

# 「あらかじめの検討」に基づく避難安全検証の店舗等への適用

山口 純一

## Evacuation Safety Design Based on a Preliminary Verification Method for a Store

Junichi Yamaguchi

### Abstract

This article presents characteristics of this evaluation method and its application to evacuation safety design, based on a preliminary verification method. The application demonstrated the evaluation method and the calculated results for a specific store. The features of this evaluation method were as follows: (1) By applying the main-room ratio, “ $\beta$ ”, and the perimeter ratio, “ $\gamma$ ”, as indices of the complexity of the room shape, it became possible to plan a room with a complex shape, (2) By applying the necessary exit width per person, “ $b$ ”, it became possible to apply it to shops with many people and to sub-rooms for various uses.

### 概要

本論文では、避難安全検証において「あらかじめの検討」をより合理的に活用するための評価法の特長および適用事例を示した。適用事例では、貸室である店舗等を対象に本評価法を適用した場合の評価項目、計算手順および計算結果を示した。本評価法の特長は以下の通りである。(1)室形状の複雑さを表す指標として親室率 $\beta$ と周長比 $\gamma$ を導入することにより、複雑な形状の空間の評価が可能となった。(2)避難安全性を確保するために必要な在館者1人当たりの出口幅 $b$ を導入したことにより、在館者や可燃物量の多い店舗や様々な用途の子室への適用が可能となった。

## 1. はじめに

建築火災に対する避難安全設計では、火災時における利用者の避難安全性を確保するため、建物の空間特性や利用者の特性に応じて適切な避難経路を確保し、その避難経路を保護するための対策を講じることが重要である。また、避難施設等の設計を行う際、避難シミュレーション等の工学的手法を用いて避難安全性が確かめられた場合には、避難関連規定の一部を適用除外とすることができる。

これまで避難安全検証に係る構造方法等の認定(大臣認定;ルートC)については、大臣認定取得後に間仕切り等の変更が生じた場合は、再度大臣認定を取得する必要があった。しかし、平成19年12月28日付け国住指第3569号において、技術的助言『構造方法等の認定に係る「あらかじめの検討」について』が示されたことによって、あらかじめ間仕切り位置の変更等を見込んだ検討を行うことにより、認定の中で規定されている範囲内の変更については、新たに認定を取得することなく、計画を変更することが可能となっている<sup>1)</sup>。

筆者は、これまでに「あらかじめの検討」を活用した高度な評価法を開発し、既に多くのオフィスビル等に適用している<sup>2),3)</sup>。本稿では、この評価法を物品販売やサービスを提供する店舗およびそれに類する飲食店等(以後、店舗等と呼ぶ)に適用した事例を紹介する。

## 2. 本評価法の技術的特長

店舗等における間仕切り壁の位置や形態はテナントの要望で多様であり、また設計段階及びその後においても度々変更が発生する。避難安全性の観点では、貸室内が複数の居室に間仕切られ、さらに複雑化すると非火災室在館者の火災覚知が遅れ、それに伴い危険性が高くなる。

そこで、本評価法の開発に先立ち、貸室内が複数の居室に間仕切られた(非火災室が発生した)場合の避難安全検証において、非火災室在館者の行動シナリオ(出火から避難開始に至るまでのシナリオ)および室形状を考慮した煙拡散性状予測に基づき非火災室の避難開始時間を予測する手法を開発し、より合理的な計画を実現することを可能とした<sup>3)</sup>。また、避難行動予測については、避難経路の滞留性状を詳細に予測することにより、従来より出口幅や滞留面積の縮小を可能とした<sup>3)</sup>。

上記の予測法を「あらかじめの検討」に適用するために、室形状の複雑さを表す指標として親室率 $\beta$ と周長比 $\gamma$ を導入した。その結果、親室率 $\beta$ と周長比 $\gamma$ を柔軟に組合せることで、顧客の様々な要望に対応可能となった。加えて、用途、天井高さ、排煙量、内装の種類等の設計条件を与えた場合に、避難安全性を確保するために必要な在館者1人当たりの出口幅を算出する手法を採用したことにより、在館者や可燃物量の多い親室や様々な用途の子室への適用を可能とした。

### 3. 店舗等における「あらかじめの検討」の概要

本「あらかじめの検討」は主に貸室に適用することを想定している。なお、貸室とはテナント(賃借人)が借り受けた建築物の部分である。以下に「あらかじめの検討」で対象とする貸室条件の概要を示す。

