにカットする

8. 塩ビ・シートをでき上がった固定シリンダーに仮に巻いてみます。
9. 折り重なる部分ができないように印を付けてカットします(写真14)。
10. 塩ビ・シートと固定シリンダーが接触する内



写真12-1 アルミ板が折り重なった
部分にアルミ・テープを張る



写真12-2 固定シリンダーの完成



写真14 カットした塩ビ・シートを固定シリンダーの上から
巻きつけて、余分な部分に印を付けてカットする

側部分にアルミ・テープを張ります(写真15)。

11. 塩ビ・シート外側の部分にもアルミ・テープを張ります。
12. 塩ビ・シートの内側と外側のアルミ・テープを導通させるために、折り重なる部分にアルミ・テープの接着面同士を張り合わせたものを挟み込みます。さらに折り重なった端の部分の上からアルミ・テープを張ります。また、

外側に張ったアルミ・テープ同士を導通させるために、アルミ・テープの接着面同士を張り合わせたものをつなぎ目にのせて上からアルミ・テープを張ります。共振周波数調整用シリンダーの完成です(写真16-1～写真16-5)

13. 固定シリンダーの折り重なった部分の下端に4mmの穴をあけます。穴をあけたら穴の周りのアルミ・テープを10mm角ほどカッターな



写真15 塩ビ・シートと固定シリンダーが接触する部分にアルミ・テープを張る

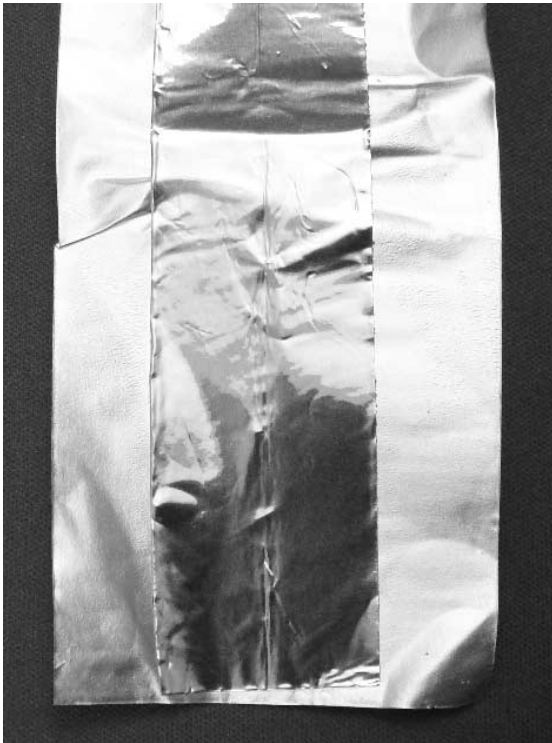


写真16-1, 写真16-2 塩ビ・シートの内側と外側のアルミ・テープを導通させるため、アルミ・テープの接着面同士を張り合わせた物をアルミ・テープの接着面に貼り付けたテープを作成する

