

レック株式会社 静岡第2工場 火災事故調査報告書

2021年3月31日

レック株式会社 静岡第2工場

火災事故調査委員会

要 旨

2020年7月5日午前1時15分、静岡県吉田町のレック株式会社（以下レックという）静岡第2工場において火災事故が発生し、消防職員、警察職員、近隣住民の人的被害（死者4名、中等傷者1名、軽傷者3名）を伴う重大な事故となった。また、住民居住地での事故であったため、周辺住民に多大な不安と影響を及ぼした。本件火災事故の原因究明および再発防止対策を講じるため、2020年7月15日に社外委員4名、社内委員2名からなる「レック株式会社 静岡第2工場火災事故調査委員会」と、その下部組織として事務局を発足した。当委員会では、これまで6回にわたって会議を開催し、火災事故の原因および再発防止対策について議論を重ねてきた。

その結果、本件火災事故は、電気システムのトラブルまたは化学物質の発火の単独要因、または他の要因が加わった複合的要因が発端となり、可燃性資材等の存置物に着火したことから始まったと推測した。そして、燃焼の可能性のある存置物により火災が拡大し、その後、局所的な酸素濃度の減少により消炎状態になったことから、熱分解ガスが滞留したと推測した。次に、新鮮な空気の流入により可燃性混合ガスが形成され着火が起こり、可燃性混合ガス中の火炎伝ばによる爆発的燃焼が発生したと推測した。その際に爆風が扉等を開放させ、建物内の燃焼や延焼を促進させ、工場全体の火災に至る重大事故に発展したものと推定した。

本件火災事故報告書においては、事故概要、事故要因と再発防止に関する提言を取りまとめた。今後、レックに対しては、再発防止対策を確実に履行し、安全文化の醸成に向けて、会社全体で安全に対する意識の向上に取り組んでいくことを強く求めるものである。

目次

1 序	6
1.1 はじめに	6
1.2 事故調査委員会の目的と構成	7
1.3 事故調査委員会の取組	8
2 事業所および設備の概要	9
2.1 事業所の概要	9
2.2 静岡第2工場の概要	10
2.2.1 製品概要	10
2.2.2 建物概要	12
2.2.3 1階北側工場の建物概要	13
2.2.4 1階南側工場の建物概要	13
2.2.5 2階建物の概要	15
2.2.6 粉体充填工場への改築工事	16
2.3 機械設備概要	16
2.4 前日の施錠状況	20
2.5 作業の状況	21
2.6 1階南側工場内の原材料および資材の保管状況	22
2.7 1階北側倉庫内の原材料および資材の保管状況	25
2.8 2階倉庫内の製品保管状況	28
2.9 1階南側工場内の取扱物質（原材料および資材の保管状況）	28
2.10 運転体制	33
2.11 電気配線	34
3 事故概要	35
3.1 気象状況	35
3.2 事故概要	35
3.3 火災の時間経過	36
3.3.1 火災の前日のから火災発生までの状況	36
3.3.2 延焼拡大状況から鎮火までの時間経過	43
3.3.3 防災区画別火災の時間経過	48
3.4 物的被害の状況	52
3.5 1階の焼損状況	52
3.5.1 1階南側工場の焼損状況	52
3.5.2 1階北側倉庫の焼損状況	57
3.5.3 東側防火シャッターの焼損状況	58
3.6 2階倉庫の焼損状況	59

3.6.1	2階北側倉庫の焼損状況	60
3.6.2	2階南側倉庫の焼損状況	60
3.7	倉庫外観の焼損状況	61
3.8	環境 地域への影響	61
4	事故要因	62
4.1	事故要因の調査方法	62
4.2	火災発生要因と延焼拡大要因の検討	62
4.3	火災発生と延焼拡大の要因整理	62
4.4	火災発生要因の検討	65
4.4.1	発火源の検討	65
4.4.2	着火物の検討	66
4.4.3	出火場所の検討	67
4.4.4	電気機器からの発火の検討	69
4.4.4.1	検討方法	69
4.4.4.2	調査結果	69
4.4.4.3	液ピロー機およびコンセント接続機器に対する検討	70
4.4.5	過炭酸ナトリウム組成物の発熱 発火の検討	71
4.4.5.1	過炭酸ナトリウムの熱的挙動の検討	71
4.4.5.2	過炭酸ナトリウムの熱的挙動の検討結果	71
4.4.5.3	試験結果に基づく発火源の検討	73
4.4.6	火災発生要因に関するまとめ	74
4.5	火災の発生と延焼拡大要因の検討	75
4.5.1	火災の発生と拡大	75
4.5.2	延焼拡大要因の検討	75
4.5.2.1	爆発的燃焼現象の推定	76
4.5.2.2	消炎、熱分解ガスの滞留	77
4.5.2.3	可燃性混合ガスの形成	78
4.5.2.4	可燃性混合ガスに着火	79
4.5.2.5	爆発的燃焼	81
4.5.3	延焼拡大の検討	82
4.5.3.1	1階南側工場内の火災の再開	82
4.5.3.2	1階南側工場から1階北側倉庫への延焼拡大	83
4.5.3.3	1階北側倉庫から2階北側倉庫に延焼	83
4.5.3.4	2階北側倉庫から2階南側倉庫に延焼	84
4.6	1階東側防火シャッターの開放に関する検討	85
4.6.1	防火シャッター専門家へのヒアリング	85

4.6.2 東側防火シャッターの事故後の状況	85
4.6.3 検討結果	85
4.7 事故発生にかかる間接要因の推定	86
4.7.1 事故発生に係る間接要因の検討	86
4.7.2 安全管理体制	86
4.7.3 リスクアセスメント	87
5 再発防止対策に向けた提言	89
5.1 安全管理体制の整備	89
5.1.1 源流管理の徹底	90
5.1.2 調達先選定の適正化と安全管理の徹底	90
5.1.3 材料受入検査の徹底	91
5.1.4 工程検査の実施	91
5.1.5 出荷検査の徹底	91
5.2 安全設備の充実	91
5.3 安全活動の推進	91
5.4 安全教育の強化	92
5.5 安全文化の醸成	93
添付資料リスト	94
おわりに	95

1 序

1.1 はじめに

2020年7月5日午前1時15分、静岡県吉田町のレック静岡第2工場において、火災事故が発生し、消防職員、警察職員、近隣住民の人的被害（死者4名、中等傷者1名、軽傷者3名）を伴う重大な事故となった。また、住民居住地での事故であったため、周辺住民に多大な不安と影響を及ぼした。

当事故の原因究明を行い、再発防止対策を講じるため、2020年7月15日に「レック株式会社 静岡第2工場事故調査委員会」が発足した。当委員会では、現場検証、関係者インタビュー、記録類の確認、過炭酸ナトリウム組成物の反応挙動、電気設備機器の発熱・発火、可燃性資材の熱分解挙動、小型模型燃焼実験、爆発シミュレーションを行い、火災発生要因と延焼拡大要因について検討を行うとともに、間接要因についても考察し、それらを基に再発防止対策についての議論を重ねてきた。

その結果、火災発生要因の特定には至らなかったが、その可能性については絞り込むことができた。また、延焼拡大要因についても一定の見解がまとまったことと、再発防止対策の提言について取りまとめることができたため、当報告書をもって報告する。

1.2 事故調査委員会の目的と構成

本件火災事故の原因究明と再発防止対策について検討するため、危険物、燃焼・火災・爆発分野、安全工学の分野および消防分野の専門家が参加し、レック関係者ととも、事故調査委員会を構成し、事故調査を行った。

事故調査委員会委員および事務局のメンバーを以下に示す。

事故調査委員会委員

委員長	田村昌三	東京大学 名誉教授
委員	土橋 律	東京大学 大学院 工学系研究科教授
	三宅淳巳	横浜国立大学 先端科学高等研究院教授
	坂口隆夫	市民防災研究所理事 元麻布消防署署長
	貝方士利浩	レック株式会社 専務取締役
	滝田賢路	レック株式会社 企業戦略室長
事務局	高原啓也	レック株式会社 ウェルネス研究開発部
	長谷俊之	レック株式会社 品質保証部
	滝 義広	レック株式会社 経営企画部

1.3 事故調査委員会の取組

事故調査委員会開催日（現地調査含む）と主な審議内容は以下の表1-1の通りである。

表1-1 事故調査委員会開催日および審議内容

開催日	開催場所	審議内容（現地調査含む）
2020年 7月15日		事故調査委員会の発足
2020年 8月 1日	レック本社	第1回事故調査委員会 ・ 事故発生 の概要、経過、被害状況報告
2020年 8月18日	静岡第2工場	現地調査 ・ 委員会による静岡第2工場の視察
2020年 8月23日	静岡第2工場	現地調査 ・ 委員会による静岡第2工場の視察
2020年 8月29日	レック本社	第2回事故調査委員会 ・ 事故発生 の概要、経過、被害状況報告
2020年10月17日	レック本社	第3回事故調査委員会 ・ 推測される事故原因および事故経緯の検証と絞り込み
2020年12月 5日	レック本社	第4回事故調査委員会 ・ 同上および検証実験の報告、外部機関へ委託している実験の結果報告
2021年 2月 6日	レック本社	第5回事故調査委員会 ・ 発火・火災シナリオに基づく検証および事故原因の整理、再発防止対策提言のまとめ
2021年 3月30日	レック本社	第6回事故調査委員会 ・ 事故調査報告書の内容確認および審議

2 事業所および設備の概要

2.1 事業所の概要

レックは、日用品の企画、製造、販売を主な内容として事業活動を展開しており、ベンダー能力を有するメーカーとして、物流体制を強化し、物流拠点を設けてきた。1997年7月に静岡県榛原郡吉田町川尻に本社事務所を移転し、同時期において本社事務所の向かいにあった倉庫物件（敷地面積は約3,000㎡、工場建屋は総2階延べ床面積6,856㎡）を賃借し、「第2倉庫」の名称で利用してきた。なお、発災前のレック吉田町事業所の所在地は下記図2-1の通りであり、同事業所の全体配置図と発災場所は図2-2の通りである。

近年は、売り上げ拡大に伴い、中国生産拠点の充実とともに国内生産拠点の拡充を進めてきた。その一環として2019年8月に、レック吉田町事業所の第2倉庫の1階南側区画を、家庭用洗剤、洗濯洗剤などを充填する粉体充填工場として改築した。この改築後に同区画において生産活動（充填作業）を行うようになったことから、第2倉庫を「静岡第2工場」の名称で利用していた。

なお、静岡第2工場の1階北側倉庫には、工場で使用する粉体洗剤製品の原材料や副資材を保管していた。また、静岡第2工場の2階倉庫には、主にメラミン製のスポンジ製品を保管していた。



図2-1 レック吉田町事業所の所在地

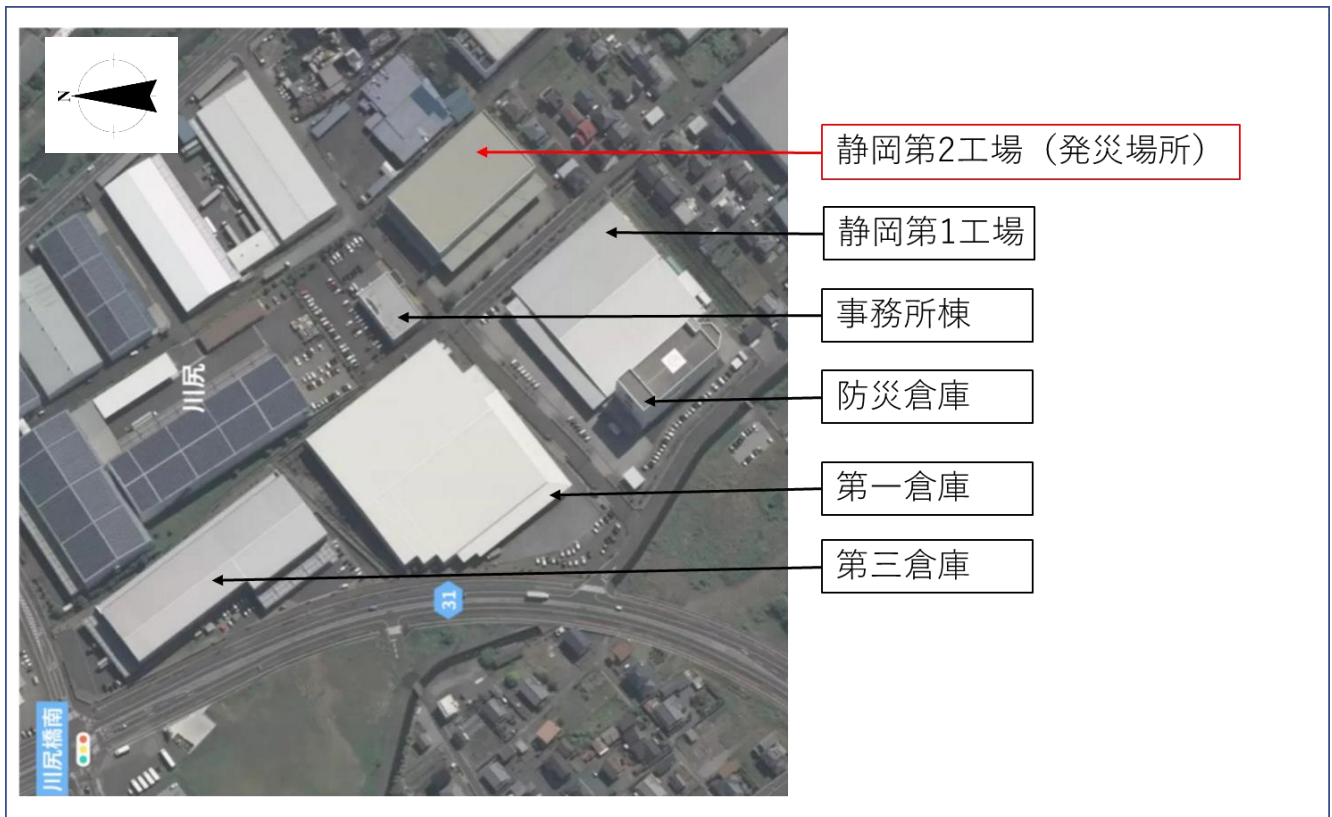


図2-2 レック吉田町事業所の全体配置図

2.1 静岡第2工場の概要

2.2.1 製品概要

静岡第2工場では、台所や風呂場で使用される洗濯洗剤、家庭用洗剤の原材料を製品単位に充填、包装していた。使用していた原材料は、重曹、クエン酸、過炭酸ナトリウムであり、製品用途は、布類、布製品、台所回り、水回り、食器等の洗浄である。

特に過炭酸ナトリウムを主原材料とした酸素系漂白剤は、衣類のシミや水まわりの汚れ、台所器具の油汚れから洗濯槽に至るまで、頑固な汚れやシミを浮かして落とすクリーナーとして企画製造販売しているものである。本製品の特徴としては、酸素系漂白剤としての臭いが少なく、色物柄物の衣類にも利用が可能であり、消臭効果があるとされており、一般家庭で広く使用されている。主な生産製品は図2-3の通りである。

2階倉庫に保管していたものは、1階工場で生産されたものではなく、他工場で生産されたメラミン製スポンジ製品である。「激落ちくん」の愛称で一般的に広く知られている製品であり、食器類の汚れ落としから台所回りの汚れ落としなどに有効とされている。主な製品は図2-4の通りである。



図2-3 静岡第2工場で製造（充填、包装）されていた主な製品



図 2-4 2階倉庫で保管されていたメラミン製の主なスポンジ製品

2.2.2 建物概要

静岡第2工場は総2階建ての構造となっている。事故発生以前に北側方向から撮影した写真を図2-5に示す。



図2-5 発災以前の静岡第2工場（北側部分を撮影）

静岡第2工場は、地元工務店（S社）が建築したものをレックが倉庫として賃借している。S社が申請した確認申請書（建築物）によると、上記倉庫は、平成8年7月29日に建築確認申請が行われている。

主要用途は倉庫、新築工事で申請されている。建物は南北の長さ70.68m、東西42.18mの長方形の形状で、高さ14.75mの総2階構造である。延べ床面積は6,856.95㎡（1階3,875.67㎡、2階2,981.28㎡）となっている。主たる建築物の構造は、鉄骨造り、準耐火建築物、屋根はガルバリウム鋼板（アルミ亜鉛合金0.8mm）、外壁は押し出しセメント成形板（耐火45分板厚60mm）となっている。

なお、消火・防火設備は、屋外消火栓が1階北側、西側、南側の外壁のそれぞれ3箇所に設置されており、消火器が1階16本、2階16本、屋外キュービクルに1本、計33本備置されていた。1階の避難口は、倉庫外への退避口および防火区画の階段室への退避口を合わせて6箇所設置されており、2階の避難口は防火区画階段室への避難口3箇所に加えて2階南東部に外階段に通じる避難口が設置されていた。防火区画である階段室は、倉庫中央と西側に配置され、自閉式の防火扉を設置している。加えて、庫内の誘導灯は1階13箇所、2階9箇所、計22箇所に設置されていた。

防火シャッターの仕様は下記の通りである。

- ・共通仕様は、煙感知式、電動式開閉器、スチール製 1.6mm 厚、ガイドレール 60 mm、耐風圧 400 パスカル、1 時間耐火仕様となっている。以下個別の寸法を記載する。

- ・1 階に設置された防火シャッター（南北を隔てる境界に 5 箇所設置）

人と荷物が往来をする通路に設置された 2 箇所の防火シャッターの寸法は高さ 4.5m、幅 6m である。リフト用および通用口用の 3 箇所の寸法は高さ 4.5m、幅 2.8m である。

- ・2 階に設置された防火シャッター（南北を隔てる境界に 5 箇所設置）

人と荷物が往来をする通路に設置された 2 箇所の防火シャッターの寸法は高さ 4.5m、幅 6m である。リフト用および通用口用の 3 箇所の寸法は高さ 4.5m、幅 2.8m である。

2.2.3 1階北側倉庫の建物概要

1階北側倉庫は主に1階南側工場で使用する原材料と資材の保管場所となっている。北側倉庫は、その北側部分に4段積のラックが配置されており、南側部分には3段積みのラックが配置されていた。北東の角には事務室（発災時は社員の休憩室として利用していた）を設置しており、東側中央部にはコンプレッサーを格納したコンプレッサー室を設置していた。物品の入荷および出荷口となる扉は北側に3箇所（北側東扉、北側中扉、北側西扉）、西側に2箇所設置されている。発災当時まで、北側の3箇所の扉は使用されておらず、原材料や資材および製品の入荷や出荷に関しては、主に西側に設置されている2箇所の大扉が使用されていた。なお、製品の保管場所は2階倉庫であったため、2階への荷物の上げ下ろしには西側中央部にある荷物用リフト（搬送室内に設置）を使用していた。

詳しくは図2-6「静岡第2工場1階平面図」の通りである。

2.2.4 1階南側工場の建物概要

レックは、2019年8月に静岡第2工場の1階南側倉庫全体に粉体混合設備室工事を施工し、工場仕様に変更している。工事の内容は、従来の倉庫であった1階南側区画に内装工事を施し、2重構造としたものである。

当該工事により、1階南側工場の構造は、天井がLGS（軽天鉄）下地厚6ケイカル板塩ビ5mmとなっており、内壁はt12.5PB（石膏ボード）t35不燃断熱材吹付けとなっている。本断熱構造により、耐火時間を1時間とした仕様になっている。また、工場内部は、粉体材料飛散防止のため、充填包装工程とその他エリアをビニールカーテンにより仕切りをしている。ビニールカーテンは不燃認定品であり、天井から床までを遮蔽する長さとなっている（長さ6.3m）。ただし、液ピロー1号機からパウチ6号機までのカーテンは、機械設備の導線を確認するため、天井から床2mまでの長さとなっている（長さ4.3m）。

詳しくは図2-6「静岡第2工場1階平面図」の通りである。

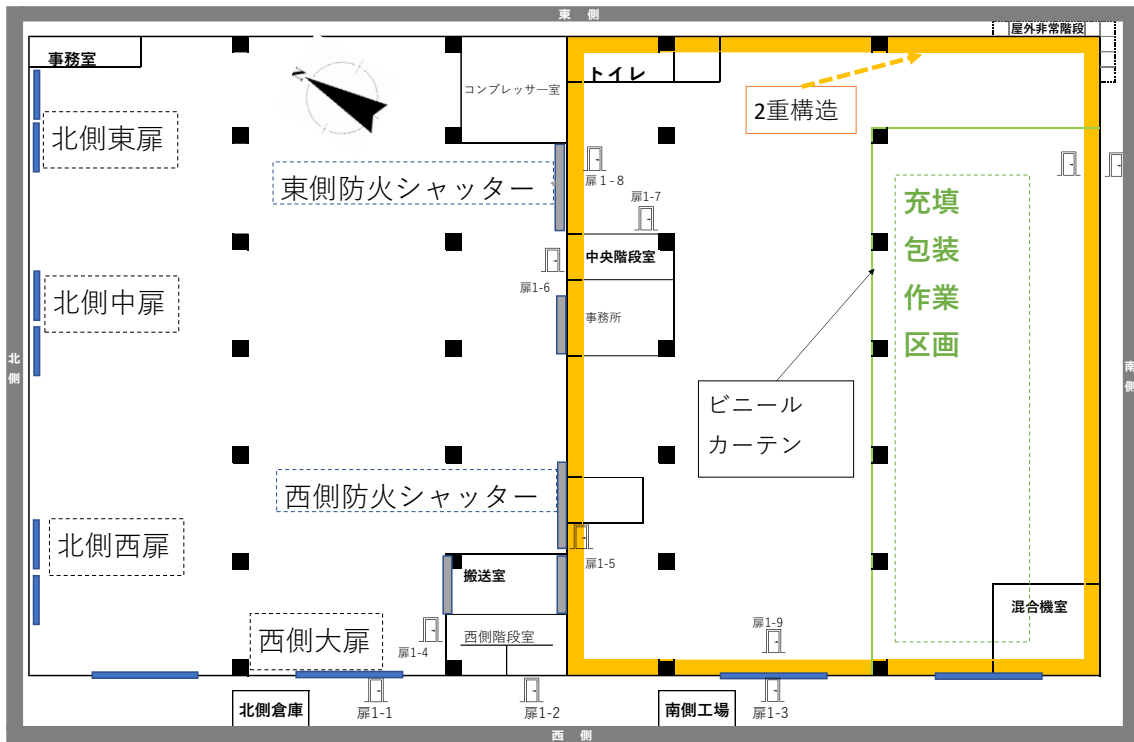


図 2-6 静岡第 2 工場 1 階平面図

2.2.5 2階建物の概要

2階倉庫は、北側倉庫と南側倉庫の2区画に区分されている。北側倉庫は、北西部に3段積のラック、西側中央に階段室と搬送機室、南側倉庫内は南東部3段積のラック、東側にトイレ室、中央部には階段室が設置されている。2階倉庫は、製品パレットを利用した製品の保管を主目的としていたことから、保管以外の特筆すべき造作物、機械は設置されていなかった。

北側倉庫と南側倉庫の間は、図2-7「静岡第2工場2階倉庫平面図」の通り、通路A、通路Bにおいてシャッターは無く、通常は往来ができる状態であった。なお、当該通路は防火区画を分ける防火シャッターを設置しており、火災後は、防火シャッターが作動し、降りた状態で南北の倉庫を2区画に区分していた。

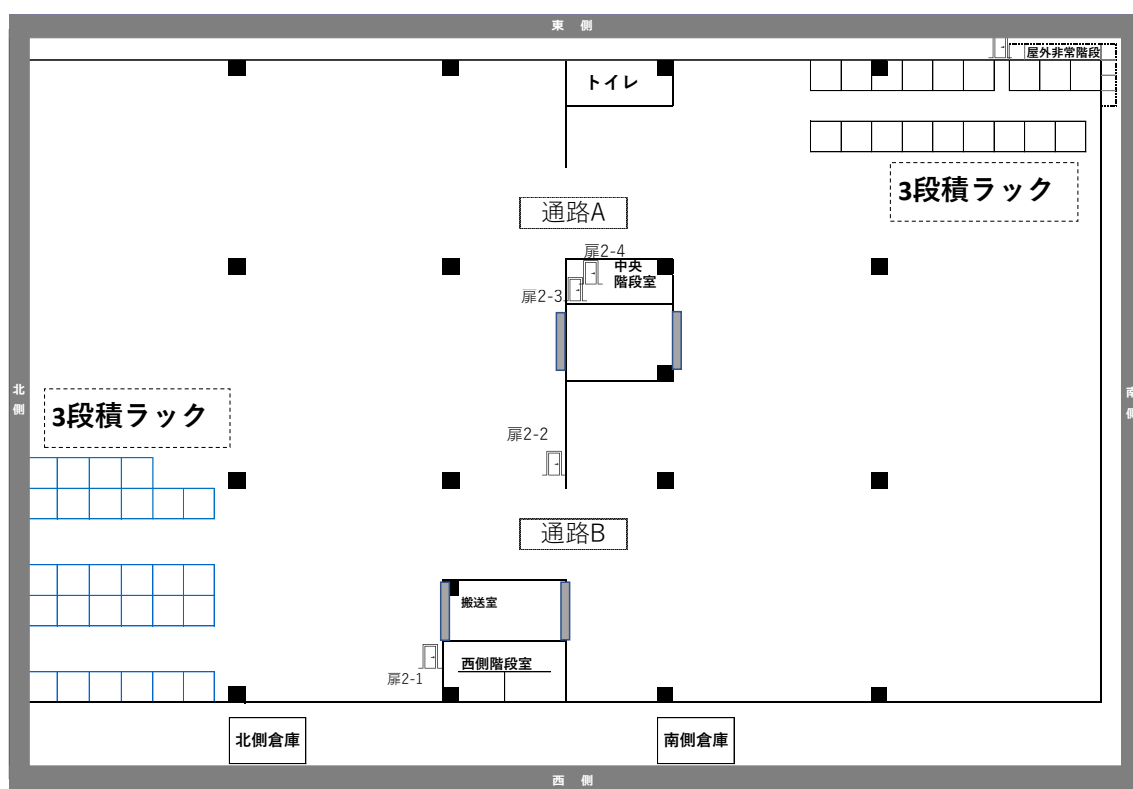


図2-7 静岡第2工場2階倉庫平面図

2.2.6 粉体充填工場への改築工事

静岡第2工場の1階南側は、2018年12月までは倉庫として利用していたが、2019年1月～7月までに、家庭用洗剤、洗濯洗剤などを充填包装する粉体充填工場に改築し、2019年8月より静岡第2工場として稼働している。

