

第4章 防火システムに関する性能評価ガイドライン

4.1 水平噴流式煙制御システムのガイドライン

4.1.1 対象建築物と技術概要

(1) 対象建築物

- ・用途：災害弱者への配慮が必要な建物（病院、高層集合住宅等）
大量の避難人員が通過する通路の区画（店舗通路等）
- ・設置場所1：付室または非常用 ELV 乗降ロビー（兼用付室）に設置。ただし、安全区画としての廊下を介在。

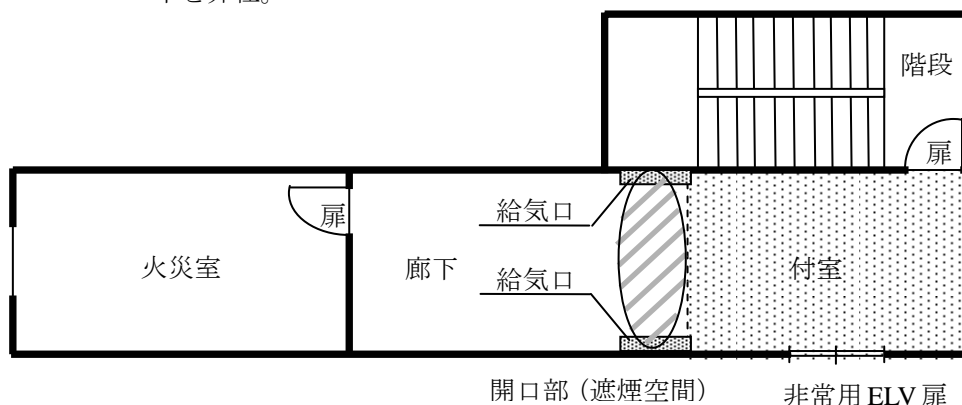


図 4.1 水平噴流式煙制御システムの設置案(1)

- ・設置場所2：エレベータホールに設置

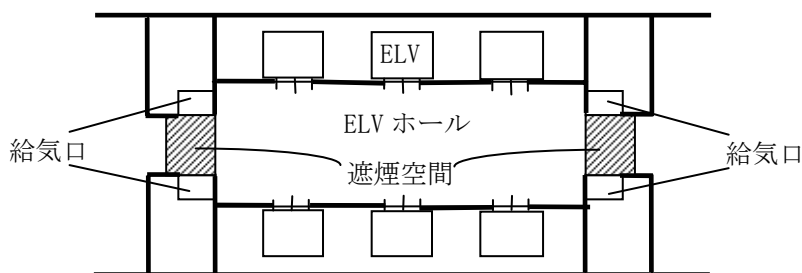


図 4.2 水平噴流式煙制御システムの設置案(2)

- ・水平噴流式煙制御システムをエレベータホールの防煙扉に代替して用いることによりエレベータホールおよびエレベータシャフトへの煙の侵入を防止する。
全館避難時間が長時間となる場合はこの方式の採用により建築物の避難安全性が向上する。
- ・エレベータホールを開放状態とし避難通路として使用することが可能である。エレベーターホールに滞留する避難者は、乗用エレベータにより避難を行うことができる。
- ・非常用エレベータは消防隊専用であることから、高層建築物、深層地下建築物において災害弱者

のためのバリアフリー避難施設としてこの方式による乗用エレベータの避難使用は有効と考えられる。

設置場所3：大量人数の通過する通路において防火・防煙シャッターを不要として避難障害のおそれをなくす。

災害弱者およびバリアフリー対応として病院における水平避難や地下通路での適用が考えられる。

参考資料：建築雑誌 vol.120 No.1537 2005年9月号 「エレベータ利用避難に関する計画手法・技術指針特別研究委員会」

8階建の病院の避難ならびにエレベータ運行のシミュレーションを行った検討結果では、全館の避難終了時間は45分程度となり、エレベータ待機時間は30分を超える。出火階でも10分程度の待機を要している。混乱を防ぐためにも、煙制御と避難時間を短くするエレベータの運行方法が必須と考えられる。

(2) 技術の概要

1) システムの特長

噴流式煙制御システムの採用の目的は以下に示す特長による建築物の安全性および機能性の向上への寄与と考えられる。

1-1) 付室一廊下間の防火戸代替

(付室は密閉された空間ではなく、避難通路末端の安全区画として位置付け)

- a. 災害弱者、車椅子の使用が容易 (指針の開放力 90Nは無理、ドアチェッカーの 50Nでも無理)
- b. 共同住宅等での防犯効果 (密閉性の解消)

1-2) 加圧防煙システムのデメリット解消

- a. 給気口からの吹出気流により開口部の遮煙性能が確実に確保され、付室内の安全性が向上 (従来の加圧防煙は場合によっては逆流で煙侵入)
- b. 従来の加圧防煙では扉閉鎖時

{	①瞬時の過昇圧が避けられない
	②付室内一定圧の制御が必要
- c. 階段扉および非常用 ELV 扉の開放時、各扉からの加圧給気の流出が抑制され、安全性を高めることができる。
- d. 避難者は遮煙空間を通過すれば、気流の影響の小さい空間で滞留して救助を待つことが可能。

1-3) 検討事項

- a. 給気に対する廊下の排気バランス
- b. 階段扉、ELV 扉開放時における付室側への誘引風量の変動

2) 遮煙空間の性能

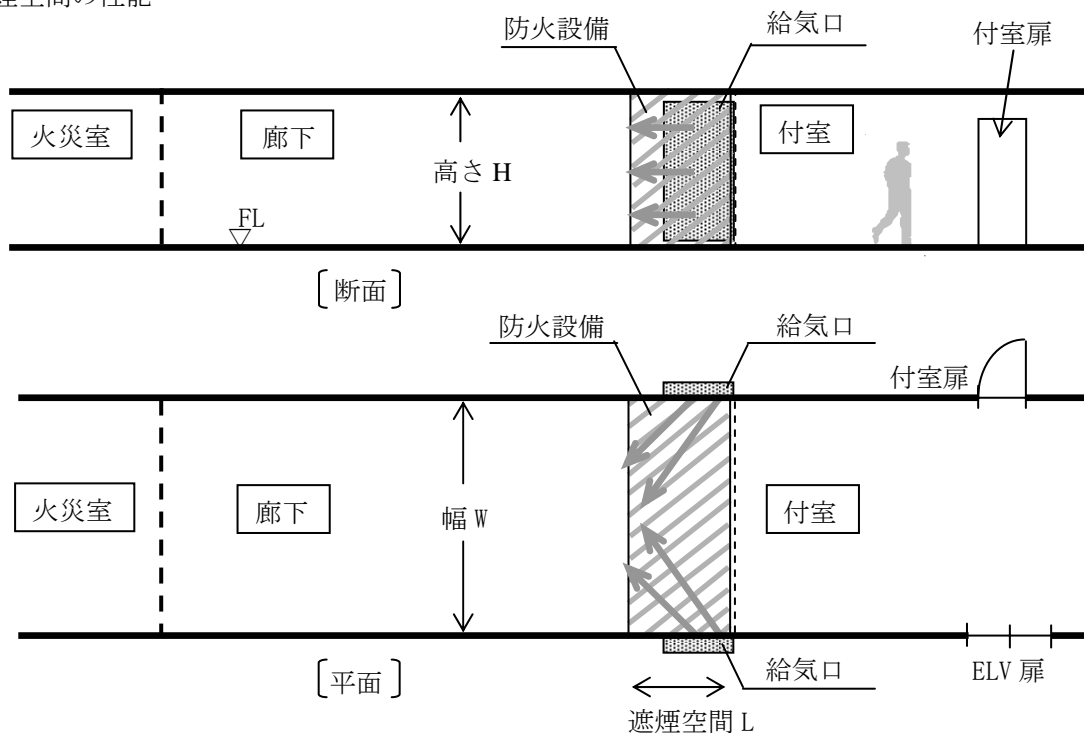


図 4.3 水平噴流式煙制御システムの遮煙空間

- $L \times H \times W$ の空間を遮煙性能および防火設備性能を有する遮煙空間と定義する。
- 付室内の給気口から遮煙空間に向けて空気を吹出す。
- 遮煙空間内の有効風速分布を定める。
 - 直面する空間（廊下）の温度設定（ 200°C 位の間温度）
 - 遮煙、遮熱に有効な風速分布を判定
- 実験データに基づき CFD シミュレーションにより性能を検証

4.1.2 応答制御等の装置およびメカニズムの概要

(1) 機器、装置

水平噴流式煙制御は、給気ファン、給気ダクト、給気ダンパー（SMD）、吹出口および火災信号、作動信号等の制御装置から構成される。

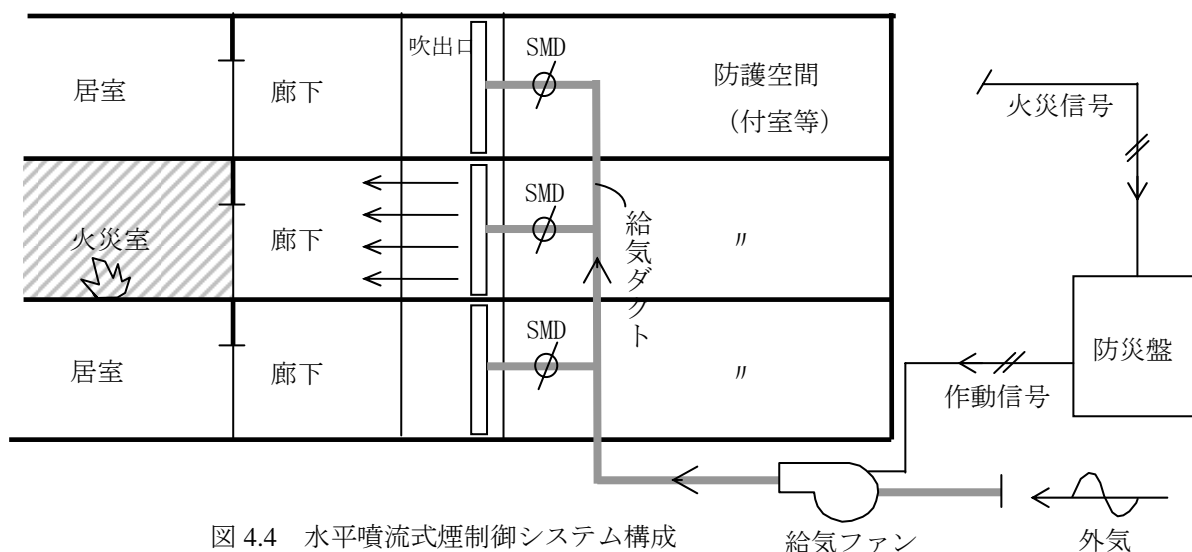


図 4.4 水平噴流式煙制御システム構成

(2) システムメカニズム

水平噴流式煙制御システムは、吹出口からの給気を合成して遮煙性能および防火性能を確保する。吹出口は床面から天井面に通路の両壁面に設置される。

給気量によって給気速度および合成される動圧は変化し遮煙性能および防火性能も変化するので想定火源に対する適正風量を検討する必要がある。

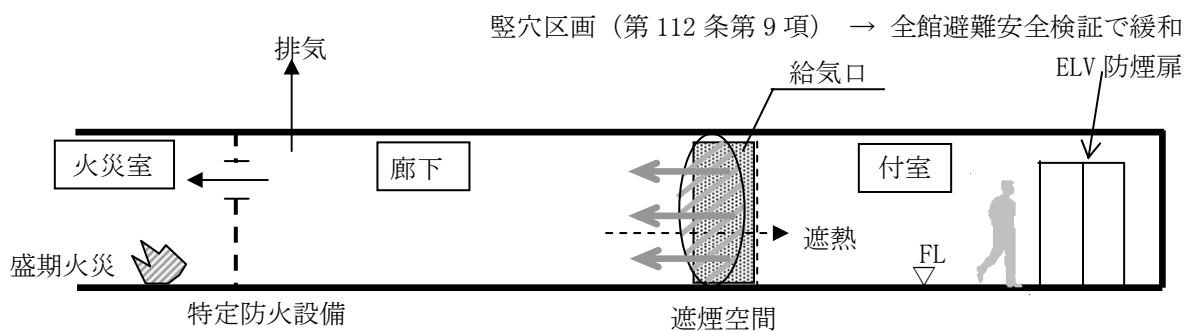


図 5 水平噴流式煙制御システムの遮煙と防火

4.1.3 感知・制御機器の稼働信頼性

(1) 各パーツの信頼性

煙感知器または熱感知器の作動に連動して給気ファン、給気ダンパーを作動させ水平噴流式煙制御システムを作動させる。システムの作動は防災センターの信号確認で行い信頼性を確保する。