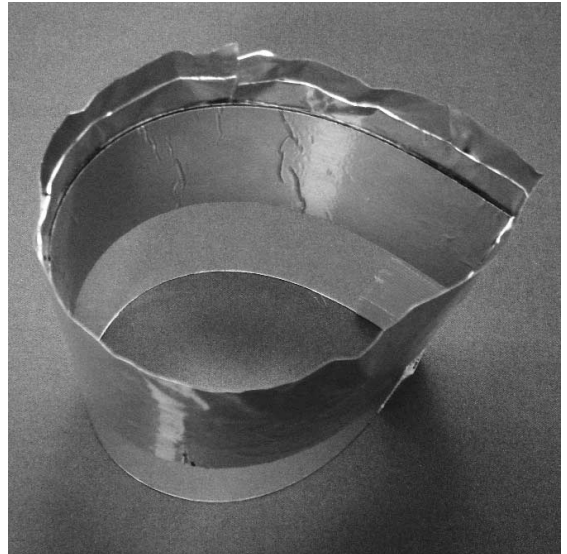


写真16-3 まず塩ビ・シートの外側から張っていく



写真16-4 続いて内側に折り曲げて張っていくが、張った後ドライバの柄などを使ってなるべく平らになるように形を整える

どを使ってはがします。共振用コイルの銅線をアルミのシリンダーに直接接触させるためです(写真17-1, 写真17-2)。

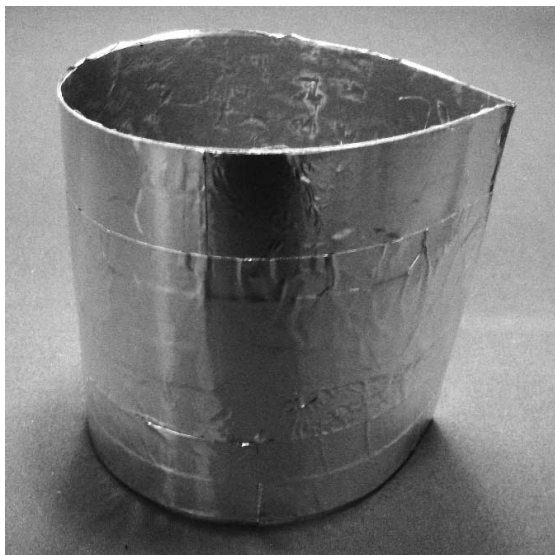


写真16-5 塩ビ・シートの外側に張った2枚のアルミ・テープ同士も、同じように導通させるためのアルミ・テープを張る



写真17-1 固定シリンダーが重なった部分に4mmの穴を電動ドリルであける

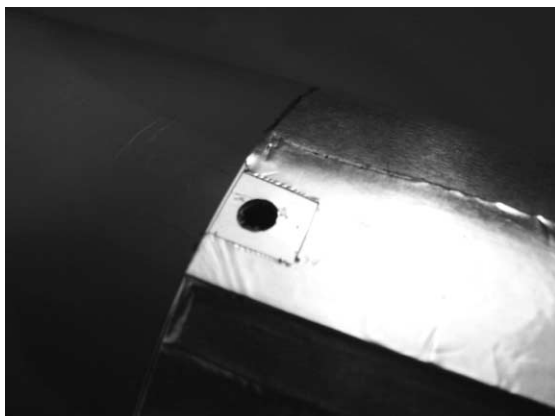


写真17-2 共振コイル用の銅線とアルミ・シリンダーが直接接触するように、あけた穴の周りのアルミ・テープをカッターなどで10mm角はがす

14. アルミまたはポリカーボネイト(ステンレス)の4mmのビスをさし、塩ビ・パイプの内側に手を入れてナットを軽く締めておきます(写真18)。
15. 最初に銅線、その後で水糸を一緒にビスに2～3回巻きつけた後、ビスをドライバーで締め付けます。このとき銅線がシリンダーと接触しているか確認します(写真19-1, 写真19-2)。
16. 固定シリンダーの下側から水糸、銅線の順番になるように一緒に巻いていきます(写真20)。
17. 1回巻いてビスの位置まで来たところで1ターンになります(写真21)。

