

道路トンネルの換気実態調査にもとづく自動車1台あたりの排出量

国立研究開発法人土木研究所 正会員 ○石村利明, 砂金伸治, 森本 智

1. はじめに

道路トンネルには利用者の安全で快適な通行を確保するため、必要に応じて換気施設、照明施設、非常用施設が設置される。このうちの換気施設は、自動車からの排出ガスによる有害物質が利用者等の生理的な悪影響を与えないようにすること、および良好な視環境を確保することを設置の目的としている。現在の換気施設設計に用いる自動車1台あたりの排出量は、平成12～19年の実態調査と、段階的に実施されてきた自動車の各排出ガス規制適合車の保有台数等の割合等をもとに設定された値¹⁾を使用しているが、その後の自動車更新等による排出ガス規制適合車の増加等により自動車1台あたりの排出量の減少が予想される。本報文は、今後の設計値の見直しをする際の基礎資料を得ることを目的として、実態調査を通じて排出量を把握した結果について報告する。

2. トンネルの換気実態調査の方法

トンネルの換気実態調査は、図-1に示す延長2,027m、縦断勾配0.3%、断面積63.1m²の2車線の対面通行トンネルで実施した。換気方式は、立坑から集中的に排気するジェットファン付き立坑集中排気縦流式である。調査は、立坑から西坑口側を調査対象区間として、西坑口および立坑周辺

に計測機器を設置した。調査項目は、現在の換気設計対象物質としている煤煙（煤煙透過率、粉じん重量濃度

（PM2.5、PM10）と一酸化炭素（CO）、およびトンネル内風向風速、大型車・小型車別の自動車の交通量・走行

速度とした。表-1に各調査項目と使用機器の測定方法一覧を示す。調査は、約68時間について連続した測定を行った。なお、調査期間中における換気機は、計測機器周辺のジェットファンを除いてすべての換気機をフルノッチで稼働した。

3. 調査結果

図-2に調査期間中における交通量、トンネル内風速、煤煙透過率、CO濃度について10分間平均値の経時変化を示す。これより、交通量については、小型車は朝夕に増加し夜間に減少する傾向であり、大型車は小型車に比較して昼間は少ない一方で、夜間は小型車よりも多い状況であった。調査期間中の1日あたりの交通量は概ね42,000台であった。トンネル内風速は概ね2~4m/s程度で推移した。また、煤煙透過率は概ね80%以上の高い視環境の状態を確保し、大型車交通量と連動した推移を示した。COは最大6ppm程度の濃度であり、朝夕の全交通量と連動した推移を示した。

4. 自動車1台あたりの排出量

調査結果をもとに10分間平均値を用いて自動車1台あたりの排出量を算定した。煤煙排出量（m³/km・台）およびCO排出量（m³/km・台）は、 Q :車道内流量(m³/10min)、 L :地点間距離(km)、 N :交通量(台/10min)、2地点間の各濃度（ $k1$ 、 $k2$ ）から式(1)により算定した。ただし、本調査での $k1$ の

キーワード 道路トンネル、換気施設、設計、煤煙排出量、一酸化炭素排出量

連絡先 〒305-8516 茨城県つくば市南原1-6 国立研究開発法人 土木研究所 TEL 029-879-6791

表-1 調査項目と測定方法

項目	測定方法
煤煙透過率	連続光変調方式 (20m)
粉じん重量濃度	PM2.5 フィルター振動法
	PM10 フィルター振動法
一酸化炭素濃度	赤外線吸収法
トンネル内風向風速	ギル式
交通量・走行速度	ビデオカメラ
	ビデオレコーダ

