

# リスクの概念に基づく避難安全設計手法の開発

統計データに基づく設計許容避難リスクの算出

池畠由華<sup>\*1</sup>, 野竹宏彰<sup>\*2</sup>, 山口純一<sup>\*3</sup>, 田中哮義<sup>\*4</sup>

*Keywords : Evacuation Safety, Evacuation Risk, Statistical Analysis, Performance-based Design*

避難安全, 避難リスク, 統計分析, 性能評価

## 1. はじめに

建築物の火災時の避難安全性は、スプリンクラー設備や排煙設備等の設備的な対策、避難階段の容量や避難施設までの歩行距離の制限等の建築的対策、公的消防の消火・救助等、複数の対策の組合せで確保されている。しかし、現状の避難安全設計においては、排煙設備や防火シャッター等は作動信頼性に関わらず必ず奏効すると考え、任意の設計火源、設計シナリオの下で、避難経路の各部分の安全性を確認することにより行われる。従って、設計火源や設計シナリオの設定は避難安全設計を行う上での重要な課題の1つである。

また、建築物の用途や規模により出火率は異なるが、現在の避難安全設計では、出火率に関わらず火災が発生すると考えて評価するため、避難安全上危険性の低い小部屋の検証作業に時間を費やし、避難上重要な廊下や階段の設計が疎かになる傾向がある。

用途毎の出火率や複数の火災シナリオの考慮や、危険性の低い室のスクリーニングには、リスクの概念に基づく建築物の避難安全評価手法が有効と考えられる。リスクの概念に基づく評価法は今までに数多く提案されている<sup>1)</sup>が、評価上死傷者の発生を許容することが法規制になじまないことやリスクの許容レベルなどが明確にされていないため、実際の避難安全設計に適用された例はない。このような背景の下で筆者らは、リスクの概念を避難安全設計に導入することを目的として、建築空間の火災に対する人的損失（以降、避難リスク）の大小に応じて設計火源を決定する設計手法の提案を行っている<sup>2)-4)</sup>。この評価手法によれば、廊下や階段等の避難安全上重要な部分の評価に注力することが

期待できると考えている。本評価手法では、設計目標とするための設計許容避難リスクを必要とするが、具体的な数値は未検討となっている。

そこで本報では、リスクの概念に基づいた避難安全評価手法<sup>2)-4)</sup>で利用するために、統計データを用いて現状の法規制下での避難リスク、各用途の設計許容避難リスクを算出した。

## 2. 避難リスクの定義

本評価手法の基本的な概念は、当該建築物の「避難リスクの期待値  $R$  [人/年]」を「許容避難リスク  $R_A$  [人/年]」以下に抑制することである<sup>2)-4)</sup>。本報で扱う避難リスクは、避難安全設計のコンテクストの中で定義されるものであるため、現行の避難安全設計と同様に出火後に拡大する放火以外の火災（以降、成長火災<sup>注1)</sup>において煙に曝された死傷者と定義する。

ここでは任意の用途  $K$  の避難リスク  $R$  は成長火災の出火率が床面積に比例すると仮定し、床面積あたりの成長火災の出火率  $P_{hf}$ 、床面積  $A$  および成長火災 1 件あたりの死傷者数  $C_{cas}$  の積として式(1)のように表される。

$$R(K) = P_{hf}(K) \times A(K) \times C_{cas}(K) \quad (1)$$

本報においては、式(1)の各変数を統計データより算出し、現状の法規制下での各用途の避難リスク  $R$  を算出する。検討を行った用途は「劇場等」「飲食店等」「物販店舗」「ホテル」「共同住宅」「病院」「学校」「事務所」の 8 用途とした。なお、本報では複合用途を含めていないので、ホテル、物販店舗、事務所等が複合化している高層ビルは含まれていない。

\* 1 技術センター建築技術研究所防災研究室

\* 2 清水建設（株）

\* 3 (株) 大林組

\* 4 京都大学

### 3. 統計データの概要

各用途の成長火災の出火率 $P_{hf}$ 、成長火災1件あたりの死傷者数<sup>注2</sup> $C_{cas}$ 、全国の用途別総延床面積、出火建築物の延床面積中央値および平均値を統計データから算出する。

