

＜建造物障害予測技術 その27：反射障害8＞ (反射障害予測計算の実用式3)

今回も引き続き反射障害予測計算の実用式に関して解説を続けます。

☆ 実用式のなかの各パラメータのもつ意味（つづき）

(3) 受信アンテナの指向性 ($D_{(\theta)ANT}$)

受信アンテナの高さは、一般に8～10mである場合が多く、都市内では図1に示すようにこの高さの周辺に配電線やビルなどの他の建造物が混在しています。このため、ビルからの反射波はこれらの建造物によって再反射され、受信アンテナには反射波の方向からのほか色々な方向からの反射波も入射することになります。したがって、受信アンテナ周辺にある建造物による反射波の再反射によって、受信アンテナの指向性は等価的にブロードになったような影響を受けます。この影響は周辺に建造物が多いほど大きくなります。

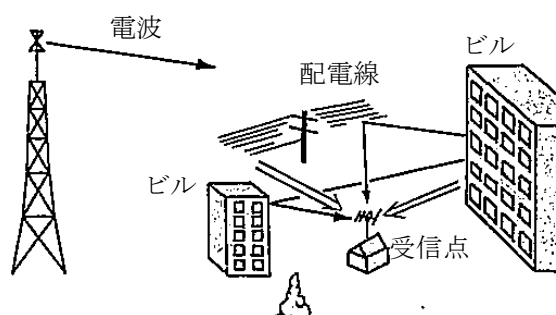


図1 反射波の再放射

そこで、予測の実用式においては、 $D_{(\theta)ANT}$ というパラメータを用いて、受信アンテナの周辺にある建造物からの再反射波が与える影響を受信アンテナの指向性におきかえています。すなわち、指向性

の補正項を都市減衰の関数とし、都市減衰が大きいほど等価的に指向性をブロードにしています。

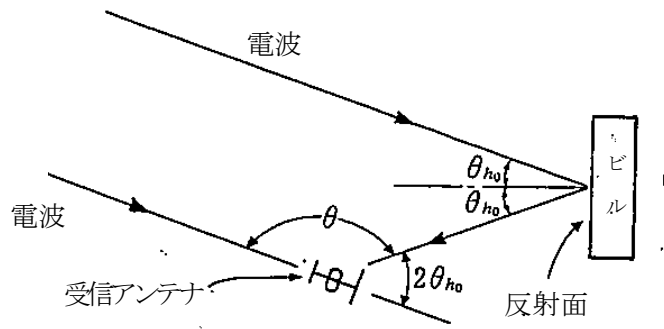


図2 受信アンテナ、ビル反射面と電波到来方向との位置関係 (平面図)

受信アンテナの指向性 $D_{(\theta)ANT}$ (dB) は次式でモデル化しています。

$$D_{(\theta)ANT} = D_{(\theta)ANT}' + k_A \quad \dots \dots \dots (167-1)$$

ただし、

$D_{(\theta)ANT}'$: 都市減衰が基準値のときの指向性で、受信アンテナおよび反射面からみた電波到来方向が図2の位置関係にあり、 $\theta \doteq 180 - 2\theta_{h_0}$ とすると、

$\theta \leq 72^\circ$ のとき、

$$D_{(\theta)ANT}' = \frac{(f/25)^{\frac{1}{2}}}{2000} \cdot \theta^{\left(\frac{0.4}{\sqrt{f/25}} + 2\right)}$$

$72^\circ < \theta < 108^\circ$ のとき

$$D_{(\theta)ANT}' = 4 \left(\frac{f}{25}\right)^{\frac{1}{3}} + 8 - \left(\frac{|90 - 2\theta_{h_0}|}{6}\right)$$

