

特別
寄稿



東京理科大学 総合研究機構
防災科学研究所 センター
教授 小林 恭一 博士 (工学)

高層ビルの 火災危険を考える



昨年11月、上海の高層マンションで多数の死者が出る火災が発生して日本でも話題を呼んだ。日本ではあまり報道されていないが、これ以外にも、最近アジアの大都市で、高層ビルが派手に炎上する火災が続発している。

日本では、これまで高層ビルが上階に延焼する火災はほとんど発生していない¹⁾。建築関係者も消防関係者も、中国の高層ビル火災の報道を見ても、「基準が整備されていないせいだろう」くらいに考えて、あまり関心を払おうとはしていないように見える。

だが、高層ビルが本格的に延焼火災になったら極めて厄介で、多数の死者が発生する可能性があることは、あの9.11のWTCビルの崩壊を思い起こせばすぐわかる。

本稿では、高層ビル火災の特性と必要な対策及び現行の防火法令への反映の状況を整理するとともに、続発するアジアの高層ビル火災の延焼原因、日本の高層ビルの安全性を支えてきた仕組みなどを整理して、日本の高層ビルは今後も「安全」と言えるのか、考えてみることにしたい。

高層ビルとは何か

考察にあたって、まず、「高層ビル」の定義を明確にしておこう。消防法では、「高層ビル」という用語はないが、「高層建築物」については定義があり、「高さ31mを超える建築物をいう。」とされている²⁾。

この「31m」が大正9年（1920年）に定められた市街地建築物法施行令第4条（地域による高の制限）³⁾に規定されている「100尺」からきていることはご存じの方も多いだろう。

この高さ制限は、建築基準法（昭和25年（1950年）制定）に引き継がれ、消防のはしご車の高さの目安となっていたが、昭和36年（1961年）に特定街区制度、昭和38年

（1963年）に容積地区制度が創設され、高さ31mを超える建築物が多数建築される時代が来ることが予想されたため、昭和43年（1968年）に消防法が改正され、共同防火管理制度⁴⁾と防災制度⁵⁾の対象の一つとして「高層建築物」が法律上位置づけられた。

なお、建築基準法令には「高層建築物」という用語はなく、「高さ31mを超える建築物には、非常用の昇降機を設けなければならない⁶⁾。」「…建築物の15階以上の階…に通ずる直通階段は…特別避難階段としなければならない⁷⁾。」などと、個々の条文の中で適宜表現されている。

高さ100尺を超える建築物が禁止された根拠については諸説あるが、「100尺」に科学的な根拠があるというより、大都市集中の抑制、火災対策、諸外国の動向、既存建築物への配慮など複数の視点を踏まえた「きりの良い数字」（ラウンドナンバー）という意味が大きいようだ⁸⁾。消防ポンプの水の届く高さ、という意味はあったようだが、当初は地震対策の発想はなかった。制定直後の大正12年（1923年）に関東大震災が発生したため地震対策の視点から見直されたが、高さ制限の数字自体は変更されていない⁸⁾。

いずれにしろ日本の場合、防火の視点から見た「高層建築物」は「消防のはしご車のはしごが届かない部分がある建築物」という位置づけになっている。

アジアの建築法規については調査中だが、調べた限りでは、タイ、ベトナム、バングラデシュなどは高さ20mを超えると「高層建築物」の扱いになり、原則としてスプリンクラー設備の設置対象となる。ただし、20mを超える建築物に実際にスプリンクラー設備がすべて設置されているか、となると、そうでもないようだ。