出火件数、死傷者数、出火建築物の延床面積等の火災に関するデータは、1995年～2004年の総務省消防庁火災報告<sup>5)</sup>（以後、火災報告）の建物火災データを利用した<sup>注3)</sup>。

全国の総延床面積は共同住宅以外の用途については1995年～2004年のエネルギー経済統計<sup>6)</sup>、共同住宅については既報<sup>4)</sup>と同様に固定資産の価格等の概要調書<sup>7)</sup>を基に算出した<sup>注4)</sup>。

### 4. 成長火災の出火率

#### 4.1 用途別床面積

全国の建築物の用途別総延床面積の推移を表-1に示す。各用途とも10年間でゆるやかに上昇し、1995年の床面積に対して2004年は1.1～1.3倍となっている。

表-1 全国の建築物の用途別総延床面積

Table 1 Gross Floor Area

用途年	劇場等	飲食店等	物販店舗	ホテル	共同住宅	病院	学校	事務所
1995	29.3	56.9	355.6	88.8	902.6	75.0	329.0	394.0
1996	30.3	57.9	366.1	89.7	942.3	77.3	332.0	403.0
1997	31.4	58.8	375.7	91.0	985.3	79.9	334.0	413.0
1998	32.0	60.2	387.4	92.4	1030.2	83.4	338.0	422.0
1999	33.0	61.1	397.5	93.0	1068.3	86.5	341.0	430.0
2000	33.3	61.9	405.9	93.2	1102.2	89.6	343.0	435.0
2001	33.7	62.8	415.4	93.8	1137.1	92.9	346.0	442.0
2002	34.2	63.5	419.3	94.0	1171.5	95.2	349.0	445.0
2003	34.7	64.2	423.5	93.8	1204.0	97.8	354.0	448.0
2004	34.9	64.5	428.8	93.9	1240.3	100.3	354.0	454.0

単位：[百万m<sup>2</sup>]

#### 4.2 用途別成長火災の出火件数

成長火災件数の推移を用途別に整理した結果を表-2に示す。成長火災の件数は飲食店等で若干増加しているが、その他の用途は定常あるいは若干の減少傾向を示している。

#### 4.3 用途別成長火災の出火率

成長火災件数は床面積に比例すると仮定し、表-1に示した総延床面積及び表-2に示した出火件数から出火率 $P_{hf}$ を算出した結果を図-1に示す。なお、図中の括弧内の数値は1995年～2004年の全データから算出した平均値と標準偏差を示す。

図-1より、出火率の経年変化は共同住宅、劇場等

は減少傾向、その他の用途は大きな変化は見られない。また、各用途の出火率は大きく3つのグループに分けられ、最も高いのは飲食店等で5.6[件/百万m<sup>2</sup>/年]、次いで劇場等、共同住宅がそれぞれ2.3[件/百万m<sup>2</sup>/年]、1.9[件/百万m<sup>2</sup>/年]となっている。ホテル、事務所、学校、病院、物販店舗は1.0[件/百万m<sup>2</sup>/年]以下の出火率の低いグループである。飲食店等や共同住宅など、火気を扱う用途は出火率が高い傾向を示す。

表-2 成長火災の発生件数  
Table 3 Number of Hazardous Fire Occurrence

用途年	劇場等	飲食店等	物販店舗	ホテル	共同住宅	病院	学校	事務所
1995	77	305	168	69	1992	31	121	294
1996	84	302	158	95	2117	38	116	311
1997	96	315	152	85	2050	34	113	319
1998	81	342	176	82	2005	18	109	313
1999	71	342	185	91	1979	17	104	302
2000	78	364	161	84	1931	33	88	290
2001	73	371	125	88	2050	25	103	295
2002	67	368	159	98	1993	23	84	278
2003	51	333	133	64	1959	18	70	254
2004	71	369	124	89	2009	29	78	278
Total	749	3411	1541	845	20085	266	986	2934

単位：[件]

