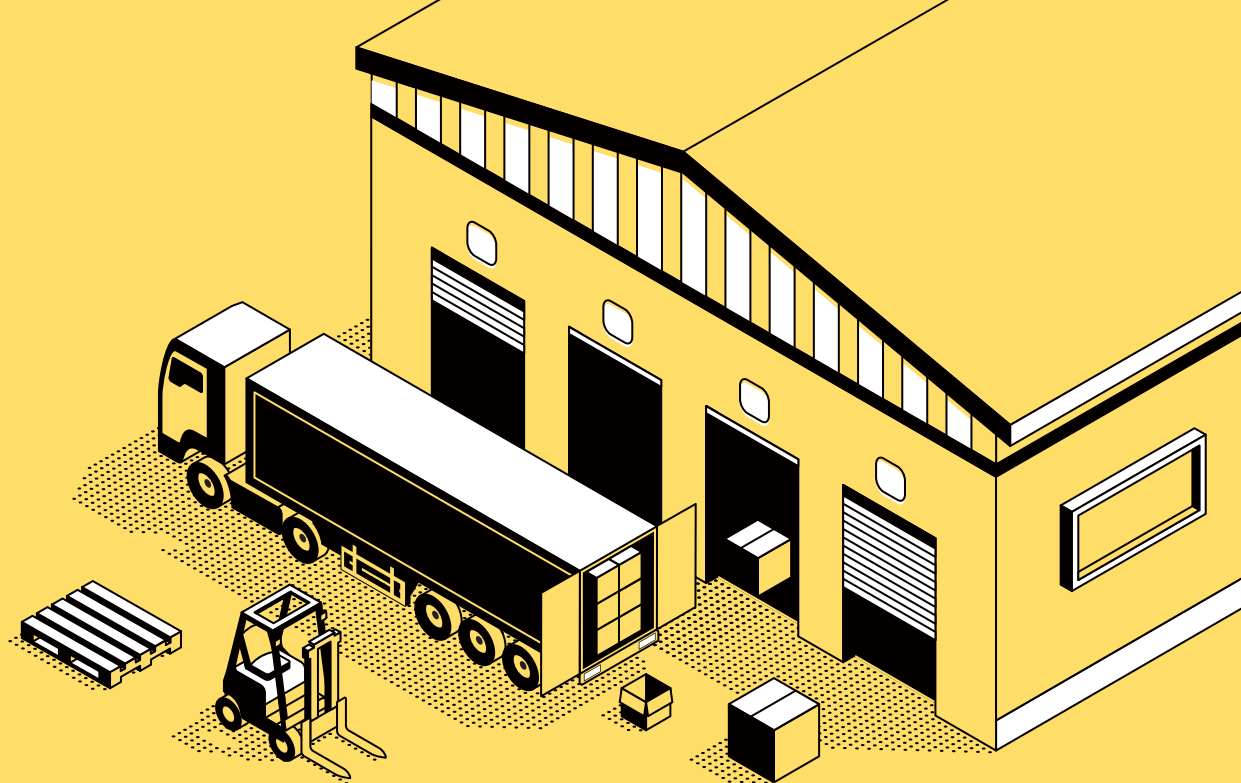


韓日台
国際セミナー
講演資料



最近の大規模物流倉庫の火災と その対策に関する 日本・韓国・台湾の状況

- 1 物流倉庫施設の火災安全のための
韓日台国際セミナー参加報告
- 2 物流施設の火災危険と被害防止対策／小林恭一
- 3 大規模物流施設の火災安全対策／福井潔

物流倉庫施設の火災安全のための 韓日台国際セミナー参加報告

福井 潔
小林 恭一

日本では、最近の物流事情の変化により大型物流倉庫が急増しており、これに伴い、焼損床面積が数万㎡に及び消火に何日もかかる大規模な倉庫火災がしばしば発生するようになっていきます。このことは、韓国や台湾でも同様です。

このため、日本防火技術者協会も協力し、2024年4月24日に、韓国で「物流倉庫施設の火災安全のための韓日台国際セミナー」が開催されました。

このセミナーには、日本防火技術者協会から発表者として下記の当協会理事2名を派遣しました。

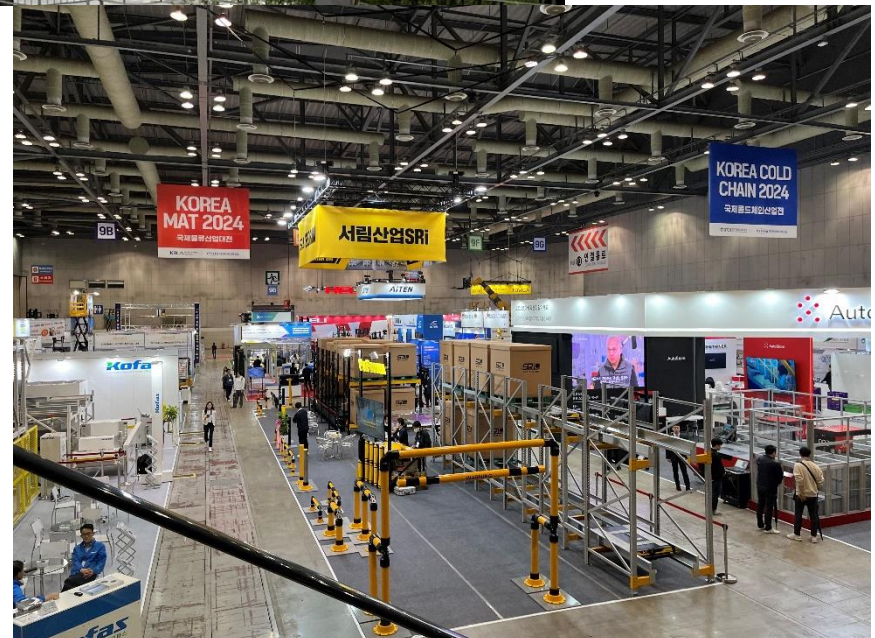
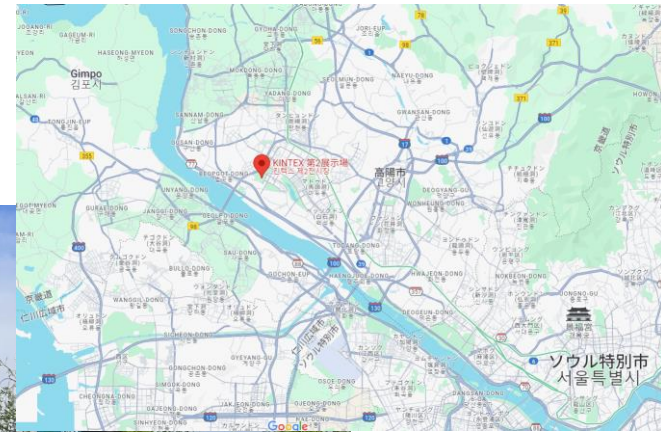
- 福井 潔 一級建築士事務所ADF代表(前日建設計防災計画室長)
発表内容(別添) 大規模物流施設の火災安全設計
- 小林 恭一 前東京理科大学火災科学研究所教授
発表内容(別添) 物流施設における火災危険と被害防止対策
～日本の場合～

以下、今回のセミナーの状況及びそれに先だって行われた韓国の大規模物流施設の見学会の状況などを報告します。

物流倉庫施設の火災安全のための 韓日台国際セミナー

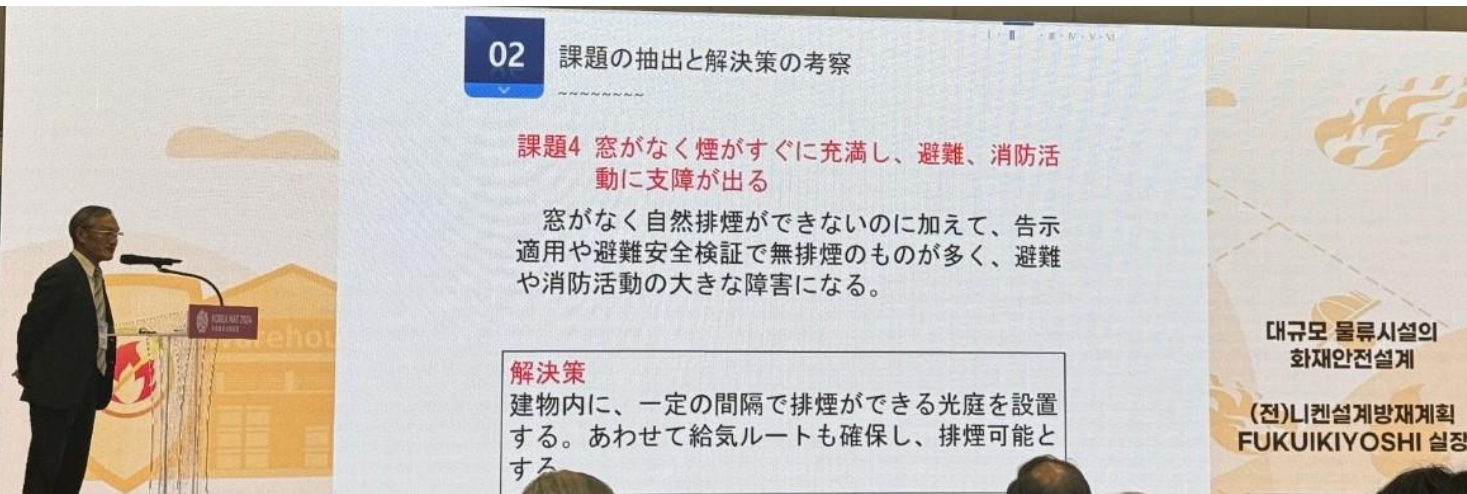
- 日時 2024年4月24日(水)10時～15時30分
- 場所 キンテックス第2展示場セミナー室
(韓国 京畿道 高陽市一山)
- 参加者 韓国、日本及び台湾の倉庫関係者、防火関係者
- セミナーの内容
 - (1) 物流倉庫施設の火災状況と対応策に関する情報交流
 - (2) 物流倉庫施設の火災予防のための最近の技術に関する情報交流
 - (3) 各国の物流倉庫施設関連法令の現況と安全管理のための改善方案の模索など

キンテックス第2展示場



物流倉庫施設の火災安全のための韓日台国際セミナー

2024年4月24日(キンテックス第2展示場セミナー室)



**물류의 미래를 그리다
물류시설 화재안전을 위한
국제세미나**

**2024. 4. 24 [수]
킨텍스 제2전시장 10홀 내 세미나장**

**物流の未来を描く！
物流施設火災安全のための
国際セミナー**

**2024.4.24 [水]
キンテックス第2展示場10ホール内セミナー場**

물류의 미래를 그리다!

물류시설 화재안전을 위한 국제세미나

4.24(수)	주제	연사
10:30~10:35	개회사	김정엽 연구단장 한국건설기술연구원
10:35~10:40	축사	조무영 부회장 한국통합물류협회
10:40~11:10	(기조연설) 국내 물류시설 수요공급 현황	노종수 상무 메이트물류스
11:10~11:35	물류시설 화재 안전성 확보 및 기반정보 구축 기술 개발	김정엽 선임연구원 한국건설기술연구원
11:35~12:00	물류시설 화재 위험성 평가 기술 개발	민정기 책임연구원 한국건설생활환경시험연구원
12:00~13:00	점식시간	
13:00~13:40	물류시설의 화재위험과 피해방지대책-일본의 경우	KOBAYASHI KYOICHI 동경이과대학 교수
13:40~14:20	대규모 물류시설의 화재안전설계	FUKUI KIYOSHI (전)니켈설계방재계획 실장
14:20~15:00	대만의 화재사례를 중심으로 물류창고의 재해경감 및 화재위험성에 관한 연구	Wu Guan Yuan 대만 중앙경찰대학 소방학과 교수
15:00~15:20	국내 물류센터 화재안전설계 시 고려사항	이중연 JAS 대표
15:20~15:50	전문가 토론	좌장: 권영진, 호서대학교 소방방재학과 교수
15:50~16:00	폐회	

※ 주제 및 일정이 변경될 수 있습니다

物流の未来を描く！

物流施設火災安全のための国際セミナー

4.24(水)	主題	連射
10:30~10:35	開会の辞	한국건설기술연구원 研究団長
10:35~10:40	祝辞	韓國建設技術研究院 議長
10:40~11:10	(基調演説)国内物流施設の需要供給現況	韓國建設技術研究院 議長
11:10~11:35	物流施設火災の安全性確保及び基盤情報構築技術の開発	先任研究委員 韓國建設技術研究院
11:35~12:00	物流施設火災危険性評価技術の開発	責任研究員 韓國建設生活環境試験研究院
12:00~13:00	昼休み	
13:00~13:40	物流施設の火災危険と被害防止対策-日本の場合	KOBAYASHI KYOICHI 東京理科大学教授
13:40~14:20	大規模物流施設の火災安全設計	FUKUI KIYOSHI (前)ニッケン設計防災計画室長
14:20~15:00	台湾における火災事例を中心に物流倉庫の災害軽減及び火災の危険性に関する研究	Wu Guan Yuan 台湾中央警察大学消防学科教授
15:00~15:20	国内物流センター火災安全設計時の考慮事項	二重縁 JAS代表
15:20~15:50	専門家討論	座長:権英鎮(クワン・ヨンジン)、湖西(ホソ)大学消防防災学科教授
15:50~16:00	閉会	

※ テーマ及び日程が変更になる場合があります。

韓国¹⁾の物流施設の火災とその対策

韓国における2000年代の主な物流施設火災

火災建物	発生年月日	火災原因等	被害状況
利川市冷凍物流センター	2008.1.7	ポリウレタン発泡作業中に発生したシンナーの蒸気が溶接作業の火花により爆発	死者40名 負傷10名
利川市物流センター	2008.12.5	溶接火花がサンドイッチパネル内部の芯材（発泡スチロール又はウレタンフォーム）に着火	死者7名 負傷6名
利川市物流倉庫	2012.8.5	夏期の猛暑で倉庫内温度が上昇し、不法保管中の過硫酸ナトリウムが自然発火	死者2名 負傷1名
南揚州市物流センター	2012.9.27	地下1階の冷凍設備関係の短絡により発火	死者1名（殉職）
安城市冷蔵倉庫	2013.5.3	不明	損害額1,381億ウォン
軍浦複合物流ターミナル	2020.4.21	倉庫付近で喫煙し火のついた煙草を投棄	損害額255億ウォン
利川市物流倉庫	2020.4.29	溶接作業の炎が仕上げ材ウレタンフォームに着火	死者38名 負傷10名
龍仁市陽地物流センター	2020.7.21	冷凍システムの除霜水タンク内の電気ヒーターの過熱	死者5名 負傷8名
利川市クーパン徳坪物流センター	2021.6.17	地階の漏電により発火	死者1名 負傷1名 損害額4,743億ウォン
平沢市物流倉庫	2022.1.5	地下1階で火災発生と推定	死者3名 負傷2名

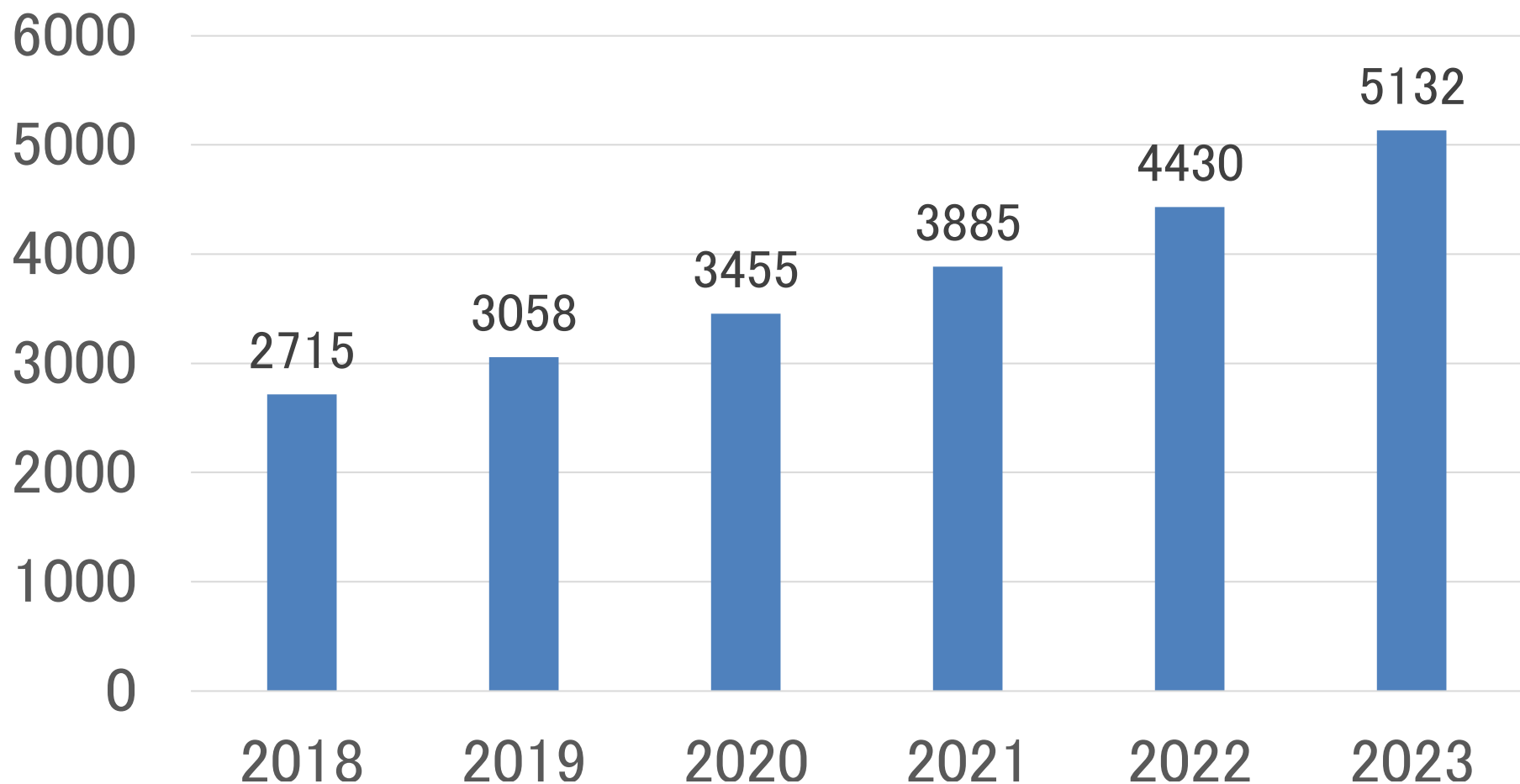
物流倉庫施設の火災安全のための韓日台国際セミナー資料（韓国建設技術研究院キム・ヨンジョブ氏）

