

IM3 (3次相互変調) 測定方法

豊島ケーブルネットワーク(株) 技術部 部長 上山裕史
今回は、「IM3 (3次相互変調) 測定方法」を紹介します。

私たちケーブルテレビ局の技術者は、プライマリーIP電話やインターネットなどミッションクリティカルな双方向アプリケーションの増加により、設備の安定動作に目を光らせています。今回は増幅器のIM3 (Inter Modulation 3:3次相互変調) 測定方法を紹介いたします。

IM3は、近接した二つの周波数 f_1, f_2 を増幅器に入力すると増幅器の非直線性により、 $2f_1 - f_2, 2f_2 - f_1$ に本来出たはくいけなレベルの雑音が出ることを指します。地上デジタル放送のOFDMは、5,617本のサブキャリアが0.992KHz間隔に並ぶので、IM3が出ないように入力レベルに気を使い、増幅器の直線性の良い部分で使うのがよい使い方です。入力部への過入力は、IM3特性が悪くなりCNを悪化させます。図1上が入力信号で、図1下が出力信号です。OFDM信号が過入力によりCNが悪



図1:過入力によりCNが悪化したOFDM信号

くなる様子がわかります。帯域の両隣にIM3による雑音が発生し極端にCNが悪くなります。測定に使用したのは写真1に示す一般的な双方向分配保障増幅器です。



写真1:双方向分配保障増幅器の外観

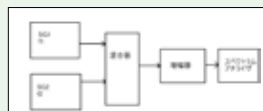


図2:ブロック図

IM3の測定ブロック図を、図2に示します。測定風景を写真2に示します。SG (シグナルジェネレータ)を2台用意して混合器でミックスし、増幅器に入力します。この出力をスペクトラムアナライザで測定します。測定で注意するのは使用するスペクトラムアナライザ (アドバンテスト:U4342N)は、取扱説明書にATT=0の時78dB μ V以上だと測定器内部でIM3が発生すると記述されているので、内蔵ATTを調整しこれ以上の信号が入力部に入らないように注意します。



写真2:IM3測定風景

下りのIM3を測定します。 $f_1=700\text{MHz}$ 、 $f_2=700.05\text{MHz}$ として入力レベルを65dB μ Vから90dB μ Vまで5dB μ VごとにIM3を測定します。増幅器のゲインコントロールはフルです。写真1に示す増幅器の下りのIM3特性をグラフにしたものを図3に示します。X軸が入力レベル、Y軸が出力レベルです。出力レベルが大きくなるほどIM3が大きくなります。IM3を良くするには入力を少なめに増幅器に入れることです。IM3特性のメーカー間の差はほとんどありません。メーカーのカタログどおり65dB μ V入力-95dB μ V出力以下で使用している限

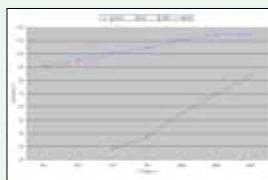


図3:下りIM3特性

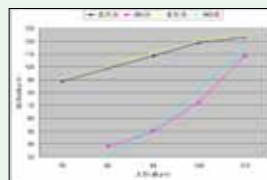


図4:上りIM3特性

りIM3は観測できないほど小さく、図1のようなCN悪化のおそれはありません。

次に上りのIM3の測定をします。 $f_1=30\text{MHz}$ 、 $f_2=30.05\text{MHz}$ として入力レベルを70dB μ Vから110dB μ Vまで10dB μ VごとにIM3を測定します。増幅器のゲインコントロールはフルです。IM3特性をグラフにしたものを図4に示します。BのIM3特性のほうが若干良くみえます。メーカーのカタログどおり90dB μ V入力-110dB μ V出力で使用するの、IM3の特性をみるとCN劣化の心配があります。80dB μ V入力以下で余裕を持って使用したほうが良いと考えられます。DOCSIS3.0の時代になって上りボンディングがインプリメントされ、複数の上り信号の使用が前提になっているためです。多くの上り信号が集まるCATVのHFCのトポロジを考えると、上りについてより神経を使うべきです。図5上に示すのが110dB μ V出力時のIM3で、図5下に示すのが100dB μ V出力時のIM3です。下りではIM3が観測できないレベルで使用するので、上りもこれに順ずるのが良いと思います。

以上、すでに完成の域に達していると考えられる宅内増幅器ですが、ネットワーク全体の特性アップに限界はないと考えて、オペレータ自身が機器の特性を把握しながらサービスレベル向上にトライすることが大切と考えています。



図5:110dB μ V出力のIM3 (上)、100dB μ V出力のIM3 (下)、いずれもIM3が観測できる