

土木研究所資料
第439号

トンネル内自動車火災実験報告書(Ⅰ)

昭和44年2月

建設省 土木研究所

ま え が き

この報告書は、昭和43年度土木研究所特別研究「高速道路の安全に関する研究」の一環として、トンネル研究室が実施した「トンネルの防災」を目的とするトンネル内での自動車火災実験の結果をまとめたもので、併せて最近2～3年間に発生した道路トンネル内での自動車火災の実例を集録した。

実験は、昭和43年10月9、10日の2日間にわたって、炎上用試験車として乗用車及び6 tトラック（無積載）各1台を使用し、福島市飯坂町にある旧栗子国道の二ツ小屋トンネル（延長384 m：福島県所管）で、福島工事々務所（所長、塩谷幹夫）の協力の下に実施した。

このようなトンネル内で、実際の自動車を炎上させた実験例は、世界的に皆無であるため、福島及び山形の県警、消防署の応援をえて、危険防止のために万全の配慮をした結果、無事実験を終了することが出来、併せて所期の成果をあげて、今後の研究方向が把握出来たことを感謝するものである。

昭和44年2月

トンネル研究室長

村 上 良 丸

主任研究員

伊 達 英 夫

トンネル内自動車火災実験報告書(I)

村 上 良 丸
伊 達 英 夫
荒 井 忠 男

目 次

1 目 的	1
2 試験日程，場所および人員	1
3 試験トンネル現況	2
4 試験内容と試験設備	6
5 試 験 方 法	19
6 試 験 結 果	20
7 考 察	28
8 ま と め	35
附一 1 鈴鹿トンネル火災	37
附一 2 関門トンネル火災	63
附一 3 西栗子トンネル火災	67

1 目 的

トンネル内に発生する自動車火災は極めて稀であるが、発生した場合の被害は米国のホランドトンネルあるいはわが国の鈴鹿トンネルの例に見るように極めて大きなものとなる可能性がある。

しかしながら、今までトンネル内の自動車火災について、実際に調査試験の行なわれた例はなく、自動車火災がトンネルという特殊環境下でどのような状態を発生し、周囲に対しどのような影響をあたえるかは、明らかにされていないのが現状である。したがって、先ずトンネル内で実際の自動車を燃やし、次の各項についての測定を行なってトンネル火災の実態を把握し、合理的な防災対策決定のための基礎資料を得ようとするものである。

- ① トンネル内、各地点の温度分布とその時間変動
- ② 有害ガス(COおよびNO₂)の発生量と濃度の時間変動
- ③ 煙の発生量と濃度の時間変動
- ④ 発生熱量
- ⑤ 風速分布と湿度および気圧の関係
- ⑥ 覆工コンクリート等への影響
- ⑦ 消火、救助活動方法の探求

2 試験日程、場所および人員

2.1 試験日程

昭和43年10月	8日	試験準備
"	9日	乗用車火災試験
"	10日	トラック火災試験
"	11日	後片付

2.2 試験場所

福島市飯坂町旧栗子国道二つ小屋トンネル(延長384m)

2.3 試験人員

土木研究所	6名	(村上、伊達、今田、下村、荒井持田)
福島工事事務所	10名以上	(小形、武田、橋本、佐々木、竹田、村上、菊地、鯨岡、他)

道 路 公 団	1 名	(岩 井)
能美防災工業KK	5 名	(萩野, 塩原, 五十嵐, 伊藤, 大網)
その他の参加者	飯坂警察署, 福島並びに米沢消防署, 土木研究所 企画室, 日本道路公団関係者, 高速道路調査会防 災委員会メンバー, 消防研究所, 東北沖電気, 報 道関係者等	

3. 試験トンネル現況

二つ小屋トンネルは、図一3.1に示すように国道13号線の旧栗子国道にあるトンネルで、昭和9年12月の竣工であるが、昭和41年5月新国道の完成と同時に、国道としては廃止になったものである。

トンネル断面は図一3.2に示すとおりで、洩水による凍害をうけ、各所に二重巻きコンクリートを打って補修されている。トンネルの縦断は図一3.3のとおりである。

火点となる試験車は、トンネル縦方向の略中央の二重覆工部分位置に配置して炎上させた。

トンネル諸元

延	長	3 8 4 m
縦 断 勾 配	福島方	1 9 2 m + 2.5 %
	米沢方	1 9 2 m - 2.5 %
巾	員	約 6 m
ア ー チ 中 心 高		5 1 m 及び 4 8 m
コンクリート覆工厚		9 0 cm 及び 6 0 cm

図-3.1

二つ小屋トンネル位置図

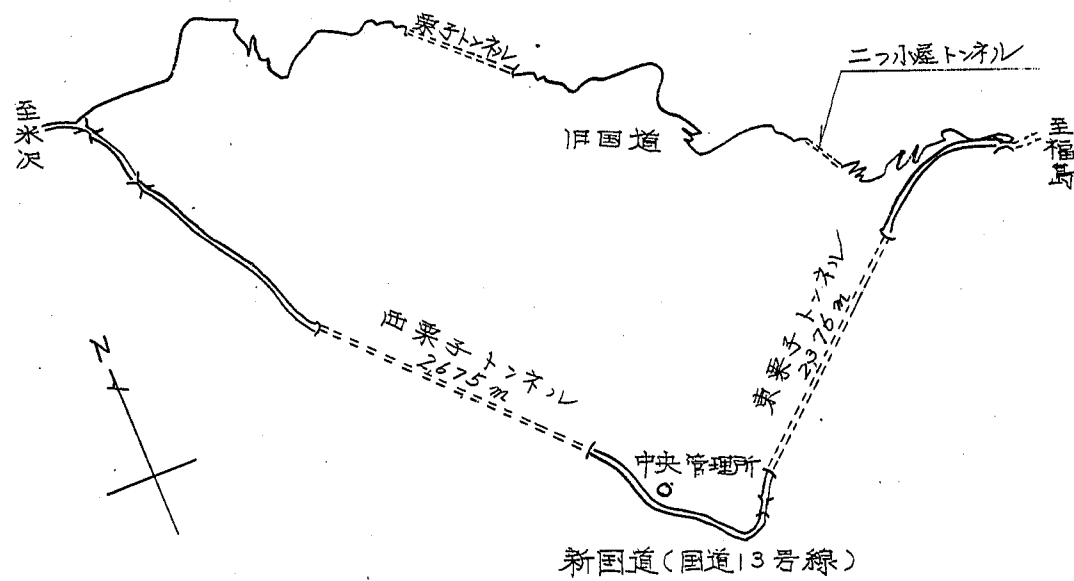
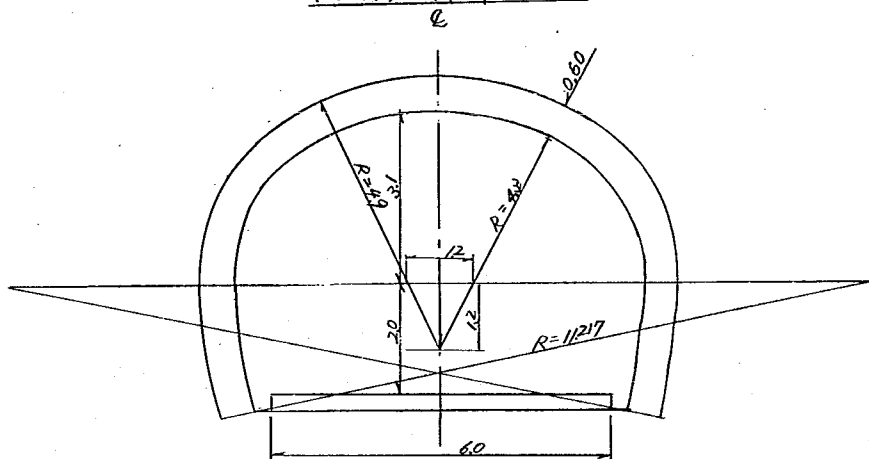


图-3.2

トンネル標準断面図



補修箇所断面図

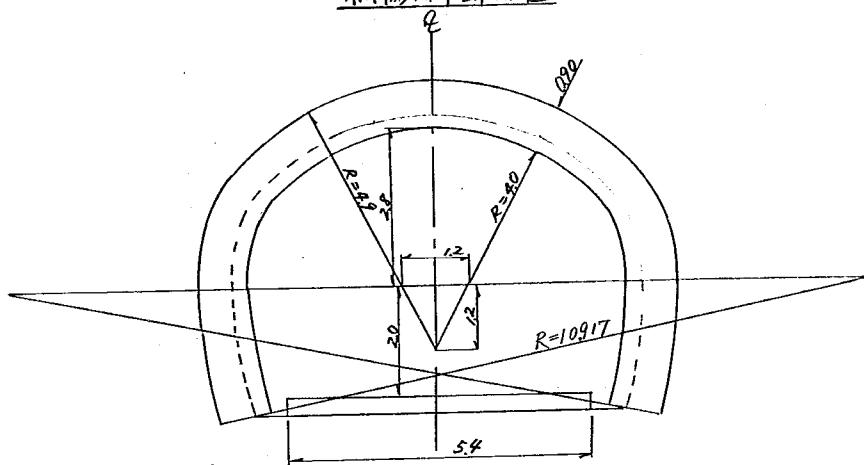
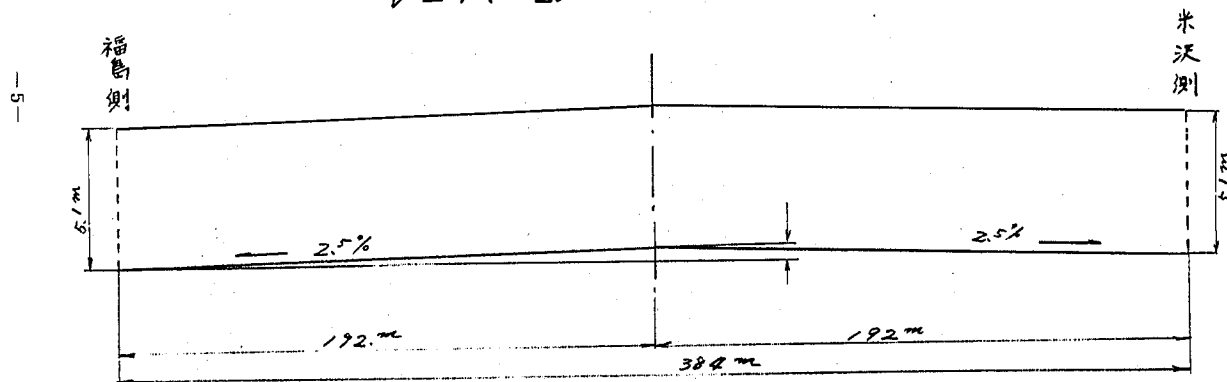


図-3.3

ニッ小屋トンネル縦断面図

$H = 1 : 200$

$V = 1 : 20$



4 試験内容と試験設備

4.1 測定項目と内容

トンネル内火災試験の測定項目と測定内容は表-4.1のとおりである。

表-4.1 測定項目と測定内容

測定項目	内 容
温 度	熱電対クロメル・アルメル5点、銅コンスタンタン3点、計8点をトンネル内に設置し、坑外の記録計に結んで連続記録
煙 濃 度	1m透過率計2台をトンネル内に設置し、坑外の記録計に結んで連続記録
一酸化炭素(CO)濃度	サンプリングパイプにより吸引し、坑外に設置した高濃度用(12%)COガス分析計により連続記録
二酸化窒素(NO ₂)濃度	サンプリングパイプにより吸引し、坑外に設置した高濃度用(4000PPm)NO ₂ 分析計により連続記録
風 速	風下側坑内2点の風速を熱線風速計により連続記録
湿度および気圧	風下側坑口付近の湿度を乾湿自記湿度計により観測、同時に、坑外の気圧をフォルトン型気圧計で読取
燃 焼 状 況	試験車の燃焼状況を8mmシネ撮影機により記録

4.2 試験諸設備の配置

試験諸設備の配置は図-4.1に示すとおりである。

図-4.1 試験諸設備配置図

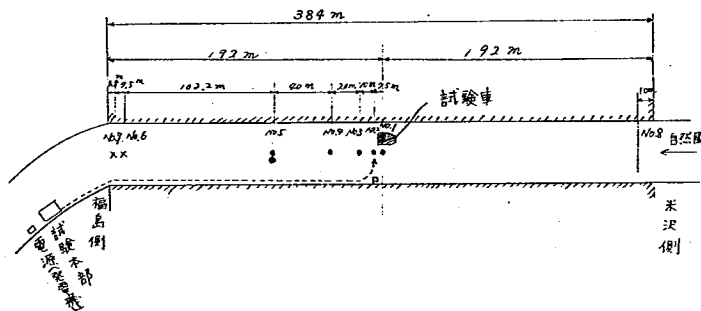
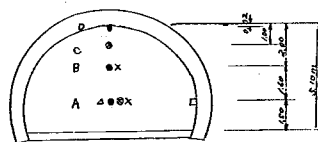
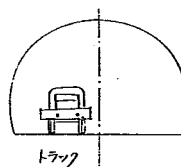
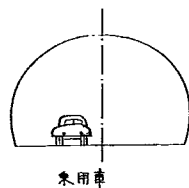


図-4.2 横断面の測点位置



- 温度測点
- 煙濃度測点
- △ CO, NO, NO₂測点
- サンプリングパイプ
- x 風速測点
- 輻射測点

図-4.3 試験車位置



(1) 試験本部

福島方坑口から30 m外方の路側に TENT を張り、ガス分析計、気圧計等の各計器と数台の記録計を置き、試験本部とした。また、米沢方坑口および栗子国道出張所との連絡は無線で行った。着火の合図、燃焼状況の確認と共に測定員ならびに見学者の安全確保には、ラウドスピーカーを使い、事故防止に万全を期した。

(2) 電 源

トンネル付近には電源がないため、試験用各種計器類ならびに照明用の電源として、ディーゼル発電機及びガソリン発電機各1台を使用し、図-41のように配置した。使用した各発電機の仕様概要は次のとおりである。

ディーゼル発電機(久保田 ASK-150)

交 流 出 力 50 サイクル
エンジン排気量 744 C C
最 高 出 力 12 ps/3000 rpm
連続定格出力 9 ps/3000 rpm
使用燃料及び軽油タンク容量 16 ℓ

ガソリン発電機(本田技研 E1000)

交 流 出 力 50, 60 サイクル 100 V 1000 W
直 流 出 力 12 V, 6 V 8.3 A
電 圧 調 整 機 遠心重錘式自動調速機および手動調整式
エンジン排気量 170 C C
最 高 出 力 4 ps/4000 rpm
使用燃料および燃費 ガソリン: 6 ℓ/5 時間
始 動 方 式 リコイルスターター

(3) 試 験 車

火災試験に使用する車は乗用車およびトラック各1台とし、次の車種を選定した。

車 種	車 名	型 式	年 式	寸 法			排 気 量	燃料タンク容 量
				全長	全幅	全高		
乗 用 車	ニッサンセドリック	G31型	40年式	4.6m	1.7m	1.5m	1,900cc	44ℓ
トラック	ニッサンディーゼル	6 ton	36年式	7.6m	2.4m	2.3m	UD-3 3,706cc 130ps/2400rpm	130ℓ

(4) 測定点の位置

図-4.1, 図-4.2に示す位置で温度, 煙濃度, CO濃度, NO₂濃度, 風速等を測定した。

即ち, 横断的には路面から1.5 m上の点をA点とし, 天井アーチクラウンから2.0 m下の点をD点, 同じく天井アーチクラウンから1.0 m, 3.0 m下をそれぞれC点, B点とした。試験車は車長中心をトンネル延長方向の中央点(192 m)に合わせ図-4.3に示すように左車線の路中央に配置した。

測点番号は, 試験車車長の中心を原点(No.1)とし, これから福島方向へ7.5 mの点をNo.2, 17.5 mの点をNo.3, 37.5 mの点をNo.4, 77.5 mの点をNo.5とした。また, 福島方坑口からトンネル内へ向って12.3 mの点をNo.6, 48 mの点をNo.7とし, さらに米沢方坑口から10 mの点をNo.8とした。

