

カ ッ パ ー 用 ア ン テ ナ

黒 川 兼 行・須 田 徳 蔵・阿 部 永 雄

緒 言

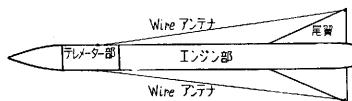
ロケット用アンテナは使用周波数、装備するロケットの形状等すべてが他の因子によって与えられ、しかもその飛翔に大きな妨害を与えてはならず、高速度による空気抵抗およびそれによる温度上昇に耐えなければならない等の条件があるため、はなはだ限られた形式のものしか採用の可能性がなくなってしまう。その上飛翔中起りうべきロケットの姿勢如何に拘らず地上受信点方向に電波が送り出されるように、十分広い指向性を有するものでなければならない。これ等の条件は従来のアンテナの概念からすると非常に苛酷なもので、その研究には十分な時間と費用と労力を注入しなければ、使用に耐えうる最低限のものさえも得られないことは論を俟たない。特にカッパー型ロケットはエンジン部の長さが極端に細長く、テレメータ・Dovapに割当てられた周波数のアンテナを設計するには多くの困難が予想されている。さらに困ることはロケットのように不規則な形をしているもののごく近くに設けられたアンテナでは、計算によってその諸特性をあらかじめ求めておくということがほとんど不可能で、もっぱら実験に頼って行くよりはかに手段がないということである。

以上のような多くの困難があるにも拘らずアンテナは、テレメータおよび追跡装置の最後の死命を制するものになるので、実験および推察を重ねて、ロケット設計の最終段階にかかるまで改良に改良を行う予定である。

ロケットアンテナの種類

カッパー用に採用される可能性のある各種アンテナ形式を列挙し、その利害得失を考察してみよう。

1. Wire アンテナ



第 1 図 Wire アンテナ

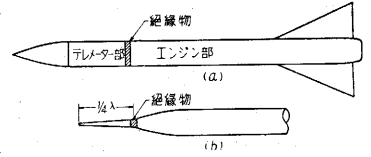
ら尾翼に向って導体線を張りアンテナにする方法でその構造が

比較的簡単でしかも励振が容易である等の理由からカッパー用アンテナとして第 1 候補に上っているものである。この方式はペビー T 型で、すでに試験済みであるが、カッパーは超音速になるためこのアンテナに受ける空気抵抗が非常に大きくなり、またそのため高温に (約 900°C) なることが予想されているので、その温度で機械的強度を保っていらられる適当な材料がみつかるかどうか最大の問題として残されている。しかし最初の実験に

は、あまりもろくないタングステン線を使ってなんとかこの方式を採用する考えで、後に述べるようにアンテナ指向性の実験や入力インピーダンスの測定を重ねている。

2. Body アンテナ

これは第 2 図 (a) のようにロケットの機体を二つに切ってアンテナとして使用する方法で、欠点は機体中央部に絶縁部

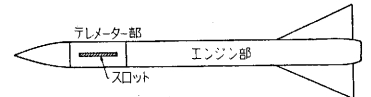


第 2 図 Body アンテナ

を設ける必要があり、このため細長いロケットの挫屈に対する強度の低下が生ずる点である。この変形としては同図 (b) のようにロケット先端に約 1/4 波長の導体を突き出し、これを絶縁してアンテナにする方法も考えられる。これらの形式ではロケット後方にエネルギーを送ることが不可能でロケット側面方向に大部分のエネルギーが発射されるから、受信点をロケット発射点から十分離して設置しなければならない。しかしこの方法はロケット飛翔に悪影響をおよぼすことがなく、アンテナ饋電方法も比較的簡単で、また Wire アンテナのように切断の恐れがなく、万一 Wire アンテナに適する材料が得られない場合、これに切換える方針で実験を進めている。