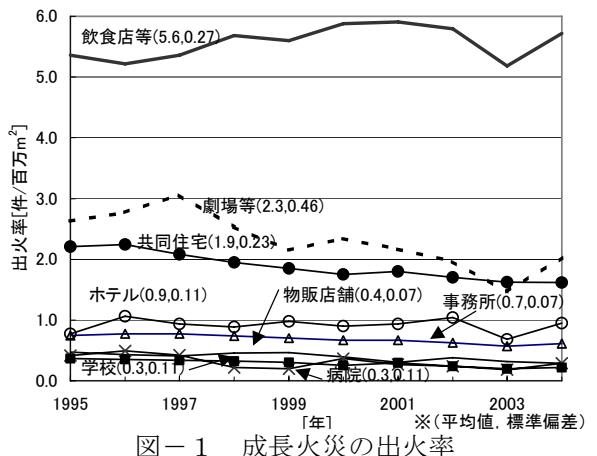


図-1 成長火災の出火率

Fig. 1 Rate of Hazardous Fire Occurrence

### 5. 成長火災1件あたりの死傷者数

成長火災1件あたりの死傷者数 $C_{cas}$ を火災報告より算出する。ここでは、利用者の滞在時間などの利用形態は用途毎に特徴があると考え、全時間の平均値および1時間単位の $C_{cas}$ を算出した。発生時刻別成長火災発生件数および成長火災1件あたりの死傷者数 $C_{cas}$ を図-2に示す。なお、死傷者の対象<sup>注2</sup>に自損によるものは含めていない。また、ここでの分析は10年間のデータを合計して行った。

