

M-V型ロケットの点火タイマ管制

中部博雄, 相原賢二, 荒木哲夫, 齊藤宏文, 堀 恵一, 菊地 毅*

1. 概 要

従来の点火タイマ管制装置はM-3SII-8号機まで使用され、十数機の打ち上げ実績を持ち高い信頼性を実証してきたが、M-V型の仕様変更に伴い大幅な改修を行った。

点火タイマ管制装置は、遠隔操作によりロケット火工品回路の切り換えや火工品導通抵抗測定、及び搭載タイマ点火系機器の操作とアンサーを監視するもので、その取り扱いは細心の注意が払われ、誤操作、誤判断を回避する為に様々な配慮がなされている。

2. 点火タイマ管制システム

打ち上げまでのタイマ点火系作業を受け持つ設備は、ミューセンターM管制室の点火タイマ管制装置を起点に、操作・アンサーラインは、壁面中継接栓箱から2系統に分岐され、共同溝のケーブルを介して、一方は2段目計器部から上段を組み立てるM組立室クリーンブース入口に至り、もう一方は全段ロケットが組み付けられる整備塔の8階ランチャーブーム壁の中継接栓箱に至る。

本系は従来の装置からの変更点として、M3-EPTとSADの操作とアンサーの追加、CPUによるSAD操作の自動化、操作と表示の履歴と保存、電源の無停電化等がなされている。また、特に保安に関係しているタイマ電源、安全スイッチ、M-SW、SAD等はダイレクトにアンサーを監視しているが、コマンド系は回線数削減の為にアンサーをシリアル伝送化している。

飛行時の3段目タイマ(M3-EPT)はコマンドによりシーケンス変更が行われるが、それをモニタする系として、従来と同様にテレメータセンターの中継器とコントロールセンターの監視装置から成っている。

本系の各装置を写真-1,2に、主な作業内容を第1表に、点火タイマ管制系装置配置図を第1図に、系統図を第2図に、主な作業フローを第3図～第5図に示す。

(1) システムの構成

本システムの主体となるM-V型点火タイマ管制装置は、タイマ管制盤、点火管制盤、CPU盤、ケーブルチェック盤、充電盤、無停電々源から成っている。

点火タイマ管制装置からの操作系は、各ケーブル中継接栓箱(M管制室、Mクリーンブース、整備塔8階)を介して搭載タイマ機器やSADに接続されるが、その接続点は保安上中間スイッチの役目も担っている。

点火系導通抵抗測定やM-SWを操作するラインは、共同溝整備塔側とM組み立て室側に設置してある端子盤

*松下通信工業(株)