$108^\circ \leq \theta \leq 180^\circ$ のとき

$$D_{(\theta)ANT}' = 4 \left(\frac{f}{25}\right)^{\frac{1}{3}} + 5$$

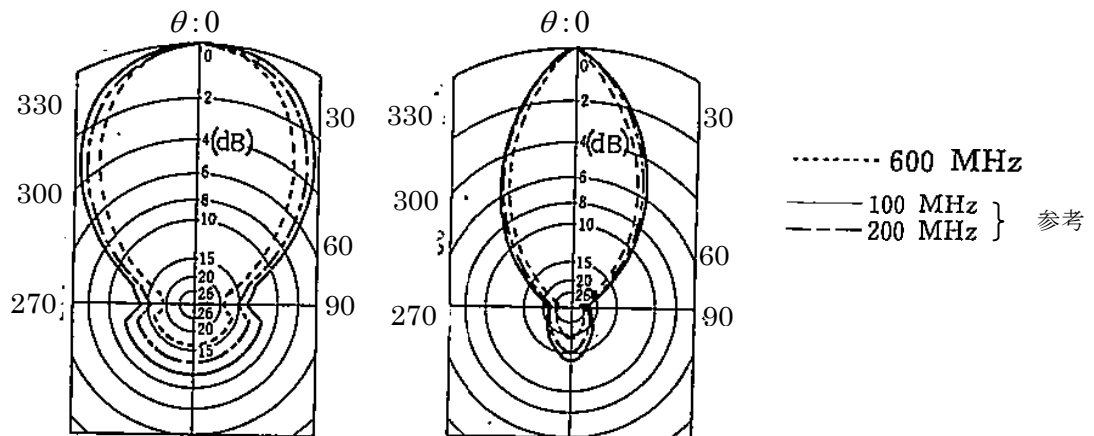
k_A : 都市減衰 ($K_{(h_2)}$) に対応する補正值 (dB)

$$K_{(h_2)} \geq 4 \left(\frac{f}{25}\right)^{\frac{1}{3}} \quad \text{のとき} \quad k_A = 0$$

$$K_{(h_2)} < 4 \left(\frac{f}{25} \right)^{\frac{1}{3}} \quad \text{のとき}$$

$$k_A = 1.5 \left\{ 4 \left(\frac{f}{25} \right)^{\frac{1}{3}} - K_{(h_2)} \right\} \cdot \left\{ 1.1 - \left| 0.9 - (\theta_{h_0}/45) \right| \right\}$$

反射波の再反射を考慮した障害調査用アンテナ（UHF 用 8 素子八木形・VHF 用 5～8 素子[参考]）の指向性を図 3 に示します。



(a) $D_{(\theta)ANT}$ 特性 ($k_A = 0$) (b) $D_{(\theta)ANT}$ 特性 ($K_{(h_2)} = 0$) のとき

図 3 反射波の再放射を考慮した受信アンテナの指向性

(4) 大地反射波 (E_{x_1})

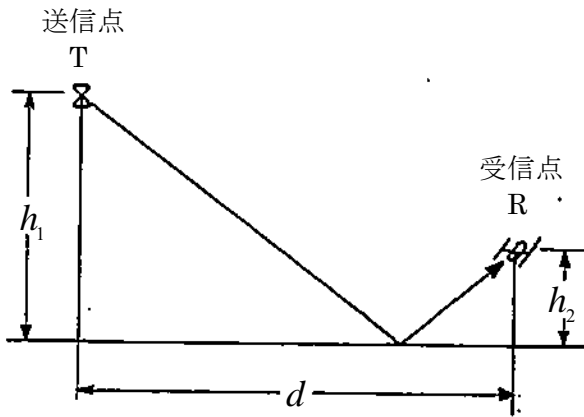
大地反射波による影響についても、前回 No166 の (2) 都市減衰の場合と同様、3つの伝ぱん経路について考える必要があります。反射障害が最も問題となる都市内での大地反射波の影響は、大地反射点付近の状態が一様ではないため非常に複雑ですが、障害予測の実用式においては大地反射波の影響についてしゃへい障害の場合と同様な考えで扱います。すなわち、図 4 に示すように 3つの伝ぱん経路が見通しのとき、大地反射波による位相合成率を表わす sin 項の中が、 $\pi/6$ ラジアン以上では反射係数は (0)、それ以下では (-1) として扱っています。

なお、sin 項の中が $\pi/6$ となる d_{h_2} の求め方は、

$$\frac{2\pi h_1 h_2}{\lambda d_{h_2}} \doteq \frac{\pi}{6} \quad \text{より} \quad d_{h_2} = \frac{12h_1 h_2}{\lambda} \quad \lambda = \frac{c}{f[\text{Hz}]} \quad c = 3 \times 10^8 (\text{m})$$

$$d_{h_2} = \frac{12h_1 h_2}{\frac{c}{f}} = \frac{12fh_1 h_2}{3 \times 10^8} \quad f \text{ を} [\text{MHz}] \text{ 表わすと} \quad d_{h_2} = \frac{fh_1 h_2}{25}$$