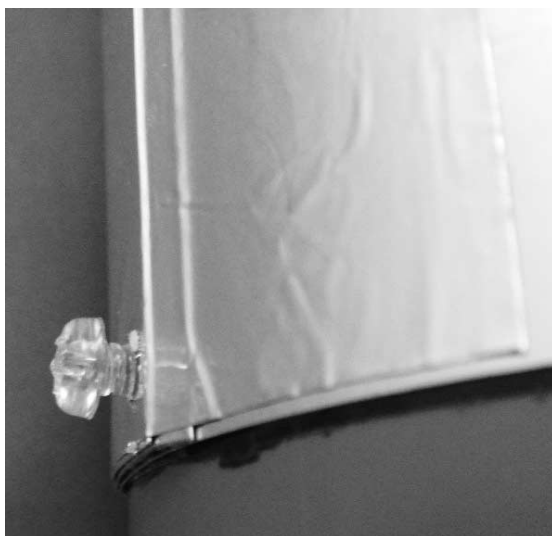


写真18 ポリカーボネイト・ビスを仮止めする

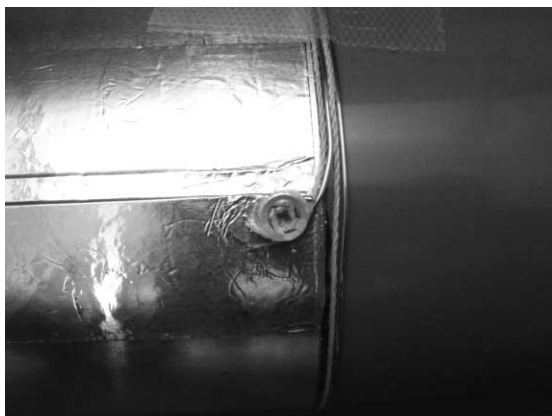


写真19-1 最初に銅線、次に水糸をポリカーボネイトのビスに2～3回巻きつける

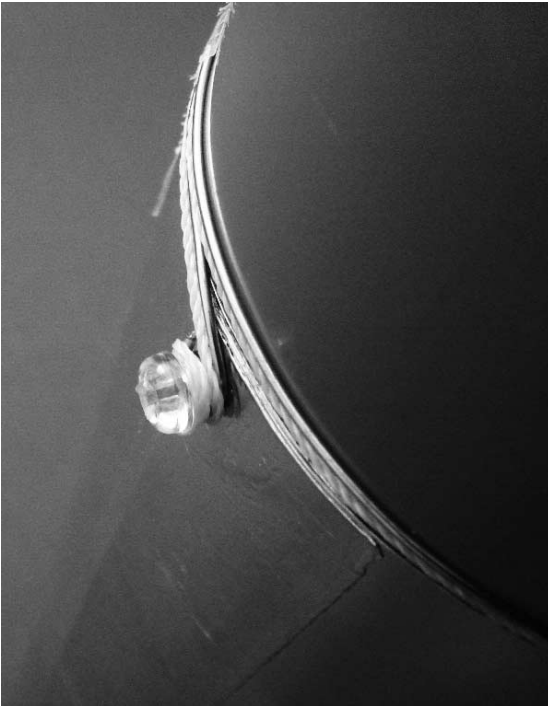


写真19-2 銅線とアルミの固定シリンダーがしっかりと接触しているのを確認する

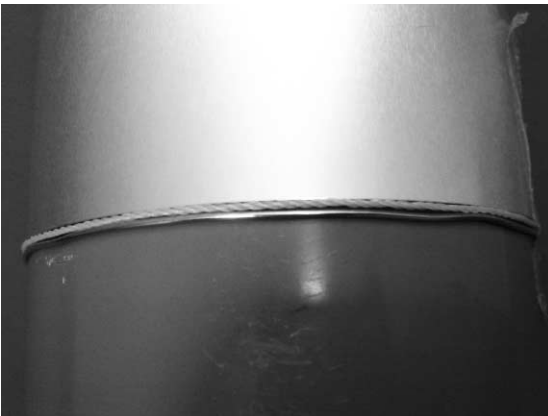


写真20 固定シリンダーの下側に水系、銅線の順番で、水系と銅線を一緒に巻いていく

18. ときどき塗装養生用テープを使用して仮止めしながら進めます(写真22).
19. どうしても緩んできたりするので、引っ張りながら進めます。また、ときどきコイルを下側時からシリンダー方向に押して共振コイルの形を整えます(写真23)。
20. 最初の1ターン目から数えて30ターンになったら巻くのをやめます。ただし同軸ケーブルと