改築工事の主な内容は、以下の通りである。

- ・防火、防水、防湿対策として工場内壁の設置。

工場内壁は厚さ12.5mm石膏ボードと厚さ8mmのケイ酸カルシウム板を貼り合せた2重隔壁を導入している。また、1時間耐火仕様となっている。

- ・防火対策として煙感知による電動防火シャッターの設置。

詳細仕様は「2.2.2 建物の概要」に記載の通りである。

- ・温湿度対策（温度湿度を一定に保つため）として工場内にエアコン13台を設置した。

（エアコン内訳 床据置型9台、天井設置型4台）

- ・工場仕様となるため配電盤と分電盤を新設した。

下記に粉体充填工場への改築工事直後の写真を掲載する（図2-8～11）。



図2-8 1階北側倉庫

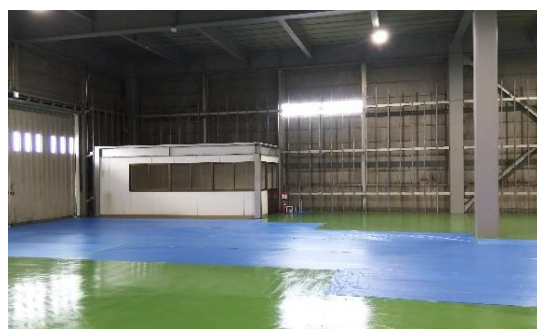


図2-9 1階北側倉庫事務室（休憩室）



図2-10 1階南側工場



図2-11 1階南側工場

2.3 機械設備概要

静岡第2工場の1階南側工場の機械設備の設置状況を下記に記載する（図2-12）。機械設備の動力は、すべて電気を利用するものであり、重油・ガソリン等の燃料は利用していない。なお、1階北側倉庫にはコンプレッサーが設置されているが、2階倉庫には機械設備は設置されていないため、当該エリアの機械設置状況図は掲載していない。

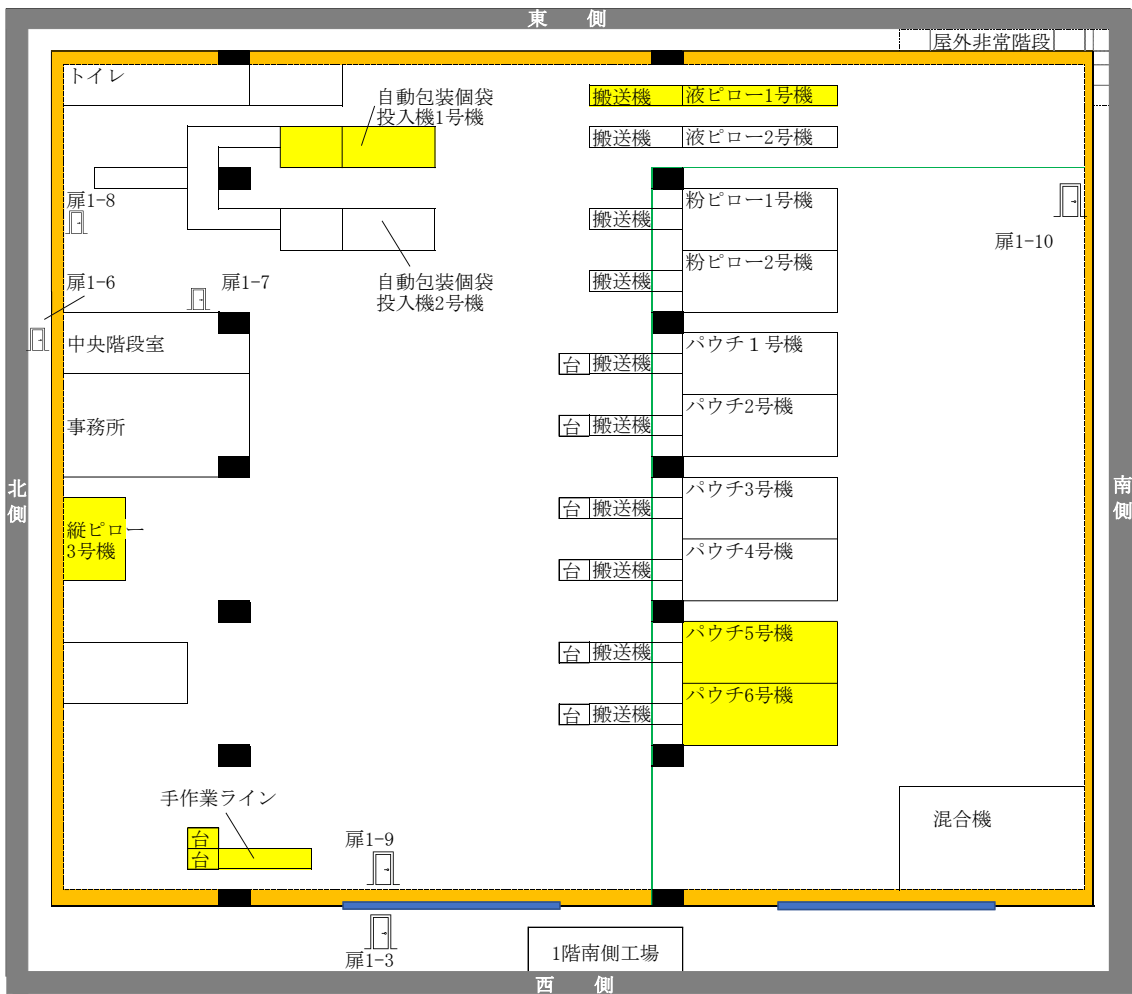


図2-12 1階南側工場 機械設備の設置状況

主な機械設備の名称、稼働月、利用方法を下記に記載する。

① パウチ1号機、2019年9月稼働

パウチ1号機は、粉体充填包装機、粉体充填包装機供給設備、パウチ充填機用サクションタンクで構成している。粉体原材料を160gから1kg単位の家庭用小袋に充填している。2号機から6号機は同様である。



図2-13 パウチ1号機



図2-14 パウチ1号機

② 搬送機、2019年9月稼働

搬送機は、粉体充填包装机用コンベアー、ロータリーバルブで構成している。パウチ機で小袋に包装した原材料をコンベアーにて搬送し、搬送過程で重量検査チェックを行い、作業台若しくは折コンまで搬送している。



図 2-15 搬送機

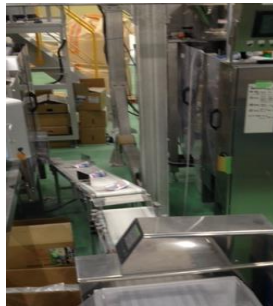


図 2-16 搬送機

③ 粉ピロー1号機、2号機、2019年9月稼働

粉ピロー機は、粉体充填包装机供給設備、粉体自動充填機、自動包装机、ふるい機、ウェイトチェッカー、製品搬送コンベアーで構成している。洗濯槽洗剤の粉体原材料を充填している。



図2-17 粉ピロー機



図2-18 粉ピロー機



図2-19 粉ピロー機の自動包装机



図2-20 粉ピロー機に接続していた搬送機

④ 液ピロー1号機、2号機、2019年5月稼働

液ピロー機は、液体自動充填機、ロータリーポンプ、ウェイトチェッカー、コンベアで構成している。洗濯槽洗剤の液体原材料を充填している。



図2-21 液ピロー1号機、2号機

⑤ 自動包装小袋投入機1号機2号機、2019年9月稼働

自動包装小袋投入機は、搬送コンベア、粉体パウチ充填包装機、洗濯槽洗剤自動折りたたみ装置、洗濯槽クリーナー包装機で構成している。小袋に充填した粉体原材料と液体原材料を個包装袋に入れ、外箱入れしている。

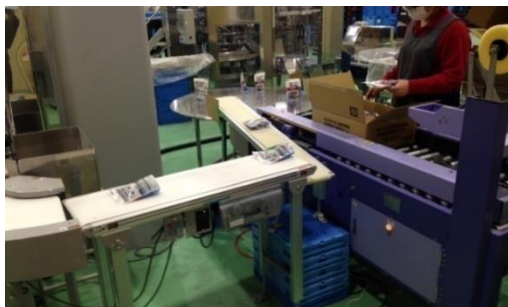


図2-22 自動包装小袋投入機



図2-23 搬送機

⑥ 縦ピロー3号機、2020年1月稼働

縦ピロー機は、粉体自動充填機、自動包装机、製品搬送コンベアで構成している。洗濯槽洗剤の粉体原材料を充填している。



図2-24 縦ピロー3号機

- ⑦ 混合機、2019年7月稼働
混合機は、粉体搬送機、混合器、混合タンクで構成している。洗濯槽洗剤の粉体原材料を混合している。



図2-25. 混合機

- ⑧ 作業台
作業台は、パレットを4枚重ね合わせその上に段ボールを敷いた作業用の台である。
- ⑨ 手作業ライン
手作業ラインは、搬送機と作業台を組み合わせた作業ラインである。



図 2-26. 作業台



図 2-27. 手作業ライン

2.4 前日の施錠状況

1階北側倉庫の北側中扉、北側西扉は常時施錠している。北側東扉は、毎朝開錠し退社時に施錠している。1階北側倉庫の西側大扉は出荷時に開錠し、退社前に施錠している。1階南側工場の通用口（前出の図2-6.扉1-3）は、工場内部から施錠していた。南側工場の通用口は休憩時のみ使用しており、利用後は工場内部から施錠している。なお、各扉、通用口は利用後に施錠するように指示していたが、火災発生前日に施錠されていたかは確認ができていない。

2.5 作業の状況

発災の前日（2020年7月4日）は、パウチ5号機、パウチ6号機、縦ピロー3号機、液ピロー1号機、自動包装小袋投入機1号機、手作業ラインで作業が行われていた。混合機は使用していない。以下に発災前日の機械設備稼働状況を示す（図2-28）。

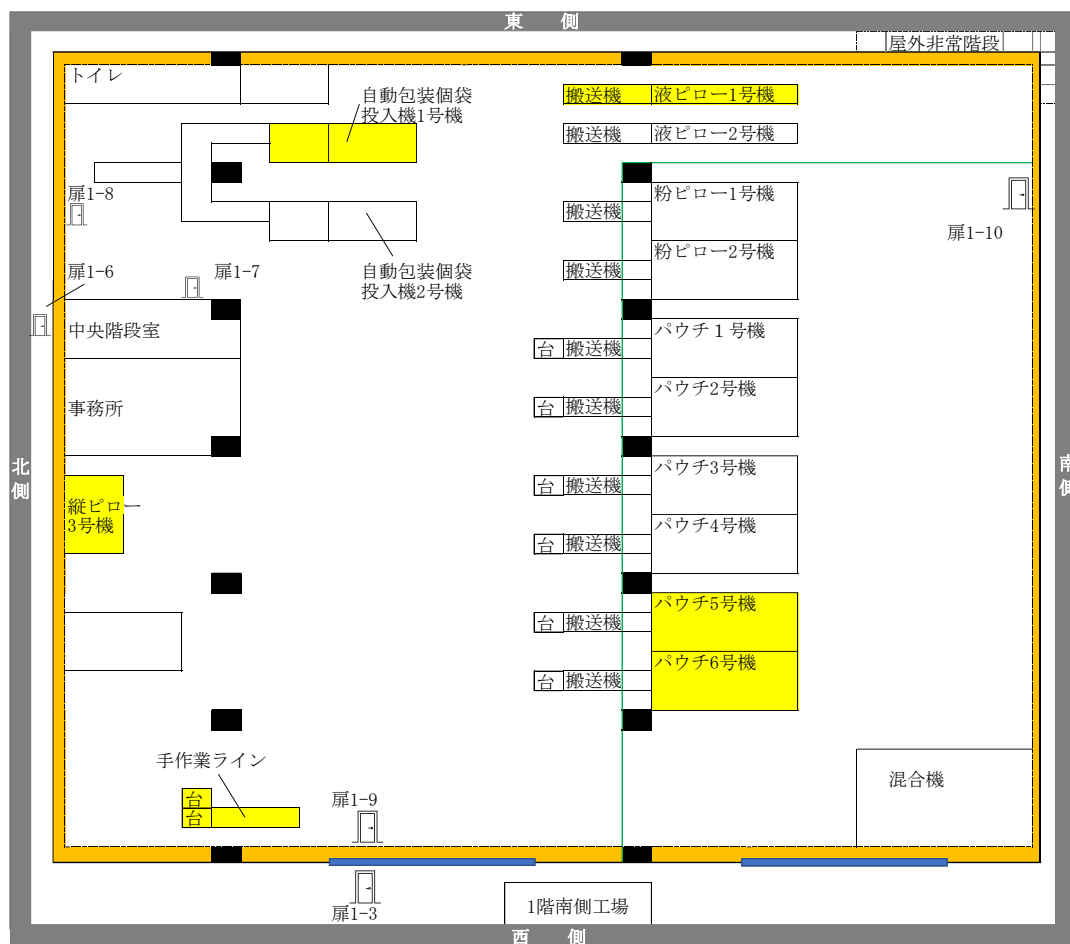


図2-28. 静岡第2工場南側工場 発災前日機械設備稼働状況（黄色部が稼働機械設備）

① パウチ5号機の作業内容

フレキシブルコンテナ（以下フレコンという）に入った原材料をタンクに投入し、空気輸送機でホッパーに自動供給させ、ふるい工程、充填工程、包装工程を経て、原材料を小袋に充填する作業が行われていた。小袋に充填されたものは、折たたみコンテナ（以下折コンという）に梱包されていた。作業時間は8:00～15:00である。なお、充填していたものは、オキシフレッシュとセスキ炭酸ソーダである。

② パウチ6号機の作業内容

フレコンに入った原材料をタンクに投入し、空気輸送機でホッパーに自動供給させ、ふるい工程、充填工程、包装工程を経て、原材料を小袋に充填する作業が行われていた。小袋に

充填されたものは、折コンに梱包されていた。作業時間は8:00～17:00であった。なお、充填していたものは、オキシフレッシュと風呂釜洗いである。

③ 縦ピロー3号機の作業内容

フレコンに入った原材料をタンクに投入し、空気輸送機でホッパーに自動供給させ、ふるい工程、充填工程、包装工程を経て、原材料を小袋に充填する作業が行われていた。小袋に充填されたものは、折コンに梱包されていた。作業時間は、8:00～15:00であった。なお充填していたものは、洗濯槽クリーナー小袋10gである。

④ 液ピロー1号機の作業内容

樹脂ドラム缶に入った液体原材料をタンクに投入し、攪拌機で攪拌し、ポンプに自動供給させ、充填工程、包装工程を経て、液体原材料を小袋に充填する作業が行われていた。小袋に充填されたものは、折コンへ梱包されていた。作業時間は、8:00～17:00であった。なお、充填していたものは、洗濯槽クリーナーの液剤70gである。

⑤ 自動包装小袋投入機1号機の作業内容

折コンに入った、粉剤70gの小袋と液剤70gの小袋をそれぞれ投入機にセットし、粉剤小袋1個と液剤小袋1個を1つのパッケージに包装し、段ボール箱で梱包する作業が行われていた。作業時間は、8:00～17:00であった。なお、梱包していたものは、洗濯槽クリーナーである。

⑥ 手作業ラインの作業内容

粉剤の入った小袋6個を1つのパッケージに袋詰めし、ヒートシーラーでパッケージする梱包作業を行い、中袋に入れて折コンに梱包していた。作業時間は、13:00～17:00であった。なお、梱包していたものは、洗濯槽クリーナー10g×6包である。

⑦ 検品作業

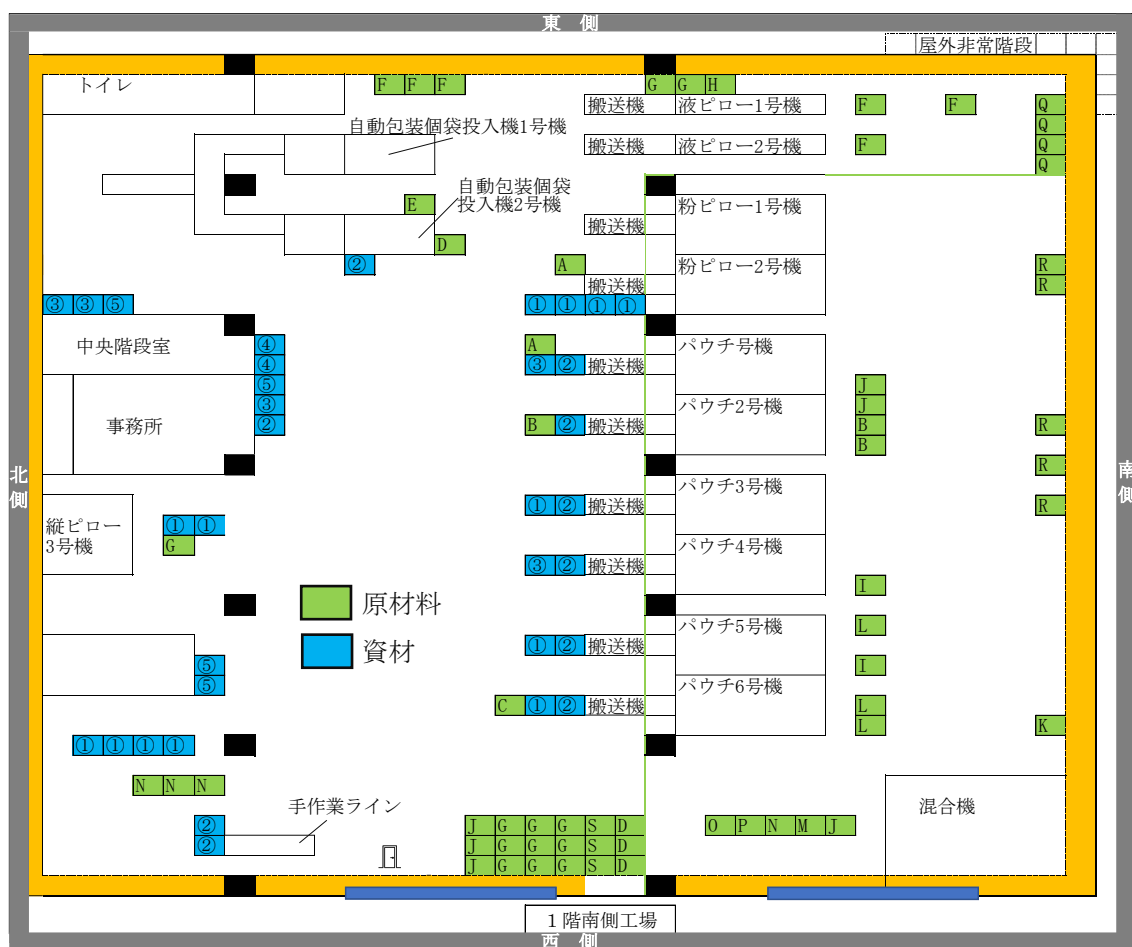
洗濯槽クリーナー液剤70g(半製品)の液漏れを目視による検品作業を実施していた。作業時間は、8:00～12:00であった。

2.6 1階南側工場内の原材料および資材の保管状況

静岡第2工場では、原材料が入っているフレコンを1階北側倉庫からフォークリフトで搬送し、1階南側工場のスペースで保管している。フレコンに入った原材料は、各充填機のタンクに保管、空気輸送機、ふるい、充填機、包装機の各工程を経て小袋に充填される。

充填機の近くには、充填用のフィルム資材、保管用の折コン、段ボール等の資材が置かれている。7月4日の業務終了時には、フレコンに入った原材料、折コンに入れた原材料、空

の折コン、作業台として利用していたパレット等が置かれていた。詳細な配置図は下記の図2-29に示す。



位置	原材料	位置	原材料	位置	資材名
A	洗濯槽 (粉剤) A	K	セスキ炭酸ソーダ(原料)	①	空の折コン
B	クエン酸 A	L	風呂釜 (粉剤) (原料)	②	パレット作業台
C	風呂釜 (粉剤) A	M	洗濯槽 (粉剤) B	③	段ボール
D	洗濯槽 (粉剤) A	N	洗濯槽 (粉剤) C	④	資材 (テープ)
E	洗濯槽 (液剤) A	O	洗濯槽 (粉剤) D	⑤	資材 (フィルム)
F	洗濯槽 (液剤)	P	洗濯槽 (粉剤) E	—	—
G	洗濯槽 (粉剤) A	Q	洗濯槽 (粉剤) F	—	—
H	洗濯槽 (液剤) (原料)	R	廃棄用原料	—	—
I	重曹 (原料)	S	洗濯槽 (液剤) B	—	—
J	セスキ炭酸ソーダ(原料)	—	—	—	—

図 2-29 1 階南側工場内の原材料および資材の保管配置図

また、保管されていた資材については下記の図 2-30～32 のとおりである。パレットについては、本来運搬用として利用されるものを一時的に作業用の台座として使用していた。



図 2-30. から (空) の折コン



図 2-31. パレット (運送用と作業台として使用)



図 2-32. 資材フィルム

2.7 1階北側倉庫内の原材料および資材の保管状況

静岡第2工場1階北側倉庫は、主に1階南側工場で使用する原材料と資材の保管場所である。原材料の他、包装フィルム、包装資材等が保管されており、倉庫と工場間での搬送に利用するパレットや折コンなども多数保管されていた。倉庫での保管状況を以下の図2-33～35の写真に示す。なお、写真右上に日時記載があるものは、防犯カメラのキャプチャ映像であり、当該映像は中国上海のサーバーに残っていたものである。そのため、当該日時は上海時間となっており、日本時間は、これに1時間を加算して計算をしている。

また、詳細な原材料および資材の保管配置図は下記の図2-36に示す。

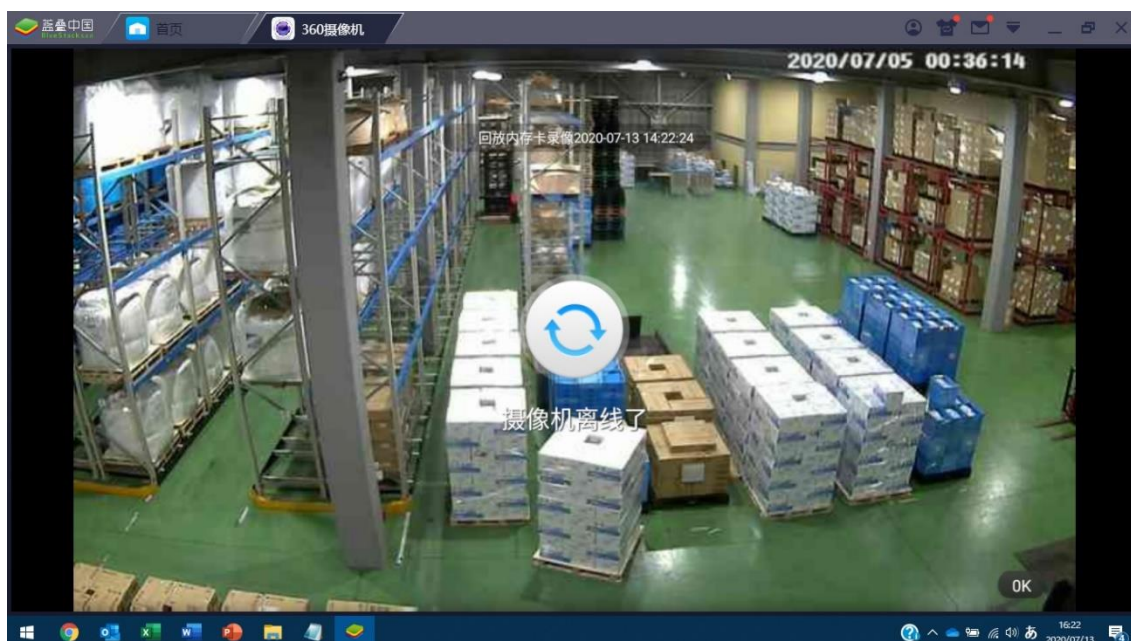


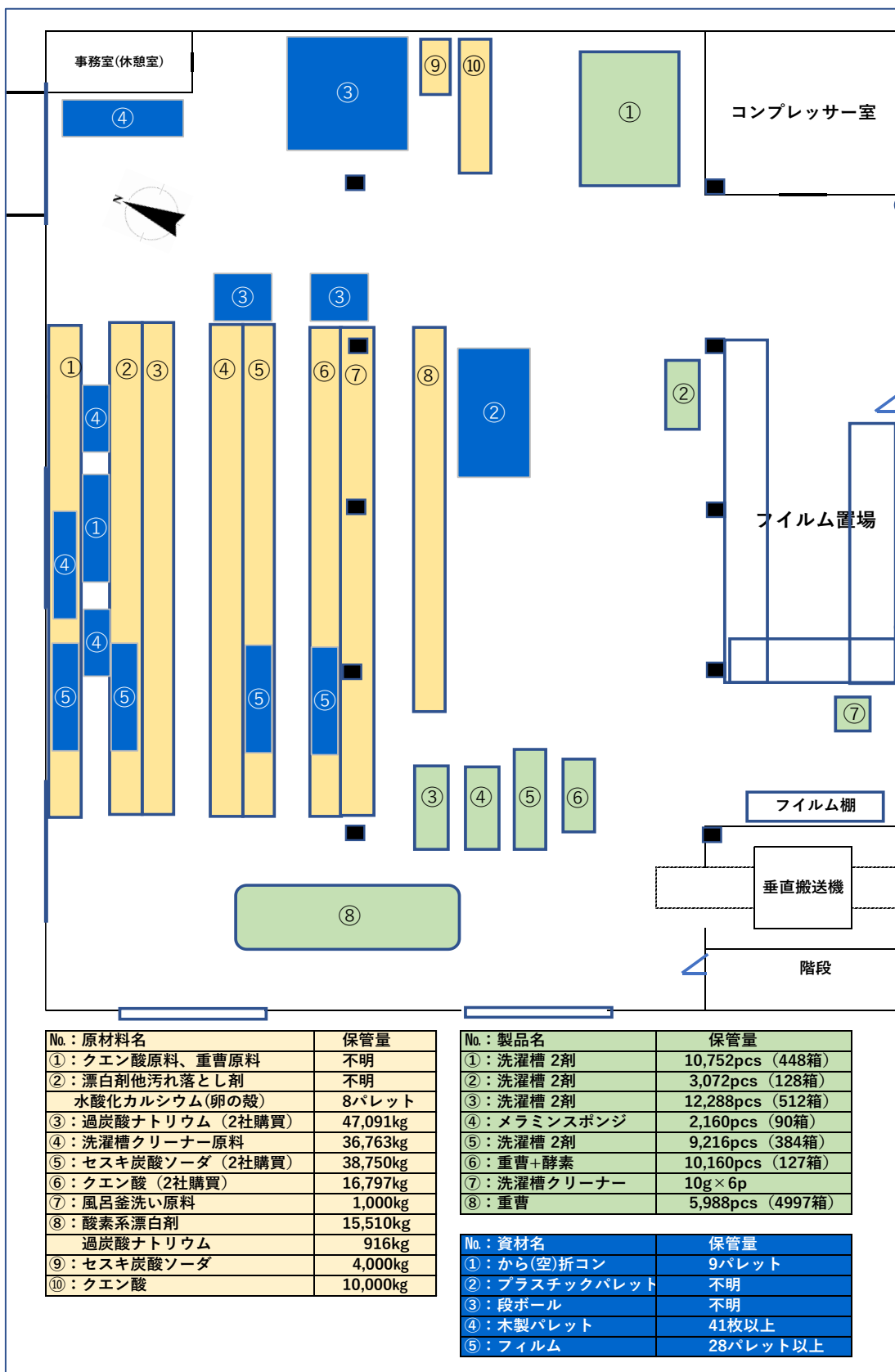
図2-33 1階北側倉庫での原材料および資材の保管状況（倉庫内中央部）



図 2-34 1 階北側倉庫での原材料および資材の保管状況（倉庫内北側）



図 2-35 1 階北側倉庫での原材料および資材の保管状況（倉庫内東側）



No. : 原材料名	保管量
① : クエン酸原料、重曹原料	不明
② : 漂白剤他汚れ落とし剤	不明
水酸化カルシウム(卵の殻)	8パレット
③ : 過炭酸ナトリウム (2社購買)	47,091kg
④ : 洗濯槽クリーナー原料	36,763kg
⑤ : セスキ炭酸ソーダ (2社購買)	38,750kg
⑥ : クエン酸 (2社購買)	16,797kg
⑦ : 風呂釜洗い原料	1,000kg
⑧ : 酸素系漂白剤	15,510kg
過炭酸ナトリウム	916kg
⑨ : セスキ炭酸ソーダ	4,000kg
⑩ : クエン酸	10,000kg

