

日本道路公団下関管理事務所向け

高速道路集中遠方監視制御システム

Expressway Centralized Supervisory Control System for Japan Highway Public Corporation

Expressways, covering in most cases tunnels, interchanges, service areas, bridges and many other road facilities, are required to be provided with a complete installation of tunnel ventilation, lighting, accident prevention, traffic signs and necessary power source panels. And for the rational management of these facilities, centralized control has come to be adopted increasingly. Hitachi recently supplied to the Japan Highway Public Corporation a set of centralized supervisory control system. The system is intended for the centralized supervisory controlling of electric equipment and traffic control plants installed at as many as 21 stations. Combined with a computer system this supervisory control equipment contributes to the rationalization of management by CRT (Cathode Ray Tube) displaying, typewriter recording, etc.

渡辺幸太郎*	Kôtarô Watanabe
田中 稔**	Minoru Tanaka
河野末秋***	Sueaki Kawano
渡瀬英夫****	Hideo Watase
小沢敏夫****	Toshio Ozawa
中野修一****	Shûichi Nakano
原田寿明*****	Toshiaki Harada
沢地末明*****	Sueaki Sawachi

1 緒 言

高速道路にはトンネル、インターチェンジ、サービスエリア、橋梁などの諸設備が多数設置されており、これらの施設には道路利用者の安全確保と交通流の円滑化を図るため、換気、照明、交通管制標識及びこれに必要な受配電設備が設けられている。これらの各設備を合理的に管理するため集中制御を行なうようになってきた。

日本道路公団下関管理事務所道路設備は、図1に示すような中国自動車道、九州自動車道、北九州バイパスにまたがる約60kmの広域に散在するトンネル14箇所、インターチェンジ6箇所及び橋梁1箇所から成っており、これらの合計21箇所の設備機器を下関制御所（以下、親局と略す）から一括集中制御するために、日立製作所は今回集中遠方監視制御システムを納入した。

本システムは、日立遠方監視制御装置スーパーロール（SUPERROL、機種名：SPRと略称する）と制御用電子計算機システムから成り、遠方監視制御装置により各設備が設置されている電気所（以下、子局と略す）の情報を収集、又は各子局に対し制御指令を発するとともに、電子計算機システムによってカラーグラフィックディスプレイ（以下、CRTと略す）とタイプライタを用いてデータ処理を行なうものである。

2 高速道路設備の概要

2.1 受配電、自家発電、照明設備

換気用送風機、トンネル内照明灯、防災ポンプ、その他各種計測機器などのために電力を受電している。また、受電系統が停電した場合、必要最小限の負荷に電力を供給するために、ディーゼル機関駆動の予備用自家発電機を備えている。

トンネル内部及びインターチェンジ、橋梁などに自動車交通安全確保のため照明設備が設けられており、周囲の明るさに応じて自動、又は手動にて照度を切り換えて運用される。

2.2 トンネル内換気設備

トンネル内を通過する自動車の量は、季節、時間、天候により大きく変化するうえに、自動車からの排気ガスには一酸化炭素など有害成分が含まれており、これらの有害成分がトンネル内に停滞蓄積するとドライバーの健康に害を及ぼすことになる。この安全を図るため、煙霧透過率計（以下、VI計と略す）、一酸化炭素分析計（以下、CO計と略す）、車両計数装置（Traffic Counter以下、TCと略す）などで常にトンネル内の状態を把握し、その計測値に基づき自動的に送風機による強制換気を行なっている。

2.3 防災設備

トンネル内での火災や交通事故などに備え、火災感知器、通報器、消火せん、及び水噴霧などの消火設備が設置され事故や災害に対しての安全が図られている。また、車両事故や故障車の早期発見、排除などの緊急処理対策として、工業用テレビジョン（以下、ITVと略す）設備、緊急放送設備が備えられている。

2.4 交通管制設備

車両の通行安全と流れをスムーズにするため、各所に交通情報板が設置されている。また、道路に埋設されたループ、又は超音波を使用した車両検出器を用いて、道路の交通量や渋滞度を把握監視している。