写真21 水系と銅線を一緒に巻き、ビスの下側まで来たところで1ターンになる

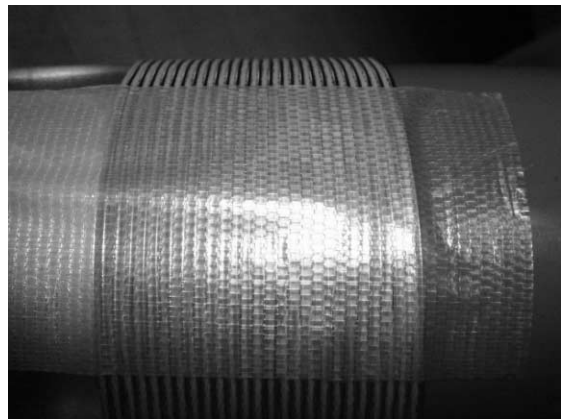


写真22 一気に巻くのは難しいので、ときどき塗装養生テープを使って仮止めしながら進めていく

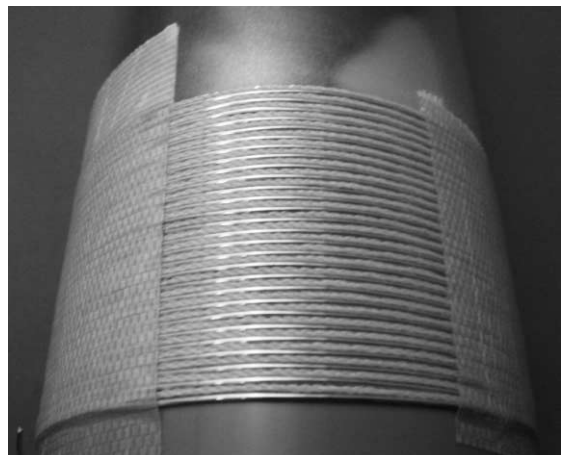


写真23 どうしても緩んでくるので水系と銅線を引っ張りながら進める。また、ときどきコイルを固定シリンダー側に押してコイルを整形する

接続させるための長さも必要なので、10cmぐらい長く残して切断します(写真24)。

21. 共振コイルの形をもう一度整えてから、ホットボンドを使って固めていきます(写真25)。
22. リンク・コイル用の塩ビ・シートを300mm×20mmにカットします。
23. 塩ビ・パイプに巻いて折り重なる部分ができないように、印を付けてカットします。
24. 塩ビ・シートの内側に養生用テープを張って塩ビ・パイプに差し込みます(写真26)。



写真24 巻き数が30ターンになったら巻くのをやめる。ただし同軸ケーブルと接続する必要があるので10cm長めに残して切断する

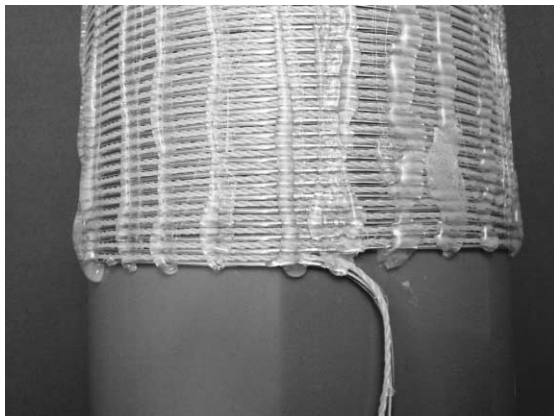


写真25 共振コイルをもう一度整形してからホットボンドで固めていく

25. リンク・コイル用塩ビ・シートの上に巻き始めを10cmぐらい長くした銅線、水糸の順番に2ターンと6cm巻きます。ただし同軸ケーブルと接続させるための長さも必要なので、巻き終わりの10cmぐらい長く残して切断します。
26. リンク・コイルも形を整えてからホットボンドで固定します。
27. VU75用のフタにMJの座、アース用(3mm)、空気取り入れ用の穴(4mm)をあけ、MJの座とアース用端子をビス、ナットで取り付けます(写真27)。
28. リンク・コイル用の3D-2Vを塩ビ・パイプの外