3. Slot アンテナ

ロケットの胴体に第 3 図のようなスロットを切り、これに饋電する方法で、このスロットの長さは約半波長の



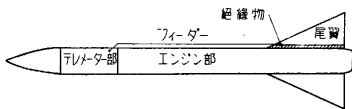
第 3 図 Slot アンテナ

“order” であるから、テレメータ用の周波数 225Mc では 66cm に達するが追跡用 1680Mc では 9cm 未満になる。

このスロットアンテナは実際面、理論面ともに興味ある多くの問題を含んでおり、カッパー型ロケットでは 1680Mc 用に採用する予定である。しかしロケットに装置した場合、body アンテナと同様に後方にエネルギーを送ることが不可能で受信点設定に問題がある。もう一つの問題はロケット回転の際、受信レベルに大幅な変化が生ずるかもしれない点で、225Mc では問題ないはずであるが 1680Mc の場合 1 個のスロットでは 1 回転に対し 1 回、1 対のスロットでは 1 回転に対し 2 回ずつ受信レ

バルがスレシヨールドレベルを切るはずで、この場合ベビーTの実験例のように八木アンテナをやめてヘリカルアンテナで受信すればよい等という救済方法が存在しないことは注意しなければならない。もし上記の死点を無くそうと思えば少なくとも2対のスロット(計4ケ)を装備する必要がある、この位相関係を適当に保つ饋電方法に難しい問題が残されている。これについては縮尺および原寸の模型を使って実験を行う予定で準備を進めている。

4. Tail アンテナ 尾翼をその根元付近で絶縁して

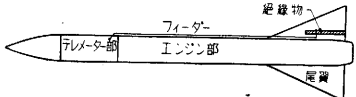


アンテナとして使用する方法で、この場合尾翼の強度を著しく下げる点が問題で、また絶縁物がエンジンの高温に耐えない恐れが十分に存在し、今回の銅用には採用不可能と考えられている。しかし上記の点と饋電線を通す場所の解決がつけば各方向はほぼ一様にエネルギーを送り出す理想的なアンテナが得られる可能性がある。

第4図 Tail アンテナ

第4図 Tail アンテナ 尾翼をその根元付近で絶縁してアンテナとして使用する方法で、この場合尾翼の強度を著しく下げる点が問題で、また絶縁物がエンジンの高温に耐えない恐れが十分に存在し、今回の銅用には採用不可能と考えられている。しかし上記の点と饋電線を通す場所の解決がつけば各方向はほぼ一様にエネルギーを送り出す理想的なアンテナが得られる可能性がある。

5. Notch アンテナ 尾翼全体を絶縁する代りに切

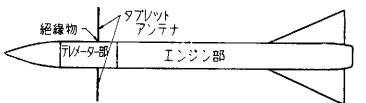


込みを入れてこれをアンテナにする方法で前と同様尾翼の強度低下と饋電線を通す場所が問題で採用しない積りである。この方法の優れた点はうまく Notch に波を乗せればロケット後方に大部分のエネルギーを送ることができしかも指向性がブロードで受信点をロケット発射点の近くに設定して安定な受信を行うことができる点である。

第5図 Notch アンテナ

第5図 Notch アンテナ 尾翼全体を絶縁する代りに切込みを入れてこれをアンテナにする方法で前と同様尾翼の強度低下と饋電線を通す場所が問題で採用しない積りである。この方法の優れた点はうまく Notch に波を乗せればロケット後方に大部分のエネルギーを送ることができしかも指向性がブロードで受信点をロケット発射点の近くに設定して安定な受信を行うことができる点である。