4.3 測定機器とその配置

試験に使用した計器の構造と主な仕様をあげると次のとおりである。

(1) 熱電対温度計

熱電対の結線は, 図-4.4に示すとおりで冷接点には氷を入れたマホービンを用いクロメル・アルメル線の冷接点は, 福島方坑口からトンネル内100 mの位置の側溝上に, また, 銅・コンスタンタン線の冷接点は, 福島方坑口からトンネル外10 mの位置の路肩に設置した。

クロメル・アルメル線は比較的溫度が高い測点(No.1-D, No.2-A, No.2-D, No.3-A, 及びNo.3-Dの5点)に設置したので1 mmφの線を1対にして用い, 図-4.5のように結線した。一方, 銅・コンスタンタン線は溫度上昇が比較的低い測点(No.4-A, No.4-D及びNo.5-Dの3点)に設置したので感度を良くするために図-4.6のように, 0.3 mmφの線を3対直結したもの(熱起電力が3倍になる)を用いた。

写真-1はD点(天井アーチクラウン付近)の熱接点を, 写真-2はA点(路面上1.5 m)の熱接点を示す。

クロメル・アルメル線の熱接点は, 熱に侵されないため, アスベストを巻き, その先約30 mは保護管を用い, さらにそれより先冷接点まではエンバイヤチューブを用いた。(図-4.7, 図-4.8)。溫度指示は自動平衡

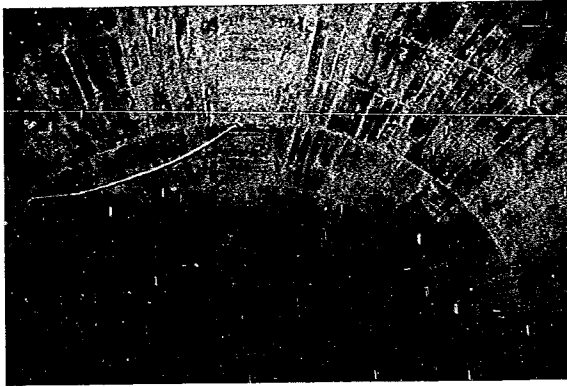


写真-1 天井部温度測定点 (D点) 状況
(クロメル・アルメル線)

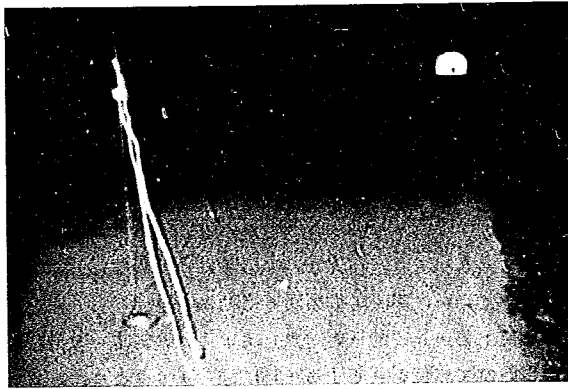


写真-2 路上1.5m点 (A点) の温度測定状況

図-4.4 熱電対結線図

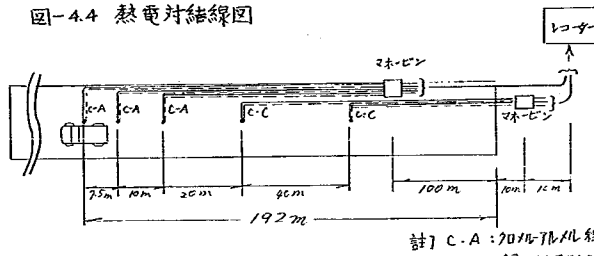


図-4.5 クロメル・アルメル結線図

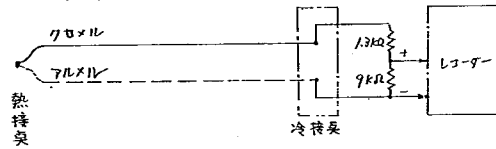


図-4.6 銅・コンスタンタン結線図

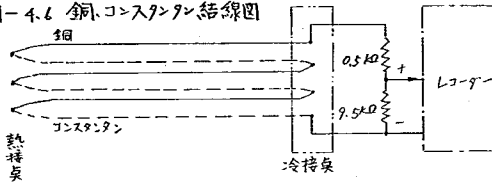


図-4.7 C-A熱接点部

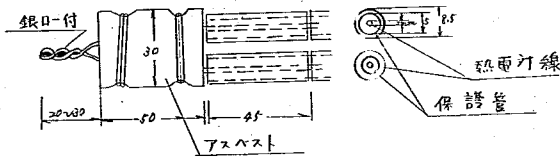
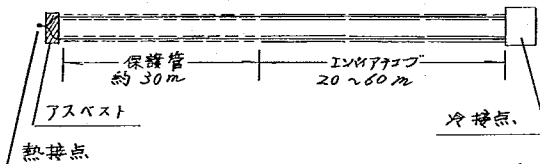


図-4.8 クロメル・アルメル線の保護



型電位差計式のペン書きレコーダーを使用した。熱電対の温度校正はあらかじめ工場室内で行ない熱接点を0℃および150℃に保って出力特性を測定し、中間の温度—出力特性は直線とみなした。試験終了後工場に持帰り0℃および200℃の温度校正を行なった結果の誤差は、3%に過ぎなかったので測定結果は十分信頼し得るものと見做せる。

(2) 煙濃度計（能美防災工業KK製）

煙濃度計は煙濃度を「1 mあたりの光の透過率」として指示する計器で、 $\phi 4-A$ 、 $\phi 4-C$ の2点に設置し、本部の記録計と接続して、煙濃度の変化を連続記録した。その構造は、図-4.9に示すとおりである。写真-3にその外観を示す。光源から出た光は集光レンズと遮光板を通して受光素子に達するが、途中1 mの光路の間の煙粒子により散乱吸収され受光素子は煙濃度に応じた透過量を指示する。

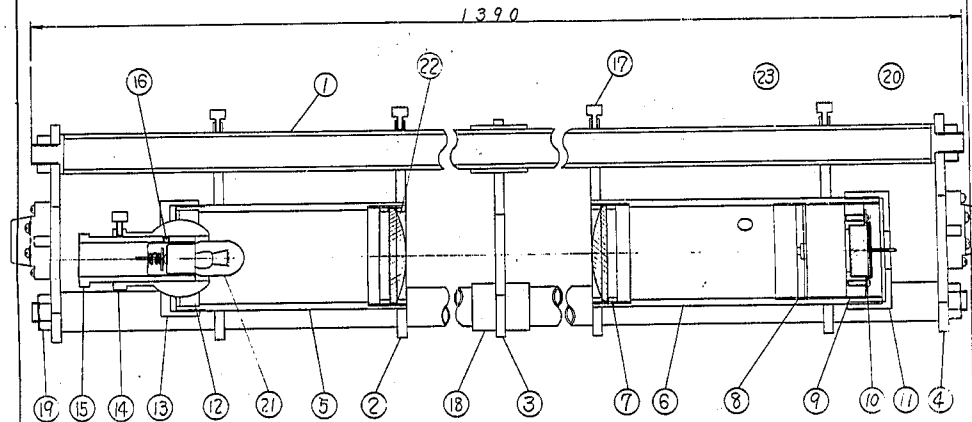
この煙濃度計は煙の濃度変化を連続的に記録できる利点があるが煤煙が多いとレンズ面に煤が付着して指示値に誤差を生じ易い欠点もある。

測 定 方 式	光透過式	
測 定 距 離	1 m	
光 源	12 V 15 W 電球	
受 光 素 子	SBC-111	口径20 ϕ
集 光 レ ン ズ	口径50 ϕ	$d=92$ mm



写真-3 煙濃度計設置状況

圖-4.9 光透過式煙濃度計構造圖



番号	名称	摘要	番号	名称	摘要	番号	名称	摘要	番号	名称	摘要
1	取付用	取付用	3	取付用	取付用	17	取付用	取付用	5	取付用	取付用
2	取付用	取付用	4	取付用	取付用	18	取付用	取付用	6	取付用	取付用
3	取付用	取付用	5	取付用	取付用	19	取付用	取付用	7	取付用	取付用
4	取付用	取付用	6	取付用	取付用	20	取付用	取付用	8	取付用	取付用
5	取付用	取付用	7	取付用	取付用	21	取付用	取付用	9	取付用	取付用
6	取付用	取付用	8	取付用	取付用	22	取付用	取付用	10	取付用	取付用
7	取付用	取付用	9	取付用	取付用	23	取付用	取付用	11	取付用	取付用
8	取付用	取付用	10	取付用	取付用	24	取付用	取付用	12	取付用	取付用
9	取付用	取付用	11	取付用	取付用	25	取付用	取付用	13	取付用	取付用
10	取付用	取付用	12	取付用	取付用	26	取付用	取付用	14	取付用	取付用
11	取付用	取付用	13	取付用	取付用	27	取付用	取付用	15	取付用	取付用
12	取付用	取付用	14	取付用	取付用	28	取付用	取付用	16	取付用	取付用
13	取付用	取付用	15	取付用	取付用	29	取付用	取付用	17	取付用	取付用
14	取付用	取付用	16	取付用	取付用	30	取付用	取付用	18	取付用	取付用
15	取付用	取付用	17	取付用	取付用	31	取付用	取付用	19	取付用	取付用
16	取付用	取付用	18	取付用	取付用	32	取付用	取付用	20	取付用	取付用
17	取付用	取付用	19	取付用	取付用	33	取付用	取付用	21	取付用	取付用
18	取付用	取付用	20	取付用	取付用	34	取付用	取付用	22	取付用	取付用
19	取付用	取付用	21	取付用	取付用	35	取付用	取付用	23	取付用	取付用
20	取付用	取付用	22	取付用	取付用	36	取付用	取付用	24	取付用	取付用
21	取付用	取付用	23	取付用	取付用	37	取付用	取付用	25	取付用	取付用
22	取付用	取付用	24	取付用	取付用	38	取付用	取付用	26	取付用	取付用
23	取付用	取付用	25	取付用	取付用	39	取付用	取付用	27	取付用	取付用
24	取付用	取付用	26	取付用	取付用	40	取付用	取付用	28	取付用	取付用
25	取付用	取付用	27	取付用	取付用	41	取付用	取付用	29	取付用	取付用
26	取付用	取付用	28	取付用	取付用	42	取付用	取付用	30	取付用	取付用
27	取付用	取付用	29	取付用	取付用	43	取付用	取付用	31	取付用	取付用
28	取付用	取付用	30	取付用	取付用	44	取付用	取付用	32	取付用	取付用
29	取付用	取付用	31	取付用	取付用	45	取付用	取付用	33	取付用	取付用
30	取付用	取付用	32	取付用	取付用	46	取付用	取付用	34	取付用	取付用
31	取付用	取付用	33	取付用	取付用	47	取付用	取付用	35	取付用	取付用
32	取付用	取付用	34	取付用	取付用	48	取付用	取付用	36	取付用	取付用
33	取付用	取付用	35	取付用	取付用	49	取付用	取付用	37	取付用	取付用
34	取付用	取付用	36	取付用	取付用	50	取付用	取付用	38	取付用	取付用
35	取付用	取付用	37	取付用	取付用	51	取付用	取付用	39	取付用	取付用
36	取付用	取付用	38	取付用	取付用	52	取付用	取付用	40	取付用	取付用
37	取付用	取付用	39	取付用	取付用	53	取付用	取付用	41	取付用	取付用
38	取付用	取付用	40	取付用	取付用	54	取付用	取付用	42	取付用	取付用
39	取付用	取付用	41	取付用	取付用	55	取付用	取付用	43	取付用	取付用
40	取付用	取付用	42	取付用	取付用	56	取付用	取付用	44	取付用	取付用
41	取付用	取付用	43	取付用	取付用	57	取付用	取付用	45	取付用	取付用
42	取付用	取付用	44	取付用	取付用	58	取付用	取付用	46	取付用	取付用
43	取付用	取付用	45	取付用	取付用	59	取付用	取付用	47	取付用	取付用
44	取付用	取付用	46	取付用	取付用	60	取付用	取付用	48	取付用	取付用
45	取付用	取付用	47	取付用	取付用	61	取付用	取付用	49	取付用	取付用
46	取付用	取付用	48	取付用	取付用	62	取付用	取付用	50	取付用	取付用
47	取付用	取付用	49	取付用	取付用	63	取付用	取付用	51	取付用	取付用
48	取付用	取付用	50	取付用	取付用	64	取付用	取付用	52	取付用	取付用
49	取付用	取付用	51	取付用	取付用	65	取付用	取付用	53	取付用	取付用
50	取付用	取付用	52	取付用	取付用	66	取付用	取付用	54	取付用	取付用
51	取付用	取付用	53	取付用	取付用	67	取付用	取付用	55	取付用	取付用
52	取付用	取付用	54	取付用	取付用	68	取付用	取付用	56	取付用	取付用
53	取付用	取付用	55	取付用	取付用	69	取付用	取付用	57	取付用	取付用
54	取付用	取付用	56	取付用	取付用	70	取付用	取付用	58	取付用	取付用
55	取付用	取付用	57	取付用	取付用	71	取付用	取付用	59	取付用	取付用
56	取付用	取付用	58	取付用	取付用	72	取付用	取付用	60	取付用	取付用
57	取付用	取付用	59	取付用	取付用	73	取付用	取付用	61	取付用	取付用
58	取付用	取付用	60	取付用	取付用	74	取付用	取付用	62	取付用	取付用
59	取付用	取付用	61	取付用	取付用	75	取付用	取付用	63	取付用	取付用
60	取付用	取付用	62	取付用	取付用	76	取付用	取付用	64	取付用	取付用
61	取付用	取付用	63	取付用	取付用	77	取付用	取付用	65	取付用	取付用
62	取付用	取付用	64	取付用	取付用	78	取付用	取付用	66	取付用	取付用
63	取付用	取付用	65	取付用	取付用	79	取付用	取付用	67	取付用	取付用
64	取付用	取付用	66	取付用	取付用	80	取付用	取付用	68	取付用	取付用
65	取付用	取付用	67	取付用	取付用	81	取付用	取付用	69	取付用	取付用
66	取付用	取付用	68	取付用	取付用	82	取付用	取付用	70	取付用	取付用
67	取付用	取付用	69	取付用	取付用	83	取付用	取付用	71	取付用	取付用
68	取付用	取付用	70	取付用	取付用	84	取付用	取付用	72	取付用	取付用
69	取付用	取付用	71	取付用	取付用	85	取付用	取付用	73	取付用	取付用
70	取付用	取付用	72	取付用	取付用	86	取付用	取付用	74	取付用	取付用
71	取付用	取付用	73	取付用	取付用	87	取付用	取付用	75	取付用	取付用
72	取付用	取付用	74	取付用	取付用	88	取付用	取付用	76	取付用	取付用
73	取付用	取付用	75	取付用	取付用	89	取付用	取付用	77	取付用	取付用
74	取付用	取付用	76	取付用	取付用	90	取付用	取付用	78	取付用	取付用
75	取付用	取付用	77	取付用	取付用	91	取付用	取付用	79	取付用	取付用
76	取付用	取付用	78	取付用	取付用	92	取付用	取付用	80	取付用	取付用
77	取付用	取付用	79	取付用	取付用	93	取付用	取付用	81	取付用	取付用
78	取付用	取付用	80	取付用	取付用	94	取付用	取付用	82	取付用	取付用
79	取付用	取付用	81	取付用	取付用	95	取付用	取付用	83	取付用	取付用
80	取付用	取付用	82	取付用	取付用	96	取付用	取付用	84	取付用	取付用
81	取付用	取付用	83	取付用	取付用	97	取付用	取付用	85	取付用	取付用
82	取付用	取付用	84	取付用	取付用	98	取付用	取付用	86	取付用	取付用
83	取付用	取付用	85	取付用	取付用	99	取付用	取付用	87	取付用	取付用
84	取付用	取付用	86	取付用	取付用	100	取付用	取付用	88	取付用	取付用
85	取付用	取付用	87	取付用	取付用				89	取付用	取付用
86	取付用	取付用	88	取付用	取付用				90	取付用	取付用
87	取付用	取付用	89	取付用	取付用				91	取付用	取付用
88	取付用	取付用	90	取付用	取付用				92	取付用	取付用
89	取付用	取付用	91	取付用	取付用				93	取付用	取付用
90	取付用	取付用	92	取付用	取付用				94	取付用	取付用
91	取付用	取付用	93	取付用	取付用				95	取付用	取付用
92	取付用	取付用	94	取付用	取付用				96	取付用	取付用
93	取付用	取付用	95	取付用	取付用				97	取付用	取付用
94	取付用	取付用	96	取付用	取付用				98	取付用	取付用
95	取付用	取付用	97	取付用	取付用				99	取付用	取付用
96	取付用	取付用	98	取付用	取付用				100	取付用	取付用
97	取付用	取付用	99	取付用	取付用						
98	取付用	取付用	100	取付用	取付用						
99	取付用	取付用									
100	取付用	取付用									

