

2015年 1月 28日

博士学位論文審査報告書

大学名 早稲田大学
研究科名 人間科学研究科
申請者氏名 藤井 皓介
学位の種類 博士（人間科学）
論文題目 鉄道駅における行動モデルに基づく避難安全性評価手法
Behavioral-Model Based Evaluation Method of Evacuation Safety in
Railway Stations
論文審査員 主査 早稲田大学教授 佐野友紀 博士（工学）（早稲田大学）（建築
計画／建築防災）
副査 早稲田大学准教授 小島隆矢 博士（工学）（東京大学）（建築環境）
副査 早稲田大学准教授 佐藤将之 博士（工学）（東京大学）（建築計画）
副査 東京理科大学教授 大宮喜文 博士（工学）（東京理科大学）（建築
防災）

近年、駅内商業施設等の新しい用途の導入により大規模鉄道駅構内及び周辺街区の接続が複雑化するとともに、鉄道駅利用者が多様化している。駅内施設間の利用者の移動は平常時と非常時では異なるが、特に非常時を想定した避難安全計画は必要不可欠である。日本国内の鉄道駅では、建築基準法の避難計画に関わる法規制が適用されない部分があり、鉄道関連規定、消防法規制などとの不整合もあるため、駅特有の統合的な避難安全計画の構築が必要となる。

本研究は、鉄道駅の火災避難時の移動円滑化に資する避難計画の作成方法及び評価方法の確立を目的とする。既往の知見を鑑み、(1)大規模鉄道駅の避難経路探索時における経路選択要因及び行動の把握、(2)視方向に対する標識の水平角が煙中における誘導灯及び案内標識の視認距離に与える影響の把握、(3)改札口を通過する群集の流動性状に基づく避難計算手法及び検証方法の作成、(4)鉄道駅における合流による滞留評価指標の検討及び健常者の改札口通過時における災害時要援護者の避難安全の評価方法と避難方法の検討の4項目を検討している。具体的には鉄道駅を対象として、実測及び質問紙調査、被験者実験、シミュレーションに基づく検討を通し、避難時の移動に関する問題点の把握と避難計画に資する計算方法及び指標の作成を行っている。

第1章では「序論」として、鉄道駅における火災時の避難安全計画について、社会的要求、関連する法規及び現状の避難計画実施状況に基づき、検討課題を整理するとともに、研究目的、構成について述べた。

第2章では「大規模鉄道駅の避難経路探索時における経路選択行動特性」として、大規模鉄道駅の避難誘導計画に資する知見を得ることを目的とし、実際の大規模鉄道駅で実施した

避難経路探索実験における避難中の被験者の行動・判断の把握を行うとともに、実験被験者及び一般利用者の避難に関する知識、判断、行動の把握を行った。実験では、平常時に使用される案内標識が主要な経路選択要因となる一方で非常用の誘導灯が使用されない結果が多く見られた。また、交差点等の経路選択場面で出口までの距離情報がないことが経路判断において阻害要因となること等の結果が得られ、現状の鉄道駅において避難時の移動に関する問題点を把握した。これにより、火災避難時の経路探索に影響を与える環境的要因及び空間構成の把握が不十分である不慣れな単独避難者の経路探索行動モデルを明らかにした。

第3章では「鉄道駅経路指示標識の煙中における視認性」として、煙の濃度、標識の種類、標識の視方向に対する水平角が視認距離に与える影響を明らかにすること、及び火災避難時に活用し得る誘導灯及び案内標識について配置指標を作成することを目的とし、設置空間の煙濃度、視方向に対する標識の水平角を条件とした被験者実験を行った。誘導灯及び案内標識模型について煙濃度と水平角が視認距離に与える影響を把握し、各標識について減光係数と水平角を用いた視認距離の予測式を得るとともに、視認上有効となる水平角の設置有効範囲を示した。

