



＜建造物障害予測技術 その29：障害予測の実態1＞ (アンテナ端子電圧の計算1)

これまでのNo168までは建造物による受信障害について、建物の形状や地形が標準的な場合に関しての解説が済んだところです。

実際は、建物の形状に関しては上層階になるにつれて床面積が少なくなったり、近隣への斜線規制により各階の高さが階段状に減少するような設計が多く見られます。また、地形に関しても建造物が高い場所に建てられたり、受信障害を受けることとなる受信者側の地形が低くなっていることも多くあります。

今後、9回に亘って、送信所から受信障害を予測する地域への端子電圧の計算やしゃへい障害の計算ならびに反射障害の計算において、標準的でない事例についての予測計算法を紹介します。

なお、No144で紹介した建造物障害予測ソフト「ビルエキスパート」を使用すれば、これから紹介する補正のうち建造物の形状による補正や地形による補正などの一部の作業が容易に行なえるよう考慮されています。

まず、今回と次回はアンテナ端子電圧の計算について解説します。

☆ アンテナ端子電圧の用途

障害の予測をするにあたって計算するアンテナ端子電圧の用途には、大きく分けて次の2つの項目があげられます。

- ある地域で受信されるアンテナ端子電圧の値を予測計算する場合
- しゃへいおよび反射障害の予測計算に必要な都市減衰を求めるために、アンテナ端子電圧の実測値と計算値を比較する場合

前者については、得られる計算結果は平均化されたもので必ずしも実測値と等しくなるものではないことに留意する必要があります。また、

後者のように実測と計算値を比較することにより障害予測を行うとき、電波伝ぱん経路上の他の建造物などの影響でアンテナ端子電圧がどの程度低下しているかを求めることができます。このとき、都市減衰は次により求められます。

$$\begin{aligned} (\text{都市減衰}) &= (\text{都市減衰を考慮しないで計算したアンテナ端子電圧}) \\ &\quad - (\text{実測アンテナ端子電圧}) \end{aligned}$$

ここでいう実測値とは、ある一点で測定した値ではなく、障害予測地域を代表する値でなければなりません。このためには多くの地点で測定し平均化する必要があります。

☆ アンテナ端子電圧の実用式

アンテナの端子電圧は、電界強度に一定の補正をして求めることができます。電界強度は大地反射があるため距離により振動し、伝ぱん距離が長くなると地球の丸みも補正しなければなりません。さらに送信アンテナに比較的近い地点では送信アンテナの垂直指向性をも考慮に入れなければなりません。このため、アンテナ端子電圧の計算では、次の実用式を用いています。なお、 E_1 および $D_{(g)}$ の添字の n は、送信アンテナの垂直面指向性のヌル改善をした場合を意味しています。

$$E_1(\text{または} E_{1n}) = E_0 - L_s - K_f - K_{(h_2)} - D_{(OH)} - D_{(g)}(\text{または} D_{(g)n}) \dots \dots \dots (169-1)$$

ただし、

$$h_{1e} = h_1 - \frac{1}{17} \left(\frac{d}{1 + \sqrt{\frac{h_2}{h_1}}} \right)^2 \quad d_{h_2} = \frac{f}{25} \cdot \frac{h_{1e}}{1000} h_2 (km) \quad \text{として}$$

○ $L_s = -20 \log \left\{ 2 \sin \left(\frac{\pi \cdot d_{h_2}}{6 \cdot d} \right) \right\} \dots \dots \dots$ 位相損失

ただし、 $d(km) < d_{h_2}$ のときは $L_s = 0(dB)$ とします。

$$\circ E_0 \doteq 20 \log \left(\frac{2.2 \times 10^5 \sqrt{P_e}}{d} \right) (dB\mu/m)$$

.....自由空間電界強度 (P_e の単位は(kw), d は(km))

ただし、 $L_s > 20(dB)$ のときは、 $(E_0 - L_s)$ を次式による値とします。

$$E_0 - L_s \doteq 20 \log \left\{ \frac{56 \times 10^3 \sqrt{f P_e}}{d^4} \cdot (h_1 h_2)^{\frac{9}{8}} \right\}$$

.....見通し外伝ぱん式 (f の単位は (MHz))

$$\circ K_f \doteq \sqrt{f} - 5.5 \quad \dots \dots \dots \text{電界強度換算値}$$

$$\circ K_{(h_2)} = K_{(h_{20})} + \text{補正值} = K_{(h_{20})} + E_1 \text{ (または } E_{1n}) - \text{実測端子電圧}$$

.....都市減衰

$$\circ D_{(\theta H)} = 1(dB) \quad \dots \dots \dots \text{送信アンテナ水平面指向性}$$

なお、送信アンテナ水平指向性をほぼ同様としているので、
同様でないときには方向による補正を行ないます。

$$\circ D_{(\theta V)} \text{ (または } D_{(\theta V)_n}) = 20 \log U \text{ (または } U_n) = 20 \log \left| \frac{u}{\sin u} \right|$$

