

大規模物流倉庫火災から考える 巨大施設の災害脆弱性

早稲田大学 創造理工学部建築学科 教授

長谷見 雄二 Yuji Hasemi

1. 物流倉庫でなぜ、これほど大規模な火災が発生したのか

2017年2月、埼玉県三芳町で発生した物流倉庫火災は、単体建物の火災でありながら、焼損面積はその2カ月前に新潟県糸魚川市で発生した市街地火災を上回り、社会を驚かせた。被災建物と火災被害の概要を表1に示すが、倉庫では、多種多様な通販商品をメーカーから搬入し、個別の注文に応じてダンボールに詰めて発送していた。各階2万㎡を超える物流倉庫は、ほぼ一体の大空間に商品や端材を運びわゆるマテハン設備※1が縦横に走り、火災が広がるのを防ぐ防火区画の大半は、防火シャッターであった。こうした物流倉庫は、延床面積5万㎡を超えるものだけで2016年には全国で150件と、その10年前の約3倍にもなっていた。

出火したのは1階で廃ダンボールを処理搬

表1 三芳町倉庫火災 被災建物と火災の概要¹⁾

階数	地上3階建て
建築面積	26,977.99 m ²
延べ面積	71,891.59 m ²
構造	鉄筋コンクリート造、一部鉄骨造
使用開始	2013年7月20日
出火	2017年2月16日9時頃
鎮圧	2017年2月22日9時30分
鎮火	2017年2月28日17時00分
焼損床面積	約45,000 m ²
負傷者	重症1、軽症1

※1
マテハン設備
マテリアルハンドリングの略称で、物流業務を効率化するための機械設備。

出する端材処理室だったが、2階倉庫に直接、延焼したので、焼損は2階、3階の倉庫部分に集中した。2階、3階の倉庫に設置されていた防火シャッターは、計133カ所の約2/3、88カ所が正常に作動しなかった。その内容は、全く作動しなかった「不作動」が61カ所、作動したが障害物により完全には閉鎖しなかった「閉鎖障害」が23カ所、シャッターを支える壁の崩壊で原因不明なものが4カ所だった。これほど多くの防火シャッターの異常が起こったのはなぜだろうか。「閉鎖障害」と「不作動」に分けて考察しよう。

2. 後付けのマテハン設備が防災設備の邪魔をする—防火シャッターの閉鎖障害

防火シャッターの閉鎖障害には、床上の物品との衝突もあったが、過半は、物流倉庫に特有なマテハン設備に起因する。

主なマテハン設備は、商品搬送用のローラーコンベヤと端材搬送用のベルトコンベヤで、随所で防火シャッターの降下位置と交差していた。マテハン設備はシャッターとの交差部で分断されるが、その間が隙間となって搬送物の円滑な移動を妨げたり、搬送物が落下したりしないよう、上流側から可動式の突出物を片持ちで張り出していた。例えば、ローラーコンベヤでは、ローラーを一個突出させ（可動ローラー）、エアシリンダーで下から支

えていた。商用電源であるが、停電やエアシリンダーの故障時には可動ローラーが重力で下に倒れて防火シャッターの降下を妨げないようにになっている（**図1**）。一方、ベルトコンベヤでは、舌状の鋼板（可動シュート）が張り出して下流側ベルトコンベヤにかかっており、防火シャッターの降下信号を受けるとモーターで上方に回転してシャッターが降下する隙間をつくる仕組みだった。モーターは商用電源であり、停電や配線の損傷が起これば、この機能は失われる。

つまり、マテハン設備と防火シャッターの

交差部は、ローラーコンベヤでは停電・配線の損傷等に関してフェイルセーフが働くが、ベルトコンベヤではそうではなく、シャッターのマテハン設備交差部での閉鎖障害は、全てベルトコンベヤで起こった（**図2**）。こんなことが起こるのは、マテハン設備が導入されるのが竣工検査より後で、建築確認の目が届かず、その設置が、建築基準法やフェイルセーフを理解しないベルトコンベヤの設計・製造者に委ねられていたからであろう。