安城コリア冷蔵倉庫火災

- 2013年5月3日～7月4日 鎮火までに63日間
- 京畿道安城市一竹面パンチョ里 (株)コリア冷蔵
- 建物構造 PC構造/サンドイッチパネル(ウレタンフォーム)
- 地上4階建て、延面積50,465m²、建築面積14,956m²
- 火災被害; 50,465m²全焼、人命被害なし、損害額988億ウォン
- 火災状況; 2階の中央通路付近で最初に発火(原因不明)し、付近の出荷場と周辺方向に急激に延焼拡大。その後建物全体に延焼拡大
- 壁と床は鉄筋コンクリートスラブ構造。天井はウレタンフォーム(100mm)吹き付け仕上げ、外壁は100mm、内壁は75mmのウレタンパネルを設置するなど、可燃性の内部仕上げ
- **スプリンクラー設備が設置**されていたが、火災荷重が高かったため、初期消火に失敗し、延焼拡大阻止にも失敗

利川クーパン物流センター火災

- 2021年6月17日～22日 鎮火までに6日間
- 京畿道利川市馬場面徳坪路 クーパン徳坪物流センター
- 建物構造 PC構造
- 地上4階地下2階 延面積127,178m²
- 火災状況;地下2階の3層の物品陳列台(メザニン)側面に設置された電気設備(コンセントと推定)の上部から発火し、周辺の可燃物に延焼拡大
- 火災被害:127,718m²全焼、死者1名、負傷1名(消防官)、損害額約4,000億～6,000億ウォン
- 問題点
 - 巨大倉庫のため消防の対応困難
 - 防火区画が不完全で熱・煙が拡大
 - サンドイッチパネルなど可燃性内装材を使用していたため急激に延焼拡大
 - 火災荷重が多いのに消防用水の設計容量が20分しかなく、初期消火に失敗



韓国物流施設数(2018-23)

(物流施設 ; 貨物(危険物は対象外)の運送、保管、荷役のための施設であり、貨物の運送、保管、荷役に係る仮置き、組立、分類、修理、包装などの活動のための施設と物流の共同化・自動化および情報化のための施設。)

韓国の物流施設の火災件数(2019－23)

	2019	2020	2021	2022	2023	合計
火災件数	1392	1415	1394	1434	1251	6886
死者数	4	46	6	7	4	67
負傷者数	39	66	49	45	57	256

物流倉庫施設の火災安全のための韓日台国際セミナー資料(韓国建設技術研究院キム・ヨンジョブ氏)

(注)「物流施設の火災件数」とあるが、物流施設数は2023年の場合5132件なので、火災発生率が高過ぎる。「物流施設の火災件数」ではなく、倉庫全体の火災件数だと考えられる。

大統領指示による検討

- 2008年に利川市で発生した建設中の冷凍物流センターの火災で40名の作業員が死亡
- その後も数名の死者を伴う火災が何度も発生
- 2020年に同じ利川市で38名の死者が出る建設中の物流センターの火災



- この火災の直後に、大統領から「物流倉庫を建築、使用する過程で火災が繰り返し発生しているので、火災で大きな被害が出ている原因を正確に分析して実効性のある再発防止対策を講じること」という指示
- 大規模物流倉庫の火災は国家的な課題として位置づけ



- 国土省や消防庁など関係5省庁と有識者などから成る「物流倉庫火災安全官民合同災害原因調査委員会」



- 「物流倉庫業火災安全管理計画書作成指針」が国土省の告示として制定
- 「物流倉庫業火災安全情報システム」というデータベースの構築
- (既存の物流倉庫も含めて登録)
- 物流倉庫の火災安全性及び危険度管理技術(火災危険性評価)に関する研究
- サンドイッチパネルやウレタンフォーム断熱材の安全対策に関する研究開発

倉庫に対するスプリンクラー設備の設置義務の韓日台比較

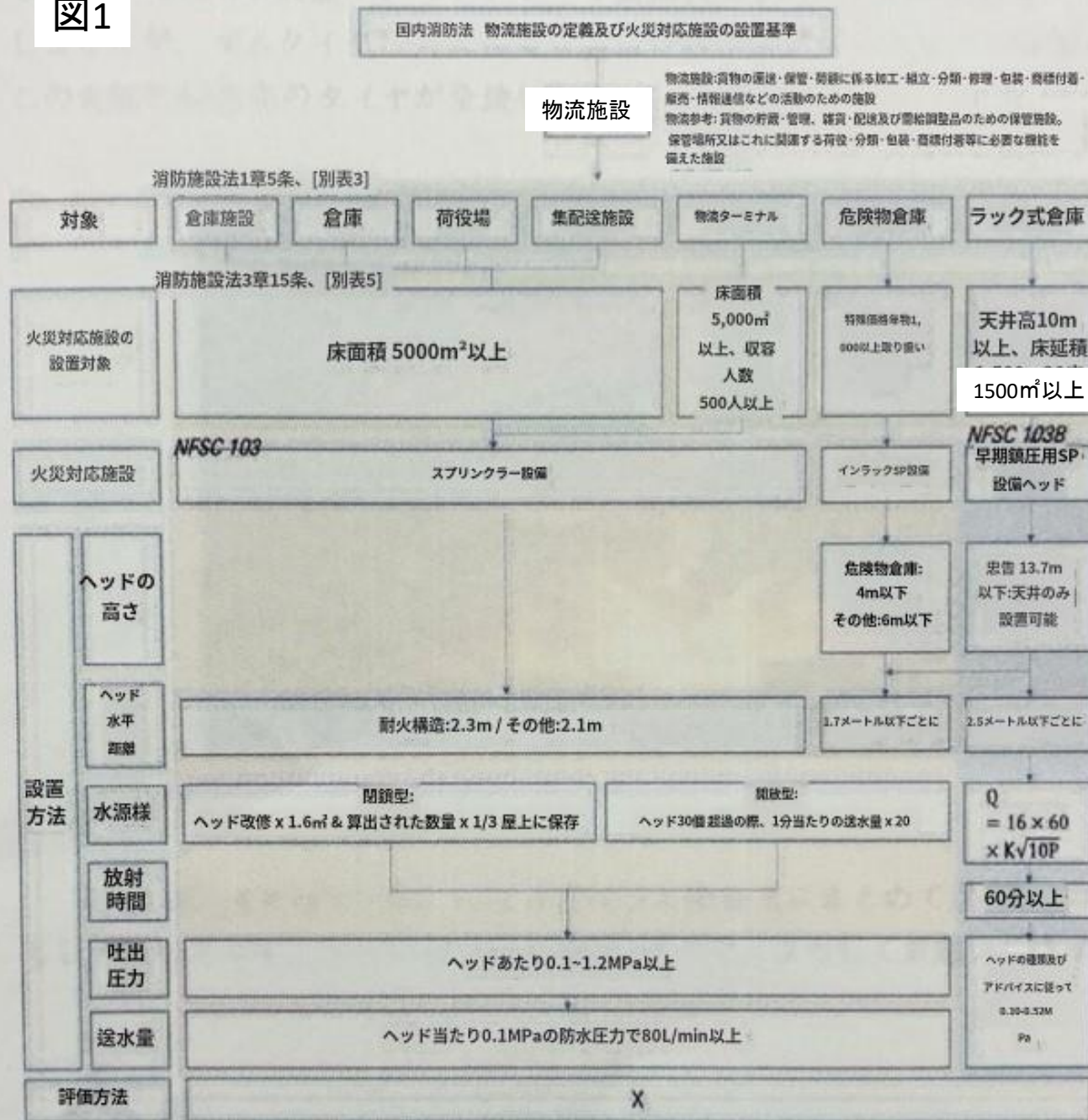
	韓国	日本	台湾
一般倉庫	延面積5000m ² 以上	設置義務なし	天井高10m超and 延面積700m ² 以上
物流施設	延面積5000m ² 以上		
物流ターミナル	延面積5000m ² 以上or 収容人員500人以上		
ラック式倉庫	天井高10m以上and 延面積1500m ² 以上		
危険物倉庫	別途規制	別途規制	別途規制
放水性能等	80ℓ/分以上 クーパン倉庫火災(2021年) 以降、対象に応じた細かい 基準(NFPC/NFTC609 (倉庫施設火災安全基準*)) を作成	80ℓ/分以上 114ℓ/分以上 高天井は放水型(5～ 10ℓ/分/m ² 以上)	80ℓ/分以上 114ℓ/分以上

(物流倉庫施設の火災安全のための韓日台国際セミナー資料に權寧璠教授(韓)・Wu教授(台)の情報を加筆)

倉庫に関するスプリンクラーの設置基準(消防施設法・倉庫施設火災安全基準)のうち特筆すべき事項

- **倉庫、荷役場、集配送施設**; 床面積5000m²以上の建築物
- **物流ターミナル**; 床面積5000m²以上or収容人数500人以上の建築物
- **危険物倉庫**; 特殊可燃物を指定数量1,000kg以上取り扱う建築物
→ インラックスプリンクラーを垂直高さ4mごとに設置
- **ラック式倉庫**; 天井高10m以上and床面積1,500m²以上の建築物には一般スプリンクラー義務設置
 - 階高が13.7m以下のラック式倉庫には早期鎮圧用スプリンクラー設置
 - 階高が13.7m以上のラック式倉庫の場合、垂直高さ6m、水平距離2.5m以下ごとにインラックスプリンクラーヘッド(ラージドロップ)設置
- その他にもスプリンクラーヘッドが設置されるべき義務事項を法律で定め、その基準に合わせて設置するよう規定【図1参照】
- 以前は延面積20万m²以上の物流施設は性能設計義務
→ クーパン倉庫火災(2021年)以降は延面積10万m²以上or地下2階以上で延面積3万m²以上の物流施設は**性能設計義務**

図1



韓国語の原文を翻訳カメラ(パパゴ)により翻訳したもの
 一部明らかな誤訳や意味不明の部分があるが、修正困難

韓国の大規模倉庫の見学記録

- 日時 2024年4月23日 16:00～18:00
- 場所 ロッテグローバルロジス運営物流センター
ロッテ徳坪物流センター(韓国 京畿道利川市馬場面)
- 倉庫の概要
 - ・ 衣料品(7割)と車の部品・生活雑貨など(3割)の配送センター
注文に応じて倉庫内の品物をピックアップして配送する
 - ・ 2015年建設
 - ・ 地上4階地下3階 延面積126,251m²
 - ・ 287m×88m×高さ47m
 - ・ 階高 1階8.5m 3階9.5m 4階17m
 - ・ 4階までトラックで上がる構造
 - ・ 基本的に荷下ろしは、地下2階、積み出しは、地下1階、1階、4階で行っている
 - ・ 建物内の水平移動はフォークリフト・ロボット、荷下ろし場以外のところはコンベア類はあまりない、垂直移動は荷物用エレベーター
 - ・ 作業員は 昼350人(ほとんど韓国人)～夜150人(東南アジアの外国人が多い)



ヒアリング概要

- 消防法上「特級建築物」
- 消防法で物流施設は最も厳しい特級から1級・2級・3級と区分
- 特級建築物の場合
 - 有資格の防火管理者、11人の専属の自衛消防隊(うち9人は防災センターに配備)
- 訓練は消防機関合同が年1回、自衛消防隊だけで年1回を実施。ほかに、ロッテの自主訓練基準で月1回消火栓を使った訓練を行っている
- 点検は年2回が義務、うち1回は消防と一緒にやる
(ほかに、毎月1回自主点検を行っている)
- 点検は点検資格者(消防技師)が行う
- 大規模建築物(特級建築物か?)には消防施設管理士が必要
- 防災センター 地下1階に設置、6人が24時間常駐
- 総合操作盤がなく、エレベーターや空調など他の設備の制御はそれぞれパソコンを設置
- 受信機はR型(非火災報対策として事務室トイレを除いて1000台の監視カメラ設置)
- 防火区画(面積区画) 建築法上1000m²以内 スプリンクラー設置で3000m²以内

倉庫内の状況

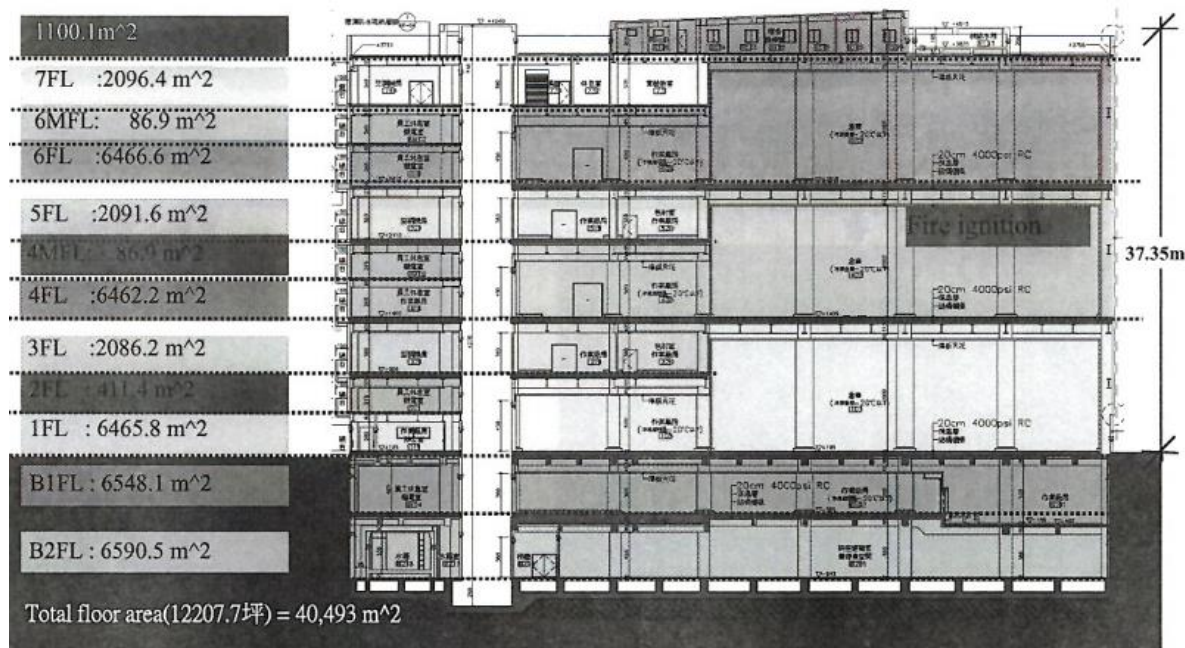
- 面積区画は防火シャッターでなく防火スクリーンを採用（光電式感知器で半分作動、定温式感知器で全体作動）
- 露出しているH鋼には、耐火被覆は認められない
- スプリンクラーヘッドは上向き型
- 階高17mの4階には部分的に3層のメザニンが設置されているが、この部分は各層ごとにスプリンクラーヘッドが設置されている
- 水源容量200トン×2基（国基準は200トン×1基）
→見学時の有効水量は210トン、地下水を使用
- 3階の開口部には、ところどころ（約20mおきに）に脱出用の緩降機を設置
- 避難用EVが5台、消防隊用EVが1台、大型の荷物専用EVが4台。
- エレベーターは基本的に付室付きの非常用仕様になっている。



台湾の物流施設の火災

美福倉庫火災

- 2023年3月10日発生
- 台湾 桃園市
- 地上9階地下2階、地上の倉庫部分は3階分を1層とした高天井の3層構造
- 延面積約40千 m^2 の台湾最大の低温倉庫
- 出火原因 短絡
- 内装に断熱材としてポリウレタンが使われていたため猛煙により消火活動が難航し、鎮火まで1週間



カルフル倉庫火災

- 2023年3月14日(美福倉庫がまだ延焼中)
- 台湾 桃園市
- 鉄骨造地上2階建て延面積約12万m²、一部は冷蔵倉庫
- 出火原因;煙草の火の不始末
- 鎮火までに3日
- 損害額が1億1千万USD以上
- **スプリンクラー設備**が自主設置されていたが**消火に失敗**



スプリンクラー設備が消火に失敗した例(韓国・台湾)

- 2013年安城コリア冷蔵倉庫火災(韓国)
 - ・天井も壁もウレタンフォームやウレタンパネルを多用して火災荷重が高かったため、スプリンクラー設備が設置されていたが、初期消火に失敗し、延焼拡大阻止にも失敗
- 2014年大田アモーレパシフィック物流倉庫火災(韓国)
 - ・垂直高さ27mの倉庫、内部に12段の鉄骨ラックに収容品を保管し、各ラックの7段にスプリンクラーヘッドを設置
 - ・スプリンクラーが正常に作動して20分間防水したが、初期消火に失敗して大火災に発展
- 2023年大田ハンコックタイヤ倉庫火災(韓国)
 - ・火災発生後スプリンクラーが正常に作動したが、ゴムタイヤの火災強度を設置されたスプリンクラーで制御するには不十分で、40万本のタイヤが全焼
- 2023年カルフル倉庫火災(台湾)
 - ・スプリンクラー設備が自主設置されていたが消火に失敗(原因は調査中)

ま と め

- 韓国も台湾も、日本と同様、大規模物流倉庫が急増
- それに伴い焼損面積数万 m^2 、消火に数日間以上要する大規模倉庫火災がしばしば発生
- 冷凍・冷蔵倉庫、サンドイッチパネル、ウレタンフォーム、ラック式倉庫・・・などが共通した危険要因
- 特に韓国では相次ぐ物流施設の大火災を受け、大統領令のもとに物流倉庫に対する法規や火災安全基準の見直しを行っている
- 韓国も台湾も、一定以上の倉庫にはスプリンクラー設備の設置義務を課しており、ラック式倉庫だけの日本の出遅れが目立つ
- スプリンクラー設備が設置されていても、高天井、高火災荷重のため消火に失敗した例がある
- 日本でスプリンクラー設備の設置義務づけをするなら、放水型ヘッドを使用することになるはずだが、現行基準のままでよいのか、検証が必要ではないか

물류시설 화재안전을 위한 국제 세미나

物流施設の火災危険と被害防止対策

2024. 4. 24





小林 恭一

職歴

1973年4月～1980年3月 建設省(現国土交通省)住宅局
1980年4月～1987年7月 自治省(現総務省)消防庁
1987年8月～1990年3月 東京消防庁
1990年4月～2006年7月 自治省(後に総務省)消防庁
2008年10月～ 東京理科大学

専門分野 消防防災行政

学位 博士(工学) 2008年5月 東京大学工学部

主な業績

- ・ 消防法令の性能規定化
- ・ 住宅用火災警報器の義務づけ(法制化)
- ・ 小規模雑居ビル・ホテル・高齢者福祉施設等の火災対策
- ・ 大規模・高層ビルの火災対策
- ・ 総務省消防庁・国土交通省「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会」座長(2017年)