内に遠隔操作により駆動する中間スイッチが設けられている。

その他、点火系作業中を警告する赤色回転灯がM組み立て室と共同溝にそれぞれ設置されている。

また、本系は無停電々源装置により、瞬断や停電に対して常時安定した電力を供給される様に設計されている。



写真-1 点火タイム管制装置

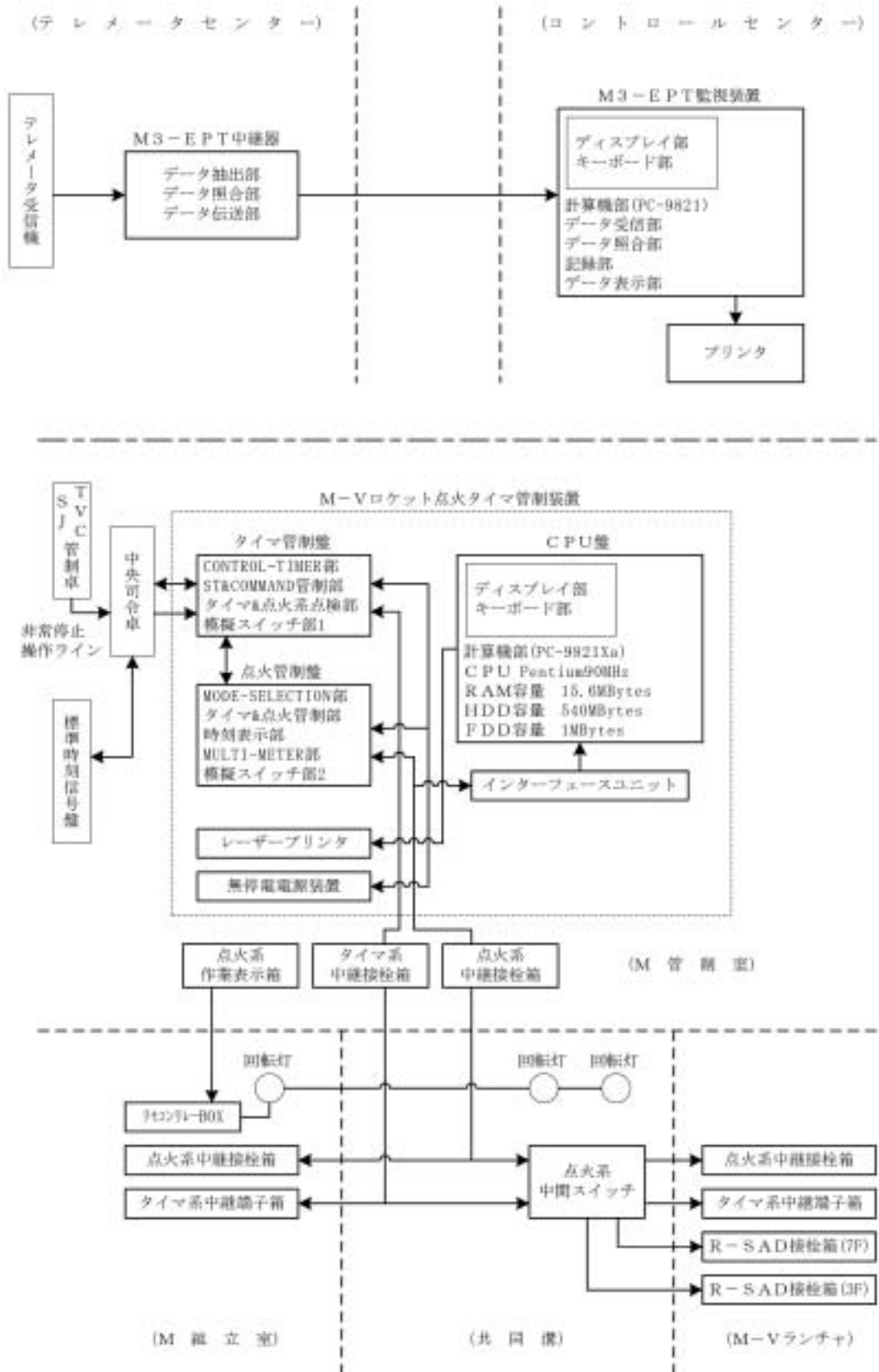


写真-2 M3-EPT 監視装置

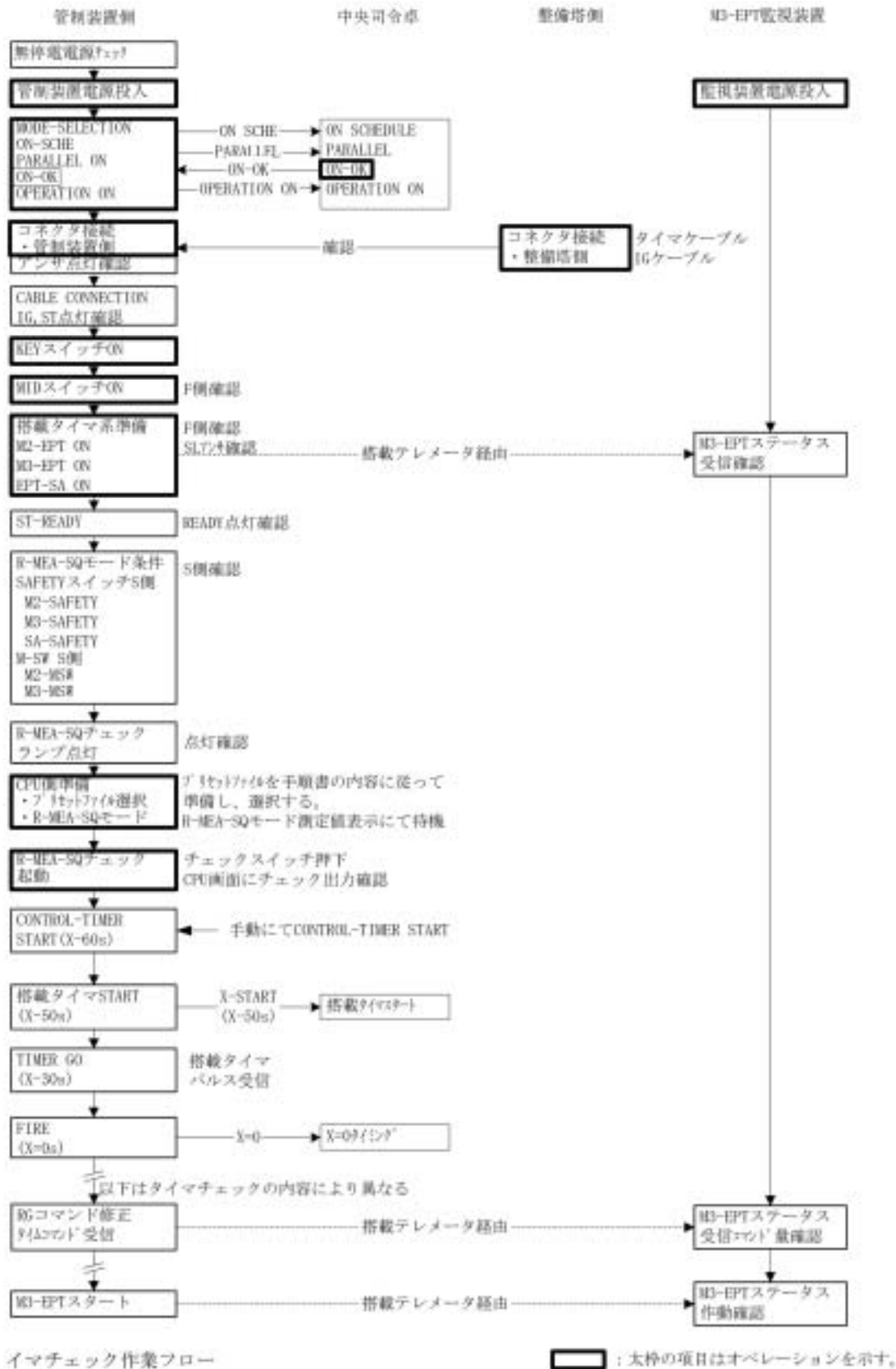
第1表 点火タイマ管制系の作業内容

No.	作業項目	操作・確認項目
1	ケーブルチェック	タイマ・点火系の操作とアンサーラインの導通、ピン間絶縁、アース間絶縁のCPUによる自動測定 *タイマ・点火系とは接続されない本系単体チェック
2	搭載機器動作チェック	タイマ、コマンド等アンサーが変化しない事の確認 *タイマ電源以外は安全側で実施、CPUは履歴収録
3	修正コマンド単体チェック	本装置から疑似修正コマンド信号をタイマ側に送り、M3-EPT監視装置でその機能を確認 *タイマ電源以外は安全側で実施、CPUは履歴収録
4	コマンド動作チェック	送信されるコマンドのアンサーを確認 *タイマ電源以外は安全側で実施、CPUは履歴収録 *修正コマンドの場合はM3-EPT監視装置で確認
