

○ アンテナ実験に必要なタワーとポール

アンテナを建てるには、アンテナマストを支持するポールやタワーが必要であることはいうまでもありませんが、このポール／タワーの設置が、アンテナ製作を楽しむにあたって大変大きな要素を占めます。ここでは筆者の使用しているタワーを例としてご紹介します。

(1) アンテナ実験に必要なポール／タワーの設備

アンテナの実験に必要なポール／タワーは、既製品のアンテナを購入して設置する場合のそれとは少し事情が異なります。購入したアンテナをそのまま建てるのであれば、アンテナを上げて固定すればそれで作業は終わり、またその作業もお金を出せば自分でやらなくても可能です。

しかしアンテナを製作する場合は必ず調整作業が必要になるため、その調整が可能なようにアンテナを作業位置まで上げ下ろしできるか、または自分がその位置まで上がって調整部分にアクセスできることが絶対に必要になります。

以上のような観点からポール／タワーについて整理すると、アンテナ実験を行うために必要な設備は以下のように考えられます。

- ・ 固定ポールと屋根上などの作業場所の確保
- ・ ルーフタワー＋作業台
- ・ 伸縮ポール
- ・ 自立式固定タワー＋アンテナ・エレベータ
- ・ クランクアップ・タワー

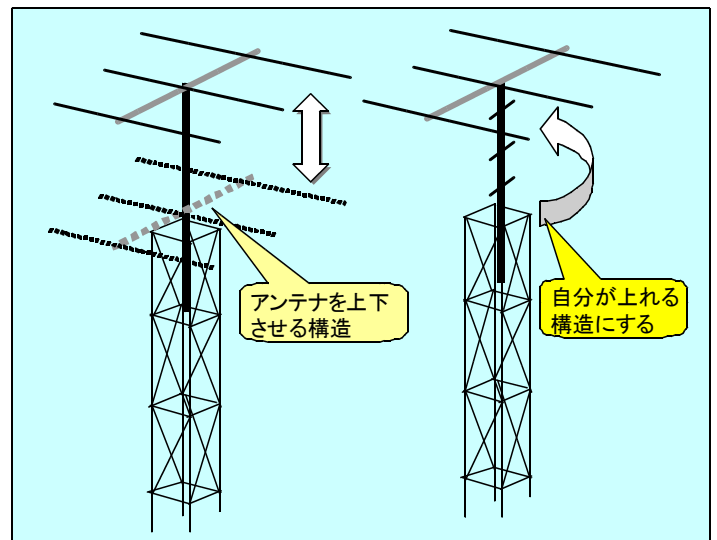


図 1. アンテナ実験に必要なポール／タワー設備

製作した1エレメントのデルタループは、伸縮ポールをベランダの手すりに固定して建てましたが、この方法は最も手軽で調整も楽にでき、簡単なアンテナの場合ではこれで十分だと思います。ただしあまり高さを稼げないので、もう少しガッチリした伸縮ポールを地面から立ち上げ、2階の屋根などを作業場所とする方法もあります。

ルーフタワーをお使いの方は比較的多く、この場合ステージがタワーの上であればある程度の大きさのアンテナの実験が可能です。ただし必ずステーがあるのでアンテナの取り合いがやっかいでしょう。これは固定ポールでステーが必要な場合も同じです。

アンテナ実験設備でベストチョイスはやはりタワーです。アマチュア無線を初めてしばらくすると、タワーを建て空高くアンテナを設置したいと必ず思うようになります。それにはまず、アンテナを回転させて隣家の上空を侵犯しないだけの敷地の広さが必要ですが、タワーを建てることによる有形・無形の影響についても気をめぐらす必要があるでしょう。

タワーには固定型とクランクアップ型がありますが、固定タワーではアンテナの上げ下ろしが便利なアンテナ・エレベータが装備できるタワーが必要でしょう。クランクアップ・タワーは、高さが10mぐらいのものから30mぐらいになる大型のものまでありますが、大型のタワーは全体を縮めた

時の大きさが相当な迫力で、住宅密集地の家屋では難しいと思います。

また価格も半端でなく大変高価な買い物になるでしょう。なおアンテナ・エレベータやクランクアップ・タワーでアンテナが下に降ろせる高さは、「アンテナが周囲の建物にかからない高さ=多くの場合屋根の高さ」になることに注意が必要です。ここで意外と分かっていないのは屋根などの高さで、一般的な木造2階建てでは6.5～7.5m、1階屋根と2階ベランダ/バルコニーでは3～3.5mになります。