#### 3.1 貸室の用途

Table 1は貸室の用途毎の店舗形態の例示である。用途は、百貨店の売場又は物品販売業を営む店舗その他これらに類する用途(以後、一般店舗、診療所または重物販店舗)、飲食店その他の飲食室(以後、飲食店舗)および教室が想定される。なお、託児所や病院は自力避難困難な乳幼児を含む避難となりルール化が困難なため対象外とする。また、物販店舗の一角にカフェスペースが計画されるなど、複合用途の店舗が計画される場合には、可燃物密度や在館者密度を按分して評価する。

#### 3.2 貸室内の間仕切り壁

Fig. 1は貸室内の間仕切り例である。物販店舗や飲食店舗への適用は、厨房や倉庫の設置、間仕切り壁の設置や移動、出入口の設置や移動、天井高さの変更および共用通路に面するファサードの変更が対象となる。なお、客用共用通路など共用部の変更は対象外とする。

「あらかじめの検討」を行うことにより、避難安全性が確保できる条件(室用途、天井高さ、排煙量、内装の種類、歩行距離、出口幅等の組合せ)が明らかになる。

#### 3.3 貸室の区画

Fig. 2に示す通り、避難安全上の重要度に応じて3段階の防煙区画のグレード(G1~G3)を設定している。防煙区

Table 1 貸室の用途設定  
Usage of Rental Room

貸室の用途	貸室の用途(例示)
一般店舗	衣料品売場、ドラッグストア、スーパー、コンビニ、雑貨屋、日用品売場、家電売場、食品売場、調剤薬局、展示室、売場と同程度の可燃物密度が想定されるサービス店舗(理髪店、美容院、エステ、マッサージ、ネイルサロン、クリーニング取次店、質屋、貸衣装屋、銀行の支店、保険代理店、不動産屋、旅行代理店、スポーツジム等)等
飲食店舗	飲食店、カフェ、飲食店等
重物販店舗	家具売場、書籍売場、郵便局
診療所	火災時には直ちに異変覚知が可能であり、治療等を中断しても人命に支障ない診療(眼科、歯科、内科、検診センター等)に限る
教室	学習塾、英会話教室、華道教室等

画(G1)は、令第126条の2に定められる防煙壁のうち床から天井までの不燃間仕切り壁であるもの(フロートガラス等、火災時の加熱で容易に破損するものを除く)であり、貸室と貸室との間の部分に用いる。防煙区画(G2)は、防煙区画(G1)の開口部に防火設備が設けられた区画であり、基準貸室と後方廊下等との間、客用共用廊下と後方廊下等との間に用いる。防煙区画(G3)は、令第126条の2に定められる防煙壁(防煙垂れ壁、フロートガラス等を含む)であり、貸室と客用共用廊下との間に用いる。

### 4. 貸室内の間仕切り計画

#### 4.1 間仕切り計画の概要

貸室の間仕切り計画について「あらかじめの検討」を適用することにより、一定の範囲内における変更においては新たな検証を行うことなく変更を可能とする。

Fig. 3に示すように、各貸室は親室(避難経路への出口を有する室)と子室(親室への出口を有する室)で構成されていることとする。孫室が居室の場合は、避難開始に至るまでのプロセスのモデル化が複雑であるため、対象外とし、孫室は非居室に限ることとする。

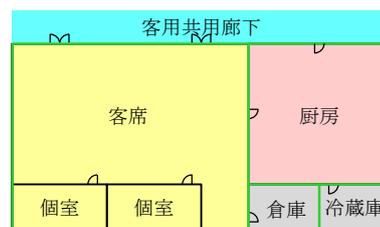


Fig. 1 貸室内の間仕切り例  
Examples of Partitions in the Rental Room

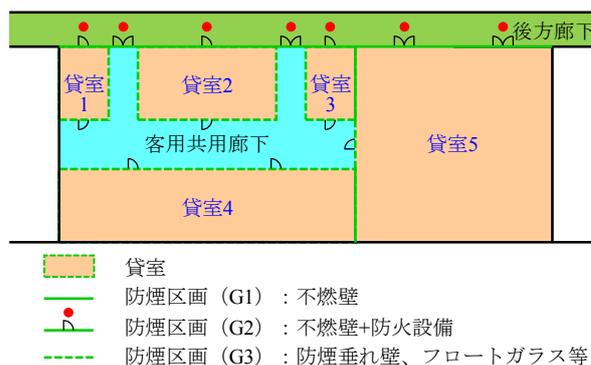


Fig. 2 貸室等の区画  
Compartment for Rental Rooms etc.



