



性能的火災安全設計法によるテナントオフィスビルの防災設計

小屋, かをり ; 大宮, 喜文 ; 原田, 和典 ; 田中, 哮義 ; 北後, 明彦 ; 萩原, 一郎

(Citation)

日本建築学会技術報告集, 3(5):138-141

(Issue Date)

1997-12-20

(Resource Type)

journal article

(Version)

Version of Record

(Rights)

本文データは学協会の許諾に基づきCiNiiから複製したものである

(URL)

<https://hdl.handle.net/20.500.14094/90001090>

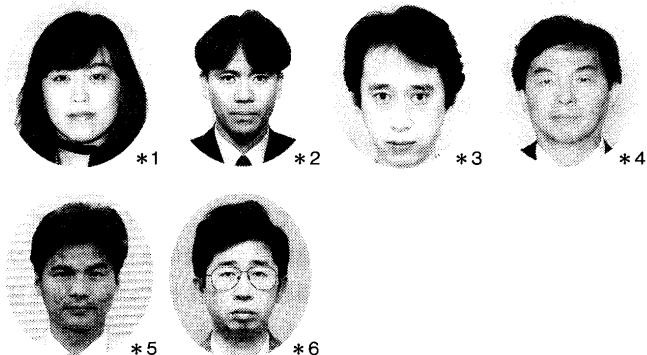


性能的火災安全設計法によるテナントオフィスの防災設計

A PILOT CASE STUDY OF A PERFORMANCE-BASED FIRE SAFETY DESIGN METHOD TO A MULTI-TENANT OFFICE BUILDING

小屋かをり —*1
大宮喜文 —*2
原田和典 —*3
田中喙義 —*4
北後明彦 —*5
萩原一郎 —*6

Kawori KOYA
Yoshifumi OHMIYA
Kazunori HARADA
Takeyoshi TANAKA
Akihiko HOKUGO
Ichiro HAGIWARA



A pilot case study of a performance based fire safety design method was carried out. This method intends to give more flexibility in building design, without changing the level of safety that is implied in the current building standard law (BSL) of Japan. The conformance verification was made to each performance criteria using simple evaluation formula. In doing so, practical design would be feasible. The method was applied to a four storied multi tenant office building with atria. By applying this design method, rational and possibly economical design solutions were derived. One example is that the fire shutters around the atrium could be removed by accounting for the possibility of fire spread toward the upper floor through atrium.

キーワード：
性能的火災安全設計法, 建築基準法, テナントオフィスビル, ケーススタディ

Keywords:
Performance-based fire safety design method, Building standard law, Multi-tenant office building, Case study

1.はじめに

建築基準法関連の防火規定は、火災安全に関して建築物の部位および設備が満たすべき仕様を細かく規定している。その結果、建築計画の自由度を束縛したり、不要な防火投資を強いることがある。逆に、仕様規定を満たしても、建築空間の安全性が十分担保されているかは必ずしも明確でない。性能的火災安全設計法は、これらの欠点を補い、より合理的な火災安全設計を行うために開発された。本報告では、性能的火災安全設計法を4階建てのテナントオフィスビルに適用して試設計を行った最初のケーススタディの結果を示し、その有効性について検討する。

2.性能的火災安全設計法の位置づけ

性能的火災安全設計法は、建設省総合プロジェクト「防・耐火性能評価技術の開発（平成5～9年度）」の一部として開発されてきた。その開発経緯から、現行の建築基準法関連の仕様規定が目的とする範囲の火災安全対策だけを対象としている。すなわち、構造耐火性、防火区画、避難経路の構造と容量、内装制限等

の対策の自由な組み合わせにより、現行法規と同レベルの安全性を確保することを目指している。この設計法においては消防法関係の基準（感知・消火設備、避難誘導設備など）は陽には取扱っておらず、消防関連法規に従って設置されることを前提とする。

