

光学的追跡装置によるカップ T ロケット飛しょう特性の解析

—高速飛しょう体の光学的追跡に関する研究 第 12 報—

植村 恒義・山本 芳孝

近江 久行・山谷 健三郎・内藤 茂

1. まえがき

カップ 128 J 型ロケット第 2 次実験として、昭和 31 年 12 月秋田実験場においてカップ 128 J-TR ロケット飛しょう実験が行われたが、その飛しょう軌跡、飛しょう特性を知るため 8cm 15 倍手動追跡装置とシネセオドライト各 1 台ずつを東、南両観測点におき追跡を行った。今回はカップ S ロケットの飛しょう実験の結果を参考にして装置に改良を加え、12 月の気象条件をも考え北観測点を閉鎖した。発煙もカップ S ロケットの実験結果に基き研究の未、発光と発煙両方を用いたが天候が悪く追跡に関する結論は出せなかった。観測は悪天候で雲が低く全軌跡は無理だったが、6 号機は東より雲間に入るまで約 3 秒、7 号機は南と東が 3 秒近く追跡できた。以下追跡装置の改造点、飛しょう観測、解析結果等について検討してみよう。

2. 追跡装置

カップ S ロケット飛しょう実験でロケット記録用撮影機の重要性、シネセオドライトの俯仰角増速歯車の必要性、照星照門の改良等装置の改造の必要が感じられた。そこで設計を変更し改造を行ったので改造点を中心に追跡装置について述べる。

2・1 8 cm, 15 倍手動追跡装置

15 倍の双眼鏡が中心となっていることは S ロケットの時と変りがない。目盛記録用撮影機のほかにロケット記録用撮影機があったが、S ロケットのときはマガジン撮影機だったので 16% Arrow 撮影機に交換した。

(1) 追跡用眼鏡

口径 8 cm, 倍率 15 倍, 視野 4° の双眼鏡である。

(2) 俯仰旋回目盛板

俯仰角目盛板は眼鏡に固定され、-20° から 90° にわたって 1/2° ごとに目盛られてあり、旋回角目盛板は台座に固定され、360° にわたり 1/2° ごとに目盛が刻まれている。共に眼鏡に固定された移動棒を動かすことによって、半固定の指標で目盛が読まれるようになっている。

(3) 時刻目盛

毎秒 1 回転の同期電動機に直結された 4 桁のカウンターで、1/10 秒まで記録できるようになっている。取付位置は撮影の都合上角度目盛の指標のそばにもってゆ

き、一度鏡を使って反射像を記録するようにしてある。

(4) 目盛撮影機

16% 撮影機をマイクロモータで駆動し、毎秒 8 駒の撮影速度で使用する。

(5) 閃光装置

目盛照明用として閃光時間 100 μ sec 程度のものを使用した。

(6) 同期信号受信機

東南西観測点の撮影記録同期のため、本部より同期信号電波を放射しこれを受信し、この同期信号によってネオン管を点滅させフィルム上に感光させるものである。

(7) ロケット記録用撮影機

16% Arrow 撮影機でガバナ付きマイクロモータで駆動し、毎秒 8 駒で撮影できる。KT 4 号機ではこのまま使用したが、KT 5 号機以後は撮影速度を増すため、マイクロモータを交換して普通のを取り付け、毎秒 16 駒で記録した。またカップ S ロケットのときはマガジン撮影機だったので、この記録には時間の標識がなかった。しかし今回は目盛撮影機と同じ形式の撮影機を用い、同期信号およびシャッターマークを記録できるようにした。したがって目盛記録撮影とロケット記録撮影の時刻同期を得ることができ、これによって時間軸校正もできた。このほか撮影機やカウンター、閃光管等のスイッチを 1 ヶ所にまとめたり、照星照門も工夫して撮影機の横に取り付け追跡の便宜を計った。

2・2 シネセオドライト

本格的ロケット追跡用装置で、望遠レンズでロケットを記録し、同時に画面の左側に角度目盛が記録されるようになっており、追跡操作も二人で行い歯車付のハンドルで駆動するので微動操作ができる。なお今回は俯仰角の駆動を歯車で増速し、角速度の大きい発射付近の追跡を容易にした。

(1) 追跡用眼鏡

口径 8 cm, 倍率 15 倍, 視野 4° の双眼鏡を、二人で追跡できるように左側を倒し横に取り付けたものである。

(2) 撮影レンズ

800% キヤノンレンズ (f: 8) を使用した。

(3) 撮影機

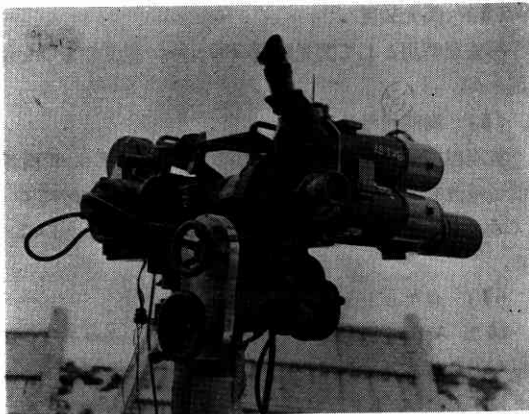
直流 12 V の複巻電動機で駆動し、35% フィルムを用い毎秒 20 駒までの撮影が可能である。