Fig. 3 親室、子室、孫室の定義  
Definition of Rooms

Fig. 4の①～⑩は「あらかじめの検討」で評価される条件(①～④は設計者が定める条件, ⑤～⑩は検証に基づき定まる条件), 二方向避難(重複距離)は仕様規定および検証の両面で評価される条件を示す。

#### 4.2 間仕切り計画に関わる評価項目

Table 2は「あらかじめの検討」において評価される条件と避難完了時間等との関係を示す(詳細は第5章参照)。また, 各評価項目の説明を以下に示す。

**4.2.1 用途等** 貸室の用途(主用途)はTable 1に示したように, 一般店舗, 飲食店舗, 物販店舗, 診療所および教室を想定している。貸室内に間仕切りが発生した場合の各室の用途と可燃物密度や在館者密度の設定値は後述のTable 3に示している。

**4.2.2 天井高さ** 天井高さは各室の一番高い床面からの平均天井高さとし, 2.4m以上とする。なお, 天井高さ2.4m未満の設定も可能であるが, 天井高さが低いほど蓄煙容積が小さくなり, 必要出口幅は大きくなる。

**4.2.3 排煙設備** 排煙設備は以下に該当するものとする。

親室は $1.0 \text{ m}^3/\text{分}/\text{m}^2$ 以上の排煙量を確保する。排煙量を低減(例えば $0.5 \text{ m}^3/\text{分}/\text{m}^2$ )することも可能であるが, その場合の必要出口幅は大きくなる。また, 親室が防煙垂れ壁により複数の防煙区画に分割される場合, 親室の総排煙量(床面積当たりの排煙量に床面積を乗じた値)が低下するので, 必要出口幅は大きくなる。

子室および孫室は無排煙とすることができる。ただし, 消防排煙が要求される部分は除く。

**4.2.4 内装の種類** 内装の種類は準不燃材料以上とする。なお, 内装の種類を不燃材料とすれば必要出口幅は小さくなる。店舗ファサードの出口幅確保が難しい物件では, 不燃材料を前提とする場合もある。

**4.2.5 歩行距離** 貸室の各部分から避難経路の部分(客用共用廊下や後方通路)に至るまでの歩行距離は式(1)を満足するよう計画する。右辺の $4\sqrt{A_{area}}$ は出口が1箇所の貸室において出口の偏った配置を防止する目的,  $L_{max}$ は一定規模以上の複数の出口を有する貸室において出口の偏った配置を防止する目的で設定されるものである。 $L_{max}$ は様々な条件下のシミュレーションやリスク評価<sup>4)</sup>を行った結果に基づき設定する。詳細な説明は割愛するが, 30~40mの間で設定する。

$$L_{area} \leq \min(2\sqrt{A_{area}}, L_{max}) \quad (1)$$

$L_{area}$ : 貸室の各部分から避難経路に至るまでの歩行距離

$A_{area}$ : 検証単位の床面積[m<sup>2</sup>]

$L_{max}$ : 歩行距離の上限値

また, 子室(居室に限る)の各部分から親室の部分に至るまでの歩行距離は式(2)を満足するよう計画する。子室の床面積は10~200m<sup>2</sup>程度であるため, 式(1)にある上限値 $L_{max}$ を設けていない。

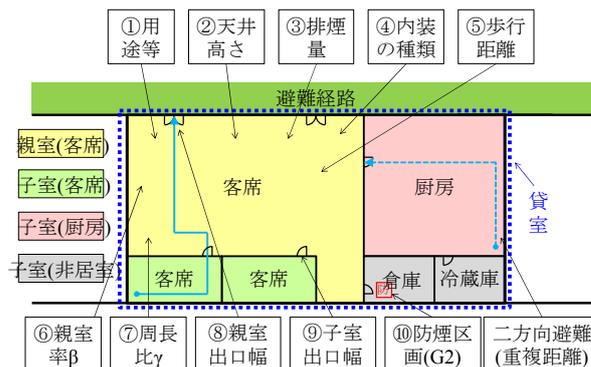


Fig. 4 貸室の間仕切り計画(飲食の場合)  
Plan of Rental Room (in the case of a restaurant)

Table 2 評価項目と避難完了時間等との関係  
Relationship between Evaluation Items  
and Evacuation Time etc.

