

トピックス

走行時の窓開けによる
車内換気の数値シミュレーション

鉄道総研は、大都市圏における通勤型車両の走行時の窓開けによる車内換気効果について、数値シミュレーション(図1)による評価を行いました。

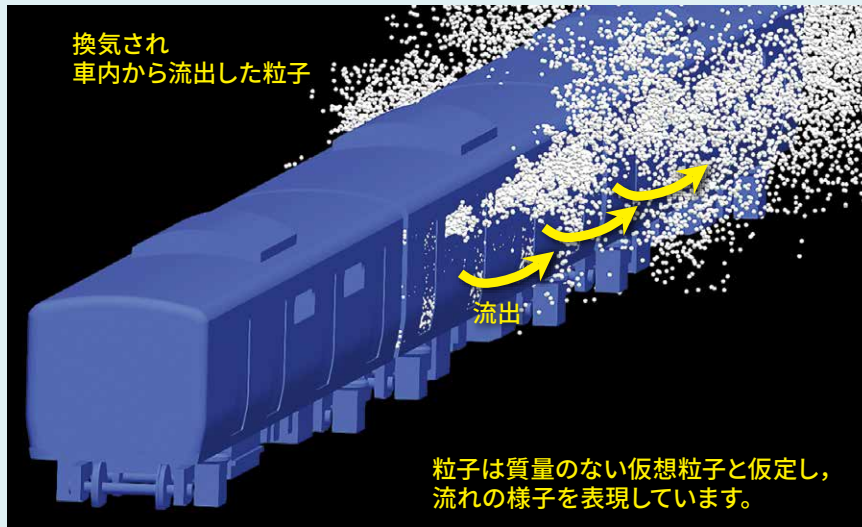


図1 窓開けによる車内換気の様子(2両目車内で発生する仮想粒子が窓から流出)

【評価結果の概要】

- 鉄道総研で開発した空気流シミュレータを用いて、走行時の窓開けによる車内換気効果を評価しました。
- 車両の窓から換気される空気量は窓の開口面積と列車速度に比例します。
- 乗車率が変わっても、換気量はあまり変化しません。
- 6か所の窓を10cm程度開けて速度約70km/hで走行した場合、窓からの換気量は $0.36\text{m}^3/\text{s}$ となり、車内の空気が5～6分に1回入れ替わることになります。空調装置の外気導入量と合わせると換気量は $0.78\text{m}^3/\text{s}$ となり、車内の空気が2～3分に1回入れ替わることになります。

【窓開け時の換気量の評価】

車内換気シミュレーションの結果の一例として、図2に列車速度45km/hおよび72km/h、乗車率0%、開口可能な窓6枚での窓の開口面積に対する換気量を、図3に列車速度に対する換気量をそれぞれ示します。これらのグラフより、換気量は開口面積、列車速度と比例関係にあることがわかります。両者の比例関係から、例えば、窓を10cm程度(開口面積 0.72m^2)開けている車両が速度約70km/hで走行した場合、その車両の換気量は、 $0.36\text{m}^3/\text{s}$ となり、車内の空気が約5～6分に1回入れ替わることがわかります。

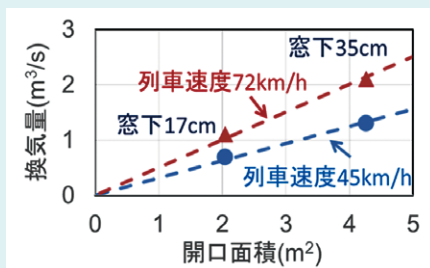


図2 窓の開口面積に対する換気量

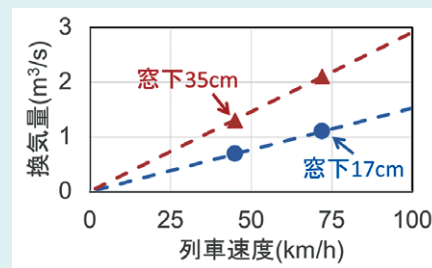


図3 列車速度に対する換気量

【混雑度が車内換気に与える影響評価】

車内の乗車率50%と100%を想定して、図4のようなモデルで、車内の混雑度の影響について検討しました。乗車率50%のモデルでは、全席に乗客が着座して、出入口付近と座席の中間部の通路に乗客が立っている条件です。また、乗車率100%のモデルでは、乗客同士の間隔が10~20cm程度となっています。これらの条件における車内換気シミュレーションの結果を図5に示します。乗車率が高くなっても、換気量の低下はわずかであることがわかります。

