

IV-260 自動車による交通換気力について

建設省土木研究所 正会員○堀内浩三郎

建設省土木研究所 正会員 猪熊明

1. まえがき

道路トンネルでは、自動車から排出される有害成分によってトンネル内の空気が汚染される。このため、トンネル通行に安全な環境を確保するための換気を行う必要がある。最近、交通量の増加はもちろんのことトンネル延長もますます長大化の傾向にあり、これに伴って換気に必要な施設や運転費が著しく増加して、トンネル総工事費の中に占める役割が大きくなっている。また、道路の4車線化によりトンネル走行時の交通形態として一方交通が多くなってきている。このためトンネル延長、交通形態に対応した効率的な換気方式や換気の制御方法を開発すること、従来、換気施設の設計に用いていた換気に関する諸量および係数をさらに精度のよいものとする事などが換気設計手法の課題となっている。

本報告は、自動車の交通流によって発生する交通換気力に関する諸数値について見直し、さらに精度の高い値とするために、実大トンネル実験施設を用いた実大規模の実験と模型装置を用いた模型実験を行った結果および自動車の形状および保有台数から自動車の前面投影面積をまとめたものである。

2. 調査方法

トンネル内を走行する自動車によって発生する交通換気力の諸数値を正確に把握し調査する方法には、模型トンネルによる実験(以下模型実験)や実大規模の実験(以下実大実験)が考えられる。ここでは、模型実験による方法で各種の条件による交通換気力の諸数値を求め、実大実験で模型の値を検証する方法でおこなった。

実大実験においては、自動車として大型トラック、小型自動車を用いた。各種条件下で自動車を単独、並列、縦列等で走行させることによって発生するトンネル内風速および風圧は、トンネル内の両坑口およびトンネル中央付近に設置した風速計、微差圧計で測定した。交通換気力の諸数値は、走行によって発生するトンネル内風速および風圧から求めた。また、トンネル通気損失は、自動車の走行によって発生した風速の減衰値を用いて求めた。

模型実験においては、模型トンネルおよび模型自動車の縮尺を1/30としトンネル内に大型トラックおよび小型自動車の模型自動車を固定し、排風機を用いてトンネル内の空気の流れを自動車の走行速度と同等の値まで上げていき、自動車に直接作用する抗力および自動車の前後の差圧を測定して交通換気力の諸数値を求めた。

自動車の前面投影面積については、自動車のガイドブックから車種ごとの形状と自動車保有車両数から車種ごとの台数を用いて大型車および小型車について求めた。

3. 交通換気力

3.1 自動車の全面投影面積

自動車の全面投影面積は、自動車ガイドブックより大型車(バス、トラック、特殊車)、小型車(乗用車、バス)の全面投影面積、自動車保有台数より車種ごとの台数を求めた。

3.2 自動車の抵抗係数

自動車による交通換気力 ΔP (mmAq; 1台当り)は、通常(1)式によって表されている。

$$\Delta P = \frac{A_c \cdot \xi_c}{A_r} \cdot \frac{\rho}{2} (V_t - V_r)^2 \quad \dots (1)$$

ここに V_t ; 自動車の走行速度 (m/s)

A_o ; 自動車の前面投影面積 (m²)

ξ_o ; 自動車の抵抗係数

(1)式から自動車がトンネル内の空気に与える力の程度を示す自動車の抵抗係数 ξ_o 以外は直接に測定が可能な値であるから、自動車の抵抗係数 ξ_o は交通換気力 ΔP が与えられれば求めることができる。