No. : 製品名	保管量
① : 洗濯槽 2剤	10,752pcs (448箱)
② : 洗濯槽 2剤	3,072pcs (128箱)
③ : 洗濯槽 2剤	12,288pcs (512箱)
④ : メラミンスポンジ	2,160pcs (90箱)
⑤ : 洗濯槽 2剤	9,216pcs (384箱)
⑥ : 重曹+酵素	10,160pcs (127箱)
⑦ : 洗濯槽クリーナー	10g×6p
⑧ : 重曹	5,988pcs (4997箱)

No. : 資材名	保管量
① : から(空)折コン	9パレット
② : プラスチックパレット	不明
③ : 段ボール	不明
④ : 木製パレット	41枚以上
⑤ : フィルム	28パレット以上

図 2-36 1 階北側倉庫内の原材料および資材の保管配置図

2.8 2階倉庫内の製品保管状況

静岡第2工場2階倉庫の製品保管状況を以下の図2-37に示す。静岡第2工場2階の北側倉庫、南側倉庫はともにメラミン製のスポンジ製品が保管されていた。

保管されていたメラミン製スポンジ製品の総量は体積換算で約2,027m³である。

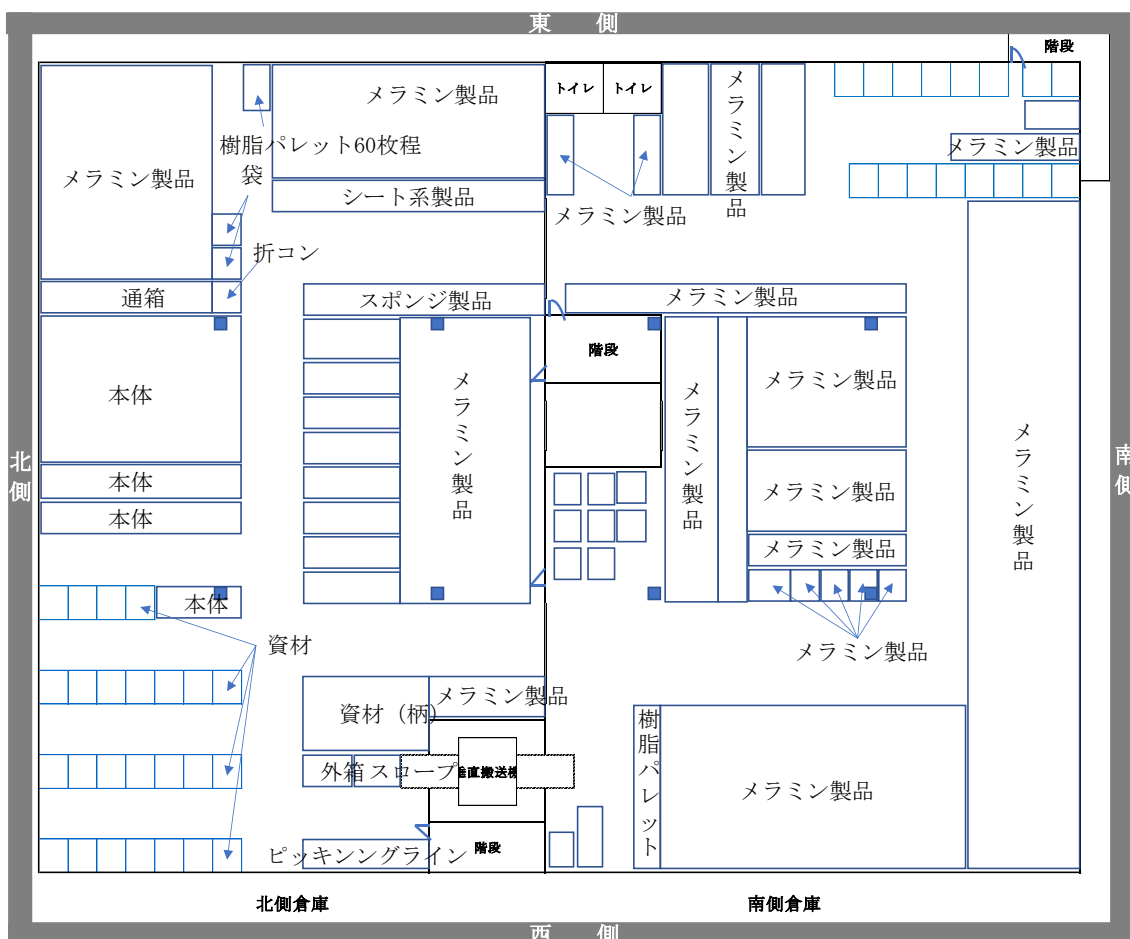


図2-37 2階倉庫の製品保管配置図

2.9 1階南側工場内の取扱物質（原材料および資材の保管状況）

静岡第2工場 1階南側で保管していた取扱物質について、発災前存置量（推定値含む）および組成を示す。原材料については下記の表2-1に、資材については表2-2に示す。

（原材料については火災や消防水の影響があり、暫定値とする）

表 2-1 静岡第 2 工場 1 階南側工場取扱物質一覧①-1 (原材料)

場所	名称	状態	存置物	事故後 存置量	事故前 推定量	組成等 (w/w%)
A	洗濯槽 (粉剤) A	半製品	洗濯槽 (粉剤) 70g	粉は残っているが 量を推定不能	約10,000個 (約700kg)	SPC 炭酸ナトリウム : 31.5 アニオン界面活性剤 : 65.0 ノニオン界面活性剤 : 1.5 漂白活性剤 : 0.5
B	クエン酸 A	製品 (200g)	クエン酸	粉は残っているが 量を推定不能	約15,000個 (約3,000kg)	クエン酸 : 100
C	風呂釜 (粉剤) A□	製品 (160g)	風呂釜 (粉剤)	1,500個 (約240kg)	1,500個 (約240kg)	SPC 炭酸ナトリウム : 31.5 アニオン界面活性剤 : 65.0 ノニオン界面活性剤 : 1.5 漂白活性剤 : 0.5
D	洗濯槽 (粉剤) A	半製品	洗濯槽 (粉剤) 70g	北側 : 10,000個 (200kg) 南側 : 30,000個 (600kg)	不明	SPC 炭酸ナトリウム : 31.5 アニオン界面活性剤 : 65.0 ノニオン界面活性剤 : 1.5 漂白活性剤 : 0.5
E	洗濯槽 (液剤) A	半製品	洗濯槽 (液剤) 70g	約1,000個 (約70kg)	不明	イオン交換水 : 93.9 ノニオン界面活性剤 : 3.0 過酸化水素水 : 3.0 PH調整剤 : 0.1
F	洗濯槽 (液剤) A	半製品	洗濯槽 (液剤) 70g	約10,000個 (約800kg)	不明	イオン交換水 : 93.9 ノニオン界面活性剤 : 3.0 過酸化水素水 : 3.0 PH調整剤 : 0.1
G	洗濯槽 (液剤)	原料 (樹脂ドラム缶)	洗濯槽 (液剤)	12本 (1,200kg)	不明	イオン交換水 : 93.9 ノニオン界面活性剤 : 3.0 過酸化水素水 : 3.0 PH調整剤 : 0.1

表 2-1 静岡第 2 工場 1 階南側工場取扱物質一覧①-2 (原材料)

場所	名称	状態	存在物	事故後 存在量	事故前 推定量	組成等
H	洗濯槽 (粉剤) A	半製品	洗濯槽 (粉剤) 70g	不明	不明	SPC 炭酸ナトリウム : 31.5 アニオン界面活性剤 : 65.0 ノニオン界面活性剤 : 1.5 漂白活性化剤 : 0.5
I	重曹 (原料)	原料 (フレコン)	重曹	500kg	500kg	重曹 : 100
J	セスキ炭酸ソーダ (製品)	製品 (500g)	セスキ炭酸ソーダ	780個 (3,900kg)	780個 (3,900kg)	セスキ炭酸ナトリウム : 100
K	セスキ炭酸ソーダ (原料)	原料 (フレコン)	セスキ炭酸ソーダ	8,000kg	8,000kg	セスキ炭酸ナトリウム : 100
L	風呂釜 (粉剤) (原料)	原料 (フレコン)	風呂釜 (粉剤)	1,400kg	1,400kg	SPC 炭酸ナトリウム : 31.5 アニオン界面活性剤 : 65.0 ノニオン界面活性剤 : 1.5 漂白活性化剤 : 0.5
M	洗濯槽 (粉剤) B	原料 (フレコン)	洗濯槽 (粉剤)	300kg	300kg	SPC ノニオン界面活性剤 : 98.0 漂白活性化剤 : 1.0
N	洗濯槽 (粉剤) C	原料 (フレコン)	洗濯槽 (粉剤)	西側 : 0kg 南側 : 2,000kg	西側 : 300kg 南側 : 2,000kg	SPC ノニオン界面活性剤 : 98.0 漂白活性化剤 : 1.0

表 2-1 静岡第2工場 1階南側工場取扱物質一覧①-3 (原材料)

場所	名称	状態	存在物	事故後 存在量	事故前 推定量	組成等
0	洗濯槽 (粉剤) D	原料 (フレコン)	洗濯槽 (粉剤)	500kg	500kg (フレコンは融解)	SPC : 79.5 セスキ炭酸ナトリウム : 20.0 酵素 : 0.5
P	洗濯槽 (粉剤) E	原料 (フレコン)	洗濯槽 (粉剤)	2,000kg	2,000kg (フレコンは融解)	(A社製SPC) ・SPC : 71~79 ・炭酸ナトリウム : 19~27 ・硫酸ナトリウム : 1.0 (B社製SPC) ・SPC : 95 以上 ・炭酸ナトリウム : 5 以下
Q	洗濯槽 (粉剤) F	原料 (フレコン)	洗濯槽 (粉剤)	約6,000kg	約6,000kg	SPC : 31.5 炭酸ナトリウム : 65.0 アニオン界面活性剤 : 1.5 ノニオン界面活性剤 : 1.5 漂白活性化剤 : 0.5
R	廃棄用原料	廃棄用原料 (フレコン)	廃棄用原料	約6,000kg	約6,000kg	上記各原料の混合物
S	洗濯槽 (液剤) B	半製品	洗濯槽 (液剤) 20g	30,000個 (600kg)	30,000個 (600kg)	イオン交換水 : 93.9 ノニオン界面活性剤 : 3.0 過酸化水素水 : 3.0 PH調整剤 : 0.1

表 2-2 静岡第2工場 1階南側工場取扱物質一覧② (資材)

場所	名称	状態	存在物	事故後 存在量	事故前 推定量	組成等
①	空の折コン	1パレットに 約120枚(2m高)	空の折コン	<ul style="list-style-type: none"> 搬送機近くの7か所 (約840枚)は全焼 その他6か所は床から約1mlは残存 	13か所で計約1500枚 (1か所120枚)	折コン材質：PP 折コン重量：約3kg
②	パレット作業台	7枚積上げ	パレット作業台	<ul style="list-style-type: none"> 搬送機近くの7か所は全焼 その他2か所は床から約1mlは残存 	9か所で計63枚 (1か所7枚)	パレット材質：PP パレット重量：1枚約900g
③	段ボール	1パレットに保管 1パレット約500枚	段ボール	<ul style="list-style-type: none"> 搬送機近くの2か所は全焼 その他1か所は床から約1mlは残存 	3か所で計1,500枚 (1か所約500枚)	段ボール材質：紙 段ボール重量：1枚90g
④	資材 (テープ)	テープ	資材 (テープ)	パレット2枚分残存： 約150～300kg (テープ数：700～ 1,500個)	パレット2枚分残存 ：約150～300kg (テープ数：700～ 1,500個)	テープ材質：PP テープ重量：約200g
⑤	資材 (フィルム)	段ボールに梱包 されたフィルム束	資材 (フィルム)	パレット2枚分残存 ：約100～300kg	パレット2枚分 ：約100～300kg	フィルム材質：PP フィルム重量：約5kg

2.10 運転体制

静岡第2工場の就業人員は、工場長1名、一般社員7名、パートタイマー（以下パートという）2名、期間工9名の合計19名で構成されていた。

工場長から生産担当者（一般社員、パート、期間工）へ製造全般の指示を行っており、1日8時間の勤務を行っていた。当該工場では、倉庫から原材料を移動し、原材料をフレコンから原材料タンクに投入、空気搬送にてホッパーに自動供給、充填包装機にて自動包装、中袋に入れて折コンへ梱包（手作業）等の作業を行っていた。

次に、発災前日（7月4日）に静岡第2工場に勤務していた社員の内訳について述べる。発災前日は土曜日であり、レック営業カレンダー上は休日となっている。休日出勤という事情から、上記19名の体制から4名を減じた15名で作業に当たっていた。以下の表2-3に発災前日作業に当たっていた社員15名の役職、年齢、勤務年数、発災前日の作業内容を示す。

表2-3 発災前日の工場勤務社員の内訳表（役職毎に勤務年数順とした）

社員No.	役職	年齢	勤務年数	発災時の前日の役割
社員a	工場長	59歳	12年	作業指示と監督
社員b	一般社員	20歳	2年	検品作業、自動包装機操作
社員c	一般社員	39歳	1年	パウチ5号機操作
社員d	一般社員	27歳	1年	縦ピロー3号機操作
社員e	一般社員	19歳	1年	パウチ6号機操作
社員f	パート	55歳	17年	自動包装機操作、手作業ライン
社員g	パート	62歳	2年	液ピロー1号機操作
社員h	期間工	23歳	5年	検品作業、自動包装機操作
社員i	期間工	32歳	3年	パウチ5号機袋詰め作業
社員j	期間工	26歳	3年	パウチ6号機袋詰め作業
社員k	期間工	22歳	3年	自動包装機操作、手作業ライン
社員L	期間工	22歳	3年	自動包装機操作、手作業ライン
社員m	期間工	25歳	2年	パウチ6号機袋詰め作業
社員n	期間工	24歳	2年	検品作業、自動包装機操作
社員o	期間工	21歳	2年	パウチ5号機袋詰め作業

2.11 電気配線図

静岡第2工場の電気配線図を右に示す(図2-38の通り)。2019年1月～7月の改装工事の際、配電盤と分電盤は新規に設置している(図中①～⑨に配置)。変電所から受電設備を経て電力を引き込む配電盤は、工場内南東部に位置(図中 右上④)しており、メインの分電盤は中央西側の部分に設置されている(図中 左下①)。生産設備の近くにはメインの分電盤から分岐した分電盤が設置されており、各種機械に電力を供給していた。供給電力は三相200Vであったが、機械近くの分電盤には単相100Vのサービスコンセントがあり、メインの分電盤から直接供給されていた。

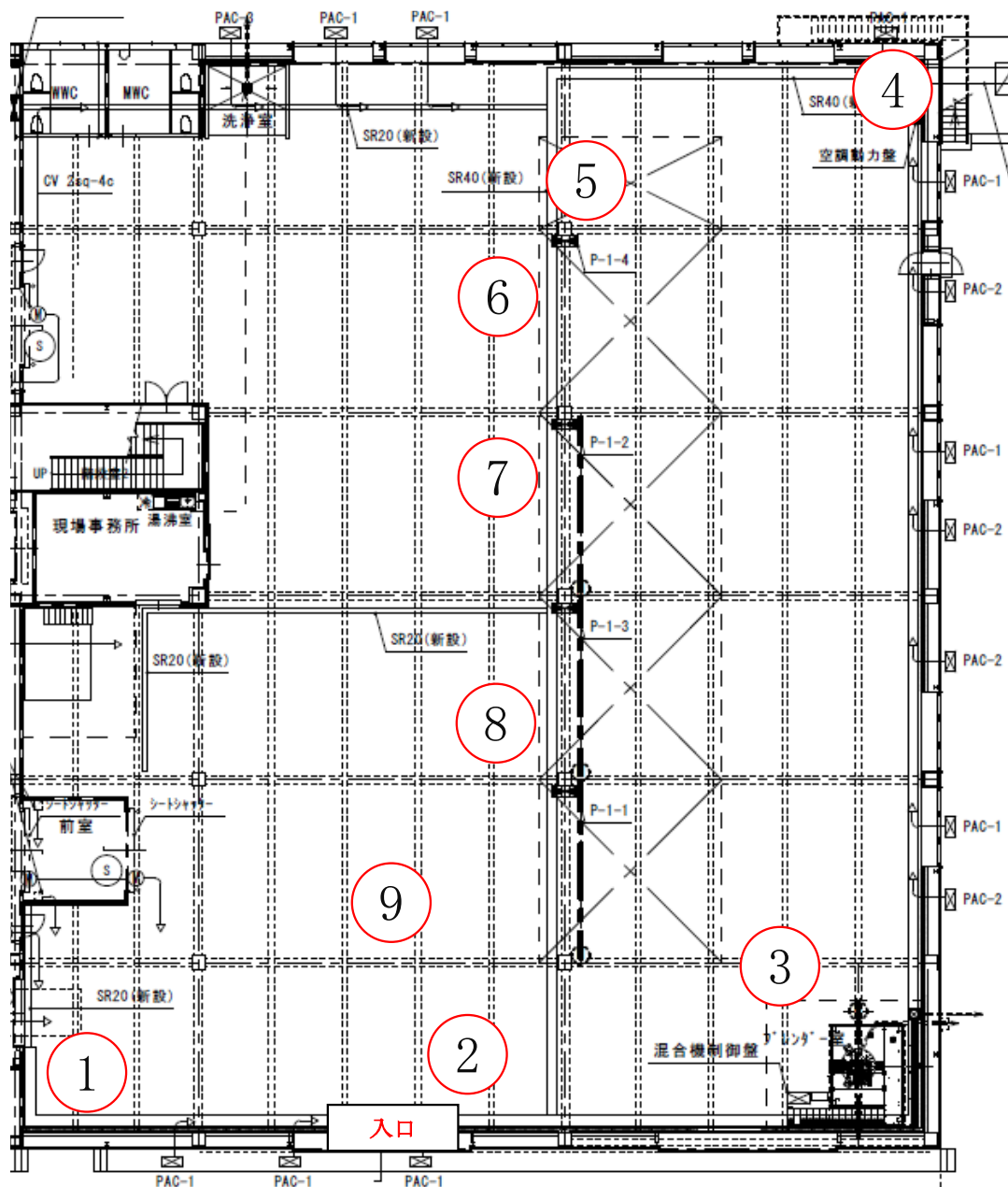


図 2-38 1階南側工場電気配線図

3 事故概要

3.1 気象状況

発災時（2020年7月5日（日）午前1時15分）の天候は以下の通りである。

天候 : 雲
気温 : 23.8℃（午前1時） 23.6℃（午前2時）
湿度 : 89%
平均風速 : 4.9m/s（午前1時） 4.9m/s（午前2時）
風向 : 西南西（午前1時）

（国土交通省 気象庁 静岡空港7月5日1時と2時の測定データ）

3.2 事故概要

火災が起きたと推定される2020年7月5日未明は、レック静岡事業所および静岡第2工場はともに休日であり、かつ深夜であったことから従業員は就業していなかった。

火災事故の概要を要約して述べるならば、同日午前1時15分にレック静岡第2工場1階南側工場にて火災報知器が火災を感知し、警備会社による火災確認後、消防隊員による消防初期活動の作業中、1階南側工場で爆風と爆音が発生し、1階北側倉庫に延焼した後、2階北側倉庫、2階南側倉庫と工場全体に延焼が拡大したものである。

一連の火災の最中、死者4名、中等傷者1名、軽傷者3名の人的被害および充填設備、建物および倉庫が焼損する物的被害を出した。図3-1、図3-2に発災時の延焼状況を示す。



図3-1 延焼状況（7月5日午前3時前後の状況_北側より撮影）



図3-2 延焼状況（7月5日8時48分の状況_北西側より撮影）

3.3 火災の時間経過

現地でのヒアリング調査、防犯カメラの映像、火災現場で撮影された映像、静岡市消防局から発表された情報に基づき、火災の発生から鎮火までの時間経過を整理して表3-1に示す。

また、今回の火災の発生から鎮火までが30時間と長時間であったため、火災前日から火災発生までの状況(①火災発生)と延焼拡大状況(②延焼拡大)の2つの状況に区分して記載した。

3.3.1 火災の前日のから火災発生までの状況

以下では、火災前日の7月4日午後6時の終業時から火災発生、消防隊による消火活動までの時間経過を記載した。なお、本状況整理にたり、情報源として用いた警備会社からの報告書については、添付資料1および添付資料2に添付する。





表. 3-1 火災発生までの時系列状況


日時	状況	備考
7月4日 17時44分	2階南側倉庫、就業中。	2階南側倉庫(防犯カメラ②) 
17時54分	2階北側倉庫、点検中。	2階北側倉庫(防犯カメラ①) 
18時00分	業務終了後、建物内部の点検および消灯を確認し、施錠後退出。	工場長は、1階北側倉庫の東扉を施錠し、コンプレッサーの停止を確認し、工場内事務所のエアコン、照明を消している。工場内の電気を消して、機械類のハットランプおよびスイッチパネルが消灯していることを確認。工場の西側中央通用口から倉庫内に入り倉庫内の電気を消灯し扉1-1より退出し、施錠後、警備システムをセットしている。鍵を扉近くの保管庫に保管し、帰宅。予備の鍵は警備会社に預けている。

日時	状況	備考
7月4日18時から 7月5日午前1時15分	火災は、7月4日18時から7月5日午前1時15分の間に発生しているが、時間は特定できていない。	-
7月5日 午前1時15分	火災警報受信。	1階南側工場の自動火災報知設備受信機で火災を感知、警備会社にて火災警報を受信した。(7月6日警備会社報告)
7月5日 午前1時29分	警備会社担当隊員到着。	警備会社担当隊員1名が現地へ到着し、外周確認を実施するも火災の兆候は発見できない。(7月6日警備会社報告) 現地に人はいなかった。(10月12日警備会社報告) 警備システムは発動していない。防犯カメラに残っていた映像では倉庫内に人の姿は確認できなかった。
午前1時32分	警備会社担当隊員が建物を開錠。	警備会社担当隊員は、1階北側倉庫の扉1-1を開錠。(7月6日警備会社報告)
午前1時32分	警備会社担当隊員が建物内に進入。	進入時に南側工場と北側倉庫の境界にある西側防火シャッターが最初に下がり始めて、煙が立ち込めてきている状況であった。(7月6日警備会社報告) この時、南側工場に炎は確認していない。警備会社担当隊員は1階北側倉庫に進入後、倉庫内の照明を点灯している。工場内部の白煙が倉庫側に出てきた。(10月12日警備会社報告)
午前1時32分	倉庫内の侵入者確認。	警備会社担当隊員による内部検索は1～2分であった。倉庫内に侵入者がいたかどうかは確認できていない。ただし、機械警備に侵入警報の受信はない。警備会社担当隊員は、工場内に設置されていた自動火災報知器の受信盤および警報器の状況を確認できなかった(10月12日警備会社報告)
午前1時34分	消防に通報。	警備会社担当隊員は外に退避しながら消防通報を実施。消防より退避して到着する消防の誘導をするよう指示あり。 警備会社担当隊員は、防火シャッターが閉じたことを確認し、1階北側倉庫より外に退避、消防通報を実施している。(7月6日警備会社報告)

日時	状況	備考
午前1時38分	1階北側倉庫の照明が点灯している。炎および煙はない。	1階北側倉庫(防犯カメラ③) 
午前1時41分	1階北側倉庫に、照明が点灯している。異常はなく、炎および煙はない。	1階北側倉庫(防犯カメラ④) 
午前1時43分	2階南側倉庫の状況。炎はなく煙が漂っている。火災報知器が鳴っている。	2階南側倉庫(防犯カメラ②) 
午前1時46分	吉田消防署の指揮隊が現場到着。	指揮隊3名が到着。
午前1時47分	警備会社が消防到着を確認、火災現場に対する指揮権が消防指揮隊に交代。	工場内部に消防隊が進入する際に、警備会社担当隊員から消防隊に、「防火シャッターが下がり始めて、黒い煙が立ち込めてきている状況」と説明している。警備会社担当隊員は、消防隊から建物の構造、保管物、人の状況について説明を求められていない。(10月12日警備会社報告)
午前1時48分	消防隊が現場到着。	消防隊がホース延長に入る。1階北側倉庫の扉1-1から進入。進入口に煙があるが、視界がある。防火シャッターまでホース延長。炎は確認できなかった。建物内は白煙が漂う程度であったことから、消火活動を行う隊員とは別に行方不明となった3名と警察官1名は屋内階段から2階に上がり状況の確認に向かう(7月5日静岡市消防局からの発表)。

