

IV-116 栗子トンネルの管理について

東北地建正会員大島一男

1 ま え が き

国道13号線の栗子峠は、屈曲多く急勾配で交通の難所として知られ、更に冬期5カ月間は積雪のため交通不能であったが、昭和36年より41年までの改築工事により、栗子ハイウェイとして昭和41年5月29日開通した。



写真-1 栗子トンネル全景(板谷地区)

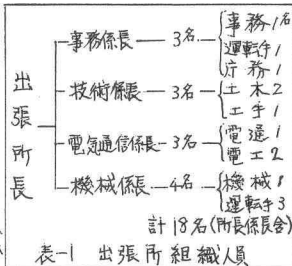
新国道は5本のアプローチトンネル(最長78.9m)と東栗子トンネル(延長2376m)西栗子トンネル(延長2675m)の2本のメイントンネルよりなる典型的な山岳道路である。

当初換気設備は交通量の増加をみて、設置する予定であったが、開通後の交通量は予想以上に多く、特に開通直後の日曜日は見学者もあって最大5700台を記録した。このためCO濃度は200PPMを越え、歩行者が一酸化炭素中毒にみいる事故が発生したため、一般歩行者の通行禁止の措置をとると共に、予定より早く換気設備を設置することとし、42年8月1日より機械換気を行った。更に44年4月より、電子計算機により換気の自動制御と行い換気の確実性と経済性を図ると共に、受配電設備、照明等、諸設備の常時遠方監視制御を行っている。

2 トンネルの管理組織と管理施設

2.1 管理組織 東北地方

建設局福島工事に事務所の下部組織である栗子国道出張所が東西栗子トンネルを含む全長21.5KMの国道13号線を維持管理しており、その組織



と人員は表-1のとおりである。なお、ほかに制御保守要員として、24時間交代勤務員による保守委託を行っている。

更に冬期除雪時には運転手4～5名を増員している

2.2 管理施設

2.2.1 換気設備 換気方式は半横流式で、各坑口の換気所に3台設置する計画であるが現在は暫定的に各2台を設置し換気を行っている。

2.2.2 受配電設備および自家発電設備 3,000KVAの特高発電所を出張所構内に設け、東北電力より66,000Vで受電し、各換気所に6,600Vで配電している。

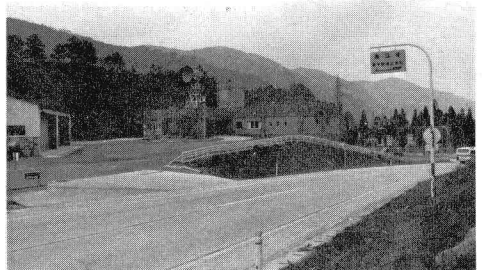


写真-2 栗子出張所全景

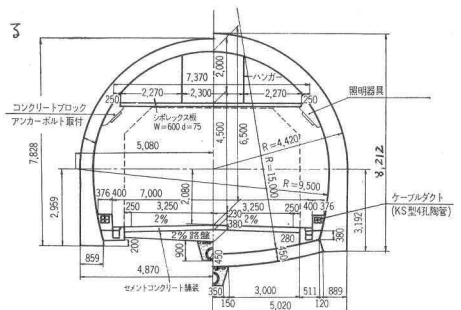


図-1 東栗子トンネル断面図

また、停電に備
え、1,560PS
、1,250KVA
ディーゼル発電
機により、各換
気所送風機高速
・1台運転、照明
、VI計その他
設備をまかなう
電力を確保して
いる。更に、停
電時発電機への
切替の間、照明
の1/3の点灯を
確保するため無
停電装置用バッテリ
を設置している。

