

# 現用テレメータの受信感度について

野村民也・安田靖彦・横山幸嗣・横山茂士  
大井克彦・片山伸生・高橋健一

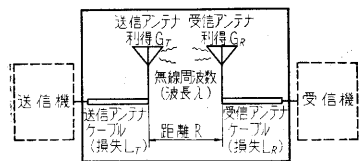
## 1. K-8 型より K-9M 型に至る受信感度

K-8 型シリーズのテレメータ受信については、すでに本誌 (昭和 38 年 7 月号) に検討され、その結果として送信アンテナの適用法が与えられた。すなわち、150 型ロケットには尾翼アンテナ、245 型ロケットには胴体アンテナが適当であるということである。一方、受信装置の感度については、4 素子ヘリカルアンテナおよび高感度受信機が昭和 36 年に増設され、旧装置に比べて約 16 dB 感度が改善された。テレメータ受信の可能性を決める信受機のスレッシュド入力は約  $-112$  dB で、送信機出力を 1 W とすれば有効伝播距離は 10 dB マージンをとって約 2,000 km となる。K-8 型から K-9M 型に至る一連の観測実験のうち、初期の K-8-11 号機までは受信機入力は理論値に対して飛しょうの途中で予想外に下がることはあったが、最近の K-9M 型は 1, 2 号機とも理論値に対して  $-10$  dB $\sim$  $-15$  dB 以内に入り、十分余裕をもったテレメータ受信に成功している。

## 2. L-2 型における検討

### (1) 検討の方針

前項の検討の方法に準じて行なうが、K-8 型および K-9M 型より飛しょう距離が格段に増大する L-2 型においては受信レベルが受信機のスレッシュドに近づいてくることが予想せられるため、改めて検討に必要な諸定数の再検討、再確認を行ない、正確を期した理論値を算出し、実測値との比較検討を行なった。



第 1 図 送受についてのモデル (実線内)

て以下検討する。

### (2) 定数の検討

電波の伝播については、電離層の影響や異状伝播等はいずれも無視し、単に自由空間をロケットが飛しょうするものとした。

#### 1) 送信アンテナ利得

送信アンテナの指向性およびインピーダンス整合度についてはすでに生産研究に発表せられている結果を用いた。

a) 吹流しホイップ型アンテナの指向性およびインピーダンス整合度

i K-8 型における指向性は、両アンテナを含む面内において利得偏差約 14 dB である。

上記と直角な面内における利得偏差は約 9.5 dB である。

ii K-8-7 号機において周波数 224.5 $\sim$ 225.5 Mc/s におけるインピーダンス整合度の実測値は 1.2 以下とな

検討のための基本系を第 1 図のようにテレメータ出力端子から受信機の入力端子までとし、その系に含まれる各要素につい

っており、各ロケットの製作および飛しょう前のアンテナ試験においても、ほぼこの値が満足していることが確かめられている。

送信アンテナ利得はロケットのように受信アンテナに対して方向が固定されないものに対しては単一の値を定めることは不可能であり、実用上は送信アンテナ利得を 1 とし、上記 a) および b) の結果から、アンテナ整合度は非常によいので、その電力損失を無視し、アンテナの指向性による送信電力の偏差を吹流しホイップ型アンテナに対しては約 14 dB、フック型ボディアンテナに対しては約 4.5 dB あるものとして考える。298 Mc/s のアンテナについても 225 Mc/s のものと同一と仮定した。

#### 2) 受信アンテナ利得および整合度

##### a) 225 Mc/s 受信用

L-2-2 号機飛しょう前における実測値によれば下記のとおりである。

4 素子ヘリカルアンテナ	利得	14.8 dB
"	整合度	1.15
八木アンテナ (5 要素)	利得	7.5 dB
"	整合度	1.2 以下

##### b) 298 Mc/s 受信用

整合度は a) と同様の実測値であるが利得は試作時のデータを採用した。

4 素子ヘリカルアンテナ	利得	14 dB
"	整合度	1.2 以下

#### 3) 送信アンテナケーブルによる損失

##### a) 吹流しホイップ型アンテナの場合

この場合は頭部送信機から尾翼まで RG-58 A/U 型テフロン同軸ケーブルを使用している。K-8 型の場合このケーブルの長さは約 3 m であるから、その損失は次のようになる。

