

# 避難安全検証法及び耐火性能検証法を用いた設計手法の開発

中屋成人\* 角谷三夫\*\* 篠原啓泰\*\*\*  
 茂木正史\*\*\*\* 小河義郎\*\*\*\*

## 1. はじめに

平成 10 年 6 月に、建築基準法の性能規定化や建築確認検査業務の民間開放、中間検査制度の充実等を含んだ一連の大幅改正が行われ、平成 12 年にかけて順次施行された。この中で、建物の構造・設備等に関する性能規定化は、建築関係業務への影響も大きく建築版ビックバンとも言われた。

避難安全・耐火性能は、本来建物にとって重要な性能である。しかし、従来は決まりきった規定を適用するだけで設計内容にほとんど差が出ないため、建築技術の主要要素とは認識されない傾向があった。今回の建築基準法改正を契機に、避難安全・耐火設計内容の差が建物に目に見える差を与える可能性が認識されるようになり、この分野の技術が顧客に対する有効な提案技術になりつつある。

基準法の性能規定化の施行から数年経たが、ここではこの避難安全・耐火性能に関わる改正に対応するために実施した標記開発課題の成果とともに、開発以後の当技術適用事例についても報告する。

なお、改正後の建築基準法と避難安全検証法および耐火性能検証法自体の内容については最小限の概要を述べることとする。詳細は文献<sup>1),2)</sup>他を参照願いたい。

## 2. 避難安全検証法を用いた設計手法

### 2.1 改正された建築基準法の避難安全規定

建築基準法の性能規定化改正の概要を図-1に示す。この改正の最も大きな特徴は、仕様規定が例示仕様という位置付けに変わったことと、「一般的性能検証法」が新たに導入されたことである。

避難安全に関わる規定においては、改正前建築基準法で防火区画関係・避難施設関係・排煙設備関係・内装制限関係などの仕様が非常に詳細に定められていた。

改正後の建築基準法ではこれら仕様規定はほぼ同内容ではあるが、例示と位置付けられたことから、これらの規定に当てはまらない場合でも同等な安全性を確認できれば認められることとなった(図-2参照)。そのための同等な安全性確認方法の一つが以下に述べる避難安全検証法である。

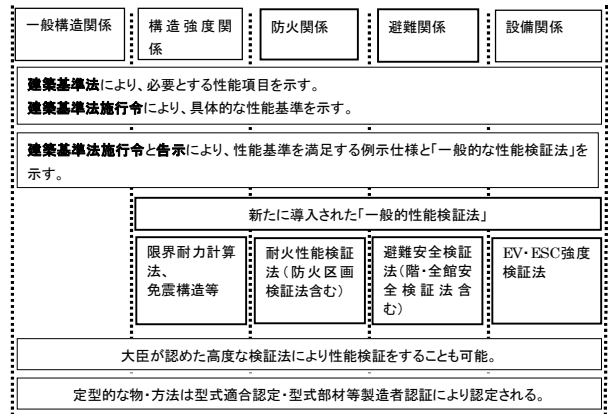


図-1 改正建築基準法の概要

### 2.2 避難安全検証法の検証方法

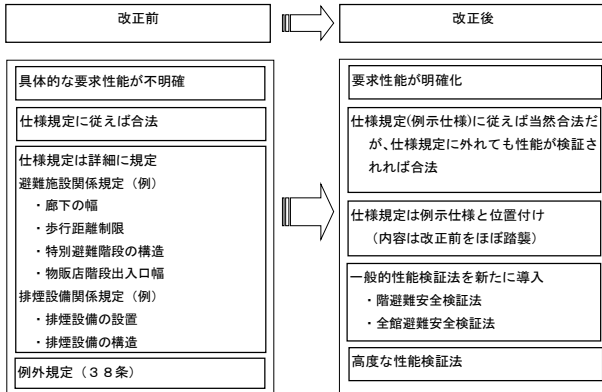
性能検証のための「一般的性能検証法」として避難安全検証法が告示(H12年建告1441、1442)により示された<sup>3)</sup>。

