

# M-3S, サイド・ジェット・エンジン部について

上杉 邦憲・秋葉鐸二郎・高野 雅弘・  
安田 誠一・吉永 五男\*・藤尾 照次\*

(1985年12月20日受理)

## 1. 序

M-3S型ロケットのサイド・ジェット・エンジン(SJ)部は、第2段ロケットのノズルのまわりに TVC 部と共に配置されている。2段目モータ燃焼中、SJ部はロール制御のみを行い、その後、最終段の打出し方向設定のための3軸制御および最終段にスピンの1部を加える機能をもつ。SJはM-3S-1, 2においては過酸化水素を触媒によって分解したホットガス方式であり、M-3S-3, 4では、燃料を無水ヒドラジン(以降ヒドラジンという)に変更している。いずれも燃料の供給はブラダを介して調圧された窒素ガスによる加圧供給方式である。すなわちM-3S-1, 2のSJ部は従来のM-3C[1], M-3H[2]と同様であるが、M-3S-3以降はSJの性能向上のための燃料およびこれに伴う変更がなされている。

本稿は、4機のM-3S型ロケットに用いられたSJ部およびこれに関連した地上設備について述べる。

## 2. SJ部概要

### 2.1 構造, 構成

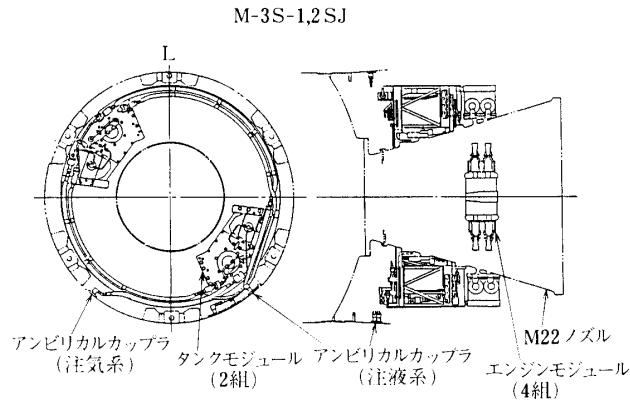
#### (1) M-3S-1, 2

SJ部は2組のタンクモジュール、4組のエンジンモジュール、アンビリカルカップラおよび各モジュール間の配管より構成され、これらは第1図のように配置されている。タンクモジュールおよびエンジンモジュールはM22ノズル部の取付アームに、アンビリカルカップラは1, 2段継手部に各々ボルトで固定されている。各モジュール間はフレキシブルホースで連結されており、管継手部にはセルフシール型のクイックロックカップラを用いている。これにより、各モジュールは容易に組付、取外しが出来る。

タンクモジュールは各々アルミ合金製のフレーム内にTi合金製(容量2.2 l)のN<sub>2</sub>タンク、SUS製(容量10 l)のH<sub>2</sub>O<sub>2</sub>タンク、調圧弁および安全弁等を収めている。エンジンモジュールは各々4個の電磁弁、チャンバ、ノズルおよび1個のフィルタ内蔵のマニホールド

---

\* 三菱重工業(株)長崎造船所



第1図 M-3S SJ 配置

から成る。これらの系統を第2図に示す。4組のエンジンモジュールは全く同一形状、構成から成るが、2組のタンクモジュールについては圧力ピックアップ、逃気口を一方のモジュールにのみ取付けていること、およびモジュール間のフレキシブルホースの管継手の配置が異なっている。

以上のSJ部の構成、構造は基本的には従来のM-3C、M-3H等の実績を基にしており、一部構造の改善を除いては同一の構成、構造、寸法である。

#### (2) M-3S-3, 4

SJ部は性能向上を行うため従来の過酸化水素をヒドラジンに変更したもので、タンクモジュール、スラストモジュール、各配管および弁等の機器の構成配置はM-3S-1, 2用SJと同じである。これらの配置を第1図に示す。(尚3号機以降、従来のエンジン・モジュールの呼称をスラスト・モジュールと改めた)

ヒドラジンは過酸化水素よりも貯蔵性能が格段に改善されるので、発射前日にタンクへの注液が可能になる。従って、液系の注液およびリターン並びに窒素ガス2次圧用アンピリカルカップリングは不要となり、それぞれフィル・アンド・ドレーンバルブ(注排液弁)に変更されている。配管系統を第2図に示す。

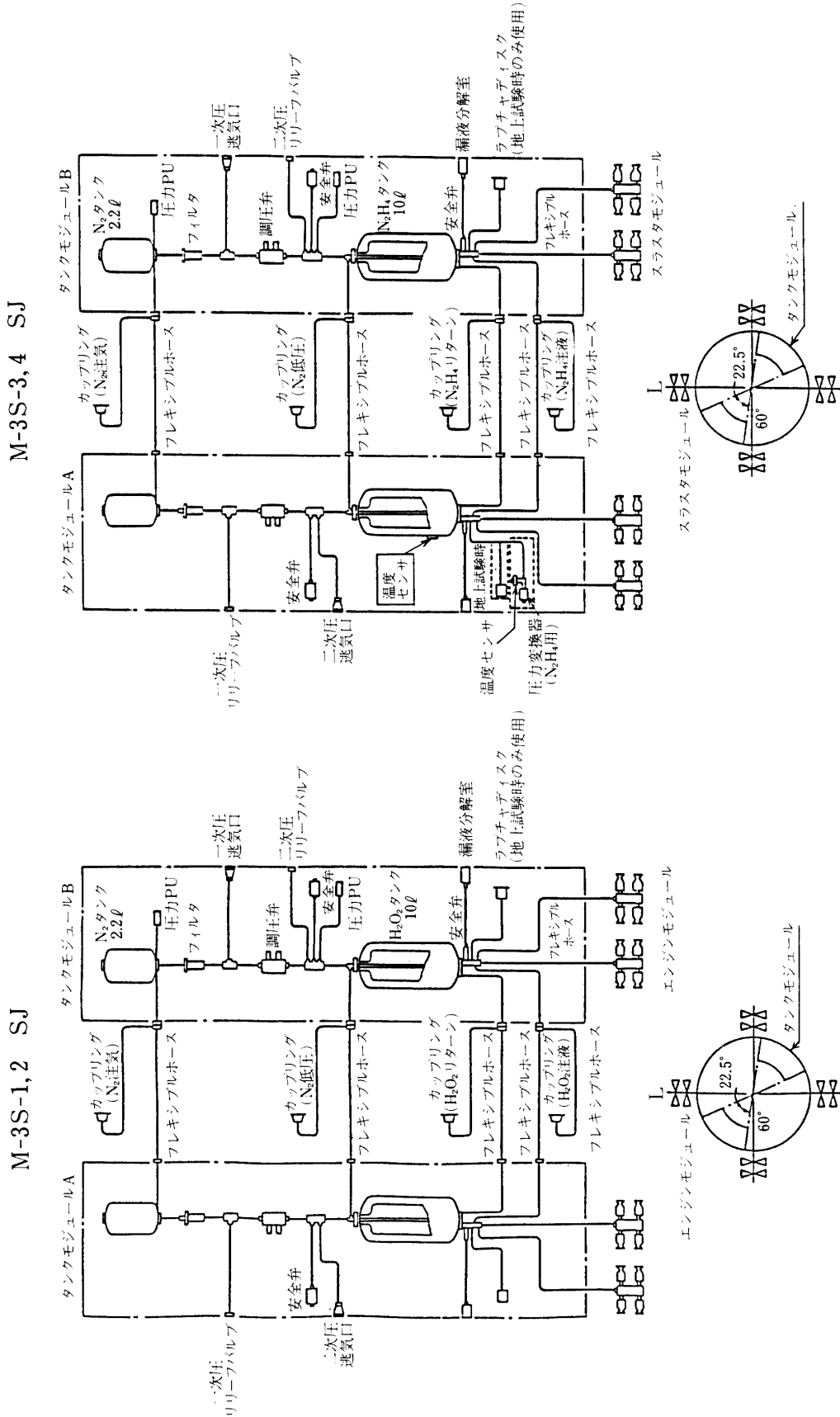
ヒドラジンへの変更に伴い、タンクのプラグ、バルブのシール等の材質の変更およびスラストモジュールの材質と1部寸法の設計変更がなされている。これらの変更については次項で述べる。

第1表にM-3C、M-3Hと比較して、構造、構成を示す。

## 2.2 性能

### (1) M-3S-1, 2

エンジン1基の推力はM-3Hのものと同じ8kgを使用し、第3図のようにロール方向に4基×4モジュール計16基配置した。この方式は、電気部のロジックの組み方によって作動スラスト数を変えられること、つまり無駄なエンジンの作動を止められること等の特徴があり、M-3Hと同様、ロール制御として使用するときは、前半は高推力モードとして



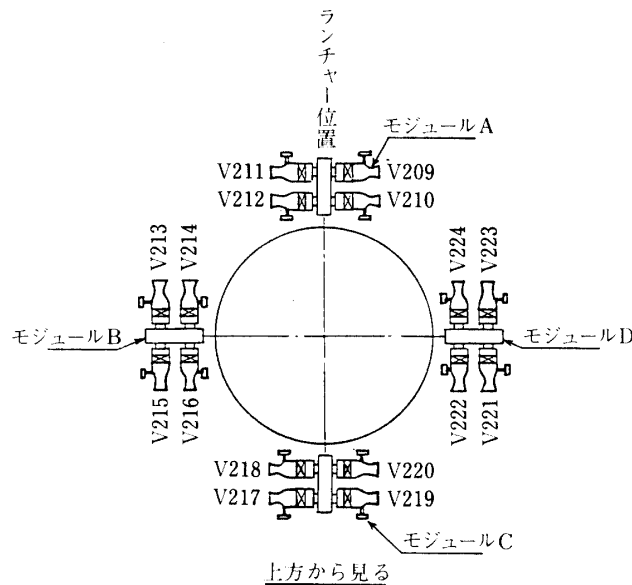
機首側からノズル側を見る

第2図 M-3S SJ 配管系統図

機首側からノズル側を見る

第1表 M-3C, M-3H, M-3S SJ部の比較

No.	項目	M-3C	M-3H	M-3S-1, 2	M-3S-3, 4
1	装着位置および組付方式	B 2 ノズルまわりに2タンクモジュール, 4エンジンモジュールに分割して組付	同 左	同 左	同 左
2	組付順序	M22モータにM22ノズルを組付けた後, SJ組付	同 左	M 22ノズルに SJ を組付けた後, M22モータに組付	同 左
3	ジェット配列	第 3 図 参照	同 左	同 左	同 左
4	燃料	過酸化水素	同 左	同 左	無水ヒドラジン
5	燃料注液方式	オーバーフロー方式	同 左	同 左	同 左
6	燃料タンク	タンクは SUS, プラダはポリエチレン 容積20l×1基/モジュール	同 左	材質は同左 容積10l×1基/モジュール	タンクは SUS, プラダはEPR(エチレン・プロピレン・ラバー) 容積10l×1基/モジュール
7	電磁弁	Sterer (P/N 47640-4)	Sterer (同左)	Sterer (同 左)	Sterer (P/N 47640-2)
8	N <sub>2</sub> タンク	材質は Ti 容積4.4l×1基/モジュール	同 左	材質は同左 容積2.2l×1基/モジュール	同 左
9	配管	液系, 2次圧系は SUS, 1次圧系は Cu, モジュール内はリジッド, モジュール間結合用にテフロンフレキシブルホースとクイックロックカップリング使用	同 左	同 左	液系, 2次圧系, 1次圧系全部 SUS, モジュール内はリジッド, モジュール間結合用は同左
10	注気, 注液用アンピリカルカップラーおよび引抜方式	注気, 注液とも Symetrics, 注気, 注液とも N <sub>2</sub> ガスアクチュエータによる自動離脱	同 左	同 左	発射前日注液となり, 2次圧, 注液ともアンピリカルなし, フィルアンドドレインバルブ. 1次圧注気系のみ同左
11	調和弁	デュアル型シート部ソフトタッチ	同 左	同 左	同 左
12	燃料タンクの圧力, 温度地上監視	なし	なし	なし	前日注液後の地上監視のため, Aタンクモジュール液圧および液温センサ取付



第3図 エンジン配置図

8基 (64 kg)、後半は低推力モードとして4基 (32 kg) のスラストが作動する。三軸制御時には各軸独立では4基 (32 kg) を使用するが、ピッチ、ヨー、ロールの同時制御を行う場合は相反するエンジンは使用することがなく、2基が作動する。

搭載する過酸化水素の量は姿勢制御方式が確立されたことおよびM-3C、M-3Hにおける燃料消費量の実績が20~30% (8~12l) であることから、次の方針でM-3Hの場合の約半分の搭載量28 kg (20 l) とした。即ち

