

5.3 防火シャッターに連動する感知器等の問題

防火シャッターは火災の感知器の作動と連動して降下する仕組みである。閉鎖信号は、自動火災報知設備の受信機から送られる場合と、シャッター専用の感知器から送られる場合があるが、いずれにしろ、作動信号が適切に送られて来ないとシャッターは適切に降下しないので、これについて検討する必要がある。

5.3.1 自動火災報知設備の配線

火災建物の自動火災報知設備の感知器、中継器、受信機等の配線概要は図 11 のとおりである。システムは、火災が発生した北側の「第 1 系統」と中央部・南側の「第 2 系統」に分かれており（図 9 参照）、各階で系統は共通している。

作動時のイメージは図 12 のとおりである。自動火災報知設備の熱感知器が約 3,000 個、自動火災報知設備の煙感知器が約 30 個、防火シャッター作動用の煙感知器が約 800 個あるが、これらの感知器は、熱又は煙の感知時のみ電流が流れるもので、例えばショートした場合でも同様に電流が中継器に流れる。そのため、配線は耐熱措置が講じられていない一般配線で接続されている。一方、一部コンベヤ等の床貫通部の防火区画には、アナログ式感知器（随時、煙が何%かという情報が送られるもの）が 4 個設けられている。これらは、常時電流を送るため、火災受信機、感知器用中継器、防火シャッター用中継器が一体の伝送線で接続されており、このため、一部分でショートなどの異常が発生すると一体に接続された全ての感知器の情報が伝達できなくなる構造になっている。

情報の伝達については、例えばアナログ式感知器の情報は受信機に送られ、受信機が防火シャッター用中継器に指示（図 12 中、点線の矢印）を出して、その防火シャッター用中継器が各シャッターに情報を送る仕組みになっている。

また、電気工事における配線ミスなどによるショートを想定し、その際に受信機を破損することがないようにするため、シャッターを起動させる動力となる電流を送るための制御線等の受信機側にヒューズが設けられている。

5.3.2 第 1 系統における防火シャッターの不作動

第 1 系統において多数の防火シャッターが作動しなかった原因としては、感知器の情報を伝送する配線（伝送線に接続するアナログ式感知器を含む。）が、火災による何らかの原因でショートし、結果として、系統全体の機能が喪失したため、感知器の信号を防火シャッター用中継器等へ伝送できなくなったと考えられる。

なお、火災受信機の記録によると、熱・煙の感知状況等は表 2 のとおりである。警備会社へ火災が通報された記録によると、火災受信機に記録された時刻は実際の時刻から約 7 分遅れていたものと推定される。

第 1 系統には、出火した端材室の感知器等が接続されている。

2.1 で述べたように、端材室の構造は、倉庫内の各エリアからベルトコンベヤによって運搬された廃段ボールが、端材室上部開口部（2 階部分）から端材室内に落下し、端材室内に積み上がる状況になっている。火災発見者の供述によると、火災発生当日は、廃段ボールが端材室の概ね半分ほどの高さまで積み上がっていた。

当初、端材室では、フォークリフト出入口（廃段ボール排出口）から給気された空気によって、端材室内の折り畳まれていない多数の段ボールが激しく燃え上がり、端材室上部開口部（2 階部分）から高温熱気を伴う火炎が噴出したと考えられる。

その結果、当該開口部付近の 2 階鉄筋コンクリート製柱が激しく熱せられて爆裂している。

端材室上部開口部（2 階部分）の煙感知器は、

表 2 第 1 系統の熱・煙の感知状況等

（検討会資料より）

第 1 系統	記録された時刻	実際の時刻 (推定)※
端材室での火災感知(熱感知器)	9:14	9:07
端材室上部の煙濃度が5%まで上昇	9:15	9:08
端材室上部の煙濃度が10%まで上昇	9:15	9:08
第 1 系統で最初のシャッター起動	9:16	9:09
伝送線の異常検知	9:17	9:10
伝送線の機能が完全に消失	9:21	9:14