成長火災の発生件数は、殆どの用途において朝方(4～6時あたり)が他の時間帯と比較して少ない。飲食店等や共同住宅は火気が多く使用される夕方～夜の火災

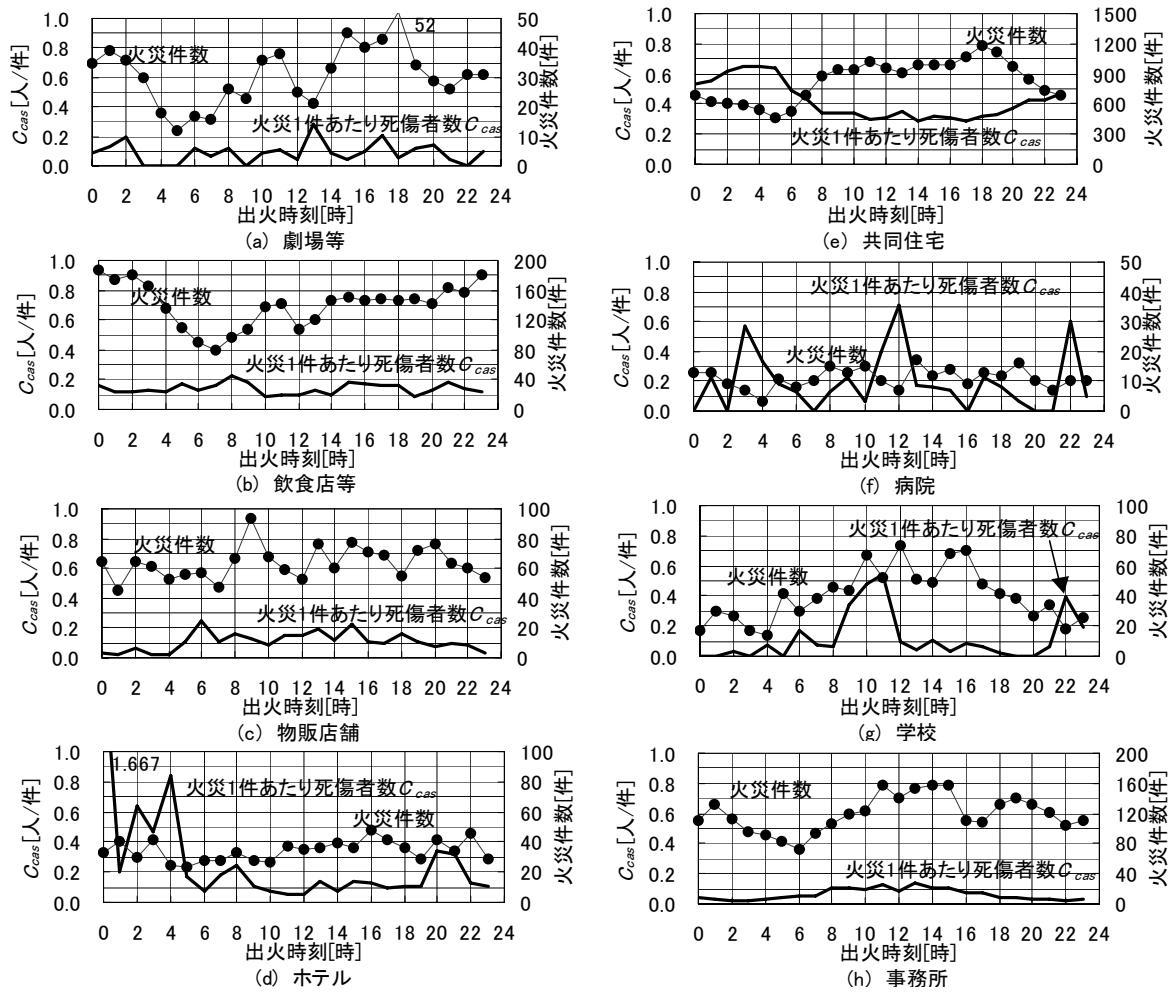


図-2 成長火災の件数および成長火災1件あたりの死傷者数  
Fig.2 Number of Hazardous Fires and Number of Casualties per a Hazardous Fire

件数が多く、学校は日中の火災件数が多い。火災発生件数は在館者の施設利用時間帯と火気の利用時間帯に関係していることがうかがえる。

ホテルや共同住宅のような就寝を伴う用途の成長火災1件あたりの死傷者数 $C_{cas}$ は、就寝時間帯の深夜から早朝の時間帯に多く発生している。同じ就寝を伴う用途でも病院は就寝時間帯の死傷者数が多くない。病院では看護師等のスタッフの存在や火気の制限により就寝時間帯の死傷者数が抑えられていると考えられる。一方、物販店舗、学校、事務所等は日中の成長火災1件あたりの死傷者数 $C_{cas}$ が多い。このことから、死傷者の発生は人が滞在している時間と就寝等の在館者の状態が関連していることがわかる。

成長火災1件あたりの死傷者数 $C_{cas}$ の全時刻の平均(以後、平均)および各時刻の最大値(以後、時刻別最大)の算出結果を表-3に示す。表-3には住宅の値<sup>4)</sup>も参考として示す。表-3より、成長火災1件あたりの死傷者数 $C_{cas}$ の「平均」に着目すると、共同住宅、住宅、ホテルの値が他の用途と比較して高い。一方、

表-3 成長火災1件あたりの死傷者  
Table3 Number of Casualties per Hazardous Fire

用途 $C_{cas}$ [人/件]	劇場等	飲食店等	物販店舗	ホテル	共同住宅	病院	学校	事務所	住宅*
平均	0.09	0.14	0.11	0.26	0.39	0.17	0.13	0.10	0.31
時刻別最大	0.29	0.23	0.25	1.67	0.65	0.71	0.54	0.14	0.57

\*住宅については「死者数その他」の死者数が多いことから、「火災による死者の調査表」のデータを用いて、火災報告の「死者数その他」の自損以外の人数を加えている。

「時刻別最大」では、ホテルが1.67[人/件]と他の用途と比較して特に高い。また、就寝を伴う用途である共同住宅や自力避難が困難な病院、学校の成長火災1件あたりの死傷者 $C_{cas}$ も0.5[人/件]を超え、他用途と比較すると高い。これは火災報告を詳細にみると1度の火災で多数の死傷者が発生した火災事例の影響を受けた結果であり、就寝を伴う用途や自力避難が困難な在館者が存在する用途では火災が拡大すると多数の死傷者が発生する危険性があることを示唆していると思われる。また、共同住宅の成長火災1件あたりの死傷者数 $C_{cas}$ は

住宅と比較して多い。共同住宅は複数の住戸の集合であるため、非火災住戸の在館者が火災の影響を受けるためと考えられる。

## 6. 避難リスク

建築物は暗黙的に許容できる避難リスク以下となるように法規制等で避難安全性が確保されていると考えられるが、その目標とする水準は用途毎に異なるのか、用途に限らず同一になっているのか定かではない。そこで、成長火災1件あたりの死傷者数 $C_{cas}$ 、床面積あたりの死傷者数および各用途の代表的な面積における避難リスクを用途ごとに算出し、現行基準下で設計された建築物の避難リスクの水準の分析を試みた。

