

泊発電所 3号炉における
安全機能を有する機器に使用するケーブルの難燃性

1. 概要

泊発電所3号炉における安全機能を有する構築物、系統及び機器に使用するケーブルが難燃ケーブルであることを以下に示す。

2. 要求事項

泊発電所3号炉の安全機能を有する構築物、系統及び機器のケーブルは、「実用発電用原子炉及びその附属施設の火災防護に係る審査基準」（以下「火災防護に係る審査基準」という。）の「2.1 火災発生防止」に基づき、難燃ケーブルを使用することが要求されている。

火災防護に係る審査基準の抜粋を以下に示す。

「実用発電用原子炉及びその附属施設の火災防護に係る審査基準」（抜粋）

2.1 火災発生防止

2.1.2 安全機能を有する構築物、系統及び機器は、以下の各号に掲げるとおり、不燃性材料又は難燃性材料を使用した設計であること。ただし、当該構築物、系統及び機器の材料が、不燃性材料又は難燃性材料と同等以上の性能を有するもの（以下「代替材料」という。）である場合、もしくは、当該構築物、系統及び機器の機能を確保するために必要な代替材料の使用が技術上困難な場合であって、当該構築物、系統及び機器における火災に起因して他の安全機能を有する構築物、系統及び機器において火災が発生することを防止するための措置が講じられている場合は、この限りではない。

(3) ケーブルは難燃ケーブルを使用すること。

(参考)

「当該構築物、系統及び機器の機能を確保するために必要な代替材料の使用が技術上困難な場合であって、当該構築物、系統及び機器における火災に起因して他の安全機能を有する構築物、系統及び機器において火災が発生することを防止するための措置が講じられている場合」とは、ポンプ、弁等の駆動部の潤滑油、機器躯体内部に設置される電気配線、不燃材料の表面に塗布されるコーティング剤等、当該材料が発火した場合においても、他の構築物、系統又は機器において火災を生じさせるおそれが小さい場合をいう。

(3) 難燃ケーブルについて

使用するケーブルについて、「火災により着火し難く、著しい燃焼をせず、また、加熱源を除去した場合はその燃焼部が広がらない性質」を有していることが、延焼性及び自己消火性の実証試験により示されていること。

(実証試験の例)

- ・ 自己消火性の実証試験・・・UL 垂直燃焼試験
- ・ 延焼性の実証試験・・・IEEE383 または IEEE1202

3. 使用ケーブルの難燃性について

泊発電所3号炉における安全機能を有するケーブルについては、以下のとおり、難燃性の確認試験に合格するものを使用する設計とする。

自己消火性の実証試験として、UL 垂直燃焼試験結果を第4-1表に示す。

延焼性の実証試験として、IEEE383 Std 1974*又はこれを基礎とした「電気学会技術報告(Ⅱ部)第139号 原子力発電所用電線・ケーブルの環境試験方法並びに耐延焼性試験方法に関する推奨案」の垂直トレイ燃焼試験の結果を第4-2表に示す。ケーブルの損傷距離の判定方法については、添付資料1に示す。一部の同軸ケーブルは耐延焼性が満足できないが、添付資料2に示すとおり、ケーブルを敷設する電線管の端部をコーキング材でシール処理し、窒息効果を持たせた延焼防止対策を行うことにより、十分な保安水準を確保しているものとする。

第4-3表～第4-4表に各実証試験の概要を示す。

*IEEE383 Std 1974年版の適用については、参考資料1に示す。

また、残炎時間の取扱いについては、参考資料2に示す。

第4-1表：自己消火性の実証試験結果

(UL垂直燃焼試験結果)

種類	No.	絶縁体名	シース名	自己消火性試験			
				最大 残炎時間	表示旗 の損傷	綿の 燃焼	合否
高压電力ケーブル	1	架橋ポリエチレン	難燃低塩酸 特殊耐熱ビニル	1秒	0%	無	合格
低压電力ケーブル	2	難燃 EP ゴム	難燃クロロスルホン化 ポリエチレン	0秒	0%	無	合格
	3	難燃 EP ゴム	難燃低塩酸 特殊耐熱ビニル	0秒	0%	無	合格
制御ケーブル	4	難燃 EP ゴム	難燃クロロスルホン化 ポリエチレン	0秒	0%	無	合格
	5	特殊耐熱ビニル	難燃低塩酸 特殊耐熱ビニル	3秒	0%	無	合格
	6	FEP	TFEP	1秒	0%	無	合格
制御（光）ケーブル	7	難燃低塩酸ビニル （内部シース）	難燃低塩酸 特殊耐熱ビニル	3秒	0%	無	合格
計装用ケーブル	8	難燃 EP ゴム	難燃クロロスルホン化 ポリエチレン	0秒	0%	無	合格
	9	ビニル	難燃低塩酸ビニル	3秒	0%	無	合格
	10	ポリエチレン	難燃低塩酸特 殊耐熱ビニル	1秒	0%	無	合格
同軸ケーブル	11	架橋ポリエチレン ETFE 特殊耐熱ビニル	難燃低塩酸特殊耐熱ビ ニル	1秒	0%	無	合格
	12	架橋ポリエチレン	ETFE	0秒	0%	無	合格
	13	架橋ポリエチレン	難燃架橋ポリエチレン	0秒	0%	無	合格