(4) 時間軸装置

画面に写し込む毎秒5回の時刻カウンターの代り、毎秒1回転の同期電動機に直結したカウンターを使用し、1/10秒まで記録され1/100秒まで読めるようにした。また2・1の(6)、(7)と同様、ネオン管でフィルムに同期信号とシャッターの開いた時刻を記録するようにしてある。

(5) 増速歯車

俯仰角の追跡角度が大きく駆動に困難なので、遊星歯車を一つ間に狭み、3倍に加速できるよう従来の軸に加工した(第1図)。



第1図

(6) その他

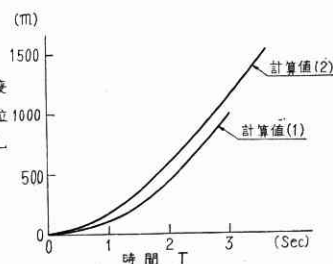
双眼鏡の取付微動装置、シャッター開度はカプパSロケットのときと同様だが、目盛照明用のランプは12V6Aの小型特殊ランプを使用した。また50倍の口径56%天体望遠鏡は、はずして円型照星照門を取り付け追跡の便宜を計った。

3. 観測点の位置

今回の実験は12月に行われたので、気象条件を考慮し北観測点を閉鎖し東と南の両観測点を使用した。位置はカプパSロケットのときと同様で8cm、15倍双眼鏡手動追跡装置を東観測点におき、シネセオドライトを南観測点に設置した。なお丸安研究室では15倍追跡装置を南観測点とランチャー背後に設置し追跡を行った。

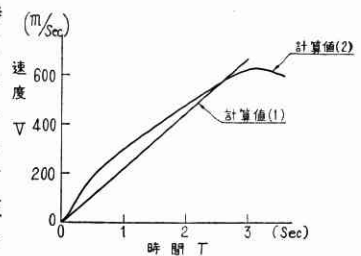
4. 計算値

カプパSロケットの実験観測結果により燃焼中のロケットは、発進直後スラストを時間的に変化させて計算した観測班の計算値と良く一致したので、カプパTロケット用とし



第2図 性能計算(1)

て、スラストを時間的に変化させてstep by stepによって計算を行ったので、ここにその結果を図示する。ここで観測班が計算したものを計算値(2)、スラストを一定にして



第3図 性能計算(2)

計算したものを計算値(1)としたものである。

計算諸元	全備重量	44 kg
	燃料重量	14.53 kg
	燃焼時間	3.6 sec

5. 飛しょう観測

(1) カプパT4号機〔KT4〕12月3日

〔南〕 発射と同時にシネセオドライトは追跡を開始した。直後眼鏡視野をロケットが通過するのを認めただけで逃がし、以後はまったく追跡できなかった。ロケット本体も発煙発光も共に見えなかった。

〔東〕 天候不良で雲が低く、最初眼鏡視野の最下端にランチャーを見て、発射と同時に追跡を開始し、上手に追跡したが、直ぐ雲に入り見えなくなった。

(2) カプパT5号機〔KT5〕12月8日

〔南〕 最初シネセオドライトを固定させておき、発射瞬間を記録して一たん視野から逃がし、その発煙らしき跡を追跡したが、その間のタイムラグがあり遂にロケットは発見できなかった。また6倍双眼鏡、肉眼共に最初しか認められなかった。

〔東〕 雲高が低く追跡に不利な天候だったので、眼鏡を使わず直接肉眼で照星照門を使って追跡した。発射と同時にロケットを逃がし直ぐ雲間に入った。

(3) カプパT6号機〔KT6〕12月11日

〔南〕 シネセオドライトに一寸故障があったが、発射のフラッシュを見てから直ぐ追跡を開始したがロケットに抜かれ、その後発煙発光共に見られなかった。

〔東〕 双眼鏡で最初から追跡し雲に入るまで成功した。途中一たん逃がしたがまた追跡できた。

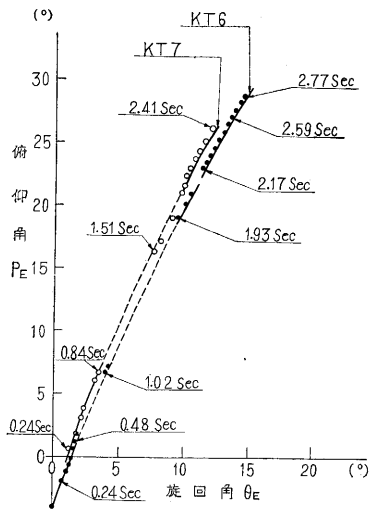
(4) カプパT7号機〔KT7〕12月13日

〔南〕 シネセオドライトはフラッシュ点火を記録すると同時に追跡操作に入り、このタイミングが良かったのでロケットとの相対速度が非常にのろく感じられ、約2秒間完全に追跡できたが直ぐロケットの加速に追跡が間に合わず抜かれてしまった。