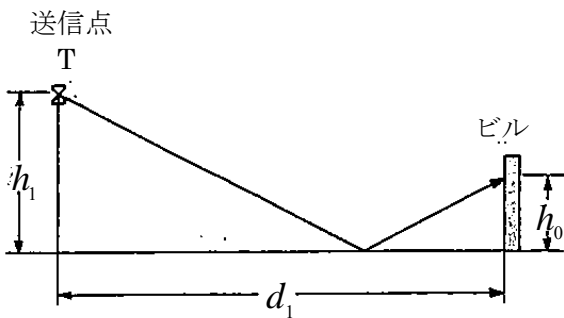
となります。



条件	大地反射波の有無	反射係数
$d > d_{h_2}$	有	-1
$d \leq d_{h_2}$	無	0

$$(d_{h_2} = fh_1 h_2 / 25)$$

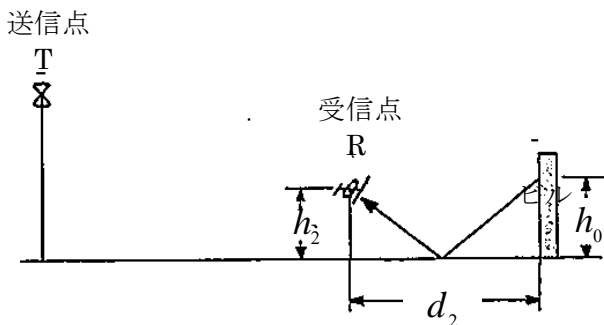
(a) 送信点～受信点までの伝ぱん路



条件	大地反射波の有無	反射係数
$d_1 > d_{h_0}$	有	-1
$d_1 \leq d_{h_0}$	無	0

$$(d_{h_0} = fh_1 h_0 / 25)$$

(b) 送信点～反射面までの伝ぱん路



条件	大地反射波の有無	反射係数
$d_2 > d_{2c}'$	有	-1
$d_2 \leq d_{2c}'$	無	0

$$(d_{2c}' = fh_1 h_2 / 25)$$

(c) 反射面～受信点までの伝ぱん路

図4 都市内の伝ぱん経路における大地反射波の有無

実用式においては、以上述べた伝ぱん経路の大地反射波による位相損失の作用のうち、反射面と受信点の到来する電波のそれぞれの位相合成率の比を E_{x_1} で表わしています。この E_{x_1} は、都市減衰がないときの反射面と受信点に到来する希望波の電界強度比に相当するもので、 E_{x_1} が大きいほど受信点での DU 比は小さくなります。

E_{x_1} は、

$$E_{x_1} = \frac{2 \left| \sin \frac{2\pi h_1 h_0}{\lambda d_1} \right|}{2 \left\| \sin \frac{2\pi h_1 h_2}{\lambda d} \right\|} \dots \dots \dots (167-2)$$

ですが、実用式では

$$E_{x_1} = \frac{d_1}{d_{h_2}} \dots \dots \dots (167-3)$$

ただし、

$$d_1 < d_{h_2} \quad \text{のとき、} \quad E_{x_1} = 1$$

$$d_1 > d_{h_2} \quad \text{のとき} \quad E_{x_1} = \frac{h_0}{h_2}$$

でモデル化しています。 d_1 に対する E_{x_1} の変化を図 5 に示します。

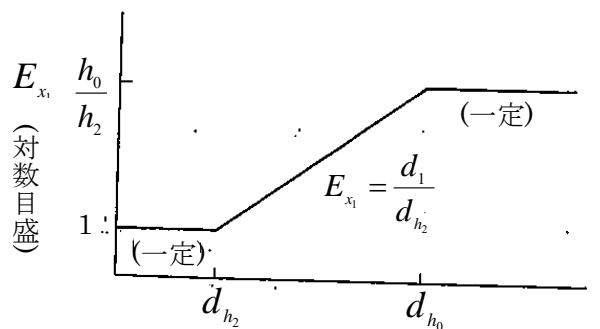


図 5 E_{x_1} の距離特性