

トンネル火災の避難シミュレーションモデル

現在、日本において第二東名といった新たな高速道路が建設され、トンネルの延長も年々増加しつつある。また長大トンネルの交通量の増加によって、トンネル内における火災発生の確率が増加すると思われる。トンネル火災における人的災害の防止策を講じる際に、火災発生時におけるトンネルの内部状況の構成要因が、避難行動に対して与える影響を把握する必要がある。

本論文では、トンネル火災の避難行動としてセルオートマトン法の考えを用いたマルチエージェントシミュレーションを行った。災害時の避難者行動の避難志向に着目し、避難者の属性として避難者に視野範囲、および災害情報を避難者同士で伝達しあうとして、情報伝達範囲を持たせて実行を行った。その際に、トンネル内空間の内部状況である煙の遡上速度、残留車両の数、標識の有無、火災発生点からの距離を構成要素とした。避難者の属性と構成要素の数値が、どのように作用し避難行動に影響を与えるか数値的に検討した。

解析結果として、情報伝達範囲が5m以下となった場合には避難者の大半が避難完了したにも関わらず、逃げ遅れる避難者が見られた。また、煙の遡上速度が1.0m/sでは、避難者の視野範囲が5m、情報伝達範囲が3m以下の場合、避難者は群集となって行動し、群集の密度が高くなると避難者の避難速度は大幅に低下し、結果として大量の避難者が煙に巻き込まれ被災してしまう現象が見られた。

火災発生状況の要因による避難行動に対する影響を効率的に要因別に数値で表すために、実験計画法によりシミュレーションの条件をデザインし実行を行った。煙の遡上速度を変化させ避難完了速度と残留避難者数に対する影響を解析し、得られた数値を主効果に変換して分析した。避難完了速度に最も影響を与える要因は視野範囲であり、残留避難者数に対しては残留車両の密度であることがわかった。得られた各要因の主効果の値に対して一元配置の分散分析を行った結果、避難完了速度において視野範囲が1%水準で棄却され、視野範囲が単独要因で大きな影響を及ぼしていることがわかった。残留避難者数においては棄却域には達しなかったものの、残留車両の密度と標識の有無が高いF分布値を示した。

以上、避難者の属性とトンネルの内部状況の関係を数値化することができたことで、トンネルの設備計画などの安全計画の一助になることが期待できる。本研究では群集になった時の影響として避難速度の低下として設定したが、より現実的に密集時の避難者同士の圧力や流れの影響を考慮する必要があると思われる。