ア。ロール制御は2段目燃焼中全時間の40%作動するものとし、推力レベルは前半ハイモードの64 kg、後半ローモードの32 kgとする。

イ。三軸制御の作動能力は3軸とも全制御時間の1/3 (57秒) の更に46% (全作動時間の15.3%) とし、推力は各々32 kgとする。

ウ。0.5 rps までのスピニアップの能力をもつ

以上の性能をまとめて第2表に示す。

## (2) M-3S-3, 4

ヒドラジンスラスト1基の推力は従来の過酸化水素スラストの地上性能、即ち推力8 kg相当とし、真空推力11 kgである。スラストの配置はM-3S-1, 2用と同じであり、基本的には変わっていない。過酸化水素に比べヒドラジンは分解ガス温度が高く、比推力は過酸化水素の1.5倍以上に改善される。従って、M-3S-1, 2とM-3S-3, 4のSJはどちらも同じ20lの燃料を有しているが、後者は重量的に少ない燃料で同等以上の制御能力即ち全推力を示している。M-3S-3, 4用SJ部の性能をM-3S-1, 2用SJ部と比較して第2表及び第3表に示す。

第2表 M-3S SJの性能諸元

項目		性能値		備考	
		M-3S-1,2	M-3S-3,4		
重量	Pあり	約 141kg	約 132kg		
	Pなし	約 112kg	約 112kg		
慣性モーメント	RJ	I <sub>R</sub>	Pあり 310~112kg.m.s <sup>2</sup>	Pあり 310~112kg.m.s <sup>2</sup>	
		I <sub>R</sub>	Pなし 103kg.m.s <sup>2</sup>	Pなし 103kg.m.s <sup>2</sup>	
	SJ	I <sub>P.Y</sub>	Pなし 1,510kg.m.s <sup>2</sup>	Pなし 1,510kg.m.s <sup>2</sup>	
モーメントアーム長	P.Y	3,340mm	3,340mm		
	R	510mm	510mm		
推力×時間 F・T	RJ		64kg(8kg×8ヶ)×31 <sup>s</sup> 32kg(8kg×4ヶ)×35 <sup>s</sup>	88kg(11kg×8ヶ)×31 <sup>s</sup> 44kg(11kg×4ヶ)×35 <sup>s</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• M-3S-1,2 Isp 約100<sup>s</sup> (地上) 約130<sup>s</sup> (真空)</li> <li>総推力2,800kg.s (地上) 3,640kg.s (真空)</li> <li>• M-3S-3,4 Isp 約190<sup>s</sup>以上 (真空)</li> <li>総推力3,800kg.s (真空)</li> </ul>
		計	1,300kg.s(40%作動)	1,700kg.s(40%作動)	
	SJ	P.Y	32kg(8kg×4ヶ)×57 <sup>s</sup>	P.Y 44kg(11kg×4ヶ)×57 <sup>s</sup>	
		R	32kg(8kg×4ヶ)×57 <sup>s</sup>	R 44kg(11kg×4ヶ)×57 <sup>s</sup>	
	計	580kg.s(40%作動)	1,150kg.s(40%作動)		
SPIN		0→0.5rps 650kg.s	0→0.5rps 968kg.s		
合計		2,530kg.s	3,818kg.s		
角加速度 $\ddot{\theta}$				<ul style="list-style-type: none"> <li>• M-3S-1,2 真空中は 30%増</li> <li>• M-3S-3,4 真空中の値</li> </ul>	
N <sub>2</sub> 量	4.4l×135kg/cm <sup>2</sup> (ノミナル)	4.4l×135kg/cm <sup>2</sup> (ノミナル)	M-3C M-3H 8.8l		
燃料量	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> 20l(28kg)	ヒドラジン(N <sub>2</sub> H <sub>4</sub> ) 20l(20kg)	M-3C M-3H 40l		

第3表 M-3 S SJ性能比較表

項目	M-3 S-1, 2 SJ	M-3 S-3, 4 SJ
燃料	過酸化水素(H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> )	無水ヒドラジン(N <sub>2</sub> H <sub>4</sub> )
触媒	PC-15	SHELL 405
推力	8.0kg(地上)	11.0kg(真空)
燃焼圧力	8.0kg/cm <sup>2</sup> (真空)	7.5kg/cm <sup>2</sup> (真空)
圧力比	112.1	112.1
ノズル開口比	11.12	11.12
比推力	約130秒(真空)	約190秒(真空)
燃料容積	20l	20l
燃料重量	27.6kg	20.0kg
全推力	3,640kg・s(真空)	3,818kg・s(真空)

### 3. SJ部の変更点

M-3 S SJ 部には、前述のように従来と同じ過酸化水素 SJ と性能向上のための設計変更を行ったヒドラジン SJ の 2 種類がある。ここではこれらの相違点および M-3 HSJ 部からの変更点について述べる。

#### 3.1 M-3 S-1, 2 SJ 部

##### (1) 燃料タンクおよび N<sub>2</sub> タンクの変更

前述のように、必要な燃料は消費量の実績から、従来の半分で充分と考えられるに至ったため、燃料タンクおよび N<sub>2</sub> タンクの容積をそれぞれ次のようにした。

M-3 H：燃料タンク容積 40 l N<sub>2</sub> タンク容積 8.8 l M-3 S：燃料タンク容積 20 l  
N<sub>2</sub> タンク容積 4.4 l

##### (2) SJ 部フレーム

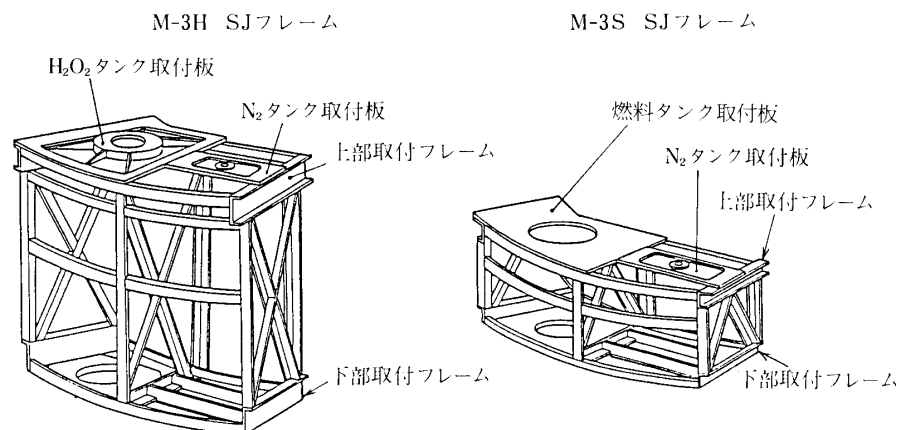
燃料タンクおよび N<sub>2</sub> タンクが小さくなったので、タンクモジュールの取付フレームの寸法を小さくした。主な変更はフレームの高さが 57% に低くなったことおよび上下取付板を支えるリンク構造を変更した点である。材料の変更はない。これを第 4 図に示す。

#### 3.2 M-3 S-3, 4 SJ 部

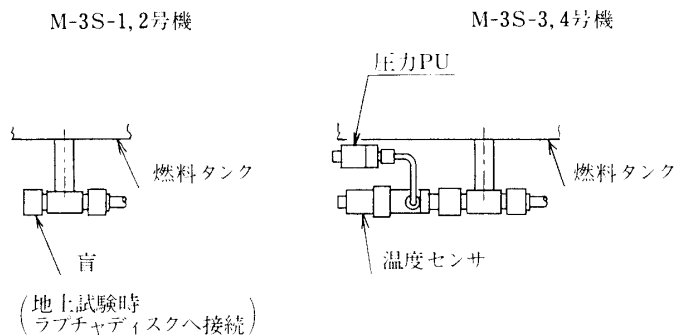
SJ 部の構成、配置は、M-3 S-1, 2 の SJ 部と基本的に同じであるが、ヒドラジンに燃料を変更したことに伴って、ヒドラジンに適合する材料への変更およびスラストの設計変更がなされている。

##### (1) 燃料タンク

ヒドラジン化によりブラダ材料および各配管継手部 O リング等のシール部の材料変更が行われた。ブラダの材料はポリエチレンからエチレンプロピレンラバー(EPR)に、O リ



第4図 SJ部フレーム構造



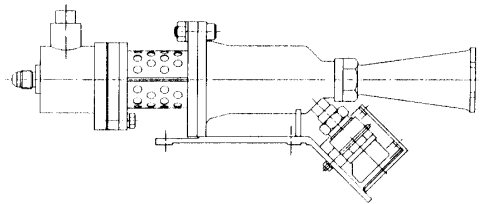
第5図 ヒドラジン分解地上監視用センサ取付

ング等のシール部も弗素ゴム(バイトン)からEPRに変更した。燃料タンクへの注排液はこの材料の変更による保存性の向上に伴い、発射前日に行うよう変更した。その安全性はEPRブラダ開発の際の長期保存試験によって確認されているが、注液後発射までの間地上安全監視を実施することとした。このためタンク部にヒドラジン液温度および圧力センサをとりつけた。すなわち、1, 2号機では盲蓋をしていたタンク出口ジョイント部のバーストダイヤフラム取付部にセンサ取付を追加した。これを第5図に示す。

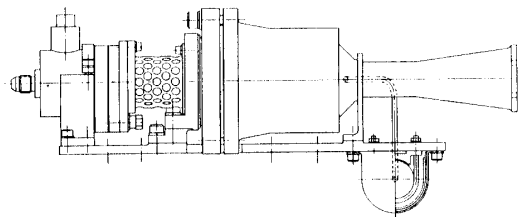
## (2) スラスタ

ヒドラジンスラスタは、昭和54年度からMS-T5/PLANET-A用リアクションコントロールシステム(RCS)用に開発を始め、S-520-3用SJ部(推力一基0.6kg)をまず完成させた。この技術をベースに推力11kg(真空中)のM用スラスタ開発を行い、M-3S-3に初めて搭載した。第6図にこのスラスタの外観図を1, 2号機用エンジンと比較して示す。従来の過酸化水素スラスタとの主な違いは、分解ガスが高温のためスラスタチャンバの材料を従来のSUSから耐熱材で加工性のよいコバルト基であるヘインズ合金に変更し、分



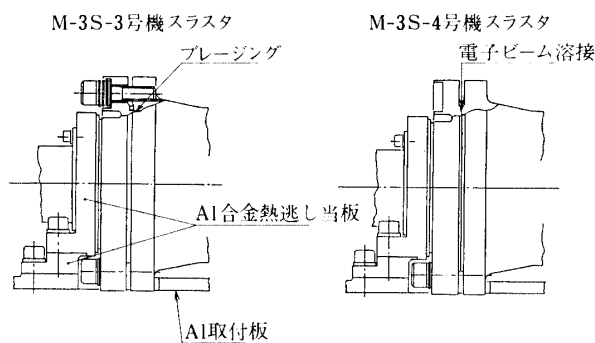


M-3S-1,2 SJエンジン



M-3S-3,4 SJスラスタ

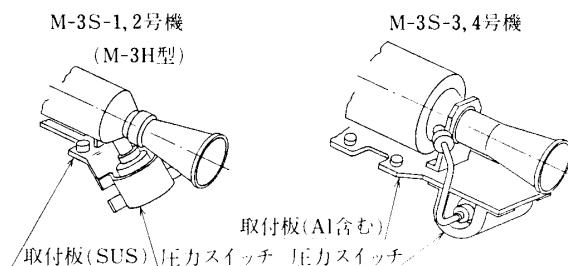
第6図 SJスラスタ外観図



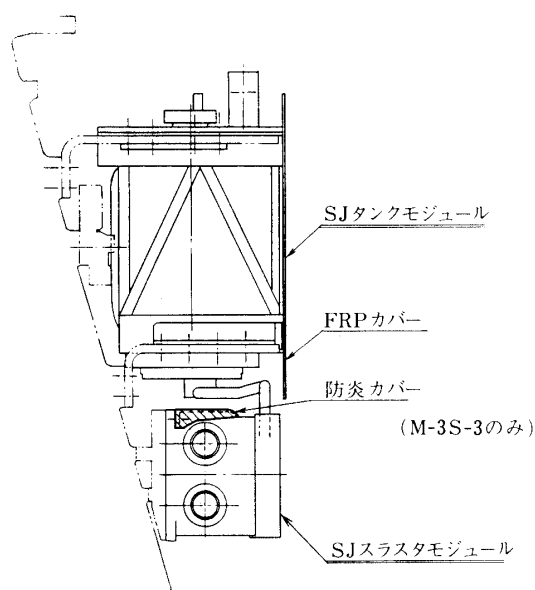
第7図 スラスタの溶接および取付構造概要

解触媒を従来の過酸化水素用PC-15からヒドラジン用シェル405に変更した点にある。スラスタの構造は大きく変わらないが従来のインジェクタとチャンバのボルト組立方式では高温によりシールが困難であるため、M-3S-3用はブレージング溶接、M-3S-4用は電子ビーム溶接(EBW)とした。EBWにしたのは溶接施行時の熱を触媒に与えないためである。またインジェクタが高温になるのを少しでも防ぐため、インジェクタの熱が逃げ易い取付構造にした。3,4号機のインジェクタ付近を第7図に示す。

また圧力スイッチの圧力取出口に曲げ応力がかからないように圧力取出管を少し長くして柔軟性をもたせ、圧力スイッチの取付位置も変更した。このため、スラスタの取付板の変更を行った。この変更比較を第8図に示す。