3.性能的火災安全設計法のフレームワーク

図1に性能的火災安全設計法のフレームワークを階層構造として示す。まず始めに建築物が達成すべき目的（goal）と、各々の目的を達成するために何を成すべきか（What to do）が機能要件として示される。表1は現行の建築基準法関連法規の内容を分析して抽出した目的と機能要件であり、これらの目的を全て達成すれば良い。目的は基本的には5つ（出火防止、著しい危険物に対する安全措置、人命安全の確保、他人の財産等権利の保護、消防活動の確保）であるが、防火地域あるいは準防火地域内に計画される建物については、市街地火災の抑制が目的に加わる。

各々の機能要件に対応して性能要求（How much to do）が示される。多くの場合、性能要求は設計火源（想定火災規模）と許容基準（火災の結果として生ずる現象の許容値）との対で与えられる。

*1 東京ガス(株) 工修
(〒116 東京都荒川区南千住3-13-1)

*2 東京理科大学理工学部建築学科 助手・工博

*3 建設省建築研究所第5研究部防煙研究室 主任研究員・工博

*4 京都大学防災研究所 教授・工博

*5 建設省建築研究所第5研究部防煙研究室 室長・学博

*6 建設省建築研究所第5研究部防火研究室 主任研究員・工博

*1 Tokyo Gas Corp., M. Eng.

*2 Research Assoc., Dept. of Architecture, Faculty of Science and Technology, Science University of Tokyo, Dr. Eng.

*3 Chief Researcher, Smoke Control Div., Building Research Institute, Ministry of Construction, Dr. Eng.

*4 Prof., Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University, Dr. Eng.

*5 Head, Smoke Control Div., Building Research Institute, Ministry of Construction, Ph. D.

*6 Chief Researcher, Fire Safety Div., Building Research Institute, Ministry of Construction, Dr. Eng.

現行の仕様規定が丁度満足するように許容基準値を設定しておけば、現行と同等の安全性を保つことができる。特定の性能要求を満たすために有効な対策は複数あり、それらの組み合わせが可能である。図1の例では、「安全な避難経路の確保」に関わる性能要求を満たすためには、煙流動（煙制御）、避難行動（避難施設の構造および容量）、構造体挙動（区画化）、火炎性状（放射熱の影響を受けない避難経路の設定）などの対策の組み合わせが可能である。

複数の設計パラメータ間のトレードオフを可能とするため、各々の性能要求は互いに独立としている。そのため、各々の部位・部材・設備に対しては、各目的に対応した複数の性能要求がかけられる。一例として防火区画の遮熱性能を考えると1) 避難安全、2) 他人の財産保護、3) 消防活動の支援の3つ（建物条件によっては他の要求が課せられることもある）からそれぞれ要求される仕様のうち最も優れたものが採用される。

トレードオフを考慮できる簡易な計算ツールは、性能要求ごとに準備されつつあり、今回のケーススタディでも用いられた。実務的な利便を考慮して、計算ツールのほとんどは、解析式の形で明示的に与えられている。それゆえ、特殊な計算技術は不要であり、電卓もしくはワークシートを使えば十分である。

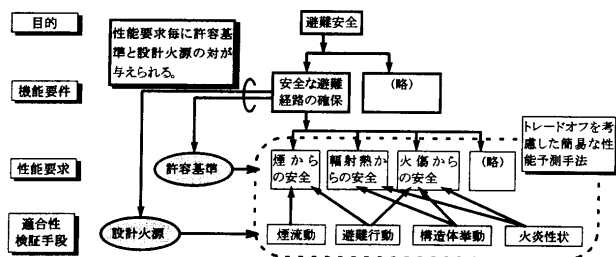


図1 性能的火災安全設計法の骨格（一部分）

表1 機能要件

第1部 個々の建物に対する要件

1. 1. 出火防止
1. 2. 著しい危険物に対する安全措置
1. 3. 人命安全の確保
 1. 3. 1 適切な避難計画
 1. 3. 2 燃焼による危険の著しい材料の使用制限
 1. 3. 3 安全な避難場所の確保
 1. 3. 4 安全な避難経路の確保
1. 4. 他人の財産等権利の保護
 1. 4. 1 他人の建築物への延焼防止
 1. 4. 2 他人の建築物、空間へ支障を及ぼす倒壊の防止
 1. 4. 3 他人の空間への延焼防止
 1. 4. 4 区分所有される建築物の火災後再使用
1. 5. 消防活動の確保
 1. 5. 1 消防活動の拠点の確保
 1. 5. 2 消防活動の拠点への経路の確保
 1. 5. 3 火災規模の制限

