

京都大学工学部 正員 庄司光 山本剛夫 正員〇西田刺之助

名神高速道路はわが国最初の高速自動車道路で、1964年9月に愛知県尾張一宮と兵庫県西宮市の間約19/kmの路線が開通して阪神と中京間の産業交流に大きく貢献するようになった。この路線の兵庫県尼崎市と滋賀県栗東町との間には地形の関係から琵琶湖、天王山、蟬丸、大津にトンネルが建設された。自動車排気中のばい煙による視程の減少や二酸化炭素による障害の虞からトンネル内の照明ならびに換気方法については多くの研究がなされているが、自動車排気中に含まれる他の有害成分による空気汚染についての研究はきわめて少ない。今回、これらについて基礎資料を得るために天王山トンネル（上り線）東口においてガスクロマトグラフ法による汚染空気の測定を行なった。

天王山トンネルは全長1454m（上り線）で大阪府三島郡島本町と京都府乙訓郡大山崎村にまたがり上下各1本のトンネルからなる。トンネル東口には天王山が急迫しており上り線の出口より約60mまでの路面は中央分離帯の盛土部と北側の山の斜面とで凹状の底部に位する。東口の南方に、

換気塔が設けられているが、本測定時には換気機械の運転は中止していた。トンネル東口の地形概略および試料採取地等は図-1に示す。測定は昭和39年1月20日から5月9日の間に7回行なった。同時にトンネル

東口付近の気温、湿度、風向、風速、

交通量、気温の垂直分布の測定をも行なった。自動車排気ガス成分（炭化水素）の測定には液体窒素（ -196°C ）およびドライアイス-アセトン（ -70°C ）を用いた環縮トラップ法によつて試料成分を捕集したのち

水素焰イオン化検出方式の高感度ガスクロマトグラフ（柳本製、京都）により分析した。分配カラムにはDimethylsulfolane 4m + Activated Alumina 0.2m（ 20°C ）とTricresyl phosphate 2m（ 90°C ）を用いた。検出成分ピークについては標準物質を用いた内部標準法、添加法によつて定性、定量した。上り線出口より100m内へ入った地点の試料から $\text{C}_1 \sim \text{C}_6$ 炭化水素成分のクロマトグラムを図-2に示し、 $\text{C}_7 \sim \text{C}_{10}$ 炭化水素成分の例を図-3に示す。トンネル内の

図-1 天王山トンネル東口の地形概略

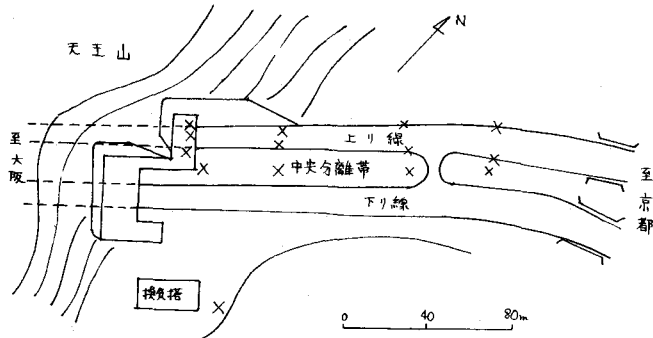
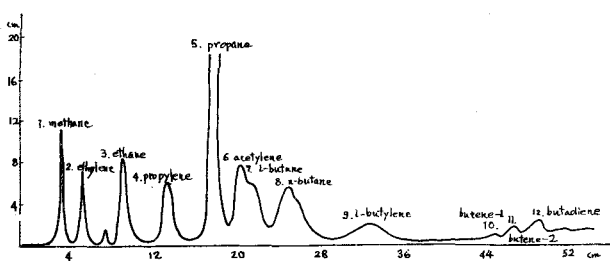
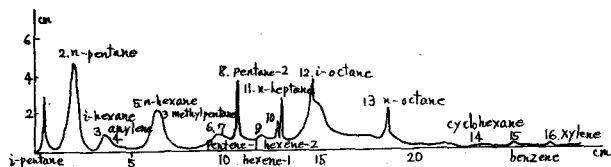
図-2. $\text{C}_1 \sim \text{C}_6$ 炭化水素のガスクロマトグラム（トンネル内100m地点）