第8図 圧力スイッチ取付の比較



第9図 スラストモジュール防炎カバー

### (3) スラストモジュール

構造は1, 2号機と変わらないが、過酸化水素の場合にくらべスラストチャンバおよびブルームガスが高温になるため、M-3S-3では機体側のフレーム内の機器に熱影響を与えないように防炎カバーを追加した。これを第9図に示す。なお3号機の飛翔結果から不必要と判断されたため、M-3S-4のSJではこのカバーは取外すことにした。

### (4) 配管継手およびシール

ヒドラジンは打上前日注液となったため、 $N_2$  二次圧、ヒドラジンの注液およびリターンのアンビリカルカップリングがなくなり、注排液弁に変更された。またタンクモジュール間およびスラストモジュールの配管接手部のクイックロックカップリングを初め、二次圧系、液系のバルブおよび接手部のシール材（Oリング材）をすべてEPRに変更した。

### (5) 調圧弁

構造的にはOリングシール材料をEPRに変更した以外の変更はない。但し、調圧圧力の

設定値を従来の  $16.0 \text{ kg/cm}^2$  から  $16.9 \text{ kg/cm}^2$  に変更した。これはヒドラジンに変更する際供給側は耐ヒドラジン材への変更のみで、調圧のバネおよび安全弁の設定バネ等の寸法変更をしないという条件を設けたためである。この条件下でヒドラジンスラスタの燃焼安定を得るには、インジェクタを含む液側の差圧を大きくする必要があり、このため燃焼圧力を少し ( $8.0 \text{ kg/cm}^2$  から  $7.5 \text{ kg/cm}^2$  に) 下げ、調圧設定値を上限 ( $16.9 \text{ kg/cm}^2$ ) まで上げて液側差圧をとったためである。

#### 4. SJ部の飛翔結果

ここでは M-3 S-1 から、M-3 S-4 までの飛翔結果およびそれに伴う改造経過について述べる。

##### 4.1 飛翔結果概要

SJ 部に関する飛翔性能データとして得られるものは、従来より定形化されており、SJ 部の作動状況、燃料消費データ、作動トルクおよび窒素ガス 1 次圧、2 次圧データであるが、M-3 S-3、4 のヒドラジン SJ では、次のように温度および圧力センサを追加した。

温度測定：スラスタ V 213 の 4 点

(チャンバ外壁、インジェクタフランジ、放熱板、電磁弁フランジ)

燃焼圧測定：4 組のスラスタ

(V 209, V 213, V 217, V 221 各 1 点)

これらのデータを第 4 表に示す。

SJ 部の作動は、機体のロールおよび姿勢の運動が、計画値に追従している (CN-E 報告参照) 事から正常であり、予定した制御トルクが得られたものと判断される。

##### 4.2 改造経過

###### (1) M-3 S-1

すでに述べたように、燃料タンク、 $\text{N}_2$  タンクを小さくした以外は変更点はない。地上設備試験手順書等の一部変更があるがこれらは設備、検査の項で述べる。打上で特に不具合はなかった。

###### (2) M-3 S-2

M-3 S-1 からの変更箇所は特になし。組立オペレーション電波テスト (55.12.23) の X-4' 30" 「カップラ離脱」時に注液系カップラの引抜不良の不具合が発生した。原因は引抜装置の引抜軸のゆるみがあってストローク不足が発生したものであり、点検調査を実施して完全に引抜けることが確認された。

(注) M-3 S-3 ではヒドラジン SJ となり、前述のようにこのカップラは使わなくなるためこの問題への対策は実施していない。

###### (3) M-3 S-3

M 用ヒドラジン SJ 初号機であり、打上げまでのオペにおいて 2, 3 の不具合が発生した。これらについては以下に述べるような対策を行った。

###### (i) スラスタインジェクタからの噴射ガス洩漏

57 年 11 月 2, 3 日 KSC で行われた SJ 噴射試験においてスラスタチャンバとインジ

第4表 M-3S SJ 飛翔性能実験データ

項目	時間	燃料消費計画	M-3S-1	M-3S-2	燃料消費計画	M-3S-3	M-3S-4	
燃料消費データ	ロール制御 (ハイホード)	X+85 <sup>s</sup> } 116 <sup>s</sup>	5.66l	31.3%	51.5%	5.72l	12.4%	17.8%
	ロール制御 (ローモード)	X+116 <sup>s</sup> } 151 <sup>s</sup>	3.20l	7.6%	13.0%	3.23l	4.0%	5.6%
	3軸制御	X+151 <sup>s</sup> } 231 <sup>s</sup>	5.99l	49.3%	51.0%	6.05l	36.2%	46.4%
	モードチェンジ	X+231 <sup>s</sup> } 242 <sup>s</sup>	5.02l	99.5%	98.9%	5.07l	100.0%	99.5%
	計		19.87l	50.1%	57.1%	20.07l	40.4%	45.1%
燃料注液量			20 l	20 l		21.4l	21.2l	
作動トルク	ロール角加速度	X+231 <sup>s</sup> 付近		24.5°/s <sup>2</sup>	24.7°/s <sup>2</sup>		26.1°/s <sup>2</sup>	25.4°/s <sup>2</sup>
	トルク	X+231 <sup>s</sup> 付近		44.04kg.m (86.4kg×0.51m)	44.40kg.m (87.1kg×0.51m)		46.92kg.m (92kg×0.51m)	45.66kg.m (89.5kg×0.51m)
窒素ガス	1次圧	X+85 <sup>s</sup> } 248 <sup>s</sup>		131kg/cm <sup>2</sup> } 75kg/cm <sup>2</sup>	135kg/cm <sup>2</sup> } 76kg/cm <sup>2</sup>		134.7kg/cm <sup>2</sup> } 67.4kg/cm <sup>2</sup>	154.6kg/cm <sup>2</sup> } 114.7kg/cm <sup>2</sup>
	2次圧	X+232 <sup>s</sup> } 242 <sup>s</sup>		15kg/cm <sup>2</sup> (14kg/cm <sup>2</sup> )	15kg/cm <sup>2</sup> (14kg/cm <sup>2</sup> )		約16.7kg/cm <sup>2</sup> (16.5 ~14kg/cm <sup>2</sup> )	約16.0kg/cm <sup>2</sup> (15kg/cm <sup>2</sup> )
	(リスピン)							
燃焼温度	ロール制御後					260℃	500℃	
	リファレンス チェンジ後					500℃	650℃	
	リスピン後					790℃	830℃	
燃焼圧	ロール制御時					5~6 kg/cm <sup>2</sup>	5~6 kg/cm <sup>2</sup>	
	リファレンス チェンジ時					7.0kg/cm <sup>2</sup>	7.2kg/cm <sup>2</sup>	
	リスピン時					6.4kg/cm <sup>2</sup>	7.6kg/cm <sup>2</sup>	
SJ部作動概要			(1) 機体の制御運動は目標に対し、よく追従している 作動状況良好	(1) 同左		(1) 機体の制御運動は目標によく追従している 作動良好 (2) 2次圧の変動が少し大きい。特にリファレンスチェンジとリスピン時の乱れが大 (3) スラストチャンバ(V213)の温度からほぼ正常 (4) リスピン時の燃焼圧が低い。2次圧が低いためである	(1) 同左  (2) 同左。但しリスピンの圧力波形は少し下っているが安定形である  (3) 少し高目に出ている  (4) 圧力は正常である	

ェクタの組立式のフランジ部から分解ガスの洩漏が生じた。この噴射試験はヒドラジン SJ 初号機であるため、片側のタンクモジュールとスラスタ 1 モジュールを KS ドーム内に仮設し、KSC におけるヒドラジン注液手順のリハーサル、実機配管の抵抗データ取得およびフライト時のスラスタ作動を模擬したシミュレーション試験を目的として実施したものである。この分解ガスの洩漏は、分解ガス温度が 900°C と過酸化水素の分解ガス温度 (600~700°C) に較べ一段と高いために、フランジシール部が熱変形を生じたためと推定された。この対策としてフランジシールをブレイジング溶接とし一体化した。対策後の燃焼試験では洩漏は皆無であった。(第 7 図参照)

#### (ii) 電磁弁

フライトオペレーションにおける CN チェック後の電磁弁リークテストにおいて、V 209 電磁弁から多量の N<sub>2</sub> ガス漏れが発生した。予備品と交換して発射した。

洩れの原因は弁不良と推定されたので、メーカー(米国 STERER 社)と折衝し対策を立案することにした。また取扱い時防塵に一層注意することにした。メーカーにおける調査報告からはこの時点では明確な原因は不明であった。この現象は続く M-3 S-4 でも発生したので、その項で述べる。

#### (iii) スラスタ作動アンサ用圧力スイッチ

宇宙研における総合噛み合わせにおいて、圧力スイッチ S 221 接点のアース短絡により SJ ドライバを一部焼損した。また KSC での総合オペの際圧力スイッチ S 214 が圧力除去後も ON から OFF へ復帰しない不具合があった。

これらの原因は輸送時に導圧管(SUS パイプ)が曲がり、このためスイッチリード線端子部がスイッチカバー内壁に当たって擦られ、ポッティングが破れて、端子がカバーと接触していたためと判明した。

この対策として輸送時に外力をスイッチに与えないよう専用プロテクタを装着すると共に、輸送後はスラスタモジュール単体チェックを必ず実施するよう手順書の変更を行った。

#### (4) M-3 S-4

M-3 S-3 からの改造は次の通りであった。

##### (i) スラスタ

分解ガス洩漏対策として、M-3 S-3 ではインジェクタフランジシール部をブレイジング溶接としたがブレイジングは高温用で、1040°Cで行うため、ヒドラジン分解触媒へ悪い影響を与える恐れが考えられたため、4号機では熱影響の少ない電子ビーム溶接とした。(第 7 図参照)

電子ビームの熱影響は予想通り少なく好結果が得られた。従って今後のスラスタは、清浄度管理されたクリーンルームで組立を行い、電子ビーム溶接とし、従来の組立式の名残りであるフランジ部はなくすよう設計変更を行うこととした。

##### (ii) 電磁弁

総合噛み合わせのスラスタモジュール気密チェックにおいて、M-3 S-3 のときと同様、電磁弁から N<sub>2</sub> ガス洩れが発生した。この原因として、エンジンモジュールの気密チ

チェック時の  $N_2$  ガス加圧の手順に不具合が考えられた。即ち4個のスラスタの気密試験を順次実施する際チェック済みのスラスタチャンバの圧力が次のスラスタへと電磁弁を逆流して供給される現象が短い時間ではあるが発生する。このためスラスタベッドの触媒の粉が僅かに電磁弁のシート部まで運ばれ、シート部に噛み込みを生じる。また別の原因として、メーカーへの発注仕様規格に対してメーカーの出荷検査の規格が非常に外れた甘いチェックで出荷されていた事実が判明した。この結果洩れた電磁弁は、弁本体の仕上げが良好でないにもかかわらず、出荷検査をパスしていたことが判明した。これら電磁弁については以下の処置を行った。

ア. 洩れた電磁弁は分解手入れし、シート部はスリ合わせて、規定の気密を確認して復旧した。この洩れ規格は  $N_2$  ガスと液(実液の代わりに水)との洩れの相関についての基礎テストデータから制定した。

イ. エンジンモジュールの気密試験チェック手順を各スラスタ気密テスト毎に確実にノズル下流から減圧して電磁弁へ逆流しないように変更した。

以上のやり方で、以後打上までのオペ、フライト共  $N_2$  ガス洩れはなくすことが出来た。また次期 SJ 用電磁弁からはメーカーの出荷試験規格の変更を、変更承認申請に基き実施している。

## 5. 検査・試験

M-3 S SJ 部の製作から打上げまでの一連の検査および試験は、第10図～第13図に示す通りである。M-3 S-1, 2 用 SJ は過酸化水素 SJ であり一部手順の変更を除き M-3 H 用 SJ と基本的に同じである。

ヒドラジン SJ は、ヒドラジンの貯蔵必向上から過酸化水素 SJ よりは工場出荷後の手順が簡素化される計画であった。しかし、M-3 S-3, 4 用 SJ 部で実施した検査試験手順は、第12図、第13図に示される通り、従来より却って複雑になっている。これは、ヒドラジン SJ が初号、2号機であり、KSC でヒドラジンを大量に扱うことの実験も初めてであったため慎重な検査・試験手順を踏んだためである。

(注) 計画通り検査・試験の簡素化が実現したのは、ヒドラジン SJ としては4号機にあたる M-3 S II-2 からである。M-3 H の SJ で今後の改良点として指摘されていた点[2]がここで達成された。

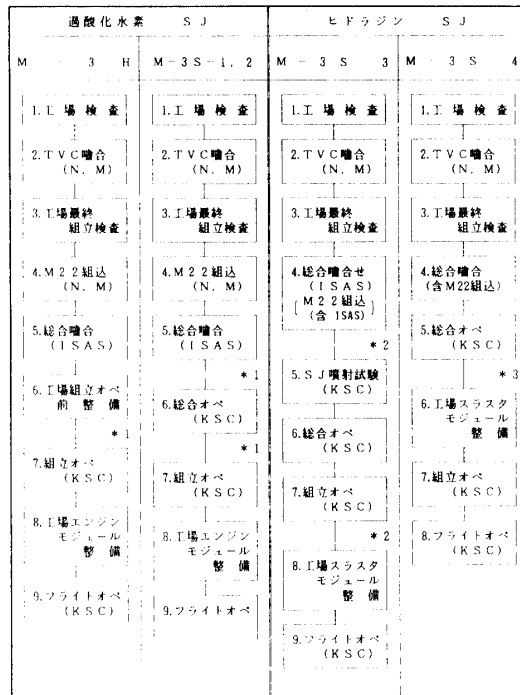
これらの主なものについて概要を述べる。

### 5.1 M-3 S-1, 2 (第10図, 11図参照)

M-3 S-1, 2 用 SJ 部は過酸化水素 SJ として最終機種となる。検査、試験手順も M-3 H 用 SJ 部でほぼ確立されたものを踏襲している。M-3 H との主な違いは次の2点である。

