

IIS-TM 3 型 送信機 電源用 電池

大井克彦・麻生 進・佐伯昭雄・松野四郎・住本捨夫

1. まえがき

観測ロケットの搭載機器は、その性能に対する要求と同程度もしくはそれ以上に重量容積の軽減が大きな課題として与えられる。搭載機器のうち電源の占める割合はきわめて大きく、機器の種類により異なるが 30~70% 程度におよんでいる。本送信機の場合、軽減をはかっても、なおかつ約 60% 近くを占める状態であり、電源の重量容積の軽減を考慮しない機器は、ロケットに搭載する価値のないものといっても過言でないほど重要な事項である。

次に電源として要求される重大な特性上の問題がある。それは定格時間がきわめて短いことである。一般に 2 次電池は 10 時間率で扱われており、乾電池のような 1 次電池は、さらに長時間の放電率を普通とする。このことは周知のように、電極の成極作用と反応速度から、電極の電流密度が制限を受けるためである。それにもかかわらず実際の放電率は、ロケットの飛しょう時間と準備時間に安全率を含めても、現在のロケット燃料の関係からは約 10 分というような、従来の電池の概念から相当はなれた特性が要求される。

第 3 に要求される事項は 100 g 程度の大きい加速度が加わることであり、電解液を有する電池においては厳しい条件となる。

そのほかに、外界の気圧が 100 km の高度にもなると、約 10^{-4} mmHg の真空に近い値になることなどがあり⁽¹⁾、これらの条件に対し、現在国内で入手できる電池について調査実験をくり返して、現状ではほぼ満足すべき電池がえられたので、その経過と結果について報告する。

2. 電池に対する条件

2.1 定格および放電特性

2.1.1 定格 定格としては送信機のヒータおよびプレート電源として下記の電圧電流が要求せられる。

- ヒータ電源 6 V 4.2 A
- 送信機高周波回路プレート電源 200 V 70 mA
- サブキャリヤ・プレート電源 130 V 30 mA

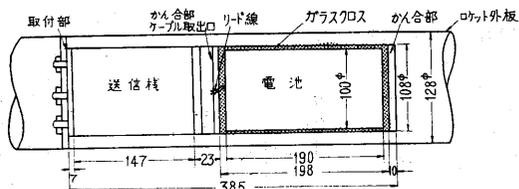
2.1.2 放電特性 放電特性は上記定格において 10 分間の電圧変化を 2% 以内とする。これは送信機に関する報告で詳細に説明するが、電圧変化によりサブキャリヤの特性変動を生じ、送信出力が変動するから、データの確度向上と発射後の時間経過にしたがい、すなわち遠距離になる程送信出力が低下するのを防ぐ点から必要とな

った値である。

2.2 重量容積

送信機外筐が 108φ mm であるので、スペーサの余裕をとって電池の外径を 100 mm とし、長さを送信機全長の配分から第 1 図のように 190 mm とした。

重量は全体の送信機全体の重量を 3 kg にするため 1.8 kg を目標に進めた。



第 1 図 送信機と電池の配分

2.3 外囲条件

外囲条件のおもなものは下記のとおりである。

加速度 軸方向に +100 g

気圧 10^{-4} mmHg ただし外筐を気密にするため緩和されるものと考えられる。

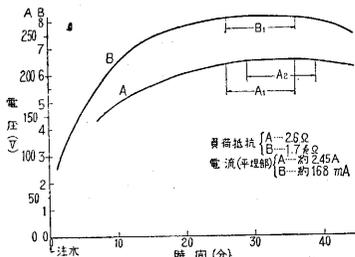
温度 +10~+25°C の温度範囲と考えた。発射前の諸準備は屋内およびテストスタンドで行われ、常温範囲に保たれうること、ランチャーに装備してから長時間放置することはほとんどなく、飛しょう中のロケット外板の温度上昇はスペーサにより熱遮断され、また電池の熱容量もきわめて大きいので、上記の温度範囲で使用できるものとした。

3. 放電特性

10 分定格の放電特性を、現在入手しうる数種類の 1 次電池について実験し検討を行った。

3.1 注水電池

注水電池についておこなった放電試験の結果は、第 2 図のように、注水後 25 分位経過したときに最も電圧変化が小さくなる



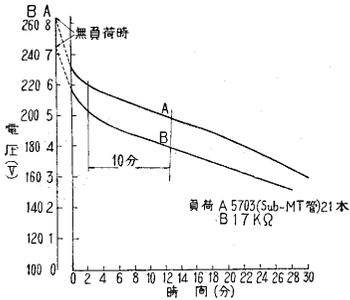
第 2 図 注水電池の放電特性

が小さくなるが、製作の関係上 A 電池と B 電池の特性の平坦部が一致していない。すなわち、25 分後の 10 分間は図の A₁ と B₁ の部分で電圧変動率

はそれぞれ 0.4% と 1.3% であるが、A電池の最も変動の少ない部分は 28 分後の 10 分間、すなわち図の A₂ の部分で変動率は 0.05% である。注水電池は変動率の点からは良好であるが、注水後 25 分ないし 28 分後に飛しょうさせるということは、準備のプログラミングに適していない。

