

(案)

令和 7 年度 環境に配慮した消火設備の設置基準に関する検討結果報告書

～駐車場に設ける水系消火設備の基準化の検討～

令和 8 年〇月

消防用設備等の設置・維持のあり方に関する検討部会

目次

1 検討の概要	4
1.1 検討の趣旨	4
1.2 検討体制	5
1.3 検討の進め方	5
2 駐車場の水系消火設備に関する現状	7
3 駐車場に設ける水系消火設備に求められる性能の整理	9
4 海外におけるスプリンクラー設備の基準等の調査	10
4.1 海外の駐車場に設けるスプリンクラー設備の基準の概要	10
4.2 海外の駐車場における火災事例	11
4.2.1 スプリンクラー設備が設置されている駐車場の火災事例	11
4.2.2 スプリンクラー設備が設置されていない駐車場の火災事例	12
4.3 EV 等の燃焼性状の文献	12
5 消火実験による有効性の確認	15
5.1 実車を用いた消火実験	15
5.2 簡易模型を用いた消火実験	19
5.3 実験結果のまとめと考察	22
6 まとめ	24
6.1 駐車場に設ける水系消火設備の基準化に関する基本的考え方	24
6.2 駐車場火災への対応に係る留意事項等	25
7 継続的に検討していくことが必要な課題	27

<資料編>

- 資料 1 消防法施行令・消防法施行規則（抜粋）
- 資料 2 海外の駐車場における火災事例について
- 資料 3 自動車の燃焼性状に関する文献について
- 資料 4 実車を用いた消火実験について
- 資料 5 簡易模型を用いた消火実験について
- 資料 6 駐車場における燃料漏洩火災の取扱いについて
- 資料 7 駐車場に設ける排煙設備等について

1 検討の概要

1.1 検討の趣旨

駐車場に設置されている泡消火設備には、有機フッ素化合物のうち PFAS¹を含有する水成膜泡消火薬剤が主に用いられてきたところであるが、PFAS の一種である PFOS²（その塩を含む。）、PFOA³（その異性体、これらの塩及びPFOA 関連物質を含む。）及びPFHxS⁴（その異性体、これらの塩を含む。）は、難分解性、生物蓄積性、長距離移動性を有することから、国内外において環境規制の対象となっている。さらに、PFAS のうち規制対象物質となるものの範囲は、順次拡大されている。

このような状況を踏まえ、令和 6 年度の「環境に配慮した消火設備の設置基準に関する検討結果報告書」（以下「R6 年度報告書」という。）においては、駐車場の泡消火設備について、必要な性能を確保しつつ、PFAS を含有しない他の種別の泡消火薬剤への切替えに係る負担が小さくなるよう、技術的な要件の整理を行ったところである。

また、R6 年度報告書においては、さらなる検討課題として、駐車場に設ける水系消火設備の基準化が挙げられている。その背景として、国内においては、建物内の自走式駐車場は主に泡消火設備が設置されているが、海外の駐車場ではスプリンクラー設備が一般的である。消防法令の現行基準においても、駐車場に設置することができる水系消火設備として水噴霧消火設備が定められているが、大規模な燃料漏洩火災にも対応することができるよう放水量や放水圧力が大きく、排水に係る構造・設備に関する要件も厳しいこと等から、設置例は極めて少ない現状にある。このため、駐車場において水噴霧消火設備に代えて設置することができる特殊消防用設備等として、「閉鎖型水噴霧設備」⁵が近年見られるようになっている。

これらのことから、「予防行政のあり方に関する検討会」の下に「消防用設備等の設置・維持のあり方に関する検討部会」（以下「検討部会」という。）を開催し、駐車場に設ける水系消火設備の基準化について検討を行った。

¹ ペルフルオロアルキル化合物及びポリフルオロアルキル化合物の総称

² ペルフルオロオクタンスルホン酸

³ ペルフルオロオクタン酸

⁴ ペルフルオロヘキサンスルホン酸

⁵ 水噴霧消火設備に比べ、放水量が少なく、排水に係る構造・設備が合理化されている。設置に当たり、消防法（昭和 23 年法律第 186 号）第 17 条第 3 項に基づき、個別の駐車場ごとに総務大臣の認定を受けることが必要（令和 8 年 1 月時点で設置実績は 9 件）。

1.2 検討体制

本検討部会の委員等は、次のとおりである。

(敬称略 五十音順)

<委員> (◎：座長)

上矢 恭子	公立諏訪東京理科大学工学部機械電気工学科准教授
◎小林 恭一	危険物保安技術協会技術顧問（元東京理科大学教授）
志賀 明	日本消防検定協会消火・消防設備部消火設備課長
中村 祐二	国立大学法人豊橋技術科学大学大学院工学研究科機械工学系教授
松崎 徳之	一般財団法人日本消防設備安全センター技術部技術第一課上席調査役 兼 技術第二課上席調査役
松山 賢	東京理科大学創域理工学研究科国際火災科学専攻教授
森田 良浩	福岡市消防局予防部指導課長
森山 修治	日本大学非常勤講師（元日本大学教授）
矢島 一	千葉市消防局予防部指導課長
山橋 大輔	東京消防庁予防部副参事（予防技術担当）
吉岡 英樹	東京大学大学院工学系研究科建築学専攻准教授
吉村 敏裕	大阪市消防局予防部規制課消防設備指導担当課長

<オブザーバー>

一般財団法人日本自動車研究所
一般社団法人日本自走式駐車場工業会
一般社団法人日本消火装置工業会
公益社団法人立体駐車場工業会
消防庁消防大学校消防研究センター

1.3 検討の進め方

令和7年度における検討の進め方として、まずはじめに、昨年度に駐車場用の泡消火設

備に求められる性能について整理した内容を基に、駐車場に設ける水系消火設備に求められる性能を整理した。

また、駐車場にスプリンクラー設備が設置されている米国、英国及び韓国を対象として、駐車場に設けるスプリンクラー設備の設置基準（散水密度等）を調査するとともに、これらの国等の駐車場における火災事例等を調査した。

さらに、水系消火設備が駐車場における火災に対し、所期の性能を確保することができるか確認するため、実車等を用いた消火実験を行った。

これらの調査や実験の結果を基に、駐車場に設ける水系消火設備の基準化に向けて検討を行った。

令和7年度検討部会の開催実績は次のとおりである。

表 1.3.1 令和7年度検討部会の開催実績

開催実績	主な議題
第1回令和7年7月22日	・海外調査について ・検討の進め方について
第2回令和7年12月4日	・実車を用いた実験結果について ・今後の方向性（案）について
第3回令和8年2月4日	・追加調査結果について ・報告書（案）について

また、令和6年度までの内容も含め、主な検討経過は表 1.3.2 のとおりである。

表 1.3.2 これまでの主な検討経過

年度	主な検討経過
令和元年度	・火災統計データや火災事例調査、文献調査から火災リスクや火災シナリオを整理。 ・泡消火設備に求められる消火性能を検討。
令和2年度	・FDS によるシミュレーションを活用して自動車火災の簡易模型を製作。 ・製作した簡易模型と実車の燃焼比較実験を実施。
令和3年度	・簡易模型を用いて、既存の泡消火設備の消火性能を確認するための実験を実施。
令和4年度	・実車を用いて、既存の泡消火設備の消火性能を確認するための実験を実施。
令和5年度	・近年の国内における自動車火災の現況や海外の大規模駐車場火災の事例により近年の自動車火災リスクを検討。
令和6年度	・PFAS を含有しない泡消火薬剤により、簡易模型及び実車を用いた消火実験を実施。 ・PFAS を含有しない泡消火薬剤への切替えに係る負担が小さくなるよう技術的な要件を整理。
令和7年度	・駐車場に設ける水系消火設備についての海外基準等の調査を行うとともに、実車及び簡易模型を用いて消火実験を実施。 ・駐車場に設ける水系消火設備の技術的な要件を検討。

2 駐車場の水系消火設備に関する現状

駐車場の用に供される部分については、一般火災の特性と自動車の燃料火災の特性の両方を有しており、出火危険及び延焼危険性が高く、かつ、消火困難性を有する⁶と考えられることから、消防法施行令（昭和36年政令第37号）第13条の規定に基づき、表2.1のとおり、一定規模以上の駐車場においては、水噴霧消火設備、泡消火設備、不活性ガス消火設備、ハロゲン化物消火設備又は粉末消火設備のいずれかの消火設備の設置が義務付けられている。また、これらの消火設備には固定式（自動式又は手動式）と移動式（手動式）があり、煙の著しい滞留のおそれのある場所には固定式が、それ以外の場所には固定式又は移動式の消火設備の設置が必要とされている（詳細は資料1参照）。

表 2.1 駐車場の用に供される部分に設ける消火設備

設置義務対象		設置できる消火設備
用途	要件	
駐車場	<ul style="list-style-type: none"> ・駐車場部分の床面積が、地階又は二階以上は200㎡以上、一階は500㎡以上、屋上は300㎡以上 ・機械式駐車場で車両の収容台数が十以上のもの 	水噴霧消火設備、泡消火設備、不活性ガス消火設備、ハロゲン化物消火設備又は粉末消火設備

当該規定を踏まえ、国内の駐車場においては、その形態に応じ、開放性の高い駐車場（例：自走式立体駐車場）にあっては移動式の粉末消火設備、開放性の低い自走式駐車場（例：地下駐車場）にあっては泡消火設備、機械式駐車場（例：タワー型駐車場）にあっては不活性ガス消火設備又はハロゲン化物消火設備が設置されていることが一般的である。

一方、駐車場に設ける水系消火設備として水噴霧消火設備⁷を選択することも可能であるが、自動車燃料の漏洩火災にも対応することができるよう放水量や放水圧力が大きく、排水に係る構造・設備の要件（床面勾配や区画境界堤など）も厳しいこと等から、設置例は極めて少ない現状にある。このため、駐車場において水噴霧消火設備に代えて設置することができる特殊消防用設備等として、閉鎖型水噴霧設備⁸を設置する事例が近年見られるようになってきている。なお、海外では駐車場においてスプリンクラー設備の設置が認められているが、消防法令の現行基準では認められていない。

⁶ 消防法施行令解説（消防基本法制研究会編著）

⁷ 水噴霧消火設備は、噴霧ヘッドから水を噴霧状に均一に放射して燃焼面積を覆うことにより火災を効果的に消火するものである。これは主として噴霧ヘッドから放射される水の水滴が非常に小さく分散が均一であるので、蒸発しやすく燃焼物から熱を奪う効果が高いこと、かつ、発生する水蒸気の体積が水の約千七百倍にもなり、そのため、大気中の酸素を遮断することによる窒息作用があること、水に不溶の液体に対しては、油面に飛びこんで表面に不燃性のエマルジョンを形成する作用があることによるものとされている。（消防法施行令解説（消防基本法制研究会編著））

⁸ 水噴霧消火設備に比べ放水量が少なく、排水に係る構造・設備が合理化されている。設置に当たり、消防法第17条第3項に基づき、個別の駐車場ごとに総務大臣の認定を受けることが必要（令和8年1月時点で設置実績は9件）。

水噴霧消火設備、閉鎖型水噴霧設備及びスプリンクラー設備の主な特徴は、表 2.2 のとおりである。いずれも水を放水するものであるが、主な違いとしては、放水量がスプリンクラー設備<閉鎖型水噴霧設備<水噴霧消火設備の順に大きくなっている。また、スプリンクラー設備には求められていないが、水噴霧消火設備には放水時に燃料漏洩火災の拡大を防止するための 2/100 の床面勾配、高さ 10 cm の区画境界堤、油分離装置付きの消火ピットなどの排水設備が求められ、閉鎖型水噴霧設備には 1/100 の床面勾配、排水設備（区画境界堤は不要）が求められている。

表 2.2 水系消火設備の主な特徴

	水噴霧消火設備	閉鎖型水噴霧設備	スプリンクラー設備
法令基準	ルートA（仕様規定）：消防法施行令第2章第3節に技術基準を規定	ルートC（大臣認定）：消防法第17条第3項に規定 申請者は性能評価を受け、総務大臣が消防用設備等と同等以上と認める場合は、特殊消防用設備等として認定	※駐車場用に設置するスプリンクラー設備の基準はないため、一般建物用のルートA（仕様規定）を記載
感知から放射までの仕組み	○感知は火災感知用ヘッド又は自動火災報知設備の感知器にて行い、放射は水噴霧ヘッドから行う。 ○水の放射は、放射区域を単位として行われる。すなわち、当該区域をカバーする複数の水噴霧ヘッドから一斉に水が放射される。	○感知と放射を1つのヘッドで行う。 ○火源に近いヘッドが個々に作動して水が放射される。	○感知と放水を1つのヘッドで行う。 ○火源に近いヘッドが個々に作動して水が放水される。
作動時間	20分間	20分間	20分間
設置可能な駐車場の条件	なし （一般的な駐車場）	天井高さ10m以下	なし （天井の高さに応じてヘッドが変更）
散水密度	・放射量が20L/min・㎡	・水噴霧消火設備に代えて設置。 ・放射量が10L/min・㎡であり、水噴霧消火設備の半分の水量である。	・放水量が7.5L/min・㎡（有効散水半径2.3m）。
排水設備等	・燃料漏洩火災が拡散し延焼拡大するのを防ぐため、排水設備が必要となる。 ・車路の中央又は両側に排水溝を設ける。 ・排水溝に向かって2/100以上の勾配をつける。 ・高さ10cmの区画境界堤を設ける。 ・油分離装置付きの消火ピットを設ける。	・排水溝に向かって1/100以上の勾配をつける。 ・油分離装置を有していること。	・排水設備の基準なし。
備考	・設置実績が極めて少ない。	・平成25年に1件目の大臣認定を取得し、現在までの認定実績は9件。 ・消火性能を確認する火災モデルとして、散水障害を考慮し、自動車模型の中に設置した1.4㎡のオイルパン（N-ヘプタン28L）を使用。 ※火災モデルの発熱速度は4 MW程度 ・消火性能の判断基準は以下のとおり。 ○隣接する車両模型の表面温度が300℃を超えないこと。 ○隣接する車両火災模型に取り付けたドアミラーに延焼や著しい損傷がないこと。	・現行法令上、駐車場に設ける特殊消火設備の代替設置は認められていない。

3 駐車場に設ける水系消火設備に求められる性能の整理

R6 年度報告書においては、車両火災の特性上（車室内や車両下部の散水障害が大きい等）、ヘッドの位置が固定された泡消火設備の作動のみでは鎮火することは困難であると考えられること、また、実際の火災事例では、泡消火設備により火勢を抑制しつつ、散水障害となっている箇所を消防隊等の人手により消火していることを踏まえ、駐車場に設ける泡消火設備に求められる性能としては、消防隊が到着するまでの間（近年の建物火災における消防隊の放水開始時間を踏まえ、泡消火設備の作動後おおむね 20 分間）、火勢を抑制し、隣接車両への延焼を抑制できる（隣接車両のドアミラーや車体側面に着火しない）ことと整理したところである。

水系消火設備についても、車両の外装等による散水障害のため、当該設備の作動のみでは鎮火することは困難であると考えられ、実火災においては、当該設備により火勢を抑制しつつ、散水障害となっている箇所を消防隊等の人手により消火することが想定される。また、海外の駐車場における火災事例（4.2 参照）においては、スプリンクラー設備により火勢を抑制し、隣接車両への延焼が抑制されている。

これらのことを踏まえると、駐車場に設ける水系消火設備についても、当該設備に求められる性能としては、泡消火設備と同様に、消防隊が到着するまでの間（消火設備作動後、おおむね 20 分間）、火勢を抑制し、隣接車両への延焼を抑制できることとすることが適当である。

4 海外におけるスプリンクラー設備の基準等の調査

4.1 海外の駐車場に設けるスプリンクラー設備の基準の概要

海外の駐車場におけるスプリンクラー設備の設置基準の概要は、表 4.1.1 のとおりである。

米国においては、多くの州で NFPA⁹が策定する規格を基に設置基準が定められている。駐車場に設けるスプリンクラー設備関連の規格としては、自動スプリンクラー設備の設計・設置に関する標準規格である「NFPA13」や、駐車場に係る防火規格である「NFPA88A」がある。これらの規格を基に、一定規模以上の開放性の低い駐車場等において、スプリンクラー設備が設けられている。

近年の動向として、自動車の軽量化（車体の大型化や燃費向上への対応）、樹脂製燃料タンクの採用、電子部品の増加等に伴う可燃物量の増加、電気自動車（以下「EV」という。）など次世代自動車の普及、駐車場の大規模火災事例等を踏まえ、2022年にはNFPA13について見直し^{10 11 12}が行われ、駐車場施設用途のハザード区分を従来の OH1(Ordinary hazard Group1)から OH2(Ordinary hazard Group2)に引き上げて放水量の増加が図られるとともに、開放性の高い駐車場においても一定規模以上の場合はスプリンクラー設備の設置が必要とされた。

英国及び韓国においても、駐車場に設けるスプリンクラー設備について基準が整備されており、自動車の可燃物量の増加や駐車場の大規模火災等を踏まえ、基準の見直しが行われているところである。

⁹ 全米防火協会（National Fire Protection Association）の略称

¹⁰ Haavard Boehmer, P.E. Michael Klassen, Ph.D., P.E. Stephen Olenick, P.E. “Modern Vehicle Fire Hazards in Parking Garages and Vehicle Carriers” Combustion Science & Engineering, Inc. Columbia, Maryland, USA July 2020

¹¹ Stephen M. Olenick, MSFPE, P.E. Nasir Hussain, MSFPE Michael S. Klassen, Ph.D., P.E. “Classification of Modern Vehicle Hazards in Parking Structures and Systems – Phase II” Combustion Science & Engineering, Inc. Columbia, Maryland, USA May, 2024

¹² 米国 NFPA のスプリンクラー設備の基準策定に関する委員会の委員にスプリンクラー設備の設計思想について問い合わせたところ、新しいスプリンクラー設備の規格は、近年の自動車の燃焼性状の変化を考慮し見直しを行ったものであり、通常の自動車火災に対してはスプリンクラー設備の作動により、燃料漏れがあったとしても、建物を保護し、消防隊の活動により完全に消火できる程度に火勢を制御できるよう設計しているとのことである。

表 4.1.1 海外の駐車場におけるスプリンクラー設備の設置基準の概要

スプリンクラー設備	米国	英国	韓国
	NFPA13 (OH2), NFPA 88A	EN 12845 (OH2), BS 9999	NFSC103, NFPC103
駐車場への設置義務	<ul style="list-style-type: none"> ・閉鎖型駐車場 「12,000平方フィート (1,115㎡) を超える火災危険区画を有するもの」又は「ホテル、集合住宅等の下層に設けられるもの」 ・開放型駐車場 「建物高さが55フィート (約16.8m) を超える場合」又は「単一の火災危険区画が48,000平方フィート (約4,460㎡) を超える場合」 ・リチウムイオンバッテリー等で駆動する車両を保管する施設で火災危険区画が500平方フィート (46.4㎡) を超えるもの 	<ul style="list-style-type: none"> ・駐車場に対するスプリンクラー設備の設置義務なし ・オフィスビル、店舗・商業ビル等の一部に設けられる駐車場建物最上階の高さが30m以上 (住宅の一部に設けられる駐車場の場合は11m以上) になる場合はスプリンクラー設備が必要 	駐車場へのスプリンクラー設備の設置義務はない。ただし、下記のとおり、一定の駐車場には水噴霧消火設備の設置が必要となり、当該設備に替えてスプリンクラー設備を設置することができる。 <ul style="list-style-type: none"> ・車庫、駐車用建築物又は鉄骨組立式駐車施設で延べ面積800㎡以上のもの ・建築物の内部に設置された駐車場で、当該部分が200㎡以上のもの ・機械装置により20台以上の車両を駐車できるもの
駐車場のハザード区分	Ordinary hazard (Group 2) (5段階中3段階目)	Ordinary hazard 2 (9段階中4段階目)	航空機及び自動車関連施設
放水圧[MPa] ・放水量[L/min]	0.2MPa・110L/min (※散水密度からの算出)	0.1MPa・60L/min (※散水密度からの算出)	0.1MPa・80L/min
散水密度[L/min・㎡]	8.1L/min・㎡	5.0L/min・㎡	9.0L/min・㎡ (耐火構造以外) / 7.5L/min・㎡ (耐火構造) (※放水量とヘッド間隔から算出)
防護面積[㎡] (最大同時開放した場合の面積)	140㎡	144㎡	88㎡
作動温度[℃] (感度：時定数(RTI)[S])	通常駐車場では作動温度68℃ 感度はスタンダードタイプ (RTI>80 (m・s) ^{1/2})	68℃～74℃ (RTI ≦ 250)	設置場所の最高周囲温度/表示温度 39℃未満/79℃未満 (時定数は調査中)
放水時間[min]	60分以上	60分以上	20分以上
送水口の有無	設置有り	設置有り	設置有り
排水設備 (油分離装置)	規定なし ※駐車場に併設して整備場や給油施設がある場合は、危険物施設として危険物の漏洩防止設備が求められる可能性がある	規定なし	規定なし
その他 (ヘッドの種類等の特徴など)	・EV充電スペースや機械式駐車場では、早期応答型やサイドウォール型スプリンクラーが推奨	・駐車場の構造や遮蔽度に応じて、「アップライト型」、「サイドウォール型」を併用 ・EVや高天井、機械式等の駐車場では、早期応答型やミスト型の併用を検討	・1階の床面積が5,000㎡以上で、駐車場ランプが2以上の地下駐車場の場合は、湿式スプリンクラー設備を設置 ・スプリンクラー設備の手動スイッチは駐車場出入口付近に設置
近年の基準改定	NFPA13の2022年版の改定により駐車施設用途のハザード区分を従来のOH1 (Ordinary hazard Group 1) からより厳しいOH2 (Ordinary hazard Group 2) に変更 (散水量が6.1L/min・㎡から8.1L/min・㎡に増加)	今般の自動車可燃物量の増加や駐車場での大規模火災の発生等により、ハザード区分を引き上げ散水密度を大幅に増加する検討が行われている ・散水量5.0L/min・㎡→12.5L/min・㎡ ※改正に対するコメントが多数あり検討に時間を要している	地下駐車場でのEV火災を受け、以下のとおり基準改定が検討されている ・配管は難燃材料以上の断熱材を使用する等火災拡大防止及び遅延を図る ・火災時に迅速に検知・作動する湿式スプリンクラー設備の設置を義務付け ・EV充電区域には、早期応答型ヘッドを2.1m以下に設置 ・予作動式の場合は送水口接続配管を2次側に接続

4.2 海外の駐車場における火災事例

海外の駐車場で発生した火災事例の調査を行い、駐車場に設置されるスプリンクラー設備の有効性等について確認を行った (詳細は資料2参照)。

4.2.1 スプリンクラー設備が設置されている駐車場の火災事例

米国やドイツのスプリンクラー設備が設置されている開放性の低い駐車場において、自動車から出火する火災が複数発生している。これらの火災においては、スプリンクラー設備により隣接車両や上階への延焼を防ぐことができており、スプリンクラー設備の有効性

が認められる。

一方、令和 6 年 8 月に韓国の仁川で発生したマンションの地下駐車場での車両火災においては、スプリンクラー設備が設置されていたものの、火災時に正常に作動しなかったため、70 台以上の自動車被害を受けており、スプリンクラー設備の正常な作動を確保することが重要といえる。

4.2.2 スプリンクラー設備が設置されていない駐車場の火災事例

令和 5 年 10 月 10 日にイギリスのロンドン・ルートン空港の自走式駐車場において、3 階に駐車されていた自動車から出火し、推定 1,200 台の自動車や建物が被害を受ける火災が発生している。また、米国やノルウェーの駐車場においても、多数の自動車や建物が被害を受ける火災が発生している。

これらの駐車場は、一定の開放性を有していることから、スプリンクラー設備が設置されておらず、このことが、火災が延焼拡大し、多数の自動車や建物が被害を受けることとなった一因と考えられている。

4.3 EV 等の燃焼性状の文献

今般の世界的な脱炭素化の流れから、EV、燃料電池自動車（以下「FCEV」という。）及びプラグインハイブリッド自動車（以下「PHEV」という。）などの次世代自動車が増加しつつあることから、これらの次世代自動車の燃焼性状についての文献調査を行った（詳細は資料 3 参照）。

各文献の概要は次の(1)及び(2)のとおりであるが、内燃機関自動車（以下「ICEV」という。）と比較して、EV、FCEV、PHEV の全体的な発熱速度や総発熱量などは大きな違いはないとされている。一方、電池の大規模化や電装部品の増加、車種による個体差等もあり、新たな自動車の開発に伴う燃焼性状の変化には留意が必要と考えられる。

(1) 電気自動車のフルスケールの火災試験¹³（韓国）

ア 3 種類の EV（表 4.3.1 及び図 4.3.1 においては「BEV」と表記）、ICEV 1 台、FCEV 1 台を用いて、300KW のバーナーで着火させて計 6 回火災試験を実施し、発熱速度や総発熱量などの熱環境を測定した。

イ この研究では、EV 火災において、①EV の火災で放出される熱の大部分は車体部品によるものであり、バッテリーパックの寄与量は少ない、②燃焼速度は、バッテリーの熱暴走によるジェット火災が発生する場合、はるかに速くなる、③EV の発熱速度のピークは、ICEV の発熱速度のピークよりわずかに低いことが確認された。

¹³ Sungwook Kang, Fire Testing & Research Centre, Fire & Disaster Management Division, Korea Conformity Laboratories, Republic of Korea, "Full-scale fire testing of battery electric vehicles", Applied Energy, 2022.12.15 UK

表 4.3.1 各火災試験の条件及び測定結果

	実験 1	実験 2	実験 3	実験 4	実験 5	実験 6
実験車両	BEV (車載用バッテリーのみ)	BEV (車体のみ)	BEV	BEV	ICEV	FCEV
製造年	2020年製					
燃料	—	不明	—	—	不明	
LiB容量 (充電率)	64KWh (100%)	—	39.2KWh (100%)	64KWh (100%)	—	1.56KWh (20%)
発熱速度	1.54MW	7.81MW	6.51MW	7.25MW	7.66MW	5.99MW
総発熱量	1.30GJ	7.53GJ	8.45GJ	9.03GJ	8.08GJ	10.82GJ

