

## ＜建造物障害予測技術 その16：しゃへい障害4＞ （しゃへい障害予測の実用式 その1）

今回からは、実際にしゃへい障害を計算し、障害予測範囲を地図上に表示する手法について3回にわたり解説します。

### ☆ ビル後方の地域における電界の分布

ビルなど建造物後方の任意の地点でのしゃへい損失は、前回 No155 の (155-5) 式より求めることができます。この式を用いてしゃへいされた地域のなかから無数の地点についてしゃへい損失を計算したとしましょう。

その結果から、図1のようにビル後方のしゃへい地域を横断する  $a-a'$  線上と、しゃへい地域を縦断する  $b-b'$  線上について、距離に対するしゃへい損失のカーブを描くと、このカーブは距離に対してなめらかに推移しないで、図2の実線に示すように振動していることがわかります。

しゃへい地域を横断する図1の  $a-a'$  線上では、しゃへい損失の振動は、主に、ビルの左側面と右側面を通過してくる電波の位相差によって生ずるものです。

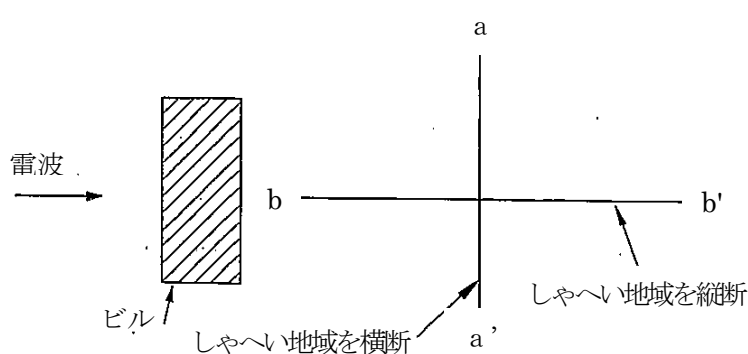


図1 しゃへい地域でのしゃへい損失の計算

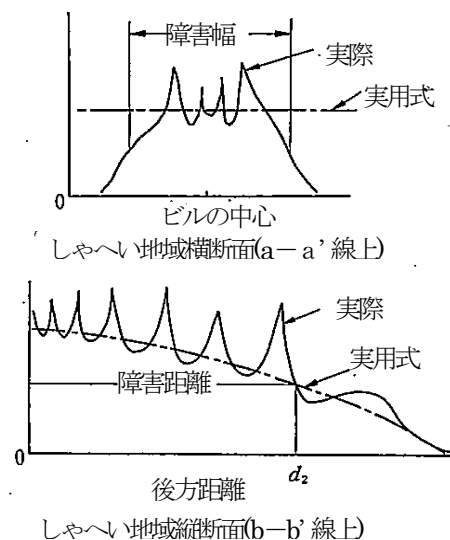


図2 しゃへい地域でのしゃへい損失の変化 (模式図)

また、ビルの中心線上を通り、しゃへい地域を縦断する線上、すなわち、図 1 の b—b' に相当する中心線上では、ビルの左右側面からの距離が常に等しいので、そこを経由してくる電波は同相になります。したがって、しゃへい損失の振動は、ビルの左右側面を通る電波と上側面を通る電波の位相合成によって生じます。

しゃへい損失の振動は、以上のような理由から生じますが、実際には、付近のビルや配電線など建造物からの反射波や再放射波も加わるため、振動はさらに複雑となります。

ビルによるしゃへい障害の範囲を予測するときは、このような振動を扱う必要があるため、計算は非常に複雑になります。

また、前回の (155-5) 式より、都市内の複雑な条件下に建築されるビルの障害を予測するには、さらに種々の問題もあります。

その第 1 は、都市減衰等の障害予測地域周辺の複雑な諸条件をどう扱うかということです。

第 2 は、しゃへい地域の各受信地点でのしゃへい損失から障害範囲を求めるのでは、多くの地点についてしゃへい損失を計算しなければならないことです。

第 3 は、扱うデータ量がぼう大なため、計算時間が非常に長くなることです。

たとえば、都市減衰は受信点においてそれぞれ異なる大きさと位相をもつベクトルで、正確な値を得ることは困難です。しかし、都市減衰等の受信点周辺の複雑な諸条件を省いて予測すると、実態と合わない結果を生じ実用になりません。そこで、複雑な周囲条件を何らかの方法で計算式に取り入れられるよう工夫する必要があります。

## ☆ 実用式をつくる考え方

障害予測計算をおこなうにあたって、都市減衰等の受信点周辺の複雑な諸条件をも考慮するには、予測計算の実用式はその地域を代表する平均的な値をもって計算できるよう考慮されなければなりません。都市減

衰の扱いをこのようにすると、しゃへい損失のような振動する項をそのまま扱うこと自体が不都合となります。

一方、(155-5) 式ではそれぞれの受信点におけるしゃへい損失が計算できるような形になっていますが、予測のための実用式は、建造物などの高さや幅などに応じ一定の精度で障害の発生する範囲が把握できる計算方法でなくてはなりません。

