

カッパ6型-TW 1, 2号機の光学的追跡について

—高速飛しょう体の光学的追跡に関する研究 (第 27 報)—

植村 恒義・伊藤 寛治・鷹野 修二

1. まえがき

カッパ6型-TW1, 2号機は上層(高度約 50 km)における気温および風を測定する目的のもので1号機が昭和 33 年 6 月 24 日午前 10 時 50 分に 78°の発射角で

2号機が同月 30 日午後 4 時 25 分に 75°の発射角でそれぞれ、道川実験場において飛しょう実験が行なわれた。

1号機は全長 5.304 m, 重量 255.495 kg のもので機体内に発音弾, タイマーおよびレーダ・トランスポンダ

を搭載していたが発音弾を作動させるタイマーが早期に働いたため予定よりもはるかに早いメインロケット燃焼中に爆発してしまった。2号機は全長 5.304 m, 重量 245.495 kg で機体内に 1号機と同様レーダ・トランスポンダ, 発音弾およびタイマーを搭載してある。特にタイマーは1号機の事故にかんがみ改良をほどこし異常衝撃に対しても十分耐え得るようにして飛しょうを行なった。発音弾はロケットの上昇中, 最高高度以前で作動するようにした。

この実験でわれわれは飛しょう中のロケットを光学的に追跡し, 発音弾の爆発位置および飛しょう特性を求める目的で南, 中央, 高速度カメラ, 各観測点に追跡装置, または高速度カメラを配置してロケットの航跡を記録した。

2. 追跡撮影装置

TW1, 2号機とも下記の撮影装置を使用した。カメラ・データは第1表に示す。

(撮影装置の説明は第 25 報を参照)

- 1) 南観測点=15 倍手動追跡装置
- 2) 中央観測点=15 倍手動追跡装置
- 3) 高速度カメラ観測点=

16mm Fastax 高速度カメラ
35mm Bell & Howell 撮影機

3. 飛しょう観測

6型-TW1号機は天候に恵まれ, 発射 20.85 秒後にタイマーの早期作動による爆発事故まで完全に追跡成功した。

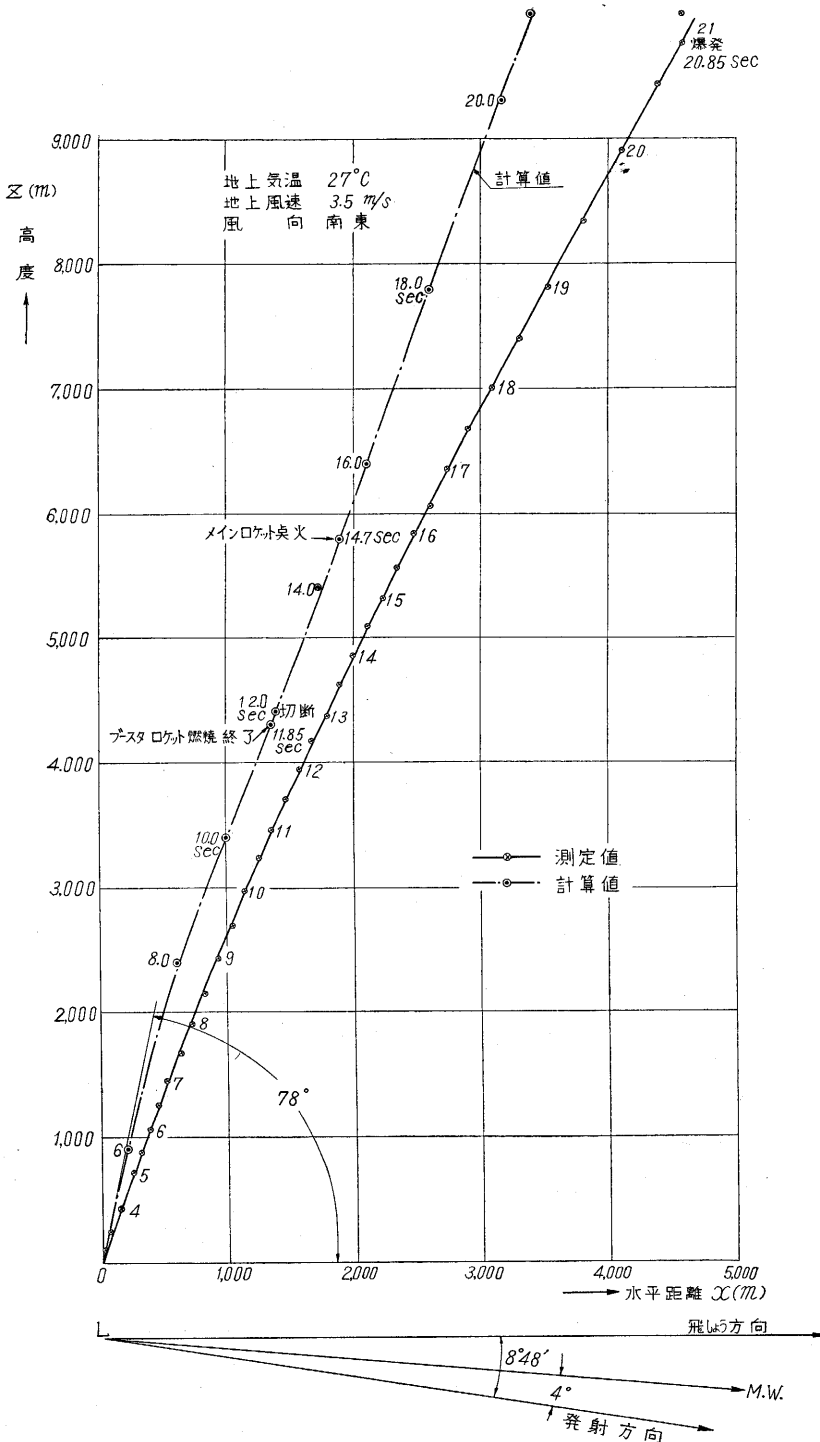
2号機では雲が点在し, 南観測点からの視界が悪く, ロケットは発射後すぐに雲中に入ってしまい, それ以後の追跡はできなかった。ランチャー付近の飛しょう特性については2号機のみ解析を行なった。

