

令和元年6月19日現在

機関番号：82665

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2016～2018

課題番号：16K18217

研究課題名（和文）消防活動と避難行動の相互影響を考慮した避難安全性評価手法の検討

研究課題名（英文）Study on Evacuation Planning Methods Considering Interactions between Firefighting and Evacuation

研究代表者

藤井 皓介 (Fujii, Kosuke)

総務省消防庁消防大学校（消防研究センター）・その他部局等・その他

研究者番号：10759575

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,100,000円

研究成果の概要（和文）：本研究は、現在の避難計画では想定されていない消防活動による避難行動への影響を含んだ避難安全性評価手法の検討を目的とした。高層建築物の避難訓練状況、大規模施設における現地到着後の消防活動実態を調査するとともに、実験に基づき両者の相互影響を実証的に把握した。その結果、階段における滞留の発生を前提とした避難計画を検討する必要があること、消防隊到着後も混雑状況が続くことを考慮する必要があること、避難階段における避難群集と消防隊の速さが両者の階段内での通過位置によって異なることなど、相互影響の反映が避難安全性確保において重要となることなどを明らかにした。

研究成果の学術的意義や社会的意義

建築設計時に作成される建築基準法の防災計画と災害発生時の消防隊やその他自衛組織による消防活動は、管轄する行政機関が異なることもあり別個の枠組みの中で計画、実施されている。特に、避難者の混雑が消防活動に与える影響について、両計画では反映されていない。本研究は、両計画では反映されていない避難者の混雑が消防活動に与える影響の把握および避難計画と消防活動の両者を横断した評価方法の検討を通して、避難計画と消防活動の両者を横断した安全性の高い避難計画作成の基礎資料を提供することができた。

研究成果の概要（英文）：This study examined the evaluation methods for the evacuation safety including the effects of firefighting operations on evacuation behaviour, which are not supposed in the current evacuation planning. The surveys of the evacuation drill in the high-rise building and the actual conditions of the firefighting operations after the arrival on location in large scale buildings were conducted, in addition, the interactions between the evacuation behaviour and firefighting operations were derived empirically based on the experiments. As a result, this study identified that the reflection of the interactions is important to ensure the evacuation safety: the evacuation plans have to be considered on the assumption that the congestion will occur in staircases, the congestion will not finish when the firefighters arrived, and the speeds of the evacuee's crowd and firefighters are varied according to where they moved in the staircase.

研究分野：建築防災

キーワード：避難行動 消防活動 群集流動 高層建築物 大規模施設 災害安全

## 1. 研究開始当初の背景

建築物はその設計段階において建築基準法および消防法の避難・防災関係規定に基づき在館者の全館避難を想定した避難計画が作成される。ただし、消防と建築の制度分離により、現状において両制度が調整された避難、消防計画がなされていない。

多数の在館者が存在する施設の避難対策は極めて重要となるが、消防活動などの災害対応活動が避難群集の行動に与える影響を含んだ避難計画については確立されていない。高層建築物や大規模複合施設などの日常的に多数の在館者が存在する施設の避難時には、避難階段において多くの群集が利用することによる混雑や異なる階の避難者同士の合流による渋滞状況が発生する可能性が高い。このような状況の中、消防は出火階の直下階もしくは避難階から階段を使用して出火階に向かうが、混雑状況が続いている可能性が高く、避難時間と消防活動時間の双方が遅延する要因になる。例えば、2001年の米国の世界貿易センタービル倒壊テロ事件では階段室内で長時間の滞留が生じ、避難者に対して火煙による被害が発生している。加えて、階段室内で列をつくる避難者が階段を上る消防隊に道を譲る状況も報告されている。このような時間の遅延が生じて安全を担保できる計画とする必要がある。複数の群集の合流による混雑状況や避難誘導の方法について、そのメカニズムは現在も研究途上の段階にあり、また、消防による活動なども避難時間に影響を与えるが、避難計算には含まれていない。

## 2. 研究の目的

大規模施設からの実際の避難時においては、大量の避難者が発生し、屋内外ともに混雑状況になることが想定され、消火・救助等の活動が困難になると考えられる。また、避難経路上における消防活動が避難者の経路を塞ぎ避難を阻害する可能性もある。現在の建物の避難計画、消防計画は必ずしも整合性が取れておらず、避難者の混雑が消防活動に与える影響について、両計画では反映されていない。本研究では、滞留の発生メカニズムを明らかにするとともに、消防活動と避難群集による行動の相互影響を把握する。また、これらをもとに、避難計画と消防活動の両者を横断した安全性の高い避難計画作成の基礎資料を提供するため、現在の避難計画では想定されていない消防活動による避難行動への影響を含んだ避難安全性評価手法の検討を行う。