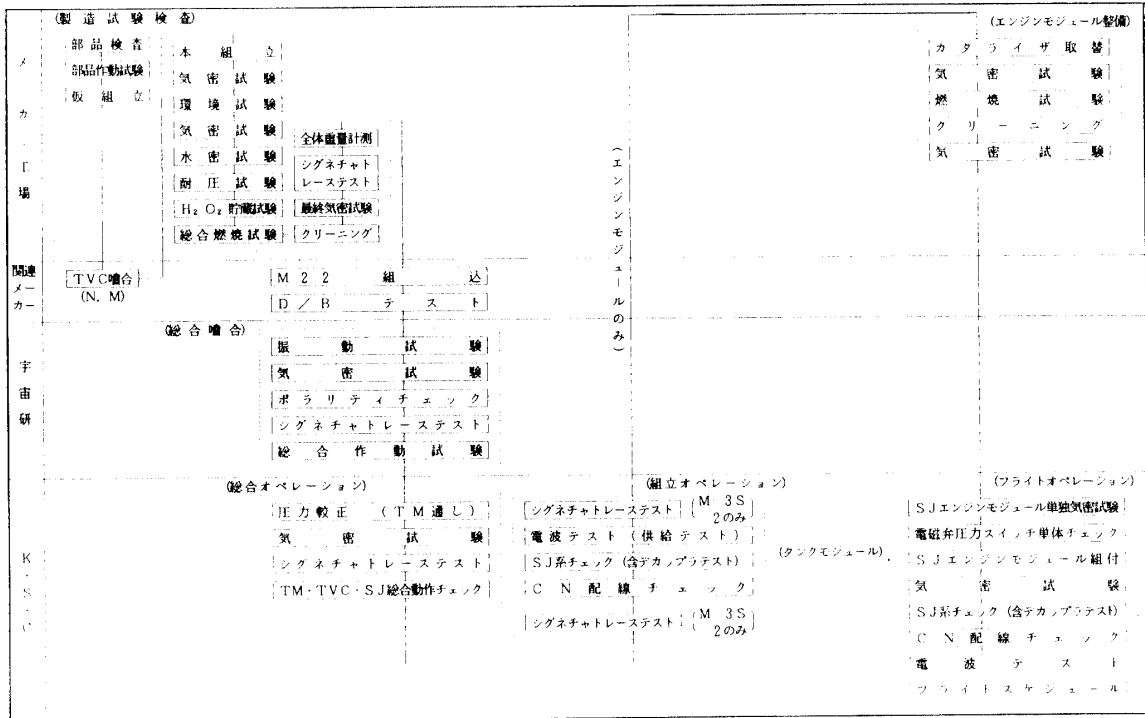
(i) 従来宇宙研での総合噛合試験と KSC での総合オペの間に工場で行っていた組立オペ前整備(次項参照)を省略した。この理由は、主な試験であった  $H_2O_2$  貯蔵試験を上述「3. 工場最終組立検査」で実施するように繰り上げ、工場出荷後の輸送の動きを出来るだけ少なくするためである。

(ii) 従来の「組立オペレーション」から CN 系試験を独立させこれを「総合オペレー

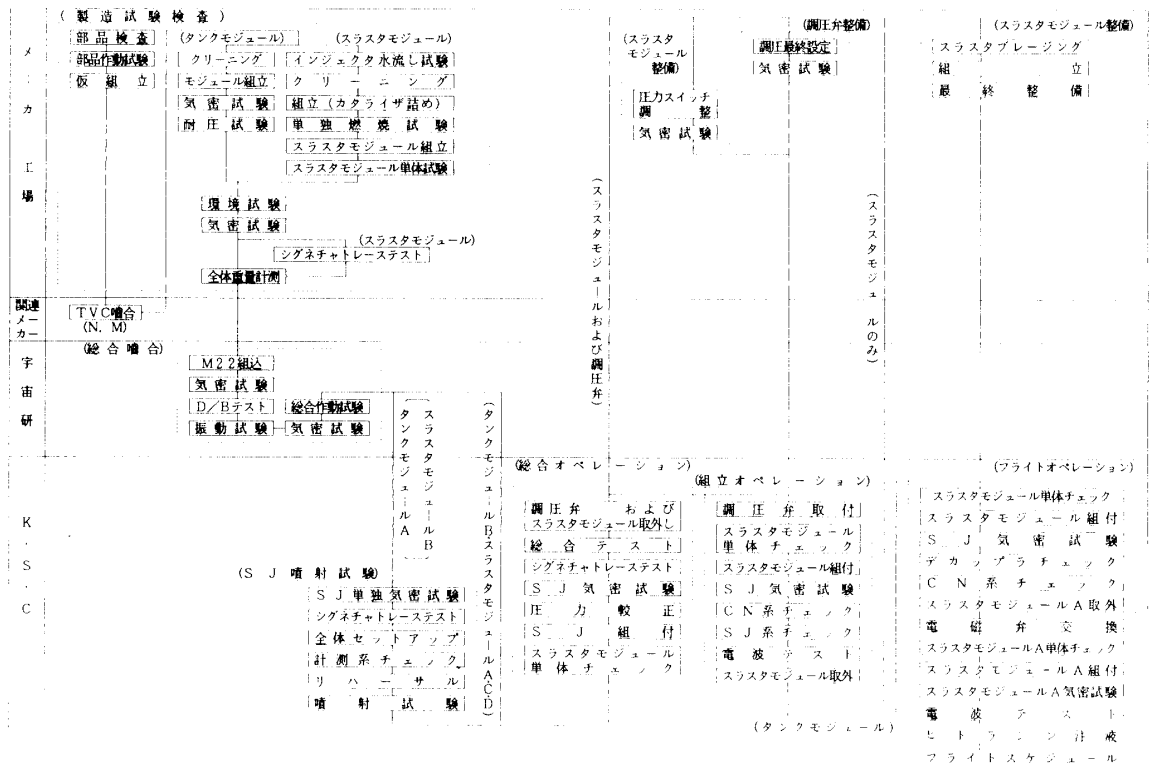


\* 1 M 3 S 1, 2では2分される  
 \* 2 M 3 S 3固有の手順  
 \* 3 M 3 S 4固有の手順

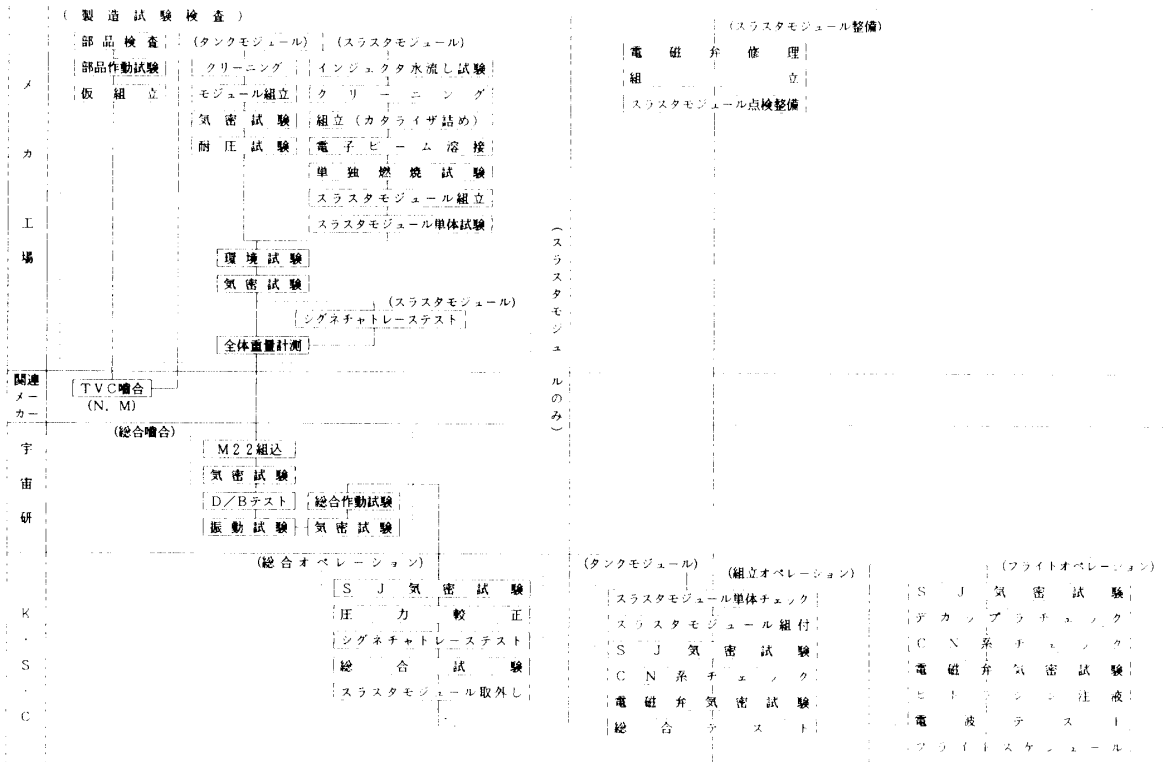
第10図 検査試験フロー概要比較



第11図 M-3S-1, 2 SJ部検査試験フローチャート



第12図 M-3 S-3 SJ部検査試験フローチャート



第13図 M-3 S-4 SJ部検査試験フローチャート



ション」とし、Mロケット系試験を「組立オペレーション」と、2つに分けたが、作業項目は基本的に変わっていない。前項で述べたように、工場での「工場組立オペ前整備」がなくなったので、SJ組付とこれに伴う気密等の試験が省略され、作業項目が少なくなっている。

## 5.2 M-3S-3, 4

M-3S-3用SJ部の検査、試験は、大型のヒドラジンSJとして初号機であり、スラストの信頼性確認および調圧データ取得のための「地上噴射試験」がKSCでなされ、その結果スラストの改良の必要性が生じた事もある。検査、試験フローが多少複雑になっている。M-3S-4では地上噴射試験が省略されている。

これらの変化を前出の第10図に示した。

### (1) M-3S-3 (第10, 12図参照)

M-3S-1, 2と比べると、M22組込(N.M)と総合噛合(ISAS)とが一緒になり「4. 総合噛合せ(ISAS)」となった。また、ヒドラジンスラストの地上噴射試験が追加されている。この試験でスラストの不具合が発生したので本号機より行わない予定であった「工場スラストモジュール整備」をスラストの改良を兼ねて実施した。

この外従来と比べ変わっているのは、「3. 工場最終組立検査」の内容であり、ヒドラジンに対する清浄度管理を厳しくし、検査判定の定量化等検査規格の変更を行ったため検査項目が増加している。また、Stererの電磁弁も前述の洩れ等のトラブルがあり、更に上述のスラスト改良等を行ったので、「7. 組立オペ」「9. フライトオペ」の手順にこれら対策の確認検査が加わり、手順項目が増加している。

### (2) M-3S-4 (第10, 13図参照)

M-3S-3の「5. SJ噴射試験」は省略された。「8. 工場スラストモジュール整備」は、M-3S-4では「6. 工場スラストモジュール整備」と名称は変わっていないが検査の内容は違っており、これらは皆、それぞれ各号機のトラブル対策手順である。これらのトラブルは対策が行われ、その効果が認められたので、今後のヒドラジンSJでは、大きな設計変更がない限り、第10図の\*2, \*3の手順はなくなり、すっきりした検査、試験フローになることが期待出来る。また、「3. 工場最終組立、検査」は「2. TVC噛合(N.M)」の前に出来れば更に理想的なフローとなる。これは、各社の生産工程の関係で現在では順序の変更が困難であるが、是正が望ましい。

## 6. 地上支援設備

M-3Sの地上支援設備は、M-3H用からM-3S-1, 2 SJ用への変更と、M-3S-3, 4のヒドラジンSJ用への変更とに分けられる。

### 6.1 M-3S-1, 2用地上設備

#### M-3H型

SJ部への燃料( $H_2O_2$ )供給は、供給車方式により実施していたが、M-3S-1からはこれを固定式に変更した。これは従来の供給方式に比べ次の利点がある。

- (i) 供給装置の移動がなく、構成品の損傷がない。

第5表 固定式燃料(H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>)供給装置構成

No.	装置項目	数量	設置場所等
1	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> 供給装置	1式	M台地, 固定式 H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> 供給シェルタ (以降シェルタと呼ぶ) 内
2	M整備塔背面小屋内装置	1式	M整備塔1階外側背面
3	CBボックス	1式	M整備塔6階
4	マニホールド	1式	ランチャブーム上
5	引抜装置	1式	ランチャブーム上
6	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> 管制盤	1式	M管制室内
7	チェックアウト盤	1式	シェルタ内
8	配管	1式	シェルタと M整備塔背面小屋間の外部, および整備塔内並びにランチャブーム上引抜装置までの配管 H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> 管制盤とチェックアウトおよび CB ボックス間の配線で KE 班のものを利用

- (ii) システムを簡素化し, 信頼性を向上させる.
- (iii) 機器の配置を合理化し, メンテナンスをやり易くする.
- (iv) 作業の簡易化に伴ない, タイムスケジュールの時間短縮となる.
  - 電気関係の当日配線とチェックを省略する.
  - 燃料を運搬タンクから直接 SJ 部へ供給する方式とし, 一旦供給装置のタンクへの詰替を省略する.
  - CB (コネクション・ボックス) からマニホールド間の配管を前日に行い, 当日配管を省略する.