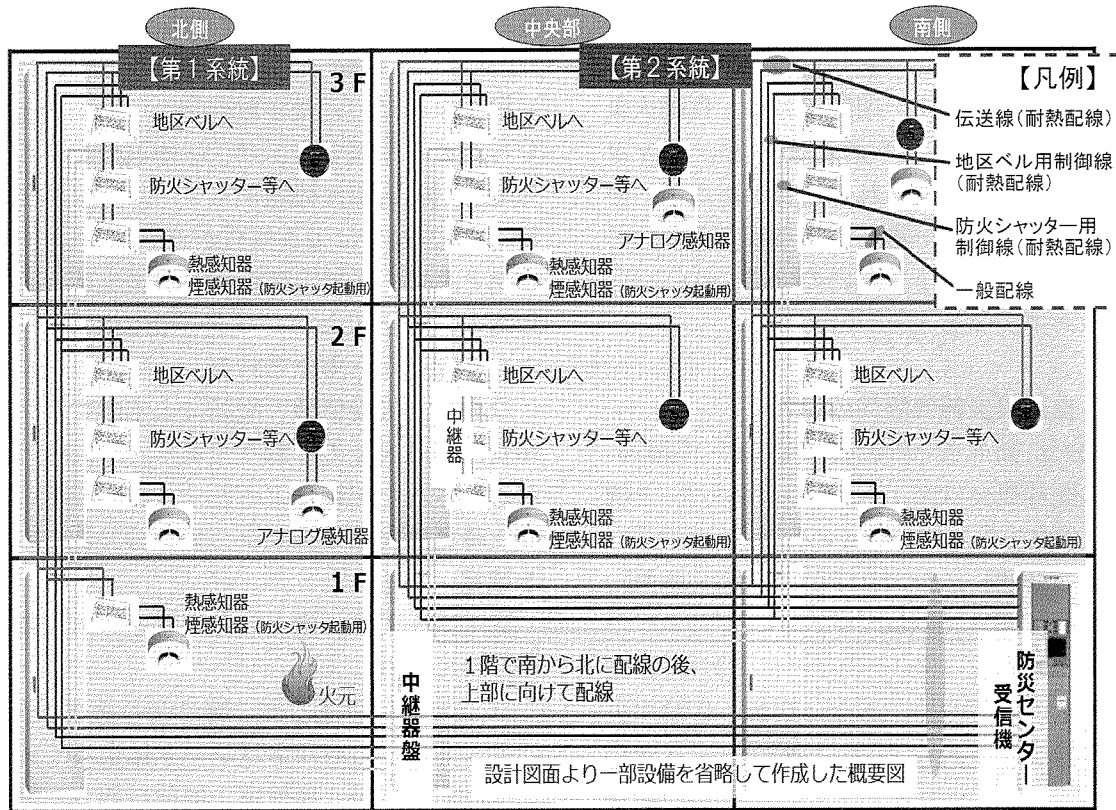


図 11 受信機の配線 (検討会資料より)

