

DATV 用占有周波数帯域幅と送信電力の測定方法

JJ1RUF 佐藤秀幸

1. はじめに

DATV で使用するデジタル変調 QPSK では、周波数帯域が 6MHz と広帯域であるため、占有周波数帯域幅 (Occupied Band Width) と送信電力の測定方法は従来の FM/SSB とは異なります。また測定にはスペクトラムアナライザが必要となるため、アマチュア局には簡易的な手法が必要となります。この報告では、簡易的な OBW と送信電力の測定法を紹介し、その結果を検証したので報告します。

2. 占有周波数帯域幅(OBW)

電波法の規定(総則)では、図 1 のように OBW は上限、下限から 0.5% 合計 1%の電力を除いた 99%の電力が含まれる周波数帯域幅と規定しています。この定義とは別に無線設備規則では、OBW の許容値が定められています。音声通話の FM(F3E)は 16kHz、SSB(J3E)では 3kHz となっています。このことから実際に OBW を測定することはありません。一方 DATV で免許されている OBW は、G7W=17MHz となっていますが、その許容値は示されていないため OBW を実際に測定して確認する必要があります。

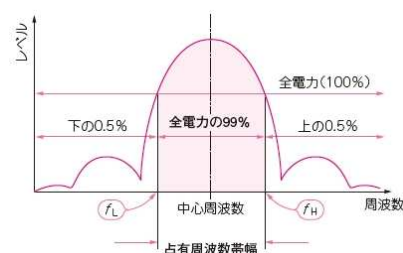


図 1:OBW の定義

3. DATV の OBW 計算方法

OBW を測定するには、スペクトラムアナライザの OBW 測定機能を使用しますが、すべてのスペクトラムアナライザで測定できないので、簡易的な手法が必要になります。DATV のスペクトルは、図 2 のようにシンボルレートが 6000ksps では、尖頭値より -3dB(BW:-3dB)低い帯域で 6MHz となります。BW:-3dB は、フィルタの周波数帯域を設定する際にも使用している一般的な方法です。しかし -3dB の帯域は、電波法の OBW 規定の 99%の電力より狭いため OBW とはなりません。

これを補正した簡易計算は、

$$OBW = 1.19 \times Bw \text{ 6MHz } (-3\text{dB}) = 7.14\text{MHz}$$

で求めます。この 1.19 の係数は、電力が 1/10(BW:-10dB)となる周波数を目安にしていて、QPSK で使用しているロールオフ率 0.35 の場合の値です。ロールオフ率は、変調した後に設定したバンドパスフィルタの特性を表しています。

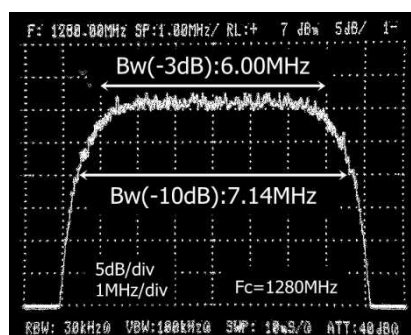


図 2:DATV のスペクトル

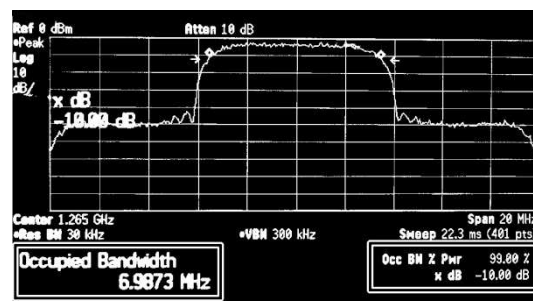


図 3:OBW の測定結果

3. DATV OBW の検証

2.の計算で使った 1.19 の係数が正しいかを、OBW が測定できるスペクトラムアナライザで検証しました。図 3 のように Bw 6MHz (-3dB)の OBW 測定値は 6.9873MHz となり、7.14MHz よりも狭くなりました。この結果より、1.19 の係数を用いた簡易計算は OBW から逸脱することが無いことを確認しました。

4. DATV 送信電力の測定

FM/SSB の電力測定では、変調しないシングルキャリアを電力計で測定します。図 2 のように DATV の QPSK は 6MHz の広帯域なスペクトルを示すため、変調した状態とシングルキャリアで電力測定した場合を比較すると、図 4 のように 40%ほど違いが出ます。この違いは電力計の種類により異なりますが、6MHz 帯域全体の電力を積算していないことが原因です。アマチュア局の送信電力は最大値のため、変調時の電力で測定すると許容値を超えることになります。電力を測定する場合には図 5 のように DATV 送信機の設定をシングルキャリアに変更して行います。したがって、DATV 用の TRV IF PA の電力調整はすべてシングルキャリアの設定で行います。



図 4:電力測定結果

5. 新スプリアス規定

2005 年 12 月より施行し、現在移行期間となっている無線設備のスプリアス発射強度許容度(新スプリアス規定)では、960MHz を超える 10W 以下アマチュア局の帯域外領域は、OBW の 2.5 倍で 100 μ W 以下となっています。この領域は、従来の“帯域内”となるため LPF の追加では改善しません。前項までの検討で OBW と送信電力測定方法が確認できたので、新スプリアス規定に合致させるための条件を検証します。帯域外領域は、図 6 のように $OBW = 7.14 \times 2.5 \text{ 倍} = 17.8\text{MHz}$ となり、この領域の電力が 100 μ W 以下となります。たとえば OBW の送信電力が 2W の場合には、100 μ W 以下の条件は $IMD(3^{rd}) : -43\text{dB}$ 以下となります。自作機器、技適機種以外の新スプリアス規定は不明確な点がありますが、仮に新スプリアス適合したメーカー製 TRX においても、SSB で Mic ゲインを高く設定するとオーバードライブとなり、適合しなくなるのと同じ考えで対応できると思います。つまり、“新スプリアス規定に適合させる調整”を行えばよいことになります。今回報告した手順で調整を行えば自作機扱いの DATV においても新スプリアス規定に適合できると考えます。

Modulation Settings	
1) Modulation	(DVB-S)
2) TX Enable	(ON AIR)
3) Output Frequency	(1265000 kHz)
4) Carrier Only	(no) "yes"
5) Output Gain	(5)
6) Symbolrate	(6000 ksym/s)
7) Coderate (FEC)	(2/3)
0) exit menu	

図 5:電力測定時の設定

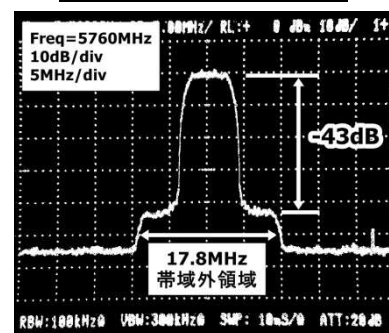


図 6:新スプリアス規定

6. まとめ

DATV の OBW と送信電力測定方法を検討して、簡易的にシンボルレートから計算で OBW を求め、送信電力はシングルキャリアに設定して行うことで対応できることを確認しました。加えて、今後適合が求められる自作機の新スプリアス規定に適合させるための条件を検証しました。スプリアス領域の値は LPF により改善できますが、新たに定義された帯域外領域は LPF では改善しないため、今回報告したように $IMD(3^{rd})$ を改善する調整が必要になります。

7. 参考

CQ 出版 RF ワールド No.13

<http://www.satsig.net/symbol01.htm>

<http://www.tele.soumu.go.jp/j/sys/others/spurious/#4000136>