CONTENTS

물류시설 화재안전을 위한 국제 세미나

I

서론 (はじめに)

II

본론 (本論)

III

결론 (結論)

CHAPTER

물류시설 화재안전을 위한 국제 세미나

.....
I

서론 (はじめに)

大規模物流施設の急増に伴う問題

CHAPTER

물류시설 화재안전을 위한 국제 세미나

II

본론 (本論)

1. 近年の日本の主な火災
2. 焼損面積から見た工場火災と物流施設火災の比較
3. 物流施設火災に係る最近の問題点
 - (1) 密閉大空間火災の危険性
 - (2) 大規模物流施設の急増
 - (3) 内装や断熱材に発泡プラスチックを用いた物流施設の火災危険
4. スプリンクラー設備の設置

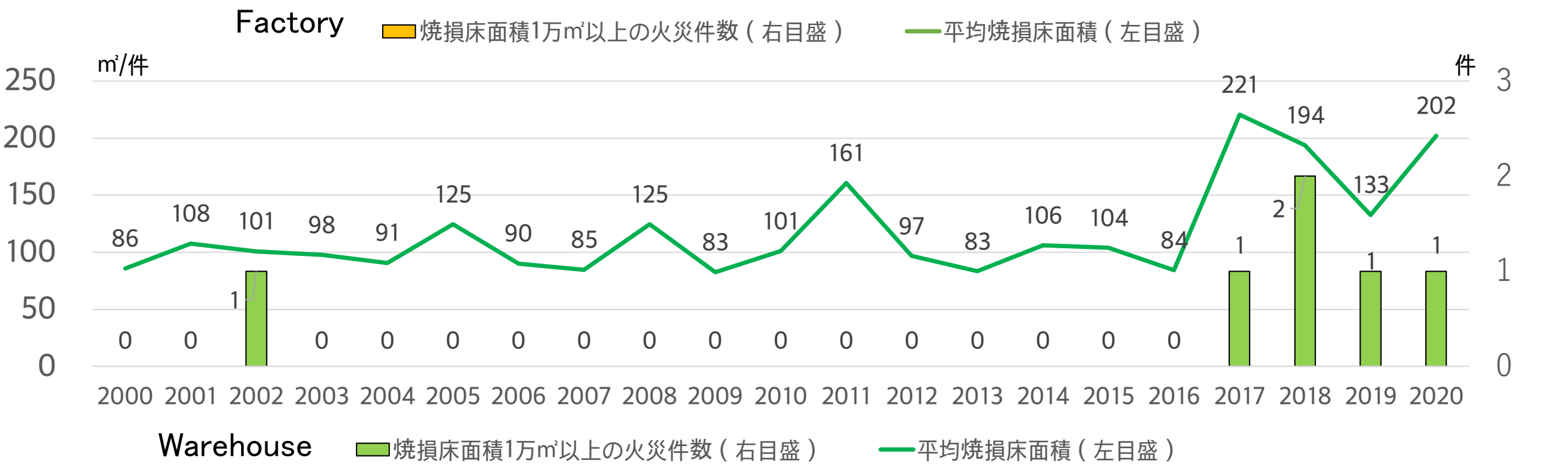
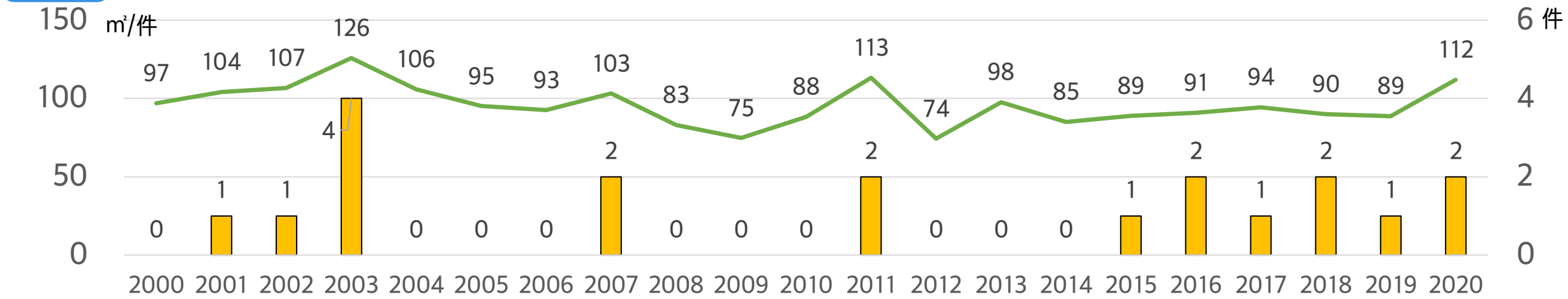
01

近年の日本の主な物流施設火災

番号	発生 年月日	場所	建物構造 ・階数	延べ面積	焼損 床面積	概 要	死者・ 負傷者数
①	2009年 6月1日	兵庫県 神戸市	準耐火 3階建て	4,715㎡	3,484㎡	食品物流施設。内装のサンドイッチパネルの爆燃、天井材落下により、消火作業中の消防隊員殉職。	死者1名
②	2017年 2月16日	埼玉県 三芳町	RC一部鉄 骨3階建て	71,892㎡	43,981㎡	1階段ボール処理室で火災が発生し、防火区画が突破されて全館に延焼。消火作業が難航し鎮火まで12日。	負傷者2名
③	2019年 2月12日	東京都 大田区	5階建て		5階部分 約660㎡	冷凍冷蔵庫の配管の溶接工事中に断熱材のウレタンに引火。逃げ遅れた者が死傷。鎮圧まで5時間半。	死者3名 負傷者1名
④	2020年 4月30日	宮城県 岩沼市	鉄骨造 2階建て	43,836㎡	43,836㎡	冷凍倉庫部分の内装にサンドイッチパネル。鎮火までに6日。	なし
⑤	2020年 7月5日	静岡県 吉田町	鉄骨造 2階建て	6,857㎡	6,857㎡	消防隊員と警官が内部検索中に爆発的燃焼が起き、殉職。	死者4名 負傷者5名
⑥	2021年 11月29日	大阪府 大阪市	6階建て	38,700㎡	5,300㎡	派遣社員が1階南側に積まれていた段ボール製パレットに放火。鎮火まで6日。	軽傷者1名
⑦	2022年 6月30日	茨城県 阿見町	鉄骨造 1階建て	7,300㎡		冷蔵冷凍倉庫の火災、鎮火までに5日。サンドイッチパネルと断熱材が燃えた。	軽傷者2名

(マスコミ報道などから作成)

工場・作業場火災と物流施設火災の「平均焼損床面積」※及び焼損床面積 1 万㎡以上の火災件数
(2000-2020)





物流施設火災に係る最近の問題点

防火の視点から見た多くの物流施設が持つ特徴

ハード面

トラックの荷下ろし・荷積み作業のある階には大きな開口部があるが、当該作業のない階は**無窓階**

天井高が高い**広大な空間**を**防火シャッター**で区画

倉庫全体の規模は**年々大型化**

物流倉庫では、**段ボール**を多用

食品倉庫等では、内装材や断熱材として**発泡ポリウレタン**や**サンドイッチパネル**を多用

収納・作業用施設により**避難経路が複雑**で、避難安全検証法により**階段を減免**しているものも多い

ソフト面

仕分け、配送作業のため内部で**多数の人**が作業

保管される物品は、製品倉庫や材料倉庫では特定できるが、物流倉庫では**特定困難**。**危険物**が混在している可能性もある。

大量の物品を**立体的**かつ**高密度**に収納

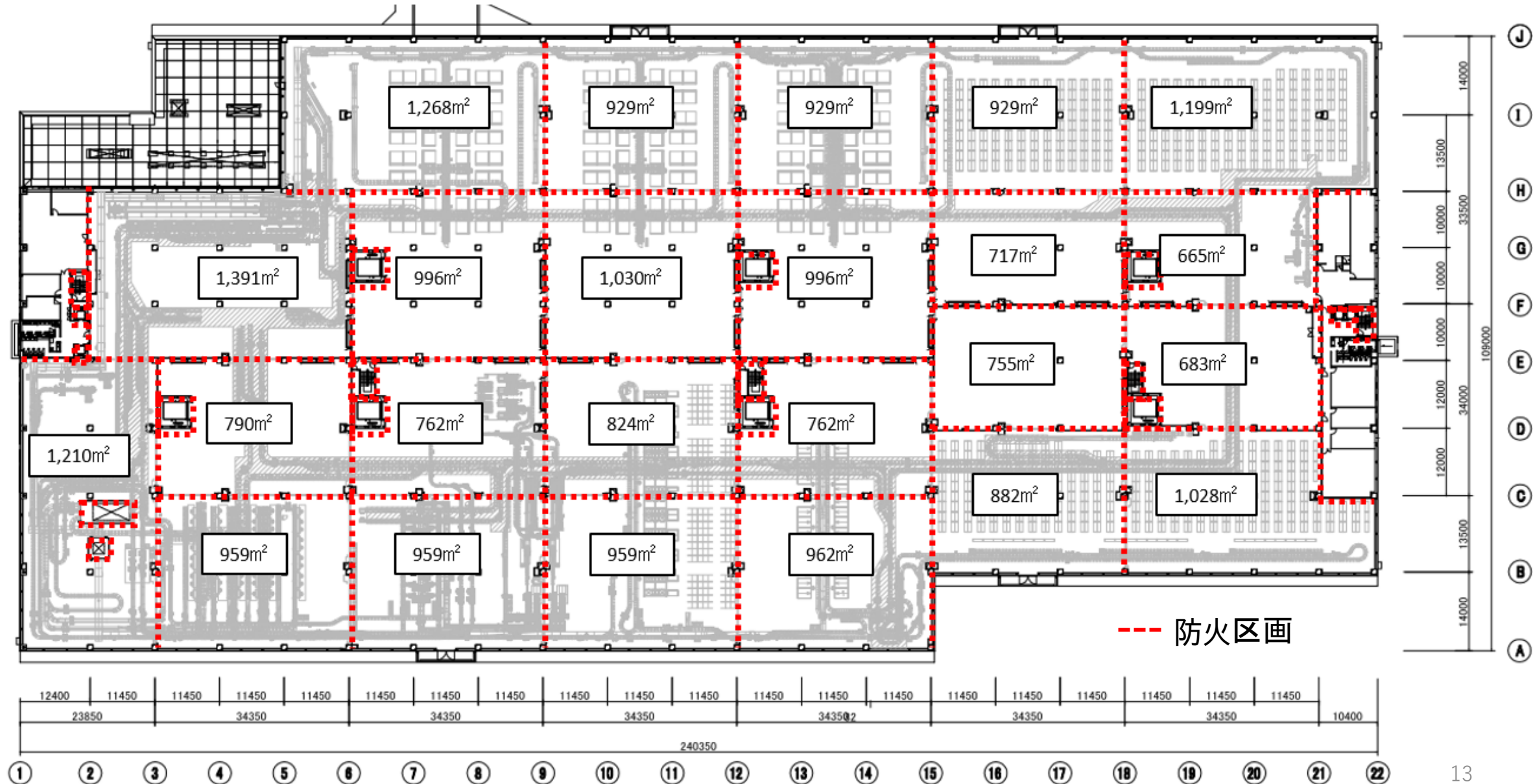
無窓の大空間が防火シャッターで区画され、
大量の物品が高密度に集積されている

- 集荷・配送を行う階
 - ・トラックを横付けして荷下ろし、荷積み
 - ・大きな開口部を連続的に設置
- その他の階は「無窓階」
 - ・3階以上の無窓階には非常用の進入口（建築基準法）
 - ・大規模物流施設の場合、建築基準法の規定による非常用の進入口だけでは、消防活動は極めて困難

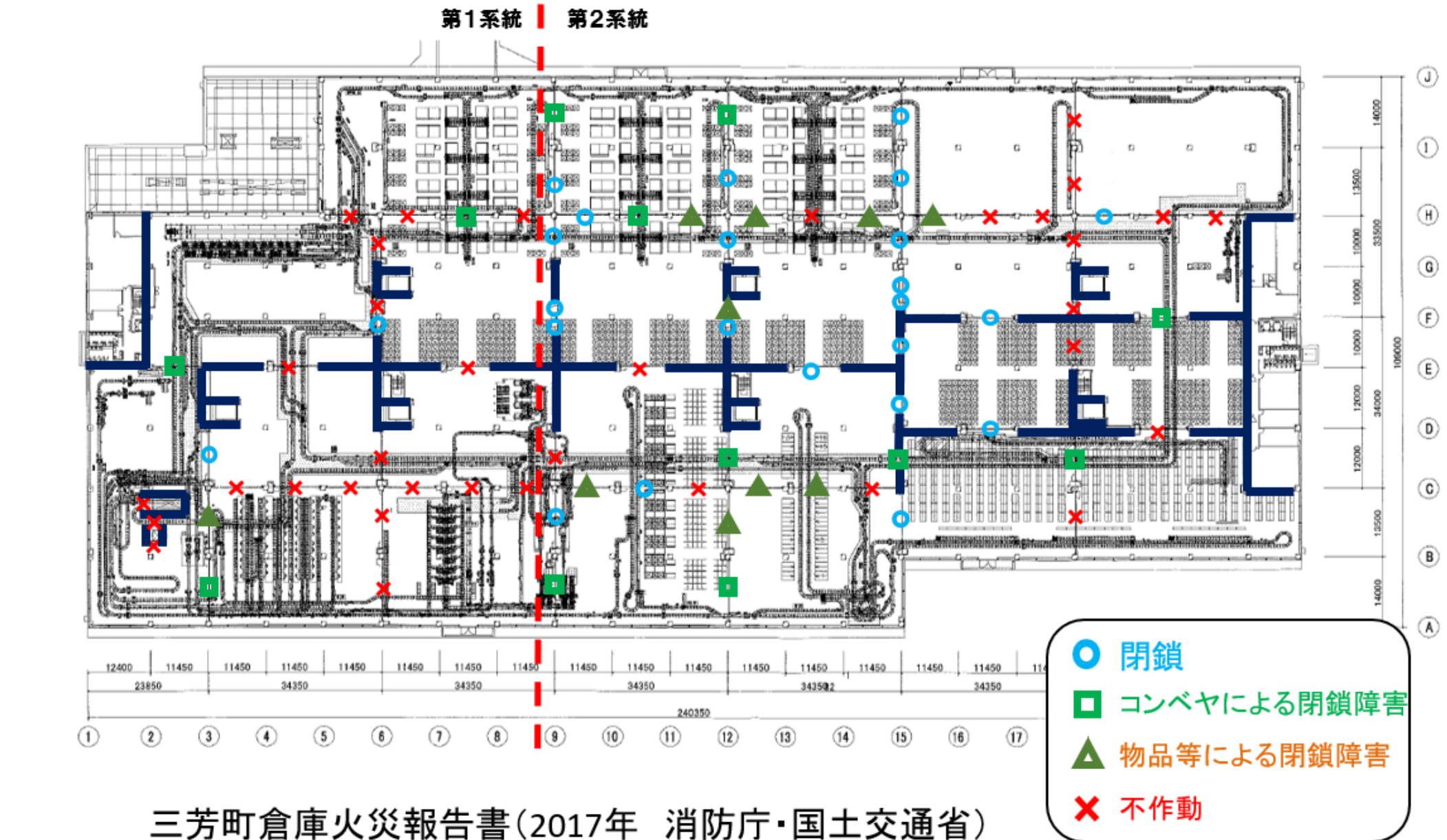
防火シャッターによる区画

- 1500m²以内ごとに防火区画（建築基準法）
- 物流施設の場合、防火シャッターによって区画
- 閉鎖しない確率が通常の防火扉より高い
 - ← 閉鎖のための機構の不備、障害物等
 - 枚数が増えると全防火シャッターを完全に閉鎖させることは困難
- 面積区画の防火戸は遮煙性能がなく煙が漏れてくる
- 防火シャッターの防火性能は 1 時間
 - 消防活動は困難
- 壁で区画する部分を増やし壁の開口部もできるだけ小さくして防火シャッターで区画することによるリスクを下げるべき
- そのような視点から設計されることはほとんどない

三芳町物流施設火災の被災建築物の防火区画（２Ｆ）



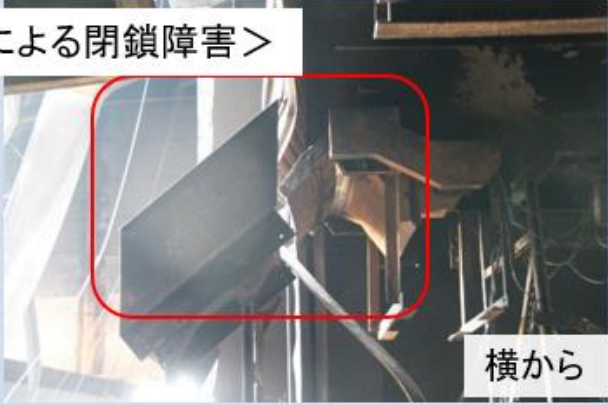
2階の防火シャッターの閉鎖状況



防火シャッターが閉鎖しなかった原因

- 防火シャッター降下ラインに障害物があった
- 作動信号が防火シャッターに届かなかった
- 火熱により作動機構が破損した

防火シャッター等の閉鎖状況

閉鎖状態にあったもの	 ＜2Fの防火シャッター＞	 ＜3Fの防火シャッター＞
閉鎖障害があったもの	 ＜コンベヤによる閉鎖障害＞ 正面から	 横から  ＜物品による閉鎖障害＞
作動をしなかったもの	 ＜2Fの防火シャッター＞	 ＜3Fの防火シャッター（作動せず崩落）＞ 

可燃物が高密度に集積

- 空間を立体的に使って大量の物品を収納
- 可燃性の物品が高密度に集積

ラック式物流施設

- 棚又はこれに類するものを設け、昇降機により収納物の搬送を行なう装置を備えた物流施設
- 1973年以降、天井の高さが10mを超えるラック式物流施設にはスプリンクラー設備設置義務（消防法）
- 1995年11月 東洋製罐埼玉工場のコンピューター制御の無人ラック式物流施設火災で3800㎡全焼。死者3名（殉職2名）。スプリンクラー設備があったが物品が高密度に集積されていたため水がかからず初期消火失敗。
 - ラック式物流施設等では棚ごとにSPヘッドを設置（1996年2月）
- 実際には天井高を10m以下に押さえてスプリンクラー設備の設置を免れているものが多い