図-3. $C_5 \sim C_{10}$ 炭化水素のガスクロマトグラム (トンネル内100m)



を大別すると表-1の通りで、飽和成分は66~79%, 不飽和成分19~32%, 芳香族成分2~3%。主成分炭化水素 (トンネル内) %を示しており全調査を通じて大差はない。但々の炭化水素成分のうち10ppm以上の濃度を示したものについて平均すると表-2の通りである。

炭化水素成分	濃度 (ppm)
methane	98.0
ethane	103.9
propane	110.7
i-butane	94.3
n-butane	99.9
i-pentane	60.4
n-pentane	72.1
i-hexane	55.2
n-hexane	43.9
3-Me-pentane	14.9
ethylene	100.1
propylene	81.6
acetylene	41.6
benzene	10.3

$C_1 \sim C_6$ 飽和成分および $C_2 \sim C_3$ 不飽和成分 (ethylene, propylene, acetylene) の濃度が大で、芳香族では benzene が約 10 ppm を示した。

各測定地点で検出した炭化水素の濃度からトンネル内の値にたいする減衰比率を求めると表-3の通りである。トンネル内の濃度を100%とするとトンネル出口より東40mの地点は6~8%, 出口より東100m地点では0.1~1%, 東150m地点は0.1~0.4%, 中央分離帯上では0.2~0.4%にそれぞれ減少を示した。路線南の換気塔付近ではトンネル内に比べて0.006~0.015% (合計0.06~0.14ppm) と大きく低下した。またこの地点では不飽和および芳香族成分は検出されなかった。トンネル内の炭化水素濃度と交通量との関係は

表-3 炭化水素の減衰比率 (全炭化水素ppm: 換気塔内の値はトンネル内濃度を100%とした百分率)

測定期日	トンネル内	トンネルより外へ40m	トンネルより外へ100m	トンネルより外へ150m	中央分離帯
1月20日	898.3 (100)		10.9 (1)		
1月21日	917.3 (100)	75.4 (8)	10.4 (1)		1.8 (0.2)
2月1日	1182.9 (100)			4.6 (0.4)	
2月14日	1021.5 (100)		4.9 (0.5)		1.6 (0.2)
2月15日	1007.4 (100)	59.8 (6)	5.8 (0.6)		
5月8日	1055.7 (100)		3.8 (0.4)		4.8 (0.5)
5月9日	1240.9 (100)	92.9 (7)	1.4 (0.1)	1.0 (0.1)	3.8 (0.3)

空気中から $C_1 \sim C_4$ 飽和成分5種, $C_2 \sim C_4$ 不飽和成分7種, $C_5 \sim C_8$ 飽和成分9種, $C_5 \sim C_8$ 不飽和成分5種, 芳香族成分4種, 合計30種の炭化水素成分合計約700~1200ppmを検出した。トンネル内 (上り線) で検出した炭化水素の構成

表-1. トンネル内炭化水素の構成比率 (トンネル出口を基準)

調査期日	合計 (ppm)	飽和炭化水素 (%)	不飽和炭化水素 (%)	芳香族炭化水素 (%)
1月20日	898.3	73.8	24.4	1.8
1月21日	917.3	78.8	18.7	2.5
2月1日	1182.9	74.6	23.0	2.4
2月14日	1021.5	76.5	21.4	2.1
2月15日	1007.4	75.2	22.7	2.1
5月8日	1055.7	66.2	31.5	2.3
5月9日	1240.9	72.5	25.9	2.6
"	964.9	76.8	21.2	2.0

図-4に示す通りで、交通量の増加につれてトンネル内の炭化水素合計は増加するか不飽和成分および芳香族の増加傾向はやや低い。

図-4 交通量と炭化水素