第4章では「鉄道駅改札口通過時における群集流動特性」として、鉄道駅改札口通過群集の流動性状に基づく避難計算手法及び検証方法を得ることを目的とし、被験者を用いた実物大の実験空間による群集の改札口通過実験を行った。改札口通過実験の実施を通して、群集の数と改札口への接近方向の観点から改札口に接近する群集の改札口通行部すなわちレーンの選択確率モデルを提案した。また、実験により得られた改札口の流動量を基に、実態に合わせた改札口レーンの有効幅員を算出した。自動改札機は腰までの高さに設置され、肩高では自由開放であることから、肩高以上の側壁を持つ一般的な通路とした場合に想定される改札口の有効幅員として、足下の通路幅員に余裕を追加した0.62m相当とすることが適していることを示した。加えて、現在、建築基準法の避難計算で用いられる流動係数及び足下の通路幅員の組合せでの避難計算による改札口における滞留通過時間は、計算上安全側の結果となることを示した。

第5章では「鉄道駅における合流及び滞留を考慮した避難時間評価手法」として、駅構内で避難中の混雑状況下において発生する合流により生じる滞留の評価手法の作成を行うことを目的とした。多数の利用者が存在する都心の大規模鉄道駅をモデルとした避難シミュレーションを実施し、改札内外の避難者の合流により生じる滞留とこれに伴う避難時間の遅延及び出口流入の阻害を確認した。この結果を受けて、駅構内で一斉避難を行う場合について、各ボトルネックにおける合流状況を判別する条件式を示すとともに、各条件における避難完了時間を算出する式を作成した。加えて、滞留の無い場合と比較して、合流および開口部の滞留から生じた避難時間の増加分すなわち遅延時間の算出式を作成し、滞留の有無による避難時間の乖離度を定義することで滞留状態の評価方法を作成した。また、避難シミュレーションを用いて、災害時要援護者を健常者と同時避難させる場合と安全な場所に一時待機させた後に避難させる場合の2通りについて、改札口通過時の混雑状況の比較を行った。結果として、災害時要援護者としての車いす使用者が待機することで、健常者群集と同時に改札口を通過する場合よりも避難時間短縮と混雑緩和になることを示し、健常者による車いす使用者の追い越し及び改札口を先行通過するための条件を示す式を作成した。

第6章では「鉄道駅における避難計画の作成方法と評価方法の効果」として、第2章から第

5章において行った避難時の移動に関する問題点の把握に基づき作成した駅特有の避難計画方法及び評価方法について、設計を行う際の避難安全性に与える効果を示した。あわせて、現状の建築基準法に準じた避難安全設計に、本研究で得た避難計画及び評価方法を付加する手順を示した。避難計画の作成方法として、案内標識と誘導灯の設置計画方法、案内標識への距離情報の付加、標識の連続した配置、標識の視認角度に基づく設置方法について、避難誘導における避難安全性に対する効果を述べた。避難計画の評価方法として、改札口における滞留時間の計算方法、合流による滞留から生じる避難時間の遅延評価方法、ボトルネックにおける車いす使用者の合流状況評価方法について、滞留に関わる評価方法の避難安全性に対する効果を示した。

第7章では「結論」として、各章の結論を含む総括、まとめとして各章の結果を示すとともに、本研究の知見を実際の避難計画に適用するための検討課題として今後の展望を示した。

本研究で提案された鉄道駅の火災避難時の移動円滑化に資する避難計画の作成方法及び評価方法は、様々な規制の狭間で統合的な避難安全計画が十分なされてこなかった鉄道駅における避難安全計画の構築に有用であると考えられ、その意義は極めて高いものと評価することができる。

なお、本論文（一部を含む）が掲載された主な学術論文は以下のとおりである。

- [1] 藤井皓介, 佐野友紀, 大宮喜文: 視方向に対する標識の水平角が煙中の視認距離に与える影響 誘導灯及び案内標識の視認性, 日本建築学会環境系論文集, 第79巻第702号, pp.639-648 (2014)
- [2] 藤井皓介, 佐野友紀: 経路選択時の要因及び行動に基づく大規模鉄道駅の避難経路探索行動 鉄道駅の火災避難時における利用者の避難方略の検討 その1, 日本建築学会環境系論文集, 第79巻第704号, pp.829-839 (2014)
- [3] 藤井皓介, 佐野友紀: 避難時における鉄道駅改札口通過群集の通行部選択特性 間隙通過時における歩行者の行動特性 その1, 日本建築学会計画系論文集, 第80巻第708号, (2015) (印刷中)

以上のことに鑑みて、本審査委員会は本論文が博士（人間科学）の学位を授与するに十分値するものと認める。

以 上