3 集中監視制御システム

3.1 集中制御のニーズ

3.1.1 道路設備の集中制御に要求される内容

高速道路の各設備にはその運用面から、道路設備への電力供給などを目的とする電力管理系と、車両運行に直接関係する道路管理が目的の交通管制系とに大別される。これらの相互の関連を把握して各設備の最適な運転を行なうためにそれ

* 日本道路公団本社 ** 日本道路公団東京第1管理局 *** 日本道路公団福岡建設局 **** 日立製作所大みか工場
***** 日立製作所機電事業本部

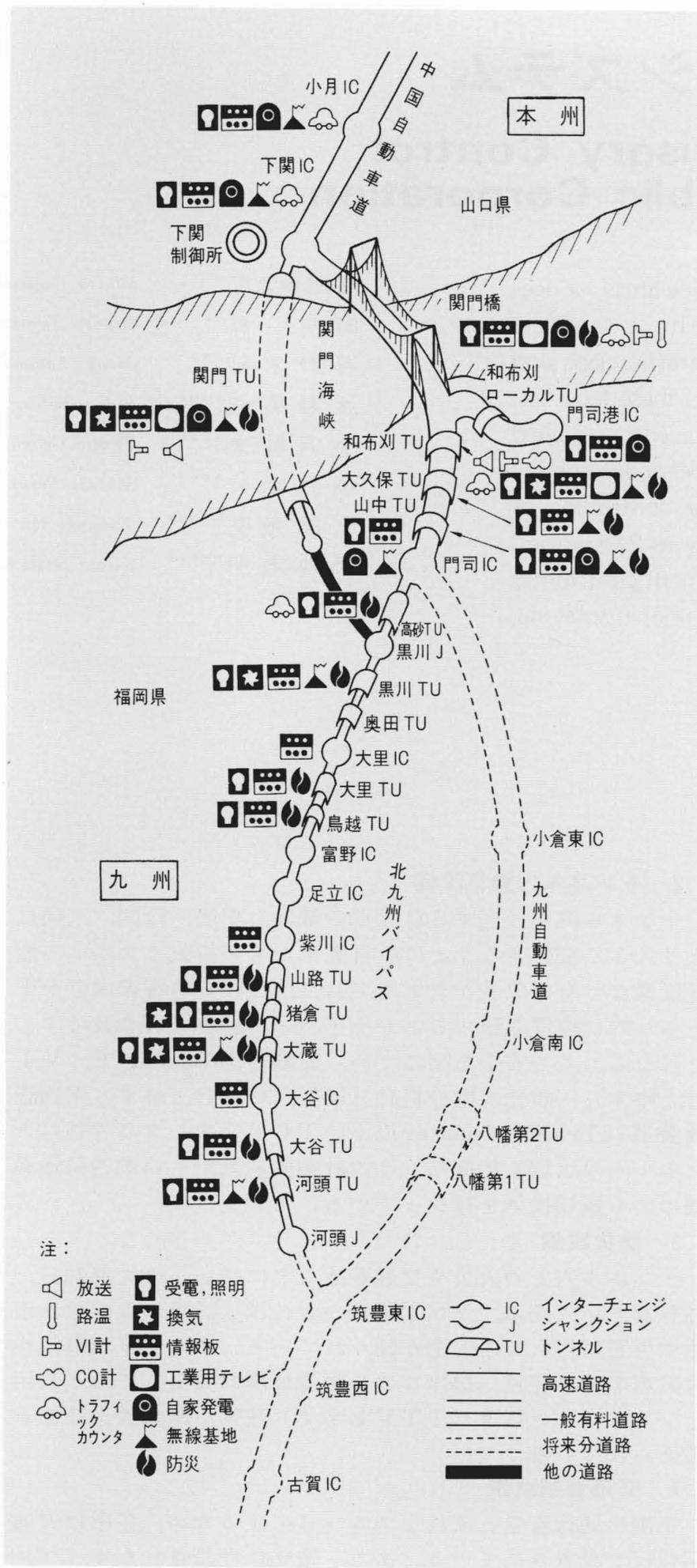


図1 関門地区道路設備概要 本州、九州間を行き交う車両の安全走行を守るために、下関制御所より集中監視制御を行なっている。

Fig. 1 Kanmon Zone Outline

それぞれについて下記の点を考慮する必要がある。

(1) 電力管理系について

- (a) 電力源は受電、自家発電のどちらを使用しているか。
- (b) 照明が周囲の明るさにみあって正常に動作しているか。
- (c) 換気が適正に行なわれているか。
- (d) トンネル内火災に対する防備は万全か。

など、各子局の運転状態の詳細内容が監視制御できることが

必要である。このため、監視しやすいCRTディスプレイの適用及び表示内容が集合されている制御卓が要求される。

(2) 交通管制系について

- (a) 道路に沿った交通標識の内容表示は、隣接標識板と相互に関連がある。
- (b) 道路上の車両台数と渋滞は、子局間相互に関連がある。
- (c) 道路上に発生した事故状況は、道路規制について子局間相互に関連がある。

このためには、全道路系統の状況が一目で監視できることが必要である。

3.1.2 関門地区集中監視制御システムの特長

集中監視制御システムの構成は図2に示すとおりである。

- (1) 電力管理系と交通管制系とを、同一システムにして一括監視制御できるようにしている。このため、経済的なシステム構成となっている。
- (2) 電力管理系と交通管制系の機器を、各別個の制御卓から制御できるため運用が容易になっている。