密閉大空間では消防活動が困難

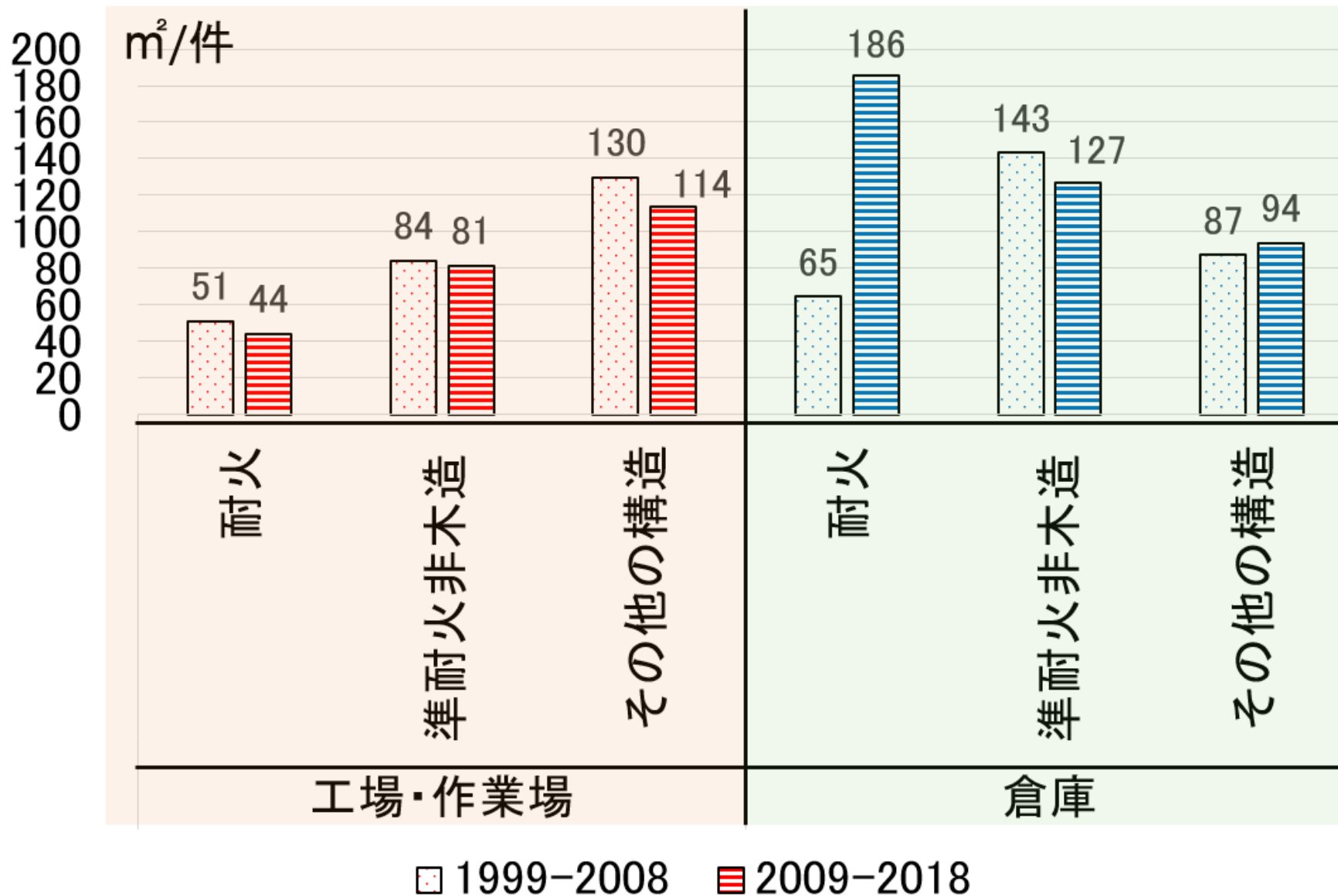
- 消防隊が物流施設内部に入って活動するには大きな危険
 - 消火活動は慎重にせざるを得ない
 - 鎮圧・鎮火までに長時間
 - 焼損床面積も大きくなる

三芳町倉庫火災報告書のデータ

- 2011年から2015年までの5年間に発生した物流施設火災は**2,747件**（**平均年550件**）
- 焼損床面積の合計は312,126m²
- **火災1件当たり113m²**
- 2,747件のうち1205件（**43.9%**）が**全焼**
 - ※ 建物火災の全焼率は**24%**程度（2018年）
- そのうち**12件は覚知から鎮火まで25時間以上**
- **延べ面積10,000m²以上の物流施設の場合は全焼に至った火災2件の全てが鎮火までに25時間以上**

工場・作業場と物流施設の構造別火災1件当たり焼損床面積

(1999-2008年の10年平均と2009-2018年の10年平均との比較)



物流施設の規模が年々大規模化している

延面積 5 万m²以上の物流施設の状況（2017年と2022年の比較）

調査対象数

倉庫の用途に供する部分の床面積が5万m²以上の対象物数

2017年2月

219棟

1.8倍

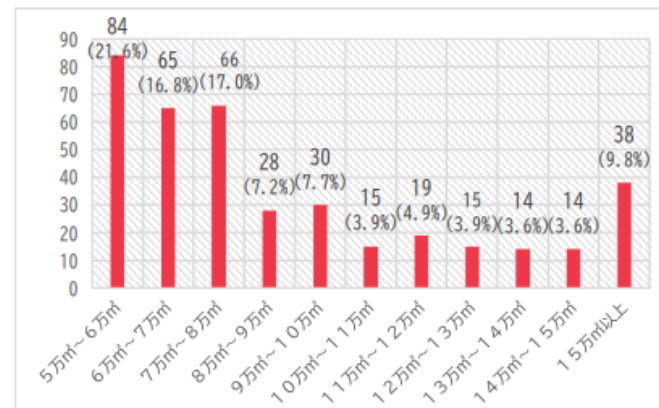
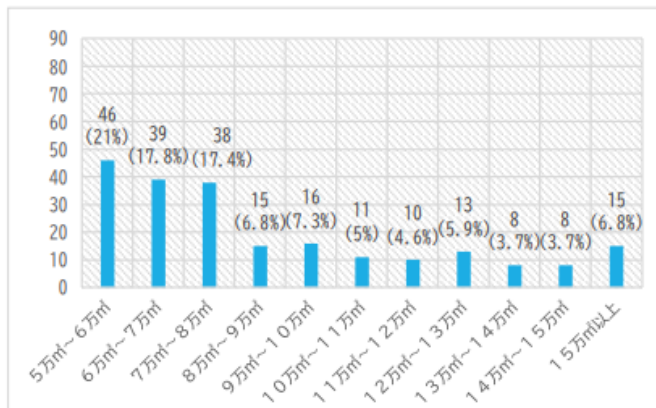
169棟増加

2022年2月

388棟

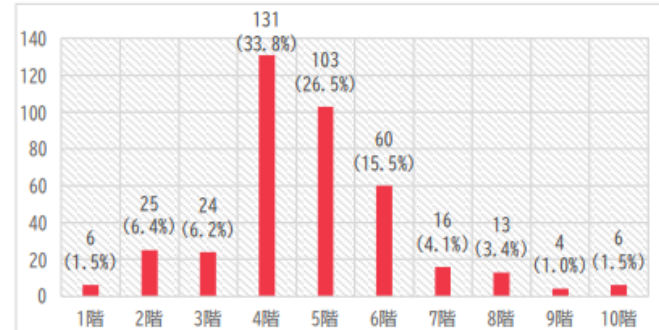
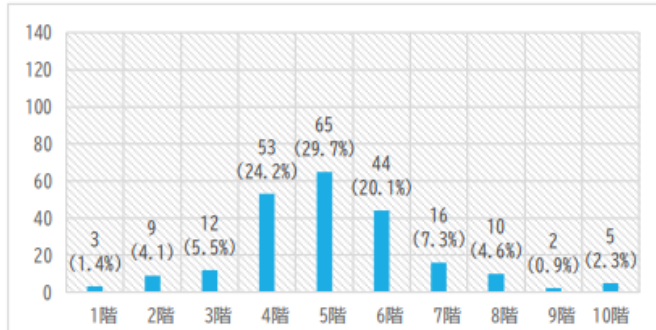
延べ面積

5万m²から8万m²の倉庫の合計が全体の約55%を占めており、15万m²以上の倉庫の割合が増加傾向にある。



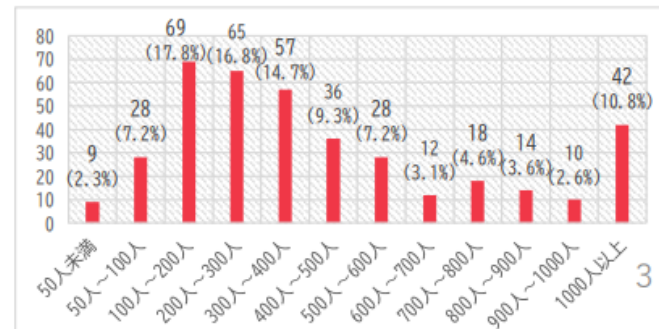
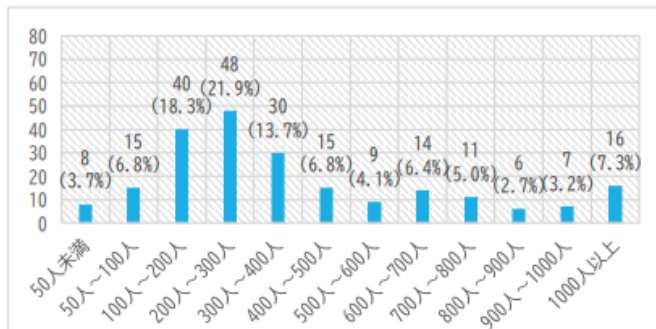
階数

4階建てから6階建て倉庫の合計が全体の約76%を占めており、4階建て倉庫の割合が増加傾向にある。



収容人員

100人から400人の倉庫の合計が全体の約50%を占めており、1000人以上の倉庫の割合が増加傾向にある。

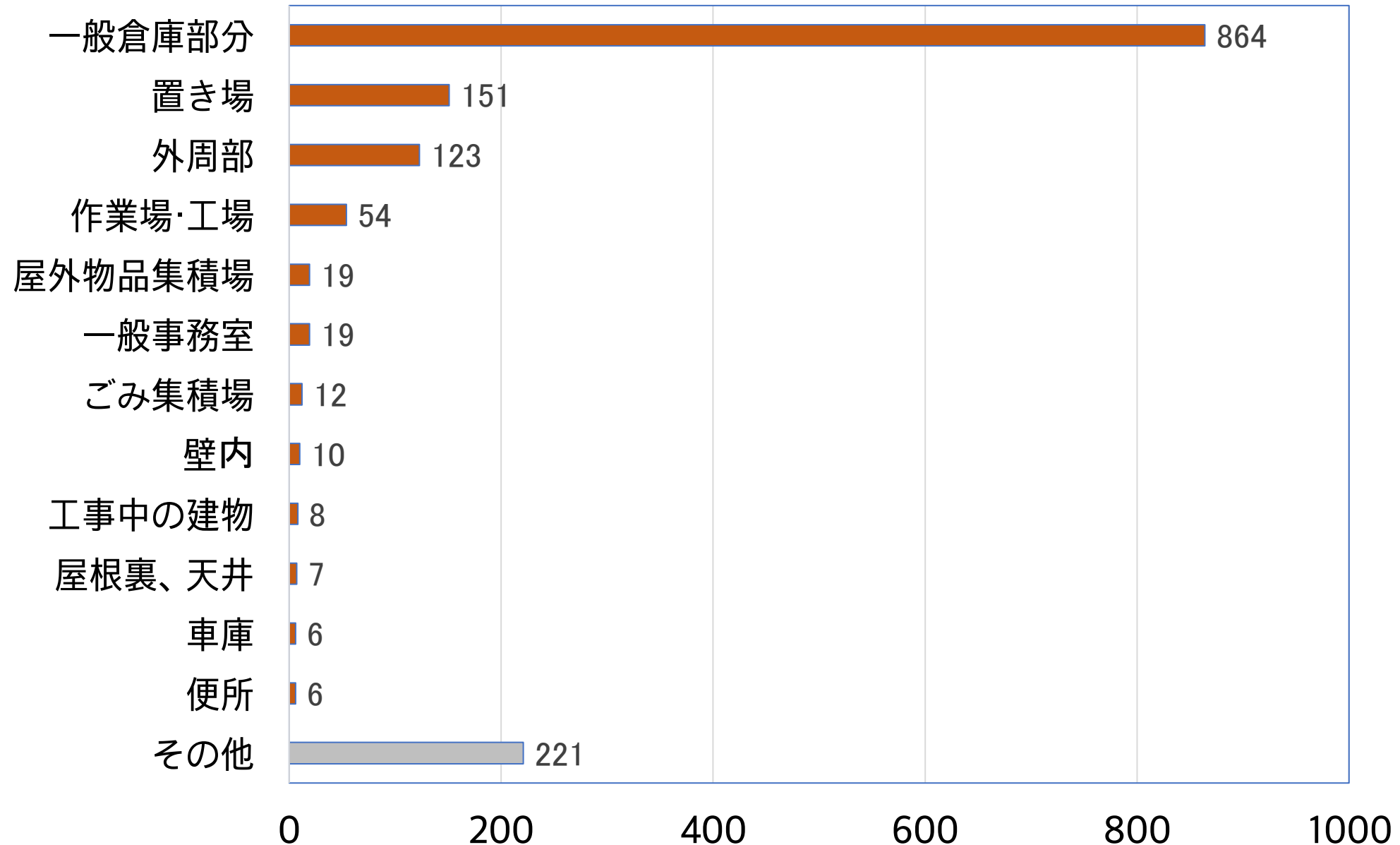


大規模物流施設の出火率

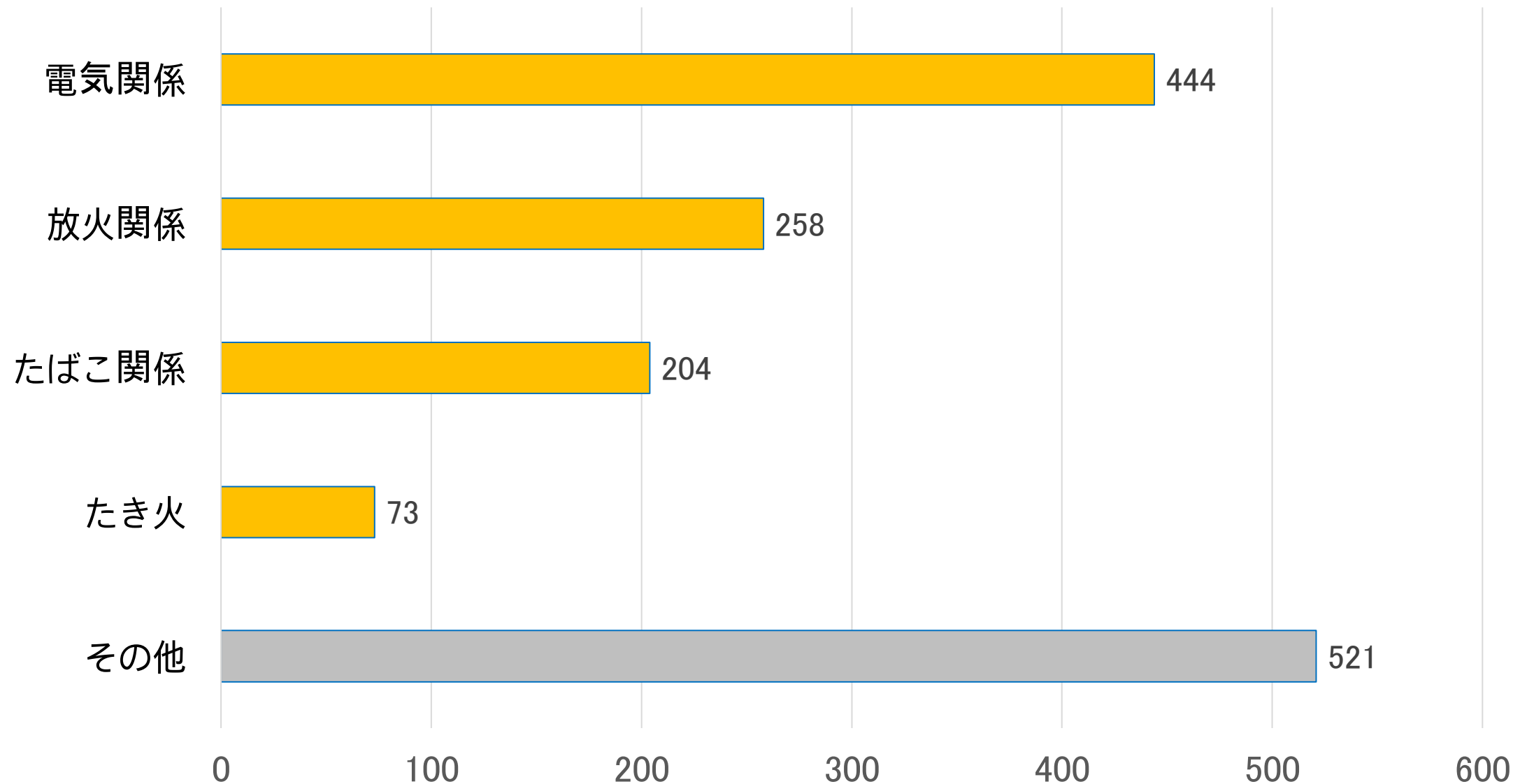
- 延面積**5万m²以上**の物流施設**143棟**に対して**9件**の火災が発生（2015年 三芳町倉庫火災報告書）
- 1万棟当たりの出火件数（**出火率**）は**629.3**件
- 参考 用途別火災件数に対する同用途の延面積150m²以上のものの1万棟との比率（擬似的出火率）

・ 飲食店等	50.1
・ 工場等	32.9
・ 物品販売店舗	18.3
・ 事務所	14.5
・ 物流施設全体	14.4
- 大規模物流施設の出火率が極めて高い理由
- 面積当たり出火率が同じなら、延べ面積が大きくなると1棟当たりの出火率は延面積に比例して増えるため

