

東海道・山陽新幹線電力系統指令システム

Supervisory and Control System for Tōkaidō-Sanyō Shinkansen Power System

東海道・山陽新幹線では昭和63年3月の新駅5駅開業に伴い、旧指令所から新指令所へ移転するとともに、指令設備を更新した。

その一環として、電力系統の指令業務をより迅速、かつ効率の高いものとするため、既存の遠方監視制御装置に制御用コンピュータを加えた新しい指令システムを開発し、指令所移転とともに稼動を開始した。最新のコンピュータ技術を適用することによって、CRTを中心とする高度なマンマシンインタフェースを実現し、自動制御機能を多数盛り込むことによって、指令所での業務が大幅に簡素化され、新幹線輸送の信頼度の向上に貢献している。

小山 義夫*	Yoshio Koyama
高実潤 史郎*	Junshirō Takazane
堀越 敏憲**	Toshinori Horikoshi
宮内 嘉信***	Yoshinobu Miyauchi
関川 謙一****	Ken'ichi Sekikawa
北澤 修司*****	Shūji Kitazawa
桑原 誠*****	Makoto Kuwabara
寺田 保広*****	Yasuhiro Terada
鈴木 保男*****	Yasuo Suzuki

1 緒 言

東海道・山陽新幹線では、列車指令、電力指令など多くの関連指令が一堂に集まり、CTC(Centralized Traffic Control)、新幹線運転管理システム「コムトラック」¹⁾、電力遠方監視制御装置などの設備を用いて、全体の輸送を一体として管理運営する組織構成となっている。

昭和63年3月の新駅開業(新富士、掛川、三河安城、新尾道、東広島)に先立ち、昭和62年11月に指令設備の更新と新指令所への移転を実施した。

これに伴い、電力指令用の設備としてコンピュータを中心とする電力系統指令システムを新たに開発した。本論文では、本システムを紹介するとともに、システム構成を決定するに至った背景および特長について述べる。

2 電力指令システム導入の背景

新駅設置のためには、指令設備としてのCTC、コムトラックなどの増設や各指令の表示盤盤面の改修が必要であるが、従来の総合指令所は手狭なため列車運転を継続しながらの工事は不可能であった。このため、隣接する東北・上越新幹線総合指令所と同じ建物内へ新しく指令所を設けて移転することとなった。

移転に当たっては、コムトラックの更新とともに各指令設備の抜本的な見直しを行い、指令業務の統合とあっという間の迅速化・効率化、スペースの節約を図ることになった。

具体的には次のような指令設備の構築を目標とした。

- (1) 大部屋方式の指令配置とし、かつコンパクト化する。
- (2) 表示盤は全指令で一つのものとする。
- (3) 運行表示をCRT化し、警報およびモニタ機能を充実する。
- (4) 電力系統制御をCRT化し、コンピュータによる表示・制御を行う。
- (5) 各システムのCRTには、漢字表示を有効に活用する。

従来、電力指令は東海道新幹線で54か所、山陽新幹線で57か所のき電変電所、き電区分所、補助き電区分所および周波数変換機を対象とし、東海道新幹線ではH₂形(開業当初から用いられているトランジスタ式システム)およびW₂形(最新形のループ伝送方式システム)、山陽新幹線ではH₃形(H₂形をIC化し、改良したシステム)遠方監視制御装置を用いて監視制御を行っていたが、制御卓のスイッチランプおよびプリンタ、電力系統表示盤のCTC列車情報によっていたため、地震情報や事故による停電区間などを他指令へ伝達する機能がなく、指令員が直接その連絡に当たっていた。

一方、き電変電所などの各電気所は今回の新駅設置に直接的にかかわりがないため、既存遠方監視制御装置はそのまま使用し、その上位として新しい指令構想に沿ったマンマシンシステムを追加することによって、新しい電力系統指令システムを構築することとした。ところで、東海道新幹線についてはH₂形遠方監視制御装置を含む変電設備の更新とともに、