ここでは、代表的な面積として各用途の延床面積の中央値および平均値を1995年～2004年の火災報告データ（成長火災が発生した建築物に限る）から算出した。これらの中央値および平均値に対する避難リスクを代表的な面積における避難リスク（以降、代表避難リスク $R_{rep}$ ）と定義する。その他の条件として、成長火災1件あたりの死傷者数 $C_{cas}$ は表-3の「平均」、成長火災の出火率 $P_{hf}$ は図-1の「平均」を用いた。式(1)を用いて算出した各用途の代表避難リスク $R_{rep}$ 、床面積あたりの死傷者数 $P_{hf}C_{cas}$ を表-4に示す。

表-4 各用途の避難リスク  
Table 4 Evacuation Risk by Type of Building

	劇場等	飲食店等	物販店舗	ホテル	共同住宅	病院	学校	事務所	住宅
$P_{hf}$ [ $\times 10^{-6}$ 件/ $m^2$ ]	2.3	5.6	0.4	0.9	1.9	0.3	0.3	0.7	2.8
$C_{cas}$ [人/件]	0.09	0.14	0.11	0.26	0.39	0.17	0.13	0.10	0.29
$P_{hf}C_{cas}$ [ $\times 10^{-6}$ 人/ $m^2$ ]	0.21	0.77	0.04	0.24	0.74	0.05	0.04	0.07	0.82
$A$ [ $m^2$ ]	中央値	291	187	261	625	464	805	1731	155
	平均値	859	531	2728	2270	1942	4463	3770	1269
$R_{rep}$ [ $\times 10^{-3}$ 人/年]	中央値	0.06	0.14	0.01	0.15	0.34	0.04	0.07	0.01
	平均値	0.18	0.41	0.12	0.54	1.44	0.24	0.14	0.09

成長火災1件あたりの死傷者数 $C_{cas}$ は共同住宅、住宅、ホテルの就寝系の用途の値が高い。

床面積あたりの死傷者数 $P_{hf}C_{cas}$ は、成長火災の出火率と成長火災1件あたりの死傷者数の積であり、表-4の値は大きく3グループに分類できる。床面積あたりの死傷者数 $P_{hf}C_{cas}$ が最も大きいグループは「住宅、飲食店等、共同住宅」、中間が「劇場、ホテル」、「物販店舗、病院、学校、事務所」が $0.1[\times 10^{-6}\text{人}/m^2]$ 以下の小さいグループである。

以下に、延床面積中央値を用いた場合の各用途の代表避難リスク $R_{rep}$ について述べる。代表避難リスク $R_{rep}$ は共同住宅が $0.34[\times 10^{-3}\text{人/件}]$ と最も大きく、次いでホ

テル $(0.15[\times 10^{-3}\text{人/件}])$ 、飲食店等 $(0.14[\times 10^{-3}\text{人/件}])$ となる。劇場等と病院は代表避難リスク $R_{rep}$ がそれぞれ $0.06[\times 10^{-3}\text{人/件}]$ 、 $0.04[\times 10^{-3}\text{人/件}]$ と同程度である。病院は劇場等と比較すると $P_{hf}$ は小さいが、 $A$ 、 $C_{cas}$ が大きいため、代表避難リスク $R_{rep}$ が同程度となつた。代表避難リスク $R_{rep}$ が最も小さいのは物販店舗、事務所の $0.01[\times 10^{-3}\text{人/件}]$ である。これらは他の用途と比較して $P_{hf}$ 、 $A$ 、 $C_{cas}$ の値が小さいため、代表避難リスク $R_{rep}$ が小さくなる。住宅は床面積あたりの死傷者数 $P_{hf}C_{cas}$ は9用途の中で最も大きいが、平均的な面積が小さいため代表避難リスク $R_{rep}$ としては飲食店等と学校の間の値となる。最も小さい事務所の $0.01[\times 10^{-3}\text{人/年}]$ と比較すると、共同住宅の値は約33倍となる。このように、平均的な延べ床面積の建築物で比較すると、現行法下の避難リスクは用途間で異なるものとなっている。平均的な建築物1棟では共同住宅が死傷者の発生を最も許容していることになる。