高層ビルの火災危険を考える

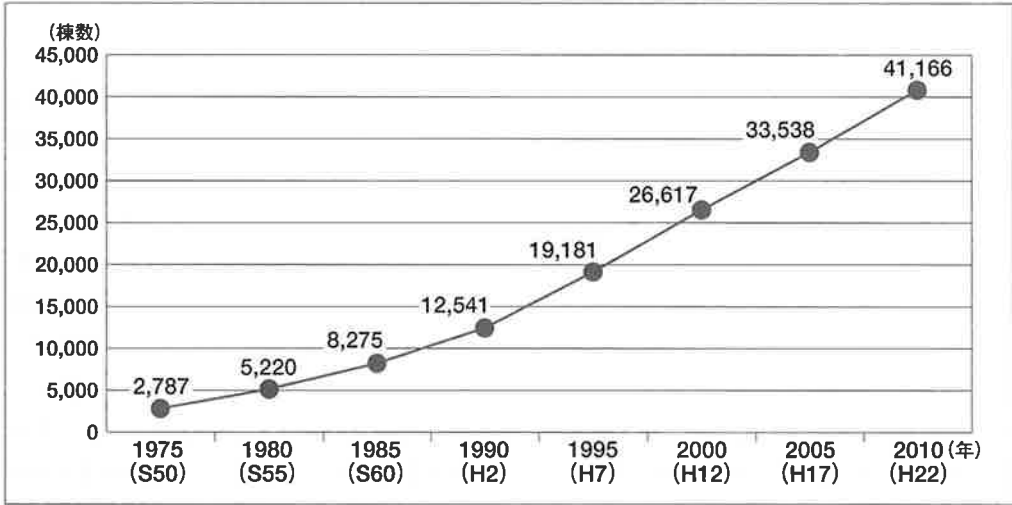


図1 高さ31mを超える高層建築物数の推移 (消防白書より作成)

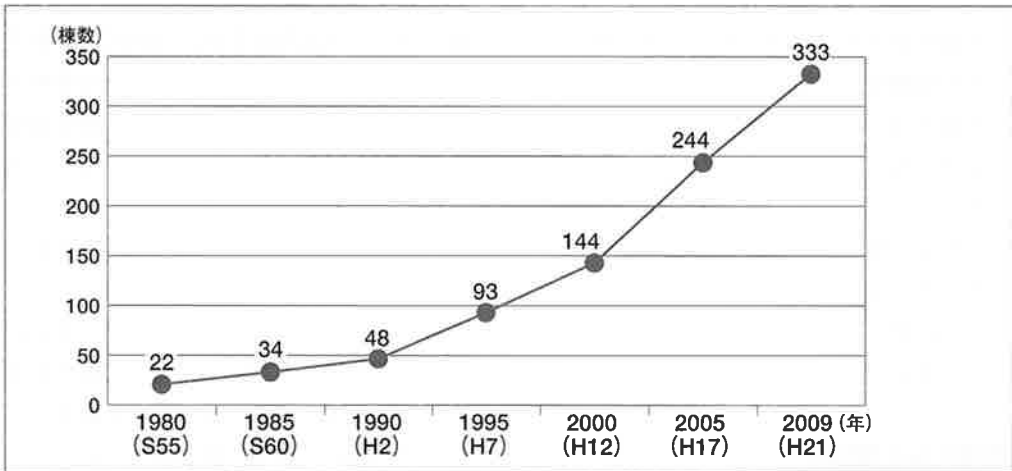


図2 東京消防庁管内の高さ100m以上の高層建築物数の推移 (東京消防庁調べ)

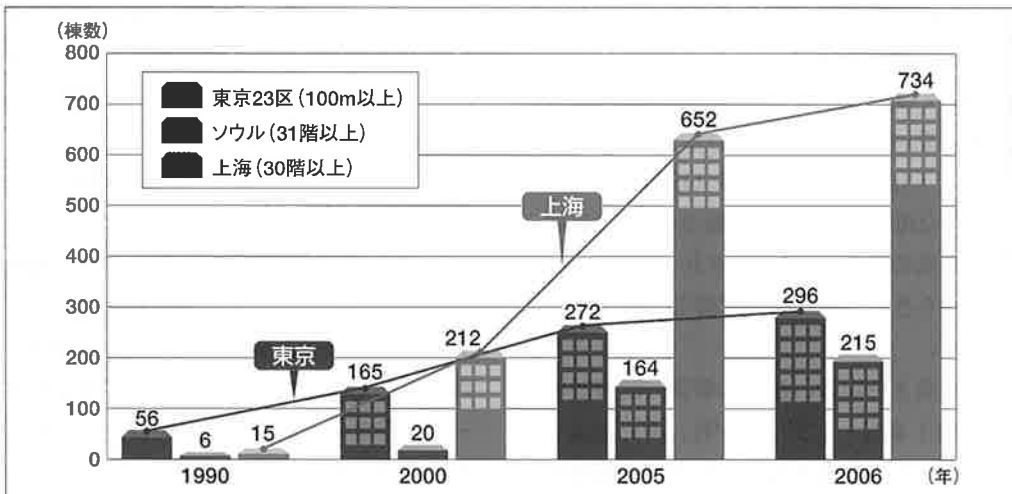


図3 東京・ソウル・上海の超高層ビル数の推移の比較 (作成：東京理科大学)