.....送信アンテナ垂直面指向性

ここに、送信アンテナのチルト角度を θ (度) とすると

$$u = \left| \frac{\pi P_e}{900 P d} \left(h_1 - h_2 + \frac{d^2}{17} - \frac{\pi \theta}{0.18} d \right) \right| \quad \text{です。}$$

なお、

・ヌル改善なしの場合の U は、 $U > \frac{10}{3}$ かつ、 $U > 5u$ のとき、 $U = 5u$

・ヌル改善ありの場合の U_n は、 $U_n > \frac{10}{3}$ のとき、 $U_n = \sqrt{2}u$

となります。周波数 f の単位は (MHz) で受信チャンネルを表 1 のように 3 分類し、代表の周波数を使用します。

表 1 チャンネル番号と使用周波数

	チャンネル番号	使用周波数 (MHz)
UHF	1 3 ~ 2 6	5 0 0
	2 7 ~ 4 2	6 0 0
	4 3 ~ 6 2	7 0 0

☆ アンテナ端子電圧の計算

★ 計算に必要なパラメータ

アンテナ端子電圧を計算するには 図 1 のようなモデル化した伝ぱん経路と送・受信条件について次のパラメータが必要です。

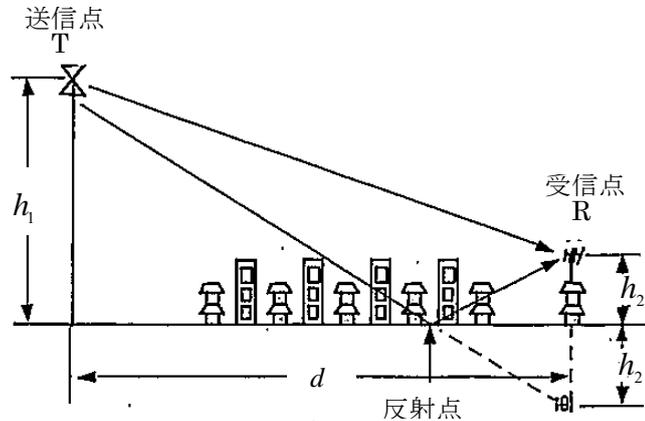


図1 モデル化した伝ぱん経路

- 送信アンテナ高 h_1 (m)
- 実効輻射電力 P_e (kW)
- 送信アンテナチルト角度 θ_a (度)
- 送・受信点間距離 d (km)
- 受信周波数 f (MHz)
- 送信機出力 P (kW)
- 受信アンテナ高 h_2 (m)

★ 実用式により計算できる項目

実用式により計算できる項目は次の通りです。

- アンテナ端子電圧 E_1 (dB)
- ヌル改善したアンテナ端子電圧 E_{1n} (dB)
- 電界強度 E (dB)
- 自由空間電界強度 E_0 (dB)
- 大地反射波による位相損失 L_s (dB)
- 送信アンテナ水平面指向性 $D_{(OH)}$ (dB)
- 送信アンテナ垂直面指向性 $D_{(OV)}$ (dB)
- ヌル改善をした送信アンテナ垂直面指向性 $D_{(OV)n}$ (dB)
- 都市減衰 $K_{(h_2)}$ (dB)
- 電界強度換算値 K_f (dB)

以上の項目のうち、送信アンテナの指向性は代表的な送信アンテナの特性、都市減衰は図 2 に示すようなモデル化、電界強度換算値は障害調査で使用される測定系での値であるので、これらの値がわかっているときはその値を使用してアンテナ端子電圧を計算します。

図 2 の都市減衰については、中・小都市でのモデル化であり、都市規模による都市減衰のおおよその目安を表 2 に示します。

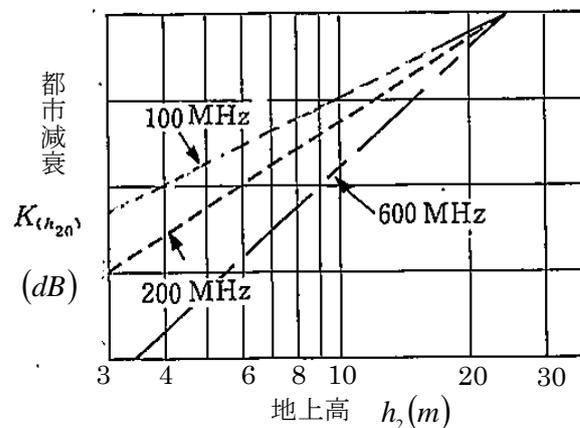


図 2 中・小都市における都市減衰のモデル

表 2 都市規模による都市減衰 $K_{(h_2)}$

郊外	中・小都市	大都市
$K_{(h_{20})} \times 0.4$	$K_{(h_{20})}$	$K_{(h_{20})} \times 1.5$