(2) 筆者のタワーについて

筆者の住宅と周囲の環境の略図を図2に示します。最初に考えたのは、ルーフタワーを図の★の2階の屋根に建てることでしたが、結局これをあきらめました。その理由は、もしタワーが倒壊するか、アンテナがマストから傾いたときに、敷地の北側にある11mHの配電線を直撃する可能性があったからです。

これより筆者は、図の○に示す位置に最長15mになる2段式クランクアップ・タワーを建てました。このタワーは縮めると8mになり、写真1に示すように2階の屋根から少し頭を出す程度で、周囲に対する圧迫感はありません。小型のものです。

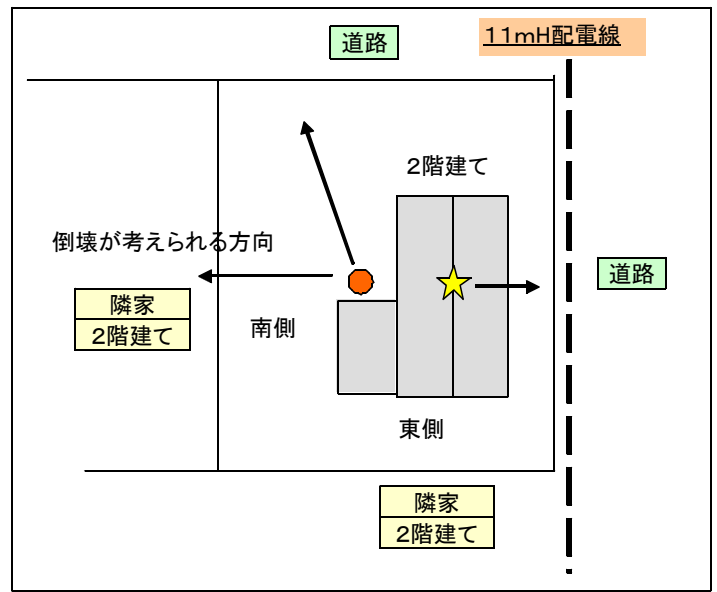


図2. 筆者のタワー建設位置と周囲の関係



写真1. 筆者の小型クランクアップ・タワー（クランクダウン時）

このタワーはオリジナルの構成では最長14mですが、これに内筒のタワーを1本追加して15mHにしています。こうするとクランクダウン時に、タワーの頂部が8.3mになるので作業が楽になります。ただしタワー製造メーカーの風に対する強度保証（20m/sまで）は無くなるので、何かあっても自己責任です。

このタワーの建設位置は図2に示すように北・東に自家家屋があるため、この方角へのタワー倒壊の可能性はまずありませんが、南側には隣家がありこの方向への倒壊はあり得ます。ここで倒れた場合を考えると、タワーを縮めた状態（8m）では損害を与える範囲がかなり小さいことが予想されます。しかし倒壊などで被害を与えた場合に備え、それなりの補償額を満たす損害保険に加入しており、これを隣家に伝えてあります。

筆者が小型のクランクアップ・タワーを選んだのは、以上のような理由が大きかったのですが、アンテナ実験を行うようになると、アンテナを上下できる便利さは想像以上のものでした。

アンテナ調整におけるエレメントへのアクセスは、ブームが短い場合はタワーの上部にあるステーション上で可能であり、ブームが長い場合は2回の屋根上にアンテナを回すことで何とかできます。

ただしアンテナの地上高は、頑張っってマストを伸ばしても 17m ぐらいでやや低い感じは否めませんが、周囲との調和を考えると、この程度の高さが限界ではないかと我慢しています。

(3) タワーを建てる作業

タワーの建設例は CQ 誌上などで多く見ることができますが、ほとんどが立派な大型のタワーについての例が多く、比較的簡単に建てられる小型のタワーについてはあまりありません。また現在ではタワーの建設を自分で行う方は少なく、特にクランクアップ・タワーでは、タワー本体をクレーンで運んできてそのまま建てるケースが多いと思われます。

筆者が建てたクランクアップ・タワーは、狭い庭でも2人で建てられるのが特徴の組み立て式四角タワーで、実際作業はほとんど1人で行いました。建ててからほぼ 20 年たちますが、本体のさびもなく何のトラブルも起こしておりません。