* 東海旅客鉄道株式会社建設工事部電気工事課
*** 西日本旅客鉄道株式会社福岡支社電気課
***** 日立製作所機電事業本部

** 東日本旅客鉄道株式会社東京電気工事事務所

**** 西日本旅客鉄道株式会社東京指令所

***** 日立製作所システム事業部

***** 日立製作所大みか工場

***** 株式会社日立コントロールシステムズ

き電方式をBT(Booster Transformer)方式からAT(Auto Transformer)方式に変更する、いわゆるAT化工事が昭和59年から平成2年度完成をめどに進められ、工事完成と同時にき電システムの運用も変更する予定であった。また、H₂形遠方監視制御装置を用いてシステム化を行うと移転工事上の問題もあったため、東海道新幹線はAT化の完了した区間を対象とするW₂形遠方監視制御装置を、山陽新幹線はH₃形遠方監視制御装置を対象としてシステムの開発を行い、当初、新システムの対象に含まれない東海道新幹線のH₂区間はAT化の進捗(ちよく)に合わせて逐次新しい指令形態に取り込むこととした。

このためW₂、H₃形両遠方監視制御装置と接続する制御コンピュータシステム(遠方監視制御論理装置と呼ぶ。)を新設した。以下その概要について記述する。

全体システム概念図を図1に示す。

3 システムの基本的考え方

システム設計は、遠方監視制御装置を含めた全体システムとしての信頼性バランスを考慮して検討が進められた。設計上の基本方針は次のようなものである。

- (1) 制御あるいは表示の情報を処理するCPUは、東海道・山陽新幹線で共用し二重化する。
- (2) 万一のCPUダウンを考慮して、バックアップ装置を設ける。
- (3) 指令体制、業務量に合わせ、制御卓は東海道新幹線2卓、山陽新幹線2卓の計4卓とし、各制御卓ごとにCRTを3台設ける。
- (4) 従来、系統表示盤に表示した列車番号・列車位置の表示も含め、CRTを用いてすべての監視制御を行う。