## 7. 各用途の設計許容避難リスク

本評価手法の基本的な概念は、式(2)に示すように当該建築物の避難リスク $R$ を許容避難リスク $R_A$ 以下に抑えることである。

$$R(K) = P_{hf}(K) \times A(K) \times C_{cas}(K) \leq R_A \quad (2)$$

前章において、各用途の代表避難リスク $R_{rep}$ は大きく3つのグループに分類できることがわかった。許容避難リスク $R_A$ の考え方には各用途ごとに設定する他に用途に関わらず同一の基準を用いることが考えられる。そこで、本報では許容避難リスクの基準値 $R_A$ を用途ごとの代表避難リスク $R_{rep}$ とする場合、同一の基準値とする場合の2通りについて検討を実施する。

なお、避難安全設計では出火を前提 $(P_{hf} \times A = 1)$ とするため、許容避難リスク $R_A$ を出火を前提とした許容避難リスク $R_A^D$ （以後、設計許容避難リスク）に読み替える必要がある。すなわち、式(2)を出火率 $P_{hf} \times A$ で除すことにより式(3)が得られるので、設計許容避難リスク $R_A^D(K)$ は式(4)のように定義される。

$$C_{cas}(K) \leq \frac{R_A}{P_{hf}(K) \times A(K)} \quad (3)$$

$$R_A^D(K) = \frac{R_A}{P_{hf}(K) \times A(K)} \quad (4)$$

ここでは先に統計データより算出した各変数から式

(4)を用いて、設計許容避難リスク  $R_A^D(K)$  を算出する方法を説明する。設計許容避難リスクは設計時に基準となる避難リスクで、 $R_A^D$  の値が小さいほど厳しい条件での安全検証が求められ<sup>4)</sup>、必要とされる防火対策が多くなる。なお、許容避難リスクの基準値  $R_A$  は現行法が要求する水準と同等にすべきであるが、表-4に示すように各用途の代表避難リスク  $R_{rep}$  は大きいものと小さいもので約30倍の差があり、どの水準にすべきかを現段階で決定することは難しい。そこで、本報では同一の基準値の設定方法として延床面積中央値の代表避難リスク  $R_{rep}$  が最も小さい事務所および住宅の代表避難リスク  $R_{rep}$  を基準とする。また、設計時の在館者数は避難安全検証法で定められた値に基づき検討するが、実火災時は検証法で想定する在館者密度よりも低いと考えられるため、表-4に示した実火災での避難リスクを設計時の密度に合わせて修正する必要があると思われる。住宅は世帯人数や在宅時間等の統計データがあるため、他用途と比較すると実在宅人数の想定が行いやすい。そこで、住宅については基準値を設計ベースに修正した場合も検討を行った。

### 7.1 各用途、事務所、住宅の代表避難リスクを基準とした場合

許容避難リスクの基準値  $R_A$  に表-4の各用途、事務所、住宅の代表避難リスク  $R_{rep}$  (延べ床面積中央値の場合) を用いた場合の床面積 100m<sup>2</sup> の  $R_A^D(K)$  を算出した結果を表-5に示す。

表-5 設計許容避難リスク

Table 5 Acceptable Evacuation Risk for Evacuation Safety Design

	劇場等	飲食店等	物販店舗	ホテル	共同住宅	病院	学校	事務所	住宅
$P_{hf} [\times 10^{-6} \text{件}/\text{m}^2]$	2.3	5.6	0.4	0.9	1.9	0.3	0.3	0.7	2.8
$A [\text{m}^2]$	100	100	100	100	100	100	100	100	100
各用途 $R_A [\times 10^{-3} \text{人}/\text{年}]$	0.06	0.14	0.01	0.15	0.34	0.04	0.07	0.01	0.10
$R_A^D [\text{人}/\text{件}]$	0.27	0.26	0.29	1.63	1.83	1.40	2.29	0.15	0.34
事務所 $R_A [\times 10^{-3} \text{人}/\text{年}]$	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
$R_A^D [\text{人}/\text{件}]$	0.05	0.02	0.27	0.12	0.06	0.34	0.37	0.15	0.04
住宅 $R_A [\times 10^{-3} \text{人}/\text{年}]$	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
$R_A^D [\text{人}/\text{件}]$	0.42	0.17	2.46	1.05	0.51	3.11	3.33	1.40	0.34