評価項目	避難開始時間 $t_{start}$	歩行時間 $t_{travel}$	滞留解消時間 $t_{queue}$	煙降下時間 $t_s$
貸室の床面積	○	○	○	○
①用途等	可燃物密度 在館者密度	○ -	- ○	○ -
②天井高さ	○	-	-	○
③排煙量	-	-	-	○
④内装の種類	○	-	-	○
⑤歩行距離	-	○	-	-
⑥親室率β	○	-	-	○
⑦周長比γ	○	-	-	-
⑧親室出口幅	-	-	○	-
⑨子室出口幅	-	-	○	-
⑩防煙区画(G2: 壁+防火設備)	-	-	-	○
二方向避難	-	-	-	-

$$L_c \leq 2\sqrt{A_c} \quad (2)$$

$L_c$ : 子室の各部分から親室に至るまでの歩行距離[m]

$A_c$ : 子室の床面積[m<sup>2</sup>]

**4.2.6 親室率β** 親室率βは避難開始時間や煙降下時間を予測する際に用いられ, 親室の床面積 $A_p$ を貸室の床面積 $A_{area}$ で除して算出する(Fig. 5参照)。値が小さいほど煙の降下が速くなり, 必要出口幅は大きくなる。親室率βは過去の適用事例や様々な条件下のシミュレーションを行った結果に基づき最適化した値を設定する。例えば, 一般店舗では50%以上, 診療所では30%以上とする。

$$\beta = \frac{A_p}{A_{area}} \quad (3)$$

β: 親室率[-]

$A_p$ : 親室の床面積[m<sup>2</sup>]

$A_{area}$ : 貸室の床面積 [m<sup>2</sup>]

4.2.7 周長比  $\gamma$  周長比 $\gamma$ は避難開始時間の遅れを評価する際に用い、親室の壁周長 $L_{w,p}$ を親室の床面積と等しい正方形の室の壁周長 $4\sqrt{A_p}$ で除して算出する(Fig. 6 参照)。

$$\gamma = \frac{L_{w,p}}{4\sqrt{A_p}} \quad (4)$$

$\gamma$ : 周長比[-]  
 $L_{w,p}$ : 親室の壁周長[m]  
 $A_p$ : 親室の床面積[m<sup>2</sup>]

周長比 $\gamma$ が大きくなるほど避難開始時間は遅れる評価になるため、避難安全性確保のための必要出口幅は大きくなる。後述の計算法によると、避難開始時間は周長比 $\gamma$ の6/5乗に比例する。従来の避難開始時間の計算法では、室形状の評価が難しかったため、親室の形状が複雑にならないよう子室の設置範囲を制限していた。本評価法によれば室形状の評価が可能となるため、設計の自由度が大幅に向上する。周長比 $\gamma$ は、過去の適用事例や様々なシミュレーションに加えて親室率 $\beta$ との関係を考慮して最適化された値を設定する。例えば、一般店舗では1.6以下、診療所は2.0以下とする。

4.2.8 親室出口幅 親室出口幅は、避難開始時間や煙降下時間の予測等に基づき、避難安全性を確保するための在館者1人当たりの必要出口幅 $b_p$ を計算し、それに貸室の在館者数 $P_{area}$ (貸室内の在館者数の合計または実人数)を乗じて算出する。なお、当該貸室の床面積が200m<sup>2</sup>を超える場合には2か所以上の出口を確保する。在館者1人当たりの必要出口幅の算出方法は第5章に示す。

$$B_p = b_p \times P_{area} \quad (5)$$

$B_p$ : 親室の必要出口幅(有効幅)[m]  
 $b_p$ : 在館者1人当たりの親室の必要出口幅[m/人]  
 $P_{area}$ : 貸室内の在館者数[人]

在館者1人当たりの必要出口幅に着目することにより、様々な親室および子室の用途の組み合わせに対応できる。室の用途と可燃物密度[MJ/m<sup>2</sup>]および在館者密度[人/m<sup>2</sup>]をTable 3に示す。

なお、本「あらかじめの検討」では、避難開始以降の避難行動時間が180秒以下となるよう親室または子室の出口幅の下限値を設定している<sup>3)</sup>。出口幅の下限値は階段に至るまでの避難経路の計画を考慮して設定され、過去に「あらかじめの検討」を適用した事例では6~8mm/人であった。なお、仕様規定(ルートA)で要求される物販店舗の階段出入口幅を1人当たりの出入口幅に換算すると5.4mm/人になるため、それより幾分安全側の設定となる。

4.2.9 子室出口幅 子室(居室に限る)と親室との間に設けられる出口の幅は以下に従い計画する。子室の用途と可燃物密度[MJ/m<sup>2</sup>]および在館者密度[人/m<sup>2</sup>]はTable 3を参照のこと。なお、当該子室の床面積が200m<sup>2</sup>を超える場合には2か所以上の出口を確保する。