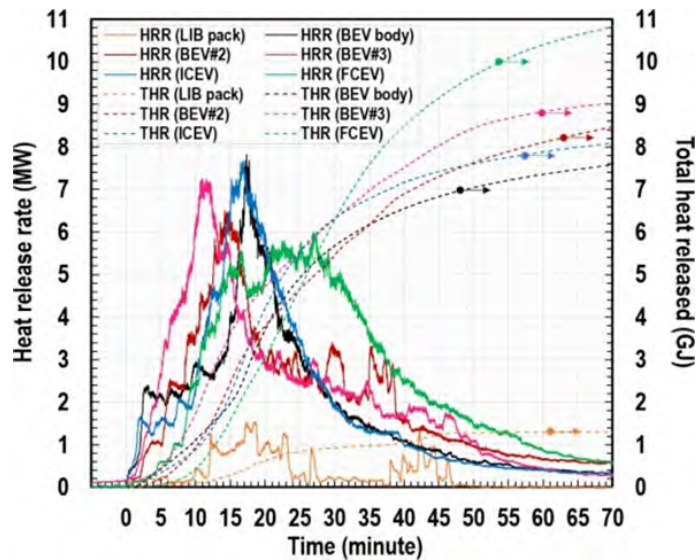


図 4.3.1 発熱速度と総発熱量の時間変化

(2) 電気自動車のフルスケールの火災試験¹⁴ (カナダ)

ア EV、ICEV、PHEV を用いて、燃料の大規模な漏洩火災（以下「プール火災」という。）と同等のバーナー(2MW)で加熱させて 7 回の火災試験を実施し、発熱速度や総発熱量などの熱環境を測定した。

イ この研究では、EV の延焼は、①車両モデル、②バッテリーの設計、③バッテリーの充電量によって異なることが確認された。

ウ ICEV では、ガソリンタンクの燃焼と見られる発熱速度のピークが、EV では、バッテリーの燃焼と見られる発熱量のピークが表れている。

¹⁴ Cecilia Lam, National Research Council Canada, "Full-Scale Fire Testing of Electric and Internal Combustion Engine Vehicles", Proceedings from 4th International Conference on Fires in Vehicles – FIVE 2016 USA

エ 全体的な発熱速度や総発熱量などは EV と ICEV で大きな違いはなく、EV が ICEV に比べて特別危険とは言えない。

表 4.3.2 各火災試験の条件及び結果

	実験1	実験2	実験3	実験4	実験5	実験6	実験7
実験車両	A-ICEV	A-EV	A-EV	B-ICEV	B-EV	C-PHEV	D-PHEV
製造年	2015年製	2014年製	2013年製				2014年製
燃料	ガソリン (満タン)	—		ガソリン (満タン)	—	ガソリン (満タン)	
LiB容量 (充電率)	—	大容量 (100%)	大容量 (85%)	—	大容量 (100%)	小容量 (85%)	中容量 (100%)
発熱速度	7.1MW	6.0MW	5.9MW	10.8MW	6.9MW	6.0MW	7.9MW
総発熱量	3.29GJ	—	4.91GJ	4.95GJ	4.66GJ	4.63GJ	5.85GJ

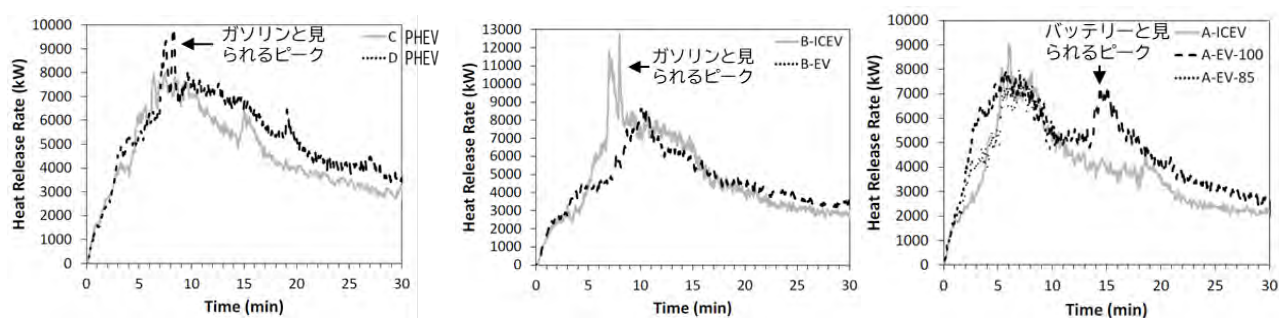


図 4.3.2 発熱速度の時間変化 (右:実験 1-3、中:4,5、右:6,7)

5 消火実験による有効性の確認

5.1 実車を用いた消火実験

車両火災における水系消火設備の有効性を確認するため、広く普及しており、車体に樹脂製製品が多く使用されている一般的なハイブリッド自動車（リチウムイオン電池積載車）を燃焼させ、これに対して水系消火設備を作動させて、周囲の温度変化及び輻射熱の熱流束を計測する実験を実施した（詳細は資料4参照）。

設備構成については、①スプリンクラー設備（放水圧力：0.1MPa、放水量：80L/min、散水密度 7.5L/min・m²、感度種別 2 種、車両の周囲にヘッド 4 個を配置、放水時間 20 分 ※国内で建物に設置する場合の一般的な条件）の場合と、②閉鎖型水噴霧設備（放水圧力：0.35MPa、放水量：110L/min、散水密度：10.0L/min・m²、感度種別 1 種相当、これ以外の条件については、スプリンクラー設備を用いた消火実験と同様）の 2 パターンで実験を実施した。また、参考として住宅用火災警報器（煙感知器）を設置し、その作動時間についても計測した。

本実験では、令和 6 年度に行った泡消火設備の実験と同様に、運転席の固形アルコールにより着火し、車室内への給気のため運転席側後部座席のドアガラスを 20 cm 開放させた状態で実験を開始した。しかしながら、スプリンクラー設備及び閉鎖型水噴霧設備を用いたいずれの実験においても、酸素不足¹⁵により燃焼が進展せず、消火設備を作動させるまでの温度上昇に至らなかったため、着火から約 100 分後、助手席ドアを意図的に約 20 cm 開放することとした。その結果、燃焼が進展し、消火設備が作動した。なお、住宅用火災警報器（煙感知器）については、スプリンクラー設備の実験では着火後 370 秒、閉鎖型水噴霧消火設備の実験では着火後 190 秒で作動している。

消火設備の作動は、スプリンクラー設備は設置した 4 つのヘッドすべてが作動し放水している状態であり、閉鎖型水噴霧設備は 3 つのヘッドが作動し放水していた。また、スプリンクラー設備を用いた実験では、過去の本部会における消火実験と同様に、燃焼の進展とともに車両の各ガラスが崩落していたが、閉鎖型水噴霧設備を用いた実験では、後部座席側サイドガラスとフロントガラスの一部のみ割れ、それ以外のガラスは割れずに残っている状態であった。

周囲の熱環境の計測結果については、スプリンクラー設備及び閉鎖型水噴霧設備を用いたいずれの場合も、放水開始した後は、隣接車両位置のミラーの温度及び輻射熱ともに低い状態を維持できており、隣接車両への延焼抑制性能を有していることが確認できた。なお、スプリンクラー設備と閉鎖型水噴霧設備を比較すると閉鎖型水噴霧設備の方が隣接車両相当の温度及び輻射熱ともに低くなっており、実験室内空間の温度も低い状態となって

¹⁵ 岡本勝弘「科学警察研究所で実施した自動車燃焼実験～車両火災時における延焼可能性～」(火災(389号))

いた。



図 5.1.1 実験実施状況（スプリンクラー設備）

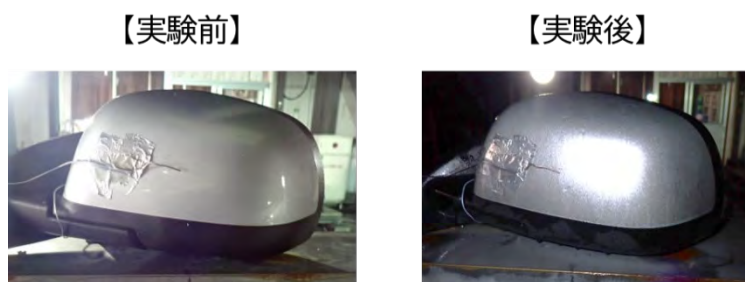


図 5.1.2 実験後の隣接車両位置のミラーの状況（スプリンクラー設備）

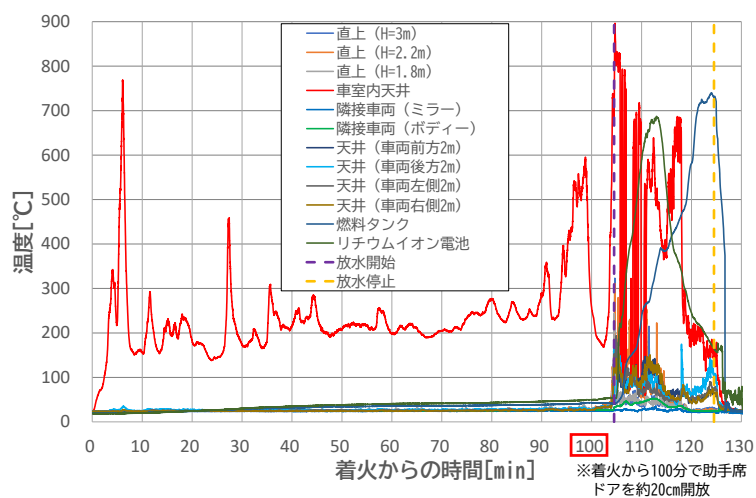


図 5.1.3 温度の時間変化（スプリンクラー設備）

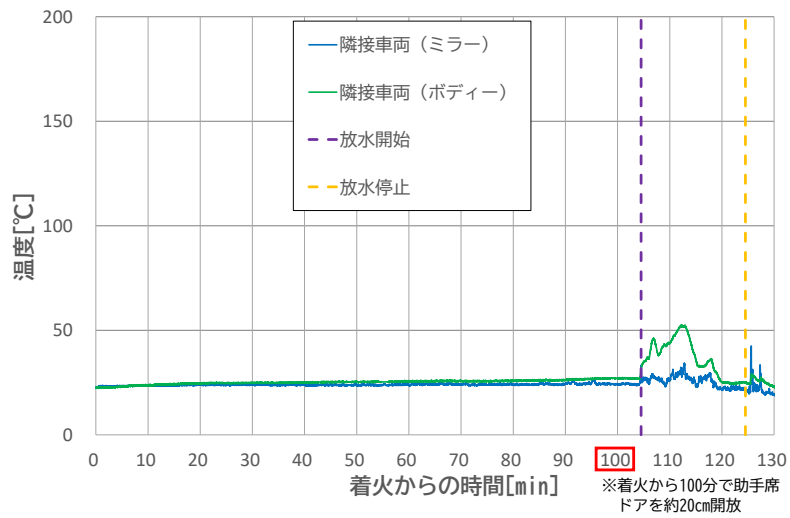


図 5.1.4 隣接車両位置 (0.6m) に設置したドアミラーの時間変化 (スプリンクラー設備)

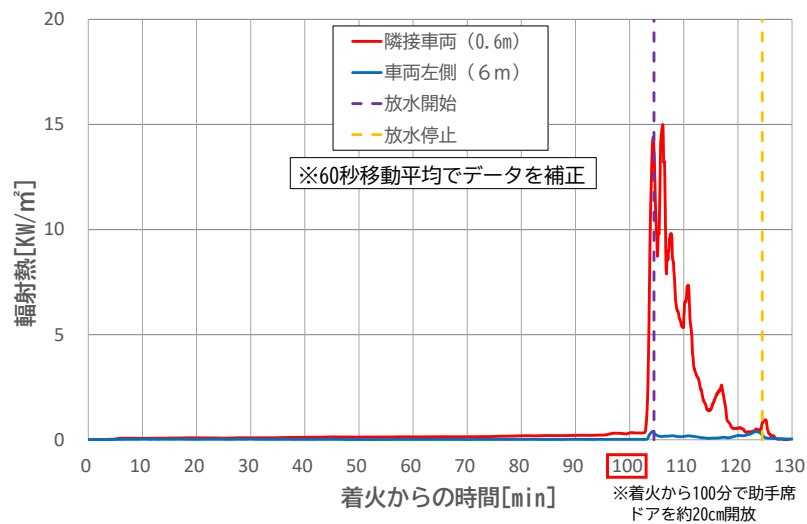


図 5.1.5 隣接車両位置 (0.6m) の輻射熱の時間変化 (スプリンクラー設備)



図 5.1.6 実験実施状況（閉鎖型水噴霧設備）

【実験前】



【実験後】



図 5.1.7 実験後の隣接車両位置のミラーの状況（閉鎖型水噴霧設備）

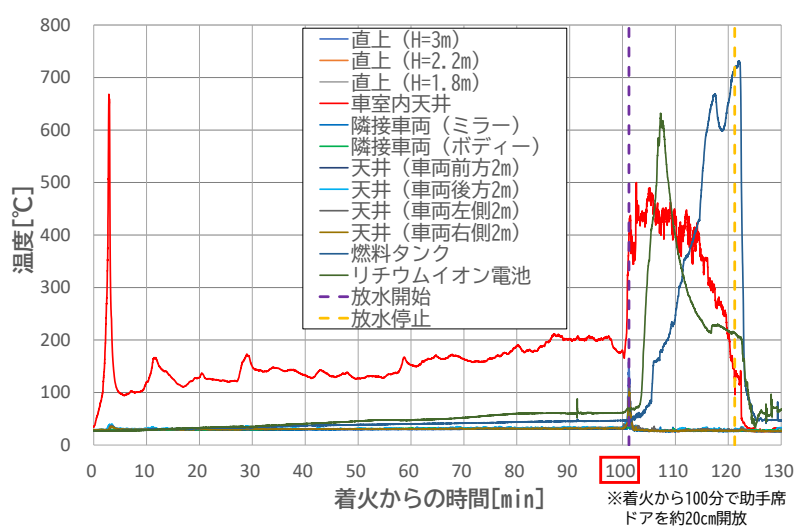


図 5.1.8 温度の時間変化（閉鎖型水噴霧設備）

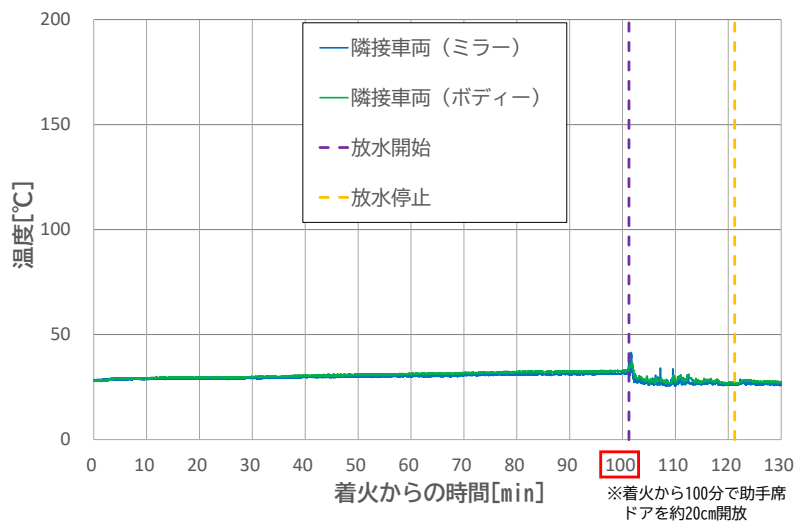


図 5.1.9 隣接車両位置（0.6m）に設置したドアミラーの時間変化（閉鎖型水噴霧設備）

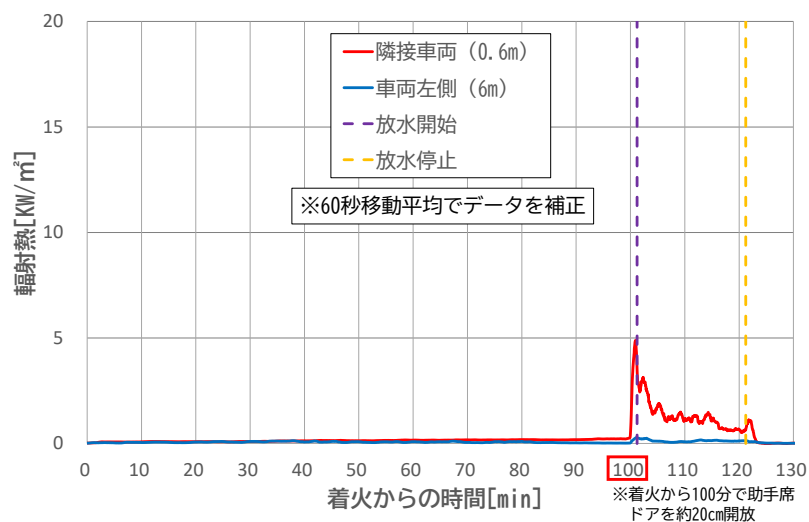


図 5.1.10 隣接車両位置（0.6m）の輻射熱の時間変化（閉鎖型水噴霧設備）

5.2 簡易模型を用いた消火実験

実車を用いた消火実験に加えて、簡易模型（樹脂製部材が多い平均的な自動車の燃焼性状を計測し、自動車火災の最盛期を再現できる模型）を用いて消火実験を実施した（詳細は資料5参照）。

設備構成については、実車を用いた消火実験と同様に、①スプリンクラー設備（放水圧力：0.1MPa、放水量：80L/min、散水密度：7.5L/min・m²、感度種別2種、車両の周囲にヘッド4個を配置、放水時間20分※国内で建物に設置する場合の一般的な条件）の場合

と、②閉鎖型水噴霧設備（放水圧力：0.35MPa、放水量：110L/min、散水密度：10.0L/min・m²、感度種別1種相当、これ以外の条件については、スプリンクラー設備を用いた消火実験と同様）の2パターンで実験を実施した。

周囲の熱環境の測定結果については、スプリンクラー設備を用いた実験では、放水後約1分で有炎燃焼がほぼ見られなくなり、周囲の温度も低下したが、20分間放水させた後もクリブは一部燃焼が継続している状態であった。閉鎖型水噴霧設備を用いた実験では、放水後約30秒で有炎燃焼が見られなくなり、周囲の温度も低下し、20分間放水させた後のクリブは鎮火状態であることが確認できた。

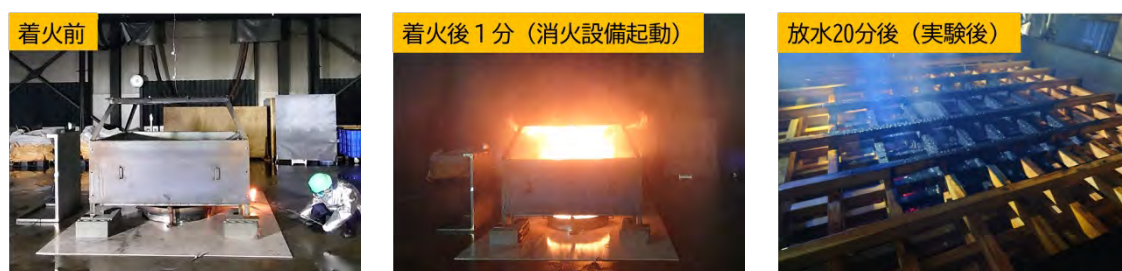


図 5.2.1 実験実施状況（スプリンクラー設備）

【実験前】



【実験後】



図 5.2.2 実験後の隣接車両位置のミラーの状況（スプリンクラー設備）

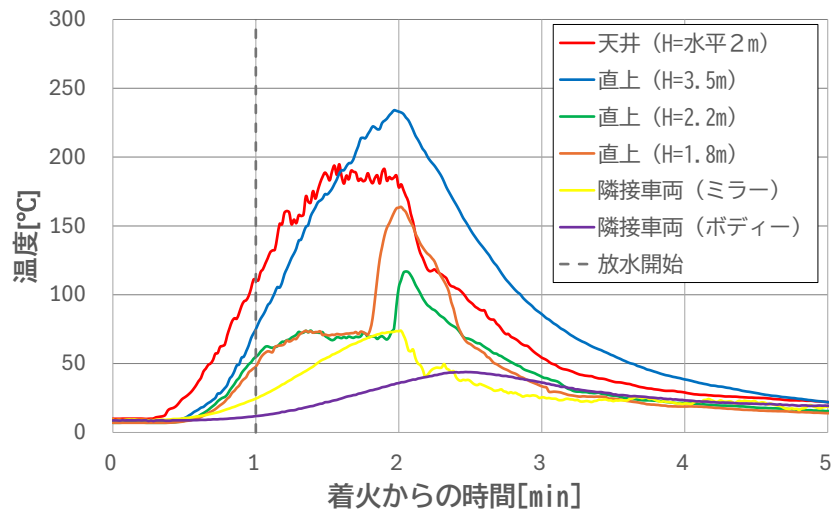


図 5.2.3 温度の時間変化（スプリンクラー設備）



図 5.2.4 実験実施状況（閉鎖型水噴霧設備）

【実験前】

【実験後】



図 5.2.5 実験後の隣接車両位置のミラーの状況（閉鎖型水噴霧設備）

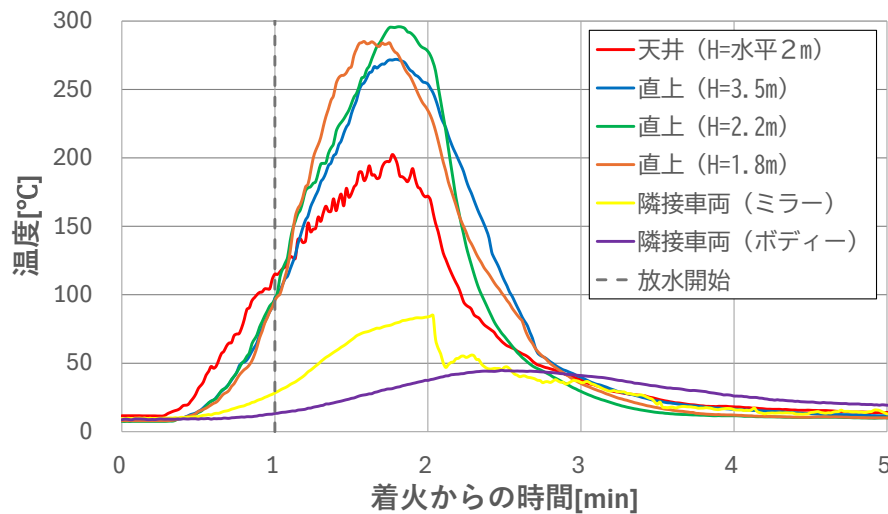


図 5.2.6 温度の時間変化（閉鎖型水噴霧設備）

5.3 実験結果のまとめと考察

今回の実車（一般的なハイブリット車）を用いた消火実験では、散水障害により鎮火はできないものの、火勢を抑制し、隣接車両の温度も低く抑えられており、スプリンクラー設備及び閉鎖型水噴霧設備のいずれについても、その有効性を確認することができた。また、簡易模型を用いた消火実験では、スプリンクラー設備及び閉鎖型水噴霧設備のいずれについても、自動車火災の最盛期に相当する燃焼を有効に抑制している状況を確認することができた。加えて、閉鎖型水噴霧設備はスプリンクラー設備に比べ放水量や放水圧が大きく、スプリンクラー設備よりも車自体や周囲空間の冷却効果が高く、火勢や延焼を抑制する効果がより高いことが確認できた。

なお、今回の実験では、過去に実施した実験とは異なり、初期条件では車体のガラスが割れなかったことから火災進展せず、消火設備を作動させるまでの温度上昇に至らなかった。車両火災時にガラスが割れる理由として、ガラス枠やガラスの支持部材が火災の熱の影響で変形することによる応力や曲げによる応力、加熱によるガラスの軟化（一般的な板ガラスの軟化点は 600～700℃）の影響などが考えられるところであり、今回の実験と本部会における過去の実験では、車室内温度がおおむね 600℃以上に上昇すると、フロントガラスやリアガラスの全面的な崩落につながっている。今回の実験の初期条件では、当該温度に至らなかったことがガラスが割れない要因となったと考えられる。このほか、今回の実験で使用した車両は、過去の実験で使用した車両より新しい型式（今回：2016 年式、過去：2004～2012 年式）の上位グレードで、機能性ガラスが使用されていることもガラス割れの差として現れた可能性がある。このように、出火車両が同車種だとしてもグレードに

より燃焼性状が異なっており、車種や形状が燃焼性状に影響することも、実験を行う上で考慮する必要がある。

また、閉鎖型水噴霧設備を用いた消火実験では、フロント・リアガラスともに崩落せず散水障害の影響が大きいにも関わらず、ガラスが割れた状態となっていたスプリンクラー設備の実験と比較して車室内の燃焼が抑制されており、直接水がかからない部分であっても高い燃焼抑制効果を有していた。この違いの生じる要因について考えられる点は次のとおりである。

- (1) 水による消火において、水粒子のサイズが小さくなり表面積が増えると、蒸発しやすくなるため潜熱による冷却効果が高くなり、また、蒸発した際の水蒸気による窒息効果も高まる。
- (2) 一般的にスプリンクラーの特性として、水粒子の大きさは、放水圧力の $1/3$ 乗に反比例、口径の $2/3$ に比例する関係があり、放水圧が高く口径が小さいと粒子サイズが小さくなる傾向にある¹⁶。
- (3) 閉鎖型水噴霧設備はスプリンクラー設備に比較して放水圧が高く、口径が小さいため水粒子がより小さくなるため、発生した水粒子が車室内に入り込むことによる冷却、窒息効果に加え、散水密度が大きいことによる車体や空間全体の冷却効果により、車室内の燃焼が抑制されたものと考えられる。

このほか、今年度の検討においては、燃料漏れ火災については改めて考え方の整理を行った。

その結果として、道路運送車両法に基づき、衝突時の燃料漏れ防止や樹脂製燃料タンクの耐火性能が求められており、一定の安全対策が講じられていること、国内の駐車場の車両火災時に燃料漏れが大規模に発生するリスクは極めて低い状況にあること、研究機関での燃料を入れた自動車燃焼実験において、燃料が燃焼したことによる熱量は自動車全体の燃焼による熱量と比べ大きくなく、燃料が大量に漏洩しプール火災となった経験もほとんどないとされていること（詳細は資料 6 参照）から、燃料漏洩火災について特段の配慮は必要ないと考えられる。