高層建築物はどのくらいあるのか

日本では、高層建築物はどのくらいあるのだろうか。

消防白書(平成22年(2010年)版)では、防災防火対象物数として「高層建築物」数が計上されているが、その数は41,166棟となっている。この数字は昭和50年(1975年)に2,787棟だったので、35年間に約15倍に増加したことになる(図1)。

ちなみに、高さ100m以上のいわゆる「超高層建築物」の数は2009年には615棟(1997年は230棟)となっている(平成21年防火対象物実態調査、消防庁)。

参考までに、東京消防庁管内の高さ100m以上の建築物数の推移を示すと(図2)のようになる。東京とソウルや上海の「超高層建築物」(それぞれ定義は違うが)の数を比較してみたのが(図3)である。東京の超高層建築物の増加率も相当なものだが、上海やソウルではさらに桁違いのスピードで建設されていることがわかる。

高層建築物が火災になると何故危険なのか

日本では、高層建築物と中低層の建築物との火災危険の違いは、定義上、消防のはしご車のはしごが届かない部分があるか否か、というところにある。

消防隊員は、はしごが届けば、火災建築物の外部の相対的に安全なエリアに身を置いて消火や救助などの活動を行えるが、はしごが届かなければ、危険な火災建築物内部に否応なく進入して活動しなければならない。

延焼中の建築物は、火炎や煙に退路を断たれる可能性もあるし、一定時間経過後は建物全体が崩壊する可能性もあるなど、進入した消防隊員にとっては、無事生還することが保証されない極めて危険な空間である。

いわゆる「超高層ビル」のように建築物の高さがさらに高くなると、消防隊が火点

に到着するまでのパスも、危険が生じた時に待避するためのパスもどんどん長くなるし、建築物内部に残留している要救助者の数なども飛躍的に増加する。このため、消防活動はますます困難になり、消防隊員の危険も急増する。また、ある程度以上の高さになると消防自動車のポンプでは水を圧送できない、という問題も生じてくる。

高層建築物の火災対策

そのような危険性の増大に対処するため、高層建築物には、建物自体にあらかじめ様々な対策を講じておくことが不可欠となる。

そのための基本的な考え方は、高層建築物に限らず建築物一般に共通するところも多いが、筆者なりに整理すると以下ようになる。

(1)防火・防煙対策

- ①とにかく、できるだけ火災を発生させない。
- ②火災が発生した場合には、初期の段階で消火する。
- ③初期消火に失敗しても、できるだけ小区画に火煙を閉じ込める。
- ④小区画への閉じ込めに失敗しても、出火階に火煙を閉じ込め、上階に拡大させない。
- ⑤上階拡大した場合にも、さらに上の階に連鎖的に拡大していくことを防ぐための対策を講じておく。

(2)避難対策

- ①在館者が危険にさらされる前に全員収容できる数と容量を有する階段をバランス良く配置する。
- ②階段は、内部にいる避難者が全員安全な地上に避難するまでの間は、火炎や煙に対して安全な構造とする。

(3)消防活動対策

- ①火災時に消防隊が使えるエレベーターを設置する。
- ②火災階における消防活動の拠点となりうる施設を各階に設置する。

表1 高層建築物に組み込んでおくべき防火安全対策とその実現度合い

種類	対策の内容	建築基準法令		消防法令	
		現行規定	実現度	現行規定	実現度
防火・ 防煙対策	火災発生防止	内装制限 ⁹⁾	△	防火管理制度 ¹⁰⁾ ・防災制度	△
	初期消火の徹底			スプリンクラー設備 ¹¹⁾ ・自火報 ¹²⁾ +消火器 ¹³⁾ +防火管理	○
	小規模区画への火煙の閉じ込め	高層面積区画 ¹⁴⁾ ・排煙設備 ¹⁵⁾ ・内装制限	○		
	火煙の上階拡大防止の徹底	縦穴区画 ¹⁶⁾ ・スパンドレル ¹⁷⁾ ・埋め戻し ¹⁸⁾ ・排煙設備	○		
	火煙の連鎖的上階拡大防止		×		
避難対策	避難階段の数、容量、配置	直通階段までの歩行距離 ¹⁹⁾ ・2以上の直通階段 ²⁰⁾ ・物販店舗の階段幅 ²¹⁾	△		
	避難階段の安全対策	特別避難階段 ²²⁾	○		
消防活動 対策	消防隊用エレベーター	非常用の昇降機 ²³⁾	○		
	消防活動拠点の各階設置	非常用エレベーターの乗降口ビー ²⁴⁾	○		
	消防活動拠点の配置、機能、構造	非常用エレベーターの乗降口ビー	△	連結送水管の放水口の位置 ²⁵⁾ ・非常コンセント設備 ²⁶⁾	○
	消火用水の確保			消防用水 ²⁷⁾	○
	消火用水の高層階への圧送			連結送水管の加圧送水装置 ²⁸⁾	○
崩壊対策	主要構造部の耐火性能	耐火構造 ²⁹⁾	○		