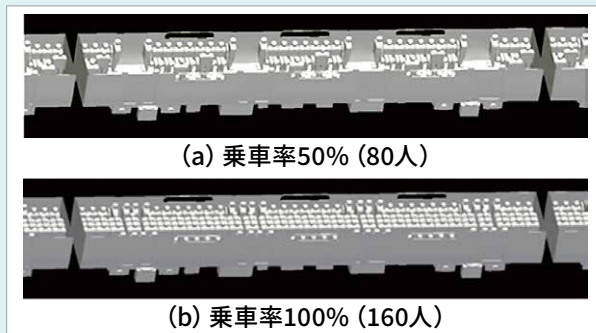


図4 乗客を再現した車内モデル

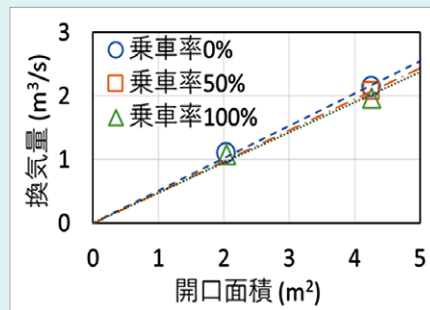


図5 換気量と混雑度の関係

【空調装置や送風機が車内換気に与える影響評価】

車内の空調装置や送風機を考慮して、図6のようなモデルで空調装置が作動している状態(図7)について検討しました。空調装置の有無による窓からの換気量を比較した結果を図8に示します。本結果から、空調装置は窓からの換気量にほぼ影響を与えないことがわかります。このため、外気を導入する機能を有している空調装置が搭載されている車両の場合は、窓からの換気量に加え、空調装置による外気の導入量を合算したものが車内換気量となります。例えば、空調装置による外気導入量が0.43m³/sの場合には、表1に示すように、車内の空気が2~3分で入れ替わることとなります。

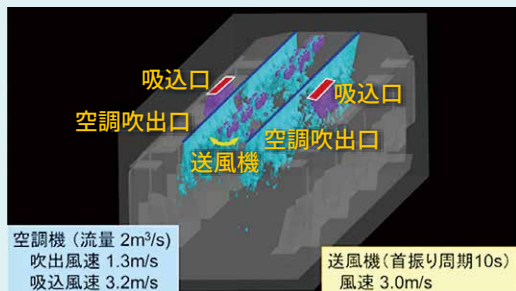


図6 空調機・送風機を考慮した車内モデル

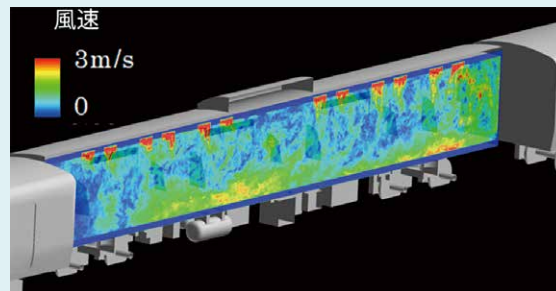


図7 車内の風速分布

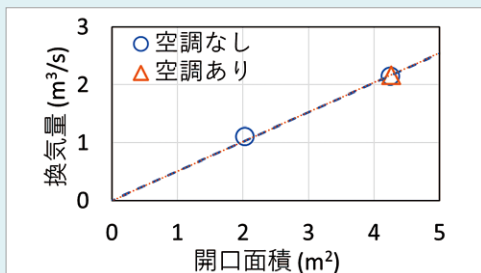


図8 窓からの換気量と空調機の関係

表1 空調の外気導入による換気効果

	外気導入なし	外気導入あり
窓開け換気量	0.35m³/s	0.35m³/s
空調装置による外気の導入量	—	0.43m³/s
車内空気の入れ替わり時間	5.3分	2.4分

【今後の予定】

今後は、実際の車両での測定を行って数値シミュレーションの妥当性を検証するとともに、クロスシート形式の車両や貫通路による換気効果についての検証を行う予定です。また、これらの場合の車内各所における空気の流れなどについて詳細に評価を行う予定です。