表-5より、現状の各用途の代表避難リスク  $R_{rep}$  を基準にすると、事務所の設計許容避難リスクが一番小さい値となり、一方、学校は出火率が小さいため最も大きい値となる。許容避難リスク  $R_A$  として用いた代表避難リスク  $R_{rep}$  は延床面積の中央値に基づき算出しているので、この延床面積よりも当該建築物が大きい場合は現行法化で要求されている水準よりも高い安全性が要求される。

事務所と住宅の代表避難リスク  $R_{rep}$  を許容避難リスクの基準値  $R_A$  とした場合については、当然のことながら事務所を基準とした場合の方が  $R_A^D$  が小さくなる。

### 7.2 一般住宅の避難リスクを設計在館者密度ベースに換算した値を用いた場合

避難安全検証では建築物の避難安全性を確認するために、安全率を含めた人数設定を行う。設計で利用するためには統計データから得られた死傷者数  $C_{cas}$  (0.31[人/件]) を設計在館者密度ベースの  $C_{cas}^D$  に換算する必要がある。算出手順を表-6に示す。

表-6 設計在館者密度ベースの  $C_{cas}^D$  への換算  
Table 6  $C_{cas}^D$  based on Occupant Density for Design

平均世帯人員	[人]	①	3.2	住宅・土地統計調査(1998年)
平均在宅率	[時間/時間]	②	0.66	国民生活時間調査(2005年)15.8時間/日
平均在宅者数	[人]	③ (①×②)	2.11	
$C_{cas}$	[人/件]	④	0.31	
死傷率	[/件]	⑤ (④/③)	0.15	
平均床面積	[m <sup>2</sup> ]	⑥	125	住宅・土地統計調査(1998年)
住宅の在館者密度	[人/m <sup>2</sup> ]	⑦	0.06	避難安全検証法
設計在館者数	[人]	⑧ (⑥×⑦)	7.5	
$C_{cas}^D$	[人/件]	⑨ (⑤×⑧)	1.1	

表-6に示すように、統計調査では平均世帯人員は3.2人であるが、同面積の住宅を避難安全検証法で算出すると7.5人となる。火災時の滞在人数は統計データから直接得ることができないため、本報では国民生活時間調査から得られる在宅時間の代表値を用いて在宅率を算出し、平均世帯人員との積により求めた<sup>4)</sup>。統計データから直接得られた  $C_{cas}$  は平均在宅者中の死傷者であるとして死傷率を算出し、設計在館者数における死傷者数  $C_{cas}^D$  を算出した。

住宅用途の  $P_{hf}(H)$ 、 $A(H)$ 、 $C_{cas}^D(H)$  をあてはめると式(4)は式(5)になる。ここで、式(5)の  $P_{hf}(H)/P_{hf}(K)$  は任意の用途と住宅の出火率の比である。出火率の比を表-7に示す。式(5)を用いて床面積 100m<sup>2</sup> の各用途の  $R_A^D(K)$  を算出した結果を表-8に示す。

式(5)から明らかなように、同じ面積であれば出火率の低い物販店舗、病院、学校は他用途と比較して設計許容避難リスクが大きい値となる。

$$R_A^D(K) \leq C_{cas}^D(H) \times \left( \frac{P_{hf}(H)}{P_{hf}(K)} \right) \left( \frac{A(H)}{A(K)} \right) \quad (5)$$

$$= 1.1 \left( \frac{2.8 \times 10^{-6}}{P_{hf}(K)} \right) \left( \frac{125}{A(K)} \right)$$

人は低い発生確率でも被害が大きいものに対してより嫌悪感を持つといわれている<sup>10)</sup>。人が用途に対して感覚的に持つ火災の危険性は成長火災1件あたりの死

傷者数  $C_{cas}$  や死者数の合計とも考えられる。よって、今回提案した  $R_A^D(K)$  以外に、各用途の  $C_{cas}$  を基準とした建物規模によらない  $R_A^D(K)$  も考えられる。

表-7 任意の用途と住宅の出火率の比  
Table 7 Ratio of Hazardous Fire Occurrence

劇場等	飲食店等	物販店舗	ホテル	共同住宅	病院	学校	事務所	住宅
1.2	0.5	7.2	3.1	1.5	9.0	9.7	4.1	1.0

表-8 設計在館者密度ベースの設計許容避難リスク  
Table 8 Acceptable Evacuation Risk of Evacuation Safety  
Design based on Evacuation Risk of Dwelling