## 3. 研究の方法

### (1) 避難訓練実態調査に基づく避難群集の混雑状況の解析

多数の在館者を擁する実際の建築物において年に1回実施されている全館避難訓練を調査することで、屋内外の混雑および滞留状況の実態を把握し、滞留の発生メカニズムを明らかにする。具体的には、以下の手順をとる。

予備的に調査を実施している東京都内の高層オフィスビル（25階建て）を対象とする予定である。避難時の経路となる階段室、階段付室、避難階の屋外および屋外に通じる経路における避難行動に着目し、ビデオカメラ撮影等を通じて流動状態を調査する。特に、全ての避難者が集中する階段室内は混雑と滞留が生じることが予想されるため、全ての階の階段室内について天井付近から階段内の様子を定点撮影する。

### (2) 避難時における消防活動組織による活動の実態把握

消防行政は地方が主体のため、大規模施設が集中する全国主要都市圏に存在する消防署や自衛消防組織などの消防活動組織を対象に、大規模施設における現地到着後の消防活動実態についてヒアリング調査を行う。特に、避難時の混雑状況下における活動想定の有無と想定している活動内容について調査する。消防機関および施設に設置された自衛消防組織等の消防活動実施者による避難時における活動の現状を把握する。

### (3) 避難経路上における消防活動と避難群集の相互影響の把握

避難経路となる階段室および階段付室、避難階となる屋外空間での消防活動が避難時間および避難行動に与える影響を把握し、避難者の安全性を評価する。具体的には以下の手順をとる。

避難者と消防活動実施者を想定した被験者を、実大規模の空間で行動させる群集避難実験を行う。大勢の避難者と少数の消防活動実施者に分け、混雑状況下における両者の移動状況を、ビデオカメラ撮影等によって記録する。避難時間、歩行速度、流動係数および両者がすれ違うことによる回避行動などの分析を通じて、避難群集の避難時間の遅延およびその発生要因、避難群集と消防活動実施者間の対応行動を明らかにする。

### (4) 火災時の活動状況を想定した安全性評価手法の検討

上記、(1)～(3)の成果をもとに、多数の在館者が存在する大規模施設において、混雑状況の中で行われる消防活動の影響を考慮した「建築-消防一体」の包括的な避難安全性評価手法を検討する。そのために、避難群集の混雑状況と発生メカニズム、避難時における消防活動の実態、消防活動と避難群集の相互影響と安全性について整理、考察を行う。その上で、消防活動を含む避難安全性評価手法のあり方を検討する。

具体的には、消防活動と避難行動が双方に影響を与え、避難時間および活動時間が増加することや現状の避難計画と消防活動計画では想定していない状況が明らかになることが予想されるため、群集流動における滞留発生メカニズムと消防活動による避難時間の増加を含んだ避難計画、当該方法を担保するための消防活動と円滑な避難歩行の双方を考慮した避難誘導方法等について検討する。

#### 4. 研究成果

##### (1) 避難訓練実態調査に基づく避難群集の混雑状況の解析

2016年10月に25階建ての高層事務所ビルで行われた避難訓練にて避難状況を観測した。

###### (i) 訓練方法

訓練では、4階を出火階として全館避難を行った。順次避難計画では、複数階ごとに区分して避難開始時間を与え、その順序「フェーズ」に従って避難する。訓練では防災センターの館内放送によりフェーズ毎に避難開始指示がなされた。また、避難階段は幅1.2mの折り返し階段であり、南北2方向に設置されているが、今回は北側階段のみが使用された。

###### (ii) 調査結果

###### (ii-1) 観測方法と参加者数

階段室内における訓練参加者の歩行状況を把握するため、階段室内に合計33台のビデオカメラを設置し、上部より撮影した。また、1階～24階の各階（一部を除く）に観測者を1～2名ずつ配置した。観測者は配置された階の訓練参加者とともに階段を降下するものとし、ストップウォッチを用いて踊り場間の歩行時間を計測した。1人目は避難集団の先頭、2人目は後方に加わる様に指示した。通常約6000人の在館者がいるが、各階から階段に入った参加者を計測したところ、総参加者数は1212人（1階階段室から出た人数は観測者を含め1112人）であった。

