

首都高速道路千代田トンネル換気装置の総合集中制御

Centralized Automatic Control of Ventilating Facilities for Chiyoda Tunnels

小坂 晃 義* 原 田 寿 明**
Mitsuyoshi Kosaka Toshiaki Harada

内 容 梗 概

自動車用高速道路のトンネルにおいては、自動車の排気ガスにより視界が悪化して交通が混乱したり、一酸化炭素ガスが増加して人命にかかわることもあるので、とくに距離が長い場合には、トンネル内の強制換気が必要である。

首都高速道路の3号線と4号線を結ぶ三宅坂インターチェンジ・トンネルおよび千鳥ヶ淵、霞ヶ関トンネルには、11箇所の換気所と6箇所のポンプ所が設置された。換気所の給排気設備はトンネル内空気の汚染度に応じて自動運転して換気制御を行なう。ポンプ設備はトンネル内の排水、火災時の消火を目的として運転され、照明設備は地上の明るさに応じた制御を行なうとともに、これらに電力を供給する変電設備である。これらの設備は一括して、三宅坂中央制御室より総合集中制御される。

1. 緒 言

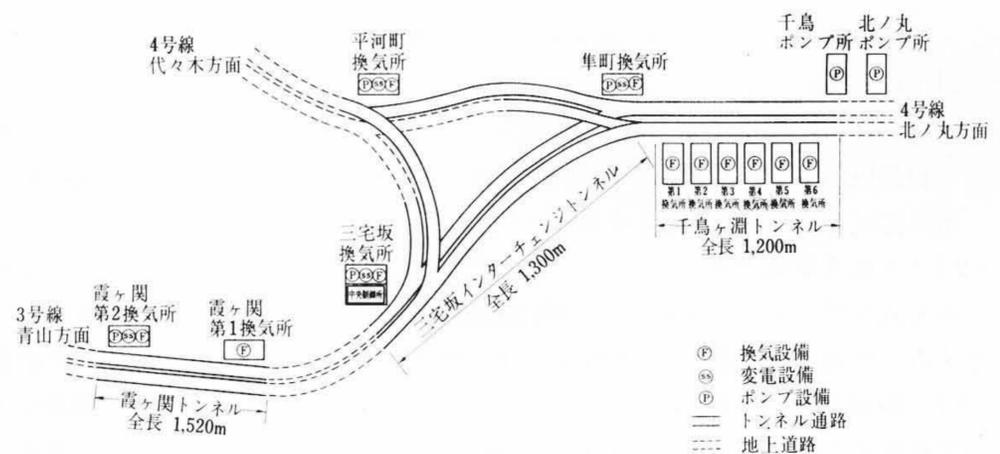
昭和39年8月開通した首都高速道路の三宅坂、千鳥ヶ淵および霞ヶ関トンネルは、高速道路3号線と4号線を結び、トンネル自体がインターチェンジを構成した画期的な自動車用トンネルである。

自動車用トンネルでは自動車の排気ガスが視界をさえぎると、交通混乱をおこすほか、排気ガスには有毒な一酸化炭素ガスが含まれているので、トンネル長が長い、交通量の多い場合には強制換気を行なって、通行者の安全を守る必要がある。三宅坂トンネル一帯に合計11箇所の換気所と6箇所のポンプ所が設置された。換気設備は煙霧透過率計(以下VI計という)と一酸化炭素検出装置(以下CO計という)によって自動運転され、ポンプ設備はトンネル内の排水、火災時の消火に備えたものである。これらの設備は全体を合理的に運転するために、三宅坂中央制御室から遠方制御されるほか、設備運転状態の表示、各種テレメータなどトンネル設備の総合集中制御が行なわれている。

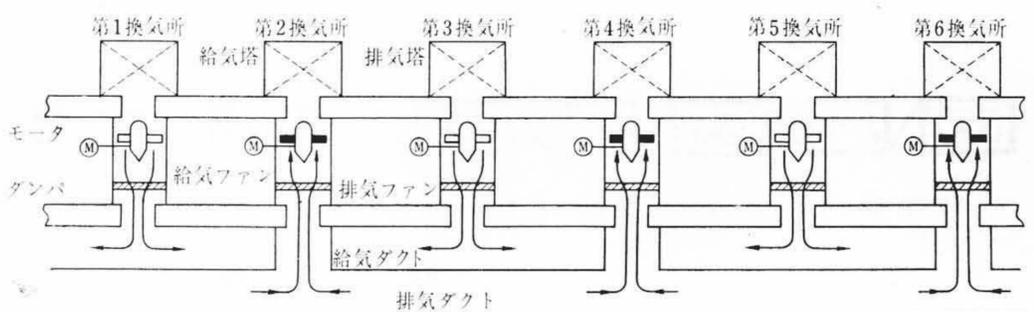
日立製作所では上記のトンネル換気設備をはじめ、その自動制御装置、集中遠方制御装置、テレメータ、VI量、CO量検出装置などを一括製作して納入した。以下これらの装置について紹介する。

2. トンネル設備の概要

第1図は三宅坂、千鳥ヶ淵および霞ヶ関トンネル換気設備の配置を示す。三宅坂トンネルは延距離2,600mのデルタ形インターチェンジであって、千鳥ヶ淵(1,200m)および霞ヶ関(1,520m)トンネルにつながり、これらのトンネルはすべて強制換気が行なわれている。三宅坂トンネルは三宅坂、平河町、隼町の3箇所の換気所に計23台、千鳥ヶ淵トンネルは6箇所の換気所に計17台、さらに霞ヶ関トンネルは第1・第2換気所の2箇所に計8台の給排気ファンを備え、トンネル内の汚染度に応じて自動的に換気が行なわれる。このほか、地下道路であるこれらのトンネルは排水、火災発生時の消火およびスプリンクラー用として、霞ヶ関第2、三宅坂、平河町、隼町、千鳥、北ノ丸の6箇所にポンプ設備を持っている。さらにトンネル



第1図 高速道路トンネル換気設備配置



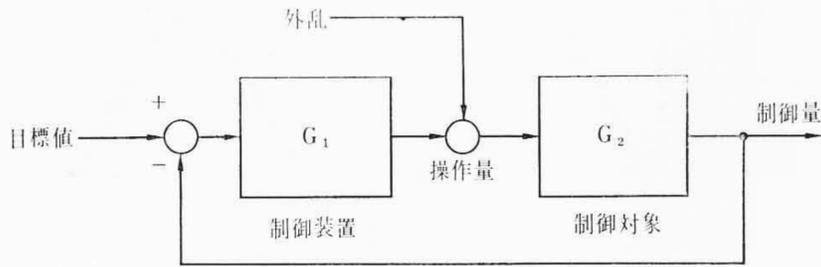
第2図 千鳥ヶ淵トンネル換気装置の構成

内の交通混乱をさけるために、地上、トンネル入口部、トンネル内部の3群に分けて照明設備も完備しており、屋外の明るさに応じたトンネル内照明を行なっている。これらの諸設備に電力を供給するために、三宅坂1次変電所で受電し、霞ヶ関第2、平河町、隼町の3箇所に2次変電所を置いている。