4. 観測結果の解析

- (1) 6型-TW1号機の観測結果の解析

第 1 表 カメラデータ

使用カメラ		K-6-TW-1	K-6-TW-2
16mm Fastax 高速度カメラ (高速度カメラ 観測点)	レンズ 絞り カメラ電圧 フィルタ 同期 撮影速度 1 駒の露出時間 画面 フィルム	Raptar 35mm f: 4 A.C. 55V Fuji No. 2 リレー使用 0.7 秒前 1,500 f/s 1/7,500 sec ランチャー付近 TriX (ASA 320)	Nikkor 180mm f: 2.5 A.C. 60V Fuji No. 2 リレー使用 0.7 秒前 2,000 f/s 1/10,000 sec ランチャー付近 TriX (ASA 320)
35mm Bell & Howell 撮影機 (高速度カメラ 観測点)	レンズ 絞り フィルタ 撮影速度 1 駒の露出時間 モーター 画面 フィルム	Nikkor 250mm f: 5.6 Wratten 23A 24 f/s 1/500 sec シンクロナスモーター ランチャー付近より上空へ Fuji Nega (ASA 80)	左に同じ
16mm Filmo 撮影機 (高速度カメラ 観測点)	レンズ 絞り フィルタ 撮影速度 1 駒の露出時間 画面 フィルム	ズーム f: 16 ナシ 64 f/s 1/130 sec ランチャー付近より上空へ Anso color	ズーム f: 16 外は左に同じ
Zeiss Aero Topograph (中央観測点)	レンズ 絞り フィルタ 撮影速度 露出時間 フィルム	Topogon 100mm f: 6.3 Fuji No. 7 手動 2 秒に 1 駒 1/200 sec Kodak XX	左に同じ
キャビネ暗箱 (高速度カメラ 観測点)	レンズ 絞り フィルタ 露出時間 画面 Timing フィルム	Xenar 135mm f: 22 Fuji No. 7 1/200 sec ランチャー付近 3 秒後 Fuji カット Film (ASA 100)	左に同じ
15倍手動 追跡装置 (南観測点)	追跡 撮影カメラ	本体 レンズ 絞り フィルタ 撮影速度 同期 露出時間 フィルム	35mm Mitchell 改造カメラ Canon 800mm f: 8 R 25 f/s 目盛カメラと同時 1 P.P.S. 1/500 sec 35mm Fuji Nega (ASA80)
	目盛 撮影カメラ	レンズ 絞り フィルタ 撮影速度 同期 露出時間 フィルム	1 inch f: 8 ナシ 16 f/s 1 P.P.S. ストロボによる(短時間) 16mm Fuji Nega (ASA80)
15倍手動 追跡装置 (中央観測点)	追跡 撮影カメラ	本体 レンズ 絞り フィルタ 撮影速度 同期 露出時間 フィルム	35mm Mitchell 改造カメラ Raptar 250mm f: 5.6 Fuji No. 7 22 f/s 目盛カメラと同時 1 P.P.S. 1/500 sec 35mm Fuji Nega (ASA80)
	目盛 撮影カメラ	レンズ 絞り フィルタ 撮影速度 同期 露出時間 フィルム	1 inch f: 1.8 ナシ 16 f/s 1 P.P.S. ストロボによる(短時間) 16mm Fuji Nega (ASA80)



