

## ミューエンジンの開発 (I)

秋 葉 録 二 郎

M計画は人工衛星をつくり得る可能性をもつ大型観測用ロケットの開発を目的とするもので、そのため従来のカップ、ラムダシリーズにより得られた知識を基礎としながら、これらにとらわれない新しい構想のもとに全計画がたてられた。エンジンについても単に高性能（高比推力，高質量比）であるということ以外に大型化したことから、

1. 絶対的な信頼性
2. 輸送に支障のないこと
3. できるだけ価格の安いこと

等の点が今まで以上に切実な要求となった。

これに対し、まず新しい推葉を採用すること、第1段ブースタは、セグメント方式（エンジンを幾つかのブロックに分け、それを現地で組み立て完成した1個のエンジンとするもの）とすることを基本方針として、1,000, 1,200, 1,400φ直径のものについて System Study を行ない、直径を1,400φと決定した。現在、M計画はまだ細部にわたる検討が残されているが、概略の形体としては、第1段が M-1,400φ、第2段が同じく M-1,400φで長さが第1段の約 1/3 のエンジン、第3段は直径 735φ 第4段を球型ロケットとするものである。この外第1段の加速度不足を補うための launching booster および姿勢制御用補助ロケットがこれにつく予定である。しかし、狭義にいて、Mエンジンとは、1,400φ直径のもの、すなわち1段目および2段目エンジンをよぶこととする。

推葉の開発については、従来同様小型のものから順次スケールアップして大型エンジンの地上試験へ移行するやり方をとったが、今回はその途中の段階がすべて飛ばすように供せられるサイズのもので、L-735改エンジンがこれの副産物として完成した（該当項目参照）以外に、M-1,400 1/8 エンジンは M ロケットの2段目エンジンの地上テストをも兼ねたわけである。

次にセグメントの数をいくつにするかについては現在まだ飛ばす用のものに関する最終決定方針はないが、1/3についてセグメント結合の練習の意味をかねて、2,200 mm の平行部と鏡板側およびノズル側を前後で結合することとした。セグメント結合方式としては、

1. ボルト方式

2. ワリカン方式
3. シャピン方式
4. サークリップ方式

等が検討されたが地上試験用 M-1,400 1/8 は初めての試みでもあるので、平凡なボルト結合方式をとった。M-1,400 1/8 のノズルはこれが2段目用のものであるため、燃焼室中にスロートをもつ型（埋没型ノズル）のものとした。これにより、多少の推葉ローディング量を犠牲にしても1~2段結合部長さ従って、その重量を節減できると共に、ノズル近くのチャンバ壁への熱流を減らすことができる利点がある。

結合部およびノズル周辺の推葉、ライナーをどのようにするかもこれら新しい試みにより提起された問題となった。そこで、いきなり M-1,400 1/8 で実験する前に小型によるテストの必要性を感じ、250φ エンジンによるセグメント部および新形式ノズルの試験を行なった（昭和38年10月10日）。ただしこの場合セグメント結合は2のワリカン方式によった。この内圧、推力、温度、歪等の測定により、M-1,400 1/8 設計の基礎資料を得た。

M-1,400 1/8 のノズルも L-735 改ノズルと同様、アブレーション断熱の方式をとった。アブレーション材料の厚みは壁への熱流入量に比例してきめる。理論上ノズルへの熱伝達係数への寸法効果は  $D^{-0.2}$  (D: 代表的な長さ) の程度であるので、小型ロケットでの侵食率から比較的精度よくきめられる。

なお地上用エンジンであるので、チャンバは HT-85



(a)



(b)

第 1 図

を用いた。地上燃焼試験は昭和 39 年 3 月 5 日 14 時 30 分点火により NTC, LM テストスタンドにて行なわれた (第 1 図)。

#### エンジン緒元

|     |          |
|-----|----------|
| 直径  | 1,420 φ  |
| 長さ  | 4,110 mm |
| 全重量 | 約 9 ton  |
| 推力  | 約 30 ton |

#### 実験の条件

天気 晴, 気温 6.8°C, 薬温 10°C

#### 計測項目

推力, 内圧, 内圧振動, 温度, 振動, 光学観測は L-735 改のときと同様の方法で測定した。

新しい試みとしてソニー株式会社のご厚意により

VTR により録画燃焼中の模様をつぶさに観察し得た。

#### 計測結果

燃焼はまったく正常でかつ安定であり, 内圧, 推力等の計測はすべて順調で大略予想通りの値をしめした。セグメントチャンバ, ノズル等の構造も, なんら異常はなく, 外壁の温度上昇は極めて少なく, 点火装置, 新型ノズルクロージャも予期の通りの作動をした。燃焼後の所見によればノズルおよび内部断熱材共予期以上の性能を発揮しており, 飛しょう用にはかなり大幅の重量軽減が可能と思われる。ノズルインサートのグラファイトは大型良質のもの試作が間に合わず, やむを得ず電極用のものを使用した, 無機酸化物のコーティングが有効で, なんら問題となる点はなかった。

この地上実験の成功により Mフルサイズエンジン設計への指針が与えられ目下設計段階を終え製作を急いでいるところであるがこれについては, 次の機会にゆずることとする。

終わりに東大 SE 研究班 (特に機体関係の糸川, 玉木, 森, 秋葉各研究室) と共に Mエンジンの開発に努力されているプリンス自動車工業 KK, 帝国火工品製造 KK, 三菱重工業 KK 神戸造船所ならびに直接間接に協力された関係諸会社, 特に東海電極 KK (ノズル用グラファイト材料), 松下通信工業 KK (温度計測) ならびエシヤ製作所 (試験設備) に厚く感謝の意を表する。

#### 参考文献

- 1) 秋葉, 長友, 松尾 「M計画案」 SE-TN-62-001, 002, 003-P
- 2) 「M-1,400 $\frac{1}{2}$  ロケットモーター地上燃焼試験報告」 プリンス自動車工業研究調査報告第 195 号, 1964・4・24
- 3) 森研究室 「M-1,400 $\frac{1}{2}$  地上試験における歪, 振動測定」 SE レポート 1964・4

## ラムダ 735 型改良エンジンについて

秋 葉 録 二 郎

われわれはさきに L-735 型エンジンを開発し, これにより L-2-1, 2 号機の飛しょう実験によりその完成を確認した。一方, L に続く大型観測ロケットとして M計画がたてられ<sup>1)</sup>, このため大量に用いられる推薬として高性能高信頼性で, しかもできるだけ安価であるものが要求されるに及び, 新しい推薬の採用を決定, これの性能確認試験が 1963 年初めより行なわれた。その段階として当然現在までに開発したシリーズのエンジン 160 φ, 250 φ, 420 φ, 735 φ について新推薬による地上試験をす

ることになった。上記 Mエンジン推薬に対する諸要求はもちろん, 中小型ロケットについても好ましい特性であるので, これらエンジンの性能確認試験後は, 次第に現在までのカップシリーズのエンジンとして用いられることとなるが, その最初のものとして, 一連の新エンジンを用いた 3 段ロケット L-3-1 の飛しょう試験をもう一つの目標としてその完成を急いだ。

735 改の実験に先立ち行なわれたこれらの地上実験のうち, 特に 420 改は保安距離の関係でプリンス自動車工