

第4章 臨時災害放送局の置局を考慮した電波伝搬環境

4. 1 臨時災害放送局における電波伝搬の概要

臨時災害放送局ではFM放送周波数帯(76.1~94.9MHz帯)が利用されるため、第一フレネルゾーンの深さ(半径)も大きくなる(85MHz 送受信点距離10kmの中心で約93m)。また、送信点が低い(30m~10m)ことから、伝搬路上の建物や地形が大きく影響する。

臨時災害放送局の送信点が低いことから、放送エリアは送信点を中心とした見通し距離内と推定されるので、平面大地反射波を基本モデルとして電波伝搬上の回線設計を行う。

4. 1. 1 エリアカバーの範囲

送信点地上高は、比較的低い(地上高30m~10m)とし、受信アンテナ高は1m程度(ポケットラジオを想定)としてエリアの想定を行った。

平面大地反射モデルを想定した送信点からの電波の到達距離(法定電界48dB μ V/m=0.25mV/m)の計算例(送信点からの到達距離)は表4-1のとおりとなる。

計算条件として、周波数85MHz、受信アンテナ高4mから1mへの換算値は-10dB、受信アンテナ利得0dBとした。この結果から、実効輻射電力220Wクラス(送信出力100W、5素子八木アンテナに相当)の電波の到達距離は、送信地上高30mで6.6km程度、実効輻射電力560mWのギャップファイラー(送信出力250mW、5素子八木アンテナに相当)では1.2km程度の範囲を想定し、同期放送実現のための条件を検討する。

表4-1 エリアカバー範囲

周波数：85MHz

送信アンテナ高		ERP:220W (5素子八木想定)			ERP:100W		
		10m	20m	30m	10m	20m	30m
受信アンテナ高	4m	7.5km	10.8km	13.1km	6.3km	8.9km	10.8km
	1m	3.8km	5.4km	6.6km	3.1km	4.4km	5.4km

送信アンテナ高		ERP:50W			ERP:25W		
		10m	20m	30m	10m	20m	30m
受信アンテナ高	4m	5.3km	7.4km	9.2km	4.4km	6.3km	7.7km
	1m	2.6km	3.7km	4.5km	2.2km	3.1km	3.8km

送信アンテナ高		ERP:560mW (5素子八木想定)			ERP:250mW		
		10m	15m	20m	10m	15m	20m
受信アンテナ高	4m	1.7km	2.1km	2.4km	1.4km	1.7km	1.95km
	1m	0.9km	1.1km	1.2km	0.7km	0.85km	0.99km

4. 1. 2 自治体庁舎等の既存建物への設置の場合

(1) 伝搬上配慮すべき点

・第一フレネルゾーン

放送エリアを推定するためには、第一フレネルゾーン内の障害物による遮蔽や大地反射への影響を配慮したシミュレーションが重要である。

第一フレネルゾーンは、図4-1に示すように、送受信点間の伝搬上の電波エネルギーの広がり方を推測する理論で、送受信点を頂点とするラグビーボールのような形で電波のエネルギーが分布するとされる。フレネルゾーン内に電波エネルギーを遮蔽する障害物が存在すると受信点での受信電界に影響する。

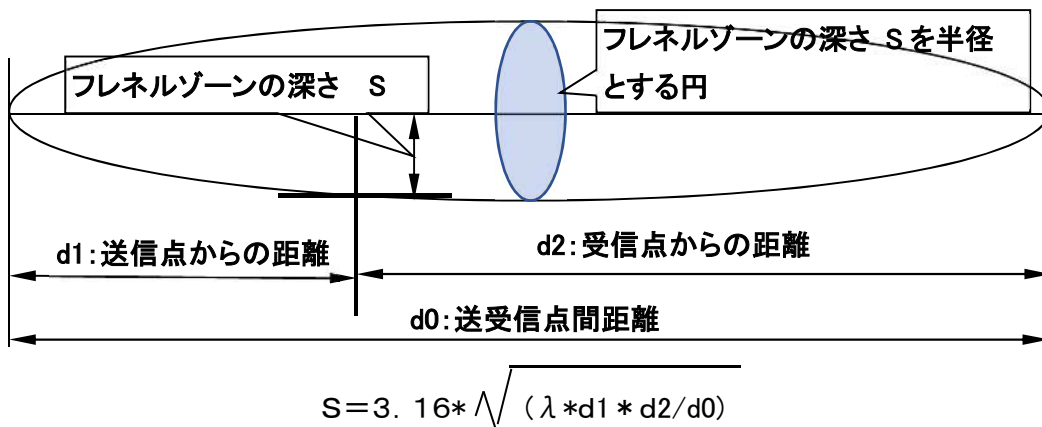


図4-1 第一フレネルゾーンの深さ

代表的な周波数での送受信点間距離の中心のフレネルゾーンを表4-2に示す。

表4-2 送受信点中心部のフレネルゾーンの深さ

周波数	送受信点間の距離			
	1km	5km	10km	30km
76MHz	31m	70m	99m	172m
85MHz	30m	66m	93m	162m
95MHz	28m	63m	90m	153m