¹⁶ The NFPA SFPE handbook of Fire protection engineering 3th

6 まとめ

6.1 駐車場に設ける水系消火設備の基準化に関する基本的考え方

海外では、駐車場においてスプリンクラー設備が設置されており、実際の火災事例においてスプリンクラー設備によって火勢を抑制し、隣接車両への延焼を抑制する効果が認められる。また、近年における自動車の燃焼性状の変化（合成樹脂製の部材など可燃物量の増加等）を踏まえ、駐車場に設けるスプリンクラー設備の基準の見直し（散水密度の増加等）が行われている例が見られ、国内での水系消火設備の基準化に当たっては、こうした海外の知見を取り入れることが重要である。

今年度の実車及び簡易模型を用いた消火実験においては、国内で一般的な仕様のスプリンクラー設備（放水圧力 0.1MPa、散水密度 7.5L/min・m²相当。）についても、消防隊が到着するまでの間、火勢を抑制し、隣接車両への延焼を抑制することは可能と考えられる結果であった。また、スプリンクラー設備と閉鎖型水噴霧設備（放水圧力 0.35MPa、散水密度 10L/min・m²。）の作動時の状況を比較すると、放水圧や放水量が大きい後者の方が、火勢や隣接車両への延焼を抑制する効果はより高い結果であった。

上記の調査・検討結果を踏まえ、我が国においても、駐車場における水系消火設備として、スプリンクラー設備を位置づけることが適当である。

この場合において、自動車の可燃物量の増加等を考慮すると、一定の安全率を確保する観点から、通常のスプリンクラー設備よりも放水圧及び放水量を増加させた基準とすることが適当である。

具体的には、通常の防火対象物に設置されるスプリンクラー設備の放水圧力、放水量、ヘッド間隔を調整することにより、放水圧力を 0.2MPa 程度、散水密度を 10 L/min・m²程度に増加させることが適当と考えられる。

表 6.1.1 駐車場に設ける水系消火設備に必要と考えられる要件（案）

種別	米国	英国	確認実験で用いたもの		必要と考えられる要件(案)
	スプリンクラー設備	スプリンクラー設備	スプリンクラー設備	閉鎖型水噴霧設備	スプリンクラー設備
圧力(MPa)	—	—	0.1	0.35	0.2 程度
散水密度 (L/min・m ²)	6.1 → 8.1 (改定済)	5 → 12.5 (改正検討中)	7.5	10	10 程度

また、水噴霧消火設備には、通常スプリンクラー設備と異なり、床面勾配、区画境界堤、油水分離槽が特別に必要とされているが、これらの基準は大規模な燃料漏れ火災を想定した対応であり、海外基準ではこうした基準は要求されていない。これらのことから、今回の基準化に当たっては基本的に考慮しないこととして差し支えないと考えられる。

なお、EV 等の次世代自動車の普及に伴う影響に関して、文献調査によれば、EV の燃焼性状については ICEV と比べ発熱速度や総発熱量はおおむね同等程度であること、EV など大容量の電池を積載している車両の消火には水が有効とされ¹⁷、消火活動に時間を要する点で留意が必要¹⁸とされている。この点に関し、水系消火設備は、放水量が比較的多いことに加え、放水を 20 分以上継続できる水量を確保するとともに、水源が不足した場合に継続して消防車から送水するための送水口を設置していることから、フェイルセーフの観点からも安全性が高く、今後の次世代自動車の普及を見据え、水系消火設備は適性があると考えられる。

その他の詳細な技術上の要件については、国内の一般的なスプリンクラー基準を踏まえ、海外におけるスプリンクラー設備の設置基準や消火設備事業者等の意見も参考に、引き続き検討していくことが必要である。

6.2 駐車場火災への対応に係る留意事項等

(1) 火災の早期発見と初期消火

5 の実車の消火実験では、車室内火災を想定して着火したが一部のドアガラスの開放のみでは発煙は見られるものの 100 分以上経過しても窓ガラスが割れず火災進展しなかった。そのため、ドアを開放することにより急激に車室内が燃焼して消火設備の作動に至った。今回の実験では試験的に煙式の住宅用火災警報器を天井面に設置したところ着火後 3～5 分程度の早い段階で感知した。今回の実験のような火災形態の場合には、出火後、火災進展するまでに時間があるため、初期に発煙等を確認することができれば早期の火災発見や消火活動につながると考えられる。

一定規模以上の駐車場には自動火災報知設備が設置されているが、自動車の排気ガスによる誤作動を防止するため煙感知器ではなく熱感知器が設置されている。自動車の排ガス規制は段階的に強化されてきており以前に比べて排ガスによる煙感知器の非火災報の発生可能性は低減されていると考えられるものの、駐車場の粉塵や埃が感度に影響するおそれもあり、煙感知器を設置する場合の有効性については検証が必要である。当面の対応としては、駐車場内には主に防犯目的のため監視カメラが設置されている場合が多いため、防火管理体制による見回りに加えて監視カメラを有効活用することが考えられる。

また、これまでの自動車の燃焼実験では、車室内出火の場合は、火炎や熱によりガラス

¹⁷ 電動車火災（火災便覧）

¹⁸ 尾川義雄ほか、リチウムイオン電池を積載した電気自動車の消火、平成 24 年日本火災学会発表会概要集

が大きく割れるかドアを開放した場合に急激な火災進展することが分かっている。自動車のガラスについては、快適性や安全性向上の観点から機能性ガラスを用いることが今後増加することが想定されるため、今年度の実験のように火災初期にガラスが割れず駐車場関係者が消火のためにドアを開放することで燃焼が拡大する危険性も考えられる。そのため、駐車場関係者等に対し、自動車の燃焼形態としてガラス割れやドア開放が引き金となって急激な火災進展があることについて注意喚起することが望ましい。

(2) 消防隊による消火活動

今回の実車等を用いた確認実験においては、実験場に排煙機能もあることから消火設備により火勢抑制が図られた後、消火栓等の人手により容易に鎮火することができているが、過去の駐車場火災においては煙による視界不良による消防活動の困難性が報告されており、消防隊の安全な消火活動のためには排煙対策が重要である。

排煙設備については、消防法及び建築基準法（昭和 25 年法律第 201 号）に基づき一定の規模以上や用途の建物に設置されているが、すべての駐車場で設置義務がある訳ではないため、今回の検討対象としている固定式消火設備が設置されている駐車場において排煙設備が設置されているか、一般社団法人不動産協会を通じて調査を行った。その結果、図 6.2.1 のとおり、9 割以上に消防法上又は建築基準法上の排煙設備が設置されていることが確認された。（詳細は資料 7 参照）

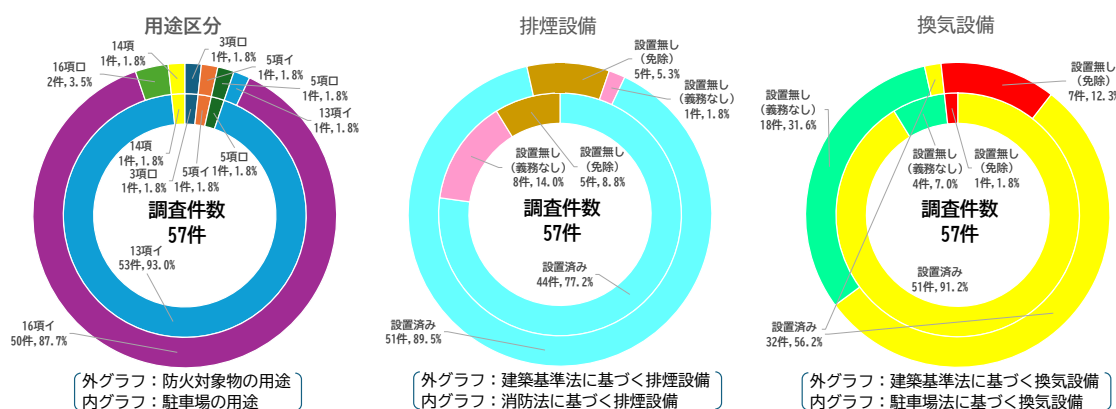


図 6.2.1 排煙設備・換気設備設置状況

調査結果から、今回検討対象としている駐車場においては、消防法上又は建築基準法上の排煙設備が設置されている場合が一般的であり、こうした施設での自動車火災時には固定の消火設備で火勢を抑制しつつ、消防隊到着後、排煙設備を作動させながら消火活動を行うことが可能と想定される。なお、検討部会においては、排煙設備が設置されていない駐車場において設置階や開口部の大きさなどから火災時に煙の影響から消防活動の困難性が認められる場合には、消防法上の排煙設備の設置を求める意見もあった。

7 継続的に検討していくことが必要な課題

近年、EV等の次世代自動車が増加しているところであり、国内においては、自動車登録台数（乗用車のみ、軽自動車を除く。）のうち3%弱¹⁹がEV、FCV及びPHEVの次世代自動車となっているなど、普及が進んでいる。

今後の自動車の燃焼性状の変化や国内での次世代自動車の普及状況を注視するとともに、海外の駐車場におけるスプリンクラー設備の基準改正に係る動向を踏まえつつ、駐車場の消火設備について適宜検討を継続していくことが必要である。

¹⁹ 一般社団法人日本自動車販売協会連合会 燃料別登録台数統計
(<https://www.jada.or.jp/files/libs/5110/202501081038112540.pdf>)

<資料編>

目次

資料 1	消防法施行令（抜粋）	2
資料 2	海外の駐車場における火災事例について.....	8
資料 3	自動車の燃焼性状に関する文献について.....	12
資料 4	実車を用いた消火実験について.....	14
資料 5	簡易模型を用いた消火実験について.....	24
資料 6	駐車場における燃料漏洩火災の取扱いについて.....	30
資料 7	駐車場に設ける排煙設備等について.....	33

消防法施行令（昭和 36 年 3 月 25 日 政令第 37 号）

（スプリンクラー設備に関する基準）

第十二条 スプリンクラー設備は、次に掲げる防火対象物又はその部分に設置するものとする。

- 一 次に掲げる防火対象物（第三号及び第四号に掲げるものを除く。）で、火災発生時の延焼を抑制する機能を備える構造として総務省令で定める構造を有するもの以外のもの
 - イ 別表第一(六)項イ(1)及び(2)に掲げる防火対象物
 - ロ 別表第一(六)項ロ(1)及び(3)に掲げる防火対象物
 - ハ 別表第一(六)項ロ(2)、(4)及び(5)に掲げる防火対象物（介助がなければ避難できない者として総務省令で定める者を主として入所させるもの以外のものにあつては、延べ面積が二百七十五平方メートル以上のものに限る。）
- 二 別表第一(一)項に掲げる防火対象物（次号及び第四号に掲げるものを除く。）で、舞台部（舞台並びにこれに接続して設けられた大道具室及び小道具室をいう。以下同じ。）の床面積が、当該舞台が、地階、無窓階又は四階以上の階にあるものにあつては三百平方メートル以上、その他の階にあるものにあつては五百平方メートル以上のもの
- 三 別表第一(一)項から(四)項まで、(五)項イ、(六)項、(九)項イ及び(十六)項イに掲げる防火対象物で、地階を除く階数が十一以上のもの（総務省令で定める部分を除く。）
- 四 別表第一(一)項から(四)項まで、(五)項イ、(六)項及び(九)項イに掲げる防火対象物（前号に掲げるものを除く。）のうち、平屋建以外の防火対象物で、総務省令で定める部分以外の部分の床面積の合計が、同表(四)項及び(六)項イ(1)から(3)までに掲げる防火対象物にあつては三千平方メートル以上、その他の防火対象物にあつては六千平方メートル以上のもの
- 五 別表第一(十四)項に掲げる防火対象物のうち、天井（天井のない場合にあつては、屋根の下面。次項において同じ。）の高さが十メートルを超え、かつ、延べ面積が七百平方メートル以上のラック式倉庫（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う装置を備えた倉庫をいう。）
- 六 別表第一(十六の二)項に掲げる防火対象物で、延べ面積が千平方メートル以上のもの
- 七 別表第一(十六の三)項に掲げる防火対象物のうち、延べ面積が千平方メートル以上で、かつ、同表(一)項から(四)項まで、(五)項イ、(六)項又は(九)項イに掲げる防火対象物の用途に供される部分の床面積の合計が五百平方メートル以上のもの
- 八 前各号に掲げるもののほか、別表第一に掲げる建築物その他の工作物で、指定可燃物（可燃性液体類に係るものを除く。）を危険物の規制に関する政令別表第四で定める数量の千倍以上貯蔵し、又は取り扱うもの
- 九 別表第一(十六の二)項に掲げる防火対象物（第六号に掲げるものを除く。）の部分のうち、同表(六)項イ(1)若しくは(2)又はロに掲げる防火対象物の用途に供されるもの（火災発生時の延焼を抑制する機能を備える構造として総務省令で定める構造を有するものを除く。）
- 十 別表第一(十六)項イに掲げる防火対象物（第三号に掲げるものを除く。）で、同表(一)項から(四)項まで、(五)項イ、(六)項又は(九)項イに掲げる防火対象物の用途に供される部分（総務省令で定める部分を除く。）の床面積の合計が三千平方メートル以上のものの階のうち、当該部分が存する階
- 十一 前各号に掲げる防火対象物又はその部分以外の別表第一に掲げる防火対象物の地階、無窓階又

は四階以上十階以下の階（総務省令で定める部分を除く。）で、次に掲げるもの

イ 別表第一(一)項、(三)項、(五)項イ、(六)項及び(九)項イに掲げる防火対象物の階で、その床面積が、地階又は無窓階にあつては千平方メートル以上、四階以上十階以下の階にあつては千五百平方メートル以上のもの

ロ 別表第一(二)項及び(四)項に掲げる防火対象物の階で、その床面積が千平方メートル以上のもの

ハ 別表第一(十六)項イに掲げる防火対象物の階のうち、同表(一)項から(四)項まで、(五)項イ、(六)項又は(九)項イに掲げる防火対象物の用途に供される部分が存する階で、当該部分の床面積が、地階又は無窓階にあつては千平方メートル以上、四階以上十階以下の階にあつては千五百平方メートル（同表(二)項又は(四)項に掲げる防火対象物の用途に供される部分が存する階にあつては、千平方メートル）以上のもの

十二 前各号に掲げる防火対象物又はその部分以外の別表第一に掲げる防火対象物の十一階以上の階（総務省令で定める部分を除く。）

2 前項に規定するもののほか、スプリンクラー設備の設置及び維持に関する技術上の基準は、次のとおりとする。

一 スプリンクラーヘッドは、前項第二号に掲げる防火対象物にあつては舞台部に、同項第八号に掲げる防火対象物にあつては指定可燃物（可燃性液体類に係るものを除く。）を貯蔵し、又は取り扱う部分に、同項第一号、第三号、第四号、第六号、第七号及び第九号から第十二号までに掲げる防火対象物にあつては総務省令で定める部分に、それぞれ設けること。

二 スプリンクラーヘッドは、次に定めるところにより、設けること。

イ 前項各号（第一号、第五号から第七号まで及び第九号を除く。）に掲げる防火対象物又はその部分（ロに規定する部分を除くほか、別表第一(五)項若しくは(六)項に掲げる防火対象物又は同表(十六)項に掲げる防火対象物の同表(五)項若しくは(六)項に掲げる防火対象物の用途に供される部分であつて、総務省令で定める種別のスプリンクラーヘッドが総務省令で定めるところにより設けられている部分がある場合には、当該スプリンクラーヘッドが設けられている部分を除く。）においては、前号に掲げる部分の天井又は小屋裏に、当該天井又は小屋裏の各部分から一のスプリンクラーヘッドまでの水平距離が、次の表の上欄に掲げる防火対象物又はその部分ごとに、同表の下欄に定める距離となるように、総務省令で定める種別のスプリンクラーヘッドを設けること。

防火対象物又はその部分	距離
第一項第二号から第四号まで及び第十号から第十二号までに掲げる防火対象物又はその部分(別表第一(一)項に掲げる防火対象物の舞台部に限る。)	一・七メートル以下
第一項第八号に掲げる防火対象物	一・七メートル(火災を早期に感知し、かつ、広範囲に散水することができるスプリンクラーヘッドとして総務省令で定めるスプリンクラーヘッド（以下この表において「高感度型ヘッド」という。）にあつ

		ては、当該スプリンクラーヘッドの性能に応じ総務省令で定める距離) 以下
第一項第三号、第四号及び第十号から第十二号までに掲げる防火対象物又はその部分(別表第一(一)項に掲げる防火対象物の舞台部を除く。)	耐火建築物(建築基準法第二条第九号の二に規定する耐火建築物をいう。以下同じ。)以外の建築物	二・一メートル(高感度型ヘッドにあつては、当該スプリンクラーヘッドの性能に応じ総務省令で定める距離) 以下
	耐火建築物	二・三メートル(高感度型ヘッドにあつては、当該スプリンクラーヘッドの性能に応じ総務省令で定める距離) 以下

ロ 前項第三号、第四号、第八号及び第十号から第十二号までに掲げる防火対象物又はその部分(別表第一(一)項に掲げる防火対象物の舞台部を除く。)のうち、可燃物が大量に存し消火が困難と認められる部分として総務省令で定めるものであつて床面から天井までの高さが六メートルを超える部分及びその他の部分であつて床面から天井までの高さが十メートルを超える部分においては、総務省令で定める種別のスプリンクラーヘッドを、総務省令で定めるところにより、設けること。

ハ 前項第一号、第五号から第七号まで及び第九号に掲げる防火対象物においては、総務省令で定める種別のスプリンクラーヘッドを、総務省令で定めるところにより、設けること。

三 前号に掲げるもののほか、開口部(防火対象物の十階以下の部分にある開口部にあつては、延焼のおそれのある部分(建築基準法第二条第六号に規定する延焼のおそれのある部分をいう。)にあるものに限る。)には、その上枠に、当該上枠の長さ二・五メートル以下ごとに一のスプリンクラーヘッドを設けること。ただし、防火対象物の十階以下の部分にある開口部で建築基準法第二条第九号の二に規定する防火設備(防火戸その他の総務省令で定めるものに限る。)が設けられているものについては、この限りでない。

三の二 特定施設水道連結型スプリンクラー設備(スプリンクラー設備のうち、その水源として、水道の用に供する水管を当該スプリンクラー設備に連結したものであつて、次号に規定する水量を貯留するための施設を有しないものをいう。以下この項において同じ。)は、前項第一号及び第九号に掲げる防火対象物又はその部分のうち、防火上有効な措置が講じられた構造を有するものとして総務省令で定める部分以外の部分の床面積の合計が千平方メートル未満のものに限り、設置することができること。

四 スプリンクラー設備(特定施設水道連結型スプリンクラー設備を除く。)には、その水源として、防火対象物の用途、構造若しくは規模又はスプリンクラーヘッドの種別に応じ総務省令で定めるところにより算出した量以上の量となる水量を貯留するための施設を設けること。

五 スプリンクラー設備は、防火対象物の用途、構造若しくは規模又はスプリンクラーヘッドの種別に応じ総務省令で定めるところにより放水することができる性能のものとすること。

六 スプリンクラー設備(総務省令で定める特定施設水道連結型スプリンクラー設備を除く。)には、点検に便利で、かつ、火災等の災害による被害を受けるおそれが少ない箇所に、水源に連結する加圧送水装置を設けること。

七 スプリンクラー設備には、非常電源を附置し、かつ、消防ポンプ自動車容易に接近することが

できる位置に双口形の送水口を附置すること。ただし、特定施設水道連結型スプリンクラー設備については、この限りでない。

八 スプリンクラー設備には、総務省令で定めるところにより、補助散水栓を設けることができること。

3 第一項各号に掲げる防火対象物又はその部分に水噴霧消火設備、泡消火設備、不活性ガス消火設備、ハロゲン化物消火設備又は粉末消火設備を次条、第十四条、第十五条、第十六条、第十七条若しくは第十八条に定める技術上の基準に従い、又は当該技術上の基準の例により設置したときは、同項の規定にかかわらず、当該設備の有効範囲内の部分についてスプリンクラー設備を設置しないことができる。

4 前条第二項の規定は、第一項第五号に掲げる防火対象物について準用する。

(水噴霧消火設備等を設置すべき防火対象物)

第十三条 次の表の上欄に掲げる防火対象物又はその部分には、水噴霧消火設備、泡消火設備、不活性ガス消火設備、ハロゲン化物消火設備又は粉末消火設備のうち、それぞれ当該下欄に掲げるもののいずれかを設置するものとする。

防火対象物又はその部分	消火設備
別表第一(十三)項ロに掲げる防火対象物	^{あわ} 泡消火設備又は粉末消火設備
別表第一に掲げる防火対象物の屋上部分で、回転翼航空機又は垂直離着陸航空機の発着の用に供されるもの	^{あわ} 泡消火設備又は粉末消火設備
別表第一に掲げる防火対象物の道路（車両の交通の用に供されるものであつて総務省令で定めるものに限る。以下同じ。）の用に供される部分で、床面積が、屋上部分にあつては六百平方メートル以上、それ以外の部分にあつては四百平方メートル以上のもの	水噴霧消火設備、泡消火設備、不活性ガス消火設備又は粉末消火設備
別表第一に掲げる防火対象物の自動車の修理又は整備の用に供される部分で、床面積が、地階又は二階以上の階にあつては二百平方メートル以上、一階にあつては五百平方メートル以上のもの	^{あわ} 泡消火設備、不活性ガス消火設備、ハロゲン化物消火設備又は粉末消火設備
別表第一に掲げる防火対象物の駐車のために供される部分で、次に掲げるもの 一 当該部分の存する階（屋上部分を含み、駐車するすべての車両が同時に屋外に出ることができる構造の階を除く。）における当該部分の床面積が、地階又は二階以上の階にあつては二百平方メートル以上、一階にあつては五百平方メートル以上、屋上部分にあつては三百平方メートル以上のもの 二 昇降機等の機械装置により車両を駐車させる構造のもので、車両の収容台数が十以上のもの	水噴霧消火設備、 ^{あわ} 泡消火設備、不活性ガス消火設備、ハロゲン化物消火設備又は粉末消火設備
別表第一に掲げる防火対象物の発電機、変圧器その他これらに類する電気設備が設置されている部分で、床面積が二百平方メートル以上のもの	不活性ガス消火設備、ハロゲン化物消火設備又は粉末消火設備

別表第一に掲げる防火対象物の鍛造場、ボイラー室、乾燥室その他多量の火気を使用する部分で、床面積が二百平方メートル以上のもの		不活性ガス消火設備、ハロゲン化物消火設備又は粉末消火設備
別表第一に掲げる防火対象物の通信機器室で、床面積が五百平方メートル以上のもの		不活性ガス消火設備、ハロゲン化物消火設備又は粉末消火設備
別表第一に掲げる建築物その他の工作物で、指定可燃物を危険物の規制に関する政令別表第四（以下この項において「危険物政令別表第四」という。）で定める数量の千倍以上貯蔵し、又は取り扱うもの	危険物政令別表第四に掲げる綿花類、木毛及びかんなくず、ぼろ及び紙くず（動植物油がしみ込んでいる布又は紙及びこれらの製品を除く。）、糸類、わら類、再生資源燃料又は合成樹脂類（不燃性又は難燃性でないゴム製品、ゴム半製品、原料ゴム及びゴムくずに限る。）に係るもの	水噴霧消火設備、泡消火設備又は全域放出方式の不活性ガス消火設備
	危険物政令別表第四に掲げるぼろ及び紙くず（動植物油がしみ込んでいる布又は紙及びこれらの製品に限る。）又は石炭・木炭類に係るもの	水噴霧消火設備又は泡消火設備
	危険物政令別表第四に掲げる可燃性固体類、可燃性液体類又は合成樹脂類（不燃性又は難燃性でないゴム製品、ゴム半製品、原料ゴム及びゴムくずを除く。）に係るもの	水噴霧消火設備、泡消火設備、不活性ガス消火設備、ハロゲン化物消火設備又は粉末消火設備
	危険物政令別表第四に掲げる木材加工品及び木くずに係るもの	水噴霧消火設備、泡消火設備、全域放出方式の不活性ガス消火設備又は全域放出方式のハロゲン化物消火設備

2 前項の表に掲げる指定可燃物（可燃性液体類に係るものを除く。）を貯蔵し、又は取り扱う建築物その他の工作物にスプリンクラー設備を前条に定める技術上の基準に従い、又は当該技術上の基準の例により設置したときは、同項の規定にかかわらず、当該設備の有効範囲内の部分について、それぞれ同表の下欄に掲げる消火設備を設置しないことができる。

（水噴霧消火設備に関する基準）

第十四条 前条に規定するもののほか、水噴霧消火設備の設置及び維持に関する技術上の基準は、次のとおりとする。

- 一 噴霧ヘッドは、防護対象物（当該消火設備によつて消火すべき対象物をいう。以下同じ。）の形状、構造、性質、数量又は取扱いの方法に応じ、標準放射量（前条第一項の消火設備のそれぞれのヘッドについて総務省令で定める水噴霧、^{あわ}泡、不活性ガス消火剤、ハロゲン化物消火剤又は粉末消火剤の放射量をいう。以下同じ。）で当該防護対象物の火災を有効に消火することができるよう、総務

省令で定めるところにより、必要な個数を適当な位置に設けること。

二 別表第一に掲げる防火対象物の道路の用に供される部分又は駐車のに供される部分に設置するときは、総務省令で定めるところにより、有効な排水設備を設けること。

三 高圧の電気機器がある場所においては、当該電気機器と噴霧ヘッド及び配管との間に電気絶縁を保つための必要な空間を保つこと。

四 水源は、総務省令で定めるところにより、その水量が防護対象物の火災を有効に消火することができる量以上の量となるように設けること。

五 水源に連結する加圧送水装置は、点検に便利で、かつ、火災の際の延焼のおそれ及び衝撃による損傷のおそれが少ない箇所に設けること。ただし、保護のための有効な措置を講じたときは、この限りでない。

