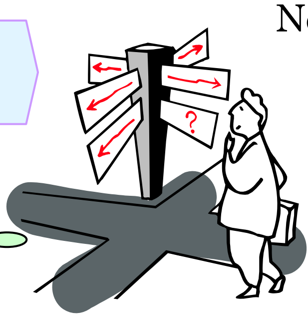
Shu-chan の

放送ネットワーク 道しるべ

東海道(高屋宿)

テレビ放送



＜建造物障害予測技術 その 22：反射障害 3＞
(自由空間におけるビル反射 3)

☆　ビル反射面への入射波に角度がある場合の反射面指向性

　前回までは、電波が反射面へ直角に入射する場合の反射面指向性および反射波強度の距離特性を求めましたが、送信点に比較的近いビル反射面へ入射する電波は、図 1 のようにある仰角 θ_{v_0} をもっています。この仰角が大きくなると、反射波強度は反射面が有限長であるための減衰のほか反射面の垂直指向性による減衰が生じます。

　ここでは反射面指向性を No161 の「図 2 反射面の指向特性」のような角度 δ_v の関数ではなく、図 2 に示す反射面から受信点までの距離 d_2 の関数で表わした減衰特性 $D(d_2)$ を求めてみます。

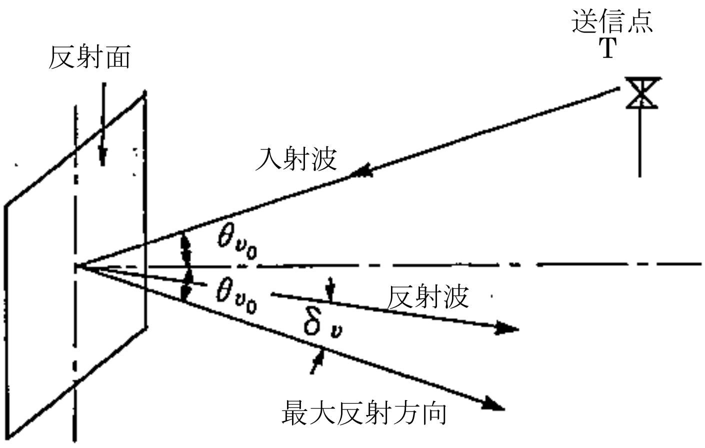


図 1　反射面中心から送信点をみた仰角

(1) 減衰特性を求める反射面の条件

　図 2 において、反射面の指向性の補正が必要となりはじめる送信点と反射面との距離 d_{1c} は、$d_2=\infty$ で、No161 の図 2 の破線にて $1/\sqrt{2}u=1$、すなわち、$\sqrt{2}u=1$ となり次式が成り立つ条件から求められます。

$$\sqrt{2}u = \sqrt{2}\frac{\pi a}{\lambda}\sin\theta_{v0} \fallingdotseq \sqrt{2}\frac{\pi a}{\lambda}\frac{h_1 - h_0}{d_{1C}} = 1$$

$$\therefore \quad d_{1C} = \sqrt{2}\frac{\pi a}{\lambda}(h_1 - h_0) \qquad \cdots\cdots\cdots\cdots (162-1)$$

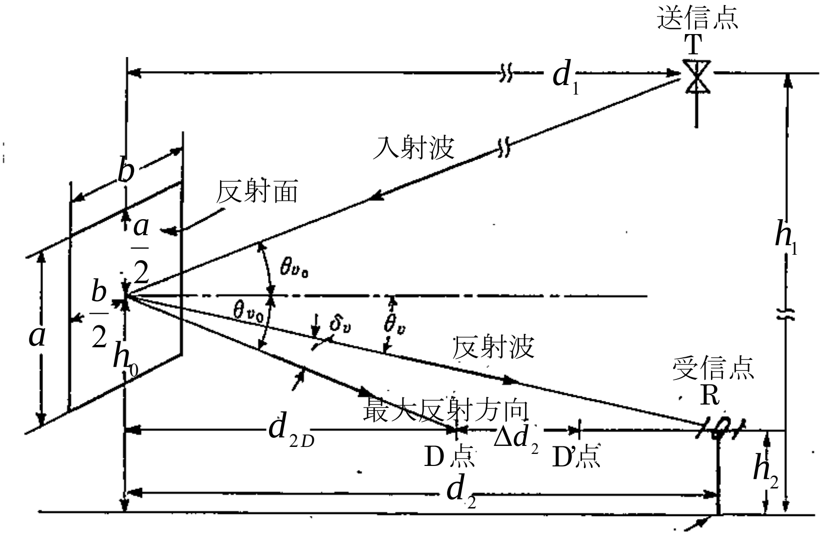


図２　入射波による仰角補正

$d_1 < d_{1C}$ では、反射面の指向性を考慮する必要が生じます。いいかえれば、反射波強度は反射面が無限長であるための減衰のほか垂直指向性による減衰が生じます。