この表から、送信点が低い(30m~10m)の臨時災害放送局では、第一フレネルゾーンのほぼ下半分が平面大地より地中に潜り込んだ形となり、建物や地形により遮蔽された状態が発生する。その様子を図4-2に示す。

このプロフィール図は、熊野町の町役場庁舎(標高 220m)の屋上(地上高20m、標高 240m)に送信点を設け、南西方向の市街地を受信点と想定して、描画したものである。

この際、フレネルゾーンの下半分がすべて遮蔽されたと想定すると、電界値で 6dB の減衰量となり、遮蔽物が送受信点の見通し線を越えてくるとさらに遮蔽損失が増加する。

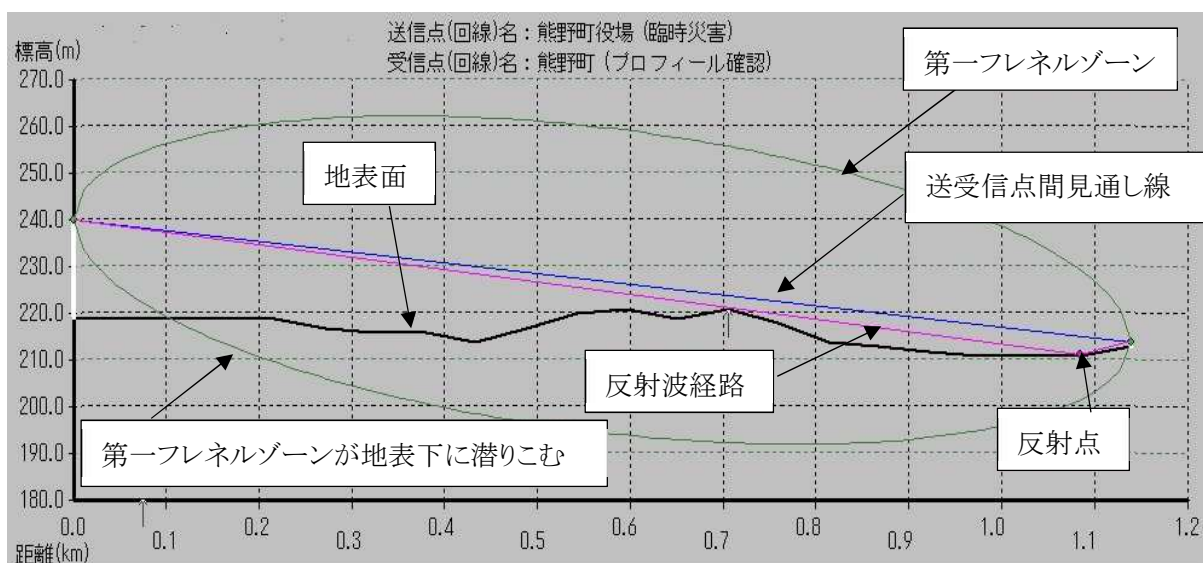


図4-2 伝搬経路の一例

・平面大地反射波の影響

受信点では、送信点からの直接波と平面大地に反射した反射波が合成されて受信される(図4-2)。

また、反射波は、反射点の状況により、反射率や反射波の位相が変化するため、直接波と反射波の位相が合致すれば、受信電界の上昇(最大 6dB)が見込まれる。

しかし、反射波の位相の状況によっては、受信された合成電界が 30dB も低下する場合がある。

・都市減衰

放送局の放送エリアを推定する手法として規定されている郵政省告示第 640 号では、「受信点から送信点への仰角 Φ 」および「受信点近傍の 1 km²にある高さ 10m 以上の建物の割合 Γ (%)」により都市減衰を考慮するが、300MHz以下の周波数帯においては、都市減衰を考慮しないこととなっている。

しかし、実際には、FM 放送周波数帯(76.1~94.9MHz)でも受信点近傍の環境による都市減衰を見込んだ方が実測電界と計算結果がよく一致する。

都市減衰は、受信点周りの建物状況により算出する。広島近郊の中小都市では、状況により、最大 14dB 程度の都市減衰を見込む必要がある。

・島嶼部での電波伝搬(海上伝搬)

島嶼部では、海上伝搬についても配慮しておく必要がある。

中継回線の経路途中に海上を挟む場合、潮汐による海面の高さの変化に連動して反射点も変動する。反射点の位置の変動に伴い直接波と反射波の経路差に応じた位相差も変化し、受信点で直接波と反射波が合成されると、受信電界が変化する。

