

カップ128・ロケット用新型ロケット・ボーン・カメラについて

——高速飛しょう体の光学的追跡に関する研究(第 14 報)——

植村恒義・長谷川 洸・伊藤寛治

1. ま え が き

ベビーR・ロケット用ロケット・ボーン・カメラについては、その性能ならびに実験結果をさきに報告したが(生産研究第8巻4号 1956年 P183-186)、ベビー・ロケット用カメラは最初の経験であること、時間的余裕がなかったため、つぎに述べるような種々の欠点もっていた。

(1) 内部機構が複雑でかつ華奢であるため加速度がかかった場合破損し易く、確実な作動を維持することが困難であること。

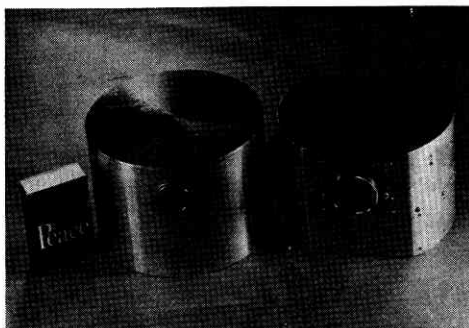
(2) シャッタの露出速度が遅いため、カメラぶれを生じ超高速ロケット用としては不適當であること。

(3) 16mm フィルムを使用したため、画面が小さくロケットの運動解析には不十分であること等。

これらの欠点を根本的に改善し、超高速ロケットに適した本格的カメラを製作することを計画したが、約2年を費し、まず第一次試作において 35mm フィルムを使用し、ライカ版の画面を連続 200 齣撮影できる性能をもち、極力簡素な機構を採用して、耐加速度性を高めたカメラを試作し、次いで第二次試作によってさらにシャッタ機構等に改良を加え、ここに 128 ロケット用カメラとして一応満足できる新型カメラを得ることができたのでその構造ならびに加速度試験等の結果を報告する。このカメラはまだ実際ロケットに搭載して使用する機会を与えられてないので、撮影結果を報告できないのは残念であるが、来春には実験できる予定である。

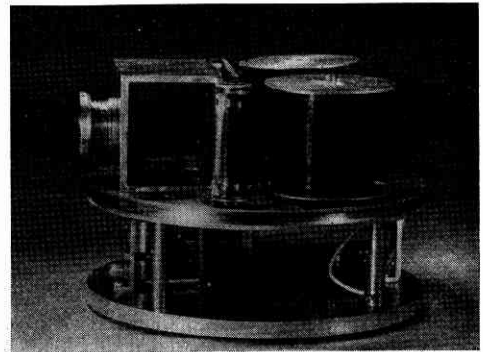
2. カメラの機構と性能(第1, 2図参照)

カメラは外径 122mm 長さ 90mm の円筒状軽合金ケ



右 第1次改良型 左 第2次改良型
第1図 カメラ外観

ースに収められており、フィルム、電池全装備重量 950 gr~1kggr である。外観および構造は第1, 2図に示す。



上部: 撮影機構部 下部: 駆動機構部
第2図 カメラ全機構部

これからわかるように内部は上下二段に仕切られ、上部が撮影機構部、下部が駆動機構部となっていて、この二部分は四本の柱で連結されている。モータ脇の空所には乾電池が入る。全機構部は外筒に嵌まり、フィルムが装填せられて後、上から蓋を嵌めこみ、水密が保たれるようになっている。

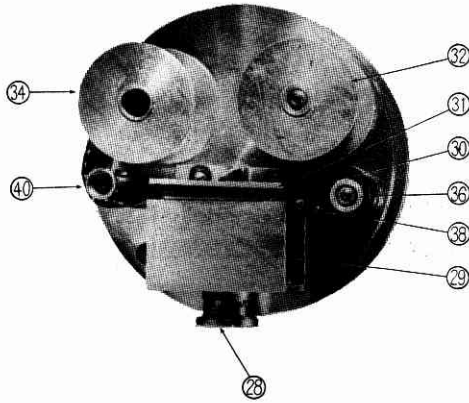
(1) 光学的特性

本機は撮影レンズとしてオリンパス・ズイコーW、焦点距離 35mm, F=1:3.5 を使用。フィルムは 35mm シネフィルムで 800cm (約 200 齣) の長さまで使用でき、画面の大きさは 25mm×35mm。シャッタは一枚のスプリング巻込形円板シャッタを用い、露出時間は 1/1200 秒である。撮影速度は加速度 0 の時、1 秒間に約 1 齣である。