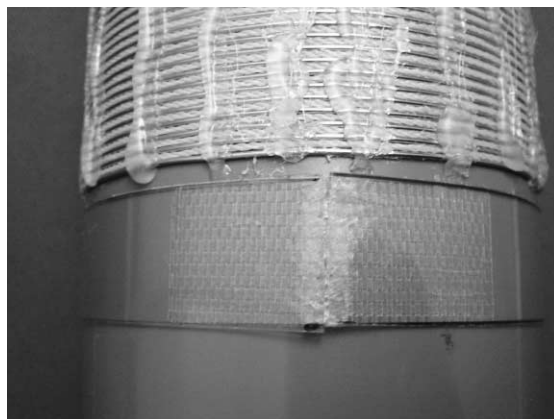


写真26 リンク・コイル用にカットした塩ビ・シートの内側に塗装用養生テープを張って、塩ビ・パイプの下側から差し込む



写真27 MJの座とアース用端子を取り付ける

に出すための穴(4mm)を共振コイルの巻き終わりの下4cmのところから右側に2cm間隔で合計四つ穴をあけます(写真28)。

29. 3D-2Vを4cmむいて芯線とシールド線に分けます。同軸のシールド(網線)側を塩ビ・パイプの内側を通して、左から2番目の穴から外に出して圧着端子を取り付けます。圧着した後はんだ付けをします。共振コイルの巻き終わりとリンク・コイルの巻き始めの銅線を一緒にして、一番左側の穴のところに持ってきて、仮の圧着端子の中に通します。先ほどのシールド線の圧着端子とともに4mmのネジで仮止めます。
30. 右から2番目の穴から同軸ケーブルの芯線側を出して、圧着端子を同じように取り付けます。共振コイルの巻き終わりの銅線を一番右側のところに持ってきて、仮の圧着端子の中を通して同軸ケーブルの芯線の圧着端子とともに4mmのネジで仮止めます。このときリンク・コイルとショートしないようにビニル・テープや熱収縮チューブなどを使用します。
31. この状態で仮止めの部分の上から養生用テープを張って押さえます。最終的にはインピーダンスの調整後に完成させます。

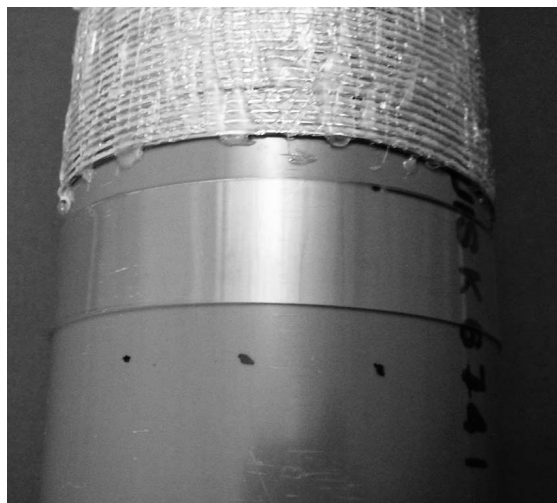


写真28 3D-2V取り出し用、接続用4mmの穴をポリカーボネートのネジの位置の真下で、共振コイルの下端から4cmの位置から2cm間隔で右側に向かって合計四つあける

32. 共振コイルの下側とリンク・コイルの上側の間隔が7mmになるように、リンク・コイルの塩ビ・シートを動かして、養生用テープで仮止めます(写真29-1～写真29-3)。