また、海面の波浪の状態により反射点の反射率も変化し、受信電界の変動の原因とな

る。この影響を軽減するためには、反射波を抑制し、直接波のみ受信するように工夫する。

具体例としては、建物などで海面が見えないよう遮蔽し、反射波を遮断するのが効果的である。

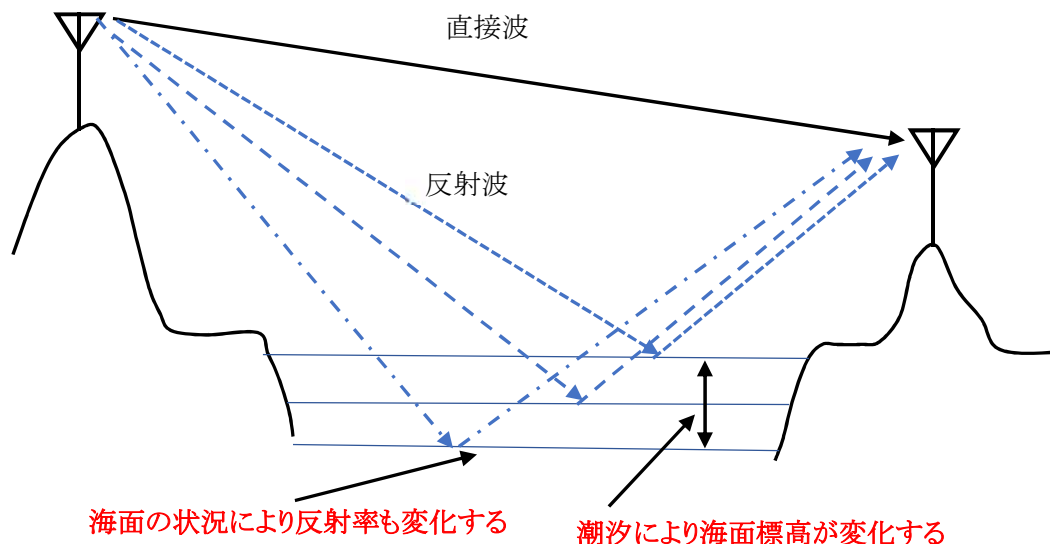


図 4-3 潮汐による海面標高の変化と反射波

アンテナが同じ大きさであれば、周波数が高い(波長が短い)ほど指向性を鋭く調整しやすく、逆に同じ鋭さの指向性とするには、周波数が高い(波長が短い)方がコンパクトなアンテナとなる。

4. 1. 3 ギャップフィラー方式による避難所での近傍からの影響

(1) ギャップフィラーの受信環境

受信アンテナには近傍の送信アンテナから送信された強い電波が回り込み、受信品質、GFの送信品質に大きく影響をあたえるため、回り込み波を低減しなければならない。

その手法として

- アンテナの配置による回り込み波の低減

上位局受信アンテナと下位局送信アンテナの離隔距離を保つ、もしくは建物遮蔽等を利用し、受信アンテナから送信アンテナが見えないよう配置する。

- 偏波面効果の利用

上位局の偏波面と下位局送信波の偏波面を異偏波とする(例えば、受信が水平偏波なら、下位局は垂直偏波とする)ことで、下位局送信波の回り込みの影響を 10dB 低減できる。

・回り込みキャンセラーの設置

地上デジタルテレビ放送の技術では実現できているが、FM 放送での回り込みキャンセラーは現状では実現できていないので、新たな開発が必要である。

といった方法により、DU 比を確保する。

(2) 避難所内の伝搬

避難所内では、直接波と避難所内の壁等で反射する反射波が多数受信できるマルチパスの環境にある。しかし、送受信点の距離が短い(十数メートル～百メートル程度)ため、経路差が非常に小さく、遅延時間差も $1\mu\text{s}$ 以下になると考えられる。

このため、直接波と反射波の $D/U=0\text{dB}$ であっても主観評価3を確保できる。また、受信機(ラジオ)を移動させることで、容易に受信が良好な場所を見つけることができるものと考えられる。

4. 2 電波伝搬環境のまとめ

臨時災害放送局で使用される FM 放送の周波数帯の伝搬特性、受信形態から、エリアカバー範囲を、広域エリア局で半径約 6.6km、局所的なエリアを補完する局では半径約 1.2kmと想定した。

臨時災害放送局の送信点地上高は 30m程度と比較的低く、受信アンテナ高もポケットラジオを想定し 1m程度と低いため、放送エリアは見通し距離内となり、建物や地形の影響を受けやすい。

第一フレネルゾーンを遮る建物や地形、大地反射波の影響、都市減衰を考慮したエリアシミュレーションが必要である。

伝搬経路に海上を含む場合、潮汐による受信電界強度の変動に注意する必要がある。安定な受信のためには、海上からの反射波が受信されないよう、アンテナの設置場所を配慮しなければならない。