###### (ii-2) 階段室内における合流と滞留の発生状況

異なるフェーズ間での合流はほとんど見られない。フェーズIV開始後、15階踊り場において15階から階段室に流入した避難者とフェーズIIIに17～20階より避難を開始した避難群集の最後尾5人が合流している。また、フェーズIII開始直後、3階踊り場において3階から避難してきた避難者9人と階段降下中のフェーズIIの避難群集が合流している。いずれも流動への影響はほとんどない。一方、同じフェーズ内では異なる階の避難者による合流が発生する。フェーズIIでは10～12階の避難者の合流により10階と11階の踊り場で混雑状態が発生している。このため2つの階の上層階である11階と12階に滞留が伝播し、各階の踊り場では断続的な停止状態が発生している。停止時間は最大で11階で約15秒、12階で約20秒間である。この滞留、停止状況に同じフェーズIIの上層階21～25階から降下してきた避難者が合流し、12～14階においても滞留、停止状態が発生している（図1）。

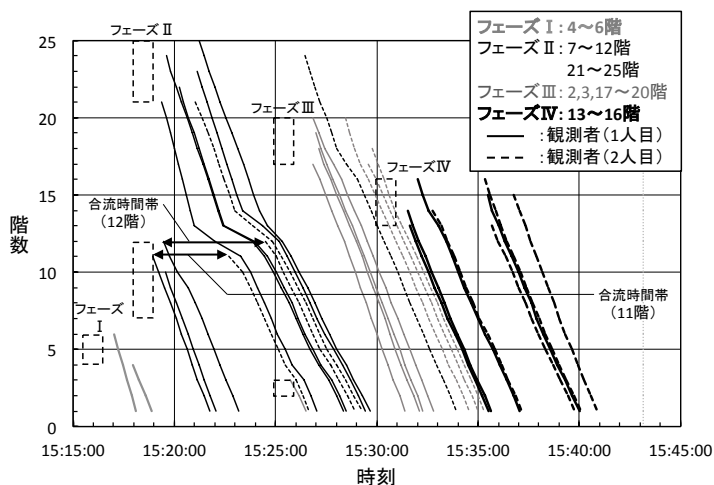


図1 観測者による各階の通過時刻

21～25階の各階から避難を開始し、12～14階で滞留、停止した観測者について、合流前で滞留、停止の生じなかった階と合流により滞留・停止の生じた階に分け、歩行速度を求めた（図2）。合流前と後の歩行速度はそれぞれ0.66～0.92 m/sと0.12～0.27 m/sとなる。

加えて、避難訓練前に観測者単独で階段降下した場合の歩行時間を計測し、歩行速度を求めた。各観測者の1層毎の歩行速度の平均を、全観測者について平均すると0.80 m/s（母標準偏差：0.10 m/s）であった。訓練時における合流前の歩行速度は、合流後よりも単独歩行時の速度に近い。合流による滞留・停止が生じていることが確認できる。

□ 合流前(停止なし) □ 合流時(停止あり)

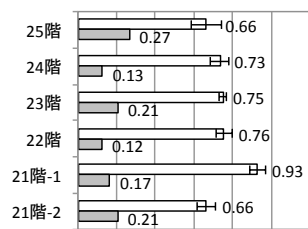


図2 観測者の避難開始階と歩行速度

##### (2) 避難時における消防活動組織による活動の実態把握

2016年に、高層建築物避難時における混雑状況下の消防活動を把握するため、国内主要都市圏の地方自治体を所管する5箇所（以降、A～E）の消防本部を対象にヒアリング調査を実施した。