設計	昭和43年7月
図	1

光學式濃度計

組 工 図

読美防火工業株式会社 印 K5523

(3) 輻射計

輻射計は火点から輻射された熱輻射の内、輻射計の受熱面(熱電堆)に到達したエネルギーを起電力(DC mV)に変換し、これを指示計で読取るもので、その外観および構造は、図-410および図-411、写真-4に示すとおりである。輻射計は $\#2$ の側壁付近(高さ1.5 m)に火点中央に方向を向けて設置した。

仕様は次のとおり、

測定範囲 $0 \sim 8000 \text{ Kcal/m}^2\text{h}$

出力 $0 \sim 100 \text{ mV}$

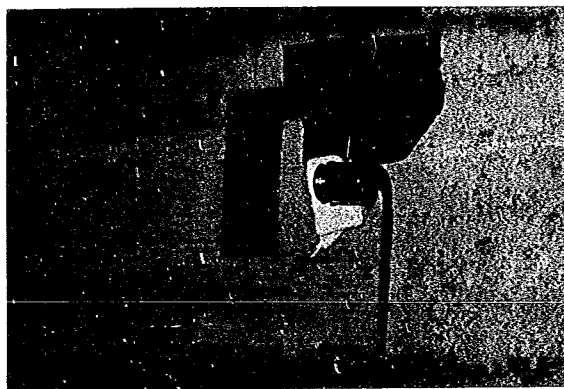


写真-4 輻射計設置状況

(4) CO分析計及びNO₂分析計

$\#2$ -A点から本部までサンプリングパイプ(内径6 mm外径8 mm テフロン管)をひき、火点側先端30 mには、耐熱用ステンレスパイプを結着して、サンプリングポンプで吸引した燃焼ガスを冷却除湿し、COおよびNO₂分析計に導いて測定し、連続自記記録を行なった。分析計の主要仕様は次の通りである。

i) CO分析計 (掘場製作所MEXAⅢ型)

測定方式 非分散型赤外線分析法

測定範囲 $0 \sim 12\%$

図-4.10 輻射計外觀図

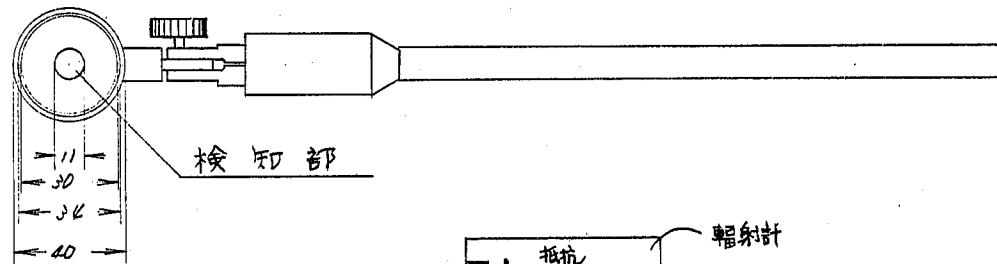
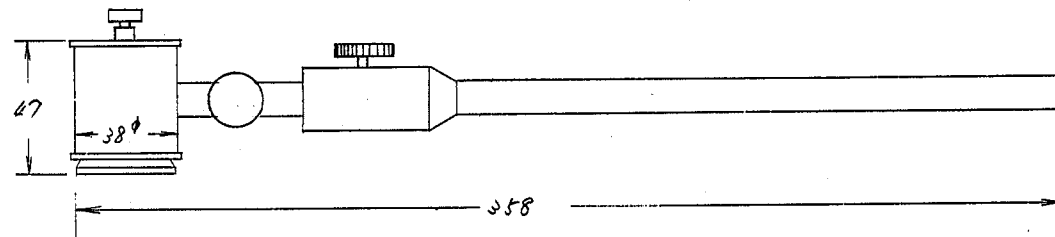
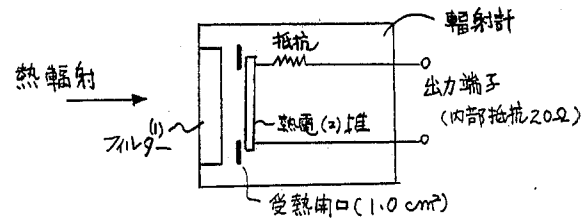


図-4.11 輻射計構造図



精 度	フルスケールの $\pm 2\%$ /8時間
指示計最小目盛	0.2% (2,000 ppm)
応 答 時 間	5秒以下
最大零ドリフト	フルスケールの $\pm 2\%$ /8時間
最大スバンドリフト	" $\pm 3\%$ /8時間
試料採取量	6~8ℓ/分
出 力	DC 0~100 mV, 0~1 V

ii) NO₂ 分析計 (掘場製作所製)

測 定 方 式	非分散型紫外線吸収法
測 定 範 囲	0~1,000 ppm
精 度	フルスケールの $\pm 2\%$
指示計最小目盛	20 ppm
応 答 時 間	3ℓ/minのサンプリング速度でスケール 90%に対し5秒以下
最大零ドリフト	フルスケールの $\pm 2\%$ /8時間
最大スバンドリフト	" $\pm 2\%$ /8時間
試料採取量	6~8ℓ/分
出 力	DC 0~100 mV

(5) 風 速 計

風7-A点, 風6-B点および風8-A点の3ヶ所に設置した。風7-A点の素子は三脚の上に固定し, 風6-B点の素子は天井から吊下げた鉄線に固定した。この2点の指示計は坑口付近に置き本部の記録計に結んで連続記録できるようにした。一方, 風8-A点の素子は三脚上に固定し, 一分毎の風速を指示計により読取った。

写真-5にその設置状況を示す。

風7-A点……熱電対型微風速計(日本科学工業製14-2111型)

測 定 範 囲	0~1.0 m/s 1.0~5.0 m/s 2段切換
精 度	$\pm 2.5\%$ (最大目盛)
出 力 電 圧	DC 0~20 mV
インピーダンス	10Ω
応 答 速 度	フルスケールに対し1/2秒

周 囲 温 度 $0 \sim 45^{\circ}\text{C}$

№ 6 — B 点……傍熱線型風速計（日吉電機製 S 3 0 0 型）

測 定 範 囲 $0 \sim 1.5 \text{ m/s}$
 $1 \sim 3.0 \text{ m/s}$ 2 段切換

精 度 $\pm 2.5\%$ （最大目盛）

出 力 電 圧 $0 \sim 10 \text{ mV}$

周 囲 温 度 $-10 \sim 40^{\circ}\text{C}$

№ 8 — A 点……熱電対型風速計（日本科学工業製 1 1 — 2 1 1 1 型）

測 定 範 囲 $0 \sim 5 \text{ m/s}$
 $5 \sim 40 \text{ m/s}$ 2 段切換

精 度 $\pm 2.0\%$

出 力 電 圧 $0 \sim 10 \text{ mV}$

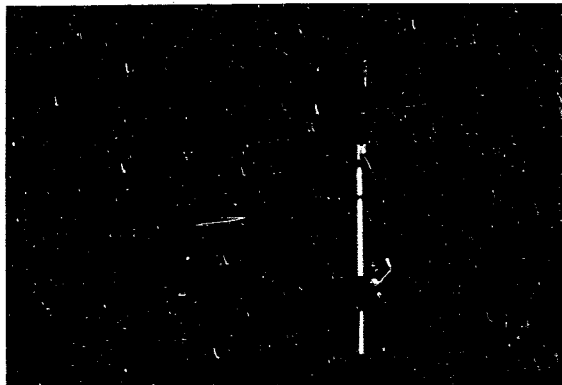


写真-5 № 7 — A 点風速計設置状況

(6) 湿 度 計（宝工業製）

湿度の測定には、下記の計器の素子を福島方坑口の路肩上 30 cm の高さに設置して、本部内の指示計で読取った。

測 定 方 式 サーミスタ素子による湿乾温度の電圧変換

測 定 範 囲 湿度 $20 \sim 100\%$ ，温度 $0 \sim 50^{\circ}\text{C}$

応 答 速 度 1 秒以下

指 示 精 度 $\pm 0.5\%$

発信器モーター	単相二極 3000 rpm, AC100V
水槽容量	80 cc
出力	0 ~ 10 mv

(7) 気圧計

気圧は、下記の気圧計を本部内に設置して読取測定を行った。

フォルタン型水銀気圧計

測定範囲	650 ~ 820 mmHg
精度	$1/10$ mmHg

(8) 記録計

熱電対8点, 煙濃度2点, 輻射量1点, 風速2点, CO濃度1点, NO₂濃度1点計15点に対して次の6台のレコーダーを本部内に設置して記録した。

尚, 各記録計の記録紙送り速度は, 60 mm/min に統一した。

(1) 3点ペン書きレコーダー(理化電気製B-34) 4台

測定方式	自動平衡型電位差計式
精度	フルスケールの $\pm 1/2$ 秒
ペンスピード	$1/2$ 秒/250 mm
測定範囲	分圧器内蔵 10段切換
スパン	10 mv DC
記録紙巾	有効巾 250 mm
入力インピーダンス	2 MΩ以上
信号最大インピーダンス	30 KΩ
記録紙送り速度	6段切換 30 ~ 1200 mm/min

(2) 2点および1点ペン書きレコーダー各1台(東亜電波製)

測定方式	自動平衡型電位差計式
精度	フルスケールの0.5%
平衡速度	300 mm/sec 以上(フルスケール0.3 sec 以下)
記録紙	有効巾 150 mm 1巻20 m
"	送り速度 20 mm/h ~ 180 mm/h 6段切換
入力抵抗	不平衡時 1.8 MΩ以上 平衡時 2 MΩ
電源	AC 100V 消費電力 6 VA

レンジ入力 14レンジ 5~500mV
1~100V

5. 試験方法

5.1 試験条件

トンネル内自動車火災は車種、台数ならびに積荷によって大巾に変化するが、今回の試験では無積載とし、代表的車種の乗用車及びトラックが燃料をタンクに満載の状態ですトンネル中央付近においてエンジン過熱のため火災をおこし、炎上したという想定の下で試験を行った。

5.2 点火方法

点火方法として当初火薬を用いる方法等色々な方法を考えたが最も簡単で且つ確実な方法として次の方法を選び成功した。

- (1) 乗用車の場合は、ボンネット内のエンジン部に、ガソリンを浸した布切れ若干をおき、ニクロム線（1本400W線の長さを $\frac{1}{4}$ に切断したもの）をのせ、その上にマッチ10本程を頭がニクロム線に接するように置く。ニクロム線はビニール電線で坑外の100V電源に結び電源スイッチを入れるとニクロム線が熱せられてマッチが点火し、ガソリンを浸した布切れに引火するようにした。このガソリンを浸した布切れの引火によりエンジン部が発火すると、火は運転席のシートに移り、さらに後部シートからガソリンタンクに引火、爆燃した。
- (2) トラックの場合も乗用車の場合と同様に、前部エンジン部にガソリンを浸した布切れをおき、その上にマッチ束に接したニクロム線100Wを載せ、ビニール電線で100V電源に接続して電源スイッチで坑外から着火させたが、トラックの場合は要心のためエンジン部直下の路面上に軽油約20ℓを入れた火皿をおき、エンジン部全体の完全燃焼をはかった。エンジン部の火は運転席シートに移り、さらに座席後方荷台下の軽油満載の燃料タンクに引火、大爆音を発した。荷台上には、軽油約20ℓ分を浸した布切れをばらまいておき荷台木部を燃え易いようにしておいた。

6. 試 験 結 果

(1) 乗 用 車 火 災

10月9日は13.00時に乗用車に点火する予定であったが、トンネル内の自然風が準備した測定設備と逆向き（福島側から米沢側）であったため、風向が逆転するまで待機した。その結果、17時になって、漸く米沢側から福島側に向って1.0～2.0 m/sの自然風が吹くようになったので試験準備を再開し、17時50分に乗用車点火を行なった。点火スイッチを入れて10秒後に炎上し始め、数回の爆発音を発しながら4分後に火災が最もしつとなり、 μ 2、 μ 3、 μ 4、 μ 1の順で各測点温度は最大となり、それぞれ136℃、92℃、56℃、49℃の最高温度を記録した。

その後、燃焼は継続し、煙濃度も著しく増大したが温度は各測点とも次第に低下し、点火後25分～35分頃は上記各測点温度はそれぞれ66℃、40℃、24℃、26℃と安定していた。しかし37分、40分、50分、57分と4回異状爆発音が生じ、そのたびに温度も急上昇した。（図-6.1参照）

それ以後は、火勢は次第におとろえ、温度も低下し、90分后には、各測点温度はそれぞれ35℃、19℃、10℃、11℃となり、くすぶりの状態となった。

風速は、試験車炎上中は、概ね1 m/s前後の微風速で米沢側から福島側に向って吹いていた。

煙濃度は、点火後9分までは、緩やかに濃度をまし、1 m透過率90%を記録したが、9分から14分后にかけて、急激に黒煙をまして、1 m透過率47%まで低下した。その後24分后までに次第に薄れ、90%まで回復した。

炎上した試験用乗用車は、エンジン部、座席部の可燃物と、燃料タンク中のガソリン及び右後輪のタイヤは完全に燃失したが、他の3本のタイヤは、半焼乃至ほぼ完全な形で残った。

写真-6は試験用乗用車の火災前、写真7は火災後の状況を示したものであり、写真-8は火災後の運転席の状況を示している。

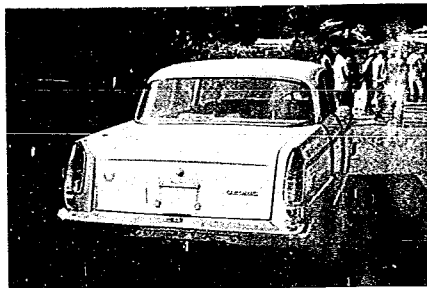


写真- 6 試験乗用車（火災前）

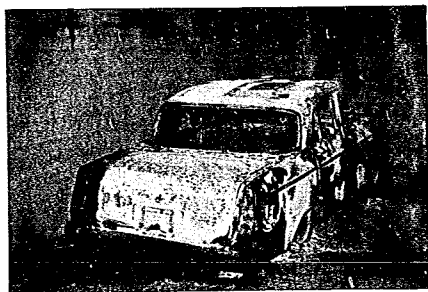


写真- 7 試験乗用車（火災后）



写真- 8 焼失後の試験乗用車運転席

(2) トラック火災

10月10日は、朝から4～5 m/sの自然風が米沢側から吹いていたので、13時の点火予定を早めて11時20分に試験用トラックに点火した。点火スイッチを入れて10秒後に火焰を発し、約1分后にはエンジン部付近から炎上し始め70秒後に煙が福島側坑口に達して吹出し始めた。