参考のためタワー建設での注意ポイントと筆者の例を示します。

イ) タワーの運搬

タワー部品が大きさが最大 2m× 40cm なので宅急便は扱えない。したがって運搬費用はかなり高額になり、しかも希望通りの日時や方法が選べない。販売店との調整が必要。

ロ) 穴掘り

タワー建設は穴掘りから始まるが、手堀の場合自分の肩の高さから深くなると、とたんに作業が大変になる。また掘った土の処理を考えておかないと大変。

ハ) アンテナ基礎作業

穴を掘り終えたら基礎の骨組みを入れコンクリートを流し込むが、生コン業者との調整、特に小さくても 4 t 車の生コン車両をアンテナベース位置まで接近させる手順が大事。

植木など障害物がある場合は一時待避などの作業が必要となる。

また流し始めたら中断ができない。ベースのレベル調整は失敗できない。

ニ) 外筒の建設

ベースが完成したら外筒を建て、上に積んでいくが、ウインチを回す人が別に必要。

積み上げるときのウインチと滑車の固定は、作業中に絶対外れてはならない。

なおウインチは1段目を固定したら所定の位置に取り付けてしまう（ウインチは部品）。

ホ) 内筒の組立て

内筒は完全に組立て式なので、組立て時のゆがみに万全の注意が必要。1つ組立てたら吊り下げて外筒に入れ、下の内筒と組立ててつなげていく。

以上のタワー建設は冬場に週末だけで行いましたが、穴掘りに3ヶ月かかりました。筆者の土地は関東ローム層といって、地表から 50cm も掘ると赤茶色の粘土質の土層になります。この土を「赤土」

とっていますが、この掘った土をそのまま庭にまいたので、XYLのひんしゅくをかい大変でした！

タワー建設には週末作業で約1ヶ月かかりましたが、タワーの組立てはそれほど難しくなく、結構楽しんで行うことができました。

アンテナ実験を行う場合にはタワー上の作業場所としてステージが必要です。筆者のタワーには付属品として40cm角のステージがあり、高さ7.5mのところを設置していました。この高さは2階の屋根の高さに相当し、また少し揺れますので、高いところが嫌いな方はこの上での作業は大変でしょう。ただし三角タワーよりは安定感があります。

ステージ上の恐怖感は周囲の建物の高さに関係するようです。これは一時期隣家が建て替えのため更地になったことがありましたが、その時のステージ上の作業は結構怖かったことを覚えています。これは下を見たときに高さを感じる感覚が、地上からの場合と、建物の屋根からの場合とで視覚的に大きく異なるからであると思います。

筆者はこのステージで作業を行っていましたが、このステージは平板状なので両手を同時に離すことができません。また滑るなどの恐怖感が年々増してきたため、**写真2**に示すような手すり



