

博士論文の概要

論文題目 駅の階段を中心とした群集歩行時の
安全性評価に関する研究

山 本 昌 和

駅の階段を中心とした群集歩行時の安全性評価に関する研究

本論文は、駅の建築計画や安全対策を支援する立場から、階段を中心とした駅の歩行空間における、群集流動の安全性を定量的に評価するための手法について研究したものである。

駅の群集流動は、鉄道の定時運行や駅の歩行空間の安全性を確保するうえで、課題の一つとされてきた。かつては、大都市に人口が流入し続けるなか、都市部と郊外を結ぶ鉄道を時刻通りに運行するためには、利用者を安全かつ効率的に列車に乗降させ、駅の群集流動を円滑にすることが欠かせなかった。鉄道の輸送人員が減少の傾向を見せ始めた現在でも、一部の都市や路線においては、駅の群集流動を安全に保つことは重要な課題の一つとされている。

近年、駅の建築計画や安全対策の詳細な検討には、コンピューターシミュレーションを用いることが一般的となりつつあり、群集流動に関する検討も例外ではない。それゆえ、今後の駅の群集流動の安全管理は、短時間で詳細な検討が可能になるとともに、設計者にも理解しやすい客観的かつ定量的な判断基準が求められる可能性が高い。しかし、現状では駅の群集流動の安全に関して、シミュレーションに対応した定量的な判断基準はなく、参考となるデータも不足している。

本論文では、流動量や歩行速度など群集流動の基本となる状態量に関して、時系列変化に着目した詳細な分析をおこなうことと、群集流動のなかで歩行者が感じる歩きにくさや不安感など、安全性に係わる心理量に関して、群集流動の状態量との関係性を把握することを目的としている。また、研究対象は、群集流動の安全性と関連の深い、ラッシュアワーのピークなどに見られる群集流動を対象としている。さらに、駅の歩行空間のなかでも、特に事故や事故の不安を感じやすい、階段とホーム狭隘部を対象としている。以下に、各章で得られた成果の概要を述べる。

第1章では、主に研究の背景や意義について述べた。ここでは、群集の安全に関する既往研究を振り返り、群集の通過効率ではなく、安全性そのものを扱った研究が少ないことを明らかにした。また、駅のように列車の遅れなどによって滞留する利用者が突発的に増加する可能性がある施設では、安全管理上、駅特有の群集の特性を把握し、それらを客観的に評価する必要があることを述べた。さらに、近年の駅の建築計画におけるシミュレーション技術の普及を背景に、計算結果を定量的に判定する必要性と、群集の安全に関する評価方法の必要性を述べた。

第2章では、駅における歩行に係わる事故が起きやすい場所や事故の危険を感じやすい場所の調査をおこなった。ここでは、A市在住の高齢者を対象としたアンケート調査により、駅での歩行に係わる事故の経験や、事故の危険を感じる場所や原因に関する情報を収集した。その結果、階段での転落事故が多いこと、階段とホーム狭隘部で事故の危険を感じやすいことを明らかにした。また、事故を経験した場所と事故の危険を感じる場所が類似することから、駅の利用者が歩行に係わる事故の危険を感じやすい場所を把握することは、群集流動の事故防止の観点でも有益であることを述べた。さらに、駅の構造上、駅の歩行空間には階段などの上下移動の施設が不可欠なことを示し、駅の階段における事故防止の重要性を述べた。

第3章では、駅の階段の群集流動を対象とした実測と群集流動の時間的変化に着目した分析をおこなった。ここでは、ラッシュアワーの駅の昇り階段を対象として、一方向流動の実測をおこない、通過人数や流動係数、歩行速度など、群集流動の基本となる状態量の時間変化を詳細に把

握した。その結果、駅の階段の群集流動が定常状態に至る過程を定量的に明らかにした。また、第4章で述べる群集流動実験にも資する、定常状態にある群集流動の流動係数や歩行速度を明らかにした。さらに、今後の駅の群集流動を対象としたシミュレーションの検証における、これら群集流動に関する時系列データの有用性について述べた。

第4章では、駅の階段における群集歩行時に感じる歩きにくさは、群集流動の安全の観点からも有益な知見であるとの考えに基づき、階段における群集歩行時の歩きにくさの評価手法について検討した。ここでは、模擬駅の階段を用いた群集流動実験によって、群集流動の状態量と歩行者が感じる歩きにくさとの関係を把握することで、駅の階段における群集流動の評価手法を検討した。その結果、階段における群集流動の歩行速度と歩行者が感じる歩きにくさに関係があることを定量的に明らかにするとともに、階段内で群集歩行時に感じる歩きにくさは、階段内でのすれ違いの有無にも影響を受けることを明らかにした。また、階段内の群集流動の歩行速度をパラメータとする、階段の歩きにくさの評価式を提案し、実際の駅での検証によって評価式の有効性を確認した。さらに、階段前で歩行者が感じる歩きにくさは、階段入口での流動係数と関係があることを実験的に明らかにする他、階段前での群集密度や待ち時間と関係がある可能性を示した。

第5章では、駅で群集流動の規制をおこなう場合を想定し、階段内に群集を滞留させるときの群集密度について安全性の観点から検討した。ここでは、模擬駅の階段を用いた群集実験をおこなうことで、静止した群集が一斉に歩行開始するときの、群集密度と歩行者が感じる不安感の関係を調べた。その結果、群集密度が約2.0人/m²を超えると一部の歩行者が不安を感じ始めること、群集密度が約4.0人/m²を超えると大半の歩行者が不安を感じることを明らかにした。また、階段で一斉に歩行を開始するときの群集歩行の特性が、昇り方向と降り方向で異なることを定量的に明らかにした。さらに、駅の群集流動の安全管理に関する知見として、やむなく階段で群集を滞留させるときには群集密度約4.0人/m²を上限とすべきこと、特に降り階段に滞留させた群集の規制を解除する際には注意が必要であること、女性や年寄りなどを含む群集では、より低い群集密度を上限とすべきであることを述べた。

第6章では、駅のホーム狭隘部における群集流動を対象として、歩行者の安全性を判定する方法について検討した。ここでは、模擬ホームを用いた群集流動実験をおこなうことで、ホーム狭隘部の群集流動の基礎的な特性を把握した。また、ホーム端部から一定の距離離れた領域を、安全な歩行範囲と定義し、ホーム狭隘部において歩行者が安全な歩行範囲内からはみ出さない条件を分析した。その結果、ホーム狭隘部において対向流動が形成されるときに、安全な歩行範囲からはみ出す行動が見られること、ホーム狭隘部で乗車待ちをする乗客数が影響していることを実験的に明らかにした。また、ホーム狭隘部の幅員と乗車待ちの乗客数をパラメータとする評価指標を提案し、ホーム狭隘部の群集流動の規制に関する検討手法を提案した。

最後に、第7章では、第1章から第6章で得た成果をまとめた。また、群集流動の規制のタイミングを計るうえで重要となる、階段での群集密度の変化や、ホームを歩く歩行者自身の安全への意識など、本研究では触れることのできなかつた課題について述べた。