火災時には煙が避難行動の最大の障害要因となるため、避難安全検証法では避難行動が完了する時間と火災による煙が避難行動に支障を及ぼし始める時間を比較して、安全性を検証することとしている。まず火災時の避難行動を、火災室からの避難・火災階からの避難・火災建物からの避難の3種類の避難行動に分けて考えて、それぞれの避難時間を計算する。次に、各々の避難行動に応じた避難経路で煙が避難行動の支障となる高さに降下してくる時間を計算して、避難時間の方が短ければ安全であると評価する。

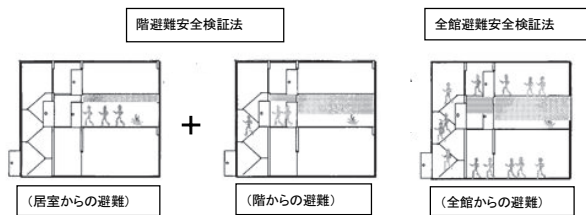
避難安全検証法の全体は、対象とする避難行動の種類に応じて図-3に示すように階避難検証法と全館避

\* 関西支社建築設計部 \*\* 元関西支社建築設計部 \*\*\* 東京支社建築設計部 \*\*\*\* 技術研究所

難検証法から構成されている。階避難安全性の検証は、火災室の避難安全と避難経路の避難安全からなり、階毎に適用することができる。全館避難安全性の検証は全階での階避難安全検証が前提となる。



図一 2 基準法改正前後の避難安全に関する規定



図一 3 避難安全検証法の構成

2.3 避難安全検証法適用の効果

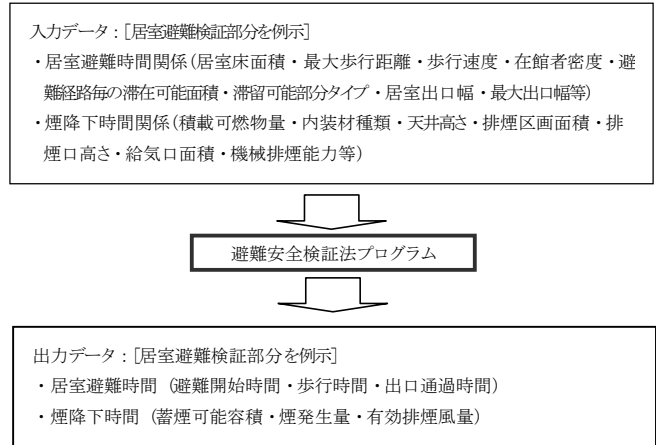
告示に示された方法によって避難安全性を検証することにより、基準法に規定された関係規定の適用が免除される。これによって、従来の設計方法と較べて各種の設計自由度が与えられることになる。

具体的には、避難階段の幅を小さくすることなど避難施設関係規定が適用免除されたり、排煙設備を設けなくともいいように排煙設備関係規定が適用免除されたりする可能性がある。

2.4 避難安全検証法プログラムと設計マニュアル

前述の避難安全検証を効率的に行うためのプログラムを開発した。入力および出力データの概要と、入力・出力帳票の一部をそれぞれ図一 4、表一 1、2に示す。

入力データは、表一 1に示すように避難時間と煙降下時間を計算するための諸データであるが、建築設計図から比較的簡単に拾い出すことのできるデータである。



図一 4 避難安全検証法プログラムの入力出力データ

表一 1 避難安全検証法プログラム入力シートのイメージ

Area	居室名	売場1	売場2	食堂	厨房	事務室
火災室内にあるArea1の名称	売場1	売場2	食堂	厨房	事務室	
火災室内にあるArea2の名称	テナ120	テナ100	厨房			
火災室内にあるArea3の名称	テナ50	テナ60				
Area1=	2080.00	2095.00	121.00	40.00	90.00	
Area2=	120.00	100.00	40.00			
Area3=	50.00	60.00				
Area1ルート	I1=	50.000	50.000	15.000	10.000	15.000
	速度タイプ	7	7	7	7	10
Area2ルート	I2=	0.000	0.000	0.000		
	速度タイプ	7	7	7		
Area3ルート	I3=	0.000	0.000			
	速度タイプ	7	7			
Area1	Area名	売場1	売場2	食堂	厨房	事務室
	在館者密度タイプ	6	6	8	8	4
Area2	Area名	テナ120	テナ100	厨房		