FEP：四フッ化エチレン・六フッ化プロピレン共重合樹脂

TFEP：サンフロン200（四フッ化エチレン・プロピレン共重合樹脂）

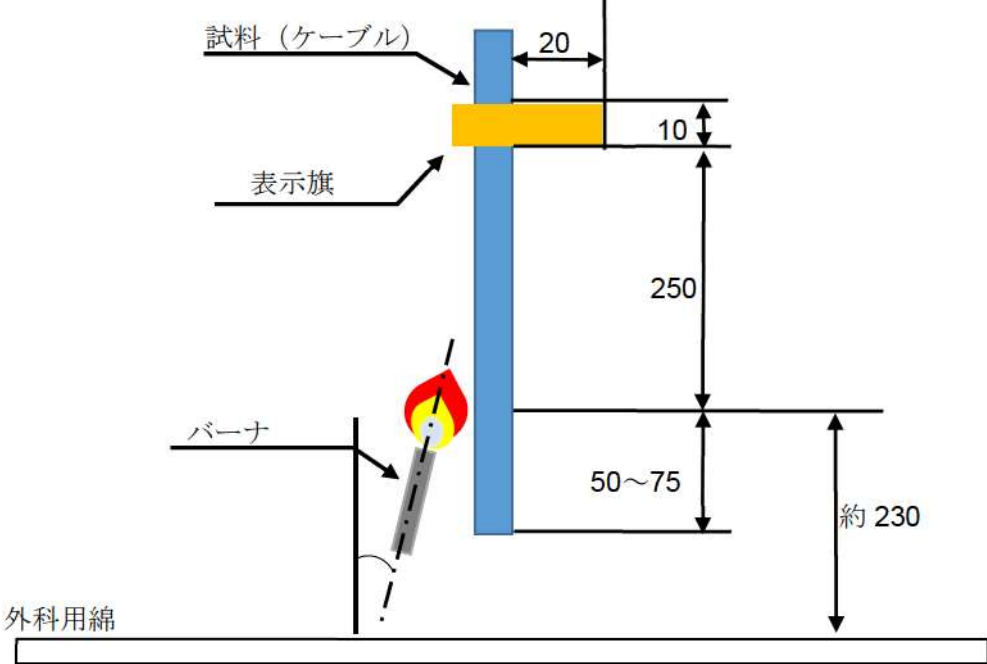
ETFE：四フッ化エチレン・エチレン共重合樹脂

第 4-2 表：延焼性の実証試験結果
(IEEE383 Std 1974 垂直トレイ燃焼試験)

種類	No.	絶縁体名	シース名	耐延焼性試験		
				損傷長	(参考) 残炎時間	合否
高圧電力 ケーブル	1	架橋ポリエチレン	難燃低塩酸 特殊耐熱ビニル	900mm	2分 45 秒	合格
低圧電力 ケーブル	2	難燃 EP ゴム	難燃クロロスルホン化 ポリエチレン	860mm	25 秒	合格
	3	難燃 EP ゴム	難燃低塩酸 特殊耐熱ビニル	1020mm	0 秒	合格
制御ケーブル	4	難燃 EP ゴム	難燃クロロスルホン化 ポリエチレン	860mm	0 秒	合格
	5	特殊耐熱ビニル	難燃低塩酸 特殊耐熱ビニル	960mm	0 秒	合格
	6	FEP	TFEP	730mm	0 秒	合格
制御 (光) ケーブル (IEEE1202 により確認)	7	難燃低塩酸ビニル (内部シース)	難燃低塩酸 特殊耐熱ビニル	840mm	0 秒	合格
計装用 ケーブル	8	難燃 E P ゴム	難燃クロロスルホン化 ポリエチレン	1020mm	0 秒	合格
	9	ビニル	難燃低塩酸ビニル	880mm	0 秒	合格
	10	ポリエチレン	難燃低塩酸 特殊耐熱ビニル	1440mm	0 秒	合格
同軸ケーブル ※	11	架橋ポリエチレン ETFE 特殊耐熱ビニル	難燃低塩酸特殊耐熱ビニル	890mm	0 秒	合格
	12	架橋ポリエチレン	ETFE	—		
	13	架橋ポリエチレン	難燃架橋ポリエチレン			

※核計装，放射線監視設備に使用される一部の同軸ケーブルは，扱う信号（微弱パルス，又は微弱電流）の特性上，ノイズ等の軽減を目的とした不燃性（金属）の電線管に敷設している。これらのうち，延焼性の実証試験を満足しないケーブルについては，電線管両端を耐火性のコーキング材で埋めることで，延焼防止を図っている。

第 4-3 表：ケーブルの U L 垂直燃焼試験の概要

<p>試験装置概要</p>	 <p style="text-align: right;">単位：mm</p>
<p>試験内容</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 試料を垂直に保持し、20 度の角度でバーナの炎をあてる。 ・ 15 秒着火，15 秒休止を 5 回繰り返し，試料の燃焼の程度を調べる。
<p>燃焼源</p>	<p>チリルバーナ</p>
<p>バーナ熱量</p>	<p>2.14MJ/h</p>
<p>使用燃料</p>	<p>工業用メタンガス</p>
<p>判定基準</p>	<ul style="list-style-type: none"> ①残炎による燃焼が 60 秒を超えない ②表示旗が 25%以上焼損しない ③落下物により底部の綿が燃焼をしない

第 4-4 表 : IEEE 383 Std 1974 垂直トレイ燃焼試験の概要

<p>試験体の据付例</p>	<p>試料 (ケーブル)</p> <p>トレイ</p> <p>バーナ</p> <p>約 2400</p> <p>約 600</p> <p>単位 : mm</p>
<p>燃焼源</p>	<p>リボンバーナ</p>
<p>バーナ熱量</p>	<p>70,000BTU/h (73.3MJ/h)</p>
<p>使用燃料</p>	<p>天然ガスもしくはプロパンガス</p>
<p>加熱時間</p>	<p>20 分 20 分間経過後バーナの燃焼を停止し、そのまま放置してケーブルの燃焼が自然に停止した時点で試験を終了する。</p>
<p>試験回数</p>	<p>3 回</p>
<p>判定基準</p>	<p>3回の試験のいずれにおいても、ケーブルはバーナ消火後自己消火し、かつケーブルのシース及び絶縁体の最大損傷長が1800mm未満※である場合には、そのケーブルは合格とする。</p>