日時	状況	備考
午前1時49分	2階南側倉庫の状況。炎はなく白煙が漂っている。火災報知器が鳴っている。	2階南側倉庫(防犯カメラ②) 
午前1時49分	1階北側倉庫の状況。炎はなく1階北側倉庫に薄い白煙が拡大している。	1階北側倉庫(防犯カメラ位置⑤) 
午前1時52分	1階北側倉庫の状況。炎はなく、煙が漂っている。防火シャッターは完全に閉じている。	1階北側倉庫(防犯カメラ位置⑥) 
午前1時52分	1階北側倉庫の状況。消防隊(3名)が東側の防火シャッター前で作業中。	1階北側倉庫(防犯カメラ位置⑥) 
午前1時52分	2階南側倉庫(工場の上層階)の状況。炎はなく白煙が漂っている。	2階南側倉庫(防犯カメラ②) 

日時	状況	備考
午前1時53分	2階北側倉庫の状況。炎はなく白煙が漂っている。防犯カメラの映像には、火災報知器が鳴っている。	2階北側倉庫(防犯カメラ①) 
午前1時58分	2階北側倉庫の状況。炎はなく白煙が漂っている。防犯カメラの映像には、火災報知器が鳴っている。	2階北側倉庫(防犯カメラ①) 
午前1時59分	2階南側倉庫の状況。消防隊が2階倉庫内部を移動している。2階の煙濃度が上昇している。	2階南側倉庫(防犯カメラ②) 
午前2時2分	レック社員c(表2-3より)が到着。拡声器を持った消防隊員より防火シャッター開放を指示される。	レック社員cは消防隊員より、「工場内を確認してほしい」と言われて1階北側倉庫に入る。さらに1階北側倉庫内の東側防火シャッター前まで誘導され、消防隊より防火シャッターを開けるように指示されるがレック従業員cは、防火シャッターの開け方がわからなかった。 また、倉庫内には消防隊員6名とコンプレッサー室の前に警察官1名がいた。(社員cのインタビューによる)
午前2時3分	2階北側倉庫の状況。消防隊が2階北側倉庫を南北に移動している。白煙が確認できる。	2階北側倉庫(防犯カメラ①) 

日時	状況	備考
午前2時4分	2階南側倉庫の状況。消防隊員が「照明がほしい」と発声。炎はないが煙の濃度が濃くなっている。 消防隊が2階南側倉庫内を移動していることから、2階の防火シャッターは下りていない。	2階南側倉庫(防犯カメラ②) 
午前2時4分	レック社員cは倉庫外へ移動。	レック社員cは消防隊員より1階南側工場の扉1-3を開けるように指示され、1階北側倉庫より建物外へ退出する。

以下図 3-3、図 3-4 に防犯カメラの配置と撮影方向を示す。

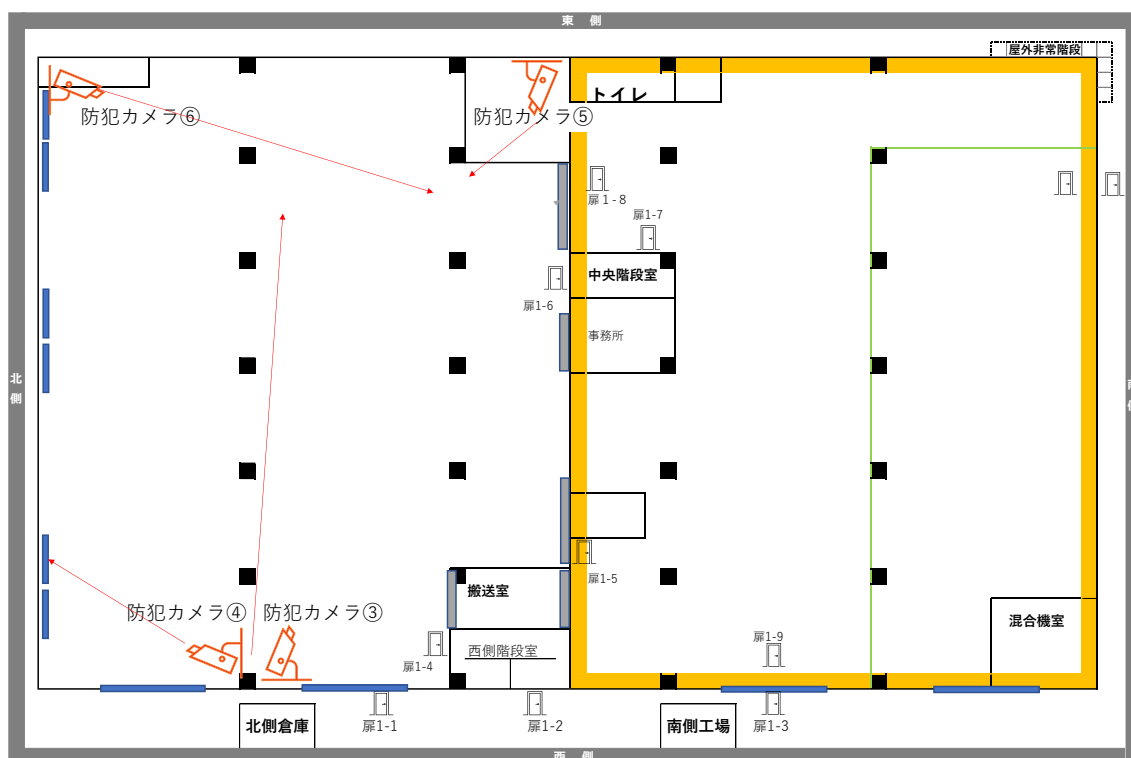


図3-3 静岡第2工場1階防犯カメラの配置図

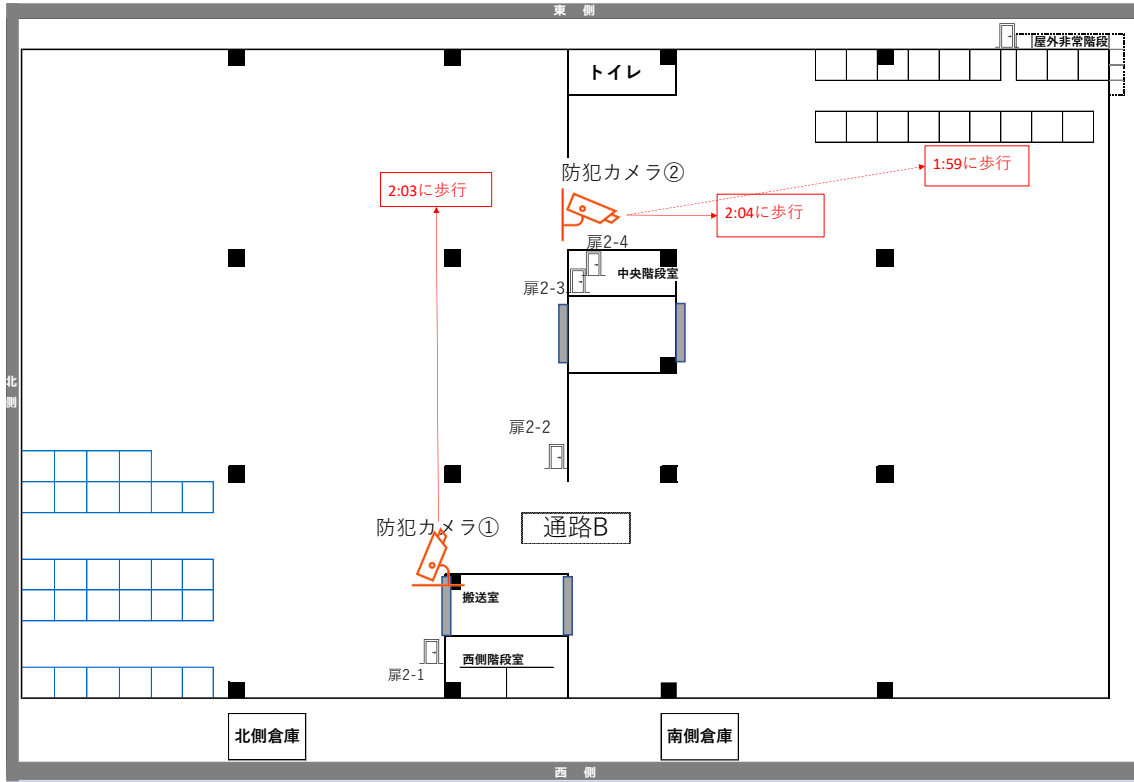









図 3-4 静岡第 2 工場 2 階防犯カメラ配置図

3.3.2 延焼拡大状況から鎮火までの時間経過






7月5日午前2時7分に爆風と爆発音が発生してから火災鎮火までの状況を記載する。

表. 3-2 延焼拡大から鎮火までの時系列状況

日時	状況	備考
7月5日 午前2時7分	「バーン」という爆発音とともに爆風が発生する。	「1階南側工場の扉1-3を開けようとしたが、扉付近で非常に強い熱気と火災を思わせるバチバチ音が聞こえた。この場にいた消防隊に離れた方が良いと言われ、工場建物から2、3m離れたときにバーンと言われ、工場建物から2、3m離れたときにバーンと言われ、音がして周りが白煙となった。においは気にならなかった。」(レック従業員fより)
午前2時7分	消防無線。	南北を隔てるシャッターから大きな音がして、突然黒煙と熱気が噴き出てきたため、消防隊は緊急脱出を行う。1階にいた隊員は屋外に退出、2階に状況確認に行った隊員と警察官は取り残される。消防無線にて爆発音爆風という形の中で無線が入る。(7月5日、静岡市消防局の記者会見より)
午前2時7分	消防隊員の救出。	消防隊隊員が肩を組まれて扉1-1から出てくる。(レック従業員fより)
午前2時10分	1階北側倉庫より黒煙が噴出。 1階北側倉庫の扉が外れて地面に落ちている。 炎はないが北側扉より黒煙が激しく噴出している。	静岡第2工場北西側から撮影 
午前2時14分	1階北側倉庫、西側の扉1-1の付近。 倉庫内の照明が消えている。炎はない。	静岡第2工場西側から撮影 

日時	状況	備考
午前2時17分	1階北側倉庫より白煙が噴出。 炎はないが白煙が拡がる。	静岡第2工場北西側から撮影(近隣提供) 
午前2時17分	警察官1名から連絡途絶える。	(7月5日、静岡市消防局の記者会見より)
午前2時19分	1階北側倉庫に炎は見えませんが北側扉、 工場西側駐車場には白煙が拡がっている。	静岡第2工場北側から撮影(近隣提供) 
午前2時19分	1階北側西扉が外れている。	静岡第2工場北側から撮影(近隣提供) 
午前2時26分	1階北側倉庫に炎が見える。1階北側倉庫 に延焼が拡大している。	静岡第2工場北西側から撮影(近隣提供) 
午前3時	1階北側倉庫が激しく燃焼。	静岡第2工場北側から撮影(近隣提供) 
午前4時頃	1階北側倉庫の火災の鎮圧。	1階北側倉庫の燃焼が収まる。(現地で火災の様子 を見ていた方からのコメント)

日時	状況	備考
午前4時32分	1階南側の屋外非常階段には消火ホースがある。1階南側の通用口付近で消防隊員がいる。	静岡第2工場南側より撮影 
午前4時32分から 午前8時の間	1階北側倉庫の火災はおさまった様子。	静岡第2工場西側より撮影 
午前8時7分	2階北側倉庫内部から白煙が発生している。西側のレック看板は焼損なし。	静岡第2工場北西側から撮影 
午前8時10分	1階北側倉庫の火災は、鎮圧状態であり、2階の消火活動を行っている。	静岡第2工場北側から撮影 
午前8時10分	2階北側倉庫の内部から白煙が発生している。西側のレック看板が焼損している。	静岡第2工場北側から撮影 

日時	状況	備考
午前9時47分	2階北側倉庫の火災は鎮圧状態になる。 2階南側倉庫は延焼していない。 西側のレック看板は焼損している。	静岡第2工場西側から撮影 
午前9時50分	2階南側倉庫から煙等は見えない。	静岡第2工場東側から撮影 
午前10時49分	1階南側工場(排煙窓)から激しく煙が出ている。	静岡第2工場南側から撮影 
午前11時48分	2階北側倉庫から煙が出ている。	静岡第2工場北側から撮影 
14時32分	2階北側倉庫の煙が少なくなるが、2階倉庫中央部から煙が出ている。	静岡第2工場北西側から撮影 

日時	状況	備考
14時55分	2階南側倉庫から煙と炎が確認できる。	静岡第2工場南側から撮影 
15時27分	2階南側倉庫が激しく燃焼している。	静岡第2工場南側から撮影 
7月6日 午前7時15分	鎮火確認。	-

3.3.3 防災区画別火災の時間経過

防火区画別の火災状況について、下記の通り時間経過を追って記載する。

① 1階南側工場火災の状況

発災前日の7月4日18時の業務終了時、工場長や従業員が通常点検の中で特段異常な状況を確認していないこと、1階南側の火災報知器が7月5日午前1時15分に火災を感知していることから、前日業務終了時刻から翌日午前1時15分までの約7時間の間に1階南側工場から火災が発生している。その後1階中央の防火シャッターが1時34分に作動したことから、1時15分から1時34分までの19分間で1階南側工場において火災が拡大し、煙が発生したと推測した。

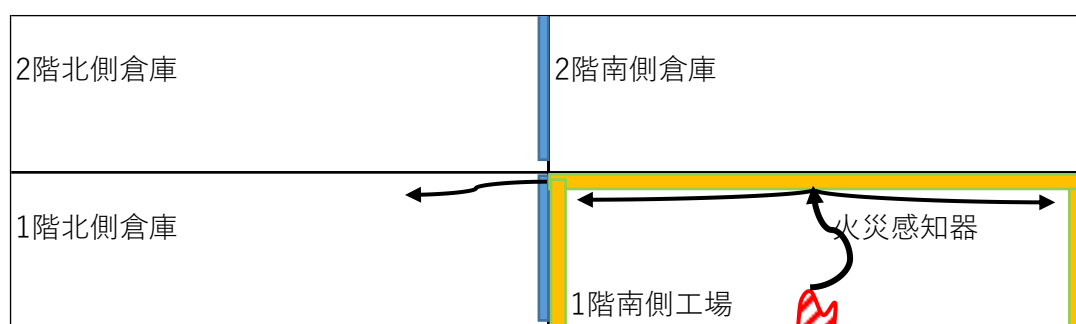


図.3-5 7月5日午前1時15分頃の火災の発生場所（静岡第2工場の南北断面図）

② 2階南側倉庫へ煙が拡大した状況

ここで2階倉庫へ煙が拡大した状況について述べる。午前2時7分に爆発音とともに短時間で1階北側倉庫へ煙と熱気が拡散したことから、防火シャッターが1時34分に作動した後33分間で1階南側工場の火災は徐々に燃焼規模を拡大していたことが分かる。一方、1階南側工場は2重構造の内壁の増築がされた閉鎖空間であったことから、2階倉庫内に煙が拡大する可能性は低い。しかし、1時59分の防犯カメラの映像には2階倉庫(南側)に白煙が漂う状況をはっきりと確認できることから、1階南側工場で蓄積した煙は2階南側倉庫に通じる中央階段室の工場側に位置している扉1-7（前出 図2-6 参照）を通して2階に拡散したと推測した。（図.3-6の通り）

中央階段室は防火扉で遮蔽された防火区画であり、防火扉は自閉式のため通常は閉じられている。しかし、事故後の現場検証により、中央階段室の工場側の扉1-7については、側面部（ラッチがある面）が全面にわたり煤で覆われていたため、開放された状態にあった可能性がある。なお、中央階段室の扉1-6については施錠していた（社員の証言により）。

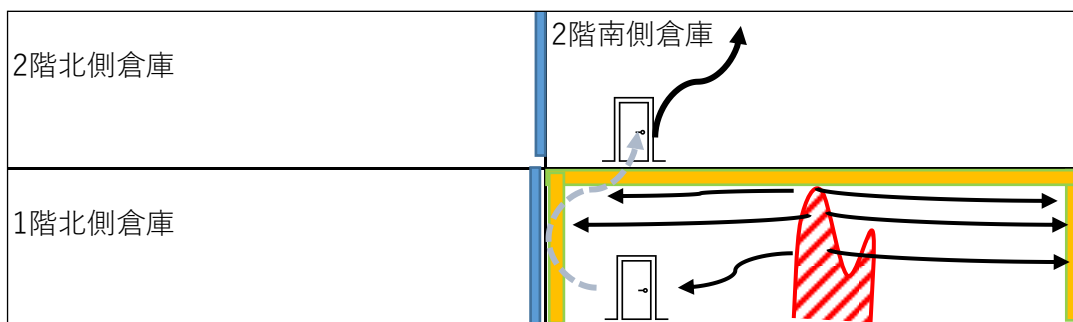


図. 3-6 煙が2階南側倉庫へ拡大した状況（午前1時～2時）

③ 1階北側倉庫火災の状況

午前2時7分に1階南側工場で発生した火災は爆発音とともに、短時間で1階北側倉庫に煙が拡大している。なお、2時7分までは1階東側防火シャッターは閉じられていた。

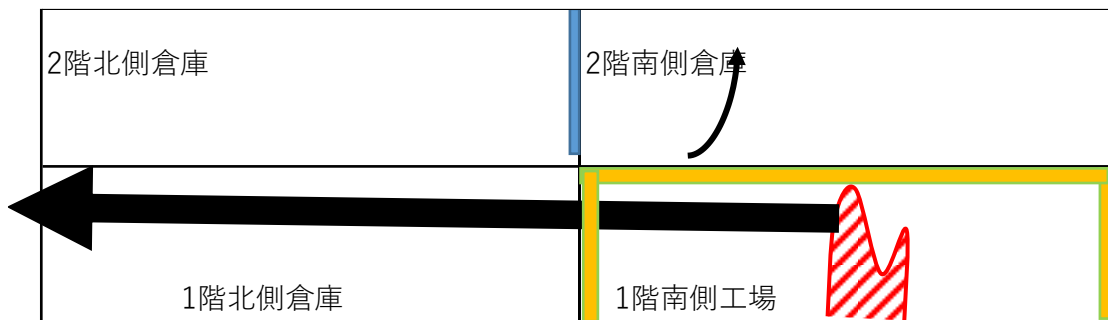


図. 3-7 爆発音とともに煙が1階北側倉庫へ拡大した状況（午前2時7分）

さらに1階北側倉庫に煙が充満し、爆発音発生から3分後の2時10分には、敷地外からも火災と認められるまで急激に煙が拡大している。そして2時26分には、1階北側倉庫の可燃物が火炎に包まれており、1階北側倉庫内では燃焼が始まっている。（図3-8）

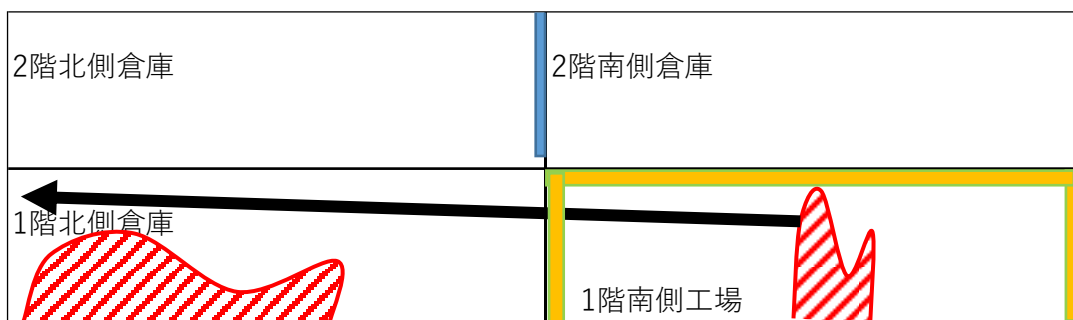


図. 3-8 1階北側倉庫において火災が発生した状況（午前2時26分）

1階北側倉庫の可燃物に着火したことで1階北側倉庫内部は燃え続け消防隊は建物外部から消火活動を行い、火災報知器の感知から約4時間後の午前4時過ぎには1階北側倉庫の火勢は衰えている。（図3-9）

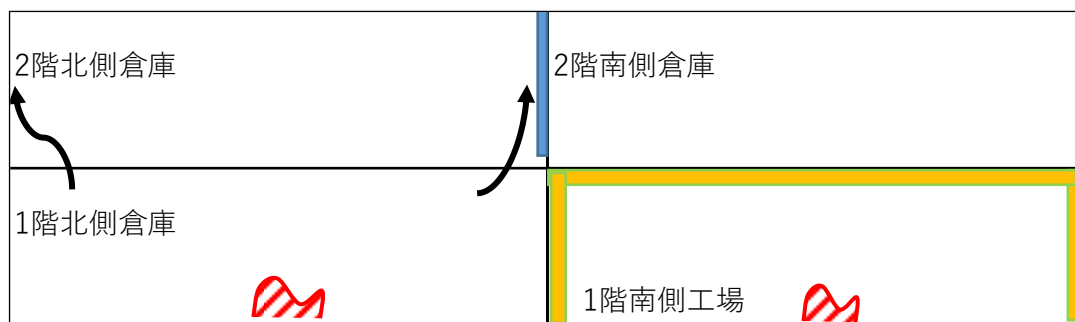


図 3-9 1 階北側倉庫における火勢の衰え（午前 4 時過ぎ）

④ 2 階北側倉庫火災の状況

午前 8 時過ぎには、2 階北側倉庫の燃焼が始まり火災報知器の感知から約 7 時間後に 2 階北側倉庫へ火災が伝ばしている。1 階南側工場の天井には、ほぼ隙間は無いが、火災後に確認したところ 1 階北側倉庫の天井には外周の壁内部に隙間があったため、火炎はこの天井隙間を通して 2 階北側倉庫に延焼した可能性がある。（図 3-10）

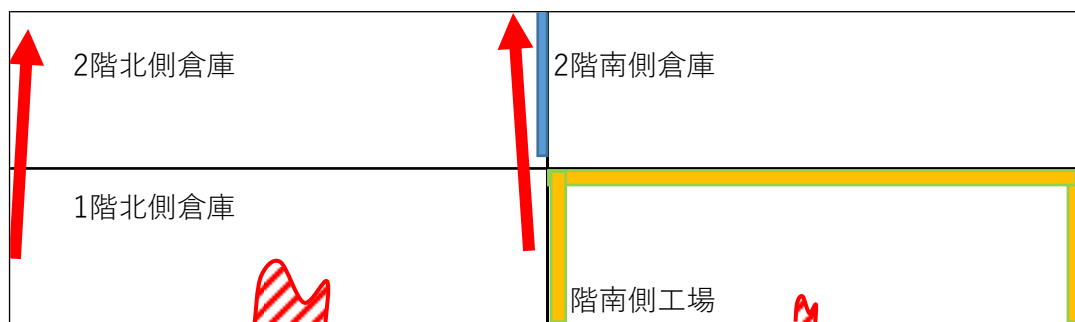


図. 3-10 1 階北側倉庫から 2 階北側倉庫への延焼の状況（午前 8 時過ぎ）

2 階北側倉庫内部は燃え続け、消防隊は建物外部から消火活動を行い、火災報知器の感知から約 13 時間後の 14 時過ぎには 2 階北側倉庫の火勢が衰えている。（図 3-11）

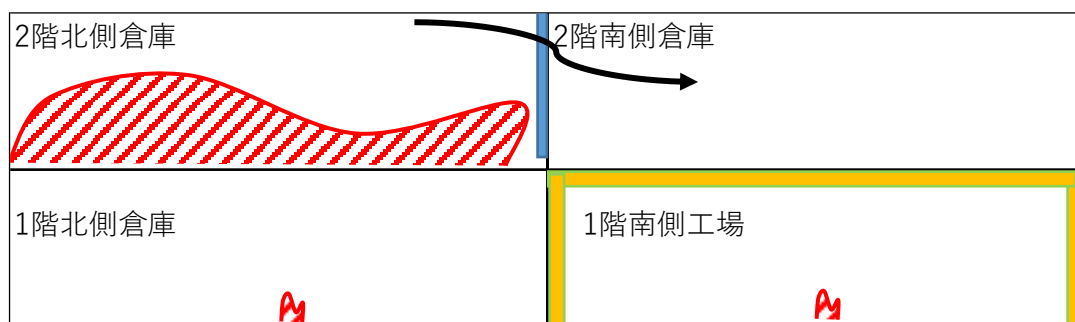


図. 3-11 2 階北側倉庫から 2 階南側倉庫への延焼の状況

⑤ 2階南側倉庫火災の状況

火災発生から約13時間後の14時頃に2階南側倉庫の火災が始まっている。(図3-12)

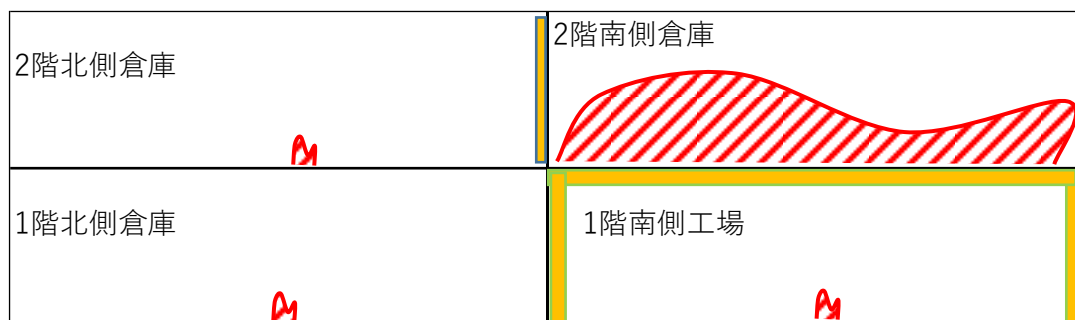


図. 3-12 2階南側倉庫火災の状況 (14時頃)