固定式燃料供給装置の構成を第5表に, 配置を第14図に示す.

この装置の主な機能を第6表に示す.

### 6.1.1 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>供給装置

H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>供給装置シェルタ内の配置を, 第15図に示す.

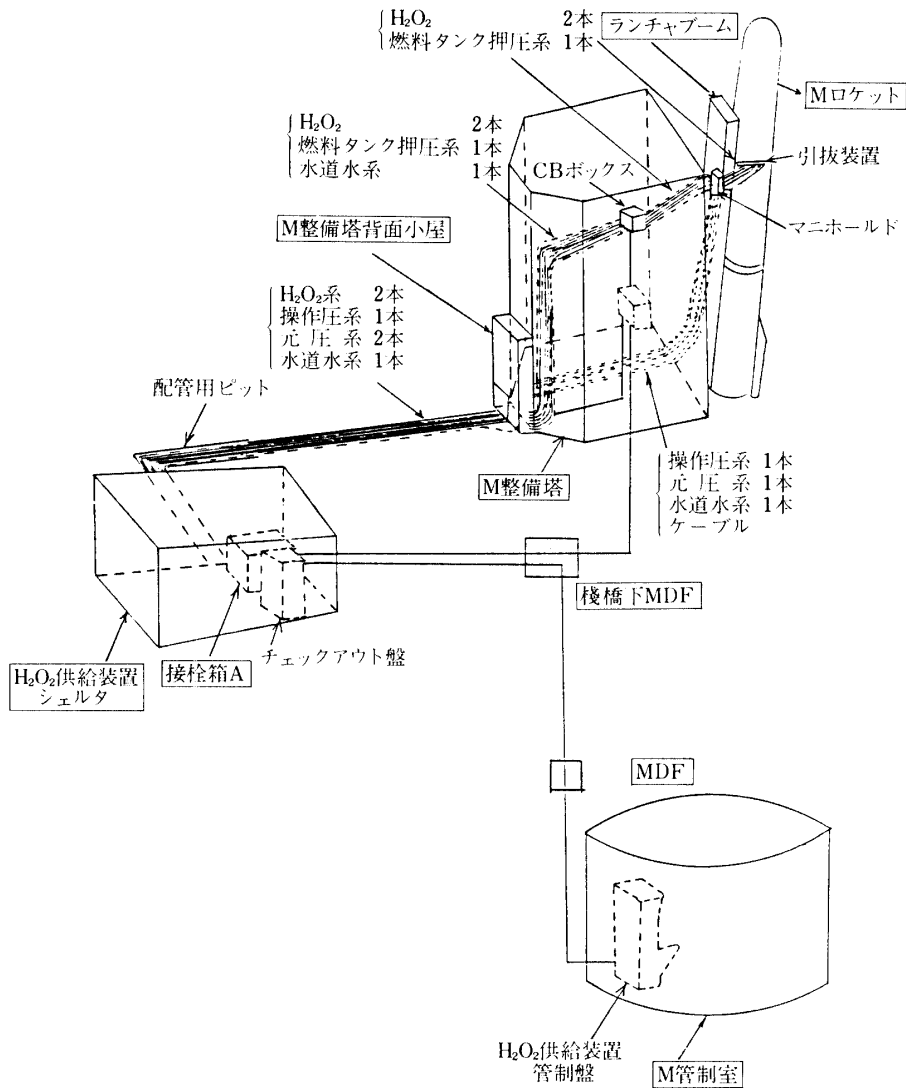
#### (1) H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> タンク

輸送用タンクをそのまま使用する. 配管洗浄時には洗浄用蒸留水を貯蔵する. 容量変化を重量計にて, また, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> の異常分解の有無を測温抵抗体により監視する.

容積 70ℓ (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 100 kg)

#### (2) ドレンタンク

SJ 燃料タンクからオーバーフローした H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> および洗浄の際使用済みの蒸留水を貯蔵する. 容量変化を差圧式液面計により, また H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 異常分解の有無を測温抵抗体により監視する.

第14図 固定式  $H_2O_2$  供給装置配置図

・容積 150ℓ

(3) 蒸留水タンク

配管系洗浄用蒸留水を貯蔵する。タンク圧力を圧力変換器，容量を差圧式液面計により監視する。

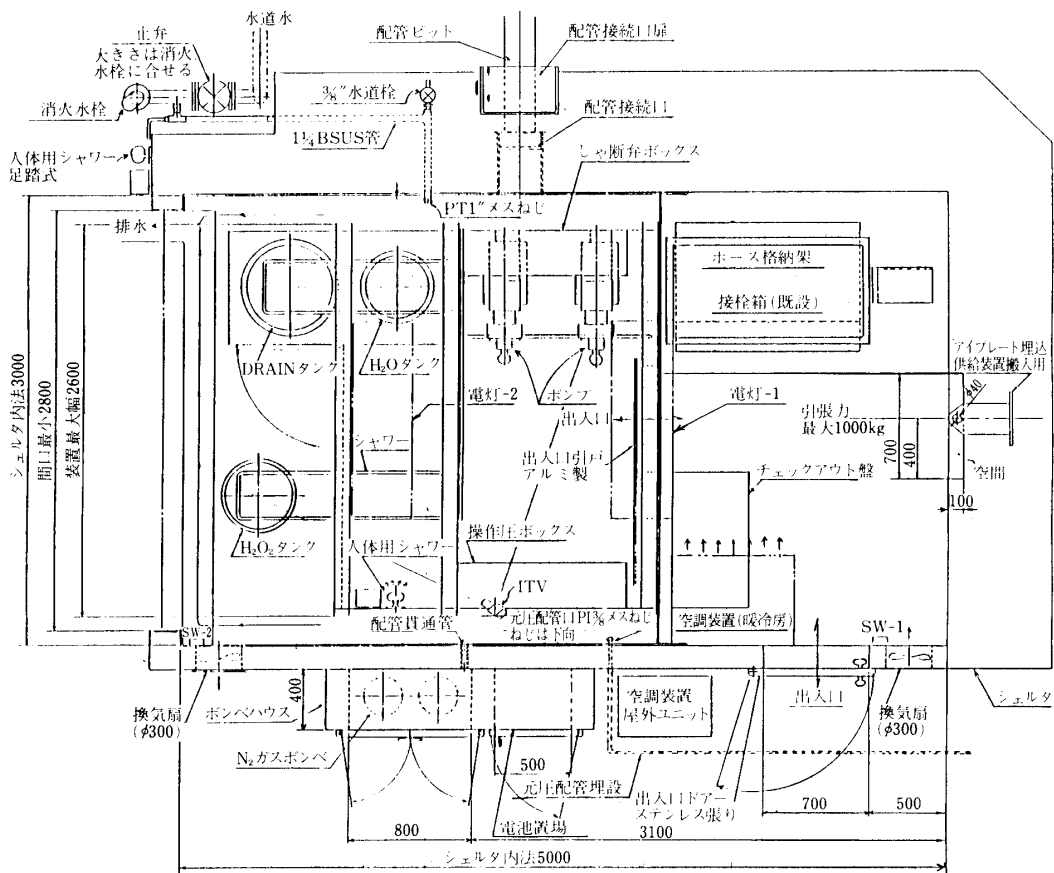
・容積 80ℓ

(4) ポンプ

$H_2O_2$  供給用のダイヤフラム式ポンプで，常備と予備の2組からなる。

・最大吐出圧 15 kg/cm<sup>2</sup>

・供給流量 5ℓ/min

第15図 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>供給装置シエルタ内配置図

## (5) 遮断弁ボックス

H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>系および水道水系を備える。H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>系は従来N<sub>2</sub>操作圧によるニューマチック式の遮断弁を用いていたが、今回、CBボックスを除いて電磁弁による開閉に変更した。本ボックス内にH<sub>2</sub>O<sub>2</sub>流量測定用タービン式流量計およびポンプ吐出圧測定用圧力変換器を設置した。水道水系はシャワー用である。

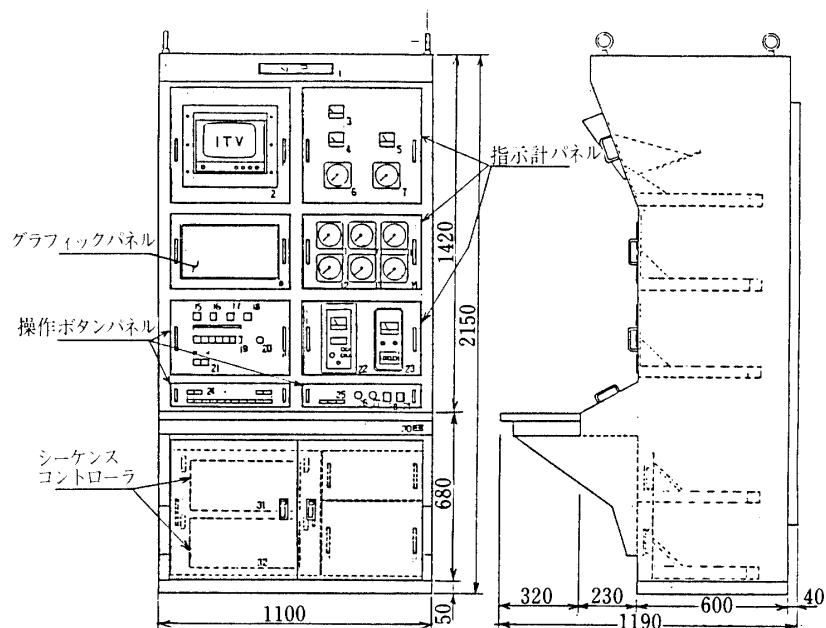
## (6) 操作圧ボックス

窒素ガスの元圧から操作圧を作る装置で、調圧弁および圧力変換器からなる。

- ・元圧 150 kg/cm<sup>2</sup>
- ・各弁操作圧 15 kg/cm<sup>2</sup>
- ・蒸留水タンク加圧 5 kg/cm<sup>2</sup>
- ・ポンプバンパ加圧 3 kg/cm<sup>2</sup>

## (7) 緊急時シャワー

人体用、タンク用および遮断弁ボックス用の3種、3箇所に設け、水道水を散水する。

第16図 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>供給装置管制盤外観図

## (8) ITV

H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 供給装置のシェルタ内の状況 (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> の洩れ等) を監視する。

## (9) 配管接続口

シェルタから外部への配管部の接続を行うカップリング機能をもつ。

## 6.1.2 M 整備塔背面小屋内装置

M 整備塔が回転するため、液系および窒素ガス系地上配管と整備塔内配管とは脱着方式とした。このためのカップリング機能を有し、また本装置に於いて整備塔 6 階の CB ボックスへ行く配管とランチャブームを経由する N<sub>2</sub> ガスの 1 次圧 (150 kg/cm<sup>2</sup>)、バルブ操作圧 (15 kg/cm<sup>2</sup>) 配管との分岐を行っている。

## 6.1.3 CB ボックス

H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>系、燃料タンク押圧 (圧力 2.5 kg/cm<sup>2</sup>) 系、弁の操作ガス (力 15 kg/cm<sup>2</sup>) 系およびシャワー用水道系からなっている。H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 系には遮断弁を設ける。また H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 用歪式流量計を備える。燃料タンク押圧系は 15 kg/cm<sup>2</sup> の操作ガスから減圧して作る調圧弁を有し、各圧力は圧力変換器を設けて監視を行う。シャワーは緊急用である。