- (3) 電力管理系の監視は、CRTを主体としグラフィックパネル表示を必要最小限まで集約し簡略化している。
- (4) 交通管制系は、交通状況が一目で分かるように標識板の内容や車の混雑状況などがグラフィックパネルへ常時表示され、ドライバーの安全を守るための各種指示を行なうことができる。
- (5) 制御用電子計算機による日報作成、操作・故障記録、CRTによる系統監視を行ない業務の自動化及び合理化を図っている。
- (6) 将来の交通管制広域集中化に備えて、電子計算機システムにその拡張性を持たせてある。
- (7) 橋梁については、従来遠方監視制御の対象にはなかったが今回は関門橋が対象になっている。関門橋について風向、風速、霧、路面温度の特殊計測及びITVによる道路状況監視を行なっている。
- (8) 関門トンネルは、約3kmに及ぶ長大トンネルのため一つのトンネルに4本の立くいがあり、それぞれ立くい別に子局を設置し、更に防災は重点的に監視するために監視制御項目数が多く、子局を専用に1局設置している。また、水噴霧装置は感知器と連動となっているが、バックアップとしてITVによる手動制御を可能としている。

3.2 集中制御の運用形態

表1は監視制御項目の一覧表である。

3.2.1 電力管理系

(1) 監視制御の主な内容を示すと下記のとおりである。

- (a) 受配電：受配機器の制御と機器状態及び故障の監視。
 - (b) 自家発電：発電機の手動制御と機器状態及び故障の監視。平常は自動運転され、買電停電のとき一定限後自動起動するよう考慮されている。
 - (c) 照明：トンネル内及びインターチェンジなどの照明灯の手動制御と機器状態及び故障の監視。平常は自動運転され、外周の明るさによりランプが自動点滅するよう設計されている。
 - (d) 換気：風量、風向の切換制御と機器状態及び故障の監視。
 - (e) 防災：消火せんポンプの制御と機器状態及び故障の監視。特に関門トンネルには水噴霧が設置され、火災感知器による警報があればITV監視による手動運転を行なう。
- (2) グラフィックパネルの機能としては、道路に沿って設置されているトンネル及びインターチェンジの受電、自家発