	劇場等	飲食店等	物販店舗	ホテル	共同住宅	病院	学校	事務所	住宅
$P_{hy}(H)/P_{hy}(K)$	1.2	0.5	7.2	3.1	1.5	9.0	9.7	4.1	1.0
$A(H)/A(K)$	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25
$R_A^D$ [人/件]	1.67	0.69	9.85	4.21	2.04	12.44	13.29	5.60	1.38

## 8.まとめ

本研究ではリスクの概念に基づいた避難安全評価手法の枠組みに資することを目的として、統計データを用いて代表的な用途の避難リスク、設計許容避難リスクの算出を行った。概要は以下の通りである。

- (1) 火災報告の各用途の延床面積中央値、平均値を代表面積とした場合の避難リスクを算出した。死傷者の発生する避難リスクは用途間で異なり、特に共同住宅で大きく、物販店舗、事務所で小さい結果となった
- (2) 各用途の設計許容避難リスクは、各用途の避難リスクを基準とすると、学校、病院、共同住宅、ホテルが高くなり、同一の基準を用いると、学校、病院、物販店舗が高くなつた。

なお、建築物は規模に応じて法規制で防火対策が講じられている。非住宅用途の火災に関する統計データは、規模に応じた防火対策が取られた結果であることに注意が必要である。

今後はケーススタディを実施しながら設計許容避難リスクの妥当な値を決定する予定である。また、火源の燃焼拡大に関する統計値の分析や火災シナリオの選定方法、全館避難検証などを進めていく予定である。

## 謝辞

本研究は日本火災学会性能設計専門委員会で行った。関係者の皆様に深く謝意を表します。

注 1：成長火災：焼損床面積または焼損表面積が  $1m^2$  以上あつたもの。放火以外：出火原因分類表 2 表経過が「放火」、「放火の疑い」以外のもの、出火箇所が「外周部」以外の火災と定義した。

注 2：死傷者は火災報告データの次に示す対象を集計した。死者：「消火義務者」、負傷者：「消火義務者」および「その他のもの」とし、自損は含まない。なお、負傷者の負傷程度は軽症以上とした。

注 3：火災報告データは、総務省消防庁へ行政文書開示請求手続きを行い入手した。データは全てコード化されているが、入力されている数値の意味等の詳細は文献 6)の解説に記載されており、必要な項目の抽出・分析が可能である。

注 4：固定資産の価格等の概要調書では非木造の共同住宅の延べ床面積は戸建て住宅と合算されている。住宅土地統計調査（5 年毎）では木造と非木造別に共同住宅の床面積が得られるため、1998 年の面積比率を用いて固定資産概要調書の共同住宅の値を按分し、非木造共同住宅の床面積を算出した。

## 参考文献

- 1) 例えは、志田弘二他：火災発生に伴う人命危険の評価法、日本建築学会計画系論文報告集 No.368, 1986
- 2) TANAKA Takeyoshi.: Risk-based selection of design fires to ensure an acceptable level of evacuation safety, The 9th symposium, Fire safety Science, IAFSS, (2008), Karlsruhe, Germany
- 3) 山口純一他：リスクの概念に基づく避難安全設計火源の決定方法、日本火災学会論文集
- 4) 仁井大策、山口純一、池畠由華、野竹宏彰、出口嘉一、抱憲誓、田中哮義：リスクの概念に基づく避難安全設計法の開発 その 1～その 5、日本火災学会研究発表会梗概集, 2010.5.
- 5) 防災行政研究会 編：火災報告取扱要領ハンドブック 11 訂版、東京法令出版、2007.5.
- 6) EDMC／エネルギー・経済統計要覧（2008 年版）、財団法人日本エネルギー経済研究所エネルギー計量分析センター、2008.2
- 7) 固定資産の価格等の概要調書、1995～2004 年、総務省
- 8) 東京消防庁統計書平成 15 年、東京消防庁、2004.11
- 9) 平成 12 年建告第 1441 号、同第 1442 号
- 10) 関沢愛他：火災危険分析モデルを記述するための一般的な概念的フレームワーク