③消防活動拠点は、消防用エレベーターや安全な階段と直結し、停電時の明るさの確保、本部や部隊との連絡、消防活動用の電気や水の供給が容易にでき、火災や煙に対して安全な構造とする。

④消防活動が長時間に及ぶ場合にも消火用水を確保できるようにしておく。

⑤消火用の水を最上階まで圧送できるようにしておく。

(4)崩壊対策

①火災が長時間続いた場合に、一定以上の時間は建物が崩壊しないよう、主要構造

部の耐火性能を確保する。

高層建築物の火災対策は、防火法令にどこまで盛り込まれているか

表1は、上記の対策に対応して、建築基準法令と消防法令にどのような規定が盛り込まれているかを整理したものである。

これを見ると、必要な対策はおおむね何らかの形でこれらの法令に盛り込まれていることがわかるが、万一火煙が上階に拡大してしまった時に、さらに上のどこかの階で止めるための対策がないことなど、改善

の余地がある事項もある。

連鎖的上階拡大防止策については、数階おきに1層分まるまる空中庭園のようなものにするとか、機械室など延焼拡大要因になりにくい室を集めて配置するとともに消防活動拠点を作るなどの方法が考えられるが、費用対効果や効率の点から「最低の基準³⁰⁾」としては過大な要求になる、ということであろうか。火煙の上階拡大対策が各階ごとに徹底されていれば、たとえ出火階が突破されても次の階で止められるはず、という期待もありそうだ。

筆者が多少問題があると考える事項については、勝手に△を付した。これについて少し触れておく。

(1)火災発生防止

高層建築物の火災対策としては、火災が発生する確率をできるだけ低くしておくことが必要である。それにしては、内装制限と防火管理制度、防災制度だけ、というのが心もとない。

前にも述べたように、共同防火管理制度と防災制度は、高層建築物と地下街の対策を強化するために昭和43年(1968年)の消防法改正で導入された制度であり、いずれも大事な制度ではあるが、火災発生防止の決め手としては少し弱い。

内装制限は、高層建築物だからという理由で規制されているものではない。また、火気使用室以外の内装制限は、内装への着火防止という視点ではなく、延焼速度を低下させ、フラッシュオーバーまでの時間を延ばして避難を容易にすることが主たる目的であるので、これが火災発生防止に寄与するのは派生的な効果でしかない。

高層建築物の火災発生防止対策を正面から考えるなら、高層階での裸火の使用禁止、危険性物質の貯蔵又は取り扱いの禁止などを盛り込まないと不十分だと思うが、現行

では防火管理の一環として自主的に取り組むべきこと、と位置づけられている。

(2)避難階段の数、容量、配置

高層建築物の15階以上の階に通ずる直通階段は、すべて付室を有する特別避難階段としなければならない、という規定³¹⁾は、高層建築物の防火安全対策にとって非常に大きい意味を持っているが、その数、容量(避難者の収容可能人数)については規定されていない。直通階段までの歩行距離の規定³²⁾と2以上の直通階段を設ける場合の規定があるので、結果的にある程度の間隔で特別避難階段が配置されることになるが、容量については決められておらず、階段の幅の基準³³⁾が結果的にある程度の容量を保証しているだけである。

WTCビルのような延焼火災が発生した時に、在館者が全員安全な階段に逃げ込める、という保証は、物品販売業を営む店舗の用途に供する建築物(階段幅の基準²⁾がある。)を除けば、制度上は何もない、ということになる。