(2) システムの信頼性

システムの定期点検により保守管理を行い作動の信頼性を確保する。

4.1.4 維持・管理、定期的作動確認の方法

(1) 煙制御装置の運転計画

煙制御装置の運転は、煙制御装置の制御設計に準じて立案された運転計画に基づいて、建築物の安

全性を保証する範囲で適切に行われるものとする。

(2) 性能確認試験

煙制御装置は、以下の項目により制御に関わる健全な性能が確認されているものとする。

- 1) 製作要領、製品検査要領
- 2) 装置の作動や性能を判断するための試験計画とこれに準じた煙制御装置の性能試験および評価を行う。(作動確認試験と性能確認試験)

(3) 耐久性の検討

煙制御装置を構成する各材料の耐用年数や耐久性を検討し、これによって保守点検の内容や時期が決定されているものとする。

(4) 点検の種類

煙制御装置およびその周辺部の維持管理計画が適切に立案されているものとする。このための点検は、原則として、通常点検、定期点検、臨時点検の3種類によって構成される。

(5) 点検内容

通常点検、定期点検、臨時点検のそれぞれに対して、点検箇所、点検項目、検査方法、判定基準および判定基準を満足しない場合の対処方法などが明確にされているものとする。

(6) 煙制御装置の動作監視（モニタリング）

煙制御装置の動作の健全性を常に監視するための動作監視機構を整備しておくものとする。

(7) 故障対策

煙制御装置の故障に対しては、その診断方法、故障の判定基準、対処方法を事前に定めておき、故障と判断された場合に速やかに対処されるものとする。

(8) 管理体制

建築物所有者、建築物管理者、設計者、施工者または維持管理者などによる煙制御装置の管理体制が明確になっているものとする。

(9) 能動的要因

煙制御装置の存在やその運転が、装置周辺に存在する人や物などに与える影響について、考慮すべき要因と影響の程度を把握し、影響を軽減するための対策が適切に講じられているものとする。

4.1.5 建築基準法で要求するレベルの作用に対する性能検証

(1) 基準で要求される火災外力

1) 想定火源

火災荷重は、避難安全検証法に基づき火災室および発熱量を想定し、防護空間に至る煙流動の経路、扉の仕様および開閉条件を定めること。

- (例) 事務室その他これに類するもの : 560MJ/m²
 会議室その他これに類するもの : 160MJ/m²
 廊下、階段その他の通路 : 32MJ/m²

2) 実況に応じた設計火源

想定火源は実況に応じることが可能とし、廊下、階段その他の通路において発熱量を設定するには250～600 kW程度を上限とすることもできる。

(2) 性能検証

1) 対象空間

火災室からの煙流動が作用する直面前の空間温度、空間圧力に対して、遮煙空間に噴流により給気を行い、防護空間の遮煙性能および防火性能を確保する。

- ・付室等の防護対象の空間を防護空間とする。
- ・火災室と防護空間の間を直面前空間とする。直面前空間と防護空間の間は遮煙空間とする。
- ・火災室と直面前空間は防火区画を行う。
- ・遮煙空間に空気を噴流して遮煙および防火（防災）を行う。

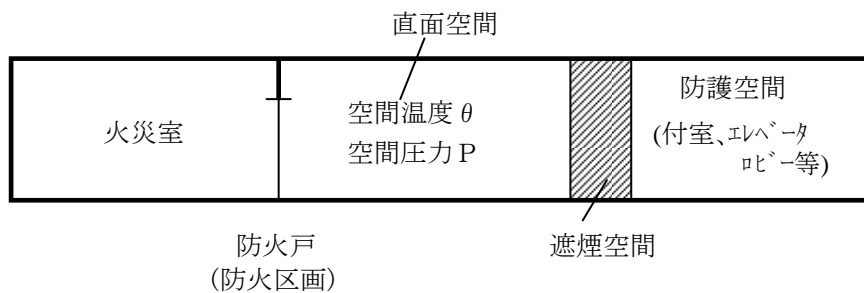


図6 対象空間

2) 噴流式煙制御の性能

2-1) 初期火災時（避難時）の検討

避難安全検証法に基づく火災室の想定および積載可燃物の発熱量により煙流動を解析し、直面前空間の空間温度、空間圧力に対して防護空間の遮煙性能および防火性能が避難時間内において確保されていることを確認する。

2-2) 盛期火災時の検討

盛期火災時には火災室は密閉とするが、防火区画を漏洩する熱量、煙濃度を設定し、防護空間における噴流式煙制御システムの遮煙性能、防火性能を確保する。

(盛期火災時にはスプリンクラー設備の作動による煙温度の降下を考慮する。)

3) 許容安全基準

噴流式煙制御システムの採用建築物は以下に示す遮煙性能および防火性能を有すること。

- 3-1) 防護空間内において、温度上昇が許容範囲内であること。
- 3-2) 防護空間内において、煙濃度上昇が許容範囲内であること。

4) 検証方法

防護空間、遮煙空間、直面空間における煙流動を 3 次元数値流体解析 (CFD 解析) により解析する。
ただし、火災室においては、二層ゾーンモデルにより煙層温度を解析し、直面空間への流入熱量、煙濃度を求めて煙層を設定し、CFD 解析の初期値とすることができる。

4-1) 火災室から直面空間に至る煙流動は、その間の煙が伝播する空間をモデル化して、多室の二層ゾーンモデルを用いて解析する。

4-2) CFD 解析においては、遮煙する煙の温度が中温 (200℃程度) であることから密度変化に関して圧縮性を考慮して精度を確保した解析を行う。

5) 外気圧に対する応答

5-1) 耐外気圧性能判定基準

噴流式煙制御システムの採用建築物は風外乱および外気に対して以下に示す耐外気圧性能を有すること。

- ・建築物の火災室開口部に外気風が作用した場合にも安全性能が確保されること。
- ・防護空間に連結する階段、エレベータシャフトの縦穴区画に建築物内外の温度差によるドラフトが作用した場合にも安全性能が確保されること。

5-2) 解析方法と解析用モデル

CFD 解析および二層ゾーンモデル解析を用いて噴流式煙制御システムの安全性能を判定する。

ただし、外気風圧力および内外気温度差によるドラフト力については建築物の個別条件を配慮した値を使用する。

建築物の個別条件とは、方位、外壁、建築物内の間仕切り、外部出入口扉と使用状況を配慮することにより定める。

4.1.6 想定内の作用に対する制御不全に対する対応

[設備停止時の措置]

(1) 停電時

常用電源が停電した場合は予備電源による作動とするが避難時間をカバーできる使用時間を考慮して運転を行えるようにする必要がある。

(2) 煙制御性能限界

直面空間の空間温度、空間圧力が遮煙性能を超えて、防護空間に煙が侵入した段階では直面空間、遮煙空間でのスプリンクラー作動による機能確保を考慮する。

(消火ではなく遮熱性能の観点からスプリンクラー機能を考慮する。)

4.1.7 要求レベルを超えた作用に対する結果

[震災による機能停止対策]

噴流式煙制御システムは、特に重要な用途として特定されるときは、耐震クラス S により機能確保を考慮する。

4.2 加圧式煙制御システムのガイドライン

4.2.1 対象建築物と技術概要

(1) 対象建築物

- ・用途：一般事務所
災害弱者への配慮が必要な建物（病院、高層集合住宅等）
大量の避難人員が通過する通路の区画（店舗通路等）
- ・設置場所1：付室または非常用 ELV 乗降ロビー（兼用付室）に設置。原則、安全区画としての廊下を介在。

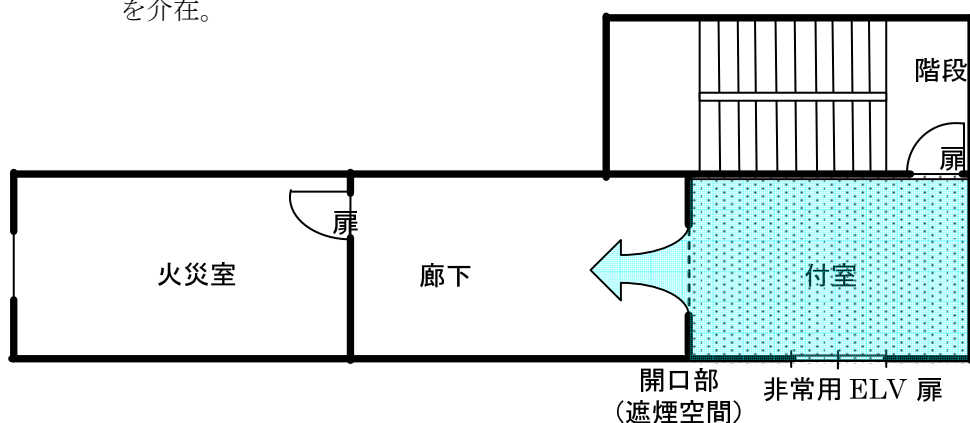


図 4.7 加圧式煙制御システムの設置案(1)

- ・設置場所2：エレベータホールに設置

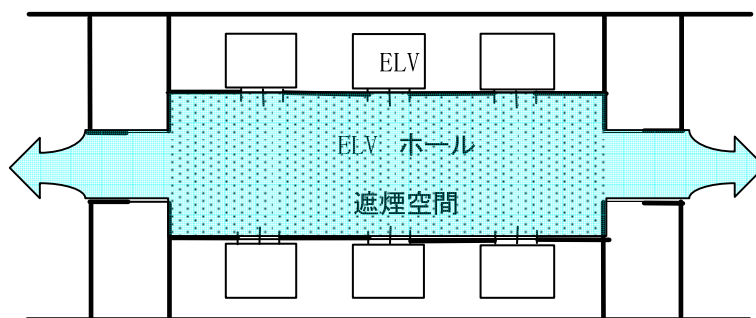


図 4.8 加圧式煙制御システムの設置案(2)

- ・加圧式煙制御システムをエレベータホールの防煙扉に代替して用いることによりエレベータホールおよびエレベータシャフトへの煙の侵入を防止する。
全館避難時間が長時間となる場合はこの方式の採用により建築物の避難安全性が向上する。

- ・非常用エレベータは消防隊専用であることから、高層建築物、深層地下建築物において災害弱者のためのバリアフリー避難施設としてこの方式による乗用エレベータの避難使用は有効と考えられる。

設置場所3：災害弱者およびバリアフリー対応として病院における水平避難や地下通路での適用が

考えられる。

参考資料：建築雑誌 vol.120 No.1537 2005年9月号 「エレベータ利用避難に関する計画手法・技術指針特別研究委員会」

8階建の病院の避難ならびにエレベータ運行のシミュレーションを行った検討結果では、全館の避難終了時間は45分程度となり、エレベータ待機時間は30分を超える。出火階でも10分程度の待機を要している。混乱を防ぐためにも、煙制御と避難時間を短くするエレベータの運行方法が必須と考えられる。

(2) 技術の概要

1) システムの特長

加圧式煙制御システムの採用の目的は以下に示す特長による建築物の安全性および機能性の向上への寄与と考えられる。

1-1) 加圧防煙システムのメリット

室間静圧差により開口部の遮煙性能が確保され、付室内の安全性が向上

1-2) 検討事項

- a. 扉閉鎖時の瞬時に過昇圧がある
- b. 付室内を一定圧に保つファン制御が必要
- c. 給気に対する廊下の排気バランス
- b. 階段扉、ELV扉開放時における差圧変動