(2) 撮影機構部(第3図参照)

この部分はレンズ取付け框 ㉔ およびプレート ㉕、スプロケット ㉖、装填および巻取スプール ㉗ ㉘ およびローラ ㉙ ㉚ から成る。レンズ取付け框には、外部からレンズ筒 ㉛ がねじ込まれる。プレートには板ばねがついていて、移動フィルムを適当な圧力で框端に押しつけている。装填スプールは固定軸に遊合し、巻取スプールは 2mm の直径の駆動ピンでもって回転巻取スプール軸の溝にはまりクラッチする。これら二つのスプールは、蓋についている突起で上からおさえられて、がたつかぬようになっている。

装填スプールに装填されたフィルムは、スプロケットの駆動によって巻きほどこかれ、途中プレートを通過して

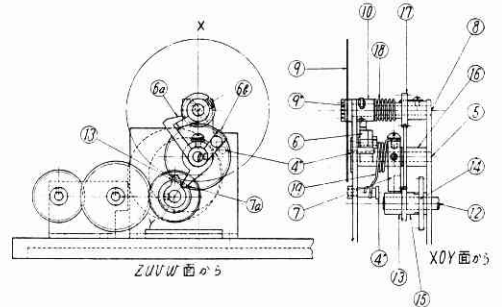
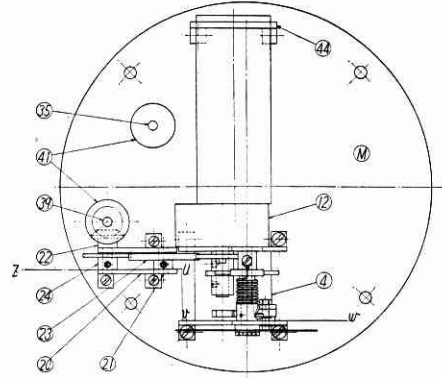


⑳レンズ筒 ㉑レンズ取付板 ㉒フィルムプレート ㉓フィルムプレート
抑え ㉔装填スプール ㉕巻取スプール ㉖㉗ローラ ㉘スプロケット
第3図 カメラ撮影機構部

巻取スプールに巻取られるが、フィルムがプレート前を通過する際、シャッタがきれて被写体の像がその上に撮影される。㉖ ㉗はローラであって、適当にフィルムに張力を与え、駆動を滑らかにする。なおこの部分全体につや消し塗料が塗られ、ハレーションを防ぐようになっている。

(3) 駆動機構部 (第4図参照)

この部分はシャッタ駆動部とフィルム駆動部とに分けられる。シャッタ駆動部は取付板④にまとめられている。すなわちこの取付板にはマイクロモータ⑩および二本の軸が取り付けられる。モータ軸にはギヤ⑭⑮およびカム⑬がセットされている。中間軸⑤は固定軸であって、ギヤ⑩と爪引っかけ受けレバ⑥とがアイドルに嵌め込まれている。このレバはスプリングで、ピン④㉑に押しつけられている。上部シャッタ軸には爪⑩と円板シャッタ⑨とが固定され、更にギヤ⑭が後部からアイドルに嵌められている。シャッタスプリング⑮の一端はこのギヤのボス上にセットされ、他端は爪⑩のボス上にセットされる。爪はテーパーピンでシャッタ軸に固定され、普段はレバの引っかけ部⑥aに引っかけられて停まっている。シャッタスプリングは、あらかじめ二回巻き込まれているので、爪とレバ引っかけ部との間には予圧がかかっている。シャッタは厚さ0.2mm、直径46mmのアルミ製一枚円板であって、一個所に開角20°のスリットが切っており、シャッタ軸のフランジに四本のねじで固定されている。フィルム駆動部分は取付板④の部分とスプロケット軸⑲および巻取軸⑳から成り立つ。ギヤ⑭からの動力はギヤ㉒㉓を経てベベルギヤに伝わり、スプロケット軸をまわすが、これにはプーレ⑱がついていて紐ベルトで巻取軸⑳をも同時にまわす。モータ軸が回転すると、一方ではギヤ⑭は中間ギヤ⑮を経てスプリング巻込ギヤ⑯をまわすからスプリングは他端(爪にセットされた部分)を固定されて次第に巻き込まれて行く。さらに回