図1 正常に降下した防火シャッターとローラーコンベヤ



図2 ベルトコンベヤによる防火シャッターの閉鎖障害



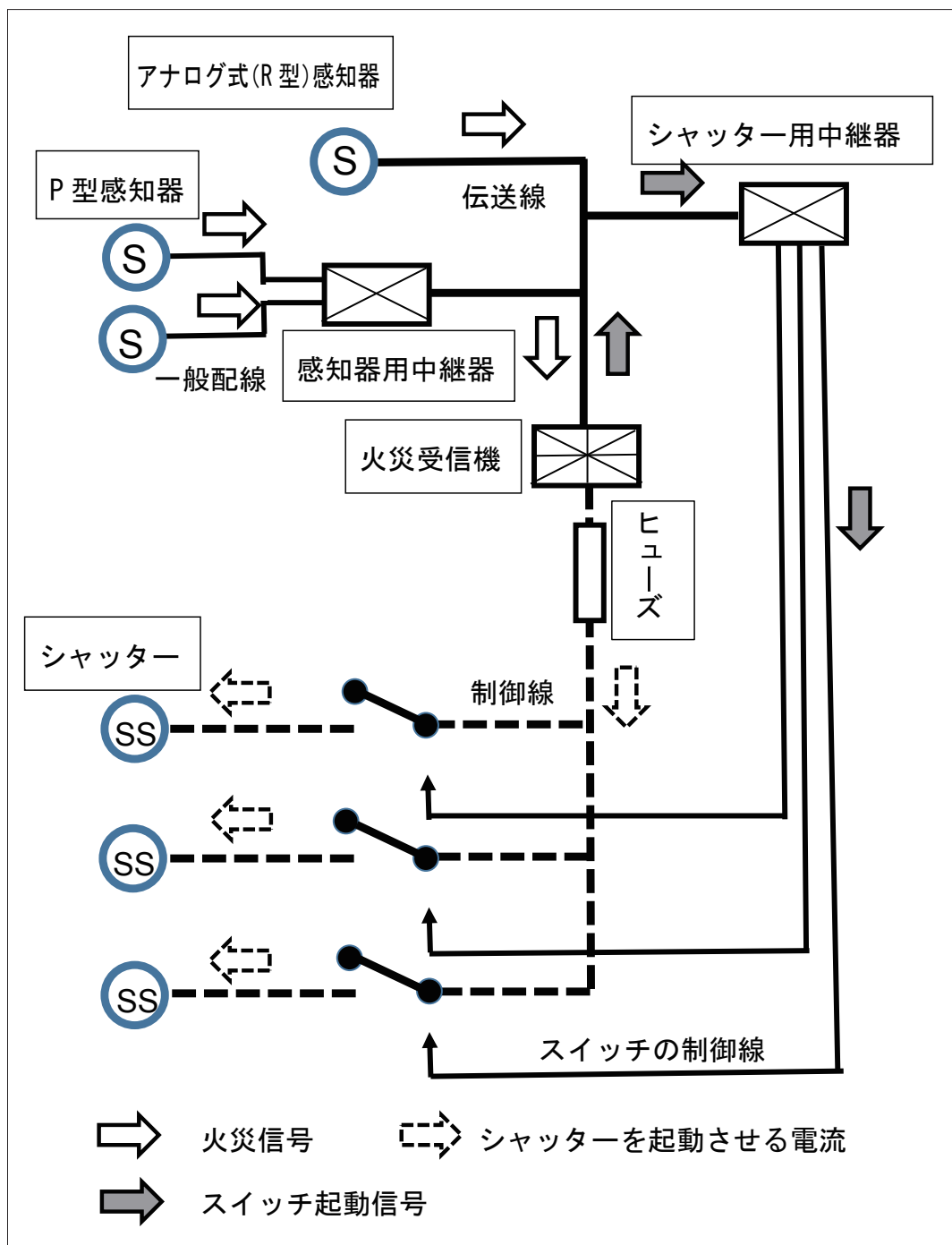
3. 火事の怖さを知らないまま防災システムが肥大化する—防火シャッターの不作動

防火シャッターの不作動は、出火室と2階倉庫の間の開口の他、2階の出火場所から離れた部分や3階の広い範囲に及んだ。その原

因として、降下信号の不到達やシャッターを起動させる系統の障害が考えられた。以下、配線図（図3）に沿って説明しよう。

防火シャッターは煙感知器※2からの降下信号で作動させていたが、煙感知器のほとんどはP型で、耐熱性のない一般配線で中継器に接続していた。煙を感知すると電流が流れるが、配線が何らかの原因でショートした場合も電流が流れるため、フェイルセーフに

