

# フィーダーとコネクタ

## フィーダー

アマチュア無線では無線機とアンテナに関心がある人は多いですが、意外とフィーダ（給電線）やコネクタに無関心な人が多いものです。

フィーダーは無線機とアンテナを結び信号を伝える重要なものです。

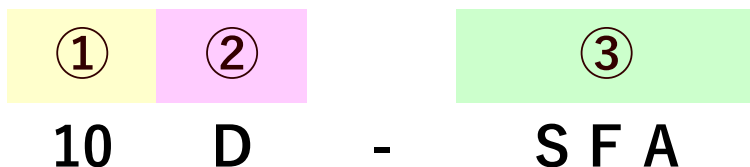
フィーダーの選択を間違えるとロスが大きくなり、せっかく受信した信号が消えてしまいます。

特にVHFやUHFなど周波数が高くなるほどフィーダーロスによる減衰が大きくなります。

現在は殆どの場合、給電には同軸ケーブルが使用されますので、ここでは主に同軸ケーブルについて説明します。

同軸ケーブルにも太さや材質により多くの種類がありますので、使用するバンドと設置環境を考えて適切なケーブルを使用しましょう。

### 同軸ケーブルの見方



(1) ケーブルの太さで内径をmmで表したものの。3~12がよく使用される。太くなるほどロスが少なくなる。

(2) 特性インピーダンスを表します。Cが75Ωでテレビ受信用などに使用されます。Dが通信用の50Ωでアマチュア無線では通常はDを使用します。

(3) 絶縁体の材質などケーブルの構造を表したものの。

2V→FB→SFB→SFAの順にロスが少なくなる

### 同軸ケーブルの減衰量および波長短縮率 (藤倉電線)

	型名	ケーブル 外径 mm	周波数ごとの減衰量 (dB/10m)					波長短縮率 (約)
			30M	50M	145M	430M	1200M	
PE 充実 タイプ	3D-2V	5.3	0.77	0.99	1.71	2.99	5.2	67%
	5D-2V	7.5	0.44	0.6	1.05	1.85	3.5	67%
	8D-2V	11.5	0.3	0.4	0.72	1.35	2.6	67%
	10D-2V	13.7	0.22	0.31	0.56	1.05	2.1	67%
低損失 タイプ	3.5DS	5.7	0.49	0.64	1.1	1.93	3.34	77%
	5D-FB	7.6	0.33	0.43	0.74	1.31	2.3	80%
	8D-FB	11	0.22	0.28	0.49	0.89	1.6	80%
	10D-FB	13	0.17	0.22	0.39	0.72	1.3	79%
	23D-4F	31	0.07	0.09	0.17	0.32	0.65	92%
高発泡プラ スチック	5D-SFA	7.6	0.28	0.36	0.6	1.1	1.85	88%
	8D-SFA	11.1	0.18	0.24	0.4	0.74	1.3	88%
	10D-SFA	13	0.15	0.2	0.33	0.56	1.05	88%
	12D-SFA	15.6	0.12	0.16	0.27	0.48	0.88	88%

上の表はSWR 1.0（アンテナと完全整合状態）の場合の周波数別の10メートルあたりの減衰量です。20m・30mと長くなるにしたがって上記数値の2倍・3倍・・・と減衰量も増えます。よってケーブルはなるべく“太く短く”が理想です。ただ太くなるにしたがって価格も高くなります。同様に材質もFB、SFAと低損失なほど価格が高くなります。それに太くなるにしたがって芯線も太くて硬くなり、加工や取り回しがやりにくくなります。運用場所の物理的環境と運用周波数を考えて最適のケーブルを選択してください。

特にUHFでケーブルが長くなる場合はできるだけ損失の少ないケーブルにしてください。HF帯は減衰が少ないですから、5D2Vなどの安価なケーブルで十分です。

自動車に配線する場合は物理的に太いケーブルは不可能なので3D以下の細いものが使用されます。さらに車内への引き込み部分は2Dとか1.5Dなど極端に細くなっている製品が多いようです。自動車の場合は長さが3～5m前後と限られていますので、さほど減衰を気にする必要もないと思います。

