

自動車から排出される化学物質—トンネル調査結果—

環境保全部 ○齋藤剛、武田麻由子、加藤陽一、阿相敏明、小山恒人
企画部 川原博満

1 はじめに

化学物質のうち、揮発性有機化合物（VOC）は大気汚染物質のひとつである。VOCの排出量全体のうち、自動車に起因するものは15～27%とされている¹⁾が、自動車からの排出は沿道付近に集中しているため、局地的には自動車からの寄与がさらに大きいと考えられる。

現在、VOCの排出量は、各車種の代表的な車を用いてシャシダイナモメータ等で台上試験を行った際の平均速度別の排出係数（1km当たりの排出量）を用いて推計を行っている²⁾。しかし実際には同一車種でも年式・排気量・整備状況等によりVOCの排出状況は異なっている。このことから、道路から排出されるVOCの排出量を精度良く推計するためには実際の走行現場において調査を行う必要がある。そこで当所では高速道路のトンネルにおいて自動車から排出されるVOCの排出量調査を行うこととした。

トンネルにおけるVOC排出量の調査は、他の調査手法と比較して、

- ・実際に走行している様々な条件の車両からの平均的な排出状況が得られる
 - ・沿道における調査に比べて、排ガスが拡散することなく比較的そのままの状態に近いデータが得られる
 - ・他の発生源からの影響を受けにくい
 - ・燃料の蒸発による排出も含めた全体的な排出量の把握ができる
- というメリットがある。

また、トンネル調査から得られた排出量の実測値と国で示した排出係数を基に算出した推計値との比較を行ったので、その結果を報告する。

2 調査概要

2.1 調査地点

本県内の高速道路の全長約2kmのトンネルを対象とし、その中央部分の1km隔てた2地点で調査を行った（**図1**）。このトンネルは上下線が隔壁で仕切られている。道路管理者のデータでは、

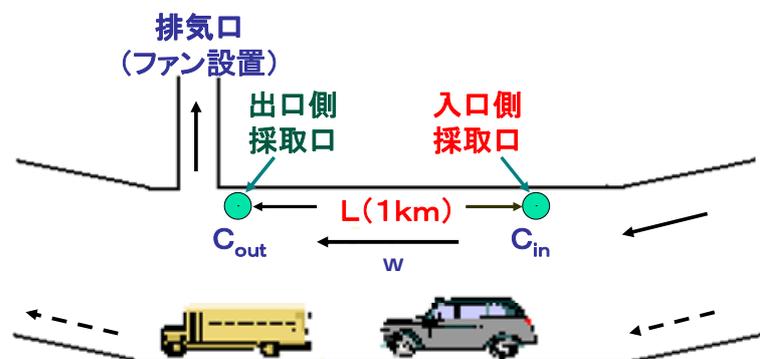


図1 調査地点概念図

一日の自動車走行台数は一方向約 37,000 台、大型車混入率 31～48% であり、自動車の平均速度は約 80km/h で一定している。

2. 2 調査時間

平成15年12月及び16年10月の平日2日間、それぞれ表1に示す時間帯に排出ガスを連続でサンプリングした。また、時間帯ごとにトンネル内の状況をビデオで撮影し、車種毎の走行台数を調査した。

表1 調査時間

No.	日	時間帯
1	1日目	13:00～15:00
2	1日目	15:15～17:15
3	2日目	9:00～11:00
4	2日目	11:15～13:15

2. 3 調査対象物質及び分析方法

VOC について、次の物質を調査対象とした。

- ・ベンゼン ・1,3-ブタジエン ・トルエン ・キシレン
- ・エチルベンゼン ・1,3,5-トリメチルベンゼン
- ・アルデヒド類（ホルムアルデヒド、アセトアルデヒド）

アルデヒド類は定流量ポンプで DNPH カートリッジに採取した。その他の物質は真空状態に減圧したステンレス製容器（キャニスター）に採取した。採取した試料はそれぞれガスクロマトグラフィー質量分析計（GC/MS）で分析を行った。

3 調査結果

3. 1 自動車走行台数

15年度及び16年度の調査における当該調査地点の自動車の走行台数と車種構成を図2に示す。

両年度とも走行台数は2時間で約4,000台であり、普通貨物車と乗用車の割合が高かった。特に普通貨物車の比率は約4割であり、本県内の一般道路における大型車の比率³⁾と比べて高かった。

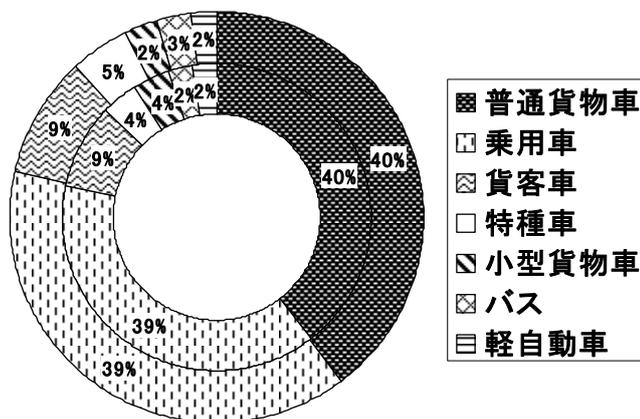


図2 調査対象トンネルにおける車種構成
(4回の平均値：内側：15年度、外側：16年度)

また、No.2の時間帯において乗用車の比率が約50%とやや高かったものの、その他の時間帯は普通貨物車の割合が41～46%、乗用車が31～40%で大きな変動はなかった。