14時以降は、2階南側倉庫内部が燃え続け消防隊は建物外部から消火活動を行い、火災報知器の感知から約20時間後の20時に2階南側倉庫の火勢が衰えているものの、最終的には7月6日午前7時に鎮火が確認され建物全体が鎮火するまで約30時間を要している。(図3-13)

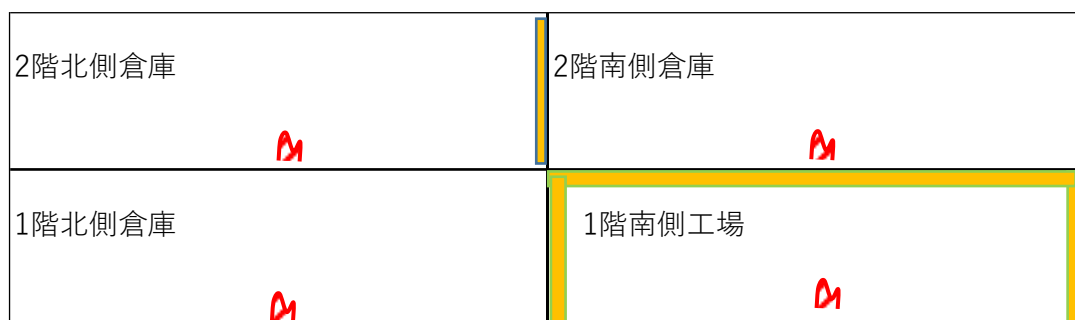


図. 3-13 2階南側倉庫火勢の衰えた状況 (20時頃)

以上から本件火災事故は、倉庫全体において一斉に発生しているのではなく、①1階南側工場、②1階北側倉庫、③2階北側倉庫、④2階南側倉庫の順番で火災が拡がり、最終的に倉庫全体が焼損している。

また、②1階北側倉庫から③2階北側倉庫までの延焼は1階と2階の壁の隙間より火炎が燃え広がった可能性がある。この延焼には約7時間を要している。次に、③2階北側倉庫から④2階南側倉庫までの延焼は、壁および防火シャッターを通じた熱伝達による可能性がある。この延焼にも約7時間を要した。

なお、①1階南側工場の火災が、②1階北側倉庫への延焼時間が15分間と短いことから、爆風と爆音が発生した状況および1階の防火シャッターの状況について、後段の章で検討をしている。

3.4 物的被害の状況

静岡第2工場は、1階北側倉庫、2階北側倉庫、2階南側倉庫の区画が全焼しており、甚大な物的被害が生じた。

しかし、1階南側工場は、一部の柱とその周辺の機械設備は激しく燃焼した形跡があるものの、その他の部分はそれほど燃焼しておらず、原材料、資材および機器の上部が高温に熱せられた状態で残っていた。燃えていないものが多数、残存していたことから1階南側工場は、焼損による被害は限定的であった。

3.5 1階の焼損状況

1階各部の焼損状況を下記の図3-14に示す。

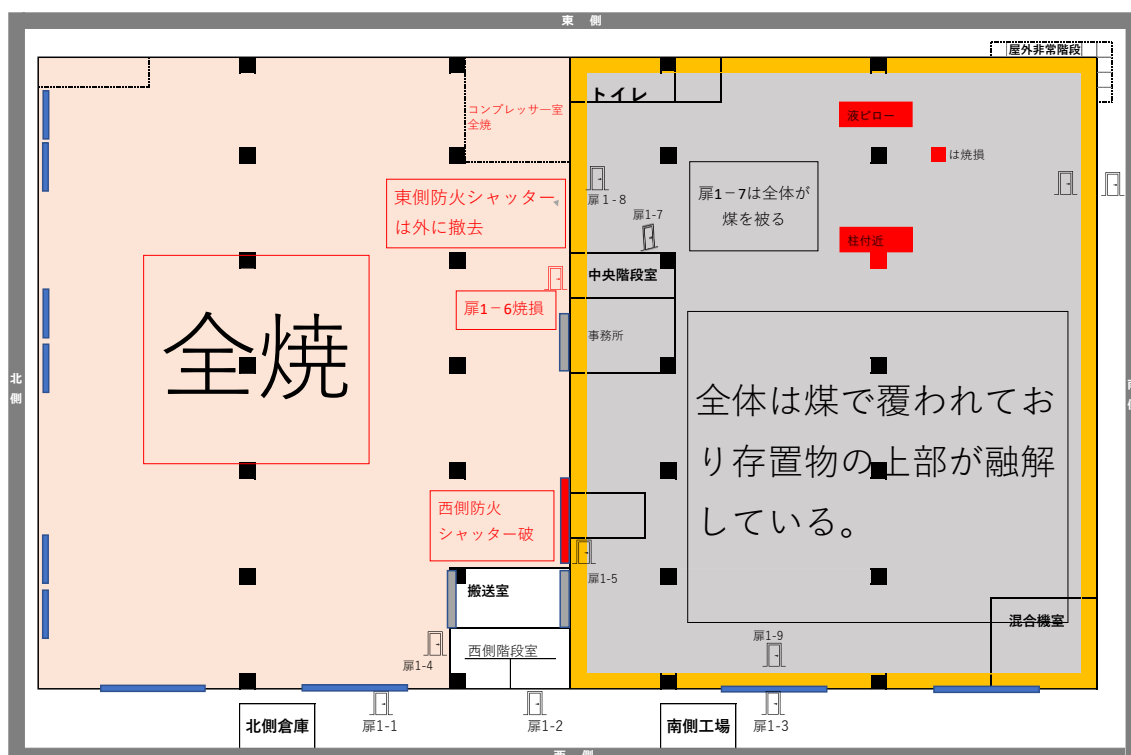


図. 3-14 1階各部の焼損状況

3.5.1 1階南側工場の焼損状況

1階南側工場の焼損状況を下記の図3-15に示す。観察できた範囲において工場は、部分的に激しく燃焼した箇所があるが全体的には濃煙熱気に曝され、煤を被った状態であり、地上高1.5mあたりまで融解してはいるが、他の区画と比べると焼損程度は低い。外壁は一部脱落しているが、これは警察、消防の調査の過程で脱落したものであった。粉ピロー機付近の分電盤、柱、天井、機械類は燃焼した形跡が残っていた。床部分はそのまま残っており、焼損の影響は受けていない。工場内は事務室、トイレおよび階段室が区画分けされていたが、いずれも焼損しておらず、煤を被った状態若しくは熱による融解状態であった。

なお、図3-15に記載の①～⑪の写真を図3-16～図3-27に掲載する。



図. 3-15 1階南側工場内部の焼損状況



図 3-16 上記①付近 上部が融解した原材料



図 3-17 ②焼損した機械設備



図 3-18 ②焼損が激しい東から 2 番の柱



図 3-19 ③煤を被った西側の柱



図 3-20 ④焼損せず残存する原材料



図 3-21 ⑤ブレンダー付近の様子



図 3-22 ⑥煤は被るが残存している原材料



図 3-23 ⑦焼損が見られない西側トイレ



図 3-24 ⑧中央階段室扉の状況
階段室扉のラッチがある面が煤で覆われている。
自閉式の扉は火災中に開放された可能性がある。



図 3-25 ⑨焼損が少ない事務室



図 3-26 ⑩西側防火シャッター付近



図 3-27 ⑪上部が融解した資材の状況

次に図 3-28 の通り、1 階南側工場内に存置した機械設備の焼損状況を示す。

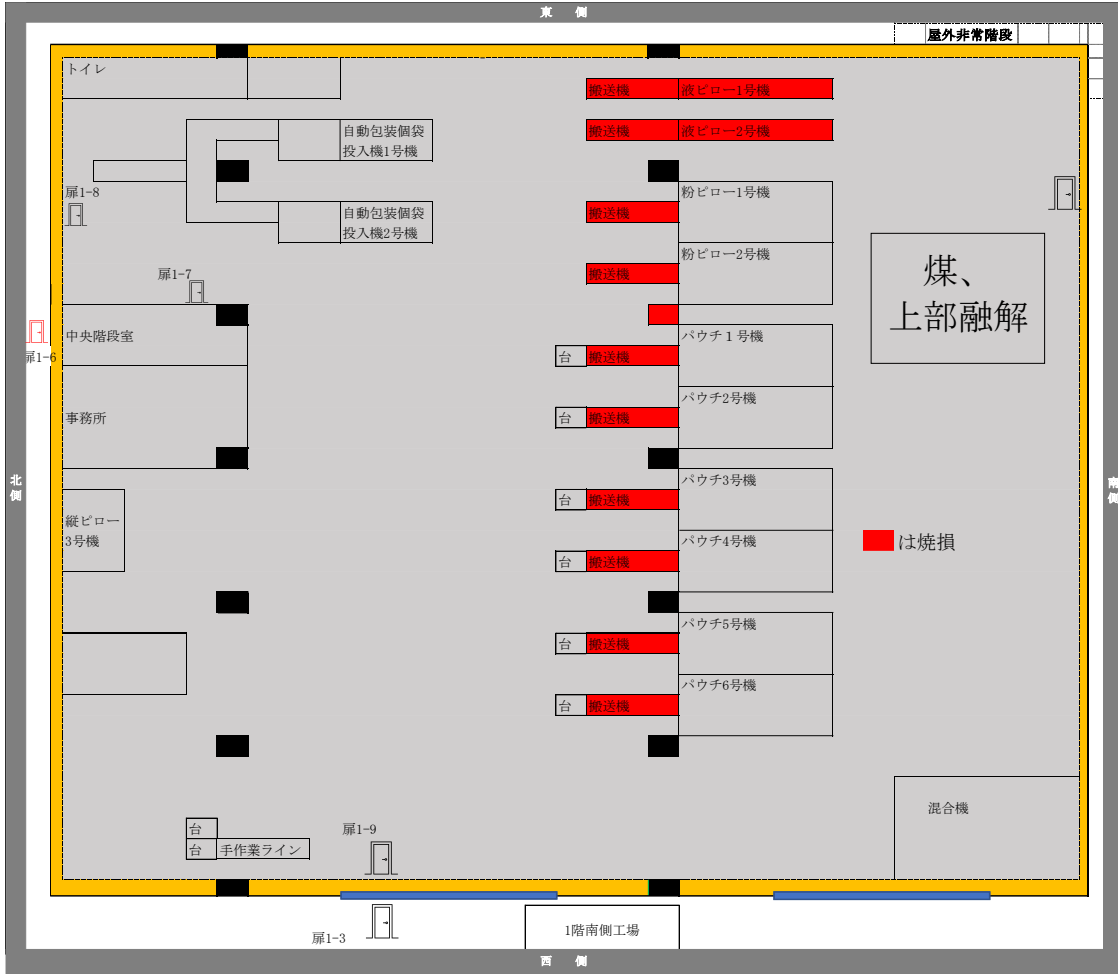


図. 3-28 1 階南側工場機械設備の焼損状況

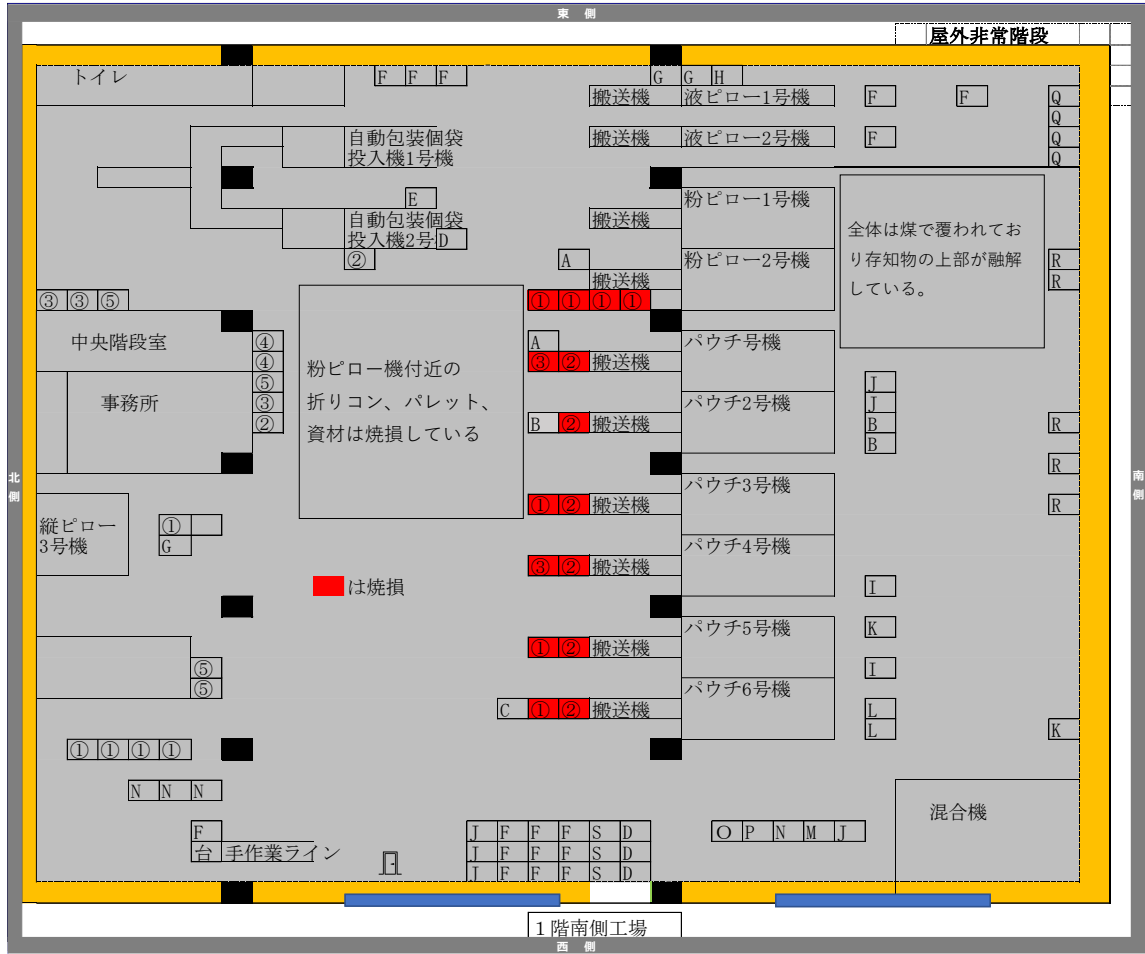


図 3-29 搬送機の焼損状況



図 3-30 液ピロー機の焼損状況

次に図 3-31 の通り、1 階南側工場内に存置した原材料と資材の焼損状況を示す。



位置	原材料	位置	原材料	位置	資材名
A	洗濯槽 (粉剤) A	K	セスキ炭酸ソーダ(原料)	①	空の折コン
B	クエン酸 A	L	風呂釜 (粉剤) (原料)	②	パレット作業台
C	風呂釜 (粉剤) A	M	洗濯槽 (粉剤) B	③	段ボール
D	洗濯槽 (粉剤) A	N	洗濯槽 (粉剤) C	④	資材 (テープ)
E	洗濯槽 (液剤) A	O	洗濯槽 (粉剤) D	⑤	資材 (フィルム)
F	洗濯槽 (液剤)	P	洗濯槽 (粉剤) E	—	—
G	洗濯槽 (粉剤) A	Q	洗濯槽 (粉剤) F	—	—
H	洗濯槽 (液剤) (原料)	R	廃棄用原料	—	—
I	重曹 (原料)	S	洗濯槽 (液剤) B	—	—
J	セスキ炭酸ソーダ(原料)	—	—	—	—

図. 3-31 1 階南側工場内原材料および資材の焼損状況

3.5.2 1階北側倉庫の焼損状況

1階北側倉庫の焼損状況を下記に示す。観察できた範囲において被災倉庫は全焼し、外壁は一部脱落し、天井部分および柱は塗装がはげ落ちており、燃焼の影響を受けている。また床部分はそのままだっている。北側倉庫と南側工場の壁は、一部脱落が見られる。

東側防火シャッターは8月7日に消防が撤去したものであり撤去前の状況を直接観察することはできなかったがレック従業員の証言では防火シャッターは、スラットがガイドレールから外れ、倉庫側にあった、ポールに垂れかかった状態であった。(詳細は**に記載)。

西側防火シャッターは、上部が外れた状態であったが戸袋が破損している、中央および搬送機の防火シャッターは閉じたままとなっており煤がついていた。倉庫内には事務室およびコンプレッサー室が区画分けされていたが、事務室は全焼しており、コンプレッサー室内の壁に貼られていたパネルはすべて脱落し内部は、燃焼していた。屋内の製品棚は枠組みを残していたが製品およびパレットはすべて焼損していた。製品は焼損しているが、製品を梱包していた包装フィルム、段ボールの包装資材が燃えているが原材料は残っていた。屋内の原材料は、梱包していたフレコンおよびパレットは焼損していたが原材料の一部は残存していた。



図 3-32. 西側防火シャッターの状況



図 3-33. コンプレッサー室内



図 3-34. 北側原材料保管棚の状況



図 3-35. 大きく歪んだ天井の状況

3.5.3 東側防火シャッターの焼損状況

図3-37に掲載した東側防火シャッターは、8月18日に事故調査委員会が現地調査した際に確認した防火シャッターの状況である。防火シャッターのスラットはガイドレールからはずされており、スラットは第2工場の西側の屋外に撤去された状態であった。

図3-36は、社員aの証言に基づき作成した1階東側防火シャッターの手書図である。

防火シャッターの状況は、スラットと呼ばれる板がシャッターを横で支えるガイドレールからはずれており、さらに、スラットの座板は、防火シャッターの手前にあった衝突防止ポール（高さ1.3Mの鋼鉄製）を乗り越えているというものであった。また、防火シャッター座板と衝突防止ポールの間隔は10cm程度であり、ポール内側には爆風により発生したと思われる衝突の傷など明確に確認できるものはなかった。

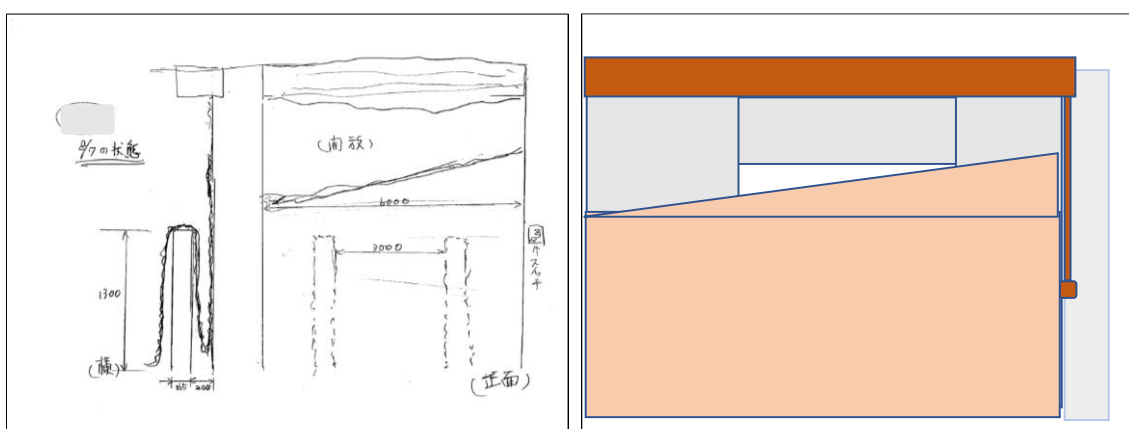


図3-36. 8月7日に社員aが現場立会で確認した東側防火シャッターの手書図と模式図

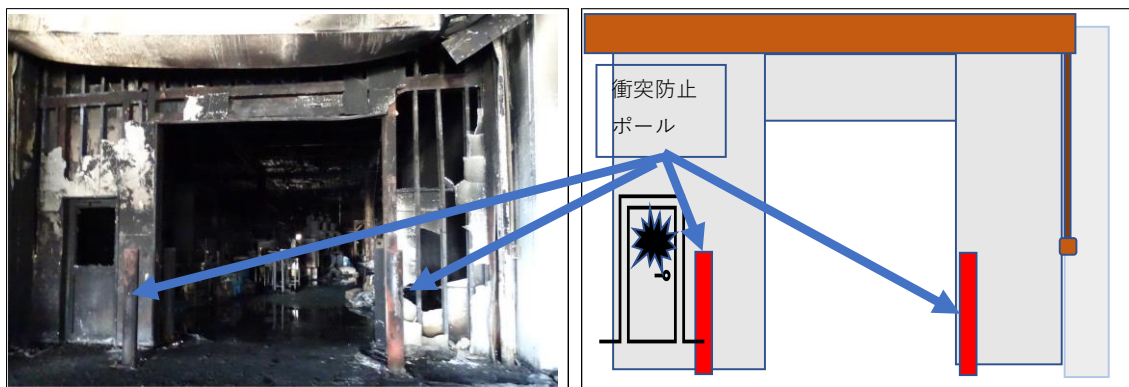


図3-37. 8月18日に事故調査員が現場調査で確認した東側防火シャッター写真と模式図



図3-38. 屋外に撤去されたスラット部分

3.6 2階倉庫の焼損状況

2階倉庫の焼損状況を図3-39に示す。北側、南側倉庫とも全ての場所が焼損している。

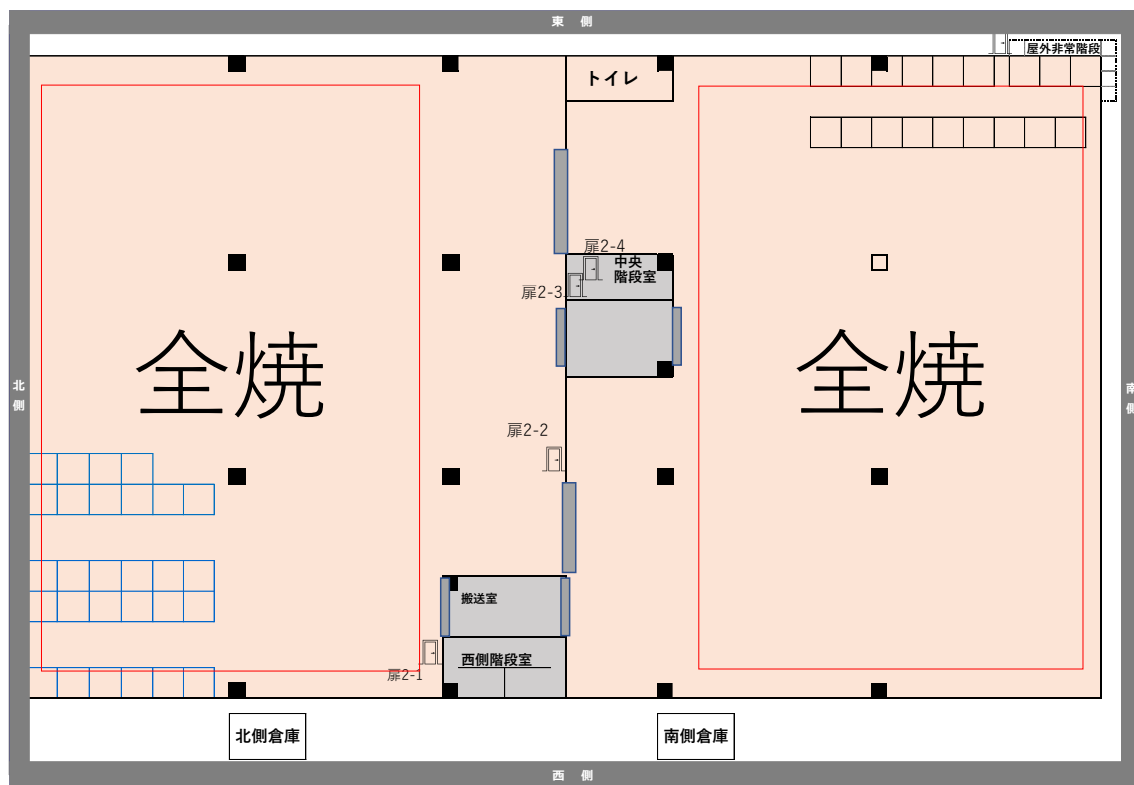


図3-39. 静岡第2工場（2階北側倉庫および南側倉庫）の焼損状況

3.6.1 2階北側倉庫の焼損状況

2階倉庫の特徴と各部の被災状況を下記に示す。観察できた範囲において被災倉庫は全焼し、外壁は一部脱落し、天井部分および柱は塗装がはげ落ちており、燃焼の影響を受けている。また床部分はそのまま残っているが、中央部分は波打った状態で、くぼみができており1階の燃焼を受けて劣化したものと考察する。北側倉庫と南側倉庫の壁は、一部脱落が見られるが、警察および消防の現場調査の際に、通路確保のために脱落したものである。防火シャッターは閉鎖されたままであり破損は見られなかったが燃焼の影響を受けた状態である。屋内の製品棚は枠組みを残していたが製品およびパレットはすべて焼損していた。図 3-40～図 3-43 に2階北側倉庫の焼損状況を示す。



図 3-40. 製品保管棚の状況



図 3-41. 保管していた製品の焼損状況



図 3-42. 倉庫中央部は陥没している

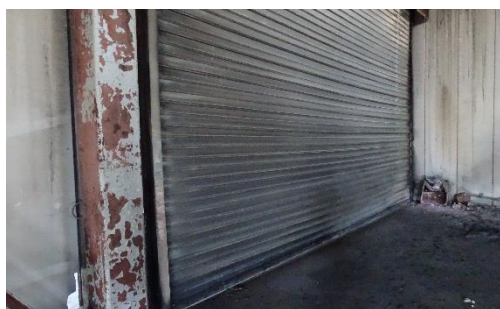


図 3-43. 防火シャッターの状況（閉鎖）

3.6.2 2階南側倉庫の焼損状況

2階南側倉庫の特徴と各部の被災状況を下記に示す。観察できた範囲において被災倉庫は全焼し、外壁は一部脱落し、天井部分および柱は燃焼の影響を受けていたが、床部分はそのまま残っていた。南側倉庫側からみた防火シャッターは閉鎖されたままであり破損は見られなかったが燃焼の影響を受けた状態である。屋内の製品棚は枠組みを残していたが製品およびパレットはすべて焼損していた。倉庫内にはトイレ室が区画分けされていたが、トイレの壁に貼られていたパネルはすべて脱落しトイレ内部は全焼していた。倉庫西側のフォークリフトは原色を残さないほど燃焼の影響を受けている。図 3-44～図 3-47 に2階南側倉庫の焼損状況を示す。



