

日付: 2004 年 7 月 22 日

提出元: 住友電気工業株式会社

題名: VDSL 上り帯域を用いた局設置方式が既存のビル内 VDSL に与える影響の検討

1 はじめに

近年、上り増速の一手段として VDSL 上り帯域の一部を用いた ADSL や局設置 VDSL の導入が提案されている。一方、VDSL は近距離超高速が実現できることから、光アクセスと組み合わせ、マンションなどの集合住宅内の伝送に広く用いられている。

ビル内伝送を行なう VDSL(ビル内 VDSL)は、自己漏話対策として近距離ほど上り PSD を低減する PBO が適用されるケースが多いのに対し、局設置方式では PBO の働いていないフルパワーの状態が容易に起こりうる。このため、局設置方式を導入した場合、ビル内ケーブルでの漏話により、PSD の大きい局設置方式が PSD の小さい既存のビル内 VDSL の上り伝送に影響を与える可能性がある。

この問題の解決にあたっては、PBO など距離に応じたパワー低減による効果は薄いことから、状況に応じて、US1 バンドの使用可否の選択を可能とする、あるいは US1 バンドのパワーを低下させる等の機能を有することが望まれる[1]。

そこで、米国 ANSI 標準で規定されている局設置 VDSL の PSD を例にとり、VDSL の上り帯域を用いる局設置方式がビル内 VDSL の上り伝送に与える影響をシミュレーションにより検討した。

本寄書は、

課題表 7.3 節「ビル設置の VDSL への干渉軽減を目的としたスペクトル管理を行うべきか？」

に関して、情報提供を目的とした参考資料である。

2 送信 PSD の比較

図 1 は ANSI T1.424(VDSL 標準)準拠の局設置 VDSL の上り PSD と、G.993.1 Annex F 準拠の VDSL の上り PSD を示したものである。ANSI T1.424 の PSD は通常のマスクである M1 と、ブーストしたマスクである M2 の 2 種類が定義されている。T1.424、G.993.1 Annex F とともに US1 帯域は 3.75 ~ 5.2MHz が割り当てられているが、3.5 ~ 4.0MHz は RFI ノッチの対象になる。US2 帯域は 8.5 ~ 12MHz が割り当てられているが、10.1 ~ 10.15MHz は RFI ノッチの対象になる。図では RFI ノッチを適用したときの PSD を示している。両者の上り PSD を比較すると、

- VDSL の PBO がかかっていない状態では、M2 PSD は Annex F 準拠の PSD よりも第 1 バンドで 7dB、第 2 バンドで 6dB 高い。M1 PSD は Annex F 準拠の PSD と同じである。
- Annex F 準拠 PSD では、PBO により最大 20 ~ 25dB のパワー低減がなされる。

以上から、局設置の VDSL と G.993.1 Annex F 準拠 VDSL がビル内同一ケーブルに収容された場合、両者の上り PSD に大きな差が生じる可能性がある。