④取付板 ④㉑レバ移動制限用ピン ⑥固定中間軸 ⑥爪引っかけおよび受
レバ ⑦中間レバ ⑧シャッタ軸 ⑨シャッタ円板 ⑩シャッタ駆動爪
⑩モータおよびモータ軸 ⑩モータカム ⑭フィルム駆動モータギヤ ⑮
スプリング巻込モータギヤ ⑯スプリング巻込中間ギヤ ⑰スプリング巻
込ギヤ ⑱シャッタスプリング ⑲レバスプリング
第4図 ロケットボーンカメラ駆動機構部

転が進んでモータ軸カム⑬がレバの下端⑦aを押しかけると爪はレバの引っかけ部⑥aから外れて軸と共に回転し、レバ受け部⑥bにて留まる。この際同時にシャッタ円板も回転しそのスリットがアパーチャを通過する時露光して撮影を行う。爪がレバ受部⑥bに衝突した時は、はね返らないように、受けにはダンパとして厚さ2mmのファイバがねぢで取り付けられてあり、さらに爪にも2mm程度の厚さでハンダが盛ってある。爪がレバの受けの上に乗る、続いてモータカム⑬がさらに回転して、レバ下端から外れると、レバはスプリングの力で再びもとの位置に戻り、爪は受けから外れてレバの引っかけ部⑥aにかかり、これもまたもとの状態に戻る。一方フィルム駆動部には前述のごとく動く動力が伝わって、スプロケット軸およびフィルム巻取軸をまわすからフィルムは連続的に送られて撮影を行って行く。

なお、モータは8V、3,400r.p.mのマイクロモータ(CL-4A-60型日本マイクロモータKK製)をギヤにより1/42に減速して用いられる。このモータの性能は第1表に示す通りである。モータ駆動のために、単3型乾電池6個(9V)を第4図の㉘部に入れて使用する。

3. 性能試験

(1) 静的撮影試験

第 1 表 カメラに使用したマイクロモータ
CL-4A-60 型の性能

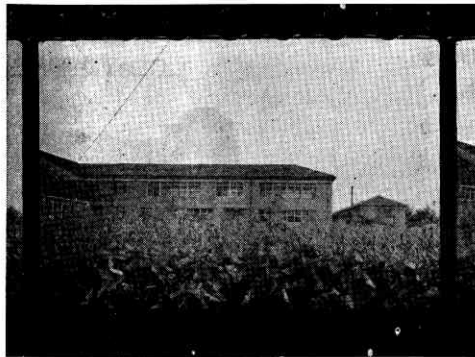
入 力		荷 重	
電 圧 (V)	電 流 (m.a)	回転数 (r.p.m)	トルク (g-cm)
12.0	21.5	123.3	0
12.0	35.0	118.5	100
12.0	45.5	117.3	200
12.0	58.0	112.7	300
12.0	70.0	110.5	400
12.0	85.0	105.5	500
12.0	97.0	102.1	600
6.6	18.0	65.1	0
6.6	43.0	60.0	200
7.3	19.0	72.9	0
7.3	67.0	60.0	400
7.6	19.5	75.8	0
7.6	80.0	60.0	500
8.0	20.0	81.2	0
8.0	95.0	60.0	600

レンズ：オリンパス・ズイコーW, F=1:3.5 を F8 に絞り、フィルタなしで使用
フィルム：35mm シネ用フジネガティブ SS (A.S.A. 80)

シャッター露出時間：1/1,200 秒

撮影速度：毎秒 1.2 齣

第 5 図はその撮影結果の一例である。この結果から見てわかるように



レンズ：35f/3.5 を f/8 に絞る。フィルタなし
露出時間：1/1,200 秒
フィルム：フジネガティブ SS A.S.A 80
送り：1.2P.P.S

第 5 図 該カメラによる写真

1) フィルムが連続送りで、撮影時停止しないにも拘らず露出時間が極めて短いため、引伸しても像は鮮明でフィルムの移動による像の流れはほとんど認められない。

2) 受けと爪との間の、ファイバ対はんだのダンパがよく利いていて、はね返りによる多重露出は認められない。両者の間にダンパをつけないと、はね返りによる多重露出は著しい。