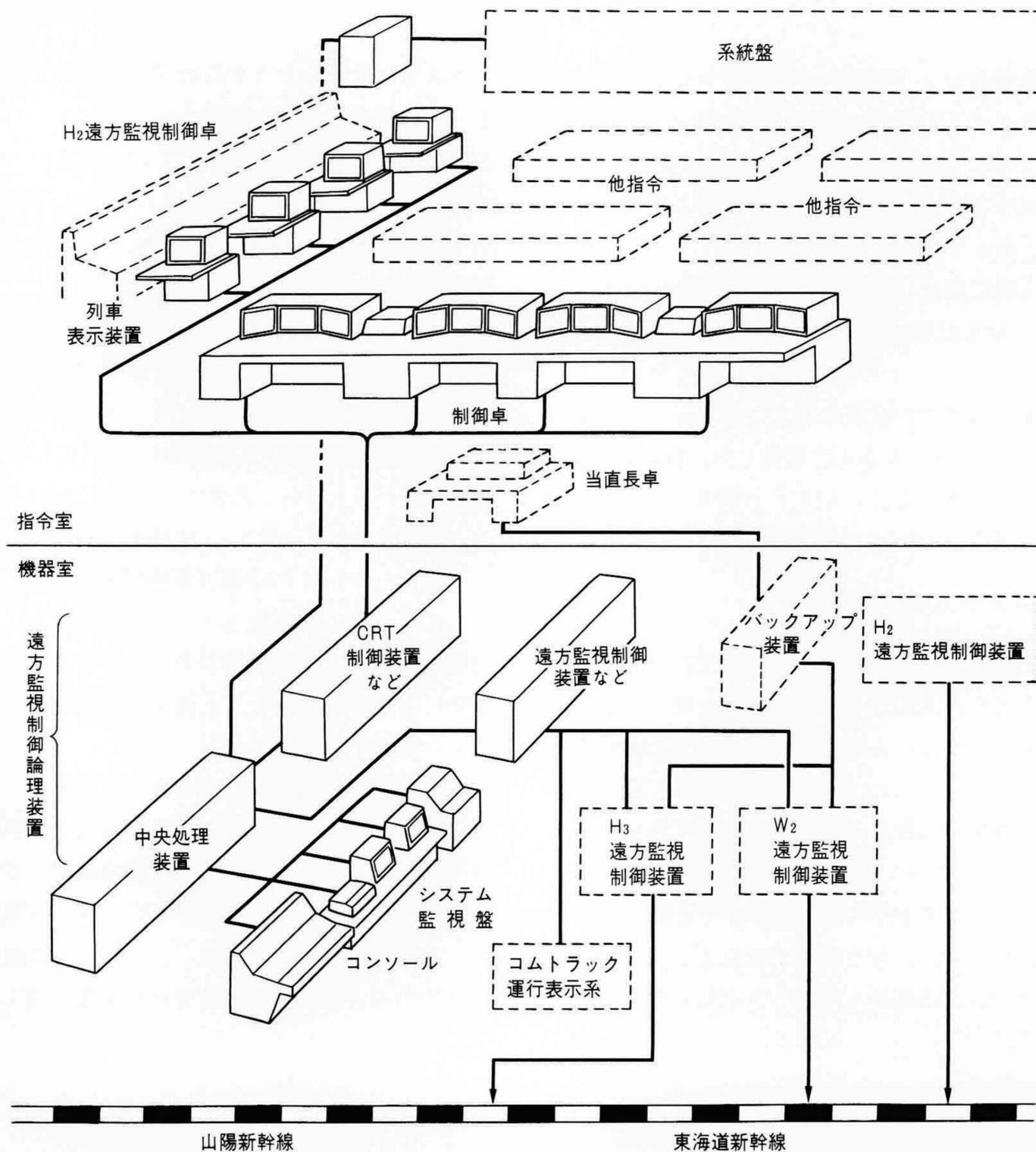


図1 電力系統指令システムの概要 CRT 3台を単位とする制御卓を、コンピュータシステムによってサポートしている。

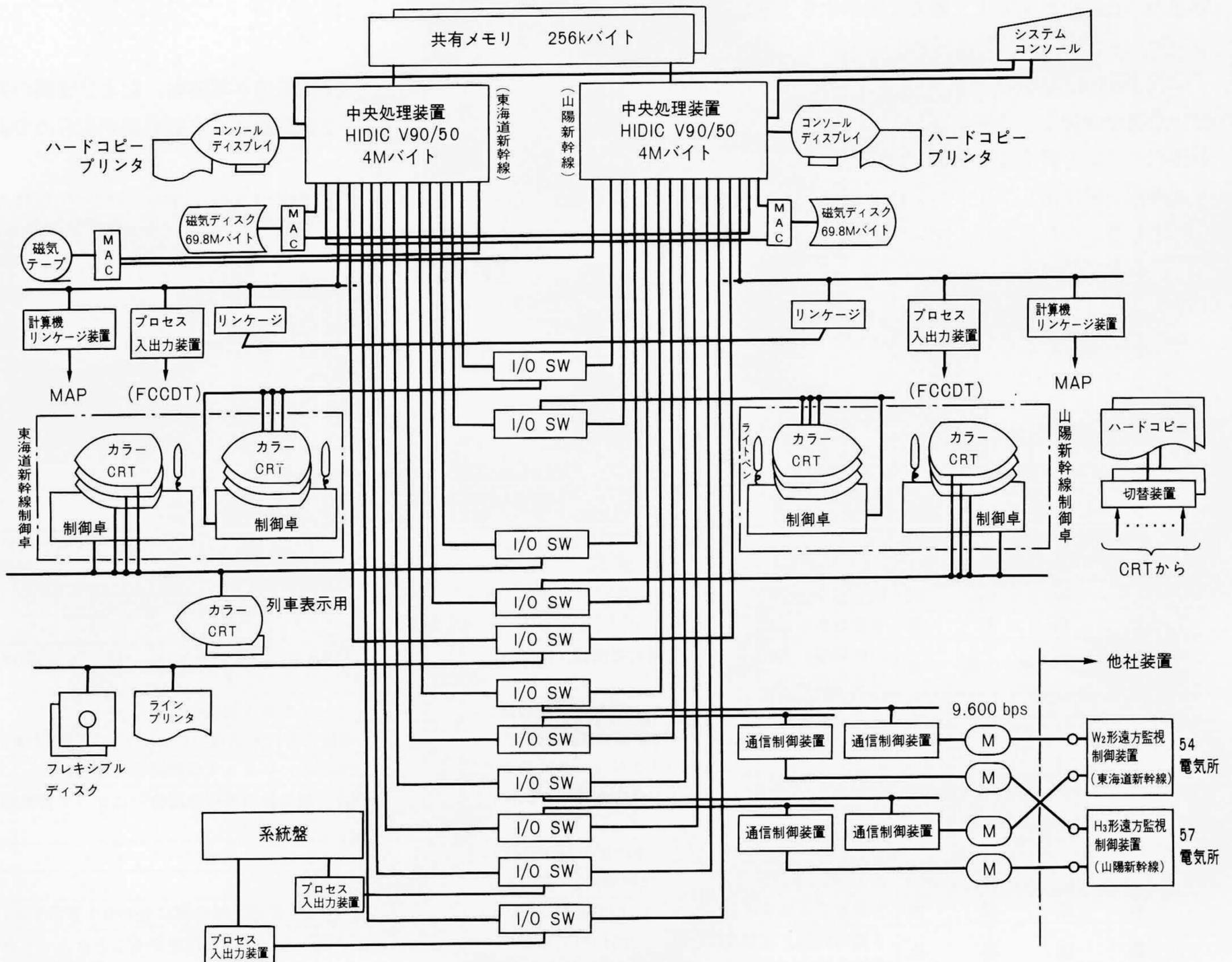
- (5) W₂形, H₃形と異なった遠方監視制御装置と結ばれるが, 可能な限り操作・表示・処理方法を統一する。
- (6) き電系統状況を適切な図形で表示するとともに, 定常的な機器操作は自動化する。
- (7) コムトラックの運行表示系システムへ停電・切替・変電所異常などの情報を送り, 各指令への表示伝達を行うとともに, 列車情報・作業時間帯情報を受け取る。
- (8) FC(周波数変換機)の電圧・電流などの表示伝送に使用しているサイクリック形遠方監視制御装置の親装置を改良して, 本システムに情報を取り込む。