225 Mc/s における損失	約 0.7 dB
298 Mc/s " " "	約 0.8 dB

送信機出力電力の測定時にはほぼ 0.2 dB の損失のあるケーブルを使用しているため送信電力として電力計指示値を使用する場合は上記値を次のように補正する。

225 Mc/s における損失	約 0.5 dB
298 Mc/s における損失	約 0.6 dB

##### b) フック型ボディアンテナの場合

この場合は送信機からアンテナまでのケーブルと電力計の接続ケーブルの損失が、ほぼ等しいため省略できる。

#### 4) 受信アンテナケーブルによる損失

4 素子の 225 Mc/s 受信用ケーブル-RG-9A/U-の 15 m の損失は約 1.8 dB、298 Mc/s 受信用は約 2 dB の損失である。

#### (3) 受信レベルの理論値

受信レベルは受信機入力端子に換算された値を使用しているが、これは標準信号発生器による置換が容易なためである。

1) 受信レベル

受信アンテナ・ケーブルのインピーダンス、受信機入力はすべて 50 Ω であるから、受信機入力端子に誘起される起電力  $V_R$  は次式で表わされる (第1図参照)。

$$V_R = \frac{\lambda}{4\pi R} \sqrt{50 \left( \frac{G_T}{L_T} \right) \left( \frac{G_R}{L_R} \right) P_T} \quad (1)$$

ただし  $\lambda$  = 波長 (m)

- R = 送信アンテナの直距離 (m)
- $P_T$  = 送信電力 (W)
- $G_T$  = 送信アンテナ利得
- $G_R$  = 受信アンテナ利得
- $L_T$  = 送信アンテナケーブル損失
- $L_R$  = 受信アンテナケーブル損失

上式を計算に便利な形に変形すると (2) 式のようになる。

$$V_R \text{ dB}\mu = 104.55 + 10 \log_{10} G_T G_R P_T - 10 \log_{10} L_T L_R - 20 \log_{10} f \text{ Mc } R \text{ km} \quad (2)$$

ただし  $V_R \text{ dB}\mu$  は 1  $\mu\text{V}$  に対する比を対数表示したものであり、 $f \text{ Mc}$  は周波数を Mc/s で表わし、 $R \text{ km}$  は直距離を km で表わしてある。

a) 周波数 225 Mc/s, 送信電力 1 W を 4 素子ヘリカルアンテナで受信する場合

i) フック型ボディアンテナを送信側に使用したときは  $V_R \text{ dB}\mu = 70.5 - 20 \log_{10} R \text{ km}$  となり、これに対してロケットのスピンの影響による受信レベルの偏差約 4.5 dB を付加して考える。

ii) 吹流しホイップ型アンテナを使用した場合は上式に対して送信アンテナケーブルの損失が 0.5 dB 悪化しスピンによるレベル偏差が約 14 dB となる。

b) 周波数 298 Mc/s, 送信電力 1 W を 4 素子ヘリカルアンテナで受信する場合

i) フック型ボディアンテナを送信側に使用したときは  $V_R \text{ dB}\mu = 67.05 - 20 \log_{10} R \text{ km}$  となり、ロケットのスピンの影響によるレベル偏差が約 4.5 dB となる。

ii) 吹流しホイップ型アンテナを使用したときは上式に対し送信アンテナケーブル損失分が 0.6 dB 悪化しスピンによるレベル偏差分を約 14 dB 考慮すればよい。