3) かぶりもハレーションもほとんど認められない。これは一枚回転円板シャッターで十分外部からの余分な光

の侵入を妨げることを示す。

第 2 表 カメラ・加速度試験による加速度とシャッター週期関係表

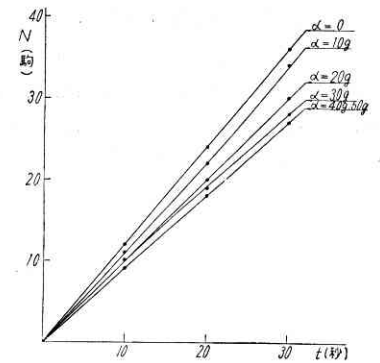
加 速 度 (g)	0	10	20	30	40	50
試験機回転数 (r.p.m)	0	95	134	164	189	211
10 秒後の齣数	12	11	10	10	9	9
20 秒後の齣数	24	22	20	19	18	18
30 秒後の齣数	36	34	30	28	27	27
シャッター一周期平均時間(秒)	0.83	0.88	1	1.07	1.1	1.1

(2) 加速度
試験 (第 2 表, 第 6 図, 第 7 図参照)

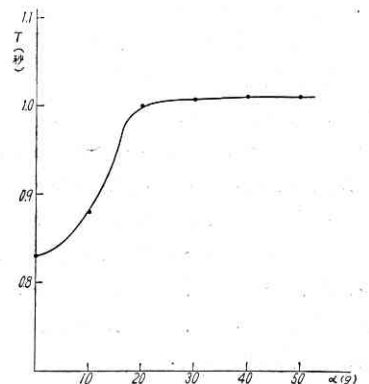
この試験には第一部池田研究室の観測ロケット用計器検定用の回転加速度試験機を用いた。

(生産研究第 8 卷 6 号 1956 年 P262-263)すな

わち試験器に付属している長さ 200 cm (回転の半径 100 cm) の回転腕の一端にカメラをその円筒軸が腕の回転半径方向に一致しかつ底が外側を向くようにとりつけ、他端に



第 6 図 各加速度 (α) における N (齣数) - t (時間) 曲線



第 7 図 T (平均周期) - α (加速度) 曲線

平衡錘を固定し、これを 0 から 211r.p.m まで回転し、カメラの円筒軸方向に 0 から 50 g までの遠心力による加速度を与え、カメラを作動させつつ、シャッターの音を聞いて 10 秒毎の齣数を測定した。その結果を第 2 表および第 6 図, 第 7 図に示す。この試験範囲内では加速度増加に伴うカメラ作動停止傾向は全く認められなかった。特異な現象としては、第 6, 7 図からわかるように、最初 20 g 位までは加速度の増加に伴って、シャッターの一週期の間の時間の増加も急であるが、それ以後は加速度が増えても一週期の間の時間が一定値 (大体 1.1 秒) に安定して終わって変動しなくなることである。加速度がさらに増加して行ってもこのままの状態がかなり長く続きある加速度まで来ると再び急に一週期の間の時間が増えて停止に向うのではないと思われる。

ここに注意すべきは、装填時フィルムがそのスプール

から巻きほどこけて、フランジの外にはみ出していると、加速度がある程度ふえた時（大体 30 g 位から）フィルムの下端が直接底板を圧して摩擦力のため、フィルム送りの作動が著しく妨げられることである。

4. むすび

本機の主な特徴は

(1) シャッターとしてスプリング巻込式一枚円板シャッターを用いているため、そのシャッター速度が飛躍的に高まり、超高速ロケットに搭載してもカメラぶれを生ずる恐れはほとんどなくなったこと。

(2) 前記シャッター使用のため、全体としての構造が単純かつ頑丈となり、一方撮影機構部の諸軸（各スプーラー軸、スプロケット軸、ローラ軸等）がすべてロケットの中心軸方向（すなわち最大加速度のかかる進行方向）