6. Doublet アンテナ 空気抵抗のほとんどない上



空に達した後、第6図のようにダブルツート型アンテナを機体から突出す方

第6図 Doublet アンテナ

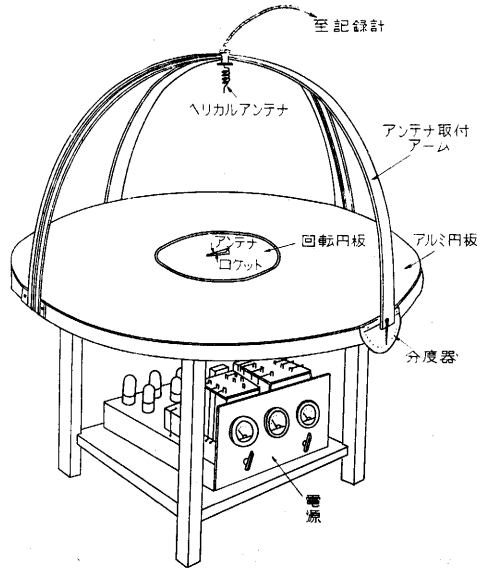
法で、ロケット後方にもかなりのエネルギーを送り出し、指向性もブロードになると思われるので大変にうまい方法であるが、万一突出し機構部に故障が生じた場合、ぜんぜん電波が出ない点および飛翔開始後しばらくの間データが全くとれない点でこの方法も

現在考慮しないことにしている。

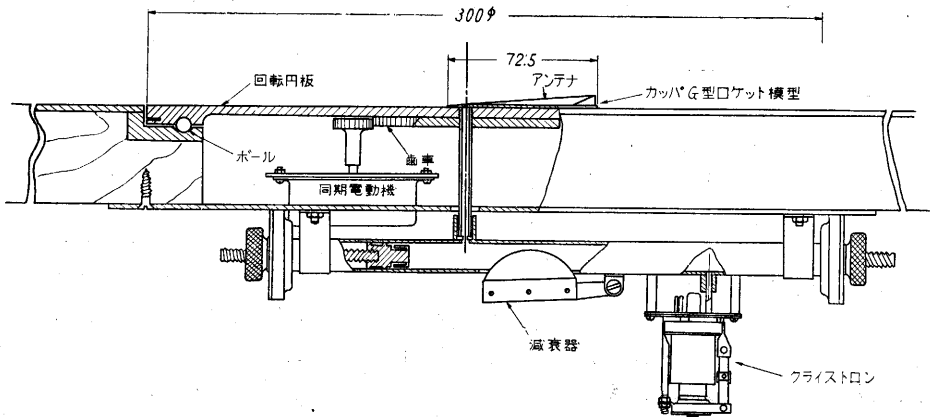
以上問題は残されているが一応考えられる各種のアンテナ形式について記した。

アンテナパターンプロッタ

前節1に記述した Wire アンテナの各周波数およびアンテナ法等の指向性に対する影響をしらべるため、アンテナパターンプロッタを製作した。Wire アンテナの模型実験を行う際に電源等のリードをロケット模型から引出すと、この引出し線がアンテナとして作用し、指向性に大きな影響を与え、何を測定しているのか分からなくなってしまふことがベビーTの実験のときに明らかになった。このため引出し線なしの模型を製作しなければならない。しかしそれには模型の中に電源その他一切を装備しなければならない、模型の寸法が大きくなり形状寸法を変化しての実験を行うことが容易でなくなってしまう。これに対し Wire アンテナの場合は、通常2つのアンテナを逆位相に励振するので鏡像の関係を使って縦に2つ