4 システム構成

以上の基本的考え方を基にした新しい電力指令システムの構成を図2に示す。本システムは, 二重化された制御用計算

機を中核とした構成としており, 主な特徴は次のとおりである。

- (1) 2台の計算機の運用は, 常時おのおの東海道新幹線と山陽新幹線の業務を分割して処理する。ただし, 片系が障害または点検時には健全系が両線区のすべての処理を受け持つロードシェア方式とした。障害時の切換は自動であり業務停止とならないよう信頼性確保を図った。
- (2) 監視制御の中心は, 指令室に設置した制御卓4卓とおのおのの制御卓の3台のカラーCRTであり, これによって指令員がよりの確, 迅速に各電気所の情報把握を行うことが可能となった(図3)。
- (3) W₂形遠方監視制御装置(東海道新幹線), H₃形遠方監視制御装置(山陽新幹線)という異なった2方式の遠方監視制御装置と計算機とのインタフェースは, 標準インタフェース(BSC



注: 略語説明

MAC (多重アクセス制御機構), MAP (運行表示システム), M (変復調装置), I/O SW (入出力装置切替回路)
 FCCDT (対周波数変換所サイクリック形遠方監視制御装置)

図2 遠方監視制御論理装置(計算機)システム構成図 制御用計算機を中核とし, 主要部分は二重化構成として信頼性の高い高機能システムを実現している。

手順)を採用し統一を図った。また、データの送受信を行う通信制御装置も二重化し信頼性の確保を図った。

なお、先に述べたように東海道新幹線ではAT化工事が進行中で、BTき電区間には、従来と同様のH₂制御卓を設置し、AT化に伴って遠方監視制御装置が更新される時に順次CRT制御方式に繰り入れることとした。この間系統表示盤に代わるものとして、将来のCRTを先行手配し列車表示用に使用している。

5 システムの機能

本システムの持つ概略機能を表1に示す。このうち特徴的なものを下記に述べる。

5.1 CRTによる系統監視

各電気所の機器の状態変化、故障発生などの情報は、遠方監視制御装置を介して計算機に取り込まれると同時に、その詳細がCRTに表示される。CRTの表示は、系統状況の把握を容易かつ迅速に行えるよう図4に例示するように、グラフィックに、かつ漢字を有効に活用したものである。

CRT画面数は約200枚に及ぶが、画面表示方法は使用頻度の高い系統制御図などは制御卓上の電気所選択ボタンおよび画面選択ボタンを押すこととし、使用頻度の低い画面はガイダンス画面を呼び出しライトペンによって該当画面を表示する方式とした。これにより、マンマシン性の向上と制御卓盤面の簡略化を実現した。

