

マイクロ波無線回線のフェージング対策

フェージング対策用反射板形状の検討評価

Reduction Method of Microwave Fading

Examination and Estimation for the Shape of Passive Reflector to Reduce Fading

(電子通信部 技術G)

マイクロ波無線回線は、大気を伝送媒体としているため、気象条件によって発生するフェージングの影響を受けることがある。今回、マイクロ波無線回線のうち反射板を含む区間において、フェージングの影響を抑制する反射板の形状を検討評価したため、その概要を紹介する。

(Engineering group, Telecommunications Engineering Department)
Fading generated by weather conditions influences microwave links because the atmosphere is the transmission medium for microwave. In this report, the shape of the passive reflector that reduces the influence of fading was examined and estimated in a microwave section.

1 研究の背景と目的

大気を伝送媒体とする無線通信では、気温や気圧、湿度などの気象条件の変化に伴い、伝搬路上の大気屈折率が変化し、受信点への到来波の入射角が変動する。また、同時に直接波や屈折波あるいは反射波などが多重波となって互いに干渉し合う。このような現象をフェージングと言い、このフェージングはマイクロ波無線回線に大きな影響を与える。

フェージングによってマイクロ波無線回線が瞬断に至らぬよう、マイクロ波無線回線では、従来から回線設計時に十分なフェージングマージンを見込み、所望のフェージングマージンを得られない場合は、スペースダイバーシチ受信方式を採用するなどの対策を講じている。しかし、想定以上のフェージングが発生した場合、回線瞬断へ至る場合がある。

マイクロ波無線回線では、送受信点が山によって遮られ直接見通せない場合において、経済性を重視し反射板中継方式が多用されている(第1図)。

しかし、反射板は一般に平面で使用され、パラボラアンテナより開口面積が大きく、指向性がよりシャープであるため、フェージングによる到来波の入射角変動が発生した場合、この影響を大きく受ける。

そこで、入射角変動を抑制するための反射板形状を検討し、評価を行った。

2 反射板形状の検討

反射板の指向性 $g(u)$ を算出する式は文献等で示されており、式(1)で表される。また、計算に用いる反射板のモデルを第2図に示す。

$$g(u) = \frac{a}{2} \int_{-1}^1 e^{j(ux - \varphi(x))} dx \quad \dots\dots (1)$$

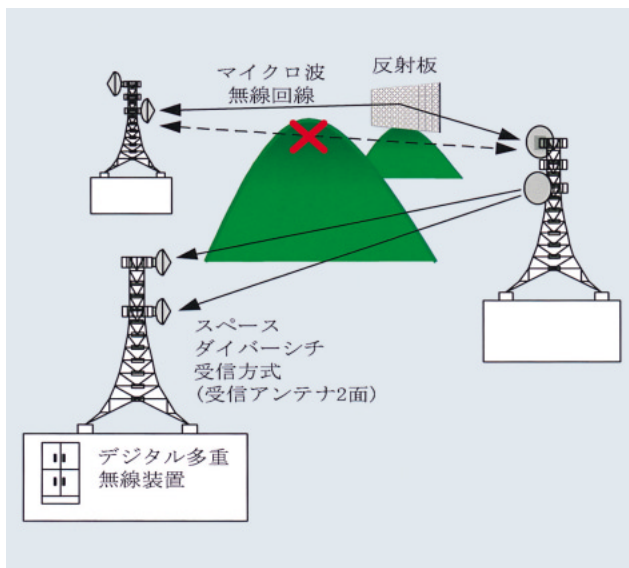
$\varphi(x)$: 位相分布、 $u = a \sin \theta$
 a : 反射板の高さ、 θ : 指向角度、 λ : 使用波長

第2図に示す $\varphi_i(x)$ は式(2)で表わされる。

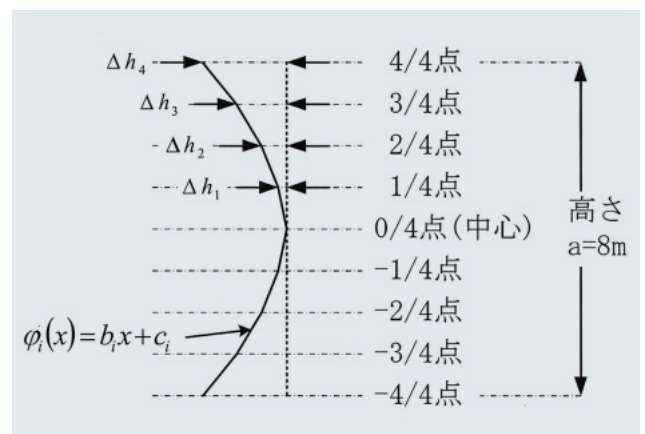
$$\varphi_i(x) = b_i x + c_i \quad \dots\dots (2)$$

$$b_i = \frac{i}{1 - x_i}, c_i = \frac{i x_i}{1 - x_i}, i = \frac{4}{\lambda} h_i$$

i : 位相定数、 h_i : 各単位板あたりの突出幅



第1図 マイクロ波無線回線の構成



第2図 反射板の計算モデル

式(2)に示す各单位板あたりの突出幅 h_i を変化させ、式(1)を積分することにより、あらゆる形状の電力指向性を求めることができる。

平面形反射板の場合は $i = 0$ であり、8m(縦)×10m(横)の電力指向性を第3図に示す。

第3図に示すように、指向角度 $\theta = 17.2$ 、 34.4 、 51.7 において相対電力が大きく低下する点(以下、ヌル点)がある。マイクロ波無線回線は、必要となるフェージングマージンを見込んで回線設計されているが、このマージン以上に相対電力が低下した場合に回線が瞬断する。