※IEEE1202 の場合、1500mm 未満

添付資料 1

泊発電所 3号炉における
ケーブルの損傷距離の判定方法について

泊発電所 3号炉における
ケーブルの損傷距離の判定方法について

垂直トレイ燃焼試験では、以下のように損傷の境界を確認し、シースの最大損傷距離を測定する。

1. シースの最大損傷距離

20 分間の燃焼試験後、バーナ中心部を 0 点とし、上方損傷の境界までの距離を測定し、シース最大損傷距離とする。

2. 損傷の境界

ケーブルの燃焼後の状態について、熱の影響を受けている箇所を損傷範囲とする。損傷範囲のうち、バーナに近い方向から灰化・炭化・溶融／火ぶくれと分類する。

そのうち、シースの著しい損傷がない部分（溶融／火ぶくれ）を損傷の境界として、最大損傷距離を測定した。第 1 図に垂直トレイ試験におけるケーブルの損傷範囲について示す。



第 1 図：垂直トレイ試験のケーブル損傷境界について

添付資料 2

泊発電所 3号炉における
一部の同軸ケーブルの延焼防止性について

泊発電所 3号炉における
一部の同軸ケーブルの延焼防止性について

1. はじめに

安全機能を有する機器に使用している核計装用ケーブルや放射線監視設備用ケーブルは、微弱電流・微弱パルスを扱うことから、耐ノイズ性を確保するために不燃性（金属）の電線管に敷設するとともに、絶縁体に誘電率の低い架橋ポリエチレンを有する同軸ケーブルを使用している。これらのケーブルについては、自己消火性を確認する UL 垂直燃焼試験は満足するが、耐延焼性を確認する IEEE383 垂直トレイ燃焼試験の判定基準を満足しない。

このため、IEEE383 垂直トレイ燃焼試験を満足しない同軸ケーブルについては、他のケーブルからの火災による延焼や他のケーブルへの延焼が発生しないよう、電線管の両端を耐火性のコーキング材（DF パテ）で埋めることで、酸素不足による燃焼継続防止を図る。（第 1 図）本資料では、コーキング材の火災防護上の有効性について示す。

2. 電線管敷設による火災発生防止対策

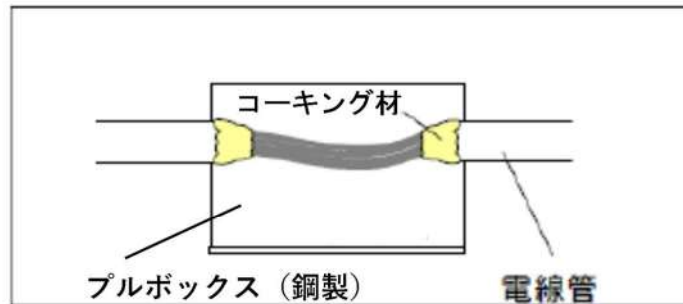
2.1. 酸素不足による燃焼継続の防止

安全機能を有する機器に使用している核計装用ケーブルや放射線監視設備用ケーブルは、耐ノイズ性を確保するため、ケーブルを電線管内に敷設している。

電線管内に敷設することにより、IEEE383 垂直トレイ燃焼試験の判定基準を満足しないケーブルが電線管内で火災になったとしても、電線管の両端をコーキング材で密閉することにより、外気から容易に酸素の供給できない閉塞した状態となり、電線管内の酸素のみでは燃焼が維持できず、ケーブルの延焼は継続できない。

ここで、IEEE383 垂直トレイ燃焼試験の判定基準を満足していないケーブル 1m あたりを完全燃焼させるために必要な空気量は約 0.70m^3 であり、この 0.70m^3 が存在する電線管長さが約 80m である（別紙 1）ことを考慮すると、最大長さが約 48m である電線管は、約 600mm だけ燃焼した後は酸素不足となり、延焼継続は起こらないと判断される。

また、プルボックス内の火災についても、プルボックスの材料が鋼製であり、さらに、コーキング材により電線管への延焼防止が図られていることから、ケーブルの延焼はプルボックス内から拡大しないと判断する。



第1図：プルボックスの火災発生防止処理（例）

2.2. コーキング材について

コーキング材は、常温では硬化しにくく、亀裂等を起こさず、長時間にわたり適度な軟らかさを維持し、以下の特性を有するものである。

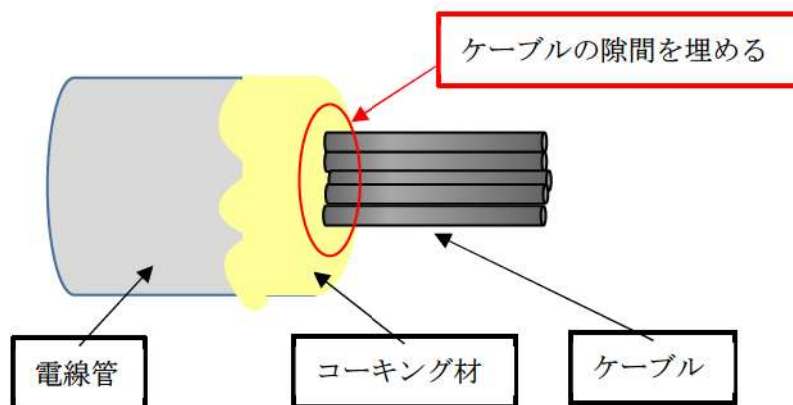
(1) 主成分

炭素成型剤、発泡剤、難燃性脱水剤、鉱油系バイнда、無機質充てん剤、難燃性補強繊維他

(2) シール性

コーキング材は、常温で硬化しにくく、長時間にわたり適度な軟らかさが確保される性質であり、また、火災の影響を受けると加熱発泡により膨張すること（約300℃で発泡し、その膨張力により空隙を塞ぐ効果と発泡層の断熱及び酸素遮断効果を生む）、また、第2図に示すとおり隙間なく施工することから、シール性を有している。