買うときは余裕をみて、測った数値より2m程度長めに購入するとよいでしょう。ピッタリ購入して足りなくなったという話をよく聞きます。特に太いケーブルはコネクタの接続部分とか曲げる部分は図面通りにはなりませんから。

それからケーブル長は1/2波長の整数倍にするとよくマッチしSWRが下がるという話をよく聞きますが、これはハムの迷信であって全く気にする必要はありません。物理的な取り回しに必要な長さでよいのです。

## ■同軸ケーブルの寿命

屋外に配線している同軸ケーブルは一般的に3～5年を目処に交換するのがよいとされています。でも10年以上不具合なく使っている場合もあるようです。一番劣化しやすいのはコネクタ部分で、雨水の浸入が最大の原因です。自己融着テープで嚴重に防水しておけば比較的長持ちするでしょう。外部被覆は紫外線や太陽熱などで見た目は劣化するようですが、よほどの年月が経たない限り中の導体までは影響しないでしょう。それより傷があれば雨水が浸入しますので、傷の有無を定期的に点検するとよいでしょう。またローテーターやクランクアップタワーの可動部分は非常に劣化しやすいです。特に芯線が硬いケーブルは外見は大丈夫でも芯線が断線していることもあります。頻繁に動かす場合は寿命が1年程度ということもあるようです。

いずれにしても定期的に目視による点検とSWR測定で異状の有無を確認してください。SWR測定の注意点は、ケーブルが劣化するとSWR計の値が良くなるということです。SWR値が悪くなるのが劣化の証拠となれば分かり易いのですが、皮肉にもその逆で劣化すると数値が低くなるという点に注意しておいてください。定期的に測定し、何もしないのに徐々にSWR値が低くなってきたら、ケーブルの劣化を疑ってみてください。

## ■フィーダーの種類と使用方法

既に述べたように、現在はフィーダーといえば殆どの場合で同軸ケーブルを使用します。同軸ケーブルは単にリグからアンテナに高周波電流を伝えるもの（非同調給電線）と思えばよいでしょう。しかし、現在はごく少数派ですが、同軸ケーブル以外にもフィーダーはあります。またフィーダーの使用方法にも違いがあります。市販アンテナを同軸ケーブルで繋ぐ場合は特に必要な知識ではありませんが、ハムとして知っておいて損はありませんので、フィーダーの種類と使用方法について簡単にふれておきます。

## ●フィーダーの種類

### (1) 同軸ケーブル

中心導体をポリエチレン等の絶縁体で包んであり、その絶縁体を外部導体（編組線）で包んであります。断面が円形ですので形で判断できます。現在の主流です。構造上耐電圧は下記の二線式より劣ります。通常は非同調給電線として使用します。電氣的な働きの平衡・不平衡で分類すると、不平衡フィーダーです。よってアンテナ（平衡回路）に接続するには balan（平衡/不平衡整合器）が必要です。市販アンテナには何らかの整合処理が施されていますから、取扱説明書通りに接続すればよいでしょう。

### (2) 平行二線式フィーダー

文字通り二本の同じ導線が平行になっているフィーダーです。電氣的な働きで分類すると平衡フィーダーです。断面の形や見た目の形状から、リボンフィーダー、めがねフィーダー、はしごフィーダーと呼ばれるものがある。

#### a. テレビ受信用フィーダー

VHF テレビに使用される $300\Omega$ の通称“リボンフィーダー”とUHF テレビに使用される $200\Omega$ の通称“めがねフィーダー”がある。現在はテレビ受信用も同軸ケーブルが主流だが、いまでも安価で市販されている。インピーダンスが高いので給電線としては使いにくい、自作アンテナの材料として使用することもできる。

#### b. オープンワイヤー（はしごフィーダー）

平行する2本のワイヤーの平行距離を一定にするため適度の間隔でスペーサーが取り付けられており、その見た目の形状から通称“はしごフィーダー”とも呼ばれます。ロスが少なく、耐電圧にも優れている。インピーダンスが高いので同調フィーダー（下記参照）として使用されることが多い。昔は主流でしたが、同軸ケーブルが登場してからは殆ど使用されなくなりました。市販品がありませんので自作するのが普通です。現在は同調フィーダーなど特定の目的以外では使用されません。