###### (i) 混雑状況下での消防活動と階段内活動の想定

避難者による混雑状況下での消防隊の活動について想定と訓練の有無を調査した。いずれの消防局でも想定はしていると回答した一方で、訓練を行っているとは回答した局は5箇所中3箇所であった（表1）。訓練を行っている消防局の訓練頻度と訓練方法として、「各消防署で年次計画を作成し、普段は部隊ごとに行い、年に一度大隊訓練を行う」「実災害があった都度もしくは各種会議時に実例の紹介と対応策の検討を行う」「対象物の警防計画の策定及び見直し時に検討を行う」といった回答が得られた。加えて、混雑した階段内において消防隊が消防活動とそのため移動を行うことの可否を聞くとともに、これらの円滑な実施の可否を調査した（表1）。実施および円滑な実施ともに移動と活動の両方を不可能としたAとDについては、「避難者の避難を優先する」ことが理由に挙げられた。Bは状況によるとの回答であった。理由として、「基本的には避難を優先」するが、「避難に大きな影響が生じると判断した場合、避難者がはけてから

活動」し、「避難に時間がかかる場合は、避難者の流れを制御して作業」するとのことであった。非常用エレベーターの使用についても言及しており、「原則は火災階の1階下だが、直接火災階に行くこともあり得る。」との回答も得られた。一方で、Eは実施および円滑な実施とともに移動と活動の両方を可能と回答した。「高層の場合、階段の内側を上り、外側を下りといった形で列を分けることが基本になると考えている」旨の回答がなされた。なお、Cは強引に階段を上っていくことが精一杯であるとの回答であった。

消防隊の移動と活動の両方について実施と円滑な実施を不可能とした消防局については、避難者の階段移動を優先することが理由となる。一方で、消防隊の移動を不可能としなかった消防局については、同時に消防隊の階段移動を考慮に入れている。特に、消防隊の移動と活動の両方について実施と円滑な実施を不可能としなかった2消防局については、同じ階段内の避難者と消防隊の動線分離や避難者の階段降下に影響を与えない様に非常用EVの使用を想定している。避難と消防活動のバランスを考慮した結果と考えられる。消防活動の原則である「人命優先」の概念からか、避難より消防活動を優先する様な回答はなかったが、階段内での消防活動と避難行動のバランスについては消防局による考え方の違いが見られた。

避難者の混雑状況下における活動想定と訓練の有無との関係性は見られない。必ずしも活動想定と訓練を行った消防局が、階段内での活動を想定するとは限らないことが示唆された。

(ii) 避難誘導の実施方法と訓練方法

消防活動における避難誘導の実施方法と訓練方法を調査した。いずれの消防機関でも避難誘導は屋内か屋外かに関わらず行うことになっている。伝達手段として、声、拡声器、車載スピーカー、館内放送の使用が挙げられた。誘導を行う主体としては消防隊と自衛消防組織が挙げられる。4箇所の消防局で自衛消防組織の活用について言及があったが、自衛消防組織に対して避難誘導を任せる程度についてはばらつきが見られる結果となった。

屋外の避難誘導では避難者を安全な場所に一箇所に集め、要救助者の確認等の人命情報の早期把握、開錠のための鍵の取得、破壊活動の了承確認等を行う。避難誘導先を敷地内で完結できない場合、状況により道路や公園、私有地を使用する。なお、消防局D以外は避難誘導について訓練をしており、消防隊については過去の災害事例への対応策の検討や警防計画の作成、建物側からの要求で行う訓練の際に、自衛消防隊については避難訓練等の際に行うとのことであった。

### (3) 避難経路上における消防活動と避難群集の相互影響の把握

2017年10月に、階段における避難群集の流動と消防隊による消防活動の相互影響を把握するため、避難者と消防隊を実空間で行動させる群集避難実験を行った。

#### (i) 実験方法

本実験は、避難階段において避難群集と消防隊が逆方向に移動する場合の両者の行動と基礎となる各単体の行動を把握するため、多層階施設の火災避難時を想定し、実際の屋内階段(図3)において避難者72名(40歳以下の成人健康者)と消防隊1隊(4名)両者に非常階段を移動させた。階段室内と廊下に合計12台のビデオカメラを設置し、実験状況を撮影した。

#### (ii) 実験結果

消防隊が階段室に進入してから火災階で退出するまでの時間に基づき、各ケースにおける消防隊の移動速度を算出した。消防隊が階段を上昇する条件を比較すると、消防隊単独で移動する条件が0.72 m/sとなり、最も高くなった。避難者がおり消防隊が移動のみを行う他のほとんどのケースと比較して、少なくとも0.17 m/s高いことから、消防隊の移動速度に対する避難者の影響が見て取れる。避難者が階段内側を1列で移動し消防隊が外側を移動した条件は上述の消防隊が単独で移動した条件とほぼ同様の値をとり、避難者が外側を1列で移動する条件より高い。消防隊員より、階段外側の方が移動しやすいとの報告があったことから、階段外側の移動が避難者による速度低下を軽減したと言える。