表一 2 避難安全検証法プログラム出力シートのイメージ

	記号	単位	売場1	売場2	食堂	厨房	事務室
① 居室避難行動時間							
第一 (居室避難時間)							
床面積	Σ Area	(m <sup>2</sup> )	2250	2255	161	40	90
居室避難開始時間	tstart	(min)	1.581	1.583	0.42	0.2	0.3162
第二 (居室歩行時間)							
最大歩行距離 1	l11	(m)	50	50	15	10	15
歩行速度 1	v1	(m/min)	60	60	60	60	78
居室歩行時間 1	ttravel1	(min)	0.833	0.833	0.25	0.2	0.1923
最大歩行距離 2	l12	(m)	0	0	0		
歩行速度 2	v2	(m/min)	60	60	60		
居室歩行時間 2	ttravel2	(min)	0	0	0	0	0
最大歩行距離 3	l13	(m)	0	0			
歩行速度 3	v3	(m/min)	60	60			

プログラムによる計算の結果として、火災室からの避難、火災階からの避難、全館からの避難のそれぞれの安全性評価結果が出力される。

プログラムとは別に、この検証法を適用すれば有利となる建物用途と適用結果の傾向などを示して設計を効率的に進めるための設計マニュアルも作成してある。適用効果の大きい建物は、スーパー・百貨店などの物販店舗や大きな事務室を持つ事務所ビル等である。

### 3. 耐火性能検証法を用いた設計手法

#### 3.1 改正された建築基準法の耐火規定

改正された建築基準法の耐火建築物に関する規定を図-5に示す。この改正も避難安全規定に関するものと同じ主旨であり、改正前にはなかった「一般的性能検証法」を用いた設計ルートを選択が可能となった。

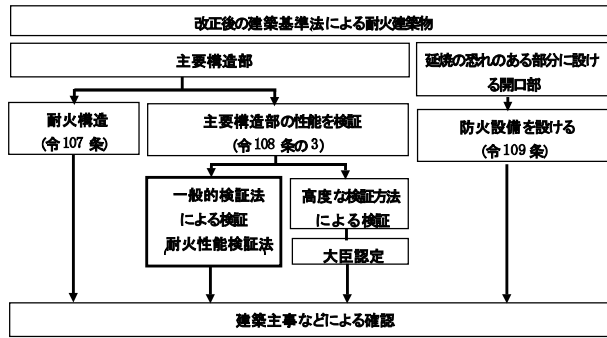


図-5 改正建築基準法の耐火建築物関係規定

#### 3.2 耐火性能検証法の検証方法

性能検証のための「一般的性能検証法」として、耐火性能検証法が告示（H12年建告1433）により示された<sup>4)</sup>。

耐火性能検証法では、その建物各室の空間特性と収納可燃物等の性状に応じて火災継続時間が想定され、一方建物の荷重状態を反映した各部材の保有耐火時間が想定される。全ての主要構造部材について、保有耐火時間がその部材が面する室内および屋外に生じる火災の継続時間を上回れば、建物の耐火性能が検証されたことになる。

#### 3.3 耐火性能検証法適用の効果

耐火性能検証法により耐火性能を検証すると、鉄骨造の一般的な事務室や店舗の場合、仕様規定に従うよりも柱・梁の耐火被覆厚さが低減できる可能性がある。一方、倉庫などのように膨大な収納可燃物がある建物では、火災性状が厳しくなるため、仕様規定による柱・梁の耐火被覆厚さでは性能規定を満足できない場合もある。また、ロビー空間や機械室など収納可燃物の非常に少ない空間では、耐火建築物であっても構造体を無耐火被覆鋼材にできる可能性がある。