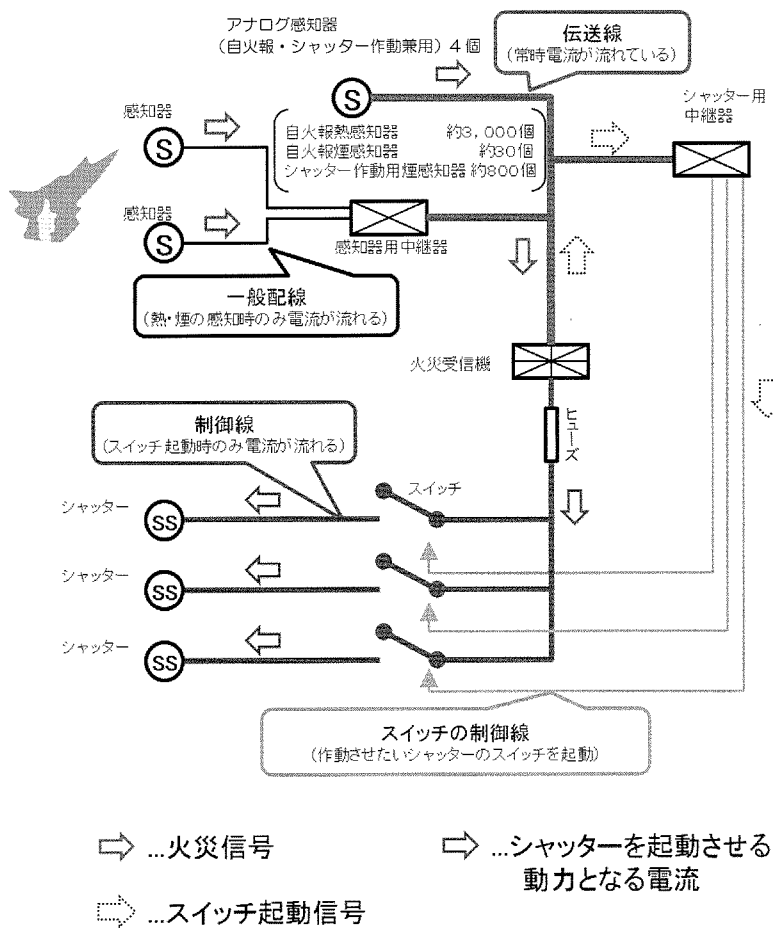


図 12 配線の概要 (単線図) (検討会資料より)

配線の概要(複線図)

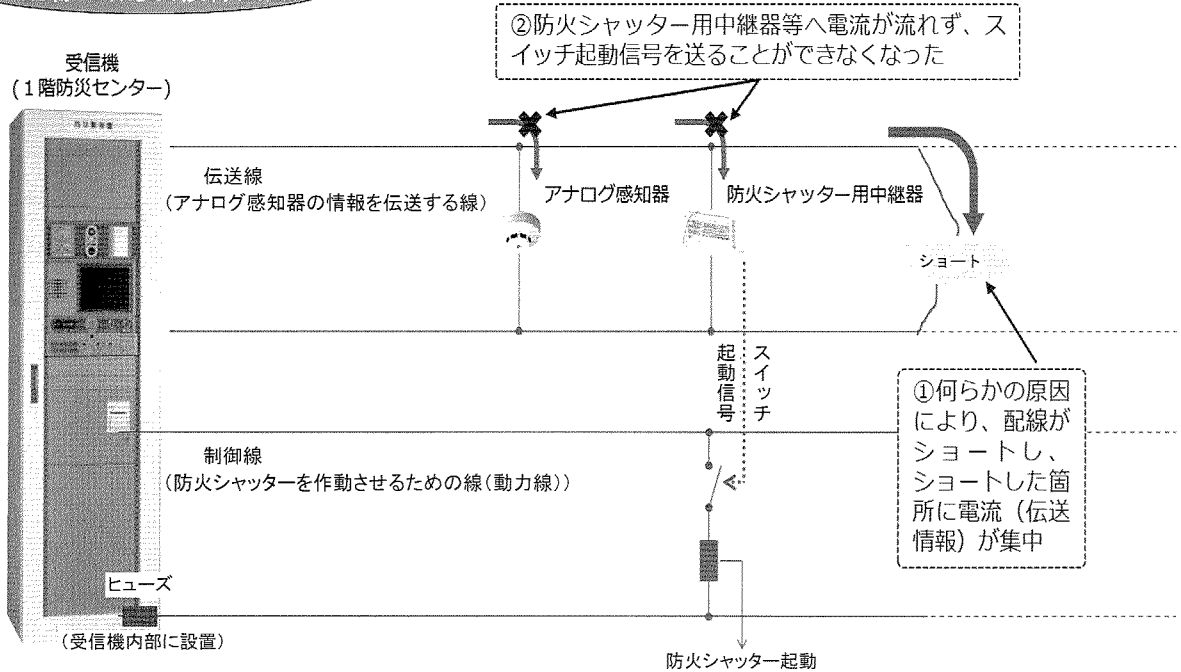


図 13 配線の概要(複線図) (検討会資料より)