上記の換気、ポンプ、照明、変電などの諸設備はともに密接な関連を持ち、かつそれぞれのトンネルは地理的に直列につながっており、1箇所のトンネルの交通状況、換気その他諸設備の運転状態は、必然的に他の運転にも影響を与えるので、全体を合理的に運転する必要がある。このためには、全トンネル設備を1箇所から集中制御するのが望ましい。したがって各換気所およびポンプ所をすべて無人とし、三宅坂換気所内に設置された中央制御室より遠方制御を行ない、機器の運転状態、故障表示、VI量、CO量、換気量按分ダンパの開度、電圧、電流などをテレメータで測定し、トンネル設備の総合集中制御を行なっている。

* 日立製作所電機事業部

** 日立製作所国分工場



第3図 代表的プロセス制御系

3. 千鳥ヶ淵トンネル換気設備

換気設備の代表例として、第1図に示す千鳥ヶ淵トンネルの換気設備について説明する。その他の換気所についても構成はほぼ同様である。

第2図は千鳥ヶ淵トンネルの換気装置の構成を示す。トンネルは距離約600mの上下線2本よりなり、第1換気所から第6換気所の6箇所に分けられ、奇数番目の換気所には給気用ファン、偶数番目の換気所には排気用ファンが設けられている。給気換気所では地上の給気塔より、容量40kWの給気ファンにより、地上のきれいな空気を吸込み、給気ダクトを通してトンネル内に送り込む。一方、排気換気所では40kWの排気ファンによって、排気ダクトを通して、トンネル内にたまった汚れた空気を吸込み、地上に放出してトンネル内の換気を行なっている。

3.1 換気自動制御系の検討

トンネル換気の自動制御は、交通量に応じて、刻々変動するトンネル内空気の汚染度に従って、最適風量の換気を行なうことである。しかし、トンネル内汚染度を検出するVI計と操作端である送風機をいかに結びつけるかという自動制御系を決めることは下記の理由で非常にむずかしいことである。

(1) 外乱(煙霧量およびCO量)が大きく、またその変動も30%から100%ぐらいまでと非常に大きい。

外乱が大きいと、線型化するという仮定は、近似的にも成り立たなくなり、理論的に取り扱うことはほとんど不可能になる。

(2) また一般にプロセスの制御性の良否を推定するのに、作動状態の1つに階段的变化を与えたときの応答を調べる方法がとられる。

トンネル内の空気を全容量入れ換えるのには、約5~15分かかり、操作量である換気量が変化しても、制御量である汚染度(VI量)に効果が表われてくるのに時間がかかる。

このことから、第4図のLとRは非常に大きいことが、容易に推定され、トンネル換気の制御性が悪いことがわかる。

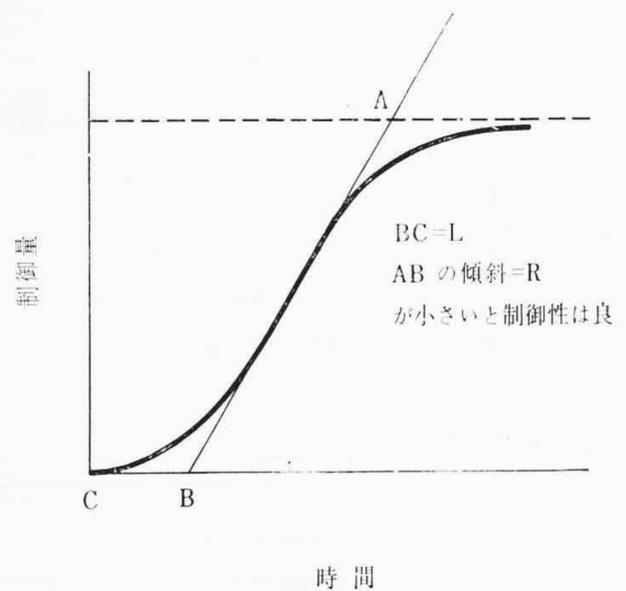
(3) 外乱の形状がまったくランダムである。

このような外乱を普通のプロセスのように定値制御しようとするのは、たとえ、これに追従できる調節計が仮にあったとしても、制御器そのものは、非常に過酷な使い方になるか、または調節計の指令に追従できないであろうと考えられる。

上記の点からトンネル換気において、定値制御を行なうことには、非常に難点がある。

しかし一方、トンネル換気の場合、許容VI量50%、許容CO量0.035%、維持すべきVI量は70%、同じくCO量は0.025%といわれており、一時的に汚染度が変動しても、許容値以上であればさしつかえないという点から、必ずしも定値制御にこだわる必要はないと考えられる。

したがって、普通の工業計器によるPID制御は行わず、送風機用誘導電動機の極数変換による速度と台数の組合せで、あらかじめ数段の風量段階(以下ノッチという)を決めておき、トンネル内のVI量に応じて、最適風量ノッチを選択する方式を採用した。



第4図 プロセス特性

検出量としてVI量を採用したのは、CO量よりさきにVI量の限度がくるからである。

3.2 最適風量ノッチ選択方式の決定

最適風量ノッチを選択する方式にも、種々のものが考えられ、下記の四つの方式について、モデルにより実験を行なった。

(1) モデルの仕様

(i) トンネル

形状は3,000φ×4,500の円管を用い、容積比にひとしく、換気量比、および自動車排気量比を決定した。

(ii) 排気ガス発生装置

1951年形マーキュリを使用し、ガソリンの質、エンジンの速度、温度を一定にて、一定の排気ガスを出すようにした。

排気ガスの供給装置としては、一定圧に保持されたベビコンタンクの下流に10個の開閉自在の流量調整用ノズルを設ける方法を採用し、その供給口の配置については、供給した排気ガスが換気によって一様に薄められるよう留意した。

(2) 比較試験を行なった4種の制御方式

(i) A方式

下記のような制御動作を行なう方式である。

VI量	制御装置の動作
75%以上	送風機停止
75%~70%	検出時間ごとに風量段階を1ノッチずつ下げる。
70%~50%	不動作帯
50%~35%	検出時間ごとに風量段階を1ノッチずつ上げる。
35%以下	直ちに最高制御段9ノッチに上げる。

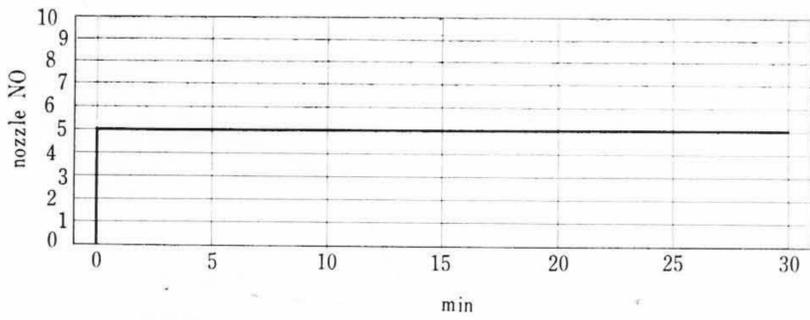
(ii) B方式

最高ノッチと最大排気ガス発生量で自動制御系を開くと、トンネル内のVI量は一定値に落ち着き、平衡を保つ。この平衡値と検出時点のVI量に比例した換気量を検出時点以前の換気量に加減する方式である。