5.2 定時き電制御

き電区間ごとにあらかじめ登録されているき電パターンに

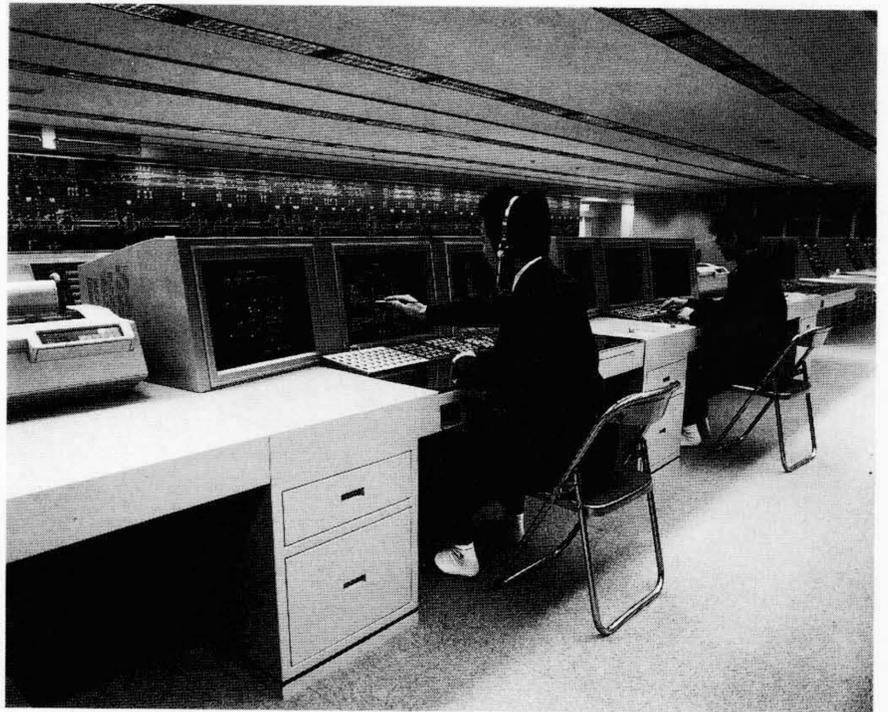


図3 電力指令制御卓 各電気所の運転状態をCRTによって詳細監視し、機器の制御も行う。また、自動制御機能の運用パラメータの設定も可能である。

従って、毎朝の列車運転開始前のき電開始、および夜間の列車運転停止後のき電停止を計算機から自動制御するものである。

き電パターンは、16種の基本パターンがベースとなり日々のスケジュールに基づき実行されるが、当日の内容修正もCRTを介し運転員によって可能である。この制御は、列車の運行面および保守作業に対する保安面から、誤った制御とならないように指令員の実行承認扱いによって自動制御が行われる

表1 システム機能概要 電力指令システムの機能概要について示す。各機能ともCRTマンマシン装置が重要な役割を果たしている。

番号	機能	概要
1	電力系統監視	き電系統の運転状態、電力設備の機器状態および列車運行状態の監視を行う。ただし、列車運行状態の監視は主系だけである。
2	系統制御	画面上で同一グループ内の機器を一括選択し、実行扱いによって遠方監視制御装置をプログラム制御する。
3	個別制御	各変電所などの機器を個別に選択し制御する。
4	系統制記録	系統監視に関連する遠方監視制御情報、作業時間帯情報などを時系列に表示する。ただし、作業時間帯情報は主系だけである。
5	定時き電制御の自動化	き電パターンのスケジュールに基づき、指令員の実行承認扱いによって定時き電制御を行う。
6	作業時間帯に伴う自動化	作業時間帯情報により、当該駅間の変電所などの切替遮断器を指令員の実行承認扱いによって自動制御する。
7	ヤード電源切替の自動化	ヤード電源切替パターンのスケジュールに基づき、指令員の実行承認扱いによって自動制御を行う。
8	保守作業に伴う自動化	パターン化されているヤード保守作業などの操作に伴う機器制御を、指令員の実行承認扱いによって自動的に行う。
9	FC運転の監視制御	FCの運転状態(起動、停止、そのほか)の監視制御を行う。
10	遠方監視制御装置の監視制御	遠方監視制御装置(制御所・被制御所)の監視制御を行う。
11	事故探索	き電線の接地事故などは、吸い上げ電流による故障点標定演算で事故点を軌道回路位置に合わせて表示する。
12	画面再生	き電系統図、系統制御図、主回路結線図および系統制記録の過去の画面を、時刻を指定することによって再生する。
13	統計	各変電所の使用電力量および各種保全データの集計を行う。
14	他システムとの接続	MAPに停電、変電所異常などの情報を送信し、作業時間帯、列車情報を受信する。表示盤には停電、変電所異常の情報を送信する。