第 1 図 カッパ 6型-TW1 号機 飛しょう軌跡

a) 飛しょう軌跡 南および中央両観測点からの測定結果によると TW1 号はランチャー離脱後、発射方向より南側に $8^{\circ}48'$ 偏って飛しょうしており、ブースタロケットの燃焼、切離し、メインロケットの点火までは正常であったが、メインロケット燃焼中の発射後 20.85

秒で発音弾の早期作動が起った。そのため以後の追跡は行なわれなかったが作動点は南観測点における撮影フィルムによりはつきり確認され、ランチャーより水平距離 4,600 m、高度 9,760 m と測定された。

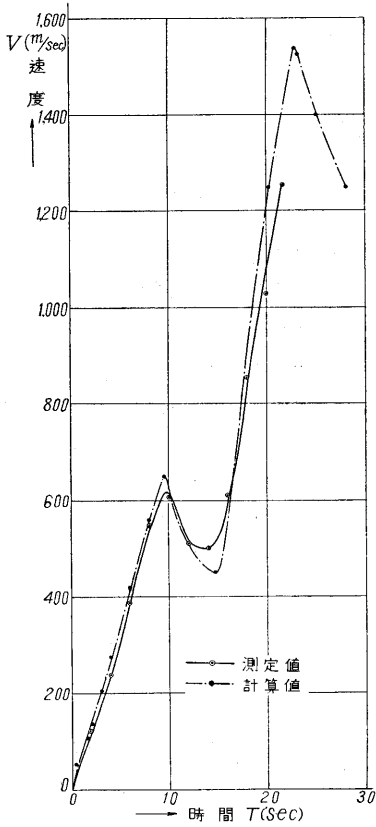
b) 速度—時間特性 第 1 図の飛しょう軌跡より水平距離—時間特性、および高度—時間特性の曲線を作りそれぞれの曲線を時間で図式微分して水平速度—時間特性および、高さの速度—時間特性とをもとめ、この二つを合成して速度—時間特性曲線を求めた。その結果を第 2 図に示す。この第 2 図によりブースタロケット燃焼中の最大速度は 620 m/sec となり計算値の 9.5 秒で 650 m/sec よりわずかに下まわっている。またコースティング中は測定値の方がわずかに大きく、メインロケット燃焼中は計算値より低くなっている。発音弾作動点の 20.85 秒後では約 1,260 m/sec の速度を示している。

(2) 6 型-TW2 号機の観測結果の解析

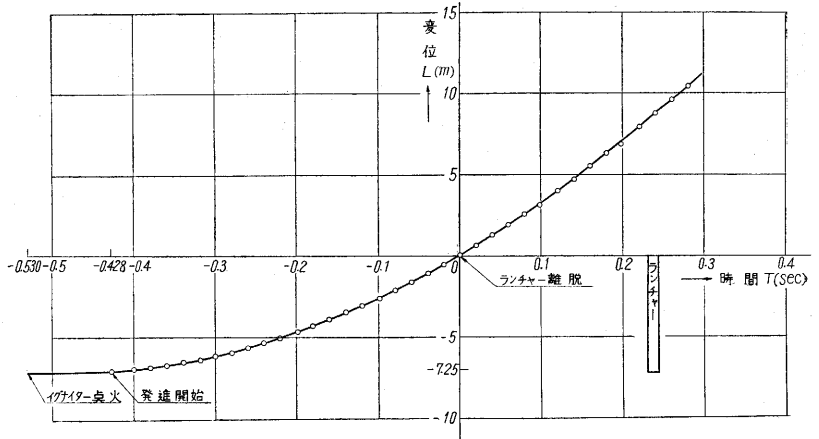
a) ランチャー付近の解析 結果 ランチャー付近 20m の範囲にわたって撮影を行なった。撮影速度は約 2,000 齣/秒である。

変位—時間特性 撮影された画面より変位—時間特性曲線(第 3 図)を得た。この曲線によりロケット・エンジンに点火されてから発進開始まで約 0.1 秒の遅れがあること、ランチャー離脱までは 0.53 秒間掛ることなどが解る。