## 6.1.4 ランチャブーム上マニホールド

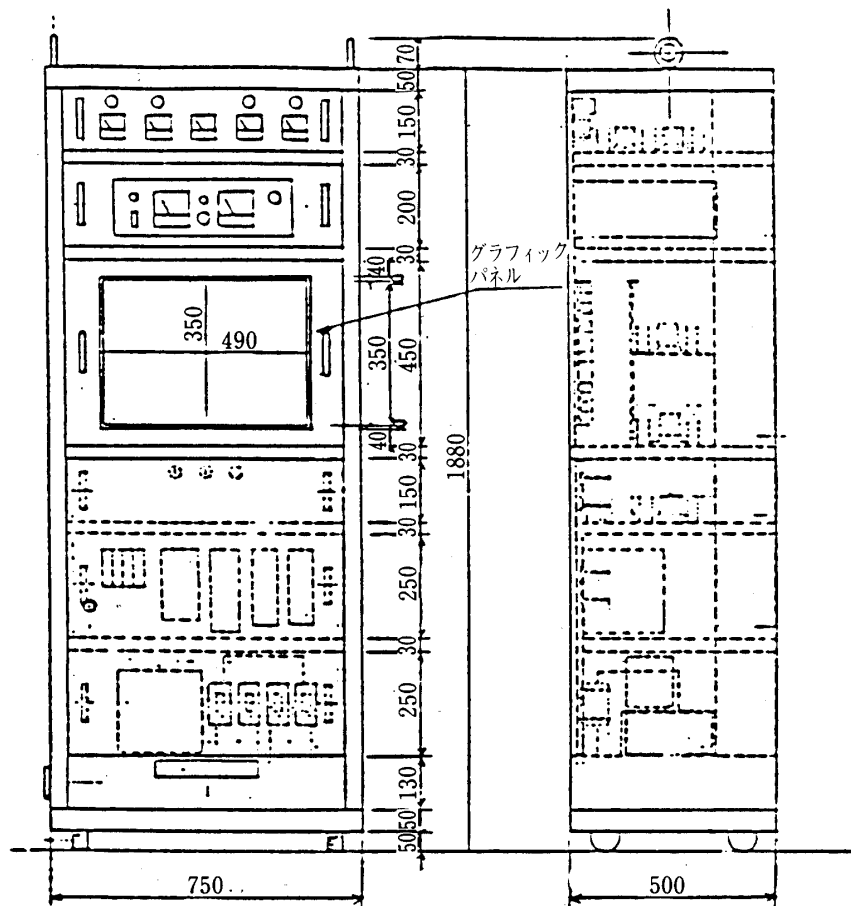
CB ボックス経由の配管とランチャブーム経由の窒素ガス配管を引抜装置へ導くため、このマニホールドで一旦まとめる。マニホールドと各配管はフレヤ式ネジナット固定である。窒素ガス系はここにフィルタを設けている。

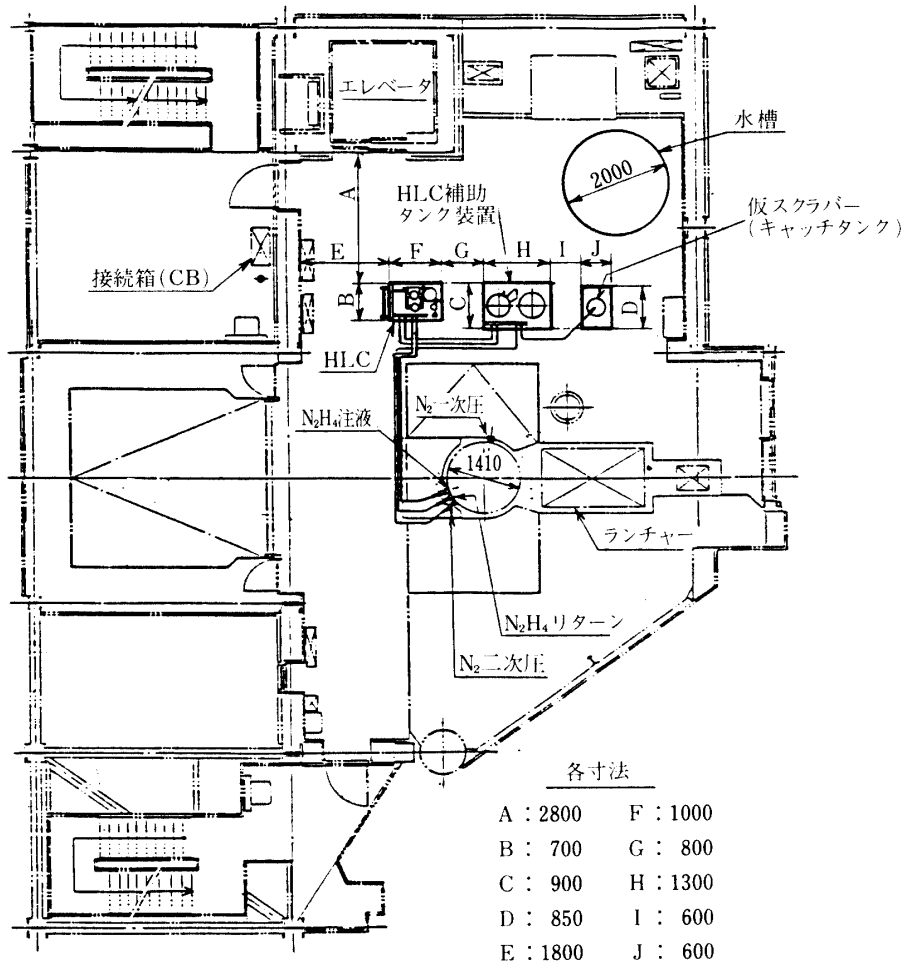
## 6.1.5 引抜装置

ランチャブーム上の引抜アームに設け、SJ 側のアンビリアルカップラおよびこのカップ

第6表 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 供給装置の主な機能

No.	主な機能	内 容
1	注液操作	発射前に, SJ, H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> タンクへ H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> を供給する
2	配管内洗浄操作	発射後に H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> 供給系配管すべてを洗浄する
3	排液操作	発射中止時に, SJ, H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> タンクから H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> を排液する
4	緊急時操作	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> の異常分解に対し, 散水等の処置を行う
5	監視	次の各項目の監視を行う (1) 電圧 } 管制盤 (2) 電流 } (3) H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> 液温度 } シェルタ内 (4) H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> 液面位 } (5) H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> タンク重量 } (6) 操作圧, ポンプ吐出圧, プラダ押圧 (シェルタ, CB ボックス) (7) ポンプ吐出 (シェルタ内) および SJ への H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> 供給流量 (CB ボックス内)

第17図 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>供給装置チェックアウト盤外観図



第18図 M整備塔6階SJ

ラを外す窒素ガスピストンの4組のバルブを有する引抜装置であり、これらは  $H_2O_2$  用2組,  $N_2$  1次圧,  $N_2$  の燃料タンク加圧各1組からなる。

#### 6.1.6 $H_2O_2$ 供給装置管制盤

M台地地下管制室に設置され、Mロケット発射前後の  $H_2O_2$  注液にかかわる全ての操作と必要な監視を行う。これらを前述の第6表に示す。特に  $H_2O_2$  異常分解等の緊急時に備えて、以下の操作が出来るようになっている。

- (1) 遮断弁ボックスの異常  
遮断弁ボックス内、タンク、ポンプへのシャワーの散水
- (2)  $H_2O_2$  タンクの異常  
(バイパス路)
- (3) ドレンタンクの異常

第7表 配管概要

No.	配管	数量	内 容
1	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> 注液系	4式	(1) シェルタ, 背面小屋間 1式 (2) 背面小屋, CBボックス間 1式 (3) CBボックス, マニホールド間 1式 (4) マニホールド, 引抜装置間 1式 何れもテフロンホース SR500-10
2	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> リターン系	4式	上記と同じ
3	窒素ガス1次圧系	4式	(1) シェルタ, 背面小屋間 2式 (背面小屋以降 1式はTVC用) (2) 背面小屋, マニホールド間 1式 (3) マニホールド, 引抜装置間 1式 何れもシンフレックスホース 3130-04
4	窒素ガス2次圧系	8式	(1) シェルタ, 背面小屋間 1式 (2) 背面小屋, マニホールド間 1式 (3) 背面小屋, CBボックス間 1式 (4) CBボックス, マニホールド間 1式 (5) マニホールド, 引抜装置間 4式 何れもシンフレックスホース 3130-04
5	水道水系	3次	(1) シェルタ, 背面小屋間 1式 (2) 背面小屋, マニホールド間 1式 (3) 背面小屋, CBボックス間 1式 何れもシンフレックスホース 3130-04 シャワー用はビニールホースである。

(1)の作動およびドレンタンクへの注水

(4) CBボックスの異常

CBボックス内へのシャワーの散水

(5) 機体SJの異常

シャワーによる散水およびH<sub>2</sub>O<sub>2</sub>タンクからリターン系へのH<sub>2</sub>O<sub>2</sub>の排出

各配管の主な弁の状況は、管制盤グラフィックパネル上のランプ表示で確認出来る。停電時には緊急操作だけ行なえるようになっている。第16図に管制盤の外観図を示す。

#### 6.1.7 チェックアウト盤

H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>供給装置シェルタ内に設置し、メンテナンスのため、各電磁弁、ポンプの単独操作が出来る操作盤である。これらの操作はグラフィックパネル上のランプ付押しボタンにより行うことが出来、ポンプ以外は停電時でも操作可能である。また、各種センサ用アンブ類を内蔵している。この外観図を第17図に示す。

#### 6.1.8 配管

供給装置シェルタから引抜装置に至る地上配管系の概要は第7表に示す通りである。



第8表 主要ヒドラジン地上支援設備

(注) ○印が使用場所を示す

使用場所 使用目的等 主要装置	第一火薬庫	KS 台地	SJ 小屋	M 整備塔		記 事
	HLC 等の N <sub>2</sub> H <sub>4</sub> 注排 液及び後処 理等	KSC 噴 射試験	GN <sub>2</sub> 供給 源	1 階 ホットエ ア-発生	6 階 SJ への 注排液 N <sub>2</sub> 注気	
1. 注排液装置 (1)簡易スクラバ (2)局所排気装置 (3)GN <sub>2</sub> 供給装置 (4)輸送タンク (5)キャッチタンク (6)HLC 装置 (7)HLC 補助 タンク装置 (8)ダミータンク	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	○			○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	S 用既存設備 " " " " " " M 用新設 テストスタン ド用流用
2. 注気装置 (1)操作圧ボックス (2)M 整備塔配管			○ ○	○	○	S 用既存設備 M 用新設
3. ホットガス装置				○		S 用既存設備
4. 保温装置					○	ランチャブ ーム上に設置 M 用新設
5. 排気処理装置		○				M 用新設
6. SJ 噴射試験架 台装置		○				M 用新設
備 考		M-3 S-3, 4SJ スラ スタ地上 噴射テス トに使用				

## 6.2 M-3S-3, 4 SJ 用地上設備

M-3S-3, 4 用 SJ 装置は、すでに述べたように燃料が H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> からヒドラジン (N<sub>2</sub>H<sub>2</sub>) に変更になったが、種々の制約から地上支援設備のうち、ヒドラジンの注排液に関しては S-520 用 SJ のヒドラジン供給装置 HLC (Hydrazine Loading Cart) を利用する簡易方式とした。この HLC は観測ロケット用で、容量が小さいため、HLC 補助タンク装置を新設し

た。

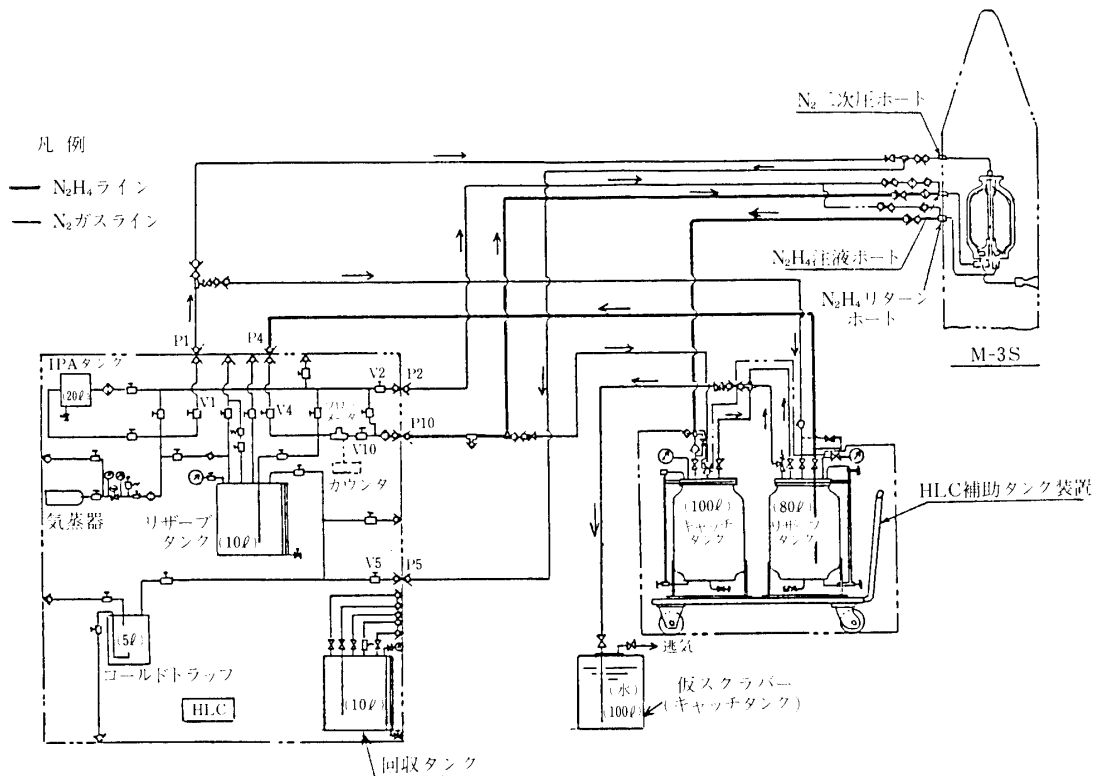
またヒドラジンの凍結防止のため保温が必要になり、新たに保温装置およびホットガス装置等が追加された。