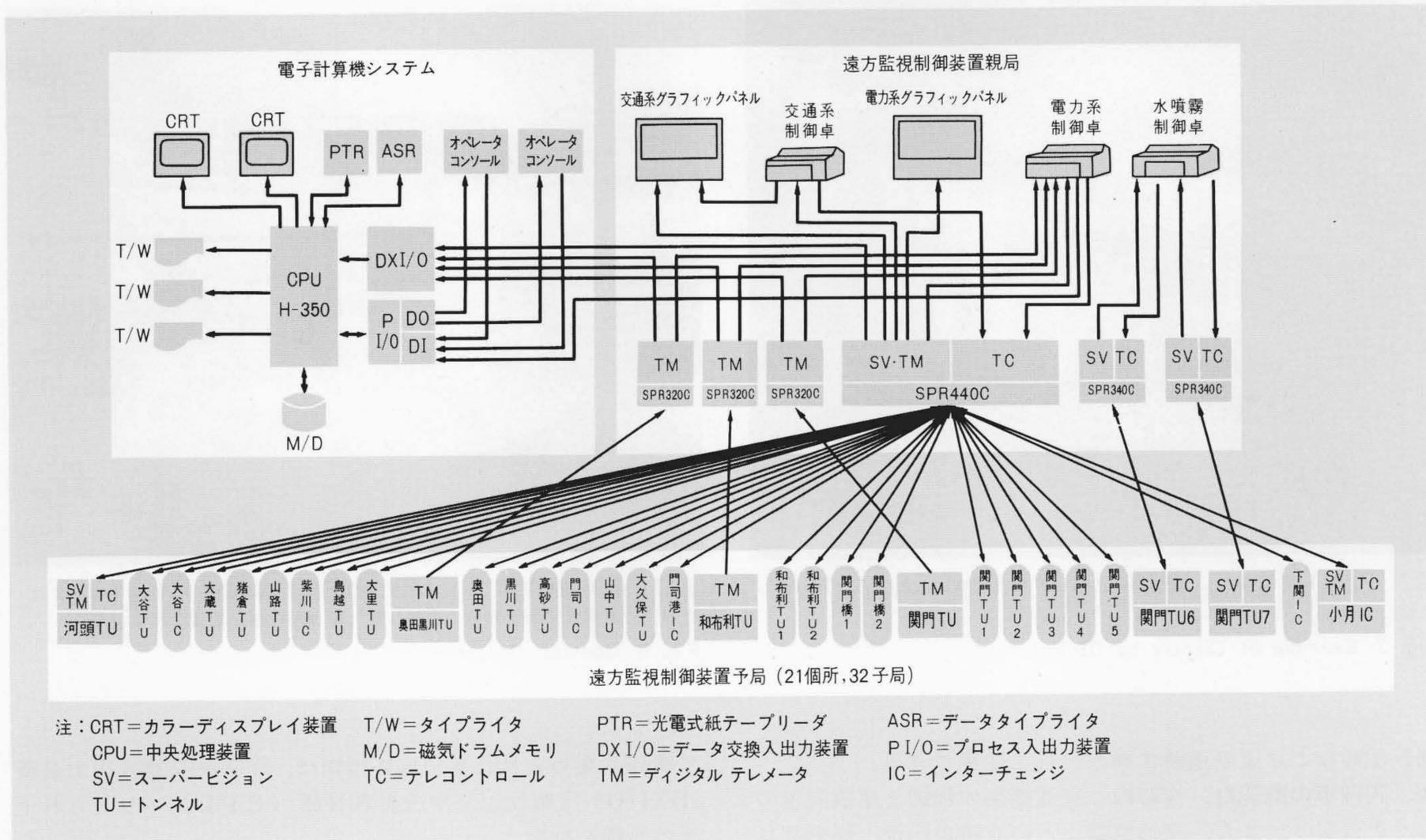


図2 集中監視制御システム構成図 スーパーロール機種の特長を生かし、各用途別に適用している。

Fig. 2 Configuration of Centralized Supervisory Control System

表1 監視制御項目一覧表 電力管理系の監視はCRT、交通管制系の監視はグラフィックパネルを主体に行なっており、記録はタイプライタにより印字している。

Table 1 List of Supervisory Control Items

分類	主要監視制御項目	故障動作記録	操作記録	CRT表示
電力系	受電、配電しゃ断器の監視制御	○	○	○
	受電、配電の故障表示	○		○
	受電の電力量、電圧、電流、電力計測			○
	遠方直接の表示			
電力系	発電機の監視制御	○	○	○
	発電機の故障表示	○		○
	発電機の電力量、電圧、電流、電力計測			○
電力系	照明灯切換えの監視制御	○	○	○
	照明の故障表示	○		○
交通管制系	風量、風向切換えの監視制御		○	○
	換気の故障表示	○		○
	煙霧透過率計、CO計、車両計数計の故障表示	○		
	煙霧透過率、CO量計測			
交通管制系	消火せんポンプの監視制御	○	○	○
	消火せん、通報器、感知器の故障表示	○		○
	遠方直接の表示			
交通管制系	無線基地局の監視制御	○	○	
	無線基地局遠方直接の表示			
	道路、トンネル入口情報板の監視制御		○	
	情報板の故障表示	○		
	情報板遠方直接の表示			