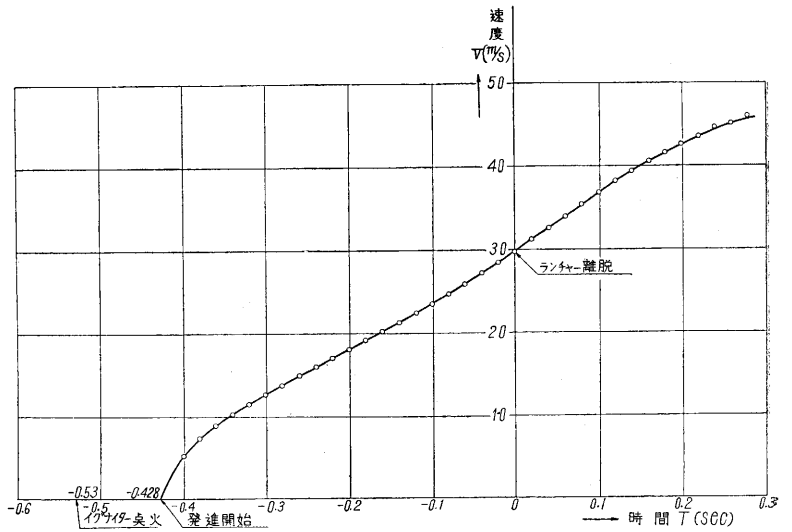
速度—時間特性 変位—時間特性曲線(第 3 図)を図式法を用いて時間的に微分を行ない速度—時間特性(第 4 図)を作った。



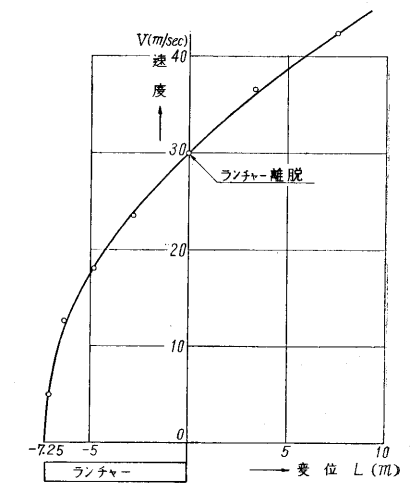
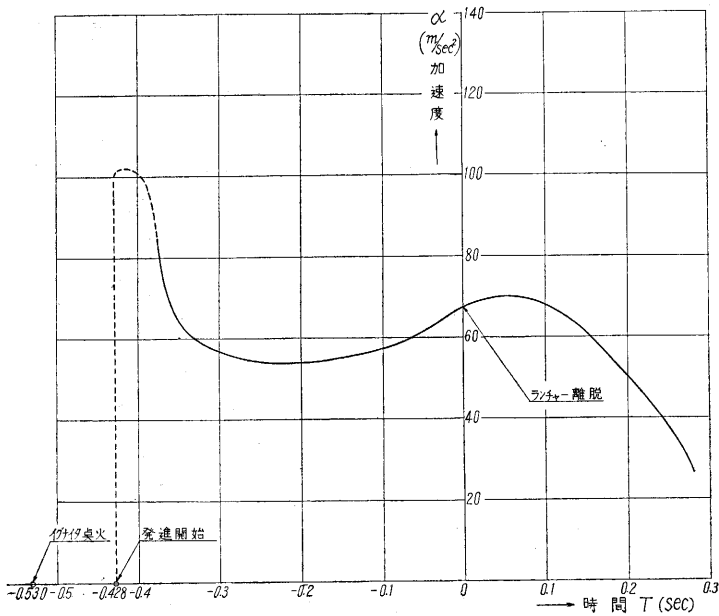
第2図 カップ6型-TW1号機 速度(V)—時間(T)曲線



第3図 カップ6型-TW2号機 変位(L)—時間(T)曲線



第4図 カップ6型-TW2号機 速度(V)—時間(T)曲線



↑ 第6図 カップ6型-TW2号機 速度(V)—変位(L)曲線

← 第5図 カップ6型-TW2号機 加速度(alpha)—時間(T)曲線

加速度—時間特性 速度—時間特性曲線 (第 4 図) をさらにもう一度微分して加速度—時間特性 (第 5 図) を得ることができた。発進開始付近は測定上の誤差が大きく点線で示してあるが最大加速度の点では約 100 m/sec² 程度は加わるものと思われる。またランチャー離脱の際の加速度は 67 m/sec² と測定された。