名 称	数 量			規 格	概 要
	東トンネル	西トンネル	計		
送 風 機	4	4	8台	120kw/65kw62m ³ /sec 日立 175kw/55kw70m ³ /sec 石川島	トンネル内を換気するもので常時正転し、火災時逆転する
V I メ ー タ ー	3	3	6台	チョップ式(5台) 早川 バルス式(1台)	自動車の排気ガスによって発生する煙霧を常時測定する
C O メ ー タ ー	3	3	6台	赤外線分折式 日立	自動車の排気ガスに含まれる一酸化炭素を常時検出する
非 常 電 話	5	6	11個	埋込型ドア一引上 スピーカー式 400m間隔	非常災害時にトンネル内から菓子国道出張所へ通報できる
火・災 感 知 器	158	176	334個	赤外線定幅射式30m間隔千鳥	トンネル内で火災が発生すると自動的に出張所へ通報される
火 災 報 知 器	158	176	334個	押ボタン式	上記感知器に押ボタンを設け、手動で通報できる
閉 鎖 配 電 盤 設 備				屋内用単位閉鎖形自立銅板製単独設置形	東西菓子トンネルの各換気所電源設備 高压ケーブルも含む
信 号 装 置	2	2	4基	字幕表示式赤黄青	出張所から遠隔操作で障害状況を表示し、交通規制を行なう
照 明 装 置	530	580	1,110灯	60Wナトリウム灯30φx 晴天、曇天 夜間、深夜、一般5段切替自動点滅	トンネル内の照明
送風機用スプリンクラー	2	2	4ヶ所	各坑口熱感知自動式	火災発生時に生ずる熱風を冷却し、送風機損傷を防止する
自家発電装置			1式	出張所 1,250 KVA 1,560 PS	購入電源が停電の際最小限の電気を供給する
特高変電所及び受電設備			1	66 KV/6.6 KV 3,000 KVA HZ	出張所
監視盤及び制御装置			2	出張所制御室	制御ケーブルも含む
操 作 卓			2	〃	〃
無停電装置用バッテリー	2	2	4	76 V 500 AH 出張所用 48 V 300 AH 交換機用 24 V 80 AH 無線機用	購入電源から予備発電運転までの停電を防止する
トラフィックカウンター	2	2	4	ループコイル式、大型、小型、上り 下り別	トンネル内を通る自動車の通過台数を記録する
マイクロ設備			1		菓子国道出張所と福島、山形工事事務所の連絡用電話
消火器及び砂	2 55	2 60	4個 115	A B C 強化液消火器各坑口 A B C 粉末消火器	トンネル内火災の応急処置90m間隔千鳥(防火砂共)
自動制御装置			1式	I C D - 5 0 7 東芝	
計					

表-2 トンネル設備一覧表

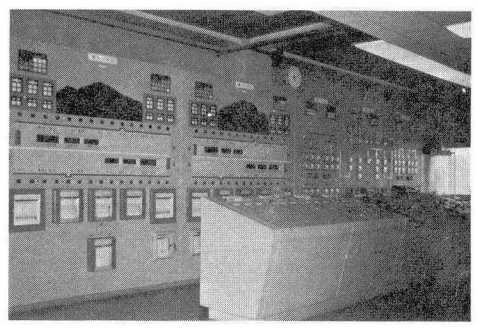


写真-3 監視盤および操作卓

2.2.3 照明 光源はナトリウム灯で、30lxの照度を保つ設計とし、晴天、曇天、夜間、深夜の4段階に自動的に切替を行なっている。なお、ナトリウム灯の灯具として、菓子トンネルで始めて、均斉度の向上を図るため前面拡散グローブを突出した(50mm)、いわゆるバット型を採用した。

2.2.4 自動制御装置 この装置は送風機の自動運転および遠方監視を主目的とし、その他設備の常時監視と変電所の受電日誌、送風機の運転日報、COMEXター、VIメーター、トラフィックカウンター、風速計等の計測データのタイプアウトと若干のデータ処理を行なわせているものである。

3 交通量の解析

交通量は開通以来、急激に伸びて現在約4500台/日となっており、(図-2参照)特に8月は夏休みの帰省客が車を利用することにより、異常に高い値を毎年示している。(図-3参照)
車種別には乗用車が40%、