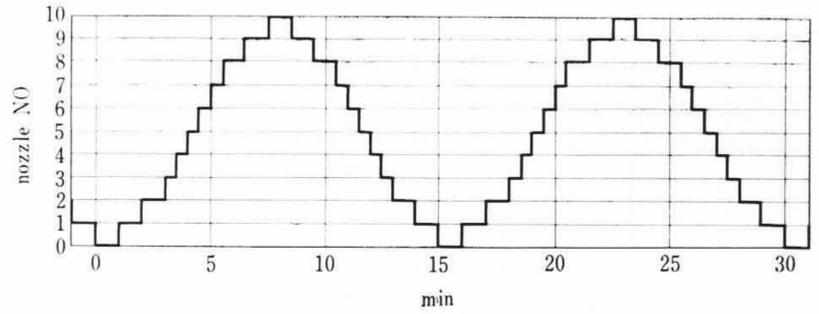
(iii) C方式

VI量の一定域に風量ノッチを対応させておく方式である。

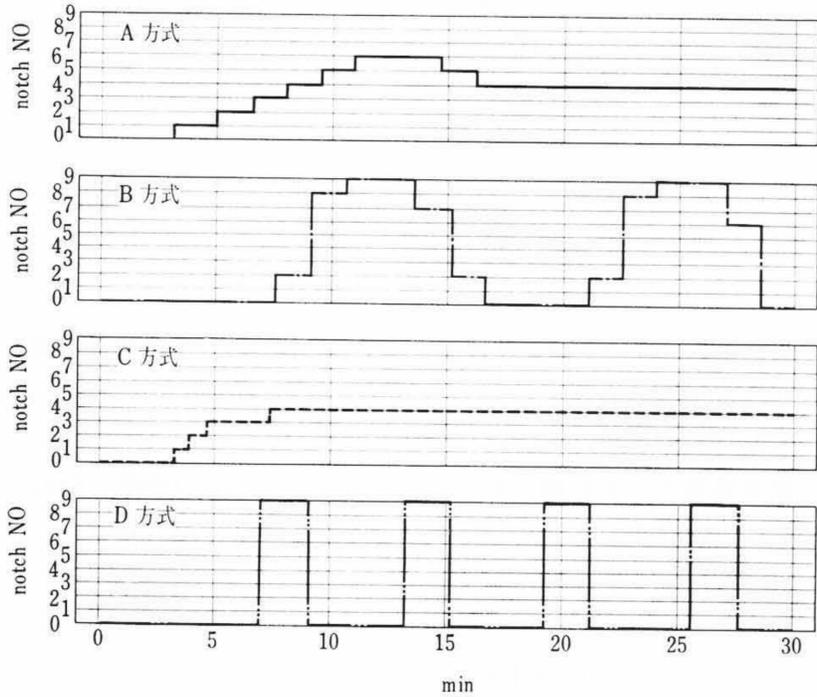
VI量	風量ノッチ
80%以上	0ノッチ
75~80%	1ノッチ
70~75%	2ノッチ
65~70%	3ノッチ