写真2. 手すり付きステージ（クランクアップ時）

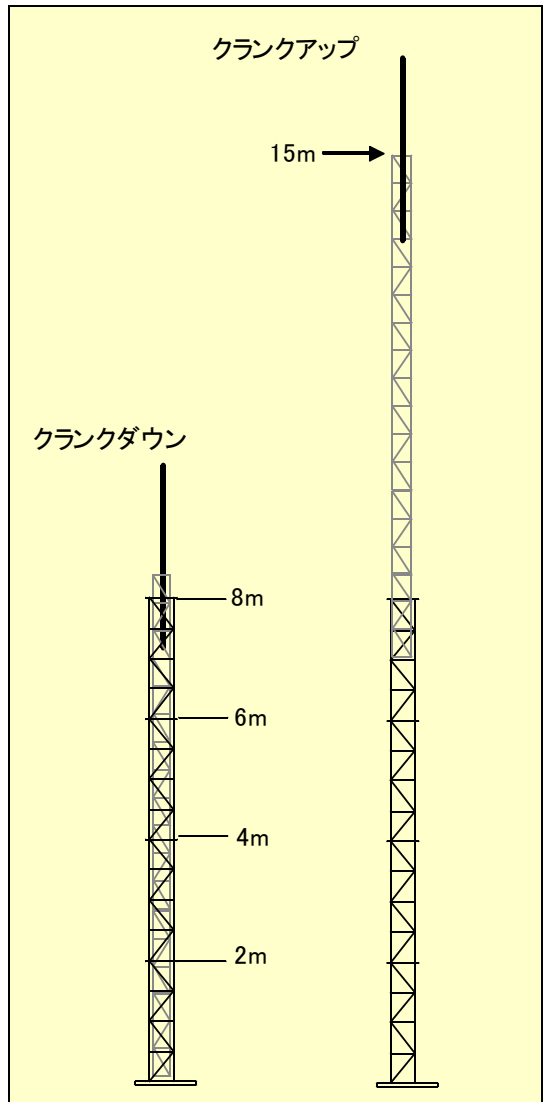


図3. 小型クランクアップ・タワーの構成

付きのステージを付けました。このステージは大きく2つに分かれ、重量がそれぞれ40kg程度あるようで、持ち上げてタワーに設置するのは結構大仕事でした。ステージを吊り上げるには、後述する電動化したウインチと別の手巻き上げウインチの両方を用い、両端を平行に吊り上げて設置位置まで誘導し固定しました。これには延べ3日かかりました。

手すり付きの大型ステージの使用感は快適そのもので、アンテナ設置・調整作業を安全に余裕を持って行うことができます。またゆっくり遠くの景色を眺めたりする展望台にもなります。しかし重たいせいもあって、登った時にタワーの揺れがやや増したように感じられます。

○ クランクアップ・タワーの電動化

クランクアップ・タワーはウインチでタワーの内筒を上下させる構造になっており、筆者のような小型のタワーでは手動のウインチでもなんとかできます。しかし当然電動化が望ましいのですが、市販品はタワー本体と同程度の価格でかなり高価です。そこで筆者はこれを安価に自作して約 12 年ほど使用してきましたが、その間何のトラブルもなく大変便利に働いています。今回これを新調する機会があったので、その概要をご紹介します。

なお新調した理由は、家の改築のため 1 年以上動かさず、しかも満足な防水対策を怠っていたためギヤドモーターが漏電で故障したためで、今回はこの点を反省点に改良を加えました。

(1) 電動化の基本的構成

電動化の構成は、クランクアップ・タワーに付属し **写真 3. 自作電動ウインチの基本的な構成** している手動式ウインチのハンドル側に歯車（スプロケット）を取付け、これをモーターでチェーンドライブするというものです。ここで使用した部品とその仕様を以下に示します。

- ①ギヤドモーター（住友重機製 Altax α 屋外型 100V 単相 0.1kW 減速比 87:1）
- ②スプロケット（椿本チェイン RS40 歯数 30 ウインチ側：A 型、モーター側：同新 B 型）
- ③チェーン（椿本チェイン RS メッキローラーチェーン ピッチ 12.7 全長 839mm 66 リンク）
- ④ベース板（アルミ板：250 × 460 × 10）
- ⑤タワー付属のウインチ（マックスプル、GM-3、ワイヤ引張力：300kg、減速比：6.25）

ギヤドモーターとは、普通のインダクションモーターにギヤを内蔵し、低回転速度で軸が回転するようになっているモーターで、主に製造工場の要素品として用いられているものです。このモーターは産業用なので非常に多くのメーカーと種類があり選択するのが大変ですが、今回は屋外仕様の製品（価格は 28.3 K）を選びました。

ギヤドモーターの出力と減速比は、タワーの内筒とマスト+アンテナの総重量であるタワー吊り上げ時の荷重、希望する昇降速度、ウインチの減速比（ウインチで決まる）、スプロケットの歯数比などで決めます。スプロケットとは、ウインチとモーターにそれぞれ固定する平歯車です。

チェーンはモーター駆動力の伝達手段ですが、一般に電動ウインチの製品ではベルトドライブが使われており、これをチェーンで行う点が簡易・低価格化の 1 つのポイントです。なおチェーンとスプロケットの価格は全部で 5.8 K でした。

ベース板は適当な厚さのアルミ板で、モーターとウインチをのせて固定し、かつ全体をタワーに固定する役目があります。タワーに固定する方法は、今まであったウインチの固定ボルト穴を使い、ウインチのタワーとの位置関係を維持するようにします。

写真 3 にベース板に固定したギヤドモーター（左）とウインチ（右）及び両者に取り付けられたスプロケットとこれをリンクするチェーンを示します。



(2) 昇降速度及び荷重の計算

最初に持ち上げる荷重を W_g (kg)、タワーの昇降速度を V (m / min) としてウインチを直接駆動すると仮定した場合、必要なモーターの出力 P (kW) は以下のようになります。

$$P = W_g \times V / (6120 \times \eta)$$

ここで η は効率で、このような使用方法では 0.7 ~ 0.8 といわれています。また W_g は実際に持ち上げる総重量ですが、当然使用するウインチの許容荷重がこれ以下でなくてはならないので、この許容荷重の値が W_g になります。

