

道路トンネルの換気設計に用いる自動車排気ガスに関する一考察

独立行政法人 土木研究所 正会員 石村 利明
同 正会員 真下 英人

1. はじめに

現在、道路トンネルの換気設計に用いている自動車1台あたりの排出ガスの発生源単位は平成3～5年度に実施した実態調査に基づき設定されている。しかし、近年の自動車排出ガス規制の実施や自動車の性能向上に伴って、自動車から排出されるガス濃度も年々減少してきており、道路トンネルの換気設計に用いている自動車1台あたりの排出ガスの発生源単位の見直しの必要性が生じている。このため、供用中の道路トンネルを用いて排気ガス濃度の実態調査を複数年にわたり実施し、自動車の排出ガスの発生源単位の推移を把握した。本報告は、実態調査結果を報告するとともに、道路トンネルの換気設計に用いる自動車排出ガスの発生源単位について考察を述べるものである。

2. 検討方法

実態調査は、一般国道の2車線のトンネルにおいて連続48～72時間の排出ガス濃度等の連続測定を実施した。表-1に実態調査を行った各トンネルの概要を示す。測定は、図-1に示すように道路トンネルを1本のチューブと考えると、トンネルの入口側および出口側の2ヶ所において排出ガス濃度を計測するとともにトンネル内を通過した自動車台数を大型車・小型車別に調査を行った。

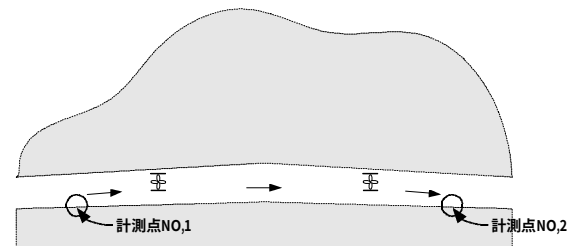


図-1 実態調査の概要図

表-1 実態調査を実施したトンネル一覧

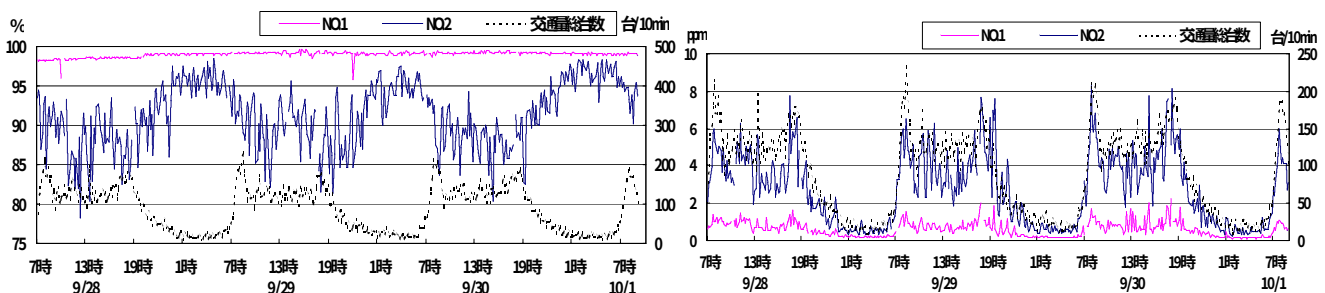
調査トンネル	延長(m)	縦断勾配(%)	換気方法 (JF:ジェットファン)	交通方法	2000年	2001年	2002年	2003年	2004年
A	2,027	0.9	JF付立坑集中排気縦流式	対面	○	○		○	
B	734	1.61	JF+送・排縦流式	一方	○				
C	881	1.3	立坑集中排気縦流式	一方			○		
D	1,833	1.3	JF式縦流式	対面				○	
E	1,224	2.3	JF式縦流式	対面					○

