

カッパ7型1号機および8D型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34報)—

植村恒義・山本芳孝・戸田健次・長野末光・田中勝也

1. ま え が き

カッパ7型は K-420 エンジンを使用した一段式観測ロケットで、K-420 エンジンの空中における作動、性能、ロケットの安定性を調べることを目的とし、この結果によって2段式ロケット、カッパ8型のブースタとして使用する予定のものであった。また K-8D 型機は2段式ロケット、カッパ8型の予備試験機として2段ロケットの結合状態の飛しょうを行ない、その特性を調べることを目的とし、メインロケットはダミーとし、推進を入れず同一重量物を入れておき、メインとブースタは切りはなさず飛しょうを行なうものである。

K-7-1 号機は全長 6.719 m, 外径 0.428 m, 重量 1,194 kg である。K-8D 型機は全長 10.121 m, ブースタの外径 0.420 m, メインの外径 0.250 m, 全重量 1,475.8 kg である。

K-7-1 号機は昭和 34 年 11 月 18 日午後 2 時 2 分、曇天下で、K-8D 型機は昭和 35 年 3 月 28 日午後 3 時 32 分に秋田道川実験場においてそれぞれ 80° および 65° で発射された。機体内には加速度計・温度計・歪計・テレメータ送信機・レーダトランスポンダ・新しいドパップトランスポンダ等を搭載し、地上からはテレメータ受信、レーダ追跡のほか、われわれは光学的な追跡を行なった。両機とも飛しょう時には雲にみまわれたため完全な追跡ができず、ロケットが雲に見えなくなるまでにとどまった。

2. 追跡撮影装置

追跡記録撮影を行なうための装置を各観測点に配置した(配置図は第33報第1図参照)。

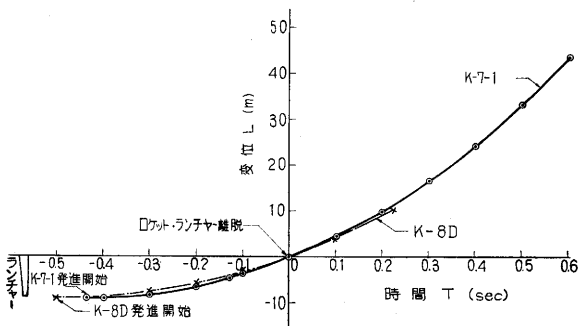
使用した装置は

- (1) 南観測点
 - 15 倍手動追跡装置
 - 50 倍望遠鏡撮影カメラ
- (2) 中央観測点
 - 15 倍手動追跡装置
- (3) 高速度カメラ観測点(通称 H.S 観測点)
 - 16 mm Fastax 高速度カメラ
 - 35 mm Bell & Howell カメラ
 - 16 mm Filmo 撮影機

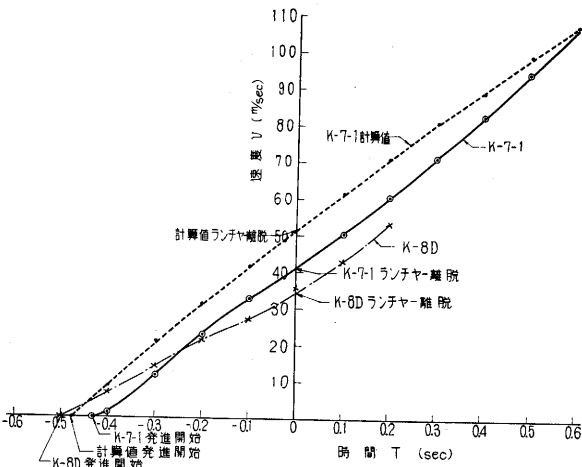
である。詳しいカメラデータは第1表を参照されたい。

3. 飛しょう観測

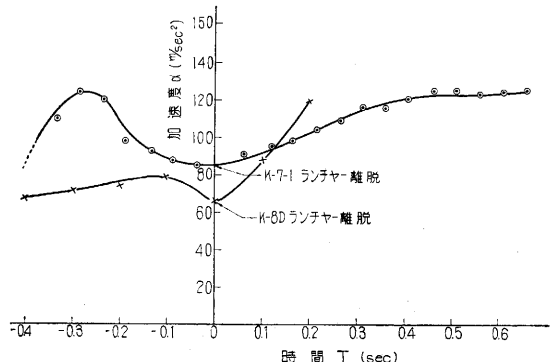
K-7-1 号機および K-8D 型機はともに新しい型のロケットであるため、ランチャー離脱付近の特性を知るため高速度カメラを使用し、詳細なデータを得ることができた。また追跡撮影は両機とも天候不良のため7~10秒しか追跡できなかった。