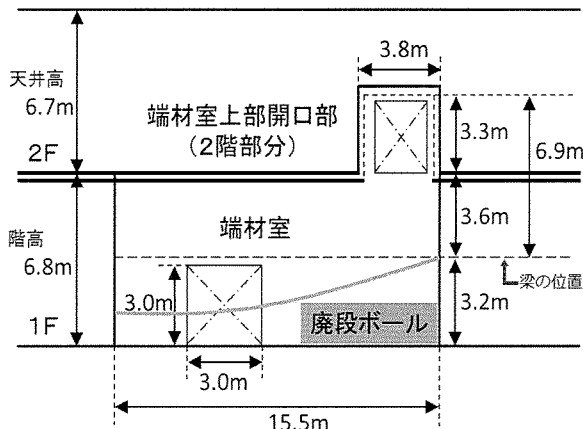
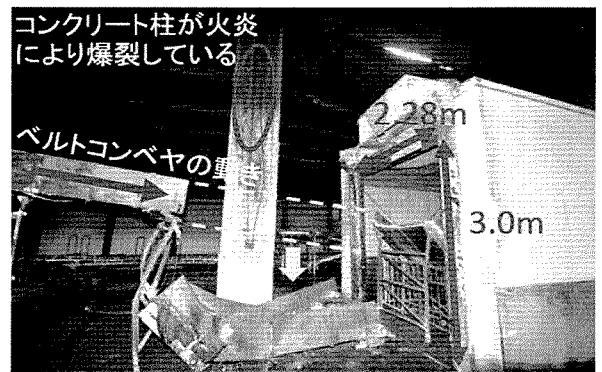


図 14 端材室における段ボールの積み上げ状況 (検討会資料より)



【端材室上部開口部 (2階部分) 付近】

火災信号 (煙濃度 10%/m に相当) を発信したが、防火シャッターの起動信号 (煙濃度 17%/m に相当) は発信していない。

当該煙感知器は、煙濃度 5%/m の場合に防災センターへ報知し、煙濃度 10%/m の場合に地区ベルが鳴動する設定となっていた。

端材室上部の天井面に設置された感知器は脱落し、煙感知器の伝送線が収納された保護管(鋼管)が破断している状況が確認されている。



【1階端材室天井の開口部】

図 15 端材室上部開口部 (検討会資料より)

5.3.3 第2系統における防火シャッターの 不 작동

第2系統の南東部分において多数の防火シャッターが作動しなかった原因としては、シャッターを起動させる動力となる電流を送るための制御線の回線が、火災による何らかの原因でショートし、電気火災等の発生時における受信機の保護を図るために設置されたヒューズが溶断し、結果として、制御線全体の機能が喪失したと考えられる。

表3 第2系統の熱・煙の感知状況等
(検討会資料より)

第2系統	記録された時刻	実際の時刻(推定)
第2系統で最初の感知(シャッター用)	9:22	9:15
第2系統で最初のシャッター起動	9:23	9:16
受信盤とシャッターの間の制御線異常	11:00	10:53
異常のあった制御線におけるヒューズ溶断	11:23	11:16

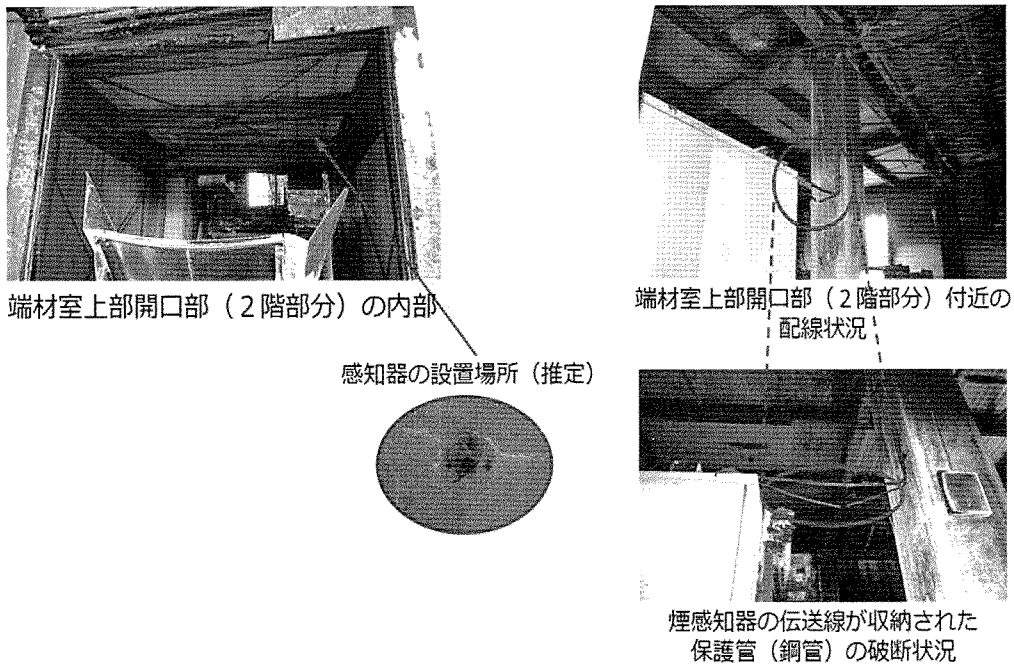


図16 端材室上部開口部(検討会資料より)