5	充電	タイマ電源の充電でCPUによる自動充電と記録 *タイマ点火系は全て安全側
6	タイマ動作チェック	M2-EPT、M3-EPT、EPT-SA（未搭載号機あり）の動作をCPUにて記録と判定 *タイマ電源以外は安全側で実施（噛合せ/KSC） *火工品が無い時は全て発射側で点火玉発火試験（噛合せ） *火工品が結線されていない時は点火玉発火試験、但し、IG-F/Sはチェック用、SAD安全側、他は発射側（KSC）
7	火工品導通抵抗測定	CPUによる自動測定と判定 *タイマ電源OFF、M-SW、安全SW、SADは安全側、但し、IG-F/Sコネクタは発射側
8	打ち上げ	タイムスケジュールに従ってタイマ電源ON確認後、安全SW、M-SW、SADを発射側操作、アンサーを確認 *全SADは自動的に切り替え X-60秒：管制装置起動 X-50秒：タイマ起動 *管制装置は中央指令卓、タイマは本装置から自動操作、異常発生時はCRTにて警告表示
9	非常停止	タイマ起動後は非常停止操作でM-SW、安全SW、タイマ電源は自動的に安全側切り替え *SADは手動で安全側に戻す
10	飛翔後	M3-EPTの可変シーケンス部を修正コマンドで変更 *M3-EPT監視装置で修正される秒時を確認