にとられたことと相俟って耐加速度性が著しく向上したこと。等て来るべき来春の実験には相当の好結果が期待される。なお改良の次の段階として考慮すべき点は

(3) シャッターの開いた瞬間の時刻を刻々正確に地上に通信する方法を考えること。

(4) 二つのカメラをそのレンズを互に直角方向に向けて重ねて取り付け、両方を連動させて同時刻に 90° 方向の二つの撮影を行う方法を考えること等である。これ等の点についてははでき得る限り速かに解決し一層高性能のカメラに仕上げる所存である。

終りにのぞみ、加速度試験装置につき協力戴いた第1部池田研究室ならびにこのカメラの設計、性能試験に際し終始協力して戴いた当研究室の山本芳孝、鈴木忠男両君に謝意を表する次第である。(1957. 10. 15)

カッパ II 型 1 号機の光学的追跡について

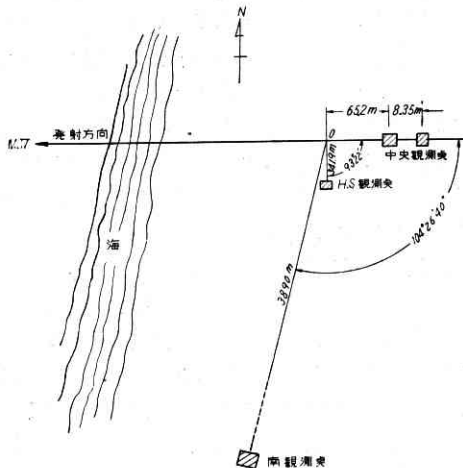
—高速飛しょう体の光学的追跡に関する研究（第 15 報）—

植村恒義・戸田健次・山本芳孝・山谷健三郎

1. ま え が き

カッパ II 型 1 号機は、昭和 32 年 4 月 24 日午前 10 時、秋田道川実験場において飛しょう実験が行われたがその飛しょう航跡を追跡し、その特性を知るため、セクタ・フレーム・カメラ、15 倍手動追跡装置、ミッチェル改造追跡装置、Fastax 高速度カメラ等を使用した。カッパ II 型ロケットは二段式ロケットの最初の試みであるので 220 ブースタ・ロケットの性能を試験するため 128 J メイン・ロケットをダミロケットとし、一体のまま飛しょうさせた。以下光学的追跡撮影装置、および解析結果を簡単に報告する。

2. 追 跡 装 置



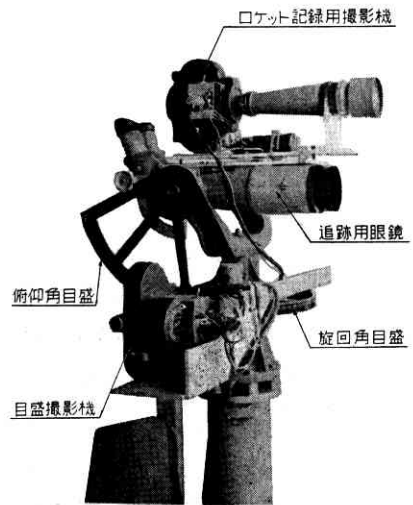
第 1 図 追跡撮影装置配置図

下記の 5 種の光学的追跡撮影装置を第 1 図に示すような配置で使用し、いずれも良好な結果を得た。

(1) セクター・フレーム・カメラ A 機

ロケット撮影用扇形画面特殊撮影機で当研究室で考案試作したものである。

高速度カメラ観測点に設置し、180 mmf : 4.5 レンズを使用し、撮影速度は毎秒 25 齣、1 齣の露出時間は 1/1,000 秒である。なおフィルタは Wratte



第 2 図 15 倍手動追跡装置

n, No 25A (赤) を使用し、ランチャーより約 300m の範囲の航跡を真横より撮影できる。

(2) セクタ・フレーム・カメラ B 機

ランチャー後方 73.5m の中央観測点に設置し、185 mm, f: 4.5 レンズを使用し、撮影速度は毎秒 10 齣で 1 齣の露出時間は 1/1,000 秒であるフィルタは Wratten No. 25A を使用、ランチャー発進直後より上昇中の