（2）減衰特性のはじまる d_2

図２で δ_v が小さい場合、反射面指向性は１で、反射波強度は最大反射方向と同一となりますが、δ_v が大きくなると反射波強度は減衰を始めます。最大反射方向となる反射面からの距離 d_{2D} は、

$$\frac{h_1 - h_0}{d_1} = \frac{h_0 - h_2}{d_{2D}} \quad \text{より} \quad d_{2D} = \frac{h_0 - h_2}{h_1 - h_0}d_1 \qquad \cdots\cdots (162-2)$$

となります。また、反射面指向性の減衰を始める距離を $d_{2D} + \Delta d_2$ とすると、この距離における u は、

$$u = \frac{\pi a}{\lambda}\sin\delta_v \fallingdotseq \frac{\pi a}{\lambda}\delta_v = \frac{\pi a}{\lambda}(\theta_{v0} - \theta_v) = \frac{\pi a}{\lambda}\left(\frac{h_1 - h_0}{d_1} - \frac{h_0 - h_2}{d_{2D} + \Delta d_2}\right)$$

となります。よって $1/\sqrt{2}u = 1$ より、Δd_2 は、

$$\frac{\pi a}{\lambda}\left(\frac{h_1-h_0}{d_1}-\frac{h_0-h_2}{d_{2D}+\Delta d_2}\right)=1$$ より

$$\Delta d_2=\frac{d_{2D}}{\sqrt{2}\frac{\pi a}{\lambda}\cdot\frac{h_1-h_0}{d_1}-1}$$ ・・・・・・・・・・・(162－3)

となります。　[式の誘導:末尾もっと知りたい方のために]参照

(3)反射面減衰特性　$D(d_2)$

前(1)および(2)が満足する条件下で、減衰特性　$D(d_2)$　は、

$$D(d_2)=\frac{1}{\sqrt{2}u}=\frac{\lambda}{\sqrt{2}\pi a(h_0-h_2)\left(\frac{1}{d_{2D}}-\frac{1}{d_2}\right)}$$ ・・・・・(162－4)

[式の誘導:末尾もっと知りたい方のために]参照

で与えられます。上式で、

$$d_{2E}=\frac{4.8}{\lambda}a(h_0-h_2)$$ ・・・・・(162－5)

とおくと、$d_2 \gg d_{2D}$ における減衰特性は、

$$D(d_2 \gg d_{2D}) \fallingdotseq 1.08\frac{d_{2D}}{d_{2E}}$$ ・・・・・(162－6)

[式の誘導:末尾もっと知りたい方のために]参照

で与えられます。

以上の(1)、(2)ならびに(3)より、ビル反射面への入射波に仰角がある場合の反射面の垂直指向性による減衰特性を図 3 に示します。この図において、太い実線は $d_2 \geqq d_{2D}+\Delta d_2$ の距離における反射面指向性を平均化した値ですが、No165 以降で述べる障害予測の実用式においては、

① 反射波の減衰特性を簡略化する。

② 反射波の減衰開始点を d_{2D} 点とする。

③ 実測値との整合性が良い。

などの理由により、破線で近似しています。

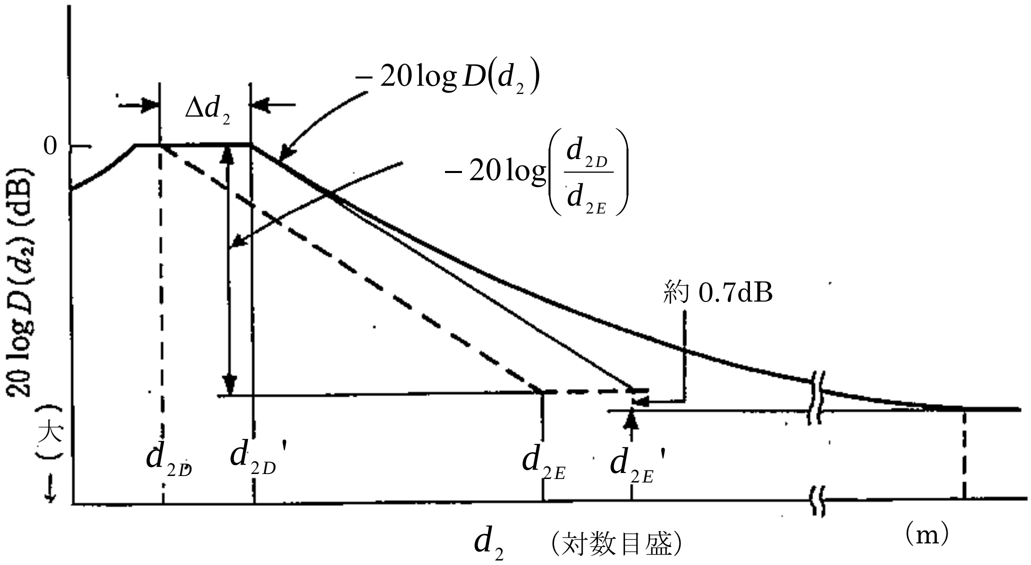


図 3 反射面指向性の減衰特性

[もっと知りたい方のために]