注：略語説明 FC(周波数変換機)、MAP(運行表示システム)

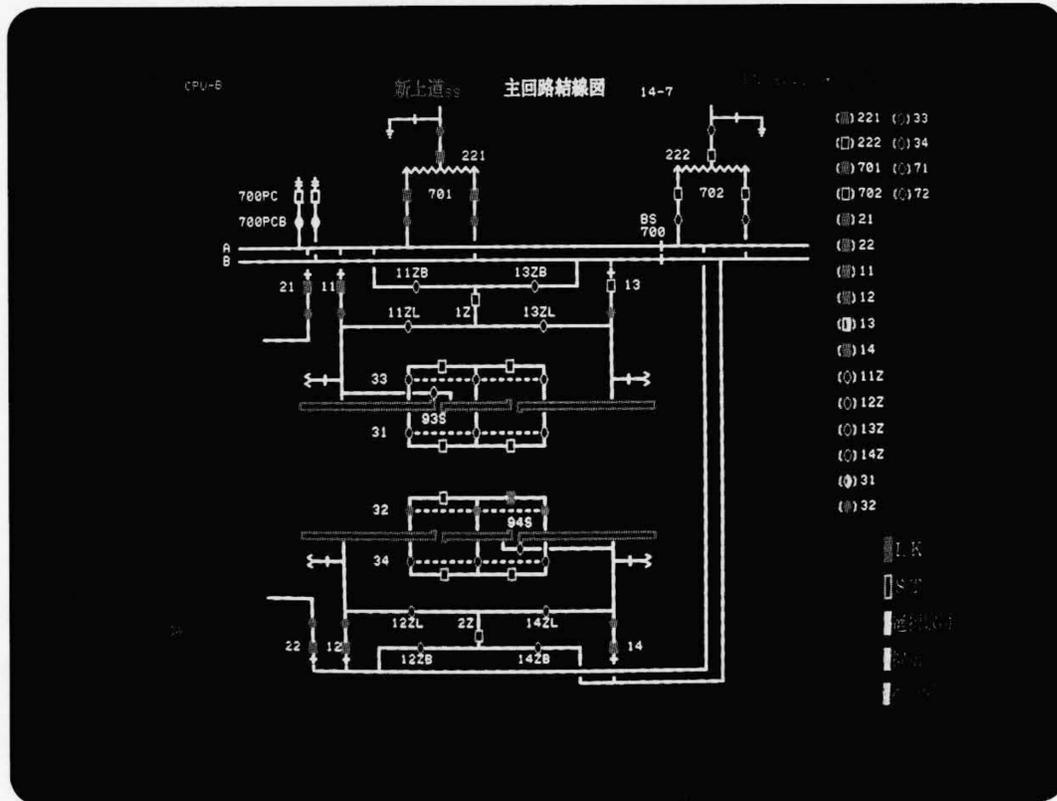
ようにしている。また、列車の運行上自動制御の対象時間も22時から7時までを可能範囲とし、制御不要の時間のき電指令をロックする考慮も行っている。