六 水噴霧消火設備には、非常電源を附置すること。

海外の駐車場における火災事例①

スプリンクラー設置あり

マリエン広場（ドイツ）の駐車場火災

○2021年11月21日発生

○地下駐車場で充電中のEV車（フォルクスワーゲン・ID.4）から出火。

○出火車両の真上にはスプリンクラーヘッドが設置されており、作動していたことが確認されているが、出火車両は全焼し、周辺車両3台の熱による損傷と天井のコンクリートの剥離が生じている。

○自動火災通報システムの作動により消防隊が到着した時点で、大量の煙が発生しており、空気呼吸器を装備しての活動を強いられた。

○駐車場に設置されていたスプリンクラー設備は、VdS CEA 4001に従って設置（仏国のEN 12845 (0H2)と同じ基準：散水密度が144m³に対して5mm/min※）されており、米国（NFPA）で必要な散水量より少ないものであるが、出火車両のみの焼損で周辺車両への延焼は防がれている。

※5L/min・m²

引用元：NFPA報告書（Classification of Modern Vehicle Hazards in Parking Structures & Systems - Ph II(2024)）



NFPA報告書より

海外の駐車場における火災事例②

スプリンクラー設置あり

デスプレインズ（アメリカ）の駐車場火災

○2023年7月13日発生

○2011年製のハイブリット車（レクサス・RX450h）から出火。

○アパート1階の駐車場で車両1台が焼損し、天井の一部がわずかに焼損している。

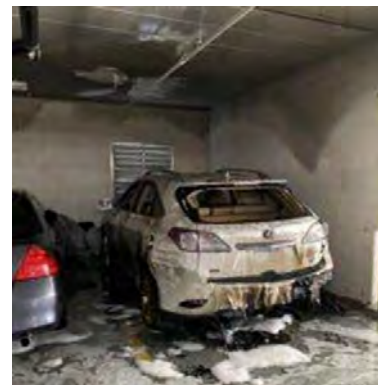
○駐車場にはスプリンクラー設備（NFPA 0H1の設計密度※）が設置されており、作動したスプリンクラーヘッドが1個又は2個でNFPA 0H1の設計密度より高い密度で放水できていた可能性がある。

※ 140m³に対して6.1mm/min (6.1L/min・m²)

○スプリンクラー設備の作動により、隣接車両や上階の住居部分への延焼を防ぐことができており、延焼抑制効果が確認できているが、車体が散水障害となり完全に消火することはできていなかった。

○最終的に消防隊の活動により鎮火したが、閉鎖型の駐車場で煙の滞留が著しく消火活動と避難に大きな支障が生じた。

引用元：NFPA報告書（Classification of Modern Vehicle Hazards in Parking Structures & Systems - Ph II(2024)）



NFPA報告書より

海外の駐車場における火災事例③

スプリンクラー設置あり

タウソン（アメリカ）の駐車場火災

○2023年3月22日発生

○2011年製のディーゼル車（BMW・X5）から出火。

○駆け付けた警官が消火器による初期消火を試みたが火災規模が大きかったため断念。その直後に火災警報器とスプリンクラー設備（設計詳細は不明）が作動し煙が充満し始めたため屋外に避難した。

○スプリンクラー設備の作動により、延焼は出火車両1台のみに抑えられていた。

○スプリンクラー設備の作動により、延焼抑制が図られていたが、換気システムが故障により適切に作動しなかったため、駐車場内に煙が充満しており、建物上階の住宅部分にも煙の影響が及んでいた。

引用元：NFPA報告書（Classification of Modern Vehicle Hazards in Parking Structures & Systems - Ph II(2024)）



NFPA報告書より

海外の駐車場における火災事例④

スプリンクラー設置あり（不動作）

仁川（韓国）の駐車場火災

○2024年8月1日発生

○電気自動車（メルセデスベンツ）のバッテリー火災と推定。

○火災が発生したマンションに設置されていた警報器やスプリンクラー設備の作動に問題がなかったことが確認された。

○夜間当直者が火災警報音が鳴ると現場確認なしに各種警鐘・スプリンクラー停止ボタンを押して火災を大きくした疑惑がもたれている。火災確認後、復旧ボタンを押したが、すでに配線が燃え、スプリンクラーなどは作動しなかった。

○消防当局は消防士177人と排煙車両などの装備80台を投入したが、鎮圧するまで約5時間半かった。

引用元：毎日経済
(https://www.mk.co.kr/jp/society/11180107?utm_source=chatgpt.com)

海外の駐車場における火災事例⑤

スプリンクラー設置なし

リバプール（イギリス）の駐車場火災

○2017年12月発生

○1,600台収容可能な8階建ての開放性のあるコンクリート造の駐車場が発生したもの。

○2002年製のランドローバー（改造車）から出火したと見られており、**1,400台以上の車両が焼損**した。

○駐車場の監視カメラの映像から、出火車両からの煙が確認されてから少なくとも13分が経過するまでは消防署に通報されず、また、消防隊が到着したのは煙が確認されてから21分後だったことが判明した。

○建物構造に影響を与えるほどの火災であり、長時間高温にさらされることによってコンクリートの剥離が生じ、貫通部が生じて縦方向への火災の延焼につながった。

○**駐車場内にスプリンクラーの設置はなかった。**

○地元の消防署長によると、油火災に有効な泡消火薬剤が利用できなかったとのこと。

○活動にあたった消防隊員によると、火災の最盛期には30秒ごとに次々と車両が炎に飲まれていったとのこと。

引用元：NFPA報告書（Modern vehicle hazards(NFPA2020)）



NFPA報告書より

○火災は駐車場の3階で発生した。

○当初、火災は駐車場内中央の傾斜路を介して延焼したと考えられていたが、さらなる調査により、排水溝、排水管等の排水システムが縦方向への延焼の原因である可能性が高い（着火した燃料が排水管等を通して延焼が拡大した）と考えられている。

○当該火災の報告書において、スプリンクラーがあれば火災の発生を遅らせ、消防救助隊が到着する前に複数の車両への延焼を防ぐことができると設置を推奨している。

○当該火災の報告書において、火災の延焼を防止するためには、早期の消火活動または自動消火が不可欠であるとの所見が述べられている。

引用元：リバプール火災報告書

KINGS DOCK CAR PARK Fire Protection Report April 2018

マーゼサイド消防本部（Merseyside Fire & Rescue Service）

海外の駐車場における火災事例⑥

スプリンクラー設置なし

スタヴァンゲル空港（ノルウェー）の駐車場火災

○2020年1月7日発生

○**建物内の200～300台が焼損**し、その他1,300台の車両が熱と煙にさらされ、5階建ての建物の一部が倒壊。

○2006年製のディーゼル車（オベル・ザフィーラ）から出火したと見られている。

○空港の営業中であったため、空港の消防士は航空機以外の火災には対応できず、初動対応に13分要した。

○リバプールの火災と同様、建物構造に影響を与えるほどの火災であり、長時間高温にさらされることによってコンクリートの剥離が生じ、貫通部が生じて縦方向への火災の延焼につながった。

○火災から約2時間後に建物が倒壊し始めたと一部のメディアが報じた。

○駐車場の柱と梁はむき出しの鉄骨で、床は（プレキャスト）コンクリート製であった。

○地元の条例では15分の耐火性能が要求されていたところ、10分の耐火性能に緩和されていた。

○自動火災報知設備が設置されており作動したが、火災の急激な拡大により有効に制御できず。

○排煙・換気設備も設置されており作動したが、火勢が強く煙の制御は限定的であった。

引用元：NFPA報告書（Modern vehicle hazards(NFPA2020)）



NFPA報告書より

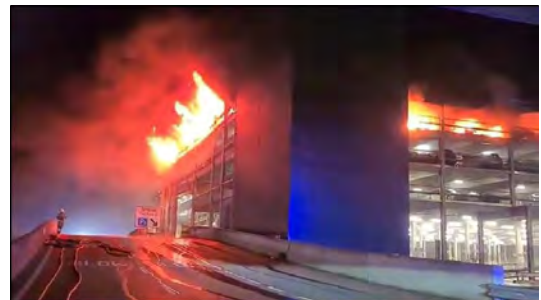
海外の駐車場における火災事例⑦

スプリンクラー設置なし

ロンドン・ルートン空港（イギリス）の駐車場火災

- 2023年10月10日発生（翌日11日の朝には鎮火）
- 駐車場の3階でディーゼル車から出火し、風などの影響により急速に燃え広がったと見られている。
- 目撃者によれば数分おきに車両が爆発したとのことで、最終的には**1,000台以上の車両が火災による被害を受けた**。
- 駐車場は鉄骨造の開放性が高い構造でスプリンクラーが設置されておらず、火災により建物の一部が倒壊した。
- 消火活動中に、建物倒壊の兆候が生じたため、内部からの消火活動を中止した。
- 消防隊4名と空港職員1名が病院に搬送されたほか、火災の影響により一部の便で運航が停止された。

引用元：NFPA報告書（Classification of Modern Vehicle Hazards in Parking Structures & Systems - Ph II(2024)）
BBCニュース（<https://www.bbc.com/news/uk-england-beds-bucks-herts-67073446>）



NFPA報告書より

海外の駐車場における火災事例⑧

スプリンクラー設置なし

ジャクソンビル国際空港（アメリカ）の駐車場火災

- 2025年5月16日発生
- 開放型の駐車場であり、スプリンクラー設備の設置なし。
- BMWの車両（ガソリン、EV、ハイブリットかは不明）から出火し、周囲の車両へ急速に延焼拡大。
- 消防局の発表では約50台の車両が焼損。
- 煙により「視界ゼロ／低視界」となり、空港警察により避難誘導を実施。空港の全運転が一時停止されるなど運航に大きな影響があった。

引用元：ジャクソンビルデイリーレコード
（<https://www.jaxdailyrecord.com/news/2025/jun/18/fire-damaged-parking-garage-at-Jacksonville-international-airport-will-cost-38-million-to-rebuild/>）
フロリダタイムズユニオン
（<https://www.jacksonville.com/story/news/fire/2025/05/18/jacksonville-airport-parking-garage-fire-photos/83713802007/>）

海外の駐車場関連の技術資料①

駐車場の構造とシステムにおける現代の車両の危険性 NFPA（全米防火協会）

○フェーズ1：駐車場と車両運搬車における現代の車両の危険性 2020



- ・近年の車両は、プラスチックなどの可燃性素材が多く使用されており、火災危険性が増加している。加えて、車自体が大型化しているため可燃物量も多くなっている。
- ・可燃物の増加により、火災の進展速度、着火容易性、隣接車両への延焼の危険性が高まっている。駐車場の車両間で、10～20分程度で急速に延焼することが分かっている。
- ・駐車場の構造として、上下にスタックするなど高密度の空間利用が進んでおり、車両間距離が短くなっている。
- ・密閉性のある駐車場は、消防隊が到着するまでの間、自動消火設備により火勢を制御しているが、開放性のある駐車場は自動消火設備がないため懸念がある。



Figure 9. Vehicle curb weight as a function of time (American Chemistry Council, 2023).

※グラフは2024年に更新されたもの



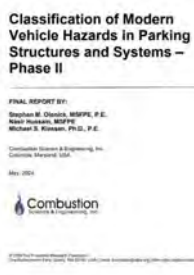
Figure 10. Vehicle plastic weight and weight percentage as a function of time (data source: American Chemistry Council, 2023)

海外の駐車場関連の技術資料②

駐車場の構造とシステムにおける現代の車両の危険性 NFPA（全米防火協会）

赤字：第1回からの追記

○フェーズ2：駐車場の構造とシステムにおける現代の車両の危険性の分類 2024



- ・車両の軽量化、大型化に伴う可燃物量の増加、樹脂製燃料タンク、電子部品の増加、EVなど次世代自動車の普及、これまでの火災事例から、基準の見直しが行われた。
- ・NFPA13は、2023年に改訂され、開放性の高い駐車場においても一定規模以上の場合はスプリンクラー設備の設置が必要とされるとともに、スプリンクラー設備の設計上の駐車場のハザードグループをOH1(Ordinary Group1)からOH2(Ordinary Group2)に引き上げた。
- ・火災事例や車両火災実験を分析すると、駐車場のハザードグループの引き上げは、裏付けのデータが不足していることが判明した。具体的には、スプリンクラー設備の設置義務の拡大や散水密度の増加が行われているが散水密度の設定についての技術的な正当性が不明である。

Table 19.2.3.1.1 Density/Area

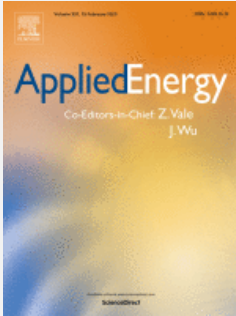
Hazard	Density/Area [gpm/ft ² /ft ² (mm/min/m ²)]
Light	0.1/1500 or 0.07/3000* (4.1/140 or 2.9/280)
Ordinary Group 1	0.15/1500 or 0.12/3000* (6.1/140 or 4.9/280)
Ordinary Group 2	0.2/1500 or 0.17/3000* (8.1/140 or 6.9/280)
Extra Group 1	0.3/2500 or 0.28/3000* (12.2/230 or 11.4/280)
Extra Group 2	0.4/2500 or 0.38/3000* (16.3/230 or 15.5/280)

*When required by 19.2.3.1.5.

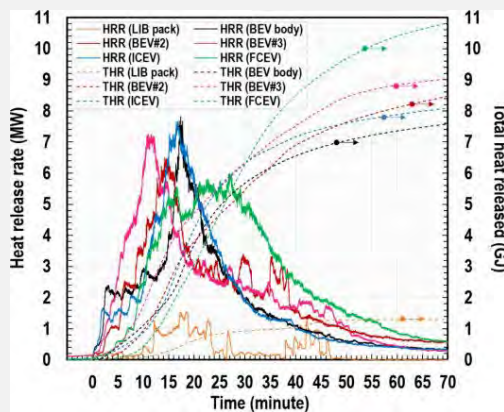
海外の駐車場関連の技術資料③

バッテリー電気自動車の本格的な火災試験

(Sungwook Kang, Fire Testing & Research Centre, Fire & Disaster Management Division, Korea Conformity Laboratories, Republic of Korea, Full-scale fire testing of battery electric vehicles, Applied Energy, 2022. 12. 15 UK)



- ・3種類のEV(1つは車載用バッテリーとボディを別々に火災試験)、ICEV 1台、FCEV 1台を用いて、300kwのバーナーで着火させて計6回火災試験を実施し、発熱速度や総発熱量、熱環境などを測定した。
- ・この研究では、EV火災において、①EVの火災で放出される熱の大部分は車体部品によるものであり、バッテリーパックの寄与量は少ない、②燃焼速度は、バッテリーの熱暴走によるジェット火災が発生する場合、はるかに速くなる、③EVの発熱速度のピークは、ICEVの発熱速度のピークよりわずかに低いことが確認された。



	実験1	実験2	実験3	実験4	実験5	実験6
実験車両	BEV (LiBのみ)	BEV (車体のみ)	BEV	BEV	ICEV	FCEV
製造年	2020年製					
燃料	—	不明	—	—	不明	
LiB容量 (充電率)	64KWh (100%)	—	39.2KWh (100%)	64KWh (100%)	—	1.56KWh (20%)
発熱速度	1.54MW	7.81MW	6.51MW	7.25MW	7.66MW	5.99MW
総発熱量	1.30GJ	7.53GJ	8.45GJ	9.03GJ	8.08GJ	10.82GJ

BEV:電気自動車

ICEV: 内燃機関自動車

FCEV:燃料電池自動車

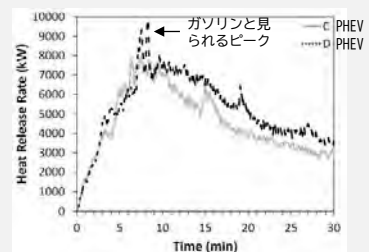
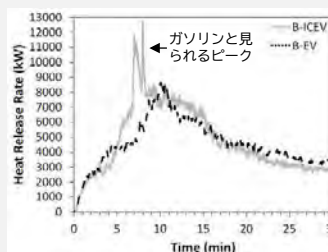
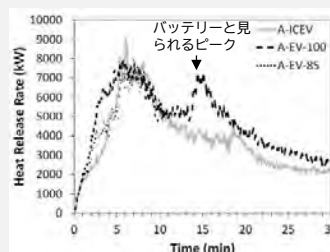
海外の駐車場関連の技術資料④

電気自動車とガソリン車の本格的な火災試験



(Cecilia Lam, National Research Council Canada, Full-Scale Fire Testing of Electric and Internal Combustion Engine Vehicles, Proceedings from 4th International Conference on Fires in Vehicles - FIVE 2016 USA)

- ・EV、ICEV、PHEVを用いて、ガソリンプール火災と同等のバーナー(2MW)で加熱させて7回の火災試験を実施し、発熱速度、総発熱量、熱環境などを測定した。
- ・この研究では、電気自動車の延焼は、①車両モデル、②バッテリーの設計、③バッテリーの充電量によって異なることが確認された。
- ・ICEVでは、ガソリントankの燃焼と見られる発熱速度のピークが、EVでは、バッテリーの燃焼と見られる発熱量のピークが表れている。
- ・全体的な発熱速度や総発熱量などはEVとICEVで大きな違いはなく、EVがICEVに比べて特別危険とは言えない。



	実験1	実験2	実験3	実験4	実験5	実験6	実験7
実験車両	A-ICEV	A-EV	A-EV	B-ICEV	B-EV	C-PHEV	D-PHEV
製造年	2015年製	2014年製	2013年製			2014年製	
燃料	ガソリン (満タン)	—		ガソリン (満タン)	—	ガソリン (満タン)	
LiB容量 (充電率)	—	大容量 (100%)	大容量 (85%)	—	大容量 (100%)	小容量 (85%)	中容量 (100%)
発熱速度	7.1MW	6.0MW	5.9MW	10.8MW	6.9MW	6.0MW	7.9MW
総発熱量	3.29GJ	—	4.91GJ	4.95GJ	4.66GJ	4.63GJ	5.85GJ

EV:電気自動車

ICEV: 内燃機関自動車

PHEV:プラグインハイブリット車

※ 各グラフの発熱速度は、着火バーナーの発熱速度(2 MW)を含む。

水系消火設備の実験条件について

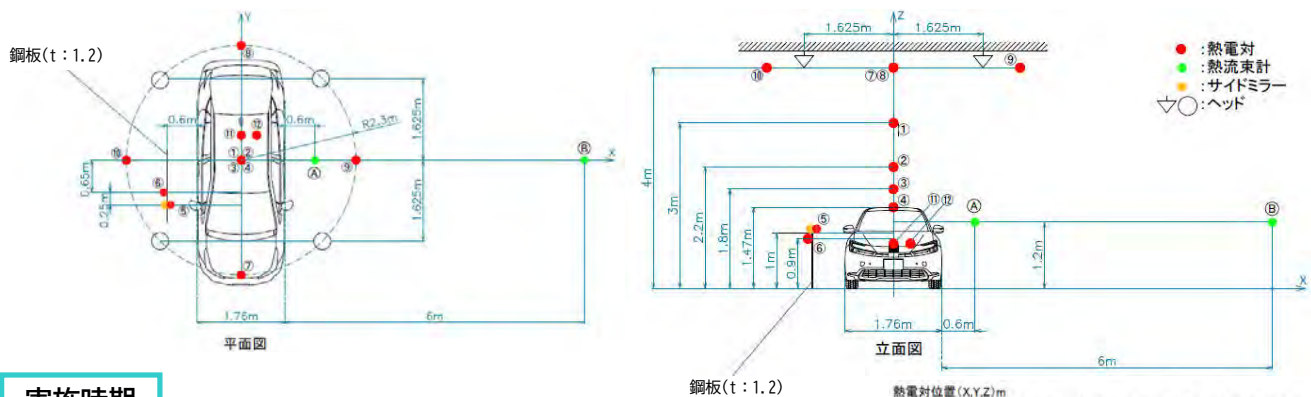
実験条件

- 駐車場において想定される標準的な設置条件を選定（参考として住宅用火災警報器（煙感知器）を設置し、作動までの時間を測定）
 ○ ポイント：個々の閉鎖型ヘッドが作動して放水開始（泡は手動起動で4つのヘッドから同時に放射）、放水時間が20分（泡は10分）

項目	スプリンクラー設備（略称：SP）	閉鎖型水噴霧設備（略称：NF）	備考
ヘッド	閉鎖型スプリンクラーヘッド （標準型）	閉鎖型水噴霧ヘッド （高天井用（一般的なもの））	有効散水半径2.3m
ヘッド高さ	4.0m		天井高さ：4.15m
ヘッド間距離	3.25m		正方配置における最大間隔
放水圧・流量	0.1MPa・80 L/min	0.35MPa・110 L/min	下限放水圧・流量
散水密度	7.5 L/min・㎡	10 L/min・㎡	（参考）昨年度の泡消火設備 3.7L/min・㎡
感度種別	2種	1種相当（2種より高感度）	
放水開始時間	ヘッドの作動による		
放水時間	20分間		計測機器への影響等を考慮し、実験の継続が困難であると判断した場合は、その時点まで計測を実施する。
計測時間	放水開始20分後まで		
実験車両	一般的な普通乗用車（ハイブリッド車：2016年式）		リチウムイオン電池積載
着火	アルコール系固形燃料80 g		運転席に設置
燃料	燃料タンクは空		燃料タンク周辺の温度計測 実験後に燃料タンクの焼損状況を確認
換気	運転席側後部座席のドアガラスを20cm開放 （その他は全閉、自動車の空調は外気循環に設定） ※実際には火災進展しなかったため、100分後に助手席ドアを約20cm開放した		立ち消えが想定されない大きさ

実験のレイアウト及びタイムテーブル

実験レイアウト



実施時期

- 閉鎖型水噴霧設備(NF)：8月5日
 ○ スプリンクラー設備(SP)：9月30日

タイムテーブル

	時間（分）	開始前	-1min	0min	100min	101min	121min
NF	イベント	換気装置 起動	計測開始	点火	助手席ドア 開放	放水開始	放水停止 計測終了
	時間（分）	開始前	-1min	0min	100min	104min	124min
SP	イベント	換気装置 起動	計測開始	点火	助手席ドア 開放	放水開始	放水停止 計測終了

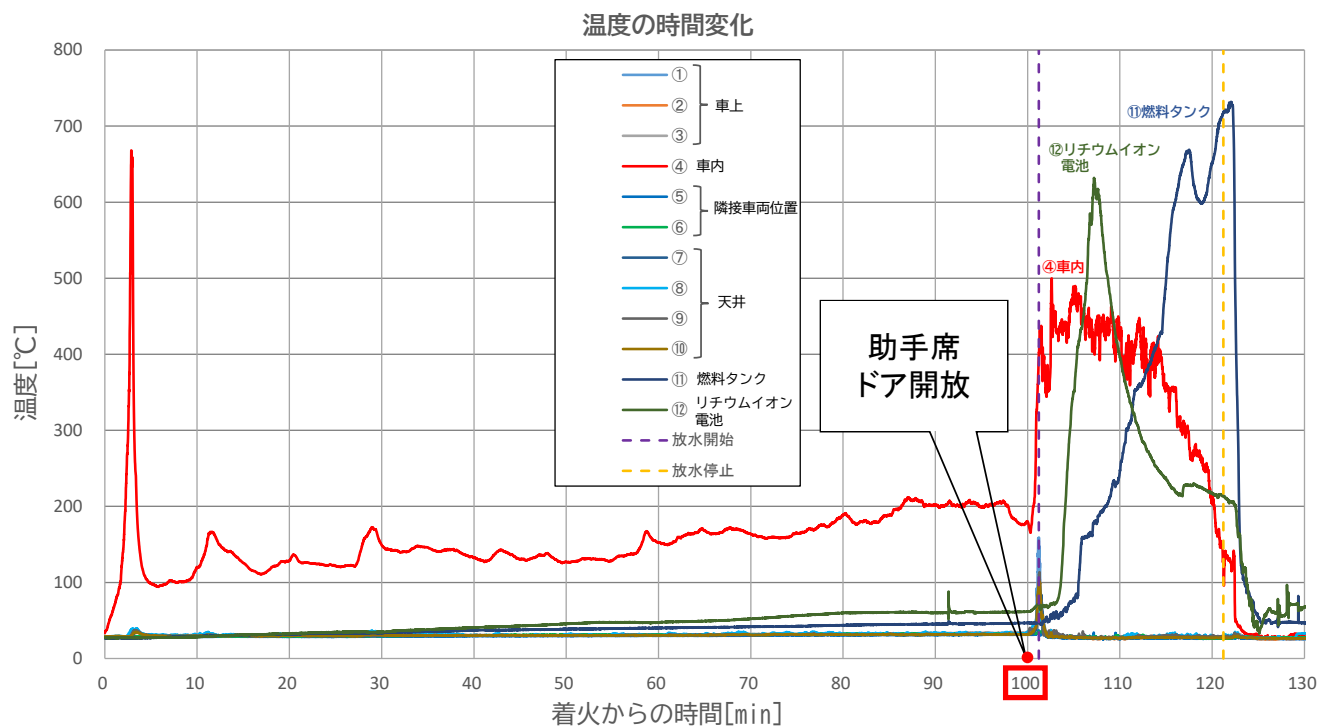
閉鎖型水噴霧設備(NF)の消火実験

実験の様子 (令和7年8月5日実施)