調査項目は、排出ガス濃度として換気対象物質である煤煙、一酸化炭素のほか、トンネル車道内風速、交通量(大型車・小型車の別)とした。

3. 検討結果

(1) 排出ガス濃度の変化

図-2に煤煙濃度(煤煙透過率)および一酸化炭素濃度の経時変化の一例を示す。図より、煤煙および一酸化炭素ともに、トンネル内の風速の風上側では濃度の変動は少なく、風下側の濃度は交通量総台数の増減とともに変化していることが分かる。



(a) 煤煙濃度(煤煙透過率)

(b) 一酸化炭素濃度

図-2 排出ガス濃度の経時変化

(2) 道路トンネルの換気設計に用いる自動車排出ガスの発生源単位について

① 発生源単位の算出方法

煤煙排出量および一酸化炭素排出量の濃度およびトンネル内風速、交通量から自動車1台あたりの発

キーワード；道路トンネル、換気設計、自動車排出ガス、実態調査

連絡先 〒305-8516 つくば市南原1-6 独立行政法人土木研究所 TEL 029-879-6791 FAX 029-879-6796

生源単位を算出した。解析は 10 分間毎の平均値(1 秒毎の瞬時値の平均)を用い、これと車種別交通量の諸元を用いて行った。煤煙排出量の算出方法は、調査地点 2 地点(図-1 の計測点 NO.1、NO.2)それぞれの VI 計で測定した透過率を次式(1)を用いて煤煙濃度(k_1)を求め、この調査地点間の煤煙濃度の差(k_1 、 k_2)を用いて式(2)から算出した。一酸化炭素排出量についても 2 地点間の濃度の差を用いた(2)式により発生源単位を算出した。

$$k_1(1/m) = -\frac{1}{L} \ln \tau \quad \dots (1) \quad K = \frac{(k_2 - k_1) * Q}{L * N} \quad \dots (2)$$

ここで、 τ :透過率(%), K :煤煙排出量($m^2/km \cdot$ 台)、 k_1 :トンネル内の煤煙濃度(1/m)、 k_2 :トンネル入口の煤煙濃度(1/m)、 Q :車道内流量($m^3/10min$)、 L :地点間距離(km)、 N :交通量(台/10min)とする。

図-3 に上記方法により求めた各排出ガス発生源単位と大型車混入率の関係の一例を示す。これによって求めた一次回帰式より、大型車混入率 100%が大型車、大型車混入率 0%が小型車のそれぞれの発生源単位となる。

②発生源単位の経年的変化

実態調査による自動車 1 台あたりの排出ガスの発生源単位の経時の変化を図-4、図-5 に示す。各図ともに 1990 年代前半に実施された同様の実態調査から求めた基準排出量¹⁾とともに。現在の換気設計に用い

られている技術基準の値²⁾および JH による自動車排出ガス規制の効果を考慮した将来の煤煙発生予測により設定した値³⁾を示す。図-4 より、小型車の煤煙排出量は、一部の値で技術基準を上回っているものの過去の値と比較して大きな変化は見られない。一方、大型車の煤煙排出量は、ばらつきはあるものの技術基準の値に比べて小さく、過去に実施された値と比べて年々減少していることが分かる。図-5 より、一酸化炭素排出量も煤煙排出量と同様に減少傾向を示しており、小型車、大型車ともに、技術基準の値に比べて小さく、過去に実施された排出量と比べて大きく減少していることが分かる。

一連の実態調査より、自動車の排出ガスの発生源単位の減少傾向が確認された。今後、合理的な換気設計を行うためには、今回得られた発生源単位の推移と自動車の排気ガス規制との関係について検討したうえで、自動車の排出ガス規制による効果を考慮した排出量の予測を行い発生源単位の設定を行うことが重要である。

【参考文献】

- 1)猪熊明、角湯克典、宮川順一ほか：トンネル換気設計に用いる煤煙の自動車 1 台あたりの発生原単位と補正係数に関する研究報告書、建設省土木研究所共同研究報告書第 114 号、平成 7 年 3 月
- 2)(社)日本道路協会：道路トンネル技術基準（換気編）・同解説、平成 13 年 10 月
- 3)日本道路公団：設計要領第三集第 9 編トンネル(2)トンネル換気、平成 14 年 9 月