## ●フィーダーの使用方法

### (1) 同調フィーダー

フィーダー長を使用波長の $1/4\lambda$ とか $1/2\lambda$ など特定長にし、フィーダー上にわざと定在波を乗せ、フィーダーも含めてマッチングをとる給電方法。1本のアンテナを複数の周波数帯で、フィーダーを含めて同調させることができる。はしごフィーダーの時代によく利用された給電方法。高いSWR値の状態で使用するので定在波が立ち、その電流最大点で給電することを電流給電、電圧最大点で給電することを電圧給電という。現在は特定のアンテナか自作や実験であえて研究する人以外はあまり使われない。

### (2) 非同調フィーダー

アンテナ自体でマッチングをとり、フィーダーはできるだけ進行波のみが伝わるようにする使い方で、フィーダー長は任意（電氣的長さの制限が無い）でよい。現在はほとんどこの方法で給電される。同軸ケーブルは非同調フィーダーとして使用することが前提でつくられている。

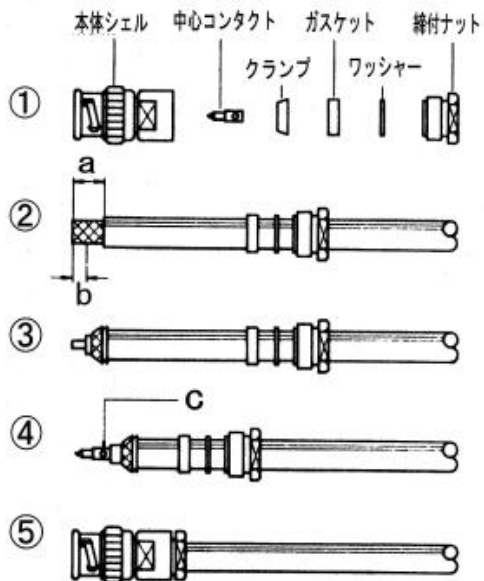
## コネクタ

アンテナと無線機はケーブルでつながりますが、その接続部分のコネクタにはM型とN型があります。ハンディ機にはBNC型があります。いずれも無線機やアンテナのコネクタ端子に合わせればよいわけですが、N型は50Ωに整合された低損失タイプで高価ですからUHF（430MHz）以上の高い周波数で使用されます。HF帯は損失が少ないので安価なM型で十分です。VHF（50MHzと144MHz）も通常はM型でOKです。M型にも50Ω整合型の低損失タイプがありますが非常に高価です。アンテナ切換器などの端子もM型とN型がありますから運用する周波数によって選択しましょう。