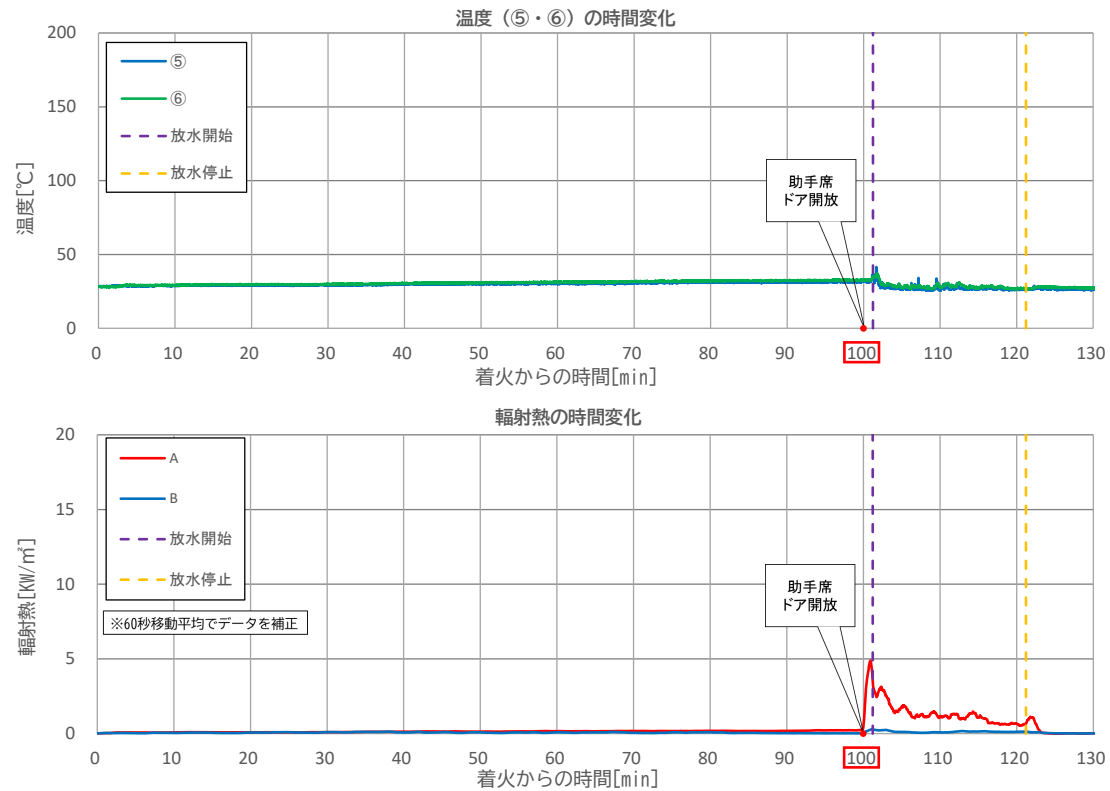
※手動の消火栓により短時間に消火できていた

NFの実験結果【温度】



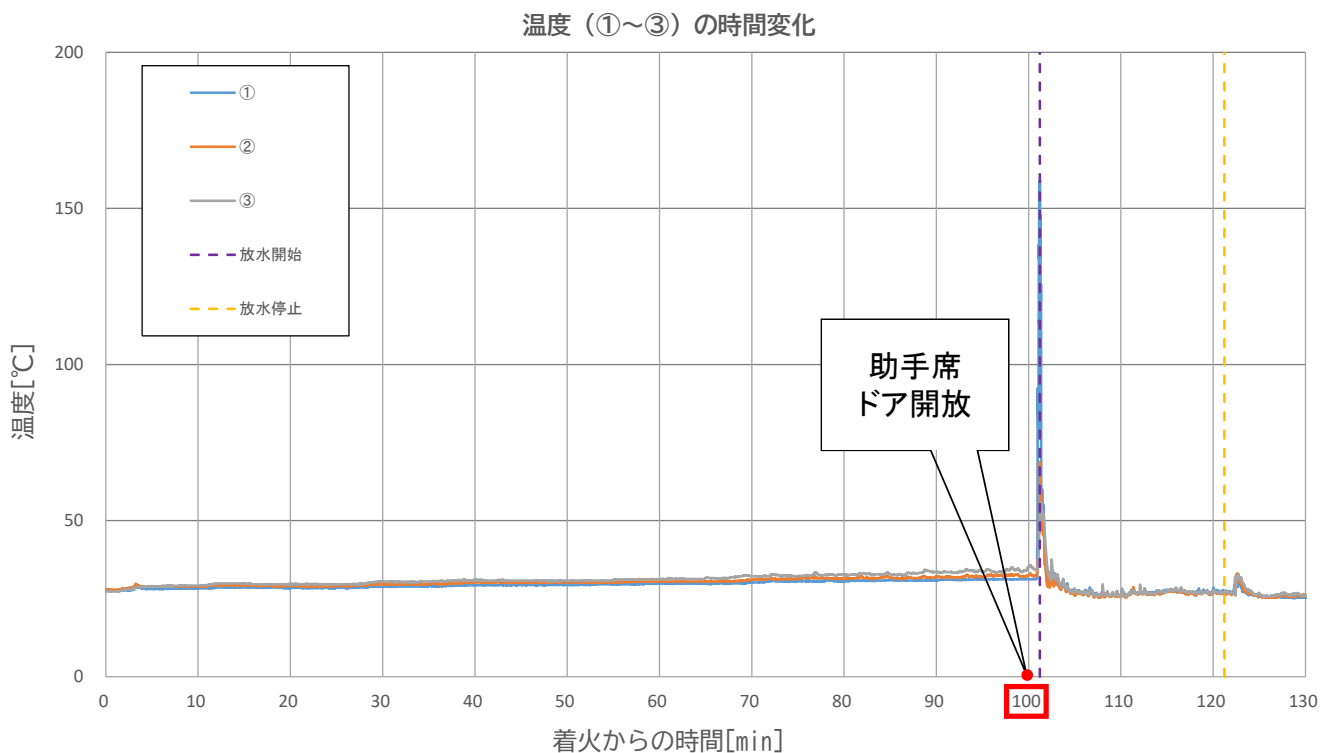
- 今回の実験では、着火から1時間以上経過しても火災進展がなかったため、着火から100分を経過した時点で助手席の扉を約20cm開放したところ、急激に火災進展し閉鎖型ヘッドが作動し放水開始に至った。
- 放水開始後は、車室内の温度上昇を抑制しているものの、燃焼は継続しており、車室内からリチウムイオン電池及び燃料タンク（燃料は空）へ、順に燃焼拡大し焼損していた。

NFの実験結果【隣接車両部分】



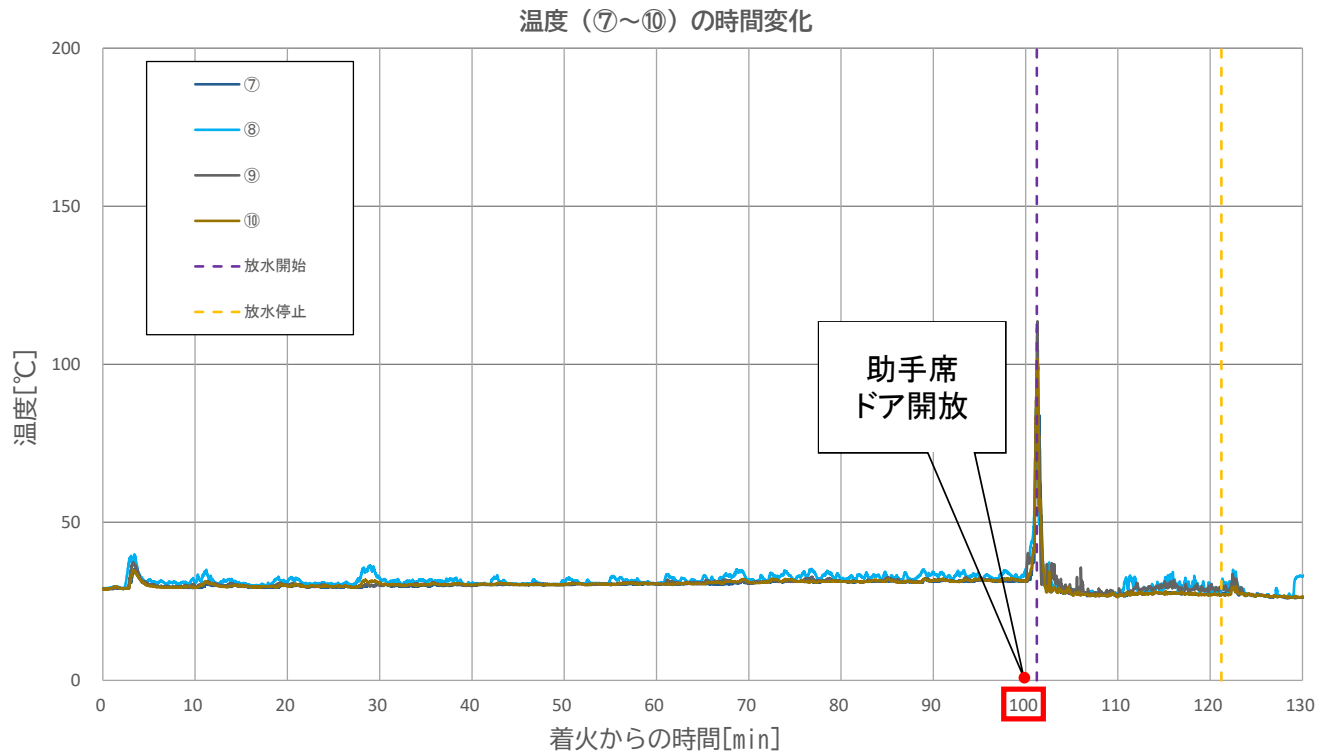
- 車両火災が進展しても、放水開始後は、温度及び輻射熱ともに低い状態で維持できており、隣接車両への延焼抑制性能が確認できた。

NFの実験結果【車上温度】



- 放水開始後は、温度が急激に低下しており、車両上部において車内からの放出熱を十分に冷却できていることが確認できた。

NFの実験結果【天井温度】



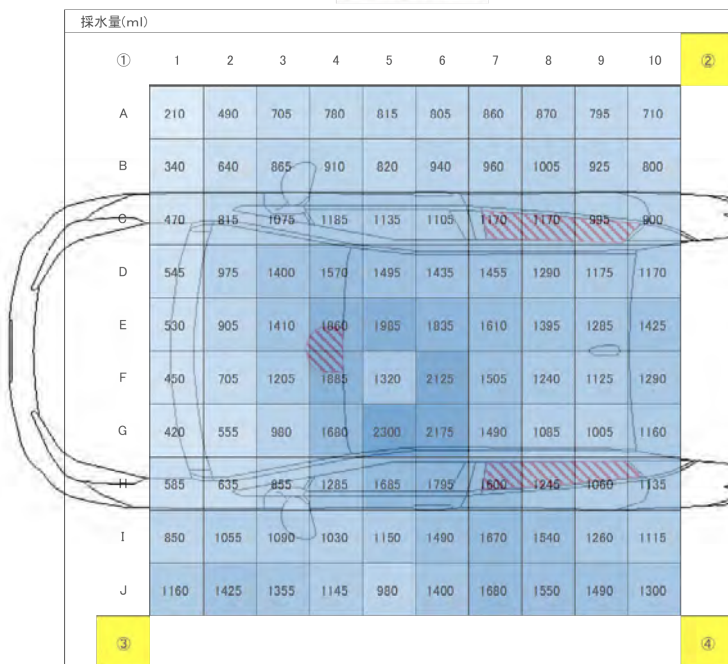
- 放水開始後は、温度が急激に低下しており、実験室内空間の温度を十分に冷却できている。

NFの実験結果【散水分布】

今回の実験では、②、③、④のヘッドが作動し、3つのヘッドから放水

【平面図】

観測室例



【測定値】

項目	計測結果
ヘッド取付 高さ/間隔	4.0m/3.25m
作動ヘッド	②・③・④
計測時間	1 min
放水圧力	0.45MPa
放水量	125L/min
総採水量	115,330ml
平均散水密度	11.5l/m ²

【設計値】

項目	設計値
放水圧力	0.35MPa
放水量	110l/min
平均散水密度	10l/min・m ²

1マス： $\sqrt{1000}$ cm角で面積は0.1m²

：実験でのガラス割れ部分

NFの実験結果【散水分布】

仮に①～④のヘッドすべて作動し、4つのヘッドから放水した場合

【平面図】

観測室側

採水量(ml)	①	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	②
A		1030	1040	1055	900	930	1165	1295	1220	940	865	
B		1070	1045	945	910	1070	1340	1350	1305	1185	1005	
C		1015	1020	1030	1165	1455	1595	1320	1280	1300	1115	
D		1030	1165	1370	1635	1850	1675	1450	1380	1250	1135	
E		1405	1225	1540	1760	2060	2030	1795	1460	1160	1100	
F		1005	1080	1540	1880	2085	2285	1950	1435	1060	860	
G		965	905	1300	1635	1840	1970	1625	1180	940	875	
H		900	805	1060	1370	1600	1550	1235	965	845	870	
I		800	795	915	1160	1295	1245	1055	965	910	950	
J		1180	910	920	1200	1225	1140	1045	980	1025	1160	
③												④

1マス： $\sqrt{1000\text{cm}}$ 角で面積は0.1㎡。

【測定値】

項目	計測結果
ヘッド取付 高さ/間隔	4.0m/3.25m
作動ヘッド	①・②・③・④
計測時間	1 min
放水圧力	0.35MPa
放水量	110L/min
総採水量	123,905ml
平均散水密度	12.4l/㎡

【設計値】

項目	設計値
放水圧力	0.35MPa
放水量	110L/min
平均散水密度	10l/min・㎡

NFの実験結果【実験後の様子】

【実験後の車両状況】



【燃料タンクの燃焼状況】



【リチウムイオン電池の燃焼状況】

カバー外観

内部の燃焼状況



- 消火設備作動中には、フロントガラスの一部と両リアドアガラスしか割れず、それ以外のガラスは残っていた。
- 外周部の焼損程度は小さいが、座席からトランク部分にかけての車室内の燃焼が強く、燃料タンク（燃料は空の状態）とリチウムイオン電池まで延焼している状態であった。

スプリンクラー設備(SP)の消火実験

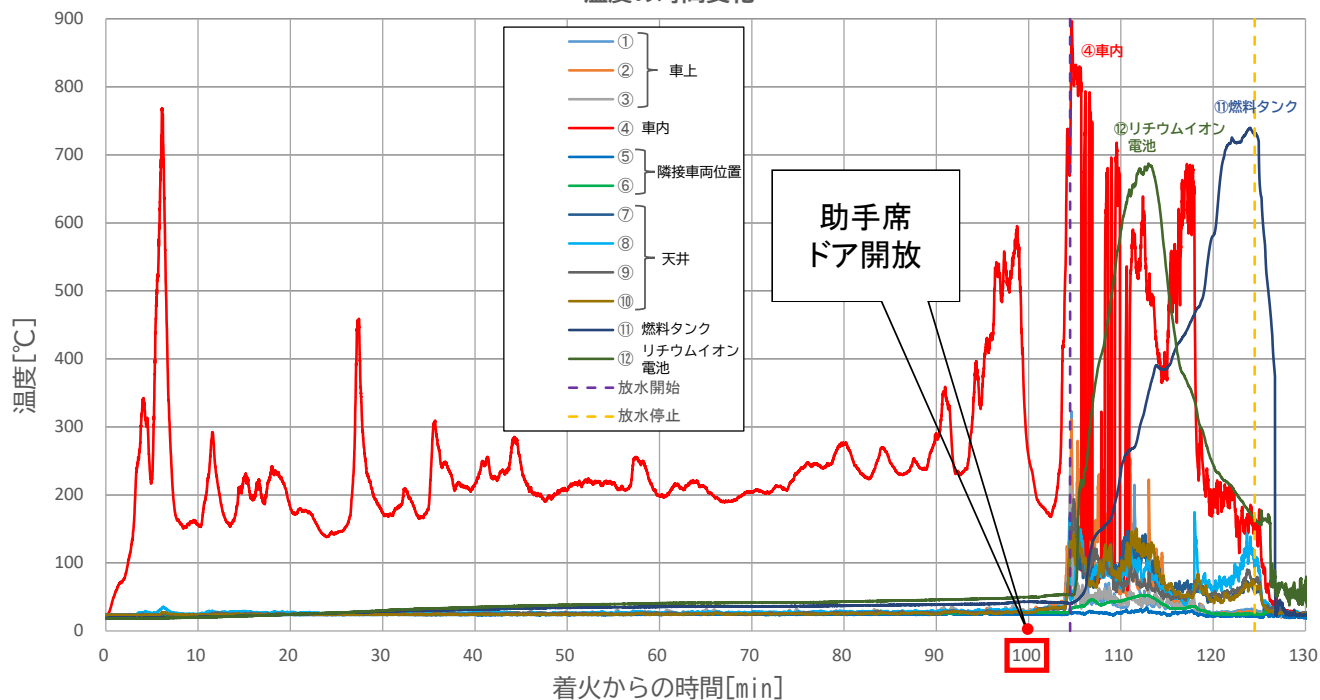
実験の様子 (令和7年9月30日実施)



※手動の消火栓により短時間に消火できていた

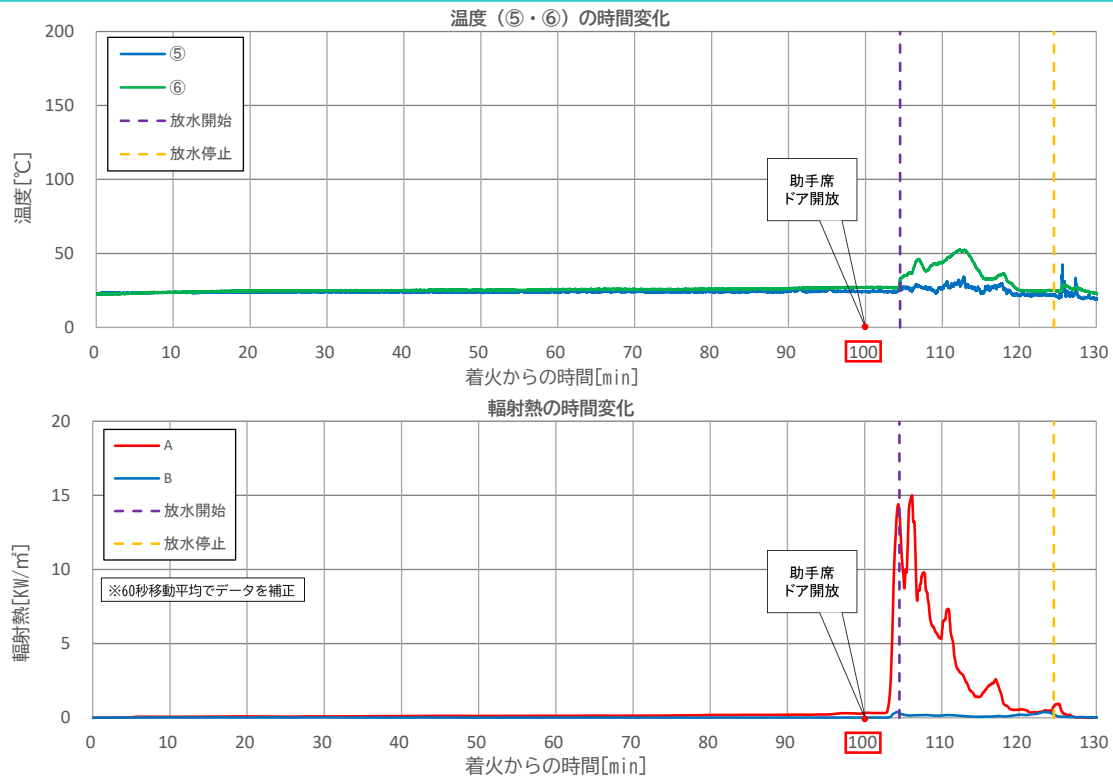
SP実験結果【温度】

温度の時間変化



- 今回の実験では、着火から1時間以上経過しても火災進展がなかったため、着火から100分を経過した時点で助手席の扉を約20cm開放したところ、急激に火災進展し、スプリンクラーヘッドが作動し、放水開始に至った。
- SPを用いた実験においても、放水開始後は、車室内の温度上昇を抑制しているものの、燃焼は継続しており、車室内からリチウムイオン電池及び燃料タンクへ、順に燃焼拡大し焼損した。

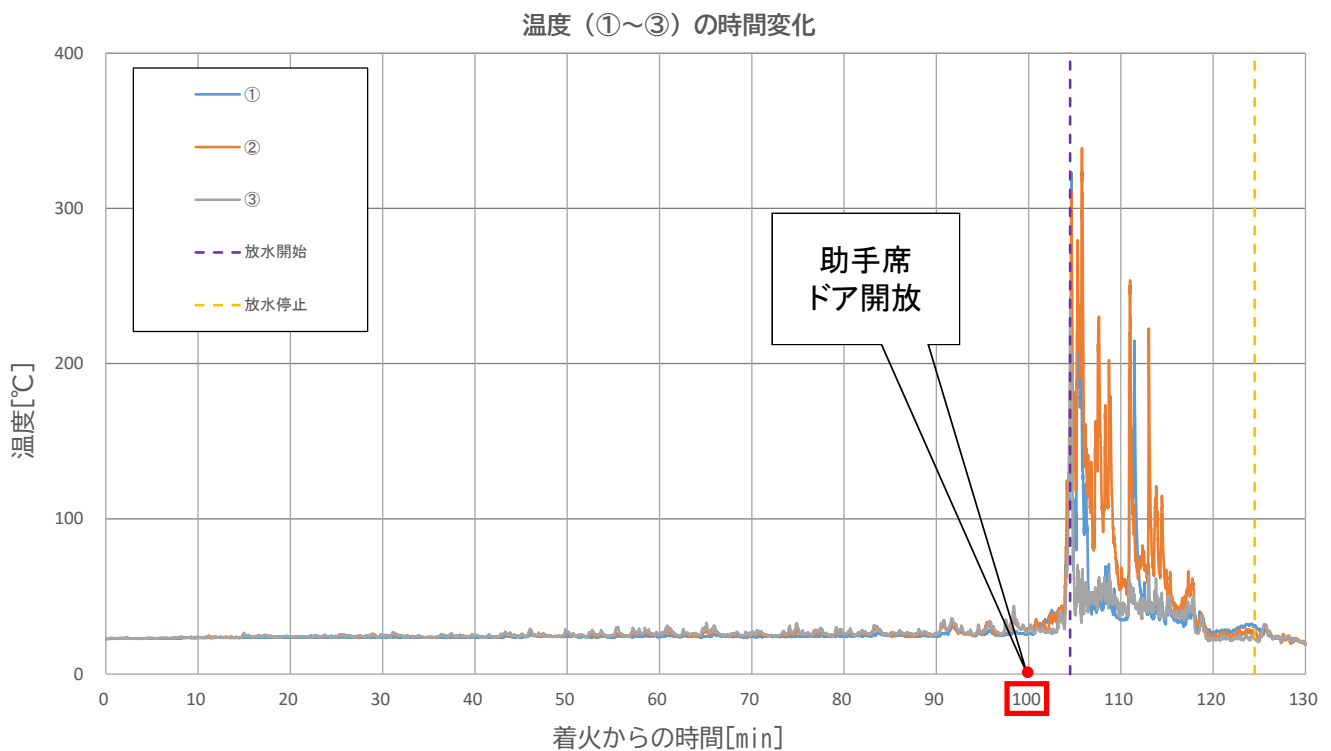
SP実験結果【隣接車両温度】



- 火災進展しても、放水開始後は、温度及び輻射熱ともに低い状態を維持できており、隣接車両への延焼抑制性能が確認できた。なお、NFと比較すると温度及び輻射熱ともに高くなっている。

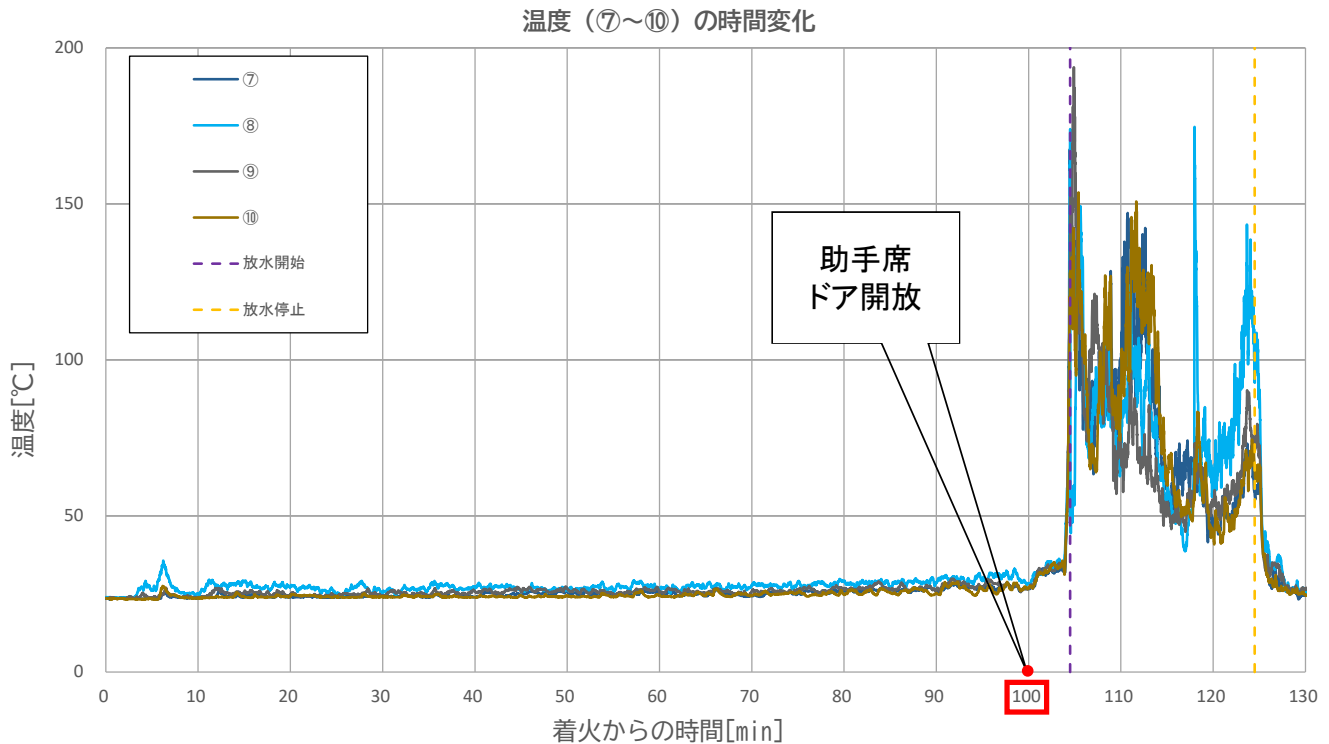
※木片が引火するあるいはプラスチックチューブが溶ける最小エネルギー:12.5kW/m² (石油コンビナート防災アセスメント指針(消防庁))