各測点の温度は、図-62に示すように自然風の風速によって絶えず変化し、前日の乗用車の場合のような規則的な温度変化は示さなかった。最高温度は8分後のA3-Dにおける145℃であり、A2-Aでは33分～36分に120℃に上昇し他の測点と比較して遙かに高い温度上昇を示した。

着火後は3分頃からしばしば爆発が起ったが、中でも7分頃大音響と地動を伴う大爆発が起り、トンネル崩壊の危惧さえ感じさせたが、後述の通りトンネル本体には何等損傷は生じなかった。その後点火より30分頃までは時折、爆音を生じたが、何れもこれよりは、小規模であった。恐らく、この大爆発は燃料タンク引火時のものと推察される。

点火後80分位までは、火勢は衰えないで燃焼を続け温度も風速に応じて多少上下したが、その後次第に衰えて100分後には各測点温度共外気温近くにまで下った。尚、福島側坑口から、火点の火が見えるようになったのは、点火後約75分頃からである。しかし、くすぶり状態は続き2時間半后に至ってもなお終らなかった。

トラックはタイヤ、荷台木部等の可燃部分は完全に燃え尽きた。これは前日の乗用車の場合と異なり風が強かったことが原因と思われる。

写真-9～12に、トラックの火災前、燃焼中、火災後の状況を示す。

風速は4～5 m/sとかなり強い自然風が吹いていたが、熱線風速計の素子に煤が付着したため、感度が鈍り正確な測定結果はえられなかった。従って、風速計は火点より風上側に設置しなくてはならないことが判った。

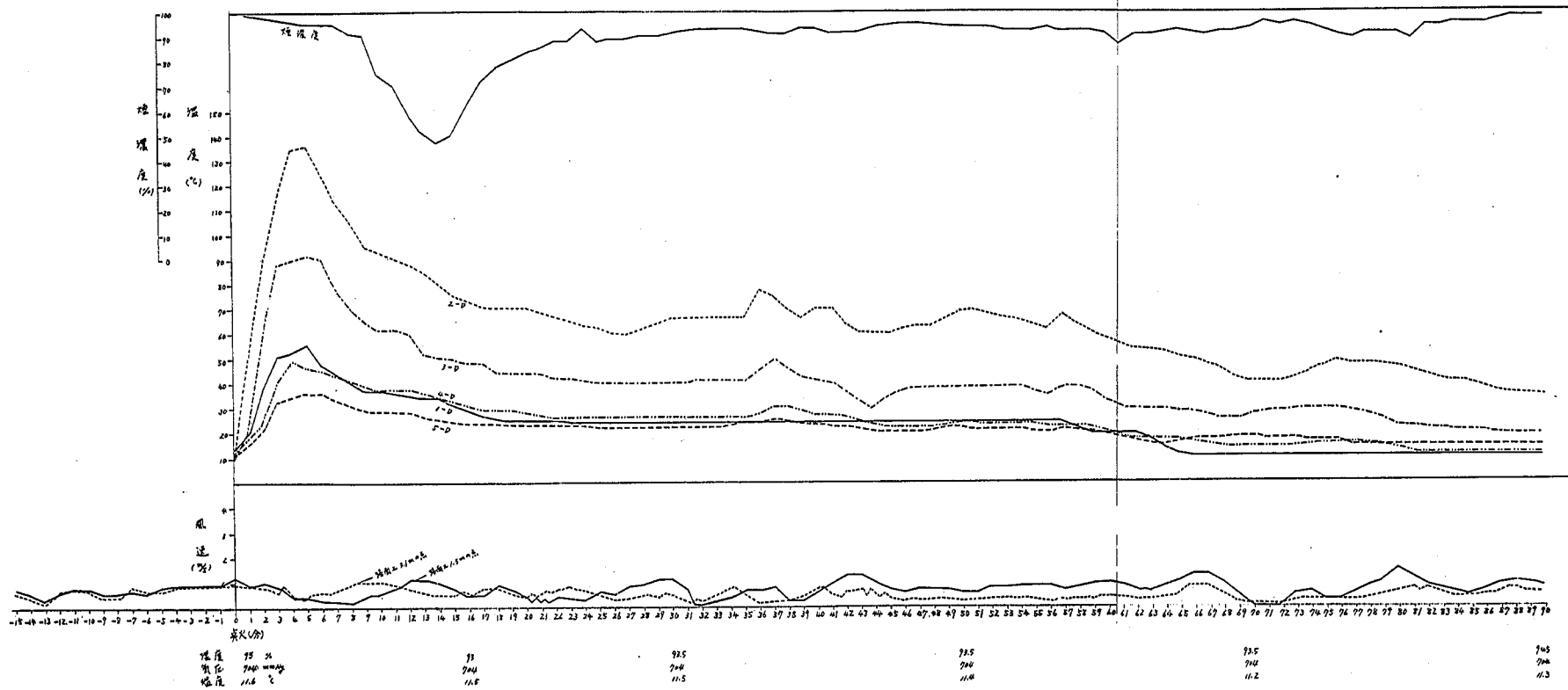
煤煙の1 m透過率は測定点で60%までしか、低下しなかったがこれも風が強かったためと思われる。又この透過率計のレンズ面もススで汚れたため、実験終了後も60%値を示したままであった。従って、回復時の透過率変動の記録はえられなかった。

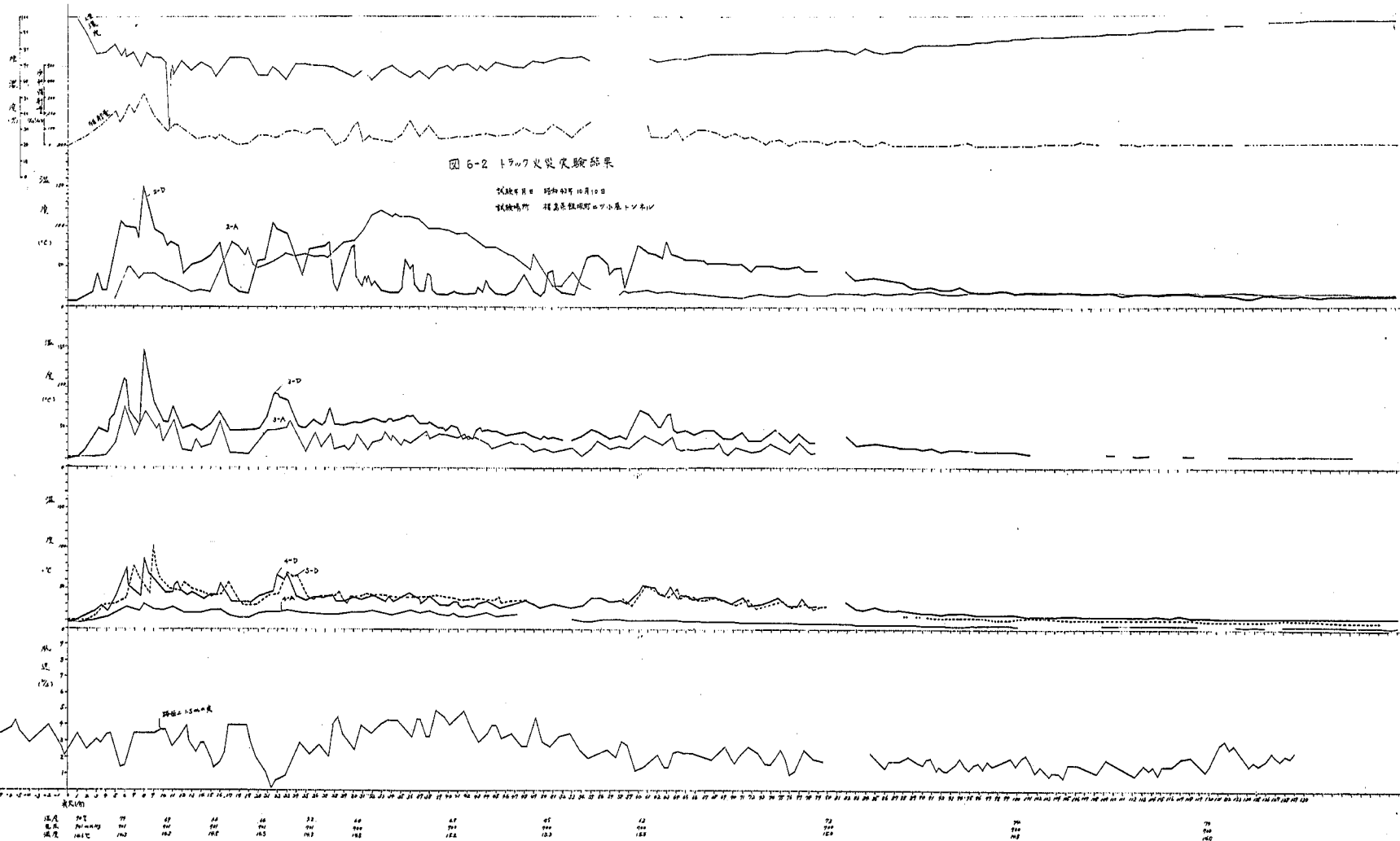
一酸化炭素および二酸化窒素濃度は乗用車、トラックの場合共、測点A2-Aのサンプルをパイプで吸引し、本部の分析計で測定したが、この分析計はCO計で最高100,000 ppm、NO₂ 計で最高4,000 ppmまでの高濃度用のもので

図 6-1 乗用車火災実験結果

試験年月日 昭和43年10月9日

試験場所 福島県飯坂町ニッパトンネル





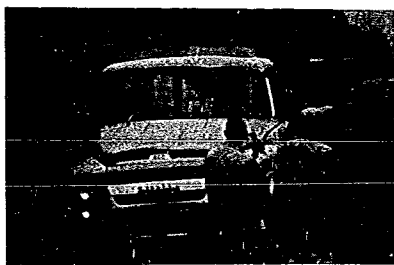


写真-9 試験用6tトラック(火災前)



写真-10 試験用トラック配置状況



写真-11 炎上中のトラック

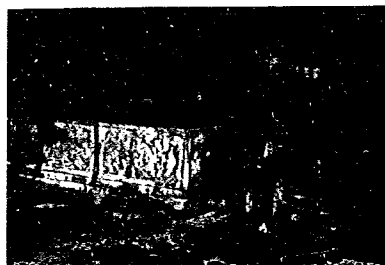


写真-12 焼失後のトラック

あったため、 $10,000\text{ ppm}$ 以下の CO 濃度及び 80 ppm 以下の NO_2 濃度の測定は出来なかった。結局、自動車だけの単体火災の場合には、これらの人体有害ガス濃度はこうした高濃度用測定器で検出出来ない程度のものであることが判明した。

7. 考 察

初めに述べた通り、トンネル内での実物自動車の火災実験は初めての試みであった。従って、温度、燃焼時間、煙及び各種有害ガスの濃度等の何れも、どの程度の規模のものか殆んど予想出来なかった。又、自然風の方角並びに強さと火災点位置（火点）との関係、トンネル本体に与える火焔の影響も不明であった。

従って、今回はこれらの未知事項の概ねの傾向を把握し、且つ、実験そのものが安全に行えることを主目的とした予備実験であった。

その結果、明らかになった主な事柄と、今後の研究方向をまとめると概ね次の通りである。

(1) 火点位置と風向、風速の関係

自然風、人工風の何れにせよ、トンネル内の風速が大きい場合は、火煙は風下側に向うことは当然であるが、風速が $1\sim 2\text{ m/s}$ 以下の微風の場合は「火は風を呼ぶ」といわれているため、火点位置が風下側坑口付近の時は、トンネルの縦断勾配と相まって、風向が逆転する場合もありうるのではないかと考えられた。このため、今回の実験では、測定設備の量の関係で、必ず福島側坑口に火焔が吹き出すように、火点をトンネル延長の中央点にえらんだが、将来の実験では火皿等を利用して微風状態の時の火点位置の変化の影響を調べる必要がある。

火点をトンネル延長の中央点にえらび、且つ、その位置が縦断勾配の最高点に当たっていたため、乗用車火災の時の 1 m/s 以下程度の微風速でも、火煙の大半は風下側に流れたが、それでも天井部では、風上側に 50 m 以上煙が溯引く状態があった。しかし、それは消火活動のため、風上側から火点まで近付くことを妨げる程のものではなかった。従って、トンネル火災の消火活動は、微風速下でも、風上側からなら十分行えることが明らかとなった。

(2) エンジン部発火から燃料タンク爆燃までの時間

高速道路における自動車火災の大半は、エンジンのオーバーヒートが直接原

因と考えられるが、今回の実験では、エンジンを直接過熱状態にすることは出来なかった。それで前述の通り、ガソリンをしませたボロギレでエンジンを包み、トラックの場合は、更に車体の下に20ℓの軽油を置いて、エンジン部出火の状態をつくった。又、燃料タンクの口金は外すし、ボロギレをつめて引火し易い状態にしておいたが、それでも、エンジン部発火から燃料タンクへの引火までには乗用車で約3分、トラックで5分以上の時間がかかったと推定される。

実際の車輛では、積荷の種類により、燃料タンクへの引火条件も変わってくるであろうが、概ねこの程度の時間的余裕は、あるのではないだろうか？恐らく、このことがトンネル内での自動車火災では、現在までの所、死者が出ていない理由となっているものと思われる。しかしながら、燃料タンクに引火した時の爆発は物凄く、文字通りトンネル全体を震撼させるものである。

(3) 温度上昇

1) 乗用車の場合

風速が1 m/s以下の微風状態で行われた乗用車火災の場合は、常に各測定位置とも、最上部のD点（アーチクラウン下2cm）の温度が最も高かった。

最高温度は、燃料タンク引火爆発時と思われる点火5分後の時のもので、車長中央から7.5 m後方のNo2-D点で、136℃を記録した。

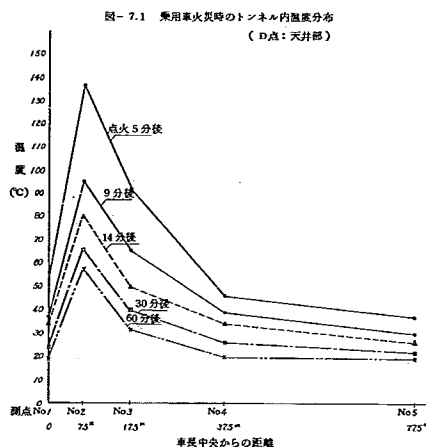


図-7.1 乗用車火災時のトンネル内温度分布

この時の他の測定地点(D点)の温度分布は、図-7.1に示す通り、火点直上の $\mu 1-D$ 点が、 55°C と案外に低く、火点より 37.5m 後方の $\mu 4-D$ 点では既に 46°C にまで下っていた。又、9分后には、常に最高温度を示していた $\mu 2-D$ 点の温度も 100°C 以下となり、14分后には、火点から 17.5m 後方の $\mu 3-D$ 点も 50°C 以下となった。(図-7.1)

従って乗用車火災時の発熱量は案外少く、燃料タンク爆発后は、数分以内で風上側から、火点に接近し、容易に消火活動が出来ることを示している。

ii) トラックの場合

トラックの火災試験時には、 5m/s 前後の車道風速があり、しかもこの風速はかなり変動していた。又、前述の通り、熱線風速計を風下側に設置したため、ススが素子に附着して十分な記録がえられず失敗したが、最高温度が 100°C をこした時点は、点火后6分、8分、22分の3回が何れも1分以内であり、又31分から38分にかけて、 $\mu 2-A$ 点(トラックの直後、路上 1.5m 点)で約7分間継続記録された。それぞれの時点での各測定点の温度分布状況は図-7.2の通りである。