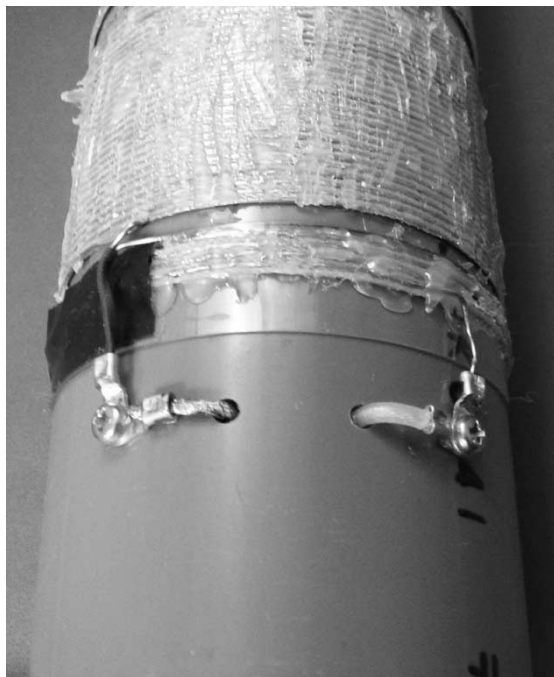


写真29-1 共振コイルの巻き終わりの銅線とリンク・コイルの巻き始めの銅線を一緒にして仮に圧着端子に通して、同軸ケーブルのシールド線の圧着端子を共締めする。同軸ケーブルの芯線の圧着端子とリンク・コイルの巻き終わりを仮に圧着端子に通したものを共締めする。共振コイルの下端とリンク・コイルの上端の間隔が7mmになるように調整する。そして仮に通していたリンク・コイルの巻き始めの銅線を一緒に圧着端子をかしめた後はんだ付けし、同軸ケーブルのシールド線の圧着端子を友締めする。同じように同軸ケーブルの芯線側も処理する



写真29-2 四つあけた穴の左から2番目の穴から、塩ビ・パイプの中を通した3D-2Vのシールド線(網線)を出して4mm用の圧着端子を取り付ける



写真29-3 3D-2Vの芯線側を右から2番目の穴から出して、同じように圧着端子を取り付ける



写真30 3D-2Vを適当なところで切断し、MJの座にはんだ付けする。MJの座とアース用端子を結線する

33. 同軸ケーブル3D-2Vを適当な長さに切断して中心導体をMJの座の芯線にはんだ付けします。シールド線は圧着端子を使ってMJの座取り付け用ネジと共締めにします。

34. MJの座のアース側とアース端子を結線します(写真30)。

35. 仮にVU75のフタを取り付けます。

ここまででアンテナの製作はいったん終了して、調整に入ります。

スーパー・ラド・アンテナの調整

アンテナの調整は最初、室内で行います。最終的には無線機につないで確認しますが、室内で送信を行う際には必ず出力10W以下に抑えて、短時間で行います。どうしても至近距離にアンテナを置いて

調整することになってしまうため危険です。

■ 測定器

使用する測定器としてはノイズ・ジェネレータかノイズ・ブリッジがお勧めですが、お持ちでない方が多いと思います。お持ちでない場合は自作されるか購入されることをお勧めします。ほかの測定器だと本当の共振周波数がわからないことが多いです。現在は販売されていませんが、三田無線のAZ1-HFでは正確な共振周波数とインピーダンスが測定できました(写真31)。

比較的多くの方がお持ちなのがアンテナ・アナライザかと思います。

筆者が持っているアンテナ・アナライザで測定してみると大まかなところはわかりますが、実際の共振点と異なる結果が出てきます(共振周波数は約10kHz低く表示され、インピーダンスは正確な表示がされなかった)。

なお、室内測定する際には同軸ケーブルの測定器側にパッチン・コアなどを使ったコモンモード・フィルタを入れます。また、調整時もアースは必ずとって作業してください。

■ 測定時の注意点

● 測定の順番として、まずどの周波数に共振しているかを探し出し、その周波数でインピーダンスが50Ωにするように調整します。調整後は共振コイルとリンク・コイルはいじってはいけません。いじってしまうとうまく動作しくなります(これで筆者は苦勞した)。最終的な共振周波数の調整は共