次節以降では、局設置 VDSL が漏話源となった場合のビル内 VDSL の上り伝送速度をシミュレーションにより検討した。

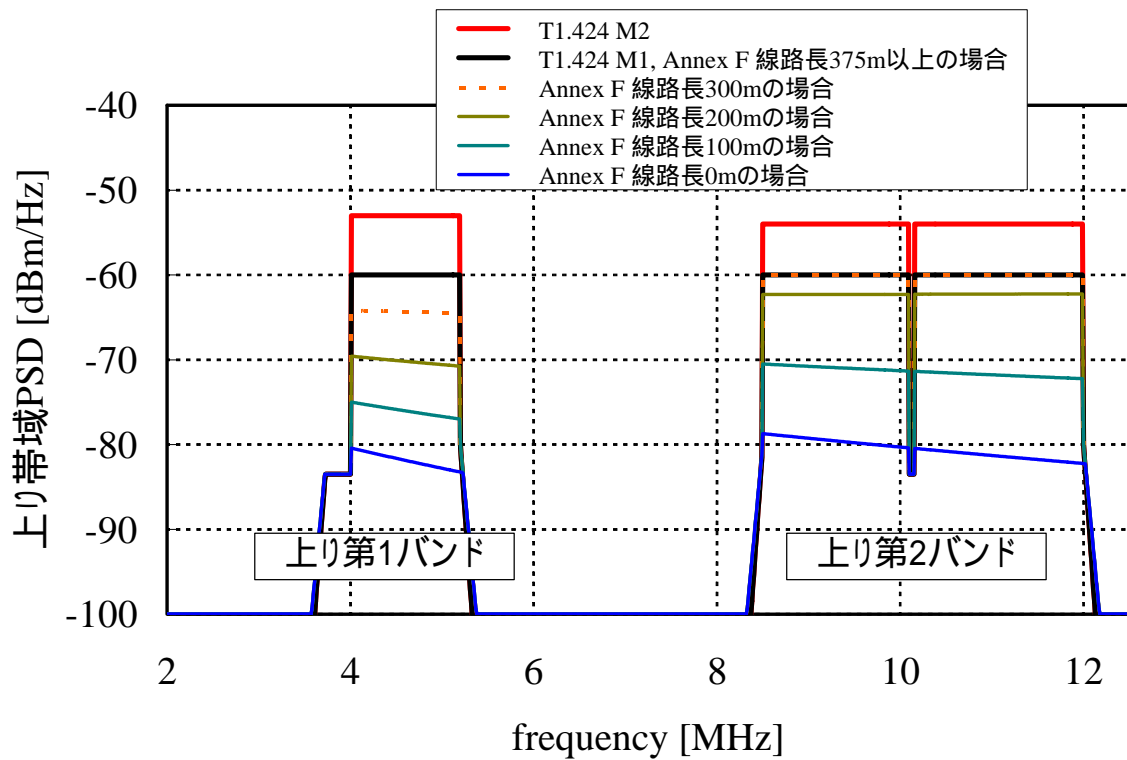


図 1 ANSI T1.424 と G.993.1 Annex F 準拠 VDSL の上り PSD ノミナル値(マスク-3.5dB)

3 シミュレーション条件

- ・ シミュレーションモデル:

図 2 に示すシミュレーションモデルを用いる。実際には局設置 VDSL 下りからの近端漏話も存在するが、US1 帯域では下りは帯域外であること、局舎～ビル入口までの線路長で信号が減衰されることから、モデルの簡略化のため遠端漏話のみ考慮する。

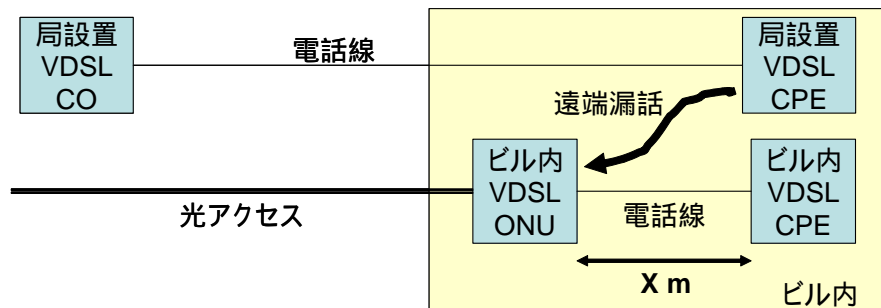


図 2 シミュレーションモデル

- ・ ケーブル特性:

G.993.1 Annex F で規定されている 0.4mm CCP ケーブル特性を用いる。

計算対象の線路長(図 2 の X m に相当する線路長)は、50m から 500m まで 50m ステップとする。

- ・ 収容条件: JJ100.01 で規定されている条件と、緩和した条件の 2 通りを考慮する。
 - 同一カッドを含む 5 回線 99%累積値 (FPSL=51.5) (JJ100.01 条件)
 - 隣接カッド 2 回線 99%累積値 (FPSL=54.0) (緩和した条件)

- ・ ビル内 VDSL の送信 PSD:
G.993.1 Annex F で規定されている PSD および PBO を適用する。

- ・ 局設置 VDSL の送信 PSD: (図 3 参照)
局設置 VDSL の PSD は G.993.1 Annex F で規定されていないため、T1.424 で規定されている PSD 2 種類(M1, M2)及びパワーを低減した PSD 3 種類の合計 5 種類を想定する。
パワーの低減方法はいろいろ考えられるが、ここでは線路長に依存しない固定値の PSD を想定し、
 - ◇ 低減 PSD(A) (図 1 の Annex F 線路長 200m の場合に該当する PSD)
 - ◇ 低減 PSD(B) (図 1 の Annex F 線路長 100m の場合に該当する PSD)
 - ◇ 低減 PSD(C) (図 1 の Annex F 線路長 0m の場合に該当する PSD)を計算対象とした。