記録された最高温度は、点火后約8分の時の $\mu 3-D$ 点(火点後方 17.5m のアーチクラウン部)の 146°C である。

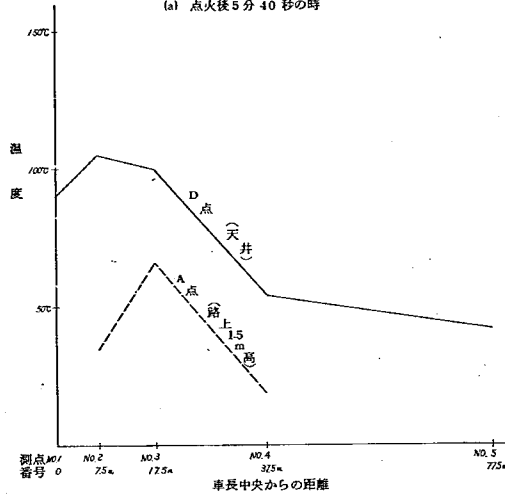
全測定点温度が 50°C 前後になったのは、点火后12~13分頃、24~25分頃、50~53分頃、57~59分頃と数回あったが、完全に 50°C 以下になったのは、点火后77分以降である。点火后約90分以降は、全測定点共略 20°C 前後に一定し、140分頃まで、所謂くすぶり状態になっている。

こうした状況は車道内の風速が、かなり変動していたことに起因すると思われる、風速が低い時は、天井部の温度が最も高いが、風速がますますつれて、むしろ路面上 1.5m 位の位置(A点)の方が、天井より高温になることが判った。

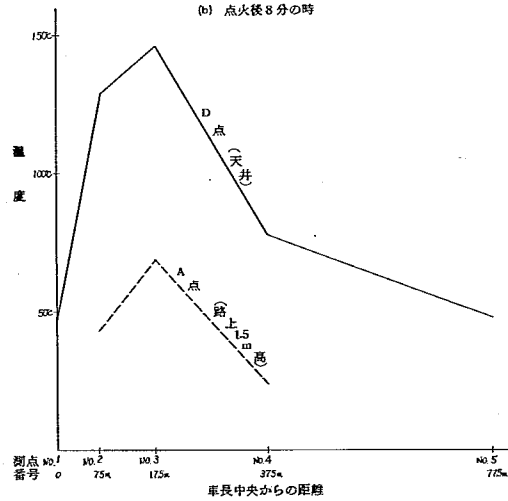
この間の事情を説明するために、トラック火災の場合、風速が 1m/s 前後になった時と、 $4\sim 5\text{m/s}$ の時の代表時刻のトンネル内温度分布状況を図-7.3及び図-7.4にかかげた。

以上の如く、トラック火災は乗用車の場合に比べて、最高温度は大差なかったが、高温継続時間は、圧倒的に長く、煙量も大で、且つ、風速との

図-7.2 トラック火災時のトンネル内温度分布
(a) 点火後5分40秒の時



(b) 点火後8分の時



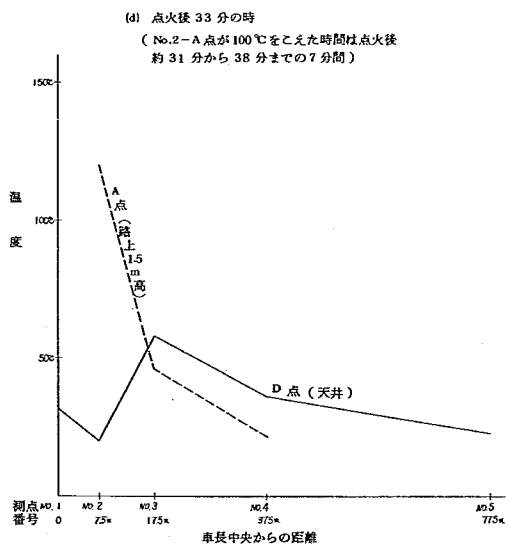
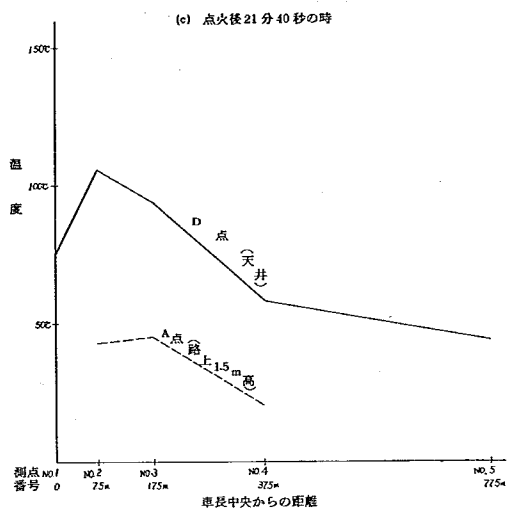


図-7.3 車道風速1m/s前後の時のトンネル内
温度分布例(トラック)

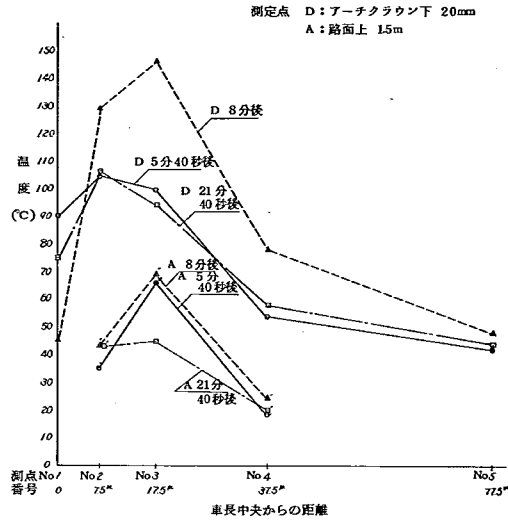
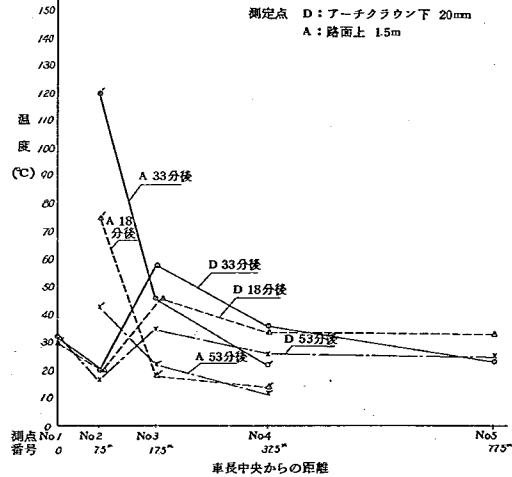


図-7.4 車道風速4~5m/sの時のトンネル内
温度分布例(トラック)



関係も大きいことが判明したし、又、積荷の種類、数量によって大巾に変化することが予想されるので今後の研究重点とせねばならないことが明白となった。

(4) 煙 濃 度

今回の実験では、煙濃度の測定には、4.3(2)節にのべたような「1 mあたりの光の透過率(1 m透過率)」を指示する計器を試用した。この計器の1 m透過率90%は、10 m透過率に直せば約35%、同じく1 m透過率80%は、10 m透過率では約10%といわれるので、光源の照度によるが、車のヘッドライトで照らすとしても10 m先が見通せるのは、せいぜい1 m透過率90%位が限度である。従って、乗用車の場合は約80分、トラックの場合は約2時間、風下側からの自動車の進入はまず不可能といえよう。

一方、風上側は、車道風速が1 m/s以下の微風であっても、十分火点まで近付けるので、消火、救助活動は、常に風上側から行わねばならない。従って車道の風向を人工的に調節出来ないトンネルにあっては、常に両坑口側にこうした救援活動組織を用意しておかねばならない。

(5) 有害ガス量

自動車がトンネルのような閉塞された空間で燃えると、酸素の供給量が不足して、COとかNO更にはNO₂といった人体に有害なガスをかなり大量に発生するのではないかと予想したが、最小指示目盛、2,000 ppmのCO計、20 ppmのNO₂計では、全くこうした有害ガスの検出は出来なかった。従って、これは車道風速との関係もあるが、より低濃度用の機器を使って、今後究明して行かねばならない課題であることが明らかになった。

(6) 覆工への影響

既述の通り、このトンネルは、非常に老朽化していたため、火災により、殊に大音響を伴う燃料タンクの爆発等によって、当初はかなりの被害をうけるのではないかと危惧していたが、実験終了後、覆工体を詳細に点検した結果、全く無被害であることが判明した。ただ火点直下の、特にタイヤ接地部の舗装が、約2~3 cm程度の深さではく離しただけであった。このことは附録に示すように、関門トンネルとか、西栗子トンネルでの火災例では、土木、機械的な被害はさして出ていなかったことでも裏付けられるが、天井板のあるトンネルとか、電らんケーブルが露出されているようなトンネルでは、火災規模によっては、これらの部分にかなりの被害が出ることは推定されるし、事実、鈴鹿トンネル

がこの例となっている。(但し、附録に示す通り、このトンネルでも覆工本体の被害は、殆んどなかった。従って、こうした面での対策研究も亦、今後の研究課題であろう。

8 ま と め

今回の実験により、トンネル内で単一車が、燃料満タンク、無積載状態で発火した時の火災規模の概要を把握することが出来たのは、大きな収穫といえよう。即ち、

- ① 最高温度が140℃前後と意外に低かったこと。
- ② 燃料タンク、タイヤ等の爆発音が物凄く、恐怖感を与えること。
- ③ しかしながら、トンネル本体(土木的な面)に与える影響は全くないこと。
- ④ 風上側からなら、容易に火点に近付け、十分消防活動が出来ること。
- ⑤ エンジンのオーバーヒートから車体部までの延焼には、若干の時間的余裕(約5分位)があること。
- ⑥ 火勢は車道風速と密接な関係がありそうであるが殆んど地点の温度が50℃以下になるには、今回の例では、乗用車で約15分、トラックで約80分を要すること。
- ⑦ 煙も車道風速と大いに関係すると思われるが、乗用車で約80分、トラックで2時間位は、風下側から火点に近づくことは困難な位濃いこと。
- ⑧ COとかNO₂のような人体に有害な危険ガス濃度は、前者で2,000ppm後者で20ppmを最小目盛とするような測定計器では測定出来ない程度のものであること。

等がわかった。

従って、今後の研究方向としては

- ① 車道風速と火勢、煙量の関係を追求し、各種換気方式を計画する場合の合理的な車道風速の設定を防災の面から確立すること。
- ② 上記と関連して、主としてトラックの火災規模を積荷の種類別に追求し、延焼を防ぐための停車車頭間隔を求め、トンネル内における交通信号の合理的な配置間隔設定の基礎とすること。
- ③ 有害ガス量の実態を明らかにすること。
- ④ 合理的な自動火災感知器の開発につとめること。

⑤ 火点位置と風速，風向の関係を明らかにし，人工的な車道の風向及び風速のコントロール方法の開発を行うこと。

⑥ 消火に使用する砂，水，各種消火剤等の有効度調査。

等に重点をおくべきであると思われる。

更に，高速道路トンネルは，一般道路トンネルと異って，交通方向を分離した一方方向2車線チューブとして建設されることが原則であるから，交通車輻による車道空間内の交通風の方向は，常に車輻進行方向と一致する。しかし対向坑口から自然風が吹込む場合は，複雑になるので，トンネルの出口側には，こうした自然風の吹込みを抑制するためのエヤトラップ等の装置が極めて重要な意味をもつと思われる。又，入口側には後続車のトンネル内進入を抑制するための交通信号が大切であり，同時に，トンネルの状況を後続車の運転者に知らせる義務がある。

一般に自動車を長区間高速走行させれば，エンジン部の温度上昇が大きくなるのは当然で，従って高速道路の方が，一般道路より，エンジンのオーバーヒートによる発火の危険性は高いといえるから，それだけ高速道路のトンネルはアプローチ区間の勾配，視距の問題も含めて，高度の配慮が必要であるが，交通方向を分離することにより，換気，防災の面では，対向交通をゆるす一般道路トンネルより，はるかに有利になっているといえよう。

従って，もし，段階建設等のため，高速道路のトンネルを対向交通に使用する場合は，アプローチ区間を含めて，一般道路なみの速度規制を行わねばならないことは当然である。

附録として，最近2～3年間に発生した国内の著名なトンネル火災の実例を以下に集録した。

附 ー 1

鈴鹿トンネル火災

これは、昭和42年3月6日午前5時頃、国道1号線滋賀・三重県境鈴鹿トンネル（延長245.6m）で発生した火災事故（焼失トラック13台）状況と、その後のトンネル被害に関する調査報告書で、建設省近畿地方建設局滋賀国道工事事務所がとりまとめたものを集録した。

鈴鹿隧道現況調査

目 次

1. 調 査 概 要	39
2. 火災事故状況	39
2-1 事故発生経緯	39
2-2 応急復旧作業	41
3. 鈴鹿隧道の概要	43
4. 変 状 調 査	44
5. 材 質 試 験	49
5-1 強 度 試 験	49
5-2 中 性 化 試 験	52
6. 試 掘 調 査	53
7. 考 察	61
8. 結 論	62
現 場 写 真	72

1 調査概要

鈴鹿隧道は国道1号線の滋賀県と三重県の県境にあり1日交通量は13,000台を越える必要の場所である。

この隧道内で昭和42年3月6日未明、三重県側より進入したトラックが過熱により炎焼し滋賀県側から進入したトラック12台を類焼せしめるといふ大事故が発生した。

この事故によりトンネルは一瞬にして焼却炉の様相を呈し、火焰と、黒煙が充満し一時交通閉鎖を余儀なくされ、直ちに応急復旧作業と安全性に関する調査、復旧対策樹立の必要が生じた。

事故当日は近畿地方建設局及び中部地方建設局よりそれぞれ道路部長はじめ関係部課長が現地へ集合し、大阪大学工学部伊藤富雄教授を招いて、応急対策が協議され、引き続いて株式会社修成建設コンサルタンドへ本格的調査が命ぜられた。

今回の調査はトンネルの現況を把握し安全性の確認、今後の対策樹立資料とすることに重点が置かれ変状調査、材質調査の内容について検討を行った。

2 火災事故状況

2-1 事故発生経緯

- 1) 事故発生日時 昭和42年3月6日午前5時頃
- 2) 事故発生場所 三重県鈴鹿郡関町坂下
鈴鹿隧道三重県坑口より31米の地点
- 3) 事故原因者 群馬県新田郡新田町木崎
東武通運KK 木崎営業所
東武通運KKトラック(車輛番号群1い2211)
運転手 松崎徳志(24才)
助手 佐藤孝三郎(23才)
- 4) 事故発生状況

3月6日午前5時頃、鈴鹿トンネル三重側坑口より約31米の地点で下り車線を通行中の事故原因者の運転する大型トラックのエンジン部から火を吹き停車して消火していた処上り車線を走行して来た日通新居浜支店のタンクローリーが見つかり、備えつけの消火器で消火しよ

うとしたが、使用方法が解らずその中、火が燃え広がり積んでいた合成樹脂のスチール製アイスクリーム容器に引火して燃え上った。

当時坑内下り車線を走行していた車は無事、滋賀県側に逃避する
とが出来たが、事故発生箇所より滋賀県側上り車線に停滞していた車
輛の内坑内に停車していた貨物自動車（別紙添付事故図参照）の運転
手は引火と同時に発生した異臭と猛烈な噴煙が坑内に充満し、おりか
らの風向が三重県側より滋賀県側に吹いていたのと更に坑外に停滞し
ていた後続車のために車の後退も不可能となって車を捨て滋賀県側に
逃避した。これがため放棄した坑内の車に順次火が燃え移り全焼した
ものである。滋賀県側坑外の後続停滞車は逐次バックして避難した。

その結果トンネル内面は高温により吹付モルタルが殆んどの部分に
龜裂が発生し、剝離現象を呈し路面は落下したものが吹付面積の30
％に達し、今後落下の恐れあるものが40％と目された。

さらにライニングコンクリートブロックも火災中に露出して相当の
熱影響を受けたものと思われる。

トンネルは全体に煙突の役目をはたし、全長にわたって煤煙により
黒色に変化した。路面上は車輛と、その積載物の焼け残りや灰燼や更
にモルタルの剥落ちたもの等が堆積した。

