

電波伝搬上におけるアンダービームロスについて

Under Beam Loss in the propagation of electromagnetic wave

岡本 義信 近藤 寿志 田中 聡

Yoshinobu Okamoto Hisashi Kondoh Satoshi Tanaka

(株)中国放送 エム・ディー・エス (株)

Chugoku Broadcasting Company MDS Co., Ltd

Abstract: The field strength simulation system “ERIAKAKUBEH” which we had developed at last year is now improving to receive various responses about the functions, method of simulation and GUI from users. This paper described the new method to calculate the under beam loss “diffraction loss of under line-of-sight” in the propagation of electromagnetic wave.

1. はじめに

RCC中国放送が開発した電波伝搬シミュレーションシステム『エリアかくべえ』は、多くの方々から寄せられた貴重なご意見に基づき機能アップに努めてきた。本稿では、新たに追加したアンダービームロス（仮称：見通し線以下の回折損失）について述べる。

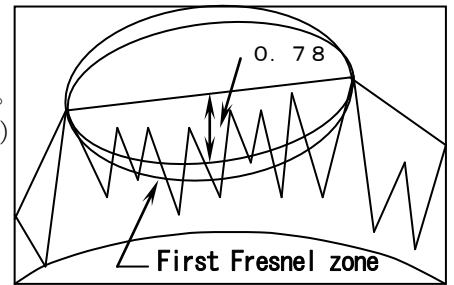


Fig. 1 Fresnel zone

2. アンダー・ビーム・ロス

これまで、伝搬上の見通し線を越える損失（遮蔽損失）については多くの議論がなされていたが、見通し線以下の回折損失については不明瞭であった（手計算では無視する傾向があったため、議論の対象になりにくかった）。

ところが『エリアかくべえ』のようにコンピューターで計算する場合には手計算で無視した部分も完璧に計算してしまうため、不都合が出る場合もある。

3. これまでの理論と問題点

① 郵政方式の場合

アンダー・ビーム・ロスは考慮しない。このため、回折損失の計算値が小さすぎる場合が発生する。

② ITU-Rの場合 (Fig. 2)

フレネル積分方式に基づき、クリアランスが第一フレネルゾーンの0.78倍以下のリッジは無視して、以内 (Fig. 1 の塗りつぶし部) に存在する損失を加算して1区間内の上限値を $8\text{dB} + 0.04 \times D(\text{Km})$ で留め、各区間ごとを加算する。このため、FM帯などでは、1区間ごとの損失が上限値に達する状態を複数の区間で加算する場合、回折損失が大きくなり過ぎる。

③ 参考文献1の場合 (Fig. 3)

フレネル積分方式に基づき、クリアランスが第一フレネルゾーンの0.5倍以下のリッジは無視して、以内に存在する損失を加算して1区間内の上限値を10dBで留め、各区間ごとを加算する。このため、上記と同様な問題が発生する。

④ 旧『エリアかくべえ』の場合 (Fig. 4)

フレネル積分方式に基づき、クリアランスを第一フレネルゾーンの任意倍数で損失部も利得部も全て加算する。このため、対象となるリッジの数が多い場合は、損失部と利得部が相殺し合うが、片寄った場合には異常な計算値を示す。

⑤ 新『エリアかくべえ』の場合 (Fig. 4)

フレネル積分方式に基づき、クリアランスを第一フレネルゾーンの任意倍数で損失部も利得部も全て加算するが、クリアランスの小さい順に並べ替えて、順次影響度を低減する。ほぼ妥当な計算値に落ち着く。

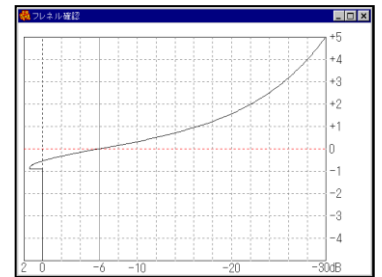


Fig. 2 ITU-R P. 526-5

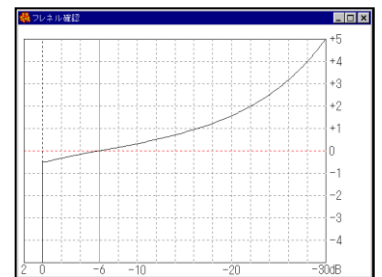


Fig. 3 Literature No. 1

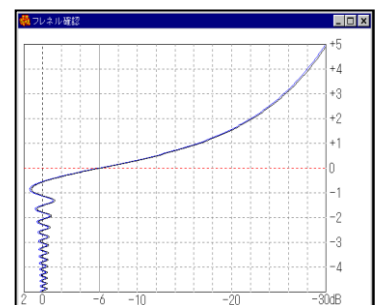


Fig. 4 ERIAKAKUBEH

3. 多重アンダー・ビーム・ロスの近似計算方法

Fig. 5の検討区間内でクリアランスの小さい順に番号を振る。ここでは、見通し線に対するクリアランスが最も小さいリッジ①が支配的である。

- I. リッジ①の損失L1をフレネル積分により計算する。
- II. リッジ②、④ではリッジ①から受信側に向かうフレネルゾーンF2に対する損失L2, L4を求める。