2) 遮煙空間の性能

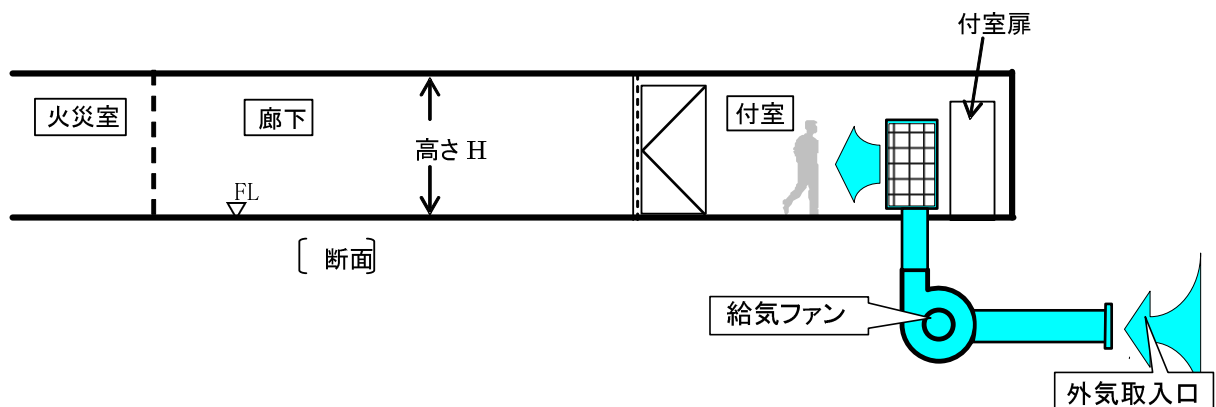


図 4.9 加圧式煙制御システムの遮煙空間

- a. 2層ゾーンモデル、1層ゾーンモデル、CFDシミュレーション等により性能を検証
- b. 付室内の給気口から空気を吹出し、室間に静圧差を設ける。

4.2.2 応答制御等の装置およびメカニズムの概要

(1) 機器、装置

加圧式煙制御は、給気ファン、給気ダクト、給気ダンパー（SMD）、吹出口および火災信号、作動信号等の制御装置から構成される。

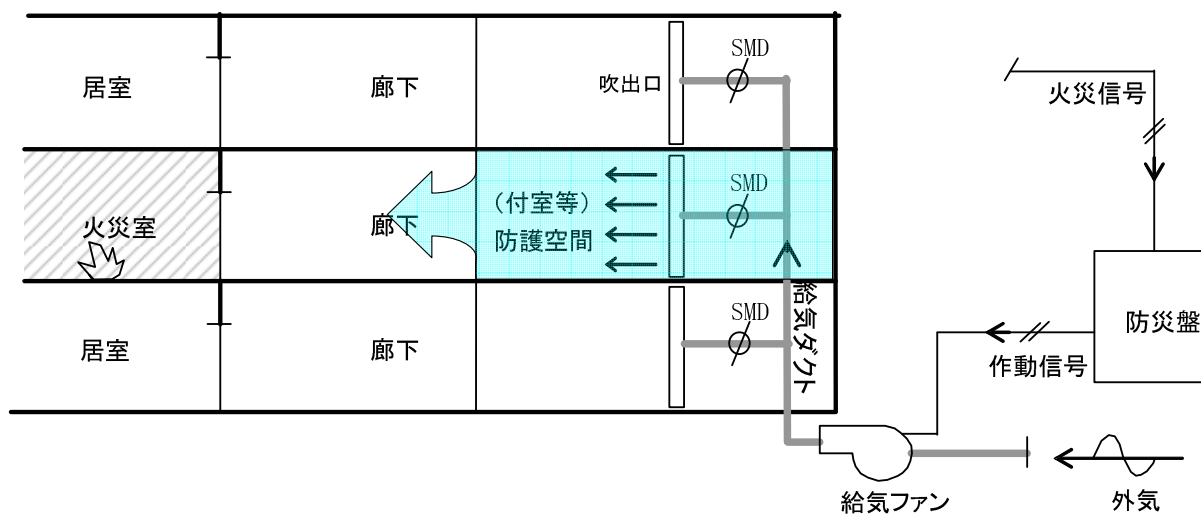


図4 加圧式煙制御システム構成

(2) システムメカニズム

加圧式煙制御システムは、防護空間に給気し防護空間の静圧を高めることで遮煙性能を確保する。

4.2.3 感知・制御機器の稼働信頼性

(1) 各パーツの信頼性

煙感知器または熱感知器の作動に連動して給気ファン、給気ダンパーを作動させ水平噴流式煙制御システムを作動させる。システムの作動は防災センターで信号確認を行い信頼性を確保する。

(2) システムの信頼性

システムの定期点検により保守管理を行い作動の信頼性を確保する。

4.2.4 維持・管理、定期的作動確認の方法

(1) 煙制御装置の運転計画

煙制御装置の運転は、煙制御装置の制御設計に準じて立案された運転計画に基づいて、建築物の安全性を保証する範囲で適切に行われるものとする。

(2) 性能確認試験

煙制御装置は、以下の項目により制御に関わる健全な性能が確認されているものとする。

- 1) 製作要領、製品検査要領
- 2) 装置の作動や性能を判断するための試験計画とこれに準じた煙制御装置の性能試験および評価

を行う。(作動確認試験と性能確認試験)

(3) 耐久性の検討

煙制御装置を構成する各材料の耐用年数や耐久性を検討し、これによって保守点検の内容や時期が決定されているものとする。

(4) 点検の種類

煙制御装置およびその周辺部の維持管理計画が適切に立案されているものとする。このための点検は、原則として、通常点検、定期点検、臨時点検の3種類によって構成される。

(5) 点検内容

通常点検、定期点検、臨時点検のそれぞれに対して、点検箇所、点検項目、検査方法、判定基準および判定基準を満足しない場合の対処方法などが明確にされているものとする。

(6) 煙制御装置の動作監視 (モニタリング)

煙制御装置の動作の健全性を常に監視するための動作監視機構を整備しておくものとする。

(7) 故障対策

煙制御装置の故障に対しては、その診断方法、故障の判定基準、対処方法を事前に定めておき、故障と判断された場合に速やかに対処されるものとする。

(8) 管理体制

建築物所有者、建築物管理者、設計者、施工者または維持管理者などによる煙制御装置の管理体制が明確になっているものとする。

(9) 能動的要因

煙制御装置の存在やその運転が、装置周辺に存在する人や物などに与える影響について、考慮すべき要因と影響の程度を把握し、影響を軽減するための対策が適切に講じられているものとする。

4.2.5 建築基準法で要求するレベルの作用に対する性能検証

(1) 基準で要求される火災外力

1) 想定火源

火災荷重は、避難安全検証法に基づき火災室および発熱量を想定し、防護空間に至る煙流動の経路、扉の仕様および開閉条件を定めること。

(例) 事務室その他これに類するもの : 560 MJ/m²

会議室その他これに類するもの : 160 MJ/m²

廊下、階段その他の通路 : 32 MJ/m²

2) 実況に応じた設計火源

想定火源は実況に応じることが可能とし、廊下、階段その他の通路において発熱量を設定するには250～600kW程度を上限とすることもできる。

(2) 性能検証

1) 対象空間

火災室からの煙流動が作用する直面空間の空間温度、空間圧力に対して、付室等に給気を行い、防護空間の遮煙性能および防火性能を確保する。

- ・付室等の防護対象の空間を防護空間とする。
- ・防護空間に給気して遮煙を行う。

2) 加圧式煙制御の性能

2-1) 初期火災時（避難時）の検討

避難安全検証法に基づく火災室の想定および積載可燃物の発熱量により煙流動を解析し、直面空間の空間温度、空間圧力に対して防護空間の遮煙性能が避難時間内において確保されていることを確認する。

2-2) 盛期火災時の検討

盛期火災時において火災室は密閉とするが、防火区画を漏洩する熱量、煙濃度を設定し、防護空間における加圧式煙制御システムの遮煙性能を確保する。

（盛期火災時においてはスプリンクラー設備の作動による煙温度の降下を考慮する。）

3) 許容安全基準

加圧式煙制御システムの採用建築物は以下に示す遮煙性能を有すること。

- 3-1) 防護空間内において、温度上昇が許容範囲内であること。
- 3-2) 防護空間内において、煙濃度上昇が許容範囲内であること。

4) 検証方法

防護空間、直面空間における煙流動を2層ゾーンモデル、1層ゾーンモデル、3次元数値流体解析（CFD解析）により解析する。

5) 外気圧に対する応答

5-1) 耐外気圧性能判定基準

加圧式煙制御システムの採用建築物は風外乱および外気に対して以下に示す耐外気圧性能を有すること。

- ・建築物の火災室開口部に外気風が作用した場合にも安全性能が確保されること。
- ・防護空間に連結する階段、エレベータシャフトの縦穴区画に建築物内外の温度差によるドラフトが作用した場合にも安全性能が確保されること。

5-2) 解析方法と解析用モデル

2層ゾーンモデル，1層ゾーンモデル，CFD解析を用いて噴流式煙制御システムの安全性能を判定する。

ただし、外気風圧力および内外気温度差によるドラフト力については建築物の個別条件を配慮した値を使用する。

建築物の個別条件とは、方位、外壁、建築物内の間仕切り、外部出入口扉と使用状況を配慮することにより定める。

4.2.6 想定内の作用に対する制御不全に対する対応

[設備停止時の措置]

(1) 停電時

常用電源が停電した場合は予備電源による作動とするが避難時間をカバーできる使用時間を考慮して運転を行えるようにする必要がある。

(2) 煙制御性能限界

直面空間の空間温度、空間圧力が遮煙性能を超えて、防護空間に煙が侵入した段階では直面空間、遮煙空間でのスプリンクラー作動による機能確保を考慮する。

(消火ではなく遮熱性能の観点からスプリンクラー機能を考慮する。)

4.2.7 要求レベルを超えた作用に対する結果

[震災による機能停止対策]

加圧式煙制御システムは、特に重要な用途として特定されるときは、耐震クラス S により機能確保を考慮する。

4.3 空調兼用排煙のガイドライン

4.3.1 対象建物と技術概要

(1) 対象建物

本ガイドラインは、空調換気設備と排煙設備を兼用する建物に適用する。
ただし、本ガイドラインに示されない事項は、建築基準法および関連基準・指針による。

空調兼用排煙システムとは、日常の空調・換気設備に用いるダクトやファンを火災時の排煙設備として使用するシステムの総称である。本来、非常時にしか使用しない設備を常時使用することで、スペースの縮小、システムの信頼性の向上などが図られるが、その反面、システム構成が複雑になり、ダンパの切替え動作による耐久性の問題など、設計上留意しなければならない課題も多いと考えられる。また、作動シーケンスと合わせて、ダンパ故障時にも大事に至らないシステムとすべきである。

(2) 技術概要

本ガイドラインは、空調換気設備と排煙設備を兼用するシステムに適用する。

空調兼用排煙システムを分類すると、表 1.2.1 に示すように概略三つのシステムに分けられる。

A方式は、横引きの枝ダクトのみ兼用するもので、事務所ビルの基準階に多いパターンである。排煙風量が法定風量の半分程度になることが前提の兼用システム。

B方式は、セントラルの換気システム、特に外気処理調和器の排気側やトイレ排気の縦ダクトが排煙縦ダクトに利用される場合が多い。

C方式は、風量がもともと多く要求される、映画館・劇場などの興行場や駐車場の換気・空調システムを排煙に用いられる場合が多い。

表 4.1 空調兼用排煙システムの分類と特徴

方式	概念図	特徴
A. 枝ダクトのみ兼用		<ul style="list-style-type: none"> ● 事務所ビルの基準階に多い。 ● 排煙風量が基準法で要求される風量の半分程度になることが前提である。 ● 制御は火災階のダンパーの開閉のみであり、比較的単純である。 ● ファンが単独であるため、排煙ファンの信頼性という点では単独システムと同じである。
B. ファンと主ダクトを兼用		<ul style="list-style-type: none"> ● 事務所ビルの基準階に多い。 ● 排煙ファンはトイレの換気ファン等と兼用される場合が多い。 ● 全ての階の防煙ダンパーの閉鎖が必要であり、複雑なシステムになりやすい。 ● 排煙ファンを常時使用しているため、作動の信頼性向上が見込める。
C. ファンとダクト全てを兼用		<ul style="list-style-type: none"> ● 興行場や小規模の駐車場など、1つの防煙区画のみの用途に多い。 ● 排煙ファンはその室の換気ファン等と兼用される場合が多い。 ● ダンパー切り替え等がないため、シンプルなシステムである。 ● 排煙ファンを常時使用しているため、作動の信頼性向上が見込める。