親室の床面積 $A_p$    
 貸室の床面積 $A_{area}$   +

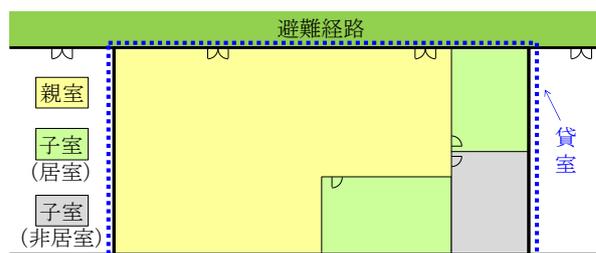


Fig. 5 親室率 $\beta$ の定義  
 Definition of Main-room Rate  $\beta$

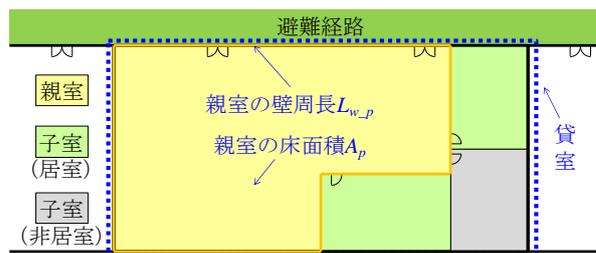


Fig. 6 周長比 $\gamma$ の定義  
 Definition of Perimeter Ratio  $\gamma$

Table 3 室の用途と可燃物密度および在館者密度  
 Calorific Value and Occupant Density

用途	可燃物密度 [MJ/m <sup>2</sup> ]	在館者密度 [人/m <sup>2</sup> ]
打合室, 役員室, 控室, 喫煙室, 受付	160	0.125
応接室	240	0.125
検査室, 診察室	240	0.25
軽飲食(厨房)	240	0.125
軽飲食(客席)	240	0.7
教室	400	0.7
売場(一般店舗)	480	0.5
飲食店舗(厨房)	480	0.125
飲食店舗(客席)	480	0.7
事務室	560	0.125
売場(重物販店舗)	960	0.5
廊下, 前室, トイレ, シャワー室, 冷蔵庫, 冷凍庫	32(火災発生の恐れのない室)	0
給湯室, 更衣室, サーパー室, 機械室	160	0
備品庫, 倉庫	960	0

$$B_c = b_c \times P_c \quad (6)$$

$B_c$ : 子室の必要出口幅[m]  
 $b_c$ : 在館者1人当たりの子室の必要出口幅[m/人]  
 $P_c$ : 当該子室の在館者数 [人]

4.2.10 防煙区画(G2:壁+防火設備) 子室の可燃物密度が親室の値を超える場合、子室出火時の煙発生量が多くなるため、当該子室と親室との間を防煙区画(G2:壁

+防火設備)とする。Fig. 7に防煙区画(G2:壁+防火設備)の仕様を示す。不燃間仕切り壁または防火設備にて区画し、常時閉鎖式の防火設備は令第112条第14項第一号に適合するもの、随時閉鎖式(感知器運動に限る)の防火設備は令第112条第14項第二号に適合するものとする。

4.3 各評価項目の設定例

貸室の用途が通常物販である場合の各評価項目の設定例をTable 4に示す。Table 4に示すように各評価項目の条件を貸室の用途毎に設定する。①用途等から⑦周長比 $\gamma$ の設定値に応じて⑧親室出口幅から⑩防煙区画(G2:壁+防火設備)の値が変化する。

5. 在館者1人当たりの必要出口幅の算出

本「あらかじめの検討」では、床面積、天井高さ、可燃物密度、排煙量等に基づき算出された避難開始時間 $t_{start}$ と煙降下時間 $t_s$ から許容避難時間 $t_{crit}(=t_s-t_{start})$ を計算し、別途与えられる歩行時間 $t_{travel}$ が許容避難時間 $t_{crit}$ 以下であることを確認し、次に許容避難時間 $t_{crit}$ から1人当たりの必要出口幅 $b$ を計算する。避難安全に必要な在館者1人当たりの出口幅 $b$ の計算フローをFig. 8に示す。