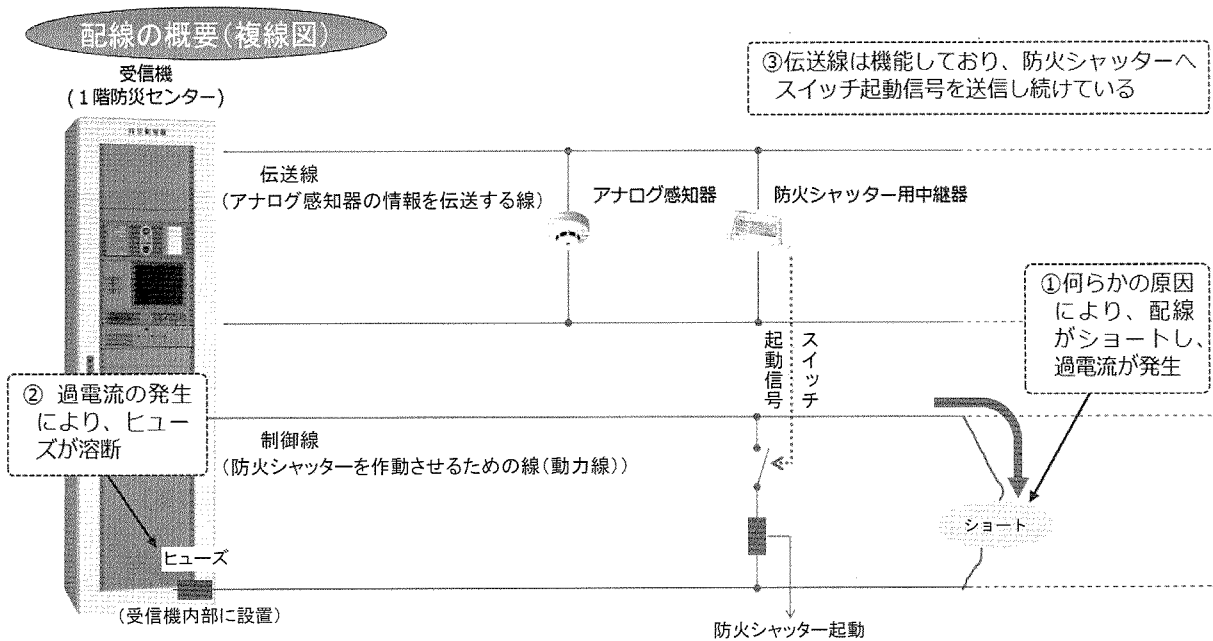


図17 配線の概要(複線図)(検討会資料より)

5.4 シャッターの閉鎖不良への対応策

防火区画をシャッターに頼りすぎると延焼リスクがかなりあるのだが、大空間を仕切るのにシャッター以外の方法は見当たらない。メンテナンスをきちんと行うのは当然のこと、実態に合わせ、あの手この手で防火シャッターの不作動確率をできるだけ下げざるを得ないだろう。報告書では防火シャッターの降下に関して責任を持つ「設置責任者」と「維持保全責任者」を定めて、記録なども残すように求めている。

6. 今回の火災の教訓と今後の方向

ここからは、今回の火災の教訓と今後の方向について、筆者の考えをまとめておきたい。

6.1 自衛消防隊と訓練

今回火災となった倉庫には自衛消防隊が設置されており、訓練も行われていた。結果を見ると、成功と失敗が混在している。成功したのは、避難誘導だ。リーダーが定められており、訓練を行っていたこともあって、出火後の全員避難に成功した。全員避難していることが確認されたため、消防隊は消火に専念できたが、このことは隊員の安全などを考えると極めて大きかった。