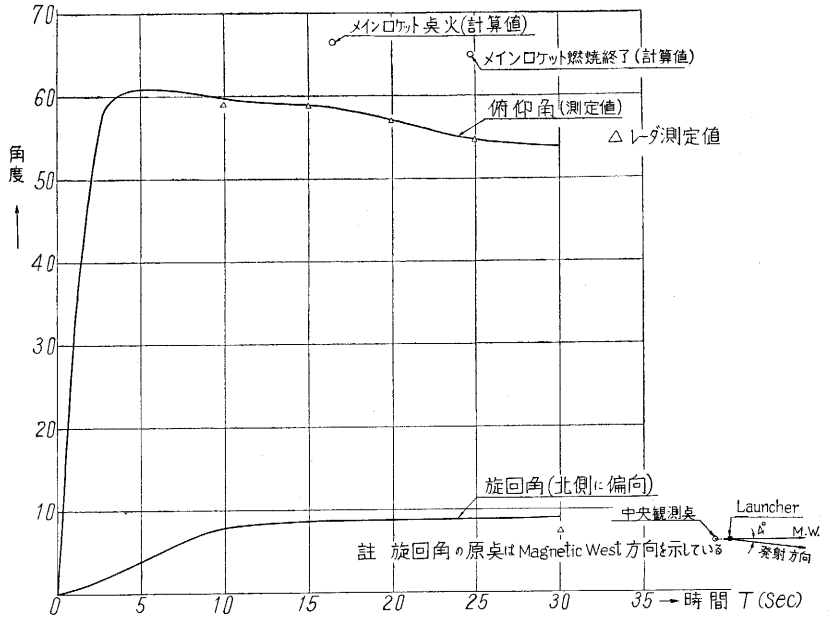
速度—変位特性曲線 変位—時間特性曲線 (第 3 図) と速度—時間特性曲線 (第 4 図) とを合成して速度—変位特性曲線 (第 6 図) が得られた。これで分るようにランチャー離脱の際の速度は 30m/sec であることが分る。

b) 飛しょう軌跡 南観測点による測定結果が思わしくなく、そのため完全な飛しょう軌跡を得る事はできなかったが中央観測点においては発射後 30 秒間捕捉することができたので、第 7 図に示しておく。この図からもわかるごとくランチャー離脱後約 30 秒でロケットは北側へ 4°50' 偏よって飛しょうしていることがわかる。また計算値ではメインロケットの燃焼開始時を中央観測点からのぞむと 66°24' であるが実測値では 58°30' となっている。また計算値からの燃焼終了時の仰角は 65° であるが実測値は 55° と大分低い角度になっている。この理由は多分ロケットが頭下げの状態では飛しょうしているものと考えられる。なおレーダ測定結果を同じグラフ上に記しておいたが、偏向角に少々差があるが発射後 15 秒付近よりは俯仰角はほとんど同じ値を示している。

4. あとがき

TW 1 号機では 発音弾の早期作動の時間および前後の状況等を完全にフィルム上に記録できた。これは光学的撮影装置を用いた目的にそうものと思われる。

光学的追跡はその観測点の位置や撮影レンズによる補正精度等で測定精度は変わってくるが 6 型のメインロケット燃焼終了時付近では数米の誤差範囲におさえられるため、このような異常点の位置等を知るためには一応必要と思われる。

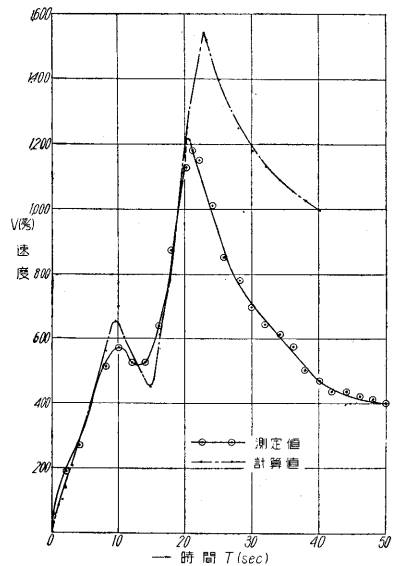


第 7 図 カッパ 6 型-TW 6 号機 中央観測点測定値

(109 ページよりつづく)

5. あとがき

6 型-1, 2 号機の飛しょう実験においては天候にも恵



第 8 図 カッパ 6 型-2 号機 速度 (V)—時間 (T) 曲線

まれ、追跡条件としては良好であり一応満足な結果を得ることができた。今回の実験においても発煙筒を付加してあればもっと捕捉範囲が大きかっただろうが、われわれの使用している装置では一応十分な結果であった。

(1959. 5. 8)