- ・ RFI ノッチ:
すべての条件で適用する。

- ・ ビットローディング:
最大ビット 8bit で計算する。

- ・ その他の条件は JJ100.01 第 2 版に従う。

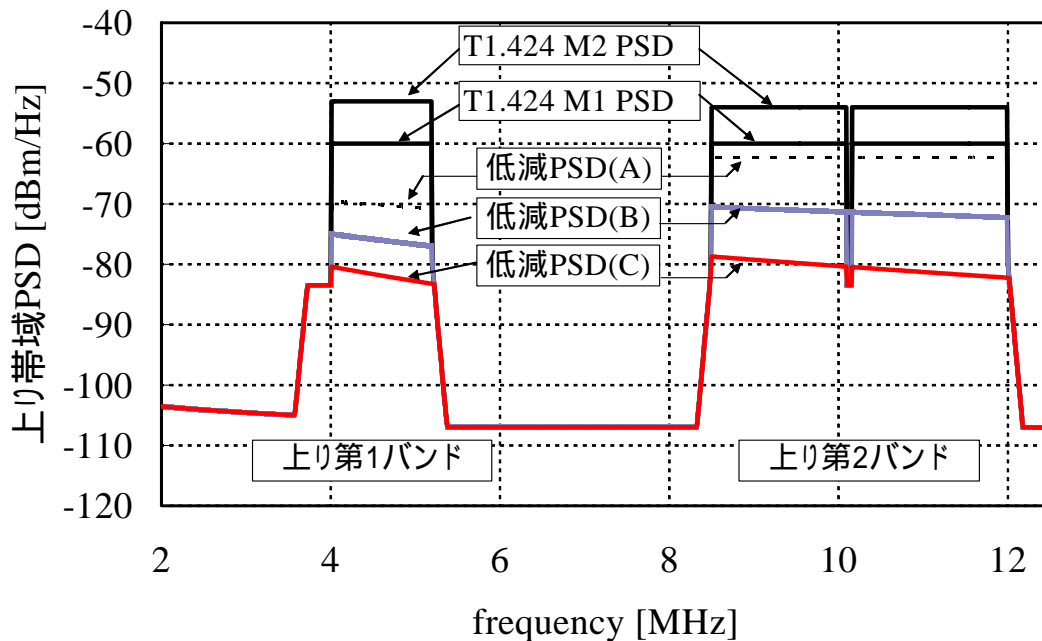


図 3 シミュレーションで用いる局設置 VDSL の上り PSD

4 シミュレーション結果

図 4、図 5、図 6 に、干渉源である局設置 VDSL の PSD が上記それぞれの場合での、ビル内 VDSL の上り伝送速度を示す。比較のため、ビル内 VDSL の自己漏話条件下、及び漏話がない場合の伝送速度もプロットした。

この結果によると、

- 5 回線収容の場合でも 2 回線収容の場合でも、T1.424 M2 PSD を用いた場合、ビル内 VDSL は壊滅的なダメージを受ける。
- Annex F がフルパワーのときの PSD に等しい M1 PSD にすると、長距離でのビル内 VDSL の性能は改善するが、ビル内 VDSL が PBO を適用する 375m 以下の線路長では依然壊滅的な影響を受ける。
- ビル内 VDSL への干渉を自己漏話条件下と同程度に抑えるためには、局設置 VDSL の上り電力をカットする必要がある。例えば、線路長 100m 以上で自己漏話と同等以下に抑えるためには、ビル内 VDSL の 100m での PSD と等しい PSD、つまり低減 PSD(B)にする必要がある。

と、ビル内 VDSL への影響を軽減するには、局設置 VDSL の PSD を低減する必要がある。ただし、ビル内線路長に依存した PSD 制御は現実的でないため、線路長に依存しない固定量の PSD 低減が有効である。上記シミュレーションでは周波数ごとに PSD 低減量を変えているが、全ての周波数で一律に同量の PSD 低減を行なっても同等の効果が得られると考えられる。