5) 消 火 作 業

滋賀県土山消防署と三重県龜山消防署は事故発生直後連絡を受けて
6日午前5時40分頃事故現場に到着、消火作業を開始した。

しかし坑内には噴煙と熱気がたちこもって入る事が出来なかったの
で、坑口からの消火と坑外の山林火災予防に従事した。坑内で消火効
果のあったのは火勢の弱まった6日午前10時すぎで、滋賀県の最後
尾のトラックを半焼にとどめたのみで、他の12台は全焼した。

消火用の水は当局の雪寒用の水槽と消雪用パイプ（三重県側のみ設
置してある）を使用し、滋賀県側の水の不足については、当局の雪寒
用撒水車（55t）で補充使用した。消火作業については下記の消防
車が従事した。

滋賀県側

消 防 車 6 台 （ 甲 西 町 2 台、土 山 町 4 台）

化学消防車 1 台 （ 大 津 市 ）

緊 急 車 1 台 (大津市)

三重県側

消 防 車 6 台 (龜山市 4 台 関町 2 台)

化学消防車 1 台 (四日市市)

6) 事故に遭遇した車輛と運転手名

第一当事者 群馬県新田郡新田町木崎 東武通運 KK

運転者 松 崎 徳 志 24 才

助 手 佐 藤 孝 三 郎 23 才

他は次頁の図に示す。

2-2 応急復旧作業

1) 焼失車及び積載物引出し作業

火熱の弱まった6日9時頃より滋賀国道工事事務所トラッククレーン車(4t吊)2台、直営労務者22名及び三重工事事務所民間借上レッカ車($\begin{smallmatrix} P & 8 & H \\ 1 & 0 & t \end{smallmatrix}$)1台、直営労務者12名で引出し作業を開始し同日、16時30分に終了した。当作業は鋼材及び自動車エンジン等の重量物を積載したトラックがあったのと車体の燃焼による運行不能であったため難渋した。

2) 吹付モルタル剝離及び照明施設撤去作業

6日15時より車輛の燃焼により被害を受けた漏水防止吹付モルタルの剝離処理作業及び宙づりになった照明施設の撤去作業を開始、同日21時30分終了した。作業方法はハンマー、バール、ツルハシを使用し、アーチ部の高所はリフト車、ドーザーショベルのバケット等を足場として吹付モルタルの剝離又は取り外し、人力、ブレーカー、ドーザーショベルでダンプトラックに積み込み坑内より約300米の地点に運搬処理した。

3) 仮照明施設設置工事

本工事は6日16時より、作業を開始し、同日18時に100w電灯37灯(約7m間隔)設置終了した。

尚7日に坑内歩行者のことを考慮検討の結果200w電球37灯に取替えた。

4) 応急復旧工法

6日18時30分より現地踏査を行い外観検査ハンマーによるはつ

31m 仏山警察署測定

16m 当局測定

事故原因者

大貨
群1-2211

プラスチック 600ケース

三重県側

42-

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
普貨	大貨	大貨	普貨	大貨	大貨	大貨	大貨	大貨	大貨	大貨	大貨	大貨
神戸 1-450	三 1あ 940	三 1あ 2128	三 1あ 3315	1い 956	草 1い 38	1い 6062	京 1い 43	1い 1056	1こ 2540	1れ 1485	1き 9075	
運 転 手	宮本泰夫	関岡 幸一	浜口隆夫	畑 幸生	大庭茂美	時吉幸信	山口明光	佐藤登陸	瀬川和男	安井敏信	鈴木 裕	中村 喜雄
助 手	なし	藤本勇次	田名輝夫	小浜	大坪利英	榎重三郎	平糸 等	なし	田中慶司	なし	土屋國平	岡崎勇吉
会 社 名	三陽鋼業	本田エクスプレス	本田エクスプレス		田村運輸	渋沢陸運	明和運輸	洛西貨物	牛津陸運	浜田運送	土屋商店	阪和運輸
積 載 物	農機部品	空車	空車	空車	モルタル	線	オートバイ部品	自動車エンジン	紙	鋼材	空車	鋼材
負 傷 者				運転手1週間 助手 //								
住 所	尼崎市西長洲本通り三丁目三四	三重県鈴鹿市国府町	三重県鈴鹿市国府町	四日市市岡池町七番地	北九州市戸畑区汐井崎	草津市西沢川	福岡県粕屋郡篠栗町乙大	京都市南区東九条下殿二	佐賀県水城郡牛津町楠樋願	姫路市白浜町丙	愛知県西加茂郡猿橋長井上	大阪府城東区古市北通り五丁目五六

20m 当局測定

滋賀県側

り検査、中性化試験の結果トンネル本体については、さしあたり危険は無いものと判定された。

しかし応急処理として吹付モルタルの劣化したものでハンマー等で弱点部を落しただけでは供用開始後の振動、漏水等のために更に剝離の恐れがあるのでアーチ部の吹付モルタルをブレーカー又はピック、ハンマーで除去し側壁部も危険性のある箇所は点検をして極力除去するという結論を得た。

6日23時労務者19人が現地に集結し段取方法を打合せ、7日0時より作業を開始し、主として吹付けモルタルの剝離作業に従事した。

同日8時30分より三重工事事務所の協力も得て労務者を増し、13時より更に労務者の増員を計り作業を続行路面の一部修理もして翌8日3時に至り46時間ぶりに通行を開始した。

3 鈴鹿隧道の概要

- 1) 場 所 自 三重県鈴鹿郡関町大字坂下
至 滋賀県甲賀郡土山町大字中山
- 2) 施 工 年 大正15年
- 3) 延 長 245.6m(滋賀県側185m, 三重県側60.6m)
- 4) 巾 員 全巾6米5(有効巾員6.0m)
セメントコンクリート舗装(厚20cm)
- 5) 縦断面形状 別紙添付図参照
- 6) 建築限界 4.5m(高さ制限実施 4.3m)
- 7) 標 高 35.1m
- 8) 最近における工事

本隧道は昭和33年指定区間として滋賀国道工事事務所が直轄管理することとなった。昭和34年コンクリート舗装を実施し側溝の一部を補修した。

昭和35年照明灯を従来の白熱灯であったものを蛍光灯に変え、昭和39年においてモルタルの自然剝離による漏水が甚だしく、且つ照明設備が漏水のため腐蝕し使用に耐えられなくなったので、昭和40年度に旧モルタルを除去し、新たに漏水止の樋を設け厚50mmのモルタルを吹きつけ併せて照明設備として初期照度40ルクス平均20ルクス(16.1灯60w×1

138灯60w×2)の更新更に交通の安全を期するため側溝にコンクリート蓋版を補修設置した。

照明灯設置により同時に高さ制限(4.3m)を規制した。昭和41年度に更に照明設備の増設(110灯60w×2)をした。

9) 交通量

昭和42年2月8日(土山町大野)

日交通量	13,118台	4時～5時	394台
		上り	149台、下り245台
		5時～6時	412台
		上り	165台、下り247台
12時間	7,734台	6時～7時	483台
		上り	177台、下り306台

昭和42年3月8日(土山町大野)

12時間 7,044台

10) 龜 裂

漏水対策の樋をライニングブロック中に埋設したためここが弱点となって龜裂が発生し、舗装コンクリートにまで龜裂が発達した。しかしトンネル軸に平行な龜裂は見当らない。火災により吹付モルタルは殆ど全域にわたり龜裂と剝離が発生した。

4 変 状 調 査

トンネル内の側壁に坑口から5m毎に印をつけ、予め用意したトンネルライニング面展開図用紙に龜裂、目地切れ、漏水防止用ゴムチューブ埋設か所、断面欠損吹付モルタル剝脱残りなどをスケッチした。

これを添付図に示す。その結果両坑口付近ともに漏水あとが多く見られゴムチューブが多数埋めこまれている。

ゴムチューブをライニングブロック中に埋め込んだため龜裂が発生し、舗装コンクリートにまで龜裂が伝播している。

ブロックの目地切れはトンネル長さのほぼ中央にトンネル軸直角方向に3ヶ所みられた。この間隙は3～5mmであった。

断面の欠損は側壁ブロックに数ヶ所みられた。しかし断面の安定を心配するほ

横断面图

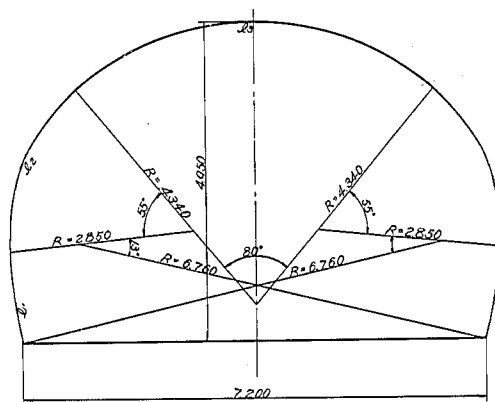
$$S = \frac{1}{30}$$

$$l_1 = 2 \times 3.14 \times 6.760 \times \frac{13^\circ}{360} = 1.528 \text{ m}$$

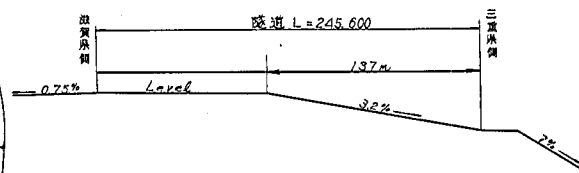
$$l_2 = 2 \times 3.14 \times 2.850 \times \frac{55^\circ}{360} = 2.738 \text{ m}$$

$$l_3 = 2 \times 3.14 \times 4.340 \times \frac{80^\circ}{360} = 6.051 \text{ m}$$

$$2(l_1 + l_2) + l_3 = 14.583 \text{ m}$$



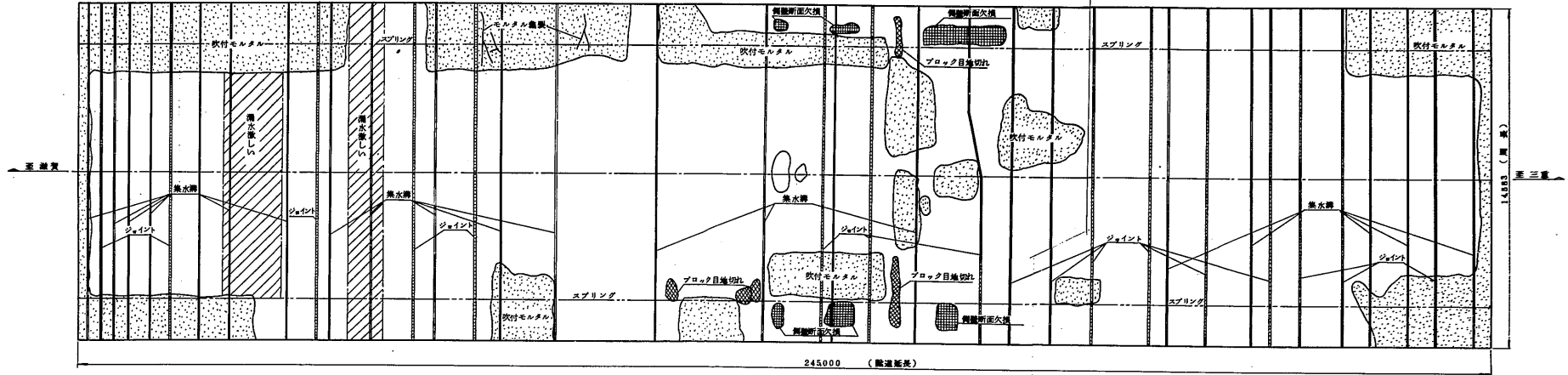
縱断面图



どのものではない。

吹付モルタルの残りは、応急復旧作業の時にブレーカーを用いても脱落しないものであり、今後放置しても危険はともなわない。

最も注意をはらったトンネル軸平行方向の龜裂や目地切は発見されず、現在まで偏圧をうけての圧潰現象は懸念しなくてよかった。



1. ジョイント部及び無水層に於いて全体的に由2mm~3mmのクラックがみられる。特にジョイント部に於いてはそのクラックが断続(連続)まで発達している。
2. 断面の80m~120m附近両端共長さ2cm~3cmの断面欠損がみられる。(断面は完全に風化している)又所々にブロック目地切れもみられた。

3. 吹付モルタル ジョイント 無水層 管断面欠損 ブロック目地切れ

5. 材 質 試 験

5-1 強 度 試 験

1) コンクリートの耐火性

コンクリートは一般に熱伝導率が低く耐火性の面ですぐれた材料と云える。

配合や密度によって多少の差はみられるが普通に $0.0020 \sim 0.0035 \text{ cal/cm}^2/\text{sec}/1/\text{cm}$ の熱伝導率である。

コンクリートの表面を熱すると空隙の空気が熱せられ、外気と新陳代謝を行い、温度上昇をさえざる。コンクリートが高温に会って脱水すると分子間の凝集力が低下してもろくなり龜裂を生じついには崩壊に至る。

脱水したコンクリートの伝導率は普通のコンクリートより更に低く内部への熱伝達をさまたげる。

トンネルのライニングコンクリートは半無限大の吸熱容量をもつ地に接しているため建築物の火災に比し、はるかに被害程度は低い。しかしライニングコンクリートの表面より $2 \sim 3 \text{ cm}$ はブロック抜取を行っての外観調査により変質が認められた。

事故当日、チスとハンマーによりライニングブロックを試掘した時相当軟化している手ごたえが感じられた。

I・H・WoolSON の発表した熱影響の研究結果を参考として下表に示す。

温度 - 圧縮強度比率 (1:2:4)

温度 °C	0	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200
強度比率	100	100	100	99	94	88	83	78	67	60	52	42	29%

一般の建築物火災は $1100^{\circ}\text{C} \sim 1300^{\circ}\text{C}$ に達する場合が多い。今回は自動車のみの炎上によるものであるから、可燃物の量がトンネル空間に比し少なかったと云えよう。

従ってコンクリートブロック表面での温度は上記の値より少し低いものと思われる。蛍光灯保持金具の変質から推定しても約 600°C 前後

(σ_{28} 温度上昇30分持続30分以後冷却)

骨 材	配 合	常 温 強 度	600°加熱後	810°加熱後
花 崗 岩	1 : 2 : 4	171 kg/cm ²	92 (54%)	崩 壊
石 灰 岩	1 : 2 : 4	180	67 (37%)	45 (25%)
安 山 岩	1 : 2 : 4	223	79 (35%)	33 (15%)
砂 岩	1 : 2 : 4	115	76 (66%)	26 (23%)
耐 火 煉 瓦	1 : 2 : 2	218	159 (73%)	83 (38%)
シ ン タ ー	1 : 2 : 2	72	53 (74%)	30 (41%)

焼けた所のコンクリートブロックの抜き取りは三重県御坑口より
1 2 6 5 0 m のスプリング部 1 個, 1 3 1. 5 0 m のクラウン部 1 個,
最も焼けてないと思われる所の抜き取りは坑口より 1 4 0 0 m のス
プリング部 1 個, 2 3 2. 0 0 m のスプリング部 1 個と計 4 個のコンク
リートブロックをエアーコンプレッサ機にて抜き取った。

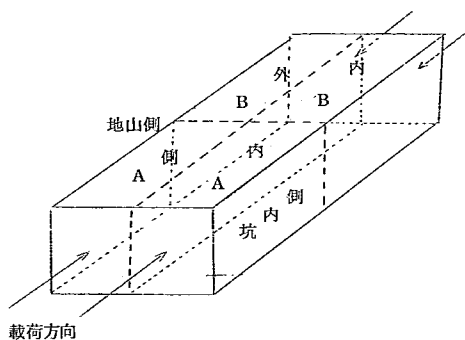
調査方法は抜き取ったコンクリートブロックを坑内側及び地山側に切断し、それをアムスラー圧縮試験機により強度試験を行った。

なお、熱影響部と他との寸法上の相違は認められず火災による断面欠損はなかったと云える。

強度試験の結果を次表に示す。

- ① 最も焼けたと思われる部分のスプリング { 内: 坑内側 A.
外: 地山側 A. B
- ② " クラウン { 内: 坑内側 A. B
外: 地山側 A. B
- ④ 最も焼けていないと思われる部分の
スプリング { 内: 坑内側 A. B
外: 地山側 A. B