第1図 カッパ7型1号機および8D型機ランチャー離脱付近の変位(L)—時間(T)特性曲線



第2図 カッパ7型1号機および8D型機ランチャー離脱付近の速度(V)—時間(T)特性曲線



第3図 カッパ7型1号機および8D型機ランチャー付近の加速度(alpha)—時間(T)曲線

第 1 表 カ メ ラ デ ー タ

使用カメラ		K-7-1 号機	K-8D 型機
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 1駒の露出時間 フィルム	35mm Mitchell 改造カメラ Canon 800mm f: 8 開放 なし 28 f/s 目盛カメラと同時 1 P.P.S. 1/560 sec 35mm Fuji Nega (ASA 80)
	目盛撮影カメラ	1" f: 1.8 開放 なし 26 f/s 1 P.P.S. 1 msec以下(ストロボ照明による) 16 mm Fuji Nega (ASA 80)	左に同じ 1" f: 1.8 f: 8 なし 16 f/s 1 P.P.S. 1 msec以下(ストロボ照明による) 16 mm Fuji Nega (ASA 80)
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 1駒の露出時間 フィルム	35 mm Mitchell 改造カメラ Raptar 250 mm f: 4.5 f: 5.6 Fuji No. 7 24 f/s 目盛カメラと同時 1 P.P.S. 1/500 sec 35 mm Fuji Nega (ASA 80)
	目盛撮影カメラ	1" f: 5.6 なし 16 f/s 1 P.P.S. 1 msec以下(ストロボ照明による) 16 mm Fuji Nega (ASA 80)	左に同じ 35 mm Mitchell 改造カメラ Raptar 250 mm f: 4.5 f: 5.6 Fuji No. 7 22 f/s 目盛カメラと同時 1 P.P.S. 1/440 35 mm Fuji Nega (ASA 80)
16mm Fastax 高速カメラ (高速カメラ) 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 50 mm f: 4 A.C. 100 V なし 手動 X-1 sec で S.W. in 2,000 f/s 1/10,000 ランチャー付近 Tri-X (ASA 320)	Raptar 153 mm f: 4.5 開放 A.C. 58 V なし 手動 X-1 sec で S.W. in 2,000 f/s 1/10,000 ランチャー付近 Tri-X (ASA 320)
35 mm Bell & Howell 撮影機 (高速カメラ) 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 250 mm f: 4 開放 Fuji No. 7 24 f/s 1/500 sec シンクロモーター ランチャー付近より上空へ追跡 35 mm Fuji Nega (ASA 80)	左に同じ
50倍望遠鏡撮影機 (南観測点)	カメラ レンズ フィルタ 駆動 フィルム シャッタ	Canon 旧型 600 mm f: 11 Y 手動 Neopan SS 35 mm 1/500 sec	なし
16 mm Filmo 撮影機 (高速カメラ) 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	なし	Ektar 63 mm f: 2 f: 5.6 なし 64 f/s 1/100 sec ランチャー付近より上空へ追跡 16 mm Ansco Color (ASA 32)

4. 観測結果の解析

1) ランチャー付近の解析

高速カメラ観測点に配置した 16 mm Fastax 高速カメラによりロケットのランチャー離脱付近の特性を詳しく求めた。特に K-7-1 号機においては、16 mm Fastax 高速カメラおよび 35 mm Bell & Howell カメラから火焰がランチャーに沿って昇り、ロケットの腹部をなめることが明瞭に見うけられたことで、このことは今までには見られなかったことであった。

a) 変位—時間特性 撮影画面を 1 駒 1 駒測定した変位と撮影速度から求めた時間により第 1 図の変位—時間特性曲線を得た。この図面はランチャーの有効長さ 9 m をもって変位および時間の基準点としてある。図面からもわかるように、K-7-1 号機ではイグナイタ点火から 0.125 秒後に、また K-8D 型機では 0.024 秒後に発進を開始している。また K-7-1 号機は 0.40 秒後に、K-8D 型機は 0.524 秒後にそれぞれランチャーを脱している。

b) 速度—時間特性 第 1 図の変位—時間特性曲線を微分して第 2 図の速度—時間特性を得た。

第 2 図よりランチャー離脱時のロケット速度は K-7-1 号機は 41.5 m/sec、K-8D 型機は 38 m/sec となり、計算値による速度 (K-7-1 号機は 42.5 m/sec、K-8D 型機は 39 m/sec) に比べわずかに低い程度であった。

c) 加速度—時間特性 第 2 図の速度—時間曲線をさらに微分して第 3 図の加速度—時間特性曲線を得た。この曲線は第 1 図の変位—時間特性

曲線を二度微分して得たため曲線の精度はあまり良好でないが、大體の特性は十分に見ることが出来る。これによると、ランチャー離脱付近では K-7-1 号機では約 8.3G、K-8D 型機は 6.4G の加速度が加わっていることがわかる。

