

高速道路トンネル内の火災実験

塚 本 孝 一 *

1 ま え が き

この実験は、麴町消防署の依頼にもとづき、首都高速道路公団の御協力によって、当研究所が主体となつて行なったものである。

三宅坂インターチェンジトンネル内において、自動車の衝突などにより火災が発生した場合に最も困難が予想されるのは、煙に対する対策であるとみられる。このトンネル内には換気設備が施されてあるので、この設備が、排煙に対してどのような効果をもつものかなど、おおよその傾向でも知りうることは、今後の対策をたてる場合に有益である。

しかしながら、このトンネルはまだ未完成の上、施行中のことであり、間もなく全通し使用が開始されるという時であるから、ガソリンなどを燃して実際の火災の再現を期するような実験はできないので、アルコールと発煙筒を用いて実験を行なうことになった。

計画期間に十分な余裕もなく、急いで行なったため、満足できる成果は得られなかったがその結果について報告する。

2 実験の概要

- (1) 日時 昭和39年7月21日 PM1.00~PM4.00
- (2) 場所 千代田区隼町 三宅坂インターチェンジトンネル内
- (3) 実験項目
 - 実験1 路面における漏出水の拡大状況
 - 実験2 トンネル内における主として煙の拡散状況

(4) 実験担当員

統裁者	消防科学研究所長
指揮者	第二研究室長
実験担当員	消防科学研究所員 24名
	麴町消防署員 8名
	公団職員 4名

3 トンネルおよびトンネル内の換気設備の概要

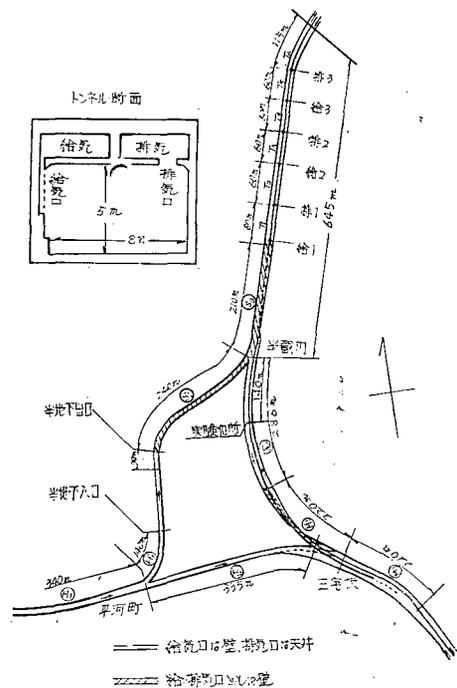
三宅坂インターチェンジの換気所は、三宅坂(中央指令所あり)半蔵門、平河町、千鳥ヶ淵の4箇所において、それぞれの分担区間ができています。実験箇所は、半蔵門換気所の受排区間で、半蔵門の分流点から下り路線を三宅坂方向に140m向ったところにした。

トンネルは、巾8.25m(2車線)、天井高4.92mで、給・排気ダクトは天井の上にある。壁には5m間隔で

給気口があり、その反対側の天井には10m間隔で排気口がある。

これらの状況は第1図のとおりである。

第1図 三宅坂インターチェンジの概況



4 実験1 路面における漏出水の拡大状況

タンクローリーなどから油類が流出した場合にどのような拡がりをするか知りたいのであるが、ガソリンなどを流してみるわけにいかないのだから、代わりに水を用いて実験を行なうことになった。タンク車の放出口より、自然落下により水を放出させて、水量、水の拡がりを測定した。

(1) 実験結果およびその考察

水の拡大の状況は第2図のとおりである。

タンク内の水位の変化は次式で表わされる。

$$h = \frac{a^2 g}{2A^2} t^2 - \frac{\sqrt{2gH}}{A} at + H$$

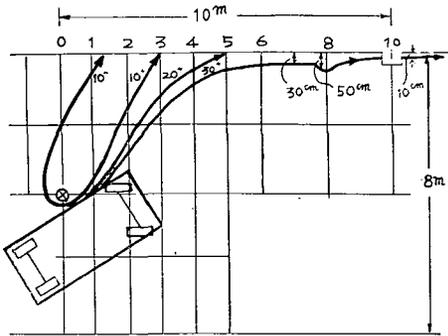
h = タンクの水位 (cm)

t = 経過時間 (sec)