$$\Delta d_2 = \frac{d_{2D}}{\sqrt{2}\frac{\pi a}{\lambda}\bullet\frac{h_1 - h_0}{d_1} - 1}$$ ・・(162－3)）　の誘導

$$\sqrt{2}u = \sqrt{2}\frac{\pi a}{\lambda}\left(\frac{h_1 - h_0}{d_1} - \frac{h_0 - h_2}{d_{2D} + \Delta d_2}\right) = \sqrt{2}\frac{\pi a}{\lambda}\bullet\frac{h_1 - h_0}{d_1}\left(1 - \frac{h_0 - h_2}{h_1 - h_0}d_1\frac{1}{d_{2D} + \Delta d_2}\right)$$

$$= \sqrt{2}\frac{\pi a}{\lambda}\bullet\frac{h_1 - h_0}{d_1}\left(1 - \frac{d_{2D}}{d_{2D} + \Delta d_2}\right) = \sqrt{2}\frac{\pi a}{\lambda}\bullet\frac{h_1 - h_0}{d_1}\bullet\frac{\Delta d_2}{d_{2D} + \Delta d_2} = 1$$

この条件となる　Δd_2　を次により求めます。

$$\sqrt{2}\frac{\pi a}{\lambda}\bullet\frac{h_1 - h_0}{d_1}\bullet\frac{\Delta d_2}{d_{2D} + \Delta d_2} = 1$$ 　両辺に　$\frac{d_{2D} + \Delta d_2}{\Delta d_2}$ を乗じます。

$$\sqrt{2}\frac{\pi a}{\lambda}\bullet\frac{h_1 - h_0}{d_1} = 1\times\frac{d_{2D} + \Delta d_2}{\Delta d_2}$$ 　この　$\frac{d_{2D} + \Delta d_2}{\Delta d_2} = 1 + \frac{d_{2D}}{\Delta d_2}$　なので

$$1 + \frac{d_{2D}}{\Delta d_2} = \sqrt{2}\frac{\pi a}{\lambda}\bullet\frac{h_1 - h_0}{d_1} \qquad \therefore \quad \Delta d_2 = \frac{d_{2D}}{\sqrt{2}\frac{\pi a}{\lambda}\bullet\frac{h_1 - h_0}{d_1} - 1}$$

$$D(d_2) = \frac{1}{\sqrt{2}u} = \frac{\lambda}{\sqrt{2}\pi a(h_0 - h_2)\left(\frac{1}{d_{2D}} - \frac{1}{d_2}\right)}$$ ・・(162－4) の誘導

$$u = \frac{\pi a}{\lambda}\left(\frac{h_1 - h_0}{d_1} - \frac{h_0 - h_2}{d_2}\right) = \frac{\pi a}{\lambda}\frac{h_1 - h_0}{d_1}\left(1 - \frac{h_0 - h_2}{h_1 - h_0}\bullet\frac{d_1}{d_2}\right)$$

(162－2) 式　$d_{2D} = \frac{h_0 - h_2}{h_1 - h_0}d_1$　から　$\frac{h_0 - h_2}{h_1 - h_0}d_1$　に d_{2D} 代入すると

$$u = \frac{\pi a}{\lambda}\frac{h_1 - h_0}{d_1}\left(1 - \frac{d_{2D}}{d_2}\right) = \frac{\pi a}{\lambda}\frac{d_{2D}}{d_1}(h_1 - h_0)\left(\frac{1}{d_{2D}} - \frac{1}{d_2}\right) = \frac{\pi a}{\lambda}(h_0 - h_2)\left(\frac{1}{d_{2D}} - \frac{1}{d_2}\right)$$

$$\therefore\quad D(d_2)=\frac{1}{\sqrt{2}u}=\frac{\lambda}{\sqrt{2}a\pi(h_0-h_2)\left(\frac{1}{d_{2D}}-\frac{1}{d_2}\right)}$$

$D(d_2 \gg d_{2D}) \fallingdotseq 1.08\dfrac{d_{2D}}{d_{2E}}$ ・・・・・（162－6）の誘導

$D(d_2)=\dfrac{\lambda}{\sqrt{2}\pi a(h_0-h_2)}\cdot\dfrac{d_2 d_{2D}}{d_2-d_{2D}}$ より

$d_{2E}=\dfrac{4.8}{\lambda}a(h_0-h_2)$ とおき また、$(d_2 \gg d_{2D})$なので $\dfrac{d_2 d_{2D}}{d_2-d_{2D}} \fallingdotseq d_{2D}$

となるため $D(d_2)$ は次式となります。

$$D(d_2 \gg d_{2D}) \fallingdotseq \frac{1}{\sqrt{2}\pi\frac{d_{2E}}{4.8}}d_{2D}=1.08\frac{d_{2D}}{d_{2E}}$$