第2部 市街地の火災安全上の要件

2. 1 防火地域の建築物
 2. 1. 1 市街地火災の延焼遮断
 2. 1. 2 都市防災幹線道路の保護
 2. 1. 3 都市防災拠点の保護
2. 2. 準防火地域の建築物
 2. 2. 1 市街地火災の延焼拡大抑制

4. ケーススタディ¹⁾

以下で示すケーススタディは、前節で示した設計法により性能設計解を導いた結果である。

4.1 建物概要および設計条件

ここで行うケーススタディの主な建物の設計条件は、

- ・複数のテナントが入居出来るオフィスビル
- ・外観は概ね矩形
- ・地上4階、地下1階
- ・各階の床面積は約3000m²

である^{注1)}。また、本ケーススタディでは、現行の建築基準法でいう防火地域内に建築すると想定した。以下では、現行の建築基準法に基づく設計解を1例と、性能的火災安全設計法による設計解を2例示しその差を比較する。

4.2 建築基準法に従った設計解（Case A）

建築基準法に従った設計解を図2に示す。建物中央には1～4階に通ずるアトリウムがあり、その周囲に事務所スペースが配置されている。アトリウムと事務所スペースの間はガラススクリーンで分離されているが、現行法規上は防火シャッターの併設が要求される。

4.3 性能設計解（Case B1,B2）

性能的火災安全設計法を建物全体に適用すれば、Case Aとは全く違う建物形態とすることも理論的には可能である。しかし、現状では設計知識が十分に蓄積していないこともあり、基本的な形態はCase Aとし、部分的に設計法を適用して設計変更を行った。

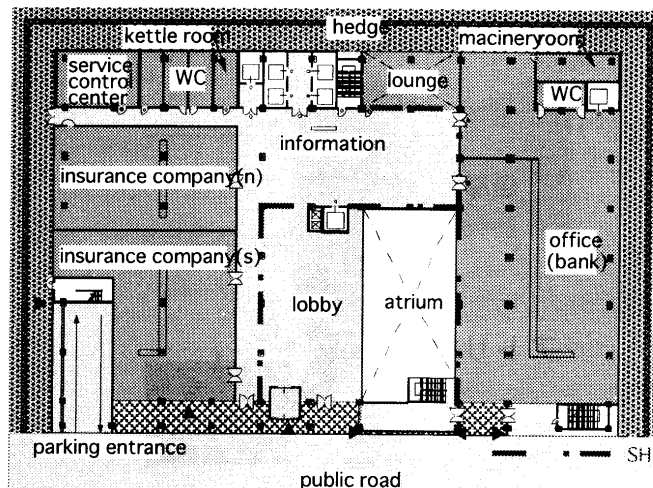
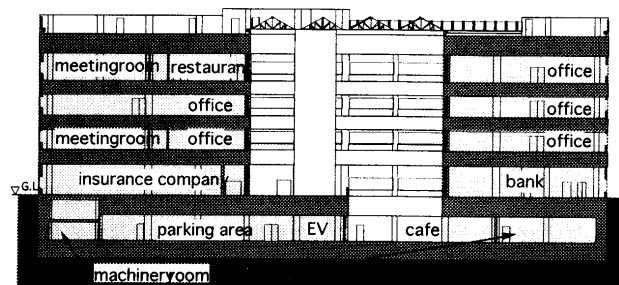