### コネクタの取付図（東洋コネクタ製の場合）

<div data-bbox="199 616 343 683" data-label="Section-Header"> <h4>M型</h4> </div> <div data-bbox="183 694 630 1265" data-label="Diagram"> <p>接続ナット</p> <p>本体シェル</p> <p>①</p> <p>② a</p> <p>③ c b d</p> <p>④</p> <p>⑤</p> </div>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) 本体シェルより接続ナットを外す。 MP-8,MP-10は後部についている止めネジ（左ネジ）を外してから行う</li> <li>2) 接続ナットをケーブルに通し、外部被覆を <b>a</b> の寸法で切り取る。</li> <li>3) 外部導体を <b>b</b>、絶縁体を <b>c</b> の寸法で切り取る。（ここで外部導体（アミ線）にハンダメッキしておくとも <b>d</b> 部が付きやすくなる）</li> <li>4) 本体シェルを装着し、<b>d</b> 部をハンダ付けする。</li> <li>5) 接続ナットをもとの位置へ戻す。</li> </ol> <p>参考値(mm)</p> <p>MP-3 a: 25.5 b: 17.0 c: 15.0</p> <p>MP-5 a: 25.5 b: 17.0 c: 15.0</p> <p>MP-8 a: 25.5 b: 17.0 c: 15.0</p> <p>MP-10 a: 26.0 b: 17.0 c: 15.0</p>
<div data-bbox="199 1344 343 1422" data-label="Section-Header"> <h4>N型</h4> </div> <div data-bbox="183 1433 678 1948" data-label="Diagram"> <p>本体シェル 絶縁体 中心コンタクト ガasket 締付ナット</p> <p>①</p> <p>② a</p> <p>③ b</p> <p>④ c</p> <p>⑤</p> <p>ブッシング クランプ ワッシャー</p> </div>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) 本体シェルから締付ナットを外し各部品を取り出す。但し、絶縁体、ブッシングは図の順に本体シェルの中に再び装着する。</li> <li>2) ケーブルへ締付ナット、ワッシャー、ガasketの順に通し外部被覆を <b>a</b> の寸法で切り取る。</li> <li>3) クランプを装着し外部導体をほぐして折り返してそろえ、絶縁体を <b>b</b> の寸法で切り取る。</li> <li>4) 中心コンタクトを中心導体へ装着し、C部をハンダ付けする。</li> <li>5) (4) でできたケーブルを本体シェルへ挿入し、締付ナットで固定する。</li> </ol> <p>参考値(mm)</p> <p>NP-3 a: 13.5 b: 6.0 NP-8 a: 9.0 b: 5.0</p> <p>NP-5 a: 13.5 b: 6.5 NP-10 a: 11.0 b: 4.0</p>

# BNC型



- 1) 本体シェルから締付ナットを外し各部品を取り出す。
- 2) ケーブルへ締付ナット、ワッシャー、ガスケットの順に通し外部被覆を **a** の寸法で切り取る。
- 3) クランプを装着し外部導体をほぐして折り返してそろえ、絶縁体を **b** の寸法で切り取る。
- 4) 中心コンタクトを中心導体へ装着し、C部をハンダ付けする。
- 5) (4)でできたケーブルを本体シェルへ挿入し、締付ナットで固定する。

参考値(mm)

BNCP-58U a : 7.5 b : 3.5

BNCP-3 a : 7.5 b : 3.5

BNCP-5 a : 9.0 b : 3.5

コネクタの取付けは難しくありませんので自分でできるようにしておくとよいでしょう。できない場合は有料で取付けてくれるハムショップもあります。割高になりますが両端にコネクタ付きの既製品ケーブルもあります。既製品では10、15、20、30mなどが発売されています。モバイル用では3～5m前後が発売されています。

コネクタの屋外部分での接続には自己融着テープを巻きその上からビニールテープを巻きます。ビニールテープは隙間から水が入りますので、必ず最初に自己融着テープを使用してください。

## ケーブルとコネクタの参考価格

ケーブル (フジクラ)		コネクタ (東洋コネクタ)					
型名	価格/m	M型	価格	N型	価格	BNC型	価格
RG58/U	110	MP-3	300	NP-58/U	1100	BNCP-58/U	600
3D-2V	110	↑	↑	NP-3	1100	BNCP-3	600
3.5DS	110	↑	↑	NP-3X	900	BNCP-3.5DFB	600
5D-2V	140	MP-5	300	NP-5	1200	BNCP-5	900
5D-FB	210	↑	↑	NP-5DFB	1200	BNCP-5DFB	900
5D-SFA	250	↑	↑	NP-5DSF	1200	-	-
8D-2V	300	MP-8	450	NP-8	1300	-	-
8D-FB	410	↑	↑	NP-8DFB	1300	-	-
8D-SFA	470	MP-8DSF	450	NP-8DSF	1300	-	-
10D-2V	420	MP-10	500	NP-10	1500	-	-
10D-FB	580	MP-10DFB	600	NP-10DFB	1500	-	-
10D-SFA	620	MP-10DSF	1200	NP-10DSF	1500	-	-
12D-FB	720	MP-12DFB	1800	NP-12DFB	1800	-	-
12D-SFA	880	MP-12DSF	1800	NP-12DSF	1800	-	-