物流施設火災の主な出火箇所（2014-16） n=1500



物流施設火災の主な出火原因（2014-16） n=1500



物流施設大規模化の問題点

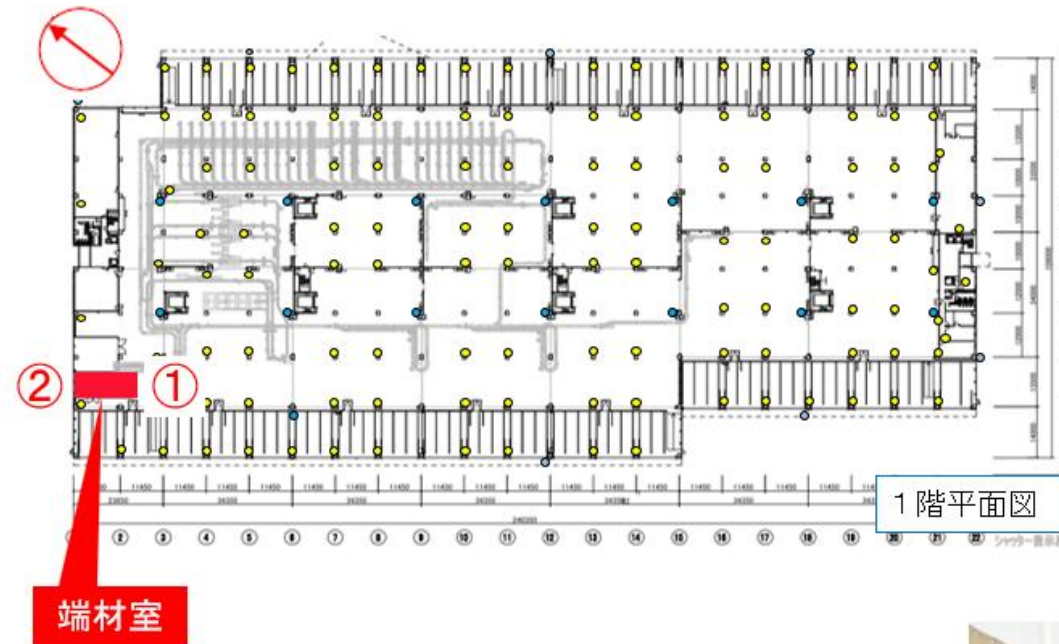
- 大規模物流施設の出火率は極めて高い
- 物流施設火災の場合、初期消火に失敗したとき全焼に至る確率が極めて高い
 - 物流施設の規模が大きくなるほど、火災になった場合の焼損面積や損害額も大きくなる危険性が高い
 - 防火安全対策を現状（法令水準）に留めたまま単純に物流施設の大規模化を追求するのは、経営的に見ても合理的とはいえない

物流施設内部にある物品から見た着火と延焼拡大

段ボールの危険性

- 物流施設の場合、梱包用に大量の段ボール
- 段ボールの火災特性
 - ・ 着火し易い
 - ・ 延焼速度が速い
 - ・ 火力が強い
 - ・ 粉末消火器では消火にくい
 - ・ 段ボールを箱状に組み立てると、その特性はさらに強くなる
- 大量の段ボールは防火の視点からは極めて厄介
- 三芳町物流施設火災では主役

三芳町物流施設火災の出火の状況（ 1 階端材室 ）



①【端材室内(南側)】

- 出火箇所は**端材室(廃ダンボール置き場)**
- フォークリフトの運転者が火災に気づき、消火器等で消火するが失敗
- 自火報鳴動で職員が駆け付けて消火器で消火するが失敗



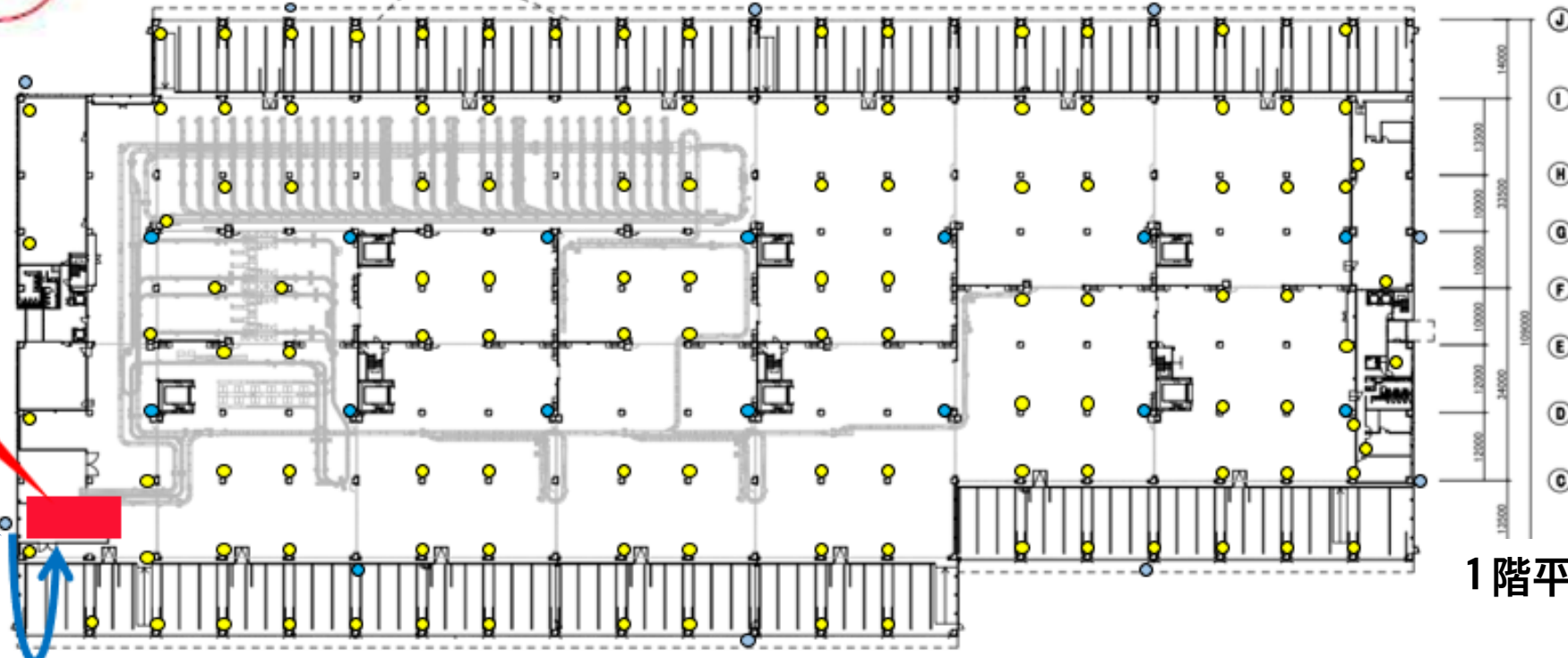
②【端材室内(北側)】

初期消火の状況

- 凡例
- 消火器
 - 屋内消火栓
 - 屋外消火栓

屋内消火栓

- 毎分130ℓ以上
- 1階及び2階に設置されている
- 屋内消火栓を使用した痕跡は認められない。

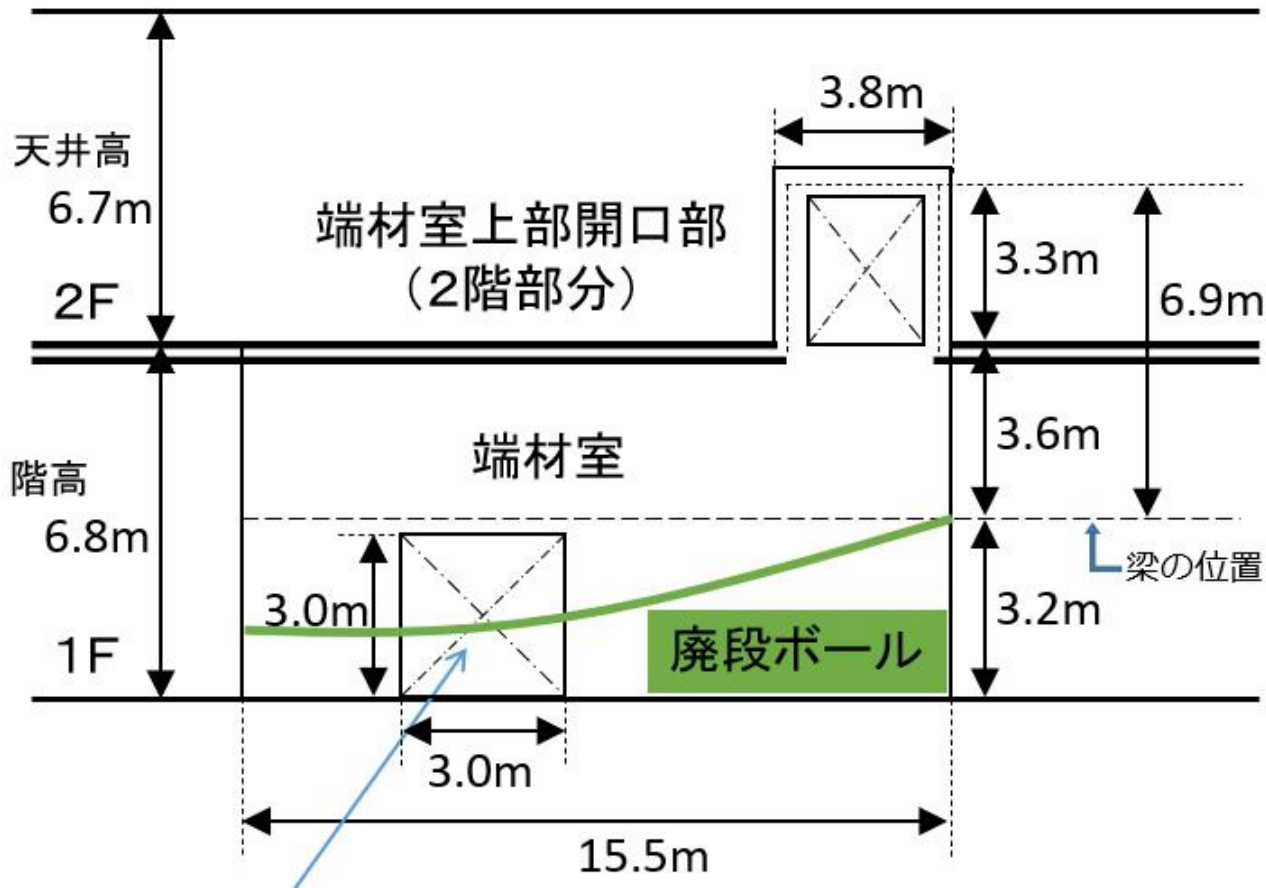


屋外消火栓

- 毎分350ℓ以上
- 従業員2名が初期消火のために屋外消火栓設備のホースを延伸したが、ポンプは起動していない。
- この屋外消火栓のホースは、消防隊が借用して消火活動を行い、1階部分は消火

2 階への延焼経路

- 端材室の火災は、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。



物流施設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する機構になっている。

火災の発見者の話では、作業を開始する際に端材室の扉を開けたところ、廃段ボールは端材室の高さの半分（概ね梁の位置）ほどの量まで溜まっていた。

端材室上部開口部 2 階部分の状況

- 端材室上部開口（2 階部分）の煙感知器は、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、10%/mの場合に地区ベルが鳴動する機構となっていた。

端材室上部開口部（2 階部分）の内部



感知器の
設置場所（推定）

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。

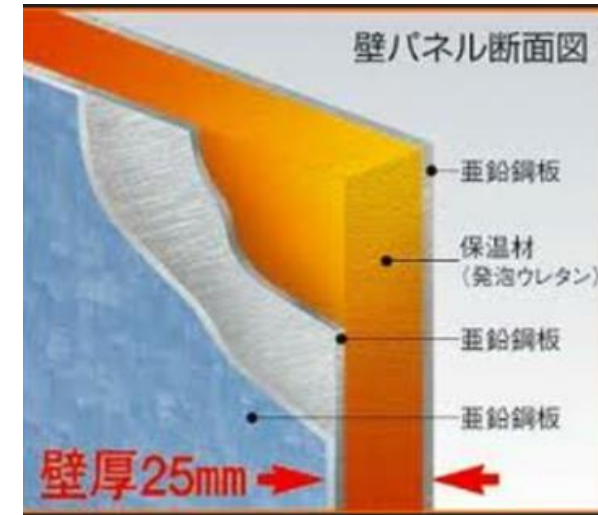
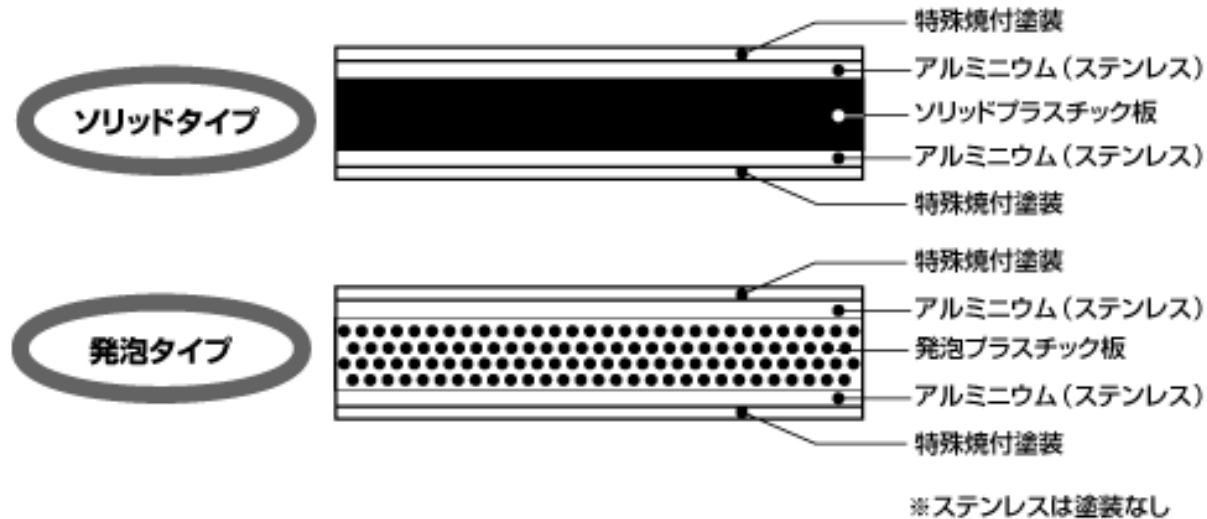


端材室上部開口部
（2 階部分）付近
の配線状況



煙感知器の伝送線
が収納された
保護管（鋼管）の
破断状況

サンドイッチパネル



- 可燃性・易燃性の合成樹脂発泡材料（発泡ポリウレタンやポリスチレン）等を芯材として相当量使用 ← 断熱性、軽量性、施工性、…
- 表面を不燃性の金属材料等で被覆
← 表面の保護（対瑕性能）、耐久性、化粧性、施工性、（不燃性）…
- 壁・天井等の内装又は外壁の装飾や外断熱に用いられる

ウレタンやサンドイッチパネルの危険性

- 食品倉庫の場合は、埃や細菌を防ぐため内部仕上げを平滑にする必要からサンドイッチパネルが用いられることがある
- 冷蔵倉庫等の場合は、断熱性を上げるため、断熱材として吹きつけのウレタン又はウレタンなどをコア材とした断熱型のサンドイッチパネルが用いられることがある
- 薄いサンドイッチパネルであっても、コア材としてウレタンなど可燃性の発泡プラスチック系の材料が用いられている場合、一定時間加熱されると接合部などからコア材が燃焼を始め、結局猛煙を出して激しく燃焼
- 工事中などで、表面材でカバーされていない剥き出しのウレタンが多いと、延焼速度が大きくなるため、人命危険性は高くなる

保冷倉庫等におけるサンドイッチパネル火災の危険性

◎合成樹脂発泡材料を使用するがゆえの危険性

- 急速な燃焼
- 大量の黒煙の発生

- 出入口が少ない
- 無窓・密閉
- 区画のない大空間

◎積層材料であるがゆえの危険性

- 芯材が燃焼すると、延焼の状況や危険性がわかりにくい
- 突然爆燃する可能性
- 突然天井材が落下する可能性

消防活動が極めて困難かつ危険

- 視界が効かない
- 進入、退避の判断が難しい

- 消火まで長時間必要
- 焼損面積大
- 消防士の危険が高い

火災時の避難

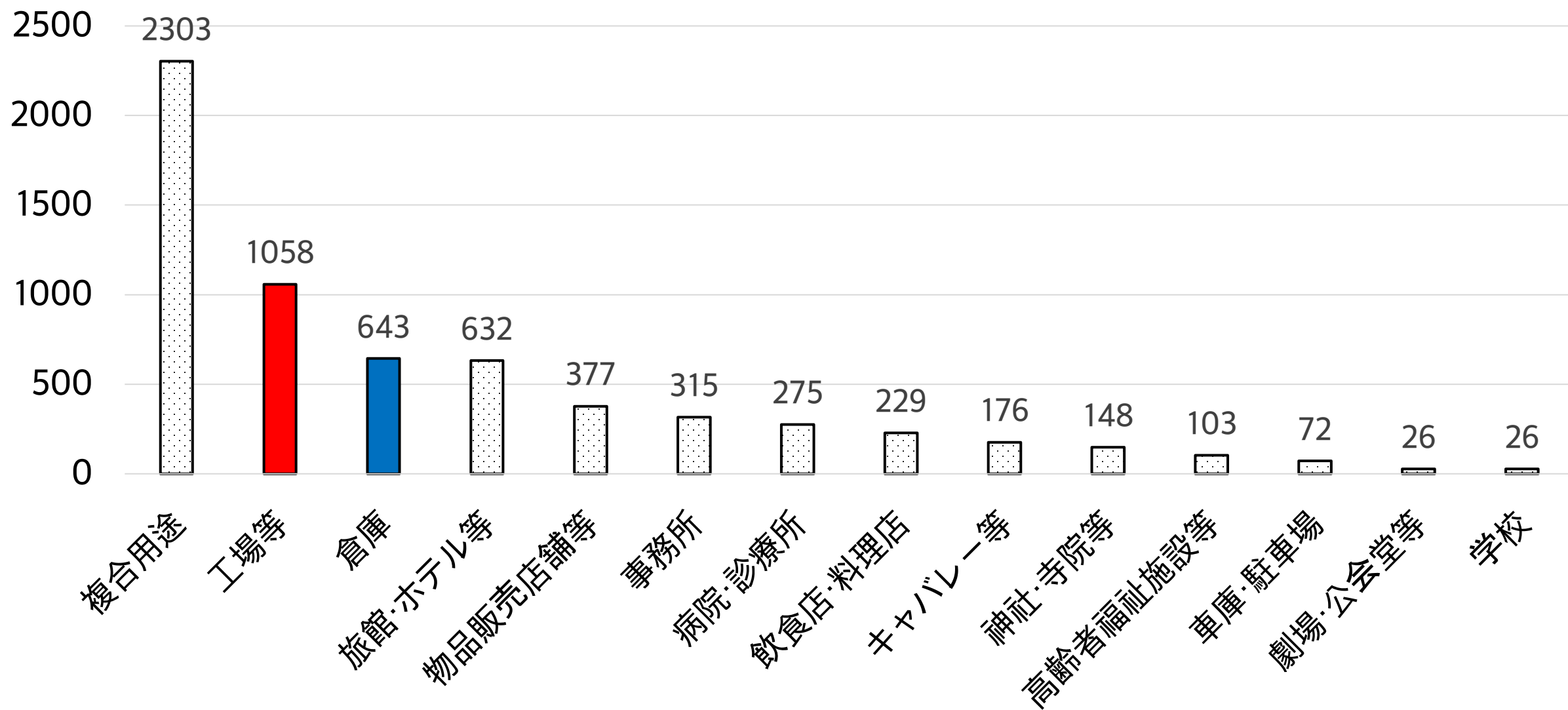
物流施設火災の人命危険性は極めて高い

- 物流施設は、本来、内部に常時人がいるわけではないため、出火危険が少なく避難をあまり考慮する必要はない
- 建築基準法も消防法もそのことが前提
- たまたま搬入・搬出や工事・整備などのために人が入ると、それだけ出火危険が増す
- 避難路は十分確保されていない