5.3 運行表示システムとの情報交換

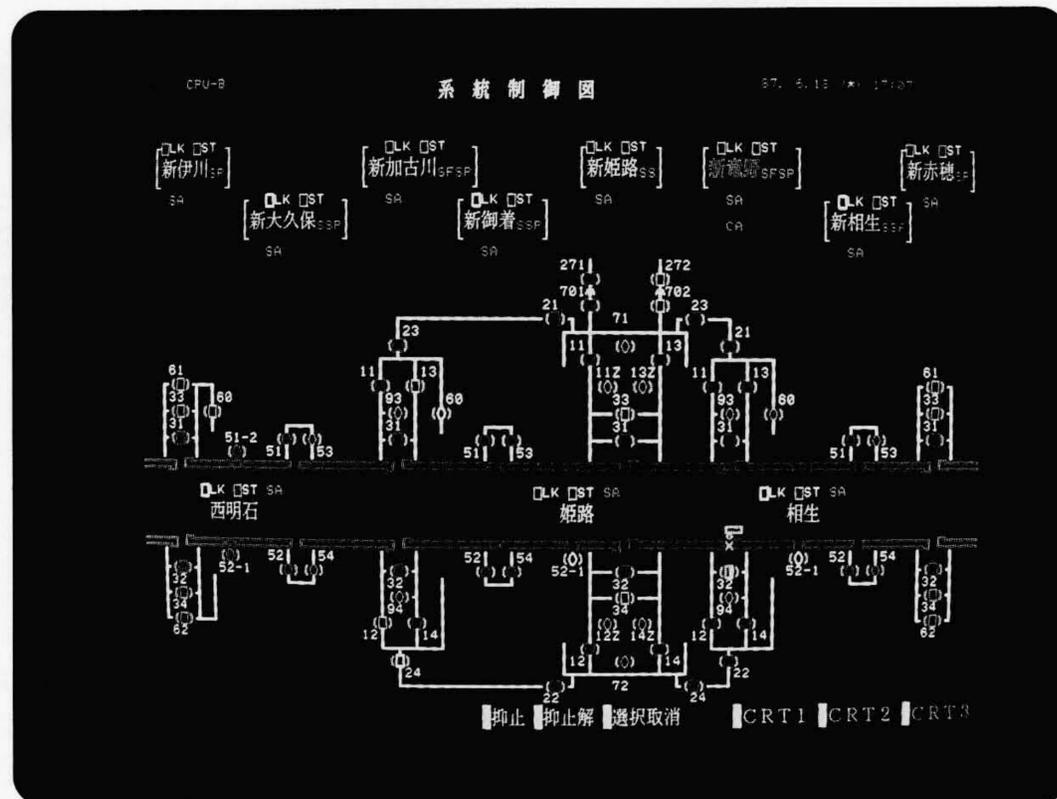
コムトラックの運行表示系システムから軌道回路上の列車在線情報と列車番号などの列車情報を受信し、CRT画面に表示する。列車の運転状態を把握することによって、よりきめ細かい電力指令業務を可能とした。また、電気所異常やき電線加圧情報、地震情報を運行表示システムへ送信することによって、必要部署への情報連絡を行っている。

6 電力系統指令システムとDECS, COMETSとの主な相違点

今回建設したシステムは、DECS(東北上越新幹線電力系統制御システム：昭和56年稼動)²⁾およびCOMETS(首都圏在来線電力系統制御システム：昭和60年稼動)で開発された技術が随所に生かされている。電力系統制御システムは、わずかな操作で広範な系統が制御されるもので、マンマシンの操作性には設計上の大きな比重が占められており、この点で両システムに比べ以下のような相違点がある。