4.3.2 応答制御等の装置およびメカニズムの概要

(1) 機器・装置

本システムは、排煙ファン、ダクト、切替えダンパ（SFD、排煙ダンパ）、排煙口、換気ファンまたは空調機等で構成される。

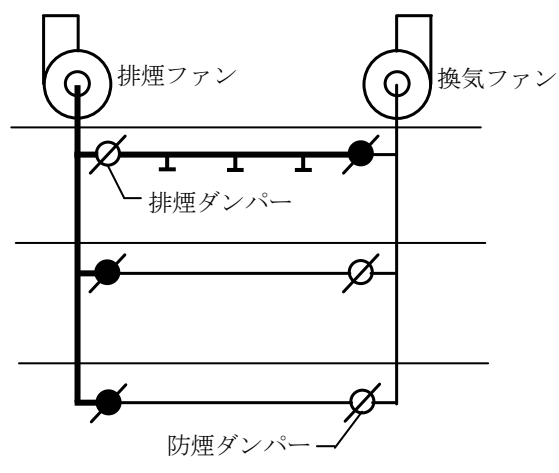


図 4.11 空調兼用排煙システムの機器構成

(2) システムメカニズム

空調換気設備兼用排煙システムは、常時は空調換気設備として機能しているが、火災時には排煙設備として機能するシステムである。

図 4.12 に常時は外気取り入れダクトとして機能している空調ダクトを、火災時にはダンパを切り替え、排煙縦ダクトに接続し、排煙横引きダクトとして使用している例を示す。

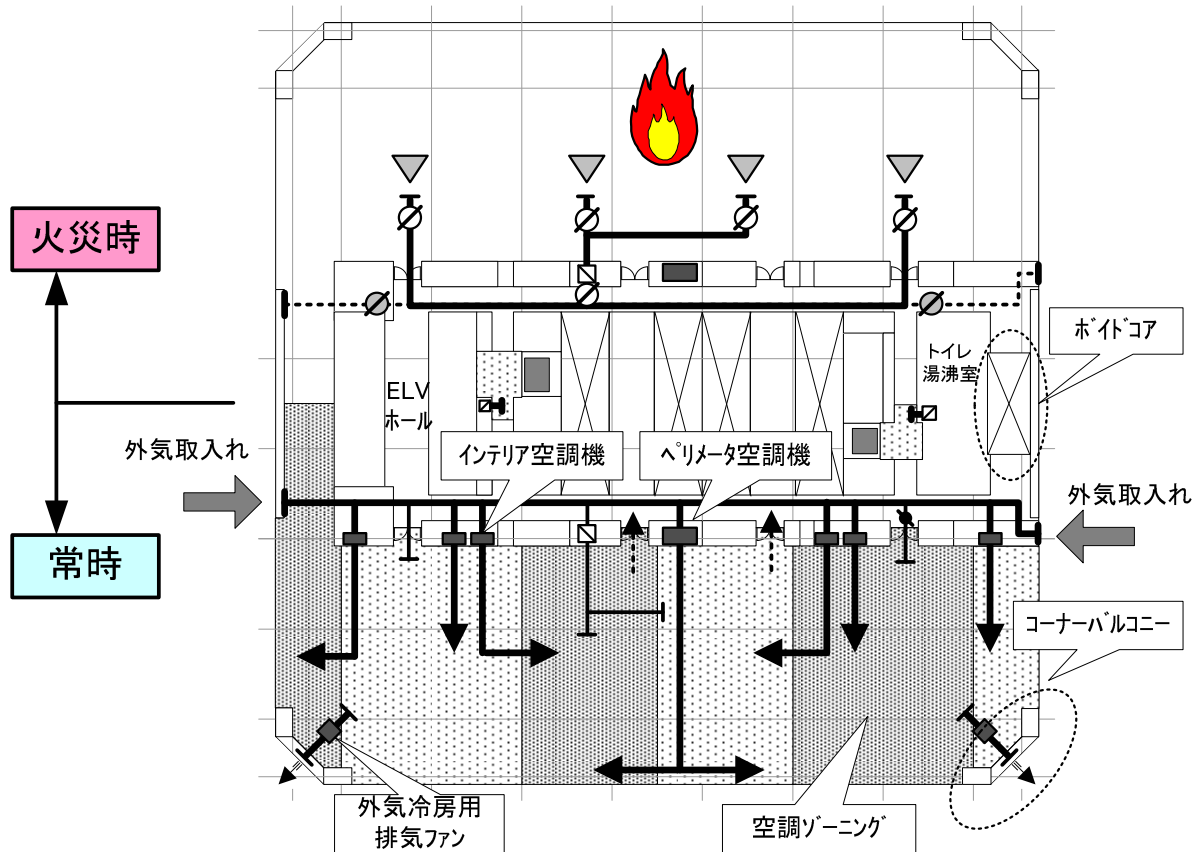


図 4.12 空調兼用排煙システムの機器構成

4.3.3 感知・制御機器の稼動信頼性

(1) 各パーツの信頼性

空調換気設備兼用排煙システムは、排煙ファン、ダクト、切替えダンパ（SFD、排煙ダンパ）、排煙口、換気ファンまたは空調機等で構成される。換気ファンと排煙ファンを兼用する場合は、兼用するファンの耐久性の担保が重要である。また、空調モードと排煙モードを切り替えるための切替えダンパの耐久性・作動信頼性と作動速度の向上が重要である。

1) 空調換気設備兼用排煙ファンの耐熱性

排煙機の構造は JIS B 8331（多翼送風機）または JIS M 7612（軸流型電動機内装局部扇機）に適合するものとし、排風機本体の主要部材であるケーシングおよび羽根車の材料は JIS G 3141（冷間圧延鋼板及び鋼帯）の SPCC, SPCD 等、主軸は JIS G 4151 の S30 以上とする。耐熱性能は次の条件を満たす必要がある。

- ① 吸込温度が 280℃に達する間に運転に異常がなく、かつ、吸込温度 280℃の状態において 30 分以上異常なく運転することができること。
- ② 吸込温度が 280℃から 560℃に達する間に運転に異常がなく、かつ、吸込温度 560℃の状態において 30 分以上著しい損傷なく運転することができること。
- ③ 耐熱試験に用いる温度曲線は JIS A 1304（建築構造部分の耐火試験方法）に規定する耐火温度曲線とする。

排煙ファンを常時換気送風機としても使用する場合、排煙機としての性能を満たす必要があることは当然であるが、常時使用時の耐久性についてもチェックの必要がある。下表に排煙機と換気送風機の耐久性の差異についてのメーカー・ヒアリング結果を示す。

表 4.2 排煙機と一般換気送風機の仕様の差異

	A社	B社	C社
モーター			モーターに冷却装置設置(軸)
ベアリング	—	排煙用(280℃30分間,560℃30分間) 一般用(常温使用で20,000時間以上) 都営地下鉄用(常温で20,000時間, 排煙時125℃60分間)	—
プーリ側軸受	軸受メーカー標準の耐熱仕様(隙間, グリースが異なる)	—	—
反プーリ側軸受	テラル専用の耐熱仕様(隙間, グリース, 材質処理が異なる) 片側軸端鑄鉄製カバー付	—	吸込側に冷却装置設置
主軸	熱膨張に対応するため、反プーリ側 軸受止め部がスライド可能な構造に	—	主軸ケーシング貫通部にケーシング カバー設置
羽根車		—	アルミ鑄物(一般用)を鋼鉄製に変更
吸込口	熱膨張に対応するため、羽根車側板 と吸込口のクリアランスを大きめに している(シロッコ型のみ)	—	—

3社共通のコメント: 部品の共有化を図るために、耐熱性能に関わる部品以外は、排煙ファンと一般空調用ファンとで仕様は変えていない。(つまり耐久性に関しても相違はない)

2) 切替えダンパの性能

・ダンパの開閉時間

地下鉄などにおいて、切替又は SFD 用途として使用されるダンパで、外部からの信号により 開⇒閉、閉⇒開を 7 秒程度（電気モーター利用）で行うダンパがある。（このようなダンパを業界ではモータ式ダンパという）また、SFD 用途として開⇒閉は瞬時（バネ利用）、閉⇒開は 7 秒程度（電気モータ利用）で行うダンパもある。（このようなダンパを業界ではソレノイド式ダンパという）このような仕様のダンパはここ 10 年で製品化されてきた。なお、地下鉄では換気設備と排煙設備を兼用するためこれらのダンパの電源は DC 電源となっている。また、SFD の性能認定においては、7～9 秒以内に動作が完了すれば一般的には認定が得られる。

参考までに空調設備用ダンパを生産している自動制御メーカーの F 社にもヒアリングをしたところ以下の回答があった。

「ダンパ操作器に加わる力（トルク）によって多少の増減はあるが、通常は全開⇄全閉を 90 秒～150 秒程度で完了。なお、標準タイプのダンパ操作器にはスプリングリターンタイプがあり全開⇒全閉を 16 秒で行う。但し、全閉⇒全開は 90 秒～150 秒程度となる」

・開閉動作時のダクト内圧力

一般的に、排煙ダクトの内圧が 500Pa を超えることは通常考えられないが、前述したダンパは、標準の仕様で 1000Pa 程度までは、問題なく開閉動作を行える。なお、D 社は、両方式のダンパ共に 4000Pa 程度まで対応できるとのこと。なお、E 社は、ソレノイド式ダンパの方は 1000Pa 程度まで対応でき、モーターモーター式ダンパは 4000Pa 程度まで対応できる。

・ダンパの耐久性について

モータの耐久試験回数については、E 社は、モータ式ダンパは 10 万回程度（1 日 2 回の作動を想定すると約 13.7 年分）。ソレノイド式ダンパは 1 万回程度（1 日 2 回の作動を想定すると約 13.7 年分）となっている（D 社には未確認）。一般的に設備機器や制御システムの寿命は 13～15 年と言われているため、ダンパの耐久性にも 1 万回以上の作動信頼性が必要と思われる。

(2) システムの信頼性

空調換気兼用排煙システムの信頼性は、切替えダンパの作動個数との関連が高いと考えられる。切替えダンパの作動個数が多ければ多いほど、不作動の可能性が高まると考えられる。システム構築時に、切替えダンパの作動個数を極力少なくするとともに、排煙ファン等に余力を持つことで、不作動時の性能低下を防止する必要がある。

図 4.13 に切替えダンパの作動個数が多い例を示す。この例では、すべての SFD が正常に作動しないと、排煙風量の減少が生じてしまう。排煙機の風量は SFD の不作動率に見合った余裕率を見込むことが望ましい。