SP実験結果【車上温度】



- 放水開始後は、温度上昇を抑制しているものの、車両からの放出熱を受けてNFと比較すると温度が高くなっている。

SP実験結果【天井温度】



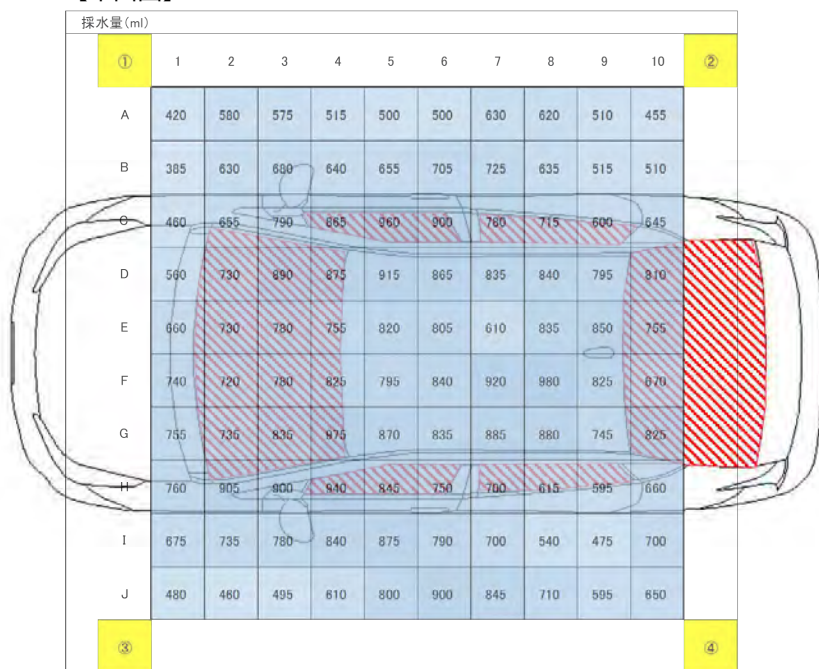
- 放水開始後は、温度上昇を抑制しているものの、NFと比較すると実験室内空間の温度が高くなっている。
- 天井部分の温度が100℃程度になっており、他にスプリンクラーヘッドがあれば作動していると推測できる。（作動温度が72℃の場合）

SP実験結果【散水分布】

①～④のヘッドすべて作動し、4つのヘッドから放水

【平面図】

観測室側



1マス：√1000cm角で面積は0.1㎡

：実験でのガラス割れ部分

【測定値】

項目	計測結果
ヘッド取付 高さ/間隔	4.0m/3.25m
作動ヘッド	①・②・③・④
計測時間	1min
放水圧力	0.1MPa
放水量	80L/min
総採水量	72,230ml
平均散水密度	7.2l/㎡

【設計値】

項目	設計値
放水圧力	0.1MPa
放水量	80L/min
平均散水密度	7.5l/min・㎡

SP実験結果【実験後の様子】

【実験後の車両状況】



【燃料タンクの燃焼状況】



【リチウムイオン電池の燃焼状況】

カバー外観



内部の燃焼状況



- 消火設備作動中は、フロント、リアガラスをはじめすべてのガラスが割れ脱落している状態であった。
- 外周部の焼損は小さいが（NFよりはリア部分の燃焼大）、車室内からトランク部分にかけての燃焼が強く、燃料タンク（燃料は空の状態を実施）とリチウムイオン電池まで延焼している状態であった。

ガラス割れ、脱落の状況

各実験の状況

着火からガラス割れや脱落の時間と車室内温度

閉鎖型水噴霧設備 (R7)	0:00 点火		100:00 助手席ドア開放	101:13 放水開始	101:34 フロントガラス一部割れ 火炎噴出	104:07 左リアドアガラス破壊						107:07 右リアドアガラス破壊	110:19 トランク下側ガラス破壊				121:30 放水停止・強制消火	
	車室内温度		180.3℃	400℃	387.2℃	438.6℃						417.0℃	383.1℃				131.2℃	
スプリンクラー設備 (R7)	0:00 点火		100:00 助手席ドア開放				104:30 放水開始	104:33 左リアドアガラス破壊	104:52 運転席ドアガラス破壊	105:12 フロントガラス一部割れ 火炎噴出	105:38 助手席ドアガラス破壊	106:04 右リアドアガラス破壊		112:00 フロントガラス全面破壊	116:45 トランク下側ガラス破壊	117:44 リアガラス破壊		124:30 放水停止・強制消火
	車室内温度		256.8℃				692.9℃	748.4℃	828.9℃	822.0℃	818.4℃	722.6℃		543.8℃	652.4℃	675.0℃		155.6℃

(参考)

フリーバーン (R6)	0:00 点火												59:42 右リアドアガラス破壊	60:19 フロントガラス一部割れ 火炎噴出	64:56 フロントガラス全面破壊	66:29 リアガラス破壊	66:57 右フロントドアガラス破壊	67:07 助手席ドアガラス破壊	69:26 左リアドアガラス破壊
	車室内温度												236.2℃	289.8℃	884.7℃	993.2℃	996.7℃	1000.9℃	1007.6℃
泡消火設備 (合成界面活性剤泡) (R6)	0:00 点火		16:46 左リアドアガラス一部割れ 火炎噴出	16:59 リアガラス一部割れ 火炎噴出	24:25 リアガラス破壊	27:36 フロントガラス一部割れ 火炎噴出	28:58 フロントガラス全面破壊	29:07 窓放射開始	29:14 運転席ドアガラス破壊	29:19 助手席ドアガラス破壊	39:07 窓放射停止								
	車室内温度		526.4℃	489.5℃	437.2℃	572.8℃	655.3℃	662.6℃	687.3℃	688.9℃	192.1℃								

ガラス割れの差が生じる理由

- 車両火災時にガラスが割れる理由として、①ガラスの表と裏、又は異なる部位で温度差が大きい場合、②ガラス枠やガラスの支持部材が火災の熱の影響で変形することによる応力や曲げ、③燃焼に伴う衝撃（爆風、熱膨張、エアバック作動など）、④加熱によるガラスの軟化（一般的な板ガラスの軟化点は600～700℃）などが挙げられる。
- 今回の実験と過去の実験から、車室内温度が、概ね600℃以上に上昇すると、フロントガラスやリアガラスの全面的な脱落につながっていることを踏まえ、火災時に全面的にフロントガラスやリアガラスが割れ崩落するには、上記④加熱によるガラス自体の軟化と②ガラス枠等が火災の熱影響で変形することによる応力や曲げの発生の寄与が大きいと考えられる。
- NFの消火実験において、フロントやリアガラスとも全面的な脱落に至らなかった理由として、NFにより車室内の燃焼が抑制されており、ガラスの温度上昇がSPなどの場合と比較して抑制されていたためと考えられる。なお、今回のNFとSPの実験で使用した車両は、過去のフリーバーンや泡消火設備で使用した車両より新しい型式（今回：2016年式、過去：2004～2012年式）の上位グレードで、機能性ガラスが使用されていることもガラス割れの差として現れた可能性がある。

NFとSPの実験結果まとめ

- NF、SPともにサイドガラスの一部を開放していたが酸素不足により（※1）発煙するものの火災進展せず、消火設備を作動させるまでの温度上昇に至らない。着火から100分後ドアを意図的に開放し、火災進展させて消火設備が作動した（住宅用火災警報器については、スプリンクラー設備を用いた実験では着火後370秒、閉鎖型水噴霧設備を用いた実験では着火後190秒で作動していた。）。
 - 一般的なハイブリッド車（燃料タンクは空）を用いた消火実験では、NF、SPいずれも当初の目的である隣接車両の延焼抑制性能は有していることが確認できた。
 - NFはSPに比べ放水圧力や放水量が大きく、SPよりも車自体や周囲空間の冷却効果が高く、延焼抑制性能がより高いことが確認できた。
 - また、NFの消火実験では、フロント・リアガラスともに崩落せず散水障害の影響が大きいにも関わらず、SPと比較して車室内の燃焼が抑制されており、直接水がかからない部分であっても燃焼抑制効果を有していた。この違いの生じる要因について考えられる点は次のとおり。
 - 水による消火において、水粒子のサイズが小さくなり表面積が増えると、蒸発しやすくなるため潜熱による冷却効果が高くなり、また、蒸発した際の水蒸気による窒息効果も高まる。
 - 一般的にスプリンクラーの特性として、水粒子の大きさは、放水圧力の1/3乗に反比例、口径の2/3に比例する関係があり、放水圧が高く口径が小さいと粒子サイズが小さくなる傾向にある。（※2）
 - NFはSPに比較して放水圧が高く、口径が小さいため水粒子がより小さくなるため、発生した水粒子が車室内に入り込むことによる冷却、窒息効果に加え、散水密度が大きいことによる車体や空間全体の冷却効果により、車室内の燃焼が抑制されたと考えられる。
- ※1 参考：岡本勝弘「科学警察研究所で実施した自動車燃焼実験～車両火災時における延焼可能性～」（火災(389号)）
 「ドアガラス開口量を変化させ、車室内に着火した実験を行うことにより、車室内出火時において換気条件が自動車燃焼性状に与える影響について調べた。これらの実験結果から、車室内出火時に燃焼が継続するために必要なドアガラスの最小開口量は5 cmであり、この場合には車室内の燃焼が酸欠状態で緩慢に継続する現象が見られる・・・（以下略）」

※2 The NFPA SFPE handbook of Fire protection engineering 3th

Droplet Size and Motion

For geometrically similar sprinklers, the median droplet diameter in the sprinkler spray has been found to be inversely proportional to the $1/3$ power of water pressure and directly proportional to the $2/3$ power of sprinkler orifice diameter such that

$$d_m \propto \frac{D^{2/3}}{P^{1/3}} \propto \frac{D^2}{Q^{2/3}}$$

where

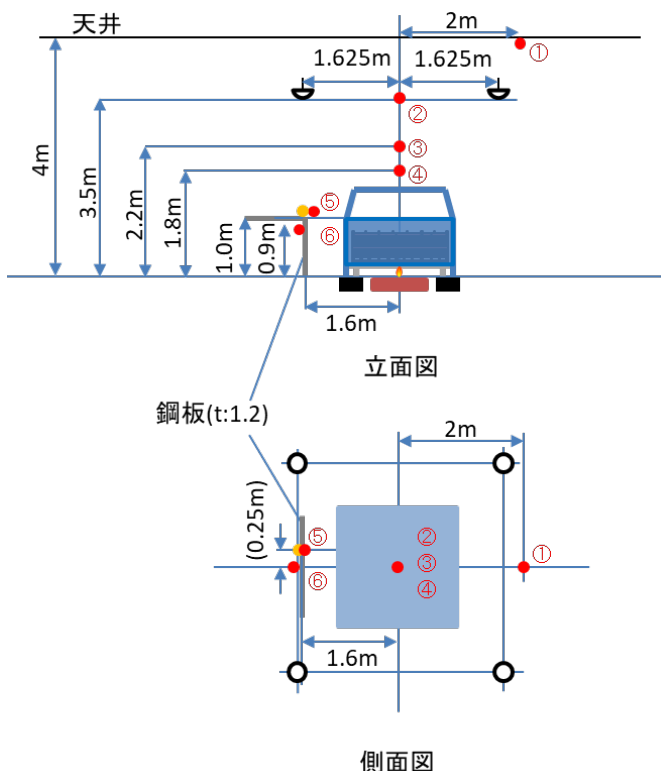
d_m = mean droplet diameter
 D = orifice diameter
 P = pressure
 Q = rate of water flow

スプリンクラー設備の設置条件等について

項目	スプリンクラー設備	閉鎖型水噴霧設備	備考
ヘッド	閉鎖型スプリンクラーヘッド (標準型)	閉鎖型水噴霧ヘッド (高天井型)	有効散水半径：2.3m
ヘッド高さ	3.0m	3.5m	天井高さ：4.0m
ヘッド間距離	3.25m		正方配置における最大間隔
放水圧・流量	0.1MPa・80L/min	0.35MPa・110L/min	下限放水圧・流量
散水密度	7.5L/min・㎡	10L/min・㎡	(参考) 泡消火設備 3.7L/min・㎡
感度種別	閉鎖型スプリンクラーヘッド 2種	閉鎖型スプリンクラーヘッド 1種相当	自動車のピーク時の燃焼における効果を確認するため、4つのヘッドをあらかじめ開放しておき、手動起動で一斉に放水開始
放水開始時間	点火開始 1 分後		
放水時間	20分間		計測機器への影響等を考慮し、実験の継続が困難であると判断した場合は、その時点まで計測を実施する。 (実験実施事業者判断)
計測時間	放水開始20分後まで		
クリブ	30mm×40mm×1,800mm 168本 15段		自動車のピーク時の燃焼を再現
助燃剤	n-ヘプタン 1.5L		Φ1mオイルパン (敷水 5L)

実験のレイアウト及びタイムテーブル

レイアウト



- : 熱電対
- : サイドミラー
- : ヘッド

タイムテーブル

時間 (分)	イベント
開始前	助燃剤投入
-1 min	計測開始
0 min	点火
1 min	放水開始 (手動)
(実験の継続が困難であると判断した場合)	放水停止・計測終了 強制消火
21 min	放水停止・計測終了
21 min～	排煙装置起動

実験日

令和7年3月4日・5日

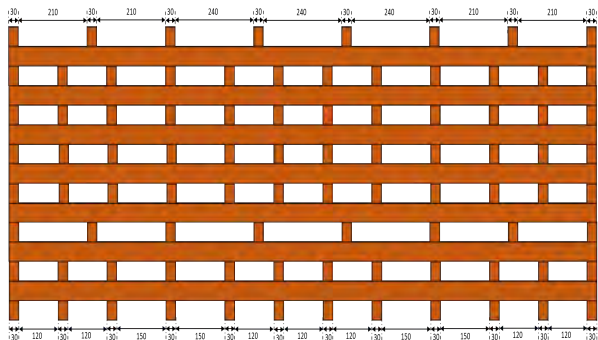
火源となる可燃物の設定について

可燃物の設定

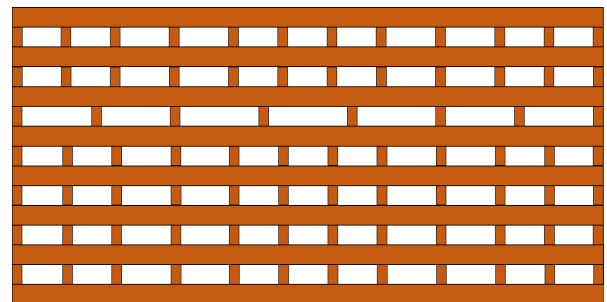
令和6年度の自動車の燃焼実験（フリーバーン）で得られた発熱速度のピークを基に、クリブの量と配置を設定。

- ・クリブは建築部材として一般的に使用され、調達が容易な30mm×40mm×1800mmのものを使用。
- ・1段12本を基本とし、15段積む（5・10・15段のみ8本）。

正面図



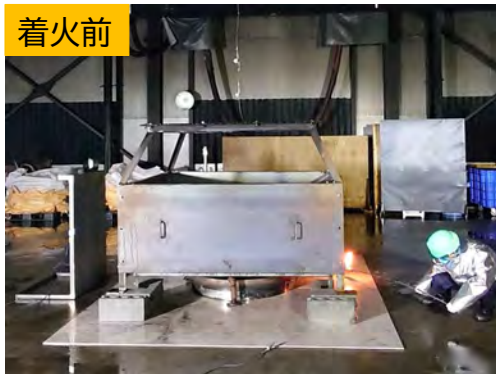
側面図



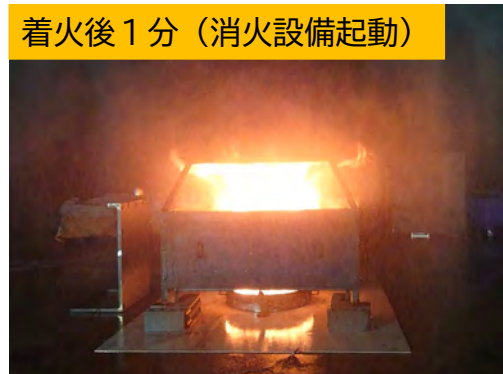
閉鎖型スプリンクラーヘッド(標準型)(令和7年3月5日実施)①

実験状況

着火前



着火後1分（消火設備起動）



放水30秒後（火炎抑制）

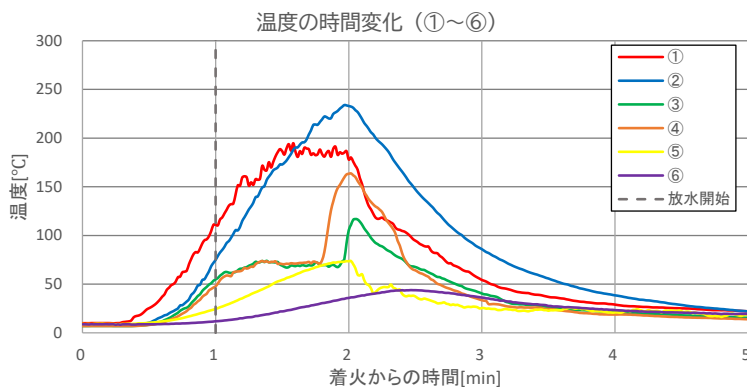
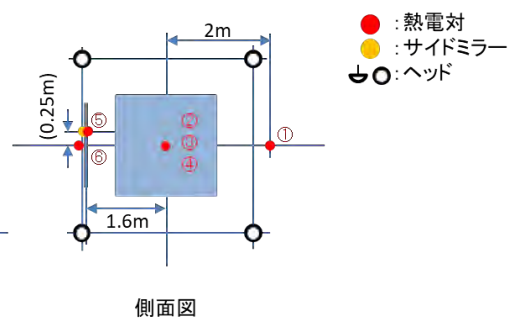
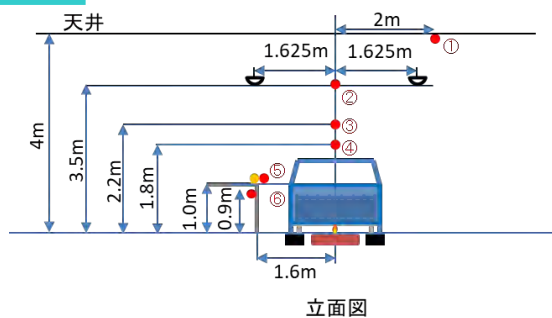


放水20分後（実験後）



閉鎖型スプリンクラーヘッド(標準型)(令和7年3月5日実施)②

実験結果



実験前後のミラーの状況

【実験前】



【実験後】

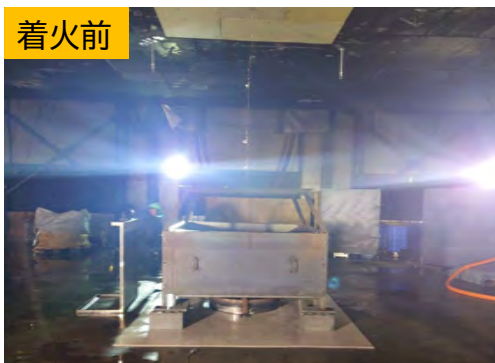


- ・スプリンクラー設備起動後は、約1分で有炎燃焼がほぼ見られなくなり、周囲の温度も低下した。
- ・スプリンクラー設備停止後のクリブは、一部が燃焼している状態であった。

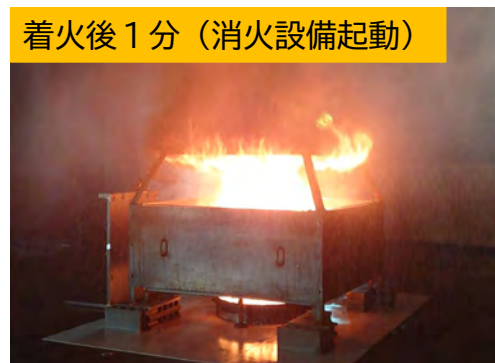
閉鎖型水噴霧ヘッド(高天井型)(令和7年3月4日実施)①

実験状況

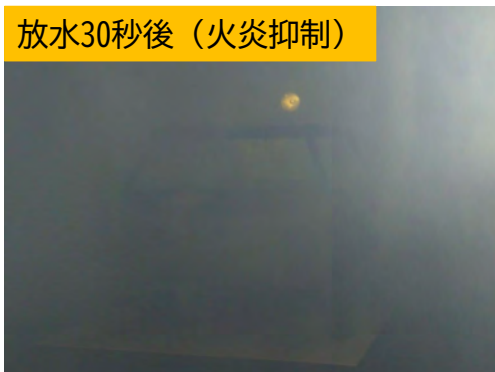
着火前



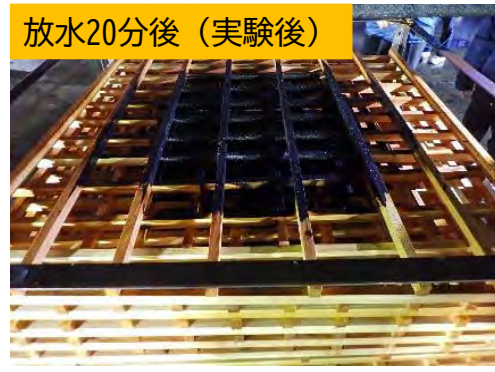
着火後1分(消火設備起動)



放水30秒後(火炎抑制)



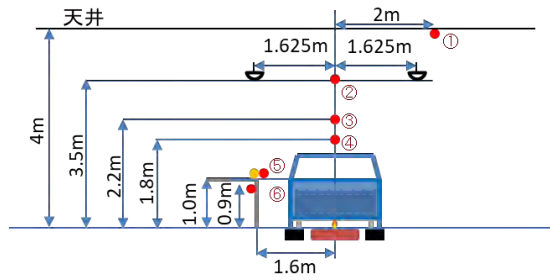
放水20分後(実験後)



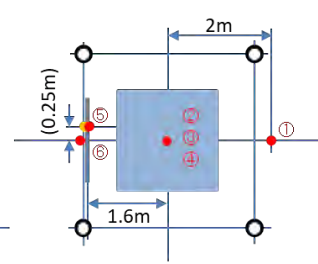
閉鎖型水噴霧ヘッド(高天井型)(令和7年3月4日実施)②

実験結果

閉鎖型水噴霧ヘッド(高天井用)(令和7年3月4日実施)



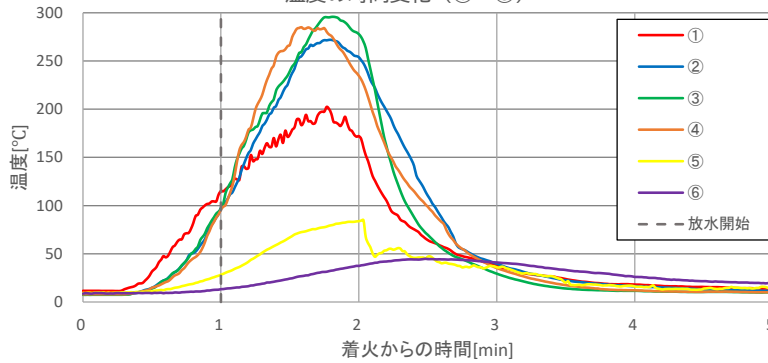
立面図



側面図

●: 熱電対
●: サイドミラー
○: ヘッド

温度の時間変化(①~⑥)



実験前後のミラーの状況

【実験前】

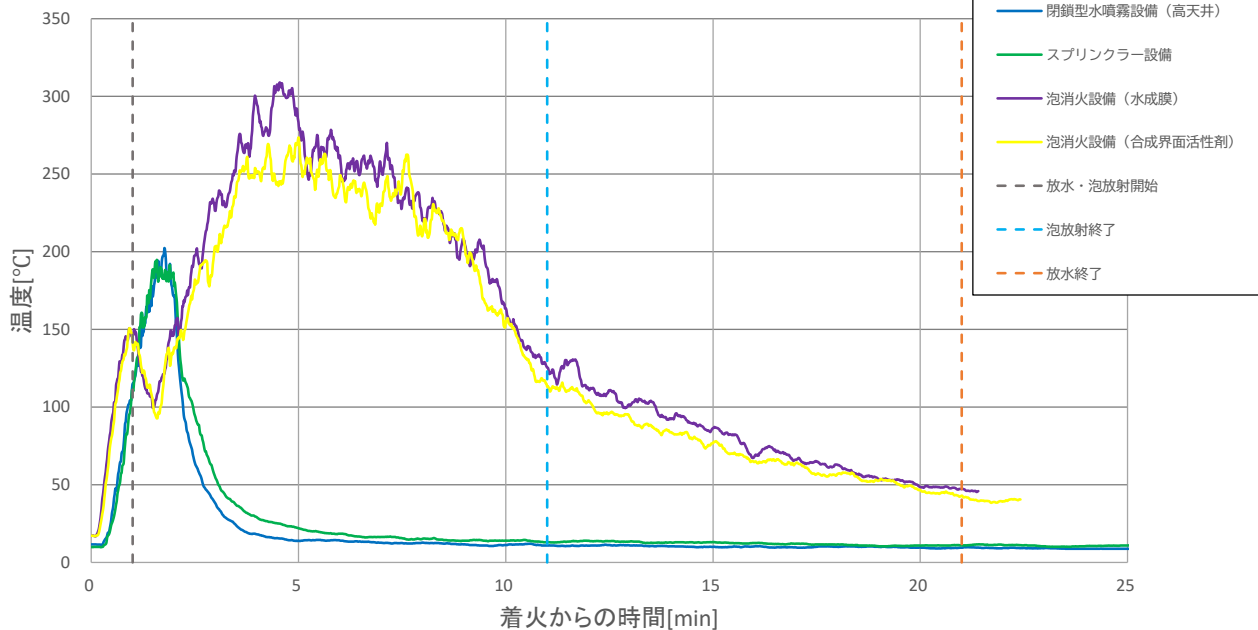
【実験後】



- ・ 閉鎖型水噴霧設備起動後は、約30秒で有炎燃焼が見られなくなり、周囲の温度も低下した。
- ・ 閉鎖型水噴霧設備停止後のクリブは、鎮火状態であることが確認できた。