消防隊がホースを敷設しながら階段内側を移動する条件において、移動速度は敷設方法による大きな違いはない。また、避難者が外側を1列で降下し消防隊は移動のみ行う条件と比較して速度が低くなる。両者の平均値を比較すると敷設により0.10 m/s程低下する可能性がある。

表1 混雑状況における消防活動想定と階段内活動の可否

消防局	消防活動の想定と訓練		階段内における消防活動と移動	
	想定の有無	訓練の有無	実施の可否	円滑な実施の可否
A	あり	あり	両方とも不可能	両方とも不可能
B	あり	あり	状況による	状況による
C	あり	なし	移動のみ可能	両方とも不可能
D	あり	なし	両方とも不可能	両方とも不可能
E	あり	あり	両方とも可能	両方とも可能

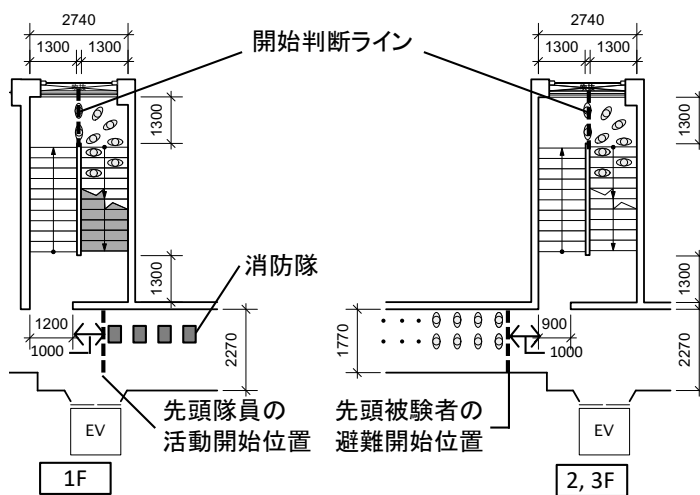


図3 実験空間平面図と被計測者の初期位置(単位:mm)

段部と踊り場の境界を通過した被験者の時刻に基づき、各境界における1秒ごとの通過人数を計測し、流動量を算出した。避難者が階段を降下する条件を比較すると、避難者のみが降下する条件が最も高い値となる。避難者のみが階段を降下する条件と比較して、消防隊が活動を行っている状況下での避難者の流動量は低い値をとることから、消防隊同様、避難者の流動量も消防隊から影響を受けていることが示唆される。避難者の流動量は、消防隊が活動する中で避難者が自由歩行で階段を降下する条件では、消防隊が避難者の横を通過し渋滞が発生した後、回復すると考えられる。自由歩行の条件における流動量は、階段を1列で降下する条件よりも高い値をとるが、前者の条件での消防隊の歩行速度は後者の条件よりも高くはない。

避難者が1列で階段を降下し消防隊が移動のみ行う条件における避難者の流動量を比較すると、階段の内側と外側のいずれを移動したかにかかわらず、同様の値となり差は見られない。また、消防隊が階段内側に沿ってホースを敷設する条件における避難者の流動量は、延長方法にかかわらず、避難者が1列で階段を降下し消防隊が移動のみを行う条件と大きな差は見られなかった。避難者が1列で階段を降下し消防隊が活動を行う条件において、階段の内側と外側、ホースの敷設の有無、ホースの敷設方法によらず、避難者の流動量に対する消防隊の影響に差はないと考えられる。ホースの敷設の有無と敷設方法の違いにより避難者の流動量に大きな差は見られなかったことから、ホースの敷設の有無による避難者の流動への影響は小さいと言える。

#### (4) 火災時の活動状況を想定した安全性評価手法の検討

##### (i) 階段室内における避難群集の滞留発生状況

多数の在館者を有する施設の階段室・附室は、必ずしも在館者全員を収容可能な容量を有していない。特に、調査を行った様な高層の事務所では各階ごとの在館者が多い。一斉避難における大規模な滞留の発生を緩和するため、階ごとに避難開始のタイミングを与える順次避難が行われるが、同じタイミングで避難開始を行う階の避難者が階段室内で合流し、滞留が生じる。また、避難までの待機時間の長さによってはフェーズ同士の合流が生じることも考えられる。階段室内において流れが一度停止すると、下階から上階への滞留の伝搬が生じる。また、滞留は下方の階から順に解消していくため、後続となる上方の階ほど滞留の継続時間が長くなると考えられる。階段における滞留の発生を前提とした避難計画を検討する必要がある。