ここではこれらについて概要を述べる、主要設備と使用場所を第8表に示す。

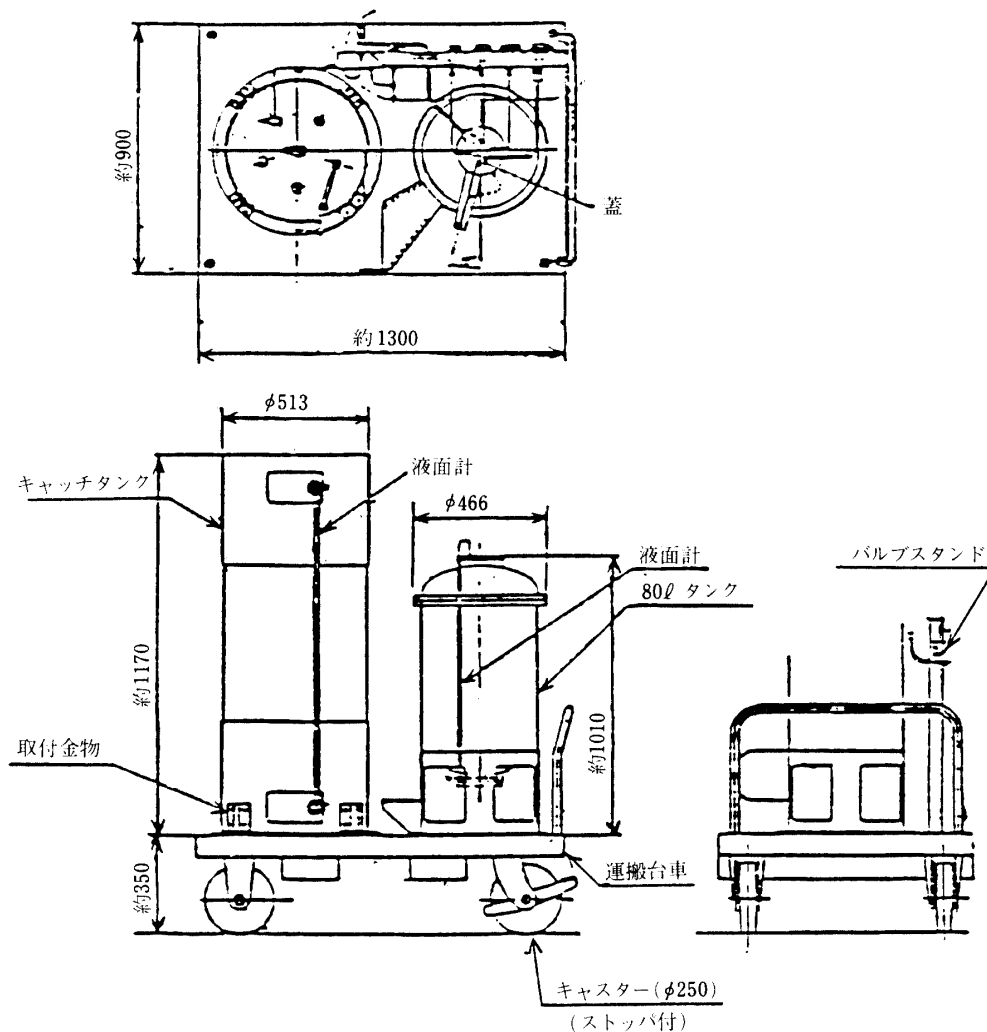
### 6.2.1 注排液装置

この装置は、ヒドラジンを輸送タンクから受けて一時保存し、SJの燃料タンクに注液するための数種の支援装置からなる。輸送タンクから注排液装置へのヒドラジンの移動作業は、第一火薬庫の仮設作業場で行い、SJへの注液はこれらの支援装置をM整備塔6階に搬入して行った。M整備塔6階のSJ注液装置の配管系統を第18図に示す。注排液装置のサズシステムについての詳細は観測ロケットS-520-3SJ地上支援装置〔3〕に述べられているので省略し、M用として新しく製作したHLC補助タンク装置の概要についてのみ記す。この装置はリザーブタンク、キャッチタンク、台車および配管、バルブ類からなる可搬式であり、主な性能は次の通りである。

- |              |        |                        |
|--------------|--------|------------------------|
| (i) リザーブタンク  | 容量     | 80ℓ                    |
|              | 最高使用圧力 | 5.0 kg/cm <sup>2</sup> |
| (ii) キャッチタンク | 容量     | 100ℓ                   |
|              | 最高使用圧力 | 1.3 kg/cm <sup>2</sup> |



第18図 ヒドラジン注液装置配管系統図



第19図 HLC補助タンク装置

(iii) 台車 1,300 mm(長さ)×900 mm(巾)×1,520 mm(高さ),この概要を第19図に示す。

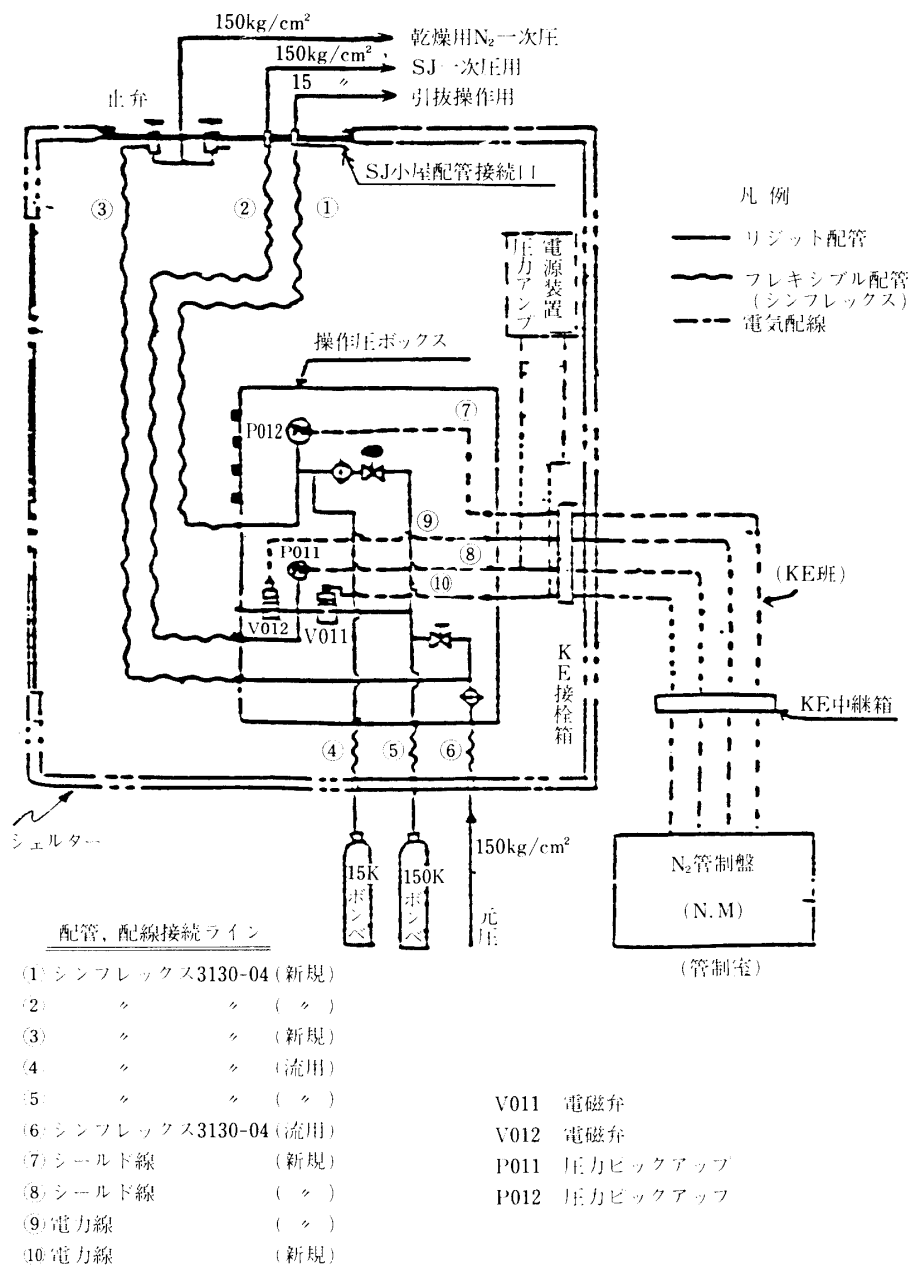
### 6.2.2 注気装置

この装置は、SJおよびTVCの1次圧、これらの操作圧および衛星乾燥用1次圧の窒素ガスの供給を行うものであり、シェルター内に設けた操作圧ボックス並びにM整備塔配管からなっており、M整備塔1階に設置されたCN-SJ/TVC注気、注液操作盤を經由している。

#### (1) 操作圧ボックス

従来の過酸化水素固定供給装置をシェルター内より撤去、代わりに操作圧ボックス部分に一部追加配管したものを設置、窒素ガスの1次圧、2次圧も供給する。

主な性能



第20図 注気装置配管系統図

- (i) 1次圧 150 kg/cm<sup>2</sup> (SJ, TVC用)
  - (ii) 2次圧 15 kg/cm<sup>2</sup> (操作圧用)
  - (iii) 乾燥ガス用1次圧 150 kg/cm<sup>2</sup> (衛星乾燥用)
- この配管系統図を、第20図に示す。
- (2) M整備塔配管

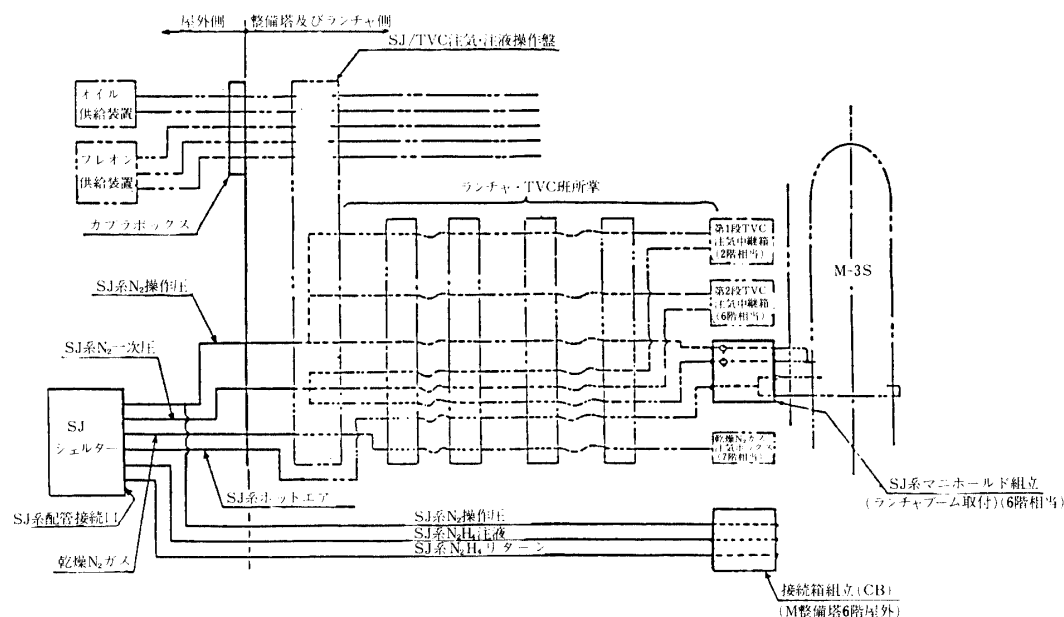
この配管は M 整備塔の新設に伴って新設された配管であり、シェルター出口から M 整備塔 1 階の CN-SJ/TVC 注気、注液操作盤および 6 階の CB ボックスまでの配管 (SJ 系の  $N_2$  操作圧用,  $N_2H_4$  注液, リターン用) 並びにランチャーブーム上の SJ 系マニホールド組立からなる。なお M 整備塔 CB ボックスへの配管を除くランチャ・ブーム内の SJ 系  $N_2$  ガス配管 (操作圧, 1 次圧, およびホットガス系) は, ランチャ, TVC 班所掌で施行された。シェルターから送られる配管は次のものである。

1 次圧系	150 kg/cm <sup>2</sup>	SJ, TVC 用
2 次圧系	15 kg/cm <sup>2</sup>	SJ, TVC 操作圧用
乾燥系	150 kg/cm <sup>2</sup>	衛星乾燥用
ホット系	10 kg/cm <sup>2</sup>	ホットガス (SJ 保温用) 送気用
ヒドラジン	15 kg/cm <sup>2</sup>	(M-3 S-3, 4 では未使用)
注液系		
ヒドラジン	15 kg/cm <sup>2</sup>	(M-3 S-3, 4 では未使用)
リターン系		