4. 結果

4.1 自動車の全面投影面積

自動車の全面投影面積は、大型車(バス、トラック、特殊車の荷重平均)で7.11、小型車(乗用車、バス等の荷重平均)で2.31の値が得られた。

4.2 自動車の抵抗係数

実験から得られた自動車の抵抗係数は、図-1に見られるように実大実験の結果と模型実験の結果が、ほとんど同じような傾向で同じような値を示した。

3.2の項で得られた自動車の前面投影面積における抵抗係数は、大型車で概ね1.2、小型車で概ね1.5が得られた。これらの値は、現在の基準で使用している値（大型車で1.0、小型車で0.5）に比べて小型車はほぼ同等であるが、大型車が20%程度大きい値になっている。これは従来の自動車より前面投影面積が大きくなっているために抵抗係数大きい値になっているものと思われる。

自動車の抵抗係数は、自動車の前面投影面積によって異なり、単独走行（1台）および並列走行（2台）の前面投影面積の範囲では3次の近似式（ $Y = -0.029756 + 0.210157X - 0.0158813X^2 + 0.000541556X^3$ ）によって自動車の前面投影面積を表せることがわかった。

車頭間隔による抵抗係数の違いは、小型車の場合、ほとんど影響が見られないが大型車の場合、車頭間隔が100m以上離れないと影響が出ることがわかった。

追越しの場合の抵抗係数の違いは、追越し車両が占積率が小さいと、ほとんど影響しないが、大型車等のように占積率が大きくなると走行条件によって大きく変化することがわかった。

車速が大きくなると、抵抗係数は若干小さくなる傾向を示している。

5. まとめ

交通換気力の諸数値のついて表-1に示す。

自動車の等価抵抗面積 A_m は、大型車で $A_m = 8.57$ (7.11×1.2)、小型車で $A_m = 1.15$ (2.31×0.5) が得られた。現状の基準で使用している値（大型車で $A_m = 5.37$ 、小型車で $A_m = 1.05$ ）より大型車は概ね1.6倍大きい値になっている。

図-2は、自動車等価抵抗面積と大型車混入率の関係を示したものである。図には、現在の基準で用いられている値も併記（点線）した。この図が換気施設の計算を行う場合の自動車等価抵抗面積 A_m の値の目安となろう。

表-1 交通換気力の諸数値

	大型	小型
自動車の前面投影面積 A_c (㎡)	7.11	2.31
〃 抵抗係数 ξ_c	1.2	0.5
〃 等価抵抗面積 A_m (㎡)	8.57	1.15

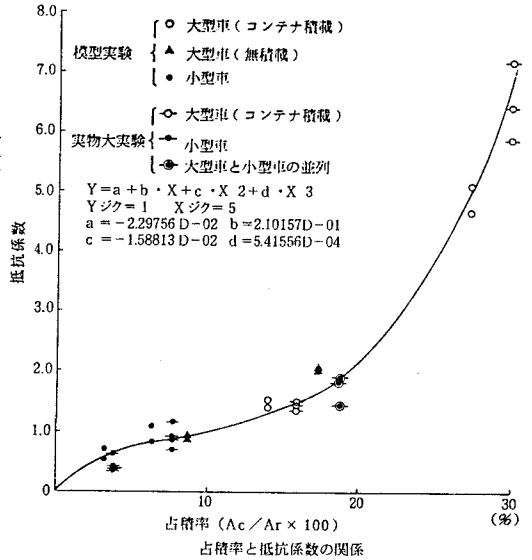


図-1 占積率トンネル自動車抵抗係数の関係

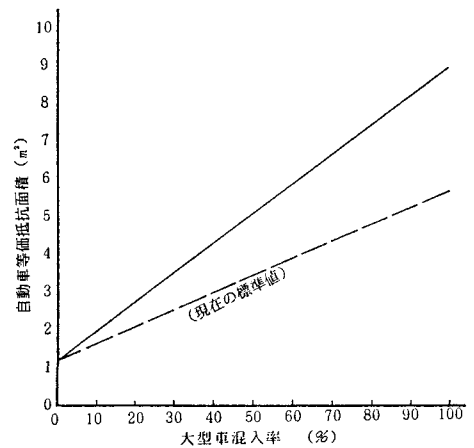


図-2 等価抵抗面積と大型混入率の関係