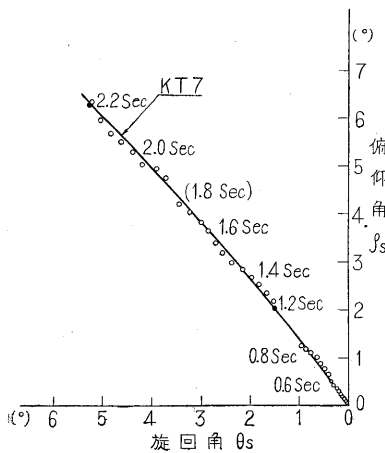
〔東〕 前と同様双眼鏡で発射より雲に入るまでを一度は逃がしたが追跡した。その後海中に落下するのを見ようとしたが何も見られなかった。

6. 観測結果解析

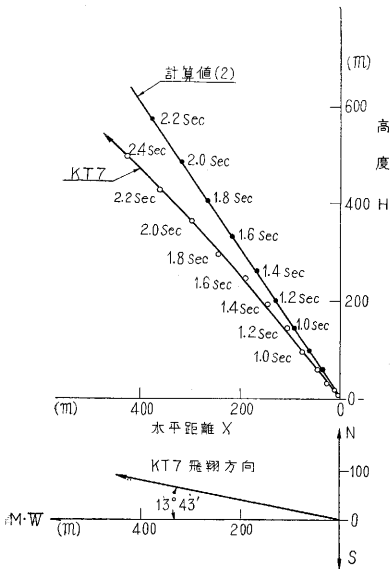
今回は強風下の悪条件だったので、観測班は期待され



第 4 図 東観測点観測軌跡



第 5 図 南観測点観測軌跡

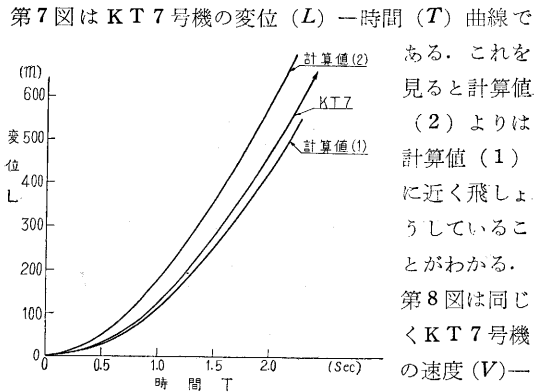


第 6 図 KT 7 飛しょう面解析図

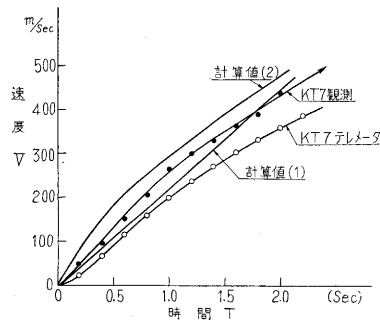
た成果はあげられなかったが、KT 6 号機と KT 7 号機の最初数秒間は追跡できたのでこれを解析した。まず東観測点では、8 cm、15 倍双眼鏡付手動追跡装置は KT 6 号機を約 2.8 秒間雲に入らなくなるまで追跡できた。KT 7 号機は約 2.4 秒間これも雲に入るまでを一たん逃がしたが、再び追いつき記録した。南観測点では、KT 7 をこれも発射後一たん逃がしたが、追跡して再びフィルム上に 2.2 秒間記録できた。以上の記録フィルムより読みとり整理し第 4 図-東観測点、第 5 図-南観測点よりの観測軌跡を得た。これをもとにして解析を行い、ロケットの飛しょう方向を求めた。これによると KT 7 号機は北に約

寄ったことがわかる。

次に東南両観測点の俯仰角測定値を代入することによって第 6 図のごとき飛しょう面内での解析図が得られた。これによると KT 7 号機は計算より下向きに飛しょうしたことがわかった。なお KT 6 号機は東観測点だけだったので、高速度カメラの Bell & Howell 撮影機と合わせ考えると、やはり北に約 13° ばかりそれで飛しょうしたことがわかった。そこで東観測点の観測軌跡を参考にして飛しょう角度を検討してみたら、KT 6 号機はあまり角度は下向きになっていなかった。



第 7 図 変位 (L)-時間 (T) 曲線



第 8 図 速度 (V)-時間 (T) 曲線

計算値 (1) に近く表われ、1 秒以後は計算値 (2) に近い変化を示している。

またテレメータと観測班の結果は、傾向は似ているがその値に多少ずれがみられる。

7. まとめ

以上でカップ型ロケット第 2 次飛しょう実験における観測を終わったわけであるが、今回のように晴天が期待できず、また雲高が低くはあまり良い結果は期待できない。しかし発煙発光系は前回より改良されたので追跡が容易になった。今後行われる大型ロケットの飛しょう実験に際しては、もう一度発煙発光による観測を行って追跡のための参考資料としたり、また追跡機械の方も改良しながら追跡の訓練を重ね次の機会を待ちたいと思う。

(1957. 3. 27)