

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	高層ビルの大規模防災訓練実測データに基づく階段避難シミュレーションモデルの開発
Title(English)	
著者(和文)	門倉博之
Author(English)	Hiroyuki Kadokura
出典(和文)	学位:博士(工学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第10207号, 授与年月日:2016年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:末松 孝司,元結 正次郎,翠川 三郎,大佛 俊泰,室町 泰徳,松岡 昌志, 大野 隆造
Citation(English)	Degree:, Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第10207号, Conferred date:2016/3/26, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	審査の要旨
Type(English)	Exam Summary

論文審査の要旨及び審査員

報告番号	甲第		号	学位申請者氏名		門倉博之	
論文審査 審査員		氏 名		職 名		氏 名	職 名
	主査	末松孝司		連携教授	審査員	室町泰徳	准教授
	審査員	元結正次郎		教授		松岡昌志	准教授
		翠川三郎		教授		大野隆造	名誉教授
		大佛俊泰		教授			

論文審査の要旨（2000 字程度）

本論文は、「高層ビルの大規模防災訓練実測データに基づく階段避難シミュレーションモデルの開発」と題し、5章で構成されている。

第1章「序論」では、既往の研究として、階段避難の方法と実測データ、階段避難シミュレーションモデル、避難計算に関する法制度についてレビューし、多層階での滞留や順次避難計画の事例が少ないことや、既存シミュレーションモデルは実測データに基づいた多層階滞留を再現するモデルとなっていないこと、法制度における避難計算手法では階段室内の混雑状況を考慮していないことについて指摘している。以上を踏まえて、実測データに基づく階段室内の滞留メカニズムの解明と階段避難シミュレーションモデルの構築による実用的な混雑軽減手法の確立が本論文の目的であることを述べている。

第2章「避難訓練実測データに基づく階段室内の滞留発生に関する分析」では、東京都内の25階建て高層事務所ビルで実施された全館避難訓練において、南北2ヶ所設置された避難階段のうち1ヶ所を1,000人規模の避難者が避難する訓練について実測調査している。避難訓練の実測結果として、階段室内の流動性状と階段室内で生じる滞留発生状況の分析とその要因に関する考察を行なっている。流動性状については、各階からの避難時間と完了時間、階段室内の歩行速度、流動係数、密度の関係について示しており、階段室内滞留の要因分析については、2種類の原因によって滞留が発生し、伝播する過程を明らかにしている。一つ目の原因は、合流を原因とする滞留であり、複数階から100人以上の避難者が合流した場合、合流が生じた階の上階での流動量が約1/2に減少し、滞留が累乗的に上階に伝播することを要因とするものである。二つ目の原因は、階段室内の高密度状態を原因とする滞留であり、多層にわたり階段室1層内の密度が概ね2.2人/m²以上になると発生しており、上層階に向かって伝播するものである。また、各原因による滞留の特徴として、合流を原因とする滞留の場合は停止時間が長くなるが、高密度状態を原因とする滞留では停止状態は短時間で解消することも分析結果として言及している。

第3章「階段避難シミュレーションモデルの構築」では、得られた避難訓練の分析結果をもとに、滞留メカニズムを端的に表現でき、かつ実用性の高いセルオートマトンモデルにて階段室をモデル化することを試み、階段避難シミュレーションへの実装を行っている。空間のモデル化は、避難訓練実測結果の階段室内の最大収容人数から割り出されたセルで階踊り場、階段部、中間踊り場から構成される空間を表現している。また、階段部内では、混雑に応じて減速することを考慮し、階段部内の歩行速度と密度との関係式を適用している。そのモデルによるシミュレーション結果と避難訓練の実測値を比較し、全館避難時の滞留現象の再現性を確認している。その再現精度の評価項目は、避難時間として各階からの平均避難時間と完了時間を、階段室の流動状況として単一階及び複数階にわたる流動係数を、階段室内の混雑状況として階踊り場と中間踊り場と階段部の密度、及び階段室単層内の人数の項目を比較し、本研究での目的に即した再現精度であることを明らかにしている。

第4章「滞留発生を避ける避難方法の検討と提案」では、効率性だけでなく、待たされることや混雑などの状況に対する心理的影響を考慮した安全性の観点から評価項目を提案している。効率性については「避難完了時間」を、安全性については避難訓練参加者約200名から収集したアンケート調査結果を考慮した「滞留時間」、「階踊り場密度」と「混雑継続時間」により評価している。避難方法の検討では、全館一斉避難と複数階ブロック単位で避難開始時間をずらしてフェーズ間隔を設定した順次避難とを比較し、順次避難の方が滞留時間を短縮でき、避難完了時間も殆ど差がないことが明らかになり、順次避難の有効性を確認している。さらに、数分程度のフェーズ間隔の差異による影響を分析し、効率적으로考えられる避難間隔による滞留時間の緩和を確認している。また、出火階による違いとして、低層階、中層階、高層階での出火を比較した結果、滞留時間は同等ではあるが、出火階を優先的に避難させた場合には出火階が高層階になるほど避難効率低下することを明らかにしている。

第5章「結論」では、各章で得られた知見を総括し、本論文の目的である階段室内の滞留メカニズム解明と混雑軽減策を検討する実用的モデル開発がなされていることを示している。また、更なる精度向上と実用化に向けた課題について言及している。

以上を要するに、本論文は、大規模な全館避難訓練を実測調査し、階段室内の避難性状を数値化・分析することにより滞留現象を明らかにし、階段室における安全性向上と効率的な避難方法の策定に有効な知見を提示しており、工学上、及び建物避難の管理実務に貢献するところが大きい。よって、本論文は博士（工学）の学位論文として価値があるものと認められる。

注意：「論文審査の要旨及び審査員」は、東工大リサーチリポジトリ(T2R2)にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。