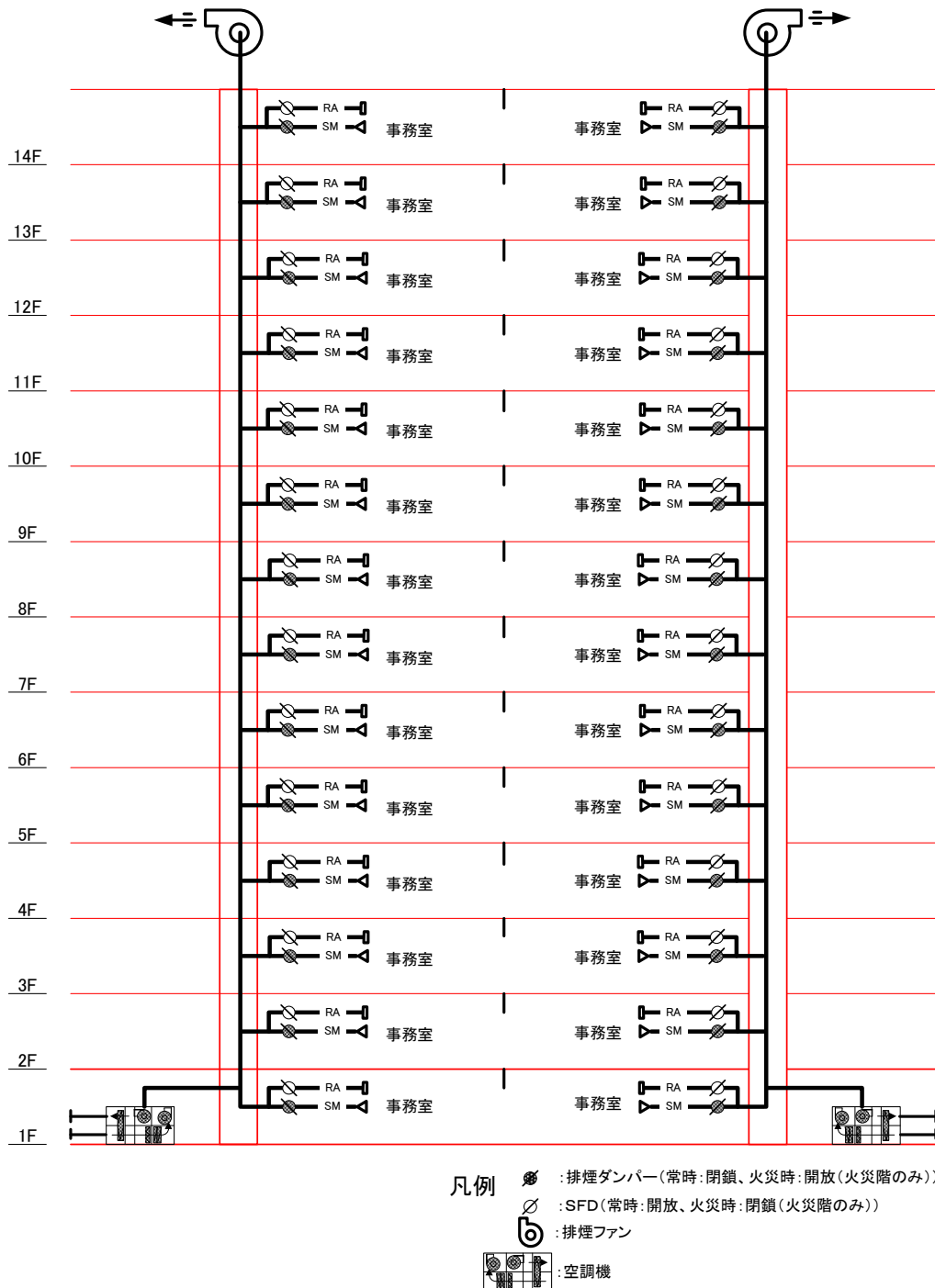


図 4.13 空調兼用排煙システムの機器構成例

4.3.4 維持・管理、定期的作動確認の方法

本システムの信頼性を確保するために、パーツである切替えダンパや排煙ファンの単体の作動確認ばかりでなく、システム全体としての作動確認も重要となる。

防火ダンパの保守点検の要領を日本防排煙工業会では以下のように推奨しているが、空調兼用排煙システムでは、排煙モード切替え時におけるダンパ動作の信頼性の向上を図るため、以下の項目の中で、＜機能点検＞ 2)、3)、4) については、1日に1回程度の点検を行うことが望ましい。また、兼用排煙システム全体の作動についても、火災シナリオを想定し、年2回程度行うことが望ましい。

<一般事項>

点検および保守は、その項目に対応する点検を行い必要に応じて保守その他の措置を適切に講じるものとし、その点検周期は6ヵ月毎に1回とする。

<外観点検>

- 1) ダンパの周囲に閉鎖上障害となるものの有無を点検する。
- 2) ダンパが規定の装置により正常な状態でセットされている事を確認する。
- 3) ダンパ及び自動閉鎖装置に著しい変形、損傷などの有無を点検する。
- 4) 温度ヒューズ装置付自動閉鎖装置の場合は規定の温度ヒューズであるかまた、ヒューズ本体及び取付け部の状態が正常であるか確認する。

<機能点検>

- 1) ダンパの手動による閉鎖が正常に作動することを確認する。
- 2) 連動制御盤の作動指令によりダンパが正常に作動することを確認する。なお、順送り方式のものは順送り作動が正常であることを確認する。
- 3) 作動確認用スイッチの作動が確実であることを確認する。
- 4) ダンパを閉鎖作動させた後、復帰させた場合の異常の有無を点検し関係部位が元の状態に戻ることを確認する。

4.3.5 建築基準法で要求するレベルの作用に対する性能検証

(1) 基準で要求される性能

排煙専用設備に対して、信頼性・作動時間・排煙風量ともに大きく損なうことのないシステムであること。

空調兼用排煙システムの作動時間・信頼性は主に、切替ダンパの作動速度と信頼性に依存している。特に空調兼用排煙システムの信頼性を確保し、作動時間を短縮するためには、切替ダンパ制御用電流容量を十分確保する必要がある。

1) ダンパ制御用電流容量の算定

防災メーカーのG社へのヒアリングによると、電源の仕様について特に指示がない場合には、標準的には2 Aの出力で30分間の電源供給ができるバッテリーを選定すること。但し、2 Aの出力で、扉・シャッターの作動、ダンパの作動などの全てを賄うことになるため、建物規模が大きい場合には扉やシャッター、ダンパの状況から、適宜判断して電流容量を大きくする必要がある。

※ダンパ1個の動作に必要な電源は、0.3A～0.5A程度のため、2 Aの出力では、ダンパ4ヶ程度を同時に作動させるだけで他の電源供給ができなくなる。

電流容量があまりに過大になる場合には、信号を段階的に出すことにより、ダンパ制御用電流容量を削減することも可能であるが、その場合、モード切替に要する時間の確認が必要である。

2) モード切替えの所要時間と切り替えダンパ個数の関係

兼用排煙のモード切替（空調モード⇒排煙モード）には、迅速性が要求される。よってダンパの切替え時間は設計時点で最速の仕様を選択することが望ましい。

兼用排煙のモード切替所要時間は、ダンパ単体の所要時間のみで決まるものではない。そのほかに防災システムの演算や通信に要する時間が必要である。また、モード切替ダンパが複数存在するシステムの場合、ダンパ制御用電流容量が十分である場合には、切替えダンパをすべて同時に作動させることが可能であるが、電流容量に制限がある場合には、ダンパを分割して作動させる必要が出てくる。排煙システムの機能を短時間で発揮させるためには、モード切替と排煙機の起動を平行して行うことが望ましい。その場合、モード切替え所要時間は、排煙機起動時間と同等以内であることが望ましい。モード切替え所要時間が排煙機起動時間以上の場合には、切替えダンパは排煙機の静圧（あるいは閉切り時の差圧）が掛かっても正常に作動するトルク力が必要となる。

(2) 性能検証

本システムの性能は、信頼性・作動時間・排煙風量ともに想定範囲内であることを、設計時には簡易な計算で、竣工時にはシナリオを想定したシステム全体の検査にて確認する必要がある。

作動時間とダンパ制御用電流容量の算定例を以下に示す。例題としては図 3. 2. 1 のシステムの試算を行う。

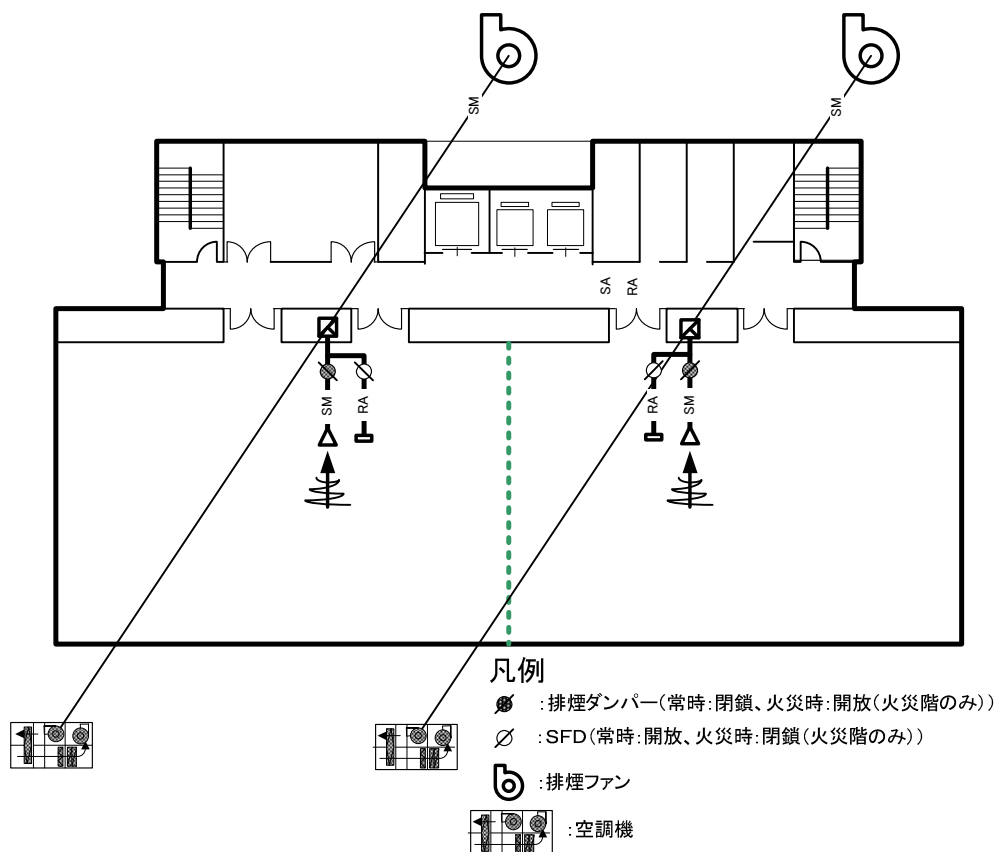


図 4. 14 空調兼用排煙システムの平面図 (図 4. 13 の例に対応)

1) 排煙モード切替えの所要時間と切り替えダンパ个数

このシステムの場合、火災階の排煙を起動させるのに必要な切替えダンパの数は、火災階の 4 個 (開放→閉鎖 2 個, 閉鎖→開放 2 個) と非火災階の 26 個 (開放→閉鎖 2 個×13 フロア) である。

建物を 1～7 階と 8～14 階に 2つのゾーンに分割し、2回に分けて切り替えるとするれば、一度に作動させる切替えダンパ数は最大 16 個 (火災階 4 個+非火災階 12 個) となる。その場合の切り替え時間は、

$$\begin{aligned}
 T_m &= (T_s + T_d) \times \text{Roundup}(N_d / N_{cd}) \\
 &= (10 + 10) \times \text{Roundup}(30 / 16) \\
 &= 40 \text{ 秒}
 \end{aligned}$$

となる。

ここで、

Tm	: モード切替所要時間 (秒)
Ts	: 通信時間 (秒) (ソフトの処理時間も含み暫定的に 10 秒とする)
Td	: ダンパ単体切替時間 (暫定的に 10 秒とする)
Roundup()	: 整数への切り上げ
Nd	: 切替えダンパ個数
Ncd	: 一度に切替可能なダンパ数

