U.D.C. 621.397.62

UHFテレビ受信用フィーダの諸特性

Properties of UHF-TV Recieving Feeders

花岡利男* 安達芳男*
Toshio Hanaoka Yoshio Adachi
野田肇* 笠井耕一*
Hajime Noda Kôichi Kasai

内容梗概

従来のVHFテレビ受信用フィーダは気象条件による特性の変化が著しく，UHF用には不適当である。今回各種のUHFテレビ受信用フィーダを試作し，気象条件による特性の変化を種々検討した。インピーダンス，減衰量などについて従来のVHF用フィーダと比較した結果，ならびに使用上の問題点などについて報告する。

1. 緒言

わが国のVHF帯のテレビ放送（90～220 Mc）はほぼ全国ネットワークが完成しているが，山間部，遠隔地などではなお難視地域が数多くある。これらの地域でも良好に受信ができるようにするため昭和36年4月にUHF帯の周波数を使用し，テレビ放送を行なうことが決められた。この周波数帯域としては670～770 Mcが予定されている。アメリカではすでに470～890 Mc間に70チャンネルを割り当てて使用中であり，欧州でも西ドイツ，イタリアなどがすでにUHF帯でテレビ放送を行なっている(1)。

わが国最初のUHFテレビサテライト局が日立市の風神山に設置され，昭和36年11月に放送が開始されている。その後も二，三UHFサテライト局が設置されており，今後ますます増大していくものと考えられる。

UHFテレビジョン受信に関しては，従来のVHFテレビジョン受信と異なった多くの問題がある。VHF用リボンフィーダを乾燥している正常な状態でUHF用に使用する場合はなんら問題ない。しかしフィーダに水滴あるいは，ごみなどが付着すると特性が著しく悪化し(2)，鮮明な画像を得ることが困難である。したがってUHF用フィーダとしては，これらの気象条件に対して特性の安定していることが必要である。

日立電線株式会社においてUHF用フィーダとして数種のフィーダを試作したので，今回気象条件によるフィーダ特性の変化を種々検討した。これらの実験としては，フィーダ上に綿テープを巻きつけてこれに水あるいは塩水を浸水させて模擬的に気象条件を悪化させ，この場合の特性インピーダンス，減衰量などの特性変化を検討した。さらに，これらの条件のもとでUHF電波を受信してフィーダの条件による画像評価の変化などを検討したので，これらの実験結果について報告する。

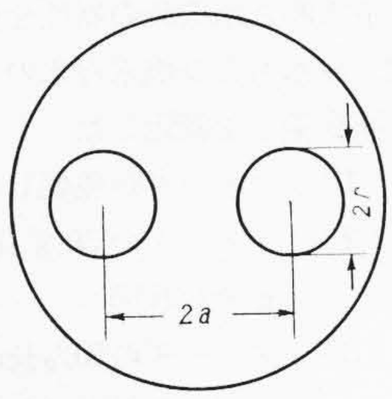
2. UHFフィーダに要求される特性

UHF帯でのフィーダ損失は当然VHF帯より増加する。さらに，VHF帯であまり問題にならなかった誘電体損失が大きくなり，またフィーダにごみや水滴が付着すると損失は急激に増大する。したがってUHF用フィーダを設計するにあたっては，誘電体損失を少なくするため，どんな絶縁材料を使用するかということと，気象条件の影響を少なくするためどんなフィーダ形状にするか，ということが重要な問題である。この目的に対して，絶縁材料としては一般に発泡ポリエチレンが使用される。また，フィーダ形状としては，フィーダ外周に水滴が付着しても電磁界分布が乱されないようにするため電磁界中に占めるフィーダ断面積を大きくし，丸形にすることが望ましい。実際にはこれらの特性のほかに製造，取り扱いの難易なども考えてフィーダ構造を定める必要がある。現在UHFフィーダについては各方面で検討されているが，一般的には第1表に示す特性が要求されている。