(3)非常用エレベーターの乗降ロビー

非常用エレベーターの乗降ロビーの構造等に関する規定は、消防隊の活動拠点としての機能や構造をおおむね満たしているが、特別避難階段等の安全な階段との接続には触れていない。これについては、従来、非常用エレベーターの乗降ロビーと特別避難階段の付室を兼用する設計が多かったので事実上あまり問題はなかったが、避難安全検証法により特別避難階段を設けなくてもよい事例が出て来たため、問題となるケースが生じている、と聞く。

万一消防活動拠点が危険な状況になった時の待避の手段や、数階層にわたって消防活動を行う時の移動の手段として、非常用エレベーター1基しかない、ということでは問題だろう。

上階への火煙の拡大をどう防ぐか

「高層建築物の火災対策」として整理した中で、筆者が最も重要だと考えるのは、火煙の上階拡大防止、特に上階延焼の防止対策である。

はしご車による消火・救助活動ができない高層建築物で、火災が出火階を突破して上階に延焼すると、消防隊としては出火階の火災を鎮圧してからでないと、その上の階で本格的な消火活動を行うことは難しい。結局、出火階から上に1階ずつ消火していくしかない³⁴⁾が、その間にさらに上階に次々に延焼拡大されたら、打つ手がなくなってしまふ。その結果火災が長時間に及ぶことになり、ビル全体の崩壊につながる、ということにもなりかねない。

上階延焼の経路として可能性のあるのは、以下の7つである。

- ①階段、エレベーターシャフト、ダクトスペース、配管シャフトなどの、いわゆる「堅穴」部分
- ②アトリウム
- ③風道
- ④区画貫通配管と躯体との間の隙間
- ⑤躯体の接合部等にできる隙間
- ⑥外壁の開口部
- ⑦床や壁の伝熱

このうち①と②については、いわゆる「堅穴区画」として、日本では厳しく規制されている¹⁶⁾。③の風道についても、温度の急上昇や煙によって閉鎖する防火ダンパー³⁵⁾の規定がある。

また、④については、いわゆる「埋め戻し」³⁶⁾の規定があり、完璧に施工するのは難しいにしても、一定の水準は確保されている。

さらに、⑦については、以前は何の規定もなかったが、平成12年(2000年)の性能規定の施行に伴い耐火構造の壁や床に1時間の遮熱性能³⁷⁾が要求されるようになって、

一定の水準が確保されるようになった。

心配なのは、⑤である。高層建築物については、カーテンウォールなど、地上で作った躯体や部材をクレーンで吊り上げて現場で組み立てる工法が主流になっているが、この工法だと、接合部分に隙間ができやすい。このため、④の埋め戻しの規定に似た規定が必要なのはなのだが、まだできていない。

これについては、ファーストインターステート銀行ビルの火災³⁸⁾の頃から指摘されており、日本の設計・施工を担う防火関係者の間では常識化しているのに、規定がなくても事実上隙間をふさぐ措置は講じられているようであるが、100%行われているかどうか、疑わしいところもある。規定の改正できちんと担保しておくべき事項だと思う。

また、⑥については、いわゆるスパンドレルの規定があり、一定の水準は確保されているが、「本格火災になった場合に、上階延焼を高さ90cmの壁だけで100%防ぐことは難しい。」というのが防火専門家の共通の認識である。

スパンドレルだけで上階延焼を完全に防ごうとすると、壁の高さを大幅に増すか、ひさしやバルコニーを設置するか、ということになるが、建物のデザインに直結するため、義務づけはなかなか難しい。結局、スプリンクラーの設置や内装の不燃化による火災荷重の減少などと組み合わせ、合わせ技で解決するしかない、というのが現状である。

最近のアジアにおける高層建築物の延焼火災

冒頭で触れたように、最近、アジアの大都市で高層ビルの延焼火災が続いている。その状況や延焼拡大の理由の詳細はまだ明らかでないが、北京の中央電視台の火災(2009年2月)、重慶の高層マンションの火災(2010年8月)、釜山の高層マンションの火災(2010年10月)、上海の高層マンション