#### 3.4 耐火性能検証法プログラムと設計マニュアル

耐火性能検証を効率的に行うためのプログラムを開発した。入力および出力データの概要と、入力・出力

帳票の一部をそれぞれ図-6、表-3、4に示す。また、避難安全と同様に耐火検証法を適用した設計のための設計マニュアルも作成してある。

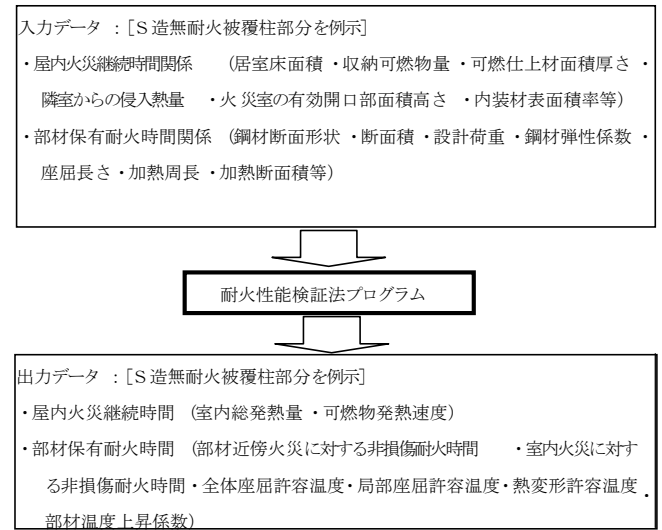


図-6 耐火性能検証法プログラムの入出力データ概要

表-3 耐火性能検証法プログラム入力シートイメージ

物件名称:	アークアズは・ビル	
データ削除:	計算条件他メモ1:	テナント室1(コンビニ)
室名:	階:	計算条件他メモ2:
室1(コンビニ)	1	中規模床面積区画

(収納可燃物発熱量)	発熱量番号の参照	用途:	店舗	番号:	9	単位発熱量:	#REF!	[MJ/m <sup>2</sup> ]	床面積:
(発熱材料・壁、床面積)	仕上材名:	厚さ(m)分類:	下地材名:	厚さ(mm)分類:	面積(m <sup>2</sup> ):				
床	ビニースタイル	2.0	木材他	モルタル	30.0	コンクリート	#REF!		
天井	岩綿吸音板12	12.0	不燃	GS+PB9.5	9.5	準不燃	#REF!		
壁1・北	無機質壁紙	0.1	準不燃	GS+PB12	12.5	準不燃	27.00		
壁2・南	無機質壁紙	0.1	準不燃	GS+PB12	12.5	準不燃	27.00		
壁3・東	無機質壁紙	0.1	準不燃	GS+PB12	12.5	準不燃	63.45		
壁4・西	無機質壁紙	0.1	準不燃	GS+PB12	12.5	準不燃	63.45		
壁5									

(開口部:壁)	開口記号:	タテ寸法[m]:	ヨコ寸法	開口面積[m <sup>2</sup> ]:	(有開口に算入する壁開口)	開口面積[m <sup>2</sup> ]	タテ寸法[m]
AW3-1		2.25	4.00	9.00	開口1	9.00	2.25
AW3-2		2.94	2.07	6.09	開口2	6.09	2.94
AW3-3		2.25	0.93	2.09	開口3		
				0.00	開口4		
				0.00	開口5		
				0.00	開口6		

表-4 耐火性能検証法プログラム出力シートイメージ

集計		物件名称:	アークアズは・ビル	
		:選択セル(同じ入力項目の範囲内では、必要事項記入セル(同じ入力項目の範囲		

室概要		室火災性状											
室名	階	用途	床面積 Ar m <sup>2</sup>	可燃物発熱量				屋内火災継続時間					
				収納 可燃物 Q1 MJ	内装材 Q2 MJ	隣室 Q3 MJ	合計 ΣQ MJ	有開口 因子 fop m <sup>2</sup> /2	可燃物 表面積 Afuel m <sup>2</sup>	燃焼型 支配因子 X m <sup>2</sup> (1/2)	可燃物 発熱速度 qb MW	火災継続 時間 t(1) s	
室1(コンビニ)	1	店舗	19030%	91344	11065	0	#####	23.9	629.5	0.038	38.3	44.6	
				屋外火災継続時間				耐力壁		60.0			
				非耐力壁(延焼の恐れがある外)		60.0							
				非耐力壁(延焼の恐れがない外)		30.0							
(備考)													
実建物での検証:中規模面積室													

