

ラムダ型エンジン (735φ 1/3, 735φ 2/3, 735φ 3/3)

の地上試験について

—高速飛しょう体の光学的追跡に関する研究 (第 37 報)—

植村 恒義・田中 勝也・金沢 和夫
喜久里 豊・岡宮 誠一

1. まえがき 大型ロケット開発に伴うラムダ型ロケットエンジンの地上燃焼実験が秋田で行なわれた。これはテストスタンドと称せられるエンジンベット上に、ロケットエンジンをセットし、地上で燃焼実験を行なうものである。昭和 36 年 4 月 23 日午後 2 時 35 分に、L-735 1/3 が、また昭和 37 年 3 月 31 日 (午後 4 時 5 分) に、L-735 2/3 の地上燃焼実験が、秋田県能代市浜浅内海岸で行なわれた。そして、秋田県能代市浜浅内海岸に、あらたに実験設備をもうけ始めて L-735 3/3 の燃焼実験が、昭和 37 年 10 月 29 日午後 2 時 15 分に行なわれた。この燃焼実験に際し内圧、内圧振動、推力、歪、振動音響、湿度および光観測等 80 点にわたる測定を行なった。われわれ光学班は 16 mm 高速度カメラおよび 35 mm 撮影機 (1 コマの露出時間 1/500 秒) を用い、ロケットエンジンのノズル部分の火焰の状況等を撮影した。そして撮影したフィルムはロケットエンジン、火薬等各専門の関係者の検討に供した。撮影および観察結果

を報告する。

2. 撮影装置および方法 ラムダ型ロケットエンジンの地上燃焼実験に使用した撮影機は 16 mm プリズム式高速度カメラ (最大撮影速度 10,000 コマ/秒) および 35 mm 撮影機である。L-735 1/3 の場合は、プリズム式高速度カメラ (Fastax) と、35 mm 撮影機 (Bell & Howell カメラ) を用い、高速度カメラはロケットエンジンのノズル部分を撮影し、35 mm 撮影機はロケットと火焰の状況を、全部画面に入るようにして撮影した。L-735 2/3 も同様に行なった。高速度カメラの撮影速度は、現象に応じて決定した。ラムダ型ロケットエンジンの燃焼実験では、ノズル部分および火焰をできるだけ時間的に長くみたいとのことで、撮影速度 500 コマ/秒にした。したがって、100 ft のフィルムを使用した場合、この撮影速度で、約 10 秒間撮影できることになる。そこで L-735 3/3 の実験では、2 台の高速度カメラを使用し、最初 1 台の高速度カメラを用いて撮影し、撮影

第 1 表

使用カメラ		735 1/3 L	735 2/3 L	735 3/3 L
16 mm Fastax 高速度カメラ	レンズ	Raptar 101 mm	Raptar 153 mm	Raptar 153 mm
	絞り	f: 3.5	f: 8 よりやや絞る	f: 4.5
	カメラ電圧	AC 33 V	AC 27 V	AC 27.5 V
	フィルタ	Wratten No. 85	なし	なし
	同期	手動	手動	手動 × -2 sec SW on
	撮影速度	800 f/sec	500 f/sec	500 f/sec
	画面	ロケットエンジンのノズル部分	ロケットエンジンのノズル部分	ロケットエンジンのノズル部分
フィルム	Eastman Color Negative (ASA 50) (5250)	Eastman Ektachrome (7257) (ASA 160)	Eastman Ektacerome (7257) (ASA 160)	
16 mm 日立 Himac 高速度カメラ	レンズ			Nikkor 180 mm
	絞り			f: 2.8
	フィルタ			なし
	同期			手動によるカウント × +6 秒 SW on
	撮影速度			500 f/sec
画面			ロケットエンジンのノズル部分	
フィルム			Eastman Kodak (Reversal) Type 7257 (ASA 160)	
35 mm Bell & Howell カメラ	レンズ	Tessar 80 mm f: 2.7	Tessar 80 mm f: 2.7	Tessar 80 mm f: 2.7
	絞り	f: 5.6	f: 6.3	f: 2.7 開放
	フィルタ	Wratten No. 85	Wratten No. 85	Wratten No. 85
	撮影速度	24 f/sec	24 f/sec	24 f/sec
	1コマ露出時間	1/500 秒	1/500 秒	1/500
	フィルム	Eastman Color Negative (ASA 50) Type 5250	Eastman Color Negative (ASA 50) Type 5250	Eastman Color Negative (ASA 50) Type 5250

