

カップIV型よりカップV型にいたる間における テレメータおよびレーダ装置の実験概要

高木 昇・野村民也・黒川 兼行

1. 緒 言

カップIV型1号機からカップV型2号機にいたる約8ヶ月の期間に行ったロケット実験のうち、テレメータ装置およびレーダ装置を搭載したのは前後10回にわたっている。このうち、カップIV型1, 2号機が、飛しょう性能試験の目的と、IGY本観測項目の一つである宇宙線計測実施の目的を兼ねていたほかはいずれも新型ロケット開発のための実験である。テレメータ、レーダの各装置ともに、この目的に沿って、飛しょう性能測定のために使用されている。

個々の実験の目的については別稿に記載されている通りである。ここでは、electronic 関係の装置について、前報告⁽¹⁾以後、この期間に行われた改変とその成果についてその概要を述べることにする。

2. テレメータ装置

カップIV型の実験には、Ⅲ型の時と同じくTM-3A型テレメータ送信機⁽²⁾を搭載した。122S-1号機以降の実験に使用した送信機はTM-4型で、これは別稿に詳細を発表した通り⁽³⁾、重量、容積の大幅な軽減を図ったものである。改良の諸点を列挙すると、第1に送信電力を約1Wとし、これによりB電源電池を節約したこと、第2にA電源電池としてYardney酸化銀蓄電池HR-1を使用し、その重量をはるかに軽減したこと、第3にA電源電池を高周波部筐体内に格納して容積を小さくしたことなどで、この結果、重量、容積ともTM-3A型の約60%となり小型、軽量化に成功した。

TM-4A型送信機は副搬送波部をトランジスタ化したもので、122S-1号機で実用試験を行った。この結果、若干トランジスタ回路に不安定を認めため、122S-2号機からは、真空管式の副搬送波発振器に改めた。この形式のものが別稿記載のTM-4B型テレメータ送信機で、前後7回にわたる飛しょう実験において、一度高周波部に偶発的な事故を起したのみで、他はいずれも正常に、振動、衝撃等による雑音も混入することなく、極めて優秀な性能を発揮した。副搬送波部をトランジスタ化することの利点は、同一容積、重量の電源電池に対して、送信機の動作時間が長くとれるということである。すなわち4A型と4B型とでは、前者は約30分の電源寿命をも

つものに対して、後者は約15分しかもたない。しかし、大方の実験目的にはこれで十分である。その意味では、TM-4B型送信機は電氣的にも構造的にも、一つの開発目的を達成したものであるといえることができる。

地上受信装置としては、引続きTM-3型受信・記録装置⁽⁴⁾が使用された。従来に比し変わった点は、テープ再生時において、速度補正用としての10k%標準周波数の再生出力により、時間信号発生器の計数管を作動させるように改めたことで、これによってテープ再生記録は、単に情報の振幅に関するだけでなくその時間的關係においても十分な精度をもつことになった。こうした受信・記録装置は、いずれの飛しょう実験においても所期通りの性能を発揮した。特に122S-2号機では、発射コンローラの操作上の手違いから予定の1分前にロケットが発進し、そのため、飛しょう中の直接の記録はいずれもとれなかった。しかし、テープ記録装置はそれより早く記録を開始していたので、すべてのデータはそのなかに収められており、貴重な実験結果を失うことがなかった。従来の実験では、事前に万全の用意を行う結果、飛しょう中の直接記録に失敗した例はなかったが、今次のこの経験はやはり、本記録装置の採用している方式が突発的な事故に対してすぶる有効であることを立証したものと云えよう。

3. ロケット搭載電子機器の電源電池

ロケット用電子機器の重量、容積の軽減のためには、電源装置の吟味が極めて重要である。従来は、テレメータ送信機およびレーダ・トランスポンダのいずれも、電源としては、A, B両電源とも湯浅電池製塩化銀乾電池を使用していた。その特性は、数次にわたる技術連絡の結果、初期のものに比して性能も向上し良好な動作を示すに至っているが、重量、容積の点では改善の余地が多い。そこで、122S-1号機以降の実験においては、A電源電池としてYardney社製HR-1を用い、重量の節約を図った。地上試験ではその優秀な特性は確認されていたが⁽⁵⁾、実用は初めての経験であった。結果はいずれも良好で、液漏れなどの問題もなく、また特性の均一なことは実用上多大の利益をもたらしている。

現在のところ、Yardney社製電池により、A電源電池に問題はなくなった。残るところはB電池で、塩化銀電

池は一応使用にたえているが、いっそう安定な性能のものとすべく努力が行われている。それとともに、直流コンバータ⁽⁶⁾の実用化も、各種地上テストを受けつつあり近い将来に実際の飛しょう実験に使用する予定となっている状態である。