図 3-44 2 階南側倉庫の状況



図 3-45 中央部は陥没している



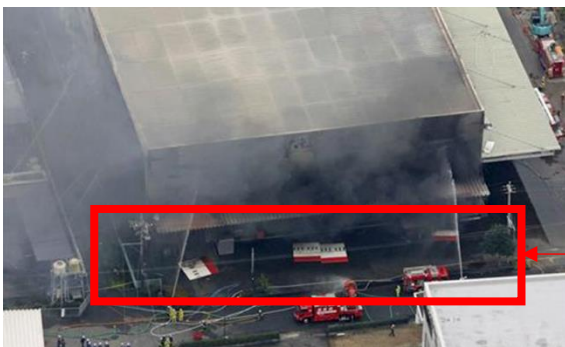
図 3-46. トイレ室の状況



図 3-47. フォークリフトの状況

3.7 倉庫外観の焼損状況

倉庫外観からは壁の焼損が見られた。外観の焼損は、建物内部からの延焼と消火活動による破壊による損壊と考えられる。また 1 階北側倉庫に 6 枚あった扉のうち 4 枚の扉が外れていた。(図 3-48)



北側倉庫の倉庫扉 6 枚のうち 4 枚が外れている。

図3-48. 倉庫北側の状況

3.8 環境・地域への影響

静岡第2工場に隣接する道路約100mの通行が規制された。近隣では川尻地区において断水が報告された。また、当該工場から周囲約10m圏内にて家屋壁の汚れなどがあった。東方向約20m程度に樹脂や煤が飛散していた。

4 事故要因

4.1 事故要因の調査方法

本件火災事故の原因究明に向けた検証は、以下の方法で行った。

- ・火災発生前後において、工場内防犯カメラの映像から出火の状況の様子を把握した。
- ・火災発生前後において、火災現場の周辺で撮影された写真および映像から、出火の状況・延焼の拡大の様子を把握した。
- ・火災当日の機械設備の挙動、保管している原材料および製品の状態はレックの社員より聴取し把握した。
- ・機器の損傷状況や現場の焼損状況、周辺の被害状況については現場検証を行った。
- ・火災事故前の設備の状態は、保管文書や図面類により把握し、加えて、吉田町事業所の製造部長、静岡第2工場長および社員からの事情聴取により確認した。
- ・火災事故の事象については、公共機関や近隣企業の情報、データ、レック社員の証言から把握した。
- ・発生事象を明確に解析する必要があるものについては、事故調査委員会の事務局、レック内の製造部門にて技術的検討を行った。
- ・上記の他にレック社外の機関に委託して技術的検討および数値解析を行った。
- ・なお、本件火災は燃焼規模が大きく、火災現場に在った物品は、焼失しているか激しい焼損によりその状態が原形を留めていないものもあった。したがって、火災の経過を把握する手がかりとしては、消防通報者からの書面による回答、現場にいたレック社員からの説明、目撃者から提供を受けた映像記録などを利用している。

4.2 火災発生要因と延焼拡大要因の検討

本件火災事故要因の検討にあたり、現地でのヒアリング調査、防犯カメラの映像、火災現場で撮影された映像、静岡市消防局から発表された情報および警備会社からの情報に基づき、火災の発生から鎮火までの時間経過を整理して3.1から3.8に記載してきた。

この経過により、本件火災事故の要因については、1階南側工場で発生した火災発生要因と、その後1階北側倉庫に燃焼が拡大した延焼拡大要因に区分して事故の要因を検討した。

4.3 火災発生と延焼拡大の要因整理

火災発生要因と延焼拡大要因を整理したものを下記の図に示す。各整理項目については、後段の詳細説明に記す。

火災発生と延焼拡大の要因整理図

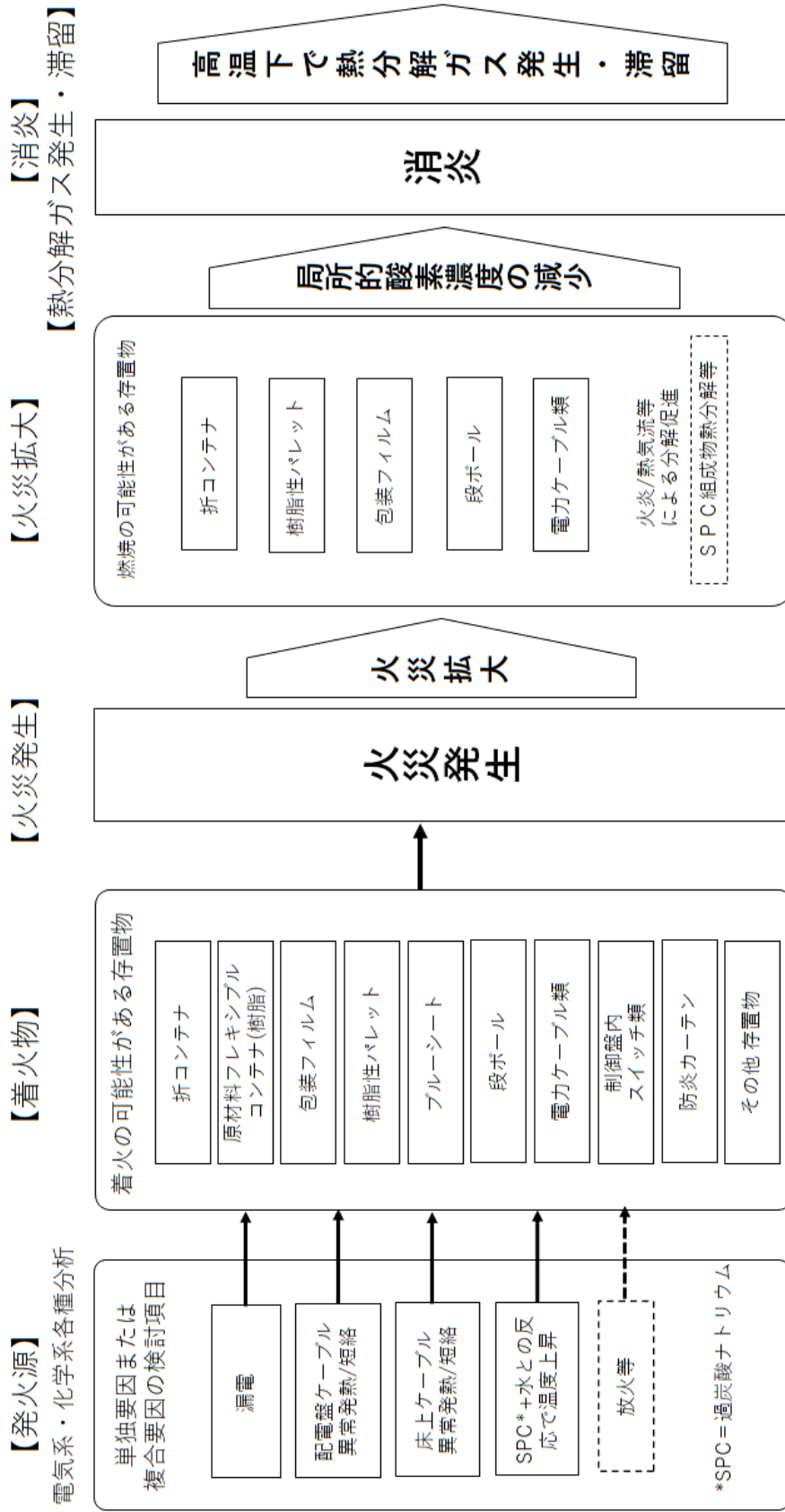


図 4-1 火災発生と延焼拡大の要因整理図① ※要因整理図②へ続く

4.4 火災発生要因の検討

事故調査委員会では、「発火源」、「着火物」、「出火場所」に着目することで火災発生要因を検討した。

検討の結果、「着火物」は後述に示す通り複数の存在が確認された。一方、火災現場の焼損が激しいことから、「発火源」や「出火場所」を特定するまでには至らなかったものの、火災現場の存置物に対し、各種試験を実施することで「発火源」の可能性のある存置物や「出火場所」の可能性のある焼損箇所を推測することができた。

4.4.1 発火源の検討

発火源の検討では、火災原因の分類指標（表. 4-3）に基づき、発火の可能性のある対象を下記に記載した。その上で、静岡第2工場（1階南側工場）保有の機械設備、備品、原材料、資材および管理の状況等に照らして該当するかどうかを検討した。

1階南側工場には電気関係分類に該当する機械設備、動力分電盤、機器に電力を伝える電線、配線設備、コードリールがあったことから発火源の可能性有りとした。また、1階南側工場には化学的現象によって発火する物質に該当する原材料が存置されていたことから発火源の可能性有りとした。なお、当該物質については、1階南側工場で保管していたリストから過炭酸ナトリウム（以下 SPCという）とその組成物を可能性が高い物質として検討の対象とした。

ガス、石油燃焼器具、固定燃焼器具、火の粉、高温物体分類に該当する物がなかったことから検討対象から除外した。静電気分類は、火災当日は工場が未稼働であったことからこれも検討対象外とした。自然現象は当時の状況から発火源としての検討対象からは除外した。

表. 4-1 火災便覧に基づく火災原因の分類出典（「火災便覧」共立出版 P1285）

分類	具体例	考察対象
電気関係	電気機器	該当
	漏電	該当
	電力設備	該当
	電線、配線器具	該当
	電熱器具	非該当
ガス、石油燃焼器具	ガス、石油燃焼器具	非該当
固定燃料器具	ストーブ等	非該当
微小火源	裸火(マッチ、たばこ、ろうそく)	非該当
	裸火(放火)	非該当※
	火の粉(煙突、かまど、焼却炉)	非該当
高温物体	排気管(ボイラー、焼却炉、エンジン)	非該当
	高温粒子(ガス溶接等)	非該当
	摩擦熱(軸受、ドリル)	非該当
化学的現象	自然発火性物質(セルロイド、乾性油、堆肥)	非該当
	準自然発火性物質(金属ナトリウム、黄燐、生石灰)	非該当
	混合発火性物質(除草剤、漂白剤)	該当
静電気	人体帯電、摩擦帯電	非該当
自然現象	太陽光線の収れん、落雷、強風	非該当

※放火は委員会で検討が出来ていないため、図4-1の発火源検討項目に破線枠で記載した。

4.4.2 着火物の検討

着火物の検討では、1 階南側工場の保管物質および残存物の状況から、下記の表に記載の通り、折コン、包装フィルム、樹脂パレット、ブルーシート、段ボール等が着火物になった可能性がある。

表. 4-2 1 階南側工場の保管物から検討した着火物の可能性

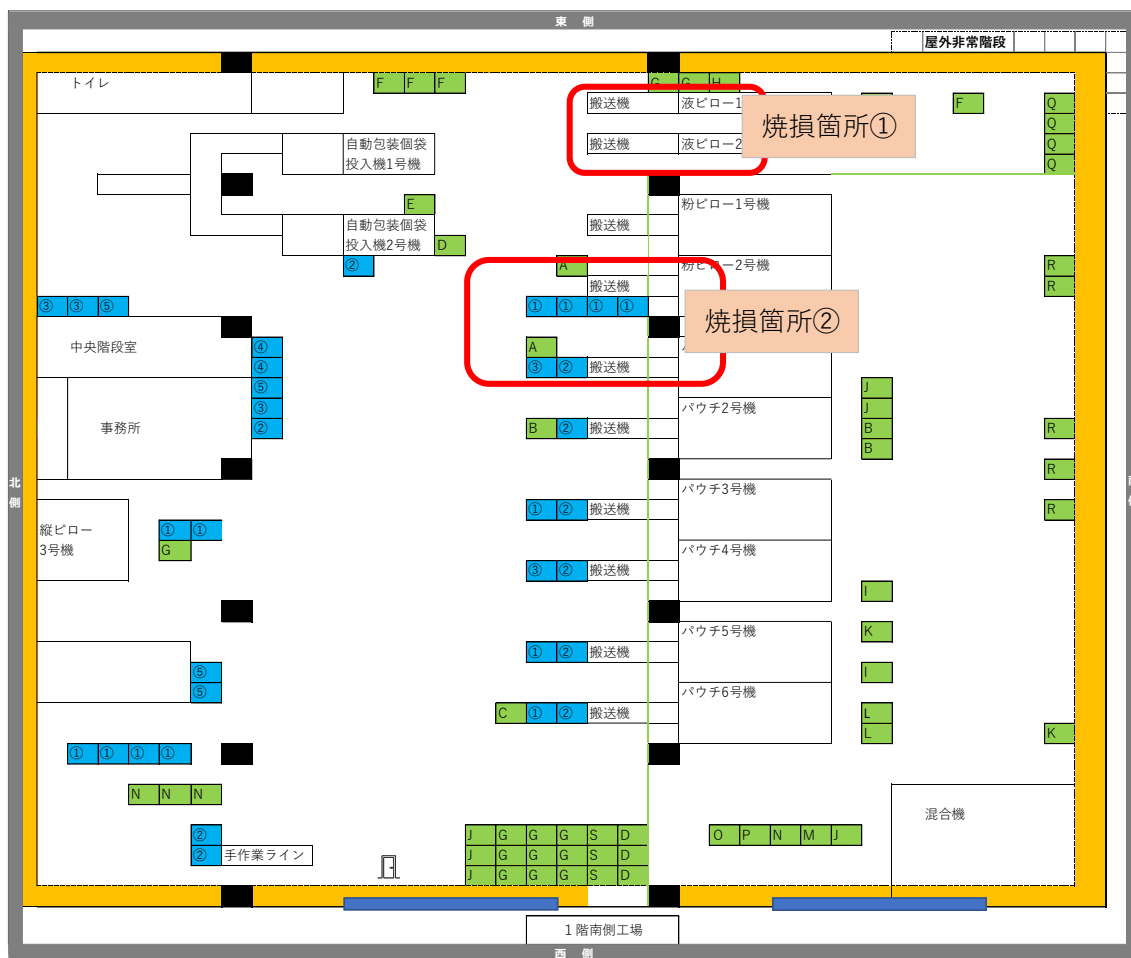
保管されていたもの	可能性	理由
折コン	○	折コンが焼失しており着火物となった可能性が高い。
フレコン(樹脂)	×	フレコンは焼失しておらず着火物となっていない。
包装フィルム	○	資材の包装フィルムは焼失しておらず着火物となっていないが仕掛品の包装フィルムが融解しており着火物となった可能性が高い。

樹脂製パレット	○	一部の樹脂製パレットが焼失しており着火物となった可能性が高い。
ブルーシート	○	ブルーシートが焼失しており着火物となった可能性が高い。
段ボール	○	段ボールが焼失しており着火物となった可能性が高い。
ケーブル類	○	ケーブル類が焼失しており着火物となった可能性が高い。
制御盤内スイッチ類	○	制御盤内のスイッチ類が焼失しており着火物となった可能性が高い。
防災シート	○	防災シートが焼失しており着火物となった可能性が高い。

4.4.3 出火場所の検討

本件火災事故は、7月5日午前1時15分に1階南側工場の火災報知器が作動したこと、警備員からの証言および消防の消防活動の状況から1階南側工場を出火場所と推定した。

また、1階南側工場の内部では、液ピロー付近（図4-3 燃焼箇所①）と粉ピロー機近くの東側柱周辺（同 燃焼箇所②）は激しく燃焼していたこと、燃焼箇所①、②以外に1階南側工場内部には目立った焼損が見られないことから、燃焼箇所①または②から出火し、その火炎が工場内の可燃物に着火、延焼が始まった可能性が考えられる。しかし、燃焼箇所①、②から出火したことを断定する証拠および検討結果は得られず、出火場所を特定するには至らなかった。



位置	原材料	位置	原材料	位置	資材名
A	洗濯槽 (粉剤) A	K	セスキ炭酸ソーダ(原料)	①	空の折コン
B	クエン酸 A	L	風呂釜 (粉剤) (原料)	②	パレット作業台
C	風呂釜 (粉剤) A	M	洗濯槽 (粉剤) B	③	段ボール
D	洗濯槽 (粉剤) A	N	洗濯槽 (粉剤) C	④	資材 (テープ)
E	洗濯槽 (液剤) A	O	洗濯槽 (粉剤) D	⑤	資材 (フィルム)
F	洗濯槽 (液剤)	P	洗濯槽 (粉剤) E	—	—
G	洗濯槽 (粉剤) A	Q	洗濯槽 (粉剤) F	—	—
H	洗濯槽 (液剤) (原料)	R	廃棄用原料	—	—
I	重曹 (原料)	S	洗濯槽 (液剤) B	—	—
J	セスキ炭酸ソーダ(原料)	—	—	—	—

図 4-3 1 階南側工場の焼損が激しい箇所

4.4.4 電気機器からの発火の検討

電気機器が何らかの要因で発熱し発火源となった可能性を検討した。

4.4.4.1 検討方法

「電気機器の発火原因の絞り込みに向けた焼損状態の詳細確認」を目的として、パナソニック株式会社プロダクト解析センター電気ソリューション部（以下パナソニックという）に火災当時の設備稼働状態や、各設備への配線状態の確認、各分電盤のブレーカーの状態調査および配線状態の調査を依頼した。特に、配線同士のショートや断線の可能性を検討するため、溶融痕の有無を確認することを具体的な観察事項とした。

4.4.4.2 調査結果

パナソニック調査報告書に基づく発火可能性検討表を表. 4-3 に示す。表において「低い」と記載しているのは、該当する機器が焼損しておらず、煤を被った状態であるため焼損の程度が比較的小さいことから、パナソニックによる判断は出火の可能性は「低い」となった。また、同社は明らかな断線による溶融痕が無かったことから出火の可能性は「低い」と判断した。

表中「A」と記載しているものは、電気系統設備の発熱・発火を裏付ける明らかな痕跡は確認できず、また、電気系統設備の焼失および消火活動に伴う流出などによって原因の特定には至らないと判断したものである。（パナソニック判定による）

表中「B」と記載しているものは、漏電ブレーカーが200mA以上の漏電による着火の可能性が無いことは確認できたが、200mA未滿の漏電が起因となるトラッキングによる着火の可能性は残ると判断したものである（パナソニック判定による）。なお、パナソニックによる調査報告書については添付資料3および添付資料4として添付する。

表. 4-3 電気機器別の発火可能性検討表

種類	対象機器	機器異常による発熱	接続不良による発熱	トラッキングや異物によるショート	スパーク	漏電
分電盤	P-1-1	低い	低い	低い	低い	低い
	P-1-2	低い	A	A	低い	B
	P-1-3	低い	低い	低い	低い	低い
	P-1-4	低い	A	A	低い	B
	コンプレッサー盤	低い	低い	低い	低い	低い
	P-1	低い	低い	低い	低い	低い
	L-1	低い	低い	低い	低い	低い
	L-2	低い	低い	低い	低い	低い
	空調動力盤	低い	低い	低い	低い	低い
機器	液ピロー1号機	A	A	A	低い	B
	液ピロー2号機	A	A	A	低い	B
	パウチ1号、2号、3号	低い	低い	低い	低い	低い
	パウチ4号、5号、6号	低い	低い	低い	低い	低い
	縦ピロー機、自動包装機	低い	低い	低い	低い	低い
	粉ピロー1号機	A	A	A	低い	B
	粉ピロー2号機	A	A	A	低い	B
	電灯	低い	低い	低い	低い	低い
	空調	低い	低い	低い	低い	低い
コンセント接続機器	P-1-1	A	低い	A	低い	B
	P-1-2	A	低い	A	低い	B
	P-1-3	A	低い	A	低い	B
	P-1-4	A	低い	A	低い	B
	空調動力盤	A	低い	A	低い	B

(注)

- A: 明らかな火災原因は確認できなかったが物的根拠が消失しており判断ができなかった。
 B: 100mA未満の漏電が起因となるトラッキングによる着火の可能性は残る。

4.4.4.3 液ピロー機およびコンセント接続機器に対する検討

現地調査において激しい焼損が認められた液ピロー機からの発熱およびコンセント接続機器からの発熱の可能性について検証したが、火災の発生を裏付ける明らかな形跡は確認できず、また、電気設備の焼失および消火活動に伴う電気機器類の流出などによって原因の特定には至らないと判断したものである。

4.4.5 過炭酸ナトリウム組成物の発熱・発火の検討

発火源に関する化学的要因の内、可能性のある化学物質として過炭酸ナトリウム（以下 SPC という）の熱反応特性について検討した。

4.4.5.1 過炭酸ナトリウムの熱的挙動の検討

SPC は酸化性物質であり、それ自身で発火、燃焼燃することはないが支燃性があり、単独では通常取り扱い条件で安定であるが、熱や反応を促進する物質との接触によって自己分解するといった化学的特性を有する物質である。

SPC の化学的特性を踏まえ、工場内に存置していた SPC が何らかの要因により分解した可能性を検討するため、当事故調査委員会では、SPC に水を添加し、その後の熱的挙動を調べるために示差走査熱量計（DSC）および暴走反応測定装置（ARC）による検討を行った。

DSC は物質の熱特性を知るための試験装置で、プログラムされた外部加熱により物質を昇温することで温度変化に伴う吸熱、発熱等の熱的挙動を計測し、反応開始温度や発生熱量等のスクリーニング評価に用いるものである。ARC はより厳密な温度制御により疑似断熱状態での物質の分解、発熱等の熱特性データから、物質貯蔵時の熱的反応を解析できる試験装置である。

なお、レックが当時存置していた SPC は A 社と B 社からの 2 社購買による調達であったことから試験の実施にあたり、SPC 試薬（富士フィルム和光純薬社製試薬、純度 95w/w%以上）、A 社製 SPC および B 社製 SPC、これに加えて図 4-3 に示す激しく燃焼していた焼損箇所②に存置した原材料である「製品 SPC（SPC31.5w/w%の洗濯槽クリーナー）」の 4 種類に対して試験を実施した。

4.4.5.2 過炭酸ナトリウムの熱的挙動の検討結果

窒素雰囲気下密封セルを用い、昇温速度 10°C/分で実施した SPC 試薬、A 社製 SPC ならびに B 社製 SPC の DSC 測定結果を表 4-4、図 4-4 に示す。また、各試験の詳細な結果は別添資料 5「レック(株)吉田工場火災における取扱物質の熱的危険性評価」に添付する。DSC による発熱開始温度は、A 社製 SPC では水分量 0w/w%で 111°C、水分量 2 w/w%で 114°C、水分量 10 w/w%で 117°Cであった。この結果 A 社製 SPC は、水分量に関わらず発熱開始温度は大きく変化しないことが確認できた。

また、B 社製 SPC の発熱開始温度は水分量 0 w/w%で 130°C、水分量 2 w/w%で 111°C、水分量 10 w/w%で 90°Cであった。この結果、B 社製 SPC は水分量が増加するに従い、発熱開始温度が低下することが確認できた。

同様に SPC 試薬においても B 社製 SPC と同様の傾向が検証できた。

表. 4-4 各 SPC の DSC 測定結果 (N=3)

試験品	水分量	発熱開始温度 (°C)	発熱量 (J/g)
試薬 SPC (富士フィルム 和光純薬株式会社製)	—	127	377
	2%	115	323
	10%	98	291
A 社製 SPC ¹⁾	—	111	331
	2%	114	277
	10%	117	275
B 社製 SPC ²⁾	—	130	375
	2%	111	334
	10%	90	326

1) A 社製 SPC (SPC:71~79w/w%、無水炭酸 Na:19~27w/w%、硫酸 Na:1w/w%)

2) B 社製 SPC (SPC:95w/w%、炭酸 Na:5w/w%)

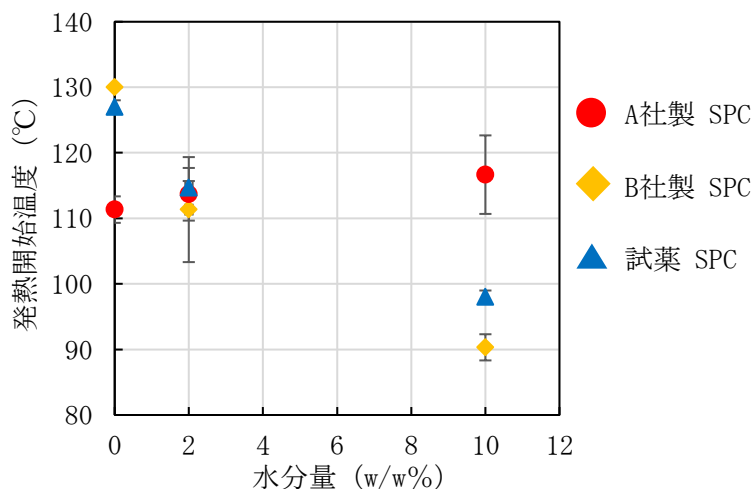


図 4-4 SPC の水分量と発熱開始温度の関係

ARC による発熱検知温度は、A 社製 SPC 水分量 0w/w%で 101°C、水分量 2%で 95°C、水分量 10w/w%で 71°Cであった。

また、B 社製 SPC 水分量 0w/w%で 106°C、水分量 2%で 76°C、水分量 10w/w%で 66°Cであった。実験結果から、いずれの SPC も水分量が増加するにつれ、発熱検知温度が低くなることが確認できた。

表. 4-5 各 SPC の ARC 解析結果 (分率は全て w/w%)

試験品	水分量 (w/w%)	発熱検知温度 ¹⁾ (°C)	活性化エネルギー (kcal/mol)	ADT24 ²⁾ (°C)	SADT ³⁾ (°C 25kg缶)
A社製 SPC	—	101	39.6	67	67
	2	95	41.4	68	67
	10	71	19.3	32	31
B社製 SPC	—	106	60.4	78	78
	0.2	91	31.8	58	58
	2	76	18.1	34	33
	10	66	18.2	13	13
SPC31.5w/w%組成物 (洗濯槽クリーナー)	—	100	50.8	77	77
	2	102	22.8	62	61
	10	172	19.1	137	131

1) 発熱の検出探索時間 (通常10分) 以内に発熱速度が0.02°C/min以上になる最低の温度

2) TMR (暴走反応誘導時間) が24時間となる温度

3) 1週間以内に6°C以上の発熱又は自己加速分解を起こす最低温度

さらに「製品 SPC (SPC31. 5w/w%の洗濯槽クリーナー)」は、SPC 水分量が 0w/w%で発熱検知温度が 100°C、水分量 2w/w%で発熱検知温度が 102°C、水分量 10w/w%で発熱検知温度が 172°Cとなっており、水分による発熱反応促進は確認できなかった。

以上、熱的挙動の検討から、A 社製 SPC、B 社製 SPC に加水された場合には、発熱反応が生じる可能性が確認できたが、製品 SPC (SPC31. 5w/w%の洗濯槽クリーナー) については発熱反応の促進は確認できなかった。