一方、失敗したのは、屋内消火栓と屋外消火栓を使った消火だ。屋内消火栓は使われず、屋外消火栓は使おうとしたが、起動ボタンを押さなかったために消火できなかった。この倉庫では、消火器を使った訓練は行っていたが、屋内消火栓や屋外消火栓を使った訓練は行っていなかった。火災発生を知り、8人が21本の消火器を使って消火しているが、火勢が強くて消火できなかった。消防隊が到着後すぐに火災室の消火に成功していることを見れば、早い段階で消火栓を使った消火が行われていれば、という感否めない。消防への通報が火災覚知から7分後で少し遅れているが、これも、通報訓練が行われていなかったことと無縁ではないだろう。

この火災での自衛消防隊の活動内容を見ると、訓練していることはできるが、訓練してないことはできない、ということがよくわかる。報告書で、訓練の重要性を強調しているのも、このためだ。

6.2 スプリンクラーはどうか？

この種の倉庫の防火安全対策として、アメリカではスプリンクラー設備が主役だということで、スプリンクラー設備が設置されていないと火災保険にも入れない、などという話も聞く。

だが、日本でこの種の施設にスプリンクラー設備を設置しようとしても、幾つかの大きな問題があつて簡単にはいかない。

一つはスプリンクラー設備の設置費用が極めて高額になり、建築費用の相当部分を占めることになって現実的ではない、ということだ。連結散水設備はさらに高額になるという。アメリカと比べて配管の工事費が極めて高いため、などという話も聞くが詳しくはわからない。技術的な問題でなく、社会・経済的な問題ではないかと思うが、なぜ日本のスプリンクラー設備等の設置費用が高くなってしまうのか、時間をかけて研究してみる必要があるようだ。

もう一つは天井高が高く、可燃物量が多いため、有効に消火するためには相当の技術的な検討が必要だということだ。日本ではこの種の建物にはスプリンクラー設備の設置を義務づけておらず、自主的に設置する例もあまりないため、この種の火災に対応するスプリンクラーに関する知見が少ない。アメリカで倉庫火災に対応するスプリンクラーは、時間当たりの放水量が多く、水滴も大きく、水源の水量も大きいと聞く。その分、費用もかかりそうだが、検討してみる必要があるようだ。

というわけで、検討会での結論は、いきなりスプリンクラー設備の設置義務づけなどということにはならなかったが、連結散水設備などと合わせ、今後の検討課題としている。

私としては、天井に取り付けたレールに吊り下げた移動式の放水銃などを設置し、炎感知器などと組み合わせて、初期火災をピンポイントで消火する新しいタイプのロボット消火設備を開発することなども視野に入れたらどうかと考えている。

6.3 避難安全検証法の問題

検討会の報告書には間に合わなかったが、ゼネコンの防火技術者などと話していて、一つ重要な問題があることがわかってきた。避難安全検証法の問題だ。

内部で常時働いている人が多数いる場合、倉庫部分も、建築基準法上は「居室」とされている。「居室」だと避難路などについて様々な規制がかかるので、設計者は、「避難安全検証法」を用いてこの規制に対する緩和規定の適用を受けることが多い。避難安全検証法は、その建物ごとに煙の降下時間などを計算して避難限界時間を計算。一方、避難ルートと歩行速度などから避難に要する時間を計算し、限界時間までに全員避難できれば階段の数などを減らすことができる。そういう考え方自体はおかしくないのだが、問題は避難ルートだ。

竣工した建築物は、施工者が発注者に引き渡すまでは、内部に何も無い大空間だ。避難ルートも、障害物のない直線のルートとして計算できる。天井高が高いため、限界時間にはかなり余裕がある。その結果、面積に比べて極端に階段や出入口が少ない建物ができてしまう可能性がある。

この場合、建築物の竣工・引き渡しの段階では、建築物を設計・施工した企業には、法律上何の問題もない。だが、その後、棚やコンベアが設置されると、事実上大きな問題が出て来ることは明白だ。実際の避難ルートが複雑になり長くなるため、避難時間も当初の計算より長くなり、避難限界時間を超えてしまうこともありうる。