在館者1人当たりの必要出口幅 $b$ は、避難完了時間 $t_{escape}$ が煙降下時間 $t_s$ 以下になるための出口幅に関する条件である。なお、歩行距離についても、出口幅と同様に、許容避難時間 $t_{crit}$ から限界歩行距離を算出することも可能だが<sup>5)</sup>、歩行距離は煙降下時間との比較では評価の難しい出口配置を評価する側面もある。そこで、本検討においては歩行距離 $L$ を貸室の床面積 $A_{area}$ 等に応じて一律に与え、歩行時間 $t_{travel}$ が許容避難時間 $t_{crit}$ を超える条件は計画不可とした。

5.1 避難安全検証に関わる計算法

ここでは主に親室の避難安全検証に関わる計算法を示す。なお、子室の避難安全検証は親室に準ずる。

5.1.1 避難完了時間 親室および子室の在館者は均等分布とし、子室在館者は親室全体に煙が拡散した時点で一斉に避難を開始するシナリオを考えた場合の避難完了時間は式(7)により与えられる<sup>5)</sup>。

$$t_{escape} = t_{start} + \max(t_{travel}, t_{queue}) \quad (7)$$

$t_{escape}$ : 避難完了時間[s]

$t_{start}$ : 避難開始時間[s]

$t_{travel}$ : 歩行時間[s]

$t_{queue}$ : 滞留解消時間[s]

5.1.2 避難開始時間 親室および子室の在館者の避難開始時間 $t_{start}$ は、親室全体に煙が拡散した時点で避難開始すると考え、親室床面積 $A_p$ および周長比 $\gamma$ などに基づき算定する<sup>6)</sup>。ここで、式(9)における親室の壁周長 $L_{w,p}$ は、式(4)で与えられる。

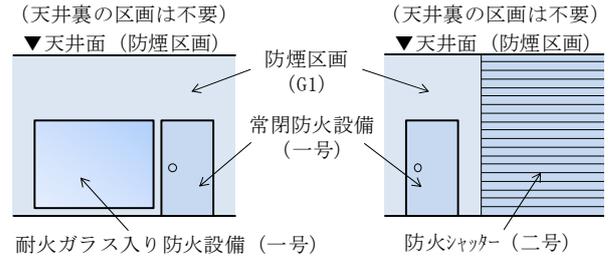


Fig. 7 防煙区画(G2:壁+防火設備)の仕様 Specifications of Smoke Barrier(G2)

Table 4 各評価項目の設定例(通常物販の場合) Setting Example of Evaluation Item(in case of ordinary store)

①用途等	可燃物密度	480MJ/m <sup>2</sup> (親室)
	在館者密度	0.5人/m <sup>2</sup> (親室)
②天井高さ	親室	2.4m以上
	子室	2.4m以上
	上記以外	制限なし
③排煙量		機械排煙(1.0m <sup>3</sup> /分/m <sup>2</sup> ) 未設置(無排煙)
④内装の種類		準不燃材料
⑤歩行距離	親室	$L_{area} \leq \min(2\sqrt{A_{area}}, L_{max})$
	子室	$L_c \leq 2\sqrt{A_c}$
	孫室	非居室のため制限なし
⑥親室率 $\beta$		50%以上
⑦周長比 $\gamma$		1.6以下
⑧親室出口幅		検証により決定(ただし8mm/人を下限とする)
⑨子室出口幅		検証により決定(ただし8mm/人を下限とする)
⑩防煙区画(G2:壁+防火設備)		可燃物密度が480MJ/m <sup>2</sup> を超える子室は防煙区画(G2:壁+防火設備)にて区画する
二方向避難(重複距離)		建築基準法施行令第121条第3項に準ずる

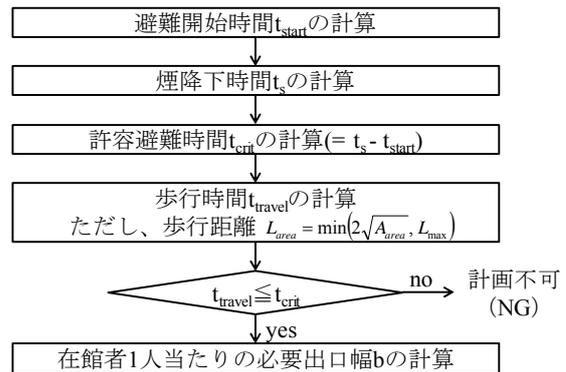


Fig. 8 必用出口幅 $b$ の計算フロー Computational Flow of Required Exit Width

$$t_{start} = \left\{ \frac{5}{2} \cdot \frac{\rho_{\infty} A_{smoke}}{C_m \alpha^{1/3}} \left( \frac{1}{(0.9H_p)^{2/3}} - \frac{1}{H_p^{2/3}} \right) \right\}^{3/5} \quad (8)$$