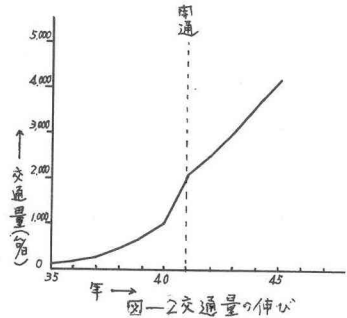


図-2 交通量の伸び

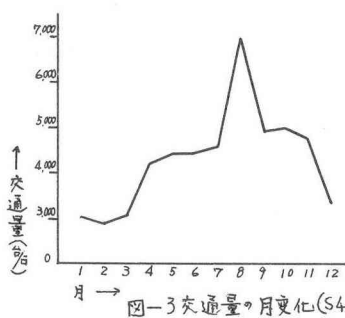


図-3 交通量の月変化(545)

貨物車が60%（ライトバン類15%含）となっている。なお、ディーゼル車率はピーク時間交通量の時に約25%である。

4 トンネル設備の維持管理費

（単位千円）

東西栗子トンネル諸設備の維持管理に要する費用は表-3のとおりである。

換気の電力料について東と西を比較してみると延長の長い西トンネルより短い東トンネルの電力料が高くなっているが、ダクトの抵抗が西トンネルは小さいことおよび自然換気が主な原因であると考えられる。

照明の電力料のうち45年度が少くなっているのは、深夜への切り替時間を早くしたことが原因である。

ナトリウムランプの交換は、ランプが消えてから行うこととしているが、その耐

	43年度	44年度	45年度	摘要
1. 電力料	10,610	9,990	9,220	
東トンネル換気	4,320	4,710	3,810	
西トンネル換気	3,010	2,350	2,960	
照明(110V)	3,280	2,930	2,450	
2. 設備維持保守費	3,010	2,170	4,520	
送風機	1,010	320	1,110	
Vブレーカー	100	270	490	
COセンサー	310	510	380	
火災警報器	190	180	260	
自家発電機	290	190	200	
配電設備	200	90	120	
トラッキングクーラー	110	220	530	
信号設備	160	10	210	
水噴霧装置	280	100	1,100	(4) 配管換
その他	360	280	120	非常電話、クーラー
3. ランプ交換	2,190	1,960	1,710	
4. 保守管理費	4,580	4,230	4,740	勤務時間外委託
合計	20,390	18,350	20,190	

表-3 年度別諸設備維持管理費一覧表

用時間は、44および45年度の実績によれば、常時点灯ランプ21,000時間、深夜消灯13,000時間、曇天増灯11,000時間、晴天増灯6,000時間であり、点消灯の回数の多いランプほど寿命が短い。

5 換気運転

5.1 換気量と風圧 換気量は交通量1,580台/時、ディーゼル車率30%、許容透過率35%として計算した値に、更に高度補正10%と勾配補正12.5%を加へ

$$156.5 \text{ m}^3/\text{sec}/\text{km}$$

を所要換気量とした。

風圧は、動圧、建物および連絡ダクト部損失、車道内圧、自然換気等を計算し、更に、余裕を10%加へて所要風圧とした。その結果を整理すると

	トンネル片側の所要換気量	所要風圧
東栗子トンネル	186 m ³ /sec	135 m/m ag
西栗子トンネル	210	170

となる。

5.2 送風機の風量制御 風量制御は台数制御とポールチェンジェによるスピードコントロールの組合せにより行っている。

風量段階(1/4)	1	2	3	4	R	$\left\{ \begin{array}{l} R; \text{逆転} \\ L; \text{低速} \\ H; \text{高速} \end{array} \right.$
回転	L	H	L	H	H	
台数	1	1	2	2	2	