4. レーダ・トランスポンダ

レーダ・トランスポンダについては、テレメータ送信機と同様に、122S 1 号機以降、A 電源電池として Yardney 酸化銀蓄電池を使うよう改めた以外には、大きな変更はない。すでに、Ⅲ型 1, 2 号機において、2 段式ロケットの衝撃、振動に十分耐えることが認められていたが、Ⅳ型 1, 2 号機でも、ロケットが正常に飛しょうする限り、トランスポンダもまた、安定に良好な動作をすることが認められ、機械的、電気的にはほとんど問題がない状態となっている。しかし、Ⅴ型 2 号機の実験では発射後 30 秒～70 秒の間電波が途絶えるという事故を起しており、その原因は確かではないが、なおいっそう安定完璧なものとするべく努力を行いつつある現状である。

5. ロケット空中線

この時期においては、テレメータ系、レーダ系ともにロケット空中線としては、Ⅲ型において採用された方式のもの⁽⁷⁾を踏襲している。しかし、Ⅲ型 1, 2 号機およびⅣ型 1, 2 号機の実験で、ロケットに異常が起ると、エンジン部または尾翼部分が破壊され、そのため空中線系が損傷して電波が途絶する結果に陥ることが認められた。このような事故が起っても、電子機器の本体そのものは正常に近い動作をしていることが、テレメータの記録などから分るので、もし、空中線系が電子機器と一体になっているならば、たとえロケットが事故を起しても、なおテレメータ系およびレーダ系は動作を続け、事故原因の究明や事故発生後の状況などを確定できる情報がえられるであろう。また、空中線系がエンジン部等と無関係になれば、ロケット製作上からも、また、電子機器調整のためにも、多大の利益をうることができる。こうした考えに立って、新形式のロケット空中線の開発が進められたのである。

空中線開発上の一つの課題は、できるだけ電波を後方に放射するものとしたことである。これは技術的というよりむしろ実際上の問題としての要請によるものである。胴部空中線として最も好適と考えられる一つの方式はスロット空中線であるが、これでは良好な特性をうる事が容易でない。そこで止むなく次善の策として、できるだけ突出を小さくするようにした逆 L 型の張出式の空中線を試みた。その特性については、別稿に詳しく報告されているので参照されたい⁽⁸⁾。

張出式空中線には、それがロケットの飛しょう特性に悪影響をもつかも知れぬという懸念がある。風洞試験結果は別稿のごとくであるが、これを実際に試験したのが 122ST 1, 2 号機である。1 号機はレーダ用空中線のみ張出式とし、2 号機ではテレメータ用空中線ともに張出式とした。その結果はいずれも正常、かつ良好な飛しょう特性をしめし、この種の空中線も実用に供しうることが判明したことは、大きな収穫であった。

もちろん、122ST 型は一段式であり、この結果をもって、直ちに 2 段式のロケットにそのまま適用できるとは限らないが、将来の方向としてははできるだけの機会を利用して、この種の方式のものに改めていきたいと考えている。

6. 測距式レーダの採用

上述のようにトランスポンダは少数の例外を除いては比較的安定に動作しているにもかかわらず、自動追跡レーダが完全に捕捉したのは、122S 1 号と 150T 1, 2 号のみであるという悲観すべき結果になっていることは、ロケット追跡に自動追跡レーダが必ずしも最適ではないのではないかという反省をさせられた。自動追跡レーダは発射時の急速な見掛けの角速度に追従することができないので、予め計算された方向 ($\pm 6^\circ$ の許容範囲がある) に向け、ここにロケットが入ってきてから自動追跡しはじめるわけであるが、風やその他計算にのらない要素があるために予定された方向に飛ばなかった場合、完全にデータを失ってしまうということが一番大きな欠点のように思われる。したがってこういう欠点のない標定装置として距離だけを測定してロケットの位置を算出するもの考えた。その際できるだけ既存の設備と並行して使用できるようにするため、本部から離れた二点に受信地点を定め、各受信地でトランスポンダ向けの本部からの送信パルスとトランスポンダの応答パルスの両方を受け、このパルスの間隔をブラウン管で測定、本部からロケットまでの直距離のデータと合わせて独立な三点からの距離がわかり、これによりロケットの位置を定めることにした。これが別稿に述べる測距式レーダである⁽⁹⁾。製作担当はトランスポンダを作っている明星電気に指定した。この測距レーダにより最初のロケット飛しょう方向が未知であってもトランスポンダが働いている間中、刻々の位置を知ることができ、データを失う機会が大幅に減少するものと期待される (6 月以降の実験に使用しているが結果は極めて良好である)。これらについては、別の機会に報告する予定である。