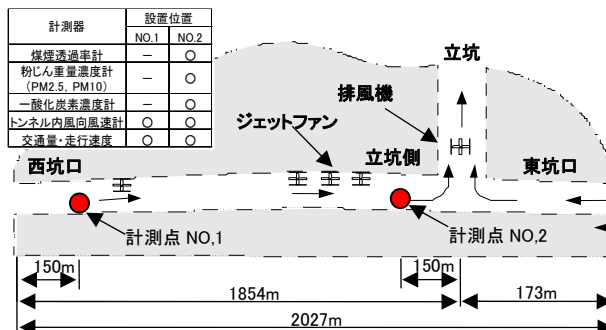


図-1 換気実態調査の概要

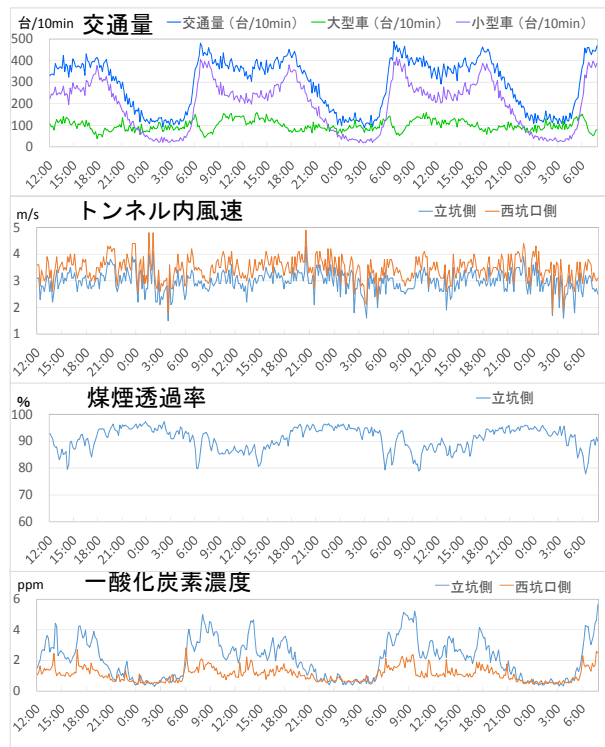


図-2 調査結果

値がないため $k1$ はゼロとし、 L は西坑口から NO_2 までの距離を用いた。また煤煙濃度 ($k2$) は煤煙透過率 τ を用いて式(2)より求めた値を使用した。

$$K = \frac{(k2 - k1) \cdot Q}{L \cdot N} \dots\dots\dots (1)$$

$$Ki(1/m) = -\frac{1}{100} \log_e \tau \dots\dots (2)$$

算出した各排出量の結果について大型車混入率との関係を図-3 に示す。この図の煤煙透過率 0% の値が小型車の、煤煙透過率 100% の値が大型車の排出量となる。現在の基準解説書¹⁾と平成 13 年の基準解説書²⁾の排出量の値、および過去に実施した実態調査の排出量を含めて図-4 に示す。これより、煤煙排出量は、技術基準解説書¹⁾の値に比べて低い値であり、前回の結果 (H19) と比較すると、小型車で約 1/3、大型車で約 1/4 程度に減少している。CO 排出量は、全車を対象とした排出量と比較すると、技術基準解説書¹⁾の値に比べて低い値であり、前回の結果 (H19) と約 1/3 程度に減少していることがわかった。

なお、粉じん排出量は、表-2 に示すように巻き上げ粉じん等に相当する粒子の大きい粗粒子は、前回の結果 (H19) と比べて顕著な差はみられないものの、排気管由来に相当する微粒子は大幅に減少していることがわかる。このことから、煤煙排出量の減少は自動車からの排出成分による減少が起因しているものと考えられる。

5. まとめ

トンネルの換気実態調査により、自動車1台あたりの煤煙および一酸化炭素 (CO) の両排出量は、現在、換気施設設計に用いている値に比較して小さく、また前回の結果 (H19) と比較してそれぞれ顕著に減少していることが明らかとなった。今後、増加することが予想される電気自動車や燃料電池自動車等の次世代自動車の保有台数や各排気ガス規制適合車の自動車保有台数の動向等を踏まえ、継続的な実態調査を通じて排出量の経時変化を把握し、適切な換気施設設計に用いる自動車1台あたりの排出量を設定していくことが必要であると考えられる。