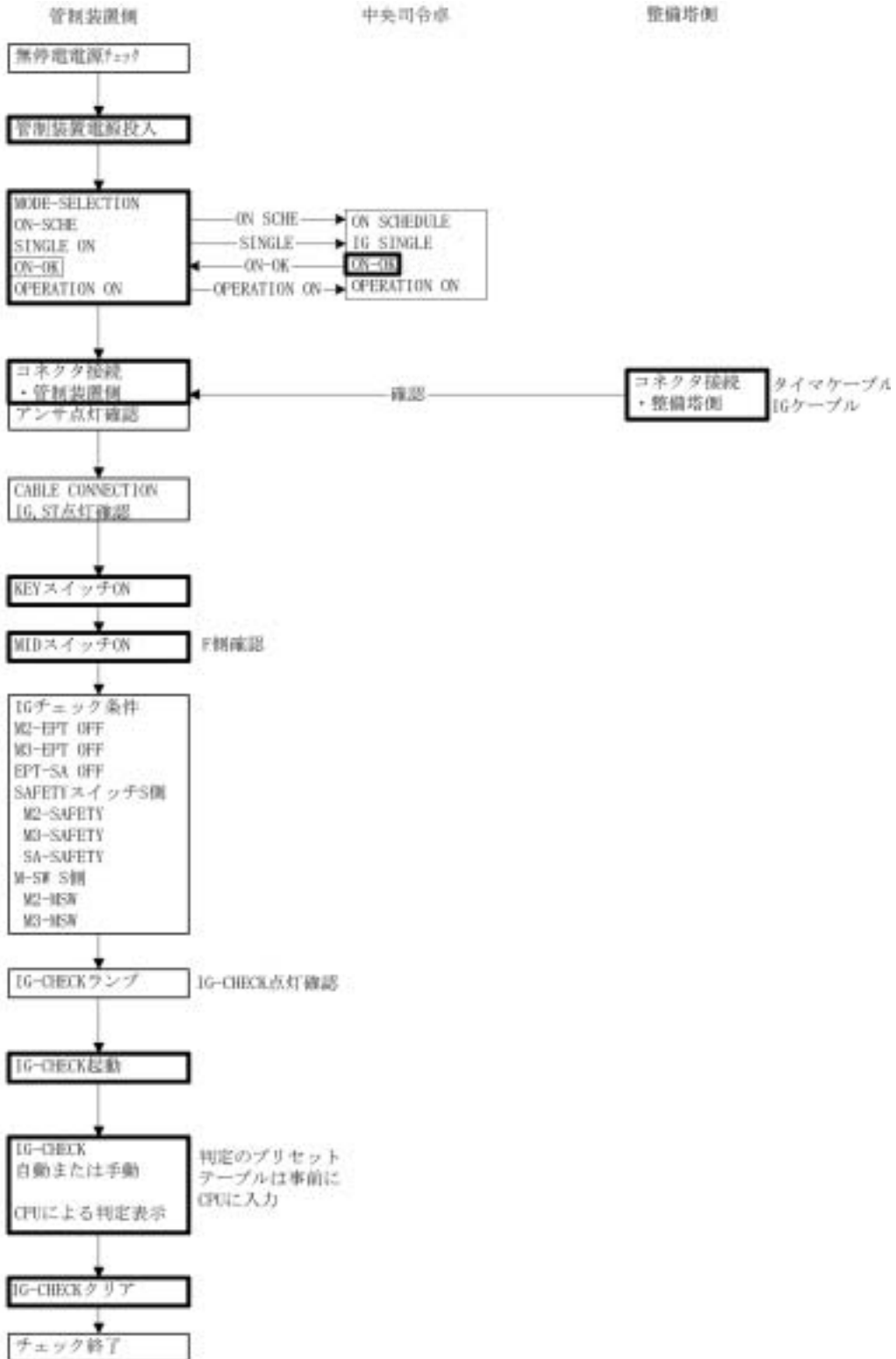
注) 号機により衛星側にEPT-SAが搭載されていない場合は、基本的にコマンドによるM3-EPTのシーケンス修正は無い。