設計・施工者としては、引き渡し後にそういう使われ方をすると知っていれば、当然、実際の配置計画に基づいて避難計算を行うべきだし、事前に配置計画がわからなければ、相当高い安全率をかけて計算しなければならない。ところが、そこまでやっているものは少ないように聞いている。発注者は、そこに防火安全上の問題があるとは気づかないだろう。実際に人命被害が出た場合、誰の責任になるのだろうか？

この問題について、私は、消防機関が訓練立ち会いの際などに避難限界時間内に本当に避難できるか実際に検証すべきだと考えている。避難限界時間は避難安全検証法に用いられた煙降下時間を用いればよい。全員、通常の業務の位置について自火報を鳴動させ、全員が安全な部分まで避難するのに要する時間を測定する。最終的には、シャッターをおろしてぐり戸を使った避難、照明を落として非常用の照明装置だけに頼った避難なども行ってみる必要がある。いずれにしても、避難限界時間をオーバーするようなら、改善策を考えるよ

う指導する。天井高が高く煙降下時間が長いため、避難経路を工夫したり、訓練を繰り返したりすれば、そう費用をかけずにクリアできるようになるのではないと思うが、避難安全検証法で許容されるギリギリまで階段の数等を絞り込んでいるところでは、相当苦勞するかも知れない。倉庫関係者も最初は戸惑うと思うが、理屈どおりの指導なので従わざるを得ないだろう。

7. まずはガイドラインで

検討会資料によれば、延べ面積5万㎡以上の大規模倉庫は全国で150件ある。最近急増しており、10年間で3倍、15年間では6倍になっている(図18、図19)。大規模物流倉庫は近年現れた新しい建築空間と労働環境を持っており、当然新しい火災リスクを持っている。特に、初期消火の段階を突破されると消防活動が極めて困難になること、人命危険が大きいことは大きな問題である。

倉庫に対する防火規制は、旅館・ホテルや福祉施設・病院、大規模物販店などに比べると遙かに緩い。第三者に対する人命損害は取り返しがつかないため厳しく規制されるべきだが、火災損害を自ら防ぐべき立場である従業員自身の危険や財産損害は、防火対策、火災保険、損害リスクの総費用の相関を見ながら、自己責任で考えるべき、ということだろう。

今回の火災で明らかになった巨大物流倉庫の火災リスクは、超高層ビルや地下街の火災リスクに似た困難さを秘めている。技術的にも検討すべき事項が多いし、それを克服しようとすると、大きな費用を必要とする可能性もある。倉庫を巨大化するほど効率が良くなるというこれまでの考え方を見直してみる必要もありそうだ。この種の倉庫が急増している現在、これまで述べて来たような課題を解決しないと、また同じような火災が起こる可能性は高い。人命リスクも低いとは言えない。経営者としては、その対策を規制に促されて行うのか、火災リスクを織り込んだ経営の一環として行うのかが問われている。

検討会では、とりあえず規制強化はあまり行わず、ガイドラインを作成して自主的に安全対策を行うよう誘導することになった。規制によらなければ、費用対効果の視点から安全対策の最適解を求めるルートが多様化できる。第三者の人命危険