2) 追跡装置による飛しょう軌跡の解析結果

南および中央面観測点からの追跡記録結果を合成して飛しょう軌跡を得た。

また高度—時間、水平距離—時間特性をそれぞれ得てこれを微分して後合成し、速度特性をも得た。

a) 飛しょう軌跡 飛しょう軌跡を第 4 図に示す。第 4 図でわかるように、K-7-1 号機は計算値よりも上向きで飛しょうを行っており、発射後 2 秒で 81 度の角度で上昇している。そして雲に入るまでそのままの角度を保っている。また高度も計算値に比べ測定結果の方が高い値となっている。K-8D 型機は K-7-1 号機と異なり、計算値に比べやや下側を飛しょうしており、発射 5 秒後に高度で約 70m、水平距離で 30m 下まわっている。また 10 秒後には高度 170m、水平距離 10m をそれぞれ計算値より下まわっている。これらから考えてわずかの差はあるが、ほぼ計算値通りと考えてよく、K-8D 型機は正常な計算値通りの飛しょうを行なったものと思われる。

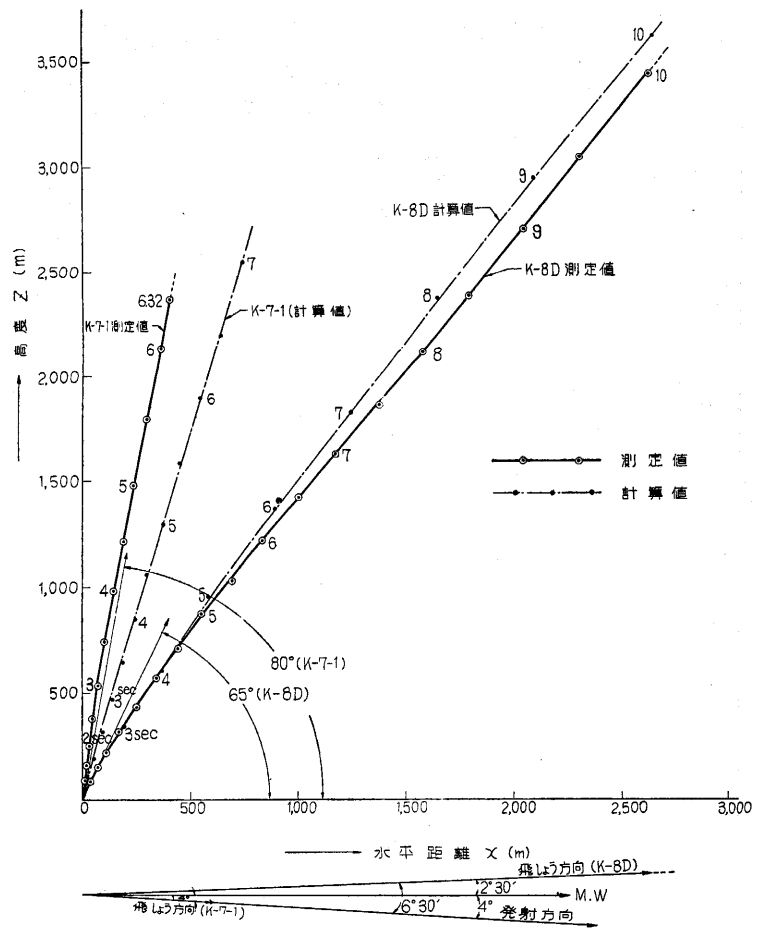
しかし、水平面での飛しょう方向は K-7-1 号機が発射方向へ飛しょうしたのに対し、K-8D 型機は南に 6°30' 偏よって飛しょうしている。

b) 速度—時間特性 高度—時間、水平距離—時間曲線を微分し、分速度—時間特性を得、これを合成して速度—時間特性を得たので第 5 図に示す。

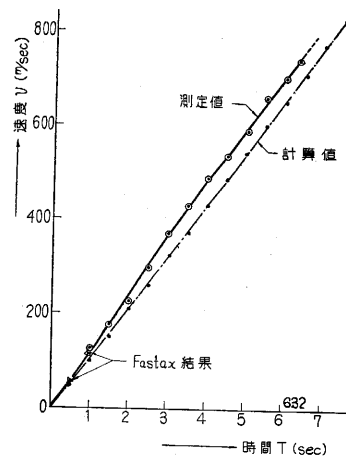
これによると K-7-1 号機は常に実測値が計算値を上まわった速度で飛しょうしている。発射 6 秒後では測定値は 710 m/sec (計算値 650 m/sec) であった。K-8D 型機は 10 秒後で約 950 m/sec で計算値とよく一致している。

5. むすび

K-7-1 号機および K-8D 型機は、ともに天候に恵まれず、K-7-1 号機では発射後 7 秒、K-8D 型機は発射後 10 秒でロケットは雲に入り、それ以後の観測ができなかった。特に K-7-1 号機が事故を起こしたことも撮影



第 4 図 カッパ 7 型 1 号機およびカッパ 8D 型機 飛しょう軌跡



第 5 図 カッパ 7 型 1 号機速度 (V)—時間 (T) 曲線

記録できずに終わり、この事故の原因については適確な点を見ることはできなかったが、ロケットの発進開始時に火焰がランチャー上をのぼり、ロケットの腹部をおおった珍しい現象が高速カメラで撮影され、十分検討の余地をのこした。

このようにロケットが新型になった時には特に高速カメラでの特性および状況撮影の必要性があることを感じた。
(1961年8月18日受理)