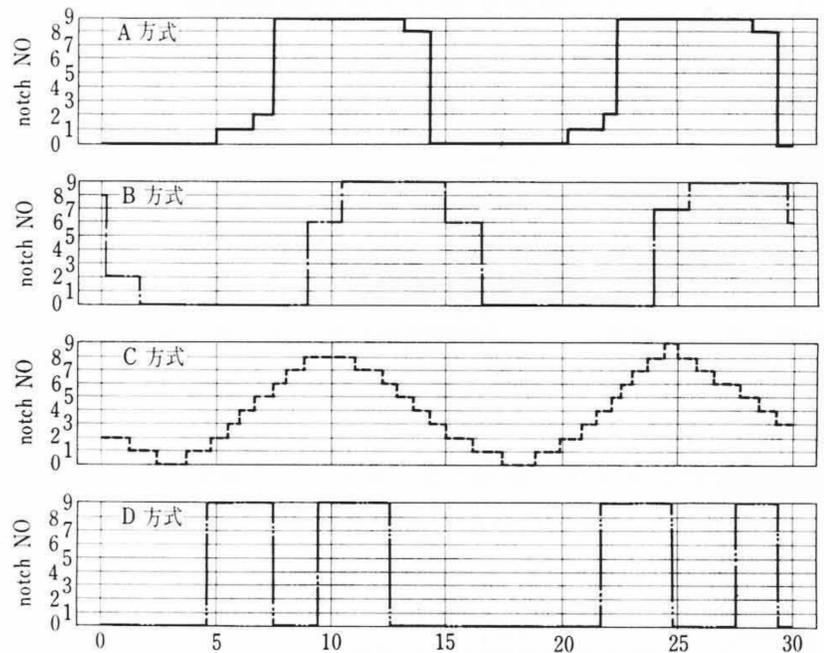
第5図(1) 階段状外乱



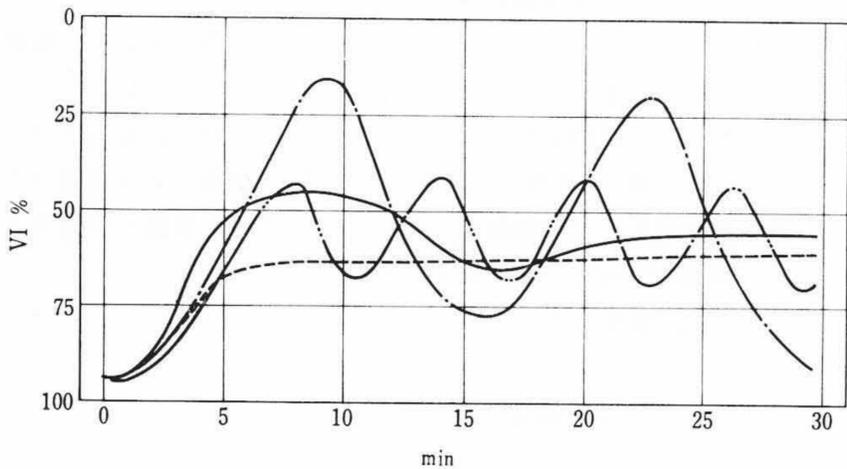
第6図(1) 正弦波状外乱



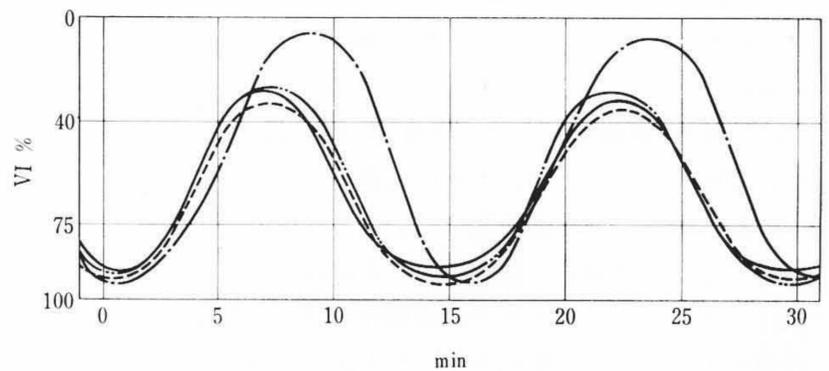
第5図(2) 制御装置の動作



第6図(2) 制御装置の動作



第5図(3) 制御量 (VI量) の過渡応答



第6図(3) 制御量 (VI量) の周波数応答

- 60~65%..... 4ノッチ
- 55~60%..... 5ノッチ
- 50~55%..... 6ノッチ
- 45~50%..... 7ノッチ
- 40~45%..... 8ノッチ
- 40%以下..... 9ノッチ

(iv) D方式

VI量50%で最高風量9ノッチと0ノッチのオンオフ制御を行なう方式である。

(3) 実験結果

第5図および第6図に実験結果を示す(*1)。

正弦波状外乱の周期を30分、15分、10分の3通り選んで試験を行ない、さらに方形波状外乱の周期15分、10分の2通りについても試験を行なったが、ほぼ同様な傾向を示すので省略する。

C方式は、階段状外乱、正弦波状外乱、いずれの場合にも、良好な制御性をもつように見えるが、制御装置の動作ひん度がかかり高い。

さらに階段状外乱の場合において、過渡応答より定常応答に移

行する際、制御段の境界(たとえばVI量65%は3ノッチと4ノッチの境界)で平衡するときは、持続振動を発生する可能性が大きい。(この実験結果には表われてないが)

持続振動が起これば、制御装置の動作ひん度はきわめて高くなり、この点から実用にならないと考えられる。

D方式は制御系としては最も簡単であるが、C方式同様、定常応答に移行して、持続振動を発生する。

B方式は、階段状外乱、正弦波状外乱、いずれの場合にも、不安定な制御性を示し、トンネル換気のように、閉路伝達関数の利得に比し外乱の大きい制御対象には、適用できないことがわかる。

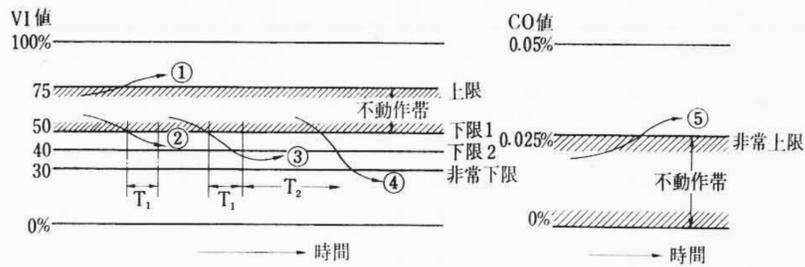
A方式は、制御性もかなりよく、C方式、D方式のように持続振動を発生することもない。したがって本方式を採用することとし、これにさらに、風量段階を上げる際、微分検出要素をもたせ、制御性を改良したものを、実際には適用した。

3.3 換気自動制御方式

三宅坂トンネルでは下記のような自動制御方式がとられている。

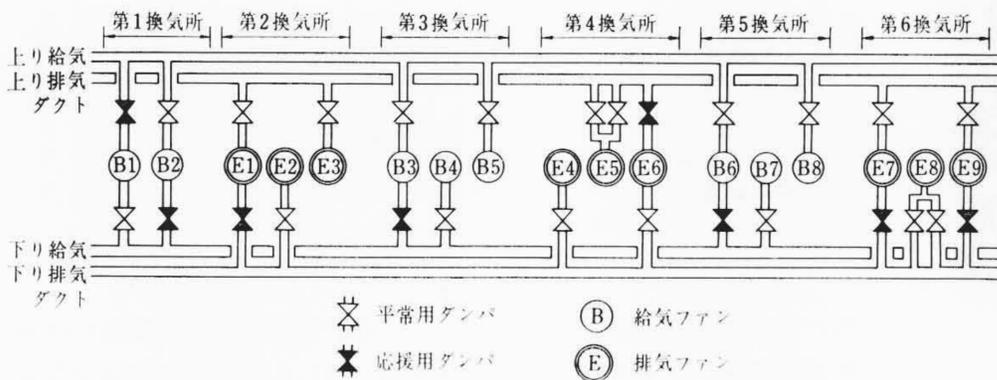
第7図はVI値、CO値変化の時間関係を示したものであり、①か

(*1) モデルによる実験は検出装置としては、実際はCO量計を用いたのであるが、排気ガスによるVI量とCO量には相関性があるので、VI量に換えたデータを示してある。