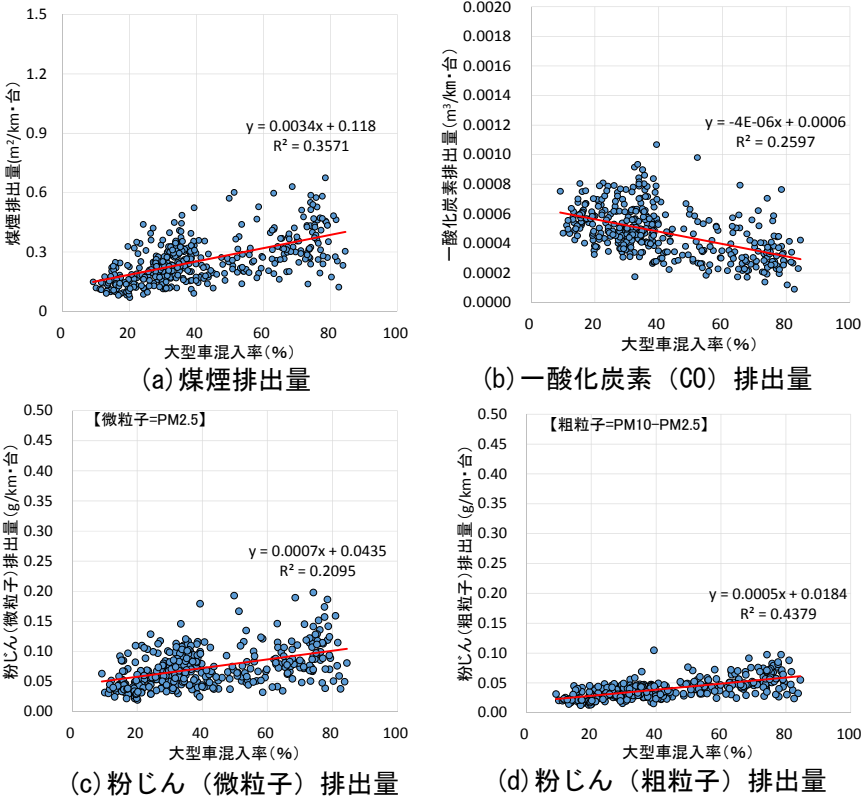


図-3 自動車 1 台あたりの排出量

表-2 粉じん排出量の推移

区分	車種別	排出量 (g/km・台)	
		2007年	2015年
微粒子	大型車	0.2900	0.1155
	小型車	0.0600	0.0435
粗粒子	大型車	0.0583	0.0692
	小型車	-0.0017	0.0184

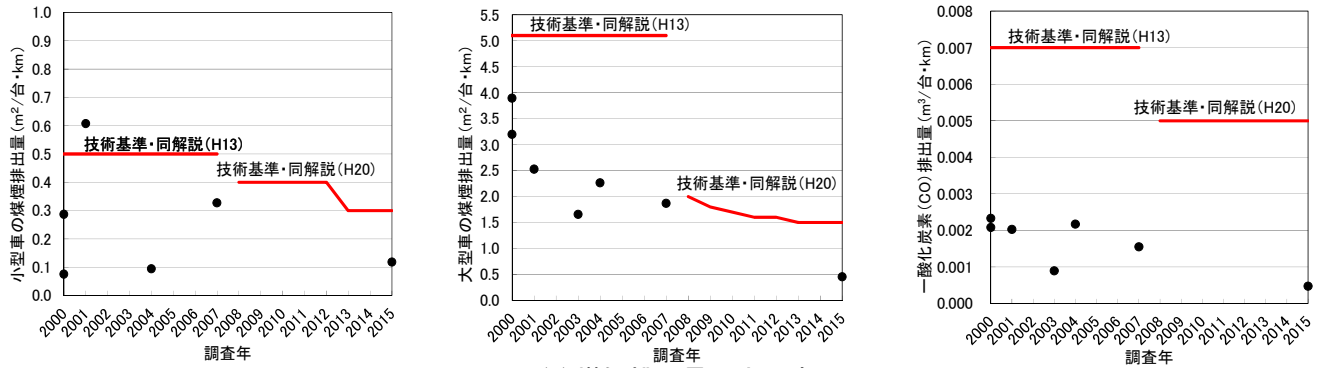


図-4 自動車 1 台あたりの排出量の推移

【参考文献】

- 1) 道路トンネル技術基準 (換気編)・同解説 平成20年改訂版: (社) 日本道路協会, 平成20年10月
- 2) 道路トンネル技術基準 (換気編)・同解説: (社) 日本道路協会, 平成13年10月