$$\text{ただし, } A_{smoke} = \left( \frac{L_{w-p}}{4} \right)^2 \quad (9)$$

- $t_{start}$  : 避難開始時間[s]
- $\rho_{\infty}$  : 煙層密度(=1.0) [kg/m<sup>3</sup>]
- $A_{smoke}$  : 煙拡散面積[m<sup>2</sup>]
- $C_m$  : 巻き込み係数(=0.076) [kg/kJ<sup>1/3</sup>·m<sup>5/3</sup>·s<sup>2/3</sup>]
- $\alpha$  : 火災成長率[kW/s<sup>2</sup>]
- $H_p$  : 親室の天井高さ[m]
- $L_{w-p}$  : 親室の壁周長[m]

なお、同じ周長比 $\gamma$ であっても室の見通し状況は異なる場合がある。本検討では、煙拡散時の煙の流動距離を壁に沿った移動距離と見なして安全側に設定し、その上で避難開始時間を算定する。従って、見通しの良い空間においても見通しの悪い空間と同じ扱い(見通しの良さは考慮しない)としているため、見通しの良い空間においては幾分厳しめの評価となる。

5.1.3 歩行時間 歩行時間 $t_{travel}$ は下式に従い算出する。貸室内の歩行距離 $L_{area}$ は式(1)により与える。

$$t_{travel} = \frac{L_{area}}{v} = \frac{\min(2\sqrt{A_{area}}, L_{max})}{v} \quad (11)$$

- $t_{travel}$  : 歩行時間[s]
- $L_{area}$  : 貸室内の歩行距離(貸室の各部分から親室出口に至るまでの歩行距離)[m]
- $v$  : 歩行速度(一律1.0とした)[m/s]
- $A_{area}$  : 貸室の床面積[m<sup>2</sup>]
- $L_{max}$  : 歩行距離の上限値[m]

5.1.4 滞留解消時間 滞留解消時間 $t_{queue}$ は、客用共用廊下等の滞留面積が十分確保されている場合には、流動係数の低減を見込まず、避難対象者数、出口幅を基に算出する。ただし、滞留面積が十分確保されていない場合は流動係数の低減を見込むことが必要となる<sup>3)</sup>。ここでは滞留面積が十分確保されている場合の計算法を示す。なお、出口近傍で火災が発生した場合の放射熱の影響(有効出口幅)については、建築基準法施行令第121条第3項(重複距離)により担保されていると考え、ここでは考慮しないこととした。

$$t_{queue} = \frac{P_{area}}{NB_p} \quad (12)$$

- $t_{queue}$  : 滞留解消時間[s]
- $P_{area}$  : 当該貸室(親室+子室)の在館者数[人]
- $N$  : 流動係数[人/m/s](=1.5)
- $B_p$  : 親室の必要出口幅[m]

5.1.5 煙降下時間 親室において煙層下端が避難上支障のある高さ(=FL+1.8m)まで降下する時間(煙降下時間 $t_s$ )は、必要排煙量に基づいた居室避難安全評価手法に示される逐次計算法により算出する<sup>7)</sup>。

5.1.6 在館者1人当たりの必要出口幅 式(12)に示す滞留解消時間は、在館者1人当たりの親室の出口幅 $b_p$ [m]を用いれば

$$t_{queue} = \frac{P_{area}}{NB_p} = \frac{1}{Nb_p} \quad (13)$$

- $t_{queue}$  : 滞留解消時間[s]
- $N$  : 流動係数[人/m/s](=1.5)
- $b_p$  : 在館者1人当たりの親室の出口幅[m/人]

と表される。ここで、滞留解消時間は許容避難時間(= $t_s - t_{start}$ )以下であることが必要である。

$$t_{queue} = \frac{1}{Nb_p} \leq t_s - t_{start} \quad (14)$$

式(14)を親室の在館者1人当たりの親室の出口幅 $b_p$ について整理すると下式となり、その右辺が在館者1人当たりの親室の必要出口幅となる。

$$b_p \geq \frac{1}{N(t_s - t_{start})} \quad (15)$$

- $b_p$  : 在館者1人当たりの親室の出口幅[m/人]
- $N$  : 流動係数[人/m/s](=1.5)
- $t_s$  : 煙降下時間[s]
- $t_{start}$  : 避難開始時間[s]