第1表 UHFフィーダに要求される特性（700 Mc）

項目	目標値	
減衰量（dB/100m）	晴天時	15以下
	雨天時	30以下
特性インピーダンス（Ω）	200～300（暫定）	

ただし，晴天時とは正常な気象条件，雨天時とは考えられる最悪の気象条件を示している。



第1図 フィーダの基本構造

第1表に示された特性のうち，正常な状態での減衰量を15 dB/100m以下におさめることは容易であるが，最悪の気象条件での減衰量を30 dB/100m以下におさめるにはフィーダの構造に種々制約を受ける。またVHF用フィーダの特性インピーダンスは300Ωであることが定められているが，UHF用についてはアンテナの入力インピーダンス，UHF帯の各種測定器のインピーダンスなどの問題があり，現在は標準化されていない。

フィーダの特性インピーダンス，減衰量はフィーダが第1図のような構造であるとき，一般に(1)～(5)式で求められる(3)。

$$Z_0=\frac{276.2}{\sqrt{\varepsilon}}\log_{10}\frac{2a}{r}\ (\Omega)\quad\cdots\cdots(1)$$

$$R=2\left\{\frac{42.07\sqrt{f}}{r}\left(1+\frac{2r^2}{4a^2}\right)\right\}\ (\Omega/\mathrm{km})\quad\cdots\cdots(2)$$

$$G=w\,C\tan\delta\ (\mu\mho/\mathrm{km})\quad\cdots\cdots(3)$$

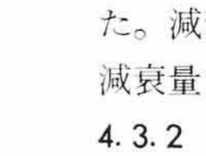
$$C=\frac{100\,\varepsilon}{3.6\log_e\frac{2a}{r}}\ (\mathrm{nF/km})\quad\cdots\cdots(4)$$

$$\beta=\beta_r+\beta_g=8.686\left(\frac{R}{2Z_0}+\frac{GZ_0}{2}\right)\ (\mathrm{dB/km})\quad\cdots\cdots(5)$$

ここに
- $2r$：導体直径（mm）
- $2a$：線間距離（mm）
- Z_0：特性インピーダンス（Ω）
- ε：等価誘電率
- β：減衰量（dB/km）
- β_r：抵抗減衰量（dB/km）
- β_g：漏えい減衰量（dB/km）
- R：高周波抵抗（ループ）（Ω/km）
- G：コンダクタンス（$\mu\mho$/km）
- C：静電容量（nF/km）
- f：周波数（Mc）

* 日立電線株式会社電線工場

第2表　フィーダの構造

項目＼品種	T　形	P　形	RF　形	EF　形	VHFフィーダ
導　体	7/0.23	7/0.23	1/0.50	7/0.23	7/0.23
絶縁体	各心PEF絶縁	各心PEF絶縁	PEF充家	PEF充家	
介　在	PEチューブ	—	—	—	A: 9.7 B: 1.8 C: 1.0
シース	黒色PE	黒色PE	黒色PE	黒色PE	
仕上り外径	13	13×8	12	14×10	
断面図					

3. フィーダの構造

今回試作したフィーダは2導体をそれぞれ絶縁し，より合わせたもの（T形）と，これらを並行にしたもの（P形）および絶縁体を充実押し出したもの（RF形，EF形）の4種類である。これらのフィーダの構造を**第2表**に示す。

4. 特性インピーダンス減衰量

4.1 試　験　方　法

晴天時と雨天時の特性を模擬するため，次のようにフィーダを乾燥，浸水および塩水浸水の三つの状態にして，特性インピーダンスと減衰量とを測定した。

（1）　フィーダが乾燥している正常な状態

（2）　フィーダの50%長にわたり綿テープを巻き，これに水を浸ませた状態

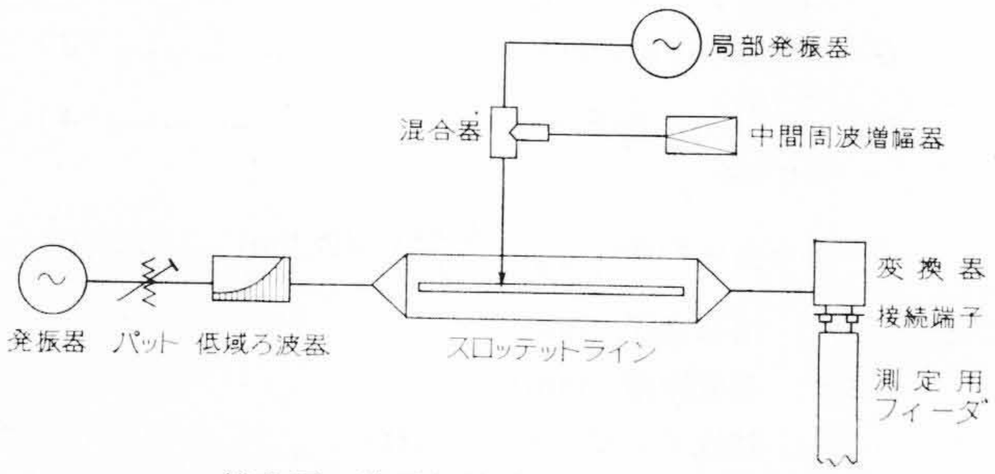
（3）　フィーダの50%長にわたり綿テープを巻き，これに濃度3%の塩水を浸ませた状態