なお、電線管内において火災が発生した場合には、電線管内の温度が上昇するため、電線管内の圧力が電線管外より高くなり、電線管外から燃焼が継続できる酸素の流入はないと考えられる。



第2図：コーキング材の施工方法

(3) 保全

コーキング材の保全については、コーキング材の耐久性が製品メーカーにおける熱加速試験に基づき、常温 40℃の環境下において約 40 年の耐久性を有することが確認されている（別紙 2）こと、及びコーキング材の特性を踏まえ、設備の点検計画を定めている保全計画に定める。

同軸ケーブル燃焼に必要な空気量について

1. 同軸ケーブル燃焼評価について

同軸ケーブル燃焼評価の例としては、最も保守的な条件についてのみ掲載することとし、他の条件の計算結果については第 1 表の同軸ケーブル燃焼評価結果に示す。

密閉された電線管内に敷設された同軸ケーブルが燃焼する場合、最もケーブルが長く燃焼する条件としては、燃焼に必要な空気量が最も多く存在し、かつ単位長さあたりの燃焼に必要な空気量が最も少ない組み合わせである。以下、この組み合わせの燃焼評価を示す。

2. 同軸ケーブルにおけるポリエチレン

同軸ケーブルの材料のうち燃焼するものはポリエチレンである。また、単位長さの燃焼に消費する空気量が最も少ないものは、燃焼するポリエチレンの量が最も少ない同軸ケーブルとなる。

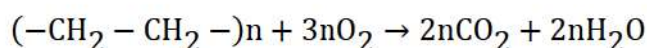
資料 4 第 4-2 表のケーブル No. 12, 13 の線種で最もポリエチレンの量が少ないケーブルは No. 12 である。

絶縁体 : (架橋) ポリエチレン 38g/m
内部シース : (架橋) ポリエチレン 16g/m

3. 燃焼に必要な空気量

(1) ポリエチレン

ポリエチレンの燃焼を示す以下の式より、ポリエチレン 1mol の燃焼には $3n$ mol の酸素が必要である。(分子量 : ポリエチレン ; $28n$ (n は重合数), 酸素 ; 32)



ポリエチレン 1g ($1/28n$ mol) に必要な酸素 ($3n/28n$ mol) の体積は、標準状態 (0°C , 1 気圧) での 1mol の体積を 0.0224m^3 とすると、常温状態 (40°C , 1 気圧) で 0.00275m^3 となる。

$$\frac{1}{28n} [\text{mol}] \times 3n \times 0.0224 \left[\frac{\text{m}^3}{\text{mol}} \right] \times \frac{273 + 40}{273} = 0.00275 [\text{m}^3]$$

空気中の酸素濃度を 21% とすると、ポリエチレン 1g に必要な空気量は、以下より 0.0131m³ となる。

$$0.00275[m^3] \times \frac{100}{21} = 0.0131[m^3]$$

同軸ケーブル 1m あたりのポリエチレンの重量は 54g であることから、同軸ケーブル 1m の燃焼に必要な空気の体積は、以下より約 0.71m³ となる。

$$0.0131 \left[\frac{m^3}{g} \right] \times 54[g] = 0.7074[m^3]$$

4. ケーブル 1m の燃焼に必要な空気量を保有する電線管長さ

同軸ケーブルを布設している電線管で最も空気量を保有している電線管は、厚網電線管 G104 (内径 106.4mm) である。内径 106.4mm の電線管において、ケーブル 1m の燃焼に必要な空気量を保有する電線管長さは、以下より約 80m となる。

$$L = \frac{\text{空気量}}{\text{断面積}} = \frac{0.7074[m^3]}{\left(\frac{106.4 \times 10^{-3}}{2} \right)^2 \times \pi[m^2]} = 79.6[m]$$

第 1 表：同軸ケーブル燃焼評価結果

線種No.	絶縁材名		シース名		ケーブル 1mの燃 焼に必要 な空気量 [m ³]	1m燃焼に必要な空気量を 保有する電線管長さ[m]			電線管内で燃焼する同軸 ケーブル長さ[m]		
	材料	ポリエ チレン 含有量 [g/m]	材料	ポリエ チレン 含有量 [g/m]		電線管サイズ			電線管サイズ		
						φ21.9	φ54	φ106.4	φ21.9	φ54	φ106.4
12	架橋ポリエチレン	38	架橋ポリエチレン	16	0.707	1878.0	308.9	79.6	0.026	0.155	0.603
13	架橋ポリエチレン	38	難燃架橋ポリエチレン	49	1.140	3025.6	497.6	128.2	0.016	0.096	0.374