	車両台数、オキパンシーの計測			

電、照明、換気、防災などの機器運転状態を集約表示して盤面を簡素化している。

(3) 制御卓の機能は、全子局の機器を制御することを主体としている。また、機器の運転表示及び故障表示の詳細内容は2台のCRTによって監視されているが、電子計算機停止の場合にCRTによる監視が不能になるので、必要最小限の監視ができるようにバックアップとして、子局選択時に該子局の表示状態が制御卓上で監視できる選択表示方式を採用している。

3.2.2 交通管制系

(1) 監視制御の主な内容は下記に示すとおりである。

- (a) 交通標識：制御卓からの制御により標識の内容文字を親局から任意に変更すると同時に、グラフィックパネルの投影表示器により標識内容を監視する。
- (b) 交通量：車両通行台数を自動的に計数して電子計算機によって交通日報を作成するとともに、オキパンシーにより渋滞度を赤、黄、緑3色に表示する。
- (c) 非常電話：事故発生時の非常電話発信地点を、グラフィックパネルに表示する。
- (d) 交通規制：事故が発生した場合、道路の交通規制を行なっている範囲を制御卓より設定し、グラフィックパネルへ表示する。
- (e) 事故記憶：事故発生したときの発生時刻、発生地点、上下車線区別、事故内容、規制内容及び連絡先を制御卓よりグラフィックパネルへ表示する。

(2) グラフィックパネルの機能としては、全路線の監視制御対象範囲が直感的に判読できるように、道路のキロポストに対応してトンネル、インターチェンジ、パーキングエリア、橋梁などが配置されていて、交通標識、非常電話及び道路規