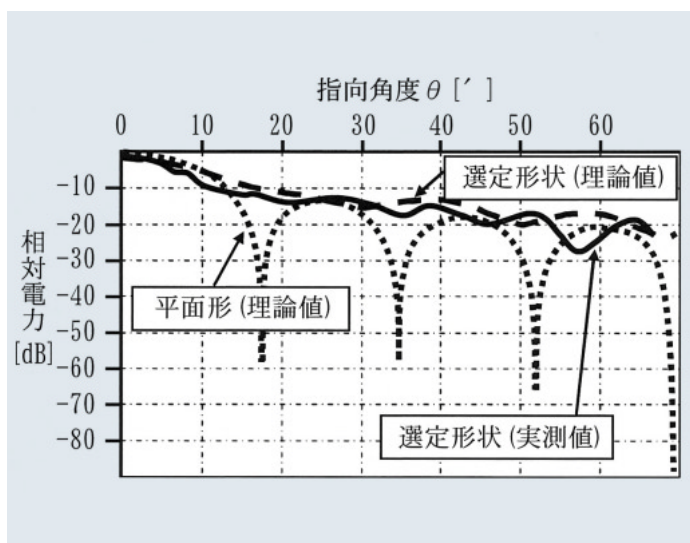
したがって、入射角変動に強い反射板形状とは、想定したマージンを下回らない特性を示す形状と言える。すなわち、指向特性がよりブロードでヌル点がない形状である。なお、入射角変動は左右方向にはなく、もっぱら上下方向にあることがわかっているため、反射板の垂直方向のみ考慮すればよい。

3 反射板形状の選定

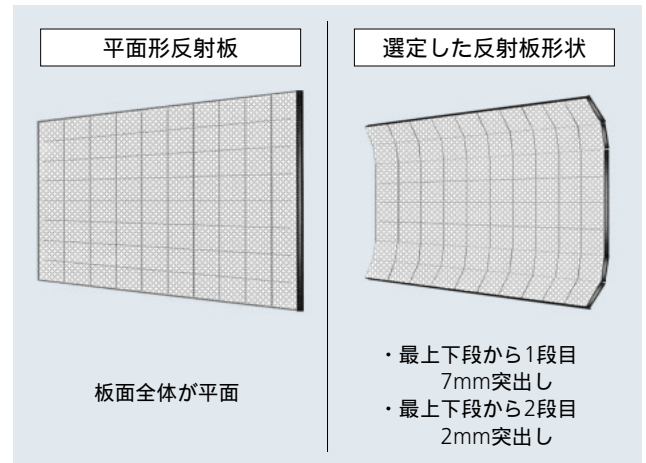
当社管内でフェージングの影響が多い高峰局～茂住反射板(縦8m×横10m)～流葉局区間(7.5GHz)を対象として、反射板形状を変化させた場合の電力指向性のシミュレーションを行い、次の条件により入射角変動に強い最適な反射板形状を選定した。

- ・条件 単位板あたりの突出幅：1mmオーダー
- ・条件 70分までよりブロードな指向特性
- ・条件 ピーク低下量は概ね1dB以下

この結果、第4図に示す形状(突出幅[1/4 = 0mm、2/4 = 0mm、3/4 = 2mm、4/4 = 7mm])を選定した。選定した形状の電力指向性(理論値)を第3図に示す。



第3図 反射板形状変化による電力指向性
(中心[=0]よりマイナス側は省略)



第4図 反射板の形状

4 検証試験

平成20年9月に茂住反射板を選定した形状へ変更し、電力指向性を測定した。測定は、方向調整ボルトにより反射板を上下に振り、流葉局および高峰局に設置されているデジタル多重無線装置の受信入力電圧を測定した。本測定結果(実測値)を第3図に示す。

なお、反射板の左右方向の電力指向性については、第4図のとおり反射板左右の形状は変更していないため省略した。

第3図に示すとおり、実測値は理論値とほぼ同様な傾向を示している。実測値と理論値が若干異なっているが、その原因として次の点が考えられる。

- ・経年による反射板面精度の劣化
(茂住反射板は設置後11年経過)
- ・方向調整精度
(方向調整ボルトの回転数で調整)

当該区間のフェージングマージンは約30dBであり、指向角度70度までフェージングマージンを超える相対電力の低下はなく、ブロードな指向特性となっている。また、ピーク低下量については、平面形と比較し約1dB低下となり、3項で提示した条件を満たしている。

5 今後の展開

測定結果から、選定した反射板形状の入射角変動に対する効果が確認出来たため、平成20年9月作業日以降、変更した形状にて運用している。

今後は、引き続き当該マイクロ波無線回線の運用データを収集していくとともに、収集したデータを評価する予定である。



執筆者 / 藤野雅彦