H = 最初の水位 (40cm)

g = 重力の加速度 (980cm/sec²)

第2図 水の拡大状況



備考

1. 50秒以後は1~3mの所に集中
2. 50秒以後は拡がり狭くなってきている
3. 放水点の上方へ2°, 右方へ4° 下る傾斜である

$A = \text{水面の面積} (15.2 \times 10^3 \text{cm}^2)$

$a = \text{放水口の実効的面積} (1.9 \text{cm}^2)$

この式と測定値とは、よく一致するので、これより流量がわかり次の各事項が推察される。

平均流量	30 l/min
拡大面の巾	2~2.5m
流速	0.4m/sec
最大拡大面の厚さ	0.5~0.6mm
6~10m部の厚さ	4mm
取水樹間の流量	1.5 l/min (約 $1/20$)
流速	7.7m/min

流水巾 10cm
厚さ 2mm

水と油類とは、粘性比重等が関係して流速等は異なるとみられるので、別途実験の結果、ガソリン・灯油の場合、水の約70%の流速とみて差し支えないようである。

5 実験2 インネル内における煙の拡散状況

この実験は、換気設備の平常運転、非常運転の場合と、運転停止の場合の3種について行なった。煙の拡散状況をつかむのは困難が予想されるので、この3種の実験結果を比較することによって、換気設備の運転による効果と煙のおおよそ拡散状況をつかむことにした。

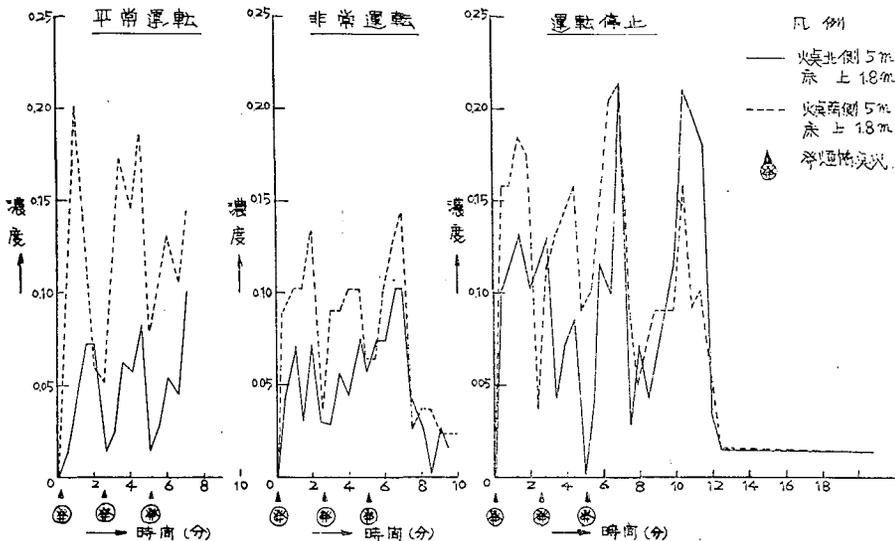
(1) 実験方法

路面の中央で、アルコール18lを1m²の面積で燃し、発煙筒10本づつを3回にわたって連続発煙させ、熱気流に乗せた。各実験について、光電池による煙濃度の測定、煙の拡散の進行状況の観測、火点付近の温度測定、給排気口の風速測定、トンネル内の風速測定を行なった。

