

M-3H型ロケットの信頼性保証 (機体関係)

林 紀幸・東 照久・今田 雄久*

1. 概 要

M-3H型ロケットは、M-3C型ロケットの性能向上型として計画されたもので、3機製造し実験に供した。結果は、各々満足すべきものであり、初期の目的を達成している。ここではロケットの信頼性保証に関する活動の概要を述べる。

2. 信頼性保証

2-1. 基本的な考え方

ロケットは、普通の機器と異なり、ワンショットのシステムであり、ミッションの作動時間は短い。主要構成部品である固体ロケットモータは事前に作動、運転ができない宿命にある。その上、上段側になればなるほど高い性能が要求され、かつ熱、衝撃、真空等の厳しい環境にさらされる。このような中で高い信頼度を満足することは容易なことではないが、その必要性は大変大きなものがある。そこで、この高い信頼度を満足させるため次のような信頼性保証の方法をとっている。

- (1) 部品、材料の選定と標準化
- (2) 設計の標準化
- (3) 信頼性試験
- (4) 設計評価
- (5) 信頼性管理会議

2-2. 部品、材料の選定と標準化

M-3H型ロケットに使用された部品、材料は広範囲にわたっている。ロケットモータのケースには、マルエージング鋼、チタン合金、アルミニウム合金、クロムモリブデン鋼、カーボンFRPが使用され、構造用としては、ガラスFRP、カーボンFRP、アルミニウム合金、クロムモリブデン鋼等、非常に多くの種類が使われている。また推進薬には、ポリブタジェン系、及びポリウレタン系が使用され、その原材料の種類も多いのも同様である。

これらの広範囲にわたって使用される部品や材料がその機能を果たすために、それらの選定が信頼性に寄与する大きなウェイトを占めることになる。従って選定に当たっては、評価された使用実績のあるもの、公的規格品及び製造メーカーにて標準化された部品、材料を積極的に取り入れている。また、広範囲にわたって使用される部品、材料であっても、極力統一化さ

* 日産自動車宇宙航空部

れ標準化して、信頼度を上げる努力を行っている。

2-3. 設計の標準化

一般的に単純な設計ほど、その固有信頼度は高くなる。また、構成部品数をできるだけ少なくし、部品、材料の種類も極力減らし、そして実績ある部品を使用することは設計信頼性確保の基本である。この思想をM-3H型ロケットにも生かし、更に設計に当っては設定されている技術基準書を可能な限り利用している。

2-4. 信頼性試験

M-3C型ロケットからM-3H型ロケットへの移行に伴い、新しく開発された部分がある。新開発部は必ず地上において試験が実施され、その性能、機能が確認される。試験の結果は実機へフィードバックされ、また改造が必要になった場合は、再試験が行われる。これらの試験は可能な限りのシミュレーションが考慮されており、実際の状態に近い工夫がなされる。しかし、その環境範囲を越え、より過酷な条件で余裕度合を確認するため環境試験が実施される。環境試験に供されるのは一般的にロケットモータ部であり、試験装置、開発費用、開発期間等の関係からシミュレーションモータで実施する。M-3H型への移行によって実施された主な試験は第1表のとおりである。

第 1 表

試験アイテム	試験回数	環境試験	試験回数
キックモータ(A) モータケース剛性, 破壊	1		
キックモータ(B) モータケース剛性, 破壊	1		
キックモータ(A) 性能確認	2	シミュレーションモータ	1
キックモータ(B) 性能確認	1	シミュレーションモータ	1
ノーズフェアリング剛性, 開頭機能	1		
第1段(M-13)モータ性能確認(TVCを含む)	1	シミュレーションモータ	1
キックモータ(A), 衛星接手, 剛性分離機能	1		
M-3A, キックモータ(B) 接手, 剛性分離機能	1		
B ₂ PL(C-FRP)剛性, 振動	1		

2-5. 設計評価

信頼性の高いシステムを開発する際の信頼性保証のために、設計フェーズにおける評価、見直しの手段として設計審査を行う。M-3H型ロケットの場合は、設計審査は導入してい

ないが、その主旨をくみ、概案設計の段階、並びに新規開発アイテムの詳細設計終了段階で設計検討会が実施され、検討された結果は必要により設計段階へフィードバックされている。

2-6. 信頼性管理会議

M-3H型ロケットでは、M-3C型ロケットから引続き、信頼性向上のために、東京大学とメーカーによる定期的な信頼性会議を開催している。そのため第1図のように各チームが構成され、その運営に当たっている。

2-6-1. 工程立合確認

あらかじめ調整し、設定された主要な製造工程の立合確認が各チーム毎に行われ、その時点での評価、確認及び問題点の検討が行われている。確認項目は次のとおり。

(1)立合工程の評価

チーム毎に立合工程が選定されるが、その際に考慮しているのは機能品の試験工程、機体組立検査工程、ロケットモータの推進薬製造工程等、最終段階では確認の困難な工程と完成検査工程である。そして、立合工程毎に結果が評価され、問題点が発生した場合は、検討を加えて処置が行われている。