3. 2 対象化学物質の排出量

各調査時間における VOC の排出量は、次の式(1)により算出した。

$$E = (C_{out} - C_{in}) \times w \times S \times T / L \times 10^{-6} \quad \cdot \cdot (1)$$

ここで、E：排出量(g/km)

C_{in}、C_{out}：入口側及び出口側サンプリング地点のVOC濃度(μg/m³)、

w：トンネル内風速(m/s)、S：トンネル断面積(86.62m²)、

T：サンプリング時間(3600s×2h)、L：サンプリング地点間隔(1km)

式(1)により算出した対象物質の排出量（4回の平均値）を**表 2**に示す。排出量はホルムアルデヒドが最も多く、次いでアセトアルデヒド、トルエン、ベンゼン、キシレンの順であった。また、16年度の調査では15年度と比較して対象物質の排出量が27～61%減少していた。特にエチルベンゼン及びアルデヒド類の排出量は半減あるいはそれ以下に減少していた。本調査は2回とも平成15年10月のディーゼル車の運行規制の開始以降に実施しているが、その間に粒子状物質（PM）対策としての新車代替や酸化触媒の装着が徐々に進んだものと見られ、これらの対策がVOC排出量の削減にも寄与したものと考えられた。

表 2 排出量(g/km)及び走行台数
(4回の調査の平均排出量・カッコ内は標準偏差)

	15年度	16年度	減少率(%)
ベンゼン	21.3 (2.4)	15.2 (2.1)	29
1,3-ブタジエン	8.6 (1.1)	5.1 (0.47)	40
トルエン	28.5 (3.5)	20.8 (5.3)	27
キシレン	17.2 (3.5)	10.3 (1.6)	40
エチルベンゼン	9.8 (2.7)	3.8 (0.69)	61
1,3,5-トリメチルベンゼン	4.7 (0.94)	2.9 (0.21)	38
ホルムアルデヒド	131.0 (36.3)	65.6 (15.0)	50
アセトアルデヒド	43.2 (21.9)	21.8 (7.9)	50
走行台数(台)	3511~4372	3578~4343	

4 推計値との比較

15年度の調査結果から得られた実測値と、現在示されている最新の排出係数(平成15年度)を用いた場合の推計値（PRTRの非点源排出量の推計において現在用いられている車種・使用燃料別の排出係数（速度80km/h）²⁾に車種別の走行台数を乗じた値の総和）との比較を行った。ベンゼンと1,3-ブタジエンの実測値と推計値について**図 3**に示す。

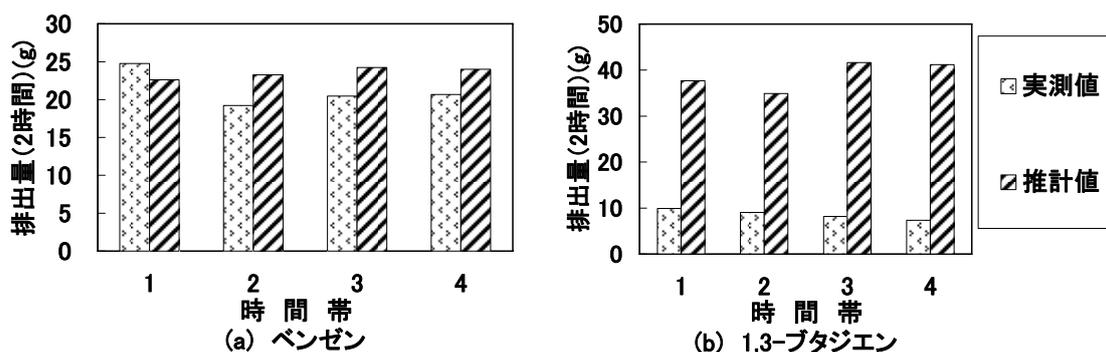


図3 推計値と実測値の比較

実測値と推計値を比較したところ、エチルベンゼンは実測値が推計値を大幅に上回り（実測値／推計値：1.71）、1,3-ブタジエンと1,3,5-トリメチルベンゼンは大幅に下回っていた（実測値／推計値：0.22、0.50）。これらの物質は入口及び出口における濃度が低く、排出量も小さいために誤差が大きくなった可能性もあるが、原因は明らかではない。また、残りの5物質については大きな差は見られなかった（実測値／推計値：0.82～1.19）。

なお、PRTRデータの推計のための排出係数は、実態に合わせて毎年見直されている。

5 まとめ

平成15・16年度の2回のVOC調査により、下記の結果が得られた。

- ・ 様々な条件を持つ自動車が行くトンネルにおいて化学物質の排出量調査を行い、シャシダイナモメータによる調査に比べてより実際の、平均的なVOCの排出量を把握することができた。
- ・ 平成15年度と16年度の実測値を比較したところ、対象物質の排出量は平均で27～61%減少した。特にエチルベンゼン及びアルデヒド類は大幅に減少した。
- ・ 15年度の実測値と推計値を比較したところ、エチルベンゼン、1,3-ブタジエン及び1,3,5-トリメチルベンゼンは大きな差を生じたが、残りの5物質は大きな差は見られなかった。

参考文献

- 1) 国立環境研究所編集委員会編(2002),「VOC発生源と自動車の寄与、トンネル調査の結果から」の概要, 環境儀 No.5, p.10-11
- 2) 経済産業省製造産業局化学物質管理課・環境省環境保健部環境安全課編(2005), No.12, 自動車(ホットスタート、コールドスタート時の増分、サブエンジン式機器、燃料蒸発ガス)に係る排出量, 平成15年度PRTR届出外排出量の推計方法等の概要, p.12-1～91
- 3) 神奈川県県土整備部編(2001),平成11年度道路交通情勢調査表