以上のように綿テープに水を浸ませることは実際の使用条件よりもかなり過酷であるが，各フィーダの特性を容易に比較することができる。これらの測定にはいずれも約10mの試料を用い建造物，大地からは1m以上離し，浸水時の試験はいずれもフィーダのアンテナ側に綿テープを巻きつけて行なった。

特性インピーダンスは700 Mcにおける波長短縮率と低周波の静電容量より算出し，減衰量はストーレル法により測定した。波長短縮率，減衰量の測定回路の概要を**第2図**に示す。

4.2 特性インピーダンス

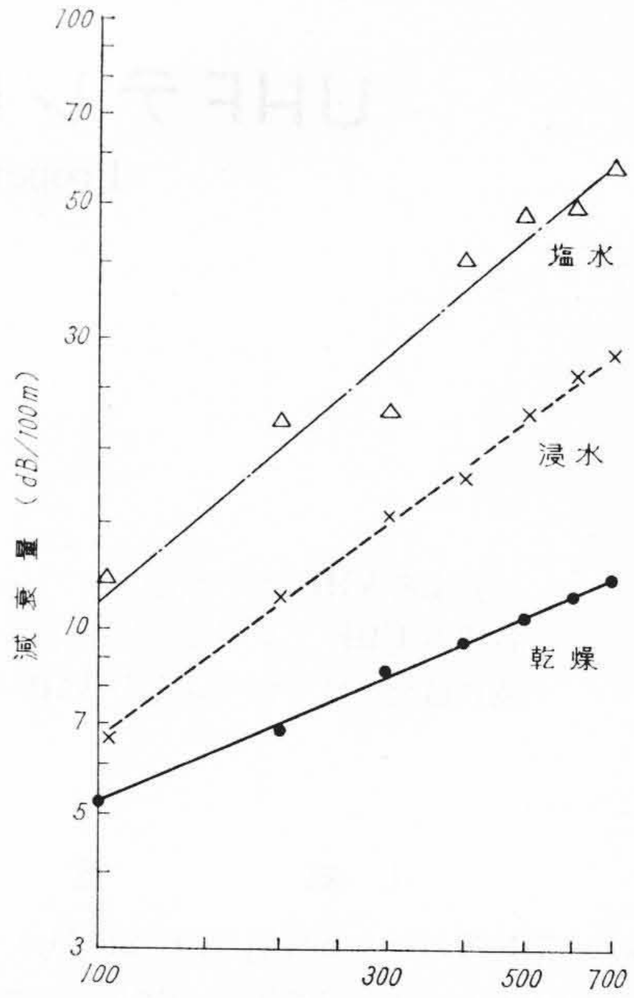
フィーダの乾燥，浸水および塩水浸水状態における特性インピーダンスの試験結果を**第3表**に示す。



第2図　波長短縮率，減衰量測定回路

第3表　特性インピーダンス試験結果

項目＼品種	T　形	P　形	RF形	EF形	VHFフィーダ
乾燥状態（Ω）	243	269	294	284	308
浸水状態（Ω）	234	251	272	252	232
変化率（%）	3.7	6.7	7.5	11.3	24.7
塩水浸水状態（Ω）	226	236	242	225	—
変化率（%）	6.6	12.3	17.7	20.8	—



第3図　T形の減衰量特性

第3表からわかるように，浸水による特性インピーダンス変化の小さいフィーダは，T形とP形である。P形，T形は形状が丸形であるか，あるいは導体～シース間距離が比較的大きいものである。反対にインピーダンス変化の大きいフィーダは導体～シース間距離が比較的小さいものである。