このような実用的な予測計算方法をとることにより、都市内の複雑な条件をその地域の代表値で扱うことができるほか、振動する項の平均化により簡易な計算式とすることが可能になります。

さらに、マイクロコンピュータ等を使用して計算をおこなうことを前提に、フレネル積分のように計算が複雑となる項や都市減衰のように受信アンテナ高や受信周波数などの多くの要素に関係する項は、モデル化による簡易化をおこないます。モデル化した項の係数については、予測精度を高めるため必要により現地調査による補正をおこなうことも考慮しています。

実用式の中で平均化あるいはモデル化をおこなっている主なものを表 1 に示します。

表 1 実用式における平均化およびモデル化

このように平均化およびモデル化をおこなうことにより、実用式では図 2 のように振動する部分を一点鎖線のようなめらかな曲線あるいは直線におきかえています。

平均化する項	モデル化する項
<ul style="list-style-type: none"> <li>大地反射波による位相損失 (<math>-20\log 2S, -20\log 2S_1</math>) など</li> <li>フレネル積分 (<math>\Psi(x_a), \dot{B}, 1-\dot{B}</math> など)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>都市減衰 <math>K_{(h_2)}</math></li> <li>フレネル積分 (<math>\Psi(x_a)</math> に対する代数) (近似式の利用他)</li> </ul>
(反射障害の場合のみ適用) <ul style="list-style-type: none"> <li>送信アンテナの指向性</li> </ul>	(反射障害の場合のみ適用) <ul style="list-style-type: none"> <li>受信アンテナ周辺の障害物からの再反射特性</li> <li>凹凸あるビル反射面の指向性</li> </ul>

☆ 予測計算で使用する実用式

障害予測範囲をマクロでとらえるには、しゃへい地域の各地点での建造物建築後のしゃへい損失を求める方法ではなく、まず、建造物建築前の画質を代表することができる CN 比等の指標をは握します。その後、建造物建築により障害が発生し始めるしゃへい損失を求め一定の計算方法により図 3 のように障害距離  $D_2$  と障害幅  $W_0$  を求める方法が望ましく、実用式ではこの方法に基づいた計算式としています。

実用式は、次の使用条件においてのみ適用することができるものとして、(155-5) 式を前述した平均化とモデル化の考え方により近似して求められます。

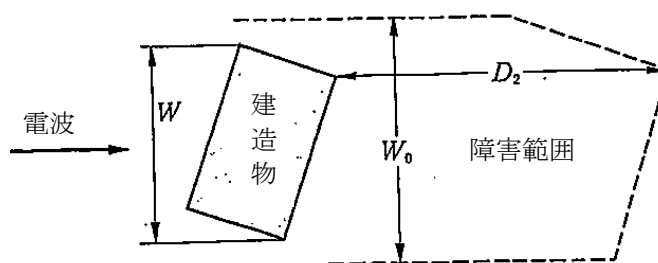


図 3 しゃへい障害範囲図

- ① 予測しようとする建造物は、中・小都市内にあるものとします。
- ② 受信周波数は、VHF および UHF のテレビ放送の周波数とします。
- ③ 建造物の高さは、送信アンテナ高の 1/2 未満であるとします。

以上より、しゃへい障害範囲予測の実用式は、次式で表わされます。

$$\begin{aligned}
 \text{障害予測距離 } D_2 &\doteq \frac{1}{\frac{1}{d_2'} + \frac{1}{d_{20}}} \text{ [m]} \\
 &= \frac{1}{6 \left\{ \frac{E_x^2 W}{H - h_2} + \frac{16(H - h_2)}{W} \right\} \cdot 10^{\frac{SL}{10}} + \frac{h_1 - H}{(H - h_2)d_1}} \dots (156-1)
 \end{aligned}$$

$$\text{障害幅 } W_0 = W + \sqrt{D_2} / 2 \quad \text{[m]} \quad \dots (156-2)$$

ただし、

$d'_2$  : 電波が水平(仰角  $\delta_v = 0^\circ$ )に到来したときのしゃへい障害距離 (m)

$d_{20}$  : 光学的なしゃへい距離(m)

$W$  : 建造物実効横幅(m)

$H$  : 建造物の高さ(m)

$h_1$  : 送信アンテナ高 (m)

$h_2$  : 受信アンテナ高 (m)

$f$  : 受信周波数 (MHz)

$SL$  : しゃへい損失 (dB)

$d_1$  : 送信点・建造物間距離 (m)

$E_x \doteq E_{(x_1)} \cdot E_{(x_2)}$  (No159にて詳細に説明します。)

$E_{(x_1)}$  : 建造物頂部と受信点での大地反射波による位相合成率の比

$E_{(x_2)}$  : 受信点に建造物頂部を経由してくる電波と建造物がないときの電波の都市減衰率の比

(156-1)式の誘導法については、次回 No157 ならびに No158 にて解説します。