3.2 マンガン電池

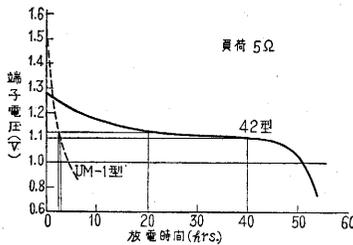
直ちに入手できる電池として、また、新しい電池の開発が遅れたときの備えとして、マンガン乾電池の放電特性を、A電池は 1.5V Cell 直列の素子を 10ヶ並列接続したものに付き、B電池は 22V Cell 直列の素子を 6ヶ並列接続した



第3図 マンガン電池の放電特性

3.3 水銀電池

放電電圧変動率は、マンガン電池に比較すると、第4図(2)のようにきわめて良好であり、放電率が違うため比較は無理である



第4図 水銀電池放電特性

だったので実用を断念した。

この電池は積層できないためB電池としては不利であるので、初めから検討しなかった。

3.4 塩化銀電池

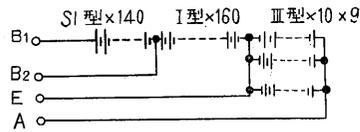
この電圧は、放電の進行に伴って放電電圧が低下する電池の一般的な性質を、陽極の導電性がよくなって電圧降下が低下することで補償するような働をしているため、電圧変動率が良好であるという特徴がある。すなわち放電反応は下記のとおりである。



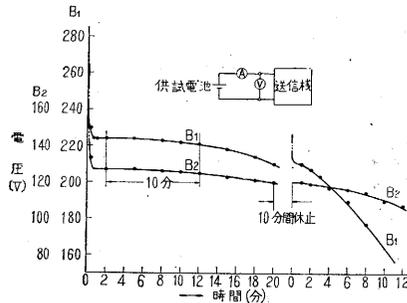
この反応により陽極の AgCl が Ag となり導電性が増大する。陽極の AgCl はきわめて薄く成形することが

できるので小型軽量の積層電池として適している。

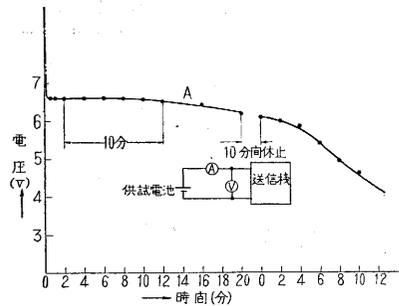
塩化銀電池は放電時における陽極活性物質の利用率が 90% にも達し、電流密度が大きくとれるため許容放電電流が大きいが、上に述べたように、放電をある程度進行させれば内部抵抗が減少して出力電圧の変動率が改善せられるため、使用に際して約 2 分間短絡して放電を進行させる。この操作を wake up といい、この wake up を使用前におこなえば、放電初期から平坦な電圧特性をえることができる。



第5図 S-3521 型電池の構成



第6図 S-3521 型塩化銀電池の B 電池電圧特性



第7図 S-3521 型塩化銀電池の A 電池電圧特性

試作を 4 回ほどおこなったものについて放電特性をとり、重量容積の軽減と合わせて改善に

努力した結果前述の定格に対し A 電池一 III 型 Cell 10ヶ直列の素子を 9ヶ並列接続、B₁電池一 SI 型 Cell 140ヶ直列、B₂電池一 I 型 Cell 160ヶ直列の構成で第5図のような結線により完成した。

こうしてできた S-3521 型電池について送信機を负荷とした実際の使用条件に対する電圧特性を第6、7図に示す。その変動率は下記のとおりである。

A	電源変動率	1.5%
B ₁	"	1.4%
B ₂	"	1.6%

4. 重量容積

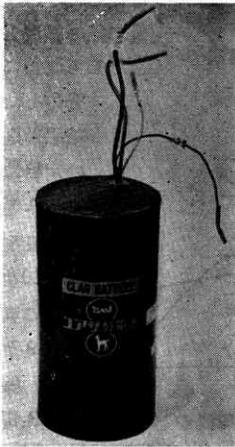
重量および容積はロケット設計上からきわめて厳しい要求があり、これに対応するために電池について細心の検討試作ならびに実験を繰り返した。