4. 適用した事例

4.1 SNビル

a. 適用概要

当事例は避難安全検証法を適用した事例で、対象建物は約3,200㎡、S造2Fの物流拠点施設である。他社による基本設計完了後の顧客との協議の中で、建物の主用途室である1階の荷捌場(約1,250㎡)の防煙垂壁が作業の妨げになるので取り止め出来ないかとの要望を受けた。その要望を実現するためにはどのよう

な対策を行えば可能になるかを検討することを目的として避難安全検証法の適用を行った。

なお、当事例では適用目的から階避難安全検証のみを行った。

b. 検討結果後の図面と変更事項の整理

検討の結果、以下の点を基本設計から変更した(図-7参照)。

- ・荷捌場の500㎡以内毎の防煙垂壁を取り止めた。
- ・荷捌場の自然排煙を取り止めて蓄煙とする。具体的には排煙用トップライトを採光用ハメ殺しトップラ

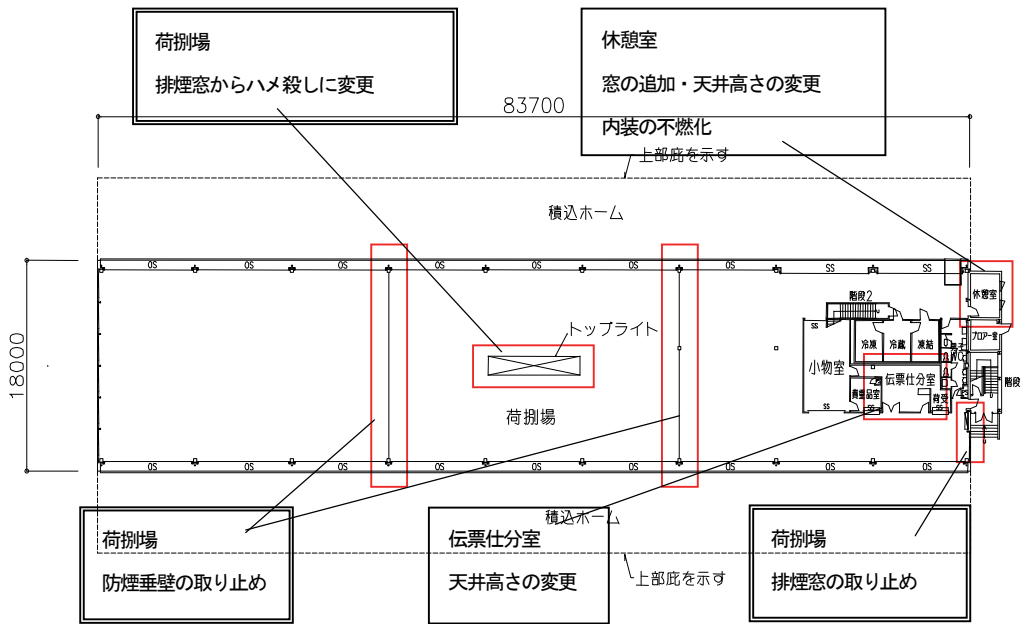


図-7 SNビル平面図および基本設計からの変更事項

表-5 SNビルの避難安全性検証計算結果(部分)