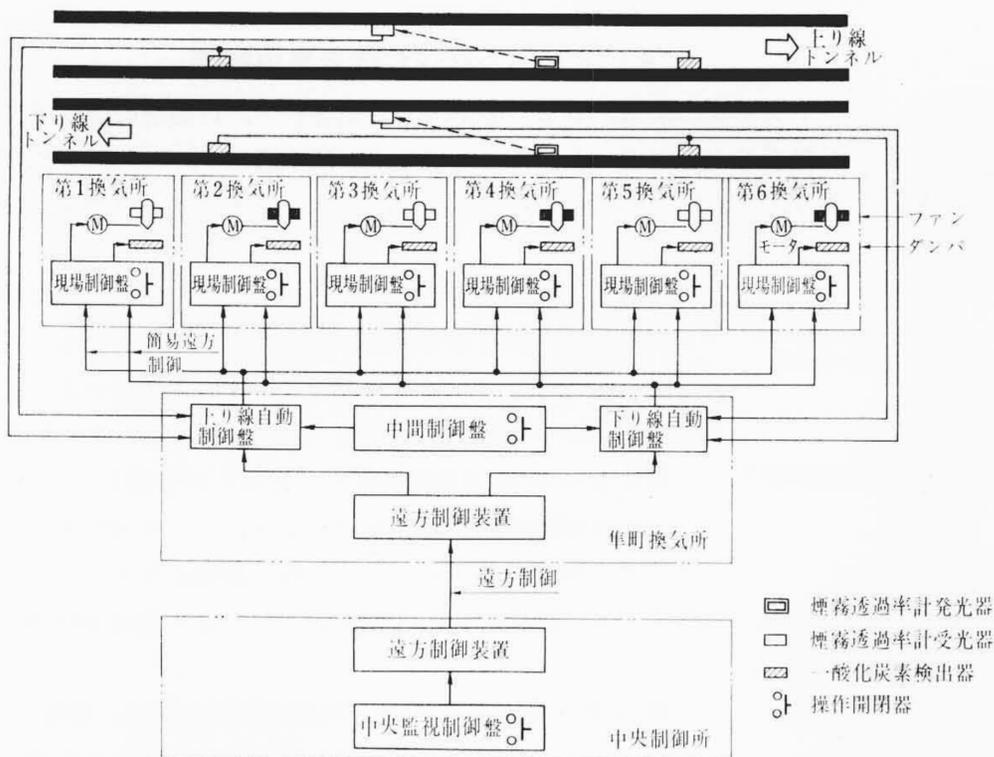


第7図 VI値, CO値変化の時間関係

ら⑤までのそれぞれの場合について次のような自動制御を行なう。
 ①の場合, VI 上限設定値を超過..... 風量ノッチ1段下げ制御
 ②の場合, VI 下限設定値1を切る..... 風量ノッチ1段上げ制御
 ③の場合, VI 下限設定値1を切って, 一定時間(T₁)内にVI 下限設定値2を切る 風量ノッチ2段上げ制御
 ④の場合, VI 非常下限設定値を切る... 最高風量ノッチ上げ制御
 ⑤の場合, CO 非常上限設定値を超過... 最高風量ノッチ上げ制御
 ここで, VI の上限設定値と下限設定値1の間を制御不動作帯とし, 制御のハンチングを防いでいる。また時間 (T₁) は微分値制御検出, 時間 (T₂) は制御効果待つための時間である。
 これら VI, CO 量設定値および T₁, T₂ 時間はそのトンネルの諸特性および交通量などの条件により, 異なった値となるので, すべて可調整なものとし, トンネルおよび時期により適宜調整できるようにしてある。なほ一般の標準値としては第5図にも示したとおり, VI は上限値75%, 下限値1が50%, 下限値2が40%, 非常下限値30%, CO 非常上限値が0.025%程度となり, T₁時間が10~30秒, T₂時間が5~10分程度である。



第8図 千鳥ヶ淵トンネル換気系統図



第9図 千鳥ヶ淵トンネル換気制御装置ブロック図

第1表 千鳥ヶ淵トンネル換気ファンノッチ表
上り線ファンノッチ表

種 別	機 器 番 号	ノ ッ チ					
		0	1	2	3	4	E
給 気 フ ァ ン	B1	S	S	L	M	H	S
	B4	S	M	L	M	H	S
	B7	S	S	L	M	H	S
排 気 フ ァ ン	E2	S	L	L	M	H	H
	E4	S	S	L	M	H	H
	E6	S	S	L	M	H	H
	E8	S	L	L	M	H	H

下り線ファンノッチ表

種 別	機 器 番 号	ノ ッ チ					
		0	1	2	3	4	E
給 気 フ ァ ン	B2	S	S	L	M	H	S
	B3	S	M	L	M	H	S
	B5	S	M	L	M	H	S
	B6	S	S	L	M	H	S
	B8	S	S	L	M	H	S
排 気 フ ァ ン	E1	S	L	L	M	H	H
	E3	S	L	L	M	H	H
	E5	S	S	L	M	H	H
	E7	S	L	L	M	H	H
	E9	S	L	L	M	H	H

機器の状態 S: 停止, L: 低速
M: 中速, H: 高速

第1表は風量ノッチに対するファンの運転台数と速度の組合せを示すものである。

「E」ノッチとは, 火災発生時に使用するノッチであり, このノッチでは給気ファンは全数停止, 排気ファンは全数高速運転を行なう。

これは後述する手動連動制御の一種で, 火災感知器または電話機による火災通報により, 手動にて選択される。

第8図は千鳥ヶ淵トンネル給排気ファンの換気系統図である。

8台の給気ファンと9台の排気ファンは, それぞれ図示のように上り線, 下り線のダクトにダンパを介して, 接続されている。

応援用ダンパはファンの故障などにより, 換気風量が不足した時に, 他系統のファンを利用して換気風量の応援を行なうものでその時のみ, ファンと連動して開閉する。

3.4 換気制御系統

換気の制御としては, 上記の自動ノッチ制御のほかに, ファン, ダンパを個々に運転する手動単独制御と, 風量ノッチを手動で選択する手動ノッチ制御とがある。

換気制御系統の概要は第9図のブロック図に示すとおりである。

ファン, ダンパ類は各換気所内に設置された現場制御盤にて, 手動単独制御されるとともに, 簡易遠方制御装置を介して, 隼町換気所内の中間制御盤から, さらに遠方制御装置を介して, 三宅坂中央制御室の中央制御盤からも制御される。

第2表はこれら各設置場所ごとの制御方式を示したものである。

3.5 換気所制御盤および簡易遠方制御盤

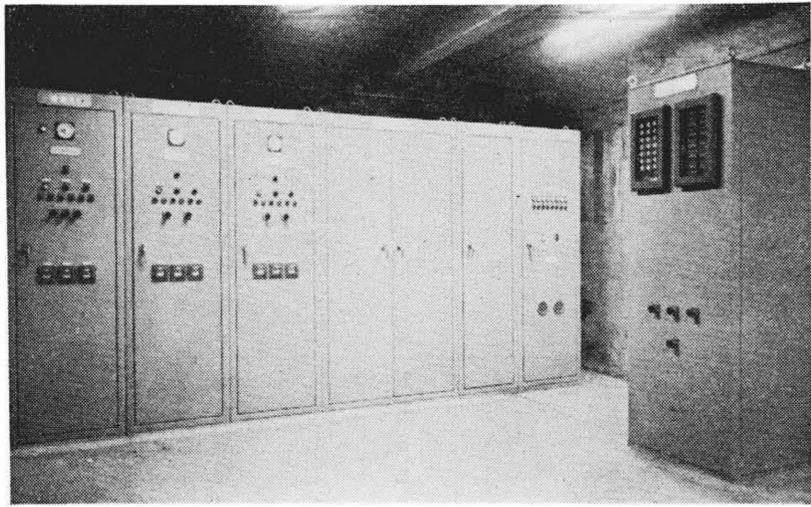
千鳥ヶ淵各換気所の現場制御盤および簡易遠方制御被制御所盤は地下室に設置されるため, 第10図のような防じん, 防湿のキュービクル形構造としてある。主回路接