図3 火災感知通報設備・防火シャッターの配線図¹⁾



※2 煙感知器
P型 (Proprietary type) は、感知器や発信機の電氣的接点が閉じ、電流が流れることによって火災信号を受信するシステム。アナログ式R型 (Record type) は、感知器や発信機の個別の番号(アドレス)を設定し、伝送信号によって火災信号を受信するシステム。

なっていた。しかし、マテハン設備が階をまたぐ部分にはアナログ式感知器が使われており、随時、煙濃度などの情報を火災受信機に送るため、常時、電流が送られ、火災受信機、感知器用中継器、防火シャッター用中継器を繋ぐ伝送線で接続されていた。このため、伝送線か伝送線に繋がる機器の一部でショートなどが起こると、伝送線に繋がる全ての感知器の信号が受信機に届かなくなる。伝送線は耐熱電線だったが、感知器などとの接続部で電線の被覆が剥がされて弱点になったようである。

出火した1階端材室の直上には2階倉庫から端材を投入する開口があり（図4）、防火シャッターが設置されていた。このシャッターは火災では作動せず、2階倉庫への延焼を許した。防火シャッターは、付近のアナログ式感知器で作動する設計だったが、受信機の記録では、煙濃度の上昇を示す情報は送られたものの、防火シャッター降下信号の記録はなく、アナログ式感知器を含む伝送線は、熱感知器の作動から3分後に異常を生じ、7分後には機能を完全に消失した。熱感知器の作動後、火災が急激に拡大したことを窺わせるが、火災後の実験によると、ダンボールの

山が燃えた時の火災拡大速度は、避難安全設計で最も厳しいと想定する火源の3倍も大きかった。

つまり、本火災では、熱感知器作動後の火災拡大が急激で、アナログ式感知器が防火シャッター降下信号を出す前に感知器の配線がショートし、同じ系統の感知器の作動信号は伝達されなくなったと推察される。ここには、端材処理室の火災性状の読み誤りと、アナログ式感知器を含む防災システムの火災時の脆弱性を見落としの二つの問題があったといえる。

倉庫火災での防火シャッターの不作動事例は少なくないが、人的犠牲がなかったためか、その原因は究明されてこなかった。ダンボールを積んだ場所で出火した建物火災には、熊本大洋デパート火災（1973年、死者103人）、長崎屋尼崎店火災（1990年、死者15人）など、被害が甚大な例もあるが、火災初期の経過はよくわからず、再発予防は、明らかな瑕疵があった階段室・防火設備の管理の改善主体となった。また、可燃物の燃焼性状データは、避難安全設計の対象となる居室用途については蓄積されてきたが、端材・廃棄物の燃焼性状の把握が遅れていることは否めない。

図4 出火した端材処理室（天井右下に2階倉庫への開口）



図5 防火シャッターのある壁の崩壊（シャッターは不作動）



一方、2階の遠方や3階の防火シャッターには不作動が目立った（図5）。これらのシャッター用の感知器は出火室周辺とは別系統だったが、この系統の防火シャッターを起動させる制御線では火災受信機直前のヒューズが溶断しており、ヒューズ溶断後は、系統内の防火シャッターは、降下信号を受けても作動しなくなった。ヒューズを設けたのは、電気工事の配線ミスなどでショートして受信機などが故障するのを防ぐためだという。

本火災でヒューズが溶断したのは、出火室の熱感知器作動から約2時間後。2階倉庫で火災が大規模化していた時期に当たる。制御線は耐火電線だったようだが、耐火電線の性能は、室内が炎に包まれる盛期火災に30分耐える程度で、長時間の火災には耐えられない。倉庫に限らず、大型施設で配線が多数の防火区画を横断していれば、盛期火災に曝される部分もあるだろう。耐火電線が長距離に及ぶ場合は可燃物の少ない空間を通すべきだが、耐火という言葉が一人歩きして、過信されていないだろうか。また、配線ミスはどんな回路でも起こり得る。その対策が、防災設備の本来機能を破綻させ得る内容だったのが見逃されていたことにも留意したい。