DF パテの耐久性について

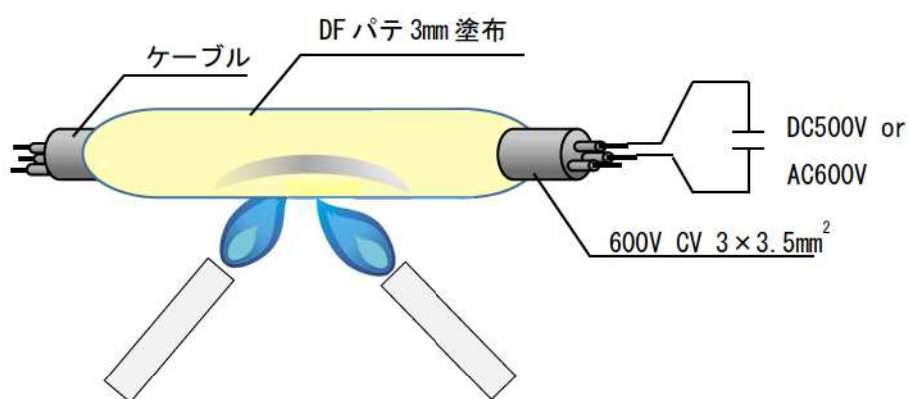
1. はじめに

DF パテは、火炎に接すると炭化発泡してケーブルの焼細り空隙を塞ぐ効果と発泡層の断熱効果及び酸素遮断効果により耐火性能を発揮するものであるが、長期間高温にさらされると劣化する。

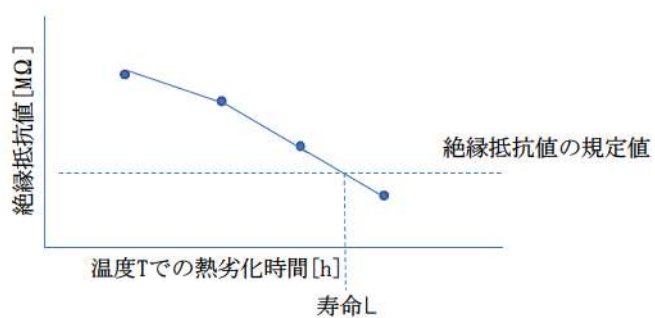
DF パテの劣化が進むと、発泡効果の低下に伴い断熱効果が低下するので、熱劣化させた供試体を複数製作し、耐久性を確認した。

2. 試験概要

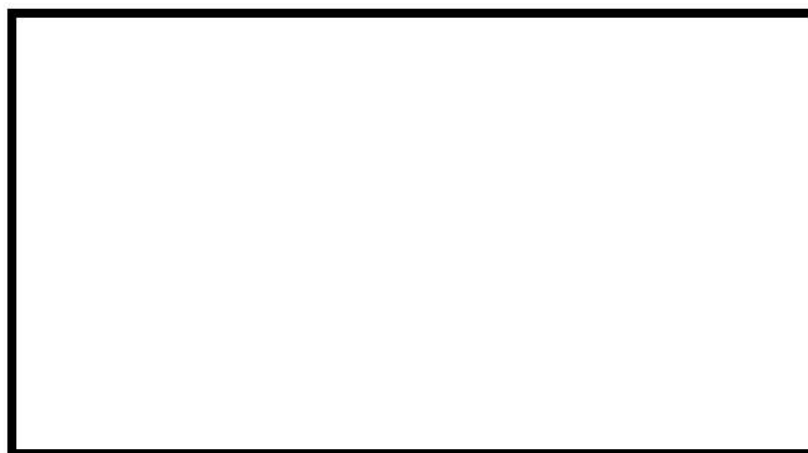
- DF パテを塗布したケーブルに炎を当てた場合、DF パテの劣化が進行している程、耐火性能が低下（炎によるケーブルの絶縁性能への影響を防ぐ効果が低下）していることから、ケーブルの絶縁機能の低下が早い。
- DF パテの劣化度合いを確認するためには、熱劣化させた供試体（ケーブルに DF パテを塗布したもの）をバーナの火炎に一定時間あて、その後のケーブルの絶縁抵抗値を指標とすることができる。
- 熱劣化条件（温度、時間）を変えた供試体を複数作成し、バーナの火炎により、一定時間炙り絶縁抵抗値を測定した結果より、絶縁抵抗値の規定値となる熱劣化時間を求め、その熱劣化時間をその熱劣化温度での寿命とした。