VHF用フィーダは，2心線間の絶縁体表面に水が付着する構造であるため，著しい変化を示している。塩水浸水の場合は普通の浸水の場合に比較して，約2倍近い変化を示している。

以上はフィーダの50%にわたり浸水した場合の特性であるが，浸水長を変化させるとほぼこれに比例して特性インピーダンスが変化する。また，特性インピーダンスの変化は静電容量の変化に完全に対応していることがわかった。

4.3 減衰量特性

4.3.1 試　験　結　果

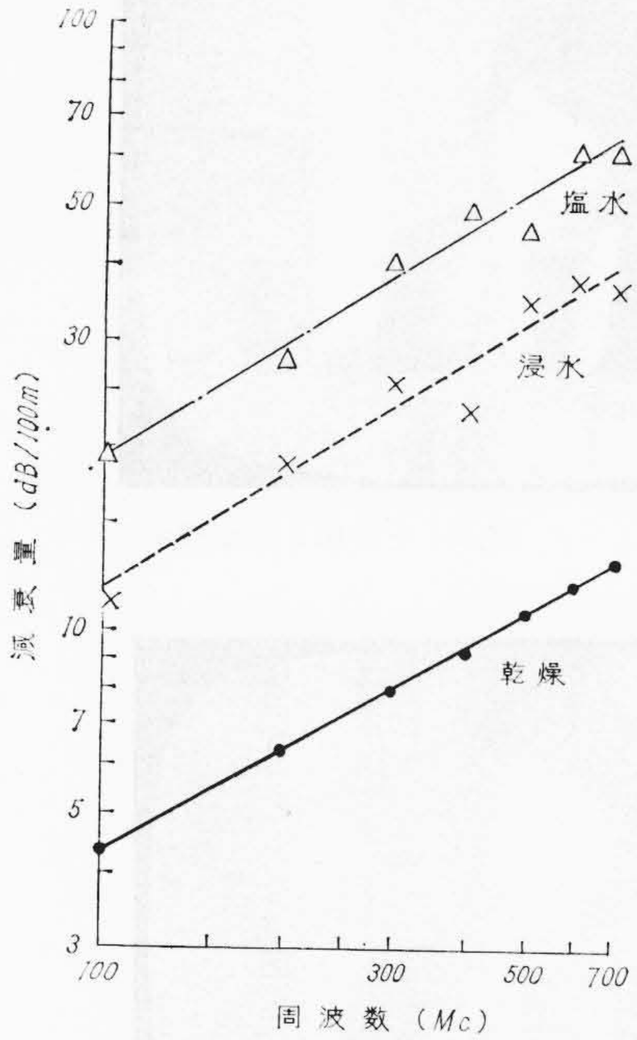
UHF帯ではフィーダの誘電体損失が著しく増加するほか，フィーダの外周に水滴やごみなどが付着すると著しく減衰量が増大する。フィーダの実際の使用状態でこれらの外的条件による減衰量増加を測定することはむずかしい。このため減衰量も特性インピーダンスと同様，やや過酷な条件であるが，テープ巻浸水とした。減衰量の試験結果を**第3～7図**に示す。また700 Mcのみの減衰量と，浸水による減衰量増加率を**第4表**に示す。