前節における放電特性を検討した各種電池の重量容積の比較を第1表(3)に示す。

第1表 各種電池の比較

種類	型	寸法(%)	容積(cc)	mAh	mAh/cc	備考
マンガン電池	BL-015	12×22 ×40	10.5	70	6.6	10Ω 負荷
水銀電池	1RX-cell 15連	15.3φ ×86	16.5	180	10.9	10Ω 負荷
塩化銀電池	BL-015	12×22 ×40	10.5	170	16.2	10Ω 負荷

表からも明らかのように塩化銀電池が比較的有利であることから、塩化銀電池の実用化を進めた。



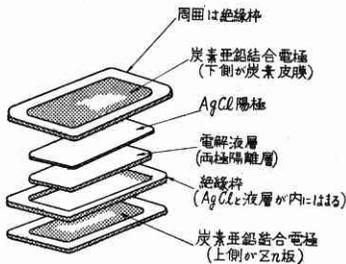
第8図 S-3521型塩化銀電池

塩化銀電池も当初は定格を A-6.3V 4.2A, B-200V 145mA で、10分として進めて重量 2kg であったが、重量を 1.8kg に軽減する必要から前述のように定格を変更して、最終的に第8図に示すような S-3521型を完成した。第9図はこの電池の積層素電池の構造をしめした。

5. 外周条件

5.1 加速度

観測ロケットにおいては発射時と多段ロケットではさらに飛ばす中の次段エンジンの燃焼時に軸方向に大きな加速度が加わり、その値は最大 100g に達するが、製作者において十分耐えるように検討して製作した。し



第9図 積層単一CELLの解体構造

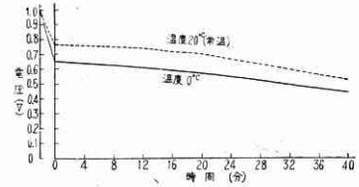
かし期間的に余裕がないためただちに実用に供したが、耐加速度に多少疑問があるので今後定量的な試験をおこなう予定である。

5.2 温度特性

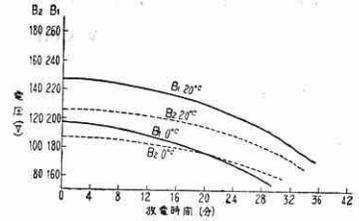
使用温度範囲を 10°~25°C と推定したため電池にとっては比較的良好な状態で使用できることになるが、温度に対する電圧特性を知る必要があるため塩化銀電池の放電特性に、水銀電池の温度特性の試験をおこなった。

5.2.1 塩化銀電池の温度特性(4)は SIA 単一Cell および S-3521 型の B₁, B₂ 電源の 20°C と 0°C の放電特性を第 10, 11 図に掲げた。放電開始 10 分後の SIA

単一Cellの電圧の温度特性は、0.8~0.9% 程度であり、S-3521 型の B₁, B₂ 電源の電圧の温度係数はそれぞれ



第10図 SIA 単一CELLの温度特性

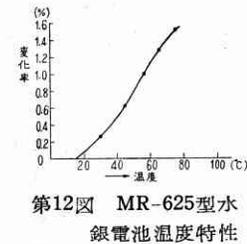


第11図 S-3521 型の B₁, B₂ 電源の温度特性

0.85%および 0.8%である。

5.2.2 水銀電池は低電圧電源としてユニットを使う場

合に比較的有利であり、温度特性もマガジン電池に比し優れており、wake up を要しない利点もあるので、電流をとらないキャリブレータ標準電圧として MR-625型



第12図 MR-625型水銀電池温度特性

Cellを使用することとして、温度変化に対する電圧変動率(5)を調べたが、その値は 15°~35°C の範囲で +0.38% であり、多少の補正を要するものと思われる。実測結果を第 12 図に示す。

6. あとがき

上述のように特性および使用条件についてある程度実用しうるものが得られたが、放電特性、重量容積については今後さらに厳しい要求があるものと考えられる。耐加速度、温度特性にも問題がありうるが、最も改善を要するものは、放電電圧が製品により広範囲に変化することであり、その値が 17~18% にも達することは、使用しきわめて不便である。さらに保存期間を延長することも是非解決しなければならない事項である。今後にも多くの問題を残してはいるが、一応実用しうるものができたので実用化の経過について報告した。

おわりに終始御指導をいただいた生研高木教授、野村助教はじめ諸先生と、御援助をいただいた日本電気ならびに湯浅電池の上司、同僚の諸氏に謝意を表したい。(1957. 3. 14)

文 献

- (1) H. E. Newell: High Altitude Rocket Research, Academic Press Inc.
- (2) ナショナル水銀乾電池, 松下電器
- (3) 銀電池: Clag Battery, 湯浅電池
- (4) 塩化銀電池の短時間放電における低温特性と取扱法, 湯浅電池
- (5) 高橋, 佐伯: 第4回観測ロケットテレメータ打合せ議事録 MR-3071, 日本電気研究所