2) 受信可能距離

受信機のスレシヨルドレベルは約 -5 dB $\mu$  であるから、上記 2. (3). 1) a), b) のおのおの場合について到達距離を求めると、

2. (3) . 1) a) の場合

- ボディアンテナ 約 3,550 km
- ホイップ型アンテナ 約 1,120 km

2. (3) . 1) b) の場合

- ボディアンテナ 約 2,380 km
- ホイップ型アンテナ 約 745 km

となる。これはスピンの偏差をいちはん悪く見積った場合で、送信アンテナの平均利得に対してふり分ければこれより良い値が得られるものと考えられる。また 298.1 Mc/s 受信アンテナ利得を 14.8 dB とすれば、b) の場合はこれより良くなり、ボディアンテナの場合は約 2,620 km、ホイップ型アンテナについては約 817 km が得られる。

(4) 受信レベルの理論値と実測値の比較

L-2-1, 2 号機の飛しょうの際に得られた計 4 箇の受信レベルデータを無線周波数によって分類表示すると、

1) 225 Mc/s 系

L-2-1, 2 号機の送信電力を 0.6 W としたとき、いずれもフック型ボディアンテナを使用しているため理論値は、

$$V_R \text{ dB}\mu = 68.3 - 20 \log_{10} R \text{ km}$$

これを記録データに記入し、第2図を得る。

2) 298.1 Mc/s 系

L-2-1, 2 号機の送信電力を 1.5 W としたとき、いずれもフック型ボディアンテナを使用しているため理論値は、

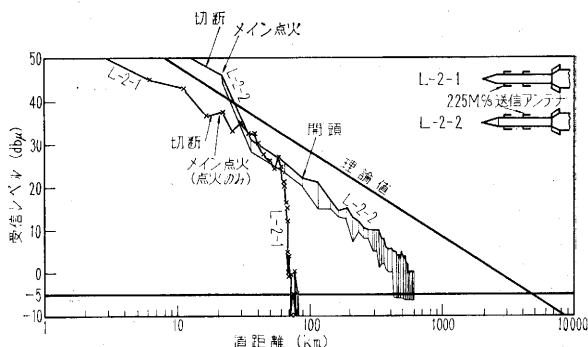
$$V_R \text{ dB}\mu = 68.8 - 20 \log_{10} R \text{ km}$$

これを実測値と第3図に示す。

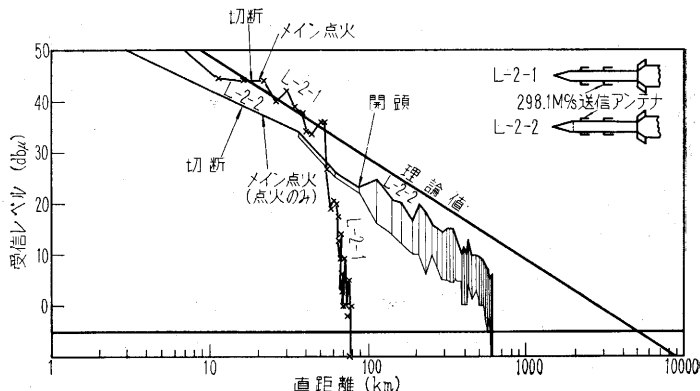
(5) 実測値に対する考察

L-2-1, 2 号機の受信レベルには、次の三つの顕著な現象が見出された。

i) 発射時から存在するレベルの差



第2図 L-2-1, 2号機 225 Mc/s テレメータ受信レベル (受信機スレシヨルドレベル -5 dB $\mu$ )



第3図 L-2-1, 2号機 298.1 Mc/s テレメータ受信レベル (受信機スレシヨルドレベル -5 dB $\mu$ )

ii) メイン点火時以降の偏差

iii) 開頭後におけるレベル変動

これらの現象の原因については、アンテナの取付位置、取付方法などが関連しており、その対策についても成果がえられつつある。こうした対策によって、到達距離はその理論値、すなわち、225 Mc/s 系では約 2,750 km、298 Mc/s 系では約 2,920 km に達しうるものと考えている。

(1964年9月28日受理)