4.3.2 試験結果の考察

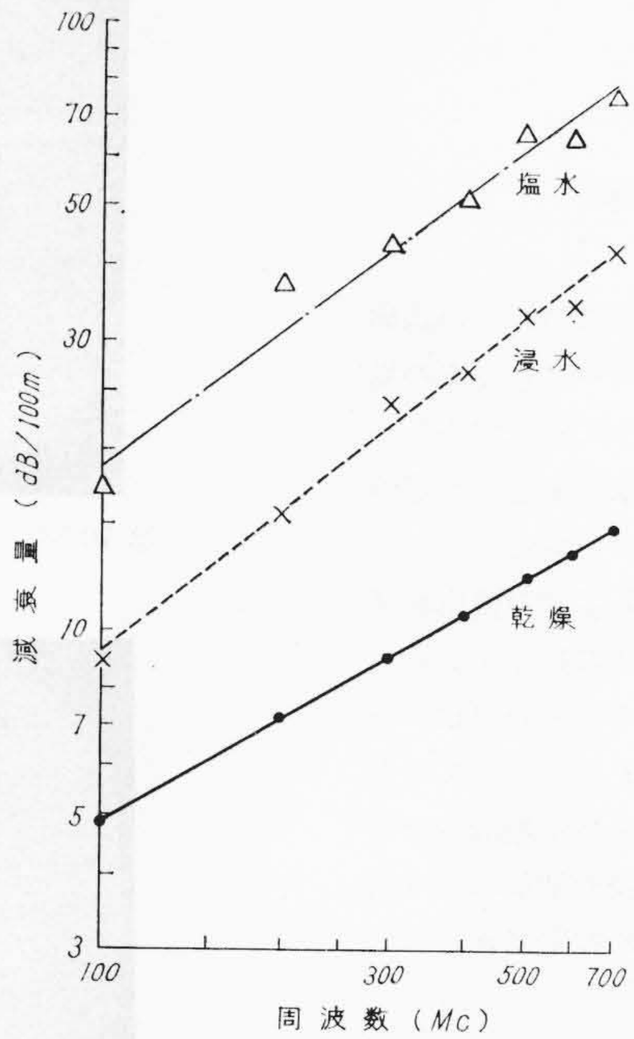
以上の試験結果において，各フィーダの初期減衰量の差は導体径，特性インピーダンスの相違によるものである。浸水による減衰量の変化は特性インピーダンスの変化と同一の傾向で，T形がもっとも小さい。なおT形のような2個より形のものは一定周波数以上で遮断現象がおきるので，使用周波数により，2個よりピッチを適当に選ぶ必要がある。P形はだ円形であるが，導体～シ

第4表　700 Mcにおける減衰量とその増加率（dB/100 m）

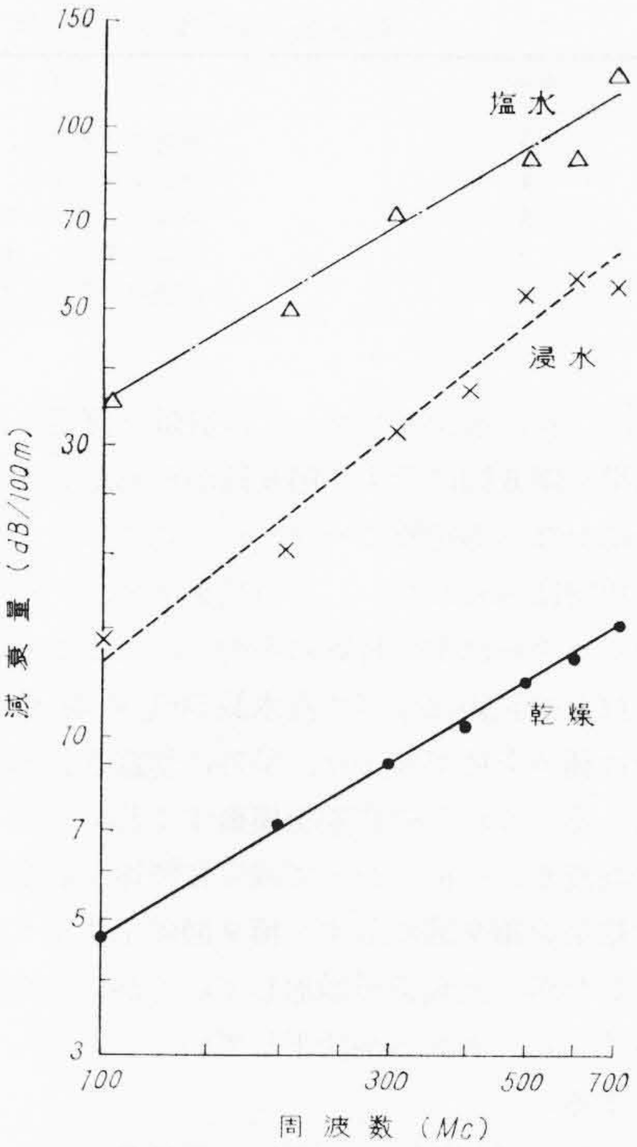
品種＼項目	乾燥状態	浸水状態			塩水浸水状態		
		減衰量	増加量	増加率（%）	減衰量	増加量	増加率（%）
T　形	12.0	28.0	16.0	133	57.0	45.0	375
P　形	13.0	36.0	23.0	177	61.0	48.0	369
RF　形	15.0	42.0	27.0	180	78.0	63.0	421
EF　形	15.5	60.0	44.5	287	112.0	96.5	622
VHFフィーダ	9.5	78.0	68.5	721			



