S05203

トンネル火災時の熱気流の流動特性に対する車両の影響

Effect of Train on Flow Characteristics of Hot Gas in Tunnel Fire

○正 山内 雄記^{*1,2}, 齊藤 実俊^{*1}, 岡 泰資^{*2}
 Yuki YAMAUCHI^{*1}, Sanetoshi SAITO^{*1} and Yasushi OKA^{*2}

^{*1} 鉄道総合技術研究所 Railway Technical Research Institute

^{*2} 横浜国立大学 Yokohama National University

Key Words: Tunnel Fire, Ceiling Jet, Temperature Distribution, Ceiling-jet Thickness

鉄道におけるトンネル断面積に占める車両断面積は道路の場合よりも大きく、また、鉄道車両は長大であることから、火災時にトンネル天井を沿って流れる熱気流に対して鉄道車両の存在が与える影響は大きいと考えられる。そこで、トンネル模型内に車両模型を設置しトンネル火災模擬実験を実施した。

図1に実験時の様子を示す。トンネル模型は、全長 $L=21.6$ m、幅 $W=0.4$ m、高さ $H=0.5$ m（在来線の単線トンネルの約 1/10 スケール）の矩形断面であり、壁面の材質はケイ酸カルシウムである。車両模型としては、1 mm 厚のステンレス板を用いて直方体（長さ 2.0 m、幅 0.28 m、高さ 0.26 m）を 6 つ製作し、トンネル片側坑口から 0.9 m～13.5 m の範囲に 100 mm 嵩上げして設置した。火源の燃料にはヘプタンを用い、直径 75 mm、高さ 19 mm の円柱形火皿に入れ、1,2 両目間のトンネル幅方向中心の床面に設置し、着火した。最大発熱速度は約 3 kW である。 $y=0$ （幅方向中央）の天井 10 mm の位置のトンネル長手方向の温度分布および $y=170$ mm（車両側面とトンネル壁面の間の中央に相当）の位置における複数箇所の鉛直方向の温度分布を測定した。

トンネル長手方向天井温度上昇量分布について、車両なしと車両ありのそれぞれの条件における結果の比較を図2に示す。横軸は火源位置を $x_f = 0$ としたトンネル長手方向の位置をトンネル高さで無次元化した値、縦軸は $y=0$ （幅方向中央）の天井 10 mm の位置における無次元温度上昇量（着火後 8 分から 9 分の 1 分間平均値）である。車両がある条件の方が温度減衰の割合が大きかったと判断できる。この原因は、熱気流から車両への伝熱が行われたことであると考えられる。また、鉛直方向温度上昇量分布の測定結果から温度由来の熱気流の厚さ $h_{T,1/2}$ を求めた。図3に熱気流厚さのトンネル長手方向変化を示す。車両なしの場合は $3.6 \leq x_f/H$ の範囲で単調に増加した。車両ありの場合は、 $1.8 \leq x_f/H \leq 23.4$ の範囲では概ね変化がなく同等の厚さであったが、 $25.2 \leq x_f/H$ の範囲では徐々に増加し、 $x_f/H = 34.2$ の位置では車両なしの場合と等しくなった。車両なしの場合より車両ありの場合で熱気流厚さが薄くなったことの原因は、車両の存在の影響で車両側方における温度上昇量が低くなったことであると考えられる。ただし、車両や火源の位置関係によっては異なる結果となることが推測され、複数の条件での結果を確認する必要がある。

Figure 1 Small-scale test of tunnel fire

Figure 2 Horizontal temperature distribution of normalized temperature rise

Figure 3 Variations of ceiling-jet thickness with distance from fire source