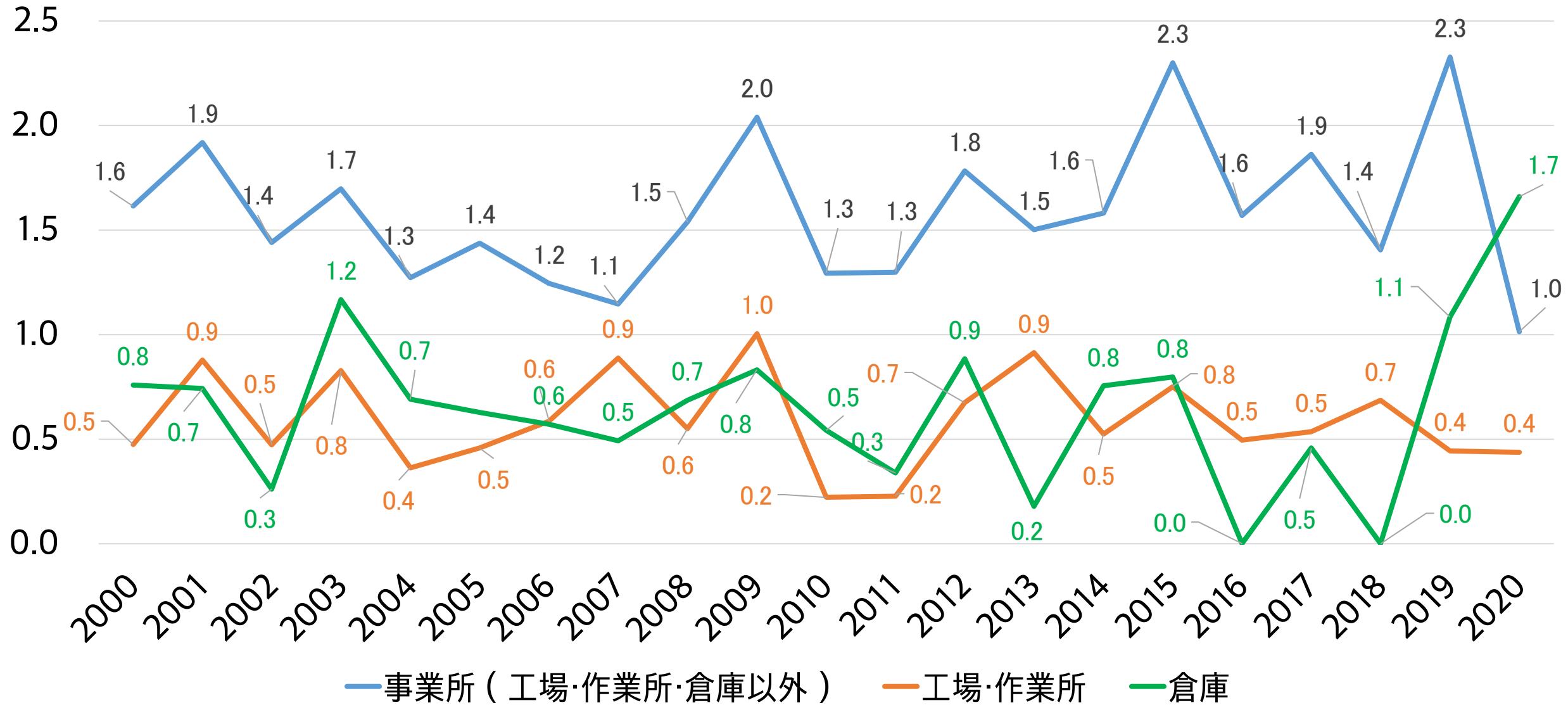


- 火災の際の人命危険という視点から見ると問題

建築物火災における用途別の死者数累計（住宅を除く）（1967-2020）



建物火災100件当たり死者数（2000-2020）



スプリンクラー設備の設置

- 日本では（ラック式倉庫以外は）物流施設にはスプリンクラーの設置義務がない
- 大規模物流施設は、火災の視点から見ると極めて問題が多い
- 大規模物流施設は、出火率が極めて高く、初期消火に失敗した場合に全焼に至る確率も極めて高いため、火災による損害額が極めて大きくなる
- 内部にいる作業者が多いのに避難上問題がある建物が多いため、初期消火に失敗した場合に多数の人命が失われる可能性がある。
- 消防活動の危険性も極めて高い
- スプリンクラー設備を設置して、初期消火の確率をできるだけ上げることを考える必要
- スプリンクラー設備の初期消火能力と、初期消火に失敗した場合の財産被害、人命被害の大きさを比較すれば、経営的な視点から見ても十分ペイ

CHAPTER

물류시설 화재안전을 위한 국제 세미나

.....
III

결론 (結論)

결론 (結論)

- 物流施設は、建築基準法も消防法も、第三者の人命危険が少ないため、**最低の基準**が適用されている
- 実際には、内部で働く人の**人命危険は極めて高い**
- **冷凍倉庫**などでは、**発泡プラスチック系の断熱材**やそれを芯材とした**サンドイッチパネル**が使われることが多いが、火災危険は極めて高い
- **出火防止と早期発見・初期消火**が最大の対策
- 消火器は水系の**強化液消火器**を設置する
- できれば**スプリンクラー**を設置すべき ← 経営的にもペイ

물류시설 화재안전을 위한 국제 세미나

the last page

Q&A

물류시설 화재안전을 위한 국제 세미나

大規模物流施設の火災安全設計

2024. 4. 24





福井 潔

1981年4月～2020年1月 株式会社 日建設計
2020年4月～現在 一級建築士事務所ADF

専門分野 建築設計
防火設計
防災計画



東京ミッドタウン



東京スカイツリー



東京理科大学
葛飾図書館



大規模物流施設の火災安全設計

CONTENTS

물류시설 화재안전을 위한 국제 세미나

I

大規模物流施設の特徴

II

課題の抽出と解決策の考察

III

まとめ

CHAPTER

물류시설 화재안전을 위한 국제 세미나

.....
I

大規模物流施設の特徴

1. 大型化する大規模物流施設
2. コンベアシステム
3. 開口の少ない外壁

01

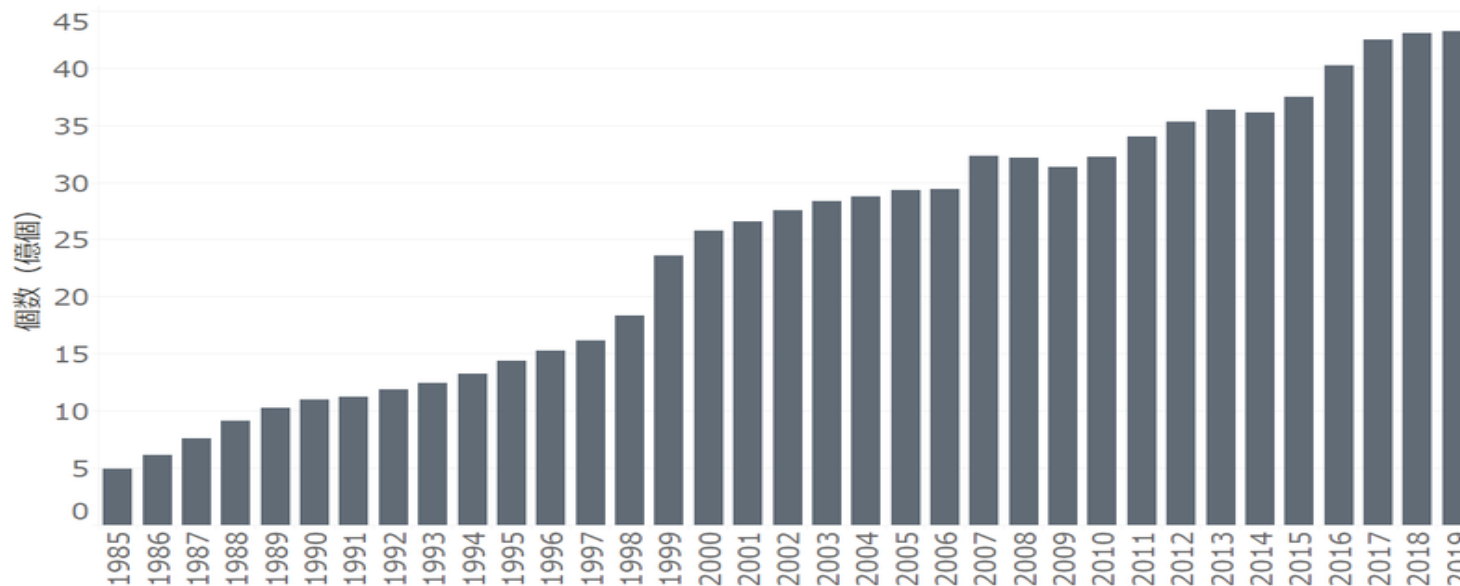
大規模物流施設の特徴

~~~~~

## 日本における大規模物流施設の急激な増加 背景

ネットショッピング(E commerce)の爆発的拡大  
その需要を満たすための宅配網の整備

宅配便取扱個数



## 01

## 大規模物流施設の特徴

~~~~~

1. 平面形、延べ面積が非常に大きい。
2. 物流のためのコンベアシステムが建物全体に縦横に張り巡らされている。
3. 壁面の開口が少ない。

01

大規模物流施設の特徴

~~~~~

## 1. 大型化する大規模物流施設

- ・平面形 200m以上 × 100m以上
- ・階数 5階以上
- ・延べ面積 10万㎡以上 20万㎡超も存在

既存の法規「建築基準法」が作られたときに想定していない規模の建物が建てられている。

## 01

## 大規模物流施設の特徴

~~~~~

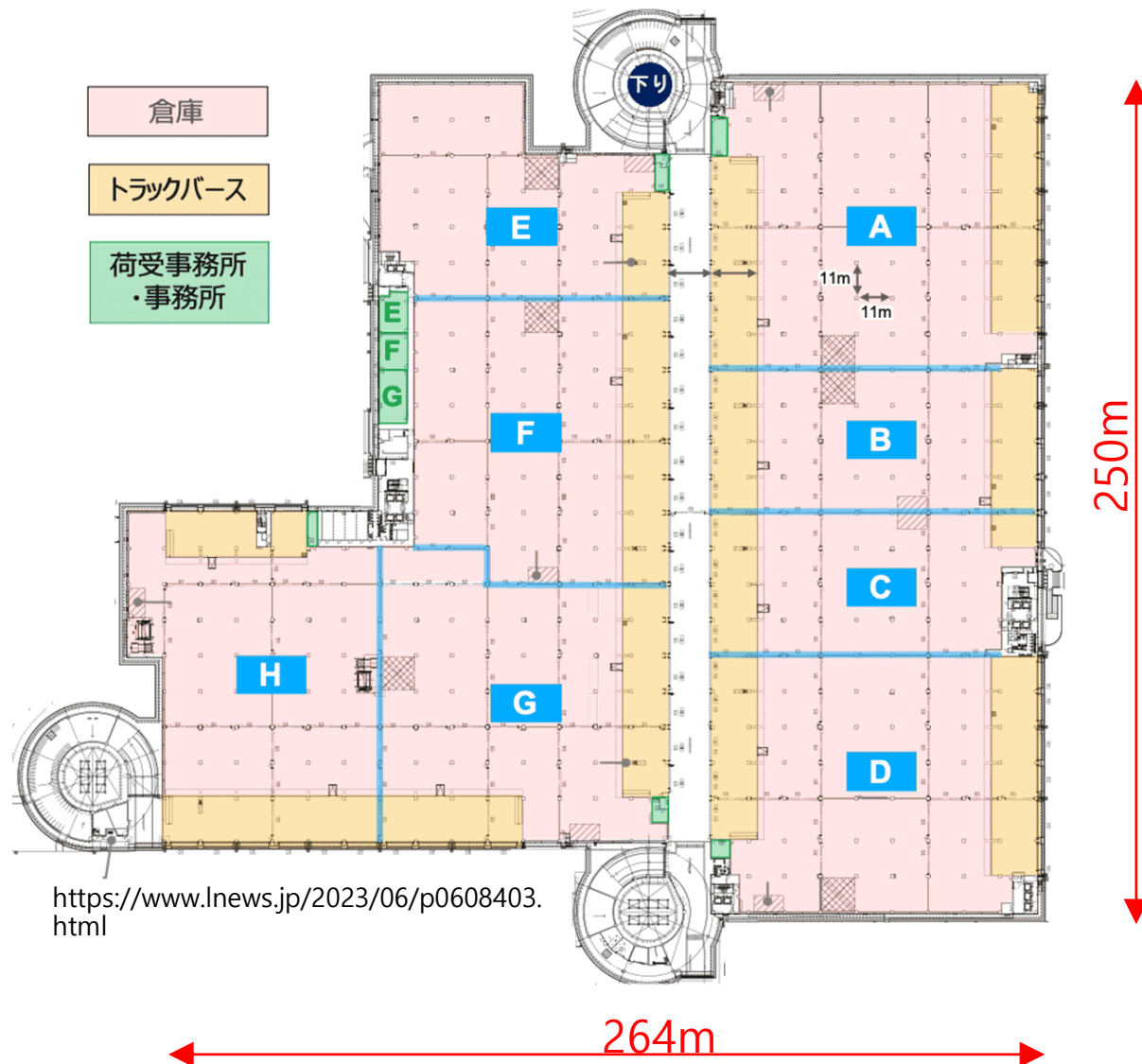
事例1 日本最大規模の物流施設

日本GLP／ALFALINK相模原 <https://www.lnews.jp/2023/06/p0608403.html>全4棟 約67万m²

01

大規模物流施設の特徴

~~~~~

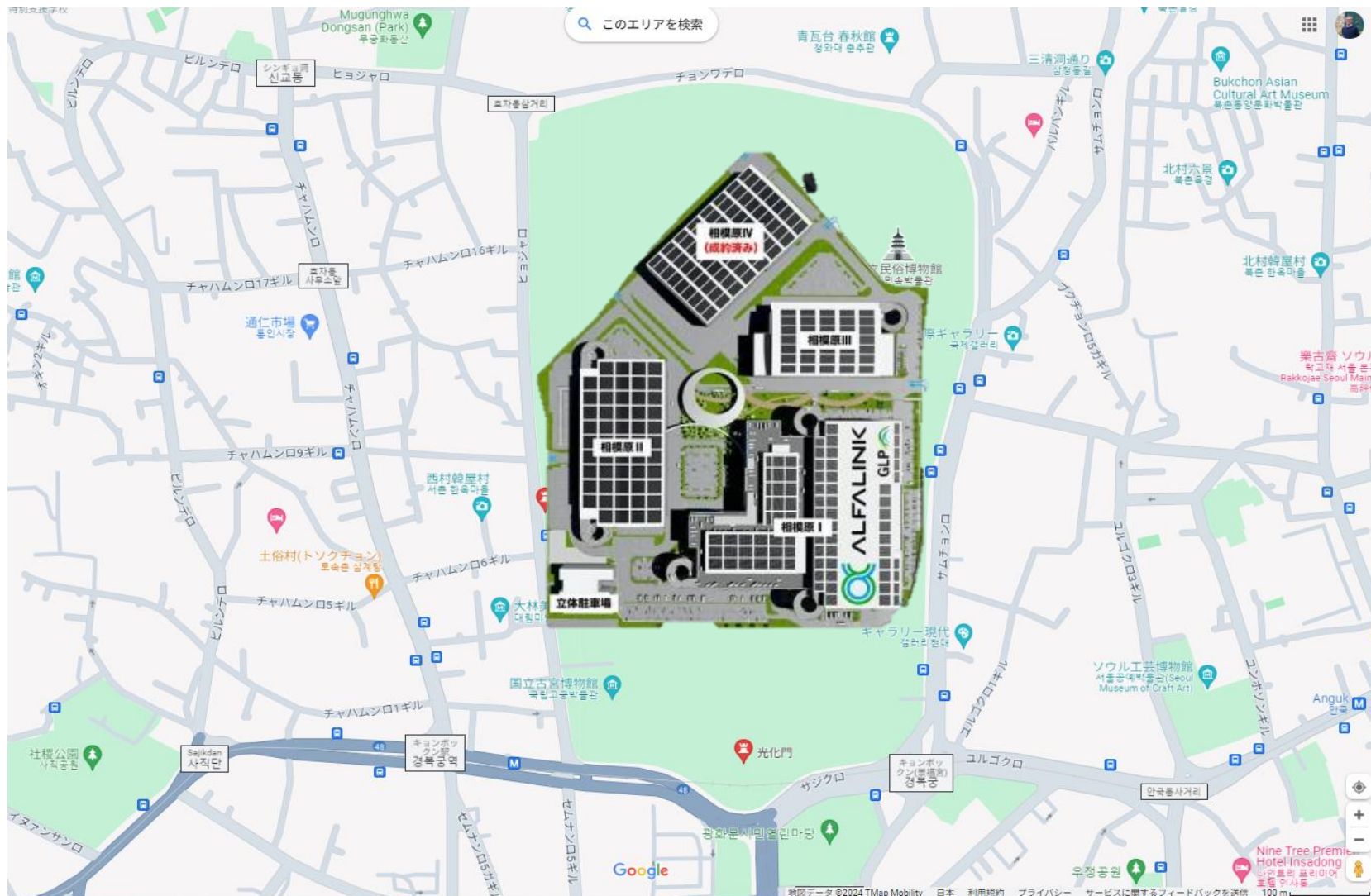


施設内最大の棟

## 01

## 大規模物流施設の特徴