##### (ii) 避難時における消防活動の実態

非常用エレベーターの活用程度、自衛消防組織への避難誘導の委任の程度について、消防局によりばらつきが見られる結果となった。全国的に同様に行うと考えていた上記活動について、一部消防局に基づくものだが消防局間で異なることが明らかとなった。

消防は出火階の直下階もしくは避難階から階段を使用して出火階に向かうが、高層建築物等、多数の在館者を有する施設の階段室では、消防隊到着後も混雑状況が続いている可能性が高い。このような混雑状況における階段の移動が円滑になる様に対応策を検討している消防局も存在することから、混雑状況下での消防活動と避難行動の相互影響については消防活動の観点からも対処する必要があることが伺えた。避難や消防活動の計画に用いるためには、相互影響を定量的に把握し、避難時間および活動時間の計算に用いることが重要となる。

##### (iii) 消防隊と避難群集の相互影響と評価手法

実験より、避難階段において、階段を降下する避難群集と階段を上昇する消防隊の速さは、階段内における避難者と消防隊の通過位置によって違いが生じることが明らかとなった。消防隊が階段内を移動した場合、避難者の流動が消防隊の活動に影響を受け、消防隊がいない場合に比べて遅くなる。また、消防隊に道を空けつつ避難者が歩行する場合、避難者の流動は遅くなるが、滞留の発生は抑制される。

避難者が外側もしくは内側に沿って進む場合と比較して自由に歩行する場合の流動量は高い。1階階段室の出入り口と階段の幅はほとんど同じであることから、出入り口の幅による影響ではない。自由歩行時には消防隊の通過後、再び階段を広がって降りるが、内側もしくは外側に沿って降りる場合は消防隊通過後も階段を広がって降りることはなかった。このことから、階段を広がって降りたことにより自由歩行の場合の流動量が消防隊に道を空けた場合の流動量を上回ったと考えられる。ただし、自由歩行の場合について、消防隊の進入により、避難群集の流動には滞留が生じ、消防隊が進入しない場合と比べて流動量は低下する。加えて、消防隊が進入する場合で、自由歩行の場合と道を空けた場合について、消防隊が階段室内を移動している間の1階踊り場における定常状態の流動量を比較すると、約0.1人/sであり大きな差は見られない。自由歩行状態では消防隊との衝突や、消防隊に道を空ける際に狭い空間での避難者同士の接触、これによる転倒や転落、群集事故が生じる可能性がある。階段を移動する消防隊の活動効率、滞留発生の回避に加え、安全性の面でも予め消防隊に道を空ける形で降下する方が良いと考えられる。

避難群集が階段を降下する際、消防隊が階段の外側と内側のいずれに沿って移動するかによって消防隊の移動速度が異なることが明らかとなった。消防隊が階段の外側、避難者が階段の内側を移動する場合における消防隊の歩行速度は、他の条件と比較して高い。消防隊が移動のみを行う場合は、避難者が内側を消防隊が外側を移動することで、消防隊が速やかに階段を登り、避難者は渋滞を起こすことなく階段を降りることができる。なお、避難者が自由歩行をする場合と外側を移動する場合については、いずれも装備と資機材が避難者に接触することに配慮する必要があり移動速度が低下する。ただし、本実験では、どの試行でも消防隊が階段を移動しながら道を空けるように呼びかけていたことから、自由歩行時においても避難者が外側を移動する場合と同等の歩行速度が出たと考えられる。さらに、これら避難者が自由歩行もしくは外側を移動

する場合と比べて、消防隊がホースを敷設しながら内側を移動する場合の歩行速度は0.1 m/s 低くなる。ホースを敷設する場合、できる限り短距離で火点までホースを延長することに加え、特に鉛直に伸ばす際は手すりに固定することでホースの落下を防ぐことから階段内側での作業が必要となる。これにより、避難者は階段外側、消防隊は階段内側を移動することとなるため、消防隊は避難者に対する資機材の接触に配慮する必要が生じ、歩行速度が低下すると考えられる。