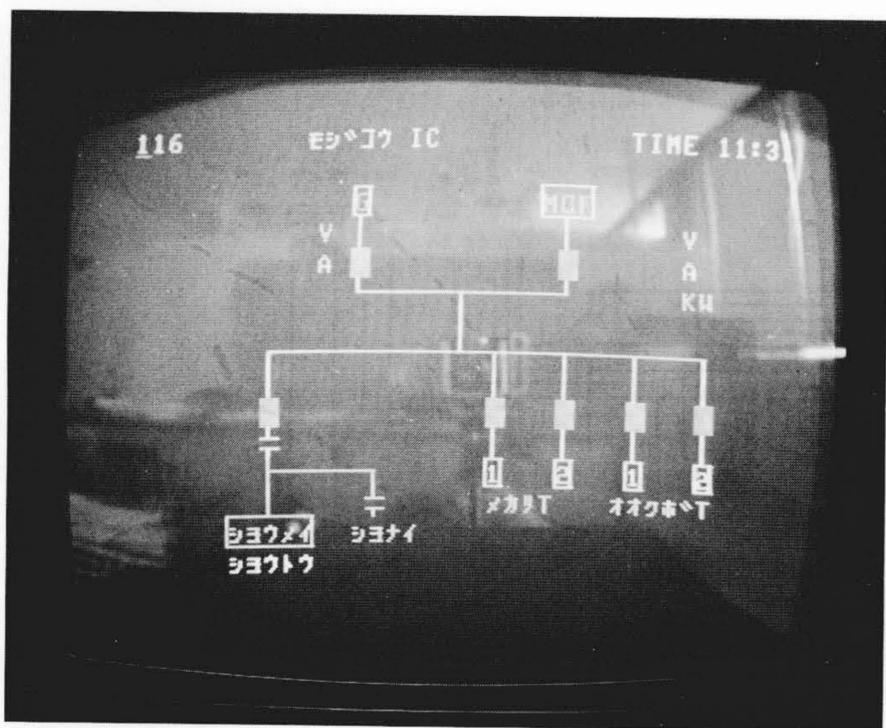


図3 CRT表示例 電力系統の他に、関連機器の故障、及び計測値も表示している。

Fig. 3 Example of Display by CRT

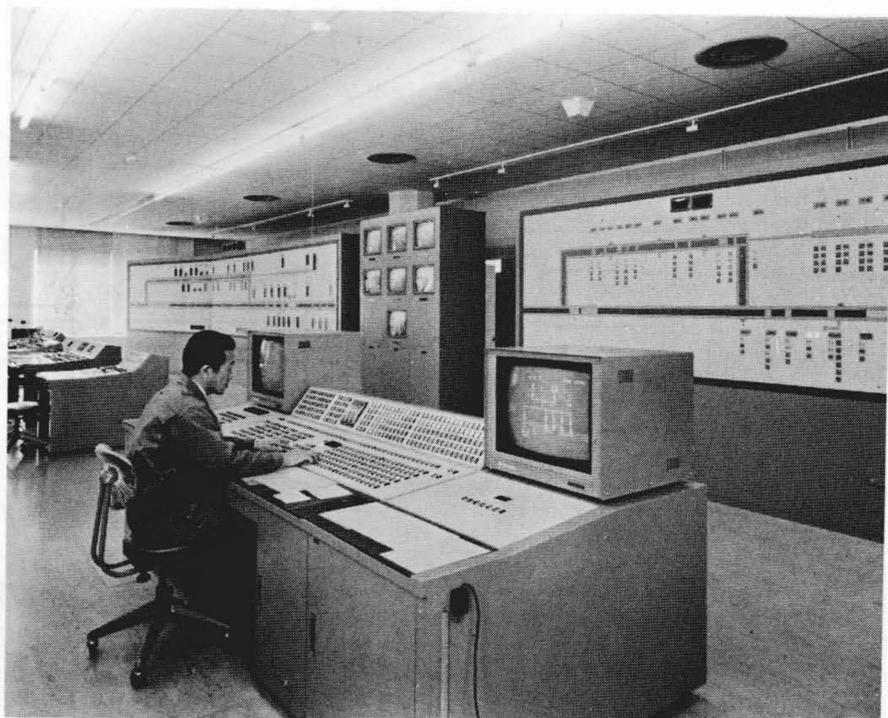


図5 中央制御室 トンネル、橋梁の状況監視用ITV設備を中央にはさんで、左側に交通管制系、右側に電力管理系設備が配置されている。

Fig. 5 Control Center

制表示器などにより道路状態が一目で監視できる。

(3) 制御卓の機能は、全路線の交通標識の制御と事故記憶の設定を行なう。また、交通標識などの故障表示は、局選択による選択表示方式としてある。

3.3 監視制御の自動化とバックアップ

親局では、多数の子局の故障や機器動作を正確に把握し適切な運転を行なう必要があるため、遠方監視制御装置を介し

て親局へ集められた各子局の情報は、データ交換入出力装置(DXI/O)を経由して中央処理装置(CPU)へ与えられ下記の処理を行なう。

- (1) 故障、状態及び操作記録：事故あるいは操作により機器が状態変化した場合は、時刻、子局名、機器名、内容をタイプライタにより印字記録する。
- (2) 日報作成：各子局の電力量と車両通行量を、2台のタイプライタによりそれぞれ日報形式で印字記録する。
- (3) CRT画面表示：各子局の電力管理系機器運転状態を2台のCRTに表示して監視制御を容易にし、事故時における的確な判断と迅速な処理に対処できるようになっている。
- (4) 交通量、オキパンシーのグラフィックパネル表示：交通管制系の交通量及び渋滞度を表わすオキパンシーをグラフィックパネルへ表示する。