~~~~~

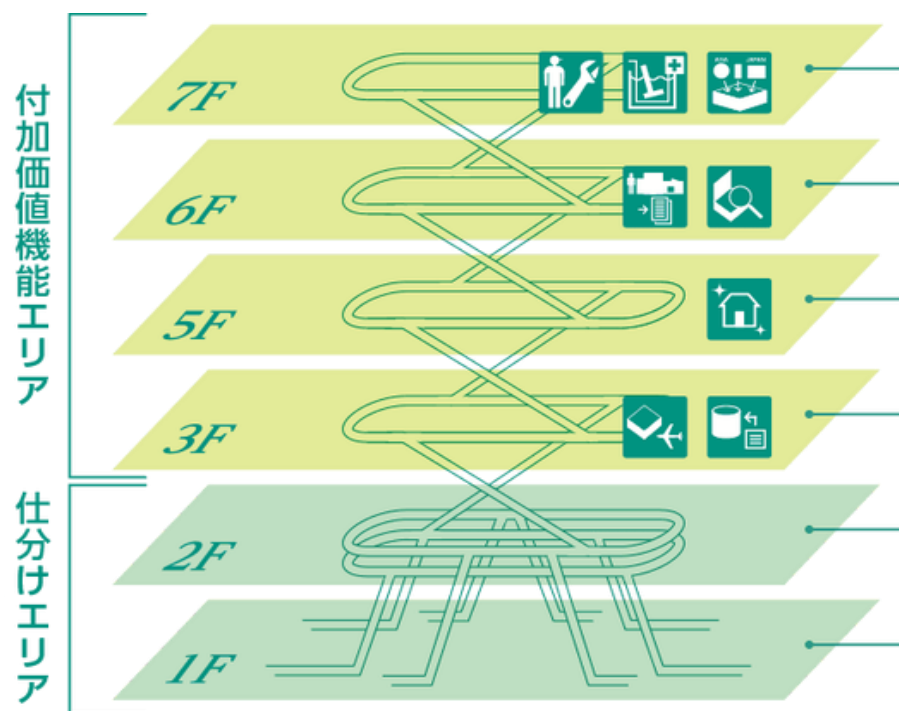


01

大規模物流施設の特徴

~~~~~

## 2. コンベアシステム

<https://www.yamato-hd.co.jp/hnd-chronogate/>

各階に分散した機能を結び荷物を効率よく搬送するため  
コンベアシステムが建物中に敷設されている。

## 01

## 大規模物流施設の特徴

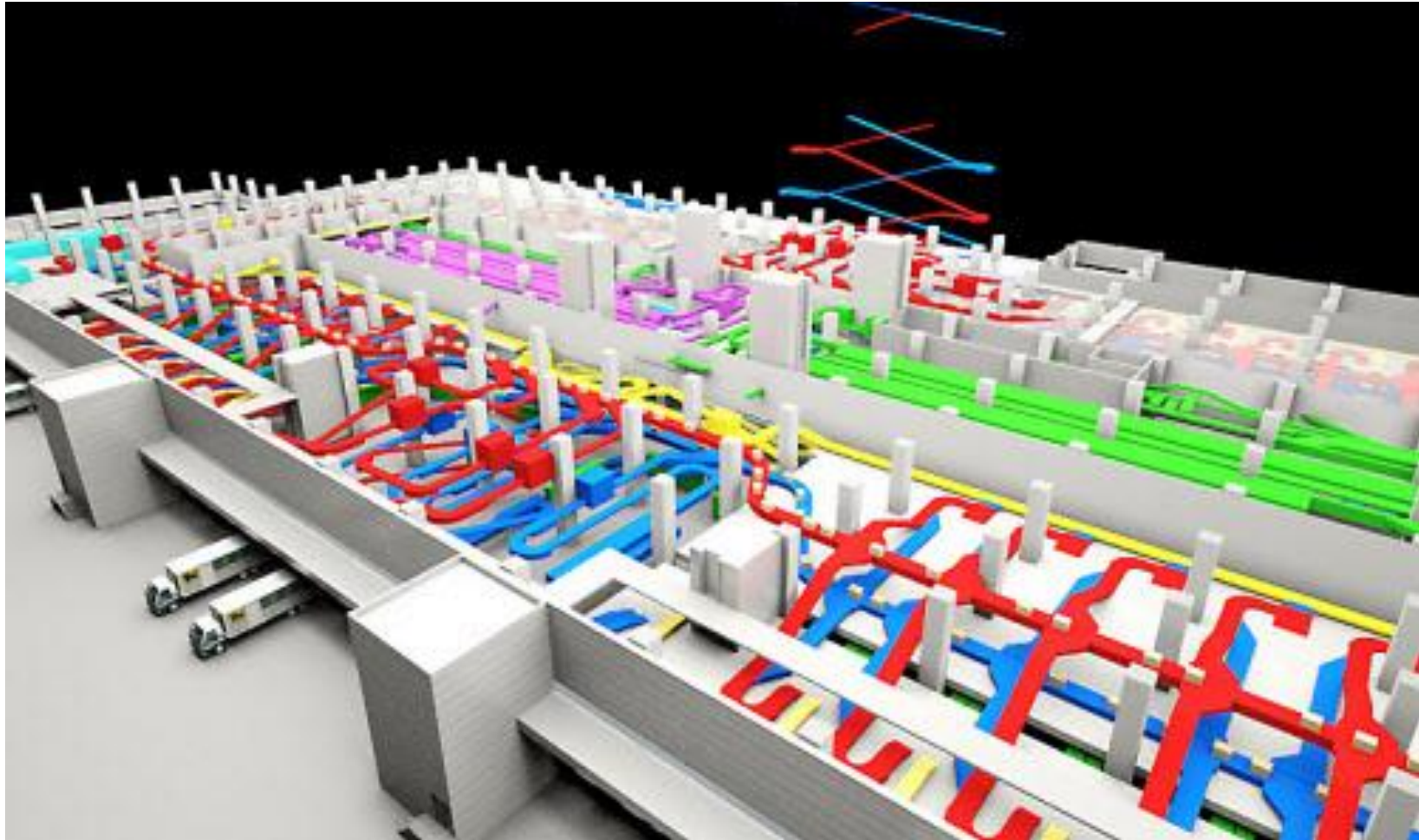
~~~~~



01

大規模物流施設の特徴

~~~~~



[https://www.nikkei.com/article/DGXNASFK0302E\\_T01C10A2000000/](https://www.nikkei.com/article/DGXNASFK0302E_T01C10A2000000/)

## 自動仕分けシステムのコンベアライン

## 01

## 大規模物流施設の特徴

~~~~~

3. 開口の少ない外壁

- ・自動化によって無人化された空間が多く、採光や換気の必要がない。
- ・開口を少なくすることによる建設コストの削減。



100m



<https://www.lnews.jp/2023/06/p0608403.html>

200m

CHAPTER

물류시설 화재안전을 위한 국제 세미나

.....

Ⅱ

課題の抽出と解決策の考察

1. 広大な平面と火災確認
2. 広大な平面と避難計画
3. コンベヤ設備と防火区画
4. 無窓建物での、避難安全確保
5. 無窓建物での、消防活動

02

課題の抽出と解決策の考察

~~~~~

**課題1 広大な平面と火災確認**

大規模平面では火災発生後防災センターから駆けつけて出火を確認するまでに時間がかかり、煙の拡散や火勢の拡大を招く。

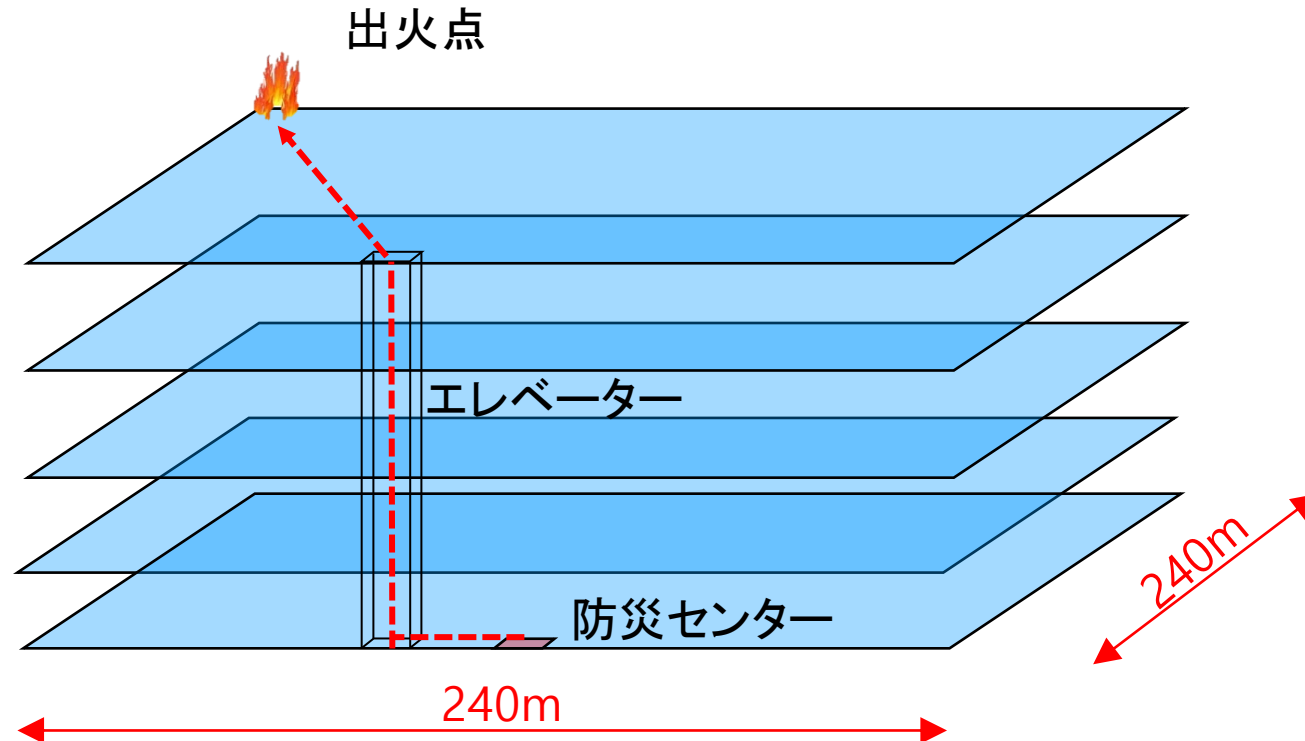
**解決策**

一定の時間内で火災確認ができるよう、サブ防災センターを配置する。監視カメラの設置も有効。

## 02

## 課題の抽出と解決策の考察

~~~~~



水平移動距離	320m	移動時間	$320(\text{m})/80(\text{m}/\text{min})=4\text{min}$
垂直移動距離	36m	エレベーター移動として	1min

防災センターから出火点まで到達にかかる時間 5min

02

課題の抽出と解決策の考察

~~~~~

## 課題2 広大な平面と避難計画

避難階段は建物外周部に設置し、避難階で速やかに外部に避難できるようにするのが基本だが、広大な平面では外周部に配置した階段だけでは避難距離が長大になる。

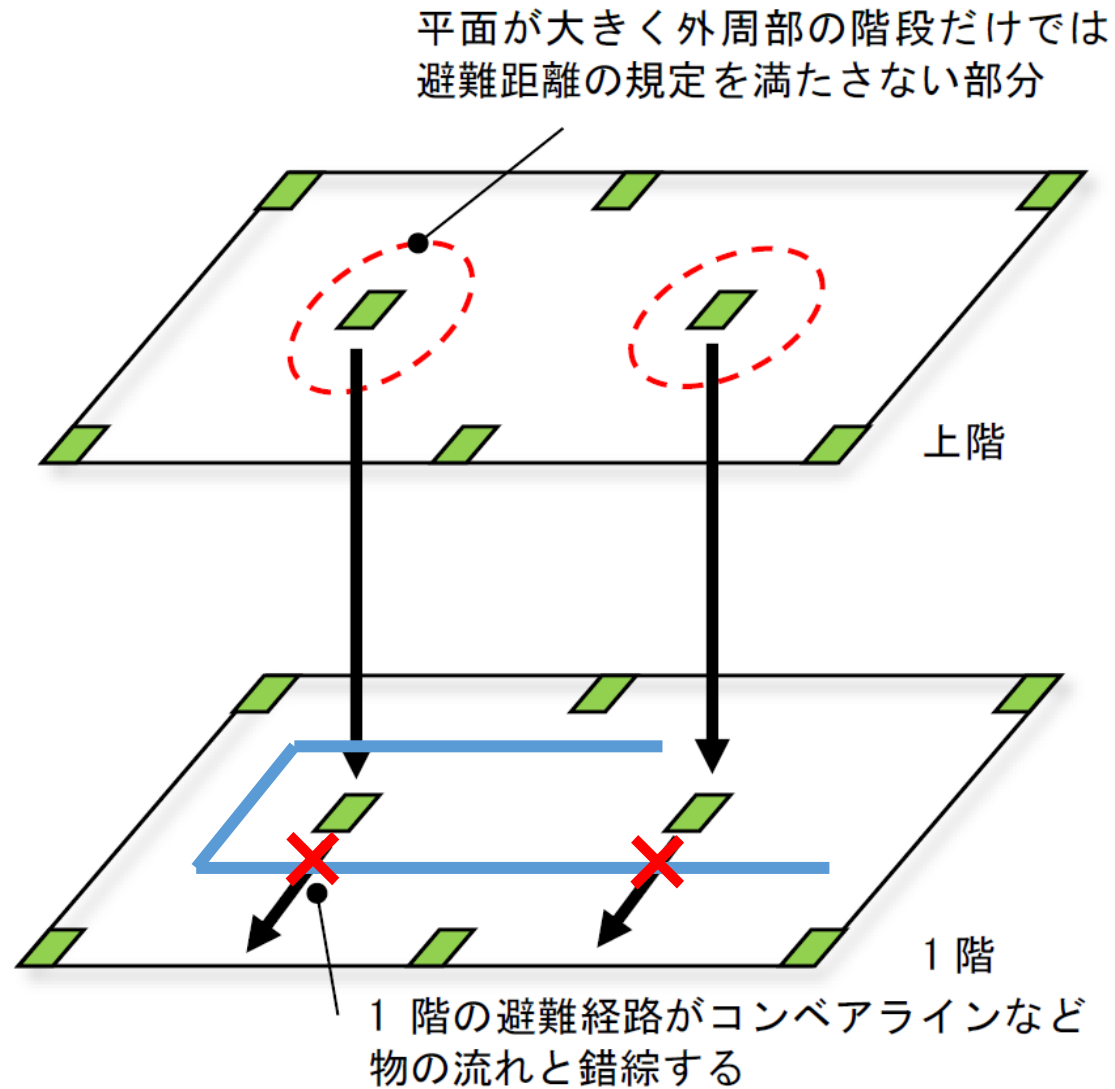
## 解決策

建物中心部にも階段を設置し、避難階又は地下で外部への区画された避難経路を確保する。  
性能設計による避難距離の法規制の緩和もありうる。

## 02

## 課題の抽出と解決策の考察

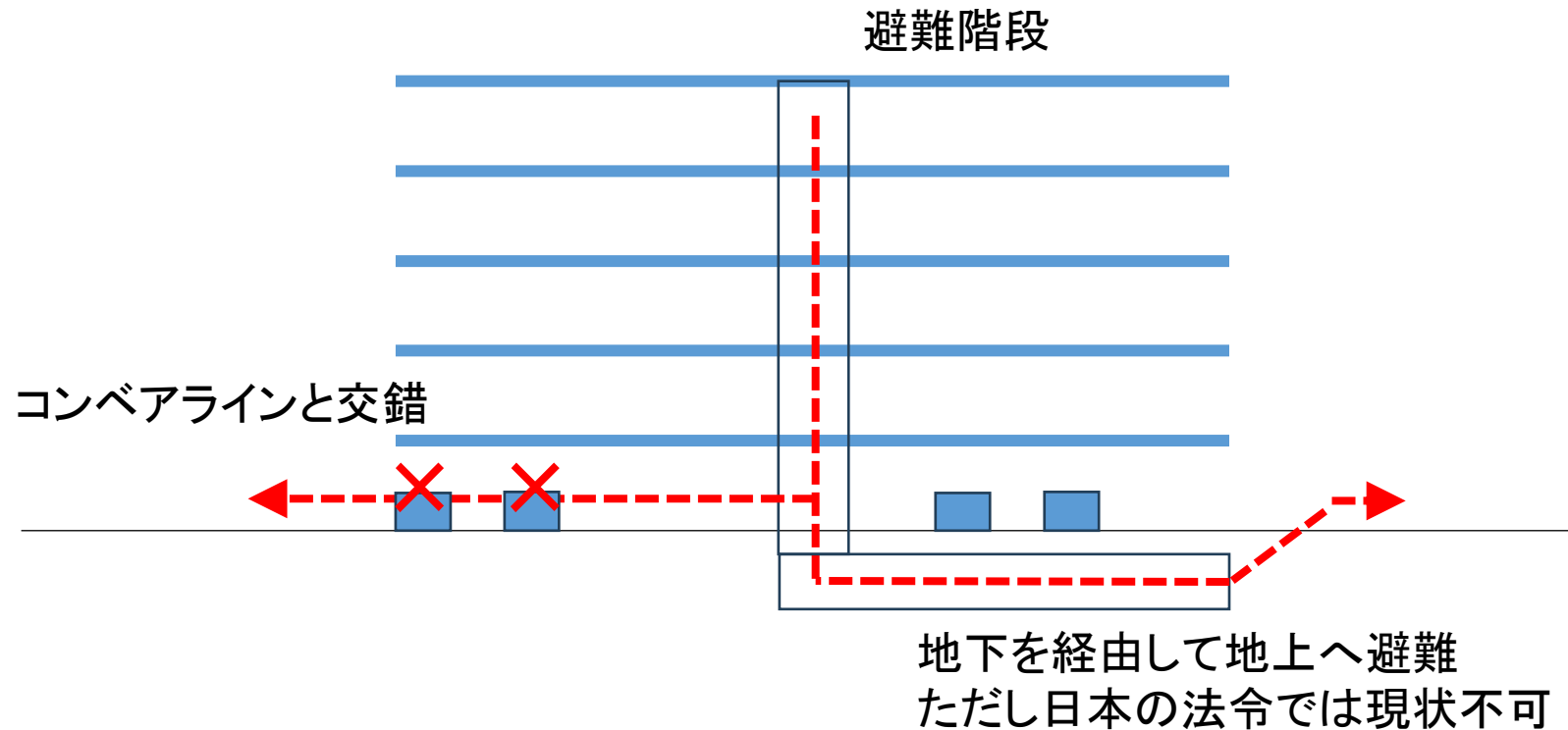
~~~~~