計算に必要なパラメータ (記号) と筆者の選択した部品による値を以下に示します。

①ウインチの減速比 (α)	= 6.25
②ウインチドラムの直径 (Dd)	= 60 mm
③ウインチとモーターの sprocket 比 (伝達比)	= 1
④ウインチとモーターの sprocket ピッチ円直径 (Ds)	= 81.2 mm
⑤ギヤドモーターの減速比 (β)	= 87

以上よりギヤドモーターの回転速度とタワーを巻き上げるウインチドラムの回転速度、またタワーの昇降速度は以下のようにより求められます。なおこの値は 50Hz エリアの場合です。

$$\text{ギヤドモーター回転速度 (Ng)} = 1500 / \beta = 1500 / 87 = 17.24 \text{ rpm}$$

$$\text{ドラムの回転速度 (Nd)} = Ng / \alpha = 17.24 / 6.25 = 2.7586 \text{ rpm}$$

$$\text{タワーの昇降速度 (V)} = Dd \times \pi \times Nd = 0.06 \times 3.14 \times 2.7586 = 0.52 \text{ m / min}$$

これより必要なギヤドモーターの出力は以下のようになります。ここで効率を 0.7 としました。

ウインチ・sprocket にかかる荷重 (W_r)

$$= W_g / \alpha \times (Ds / Dd) = 300 / 6.25 \times (81.2 / 60) = 35.5 \text{ kg}$$

求めるギヤドモーター必要出力

$$= W_r \times Ds \times \pi \times Ng / (6120 \times 0.7)$$

$$= 35.5 \times 0.0812 \times 3.14 \times 17.24 / (6120 \times 0.7) = 0.0364 \text{ kW}$$

(3) 工作と組立

必要な工作を以下に示します。

- ①モーター側 sprocket のキー溝を掘る (写真 4)
- ②ウインチ側 sprocket にウインチ固定用穴を 2カ所あける (写真 5)
- ③ベース板にタワー固定用穴 4カ所、ウインチ固定用穴 2カ所、ギヤドモーター固定用穴 4カ所をあける



写真 4. モーター側 sprocket のキー溝



写真 5 ウインチ側スプロケットのウインチ固定用穴

写真 6 ウインチとギアドモーターのセッティング

ここで①は購入時にメーカーへ依頼することができます。③の工作は、まずウインチがタワーとの今までの位置関係を維持するようにベース板のタワー固定用穴をあけます。次にベース板の上に、**写真 6**に示すようにウインチとギアドモーターを置き、スプロケットを両者に固定してチェーンをかけ、チェーンの張り具合を見ながら固定用穴の位置を決めます。なおチェーンは**写真 7**に示すように簡単につなげることができます。

ベース板を今まであったタワーのウインチ取付板に固定すると、ギアドモーターは**写真 8**に示すようにウインチの下に位置するため、ギアドモーターの重さでチェーンにテンションがかかり、その張りを維持します。そこでギアドモーターの固定用穴を上下に多少広げておくことでチェーンの張りを後で調整することができます。



写真 8. タワーへの設置とギアドモーターの配置

写真 7. チェーンの接続

(4) 電動ウインチの防水と運転

製作した電動ウインチは、雨対策として写真9に示すように全体に半透明のプラスチックケースをかぶせています。このケースは押し入れ整理用としていろいろな種類がある中から、大きさが適当なものを選んでその引き出し部分だけ使いました（価格は1K）。この場合ウインチドラムから上に出る吊上げ用ワイヤが、巻き上げと巻き降ろしの間左右に動きますので、写真10に示すようにカッターでその部分に相当する切れ込みを入れます。

なおこのケースは長期間屋外の雨水と日射しにさらされるので、大体3年ぐらいたつともろくなり、少しの衝撃で割れてしまいますので定期的に交換する必要があります。



写真10. 防水カバーと吊り上げ用ワイヤ

またこのケースはウインチの両端に挟み込む形となり、そのテンションで動かないようになっていますが、ワイヤー等で適当に固定しています。

ギヤドモーターの運転は、モーター入力の4本の配線を指定通り100Vにつなぐだけでタワーの自動昇降ができます。筆者はこのモーター入力配線をシャックまで伸ばして遠隔操作をしていますが、その便利さは1度使用したら止められません。最大のメリットは、コストが製品価格の約1/10でスイッチ1つによるタワーの自動昇降が実現したことです。



写真9. 押し入れ整理用箱利用の防水カバー