第2表 換気設備制御方式一覧表

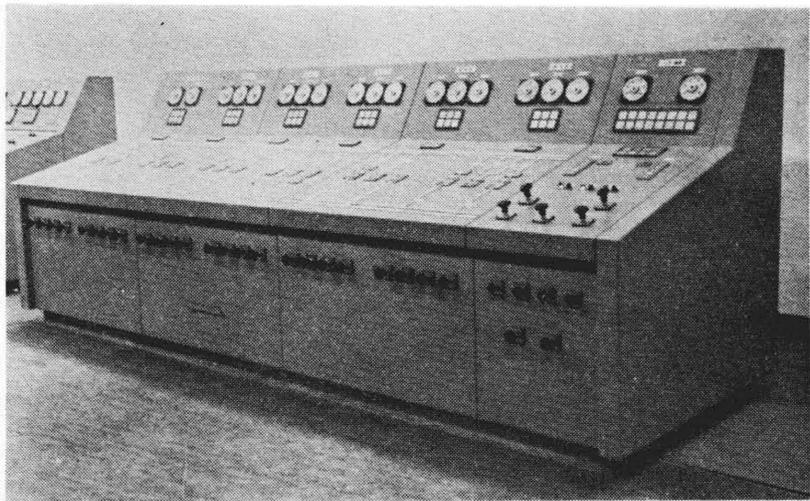
制御方式	手 動 制 御			自 動 制 御
	ファン・ダンパ単独制御	ファン・ダンパ連動制御	ファン組合せ連動制御(手動ノッチ制御)	ファン組合せ連動制御(自動ノッチ制御)
千鳥ヶ淵換気所(現場制御盤)	○	○		
隼町換気所(中間制御盤)		○	○	○
中央制御所			○	○

第3表 換気およびポンプ設備の遠方監視制御項目

被制御所	制 御 内 容	表 示 内 容	被制御所ポジション数				
			三宅坂	平河町	隼町	千鳥ヶ淵	霞ヶ関
ノッチ選択	1 0~nノッチ	1 0~nノッチ	7	7	10(上り)	5(上り)	8(第1上り)
ノッチ選択	1 0~nノッチ	1 0~nノッチ			10(下り)	5(下り)	8(第1下り)
ノッチ選択	1 0~nノッチ	1 0~nノッチ					8(第2上り)
ノッチ選択	1 0~nノッチ	1 0~nノッチ					8(第2下り)
火災ノッチ選択	1	1	3	2	6	2	4
給気機	4 高・中・低・止	4 高・中・低・止	2	3	6	8	8
排気機	4 高・中・停止	4 高・中・停止	3	3	6	9	9
操作場所切換	2 中央・現場	2 中央・現場	1	1	2	1	1
操作場所切換	2 隼町・現場	2 隼町・現場				6	6
換気自動-手動切換	2 自動・手動	2 自動・手動	1	1	2	2	2
換気連動-単独切換	2 連動・単独	2 連動・単独	1	1	2	2	2
ダンパ開閉	3 開・閉・中間	3 開・閉・中間	6	10	16	27	8
按分ダンパ開閉	3 開・閉・中間	3 開・閉・中間	4	2	8		
シャッタ開閉	3 開・閉・中間	3 開・閉・中間					6
故障機除外	2 除外・平常	2 除外・平常	5	6	12		
応援機切換	2 応援・平常	2 応援・平常				8	
先発機切換	2 先発・平常	2 先発・平常					
自家発運転停止	2 運転・停止		1	1	1	1	1
自家発中火災停止	1 停止		1	1	1	1	1
警報停止	1 停止		1	1	1	1	1
給排気重故障	2 故障・平常	2 故障・平常	1	1	1	1	2
給排気軽故障	2 故障・平常	2 故障・平常	1	1	1	1	2
給排気機別故障	2 故障・平常	2 故障・平常	5	6	12	17	8
ダンパ故障	2 故障・平常	2 故障・平常	1	1	1	1	2
シャッタ故障	2 故障・平常	2 故障・平常					2
動翼故障	2 故障・平常	2 故障・平常					2
VI計故障	2 故障・平常	2 故障・平常	1	1	2	1	2
CO計故障	2 故障・平常	2 故障・平常	1	1	1	1	1
COVI量異常	2 異常・平常	2 異常・平常	1	1	2	1	2
排水ポンプ運転	2 運転・停止	2 運転・停止	3	3	2	3	3
スプリンクラー運転	2 運転・停止	2 運転・停止	1	1	1	1	2
消火ポンプ運転	2 運転・停止	2 運転・停止	1				1
排水ポンプ故障	2 故障・平常	2 故障・平常	1	1	1	1	1
スプリンクラー故障	2 故障・平常	2 故障・平常	1	1	1	1	2
消火ポンプ故障	2 故障・平常	2 故障・平常	1				1
水槽異常高水位	2 高水位・平常	2 高水位・平常	1	1	1	1	2
水槽異常低水位	2 低水位・平常	2 低水位・平常	1	1	1	1	1
簡易スーパ電源故障	2 故障・平常	2 故障・平常					1
直流制御電源故障	2 故障・平常	2 故障・平常	1	1	1	1	2
交流制御電源故障	2 故障・平常	2 故障・平常	1	1	1	1	2



第10図 千鳥ヶ淵換気所現場制御盤



第11図 隼町換気所操作盤

触器，起動補償変圧器，力率改善用コンデンサをはじめとし，ファン起動，停止，速度切換，故障などの各種インターロック用リレーが内蔵されている。

3.6 自動制御盤および中間制御盤

隼町中間制御所には第11図のような操作盤のほか，自動制御継電器盤および簡易遠方制御盤が設置され，操作盤上開閉器，表示器類はすべて模擬換気系統上に配置されているので，ファンの運転状

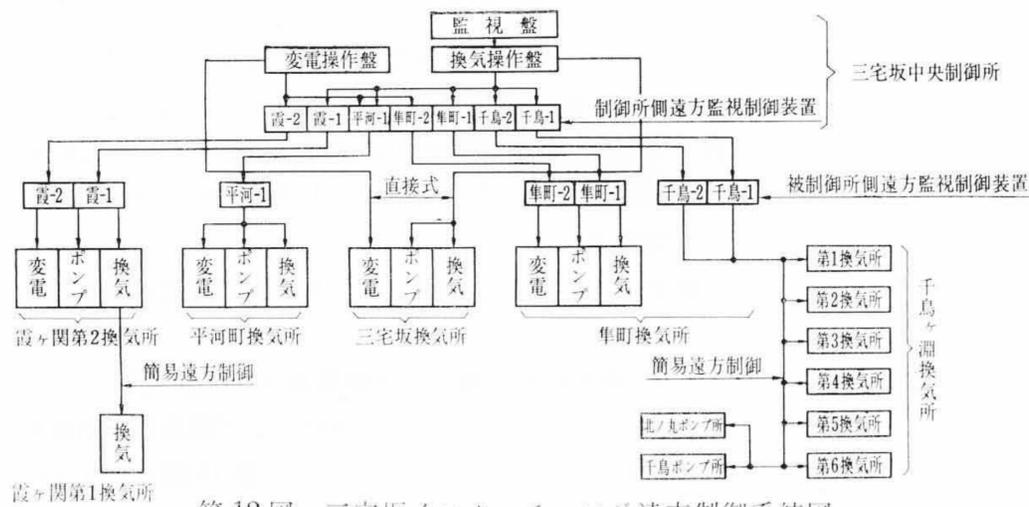
況が容易には握できるようになっている。自動制御継電器盤には自動制御検出，ノッチプログラム構成用をはじめ，機器制御および状態記憶用リレーなどを実装し，さらにVI検出装置の電圧信号を自動制御指令に変換する装置もつけられている。