図2 現行法に基づく設計解（Case A）

ただし、その場合でも、設計変更がない部分も性能要求を満たすことを確認している。

防災計画者を対象として行われたアンケート²⁾に依れば、アトリウム周りのシャッターの撤去や防火・防煙区画の面積拡大の要望が多い。そのことを踏まえ、本稿ではアトリウム周囲の居室の防火・防煙区画について、検討過程と結果を示す。

4.3.1 防火・防煙区画に対する検討項目

表1の基本要件からアトリウム周囲の居室の防火・防煙区画が関わる基本要件は、図3に示した項目である。すなわち、基本要件の【1.4.3 他人の空間への延焼防止】および【1.5.3 火災規模の制限】である。

【1.4.3 他人の空間への延焼防止】については、内部区画を通しての延焼の防止と外部空間を通しての延焼の防止について以下の点をチェックした。

- ・他人の空間との間を区画する床および壁を通しての延焼拡大(a)
- ・他人の空間の外周壁を通しての延焼拡大(b)
- ・外周壁上の開口部を通しての他人の空間への延焼拡大(c)(d)

また、【1.5.3 火災規模の制限】については、

- ・火災規模が消火可能性を超えることの制限

をチェックする。ここでは、特にアトリウム空間を通じての火煙の拡大防止のため、

- ・噴出気流によるアトリウムに面する開口部を通しての延焼
- ・噴出気流によるアトリウムに面する周壁を介しての延焼
- ・煙伝播による開口部（ガラススクリーン）の破壊

について検討した。

4.3.2 アトリウム空間を通じての延焼拡大防止

(1) 噴出火炎による延焼拡大

噴出火炎による延焼防止を検討するため、アトリウムに面する開口部からの噴出火炎の温度分布を予測した^{3)~5)}。開口条件、区画内の可燃物条件および周壁条件を入力し、想定される最大規模の噴出火炎について検討した。その結果、アトリウムに面するいずれの居室で火災が発生した場合にも、開口を介しての延焼拡大は防止できることを確認した。また周壁を介しての延焼の危険性については、上階の床面レベルの壁面温度（図3の点@）を計算した結果、延焼拡大は防止できることを確認した。

以上の2点から、防火シャッターがなくても噴出火炎によるアトリウムを通しての上階延焼を防止できることが確認された。

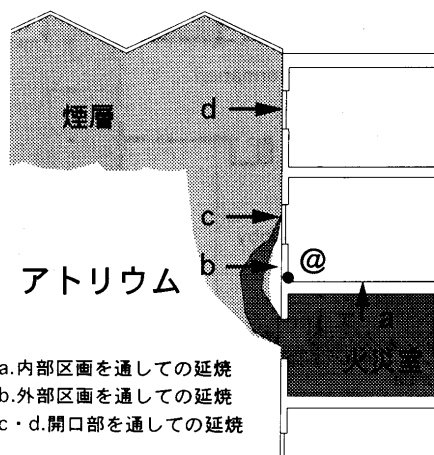


図3 アトリウムを介する延焼拡大の検討

よって、噴出火炎による延焼防止の要件からは防火シャッターは不要である。最終的な防火シャッターの要否は、次項の検討結果に依存する。

(2) 煙伝播による被害拡大

アトリウム上部には高温の煙層が形成され、その結果として上階のガラスが割れると火煙により延焼あるいは煙損を与える危険がある。現状では、ガラスの破損条件は明確ではないが、安全側の条件として接触する煙層の常温からの温度上昇が100K以内であれば破損しないと考える。そのためには、1) アトリウム上部に排煙口を設けるか、天井を高くして高温の煙がガラスに接触しないようにする、2) 防火シャッターを併設して、ガラスが煙層に接触しないようにする、などの対策の組み合わせが考えられる。

まずは、天井の自然排煙口面積を18m²とした場合について検討する。アトリウムに面する居室のそれぞれが火災となった場合を想定して煙層高さと温度を計算⁶⁾したが、そのうち最も危険な条件は、1階での火災であった。その結果を図4に示すが、煙層温度