避難者の混雑防止と消防隊の活動効率、両者の安全性の観点から、避難者と消防隊の双方について行動領域を確保することが重要である。消防隊は活動内容によって使用する必要のある、または使用した方が効率の良い階段の箇所が異なる。実験より、避難者と消防隊の使用する領域の組み合わせごとに避難者の流動量と消防隊の移動速度を得ている。基準となる単独の測定値からの変化を求めることで、相互影響を含んだ避難時間の算出等に用いることが可能となる。また、当該方法を担保するためには、現場での避難誘導や事前の計画により行動領域を確保することが必要であり、このための訓練教育も重要となる。

#### (iv) まとめ

本章では、混雑状況下の階段における消防活動と避難行動の相互影響を対象として検討を行った。消防隊が非常用エレベーターを用いて、火災階に直接向かわない場合、避難者で混雑する階段を進む可能性がある。また、火災階の1階下を活動拠点とする場合や附室では広さが足りず階段部分を拠点とする場合においても、避難者で混雑する階段を利用する必要性が生じる。このような状況では、避難時間および活動時間が増加する可能性があるため、避難誘導等による双方の行動領域の確保が重要となる。

高層建築物の避難訓練状況、大規模施設における現地到着後の消防活動実態を調査することで、避難群集の滞留発生状況と避難時の消防活動実態を把握するとともに、実験に基づき両者の相互影響を実証的に把握した。また、これらをもとに現在の避難計画では想定されていない消防活動による避難行動への影響を含んだ避難安全性評価手法のあり方を検討した。実験による定量的に把握された相互影響を踏まえて、避難時間および活動時間を求める際の要点についてまとめた。多数の在館者を有する大規模施設では、消防隊到着後も階段で混雑状況が続くことを考慮し、消防活動と避難行動の相互影響を避難計画、警棒計画、消防計画に反映することが必要である。また、これらの計画を実際の避難時に遂行するためには、避難行動および避難誘導が可能となるよう相互影響を反映した実践的な避難訓練、消防活動訓練の定期的な実施も重要となる。

## 5. 主な発表論文等

[雑誌論文] [学会発表] (各計6件)

- ① 川島恵一、藤井皓介、山口純一、田村祐介、大宮喜文：避難者の流動量に着目した歩行性状階段における避難群集の流動と消防活動の相互影響 その2、日本建築学会大会学術講演梗概集、査読無、2018、pp.167-168
- ② 藤井皓介、川島恵一、山口純一、田村祐介、大宮喜文：実験概要及び消防隊の移動速度 — 階段における避難群集の流動と消防活動の相互影響 その1—、日本建築学会大会学術講演梗概集、査読無、2018、pp.165-166、
- ③ 川島恵一、藤井皓介、山口純一、牧野豊、田村祐介、野路諒彦、折原卓、大宮喜文：階段における避難群集の流動と消防活動の相互影響 —その2 避難者の平均流動量—、平成30年度日本火災学会研究発表会概要集、査読無、2018、pp.164-165
- ④ 藤井皓介、川島恵一、山口純一、牧野豊、田村祐介、大宮喜文：階段における避難群集の流動と消防活動の相互影響 —その1 実験概要及び消防隊の移動速度—、平成30年度日本火災学会研究発表会概要集、査読無、2018、pp.162-163
- ⑤ 藤井皓介：混雑状況における火災階への移動方法と避難誘導に関する調査報告 — 高層建築物避難時の消防活動に関する実態把握 —、日本建築学会大会学術講演梗概集、査読無、2017、pp.129-130
- ⑥ 藤井皓介、水野雅之、名角貫志、田中教之、門倉博之、関澤愛、佐野友紀：高層事務所ビルの全館避難訓練時における階段歩行に関する実測調査とその分析 その17 —順次避難計画の作成と合流及び滞留の発生に対する計画の効果—、平成29年度日本火災学会研究発表会概要集、査読無、2017、pp.156-157

## 6. 研究組織

### (1) 研究分担者

なし

### (2) 研究協力者

水野雅之 (MIZUNO, Masayuki)

佐野友紀 (SANO, Tomonori)

関澤愛 (SEKIZAWA, Ai)

山口純一 (YAMAGUCHI, Jun-ichi)

大宮喜文 (OHMIYA, Yoshifumi)

※科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。