実験結果比較①

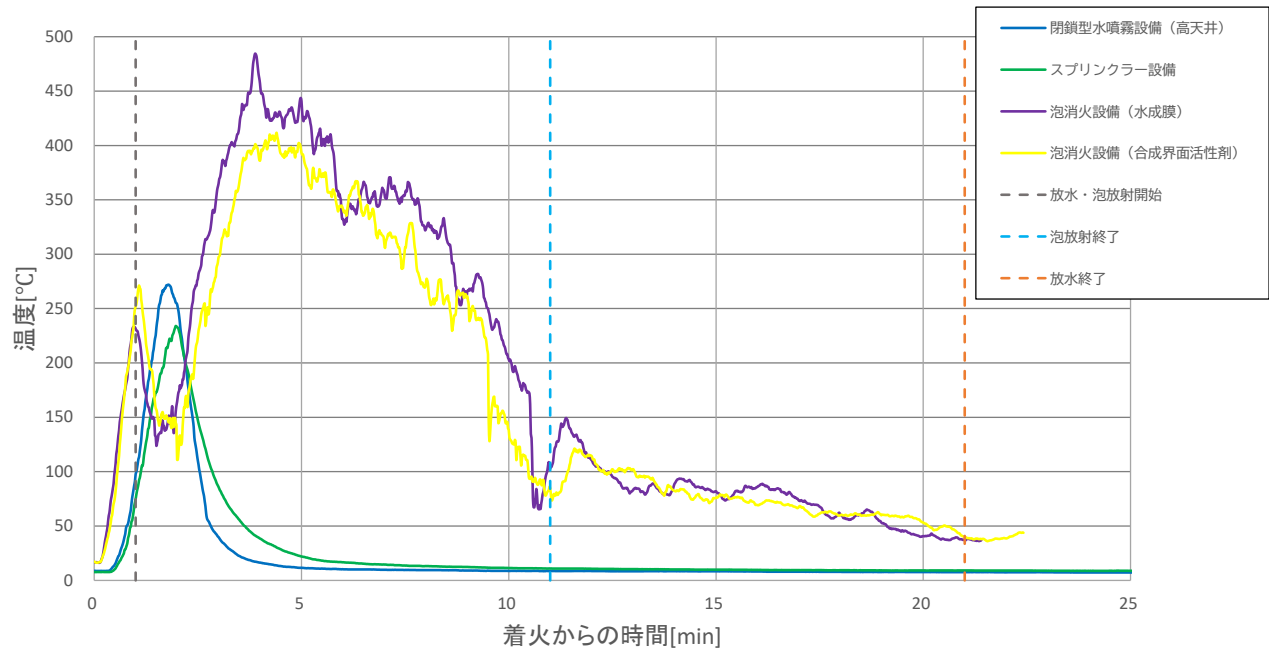
天井温度(①: 軸上から2m)の時間変化



- ・ 閉鎖型水噴霧設備及びスプリンクラー設備は、泡消火設備(令和6年実施)と比較して、設備起動後に急激に温度が低下していることが確認できる。

実験結果比較②

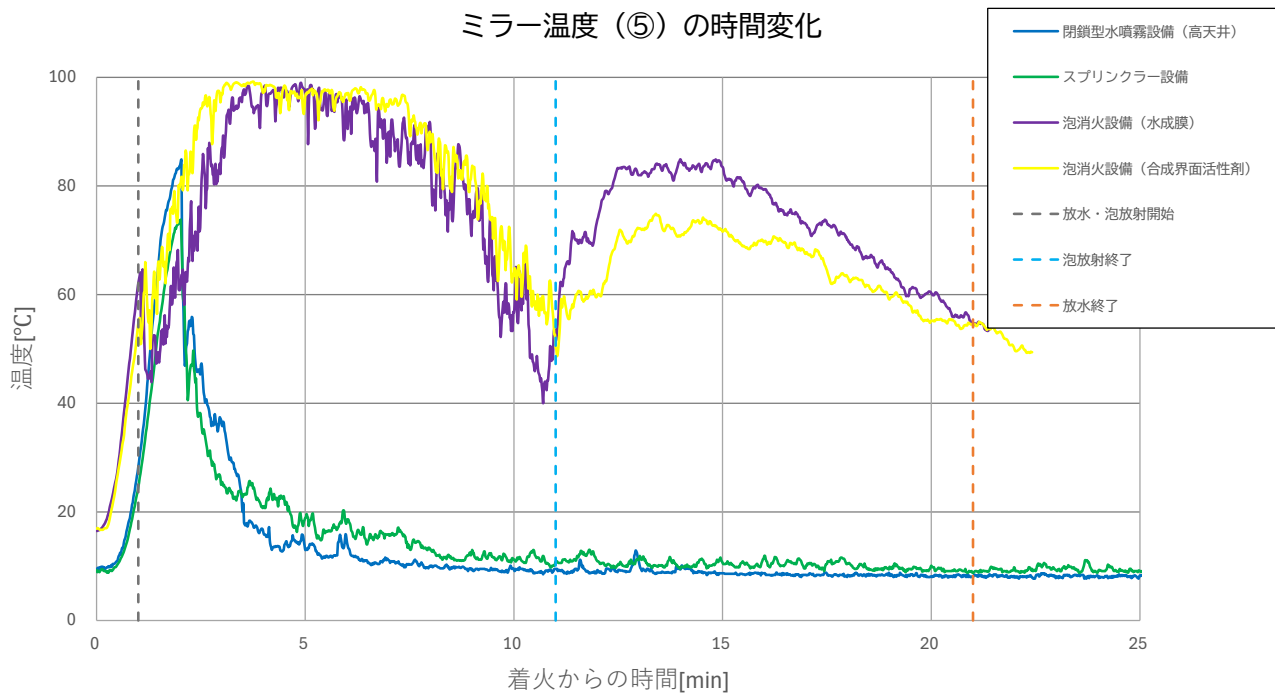
天井温度（②：軸上高さ3m）の時間変化



- 閉鎖型水噴霧設備及びスプリンクラー設備は、泡消火設備（令和6年実施）と比較して、設備起動後に急激に温度が低下していることが確認できる。

実験結果比較③

ミラー温度（⑤）の時間変化



- 閉鎖型水噴霧設備及びスプリンクラー設備は、泡消火設備（令和6年実施）と比較して、設備起動後に急激に温度が低下していることが確認できる。

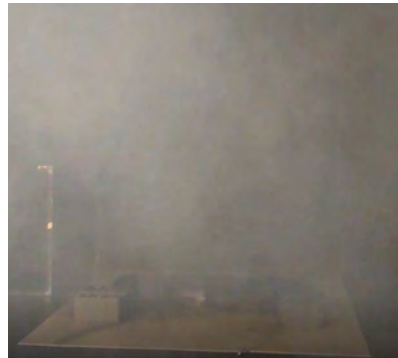
実験結果比較④

着火後2分（放水・泡放射開始後1分）時点

閉鎖型水噴霧設備（高天井型）



閉鎖型スプリンクラーヘッド（標準型）



泡消火設備（水成膜泡）



泡消火設備（合成界面活性剤泡）



まとめ

- スプリンクラー設備及び閉鎖型水噴霧設備を用いたいずれの実験も、放水開始後、有効に燃焼を抑制している状況が確認できた。なお、使用した各設備のヘッドによって散水分布が異なり、クリブの火点に有効に放水できていた閉鎖型水噴霧設備を用いた実験では、鎮火できていた。
- 令和6年の泡消火設備を用いた同様の消火実験結果と比較して、自動車火災（A火災）のピーク前後の燃焼に対して、スプリンクラー設備及び閉鎖型水噴霧設備のいずれも有効な結果であった。

燃料漏れリスクについて(令和6年度検討報告書)

検討部会報告書本文(抜粋)

駐車場における火災シナリオとして、燃料が漏洩して出火する火災の場合（いわゆるB火災）も考えられるが、過去10年間の駐車場火災の事例としては、走行中のグレーチングの跳ね上げによる燃料漏洩の1件のみであった。

燃料の漏洩量については、その原因や発生状況によって異なることから一律に漏洩量を設定することは困難であるが、法令基準としては道路運送車両法の「衝突時等における燃料漏れ防止の技術基準」（道路運送車両の保安基準の細目を定める告示（平成14年国土交通省告示第619号））において規定が設けられており、時速約50kmで衝突した場合の燃料タンク及び燃料配管からの漏洩量として、最初の1分間は30g以下、かつ、5分間で150g以下とされている。そのため、駐車場内は徐行することを考慮すれば、多く見積もったとしても漏洩量は毎分約30gと想定でき、この程度の漏洩量であれば、車室内から出火した場合の発熱速度より十分に小さく、燃焼性状への影響は少ないと考えられることから、燃料漏洩火災のシナリオを個別に設定する必要はないと考えられる。本検討において燃料漏洩火災を想定した実験も実施しているが、上記理由から参考として取り扱うこととした（詳細は以下資料6参照）。

検討部会報告書資料6(抜粋)

火災時の樹脂製燃料タンクの特性は次のとおりであり、火災時に樹脂溶損によるタンク内の燃料蒸気による火災が起こり得るが、一定の燃料が漏洩するという火災形態はほとんどないと考えられる。

- 火災時の樹脂製タンクの特性として、タンク内の燃料が満たされている部位（液相部）は、燃料の沸点以上の温度にならないので、その伝熱を使って、樹脂のガラス転移温度には到達しないようにタンク設計されており、耐火性を保持している。また、火災時に気相部での樹脂の溶損によってタンク内の燃料蒸気による火災が起こり得るが、一定の燃料が漏洩するという火災形態はほとんどないと考えられる。
- 一方、タンクの気相部位は、火災熱が液相部よりも先にタンク樹脂に熱が伝わってしまうので、樹脂が劣化し、長時間加熱されると、開口部が生じる。この開口部から燃料蒸気が噴出し、火炎が形成されるが、燃料の蒸気圧が開放されるため、タンク内の圧力が上昇しない。そのため、金属製タンクで見られる液相部からの燃料漏洩量が増大することなく、かつ、火災熱によりタンクが破裂することもない。

過去の自動車燃焼実験結果、研究者へのヒアリング

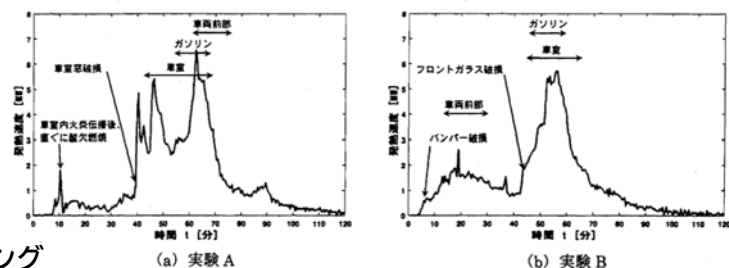
科学警察研究所での車両燃焼実験

- ①過去1999年～2022年までに76件の自動車燃焼実験をした結果として、74事例で10Lのガソリンを、2事例で20Lのガソリンを入れて燃焼実験を行った。10Lの差は全体的な自動車燃焼性状に顕著な差は見られない。

出典：岡本勝弘、科学警察研究所で実施した自動車実験、日本火災学会 火災（2024.4）

- ②10Lの燃料を積載したミニバンの外周部（A：右後輪泥除け、B：右前バンパー）に着火して燃焼させたもの。ガソリン燃焼影響が分析されている。

出典：岡本勝弘ら、自動車火災における周辺可燃物への影響（その4）、日本火災学会研究発表会概要集(2005.5)



研究機関（科学警察研究所）へのヒアリング

- 燃料タンクにガソリンを入れた状態（10L又は20L）で自動車の燃焼実験を実施（76件）しているが、炎の立ち上がりや重量変化による発熱速度の計測結果から、大規模な漏洩火災（プール火災）が発生したものはなかった※1。
 - ガソリンの方がプラスチック等の可燃物より燃焼速度が速く、かつ、燃料の漏洩速度より燃焼速度の方が速いため、仮に燃料タンクが溶融し穴が開いた場合でも、穴から噴出した揮発ガスが燃焼するだけでプール火災が発生することはほとんどないと考えられる。
 - 紙鍋理論※2と同様に、燃料タンク内に燃料がある間は、燃料タンク本体の樹脂より先に燃料が蒸発して熱を奪うため、燃料タンク本体の樹脂が溶融するまで温度が上昇せず燃料タンクに穴が開くことはないと考えられる。

※1：岡本勝弘著「科学警察研究所で実施した自動車燃焼実験～車両火災時における延焼可能性～」

※2：紙鍋理論

- ・水の沸点（約100℃）は一定であり、それ以上温度が上がらない。・紙の発火点（約300～450℃）は水の沸点よりはるかに高い。炎の熱は先に水に伝わり水が蒸発する際に熱を奪うため、紙の温度が発火点に達することなく紙は燃えず鍋として使用できる。

- 床面に漏洩した燃料の漏洩面積、漏洩量及び液面厚さの変化による燃焼時間の変化については、ほぼ一定であることが分かっている（厚さ2mmの場合、40秒程度で燃え尽きる）※3。

※3：岡本勝弘ほか著「床面に散布した液体燃料の燃焼性状」

ガソリンを散布した実験においては、散布半径が大きくなって散布ガソリン量が増加しても、燃焼時間はほとんど変化しないことが分かった。

（参考）漏洩燃料の理論上の燃焼性状

①発熱速度と火炎高さ（床面にガソリンを散布して着火した場合の理論上の燃焼性状）

漏洩量(L)	火災面積(m ²)	発熱速度(kW)	平均火炎高さ(m)
0.5	1	2,420	4.0
1	2	4,840	5.2
2	4	9,680	6.7
3	6	14,520	7.8

<計算方法>

火災面積[m²] = (漏洩量[L]/1000)/厚さ[m]

発熱速度[kW] = 単位面積あたりの最大燃焼速度[g/m²s] × 火災面積[m²] × 有効燃焼熱[kJ/g] ※火災現象原論（共立出版）

平均火炎高[m] = 0.23 × (燃料の発熱速度[kW])^{1/2} - 1.02 × ガソリン液面直径[m] ・ ・ ※

（※参考：岡本勝弘、建物内に散布されたガソリンの火災危険性、日本火災学会 火災（2022.6））

単位面積あたりの最大燃焼速度:55[g/m²s] ※火災現象原論（共立出版）

有効燃焼熱:44[kJ/g] ※火災現象原論（共立出版）

② 燃焼時間

漏洩量や面積に関わらず一定であり、厚さ0.5mmの場合、理論上7秒程度

燃焼時間(s) = ガソリン密度[g/m³] × ガソリン厚さ[m] / 単位面積あたりの最大燃焼速度[g/m²s]
ガソリン密度:740,000[g/m³]

床面散布したガソリンの厚さ:0.3-0.8mmの厚さとされている ・ ・ ※

（※参考：岡本勝弘、建物内に散布されたガソリンの火災危険性、日本火災学会 火災（2022.6））

一定規模以上の漏洩燃料火災の場合、発熱速度の急増、火炎高さが見られるが、燃焼速度が速いため短時間で燃え尽きる。

（参考）道路運送車両法上の基準

樹脂製燃料タンクの耐火性試験

（道路運送車両の保安基準の細目を定める告示（平成14年国土交通省告示第619号）別添16（乗用車用プラスチック製燃料タンクの技術基準））

○試験条件：燃料タンクを実車での取付方法（固定ブラケットやバンド）を模擬した試験装置に取り付け、燃料を容量の50%まで満たす。

○試験基準：次の4段階に分けて燃料タンクよりも一回り大きいガソリン火皿から熱を与えて、燃料漏れがないことを確認する。なお、試験は別々の燃料タンクで3回実施する。

予熱焼（A）：燃焼皿を、燃料タンクから3m以上離し60秒間燃焼

直接接触（B）：燃焼皿を、タンク底面との距離が空車状態の車両燃料タンクと路面からの高さとも一致し、かつ、火炎が全側面に接触する位置に設置し、火炎に60秒間曝露

間接接触（C）：燃焼皿をスクリーンで覆い、燃焼中のガソリンの液面3±1cm上方の位置で60秒間維持

試験終結（D）：燃焼皿をスクリーンとともに燃料タンクから3m以上離す。燃料タンクが燃えていれば消火

燃料漏れ防止の技術基準

（道路運送車両の保安基準の細目を定める告示（平成14年国土交通省告示第619号）別添17（衝突時等における燃料漏れ防止の技術基準））

○試験条件・試験基準

燃料を90%以上満たした状態で、試験車両を時速50km程度で衝突（前面・後面）した場合の燃料タンク及び燃料配管からの漏れ量として、最初1分は30g以下、かつ、5分間で150g以下であることを確認する。

道路運送車両法に基づき、衝突時の燃料漏れ防止や樹脂製燃料タンクの耐火性能が求められており、一定の安全対策は講じられている。

(参考) 樹脂製燃料タンク漏洩火災の発生可能性

- 令和元年に消防庁が行った国内での駐車場火災の事例調査においては、平成21年からの10年間の駐車場における車両火災事例361件（うち自動車からの出火は208台、二輪車61件、その他92件）のうち、燃料漏れがあった火災事例は11件、燃料タンクが損傷した事例は1件で走行中にグレーチングの跳ね上げによりタンクが損傷したもの、他の10件（うち自動車が5件、二輪車が5件）は燃料ホース等からの漏洩により、漏洩量は少量と推測されている。
- 平成16年の駐車場の防火安全対策に関する報告書（「燃料電池自動車の地下駐車場等における防火安全対策検討会報告書」（平成17年消防庁））では、駐車場における火災発生確率は、過去20年間の全国及び立体駐車場の多い大都市の保有車両数、車両火災の件数から、駐車場の車両1台当たり、1年当たりの火災確率を 5.8×10^{-6} （回/台・年）と推計している。
これに、別の調査ではあるが、上記の燃料タンクからの漏洩の発生頻度（1/208）を掛け合わせると、 2.8×10^{-8} （回/台・年）となる。

発生頻度	件/台・年 10 ⁻⁴ 超	頻発する	C	B3	A1	A2	A3
5	10 ⁻⁴ 以下 ～10 ⁻⁵ 超	しばしば 発生する	C	B2	B3	A1	A2
4	10 ⁻⁵ 以下 ～10 ⁻⁶ 超	時々 発生する	C	B1	B2	B3	A1
3	10 ⁻⁶ 以下 ～10 ⁻⁷ 超	起きそうに ない	C	C	B1	B2	B3
2	10 ⁻⁷ 以下 ～10 ⁻⁸ 超	まず 起きない	C	C	C	B1	B2
1	10 ⁻⁸ 以下	考えられ ない	C	C	C	C	C
0							
			無傷	軽微	中程度	重大	致命的
			なし	軽微	通院治療	重傷 入院治療	死亡
			なし	製品発煙	製品発火 製品焼損	火災	火災 建物焼損
			0	I	II	III	IV
							危害の程度

R-Map 発生頻度と危害の程度

出典：リスクアセスメントハンドブック実務編 経済産業省 2011年

製品事故のリスクアセスメント手法において 10^{-8} （件/台・年）は許容可能なリスクレベル（安全といえるレベル）とされていることから、燃料漏れの発生確率としては極めて小さいリスクレベルであると考えられる。

駐車場に設ける排煙設備について

- 建築物に設ける排煙設備には、消防法に基づく排煙設備（消防排煙）と建築基準法に基づく排煙設備（建築排煙）がある。
- 消防排煙は「消防活動上必要な施設」として、火災時に発生する煙を屋外に排出し、消防活動を円滑に行うことを支援するために設置する設備であり、建築排煙は「避難施設等」として、火災時に発生する煙を屋外に排出し、避難時間を確保するために設置する設備とそれぞれ設置目的が異なるものである。

	消防法	建築基準法
設置義務	次に掲げる防火対象物又はその部分に設置※1 ・別表第一(十六の二)項に掲げる防火対象物で延べ面積1,000㎡以上のもの ・別表第一(一)項に掲げる防火対象物の舞台部で、床面積が500㎡以上のもの ・別表第一(二)項、(四)項、(十)項及び(十三)項※2に掲げる防火対象物の地階又は無窓階で、床面積が1,000㎡以上のもの 【消防法施行令第28条第1項】	次に掲げる建築物又は建築物の部分に設置※3 ・法別表第一(イ)欄(一)項から(四)項までに掲げる用途に供する特殊建築物で延べ面積が500㎡を超えるもの ・階数が3以上で延べ面積が500㎡を超える建築物 ・第116条の2第1項第2号に該当する窓その他の開口部を有しない居室 ・延べ面積が1,000㎡を超える建築物の居室で、その床面積が200㎡を超えるもの 【建築基準法第35条・建築基準法施行令第126条の2第1項】
排煙機 の性能	・消火活動拠点 240㎡毎分（特別避難階段の附室と非常用エレベーターの乗降口ビーを兼用するものは360㎡毎分）の空気を排出する性能 ・消火活動拠点以外の部分 120㎡毎分又は防煙区画の床面積に1㎡毎分（一の排煙機が2以上の防煙区画に接続されている場合は2㎡毎分）を乗じて得た量のうち大なる量の空気を排出する性能（(十六の二)項は300㎡毎分（一の排煙機が2以上の防煙区画に接続されている場合は600㎡毎分）の空気を排出する性能） 【消防法施行規則第30条第6号イ】	1分間に、120㎡以上で、かつ、防煙区画部分の床面積1㎡につき1㎡（二以上の防煙区画部分に係る排煙機にあつては、当該防煙区画部分のうち床面積の最大のものの床面積1㎡につき2㎡）以上の空気を排出する能力 【建築基準法施行令第126条の3第1項第9号】

- ※1 排煙上有効な窓等の開口部が設けられている部分その他の消火活動上支障がないものとして総務省令で定める部分は設置しないことができる
 ※2 (十三)項：自動車車庫又は駐車場、飛行機又は回転翼航空機の格納庫【消防法施行令別表第一（P.8参照）】
 ※3 一定の区画や避難安全検証の適用により設置免除可能

駐車場に設ける排煙設備について

	消防法	建築基準法
起動方法	手動起動装置又は自動起動装置を設置 ・手動起動 操作部（壁に設ける場合は床面から0.8m以上1.5m以下の箇所、天井から吊つり下げて設ける場合は床面からの高さがおおむね1.8mの箇所）を手動操作 ・自動起動 自動火災報知設備の感知器の作動、閉鎖型スプリンクラーヘッドの開放又は火災感知用ヘッドの作動若しくは開放と連動して起動 【消防法施行令第28条第2項第2号・消防法施行規則第30条第4号】	手動起動装置又は自動起動装置を設置 ・手動起動 操作部（壁に設ける場合は床面から0.8m以上1.5m以下の高さの位置、天井から吊つり下げて設ける場合は床面からおおむね1.8mの高さの位置）を手動操作 ・自動起動 煙感知器と連動又は遠隔操作による排煙口の開放に伴い自動的に作動 【建築基準法施行令第126条の3第1項第4号～第6号】
ダンパー	耐火構造の壁又は床を関する箇所等に設けるダンパーは次による。 ・外部から容易に開閉できること ・防火上有効な構造を有するもの ・火災により風道内部の温度が著しく上昇したとき以外は閉鎖しないこと（自動閉鎖装置を設けたダンパーの閉鎖温度は280度以上） ・消火活動拠点に設ける排煙口及び給気口に接続する風道には自動閉鎖装置を設けたダンパーを設置しないこと 【消防法施行規則第30条第3号ホ】	風道が防火区画を貫通するときには、火災時に容易に脱落せず、保守点検が簡単な構造の防火ダンパー（ヒューズ溶解温度280度）を次に掲げることに注意して施工する。 ・防火区画の壁に直接設けるときは、躯体の鉄筋などに溶接等をして、堅固に取り付ける。 ・防火区画の壁から離れた場所に取り付けるときには、防火ダンパー専用の吊り金具等により躯体から堅固に支持し、排煙風道の脱落や天井の脱落によって、容易に落ちないように施工する。また、防火壁から防火ダンパーまでの区間の排煙風道は金網モルタル塗、その他の不燃材料で被覆するか、または1.5mm以上の鉄板で製作し、熱によって容易に破損しないような構造とする。 【新・排煙設備技術指針1987版（日本建築センター）】

駐車場に設ける換気設備について

- 一定規模以上の駐車場には、主に駐車場法に基づく換気設備が設置されている。
- 駐車場法に基づく換気設備は、自動車から排出される有害な物質を屋外に排出し、利用者が安心して自動車の保管を寄託できるよう設置するものである。

換気設備	駐車場法	建築基準法
設置義務	路外駐車場※で自動車の駐車のために供する部分の面積が500㎡以上であるもの。 ※ 道路の路面外に設置される自動車の駐車のための施設であって一般公共の用に供されるもの。 【駐車場法第11条】	・居室 ・別表第一（い）欄（一）項に掲げる用途に供する特殊建築物の居室又は調理室等の室で火を使用する設備若しくは器具を設けたもの。 【建築基準法第28条第2項・第3項】
性能	内部の空気を床面積1㎡につき14㎡/h以上直接外気と交換する能力を有すること。 ただし、窓その他の開口部を有する階でその開口部の換気有効部分の面積がその階の床面積の1/10以上であるものについてはこの限りでない。 【駐車場法施行令第12条】	・居室にあつては、換気有効部分の面積が、その居室の床面積に対して、1/20以上であること。 ただし、1/20未満の場合及び特殊建築物の居室又は調理室等の室で火を使用する設備若しくは器具を設けたものにあつては、政令で定める技術的基準に従って換気設備を設けること。 【建築基準法第28条第2項・第3項】
作動方法	・自然換気設備 常時開放又は手動で窓等を開放 ・機械換気設備 COが一定濃度以上となった場合や時間により自動運転 【駐車場法施行令第12条】	・自然換気設備 常時開放又は手動で窓等を開放 ・機械換気設備 COが一定濃度以上となった場合や時間により自動運転 【建築基準法施行令第129条の2の5】
区画貫通	建築基準法による。	風道が準耐火構造の防火区画を貫通する場合、次の要件を満たす特定防火設備を設ける。 ・火災により煙が発生した場合又は火災により温度が急激に上昇した場合に自動的に閉鎖するものであること。 ・閉鎖した場合に防火上支障のない遮煙性能を有するものであること。 ※ 一般的な防火ダンパーの作動温度 ・空調・換気等の一般ダクト：72度 ・厨房の排気ダクト：120度 【建築基準法施行令第112条第21項】