2) 切替えダンパ制御用電流容量の算定

上記 (1) より、一度に切替可能なダンパ数 $N_{cd}=16$ である。

よって、

$$\begin{aligned} A_d &= 0.5 \times N_{cd} \\ &= 0.5 \times 16 \\ &= 8 \text{ (A)} \end{aligned}$$

となる。

ここで、

A_d : ダンパ制御用電流容量 (A)
 N_{cd} : 一度に切替可能なダンパ数

4.3.6 想定内の作用に対する制御不全に関する対応

本システムは、想定内の個数の切替えダンパの不作動があっても、必要排煙風量を確保することが重要である。排煙機等の能力に余力を持たせる必要がある。

切替えダンパの作動個数が多い場合、すべての SFD が正常に作動しないと、排煙風量の減少が生じる可能性がある。排煙機の風量は SFD の不作動率に見合った余裕率を見込むことが望ましい。

4.3.7 要求するレベルを超えた作用に対する結果

排煙ファン不作動あるいは切替えダンパの不作動個数が想定を超えた場合、本システムは機能しない。兼用排煙の方式によっては、火災階より上階の切替ダンパが不作動時には、火災上階に煙を呼び込む可能性がある。ダンパには作動が確認できるように対策を講じるとともに、不作動ダンパの特定と手動での閉鎖を可能とする。

表 4.1 に示す B 方式の場合、切替ダンパの不作動個数が想定を超えた場合、排煙風量の低下が生じる。また、火災階より上階の切替ダンパが不作動時には、火災上階に煙を呼び込む可能性がある。B 方式の場合には、不作動ダンパの位置や個数を防災センター等に正確に表示するとともに、現地での手動閉鎖を可能とする必要がある。

4.4 火災抑制のためのスプリンクラー設備のガイドライン

4.4.1 対象建築と技術概要

能動的制御により建築物の火災安全性能を向上させる設備として、自動的に初期火災を感知し散水を行うことで火災を消火・抑制するスプリンクラー設備に関する指針を提示する。

(1) 対象建築物

火災が発生しうる全ての建築物を対象とする。但し、危険物設備等火災危険性の非常に高い建築物については、さらに検討を要する。

(2) 技術の概要

このスプリンクラー設備は、建築物で想定される初期火災を有効に感知し自動的に火災に対して散水することで火災を消火または抑制し、在館者の火災安全性を高め、建築構造体への火災外力を低減させる設備である。

建築物で想定される初期火災とは、建築物で想定される収納可燃物、火災荷重による火災の初期段階をさす。

基本的な技術要件は次のとおりとする。

- ①建築物で想定される初期火災を自動的に有効に感知する。
- ②火災を感知した場合、自動的に初期火災に対して散水を開始する。
- ③散水によって、想定される初期火災を有効に消火または抑制し、在館者の安全または、避難安全性を確保する。
- ④散水によって火災区画内の最高温度、持続時間を低減し、建築構造体への火災外力を低減する。
- ⑤散水によって延焼を防止する。
- ⑥火災安全上必要な時間、火災抑制を継続する。
- ⑦常用電源停電時でも必要な動作をし、機能を果たすよう非常用の電源、動力源等が確保されている。
- ⑧設備の維持管理が恒常的に適切にされる。

4.4.2 応答制御の装置およびメカニズムの概要

(1) 機器、装置

スプリンクラー設備は、次のような機器・装置によりシステムが構成される。

構成機器	機能・性能
火災感知部	想定される初期火災を有効にかつ自動的に感知する。火災を検知する方法としては、火災による熱、煙、燃焼生成ガス、赤外線、紫外線、画像、音響・振動等がある。
散水部	火災感知により自動的に、想定される初期火災に対して有効

	に散水する。
制御・警報部	火災の発生または機器の作動により自動的に、在館者へ警報または他設備へ信号を出力する。
加圧送水部	散水部に対して必要な圧力、水量を供給する。
水源	火災安全上必要な時間、初期火災抑制のための散水を継続させる水量を確保する。
配管、配線等	各機器に加圧水、電力、信号等を供給する。
非常電源等	常用電源停電時でも必要な動作をし、機能を果たすよう非常用の電源、動力源等が確保されている。
維持管理用機器	設備の維持管理のために用いられる。
その他必要な機器	

上記各構成機器は、便宜上機能面で切り分けて示したが、一つの機器で二つ以上の機能を果たすこと（例えば、閉鎖型スプリンクラーのスプリンクラーヘッドは、火災感知部と散水部が一体である）もあり得る。

(2) システムメカニズム

建築物で想定される初期火災を有効に感知し、自動的に初期火災に対して有効に散水し、火災の発熱速度、火災による熱等を抑制する。また、この散水状態を、火災安全上有効な時間継続する。また、スプリンクラー設備には、必要な機能・性能を維持、管理するために点検用の機器が付属する。

4.4.3 感知・制御機器の稼働信頼性

(1) 各パーツの信頼性

スプリンクラー設備を構成する機器の中で、主要機能に関わる機器については、第三者機関による機能・性能を認証する制度を設け、必要な信頼性を確保することが必要である。この認証にあつては、次の内容を含むことが必要である。

- ①各主要構成機器が必要とされる性能、機能（例えば有効に初期火災を感知すること、有効に初期火災を抑制すること等）を有していることを確認・認証すること。
- ②出荷される各製品機器が、①で認証された機器と同一であることを認証すること。
- ③各機器を製造する会社にあつては、製造品質を確保するために有効な手段を確立していることを客観的に説明しうること。

(2) システムの信頼性

システムの信頼性を確保するためには、スプリンクラー設備を構成する機器を適切に配置し、設置・工事する事が必要である。このためには、以下の内容を含むことが必要である。

- ①常用電源停電時でも必要な動作をし、機能を果たすよう非常用の電源、動力源等が確保されていること。

- ②建築物への各設備機器の配置計画、設計は、必要とされる知識、技能を有すると客観的に認められる者（有資格者）が行うこと。
- ③建築物への各設備機器の配置計画、設計が適切であることを、公的機関が認証すること。
- ④設置工事は、必要とされる知識、技能を有すると客観的に認められる者（有資格者）が行うこと。
- ⑤設置工事後、機器の設置状況が適切であることを、公的機関が実地検査し認証すること。
- ⑥定期的かつ適切な点検、維持、管理がなされ、公的機関に対して、定期的な点検結果の報告がされること。

4.4.4 維持・管理、定期的作動確認の方法

上記にも示したとおり、スプリンクラー設備システムの恒常的な信頼性を確保するためには、設備の維持管理が不可欠である。以下に必要な点検、維持、管理を示す。

- ①建築物の管理者等関係者は、スプリンクラー設備の維持管理に関する法的責任を負うこと。
- ②少なくとも6ヶ月に1回以上、設備の設置状態、損傷、機能、動作について、外観検査、作動検査により確認する。非常用電源等の動作、機能を確認する。
- ③少なくとも1年に1回以上、総合的な動作により、機能・性能を確認すること。
- ④上記①、②の点検、確認にあつては、必要とされる知識、技能を有すると客観的に認められる者（有資格者）が行うこと。
- ⑤上記①、②の点検結果に基づき、建築物の管理者等関係者は、損傷した機器の修理等必要な対処を講ずること。
- ⑥上記①、②、④について、建築物の管理者等関係者は、公的機関に定期的に報告すること。

4.4.5 建築基準法で要求するレベルの作用に対する性能検証

(1) 基準で要求される火災外力

火災外力として、性能規定化の避難安全検証法のための火災モデルを用いる。

火災モデルは、火災成長率を単位床面積当たりの積載可燃物の発熱量で分けし、かつ居室の壁や天井の材料により火災成長率の割り増しを行っている。(表1参照)

スプリンクラー設備は、天井面に設置された散水ヘッドから水が散水され、床面や壁面の燃焼を抑制・消火する。このため、散水量、散水パターン、火災の発熱速度と設置天井高さを規定して初めて、自動散水の開始時間、抑制された発熱速度・持続時間などが明示される。

ちなみに、消防用のSPヘッドの要求されるクリブ燃焼の火災モデルを表2に示す。

火災成長率は、避難安全検証法での $(\alpha f + \alpha m) t_2$ 、すなわち $(\alpha f + \alpha m)$ 値を耐火構造の事務所とした場合、代表的な例として $0.0125 + 0.0035 = 0.0160$ となる。この値は、スプリンクラーヘッドのA-6段、A-12段火災モデルの中間に位置し、大幅にずれてはいない。

避難安全検証法で要求される代表的な火災成長率では、スプリンクラー設備は消火できる。水系防火設備を考えたときは、火災の消火まで行う散水密度にするか、それとも火災の燃焼

を抑制するシステムにするかを選択し、散水ヘッドからの散水密度を選択すればよい。火源モデルと散水量を決めて、実験により最大発熱速度、抑制された発熱速度・継続時間、最高温度、抑制された温度・継続時間、総煙量などのデータを収集し、避難安全検証法への反映を検討することが必要である。

表 4.4 避難検証法での火災成長率： $(\alpha f + \alpha m)t^2$

		火災成長率	
αf 積載可燃物		0.0125	$q_i \leq 170$
		$2.6 \times 10^{-6} q_i^{5/3}$	$q_i > 170$
αm 内装		0.0035	不燃材
		0.014	令 129 条第 1 項第 2 号の仕上げ
		0.056	令 129 条第 1 項第 1 号の仕上げ
		0.35	木材その他類する材料で仕上げ

表 4.5 スプリンクラーヘッドの火災モデルの発熱速度（クリブ燃焼）

（消防庁「自動消火装置あり方検討委員会」報告の数値により作成）

	各モデルでの実験値				α 値
	時間 (s)		発熱速度 (kW)		
	t_1	t_2	Q_1	Q_2	
A-6 段モデル	300	500	800	2000	0.0096
A-12 段モデル	120	240	300	3000	0.0364

t_1, t_2 の数値には、火災の成長を見る目安に実験データより
筆者が任意に選択した数値

(2) 性能検証

1) 許容安全基準

1-1) 防火区画性能

①水系防火設備による効果

防火区画性能に及ぼすスプリンクラー設備の効果は下記の通りである。

- ・ 最大発熱速度の抑制による火災規模の拡大制限及び延焼防止。
- ・ 区画最高温度及び持続時間の大幅な低減。

②防火規制の緩和

スプリンクラー設備により空間内の火災拡大を抑制できるため、火災規模が制限される。現実には、スプリンクラー設備の設置により、防火区画面積の倍読み（施行令 112 条）、内装制限の適用除外（施行令 129 条）により、規制が緩和されている。

そこで、スプリンクラー設備を能動的な火災抑制の位置付けとして考えるときに、これらの規制緩和に対し、避難安全の火災モデルで実験を行い、定量的な検証が必要である。

2-2) 避難安全

①スプリンクラー設備による効果

避難安全に関連するスプリンクラー設備が与える効果は下記の通りである。

- ・発熱量低減による輻射熱量の低減
- ・火災規模抑制による煙量の低減
- ・散水による煙量低減、遮熱効果

②避難時間の緩和

スプリンクラー設備は火災消火・抑制により①に示すような効果がある。この効果が避難に与える余裕時間を考慮し、効果が大きな場合は正当に評価し、避難計算へ反映することも検討する必要がある。

2) 検証方法

水系防火設備の果たす発熱速度の大幅な抑制や煙量の低減などの効果を実験で評価し、効果のあることに対し、許容安全基準の内容へ反映することを検討する必要がある。

①避難安全検証法の火災モデルでスプリンクラー設備の消火抑制効果等の確認

たとえば、クリブ火災モデルで水系防火設備ヘッド⁶の消火・抑制性能を実験で確認すると共に、発熱速度、室内温度、発生煙量、輻射熱量の低減効果を測定する。

但し、ヘッドは天井取付高さにより効果が大きく違ってくるため、天井高さをパラメータとして測定する必要がある。

②基準への反映

抑制・低減効果を評価し、効果の大きな項目について、基準への反映を検討する。

4.4.6 想定内の作用に対する制御不全に対する対応

スプリンクラー設備の火災時の作動統計では、火災時に作動した割合は、97.9%^{*1}である。不作動の内容は、点検時にバルブの閉止忘れ、スプリンクラーヘッド⁶が散水できない⁶が火災などである。このように、スプリンクラー設備では、定期点検を実施していれば高い信頼性があり、火災時に作動する割合は非常に高い。