		破壊荷重 Kg	断面積 cm^2	破壊強度 Kg/cm^2	備考
①	内 A	8,800	89	99	吹付モルタル付着せず
	外 A	13,400	88	152	
	B	9,600	96	100	
②	内 A	20,350	69	292	吹付モルタル付着 〃
	B	15,100	69	219	
	外 A	15,700	83	189	
④	内 A	8,400	95	88	吹付モルタル付着せず 〃
	B	4,500	96	47	
	外 A	10,500	113	93	
	B	7,750	104	75	



火災の害を受けたと思われる内側と、害を受けない外側との強度を比較すると、それらの強度の差よりもテストピースそのものの強度のバラツキが大であって、そのバラツキによって、火災の影響がおおいかくされていると思われる。

従って火災の影響はブロックの強度のバラツキに比べれば問題にならないと思われる。

5-2 中性化試験

コンクリート構造物がコンクリートとしての性質を十分保持するのはアルカリ性が減失するまでの期間である。

アルカリ性が失われること、即ち中性化すれば材料はもろくなり、やがては崩壊に至る。特に鉄筋コンクリートにおいては鉄筋のかぶり深さが中性化した時は構造物としての寿命がつきたといえる。

このトンネルでは築造時に付近の山砂利（花崗岩を粉砕したもの）と、古生層の黒色を帯びた変成岩を骨材としてライニング用ブロックを作っている。

配合の不適切か、セメント材質のためか、空隙が多く圧縮強度は近年のブロックに比して大巾に低いものとなっている。熱影響と中性化進行との相関は明らかでないが、当社の過去の観測資料から、繰返し応力度の大きい場合と、一酸化炭素に犯された時は、非常に早く中性化が進行することが判明している。

近畿地方建設局佐々木道路部長、大阪大学伊藤教授、当社大家社長立会いのもとに防水用吹付モルタルと、ライニングブロックをそれぞれチスではつり、フェノールフタレン液を塗布してアルカリ性を調べた結果は次表の通りである。

中性化試験結果

位	置	アルカリ性の失われた深さ	備 考
熱影響部	吹付モルタル	40mm(亀裂 剥離大)	昭和39年施工
クラウン	ライニングブロック	5mm	大正15年施工
滋賀方 ポータル	側壁ブロック	80mm	大正15年施工 漏水顕著

上表により事故直後の測定では吹付モルタルは熱による影響を大きくうけている。側壁では過去数十年間の地下湧水による影響がブロック厚さの $\frac{1}{2}$ にまで及んでいた。

従ってこの点から考えれば熱影響によって直ちに中性化が進行したとは断言できないが被覆モルタルがライニングブロックを有効に保護したと云える。

従って漏水部分と熱影響を受けた吹付モルタルは改造の要があるものと思われる。

6. 試 掘

側壁スプリング上クラウンと放射状に5本ずつ3断面のボーリングを行った。特殊で且つ危険がともなり坑内ボーリングである為、両坑口近くに看板バリケードを設け更に交通整理員を両側に配置、万全を期し車輻交通も片側通行を実施しながら作業を行った。

ボーリング位置は別図に示す通りである。作業方法は側壁部に於いては路面にボーリングマシンを据え付けて行う。

又、スプリング上部の場合は2トン積トラックにボーリングマシンを据え付けて作業を行う。クラウン部の場合はトラック上へ丸太により足場を固定させ更に車輻通交側にはホロを覆い、ボーリング中に交通車輻へ危害を与えぬ様にした。

又、ボーリングマシンの構造上真上へのボーリングができない為、 60° の角度で斜方向にボーリングを行った。この時は水を坑内へ圧入できずコアは寸断された。その結果は次表と図に示した通りである。

試掘の際特に次の点に留意した。

- a) 断面層厚の測定を正確に行う
- b) 空隙を発見した場合直ちに掘進を止めて空隙量を正確に測定する。
- c) 裏込と地山岩の風化度を確認する

試掘の結果次の如き状態が判明した。

滋賀県側断面(A断面)

- a) 側壁部の裏込は大層深く85cm~1.0mに及んでいる
- b) クラウンの裏込は更に深く1.5m以上にわたっている
- c) 側壁厚さは左右で異なり44~52cmになっている
- d) アーチ部のライニングブロック厚さはスプリングで54cmクラウンで63cmと厚さを変えている
- e) 空隙はスプリング点から少し上にかけて見られ地山とブロックの間と、左側はブロック間にも発見された。地山とブロックの間は支払線の出来上りが不整整であれば当然起る現象であるがブロック間の空隙3cmは理解に苦しむ現象と云える。

鈴鹿隧道ボーリング位置

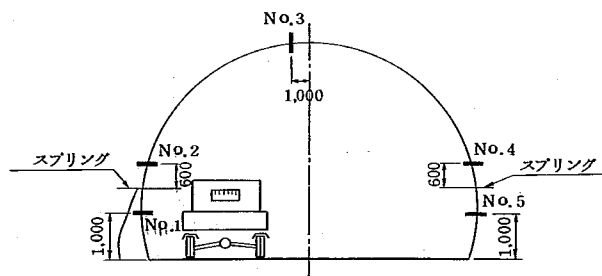
11,700		全長 245,000	8,500
至三重	No. 15	No. 10	No. 5
	No. 14	No. 9	No. 4
	No. 13	No. 8	No. 3
	No. 12	No. 7	No. 2
	No. 11	No. 6	No. 1
			至大阪

上表3断面各5ヶ所

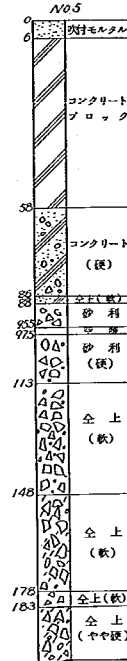
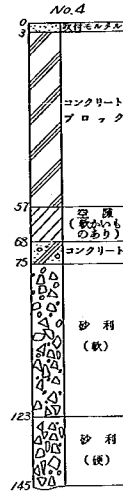
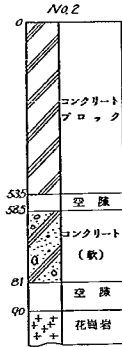
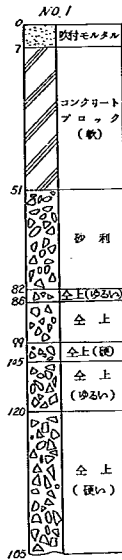
クラウン中央 1ヶ所

スプリング部 2ヶ所

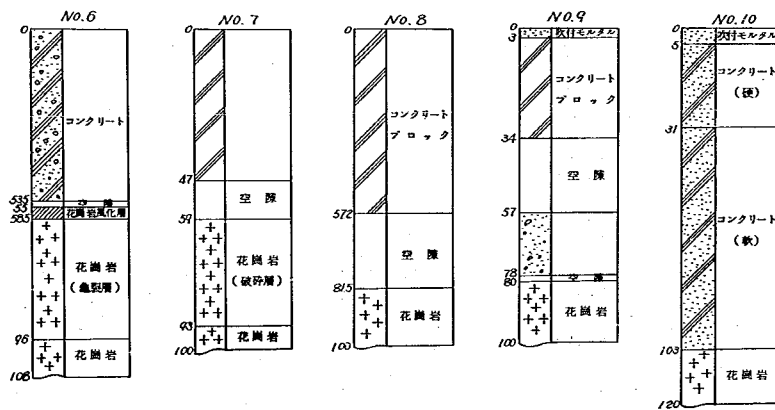
側壁部 2ヶ所



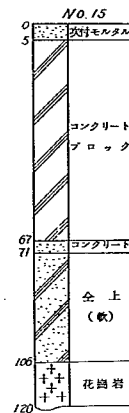
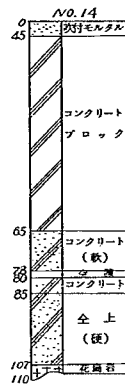
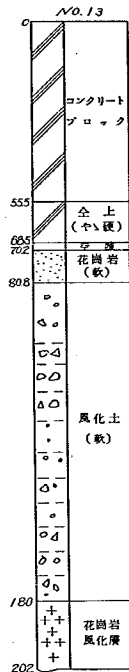
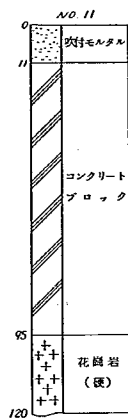
A 断面 (滋賀県橋入口)



B断面 (中央・三重県入口より128m地点)

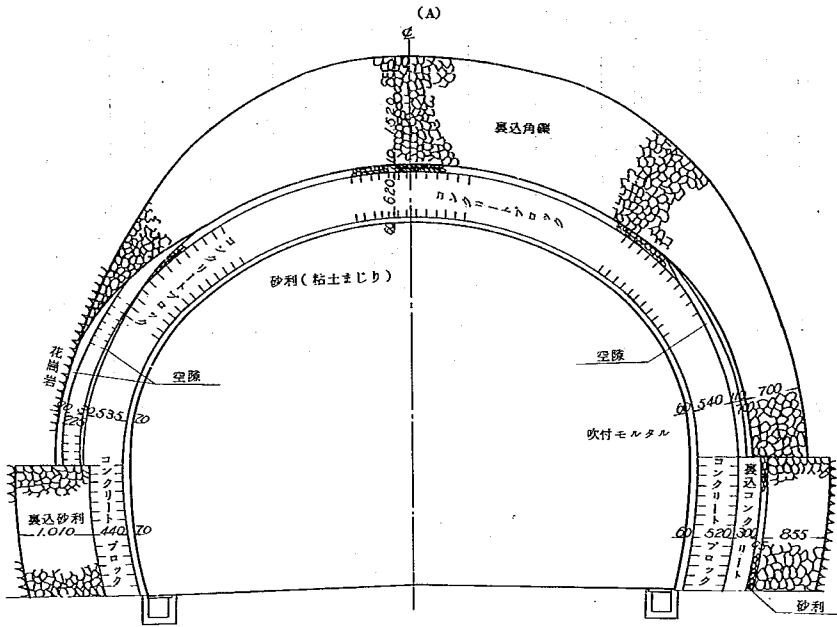


C 断面 (三重県側入口)



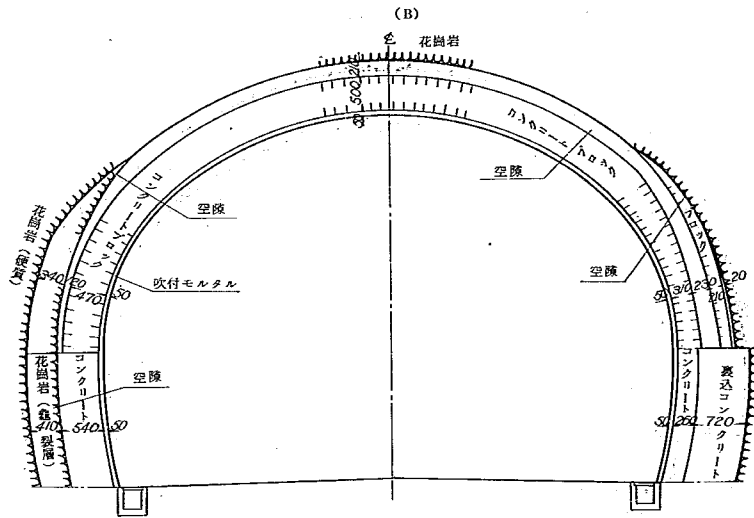
滋賀県側断面図

S = 1/50



中央断面図

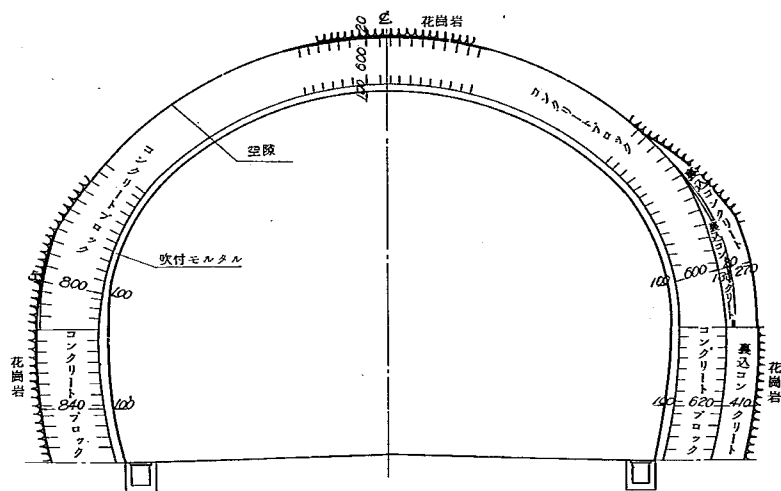
$S=1/30$



三重県側断面図

S=1/50

(C)



- f) コンクリートブロックは側壁、アーチ部いずれも間隙の多い(ポーラスな)状態である。

中央部断面(B断面)

- a) 側壁は左右非対象の厚さで裏込めも異っていた
b) 側壁コンクリートはアーチ部に比し相当緻密である
c) スプリング部ライニング厚は47cm~52cmと思われるが右側ではブロック間に23cmにも達する空隙が発生している
d) クラウンでは50cmの厚さとなり空隙は地山との間に21cmみられた
e) 地山は健全な花崗岩である

三重県側断面(C断面)

- a) 側壁部もアーチ部も共にポーラスなコンクリートブロックで出来ている。
b) 側壁厚は62cm~84cmと厚くなっている
c) スプリング上部でも側壁と等しい厚さであり、空隙は他の断面に比し非常に少い(約2cm)
d) クラウンは60cmの厚さであり滋賀県側とはほぼ似ている

結局地山はまだ十分健全な花崗岩であり、空隙も偏圧をうけた形跡は見当らなかった。

7. 考 察

変状調査の結果は部分的に3~5mmの目地切れが見られ、一部側壁断面の欠損も発見された。

更に漏水防止用ゴムチューブの埋込みにより一層龜裂を誘発したが大局的にはトンネルの安全性を大きく阻害するものではない。最も心配されたトンネル軸平行の龜裂は見当らずトンネルの圧潰は当心配ない。

熱影響をみるためコンクリートブロックと吹付モルタルの材質試験を行ったが、ブロックには大した影響は表われず、吹付モルタルが劣化したのみと判明し、ライニング厚さも全然変わっていない。

従って今後のライニング保護と漏水防止を兼ねて吹付モルタルを再度施工する必要がある。試掘の結果から地山は健全な花崗岩であることが判明した。

地山の支払線とブロック間の空隙以外にブロック間にも時折20cmを越える空

隙が発生しているのでこの点の対策が必要となろう。

また偏圧などによる断面の変形や崩壊の前兆は今のところ見当たらない。

8. 結 論

火災事故の影響を調査するため次の3点に注目した。

- a) トンネル断面の変形や異常現象
- b) ライニングブロックの断面欠損の有無
- c) " 強度低下程度

調査の結果は50mmに及ぶ吹付モルタルによってライニングは完全に保護されて居り大事には至らなかったと結論づけられる。

従って火災前と同様の漏水防止モルタル吹付工を施工すれば事故前と同じ強度に戻ったと云える。

モルタル吹付工は、上記目的の他に今後トンネル断面の変形状態が龜裂として表われるので定期的な点検を行いモルタル面の龜裂を記録すればトンネルの危険が予知され適格な保守を行うことができる。

しかし、一方試掘の結果からはライニングブロック間やブロックと地山間に相当大きな空隙が見られるし、裏込栗石の厚さも異常に大きい事が認められた。

これはトンネルのライニングにとって非常に不利な条件と云える。したがってこの空隙をモルタル注入により埋めるべきである。またモルタルの代りに経済的な豆砂利及びモルタル注入工法(φ5~10mm砂利を圧気吹込後モルタル注入)を行うことにより前記空隙を充填し更に裏込栗石を固着することが望ましい。