7. 今次実験全般をかえりみて

本特集号に関係した時期において、テレメータ、レーダともに多くの貴重な経験と成果を収めている。ここに

その主な点を要約し、さらに将来残されている問題について述べておくこととした。

i) ロケット搭載電子機器

テレメータ送信機、レーダ・トランスポンダともに、耐振動、耐衝撃性など機械的な強度に関しては、まず完全に近い性能をもつことが判明した。このことは、Ⅲ型 1, 2号機をはじめⅣ型 1, 2号機など、事故を起したロケットの結果を見れば明らかであり、また、実際に地上でかなり苛酷に近い強度試験を行っても、全く問題を生じていない。問題にもよるが、将来、何らかの不測の事故に遭遇したとしても、搭載機器自身が破壊したというようなことは、ほとんど度外視して考えてもよいだけの自信がえられるに至ったことは、大きな進歩であり、収穫であるといえよう。

将来の問題としては、第一に耐真空性の問題がある。一応気密構造となっているが、これまでのところではロケットの到達高度も低く、耐真空性の問題は全く生じていない。しかし将来は必ず問題となることであって、その試験に万全を期すことが必要である。第二に空中線系の問題で、V型程度の性能なら現行方式は別状ないが、さらに高性能ロケットの出現に対して、果してこれでもいいかどうかは分らない。さし当っては現状のまま進むことになるだろうが、問題が起ったとしたらいかに改むべきかを考えておく必要があろう。その場合には、空気抵抗、重量などの飛しょう性能に対する影響をはじめ、工作上的難易、調整上の便、不便など総合的な判断の上に立って結論を出していくことが大切であろうと考えている。第三は重量、容積の軽減で、たとえばテレメータ送信機は、TM-4型にいたって、一応満足すべき状態に達しており、これ以上はそう目に見えて容積や重量が小さくなるものではない。しかし、ロケット全体の設計において十分な吟味を行うならば、前に空中線について考えたと同様に、総合的に容積、重量の軽減を図ることは可能であろう。将来、少しでもロケットの性能を向上させようとするならば、この種の努力を忘れてはならないものと考えられる。

ii) 地上電子機器

(18ページより続く)

もちろん以上の計算は、理論を補うための実験資料が不十分であることから満足すべきものとは言えないし、また線型理論を $M=5\sim 6$ の極超音速にまで用いることにも問題があると言えよう。さらに、このような高いマッハ数において粘性の影響がどのように現われるかも大事な問題である。これらについて今後研究を進めなくてはならないと考えている。

(1958. 8. 25)

文 献

[1] R. T. Jones & D. Cohen; Aerodynamics of Wings

テレメータ受信・記録装置は、全期間を通じて良好な作動を示した。これは一つには、実験期間中の整備・調整に十分な配慮がなされた結果によるものであり、同じことはレーダ地上装置についてもいえることで、関係各位の労は深く感謝にたえないところである。

自動追跡レーダ装置は、今時期において完全な形で実用に供されたのであるが、ロケット開発段階でその性能が安定しない間は時に追跡に失敗し、その結果、全く情報がえられない場合がある。すなわち、その機能は極言すると all or nothing ともいうべきで、少しでも情報をもれなく集める必要のある実験段階の装置としては、必ずしも好適でないところが認められる。この経験により、新しく測距方式の標定装置が試作され、現在良好な性能を発揮しつつあるのである。思想的にはいわゆる簡易レーダの発展であり、これによりロケット飛しょう軌跡の追跡は、一応万全なものとなったと考えられる。

テレメータ受信装置としては、さらに雑音指数の小さいものを実現し、総合的にテレメータ系の性能向上を図ることが大きな開発目標のひとつであり、現在、この方向に向かって研究が進められつつある。

すでに IGY も終りに近く、電子機器についてもまず観測を成功させることが急務であろう。したがって、その改良発展も急激に行うことは危険であり、止むをえず漸進的に進めざるをえない。しかし少しでも進歩を求めて少ない機会を最大に利用していきたいと願っている。

(1958. 9. 1)

文 献

- 1) 生産研究: 9, 11
- 2) 大井・佐伯: 生産研究 9, 11, p. 424 (昭32-11月)
- 3) 大井・佐伯: 本号, p. 33
- 4) 大井・高橋・山下・井上: 生産研究 9, 11, p. 426 (昭32-11月)
- 5) 高木・石橋: 生産研究 9, 4, p. 232 (昭32-4月)
- 6) 高木・石橋: 生産研究 9, 11, p. 500 (昭32-11月)
- 7) 黒川・須田・長友: 生産研究 9, 11, p. 422 (昭32-11月)
- 8) 黒川・須田・瓜本: 本号, p. 42
- 9) 倉茂・福島: 本号, p. 43

at High Speeds, Aerodynamic Components of Aircraft at High Speeds (ed. by A. F. Donovan & H. R. Lawrence) Princeton University Press (1957), 95.

[2] H. R. Lawrence & A. H. Flax; J. Aero. Sci., 21 (1954), 289—324, 328.

[3] 玉木章夫, 三石 智; 生産研究 8, 2 (1956) 77—81.

[4] P. A. Lagerstrom & M. E. Graham; Douglas Aircraft Co. Rept. SM 13110 (1947), 文献 [1] 参照.

[5] G. K. Morikawa; J. Aero. Sci., 18 (1951), 217—228.