なお、試験結果の詳細データについては、DSC 測定結果(レック東京テクノロジーセンター)および ARC 試験結果(日本カーリットへの委託試験にて実施)を試験報告書「レック吉田工場火災における取扱物質の熱的危険性評価」(添付資料 5) としてまとめた。

4. 4. 5. 3 試験結果に基づく発火源の検討

DSC、ARC の試験結果から、A 社製 SPC (SPC71~79w/w%)、B 社製 SPC (SPC95w/w%) は、加水された場合には発熱反応が生じることが確認できたが SPC 配合率の低い製品では発熱反応は生じにくいと推定される。

ARC 試験は、疑似断熱が保たれた状態において発熱量が蓄積されることで発熱特性データを測定するものであり、本試験結果により、SPC の発熱開始温度は、A 社製、B 社製ともに水分の影響を受ける結果となった。特に B 社製 SPC の ARC 測定結果に基づく解析では、断熱状態において 24 時間以内に発熱分解する温度 (ADT24) と 25kg 缶で 1 週間以内に自己加速分解開始する温度 (SADT) がともに 13°Cとなり、火災時工場内温度は 24°Cであったことから、工場内に存置した SPC は発熱分解した可能性を否定することはできない。ただし、工場内西側には SPC をフレコン内に存置していたが、現場検証では顕著な焼損はなかったこ

とが確認されている。さらに発災時の工場内は 24℃設定のエアコンが稼働中であり、当時の工場内相対湿度は RH52.5%と計算されるが、この温湿度環境において実験的に実測された SPC 水分量 (JIS A 1475) は 0.2w/w%であったことから、この水分量を含有する B 社製 SPC の ARC による発熱検知温度を求めたところ 91℃となり、工場内温度とは 67deg も乖離している結果となった。

4.4.6 火災発生要因に関するまとめ

事故調査委員会は、火災発生要因に関して、発火源、着火物、出火場所の三点において、想定されるあらゆる可能性を網羅し、それぞれの項目について検討を行った。

発火源については、火災便覧を参照に火災現場の状況から可能性を検討した。火災現場の損傷状況が激しいこともあり、発火源の特定には至らなかったものの、①電気系統のトラブルに起因する発火、②化学物質反応に起因する発火の2つの要因の可能性があったとした。電気系統のトラブルについては、電気機器で発熱する可能性があるものを網羅的に調査した。調査対象は分電盤、設備機械、コンセント接続器とした。それぞれの検証結果について発火要因を決定づける溶融痕等の存在は発見されなかったが、7月5日午前2時7分の爆風と爆発音が発生するまで1階南側工場内は通電状態であったことから、電気機器の発熱から発火が起きた可能性ありとした。化学物質反応に起因する発火については、工場内に存置していた SPC および SPC 組成物を対象として、加水条件下での熱的挙動を試験した。DSC 測定の結果、試薬と B 社製 SPC は水分量が増加するにしたがって発熱開始温度が下がることが確認できた。一方、ARC 測定の結果、B 社製 SPC は、低温でも発熱分解する可能性を示唆する解析結果が得られた。

着火物は、1階南側工場に存置していた原材料と資材を網羅的に検討した。その上で、樹脂系の資材や段ボールについて、燃焼性や発生した可燃性ガスに関する各種試験結果から、これらが着火物であると推定した。

出火場所は、火災現場の確認により、図 4-3 の焼損箇所①と②が最も激しく焼損していることから、これらの箇所を想定し検討を進めた。しかし、出火場所に発火源は存置することと発火源の可能性が複数存在したために、出火場所は上記焼損箇所①および②の可能性が高いとしたことに留めた。

4.5 火災の発生と延焼拡大要因の検討

4.5.1 火災の発生と拡大

前述のように、推定される発火源から発火し着火物に着火することで火災が発生したと推定する。(図 4-5)

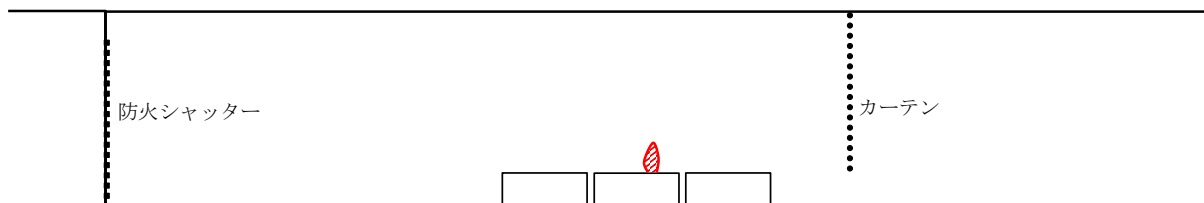


図 4-5 火災の発生状況 (1 階南側工場の南北断面図)

発生した火災が隣接する部分に拡大する状況を下記の図 4-6 に示す。

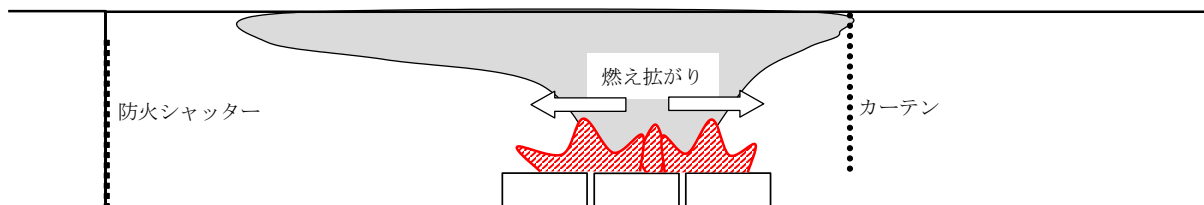


図 4-6 火災の拡大状況

- ・着火物は固体の可燃性物質であり、燃焼時には加熱された可燃性物質が熱分解して熱分解ガスを発生し、それが可燃性物質上部の気相で空気中の酸素と拡散火炎を形成し、その火炎の発生する燃焼熱で可燃性物質を加熱するというサイクルを繰り返して燃焼が継続する。
- ・隣接する燃えていない部分も加熱されて熱分解ガスの発生を開始し、燃焼部分が拡大し(燃え拡がり)、火災は拡大してゆく。(図 4-7)

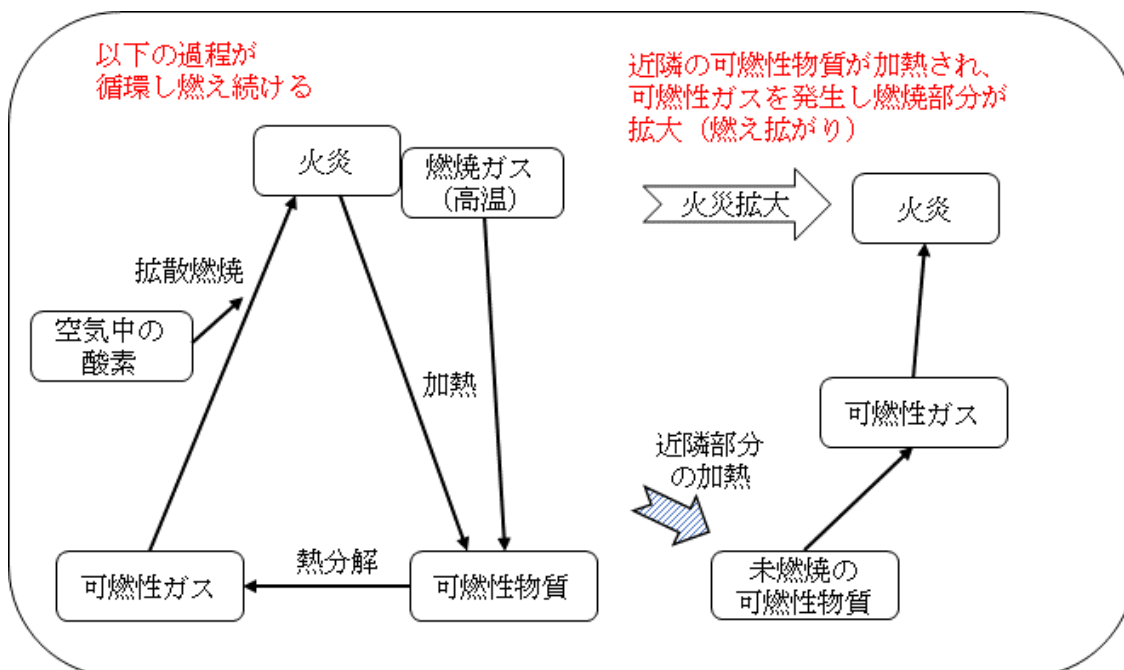


図 4-7 燃焼サイクルと火災拡大のメカニズム

なお、小型模型燃焼実験により、火災現場に存置していた過炭酸ナトリウムについての影響としては、燃焼が明確に激しくなることは無いことが示されている。

4.5.2 延焼拡大要因の検討

4.5.2.1 爆発的燃焼現象の推定

7月5日午前2時7分に爆風と爆発音が発生したが、ここでは爆発的燃焼現象が発生していると考えられる。この爆発的燃焼現象としては、

- ①可燃性混合ガスの気相爆発
- ②凝縮系爆発性物質の爆発

が考えられる。本件火災事故の爆発的燃焼現象は、下記に示す火災現場の被害状況および存置物から、可燃性混合ガスによる気相爆発であると推定した。

以下に気相爆発と凝縮系爆発について述べ、現場の被害状況および存置物から発生可能性を考察する。

- ・気相爆発：囲まれた空間での気相爆発では、空間内の圧力上昇による空間を囲む部分の損傷が主な被害となる。
⇒現場の被害状況と一致している。
- ・凝縮系の爆発：凝縮系の爆発では、爆発地点から発生する衝撃波により損傷が発生するため、爆発地点に近いほど損傷が激しくなる。
⇒現場の被害状況と一致しない。1階南側工場内部において、爆心に近

づくほど衝撃波による損傷が激しくなるような状況は存在しない。
 また、現場に存在した物質やそれらの混在により爆発性物質の形成は想定できない（小型模型燃焼実験および熱分析試験より）。

以上より、凝縮系の爆発が発生した可能性は極めて低いと判断した。

したがって、以降は可燃性ガス発生により気相爆発が発生した爆発的燃焼の説明となる。

4.5.2.2 消炎、熱分解ガスの滞留

燃焼部分で、局所的に酸素濃度が低下したことで炎が消える（小型模型燃焼実験で確認。11～17vol%で消炎）。（図 4-8）

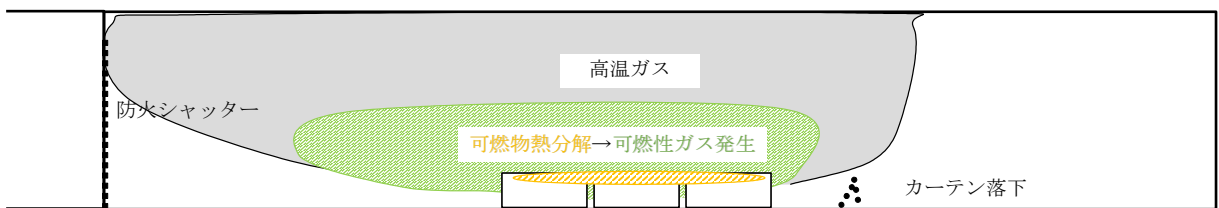


図 4-8 局所的酸素濃度の減少

- ・ 炎が消えると可燃性ガスが消費されなくなるので、可燃性ガスは空間中に滞留する。
- ・ 炎が消えても、可燃性物質の温度が一定以上であれば熱分解は継続し可燃性ガスが発生し続ける（パイロライザーによる試験：添付資料 8 「PP 材他の急速加熱 Py-GC/MS 分析結果報告書」）で、各可燃性物質の熱分解挙動は確認した）。（図 4-9）

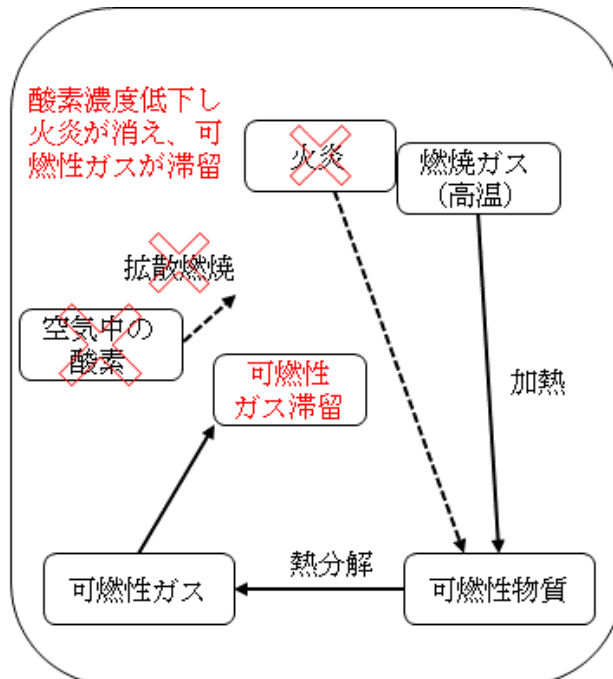


図 4-9 消炎の状況（燃焼サイクルより）

4.5.2.3 可燃性混合ガスの形成

- ・気相爆発は、可燃性混合ガス（予混合ガス）中の火炎伝ばであるため、可燃性ガスは空気（酸素）と混合して可燃性混合ガスを形成する必要がある。
- ・可燃性ガス発生部分の付近は酸素濃度が低いいため、＜新鮮な空気（酸素）流入＞あるいは＜酸素の発生＞がおり、可燃性ガスと混合して可燃性混合ガス（予混合ガス）が形成される必要がある。考えられるフローは以下の通りである。

<新鮮な空気（酸素）流入>

① 防火シャッターの開放（可能性は高い）

- ・前述 3.5.3 に記載の通り、火災直後の1階東側防火シャッターの状況から、爆発的燃焼時には開いていた可能性が高い。加えて、爆発的燃焼の際、防火シャッター前面に立っているポールに、防火シャッターのスラット部または底板部が衝突し、これを乗り越えたと思われる確かな形跡が認められないことから、爆発時には開放されていた可能性ありとした。
- ・これにより、火災室（1階南側工場）への空気の流入経路を開けることとなるため、効果的に新鮮な空気が流入できると考えられる。（図 4-10）

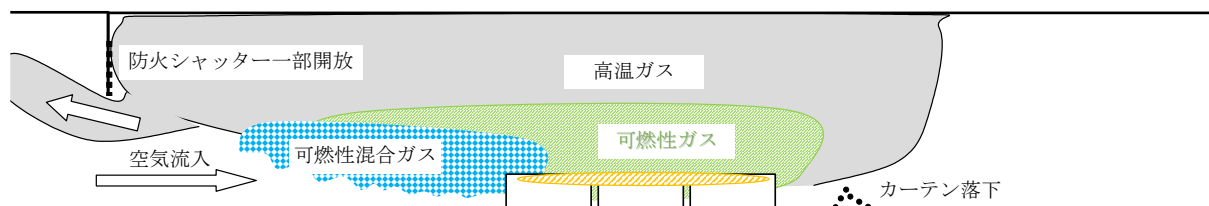


図 4-10 可燃性混合ガス形成に関する検討① <防火シャッターの開放>

② 防火カーテンの脱落による気流発生（可能性は低い）

- ・塩化ビニール製の防火カーテンが焼け落ちて空気が流れが生じ、その流れが可燃性ガス部分にも流れを生じさせ、酸素濃度が低下していない周囲の空気が流入するという想定（図 4-11）。ただし、新鮮な空気の流入は限定的であると考えられる。
- ・塩化ビニール製カーテンは 500℃以下で溶け落ちるため（実験で確認）、この時点までには既に溶け落ちている可能性が高く、このシナリオの発生可能性は低い。

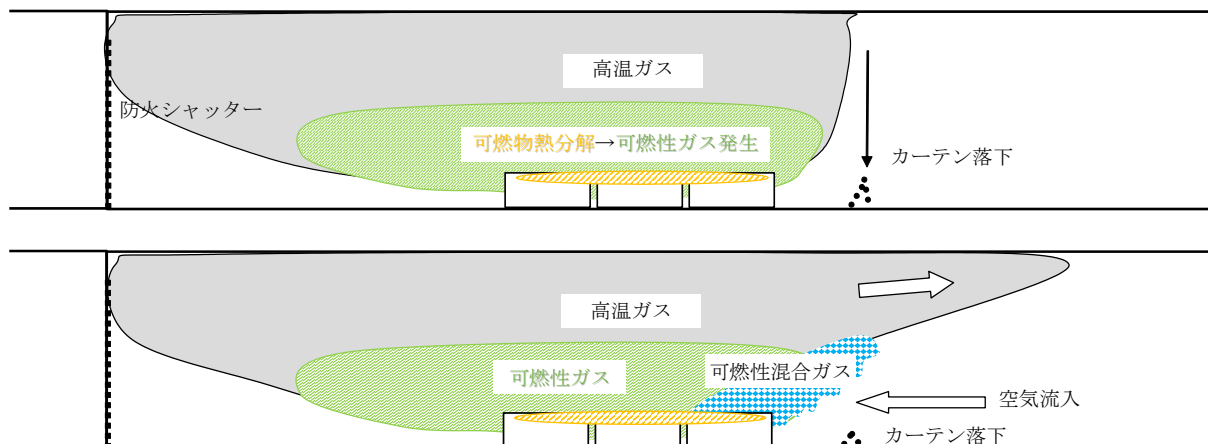


図 4-11 可燃性混合ガス形成に関する検討② <防火カーテンの脱落>

① 階段室扉の開放（可能性は低い）

- ・中央階段室の扉が開放されると上方への空気の流れが生じ、その流れが可燃性ガス部分にも流れを生じさせ、周囲の新鮮な空気が流入するという想定。ただし、火災室（1階南側工場）から上方への空気の放出経路を開けるものであるため、この経路を通して上方から新鮮な空気が流入することは考えられず、②のシナリオと同様に1階南側工場内の酸素濃度の低下していない空気が流入する想定となる。したがって、空気の流入は限定的でありシナリオの発生可能性は低いと考えられる。
- ・3.3.3②において説明がある通り、火災発生直後に2階南側倉庫内に煙が流入していること、および中央階段室の1階南側工場側扉（扉1-7）の煤の付着状況から、火災発生後に同扉が開いた可能性が高い。

<酸素の発生>

SPCの酸化分解

- ・高温雰囲気中でSPCが分解して酸素を発生し、それが可燃性ガスと混合して可燃性混合ガスが形成されるという想定。
- ・SPCが酸素を発生していたのであれば、消炎しなかったはずであり、このシナリオの可能性は非常に低い。

4.5.2.4 可燃性混合ガスに着火

着火源としては、以下が想定される。

<無炎燃焼→有炎燃焼への遷移（発生した炎により着火）>、<電気スパーク>、および<反応による発熱> 考えられるシナリオは以下である。

＜無炎燃焼→有炎燃焼への遷移（発生した炎により着火）＞

①防火シャッター開放の場合

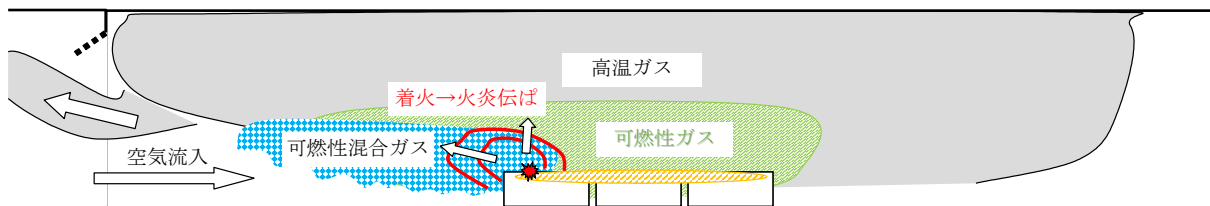


図 4-12 可燃性混合ガス着火の状況＜防火シャッター開放の場合＞

②防炎カーテン脱落の場合

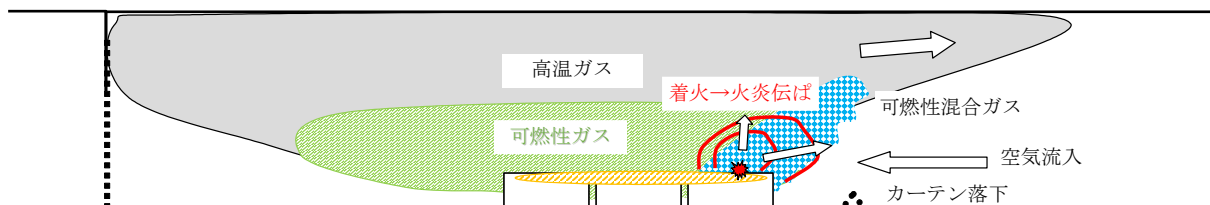


図 4-13 可燃性混合ガス着火の状況＜防炎カーテン脱落の場合＞

上記①あるいは②または中央階段室扉の開放等の状態変化により、新鮮な空気が流入することで、無炎燃焼していた物質（段ボール等）が有炎燃焼に遷移し、発生した炎により可燃性混合ガスに着火が起こる。段ボールは、酸素濃度低下時に無炎燃焼になり、その後の新鮮な空気流入時に有炎燃焼に遷移することが小型模型燃焼実験で確認されている。

＜電気スパーク＞

電気配線の短絡等により電気スパークが発生し、着火する想定。火災拡大後に一旦消炎した時点での電気スパークの発生はそれほど可能性が高くはないと推定した。

＜SPCの発熱＞

SPC および組成物が発熱し、可燃性混合ガスに着火する想定。

この時点で残存している SPC が着火源になるほどの発熱をするとは考えにくい。

4.5.2.5 爆発的燃焼

爆発的燃焼としては、可燃性混合ガスによる気相爆発を推定し、過程について説明する。

(図 4-14)

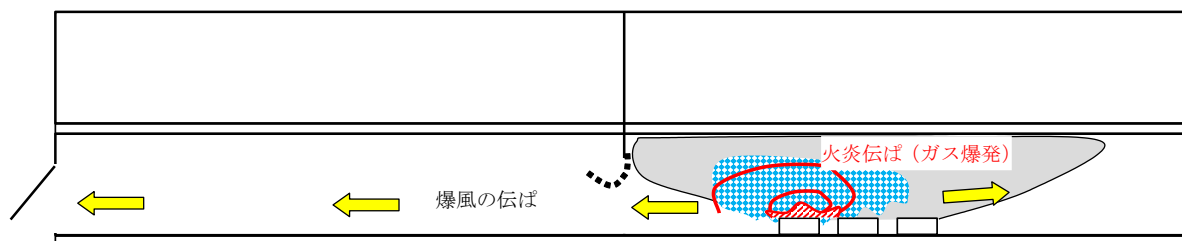


図 4-14 可燃性混合ガスによる気相爆発の状況

- 可燃性混合ガス（予混合ガス）に着火が起こると、予混合火炎が可燃性混合ガス中を高速に伝ばし、気相爆発が発生する。
- 数値シミュレーション（添付資料 9：「気相爆発のシミュレーション」）により、気相爆発で 16MJ のエネルギーが短時間に発生することを仮定すると、爆風によると考えられる主要な損傷を再現することができた。16MJ のエネルギー量は熱分解ガスの燃焼で十分に発生しうる値である。
- パイロライザー（添付資料 8：「PP 材他の急速加熱 Py-GC/MS 分析結果報告書」）により、着火物の熱分解で発生する可燃性ガスは数十種類を確認し、その中で例えば段ボールから発生する最も多く発生する可燃性ガスはプロペンガスで、それは段ボール 1kg 当たり 28g (0.67mol) 発生する。プロペンの燃焼熱 (2060kJ/mol) から十分に 16MJ の発生は可能と考えられる。一方、小型模型燃焼実験での容器内ガス分析（表 4-8）から、一酸化炭素を主要発生ガスと考えた場合でも、その燃焼熱 (283kJ/mol) から本爆発エネルギーを発生することは十分可能であることが確認された。

表 4-6 小型模型燃焼実験における容器内ガス分析結果

	濃度 (vol ppm)		
	I	II	III
一酸化炭素	3,383	3,366	8,802
メタン	141	125	578
エタン	33	44	84
エチレン	139	141	643
アセチレン	43	46	179
プロパン	29	34	40
シクロプロパン	0	0	0
プロピレン	148	153	338
プロパジエン	3	3	6
イソブタン	3	3	2
n-ブタン	19	21	16
1-ブテン	22	19	58
trans-2-ブテン+1,3-ブタジエン+イソブテン	56	56	114
cis-2-ブテン	3	3	3
Σ	4,022	4,014	10,863
CO 比率 (%)	84.1	83.9	81.0

I : 0.27m³の密閉容器内で段ボール176g、パレット片283gを強制燃焼後、無炎燃焼下でサンプリング

II : 0.27m³の密閉容器内で段ボール174g、パレット片233、過炭酸ナトリウム100gを強制燃焼後、無炎燃焼下でサンプリング

III : 0.27m³の密閉容器内で段ボール372g、パレット片540gを強制燃焼後、無炎燃焼下でサンプリング

4.5.3 延焼拡大の検討

4.5.3.1 1階南側工場内の火災の再開

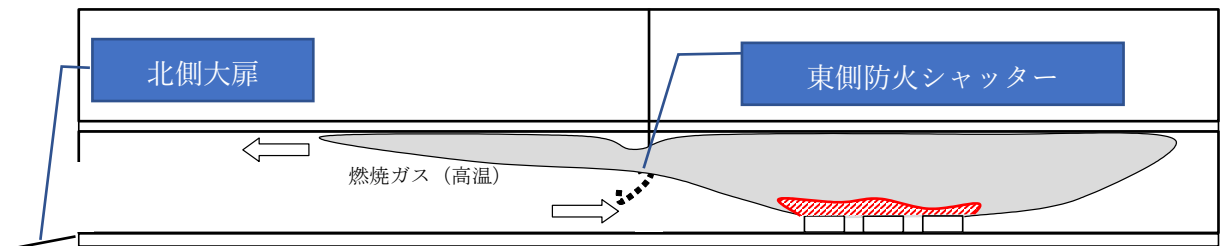


図 4-15 1階南側工場内の火災の再開

爆発的燃焼により、東側防火シャッターと北側倉庫の北側大扉が開放し、外から空気が流入したと考えられる。これにより1階南側工場内の火災が再開し拡大する。(図 4-15)