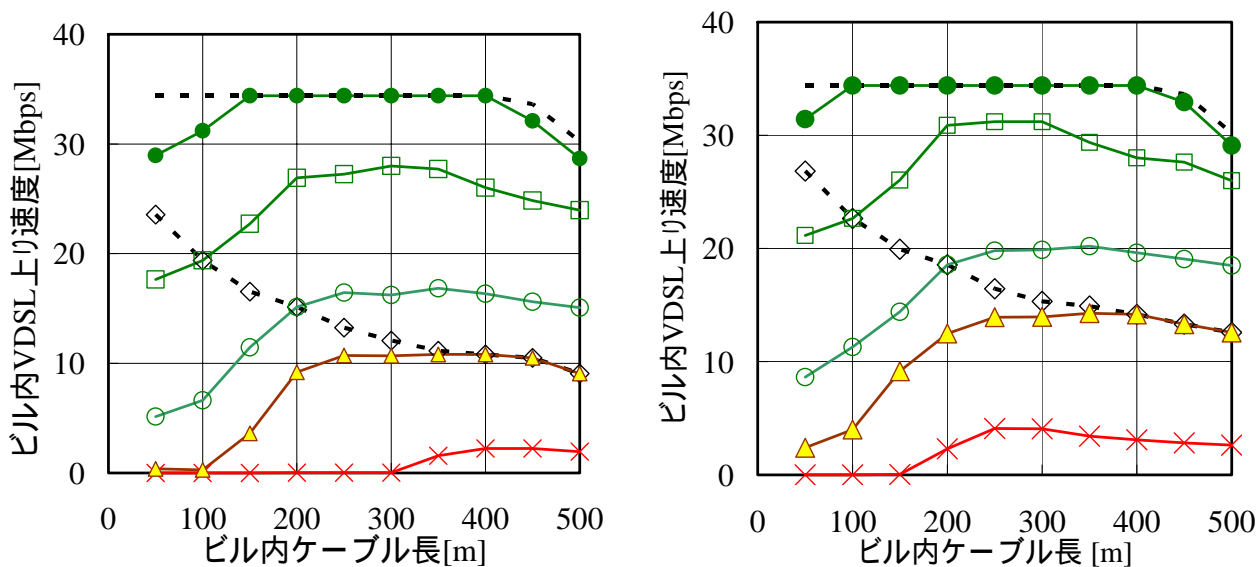


図 4 局設置 VDSL 漏話下でのビル内 VDSL の上り伝送速度計算結果(第 1 バンド+第 2 バンド)
 (左: 同一カッドを含む 5 回線 99% 値, 右: 隣接カッド 2 回線 99% 値)

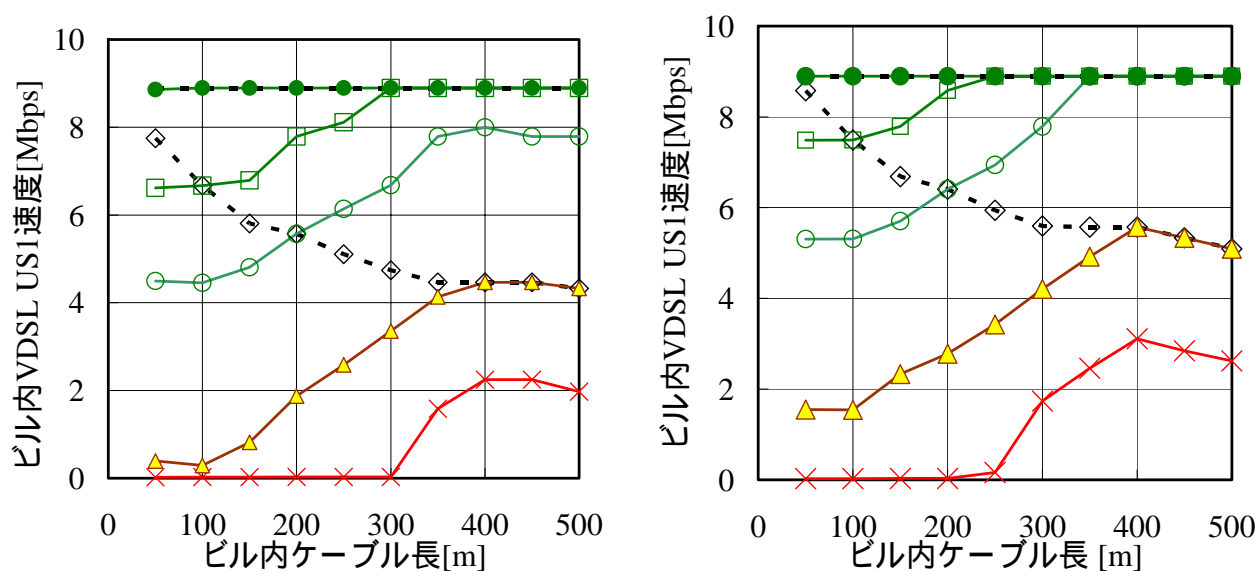


図 5 局設置 VDSL 漏話下でのビル内 VDSL の上り伝送速度計算結果(第 1 バンドのみの速度)
 (左: 同一カッドを含む 5 回線 99% 値, 右: 隣接カッド 2 回線 99% 値)