(a) 主回路結線図



(b) 系統制御図

図4 CRT画面表示例 (a)は電気所の詳細な状態が表示されている。また(b)は電気所に関する異常の有無が判別できる画面であり、機器の制御もこの画面から行える。

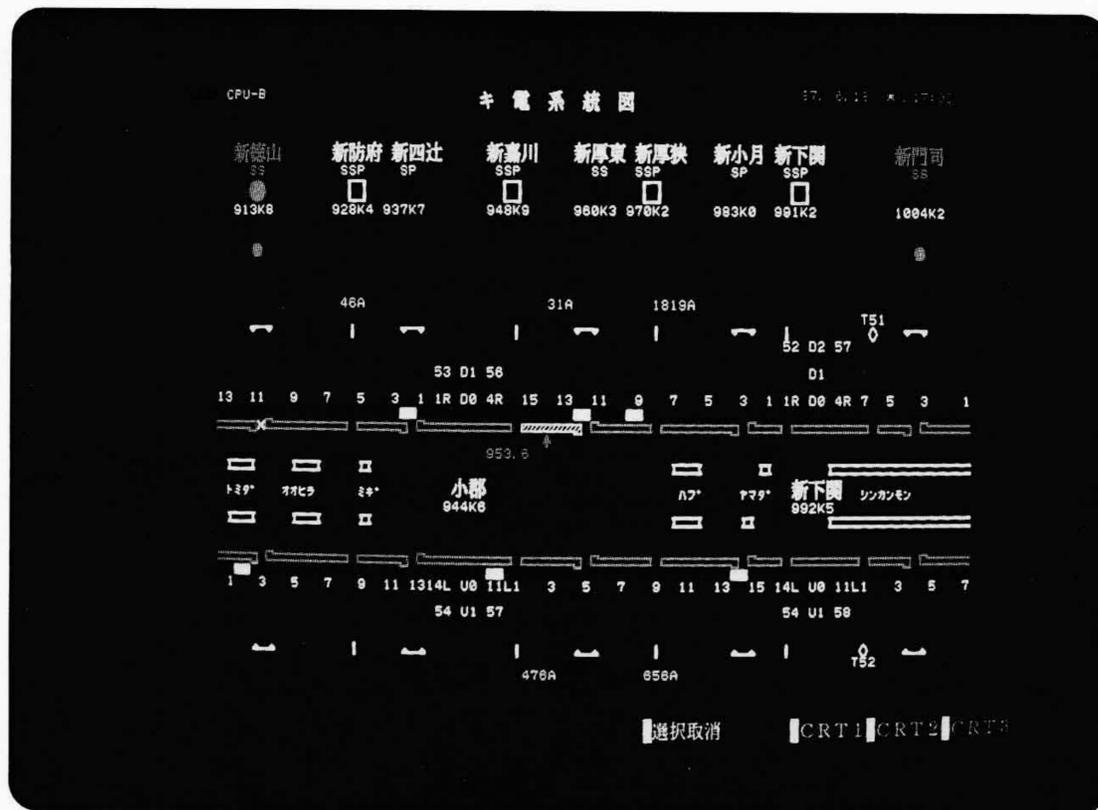


図5 CRT画面表示例(き電系統図) 電力系統と列車運転状況の対比が一画面で表示されている。

(1) 制御実行時の異原理入力方式の採用

制御時の扱いで、ポジションの選択は画面上シンボルのライトペン扱い、実行は押しボタンスイッチ扱いという異なる動作による入力方式を組み合わせることにより、慣れがもとで生じがちな誤制御の防止を図った。

(2) キャップ代替機能

従来の遠方監視制御卓のハンドルには、誤操作防止・注意喚起の目的でキャップを用いていたが、CRTの系統制御図および主回路線図画面では、機器シンボルにキャップ代替表示を加え、誤操作を行っても制御できないよう配慮した。

(3) 制御自動化範囲の拡大

従来システムで広く実用化している本線のき電制御・作業時間帯に伴う入・切自動化に加えて、ヤード電源切替・受電・変圧器関係機器制御までに自動化の対象を広げた。

(4) 制御応答表示

制御実行扱いから機器応動表示までは数秒を要する。指令員のいらいらを防止するため、中間段階で遠方監視制御装置から得られる「蓄積」と「応動待ち」を区分してCRT上に表示させた。

(5) 制御中止機能

多重選択、自動制御範囲拡大によって一度の実行扱いで多数のポジションが遠方監視制御装置に蓄積できるが、緊急時用に制御中止ボタンを設け蓄積状態の解除を可能とした。

(6) 故障点標定表示

き電系統図(図5)に、故障点標定の演算キロ程を列車軌道回路位置に関連させて表示した。また、2 km以上のトンネル表示も行った。

(7) 中セクション付近列車有無表示

機器制御上、中セクション付近の列車有無確認は重要なことであるので、制御扱いを行う系統制御図上に中セクション付近列車有無表示を行った。

7 結 言

以上、東海道・山陽新幹線電力系統指令システムについて構成の特長とマンマシン操作性を中心として述べた。本システムは、昭和62年11月の指令移転とともに稼動を開始し、所期の目的である指令業務の簡素化を実現して現在も順調に稼動している。また、当初の予定どおりその後の東海道AT化工事も進み、昭和63年11月から長岡補助き電区分所までの工事を終え、この区間までが本システムの制御対象となっている。今後数年のうちに東京までの全区間が取り入れられる予定である。

終わりに本システムの開発に当たり、ご指導をいただいた関係各位に対し深謝する次第である。

参考文献

- 1) 関, 外: 東海道・山陽新幹線新運転管理システム「コムトラック」, 日立評論, 70, 7, 703~708(昭63-7)
- 2) 武藤, 外: 東北・上越新幹線電力系統制御システム“DECS”-電力情報処理・遠方制御システム-, 日立評論, 63, 11, 763~768(昭56-11)