第2図 点火タイマ管制系々統図



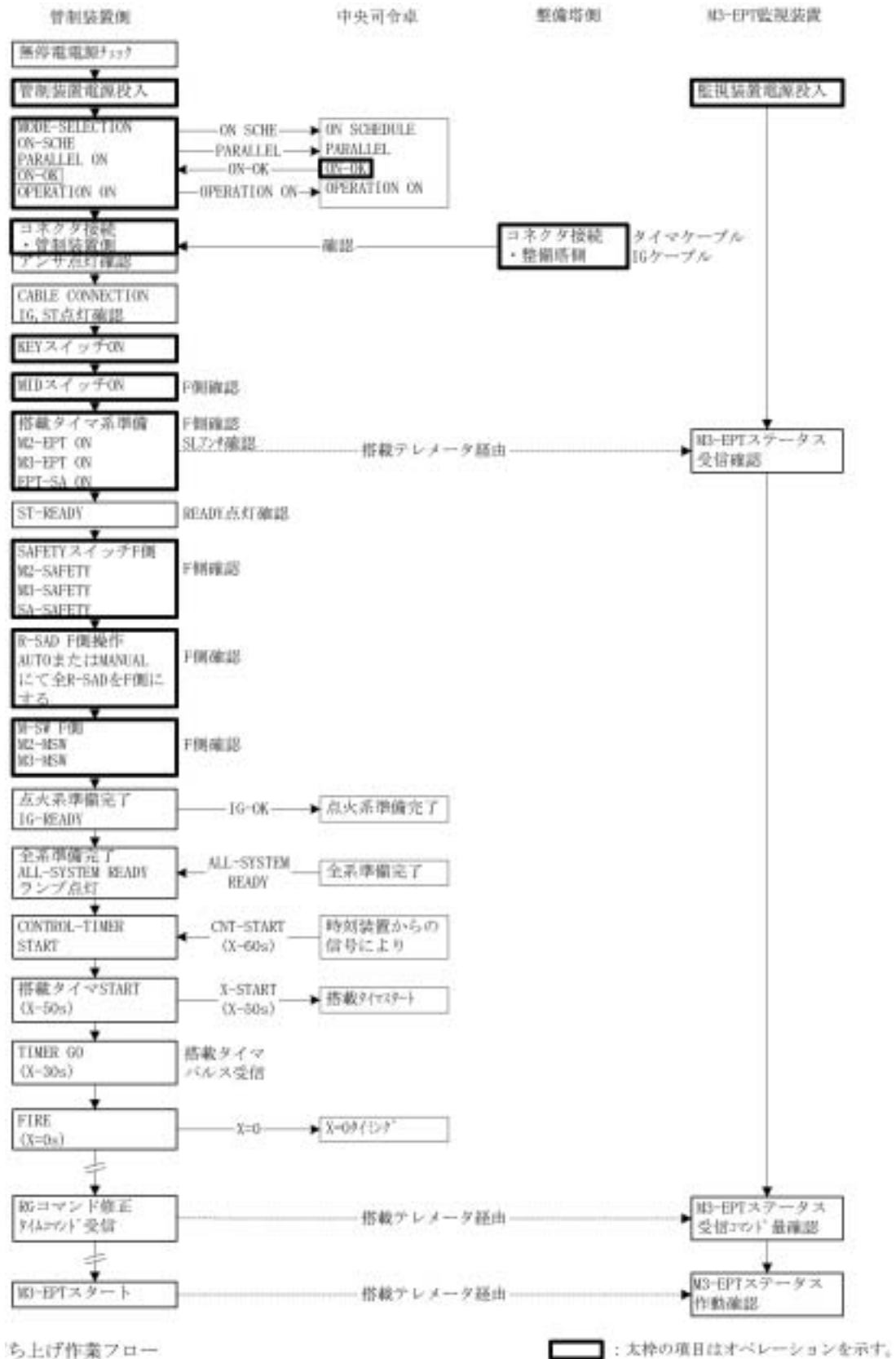
第3図 タイマチェック作業フロー



点火系導通チェック作業フロー

□ : 太枠の項目はオペレーションを示す。

第4図 点火系導通チェック作業フロー



第5図 打ち上げ作業フロー

(2) 装置の基本仕様

点火タイマ管制装置は、中央指令卓との指令応答、各点検作業項目の選択、安全操作、発射オペレーション等を行い、CPUにより各点検作業を自動的に実行し、その過程や点検結果はディスプレイに表示される。またM3-EPT監視装置はM3-EPTからの各種ステータスデータの処理と表示を行う。これらの基本仕様を第2,3表に示す。