価格の単位は円。上記は数年前、秋葉原のハムショップで確認したもので、現在の正確な価格ではありませんので参考程度とってください。それぞれの店や地域によって価格は異なります。コネクタなら電子パーツショップ、ケーブルは電線専門店などがハムショップより安い傾向があります。

ケーブルの価格は1m当たりの切り売り単価です。10m単位の巻き売りや1ロール(100m)は単価が安くなります。コネクタはケーブルに対応する一般的な型式を掲載しました。他にも対応するコネクタがあります。

## フィーダーに関する誤解

アンテナとかフィーダーおよびSWRに関しては諸説入り乱れております。電気工学では分布定数回路という分野で我々アマチュアには理解し難いものです。理解し難いのためにハムのあいだでは様々な言葉や理論が混同し、多くの誤解や迷信が起こります。その誤解は世代を超えて定説のように語り継がれているものもあります。

### ●フィーダー長は1/2波長の整数倍にするとよくマッチしSWRも下がる？

多くのハムが信じているようですが、根拠のない迷信です。交信をワッチしていると「ケーブルは2分の1波長の整数倍に・・・」と得意げに指導しているのを聞くことがよくあります。何故このようなことを言う人が多いのかというと、一つは同調フィーダーと非同調フィーダーの混同。もう一つは給電点インピーダンスを計測するテクニックで使用する延長ケーブルとの混同が考えられます。

平行二線式のはしごフィーダーは特性インピーダンスが高く、そのままではアンテナとマッチしません。そこでフィーダーを使用周波数の1/4や1/2波長など特定の電氣的長さにし、フィーダー上にわざと高い定在波を立て、そのフィーダー部分も含めてマッチングさせるのが同調フィーダーのやり方です。

定在波が立つとフィーダー上で高電流と高電圧の部分が1/4波長ごとに交互に現れ1/2波長で同じ動作を繰り返します。高電流の部分で給電することを電流給電、高電圧の部分を電圧給電といいます。給電が目的ならどちらでも可能です。ただ、高電圧の部分をシャックに引き込むと様々なトラブルを起こす可能性がありますので電圧給電は敬遠され、一般的に電流給電が選択されます。よって1/2波長の整数倍という意味が出てくるのです。しかし、これはあくまでもアンテナ給電点でマッチングをとらない同調フィーダーの時代の話です。

同軸ケーブルが一般的となっている現在では殆どの場合非同調フィーダーとして給電します。というか現在は同軸ケーブルを非同調フィーダーとして使うのが当たり前ですから、同調とか非同調という言葉自体が殆ど死語になっています。同軸ケーブルはアンテナのインピーダンスに近い数値で作られていますから、通常はアンテナ給電点で概ねマッチします。非同調フィーダーの長さは任意に選択できます。つまり、電氣的長さは関係なく、物理的取り回しに必要な長さでよいのです。

ケーブルの電氣的長さが必要なのは同調給電やマッチング回路として使用する場合です。

もう一つは、給電点のインピーダンスを計測するテクニックとして、1/2波長ごとに同じ数値を繰り返す電氣的特性を利用して給電点から1/2波長の整数倍の延長ケーブルを接続すると地上で給電点のインピーダンスと同じ数値が測れます。これは波長が数百メートルや数千メートルもある業務用の中波や長波のアンテナは地上高も高く、そこに計測器を持って登って作業するのは困難ですのでたいへん便利な方法です。しかし、我々ハムは給電点のインピーダンスを測るのが目的ではありません。ケーブルの目的はアンテナに電力を供給することです。

SWRはアンテナ給電点とフィーダーの特性インピーダンスがマッチしているか否かということで、その他の事柄は関係ありません。フィーダーの長さでSWR値が変わることはありません。 mismatchで定在波が立つとフィーダー上のインピーダンスは一定ではなく、場所によって異なります。しかしSWR値はどこでも同じです。いくら長さを加減しても mismatchには変わりなく、長さによってマッチすることはありません。 mismatchの結果として定在波が立つので、その定在波の波の節をそろえたところで意味はありません。