また、オペレータコンソールは、オペレータと電子計算機システムのコミュニケーションを図るもので、システムの故障表示、データの表示、データの設定及びCRT画面呼出しなどの機能を備えている。図3はCRT表示、図4は操作記録の例を示すものである。

万一、電子計算機システムを停止させても、遠方監視制御装置にはグラフィックパネルと制御卓にマニュアル監視制御機能を持たせているので、最悪の場合でも各子局の運転が確保できるシステムとなっている。

3.4 監視制御項目

トンネルとインターチェンジのように異質の設備間で、内容の異なる項目をそろえることは難しいが、同質の設備間で項目をそろえることは、子局数が多い集中遠方監視制御装置のハード面、及び電子計算機のソフト面でのメリットが大きい。図5は中央制御室を示すものである。

4 遠方監視制御装置

本システムでは、図2に示すように日立遠方監視制御装置スーパーロール(SPR440C、SPR340C及びSPR320C)を適用した。

- (1) 主要機種として、1:Nハイブリット形SPR440Cを選んだが、これは子局数が多く、しかも表示計測が1:1であ

10-27			
17.40	メカリT	52R-1	CL
17.40	メカリT	52R-2	OP
17.40	オツキIC	52R-2	OP
17.40	オツキIC	52R-2	OP
17.40	オツキIC	52R-2	OP
17.40	メカリT	52R-1	OP
17.40	オツキIC	52R-1	OP
17.40	モシコIC	6KVF2	CL
17.40	オツキIC	6KVF2	CL
17.41	メカリT	52R-1	CL
17.41	メカリT	コスイP	CL
17.41	オツキIC	コスイP	CL
17.41	メカリT	コスイP	OP
17.41	Bモシ	コウクウ	OP
17.41	Bモシ	LPAUT	OP
17.41	Bモシ	LPAUT	CL

図4 操作記録の例 図左段より操作時間、子局名、機器名、操作内容の順に印字する。

Fig. 4 Example of Control Record

表2 計算機仕様一覧表 情報量が多いので、外部メモリ（磁気ドラム）が用意されている。

Fig. 2 Specification of Computer Systems

機 器 名	仕 様	
中 央 処 理 装 置 (CPU)	HIDIC 350 磁気コアメモリ 24k語	
磁気ドラムメモリ (M/D)	192k語	
プロセス入出力装置 (P I/O)	デジタル入力 (DI)	36ワード
	デジタル出力 (DO)	27ワード
データ交換入出力装置 (DX I/O)	11回線	
プロセスディスプレイ装置 (CRT)	20インチ・カラーテレビジョン2台	
ロギングプリンタ (T/W)	3台	

るため、応答時間が短いことにある。また、同一子局の電力管理系と交通管制系を1セットにまとめて収容しているが、運用面での扱いは各独立している。

(2) 関門トンネルの水噴霧関係は、監視制御項目が多いうえに感知器とITVを組み合わせた特殊制御を行なう必要上、事故時の緊急性を重要視してSPR440Cより分離し、SPR340Cを適用した。

(3) 関門、和布刈(めかり)、奥田、黒川の各トンネルは、監視制御項目が多いうえに計測量も多く、伝送時間が運用上問題となるので、計測量のみ伝送するように計測専用のSPR320Cを適用した。