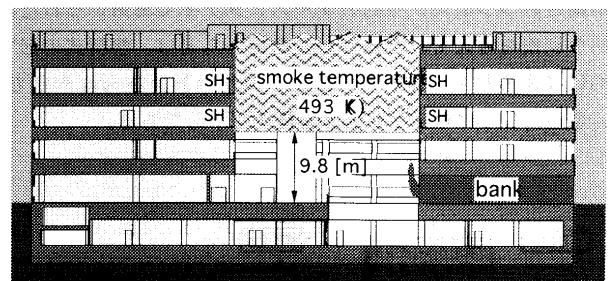


図4 アトリウム内の煙層高さ及び温度 (CaseB1)

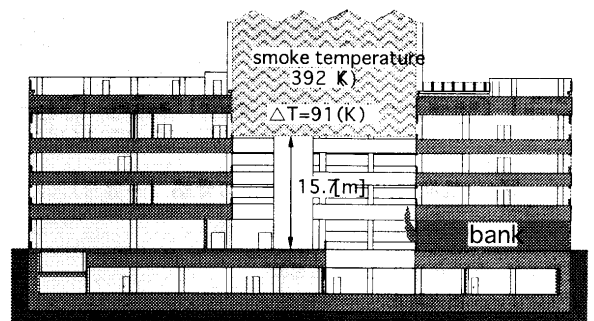


図5 アトリウム内の煙層高さ及び温度 (CaseB2)

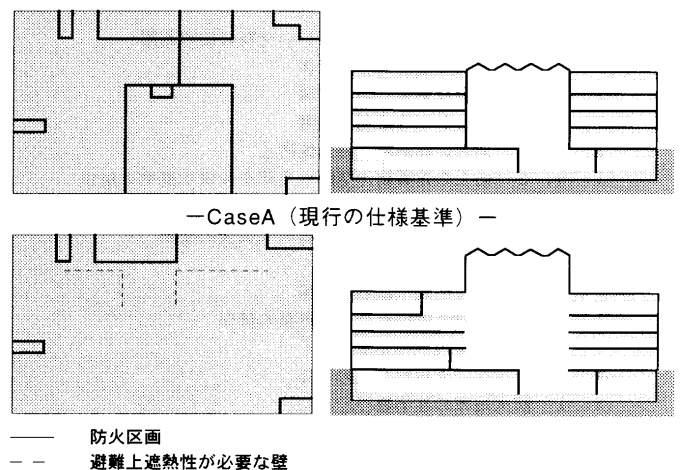


図6 防火区画に関するCaseAとCaseB2の比較

— 3階平面図と断面図 —

上昇は100Kを越えており、煙層が接する3～4階の開口部には防火シャッターが必要になる。しかし、下層階の開口部には煙層は接触せず、それゆえ防火シャッターは不要となる（この設計解をCase B1とする）。

次にCase B1と比べ排煙口面積を4倍の72m²とし、アトリウム天井高さを10m上げた場合について検討を行った（この設計解をCase B2とする）。その結果、2階以上の居室で火災が発生した場合、煙層の高さはアトリウム内の開口がある位置まで降下しないため、ガラスが破壊する危険はない。また、図5に示すように、1階を火災室とした場合には煙層は4階開口部まで降下するが、その時の煙層上昇温度は窓ガラスの破壊温度を下回ることから、4階の防火・防煙シャッターも不要となる。この結果とアトリウム開口からの噴出火炎による上階延焼の防止の検討結果も合わせて、Case B2ではアトリウム周囲の防火・防煙シャッターを全て取り除くことが可能となった。

4.3.3 火源規模の制限

前項の検討で、アトリウム周囲の防火シャッターを撤去することが可能となったが、これにより、起こり得る火災の最大規模は増大している。ゆえに、最悪の場合でも鎮圧、消火可能な規模以上にしないことが必要である。

現行設計法（Case A）では、1500m²以内毎に防火区画することにより担保されるが、性能設計解（Case B1,B2）では利用可能な消火設備の容量と可燃物量の総和との比較を行い、図6の位置で防火区画を行えば足りることを確認した。