しかし反面ライニングが前記の様な悪条件下にありながらも異常なく今日に至った事は本トンネルの地山が非常に良質で地圧がライニングに作用せず、特に中央上り~~滋賀~~泉側にかけてはライニングは単に自重もしくは裏込栗石のみを支えていたに過ぎなかったと云える。

以上の点から考えればまずモルタル吹付工を行い、モルタル注入工はその後、異状を認めるまでに実施すれば十分と云えよう。

関門トンネル火災

これは昭和42年8月11日午後3時20分頃、国道2号線下関・門司間の海底トンネルである関門国道トンネル（延長3461.4m）で発生した火災事故（普通トラック1台全焼，大型トラック及び軽四輪トラック各1台半焼）状況と，当時における換気並びに各種防災機器類の作動状況についての報告書で，日本道路公団九州支社関門トンネル管理事務所がとりまとめたものを集録した。

経 過 説 明

門司営業所 15 時 20 分発のバトロール車がトンネル門司入口から 1500 m 地点にて下関方面に向っていた福岡市寿町小倉南高教諭水越平八郎(60才)運転の軽四輪車がパンク修理しているところを発見ただちに中田 西山交通管理員 2 名が 20 m 間隔にて左側通行の交通整理を開始し後続車 4 台がバトロール車の信号に従い停車しているところへ鮮魚を満載して長崎から大阪へ向っていた長崎市尾上町長崎運送の普通鮮魚運搬車五十嵐運転手(22才)がかなりのスピードで停車中の 4 台のうち 3 台の車輛側面につきつぎに接触しさらに五十嵐運転手がハンドルを右に切って中央線を越えたため前方から来た北九州市八幡区岸の浦町大正鉄筋コンクリートの小型貨物車と衝突しガソリントankがそのショックで破損しガソリンが流出し発火した。そこへさらに下関側からの後続車北九州市小倉区堺町上田運転手(23才)の東京・出版販売北九州支店の軽四輪車が衝突した。

発火と同時に第 1 原因者五十嵐運転手は運転台のドアを押し開いて消火器の方へ走り消火作業を行った。現場にいた交通管理員 2 名は即時に消火器のところへ急行しようとしたがパンク取替中の水越平八郎(60才)は発火のショックで身動き出来ない状態になって助けを求めているのを発見、とっさの判断でバトロール車に入れ現場から約 80 m のところで下車させただけにアンスル泡沫消火器を現場に作動させ交通管理員 2 名と五十嵐運転手 1 名にて消火作業に従事するとともに交通管理員 1 名はたたちにトンネル内電話にて統御室並びに門司営業所へ急を知らせたのである。一方急報により下関分室よりバトロール車(陶山交通管理員等乗車)が現場に急行中、現場から徒歩で避難してきた宝塚市鹿塩高丸仁川団地遠藤和夫外家族(幼児 1 名、子供 5 才、7 才、2 名、老人 2 名、夫人)と現場から 200 m 位のところで会ったのでとっさの判断で 5 人を乗せて U ターンして出口へ搬出した。

事故発生後約 10 秒位と思われるがトンネル内部の空気管式自動火災報知機が感知して統御室の受信盤面に火災箇所(A22, A23)が標示され、またスモークレコーダーは最大値を指示したのでただちに営業所へ通報し交通信号を全面交通禁止の信号に切換えけるとともに、換気ファンを非常運転に切り替えた。

事務所は非常時体制に入り 15 時 27 分全面交通禁止、バトロール車を出動させ、又門司消防署老松分所門司警察署、下関消防局及び下関警察署へ電話急報、化学消防車 2 台が 15 時 36 分～37 分に現場に到着、現場においては中田、西

山交通管理員及び事故第1原因者五十嵐運転手の必死の消火活動により発火後6分位で殆んど鎮火し、その後消防車到着により事後措置を行い事故発生後、15分位で消火作業を終了したものである。

現場においては、消火作業終了後、門司警察署の検証が15時50分頃より16時20分頃まで行われ、その後、交通管理員によってトンネル内車輛をレッカー車で搬出し撤布した泡沫消火液を洗滌、路面清掃後16時50分全面交通禁止の解除をしたものである。

なお、北九州市警察部は出火の通報とともにパトロール車15台、70人、また門司署も180人の警察官を動員、新旧の国道3号線に配置して、関門トンネルに向う車を緊急交通規制した。また門司営業所下関分室にある警察官詰所も事故発生の通報と同時に出勤し立ち往生した車輛、乗客の整理に従事した。

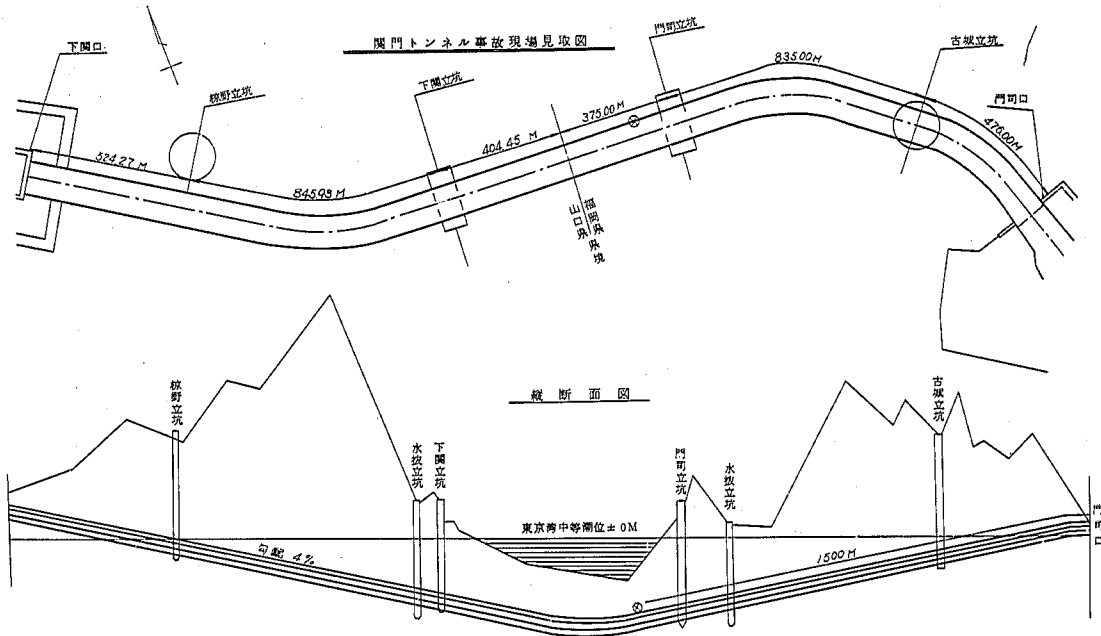
事故発生による全面交通禁止のため、下関、門司両入口道路は約2500台の車が停滞し立ち往生したが16時50分の全面交通禁止の解除により、18時頃には平常交通状態に復した。

門司署の調べでは、長崎運送の普通貨物のブレーキがきかなかったことが事故の原因とみており、同日午後8時五十嵐運転手は業務上過失傷害と道路交通法違反の疑いで逮捕された。

この事故による人的被害は軽傷者1名である。

12日門司署は福岡県陸運事務所北九州支所と福岡県警察本部犯罪科学捜査研究所に暴走した長崎市尾上町長崎運送のトラックの鑑定を依頼、同日午後3時から北九州市門司区栄町鎮西橋有料駐車場で検査を行なった。その結果前面がつぶれ塗料も焼け落ちており、フットブレーキの空気が抜けはつきり故障していたことが判明したものである。なお今後の福岡支社における事故防止対策としては防火演習(年1回実施予定)、防火諸設備の整備点検等により事故発生の際の非常時体制をより一層強化するとともに、事故が通行車輛の整備不良により引き起こされる例が多いことに鑑み、平常時の料金所における整備不良車の点検を強化し一般通行者に対しては、ビラの配布、看板の設置及び機会あるごとに報道機関を通じ、車輛整備点検、トンネル内規制速度、車間距離の遵守を呼びかけ、さらに事故発生の際のトンネル内諸設備の配置使用方法等を周知徹底させる所存であります。

以 上



附 ー 3

西栗子トンネル火災

これは、昭和43年11月21日午前5時50分頃、国道13号線福島・山形県境西栗子トンネル（延長2,675m）で発生した火災事故（6tトラック1台全焼）の状況と防災施設の作動状況等に関する報告で、建設省東北地方建設局福島工事事務所がとりまとめたものを集録した。

国道13号線西栗子トンネル火災事故報告書

1. 火災事故位置

西栗子トンネル(山形県米沢市万世町 延長2,675 m)の米沢口より1,100 mの地点左側

2. 火災発生日時

昭和43年11月21日 午前5時50分頃

3. 火災事故車

住 所 東京都青梅市野上267 (Tel 0428-2-3949)

会社名 青梅運送有限会社

運転手氏名 金子 幹 雄

車 種 L. P. G使用の6 tトラック

積載物 野芝(土砂付き)

進行方向 福島から米沢へ

4. 火災事故の原因

トラックのL. Pガスタンクからパイプが特殊パイプ(ワイヤーを芯にした繊維状パイプ)から銅パイプに続いているが、マフラーの出口が、特殊パイプに近いのでマフラーからの火の粉により特殊パイプが燃え、ガスに引火し、火災を起こしたものと推定される。(米沢警察署の取調べ結果)

5. 火災発生時の機械操作と連絡状況

火災発生から連絡完了までの状況は次のとおりである。

- (1) 5時50分頃中央制御室のグラフィック盤に火災感知器からの火災表示(No 22, No 7)があった。
- (2) 中央制御室の復旧装置により火災を確認した(宿直員)
- (3) 信号機を遠隔操作し「赤ランプ」「止まれ」と表示した(宿直員)
- (4) 送風機を遠隔装置により逆転した。(宿直員)
- (5) 火災事故車の運転手がトンネル出入口に設置してあるマイクロ電話により火災を連絡してきた。
- (6) 米沢消防署へ電話連絡 (出動要請)
- (7) 米沢警察署へ " (")
- (8) 栗子国道出張所長へ " (指示を抑ぐ)
- (9) 福島工事事務所宿直へ電話連絡

(10) 福島工事事務所職員寮へ電話連絡 (栗子出張所職員)

(11) 飯坂消防署へ電話連絡 (出動要請)

(12) 飯坂警察署へ " (")

6. 消火作業状況

(1) 栗子国道出張所長以下 5 名の北沢又官舎班が現地に到着、次いで寮、腰浜官舎班が出動し、予め定められた体制により各班毎 (指揮、現地防災班、交通整理班、連絡班) にそれぞれ作業に従事した。

(2) 自然風は米沢側より福島側に吹いていて送風機が逆転して黒煙を吸収しているが水平風が強く福島側入口の視界は煙を通してかすかに照明が見える程度であった。

(3) 米沢方面から来た車の運転手の話しでは、米沢側でトラックが火災を起こしていること。積載物が芝であること、後続車がバックしたこと等が判明したのでパトカーでトンネルに進入したが黒煙が充満しているため危険を感じて引き返した。

(4) 山形工事事務所米沢出張所長へ電話連絡し、応援を求めた。(出張所長以下 3 名出動)

(5) 送風機の逆転により次第に黒煙が外部に排出されたので、現地防災班は防毒マスクを着用し再びトンネル内に進入し、火災地点に到着した。(黒煙が外部に排出されるまでの時間は約 1 時間であった)

(6) 消火はトンネル内に常備している消火器を使用しないで水でよいとの判断により (消防署) 水をスプリンクラー装置の貯水槽から水タンク車により火災地点まで運転しこれよりホースで注水して消火した。

野芝の下でトラックのボデー、タイヤ等が燃えたので消火の時間が比較的多くかゝった。

(7) 火災を起こしたトラックは運転台、エンジン等を残しボデー後車輪等が写真のように燃えたが積載物が土砂付きの野芝のため、付近は高温にならず黒煙のみが多く発生した。

(8) 跡片付けに際して事故車はボデーと後車輪が燃え、その上に野芝が重なり、又トンネル内のため、レッカー車は事故車を高く吊り上げられないので、やむを得ず福島側に運搬した。その後路面を清掃し、天井 p c 版の状況を調査したが異状を認めなかったので午前 8 時 47 分全面的に交通を開放した。

(7) そ の 他

(1) 火災発生時トンネル内を通行していた自動車は、火災事故車の外、2台で何の被害もなかった。

(2) 信号機「止まれ」から交通開放までの間にトンネル出入口前の道路には、福島側、米沢側各々約170台程度の自動車の列が続いた。

(3) トンネルの天井側壁は火災現場附近がわずかにうす黒くなった程度で、天井p c版には影響がなく、又コンクリート舗装面も異状がなかった。

(4) 消火及復旧作業に従事した職員の概数

建設省……23名

警察署……約10名(米沢、飯坂)

消防署……約25名(米沢、飯坂)

(5) 出動機械

建設省……バトカー1台連絡車1台レッカー車5t1台

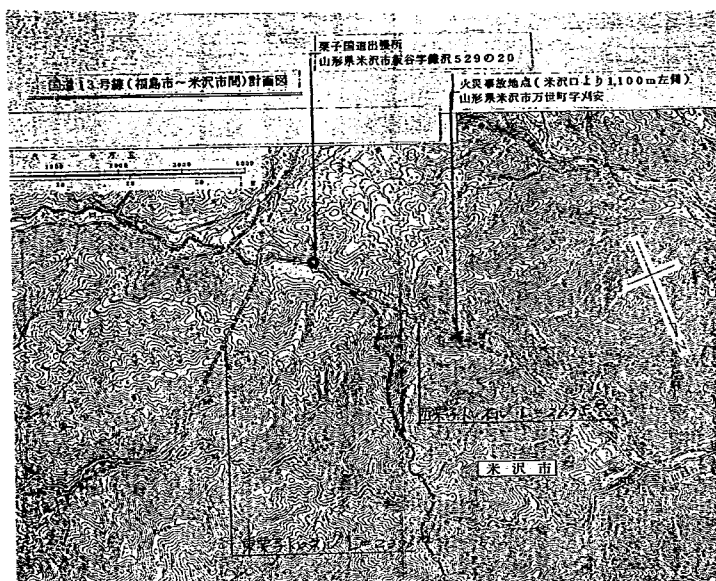
ダンプトラック3.5t1台

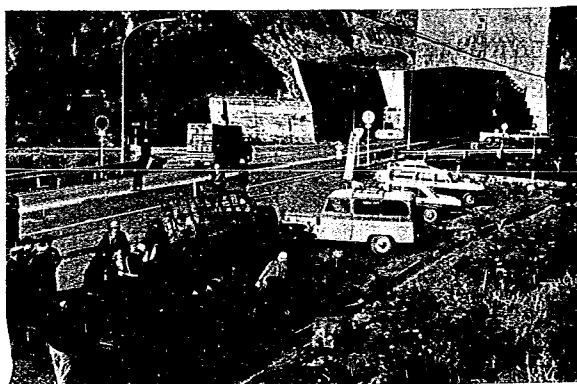
警察署……バトカー(米沢、飯坂共各2台)

消防署……消防車(米沢2台、飯坂3台)

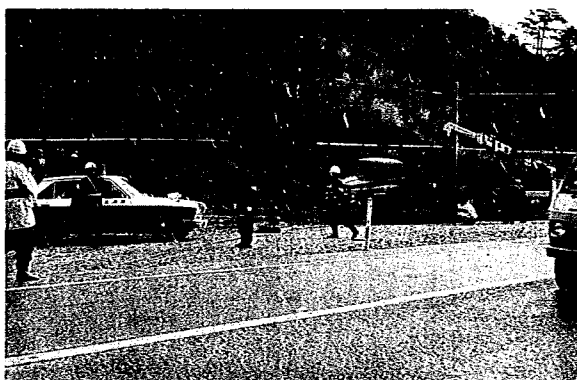
水タンク車(米沢1台)

救急車(米沢1台)





火災事故車の全景



火災事故車の全景