5 電子計算機システム

図2に示すように、中央処理装置には内部記憶装置として磁気コアを有する高信頼度の制御用電子計算機HIDIC 350を使用し、外部記憶装置として磁気ドラム記憶装置を備えている。周辺機器として記録用のタイプライタや監視用CRTとオペレータコンソールを備えている。また、プログラムの変更及び調整用にデータタイプライタ並びに光電式紙テープリーダも備えてある。

本システムに使用しているHIDIC 350の仕様は、表2に示すとおりである。

6 結 言

近年の高速自動車道は、多数のトンネル、インターチェンジ、橋梁などの建設に伴い、照明、換気、防災など各種設備が多様かつ広域化しており、その合理的な運営のために高度な集中監視制御が必要である。

今回、日本道路公団下関管理事務所にて、新開発の遠方監視制御装置スーパーロールと、制御用電子計算機から成る集中監視制御システム一式を納入し、昭和48年11月より稼働しているが順調である。今後、この経験を生かして、更に新技術の開発に取り組んでゆく所存である。

終わりに臨み、終始多大の御指導をいただいた日本道路公団本社並びに同広島建設局、同福岡建設局の関係各位に対し感謝の意を表わす次第である。

論文抄録

多節間欠運動機構について

日立製作所 高梨明紘
日本機械学会論文集 39—317 (昭48-1)

最近、生産ラインの機械化、自動化が盛んに進められている。一般に生産ラインにおける製品の組立、検査作業は、製品を静止させて行なわれる場合が多いため、製品が間欠的に送られる場合が非常に多い。このような間欠運動を創成する間欠運動機構に近來強く要求される傾向として、作業の時間効率を上げる点から高速化や、トランジスタ、ICなどの微細物の組立、検査機用としての割出し高精度化などがあげられる。

間欠送りを機械的に創成する間欠運動機構は、これまでに種々考えられており、それぞれの機構には固有の特徴がある。したがって、機構の使用目的に従って、機構を選択する必要がある。

ゼネバ機構は、このような間欠運動機構の中で比較的高速に耐えること、機構の設計、製作が容易であることにその特徴がある機構であり、現在多く使用されているメカニズムである。しかし、本機構は、間欠運動様式が、従動節スロット数の関数であ

るため、間欠運動1サイクル中に占める従動節の静止期間長さ、運動期間長さおよび運動期間中の従動節角変位、角速度、角加速度などの運動様式を設計者が任意に与えることができないという欠点がある。この欠点は、ゼネバ機構の原動節の回転が等速度であるという条件下においてのことであり機構の節数を増加することによって原動軸を不等速に回転することができれば、この欠点を除くことが可能となる。

そこで本論文では、不等速回転創成機構としてスライダクランク機構を用いて、ゼネバ機構の原動節を不等速回転させ多節間欠運動機構を構成した。一般に間欠運動機構を考えると、次の三つの点が重要な諸元であり、機構の性能に大きな影響を与えるものと思われる。

- (1) 従動節1回転あたりの間欠送り数
- (2) 間欠運動1サイクル中の(運動期間/静止期間)の値
- (3) 従動節運動期間中の運動特性

項目(1)のみを変更させるために従来から多く使用されているのが、ゼネバ機構と間欠テーブルの間に歯車を用いる方法である。これに対し、新しい多節間欠運動機構は、項目(2)および(3)を広範に同一機構で変更を可能にする特長がある。本論文では、これらの機構について比較検討を行なっている。多節間欠運動機構に関し、得られた結論は次のとおりである。

- (1) 機構内離心率を変更することにより間欠運動1サイクル中の(静止期間/運動期間)を広い範囲にわたって変更できる。
- (2) 機構内離心率を任意に変更できる構造にすれば、間欠運動1サイクル中の静止期間を任意に選ぶことができる。
- (3) 出力軸の割出し位置におけるバックラッシ量は、従来の機構に比べて小さくできるため、機構の割出し精度が向上する。
- (4) 多節間欠運動機構の入力トルク変動は、間欠運動する部材が少ないので、従来の機構に比べて小さくなる。