

トンネル内換気対象物質の低減状況と将来予測

(株)高速道路総合技術研究所 正会員 ○清水 雅之
 (株)高速道路総合技術研究所 正会員 伊藤 哲男
 (株)高速道路総合技術研究所 正会員 海瀬 忍

1. はじめに

我が国の自動車排出ガス低減対策への取り組みは、主として新車の排出ガス量許容限度の段階的な改正が行われてきている。高速道路トンネルの換気設計は2009年に自動車排出ガス規制効果を考慮した煤煙排出量の将来予測値を採用しており、トンネル内環境の改善の実態が反映されている。このような動向を適宜、トンネル換気設計に反映するため、近年における都市間高速道路トンネルの実態調査を行い、排出ガス規制効果による換気対象物の更なる低減状況の把握および換気対象物の将来予測値について検討を行ったものである。

2. 実態調査結果

供用中の高速道路3トンネルにおいて、平成27年、平成28年に、トンネル内の換気環境に関する実態調査を行った。平日3日間連続計測で、換気対象物の測定濃度を10分間毎に集計した平均値を表-1に示す。調査結果より、煤煙とCOについては現行設計基準の許容濃度（煤煙透過率50%，CO濃度100ppm）に対して大幅に低い結果であり、NO_x濃度についても労働衛生上の許容濃度（ACGIH）NO=25ppm，NO₂=3ppmに比べて大幅に低い値となり、海外の道路トンネル内NO_x許容濃度15ppm～25ppmと比較しても低い状況であった。

次に、2トンネル内の浮遊する粒子状物質の粒径別発生源寄与率の比較を図-1に示す。図より微粒子は粒子状物質の約75%、70%を占め粗粒子が少ないことが判る。また、微粒子には自動車から排出される自動車排出ガス由来が約62%、69%と非常に高く、次いでタイヤ摩耗粉じんや路面摩耗粉じんの順となっている。粗粒子は不明が約72%、43%と多い結果であるが、粒子状物質中の微粒子と比べ粗粒子の割合が小さく、その量は非常に少ないことから排気ガス規制の効果は粗粒子よりも微粒子の自動車排出ガス由来に現れるものと考えられる。以上の調査結果から、図-2に示すように自動車排出ガス由来の構成比率が高い微粒子が削減していく従来

表-1 換気対象物実態調査結果

項目 調査年 調査トンネル 地点	H27						H28			
	Eトンネル		Fトンネル				Bトンネル			
	坑口側	坑内側	坑口側	坑内側	坑口側	坑内側	坑口側	坑内側	坑口側	坑内側
煤煙透過率(%)	86.8	89.8	98.3	92.6	99.8	99.5	(未測定)	(未測定)	91.1	90.2
一酸化炭素(CO) (ppm)	1.61	2.88	2.08	4.38	2.72	5.37	2.63	5.75	0.02	0.061
窒素酸化物(NO _x) (ppm)	0.24	1.88	0.31	0.92	0.30	0.69	0.22	0.49	0.28	1.40
一酸化窒素(NO) (ppm)	0.19	1.55	0.24	0.77	0.22	0.57	0.16	0.40	0.06	0.48
二酸化窒素(NO ₂) (ppm)	0.06	0.33	0.07	0.15	0.08	0.12	0.06	0.10	0.19	2.02

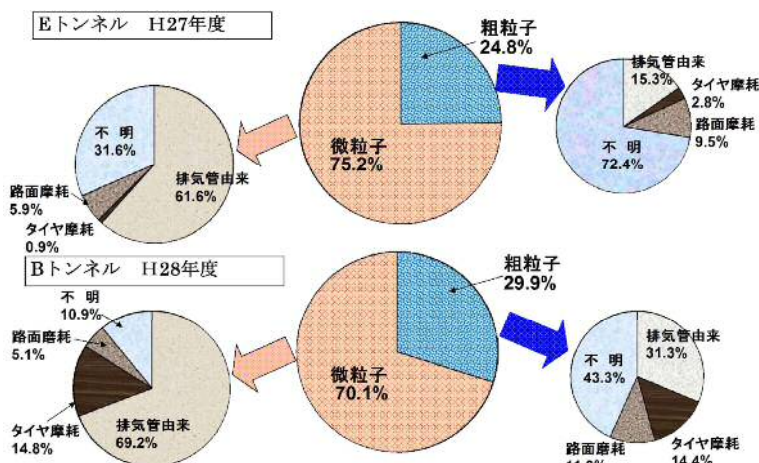


図-1 粒径別発生源寄与率

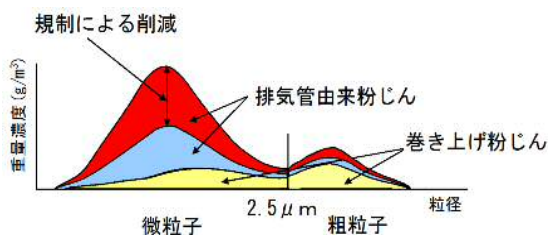


図-2 煤煙構成物質の減少概念

キーワード：トンネル換気，煤煙排出量，一酸化炭素濃度，実態調査，粉じん

連絡先：〒194-8508 東京都町田市忠生 1-4-1 (株)高速道路総合技術研究所 トンネル研究室 TEL 042-791-1629

の煤煙構成物質の減少概念が適用できるものとする。

3. 排出ガス規制適合車両の推移

換気対象物質の発生源である走行車両には年式により異なる排出ガス規制対策等が適用されていることから、換気対象物質の排出量の将来予測などを実施するために車種別、年式別の車両構成比が必要となる。供用中の高速道路の休憩施設において、平成27年にナンバープレート調査を行った。実施したナンバープレート調査の結果を基に、年式別車両構成比を作成し、将来の排出ガス規制適合車の割合を図-3に示すとおり整理した。ポスト新長期規制の割合は平成31年が80%であるが、平成38年になると100%となり全車両が入れ替わる予測となった。