が少ないことを考えれば、まずは妥当な結論になったのではなからうか。

- ・延べ面積が5万㎡以上の大規模な倉庫は、この10年間で急増。
- ・15年前の約6倍（10年前の約3倍）となっている。

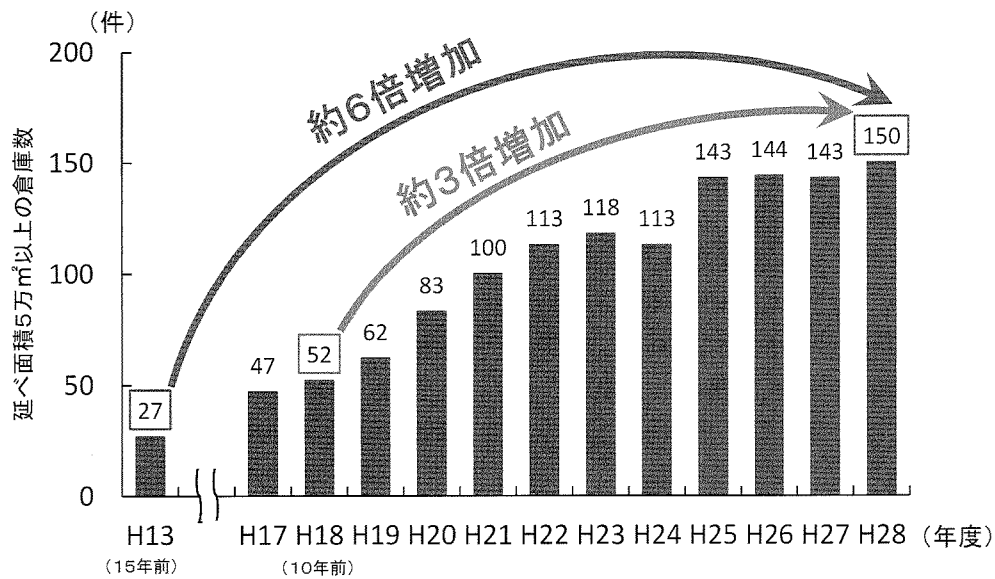


図 18 延べ面積 5 万㎡以上の大規模倉庫の状況（検討会資料より）

- ・延べ面積5万㎡以上の倉庫の延べ面積は、5万㎡以上6万㎡未満が最も多く、46棟（21%）となっており、次いで6万㎡以上7万㎡未満が39棟（18%）、7万㎡以上8万㎡未満が38棟（17%）となっている。
- ・延べ面積7万㎡以上が134棟（61%）となっている。（今回火災が発生した倉庫は延べ面積71,891.59㎡）

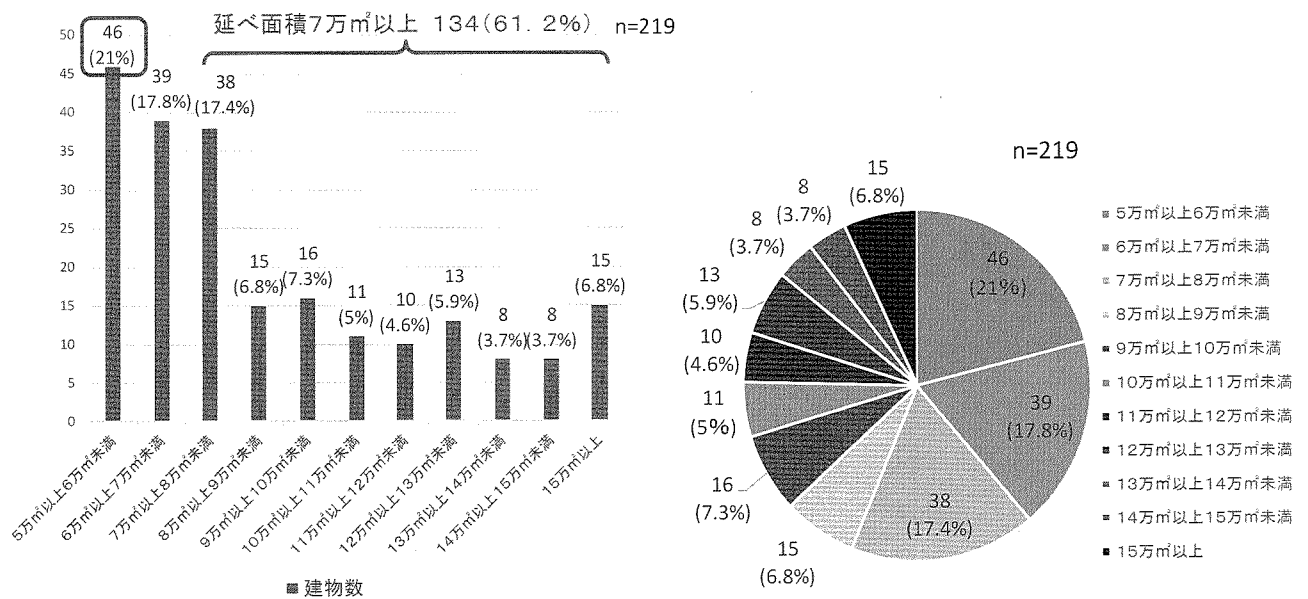


図 19 大規模倉庫の延べ面積別棟数と割合（検討会資料より）