第 3 図：供試体概要図



第4図：温度 T での熱劣化時間



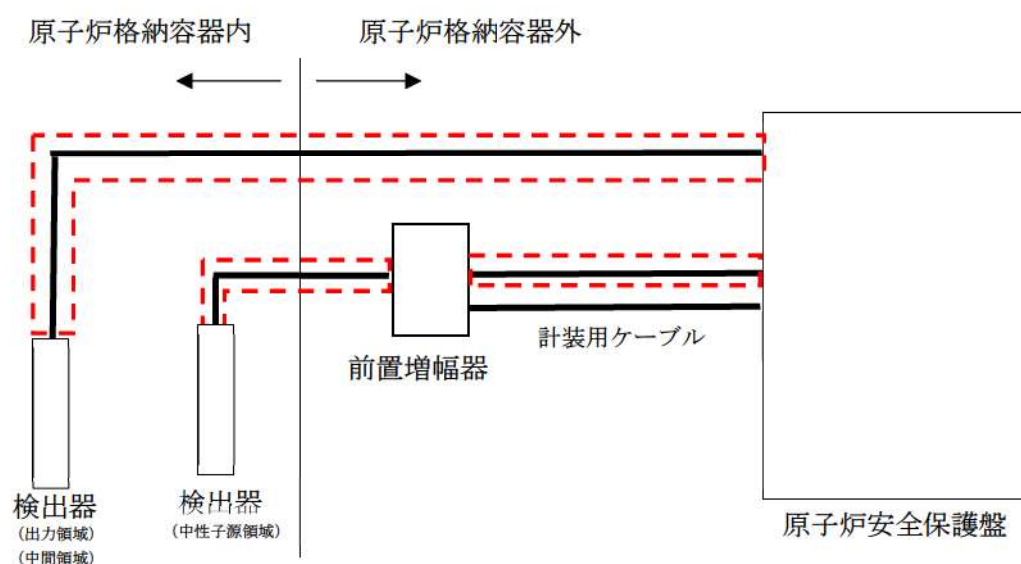
第5図：熱劣化試験の結果

- ・上記に示す各温度での寿命結果を用いて、アレニウス則により寿命評価した結果、DFパテの寿命は、常温 40°C で約 40 年との結果を得た。

枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。

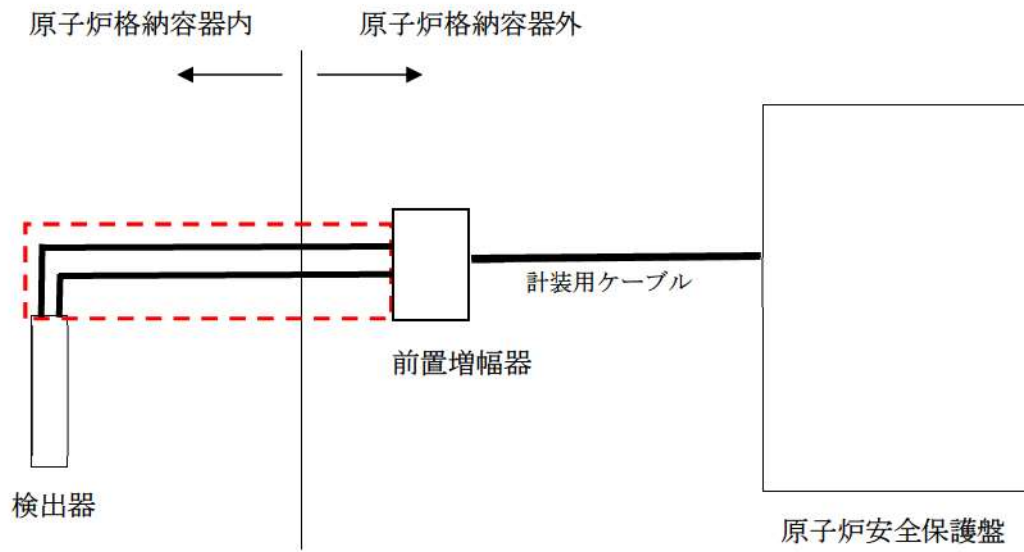
IEEE383 垂直トレイ燃焼試験の判定基準を満足しない一部の同軸ケーブルの使用箇所について

安全機能を有する機器に使用している核計装用ケーブルや放射線監視設備用ケーブルは、微弱電流・微弱パルスを扱うことから、耐ノイズ性を確保するために不燃性（金属）の電線管に敷設するとともに、絶縁体に誘電率の低い架橋ポリエチレンを有する同軸ケーブルを使用している。これらのケーブルについては、自己消火性を確認する UL 垂直燃焼試験は満足するが、耐延焼性を確認する IEEE383 垂直トレイ燃焼試験の判定基準を満足しない。以下に、これら IEEE383 垂直トレイ燃焼試験の判定基準を満足しないケーブルの使用箇所を示す。



IEEE383 垂直トレイ燃焼試験の判定基準を満足しないケーブルの使用箇所

第6図：IEEE383 垂直トレイ燃焼試験の判定基準を満足しないケーブルの使用箇所
(核計装用ケーブル)



IEEE383 垂直トレイ燃焼試験の判定基準を満足しないケーブルの使用箇所

第7図：IEEE383 垂直トレイ燃焼試験の判定基準を満足しないケーブルの使用箇所
(放射線監視設備用ケーブル)

以上

参考資料 1

泊発電所 3号炉における

ケーブルの延焼性に関する IEEE383 の適用年版について

泊発電所 3号炉における
ケーブルの延焼性に関する IEEE383 の適用年版について

ケーブルの延焼性は、IEEE383 Std 1974 又はこれを基礎とした「電気学会技術報告(Ⅱ部) 第139号 原子力発電用電線・ケーブルの環境試験方法並びに耐延焼性試験方法に関する推奨案」の垂直トレイ燃焼試験により確認しており、この IEEE383 の適用年版について以下に整理した。

- (1) 「実用発電用原子炉及びその附属施設の火災防護に係る審査基準(以下、「審査基準」という)」「2.1 火災発生防止」の参考には、延焼性の実証試験は、IEEE383 の実証試験により示されていることを要求している。

(参考)

(3) 難燃ケーブルについて

使用するケーブルについて、「火災により着火し難く、著しい燃焼をせず、また、加熱源を除去した場合はその燃焼部が広がらない性質」を有していることが、延焼性及び自己消火性の実証試験により示されていること。

(実証試験の例)

- ・自己消火性の実証試験・・・UL垂直燃焼試験
- ・延焼性の実証試験・・・IEEE383またはIEEE1202

- (2) また、審査基準「2. 基本事項」の参考には、審査基準に記載されていないものについては、JEAC4626-2010 及び JEAG4607-2010 を参照するよう要求されている。

(参考)

上記事項に記載されていないものについては、JEAC4626-2010 及び JEAG4607-2010 を参照すること。

- (3) したがって、審査基準に記載されない IEEE383 の適用年版については、以下に示す JEAC4626-2010 の記載により IEEE383-1974 年版を適用した。