の火災（2010年11月）には、共通点がある。

化粧や断熱のために外壁に貼り付けたり吹き付けたりした部材や材料が燃え、あっという間に最上階まで延焼した、という点だ。

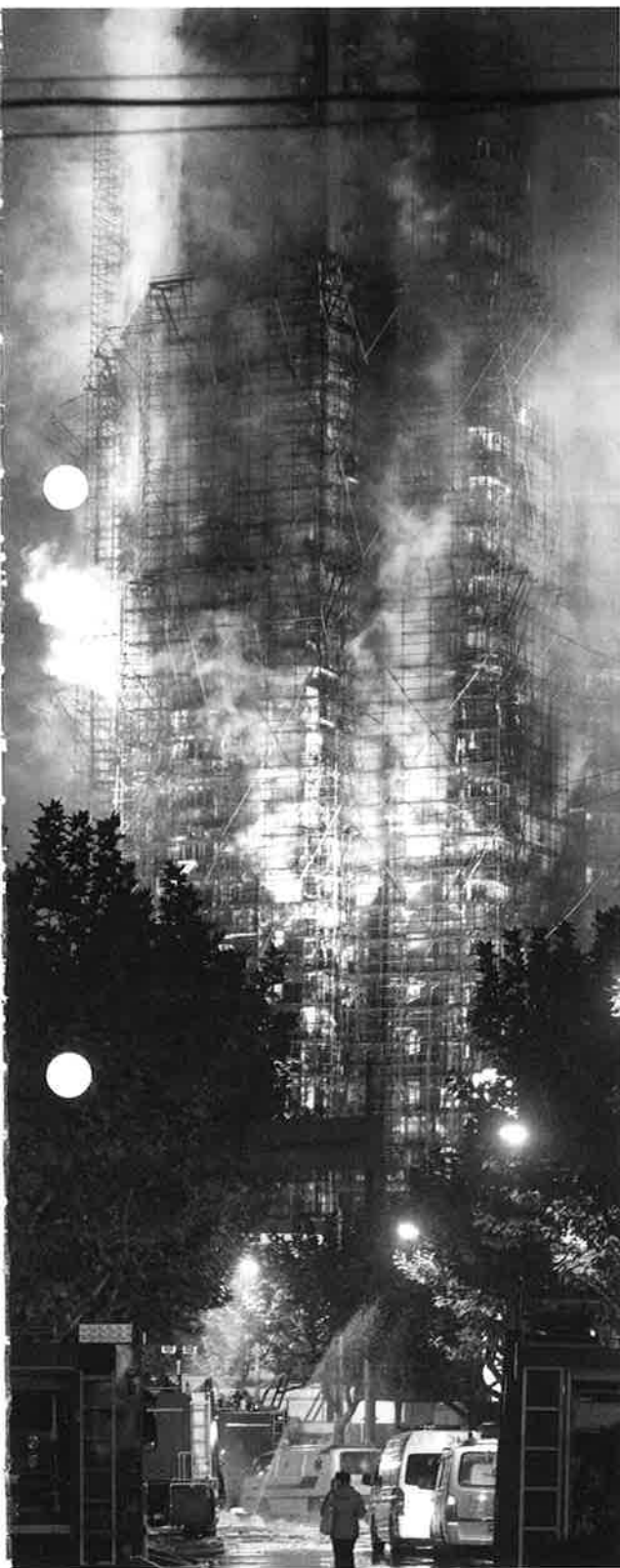
外壁の外側が燃えるので派手に延焼するが、必ずしも建物内部に延焼するわけではないので、人命被害などは意外に少なかったのだが、11月の上海の火災では内部に延焼した住戸が多く、死者53人、行方不明50人以上、合計100人以上の犠牲者が出てしまった。

釜山のマンションも上海のマンションもスプリンクラー設備が設置されており、一部は作動しているのだが、内部に浸入した火災は消火できても、外壁の外側で燃えている火災は消しようもないため、火災全体に対して大きな効果はなかった。外壁火災は、スプリンクラー設備の効力を超えている、ということだ。

それでは、日本で同じようなことが起こる可能性はあるのだろうか。改めて考えてみると、どうもその可能性は否定できないようだ。

建築基準法令では、外壁の外側に可燃性の部材を吹き付けたり貼り付けたりすることは、特に禁じていない。高層建築物の外壁には耐火構造が要求されており、その性能（耐火性能）は1～3時間の非損傷性能、0.5～1時間の遮熱性能及び0.5～1時間の遮炎性能である²⁹⁾。不燃性能は要求されていない。極端な言い方をすれば、「建築物の外側が多少燃えても、建築物が崩壊せず、内部が燃え出さなければ構わない。」という考え方でできている。