$$L1' = L1 \quad L2' = (1 - L1) \cdot (1 - L2) \quad L4' = L2' \cdot (1 - L4)$$

- III. 同様にリッジ①から送信側に向かうフレネルゾーンF3に対するリッジ③、⑤の損失L3, L5を求める。

$$L3' = (1 - L1) \cdot (1 - L3) \quad L5' = L3' \cdot (1 - L5)$$

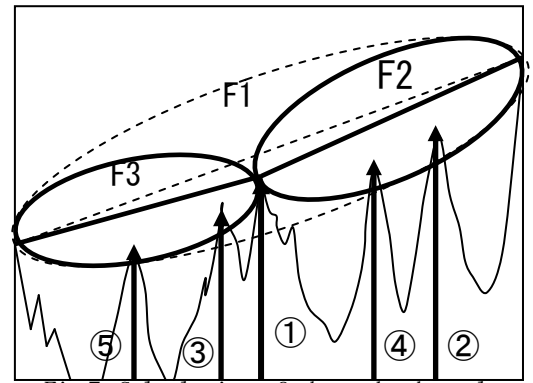


Fig 5. Calculation of the under beam loss

- IV. リッジが多数存在する場合には順次同様に計算を繰り返し、 $L_n' < 0.01\text{dB}$ で、繰り返し計算を終了する。
- V. 1区間の多重アンダー・ビーム・ロスは、 $\Sigma(L_n')$ dBとなる。
- VI. 他の区間についても同様に計算し、アンダー・ビーム・ロスとリッジ回折損を加算する。
- VII. 1区間あたりを模擬的に極端な例で確認してみると、5番目程度のリッジで9 dB以内の損失で収束する。

4. 計算例

広島県東部の大門TV局および東部の油木TV局における計算例をFig. 6, Table. 1, 2およびFig. 7, Table3, 4に示す。

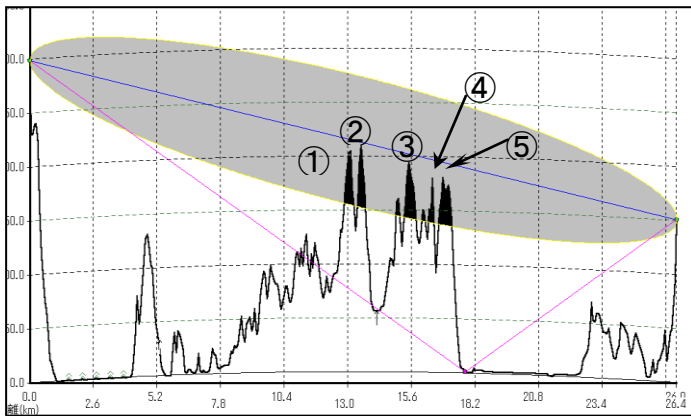


Fig. 6 Profile of DAIMON TV from ONOMICHI TV .

実測値	81.20	dBμ V/m	
無損失受信電界	86.98	dBμ V/m	
計算方式	遮蔽損失(dB)	計算値(dBμ V/m)	偏差(実測-計算)
ITU-R	9.06	77.92	3.28
文献1	10.00	76.98	4.22
旧かくべえ	0.58	86.40	-5.20
新かくべえ	5.37	81.61	-0.41

Table.1 Compare calculation and measurement (DAIMON)

ITU-R	距離d=26.4km	損失=8+0.04 * d	損失合計				
		損失=8+0.04 * 26.4=9.06	9.06				
文献 1	番号	①	②	③	④	⑤	損失合計
	フレネル率	0.16	0.05	0.11	0.28	0.22	
	損失(dB)	4.20	5.60	5.00	3.00	3.80	

Table.3 Calculation of diffraction loss (DAIMON)

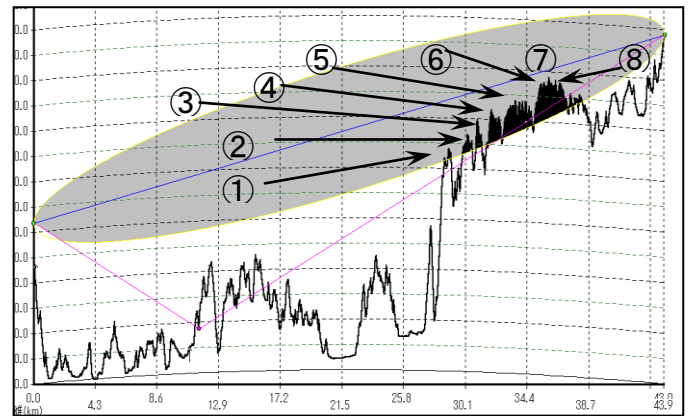


Fig. 7 Profile of YUKI TV from ONOMICHI TV

実測値	74.00	dBμ V/m	
無損失受信電界	78.31	dBμ V/m	
計算方式	遮蔽損失(dB)	計算値(dBμ V/m)	偏差(実測-計算)
ITU-R	9.75	68.56	5.44
文献1	10.00	68.31	5.69
旧かくべえ	1.33	76.98	-2.98
新かくべえ	3.94	74.37	-0.37

Table.2 Compare calculation and measurement (YUKI)

ITU-R	距離 d=43.8km	損失=8+0.04 * d	損失合計							
		損失=8+0.04 * 43.8=9.75	9.75							
文献 1	番号	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	損失合計
	フレネル率	0.82	0.69	0.49	0.40	0.40	0.23	0.16	0.37	
	損失(dB)	0.00	0.00	0.80	1.60	1.60	3.60	4.40	1.80	

Table.4 Calculation of diffraction loss (YUKI)

5. まとめ

新手法によって広島県内のサテライト局157地点の受信所で実測値と計算値の比較をしたところ、86%の受信所が偏差±6 dB以内に入り旧バージョンでの82%に比べ一段と精度が向上した。周波数の低いFM帯では、一層大きな誤差が見込まれることから、近日中に確認したいと考えている。

<参考文献>

1. 電波伝搬基礎図表 渋谷茂一著 コロナ社
2. ITU-R P. 526-5
3. 電力保安通信規定 電気技術基準調査委員会編

(株) 中国放送 技術局管理部 TEL 082-222-1151 FAX 082-227-3788

E-Mail kondou@rcc.net