JEAC4626-2010 (抜粋)

[解説2-1] 「難燃性ケーブル」

難燃性ケーブルとは、米国電気電子工学学会 (IEEE) 規格383 (1974年版) (原子力発電所用ケーブル等の型式試験) (国内ではIEEE383の国内版である電気学会技術報告(Ⅱ部) 第139号) の垂直トレイ試験に合格したものをいう。

参考資料 2

泊発電所 3号炉における

IEEE383 垂直トレイ燃焼試験における残炎時間の取扱いについて

泊発電所 3号炉における
IEEE383 垂直トレイ燃焼試験における残炎時間の取扱いについて

1. はじめに

難燃ケーブルは延焼性を確認する垂直トレイ燃焼試験について規定化された IEEE383 及び電気学会技術報告の中で、残炎時間を参考に測定している。

ここでは、ケーブルの残炎時間が試験の判定基準として使用されておらず、試験の判定に影響を与えないことを示す。

2. 規格の記載事項

垂直トレイ燃焼試験における評価に関する IEEE383 の記載内容を以下に示す。

○ IEEE383 (抜粋)

2.5.5 Evaluation

Cables which propagate the flame and burn the total height of the tray above the Flame source fail the test. Cables which self-extinguish when the flame source is removed or burn out pass the test. Cables which continue to burn after the flame source is shut off or burns out should be allowed to burn in order to determine the extent.

○ 【和訳】 IEEE383 (抜粋)

2.5.5 評価

炎が広がり、バーナーの上のトレイ全長が燃えるケーブルは、不合格である。バーナーを外すと自己消火する、あるいは燃え尽きるケーブルは、合格である。バーナー消火後も燃え続ける、あるいは燃え尽きるケーブルは、延焼範囲を決定するため、そのまま燃え続けさせるべきである。

また、IEEE383 を基礎とした「電気学会技術報告(Ⅱ部)第 139 号 原子力発電用電線・ケーブルの環境試験方法並びに耐延焼性試験方法に関する推奨案」の垂直トレイ燃焼試験の判定基準の記載事項は以下のとおり。

○ 電気学会技術報告(Ⅱ部)第 139 号 (抜粋)

3.7 判定

3回の試験のいずれにおいても、ケーブルはバーナー消火後自己消火し、かつケーブルのシースおよび絶縁体の最大損傷長が1,800mm未満である場合には、そのケーブルは合格とする。

これより、ケーブルの延焼性を確認する試験では、以上のとおり残炎時間は判定基準として記載されていない。

泊発電所 3 号炉における

原子炉の安全停止に必要な構築物，系統及び機器が設置される

火災区域又は火災区画の火災感知設備について

<目次>

1. 概要
2. 要求事項
3. 火災感知設備の概要
 - 3.1. 火災感知設備の火災感知器について
 - 3.2. 火災感知設備の受信機について
 - 3.3. 火災感知設備の電源について
 - 3.4. 火災感知設備の中央制御室での監視について
 - 3.5. 火災感知設備の耐震設計について
 - 3.6. 火災感知設備に対する試験検査について

添付資料 1 実用発電用原子炉及びその附属施設の火災防護に係る審査基準（抜粋）

添付資料 2 泊発電所 3 号炉における火災感知器の基本設置方針について

添付資料 3 泊発電所 3 号炉における中央制御盤内の火災の早期感知について

添付資料 4 泊発電所 3 号炉における火災感知器の配置を明示した図面

添付資料 5 防爆型電気機器の使用

泊発電所3号炉における
原子炉の安全停止に必要な構築物、系統及び機器が設置される
火災区域又は火災区画の火災感知設備について

1. 概要

泊発電所3号炉における安全機能のうち、原子炉の高温停止及び低温停止を達成し、維持するために必要な構築物、系統及び機器への火災の影響を限定し、早期に火災を感知するための火災感知設備について以下に示す。なお、放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能を有する構築物、系統及び機器の設置場所に対する火災感知設備については、資料9に示す。

2. 要求事項

「実用発電用原子炉及びその附属施設の火災防護に係る審査基準」（以下「火災防護に係る審査基準」という。）における火災感知設備の要求事項を以下に示す。

「実用発電用原子炉及びその附属施設の火災防護に係る審査基準」（抜粋）

2. 基本事項

(1) 原子炉施設内の火災区域又は火災区画に設置される安全機能を有する構築物、系統及び機器を火災から防護することを目的として、以下に示す火災区域及び火災区画の分類に基づいて、火災発生防止、火災の感知及び消火、火災の影響軽減のそれぞれを考慮した火災防護対策を講じること。

- ①原子炉の高温停止及び低温停止を達成し、維持するための安全機能を有する構築物、系統及び機器が設置される火災区域及び火災区画
- ②放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能を有する構築物、系統及び機器が設置される火災区域

2.2 火災の感知、消火

2.2.1 火災感知設備及び消火設備は、以下の各号に掲げるように、安全機能を有する構築物、系統及び機器に対する火災の影響を限定し、早期の火災感知及び消火を行える設計であること。

(1) 火災感知設備

- ①各火災区域における放射線、取付面高さ、温度、湿度、空気流等の環境条件や予想される火災の性質を考慮して型式を選定し、早期に火災を感知できるよう固有の信号を発する異なる感知方式の感知器等（感知器及びこれと同等の機能を有する機器をいう。以下同じ。）をそれぞれ設置すること。また、その設置に当たっては、感知器等の誤作動を防止するための方策を講ずること。