4. トンネル設備の総合集中制御

トンネルの換気，排水，照明用諸設備として，11箇所の換気所，6箇所のポンプ所，4箇所の変電設備が第1図のように配置されており，これらは一括して集中監視制御され，系統運転の合理化がはかられている。

各換気所は中央制御室を中心に放射状に配置されており，1箇所の装置故障が他の運転に波及しないように，各換気所ごとのユニット制御方式が採用されている。また換気，ポンプ設備と，変電，照明設備では，その性格が異なるので，遠方制御装置をできるだけ分離している。上記遠方制御装置は霞ヶ関用に2セット，平河町用に1セット，隼町用に2セット，千鳥ヶ淵用に2セットの合計7セット設備され，その実装ポジション数は480個となっている。

第12図は全体の集中遠方制御系統図を示す。隼町，平河町および霞ヶ関第2換気所の設備は，それぞれの遠方監視制御装置を介して，中央操作盤より制御されるとと



第12図 三宅坂インターチェンジ遠方制御系統図

第4表 変電設備の遠方監視制御項目

制御監視項目	被制御所		制 御		表 示		被制御所ポジション数					
	数	内 容	数	内 容	三宅坂	平河町	隼町	霞ヶ関				
操作場所切替			2	中央・現場	1	1	1	1				
磁気遮断器	2	入・切	2	入・切		4	7	3				
動力断路器	2	入・切	2	入・切			6					
変圧器温度上昇			2	故障・平常		2	5	5				
不足電圧			2	故障・平常		1	1	1				
過電流			2	故障・平常		1	1	1				
接地			2	故障・平常		1	1	1				
照明制御	2	入・切	2	入・切	9	7	20	6				
照明故障			2	故障・平常	1	1	1	6				
照明自動手動切替	2	自動・手動	2	自動・手動	1	1	1	1				
制御用電源故障			2	故障・平常	1	1	1	1				
建屋火災感知器故障			2	故障・平常		1	1	1				

第5表 テレメータ項目一覧表

種 別	遠隔測定項目	三宅坂	平河町	隼 町		霞ヶ 関		合計	備 考
				隼町	千鳥ヶ淵	第1換気所	第2換気所		
換 気	V I 計	2	2	6	2	3	3	18	連続記録
	C O 計	1	1	2			1	5	打点記録
	按分ダンパ開度	4	2	8				14	常時指示
変 電	受電電圧		1	1			1	3	常時指示
	母線電流		2	3	2		2	9	常時指示
	合 計	7	8	20	4	3	7	49	

もに、中央監視盤に運転状態および故障内容が表示され、必要に応じて表示灯の点滅、警報が行なわれる。また千鳥ヶ淵各換気所および千鳥、北ノ丸ポンプ所は個々のポジション数も少なく、かつ隼町との距離も近いことから、隼町換気所までは簡易遠方制御装置にて送り、さらに遠方制御装置を介して中央よりの制御および中央への表示が行なわれる。霞ヶ関第1換気所の設備もまた、同様に第2換気所を経由して遠方制御、監視が行なわれるようにしてある。

一方、三宅坂換気所設備は、中央制御室と同一建屋内に設置されているので、遠方制御装置を必要とせず、直接に制御されるが、制御および表示の方法はできるだけ他の換気所に合わせて、保守を容易にするよう考慮されている。

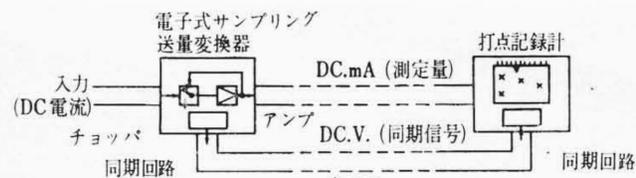
4.1 換気およびポンプ設備の遠方制御

換気装置はVI計およびCO計による自動運転を、またポンプ設備は水位計、圧力計による自動運転をたてまえてしている。したがって換気遠方操作は緊急時、必要に応じて制御できるようにしたものであり、ポンプ設備は運転状態の中央監視からのみ行なわれる。

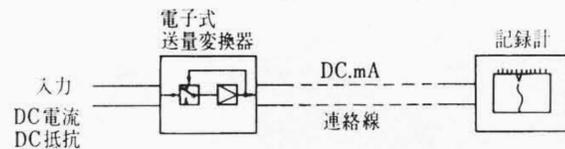
換気およびポンプ設備の遠方監視制御項目は第3表に示すとおりである。換気遠方制御項目としては、風量ノッチ制御、火災非常ノッチプログラムよりの除外などがある。また遠方制御装置を介しては制御しにくい調節制御として、風量按分ダンパの開度調節があるが、これは直接制御で行なっている。このようにして中央からの制御は必要最小限にとどめて、装置の簡易化と保守の便宜をはかっている。

監視項目はファンの運転状態（高速、中速、低速および停止）をはじめ、ダンパおよびシャッタの開閉状態（全閉、全開および中間）、排水ポンプ、消火ポンプおよびスプリンクラーポンプの運転状態などの表示が主要なもので、そのほかにノッチ制御段階および制御方式切替、操作場所切替、故障機除外、先発機切替などの状態表示がある。

また故障表示項目としてはファン重故障、ファン軽故障、ダンパおよびシャッタ故障、ポンプ類故障、VI計CO計故障、制御電源故障などの機器故障のほかに、VI量CO量異常、水槽水位の異常上下限表示があり、その重要なものは個別表示、その他は一括表示して遠方制御装置のポジション数を少なくしている。



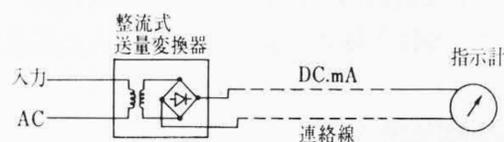
(a) CO テレメータ



(b) VI テレメータ



(c) 按分ダンパ開度テレメータ



(d) 電圧電流テレメータ

第13図 テレメータ方式説明図

4.2 変電および照明設備の遠方制御

変電設備機器はすべて手動制御である。照明設備は屋外の明るさ、すなわち天候、昼夜の別に応じたトンネル照明が行なわれている。これらの照明設備は換気所操作盤および中央操作盤からの遠方手動制御が可能となっている。第4表は変電および照明設備の遠方監視制御項目である。