5.まとめ

表2に今回検討を行った主な項目をまとめて示す。本ケーススタディでは、シャフトの耐火要求や必要な階段数についての検討も行っている。また、一般居室については天井高さに比較的余裕があるので、排煙設備（自然/機械）が無くても居室からの避難安全は確保できる。廊下については、煙層の降下を防ぐために必要な排煙量を確保すれば良く、現行の排煙設備技術指針に従って機械排煙を設置すればこの建物の場合は十分に満足されることを確認している。踏み込んだ検討を加えれば、排煙設備容量の最適化も可能である。

今回のケーススタディで示したのは、無限にある性能設計解のうちのわずか2つであるが、この結果からだけでも明らかに設計の自由度が増大し、合理的かつ経済的な設計解を導くことが可能

である。

6 今後の展望

対策のトレードオフを考慮する簡易な検証用ツールを網羅的に準備することが、この設計法の今後の展開の一つの鍵である。現時点では、全ての機能要件に対して適合性を検証するためのツールが完備しているとは言えないが、順次整備してゆく計画である。

謝辞

このケーススタディは、日本建築学会火災安全設計法小委員会の協力を得て行われ、建設省総合プロジェクト「防耐火性能評価技術の開発（火災安全設計分科会）」にて討論いただいた。ここに記して感謝の意を表します。

参考文献

- 1) Takeyoshi Tanaka, Akihiko Hokugo, Ichiro Hagiwara, Kazunori Harada, Yoshifumi Ohmiya, Kawori Koya, "A Case Study Using the Performance-Based Fire Safety Design System in Japan", proceedings of the International Conference on Performance-Based Codes and Fire Safety Design Methods, (to be published)
- 2) (社)建築業協会防災計画技術小委員会：防災計画に関する設計者の問題意識アンケート調査（その1）、火災、VOL.46 No.1、1996.2
- 3) 横井鎮男：建築物の火災気流による延焼とその防止に関する研究、学位論文
- 4) 松山賢、藤田隆史、金子英樹、大宮喜文、田中孝義、若松孝旺：「区画内火災性状の簡易予測法」、日本建築学会構造系論文報告集、p159～164、第469号、1995.3
- 5) 大宮喜文、田中孝義、若松孝旺：「可燃物条件を考慮した区画火災性状予測モデルの構築」、日本建築学会計画系論文報告集、p1～8、第487号、1996.9
- 6) 田中孝義：建築火災安全工学入門 p174～177、1992

注1) 1996年9月にオタワ（カナダ）にてSFPE（防火技術者協会）、CIB（国際建築研究情報会議）およびNRCC（カナダ国家研究評議会）の共催で行われた「性能基準と火災安全設計法に関する国際会議」で要求された条件である。

表2 ケーススタディの各設計解の比較

		現行法 caseA	性能的火災安全設計法 caseB1 caseB2
防火区画	面積区画 層間区画 アトリウムの防火 シャッターの設置階	床面積1500m ² 以内ごとに区画 スパンドレル高さ0.9m以上 全階	一部の階を除いて撤去 スパンドレル高さ0.9m（噴出気流性状により確認） 3、4階 必要なし
煙制御	防煙区画 排煙設備 アトリウム	床面積500m ² 以内に防煙区画 全館機械排煙 自然排煙 排煙口面積18m ²	居室と廊下部分の防煙区画 廊下のみ機械排煙 自然排煙 排煙口面積18m ² 自然排煙 排煙口面積72m ² 他のケースと比べ天井高を10mあげることによる蓄煙効果の利用
避難経路	歩行距離（重複距離）	60m以下（30m以下）⇒階段最低3つ必要	各経路が負担する避難者数から検討⇒階段最低2つ必要
主要構造部の耐火性能		1時間耐火	各居室の火災室内温度から検討

[1997年6月18日原稿受理 1997年9月1日採用決定]