(2)製造来歴の確認

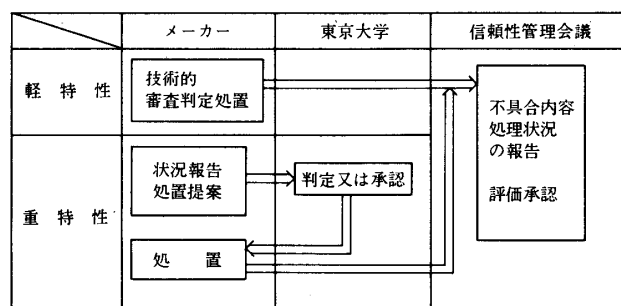
立合工程間における製造来歴について、記録文書又は口頭説明により確認がなされ、問題点のある場合は検討処置されている。

(3)進捗状況、日程の確認

計画工事日程に対する進捗状況の確認が行われており、変更されていれば、その後のインターフェースの日程や立合日程について調整している。

2-6-2. 信頼性管理会議

約2カ月に一度、東京大学とメーカーによる信頼性管理会議が開催され、以下の項目について、検討並びに確認が行われる。なお、この信頼性管理会議は担当メーカー毎に開催されるのが一般的であり、関係者間の情報伝達の場としても有効に利用されている。



第 1 図

(1)工程立合確認状況報告

2-6-1項で述べた工程立合確認結果と問題点の処置状況を主体として、東京大学の担当者から報告する。その中で、問題点等があった場合、会議の中で審議され処理している。また、機能試験や検査結果について、重要なものは、会議に改めてメーカー側から詳細結果が報告され、確認が行われている。

(2)図面審査

図面は製造開始前の詳細図面であり、設計図面チームによる審査結果が報告される。従ってこの報告がなされるのは、各号機の初回信頼性管理会議の席上である。

(3)設計変更点の検討と確認

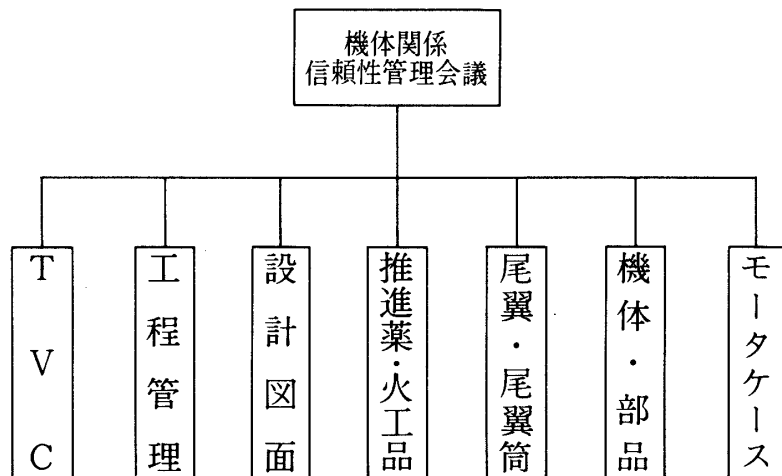
信頼性管理会議の重要審議項目の一つである。設計変更は東京大学側の指示によるものと、メーカー側の事情によるものがあるが、ここでは一括して審議される。小さな部品一つに至る変更点について設計部門から提案され、最終的にこの会議で承認されている。無論、問題点はこの場で検討され処理される形となる。

(4)不具合処置状況の報告と評価

これも重要審議項目の一つとなっている。第2図に示されるごとく、不具合については軽度のものはメーカーで技術的審査、判定及び処置を行い、重度のものは、その都度調整し、判定を受けて処置を行っている。これを最終的に信頼性管理会議に計り、評価され、承認を得るようになっている。