実際にはSWR計を入れる位置によってSWR値が変わるのも事実です。でもそれはSWR計を挿入することで微妙にインピーダンスが変化するため、誤差とか誤作動の類だと思ってよいでしょう。アマチュア用のSWR計は完全に50Ωに整合されているわけではありません。アマチュア用のSWR計にはある程度の誤差がありますから、1.3が1.2になったとかで一喜一憂しても意味がありません。プロ用の設備では2.0で良好としています。ただ、プロ用の計測器は非常に高価だから、アマチュアレベルでは誤差があっても実用になる程度の安価な計測器で十分です。アマチュアは誤差の分も余裕をみて1.5以内としているのです。HF帯なら2.0でも実用上問題ありません。ですからSWRに関してはあまり神経質にならず、目安程度と考え、概ね1.5以内であれば、整合しているんだなあと思えばよいでしょう。

## ● SWRが高いとTVIが発生する？

これも多くのハムの間で定説のように言われています。それによると、SWRが高いと定在波が立ち、そこから不要電波が輻射され、それが近所に電波障害を与えるというものです。実際は、基本的にフィーダーから電波が輻射されることは殆どありません。フィーダーの2線（往路と復路）に流れる電流は、大きさは等しくて方向が逆です。これにより、どんなに大きな波が輻射されようとも、お互いがプラスとマイナスで打ち消しあって消えてしまいます。これは平行2線式フィーダーでも同軸ケーブルでも同じです。さらに同軸ケーブルは外部導体に包まれているので、打ち消しに関しては平行2線式よりも優れています。よって実用上、不要輻射を気にすることはありません。

ただし、往復2線がバランスがとれていない場合は打ち消しが不十分になり、周囲に障害を与えることがあります。この原因の多くは、何らかの不具合によりフィーダーに同相電流が流れた場合です。しかし、この同相電流はSWRとかフィーダーの長さとは関係ありません。同相電流が流れるような欠陥アンテナなら結果的にSWR値が高いことも想像できますが、直接の関係はありません。同相電流は馴染みのない言葉かもしれませんが、コモンモードと言えば聞いたことがあると思います。この現象では往復2線あるにもかかわらず、同じ方向に電流が進行し、帰路は大地を経由したりします。

よってケーブルからの不要輻射を気にするなら、SWRとかフィーダー長を気にする以前に同相電流について気にかけておくべきです。

## ● SWRが高いと反射波で電力が消える？

確かにミスマッチでSWRが高くなると反射波が発生しロスが増えます。その反射した電力がすべてロスとして消えてしまうと思っている人も多いようです。しかし、反射波と電力損失は全く別です。例えば（フィーダーによるロスがゼロと仮定して）SWR3.0の場合、100W送信したら反射電力は33Wで、反射率は25%です。その25%が消えてしまうと勘違いしている人が多いようです。反射した波は再び進行波に加わります。その場合、進行波は133Wになり反射波33Wの差し引き100Wで変わりません。電力の入口と出口はSWRがいくつであろうと同じです。ただフィーダーをみかけ上、リグの定格出力よりも大きい電力が行ったり来たりするのは好ましい状態ではありません。それに実際には定在波が立つと高電圧と高電流の部分で誘電体損失や熱損失などでロスが増えます。そのロスの程度は元々のケーブルの性能によりますし、周波数によっても異なります。そこそこの性能のケーブルで長さが数十メートル程度であれば、高いSWRによるロスの増加は微々たるものです。SWRは高いといっても通常は2とか3程度でしょうから、反射波でのロスを気にする必要はありません。

もちろんSWRは低い方が良いにきまっています。ただ、あまり神経質になる必要はないということです。常識的な数値（2.0程度以下）でそこそこの性能のケーブルを使用する限りSWR値によるロスを気にする必要はありません。ましてや1.0に拘るのは無意味です。そんなことより、周波数に適した低損失のケーブルを選択することが重要です。

この進行波と反射波についてはなかなか理解し難いと思いますので、納得できない方は、アンテナ・ハンドブックの2-2『フィーダーとアンテナの給電』の項の5.『SWRはどんな意味をもっているか』に詳しい解説がありますので参照されたい。さらに同本にはSWRが高い場合のロスの増加分についても解説があります。

by JO1NDG