作動しないで火災が発展し、燃焼拡大になった場合、対策的には特に手段が存在しない。

下記のように、火災発生前の事前対策を重点的に考えておく必要がある。

①設計面での冗長性

- ・ 主要機器の二重化
- ・ 配管のループ化

②維持管理の徹底

- ・ 常時監視機能の付加
- ・ 定期点検の実施

* 1 : 山下、塩谷 : 我が国のスプリンクラーの消火効果について、火災 (212 号) ,vol44,no.5、p35-41 (1994)

4.4.7 要求するレベルを超えた作用に対する結果

火災規模が大き過ぎスプリンクラー設備で対応できない場合を考える。ヘッドから散水しているため、散水なしに比べ火災の発熱速度を抑制、室内温度を低減でき、火災の拡大を抑制できる。ただ、スプリンクラー設備は、避難するまでの散水を満たす貯水容量にするか、耐火も考慮した容量にするかで、散水時間も異なり、火災の持続時間がこの散水時間を超えてしまう場合は、拡大の抑制が不可能となる。

【参考】

消防法に規定されているスプリンクラー設備

現在、消防法には、消火設備として『スプリンクラー設備』が規定されている。このスプリンクラー設備を、建築の火災安全・防火設備として用いることは十分可能である。

対象建築物

現在、建築基準法第35条には、ある要件にあてはまる建築物には、スプリンクラー等の消火設備を技術基準に従って設備維持することが定められている。また、消防法第17条には、建築物(消防法でいう防火対象物)に消防の用に供する設備を設置維持することが定められており、さらに、消防法施行令、施行規則には、スプリンクラー設備等の設置、維持管理に関わる技術基準が定められている。

現行の消防法上、スプリンクラーが設備される建築物(防火対象物)は次の通りである。

- ・物販用途：延床面積 3,000 m²以上の建物
- ・その他特定防火対象物：6,000 m²以上の建物
- ・特定防火対象物で1階以上ある建物全館
- ・その他の建物の1階以上のフロア

＊特定防火対象物：劇場、集会場、遊技場、飲食店、百貨店、旅館、病院、福祉施設、サウナ、地下街、等

建築物の火災安全性能を向上させる火災安全設備としてスプリンクラーを用いる場合の対象建築物は、上記消防法の規定にとどまらず、火災が発生する可能性がある建築物全てを対象とできる。

技術の概要

スプリンクラー設備は、建築物内に発生した火災の熱により、スプリンクラーヘッドの感熱開放部が自動的に開放することで、水源・ポンプから加圧送水される水を放水するものが代表的であり、次のような機能を持つ。

- ・ヘッドが火災の初期状態を検知し自動的に放水することで、

①火災の発熱速度を大幅に抑制し、鎮火に至らしめる。

②延焼を防止する。

③火災区画内最高温度、持続時間の大幅に低減させる。

スプリンクラー設備の技術基準、設置基準、維持管理基準等は、法令に定められており、火災防護に関して長い年月の実績を積み重ねてきたものであり、建築物並びに在館者の安全確保に大きく寄与してきた。

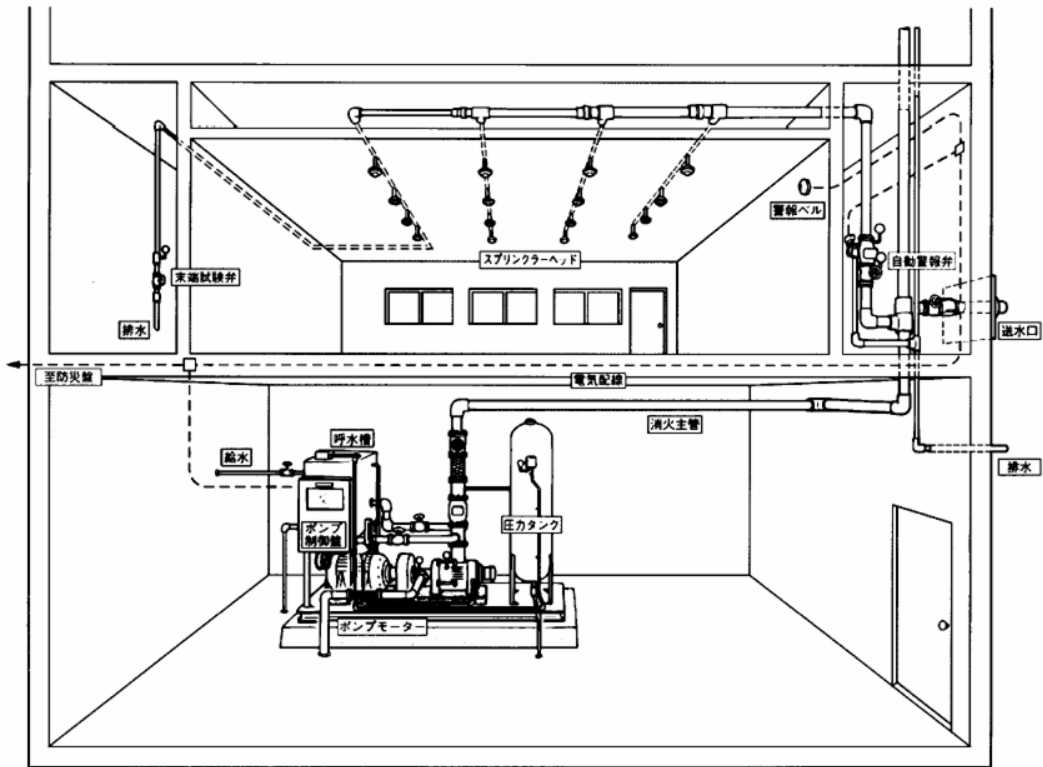
火災抑制による建築物の安全性能向上という観点から、スプリンクラー設備の技術基準を考えるにあたり、このような実績に鑑み現行法令に基づく技術基準を基本的にはまず踏襲すべきである。

以下に、現行法令基準に基づく各種スプリンクラー設備の技術概要を示す。

①閉鎖型スプリンクラー設備

湿式：最も一般的なスプリンクラー設備であり、常時スプリンクラーヘッドまで

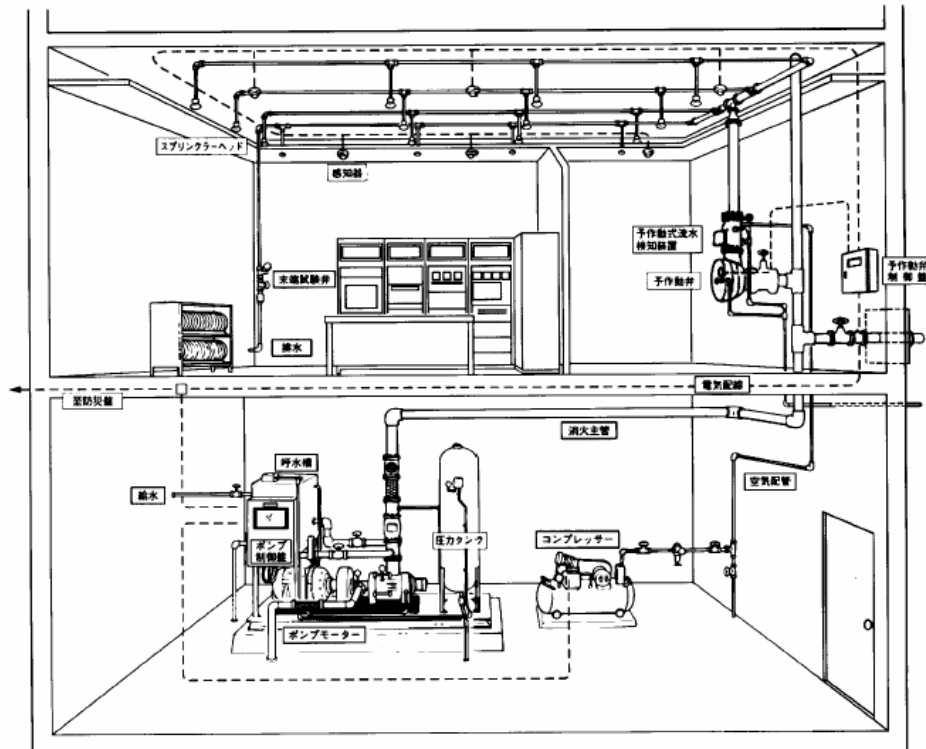
充水・加圧されている。



乾式：スプリンクラーヘッド枝配管に窒素ガスを封入し凍結を防止する。

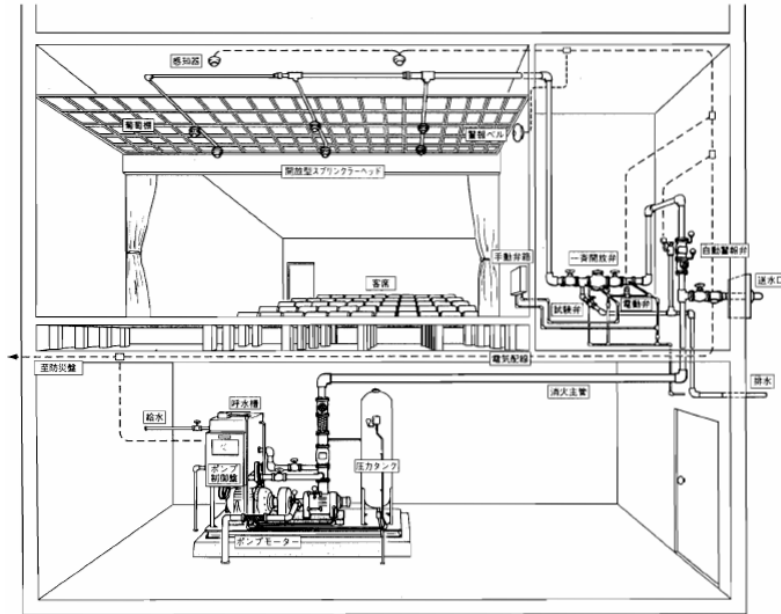
寒冷地向けである。

予作動式：火災感知器の火災信号とスプリンクラー作動のANDで放水する。



②開放型スプリンクラー設備

火災感知器の火災信号や手動操作によって放水する。劇場の舞台部などで用いられる。

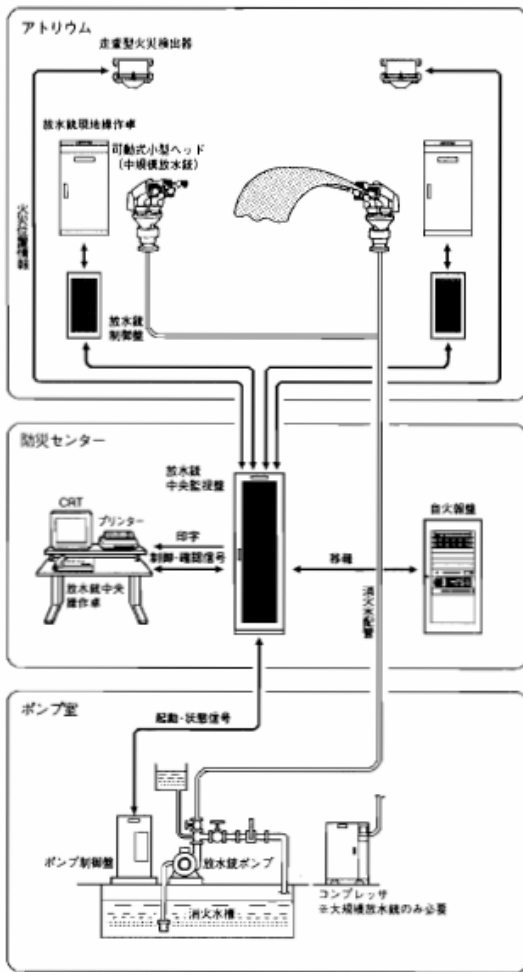


③放水型スプリンクラー設備

一般スプリンクラーヘッドの設置限界高さ（6～10m）以上の天井の場合に設置する。

固定式：火災感知器（炎感知器、煙感知器）の火災信号により、開放型のヘッドから放水する。

可動式：大きな空間（展示場、スタジアム等）に設置される放水銃システム。特殊な炎感知器により火災位置を検出し火災に対して放水ノズルを自動制御・放水する。（左図参照）