(5)インターフェースの確認

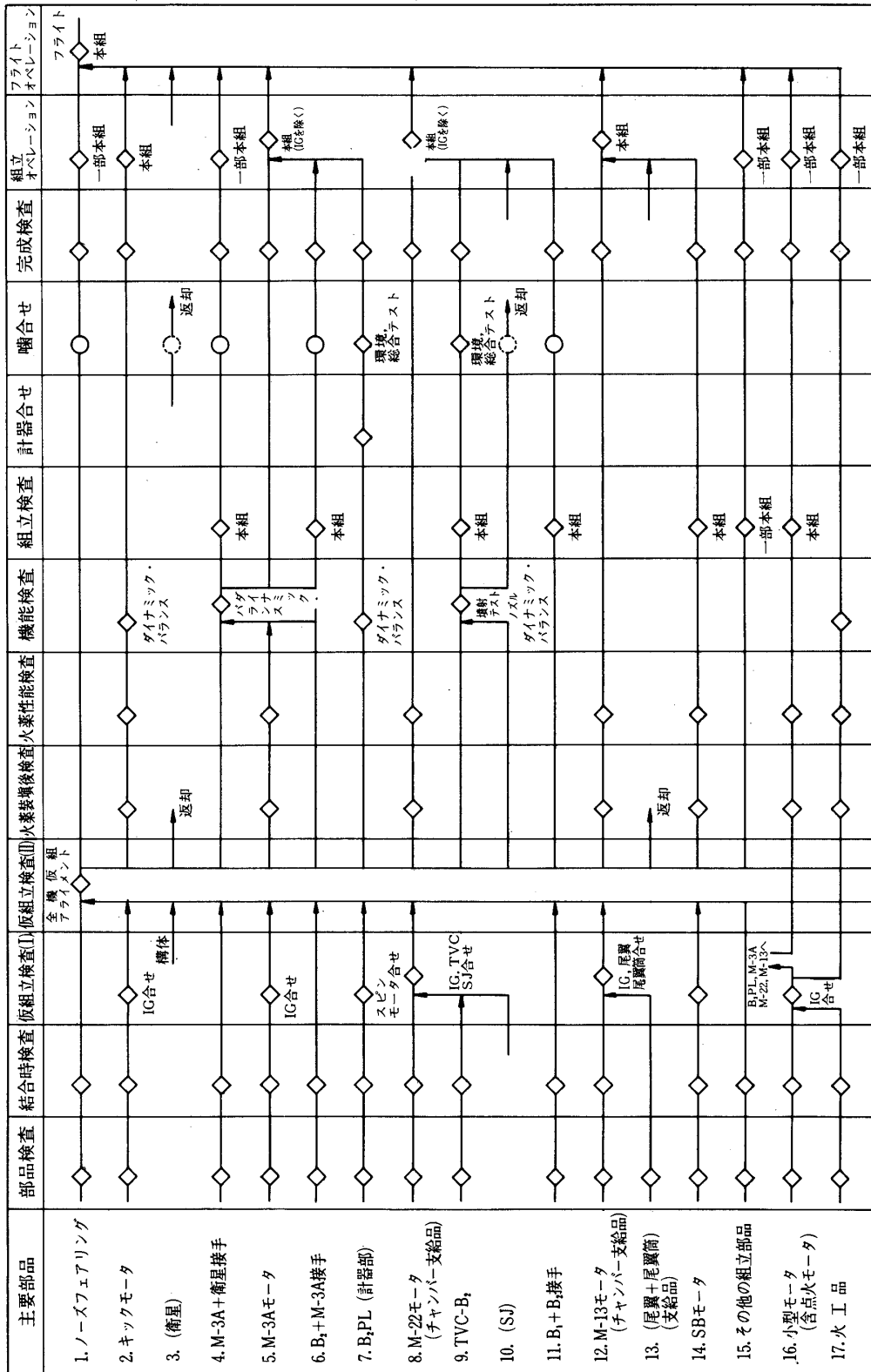
インターフェース確認会議において担当のメーカー間によるインターフェースの確認状況を報告し、検討が行われると共に、調整を要する項目については、その場で審議され処理されるが、信頼性管理会議で最終的には承認される。特にM-3H型ロケットは人工衛星を含めた搭載電気系、飛行制御系、機体系、推進系等多岐にわたっているためインターフェースの確認は不可欠の項目である。



第 2 図

◇：検査工程
○：備合せ時使用する部品

M-3H型ロケット主要検査フローチャート



第3図 M-3H型ロケット 主要検査フローチャート

(6)進捗状況の確認

その時点における進捗状況が改めて報告される。特に重要なポイントとされているのは、インターフェースに絡む日程の調整である。また、同時に立合日程等も調整されている。

(7)主要検査データの評価

各号機の最終信頼性管理会議において、製造工程間に取得した主要検査データが報告され、評価されている。合せて、この席上において、すべてのシステムが飛行に供してよいかどうか確認が行われる。なお、M-3H型ロケットの主要検査フローチャートを第3図に示す。

(8)全般的な品質管理上の問題点検討

以上の他に全般的な問題点があった場合は、問題提起がなされ検討する場として利用されている。

3. 後 が き

以上M-3H型ロケット機体関係の信頼性保証活動の大わくを述べてみた。この管理方法が十分なものであるとは思われないが、過去順調に推移しており、この中で解決された問題も多く、それなりの実績を上げているものと判断している。しかし、これに全面的に満足することなく、M-3S型ロケットに向けて更に信頼性を高め充実させるべく努力する所存である。

1980年1月21日 新設部(工学)