しかし、釜山や上海の火災を見ると、建物の外側が燃えれば建物内部にも延焼するし、その場合はスプリンクラーも効果がない、ということがわかる。外壁や外壁の化粧材などに一定の不燃性を要求しておく必要があるのではないか、ということだ。



上海高層マンションの火災(2010年11月)
(写真提供:共同通信社)

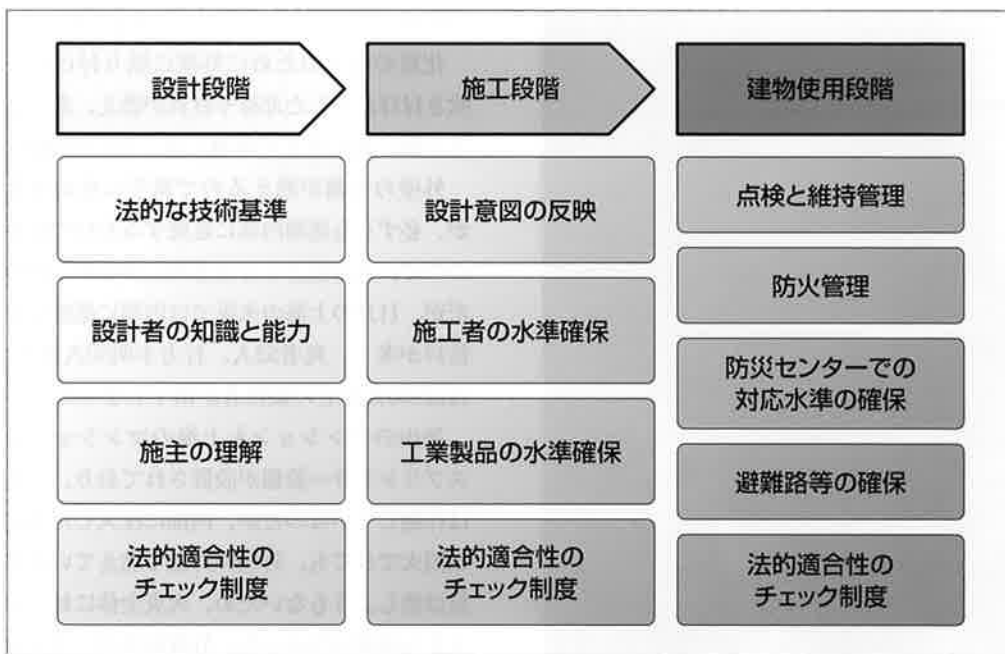


図4 建築物の防火安全を確保するために必要な要素

日本では、マンションについては外壁の外側に断熱材や化粧材を貼り付ける例はあまりないようだが、事務所ビルなどでは化粧材の貼り付けは珍しいことではない。高層ビルにおける化粧材や断熱材の貼り付けの実態やその燃焼性状などを、一度検証しておく必要があるのではなからうか。

日本の高層建築物は火災に対して安全と言えるのか

以上見てきたように、日本の高層建築物については、建築基準法令と消防法令によりおおむね必要な手当がなされており、その結果、広島基町アパート火災以外に大規模な延焼火災は起きていないが、以下のような課題もある。

- ①出火防止対策が建物関係者任せになっている。
- ②避難者が階段から避難しようとしても溢れる可能性がある。
- ③消防活動拠点に階段が接続していない可能性がある。

- ④カーテンウォールと床との接合部などの隙間がふさがれていない可能性がある。
- ⑤外壁燃焼による上階延焼の可能性がある。
- ⑥外壁の開口部を介して上階に延焼する可能性がある。
- ⑦万一上階に延焼すると、その後、連鎖的にさらに上の階に延焼していく可能性がある。

これらは、防火法令上の課題や盲点と思われることをあげたもので、実際の建物がこのような問題を持っているかどうかはわからない。高層建築物を設計、施工するのは大手の設計事務所やゼネコンであるので、②～⑤などはおそらく問題ないと考えてよさそうだが、⑥や⑦などは世界共通の課題である。

高層建築物で火災が発生する確率はそう高くないし、スプリンクラー設備が設置されていることもあり、初期火災の段階が突破されて本格火災になる確率はさらに低い。このため、多少の問題があっても、それが人命被害や大きな建物被害として顕在化す