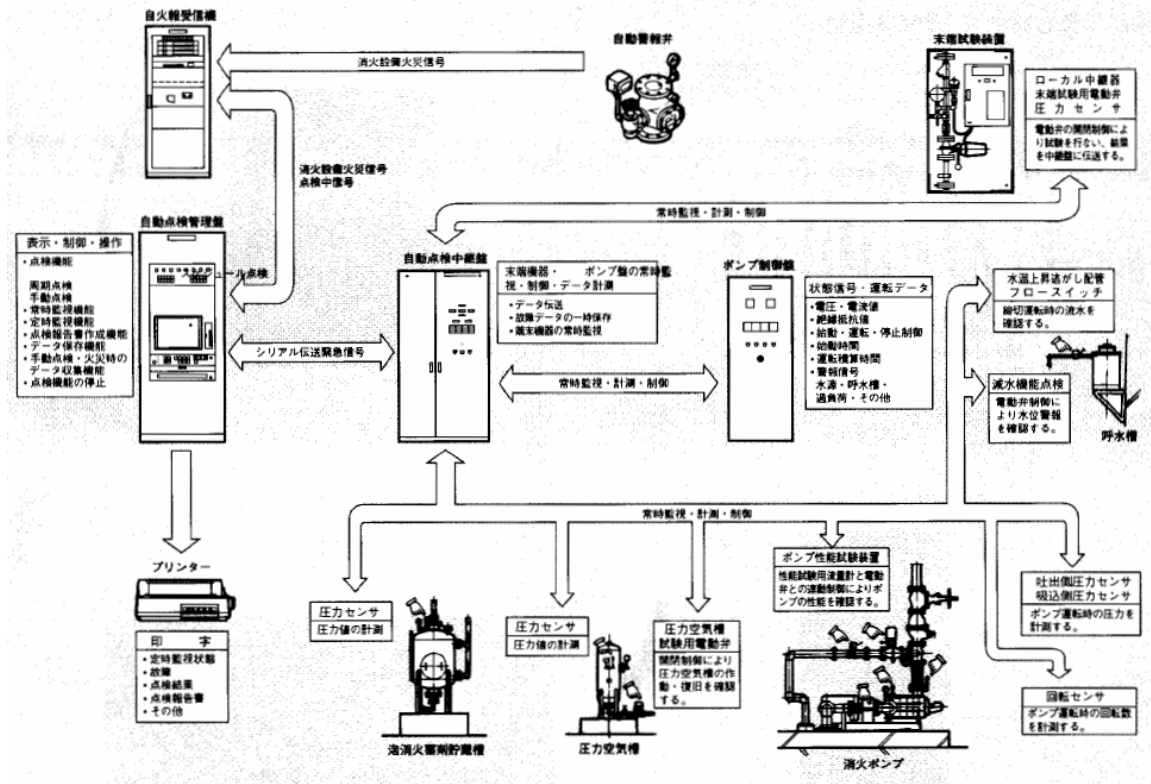


また、近年、次のような高性能スプリンクラーが技術開発されている。

- ・ 開栓ヘッド数量が変わっても放水圧力を一定に保つシステム
- ・ 通常より高感度なヘッドにより早期に放水を開始するシステム
- ・ 天井付近温度が約30℃以下に下がると放水を待機状態にして過放水による水の損害を低減するヘッド



- ・ スプリンクラー設備の機能を常時監視点検するシステム



これらの新技術については、建築物の火災安全性能向上に大きく寄与できるものであり、また今後技術開発される高性能スプリンクラーシステムについても、建築物の火災安全性能向上という観点から性能評価し、建築物全体の火災安全性能基準に組み入れるべきである。

機器、装置の概要

スプリンクラー設備の中で、一般的に最も（圧倒的に）多く用いられる閉鎖型スプリンクラー設備の構成機器は、現行の基準によると次の通りである。

No	機器名称	内 容
1	スプリンクラーヘッド	放水量は標準型ヘッドで 80 リットル/分（圧力 0.1MPa）。散水半径は高感度型（1 種）は R=2.6m。ヘッドを矩形配置した場合 3.68m ピッチ。設置される場所の周囲温度に応じた表示温度のものが用いられる。
2	流水検知装置	ヘッドからの放水による流水を検知し、警報信号を出力する。各フロア毎または放水区域毎に設ける。
3	配管	防蝕対策を施した堅固な配管とする。
4	圧力タンク（圧力空気槽）	配管を通じて常時ヘッドに加圧する。
5	加圧送水装置（消火ポンプ）	火災を感知し放水を開始したヘッドに連続して加圧水を送水する。建物の用途毎に定められたヘッドの最大同時開放個数の基準に応じて送水圧力、送水量等のポンプの性能が決められる。
6	水源水槽、水源	水源水量は、ヘッドの最大同時開放個数×1.6 立米（20 分以上放水可能）。
7	末端試験装置	流水検知装置、システムの作動を試験するため、各フロアまたは放水区域の配管の遠端に設置する。
8	非常電源装置	加圧送水装置の動力源となっている商用電源が停電した場合に備えて、非常電源装置を設備している。

建築物の火災安全性能向上という建築防火の観点から見た場合、基本的にはこれらの仕様基準を踏襲すべきではあるが、一部の数値について（例えば、水源水量等）は不足ないか、検討議論すべきと考える。

システムメカニズム

火災発生から、スプリンクラーによる感知・放水開始、加圧送水装置の起動、等のシステム動作のメカニズムは次の通りである。

No	構成機器	作動メカニズム
1	スプリンクラーヘッド	ヘッドの放水口はシール部材等で封止されており、感熱部材（半田等）が火災の熱で溶解し感熱開放部の構

		造がばらけて、先のシール部が開放される。それによって、放水口から放水が開始する。
2	流水検知装置	スプリンクラーヘッドの感熱開放による放水に伴う配管内の流水を検知し、警報信号を自動火災報知設備等へ出力する。自動火災報知設備では、この信号により、音響警報装置を鳴動させる。
3	圧力タンク（圧力空気槽）	スプリンクラーヘッドの感熱開放による放水に伴う配管内の圧力低下を検知して、加圧送水装置（消火ポンプ）を起動させる。
4	加圧送水装置（消火ポンプ）	圧力タンクからの起動信号を受けて、運転を開始し、放水を開始したヘッドに連続して加圧水を送水する。

感知・制御機器の稼働信頼性

各パーツの信頼性

システムを構成する各機器は、消防法に定められた技術基準に適合していることの検定、認定等が、公的第三者機関によって行われている。このことが各機器、パーツの信頼性向上を支えており、建築物の火災安全性能向上のためのスプリンクラー設備についても、同等な認証体制が必要である。

- ①スプリンクラーヘッド：国家検定対象機器として、総務大臣の型式承認並びに出荷される製品の全数に対して個別検定が実施されている。
- ②流水検知装置：国家検定対象機器として、総務大臣の型式承認並びに出荷される製品の全数に対して個別検定が実施されている。
- ③加圧送水装置：加圧送水装置の基準に従った型式認定並びに出荷される製品の全数に対して個別認定が実施されている。

この他のシステムの構成機器にあっても、公的第三者機関による検定、認定、性能評価、確認試験等が、全数について実施されている。

このように、スプリンクラー設備を構成する各機器、パーツにあっては、公的第三者機関による検定、認定等が、出荷される製品の全数に対して義務づけられていることから、①各機器の設計、性能が消防用機器として適切であること、②出荷される全製品が当初の設計、性能通りのものであること、が確認されていることから、その稼働信頼性は高く保たれているといえる。

システムの信頼性

実際の建物に各機器が設備されるのにあたって、間違いなく設備設計され施工されることが、システムの信頼性を高く保つために不可欠である。

スプリンクラー設備を始めとする消防設備の設備設計、施工にあたって、消防法令等の規定によって、次のことが定められている。建築物の火災安全性能向上のためのスプリンクラー設備についても、消防機関等による同等な実地確認等が必要である。

- ①設備設計図書を、消防設備工事前に、着工届けとして消防機関に提出する。

- ②消防設備の施工は、法令に定められた知識、技能を有する消防設備士が行う。
- ③消防設備の施工終了時に、最終施工設備図面を、設置届けとして消防機関に提出する。
- ④消防機関は、消防設備の施工状態、機能を、消防法令・条例等に照らして消防検査として実施する。この消防検査が完了し、検査済み証が下りない限りは、建築物を使用開始できない。

このように、スプリンクラー設備の設備設計、施工に際して、消防機関による確認、検査が必ず実施されることから、システムの信頼性は高く保たれているといえる。

維持・管理、定期的作動確認の方法

建物（防火対象物）の関係者が、スプリンクラー設備を始めとする消防設備の維持管理、定期的作動確認のために、定期的に点検しその結果を消防機関に報告することが、消防法令上義務づけられている。

併せて、その点検は必要な知識、技能を有する資格者（消防設備士、消防設備点検資格者）が行うこととされている。

建築物の火災安全性能向上のためのスプリンクラー設備についても、同等な維持管理、定期的作動確認の義務づけ、定期的報告の義務づけが必要である。

現行の消防法令に定められている定期点検は次の通りである。

点検の名称	点検の周期	点検の内容
機器点検	6ヶ月に1回以上	①消防設備用の非常電源の動作、機能を確認する。 ②消防設備の設置状態、損傷、機能、動作について、外観検査、簡単な操作により確認する。
総合点検	1年に1回以上	消防設備の全部または一部を作動させ、総合的な機能を確認する。

また、点検結果の報告の消防機関への周期は、建物の用途毎に1年または3年に1回と定められている。（劇場、遊技場、飲食店、物販店舗、宿泊所、病院、福祉施設、サウナ、地下街、等の『特定防火対象物』が1年に1回の報告義務がある。）

スプリンクラー設備の場合、具体的には次のような法定の点検基準に基づき実施されている。

点検の名称	点検の内容
機器点検	①非常電源装置の動作、機能を確認する。 ②水源の水量、状態が適正であるか、確認する。 ③消火ポンプ周りの状況、配線状態、絶縁抵抗、接地、配管状態、呼水槽等を確認する。 ④消火ポンプの起動、運転を確認する。 ⑤水源、呼水槽等消火ポンプ周りの自動給水機能、各種警報機能等が正常

	<p>に作動するか確認する。</p> <p>⑥消火ポンプが所定の性能（回転数、吐出圧力、吐出水量等）を有しているか、測定確認する。</p> <p>⑦スプリンクラーヘッド他機器の設置状態、損傷を外観検査する。</p> <p>⑧間仕切り変更、設置物等により、ヘッド防護範囲に問題ないか、散水障害が生じないか、確認する。</p> <p>⑨配管の状態を確認する。</p> <p>⑩配管上の弁類の開閉状態が適正であるか、確認する。</p> <p>⑪各系統の水圧が所定以上かかっているか、確認する。</p> <p>等。</p>
総合点検	<p>①非常電源装置による稼働状態にして、各系統の末端試験装置を作動させ、流水検知装置の作動、警報出力、ポンプ起動・運転状態を確認する。</p> <p>②末端試験装置にて、所定の放水圧、放水量が確保されていることを確認する。</p>

このように、スプリンクラー設備にあつては、法令で定められた内容、基準に従った維持管理・作動確認が、有資格者によって定期的に行われ、さらにその結果を定期的に消防機関に報告することが定められており、システムの信頼性を高く保つために大きく寄与している。