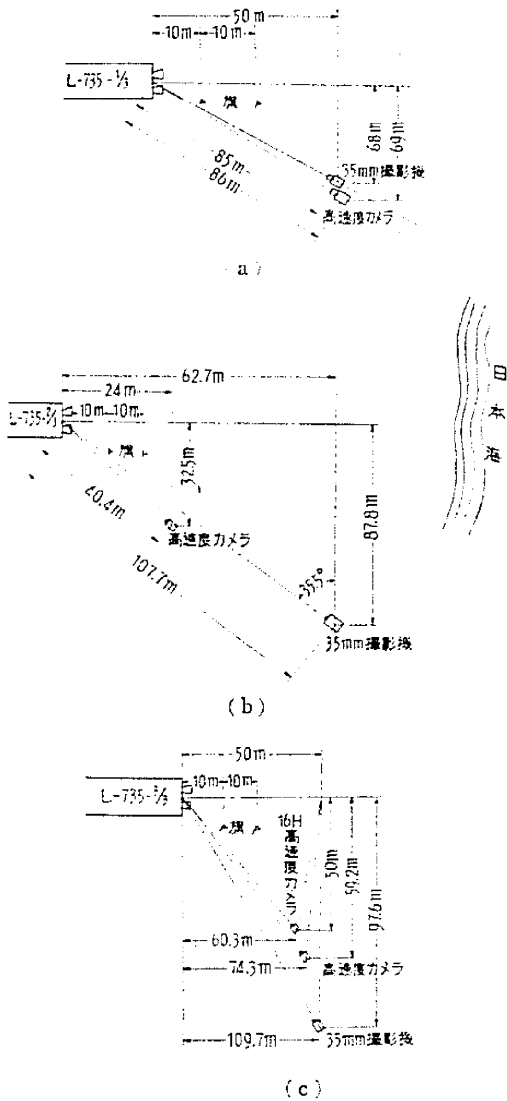
終了前に 2 台目の高速度カメラを起動させ撮影時間を長く、しかも連続して見られるようにした。この高速度カメラは両機とも 16 mm フィルムのエッジにネオン管によるタイムマークを写し込み時間軸基準とすると同時に 2 台の高速度カメラのオーバーラップ中に閃光電球を画面にうつしこんで、2 台の撮影機の時間基準を合わせ得るようにした。35 mm 撮影機はシャッタ開角度を狭くし 1 コマ 1/500 秒の露出時間としている。使用したフィルムは高速度カメラおよび 35 mm 撮影機とも、カラーフィルムを用いた。詳細はカメラデータ (第 1 表) を参照されたい。

撮影方法は、L-735 1/3 および 2/3 と同じで、コントローラより零マークをもらい、写真用フラッシュを

画面に写しこんだ。高速度カメラおよび 35 mm 撮影機も手動により、カメラをスタートさせた。また 35 mm 撮影機には、画面の片隅に 1 秒 1 回転および 1 分 1 回転の時計板を写し込むようにしてある。なお、撮影配置図は第 1 図 a, b, c に示す。L-735 3/3 の撮影は、高速度カメラで、なるべく時間的に長く撮影して、ロケットエンジンのノズル部分を観察することにした。最初に 16 H 高速度カメラを手動によりスタートさせ、フィルムが終わる 1 秒の所でイベント用パルスを働かせ 16 H 高速度カメラと Fastax 高速度カメラの時間軸をつなぐために、写真用フラッシュを閃光させた。2 番目に作動させる Fastax 高速度カメラも、16 H 高速度カメラのフィルムが撮影し終える 2 秒くらいまえに手動により作動させた。もちろん高速度カメラを使用する場合、手動で行わず電気回路により、自動的に作動させる装置もあるが、今回の燃焼実験は撮影速度が低速のため手動で行なった。35 mm 撮影機は、L-735 1/3 および 2/3 の時と同様に行なった。撮影配置図は第 1 図に示す。

3. 撮影結果 撮影はいずれもカラーフィルムを用いたため、火焰の状況、煙の様子等も良く観察することができた。カラーフィルムは適正露出の範囲が狭いので、露出には注意し、また火焰の光量をあらかじめ測定できないため、周囲の光量で露出を決定した。L-735 1/3 の際は薄くもり、L-735 2/3 の際は暗、L-735 3/3 の際は雨天であったが、撮影結果は、ほぼ適正で火焰はやや露出過度であった。解析結果は省略する。

4. あとがき 昭和 36 年 4 月から 37 年 10 月までに 3 回にわたり、ラムダ型ロケットエンジン (L-735 型) の燃焼テストが行なわれ、われわれは高速度カメラ装置を用いて、その燃焼状況を撮影することに成功した。撮影はすべてカラーフィルムを使用した結果、燃焼状態を非常に良く観察することができた。通常モノクロフィルムを用いて撮影を行なうと火焰の部分、透明なガス体の部分、焰等を良く識別できないが、カラーフィルムでは、これらをはっきり分離して見ることができた。このことは、天候が非常に悪かった L-735 3/3 の場合、最も効果があった。燃焼実験でのプリズム式高速度カメラの使用は、ロケットエンジン燃焼時間が、10 sec から 20 sec 以上もある場合に、燃焼状況をすべて撮影するには、カメラを 2 台以上を必要とする。またシャッタ時間を短くした 35 mm 撮影機の使用も非常に有効で現象の全体を観察するのに役立った。(1963 年 5 月 2 日受理)



第 1 図 撮影配置図