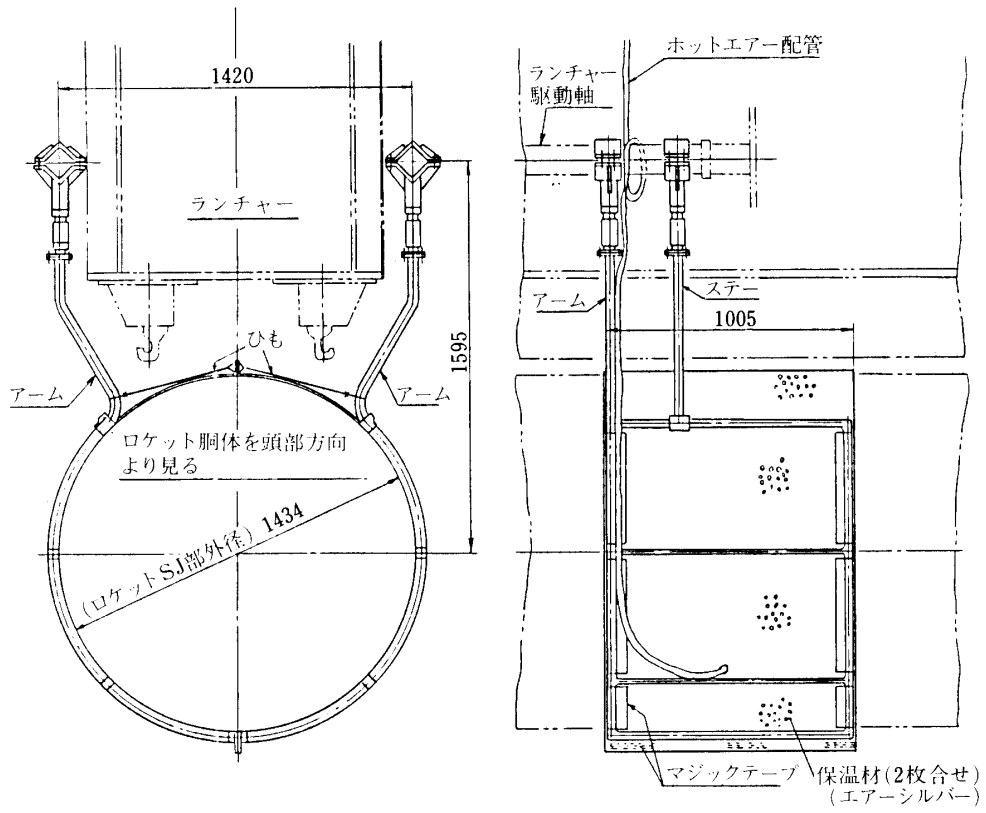
これらの配管系統図を第 21 図に示す。

### 6.2.3 ホットガス装置

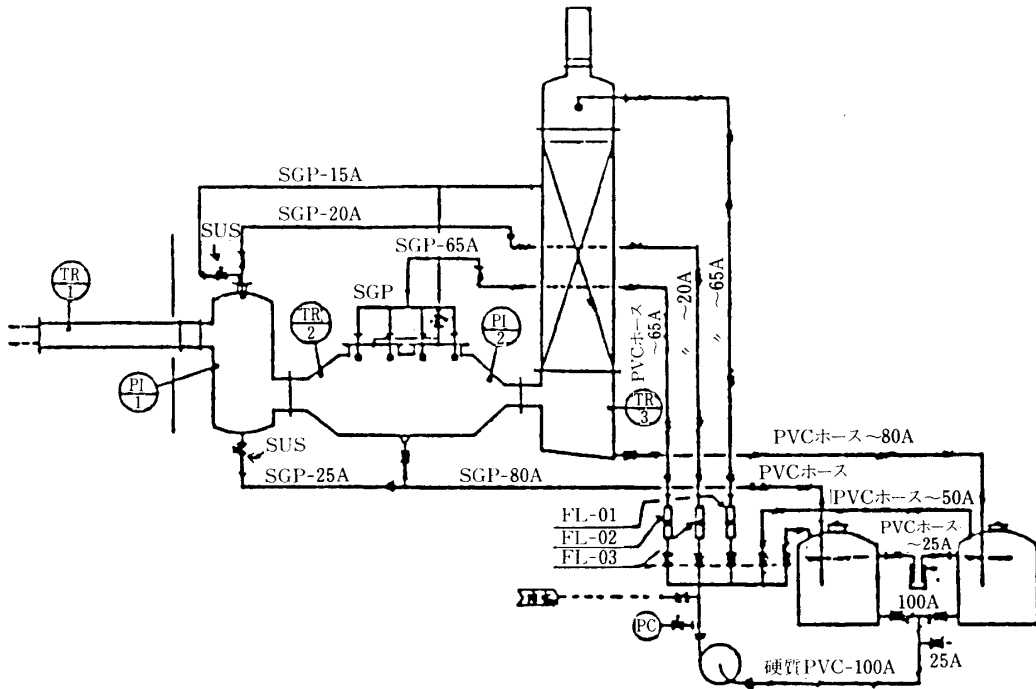
既存 (S-520-3 SJ 用に使用) のホット  $GN_2$  装置を M 整備塔の 1 階に設置しホットガス系配管を通して SJ 保温装置のシェルタ内に温風を送気する。この装置は冬期打上の際, ランチャ旋回後に SJ 部のヒドラジントankの温度低下によるヒドラジン凍結を防止するために運転する。実際の発射では外気温が高く凍結の心配がなかったので本装置は使用しなかった。(M-3 S-3, 7.1°C, M-3 S-4, 12°C)



第 21 図 M 整備塔配管系統図



第22図 SJ保温装置



第23図 排気処理装置概要

#### 6.2.4 SJ保温装置

この装置は、特に冬期打上時、ランチャ旋回から打上までの間にSJ用のヒドラジン凍結を防止するため、SJの周りにシェルタを設け、外気を遮断すると共に内部に前述のホットガスを送気するものである。このシェルタ内には温度センサを設け、M地下管制室のSJ管制盤でモニタする。この装置は、2組のアームおよび保温膜(商品名エアーシルバ)を貼ったシェルタから成り、SJ部周りを左右両側から囲い、発射直前ランチャ側の油圧駆動により他のアンビリカルと同時に捲上げる機構になっている。

この装置の概要を第22図に示す。

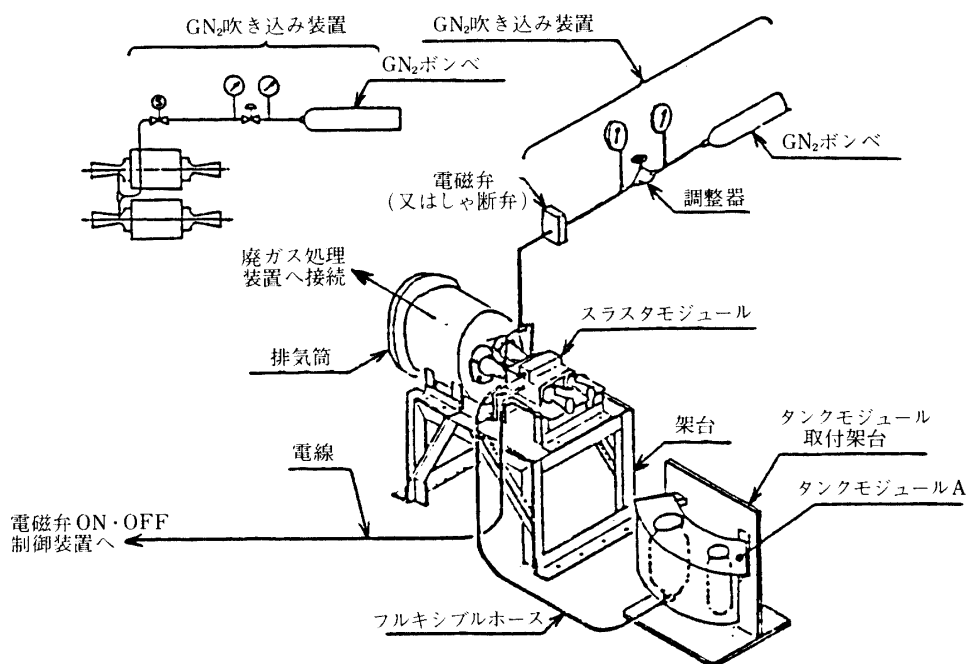
なおM-3S-4では発射前の気温が12°Cと高かったため、ランチャ旋回前に保温装置からエアーシルバを取り外した。

#### 6.2.5 排気処理装置

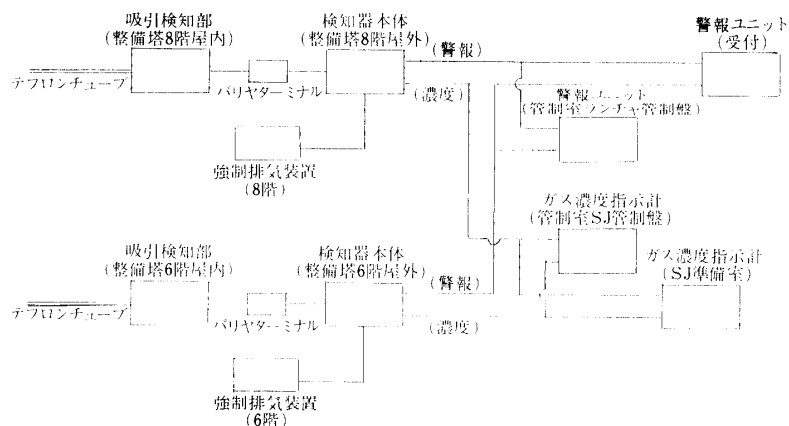
この装置は(次項6.2.6に述べる装置と共に)SJ地上噴射試験に用いるもので、スラスタからの噴射高温ガスを冷却吸収、アンモニアガスおよび未分解のヒドラジンガスを処理するものである。このフローシートを第23図に示す。

#### 6.2.6 SJ噴射試験架台装置

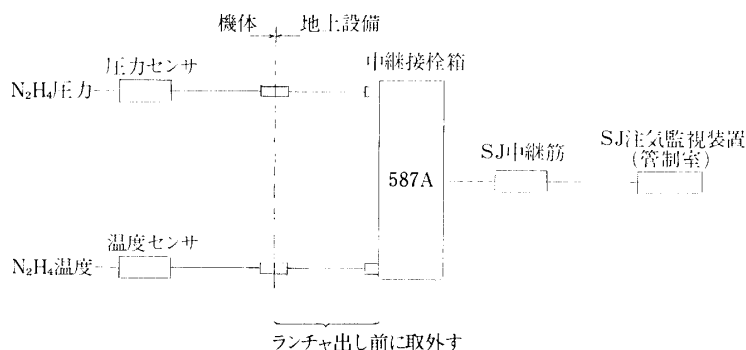
この装置はSJ地上噴射試験において、M用SJのスラスタモジュール1組を取付け、KSCのKSドーム内に設置して燃焼実験を行うためのものである。スラスタは1モジュール分でスラスタ2組が同時に噴射出来るように排気筒を設け、これが前述6.2.5項排気処理装置に直接つながる。主な構成は架台、排気筒、GN<sub>2</sub>吹き込み装置および既存のSJタンクモジュール架台からなる。



第24図 SJ噴射試験架台



第25図 ヒドラジン漏洩警報装置系統図



第26図 ヒドラジン安全監視装置系統図

この装置の概要を第24図に示す。

### 6.3 安全監視装置

ヒドラジンは、その分解に関しては過酸化水素に較べ格段に安全であるため、M-3S-3以降機体への注液作業を従来の発射直前から発射前日へと変更でき、発射日のタイムスケジュール短縮を可能にした。しかしながらヒドラジンには人体に対する毒性があり、注液作業中及びその後の万一のヒドラジンガス漏洩は非常に危険である。このため新整備塔内6階（SJ用）と8階（衛星RCS用）の2ヶ所にヒドラジン検知器と警報装置及び強制換気装置をランチャ班所掌にて設置した。なお警報装置はKSC受付に於いても警鳴するものとし、夜間整備塔にSJ班不在時にも非常の際には警備員が察知出来る体制とした。又機体への注液後ヒドラジン液圧力、温度を第5図に示したセンサから地上系回線を通してM管制室内でランチャ旋回直前までモニター可能とした。第25図に警報装置、第26図に安全監視装置の系統図を示す。



## 7. 結 び

M-3S用SJ装置は従来の過酸化水素を燃料とした1,2号機用からヒドラジンを燃料とした3,4号機用へと大きく変遷した。しかしながら先行のS-520用SJ, 衛星RCSのヒドラジンスラスタ開発の技術蓄積により, この変更は比較的容易に実施することができた。又地上系の大幅な変更も折からの整備塔更新と歩調を合わせた計画及び既存設備の転用等により効率良く対処できたと言ってよいであろう。これらの経験は次期M-3S II型SJ及びその地上系の開発へとつながる大きなステップとなった。

## 参 考 文 献

- [1] 長友他：M-3S, サイドジェットエンジン部について, 東大宇宙研報告第14巻第1号(B) (1978年3月)
- [2] 上杉他：M-3H, サイドジェットエンジン部について, 東大宇宙研報告第16巻第1号(B) (1980年2月)
- [3] 昭和56年度第2次飛翔実験計画書, 宇宙科学研究所 SES-TD-81-020 (1982年1月)