4.5.3.2 1階南側工場から1階北側倉庫への延焼拡大

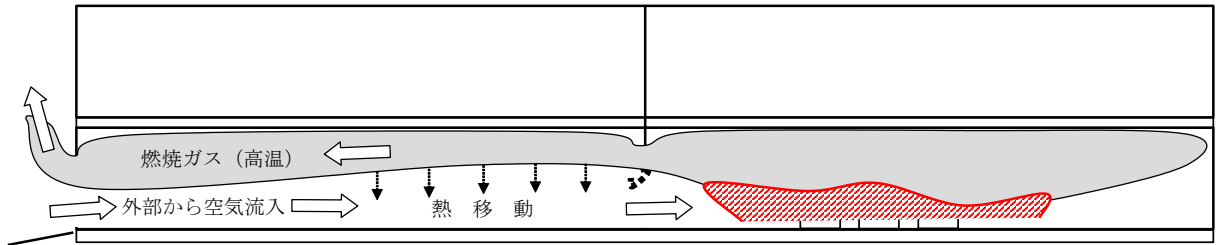


図 4-16 1階北側倉庫への延焼拡大①

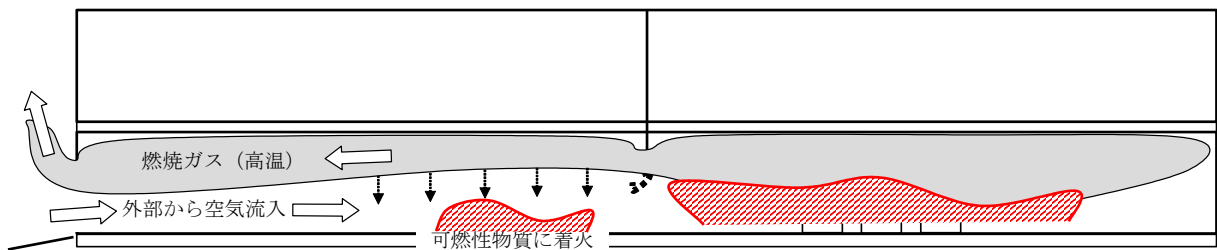


図 4-17 1階北側倉庫への延焼拡大②

1階北側倉庫上部を高温の燃焼ガスが通過し、倉庫内の可燃性物質が加熱され着火する。これにより、1階南側工場から1階北側倉庫への延焼が起こる。(図 4-16、図 4-17)

4.5.3.3 1階北側倉庫から2階北側倉庫に延焼

1階北側倉庫から2階北側倉庫への延焼は、建物内部で起こっている。1階南側工場の天井には、ほぼ隙間が無いが、火災事故後に現場を確認したところ1階北側倉庫の天井には外周の壁内部に隙間を確認した。火災は、1階北側倉庫天井のこの隙間を通して2階北側倉庫に延焼した後、そこから2階南側倉庫に延焼したと考えられる。(図 4-18)

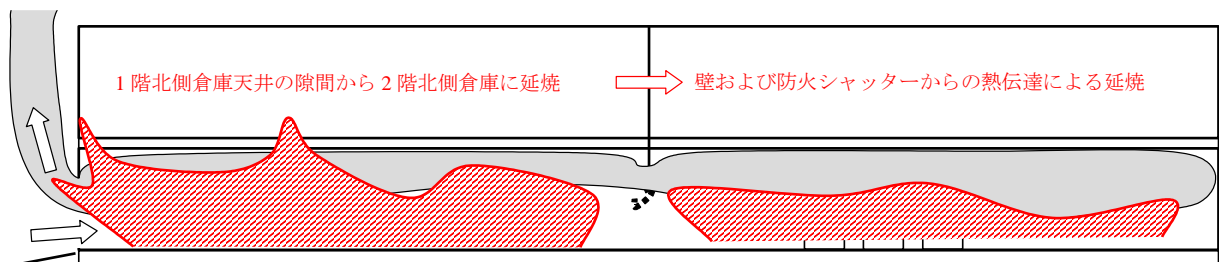


図 4-18 2階倉庫への延焼拡大

4.5.3.4 2階北側倉庫から2階南側倉庫に延焼

2階北側倉庫と2階南側倉庫の間の防火シャッターは閉鎖していたと考えられるが、2階北側倉庫の火炎による壁および防火シャッターへの熱伝達により、2階南側倉庫へ延焼したものと考えられる。

4.6 1階東側防火シャッターの開放に関する検討

防火シャッターが作動し、閉じられた空間で発生した火災であれば、消炎から鎮火に至る場合が多い。しかし、本件火災事故では、防火シャッターが閉じられた後に、爆風と爆発音とともに燃焼が拡大している。これは、前述の「延焼拡大要因の検討」に記載した通り、新鮮な空気（酸素）の供給により爆発的燃焼が発生したものと想定した。また、前述の検討結果として空気（酸素）供給の可能性が高い項目を「4.1.1 1階東側防火シャッターの開放」とした。

そこで、1階東側防火シャッターの開放に関する機序について下記の通り検討した。

4.6.1 防火シャッター専門家へのヒアリング

静岡第2工場で導入していたシャッター「SGH40 W6000×H4000 A1 1.6tスラット」の耐火機能を把握するため、防火シャッターの専門家から得た結果を下記に記載する。

防火シャッターSGH40は電動式であるため、煙感知によりシャッターが降りた後、上げるためには通電していることが前提で、防火シャッター横の開放ボタンを押していればシャッターは上がる仕組みである。開放ボタンを離せば、シャッターの自重で降りる。なお、通電していない場合は開放ボタンを押しても上げることはできない。

火災発生当日午前2時7分の爆風と爆発音が発生するまでは、照明が点灯していたことから、静岡第2工場は通電状態であったことが確認されている。よって、防火シャッターにおいても電動で開放が可能な状態であったと推定する。

4.6.2 東側防火シャッターの事故後の状況

前述の3.5.3にて記載している通り、事故直後の東側防火シャッターの状況については、スラットの座板が防火シャッターの手前にあった衝突防止ポール（高さ1.3Mの鋼鉄製）を乗り越えていたことを確認した（社員の証言に基づく）。また、防火シャッター座板と衝突防止ポールの間隔は10cm程度であり、ポール内側には爆風により発生したと思われる衝突の傷など明確に確認できるものはなかった。よって、事故後のシャッターの状況は、火災当日午前2時7分以前に一部（少なくともポールの上部まで）開放された可能性を示唆するものである。

そこで、東側防火シャッターが閉じた状態から、高さ1.3Mのポールを乗り越えるような現象が起こり得るか、防火シャッター専門家および火災研究者への調査を依頼したが、それを再現する検証結果は得られなかった。

4.6.3 検討結果

上記の検討の結果、1階東側防火シャッターは、何らかの操作により火災当日午前2時7分以前に一部開放されていた可能性が高いと想定した。

4.7 事故発生にかかる間接要因の推定

4.7.1 事故発生にかかる間接要因の検討

本件火災事故に関する火災の発生要因について、発火源としての過炭酸ナトリウム（以下、過炭酸ナトリウムを SPC という）組成物による発火および電気火災の可能性について検討するとともに、着火物や出火場所についても検討した。また、延焼拡大要因について検討し、爆発的燃焼発生について考察した。これらの結果については既に述べた。

ここでは、事故の再発防止に向けてこれらの火災の発生および延焼拡大の直接要因の背景にある間接要因について検討する。

4.7.2 安全管理体制

レックは、新製品企画から製造、販売までにつき短納期開発・低コスト・低価格を武器に展開する成長企業である。経営方針としては、利益最優先ではなく、コストと品質のバランスを考えるとともに、安全面では十分な投資を行い、拠点においては十分な防災体制を取るよう指示が出されていた。

しかしながら、本件火災事故が発生した。直接要因は特定できなかったが、その背景にある間接要因について考察し、今後の再発防止策へと生かしていく必要がある。

発火原因としての可能性を有する①「SPC がいかなる潜在危険性を有しており、どのような条件下で化学反応は起こり発熱に至るのか」、②「電気機材のトラッキングや配線ショートはいかなる状態のとき発生するのか」に関して十分な知識と知見を有していなかったことが挙げられる。

まず、SPC は、昭和 40 年代から酸素系漂白剤の代表格として各社で使用されてきたが、①平成 20 年取扱量が 3 万トンを超えたこと（実態調査で製造・輸入量が年 100 トンを超える化合物が対象）、②自己燃焼性はないものの酸化力が高いということ、③粗悪な外国産 SPC を規制するといった観点から平成 23 年に消防法第一類の酸化性固体に追加された物質である。

このような状況下で SPC 組成物を保管していたレック倉庫において、2018 年 7 月 28 日に火災事故が発生している。当時の火災原因については、直接要因として警察では電気火災、消防では SPC 組成物が挙げられた。本事故調査委員会では単独および製品化のため各種物質が配合された SPC 組成物について過去の事件事例、事故の状況証拠や聞き取り調査、存置物質の各種熱分析試験に基づく熱的挙動を調べた結果、SPC は水分存在下で発熱反応を起こすことが確認された。これは新知見として今後に生かす必要がある。

過炭酸ナトリウムの管理面から、①購買先による物性差②輸送・保管時の雨水等の偶発的な混入等の複合要因が挙げられる。しかし、どの場所に在った SPC 組成物から発火したかは、特定ができていない。

したがって、SPC およびその組成物を取扱う各工程に存在する危険要因について潜在危険性を把握し、安全対策をとる必要がある。

次に電気火災については、電気機材・電源設備および機械装置を2019年に最新の設備に刷新しており、経年劣化による火災発生の可能性は低いと思われる。一方、常時通電状態であったことから発火原因となった可能性がある。

これらの原因に加えて種々の要因が複合的に作用した結果が火災発生の原因となった可能性もあろう。そこで、安全管理体制面からの間接要因としては、推定される直接要因の背景にある安全管理面が十分でなかった点について検討すべきであろう。

一方、発災事業所が所属する静岡事業所でも他事業所同様、防災教育訓練を毎年6月と12月の年2回実施し、避難訓練等を実施するとともに安全衛生委員会も産業医出席の下で実施してきたが、今回を契機に大幅な見直しを図っていく必要がある。

4.7.3 リスクアセスメント

レックは組織上、物性や安全性の検証という点において専門組織を持たず、開発・製造・品質保証・物流と各セクションはそれぞれの分野で安全を心掛けていた。

まず生産面については、ハード面では前述したように設備の改善はしたものの、運用などソフト面では十分とはいえなかった。具体的には(1)電力管理(ON/OFF)の基準(2)たこ足配線等の機材管理の基準(3)可燃性資材である折コンの取り扱い基準(4)原材料および製品の取扱いに関する防火管理上の遵守事項のチェック基準については整備していなかった。

次に品質面では受入検査について、SPCおよびその組成物の性能に関わるpHや外観検査のみ行っていたが、商品の安全性に関する考え方は「消防法危険物に該当しないため、危険性が無いものをただ袋詰めするだけ」との認識から積極的に安全性を確認する検査を実施していなかった。消防法危険物に該当するか否かにかかわらず取扱物質の危険性を的確に把握し安全な取扱をすることは重要であり、SPCおよびその組成物の定期的な検査も実施すべきであり、商品個々に対しても消防法危険物判定試験等を実施して危険性の把握をすべきであった。

電力管理面については工場内の電力はほとんどが通電状態であり、分電盤内の漏電やトラッキング、電気機材におけるショートやトラッキングの危険性を回避できる状態ではなかった。また、分電盤のサービスコンセントから機械装置に対して延長コードまたはドラムコードによる電力分配があり、これらはコンセントとソケット部に隙間が生じる可能性が高いためトラッキングやショートの原因にもなる。しかしながら、延長コード等の取り扱い基準を厳格に規定していなかった。

開発面については、SPCに関する情報収集が十分ではなかった。具体的には、消防法危険物に該当しないものは危険性が無いという誤った認識から購入先からの非危険物データベース登録書と安全データシート(SDS: Safety data sheet)の情報のみに依存し、自らがその潜在危険性に関する知識や知見を深めていく姿勢が足りなかった。加えて、SPCの潜在危険性や各種成分配合に伴う潜在危険性の変化の知識や知見並びに水分混入等のリスクを想

定したアセスメント能力が不足していた。前述した2年前の発災を受けた際も、自社で試験を行い、改良処方を決めたものの十分な検討がなされず生産再開を行ってしまった。

法令面では、SPC およびその組成物が消防法上の危険物第一類に該当するため、企業は運送や保管などの取扱いに対し管理責任がある。レックは、このことを理解し開発段階から実験検証を進める中で、効果や品質、安全性を検討するとともに、流通や保管の取扱いに消防法上の問題はないか検討すべきである。

5 再発防止対策に向けた提言

前述の通り、レックは新製品企画から製造、販売までを短期間・低コスト・低価格化を武器に展開している成長企業であるが、技術・品質面で、十分な対応がなされていなかった。今回の事故を契機に企業として安全について根本から見直しを図る必要がある。

事故調査委員会として、事故調査、直接・間接要因の検討などの結果を踏まえて、下記の通り再発防止対策を提言する。本件火災事故の火災発生要因は特定できなかったが、考えられる全ての要因に対する対策として記載した。

5.1 安全管理体制の整備

レックは今後の安全管理体制の基本方針を「最高水準の安全・安心を目標に」として、組織と運用(含リスクアセスメント)について、下記のような施策を策定し、工場の各地区消防機関と円滑なコミュニケーションを取りながら着実に実施していく。

第一に、取締役会直下に「開発倫理委員会」設置し、商品の安全・安心という観点から材料の採用や取扱い基準に関する査閲を行うこととする。第二に会長・社長直下にグループ全体の安全衛生の観点から「安全衛生委員会」を再編成し、各拠点の防災体制や防災システムおよび防災訓練等を管理する組織を強化する。第三に、薬事・品質保証本部傘下においては、取り扱う物質とその製造工程や保管方法の安全な取扱いを推進する組織を設置する。

(1) 化学品安全部の新設（配下に安全試験センターを設置）

- ① 化学品安全部：薬事・品質保証本部直下で新原料の使用や既存原料の含量や製法の変更に関し、リスクアセスメントに基づき安全な取扱指導をする組織を新設
- ② 安全試験センター：消防法危険物一、四、五類の確認試験と社内に消防法の危険物 判定用試験設備を新設（一類：燃焼試験、落球式打撃感度試験、四類：各種引火点測定器、五類：熱分析試験機、圧力容器試験機、他付帯設備と恒温槽 2 基、ドラフト 1 基を購入し運用）

反応性化学物質の使用可否判定試験は密封 DSC の発熱ピークから保管・製造時の運用規定を制定し、管理指導を徹底していく。

(2) 発火・爆発性、有害性、環境汚染性の観点を中心に以下 3 点を分類し、各々リスクアセスメントを実施していく。

①原材料（単一化合物）のリスクアセスメント

新原材料の採用時、およびその原材料の合成法や製法が変更になった場合の適切な情報収集と場合によっては試験によりリスクアセスメントを行う。

②組成物（混合物）のリスクアセスメント

SDS や仕入れ業者からの情報を基に配合禁忌物質の有無を中心に調査し、場合によっては試験によりリスクアセスメントを行う。

③工程・設備のリスクアセスメント

新たな工程・設備、変更された工程・設備について、リスクアセスメントに関する専用の仕様書を作成し、適時適切な改変を行い、内容不備発覚時または追加や変更が不適切な場合、担当部署へ注意喚起するなどの助言を与える。このリスクアセスメントは品質保証部との連携で実施していく。

(3) 工場・倉庫内部の電気設備・電気機材の設置管理について基準を明確にする。

①構内電気管理基準を策定し、徹底・管理を行う。

②日々の管理と定期点検を行い安全な状態を維持する。

(4) 工場・倉庫についてさらなる消防法遵守、防災対策の徹底を図る。

①外部アドバイザーを採用し、これまでの遵法の在り方や防災対策を抜本的に見直す。

②レックとして全社共通の防災基準・マニュアルを策定し、これを周知徹底する。

③工場・倉庫の個別事情がある場合は独自マニュアルを追加し、徹底する。

④定期的な消防署からの立入検査に加え社内パトロールを励行する。

⑤防災に関する掲示物や機材の購入について積極的に実施する。

5.1.1 源流管理の徹底

源流管理として、以下のような改善を図る。

- ・企画・開発時点での安全性検証および危険認知の徹底。
- ・安全な材料の選定、安全な加工方法、安全な運搬・保管方法等。
 - (1) 消費者視点での安全性確保（使用・保管・運搬）
 - (2) 小売店（問屋）での運搬・保管における安全性確保
 - (3) レック工場・倉庫内での取扱いに関する安全性確保
特に工場内ブレンドにおける化学反応等の安全性確保
 - (4) 消防法確認試験における非危険物判定の確実な組成の開発

5.1.2 調達先選定の適正化と安全管理の徹底

レック取扱いの購買材料が指定通りの安全基準に準拠しているかを管理。

- (1) 選定基準の明確化（安全管理の体制、これまでの実績等）
- (2) 適正な選定と管理基準の提示
- (3) 定期監査（帳票監査・立会監査等）

- (4) 材料梱包基準および材料運送基準（トラック、コンテナ）の設定と管理の徹底
- (5) 材料保管基準の設定と管理の徹底

5.1.3 材料受入検査の徹底

検査項目を従来の性能から安全性確保項目を重点的に行う。

- (1) 簡易組成検査（安全性の確認）
- (2) 定期的な危険物判定確認試験の実施（消防法基準）

5.1.4 工程検査の実施

工程内において製造仕様書にない工法や取扱いを行っていないかを検査する。

- (1) 日常的な工場長による工程および資材・原材料・半製品・製品保管箇所のパトロールを行う。
- (2) 新製品やリニューアル品については初期流動化の際に本社製造および品質保証本部が立ち会う。

5.1.5 出荷検査の徹底

検査項目を従来の「性能面の検査」に加えて「安全性確保項目」を追加し重点的に行う。

- (1) 簡易組成検査（安全性の確認）。
- (2) 定期的な消防法危険物確認試験の実施（消防法基準）。

5.2 安全設備の充実

安全な製造所に向けて、以下の改善を実施していく。

- (1) SPC 組成物を扱う工場内にスプリンクラーを新設する。
- (2) 工場内構造物は1時間耐火構造を基本とする（現行仕様踏襲）。
- (3) 工場内温湿度計（温湿度ロガー）を設置し、特に夏場の高温多湿下、無人となる休日でも、工場内温度 30℃、相対湿度 75%を上限値として、エアコン稼働台数を設定する。猛暑、長雨等により上限値を上回る可能性がある場合、原料仕掛品を一時的に事務所などに退避させるなど臨機応変な施策を工場管理基準で制定し、運用していく。
- (4) 電気火災の発火原因となる常時通電を回避するスイッチを設置する。

5.3 安全活動の推進

- (1) 日本化学工業会への入会

社団法人日本化学工業会へ入会して、各種安全活動について情報収集し、当社の安全活動に生かし、『安全第一で無事故の運営（案）』のスローガンを実現するレック独自の方法を見つけ、利益は出すが事故は起こさない会社へ躍進していく。

(2) 工場管理基準策定と推進

国内 4 工場における統一フォーマットの工場管理基準を制定し、適切な運用推進に励む。ガバナンス重視で、工場管理の作業を細分化・明文化し、チェックリストにて運用していく。安全な作業、防災を心がけた運用、特に材料や備品の取扱いにも十分な注意を払うことを義務付ける。加えて電気の取扱いについても①日々の電力の管理②電気機材の接続部分のチェック③機器の更新等、その実行をマニュアル化し、指示徹底を行うとともにトレーサビリティのためチェックリストによる証跡を残していく。

(3) 安全衛生委員会の充実

毎月実施している安全衛生委員会の更なる充実を図っていく。具体的には本事故について各工場で顧み議論を重ね、各自が所属する工場で扱う原料や仕掛品、包装資材での出火可能性、電気に関する管理状態の報告ならびに発生防止対策を協議する。事故発生の可能性を検討し、事故は起こさないという意識を強くコミットメントできるような仕掛けを創り、安全意識の醸成に心掛けていく。

5.4 安全教育の強化

今後のレックが考える安全教育は以下の通りとする。

(1) 工場で使用する安全（品質）用語の通常使用化

レックの工場では通常使用しない、しかし先端企業の工場が使用している安全（品質）用語を各工場長は朝礼歓呼時に繰り返し使用することにより、業務コミュニケーションレベル、現場力の向上を目的とする活動とする。例えば、工場用語（5 S 活動や 4 M / 5 E 分析、SDS、ヒヤリ・ハット運動）、消防法危険物、可燃性物質、危険物、電気用関連用語（キュービクル、ブレーカー、ショート、トラッキング、漏電）などを各工場長が選定する。

(2) 工場別安全に関する教育

マネージャークラスを中心に化学品の安全に関する啓発図書を配布し、感想文を毎年義務付け、これを課題図書として出来栄を人事考課に反映させていく。これにより新たな安全への意識付けシステムを構築していく。

(3) 工場別化学安全セミナー開催

前記(2)を経験したマネジャー本人が部署または工場内従業員へ向けスピーカーとなり、工場内での OJT（若しくは OFF-JT）にて化学安全セミナーを開催する。毎年実施する課題図書感想文の優秀成績者がスピーカーになるため、本セミナーの継続性が期待される。

5.5 安全文化の醸成

今後、物質に関する安全情報については専門部門を設置することで積極的かつより正確な情報を取得できるようにする。加えてスピード重視で業務遂行されてきた側面も否定できず、この点は反省せざるを得ない。本事故を契機に企業文化に安全という視点を加えるチャンスと捉え、様々な行動を起こしていく。

まずは、レック安全宣言を行う。毎年7月5日を『レック安全の日』に定め、各種イベント（殉職者への黙とう、社員によるヒヤリ・ハット提案や改善提案に関する表彰式等）を通じて本事故を振り返る。次にレック安全スローガン『安全第一で無事故の運営（案）』を設定する。

なお、レックは「火災事故現場に慰霊碑を建造し、ご遺族はもとより社員他が鎮魂の祈りを捧げる場所を提供するとともに社員にとって安全最優先が動機となる『レック安全の日』に各種イベントを実施し啓発に繋げる」としている。

最後に安全文化の継承を意図し、化学安全セミナーで運用された課題図書感想文優秀成績者などを主に安全に関するプロフェッショナル人材として社内育成し、彼らをキーパーソンとしたボトムアップと合わせて経営陣からのトップダウンをクロスファンクショナルに絡ませ、レック独自の安全文化を醸成していった欲しい。

添付資料リスト

- ・添付資料 1：「警備会社報告書(令和 2 年 7 月 6 日)」、
(2 ページ) 総合警備保障(株)
- ・添付資料 2：「警備会社回答(令和 2 年 10 月 12 日付のレック質問事項に対する回答)」、
(4 ページ) 総合警備保障(株)
- ・添付資料 3：「工場火災に関する現地調査報告書」、報告書番号：20S-085-1、
(27 ページ) パナソニック(株)プロダクト解析センター電気ソリューション部
- ・添付資料 4：「工場火災に関する現地調査報告書 追加調査」、報告書番号：20S-085-2
(57 ページ) パナソニック(株)プロダクト解析センター電気ソリューション部
- ・添付資料 5：「レック(株)吉田工場火災における取扱物質の熱的危険性評価」、
(35 ページ) レック(株)
- ・添付資料 6：「工場火災発生時の湿度解析」、報告書番号：20S-085-3、
(10 ページ) パナソニック(株)プロダクト解析センター電気ソリューション部
- ・添付資料 7：「小型模型燃焼実験の概要」
(7 ページ) (試験機関 日本カーリット(株)、レック(株)
- ・添付資料 8：「PP 材他の急速加熱 Py-GC/MS 分析結果報告書」、報告番号 RBE20409、
(23 ページ) (株)クリアライズ
- ・添付資料 9：「気相爆発のシミュレーション」
(15 ページ) (委託先 (株)爆発研究所)、レック(株)

計 180 ページ

おわりに

レック株式会社の火災事故は2020年7月5日1時15分頃、静岡第2工場の工場敷地内で発生し、1階工場、隣接した1階倉庫および2階倉庫が延焼した。この火災事故により、消防職員、警察職員、近隣住民が被災（死者4名、中等傷者1名、軽傷者3名）する重大な人的被害が発生した。

事故の原因を明らかにし、事故の再発防止を行うため、危険物、燃焼・火災・爆発分野、安全工学の分野および消防分野の専門家が参加し、レック株式会社関係者とともに、事故調査委員会を設置し、事故調査を行った。

事故の原因究明においては、火災の発生および火災拡大の状況に関する関係者からの情報が得られず困難を極めた。そこで、事故調査委員会としては自らが得た情報を基にして事故原因の調査を行った。その結果、火災発生についての原因特定は困難なため可能性のある原因を推定せざるを得なかった。

しかしながら、事故調査の主要な目的が事故の再発防止にあることを考え、主要な火災発生要因および火災拡大要因について火災発生防止の観点から再発防止対策を検討し、提言した。その意味ではこれらの提言はこのような悲惨な事故を二度と起こさないためには有効になるものと確信している。

レック株式会社は多大な被害が発生したこの火災事故を真摯に受け止め、二度とこのような悲惨な事故が発生させないためにも、また、社会から信頼される企業として再生するためにも、経営層はじめ社員一人ひとりが安全について基本に立ち返って考え、安全管理体制を強化し、実効性ある安全活動を展開し、安全教育に努めるとともに、安全文化の醸成に努めて欲しい。そして7月5日を「レック安全の日」とし、レック株式会社の安全スローガン「安全第一で無事故の運営」の下に、種々のイベントを通じて安全の尊さを再確認されたい。

最後に、本件事故調査を進めるにあたり、貴重なご意見をいただいた事故調査委員会の方々、精力的な調査を実施していただいた関係者の方々、過炭酸ナトリウム組成物の熱反応挙動および燃焼実験、可燃性資材の小型模型燃焼実験にご協力いただいた日本カーリット株式会社、爆発シミュレーションについてご協力いただいた株式会社爆発研究所、可燃性資材等の高速熱分解挙動分析にご協力いただいた株式会社クリアライズ、電気系統の発火・発熱調査を行っていただいたパナソニック株式会社をはじめご協力いただいた多くの方々に心から感謝申し上げます。

2021年3月

レック株式会社静岡第2工場事故調査委員会

委員長 田村昌三

2021年3月31日

作成