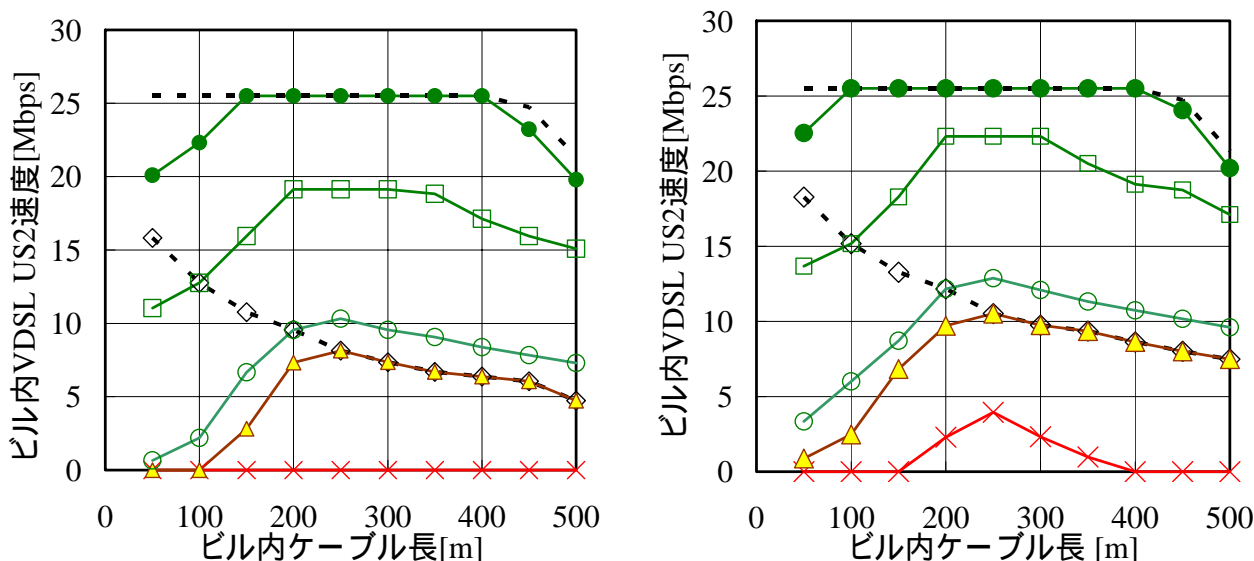


図 6 局設置 VDSL 漏話下でのビル内 VDSL の上り伝送速度計算結果(第 2 バンドのみの速度)
 (左：同一カードを含む 5 回線 99% 値, 右：隣接カード 2 回線 99% 値)

5 結論

本寄書では、課題表の 7.3 節(下表参照)に関連して、VDSL 上り帯域の一部を用いた局設置方式が既存のビル内 VDSL に及ぼす影響を、ANSI 標準の PSD を例にしてシミュレーション計算した。その結果、局設置方式がフルパワーの場合、ビル内 VDSL に非常に大きな干渉を与えることがわかった。

局設置方式導入の際には、ビル内 VDSL への影響を軽減するために、上り電力を抑える必要があると結論付けられる。

7.3	オープン	ビル設置の VDSL への干渉軽減を目的としたスペクトル管理を行うべきか？	
7.3.1	オープン	ビル設置の VDSL への干渉を軽減させるために局設置の DSL システムに PBO を実装するか？	SMS-11-24
7.3.2	オープン	局設置 DSL について、US1 バンドの使用可否の選択を可能とする、あるいは US1 バンドのパワーを低下させる等の機能を実装するべきか？	SMS-13-11

参考文献

[1] SMS-13-11: US1 バンドを使用する ADSL への PBO 適用に関する一考察, 富士通アクセス

以上