写真31 三田無線から発売されていたAZ1-HF

共振周波数調整用のシリンドーで行います。

● VSWRが低くなることを最初に探してしまうとうまくいかなくなるので、順番を間違えないようにします。

本稿で製作するアンテナは再現性が高いので、共振周波数が大きくずれてはいないと思います。ただし設置環境で共振周波数が大きく違ってくるので、室内での測定結果はあまり気にする必要はありません。今回のアンテナは再現性を考えて広帯域なタイプを製作したので、設置状況にもよりますが、バンド内に共振点があれば何とかオン・エアできると思います。

■ 実際の調整手順

1. 共振周波数調整用のアルミ・テープを巻いた円筒状の塩ビ・シートは、固定シリンドーのところまで下げておきます。
2. コモンモード・フィルタを装着した同軸ケーブル(長さ1m～3m程度)をアンテナにつなぎます。
3. アンテナと無線機の間にノイズ・ブリッジをつないで調整を行い、ノイズが最小になる周波数を探します。ノイズ・ジェネレータの場合はノイズが最大点になるところを探します。バンド・スコープがある無線機をお持ちの方は、表示範囲を最大にしてノイズ・レベルの最小点(最大点)を探してみましょう。

そしてインダクタンスがL性、C性のどちらになっているかを確認します。C性のときはもう少し上に共振点があります。L性の場合は共振点が下になるので実際の共振周波数を探します。探し出したらインピーダンスが50Ωになるように、リンク・コイルの塩ビ・シートを上下させます。

室内での調整の場合、共振周波数は無視してもかまいません。なぜならば今回製作したアンテナはもともとCの容量が少ないので、周囲の状況で共振周波数が大きく変わるためです。ただし、インピーダンスだけは調整しておく必要があります。

筆者のところでのテストでは、インピーダン

スが50Ωになる点は共振コイルとリンク・コイルの間隔が常に7mmだったので、その位置で決めていただいても大丈夫だと思います。そして、同軸ケーブルに接続する圧着端子をかしめて、はんだ付けを行いネジ止めしていったん完成させます。

最終的には実際の設置場所での調整をお勧めします。その際、共振周波数がバンド内にある場合は送信機の出力を10W以下にして短時間送信して、SWRメータを使って共振周波数を確認します。

4. 7.0MHz付近に共振していることが確認できたら、塩ビ・パイプの下側から防食テープをシリンドーの下側のところまで巻きます。その際、先ほどリンク・コイルを仮止めた塗装用養生テープをはがします。防食テープを巻くと共振周波数が下がります。筆者のところでは共振コイル部分にテープを巻くと、約30kHz共振点が下がりました(写真32)。
5. 設置状況によって変わりますが、共振周波数調



写真32 共振用コイル部分に防食テープを巻く

整用のアルミ・テープを巻いた円筒状の塩ビ・シートを動かすことによって、希望の共振周波数に調整できるはずです。この共振周波数調整用のアルミ・テープを巻いた円筒状の塩ビ・シートは、1cm上に動かすと約100kHz共振周波数が高いほうに移動します。大変かと思いますが何回か上げ下げして希望の共振周波数に調整します。

また、シリンダーの上に防食テープを巻くと共振周波数が下がる(筆者のところでは約50kHz)ので、短時間の実験の場合には巻かないほうがいいと思います(写真33)。ある程度固定用アンテナとして使用したい場合はその分を見込みながら共振周波数調整用のアルミ・テープを巻いた円筒状の塩ビ・シートを上下させ、防食テープも巻いたりはずしたりして追い込みます。