第2表 M-V 点火タイマ管制装置の基本仕様

操作電源	DC+28V/12A
アンサー電源	DC+12V/15A
ロジック用電源1	DC+12V/27A
ロジック用電源2	DC+5V/5A
非常電源・操作	DC+28V/12A
・ロジック	DC+12V/10A
操作電流・リレー系	DC28V, 60mA/1回路
・M-SW	DC+28V, 1A/1回路
・中間スイッチ	DC28V, 200mA/1回路
測定可能抵抗範囲	10mΩ~300MΩ
測定可能点火系項目数	63項目/2系統
点火系導通抵抗測定電流	2mA以下
点火系項目選択用電源	DC+24V/2.4A
充電回路数	6回路
充電電流	60mA, 260mA
インターフェース回路	フォトカプラ
アンサー電流	10mA
CPU	PC-9821Xa
RAM容量	15.6M
HDD容量	540Mバイト

第3表 M3-EPT監視装置の基本仕様

ステータスデータ入力ビット数	32ビット (ND05)
入力データ内容	コマンドレジスター値 シーケンスレジスター値 出力シーケンスコード値 コマンドコントロール クロックコントロール クロックモニタ スタートモニタ
コントロールタイマスタート	M3-EPTスタートより起動
モニタ表示項目	修正コマンド値 特定シーケンス出力予定秒時 コマンドアーミング状態

(3) 安全機能

点火タイマ管制装置は、点火系である SAD, M-SW, 及び安全スイッチの駆動や、搭載されているタイマ機器を介して火工品の導通抵抗測定、及び火工品の点火を実行する危険な作業を担当している。従って、本装置を操作する上で、誤操作やアンサー表示の見落しを避ける為に操作スイッチや表示灯は、フローチャート式に配列している。

①タイマチェック

火工品側が結線されていない場合に限り、スクイブを発火させる「打ち上げモード」によるタイマチェックを行う。但し、SAD と IG-F/S コネクタは安全側である。

特に KSC では「安全モード」が主流で、SAD, M-SW, 及び安全スイッチは安全側で実施する。これらのスイッチは「発射側」に操作できない様にインターロックを掛けている。当然ながら IG-F/S コネクタは安全側(チェック用)になっている。

②火工品導通チェック

タイマ電源, M-SW, 安全スイッチ, SAD が安全側でないと操作できない様にインターロックをかけている。

火工品の測定電流を 2 mA 以下とし、その測定回路両極に検知管(最小発火電流150mA)を挿入して、過大電流による火工品の発火を防止している。また、共同溝の M 管制室側と整備塔側に赤色回転灯を点滅させて注意を促している。

③打ち上げ

本装置の操作は単独では出来ない様に、中央指令卓とインターフェースを持たせると共に、メインフローを進める為のキー SW を設けて、発射点作業者(ロケット班)がそのキーを持参する事と、管制室壁面のケーブル中継接栓箱のケーブルを外す事により作業者の安全を確保している。

発射操作はメインフローに従って行い、点火タイマ管制装置の起動は標準時刻発生機から中央指令卓経由で X-60秒に行われ、それを受けた本装置の内蔵タイマで、X-50秒に搭載タイマ(M2-EPT)が自動的に起動する。

それにより、モータが点火する直前まで CPU により各アンサーを監視し、異常があった場合は CRT に警告を表示する。

なお、CPU の不具合(暴走)を考慮し、打ち上げ操作は手動で行い、CPU は表示のみで一切関与させていない。従って、CPU の異常時には、打ち上げフローは進まず、打ち上げ停止側に働く様になっている。

また、M2-EPT 起動後に何らかの不具合が発生した場合は、本装置の他に、中央指令卓と TVC 操作卓に設けてある非常停止操作スイッチを押す事により、タイマを停止させ、その電源を OFF すると同時に、M-SW と安全スイッチを安全側に戻す事が出来る。さらに、停電時でも同様の操作とアンサーが表示できる様に無停電装置(約10分)を設けている。

ここで、M-V-4 号機からモータ点火直前の非常停止は、リレーの動作遅れと操作コネクタがロケット壁から離脱するまでの時間遅れを考慮するとモータを点火させた直後に搭載タイマを停止させてしまう危険性がある。これを回避する目的で、非常停止不感帯(X-0.5秒~X+1.0秒)の機能が追加された。

3. 実験結果

本系は、前任者の蓄積された経験を生かした思想を引き継ぎ、CPU によるチェック体制(打ち上げオペレーションの操作とアンサーの履歴収集と判定)を充実し、各チェックや操作を自動化(ケーブルチェック、火工品導通チェック、充電、SAD 操作等)して、オペレーターの負担を軽減する事により、M-V-1, 3, 4号機の作業は順調に進み、打ち上げオペレーションも安全かつ、確実に遂行する事が出来た。