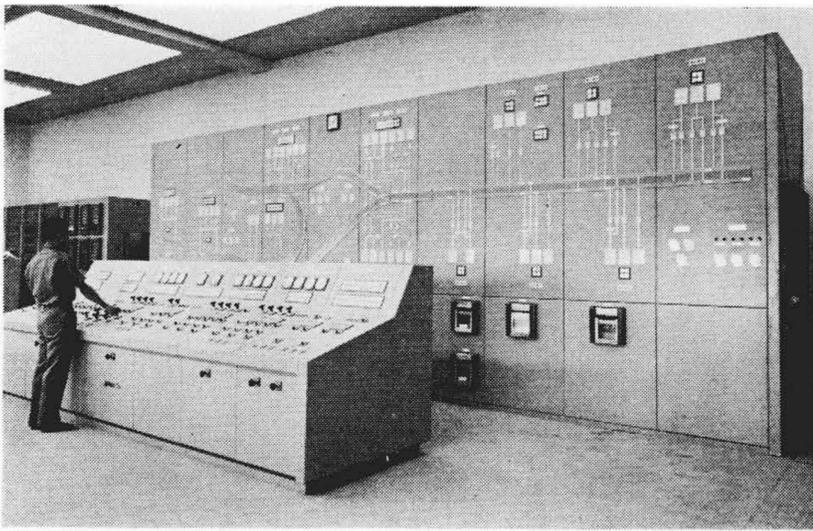
制御項目としては、主回路と変圧器1次の磁気遮断器、動力断路器および照明用接触器の開閉制御があり、表示項目としては、開閉器類の状態表示と操作場所切替、制御方式切替などの状態表示がある。さらに故障表示には変圧器の温度上昇、過電流、接地、不足電圧、制御電源などの変電設備故障と、照明故障、建屋火災感知器動作などがあり、さほど重要でない故障表示はすべて一括表示としてある。

4.3 テレメータ

換気装置の操作にはVI量、CO量の計測が必要であり、按分ダンパの操作には、その開度の計測が必要である。また変電設備としては受電電圧、各回線の変圧器負荷電流の計測が必要である。第5表は本装置のテレメータ項目一覧表である。第13図はテレメータの方式説明図である。COメータは電子式サンプリング・テレメータによる打点記録、VIメータは電子テレメータによる連続記録、開度テレメータはセルシン・テレメータ方式による指示、電圧、電流テレメータは整流式による指示である。セルシン・テレメータ方式を除くこれらのテレメータはすべて、直流の微小電流に変換して送られるので、外部の誘導などの影響を受けることなく遠距離を伝送することができる。

4.4 中央監視盤

第14図は三宅坂中央制御室に設置された中央監視盤である。監視盤にはトンネルの模擬図形を取り付け、これに実際の配置と相似的に模擬機器を配置して、集中監視制御を行ないやすいようにした。トンネル模擬図形は平面配置方式をとり、給排気ファンのシンボルには高速、中速、低速および停止の状態をまとめて表示した。またダンパシンボルを通して各トンネルへのダクト系統を明確にし、機器の状態表示および制御方式、操作場所表示を取り付け、下部にはCO量、VI量の記録計を取り付けた。



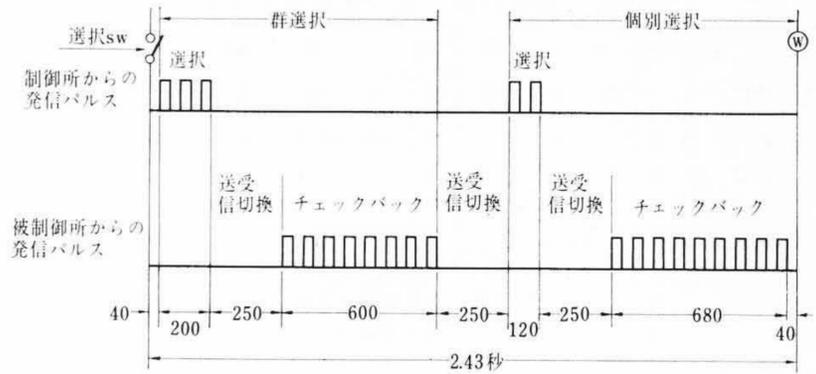
第14図 三宅坂中央監視制御盤

故障表示関係は監視盤前面に設置された机形操作盤の上部斜面にまとめて取り付け、多種多様の設備を保守する人の混乱を避けるようにしてある。

4.5 遠方監視制御装置⁽¹⁾

この集中監視制御装置の中核をなす遠方制御装置には、新たに高速度に改良された日立A形パルスコード遠方制御装置が使用されている。本装置は信頼度の高いワイヤスプリングリレーを使用し、2本の連絡線により多数の機器を自由に監視制御できるもので、機器の選択、操作、表示はすべてパルスコードにより行なわれる。パルスコードの数は選択と返信のためのパルス数を全機器について一定とし、これにより正確な機器の選択を行なうものである。

第15図は選択パルスコードの時間関係図である。この装置の選択時間はポジションに無関係に一定となり、100ポジションの遠方制御装置の場合、1ポジションの選択に要する時間は従来のものが約5秒であったのに対し、今回の装置では約2.4秒と1/2に短縮されている。



第15図 選択パルスコード

5. 結 言

以上首都高速道路三宅坂インターチェンジおよび千鳥ヶ淵、霞ヶ関トンネルの換気設備の集中制御方式の概要について述べた。日立製作所では、関門国道自動車トンネル⁽²⁾をはじめとして、名神高速道路天王山、梶原トンネル⁽³⁾、首都高速道路1号線の羽田海底トンネルなど、数多くの換気制御装置および集中遠方制御装置を納入してきたが、今回もこれらの技術的経験を生かして、装置を完成することができ、現在好調に運転している。

最近全国各地に高速道路が建設されており、強制換気を必要とするトンネルも続々誕生しているが、換気をはじめ種々のトンネル設備を合理的に運転するためには、本文に述べたような集中制御方式が不可欠のものであり、今後さらに広く適用されるものと思われる。かかる意味から、今後ともますますその合理的な制御方式の開発に寄与していきたいと考える。

終わりにのぞみ、本設備の完成に終始ご指導をいただいた、首都高速道路公団建設局のかたがたをはじめ、関係各位に深く謝意を表する次第である。

参 考 文 献

- (1) 日立パルスコード形遠方制御装置カタログ (ED191)
- (2) 三田：日立評論 40-1171 (昭 33-10)
- (3) 竹原，小林，武藤，石川：日立評論 49-1962 (昭 38-12)



特 許 の 紹 介



特許 第419967号 (特公昭38-20467号)

土 井 俊 雄

析 出 硬 化 性 銅 合 金

従来析出硬化性銅合金としてはクロム銅、ベリリウム銅などのほかに燐-ニッケル銅合金が知られ、極超短波用受信管のグリッド材料などに使用されているが、この合金は500°C以上の高温に加熱すると結晶粒が粗大化する欠点があった。

この発明はこの欠点を除去したもので、ニッケル0.5~1.5%、燐0.1~0.3%、ジルコニウム0.05~0.3% および0.5%以下の銀、コバル

ト、クロム、ベリリウムのいずれか1種以上を含む析出硬化性銅合金である。

この合金は高温に加熱しても結晶粒が粗大化せず、したがって深絞り性が優秀であり、また、300~600°Cの時効によって硬化して従来の燐-ニッケル銅合金より優秀な機械的性質を示し、電気および熱の伝導度も良好であり、しかも価格も低廉である。(岩田)