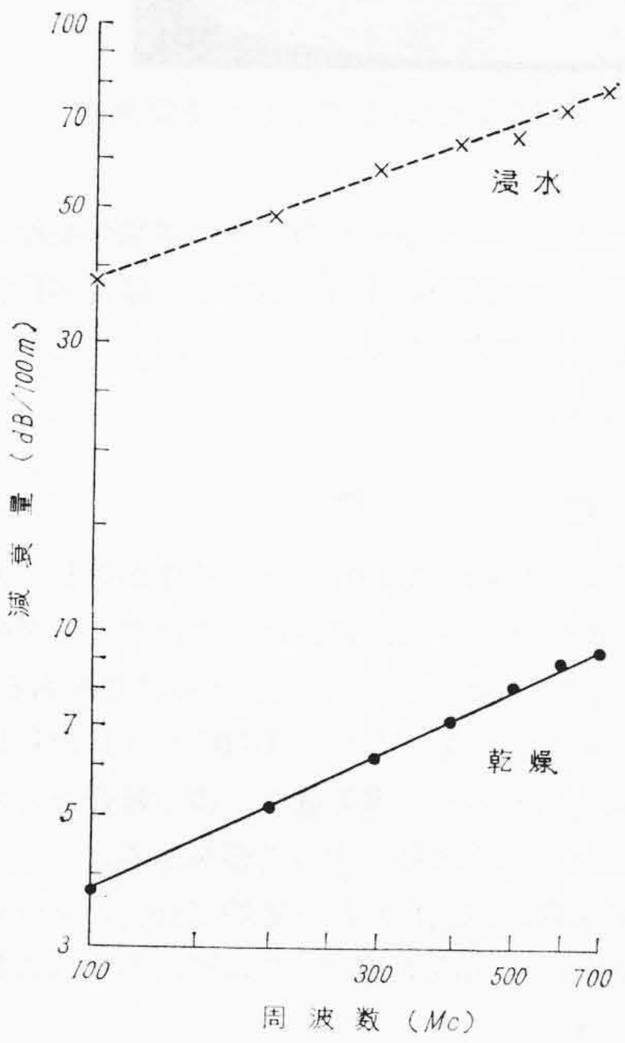
第4図　P形の減衰量特性



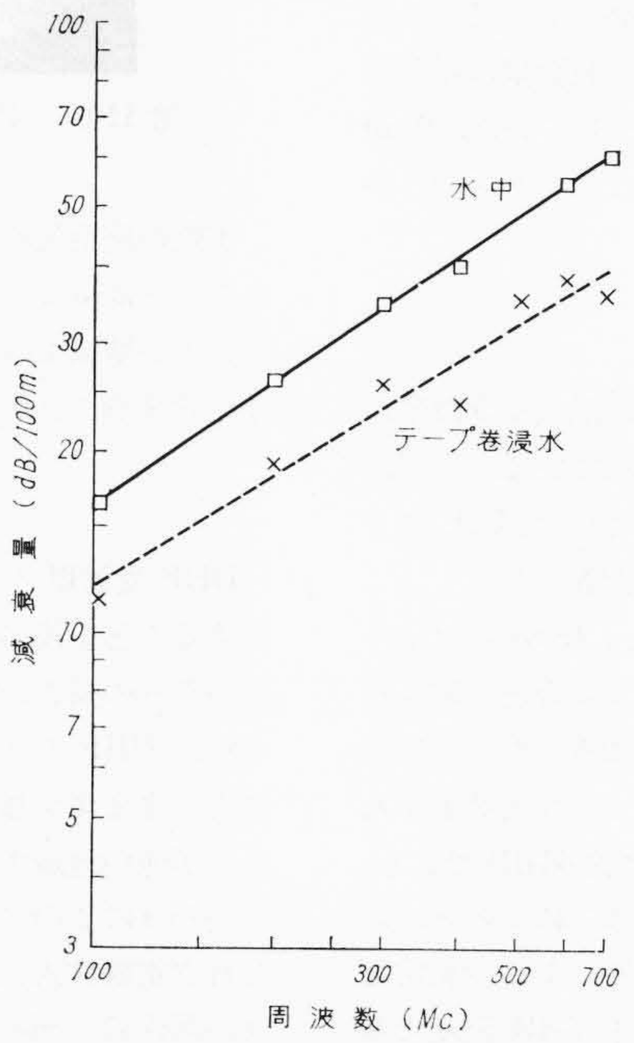
第5図　RF形の減衰量特性



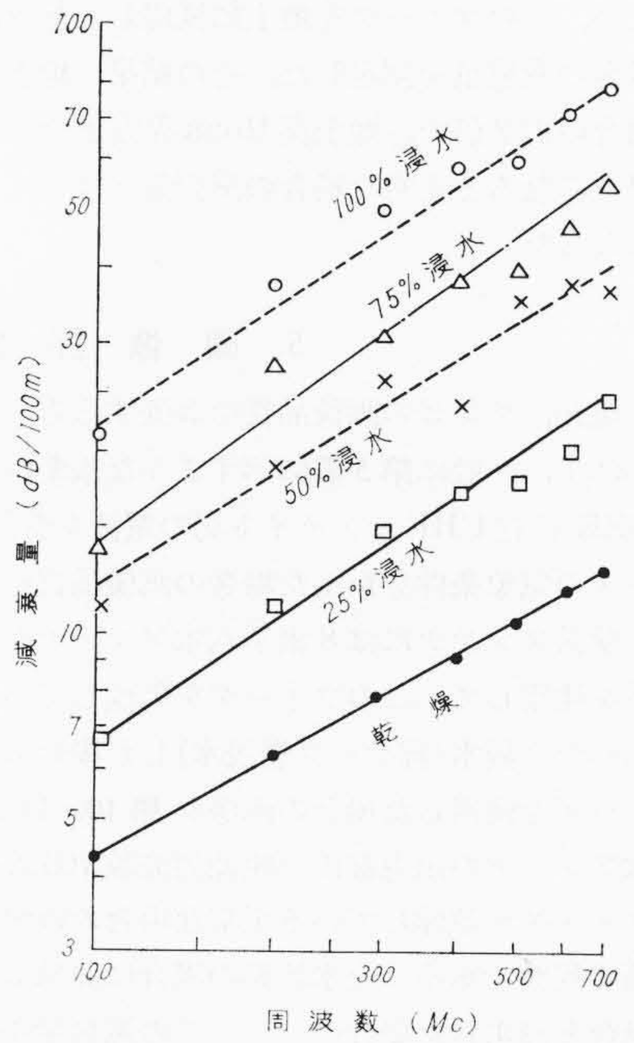
第6図　EF形の減衰量特性



第7図　VHF フィーダの減衰量特性



第8図　浸水条件による減衰量の差（P形）



第9図　浸水長による減衰量変化（P形）

ース間距離が比較的大きいので特性の変化が小さい。RE形，EF形は浸水ならびに塩水による特性の変化が大きいが，このうち，RF形は丸形であっても導体～シース間距離が比較的小さいため，特性変化が大きいものと考えられる。

またVHF用フィーダは浸水による特性変化が著しく大きく，UHF用としては不適当であろう。ただし，フィーダが乾燥している正常な状態では誘電体損失が小さいため，UHFフィーダより減衰量は小さい。したがって，気象条件の影響が小さい場所，ならびに使用条長が短い場所などではVHF用フィーダを使用してもさしつかえない。以上のようなフィーダの減衰量の増加は絶縁体，シースなどの材料の劣化ではなく，大部分不純物の付着による誘電体損失の増加である。

前述のように，フィーダ上に綿テープを巻きつけてこれに水あるいは塩水を浸水させることは実際の使用条件に比べてかなり過酷な条件である。しかし，フィーダ構造による特性の差は以上の試験結果から容易に比較できる。これらの試験と同時に実際の使用状態における特性を知るため，降雨中にフィーダを屋外暴露した場合と塩水を吹きつけた場合との特性を比較した。この結果，減衰量の増加は綿テープを巻きつけた場合の増加量の約⅓であった。したがって気象条件の最悪状態における減衰量が30 dB/100 m（700 Mc）以下という目標に対しては，T形ないしはP形がこれを満足することになる。