4. 使ったことのない防災設備は災害時には使えない —ヒューマンファクター—

本火災では、出火室では端材処理を委託された企業の従業員が、近くの同僚や別の場所から駆け付けた倉庫会社従業員と消火器で消火しようとしたが鎮圧できず、119番通報はこの倉庫会社従業員が行った。

防災センター近くにいた倉庫会社の自衛消防隊員は、火災感知通報設備の鳴動で出火室に駆けつけ、従業員に指示して屋外消火栓で消火に当たろうとしたが、十分な量の放水ができなかった。火災後の調査ではポンプ起動釦の押し忘れが推定されているが、放水当初は高架水槽の水圧で放水できたため、起動釦の押し忘れに気づかなかったようだ。

以上から、火災の著しい拡大を許した背景として消防通報の遅れと自衛消防隊による屋外消火栓の操作の失敗という二つの要因があったといえる。この二つの問題はなぜ、起こったのだろうか。

倉庫の防災体制そのものは、同様の物流倉庫に比べて特に瑕疵があったとは言い難い。

倉庫会社の従業員のほとんどが正規雇用で、避難・防災訓練等は定期的に行われていた。しかし、施設内で働く他企業従業員まで訓練が行き届いていたかは疑問である。また、屋外消火栓の操作の失敗については、自衛消防訓練で消防設備を実際に操作する訓練までは行っていなかったことは、重要な要因だろう。屋外消火栓は、操作は単純だが日常的に使う設備ではなく、実際に使った経験がなければ、ミスをしてもし思議はないからである。

5. まとめ

本火災で火災規模を大きくした要因は、以下のように要約できよう。

(1) 防災システムへのフェイルセーフの欠けた要素の干渉

ベルトコンベヤとの交差や制御線へのヒューズの設置で、防火シャッターの作動異常が起こった。システム的设计が正しくても、日常の不便の回避や利便性を追求する間に防災システムの機能障害の要因が侵入してしまう危険には注意が必要である。

(2) 防災システムの要素の脆弱性の不透明性とシステム複合化に伴う全体機能への影響の把握の困難

耐熱電線が被覆を剥いた感知器との接点でショートし、伝送線全体に影響した。見た目は些細な改変や傷が重大な事故につながる事例は航空機事故等でも多い。

(3) 防災システムの要素の耐災害性能の過信

耐火電線が過大評価されていた可能性が大きい。耐火・耐熱・耐震など、どれもあるレベルの条件に耐えると言っているだけで万能ではない。

(4) 日常的に死角となる部分の災害リスクの高さが防災対策でも死角となったこと

出火して急激に延焼したのは人目につかない端材処理室で、業務も委託されていた。危険はそういう場所に集中しがちだが、概して基準が未整備で管理の目も行き届かない。

(5) 体験的訓練を行っていない防災システムの実災害での活用困難

防災に限らず、初めて使う装置を正常に操作できるはずはない。防災設備は災害以外で作動させると問題を起こすものも多く、操作の単純化にも限界がある。

こうまとめると、物流倉庫に限らず、どこにでもありそうな言い古されたことかもしれない。問題は、災害時に施設の機能を破綻させる要因は、施設としての設計・施工、施工後の各種設備等の導入、使用開始後の管理者・施設利用者の行動のどの段階にも関わっており、システムを広範囲に破綻させるようなことが、そのどこでも起こり得ることである。本火災は、施設が巨大化したり高度化したりすると、この単純なことを徹底させるのが如何に難しくなるかを示したといえる。

参考文献

- 1) 総務省消防庁、国土交通省住宅局、埼玉県三芳町倉庫火災を踏まえた防火対策及び消防活動のあり方に関する検討報告書、2017。
http://www.fdma.go.jp/neuter/about/shingi_kento/h29/miyoshimachi_souko_kasai/index.html

はせみゆうじ

早稲田大学大学院修士課程修了。建設省建築研究所（現在、国土交通省国土技術政策総合研究所・国立研究開発法人建築研究所に再編成）に入所。火災拡大機構の研究、構造・内外装等の火災挙動の予測・制御の研究、火災調査等に従事。1997年から現職。