ることは滅多にない。

だが、高層建築物数は4万棟を超え、高さ100m以上のものだけでも615棟に上っている。今後も増加の一途をたどることは避けられない。

ある確率で問題を抱える集団は、母数が急増すれば、その問題が顕在化するのとは時間の問題だ。筆者としては、高層建築物の抱える問題の存在確率は火災被害などの形ですぐに顕在化するほど高くはない、と考えているが、それが制度によって担保されているのでなく、「大手がやっているの、まあ大丈夫だろう」という部分があるところが問題だ。

日本の場合、大地震でスプリンクラー設備が損傷した時に出火する可能性があることも考えておかなければならない。その場合でも、在館者の人命を守ることができるだけの対策を、ハード、ソフト両面で講じておく必要があるということだ。

(参考)

- 1) 日本の高層建築物延焼火災としては、広島基町アパート火災が数少ない例として挙げられる。広島基町アパートでは建設(昭和46年)以来、上階延焼した火災が10回以上発生している。そのほとんどは奇数階から偶数階に延焼して2層分燃えた火災だが、平成8年(1996年)10月に発生した火災は、9階から最上階(20階)まで延焼し、16戸が全焼した。広島基町アパートでこのように上階延焼が多発している理由は、多くのバルコニーの目隠し板にアクリル板が用いられておりその形状が特異であること、住戸が2層ごとにグループ化されており奇数階と偶数階の間のスパンデルが十分でないこと、バルコニーに置かれている可燃物の量が多いこと、住棟形状が特異であることなどであるとされている(広島市基町住宅火災検討会、建設省、平成9年3月)。
- 2) 消防法第8条の2第1項
- 3) 市街地建築物法施行令第4条(地域による高の制限): 建築物ノ高ハ住居地域内ニ於イテハ65尺(20メートル)ヲ、住居地域外ニ於イテハ100尺(31メートル)ヲ超過スルコトヲ得ズ…
- 4) 消防法第8条の2
- 5) 消防法第8条の3
- 6) 建築基準法(建基法)第34条第2項
- 7) 建築基準法施行令(建基令)第122条第1項
- 8) 大澤昭彦: (研究ノート)市街地建築物法における絶対高さ制限の成立と変遷に関する考察—用途地域の100尺(31m)規制の設定根拠について—p.54
- 9) 建基令第128条の3の2~第129条
- 10) 消防法第8条
- 11) 消防法施行令(消令)第12条
- 12) 消令第21条
- 13) 消令第11条

また、建築物が設計され、施工され、安全に使用されるまでには、(図4)に示すような様々な要素が必要だ。それぞれの要素が一定のレベルを保っていないと、結局、大きな事故の形で顕在化してしまう可能性がある。

現在、急成長しているアジア諸国では、このようなシステムをどう作り上げていくかが課題になっているが、日本の場合は、少子高齢化社会と価値観や社会・経済構造の激変の中で、これまで作り上げてきたシステムを今後も維持していけるのか、ということが課題になる。

現役的设计者、施工者、消防機関、建築行政機関の方々は、高層建築物をあたり前のものでして仕事をしてきたと思うが、高層建築物に慣れすぎて、その潜在的危険性を侮っていることはないか、アジアの高層建築物の延焼火災の多発を他山の石として、考えてみる必要があるのではないかと思う。

- 14) 建基令第112条第5項~第8項
- 15) 建基令第126条の2~第126条の3
- 16) 建基令第112条第9項
- 17) 建基令第112条第10項
- 18) 建基令第112条第15項
- 19) 建基令第120条
- 20) 建基令第121条
- 21) 建基令第124条
- 22) 建基令第122条~第123条
- 23) 建基令第129条の13の3
- 24) 建基令第129条の13の3第3項
- 25) 消令第29条第2項第1号
- 26) 消令第29条の2
- 27) 消令第27条第1項第2号
- 28) 消防法施行規則第31条第6号
- 29) 建基令第107条
- 30) 建基法第1条
- 31) 建基令第122条第1項
- 32) 建基令第120条
- 33) 建基令第23条
- 34) 1988年5月にアメリカ、ロサンゼルスファーストインターステート銀行ビル(62階建て)で発生した火災は、12階から16階まで5層が燃える火災となったが、センターコア部分の防火区画がしっかりしていたため、消防隊は火災階の上階に部署して外壁の開口部等を介して延焼して来る火災を食い止めたとされている。ただし、このような消火活動は通常は危険とされており、例外的な成功事例と考えられる。
- 35) 建基令第112条第16項
- 36) 建基令第112条第15項
- 37) 建基令第107条第3号