02

課題の抽出と解決策の考察

~~~~~



## 02

## 課題の抽出と解決策の考察

~~~~~

日本の建築基準法

仕様規定 避難階以外の法定避難距離 倉庫の場合60m以下

性能設計 避難距離の規定の緩和が可能 検証成立が条件

大型物流施設では

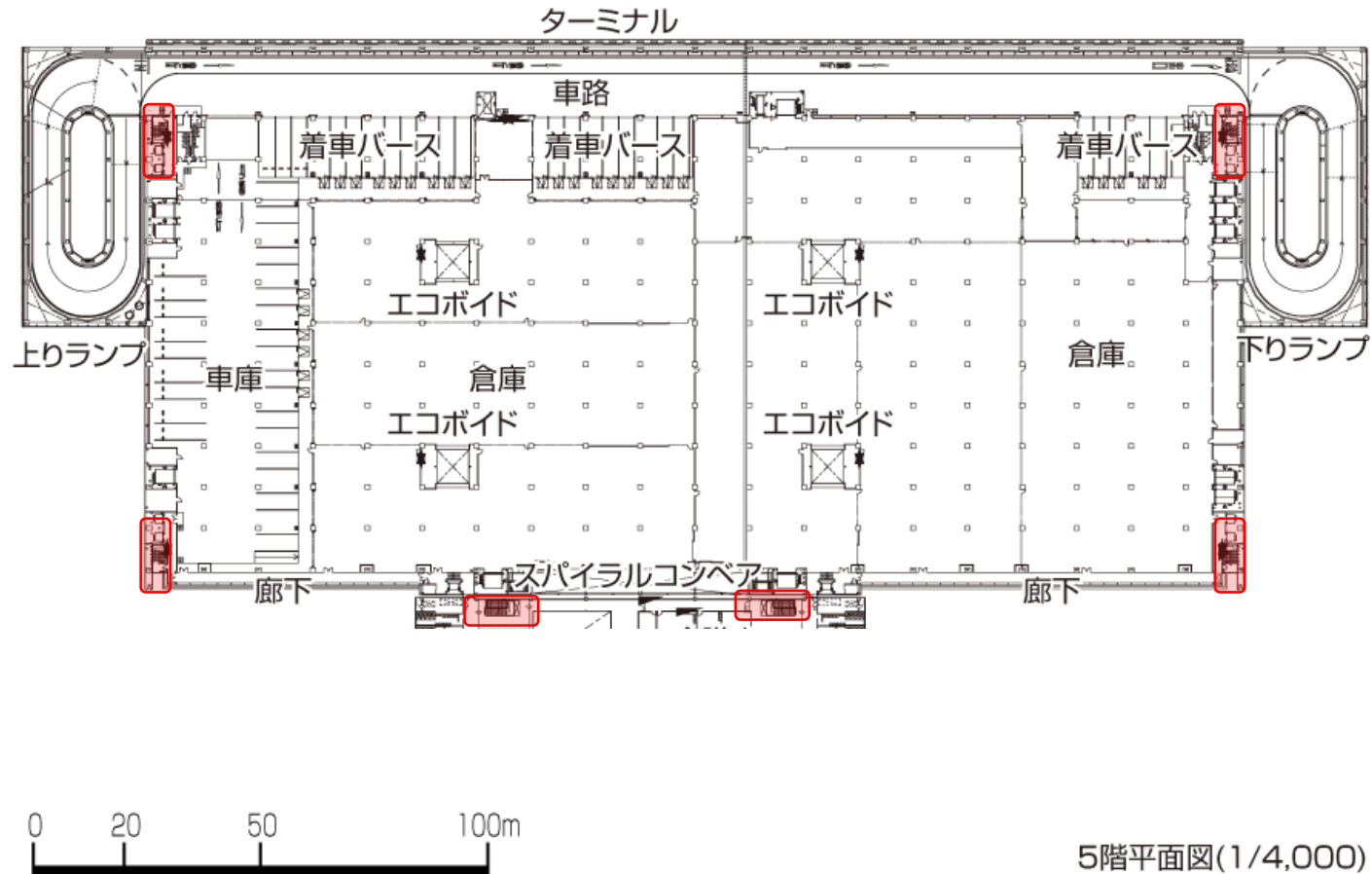
- ・ 高い天井高 6～8m
- ・ 仕分けスペースなどではスペースのわりに可燃物量が少ない

性能設計を活用し安全を確保しつつ、60m以上の避難距離
実現の可能性がある。

02

課題の抽出と解決策の考察

~~~~~



性能設計の事例: 高い天井高さで煙降下時間が長いため避難距離を緩和  
避難階段は建物外周部のみに設置

## 02

## 課題の抽出と解決策の考察

~~~~~

課題3 コンベヤ設備と防火区画

大規模物流施設では建物を長大なコンベヤ設備が複雑に行き交い、防火区画を貫通する。貫通部は複雑な機構になり、区画構成が確実に行われるのは困難。

解決策

作動確率の低い防火設備は設置せず大きな防火区画として、火災覚知と出火防止とを徹底する。スプリンクラーの設置は有効な手段。

02

課題の抽出と解決策の考察

~~~~~

## 日本の建築基準法

|      |                                                                             |
|------|-----------------------------------------------------------------------------|
| 仕様規定 | 面積 1,500m <sup>2</sup> ごとに防火区画<br>ただしスプリンクラーの付いている場合は3,000m <sup>2</sup> ごと |
| 性能設計 | 防火区画の規定は緩和される                                                               |

## 大型物流施設では

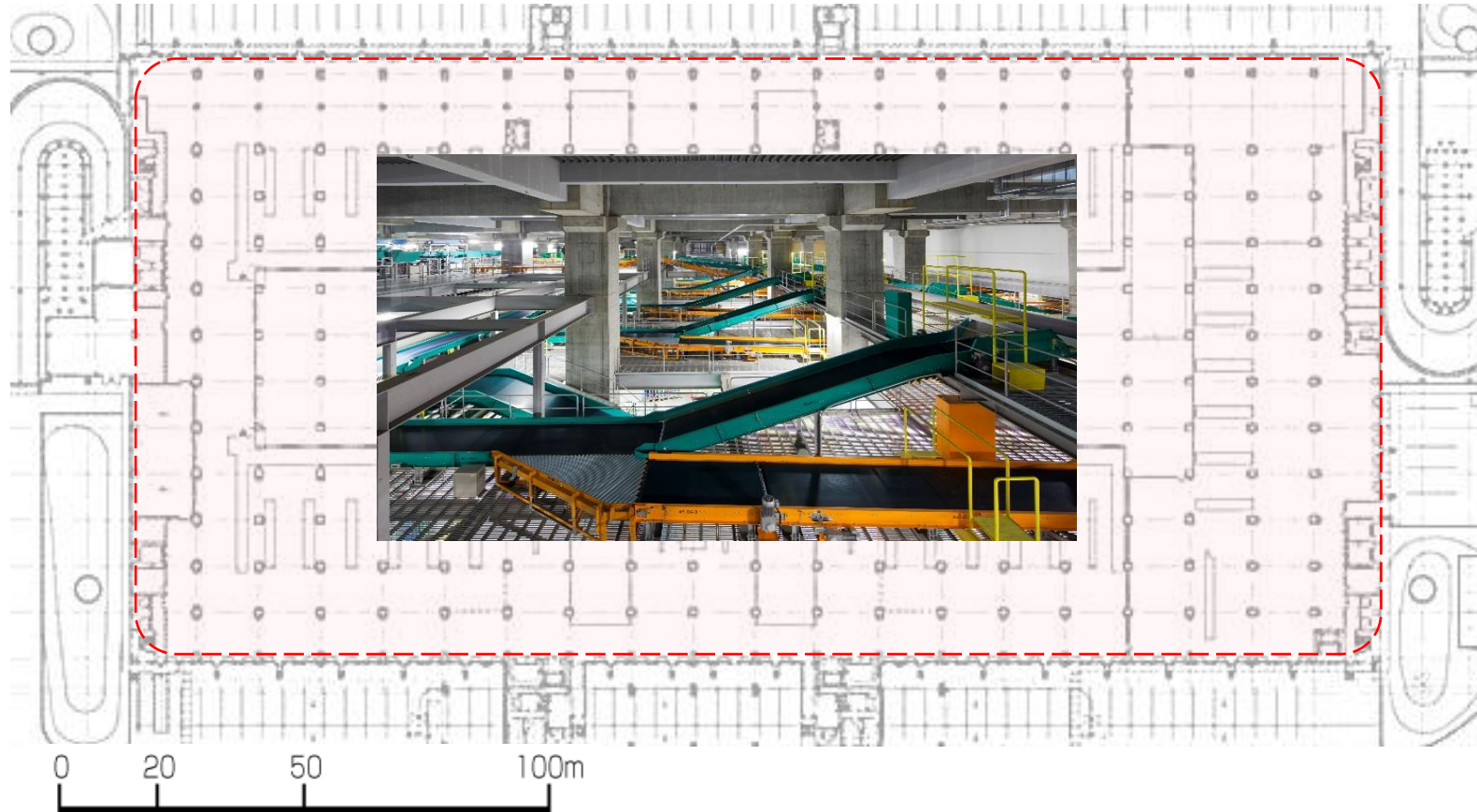
- ・ コンベヤシステムを防火区画が多数貫通
- ・ コンベヤシステムの防火区画装置は機構が複雑で不作動や閉鎖不良が多い

性能設計を活用し大きな面積の防火区画で区画すると同時に出火防止、早期火災覚知、スプリンクラーによる確実な初期消火を徹底する。

## 02

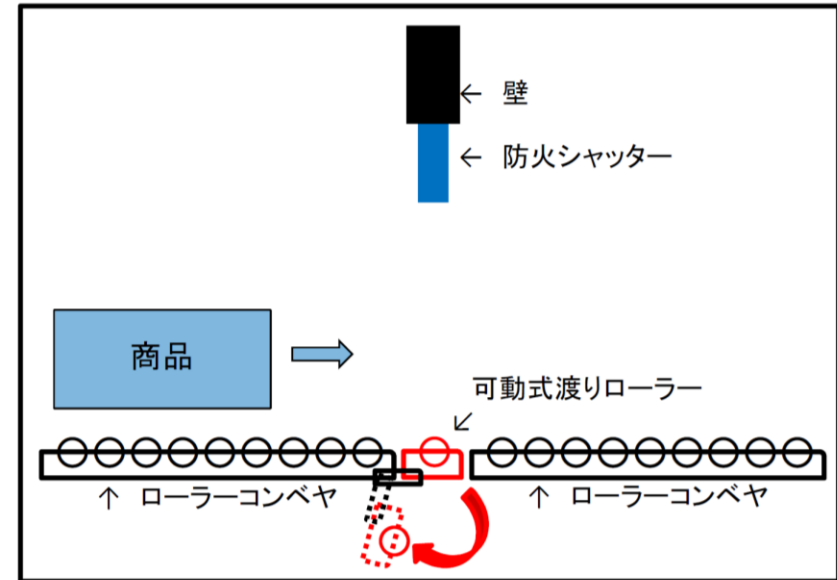
## 課題の抽出と解決策の考察

~~~~~



性能設計の事例:仕分けコンベアが行きかう1階は防火区画を設置していない
可燃物量が少なく視認性も高い

~~~~~



このような複雑な機構は火災時に確実に作動する信頼性に乏しい

## 02

## 課題の抽出と解決策の考察

~~~~~

課題4 窓がなく煙がすぐに充満し、避難、消防活動に支障が出る

窓がなく自然排煙ができないのに加えて、告示適用や避難安全検証で無排煙のものが多く、避難や消防活動の大きな障害になる。

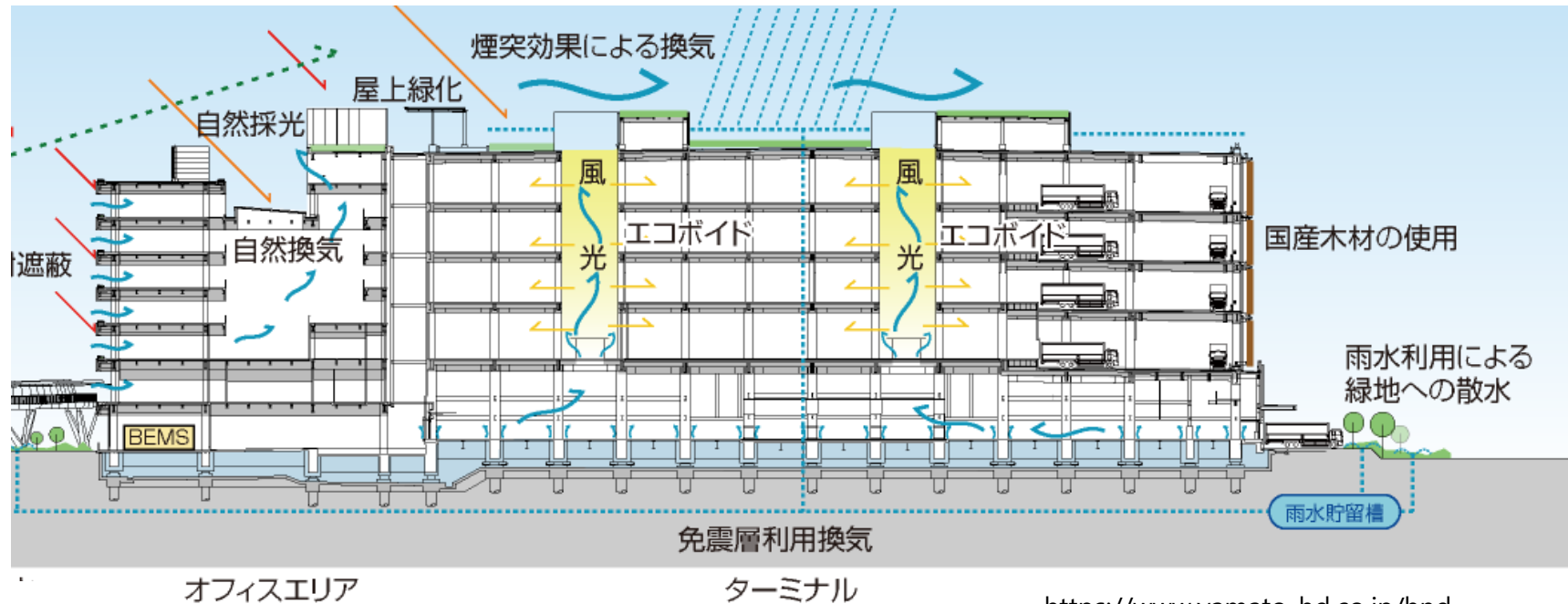
解決策

建物内に、一定の間隔で排煙ができる光庭を設置する。あわせて給気ルートも確保し、排煙可能とする。

02

課題の抽出と解決策の考察

~~~~~



<https://www.yamato-hd.co.jp/hnd-chronogate/>

環境断面図(1/2,500)

## 光庭からの排煙

換気や自然採光のために設けられた光庭から、消防活動の障害になる煙を外部に排出できる

## 02

## 課題の抽出と解決策の考察

~~~~~

課題5 窓がなく外部からの放水ができない上、火熱で室内からの消火も困難

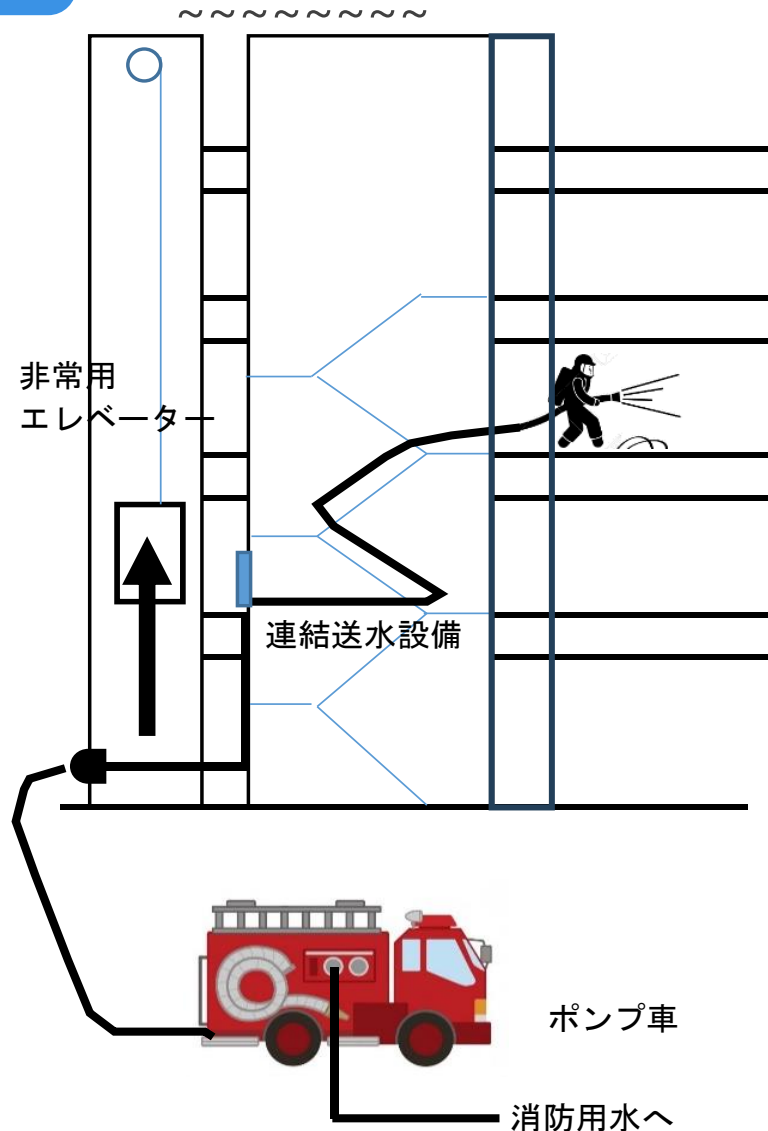
窓がないため外部からの放水は不可能。窓がないため熱気や煙が建物内に充満し、室内での消防活動も不可能。

解決策

付室付きの階段（特別避難階段等）や非常用エレベーターを設置し、付室や乗降ロビーを煙制御で安全な区画として消防活動を担保する。連結送水設備も有効。

02

課題の抽出と解決策の考察



- ・ポンプ車へ供給する消火用水を確保
- ・連結送水設備へポンプ車から送水
- ・火災階の下階の付室や階段室内設置された連結送水設備にホースを連結
- ・火災階まで階段で上がって室内の状況を見ながら放水開始

消防隊による消火活動の概要

CHAPTER

물류시설 화재안전을 위한 국제 세미나

.....

Ⅲ

まとめ

03

まとめ

~~~~~

大規模物流倉庫には

- ・ 巨大な平面形
- ・ 施設内に縦横に張り巡らされたコンベアライン
- ・ 窓のない巨大な外壁

等、従来の建築物にはなかった特徴がある。

これらの特徴は、従来の建築関連法規では想定されていなかったタイプの建物であり、現在の建築関連法規では十分な安全を担保できない部分や、合理的でない規制も存在する。

こうした建物では性能設計などの手法を用いて、合理的な設計を行い、それぞれの特徴にあった火災安全対策を講じていくことが有効である。

# 물류시설 화재안전을 위한 국제 세미나

## Q&A