第8(煙降下時間)			火災室	非火災室	非火災室	非火災室	火災室	非火災室	非火災室	非火災室	火災室	非火災室	非火災室
			伝票仕分室	荷捌場	横込ホ-ム1		休憩室	荷捌場	横込ホ-ム2		荷捌場	横込ホ-ム1c	非火災室
当該室床面積	Aroom	(m <sup>2</sup> )	28.67	1257.72	624.40		12.00	1257.72	624.40			1257.72	624.40
平均天井高さ	Hroom	(m)	3.000	4.820	5.350		2.600	4.820	5.350			4.820	5.350
限界煙層高さ	Hlim	(m)	1.900	3.200	1.800		1.000	3.200	1.800			3.200	1.800
最低床からの天井高さ	Hlow	(m)	3.000	-	-		2.600	-	-			4.820	-
積載可燃物発熱量	ql	(MJ/m <sup>2</sup> )	560	-	-		240	-	-			2000	-
積載可燃物火災成長率	αf	-	0.0989	-	-		0.0241	-	-			0.8254	-
内装火災成長率	αin	-	0.0035	-	-		0.0140	-	-			0.0035	-
煙等発生量	Vs	(m <sup>3</sup> /min)	117.987	1.617	1.617		41.018	0.160	0.160			1889.294	1889.294
開口部構造	-	-	-	2.000	-		-	2.000	3.000			-	3.000
有効開口部面積	Aop	(m <sup>2</sup> )	-	8.09	492.80		-	0.80	492.80			-	492.80
防煙区画1													
有効開口部上端平均高さ	Hst	(m)			5.100			2.000		5.100			5.100
最大垂れ壁下端高さ	Hlv	(m)											
最大天井高さ	Htop	(m)			5.350			2.600		5.350			5.350
当該防煙区画面積	Asc	(m <sup>2</sup> )											
有効排煙係数(防煙区画1)	A*J	-			0.372			0.250		0.372			0.372
排煙口1-1													
排煙方式			蓄煙	蓄煙	自然排煙		自然排煙	蓄煙	自然排煙		蓄煙	自然排煙	
有効開口部面積	As	(m <sup>2</sup> )			254.100			2.496		254.100			254.100
有効開口部高さ	hs	(m)			3.300			1.560		3.300			3.300
有効開口部面積合計	ΣAs	(m <sup>2</sup> )			254.100			2.496		254.100			254.100
給気口開口面積	ΣAa	(m <sup>2</sup> )			138.600			0.016		138.600			138.600
有効開口部中心高さ	Hc	(m)			3.450			1.780		3.450			3.450
排煙能力	w	(m <sup>3</sup> /min)											
送風機能力(第2種排煙)	s	(m <sup>3</sup> /min)											
排煙口1-1排煙量	eI-1	(m <sup>3</sup> /min)			11878.501			59.233		11878.501			11878.501
防煙区画1排煙量	E1	(m <sup>3</sup> /min)			11878.501			59.233		11878.501			11878.501
排煙量まとめ													
	A*IE1	(m <sup>3</sup> /min)			4416.795			14.808		4416.795			4416.795
	A*2E2	(m <sup>3</sup> /min)											
	A*3E3	(m <sup>3</sup> /min)											
排煙量	Ve	(m <sup>3</sup> /min)			4416.795			14.808		4416.795			4416.795
居室煙降下時間	ts	(min)	0.267	1260.053	221662.000		0.733	12734.415	221662.000		1.078	221662.000	
	Σts	(min)	222922.321				234397.148				221663.078		
避難時間													
	tstart+ttravel+queue	(min)	7.134				7.134				7.134		
判定													
			OK				OK				OK		

イトに変更し、外壁の窓を一部取り止めた。

- ・休憩室の天井高さを 2, 280 から 2, 600mm に変更し、窓を追加した。
- ・休憩室の内装を難燃から準不燃に変更した。
- ・伝票仕分室・荷受の天井高さを 2, 500 から 3, 000mm に変更した。

c. 適用結果

表一五は検証結果出力の一部であるが、階避難の各ルート毎に、煙が危険な状態にまで降下する時間より避難を完了する時間の方が短いことを確認できる。当事例の適用目的は、顧客の機能上の改善要望に応えるための検討であったが、それが実現できたことに加えてその他設備の合理化も行えたため、同時にコストダウン効果も得ることが出来た。