- 最後に塩ビ・パイプ上下のフタを接着剤で固定します。

これで7MHz用スーパー・ラド・アンテナの完成です。調整に少してこずった方もおられるかと思いますが、粘り強く行えば必ずうまくいくと思います。



写真33 固定シリンダーと共振周波数調整用シリンダーの部分に防食テープを巻く

アンテナの設置

■ 注意点

● アンテナの設置の際には必ず同軸ケーブルにコモンモード・フィルタを入れます。このアンテナはアンバランス・タイプなのでコモンモード・フィルタが必要です。

● アンテナから送信機の間でコモンモード・フィルタを最初に入れる位置は $\frac{1}{4}\lambda$, $\frac{3}{4}\lambda$, $\frac{5}{4}\lambda$ など $\frac{1}{4}\lambda$ の奇数倍のところが理想的です。 $\frac{1}{2}\lambda$ の整数倍の位置は絶対に避けます。たとえば、7.1MHzが中心だとすると $\frac{1}{4}\lambda$ は $300 \div 7.1 \div 4 \times 0.67$ (同軸ケーブル5D-2Vの速度係数) $\approx$ 約7mになるので、7mの奇数倍の位置にコモンモード・フィルタを入れるのが理想的です(パッチン・コア・タイプなら10個ぐらい入れる)。同軸ケーブルが長い場合は2か所以上にコモンモード・フィルタを入れます。2か所目のコモンモード・フィルタを入れる位置は必ずしも $\frac{1}{4}\lambda$ にこだわらなくても大丈夫です。その際もコモンモード・フィルタ間の長さは、 $\frac{1}{2}\lambda$ の整数倍の位置は絶対に避けます。

● 通常のダイポール・アンテナと比較して、エレメント部分がわずかに直径9cm、高さ12cmに集約していると考えていただくとおわかりのように、スーパー・ラド・アンテナはその性質上できるだけ家や構造物から離さないとうまく動作しません。そのため、高く上げたりマンションのベランダから突き出したりされる方もいらっしゃるかと思います。どのようなアンテナでも同じだと思いますが、十分に注意しながら自己責任で設置されてください。

実際の運用

スーパー・ラド・アンテナを仮に上げてみました。地上高は約12mです。この状態で出力200Wで運用し、国内では東京都世田谷区から南佐久郡、上田市、我孫子市、墨田区、中野市、千葉市若葉区、8N5A(QTH不明)などと双方RS59でQSOできました。また、夏場でDXのコンディションが悪い中、CWでW5IZ(テキサス州)とRST579(受信)、



写真34-1, 写真34-2 ワールドワイドが扱っているW-GR-1800Hを使って地上高約12mにスーパー・ラド・アンテナを仮設

RST549(相手からのレポート), V31SJ(中米のベリーズ)とRST559同士でQSOできました(写真34-1, 写真34-2)。

秋になればコンディションが良くなるのでもっとQSOできると思います。

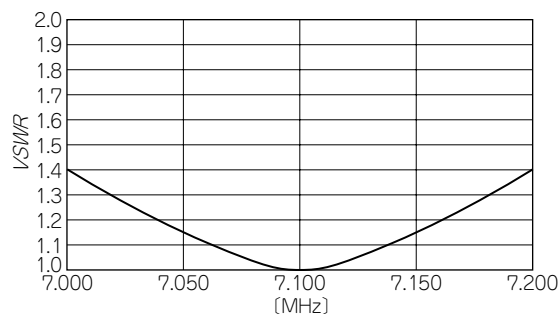
アンテナのVSWR特性

最終的に調整を追い込んだVSWR特性は図1に示すようになりました。今回はスーパー・ラド・アンテナが設置状況に大きく左右されやすいアンテナということもあり、あえてバンド幅が広く取れるアンテナにしたためこのようなVSWR特性になりました。

おわりに

今回のアンテナは再現性を重視した物ですので、

図1 本稿で製作したスーパー・ラド・アンテナのVSWR特性



設置状況にもよりますが指定した材料を使用して寸法どおりに製作していただければ問題なく働くはずです。

このアンテナはまったく新しい考え方に基づいたアンテナです。小型で高性能なアンテナなので、ぜひ製作に挑戦して楽しまれてください。