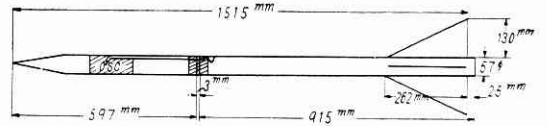


第7図 アンテナパターンプロッタ

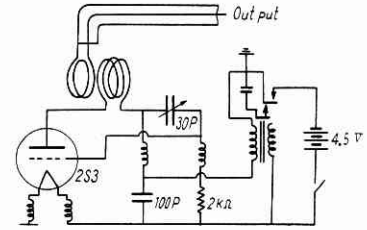


第8図 パターンプロッタ断面

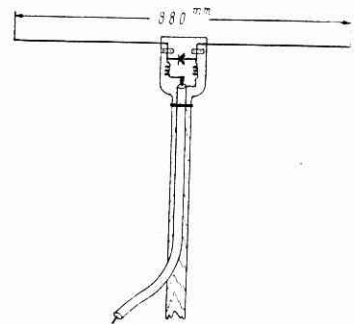
に割った模型を金属平面上に置き、平板の裏からアンテナに饋電すれば解決がつく。こうして製作したアンテナパターンプロッタの大体の構造を第 7 図に、電気的見取図を第 8 図に示す。クライストロン 2K25 の出力 9000 Mc を導波管にとり出し、この導波管の他方でプローブ結合により同軸線に変換、ターンテーブルの上面にもちきたし、テーブル中心にはロケット模型を置きこのアンテナに饋電している。同軸、ターンテーブル、ロケット模型は一体となり時計用モーターで回転、台に固定されたヘリカルアンテナでロケットアンテナからの電波を受信しこの出力を自動記録計に書かせている。ターンテーブルと固定台との接触に回転中変動があつてはならないので、チョークを用いて機械的接触をさせている。受信用ヘリカルアンテナはロケットに対しいかなる方向にも固定できるようになっており、全方向の指向性をしらべることができる。これにより 225Mc テレメータ用アンテナの指向性をもった結果を第 9 図に示す。これは尾翼側短絡のもので、大体後方に電波を送り出してこの程度で満足しなければならないものと考えている。使用した模型の写真を第 10 図に示す。



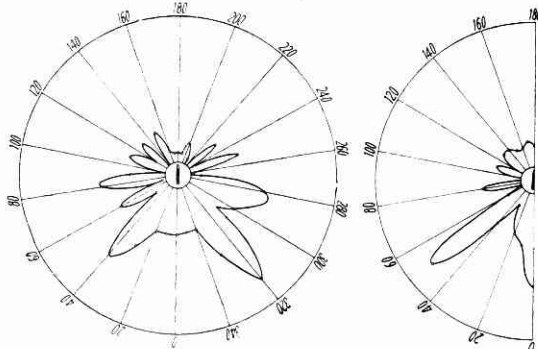
第 11 図 Body アンテナ模型



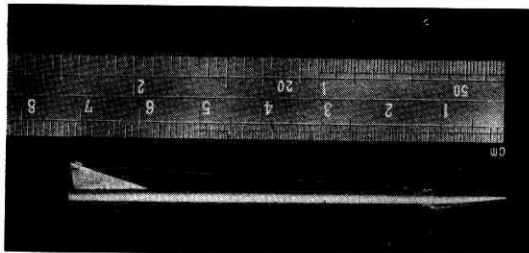
第 12 図 模型用発振器



第 13 図 受信アンテナ



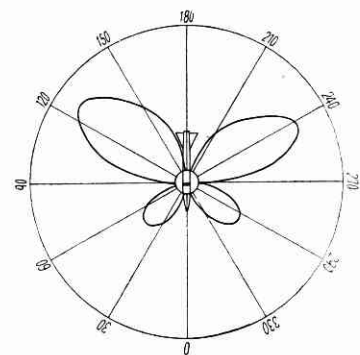
(a) 水平パターン (b) 垂直パターン
第 9 図 カッパー-G 型 225Mc 用



第 10 図 Wire アンテナ模型実験

ベビーアンテナの実験

ロケットの機体を 2 つに割ってこれをアンテナとして使用する body アンテナでは、鏡像の関係がないので上記のアンテナパターンプロッタを使うことができない。このため実際の寸法の約 1/2 の模型を作り、この中に電池、高圧用パイプブレーマ、発振器等を組込んで実験を行っている。(第 11, 12, 13 図参照) 受信は数十波長離れたと



第 14 図 Body アンテナ指向性

ころで鉍石検波器を中央につけたタブレットにより行い受信波形をブラウン管上に描かせ、その高さを測定して指向性をプロットしている。こうして測定した (79Mc) 用のアンテナ指向特性を第 14 図に示してある。これから、予期通りロケット後方には全く電波を発射しないが、斜後方に大部分のエネルギーを輻射していることがわかり、ロケット発射点から適当な距離をおいて受信点を設置すれば比較的安定な受信ができるものと思われる。

以上スロットアンテナを除いて現在行っているカッパー用アンテナおよびその実験につきその概略をご報告した。実験にあたっては多くの人々のご援助を得ている。また直接ご指導頂いている 高木教授に深く御礼申し上げます。(1956. 4. 23)