当建物では仕様規定においても機械排煙設備が不要であったが、機械排煙設備が必要となるような建物の場合であれば、その設置の省略や設置するとしても排煙風量を低減することなど、大幅なコストダウン効果の可能性があると見ていた。

d. 適用のための業務量

当事例の場合、基本設計完了後に避難安全性検証の作業を行うことになった。データ入力・計算等では、開発プログラムを使用することにより効率的に行うことができた。行政庁との折衝も含めても数人日程度の業務量となった。

e. 考察

開発した避難安全検証法プログラム及びマニュアルを実物件に適用し、実務設計に付帯する様々の事項や検証するに当たっての勘所といったものも把握できた。

従来から大きな面積、高い天井高の部屋は、排煙設備がなくとも設計が可能になると考えられていたが、今回の検証で実際に荷捌場がこれに該当し、想定通りの結果を得た。また逆に、小さい面積の部屋は、従来の仕様規定より厳しくなると言われていることもその通りの結果となり、当事例でも、休憩室は天井高さを高くしてかつ窓を増やし、伝票仕分室は天井高さを高くした。

当事例のように広い面積を持ち、天井高の高い部屋のある建物の場合、例えばスーパー、工場、倉庫等は、避難安全検証法の適用による効果が期待できる用途である。

また、行政的な手続きに関しても実績を得ることが

できた。当事例の確認審査はN県であったが、同県は避難安全検証法にあまり経験がなく、法文解釈等で若干時間が掛かったが、今後該当物件が増えていけばスムーズな運用が期待できる。これはN県に限らず他の特定行政庁も同様と思われる。

4.2 IWビル

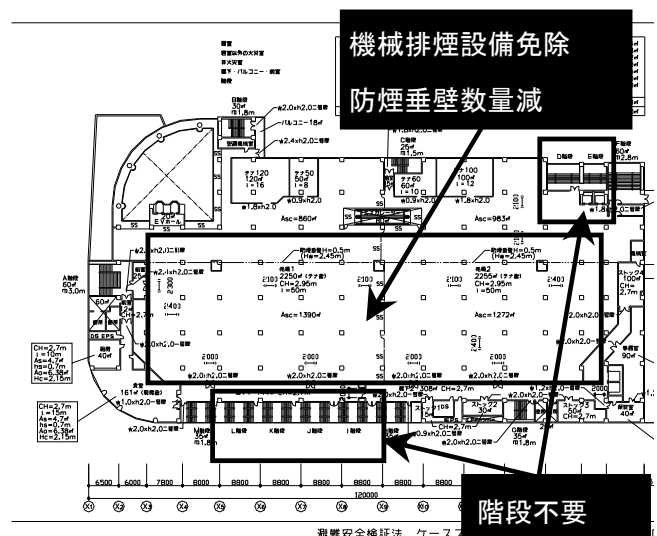
a. 適用概要

この事例は、改正前の建築基準法に従って建設された既存建物である大規模な物販店舗に、避難安全検証法を適用した事例である。建物は、約 33, 000 m<sup>2</sup>、RC及びS造B1F地上5Fの物販店舗である。基準法の仕様規定による設計内容と避難安全性検証法を適用した設計内容との違いを把握する目的で適用したものである。当事例では階避難安全検証および全館避難安全検証を行った。図一八に平面図概要と適用結果の概要を示す。

b. 適用結果

仕様規定で必要とされた機械排煙設備は省略できることがわかった。また、階段幅も仕様規定で必要とされた幅より合計で約 40%の低減が可能であった。

ただし、このような効果を得るためには階段室には前室を設けること、バックルールの扉を木製から防火戸とすること等の変更も必要である。これらを含めても、全体として避難安全性を確保したうえで大きなコストダウン効果も見込めることを確認した。



図一八 避難安全検証法の適用による効果例

c. 適用のための業務量

当事例の場合、既存建物に適用した事例であり、新



建築物に適用するのは状況が異なるが、ここでもデータ入力・計算等は、開発プログラムの使用により効率的に行うことができた。建物全体の全館避難安全性を検証したケースであるがここでも数人日程度の業務量であった。