また第3～6図の試験結果において，水あるいは塩水浸水時の測定値にかなりバラツキが見られるが，この原因としてフィーダに均一に水が付着していないことが考えられる。これを確認するため，フィーダの50%長を外径約70 φのポリエチレンチューブ内に入

第5表　画像評価の基準

評価	評価基準
5	画像雑音皆無で，最良
4	画像雑音僅少で，良好
3	画像雑音ややあるが，実用上可
2	画像雑音多く，不良
1	画像雑音きわめて多く，受像不可

れ，これに水を充てんして減衰量を測定した。P形についての試験結果を**第8図**に示す。**第8図**からわかるように，テープ巻浸水の場合にかなり測定値にバラツキが認められても，完全に浸水するとこの傾向はみられない。この結果から，テープ巻浸水の場合の測定値のバラツキは水の付着の不均一によることが明らかである。

以上の試験はすべて浸水長50％の場合であるが，実際の使用状態では種々条件が異なり，屋外に暴露されるフィーダの長さがかわってくる。これらの状態を模擬するため，フィーダの浸水長（綿テープ巻浸水）を種々かえて減衰量特性を測定した。P形についての試験結果を**第9図**に示す。**第9図**に示すように，浸水長を増加させるにしたがい減衰量が増加していくが，これは浸水長の増加により特性インピーダンスが低下していくことからも容易に推定できることである。

また，受信用フィーダは一般に遮蔽(しゃへい)がないので，建造物，その他の大地の影響を受けやすい。この場合の特性変化をみるため，このフィーダを地上に延線し，徐々に地上高を上げていった場合の減衰量を測定した。その結果，地上における減衰量は正常な場合の約2倍で，地上高10cm程度まで徐々に減少していき，10cm以上になると正常な場合の減衰量とほとんど差がないことが明らかになった。

5. 画像評価

現在，テレビの画像品質を評価する方法としては品質を5段階にわけて，一般に**第5表**に示すような基準が用いられている。今回，NHK日立UHFサテライト局の電波を受信し，試作したUHFフィーダの気象条件をかえた場合の画像品質の変化を調査した。

受信アンテナには8素子八木アンテナを使用し，15mのフィーダを使用して，このフィーダを乾燥している正常な場合と，50％長にわたり浸水(綿テープ巻浸水)した場合について調査した。P形フィーダを使用した場合の画像を**第10，11図**に示す。なお8素子八木アンテナの出力電圧（映像周波数705.25 Mc）は約65dBである。フィーダが乾燥している正常な場合の画像は評価基準によると，評価4程度である。浸水状態の場合は評価3の上程度である。正常な場合と浸水した場合のフィーダの減衰量差は計算上5dB程度であるが，UHFコンバータを通してVHF（第2チャンネル変換)にて電界強度を測定すると，その差は7～10dB程度であった。この原因はフィーダのインピーダンス低下による不整合などによるものと考えられるが，いずれにしてもフィーダの気象条件により，画像品質が大きく左右されることがわかる。

第10図　P形フィーダ（乾燥）を使用した受像画面

第11図　P形フィーダ(50％浸水)を使用した受像画面

実際の使用状態においては綿テープ巻浸水のように過酷な条件になることは少ないが，電界強度の低い地域あるいは都市雑音が比較的大きい地域では画質が悪化しやすいので，フィーダについても十分注意することが必要であろう。

6. 結　　言

UHF受信用フィーダが周囲の条件により，その特性が著しく変化することを述べた。実際のフィーダ架設にあたってはフィーダの屋外部分の長さ，建造物よりの距離などを十分検討する必要がある。今後，UHFサテライト局の増設にともない，UHFテレビの利用者もますます増加すると考えられるが，電界強度，都市雑音などの条件が悪い地域では特にこれらの点に留意する必要がある。

終わりにこのフィーダの製作，試験にあたり終始ご助言いただいた日立電線株式会社庄司部長，杉山副部長ならびに星，奥川両課長ほか関係者一同に深謝する次第である。

参　考　文　献

（1）　副島：　テレビジョン学会誌 Vol. 16 (1962-1)
（2）　花岡，安達，野田，笠井：　昭37電気通信学会全国大会 475
（3）　電気通信学会：　通信工学ハンドブック（昭37-10 丸善）