4. 煤煙排出量の経年変化

設計要領による大型車1台当たりの煤煙排出量の将来予測値と今回までの調査結果を図-4に示す。平成27年度のFトンネルの特異値を除いて、現行設計要領の煤煙排出量を下回っていることが確認できる。更に、この2カ年の調査結果を基に煤煙排出量の将来予測値（図-4改定案）によると、今後平成32年頃まで減少傾向が続き、最終的には約 $0.8\text{m}^3/\text{km} \cdot \text{台}$ 程度（現行設計値の約8割）となることが予測される。

一酸化炭素についても、過年度の実態調査結果の比較を図-5に示す。煤煙排出量と同様に現行設計要領の値に比べて下回っていることが確認され、今後の設計値として1台当たり $0.003\text{m}^3/\text{km} \cdot \text{台}$ 程度の排出量を提案する。

現行設計要領では、一方通行トンネルにおける煤煙将来予測値および一酸化炭素濃度に対するジェットファンの必要台数は、概ね延長6,000m以下で自然換気が成立することとなっているため、改定案の値を適用した場合、更なる設置範囲の削減が見込まれる。

5. まとめ

2カ年の換気実態調査より、車両からの換気対象物の発生量が確実に減少していることを確認し、新たな煤煙排出量と一酸化炭素濃度の将来予測値を提案することができ、既設の換気設備規模よりも大幅に縮減されることを把握した。また、従来、換気設備は煤煙を対象とした規模で決定される場合が大半であったが、今後は一酸化炭素濃度を対象とする設備規模の決定が多くなることも新たな知見として得られた。

今後も排出ガス規制適合車量の移行過程や排出量の動向および非常時の排煙設備としての取扱いに注意を払い、換気の運用実態をモニタリングしながら適宜、換気設計諸数値の妥当性を確認していく必要がある。

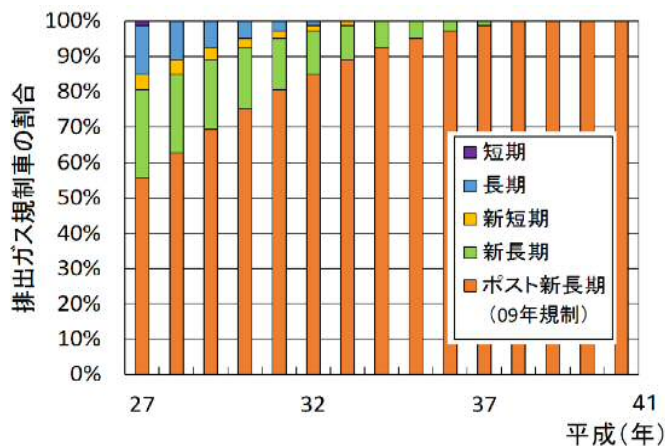


図-3 排気ガス規制適合車の推移（大型車類）

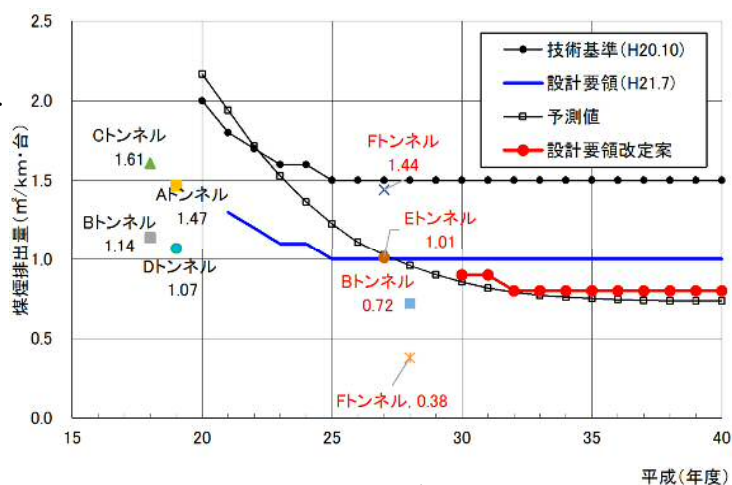


図-4 煤煙排出量の予測及び測定値（大型車）

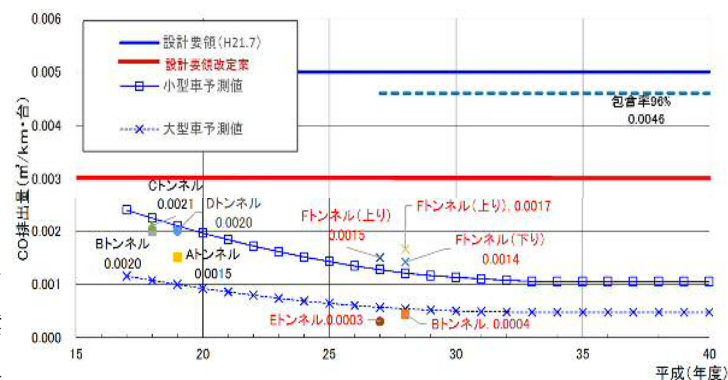


図-5 一酸化炭素濃度の測定値（全車）