### 4.3 AKビル

#### a. 適用概要

当事例は耐火性能検証法の適用事例である。改正前の基準法に従って設計された、小規模の鉄骨造店舗ビルに耐火性能検証法を適用し、基準法の仕様規定による設計内容とどの程度異なるのかを把握することを目的とした。建物は、約2,900㎡、S造3Fのテナントビルである。図-9に適用した建物の平面図を示す。

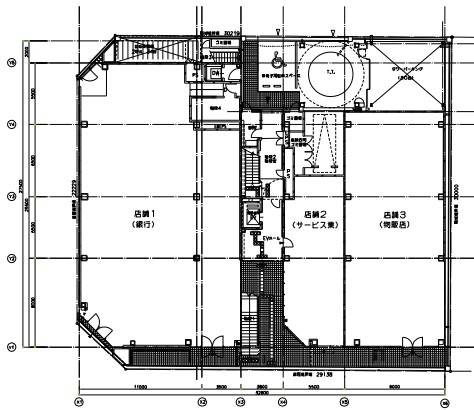


図-9 耐火性能検証法の適用建物例

#### b. 適用結果

表-6にその結果の概要を示す。もともと低層の建物であるため、柱・梁に必要な耐火被覆仕様は1時間耐火であり、それを大幅に低減することは不可能である。必要耐火被覆の厚さを検討したところ、柱・梁とも各5mmの低減が可能であることが確認できた。

表-6 耐火性能検証法の適用効果例

	A. 現設計仕様 (基準法仕様規定)	B. 性能検証法を適用し現実に可能な仕様
柱	タイカライト (繊維混入ケイカル板) t 25mm	同左 t 20mm
梁	吹付けロックウール t 30mm	同左 t 25mm
コスト検討まとめ	耐火被覆工事費 5,157,000 建物全体工事費 約4.3億	耐火被覆工事費 4,768,000 (△389,000) (耐火被覆工事費の△8%) (全体工事費の△0.1%)

しかし、この検討結果の詳細を見ると検証法検討による必要厚さは最低限厚さにより決まっており、耐熱性能からだけでは、さらに低減できることが判つ

た。このことから、将来耐火性能検証法が改定される場合には、さらに合理的な耐火設計ができる可能性があるといえる。

#### c. 適用のための業務量

当事例の場合も、既存建物に適用した事例であり、新築建物に適用するのは状況が異なる。耐火性能検証は避難安全検証とはやや異なり、仕様規定との混合適用は許されていないため、建物全体への適用が必要である。このため、耐火性能検証法適用の作業の量はやや大きくなる。この程度の建物規模であれば、行政との折衝の他、10人日程度の業務量が必要となる。

### 5. おわりに

以上のように、建築基準法の大幅改正によって新たに導入された性能検証法を用いた設計技術は実践的に活用する段階になった。

建物の避難安全性能は性能検証法を通して見ると、建物各室の用途・間仕切り位置・防災設備などの条件変更によって大きく影響される。このことは設計期間中の設計変更にも言えるが、長期に亘る建物の使用期間中の改造等による条件変更についても言えることである。これらに対して建物の安全性能が確保され続けるよう十分留意していくとともに、その対応ルールが社会的にも定着していくことを期待したい。

また、建築基準法が改正されてまだ間もないため、法律内容や運用面では改善の余地があると指摘されている。例えば、建築基準法による設計内容と消防法による規制内容に相違があること、小面積室での排煙設備仕様が過大になると考えられていること等である。今後法律内容や運用に手直しが出てくる可能性もあり、これらにも対応していく必要がある。

#### 【参考文献】

- 1) 日本建築学会編、「事例で解く改正建築基準法・性能規定化時代の防災安全計画」、2001. 4
- 2) 建築技術社、「建築技術特集・防火設計はこう変わる」、2000. 11
- 3) 国土交通省住宅局他編、「避難安全検証法の解説及び計算例とその解説」、H13. 3
- 4) 国土交通省住宅局他編、「耐火性能検証法の解説及び計算例とその解説」、H13. 3