(2) 観測測定の結果およびその考察

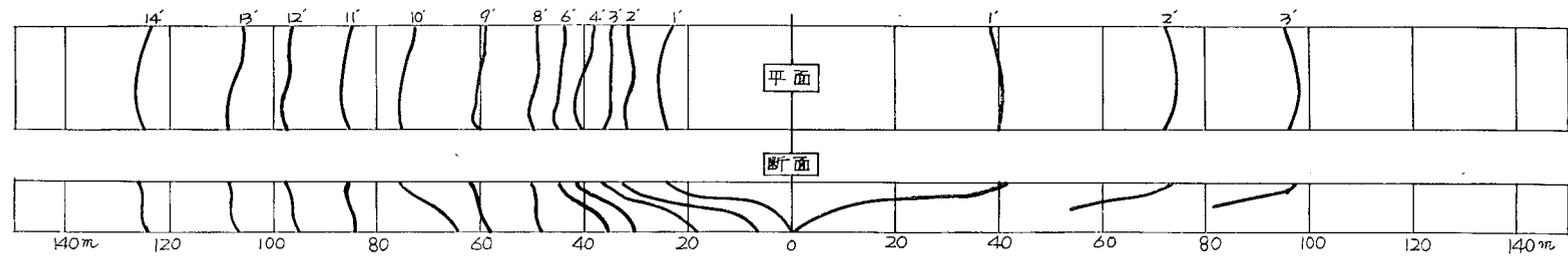
実験は、平常運転(第1回)非常運転(第2回)運転停止(第3回)の順序で行なった。その結果は、第3、4、5、6図のとおりである。

第3図 煙濃度の測定結果

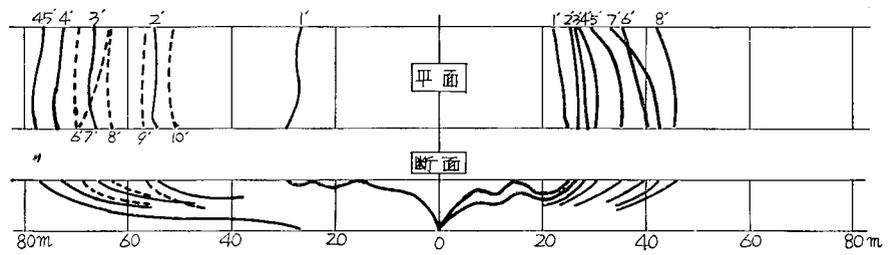


第4図 煙の拡散進行状況観測図

南方向 ← 平常運転 → 北方向



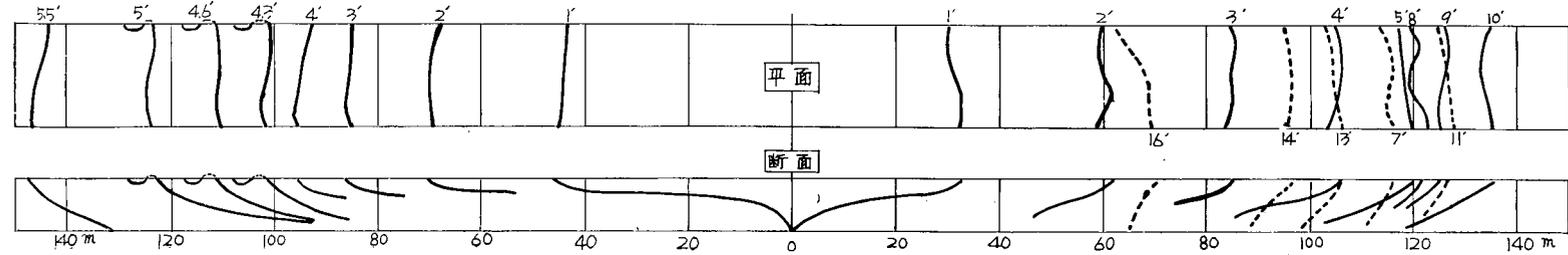
南方向 ← 非常運転 → 北方向



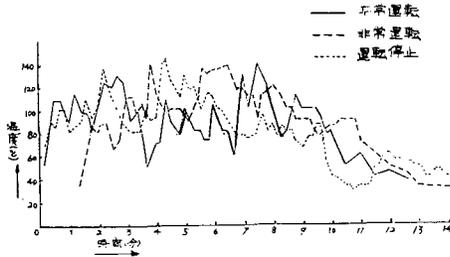
備考

1. 上欄は水平方向の拡がり、
下欄は垂直方向の拡がり、
2. 破線は延びの減少を示す、
3. 数字は至過時間(分)および燃焼点からの距離(m)を示す、

南方向 ← 運転停止 → 北方向



第5図 温度測定結果（火点天井下50cm）



この実験によって、認められた事項をあげると次のとおりである。

(a) 平常運転の場合は、給気量と排気量とのバランスがとれているためか、煙の排出状況はあまりよくない。これに対して非常運転の場合は、排煙状況が良好で拡散する範囲も小さい。