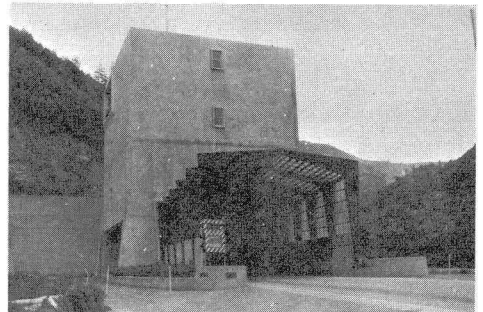


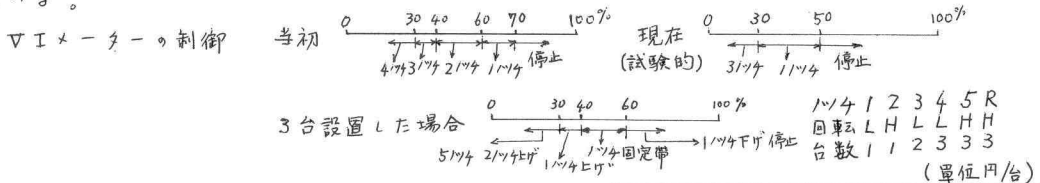
写真-4 換気所

各風量段階の風量、風圧、所要電力を現地性能試験の結果により表-4に示す。この表より、西トンネルは東トンネルよりダクトの抵抗がハンガーの無いことにより少ないこと、1ノツチの風量について西トンネルは東トンネルより少いのので交通量が或る一定以下の場合には有利である、1および3の低速運転は2および4ノツチの高速運転より、同じ電力量に對しより多量風量を送ることができると判る。

風 量 段 階	1	2	3	4	R
東トンネル風量 (m³/sec)	70	87	126	160	100
" " 風圧 (mmHg)	38	61	70	110	—
" " 所要電力 (kW)	40	77	100	198	146
KW当り風量 (m³/sec/kW)	1.8	1.1	1.3	0.8	0.7
西トンネル風量 (m³/sec)	59	87	114	166	92
" " 風圧 (mmHg)	12	33	45	66	53
" " 所要電力 (kW)	24	75	64	192	133
KW当り風量 (m³/sec/kW)	2.5	1.2	1.8	0.9	0.7

表-4 風量段階毎の風量
風圧、電力

5.3 送風機の自動制御 送風機の制御は通常、坑口附近と中央の3個のVIMETERにより行いが、坑口と中央のVIMETERの値を比較して低い方の値に従って各換気所の送風機はそれぞれ運転する。CO-METERの値が100PPM以上になれば、COで制御する。更に中央迄の車道風速が2m以上になれば送風機の運転を停止する。なお、VIMETER故障の場合はCO-METER、VI、CO-METER共故障の場合はトラフアイソクカウンター、すべて故障の場合はタイマーで運転を行うこととしてゐる。



5.4 年度毎の交通量当り換気電力料

年度	東栗子トンネル 全車輛	西栗子トンネル 大型車	西栗子トンネル 全車輛	西栗子トンネル 大型車	摘要
43	3.73	16.78	2.59	10.61	手動
44	3.42	14.35	1.69	6.70	自動制御
45	2.30	9.17	1.79	7.00	" "

6 トンネル火災の実例

トンネルにおける車の火災事故は昭和43年の鈴鹿トンネルの事故でその恐ろしさを示した。自動車の火災は統計によると2,500万台KW当り1件とされているが栗子トンネルに於てはめて考えると、確率的には3~4年に1件は起り得ることになり、交通量が多くなると大惨事になる可能性もある。

実例として43年11月21日午前5時頃、野芝を積んだ6オトラックが燃料のLPガスのパイプにマフラーより引火して全焼した。幸い人にもトンネルにも被害が無かった。初期消火に有効な消火用スプリンクラーの設置が今後必要である。



写真-5 トンネル火災の状況

7 むすび

トンネルの管理は換気を始め難しい問題が多いが、経済性と安全性を重点に管理して行きたいので諸先輩の御指導をお願いしてこの報告を終る。