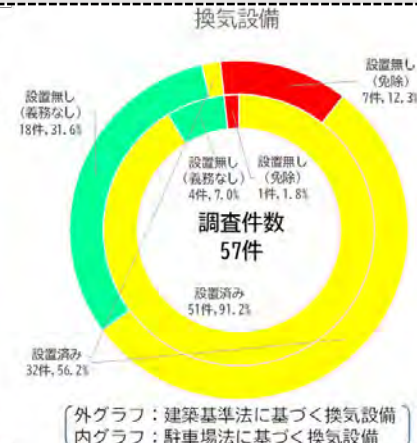
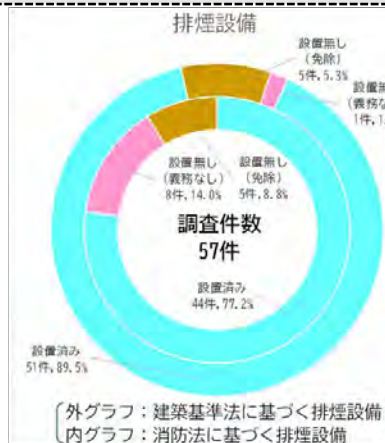
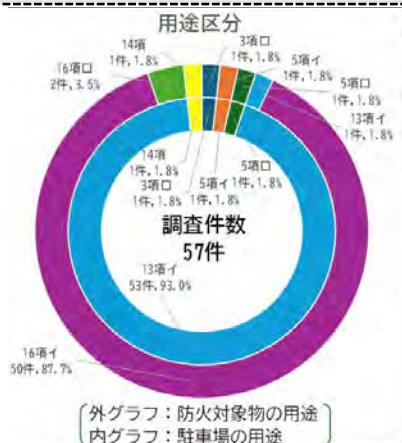
今回の検討対象の消火設備の設置対象となる駐車場と排煙設備について

	固定（自動式）の泡消火設備	消防法の排煙設備（消防排煙）	建築基準法の排煙設備（建築排煙）
設置対象	<p>駐車のために供される部分で、次に掲げるもので、地下などの火災のとき著しく煙が充満するおそれのある場所</p> <p>・当該部分の存する階（屋上部分を含み、駐車するすべての車両が同時に屋外に出ることができる構造の階を除く。）における当該部分の床面積が、地階又は二階以上の階にあつては200㎡以上、一階にあつては500㎡以上、屋上部分にあつては300㎡以上のもの</p> <p>・昇降機等の機械装置により車両を駐車させる構造のもので、車両の収容台数が十以上のもの</p>	<p>次に掲げる防火対象物又はその部分に設置</p> <p>・別表第一（十六の二）項に掲げる防火対象物で延べ面積1,000㎡以上のもの</p> <p>・別表第一（一）項に掲げる防火対象物の舞台部で、床面積が500㎡以上のもの</p> <p>・別表第一（二）項、（四）項、（十）項及び（十三）項に掲げる防火対象物の地階又は無窓階で、床面積が1,000㎡以上のもの</p>	<p>次に掲げる建築物又は建築物の部分に設置</p> <p>・法別表第一（い）欄（一）項から（四）項までに掲げる用途に供する特殊建築物で延べ面積が500㎡を超えるもの</p> <p>・階数が3以上で延べ面積が500㎡を超える建築物</p> <p>・第116条の2第1項第2号に該当する窓その他の開口部を有しない居室</p> <p>・延べ面積が1,000㎡を超える建築物の居室で、その床面積が200㎡を超えるもの</p>

- 一般的な複合用途ビルに設けられる地下駐車場（1,000㎡以上）には、泡消火設備及び消防法の排煙設備の設置がそれぞれ必要となるが、オフィスビルに設けられる従業員専用駐車場は、消防法上の用途が（十三）項とならないため、消防法上の排煙設備の設置が不要となるケースが多い。
 - 建築基準法の排煙設備は、オフィスビルや複合用途ビルでは設置が必要となるケースが多い。
 - 排煙設備が消防法、建築基準法それぞれの法令に基づき設置が必要な場合でも、一定の要件を満たせば免除できる規定がある。
- （例）
- 消防排煙：令別表第一に掲げる防火対象物又はその部分（主として当該防火対象物の関係者及び関係者に雇用されている者の使用に供する部分等に限る。）のうち、令第十三条第一項の表の上欄に掲げる部分、室等の用途に応じ、当該下欄に掲げる消火設備（移動式のものを除く。）が設置されている部分 等 【消防法施行規則第29条】
 - 建築排煙：法別表第一（い）欄（二）項に掲げる用途に供する特殊建築物のうち、準耐火構造の床若しくは壁又は法第二条第九号の二に規定する防火設備で区画された部分で、その床面積が百平方メートル（共同住宅の住戸にあつては、二百平方メートル）以内のもの 等 【建築基準法施行令第126条の2第1項ただし書】

駐車場に設ける排煙・換気設備の設置状況調査について(速報)

- 前ページのとおり、消防法上、建築基準法上の排煙設備の免除規定もあることから、一般社団法人不動産協会を通じて、協会会員企業に駐車場の排煙設備（換気設備も含む。）の設置状況調査を実施した。
- 今回の調査では、以下の3項目すべてに該当する防火対象物を調査対象とした（回答建物数：57件）。
 - ① 自社が所有・管理する防火対象物
 - ② 築年数（竣工から）20年以内（2005.1.1～2024.12.31）の防火対象物
 - ③ 駐車場部分に固定式泡消火設備（特定駐車場用泡消火設備含む。）が設置されている防火対象物



※件数の割合については、小数第二位で四捨五入しているため合計が100%とならない場合があります。

今回実施した調査において、以下のことが確認できた。

- 排煙設備について、消防法又は建築基準法に基づく排煙設備のいずれか又はその両方が設置されている場合がほとんどであり、排煙設備が設置されていない駐車場は1割未満（2件、3.5%）であった。
- 換気設備について、建築基準法又は駐車場法に基づく換気設備のいずれか又はその両方が設置されている場合がほとんどであり、換気設備が設置されていない駐車場は1割未満（4件、7.0%）であった。
- 排煙設備及び換気設備が共に設置されていない駐車場は1件（1.7%）しかなく、ほとんどの駐車場には排煙設備又は換気設備のいずれか又はその両方が設置されている。

（参考）関係法令【消防法令】

消防法施行令（昭和36年政令第37号）（抄）

（排煙設備に関する基準）

第二十八条 排煙設備は、次に掲げる防火対象物又はその部分に設置するものとする。

- 一 別表第一（十六の二）項に掲げる防火対象物で、延べ面積が千平方メートル以上のもの
 - 二 別表第一（一）項に掲げる防火対象物の舞台部で、床面積が五百平方メートル以上のもの
 - 三 別表第一（二）項、（四）項、（十）項及び（十三）項に掲げる防火対象物の地階又は無窓階で、床面積が千平方メートル以上のもの
- 2 前項に規定するもののほか、排煙設備の設置及び維持に関する技術上の基準は、次のとおりとする。
- 一 （略）
 - 二 排煙設備には、手動起動装置又は火災の発生を感知した場合に作動する自動起動装置を設けること。
 - 三～四 （略）
- 3 第一項各号に掲げる防火対象物又はその部分のうち、排煙上有効な窓等の開口部が設けられている部分その他の消火活動上支障がないものとして総務省令で定める部分には、同項の規定にかかわらず、排煙設備を設置しないことができる。

消防法施行規則（昭和36年自治省令第6号）（抄）

（排煙設備の設置を要しない防火対象物の部分）

第二十九条 令第二十八第三項の総務省令で定める部分は、次の各号に掲げる部分とする。

- 一 次のイ及びロに定めるところにより直接外気に開放されている部分
 - イ 次条第一号イからハまでの規定の例により直接外気に接する開口部（常時開放されているものに限る。ロにおいて同じ。）が設けられていること。
 - ロ 直接外気に接する開口部の面積の合計は、次条第六号ロの規定の例によるものであること。
- 二 令別表第一に掲げる防火対象物又はその部分（主として当該防火対象物の関係者及び関係者に雇用されている者の使用に供する部分等に限る。）のうち、令第十三条第一項の表の上欄に掲げる部分、室等の用途に応じ、当該下欄に掲げる消火設備（移動式のものを除く。）が設置されている部分
- 三 前二号に掲げるもののほか、防火対象物又はその部分の位置、構造及び設備の状況並びに使用状況から判断して、煙の熱及び成分により消防隊の消火活動上支障を生ずるおそれがないものとして消防庁長官が定める部分

（排煙設備に関する基準の細目）

第三十条 排煙設備の設置及び維持に関する技術上の基準の細目は、次のとおりとする。

- 一～二 （略）
- 三 風道は、次のイからホまでに定めるところによること。
 - イ～二 （略）

(参考)関係法令【消防法令】

ホ 耐火構造の壁又は床を貫通する箇所その他延焼の防止上必要な箇所にダンパーを設ける場合にあつては、次に定めるところによること。

(イ) 外部から容易に開閉することができること。

(ロ) 防火上有効な構造を有するものであること。

(ハ) 火災により風道内部の温度が著しく上昇したとき以外は、閉鎖しないこと。この場合において、自動閉鎖装置を設けたダンパーの閉鎖する温度は、二百八十度以上とすること。

(ニ) 消火活動拠点に設ける排煙口又は給気口に接続する風道には、自動閉鎖装置を設けたダンパーを設置しないこと。

四 起動装置は、次のイ及びロに定めるところによること。

イ 手動起動装置は、次に定めるところによること。

(イ)～(ロ) (略)

(ハ) 操作部は、壁に設けるものにあつては床面からの高さが〇・八メートル以上一・五メートル以下の箇所、天井からつり下げて設けるものにあつては床面からの高さがおおむね一・八メートルの箇所に設けること。

(ニ) (略)

ロ 自動起動装置は、次に定めるところによること。

(イ) 自動火災報知設備の感知器の作動、閉鎖型スプリンクラーヘッドの開放又は火災感知用ヘッドの作動若しくは開放と連動して起動するものであること。

(ロ) (略)

五 (略)

六 排煙設備の性能は、次のイからハまでに定めるところによること。

イ 排煙機により排煙する防煙区画にあつては、当該排煙機の性能は、次の表の上欄に掲げる防煙区画の区分に応じ、同表の下欄に掲げる性能以上であること。

防煙区画の区分		性能
消火活動拠点		二百四十立方メートル毎分（特別避難階段の附室と非常用エレベーターの乗降ロビーを兼用するものにあつては、三百六十立方メートル毎分）の空気を排出する性能
消火活動拠点以外の部分	令第二十八条第一項第一号に掲げる防火対象物	三百立方メートル毎分（一の排煙機が二以上の防煙区画に接続されている場合にあつては、六百立方メートル毎分）の空気を排出する性能
	第二十八条第一項第二号及び第三号に掲げる防火対象物	百二十立方メートル毎分又は当該防煙区画の床面積に一立方メートル毎分（一の排煙機が二以上の防煙区画に接続されている場合にあつては、二立方メートル毎分）を乗じて得た量のうちいずれか大なる量の空気を排出する性能

ロ～ハ (略)

七～十一 (略)

(参考)関係法令【消防法令】

防火対象物の区分（消防法施行令別表第一）

(一)	イ 劇場等	(六)	ハ (4) 児童発達支援センター等
	ロ 公会堂等		(5) 身体障害者福祉センター等
(二)	イ キャバレー等	(七)	二 幼稚園等
	ロ 遊技場等		学校
	ハ 性風俗特殊営業店舗等		図書館等
	ニ カラオケボックス等		イ 特殊浴場
(三)	イ 料理店等	(九)	ロ 一般浴場
	ロ 飲食店		(十) 停車場
(四)	百貨店等	(十一)	神社・寺院等
(五)	イ 旅館等	(十二)	イ 工場等
	ロ 共同住宅等		ロ スタジオ
(六)	イ	(十三)	イ 駐車場等
			ロ 航空機格納庫
		(十四)	倉庫
		(十五)	事務所等
	ロ	(十六)	イ 特定複合用途防火対象物
			ロ 非特定複合用途防火対象物
		(十六の二)	地下街
		(十六の三)	準地下街
		(十七)	文化財
	ハ	(十八)	アーケード
		(十九)	山林
		(二十)	舟車

(参考)関係法令【建築基準法令】

建築基準法（昭和25年法律第201号）（抄）

（居室の採光及び換気）

第二十八条（略）

- 2 居室には換気のための窓その他の開口部を設け、その換気に有効な部分の面積は、その居室の床面積に対して、二十分の一以上としなければならない。ただし、政令で定める技術的基準に従つて換気設備を設けた場合においては、この限りでない。
- 3 別表第一（い）欄（一）項に掲げる用途に供する特殊建築物の居室又は建築物の調理室、浴室その他の室でかまど、こんろその他火を使用する設備若しくは器具を設けたもの（政令で定めるものを除く。）には、政令で定める技術的基準に従つて、換気設備を設けなければならない。
- 4 （略）

（特殊建築物等の避難及び消火に関する技術的基準）

第三十五条 別表第一（い）欄（一）項から（四）項までに掲げる用途に供する特殊建築物、階数が三以上である建築物、政令で定める窓その他の開口部を有しない居室を有する建築物又は延べ面積（同一敷地内に二以上の建築物がある場合においては、その延べ面積の合計）が千平方メートルをこえる建築物については、廊下、階段、出入口その他の避難施設、消火栓、スプリンクラー、貯水槽その他の消火設備、排煙設備、非常用の照明装置及び進入口並びに敷地内の避難上及び消火上必要な通路は、政令で定める技術的基準に従つて、避難上及び消火上支障がないようにしなければならない。

建築基準法施行令（昭和25年政令第338号）（抄）

（換気設備の技術的基準）

第二十条の二 法第二十八条第二項ただし書の政令で定める技術的基準及び同条第三項（法第八十七条第三項において準用する場合を含む。以下この条及び次条第一項において同じ。）の政令で定める法第二十八条第三項に規定する特殊建築物（第一号において「特殊建築物」という。）の居室に設ける換気設備の技術的基準は、次に掲げるものとする。

- 一 換気設備の構造は、次のイからニまで（特殊建築物の居室に設ける換気設備にあつては、ロからニまで）のいずれかに適合するものであること。
- イ 自然換気設備にあつては、第二百二十九条の二の五第一項の規定によるほか、次に掲げる構造とすること。
 - (1) 排気筒の有効断面積（平方メートルで表した面積とする。）が、次の式によつて計算した必要有効断面積以上であること。

$$A_v = A_f / (2.50 \sqrt{h})$$
 （この式において、 A_v 、 A_f 及び h は、それぞれ次の数値を表すものとする。
 A_v 必要有効断面積（単位 平方メートル）
 A_f 居室の床面積（当該居室が換気上有効な窓その他の開口部を有する場合においては、当該開口部の換気上有効な面積に二十を乗じて得た面積を当該居室の床面積から減じた面積）（単位 平方メートル）
 h 給気口の中心から排気筒の頂部の外気に開放された部分の中心までの高さ（単位 メートル））
 - (2) 給気口及び排気口の有効開口面積（平方メートルで表した面積とする。）が、(1)の式によつて計算した必要有効断面積以上であること。
 - (3) (1)及び(2)に掲げるもののほか、衛生上有効な換気を確保することができるものとして国土交通大臣が定めた構造方法を用いるものであること。

(参考)関係法令【建築基準法令】

ロ 機械換気設備（中央管理方式の空気調和設備（空気を浄化し、その温度、湿度及び流量を調節して供給（排出を含む。）をすることができる設備をいう。以下同じ。）を除く。以下同じ。）にあつては、第二百二十九条の二の五第二項の規定によるほか、次に掲げる構造とすること。

- (1) 有効換気量（立方メートル毎時で表した量とする。(2)において同じ。）が、次の式によつて計算した必要有効換気量以上であること。

$$V = 2.0 A_f / N$$
 （この式において、 V 、 A_f 及び N は、それぞれ次の数値を表すものとする。
 V 必要有効換気量（単位 一時間につき立方メートル）
 A_f 居室の床面積（特殊建築物の居室以外の居室が換気上有効な窓その他の開口部を有する場合においては、当該開口部の換気上有効な面積に二十を乗じて得た面積を当該居室の床面積から減じた面積）（単位 平方メートル）
 N 実況に応じた一人当たりの占有面積（特殊建築物の居室にあつては、三を超えるときは三と、その他の居室にあつては、十を超えるときは十とする。）（単位 平方メートル））
 - (2) 一の機械換気設備が二以上の居室に係る場合にあつては、当該換気設備の有効換気量が、当該二以上の居室のそれぞれの必要有効換気量の合計以上であること。
 - (3) (1)及び(2)に掲げるもののほか、衛生上有効な換気を確保することができるものとして国土交通大臣が定めた構造方法を用いるものであること。
- ハ 中央管理方式の空気調和設備にあつては、第二百二十九条の二の五第三項の規定によるほか、衛生上有効な換気を確保することができるものとして国土交通大臣が定めた構造方法を用いるものとする。

ニ イからハまでに掲げる構造とした換気設備以外の換気設備にあつては、次に掲げる基準に適合するものとして、国土交通大臣の認定を受けたものとする。

- (1) 当該居室で想定される通常の使用状態において、当該居室内の人が通常活動することが想定される空間の炭酸ガスの含有率をおおむね百万分の千以下に、当該空間の一酸化炭素の含有率をおおむね百万分の六以下に保つ換気ができるものであること。
- (2) 給気口及び排気口には、雨水の浸入又はねずみ、ほこりその他衛生上有害なものの侵入を防ぐための設備を設けること。
- (3) 風道から発散する物質及びその表面に付着する物質によつて居室の内部の空気が汚染されないものであること。
- (4) 中央管理方式の空気調和設備にあつては、第二百二十九条の二の五第三項の表の（一）の項及び（四）の項から（六）の項までの中欄に掲げる事項がそれぞれ同表の下欄に掲げる基準に適合するものであること。

二 （略）

（防火区画）

第一百二十二条（略）

一～二 （略）

2～20 （略）

- 21 換気、暖房又は冷房の設備の風道が準耐火構造の防火区画を貫通する場合（国土交通大臣が防火上支障がないと認めて指定する場合を除く。）においては、当該風道の準耐火構造の防火区画を貫通する部分又はこれに近接する部分に、特定防火設備（法第二条第九号の二に規定する防火設備によつて区画すべき準耐火構造の防火区画を貫通する場合にあつては、同号に規定する防火設備）であつて、次に掲げる要件を満たすものとして、国土交通大臣が定めた構造方法を用いるもの又は国土交通大臣の認定を受けたものを国土交通大臣が定める方法により設けなければならない。

(参考)関係法令【建築基準法令】

- 一 火災により煙が発生した場合又は火災により温度が急激に上昇した場合に自動的に閉鎖するものであること。
- 二 閉鎖した場合に防火上支障のない遮煙性能を有するものであること。

(設置)

第二百二十六条の二 法別表第一(イ)欄(一)項から(四)項までに掲げる用途に供する特殊建築物で延べ面積が五百平方メートルを超えるもの、階数が三以上で延べ面積が五百平方メートルを超える建築物(建築物の高さが三十一メートル以下の部分にある居室で、床面積百平方メートル以内ごとに、間仕切壁、天井面から五十センチメートル以上下方に突出した垂れ壁その他これらと同等以上に煙の流動を妨げる効力のあるもので不燃材料で造り、又は覆われたもの(以下「防煙壁」という。))によつて区画されたものを除く。)、第二百十六条の二第一項第二号に該当する窓その他の開口部を有しない居室又は延べ面積が千平方メートルを超える建築物の居室で、その床面積が二百平方メートルを超えるもの(建築物の高さが三十一メートル以下の部分にある居室で、床面積百平方メートル以内ごとに防煙壁で区画されたものを除く。))には、排煙設備を設けなければならない。ただし、次の各号のいずれかに該当する建築物又は建築物の部分については、この限りでない。

- 一 法別表第一(イ)欄(二)項に掲げる用途に供する特殊建築物のうち、準耐火構造の床若しくは壁又は法第二条第九号の二に規定する防火設備で区画された部分で、その床面積が百平方メートル(共同住宅の住戸にあつては、二百平方メートル)以内のもの
- 二 学校(幼保連携型認定こども園を除く。)、体育館、ボーリング場、スキー場、スケート場、水泳場又はスポーツの練習場(以下「学校等」という。)
- 三 階段の部分、昇降機の昇降路の部分(当該昇降機の乗降のための乗降口ビークの部分を含む。)
- 四 機械製作工場、不燃性の物品を保管する倉庫その他これらに類する用途に供する建築物で主要構造部が不燃材料で造られたものその他これらと同等以上に火災の発生のおそれの少ない構造のもの
- 五 火災が発生した場合に避難上支障のある高さまで煙又はガスの降下が生じない建築物の部分として、天井の高さ、壁及び天井の仕上げに用いる材料の種類等を考慮して国土交通大臣が定めるもの

2 (略)

(構造)

第二百二十六条の三 前条第一項の排煙設備は、次に定める構造としなければならない。

一～三 (略)

四 排煙口には、手動開放装置を設けること。

五 前号の手動開放装置のうち手で操作する部分は、壁に設ける場合においては床面から八十センチメートル以上一・五メートル以下の高さの位置に、天井から吊つり下げて設ける場合においては床面からおおむね一・八メートルの高さの位置に設け、かつ、見やすい方法でその使用方法を表示すること。

六 排煙口には、第四号の手動開放装置若しくは煙感知器と連動する自動開放装置又は遠隔操作方式による開放装置により開放された場合を除き閉鎖状態を保持し、かつ、開放時に排煙に伴い生ずる気流により閉鎖されるおそれのない構造の戸その他これに類するものを設けること。

七～八 (略)

九 前号の排煙機は、一の排煙口の開放に伴い自動的に作動し、かつ、一分間に、百二十立方メートル以上で、かつ、防煙区画部分の床面積一平方メートルにつき一立方メートル(二以上の防煙区画部分に係る排煙機にあつては、当該防煙区画部分のうち床面積の最大のものの床面積一平方メートルにつき二立方メートル)以上の空気を排出する能力を有するものとする。

十～十二 (略)

2 (略)

(参考)関係法令【建築基準法令】

(換気設備)

第二百二十九条の二の五 建築物(換気設備を設けるべき調理室等を除く。以下この条において同じ。))に設ける自然換気設備は、次に定める構造としなければならない。

一 換気上有効な給気口及び排気筒を有すること。

二 給気口は、居室の天井の高さの二分の一以下の高さの位置に設け、常時外気に開放された構造とすること。

三 排気口(排気筒の居室に面する開口部をいう。以下この項において同じ。))は、給気口より高い位置に設け、常時開放された構造とし、かつ、排気筒の立上り部分に直結すること。

四～六 (略)

2 建築物に設ける機械換気設備は、次に定める構造としなければならない。

一 換気上有効な給気機及び排気機、換気上有効な給気機及び排気口又は換気上有効な給気口及び排気機を有すること。

二 給気口及び排気口の位置及び構造は、当該居室内の人が通常活動することが想定される空間における空気の分布を均等にし、かつ、著しく局部的な空気の流れを生じないようにすること。

三～五 (略)

3 建築物に設ける中央管理方式の空気調和設備の構造は、前項の規定によるほか、居室における次の表の中欄に掲げる事項がそれぞれおおむね同表の下欄に掲げる基準に適合するように空気を浄化し、その温度、湿度又は流量を調節して供給(排出を含む。))をすることができる性能を有し、かつ、安全上、防火上及び衛生上支障がないものとして国土交通大臣が定めた構造方法を用いるものとしなければならない。

(一)	浮遊粉じんの量	空気一立方メートルにつき〇・一五ミリグラム以下であること。
(二)	一酸化炭素の含有率	百万分の六以下であること。
(三)	炭酸ガスの含有率	百万分の千以下であること。
(四)	温度	一 十八度以上二十八度以下であること。 二 居室における温度を外気の温度より低くする場合は、その差を著しくしないものであること。
(五)	相対湿度	四十パーセント以上七十パーセント以下であること。
(六)	気流	一秒間につき〇・五メートル以下であること。

（参考）関係法令【建築基準法令】

耐火建築物等としなければならない特殊建築物（建築基準法別表第一）				
	(い)	(ろ)	(は)	(に)
	用途	(い) 欄の用途に供する階	(い) 欄の用途に供する部分（(一)項の場合にあつては客席、(二)項及び(四)項の場合にあつては二階、(五)項の場合にあつては三階以上の部分に限り、かつ、病院及び診療所についてはその部分に患者の収容施設がある場合に限る。）の床面積の合計	(い) 欄の用途に供する部分の床面積の合計
(一)	劇場、映画館、演芸場、観覧場、公会堂、集会場その他これらに類するもので政令で定めるもの	三階以上の階	二百平方メートル（屋外観覧席にあつては、千平方メートル）以上	
(二)	病院、診療所（患者の収容施設があるものに限る。）、ホテル、旅館、下宿、共同住宅、寄宿舎その他これらに類するもので政令で定めるもの	三階以上の階	三百平方メートル以上	
(三)	学校、体育館その他これらに類するもので政令で定めるもの	三階以上の階	二千平方メートル以上	
(四)	百貨店、マーケット、展示場、キャバレー、カフェー、ナイトクラブ、バー、ダンスホール、遊技場その他これらに類するもので政令で定めるもの	三階以上の階	五百平方メートル以上	
(五)	倉庫その他これに類するもので政令で定めるもの		二百平方メートル以上	千五百平方メートル以上
(六)	自動車車庫、自動車修理工場その他これらに類するもので政令で定めるもの	三階以上の階		百五十平方メートル以上

（参考）関係法令【駐車場法令】

駐車場法（昭和32年法律第106号）（抄）

（構造及び設備の基準）

第十一条 路外駐車場で自動車の駐車用に供する部分の面積が五百平方メートル以上であるものの構造及び設備は、建築基準法（昭和二十五年法律第二百一十号）その他の法令の規定の適用がある場合においてはそれらの法令の規定によるほか、政令で定める技術的基準によらなければならない。

駐車場法施行令（昭和32年政令第340号）（抄）

（換気装置）

第十二条 建築物である路外駐車場には、その内部の空気を床面積一平方メートルにつき毎時十四立方メートル以上直接外気と交換する能力を有する換気装置を設けなければならない。ただし、窓その他の開口部を有する階でその開口部の換気有効部分の面積がその階の床面積の十分の一以上であるものについては、この限りでない。