(b) 発煙筒の煙は、燃したアルコールによる上昇気流に割合よくのせることができた。

燃焼面直上部の温度は、高さ1.5mで最高610°C、平均500~540°Cであり、天井面下約50cmのところでは、最高140°Cを示している。

したがって、一般の燃焼の時にみられるように、煙は天井にあたり、天井面に沿って拡がっている。この拡がりの早さは、運転停止の場合約0.8m/secで、のびるにしたがってやや遅くなる傾向がみられる。換気設備運転の場合は、ともに当然これよりおそい。

(c) 煙の拡散速度は、トンネル内の風向風速に影響されるが、トンネル内の風向風速は、外界の風向風速と無関係のようである。そして、トンネルの出入口等の開口部が問題となっているかどうか、今回の場合、明らかでない。

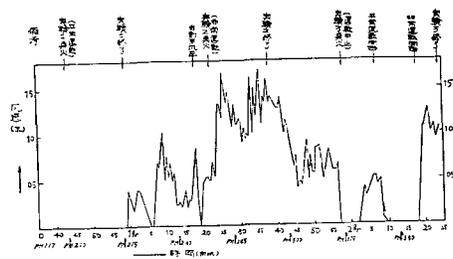
(d) 平常運転の場合、煙は一樣の早さでは拡がらない。火点から30mくらいまでは上方に多く、下方は見透しがきくが、35~50mでは下方まで煙が下がり、見透しのきかない状況となる。その先では、また上方に多く下方は見透しきく状態で拡がる。そして、このような状態は発煙が終ると失なわれていった。

このような現象は、火点から遠ざかるにしたがって空気温度が下り、35~50mで空気温度が釣合うためであろうと考えられる。

(e) 非常運転の場合は、前記の平常運転のような現象はない。高さ3mあたりが界となって上方に煙がたぐい、下方は、終始見透しがきいた。

(f) 運転停止の場合は、3分後頃から一樣に拡散

第6図 トンネル内における風速測定の結果



し、煙が充満した状態となって、見透しは全面的にきかない。

南側では、トンネル内より排気ダクトの方が煙の進行が早く、排気口より煙が噴出する状況がみられた。

6 む す び

この実験は、十分な測定結果が得られたわけではないが、トンネル内で火災が発生した場合に、ともかく考えられるところを結論として述べてみる。

- (1) 非常運転による実験では排煙に対し十分な効果が認められた。実際の火災に対しても、その効果を認めてよいと考えられる。
- (2) ガソリン等が燃え、火災が発生したとなると、煙はかなりの勢で発生し拡散する。実験では、3分後くらいから見透しが困難になるので、火災発生時におけるすべての通報連絡は、正確、迅速に行ない、非常・運転への切替えが早く行なえるよう考慮される必要がある。
- (3) 火災の発生点が、換気分担区間の境界付近である場合は、その両区間の非常運転が必要であろう。
- (4) 火災発生区間が排気のみ運転、隣接区間が給気のみ運転を行なえば、その排煙の効果は大きいと考えられる。
- (5) トンネルの出入口や、オープンの近くで火災が発生した場合、非常運転により外気の吸引が強くなるので進入は容易であろう。
- (6) 非常運転が行なわれる以上、トンネル内の可視状態が悪くなくても、排煙の状況をみながら、慎重に消火作業に当たるとよいと考えられる。
- (7) タンクローリー等より、多量の油類が漏出し、そのまま側溝に入った場合、さらに消火等のため大量の水を使用した場合などでは、ポンプ室より排水される水には、油類が相当量含まれることとなるので、これによる二次的な火災が発生しないよう十分考慮する必要がある。