## 5.2 在館者1人当たりの必要出口幅の算出結果

Table 4に示した条件に基づき在館者1人当たりの親室の必要出口幅 $b_p$ [mm/人](⑧親室出口幅)を算出した結果の

Table 5 在館者1人当たりの親室の必要出口幅 $b_p$ の計算例(単位: mm/人)  
Calculation Example of Required Exit Width per Person in the Main-room

用途: 一般店舗 内装: 準不燃 排煙: 1.0m <sup>3</sup> /分/m <sup>2</sup>		貸室の床面積 $A_{area}$ [m <sup>2</sup> ]															
		≤50			≤100			≤200			≤250			≤300			
		親室率β [%]			親室率β [%]			親室率β [%]			親室率β [%]			親室率β [%]			
親室天井高さ $H_p$ [m] ≥3.0	$\gamma\sqrt{\beta}$ [-]	≤1.1	20	25	39	13	16	24	10	12	17	9	10	15	8	10	14
		≤1.2	22	28	45	14	18	30	10	13	20	9	12	17	9	11	16
		≤1.3	24	32	63	16	21	36	11	14	24	10	13	20	9	12	19
		≤1.4	25	36	NG	16	23	NG	12	16	31	10	14	25	10	13	24
		≤1.5	27	43	NG	18	27	NG	13	18	NG	12	16	NG	11	15	NG
		≤1.6	31	52	NG	21	34	NG	14	22	NG	13	19	NG	12	18	NG

一例をTable 5に示す。Table 5の「NG」と表示されている条件は計画不可(避難安全性が確保されない条件)であることを示す。また、縦軸の $\gamma\sqrt{\beta}$ は周長比 $\gamma$ と親室率 $\beta$ の平方根の積であり、貸室床面積 $A_{area}$ に対して基準化された周長比を意味する。

在館者1人当たりの親室の必要出口幅は蓄煙容積に大きく依存するため、貸室の床面積や親室率 $\beta$ が大きくなると、親室の天井が高いほど、必要出口幅は小さくなる。 $\gamma\sqrt{\beta}$ は値が大きくなるほど許容避難時間が短くなるため、必要出口幅は大きくなる。

例えば、貸室の用途は一般店舗、貸室の床面積=100㎡、親室率=70%、親室の天井高さ=3.0m、 $\gamma\sqrt{\beta}=1.3$ を想定した場合の在館者1人当たりの親室の必要出口幅 $b_p$ はTable 5より21mm/人となる。一般店舗の在館者密度はTable 4より0.5人/㎡、貸室の在館者数 $P_{area}$ は100㎡×0.5人/㎡=50人となる。従って、当該親室の必要出口幅 $B_p$ は式(5)より21mm/人×50人=1050mmとなる。

## 6. まとめ

本稿では、構造方法等の認定に係る「あらかじめの検討」に基づく避難安全検証の店舗等への活用事例を紹介した。近年開発された避難行動予測技術および煙流動性状予測技術を「あらかじめの検討」に適用するため、室形状の複雑さを表す指標として親室率 $\beta$ と周長比 $\gamma$ を導入した。また、在館者の多い店舗や様々な用途の子室への適用を可能とするため、避難安全性を確保するために

必要な在館者1人当たりの出口幅を算出する評価法を導入した。加えて、「あらかじめの検討」を適用し、避難安全性に関わる評価項目(11項目)を明示することにより、事業主等への事前説明や共通認識の構築が可能になる。

## 参考文献

- 1) 国住指第3569号：構造方法等の認定に係る「あらかじめの検討」について、平成19年12月28日
- 2) 山口純一：「あらかじめの検討」に基づく避難安全検証のオフィスビルへの適用、大林組技術研究所報 No. 75, 2011
- 3) 山口純一：建築火災時の避難安全に係わる評価技術の開発、大林組技術研究所報 No. 79, 2015
- 4) 太田賢志，他：性能的避難安全設計法に関する研究 その2 親室率を考慮した居室避難簡易設計法の構築、日本建築学会大会学術講演概要集，pp. 273-274, 2016.8
- 5) 池島由華，山口純一，仁井大策，田中哮義：店舗の歩行距離及び出口幅に関する検討、日本建築学会環境系論文集，No. 676, pp. 443-451, 2012.6
- 6) 山口純一，他：火災初期の煙拡散性状に関する研究、平成21年度日本火災学会研究発表会梗概集，pp. 106-107, 2009.5
- 7) 山口純一，村岡宏：火災初期の煙拡散性状予測手法の開発、大林組技術研究所報 No. 73, 2009