- ②感知器については消防法施行規則（昭和36年自治省令第6号）第23条第4項に従い、感知器と同等の機能を有する機器については同項において求める火災区域内の感知器の網羅性及び火災報知設備の感知器及び発信機に係る技術上の規格を定める省令（昭和56年自治省令第17号）第12条から第18条までに定める感知性能と同等以上の方法により設置すること。
- ③外部電源喪失時に機能を失わないように、電源を確保する設計であること。
- ④中央制御室で適切に監視できる設計であること。

2.2.2 火災感知設備及び消火設備は、以下の各号に示すように、地震等の自然現象によっても、火災感知及び消火の機能、性能が維持される設計であること。

- (1)凍結するおそれがある消火設備は、凍結防止対策を講じた設計であること。
- (2)風水害に対して消火設備の性能が著しく阻害されない設計であること。
- (3)消火配管は、地震時における地盤変位対策を考慮した設計であること

なお、「2.2.1(1)火災感知設備」の要求事項を添付資料1に示す。

本資料では、基本事項の中に記載される「①原子炉の高温停止及び低温停止を達成し、維持するための安全機能を有する構築物、系統及び機器が設置される火災区域及び火災区画」への火災感知設備の設置方針を示す。

3. 火災感知設備の概要

泊発電所3号炉において火災が発生した場合に、原子炉の高温停止及び低温停止を達成し、維持するために必要な構築物、系統及び機器を設置する火災区域又は火災区画の火災を早期に感知し、原子炉の高温停止及び低温停止を達成し、維持するために必要な構築物、系統及び機器に対する火災の影響を限定するために、要求事項に応じた「火災感知設備」を設置する。

「火災感知設備」は、周囲の環境条件を考慮して設置する「火災感知器」と、中央制御室での火災の監視等の機能を有する「受信機」を含む火災受信機盤等から構成される。泊発電所3号炉に設置する「火災感知器」及び「受信機」について以下に示す。

3.1. 火災感知設備の火災感知器について

火災感知器は、放射線、取付面高さ、温度、湿度、空気流等の環境条件や予想される火災の性質を考慮して型式を選定し、早期に火災を感知できる場所に設置する。また、型式の選定及び設置条件については、原則、消防法に基づくものとする。

泊発電所3号炉の発電用原子炉施設内で発生する火災としては、ポンプに内包する油やケーブルの火災であり、原子力発電所特有の火災条件が想定される箇所はなく、病院等の施設で使用されている火災感知器を設置することにより、十分に火災を感知することが可能である。

原子炉の高温停止及び低温停止を達成し、維持するために必要な構築物、系統及び機器の設置場所には、基本的に火災発生時に炎が生じる前の発煙段階から感知できる煙感知器を設置し、その他、蒸気及びガスの発生により煙感知器が誤作動する可能性のある場所には、熱感知器を設置する。

さらに、「固有の信号を発する異なる種類の火災感知器」の設置要求を満足するため、既存の火災感知器に加えて熱感知器又は煙感知器を組み合わせる。設置にあたっては、いずれの感知器も消防法に準じた感知面積及び設置高さ等の条件で設置する。

これらの組合せは、平常時の状況（温度、煙の濃度）を監視し、かつ火災現象（急激な温度や煙の濃度の上昇）を把握することができるアナログ式とする。

周囲の環境条件から、アナログ式の熱感知器又は煙感知器を設置することが適さない箇所の火災感知器等の選定方法及び誤作動防止対策を以下に示す。

○原子炉格納容器

原子炉格納容器内の火災感知器は、環境条件や予想される火災の性質を考慮し、原子炉格納容器内には異なる種類の感知器としてアナログ式の煙感知器、アナログ式の熱感知器又は非アナログ式の炎感知器から異なる種類の感知器を組み合わせる設計とする。

ただし、原子炉格納容器ループ室、加圧器室、再生熱交換器室及び炉内核計装用シンプル配管室のうち比較的線量の高い場所に設置する熱感知器は、放射線による火災感知器の故障を防止するため、非アナログ式とする。非アナログ式の熱感知器は、原子炉格納容器内の通常時の温度（約65℃以下）より高い温度で作動するものを選定することで、誤作動を防止する設計とする。

アナログ式の火災感知器は、火災を感知するプロセスにおいて火花を発生しない。一方、非アナログ式の熱感知器は、火災を感知するプロセスにおいて火花を発生させる可能性は否定できないため、非アナログ式の熱感知器は、防爆型とする。

また、原子炉格納容器内オペレーティングフロアは天井が高く、大空間となっているため、火災による熱が周囲に拡散することから、熱感知器による感知は困難である。このため、炎感知器（赤外線）を火災の検知に影響を及ぼす死角がないように設置する設計とする。また、発火源となり得る設備の直上及び煙の流路上で有効に火災を感知できる場所にアナログ式の煙感知器を設置する設計とする。

炎感知器は非アナログ式であるが、平常時より炎の波長の有無を連続監視し、火災現象（急激な環境変化）を把握できることから、アナログ式と同等の機能を有する。また、感知原理に「赤外線式」（物質の燃焼時に発生する特有な放射エネルギーの波長帯を検知した場合にのみ発報する）を採用し誤作動防止を図る。さらに、外光が当たらず、高温物体が近傍にない箇所に設置することで誤作動を防止する設計とする。

○ディーゼル発電機室蓄熱室，放射性廃棄物処理建屋給気室及び原子炉補助建屋外気取入ガ
ラリ室

ディーゼル発電機室蓄熱室，放射性廃棄物処理建屋給気室及び原子炉補助建屋外気取入
ガラリ室の火災感知器は，機器運転中の空気の流れにより火災時の煙が流出するおそれ
あることから煙感知器による感知は困難である。このため，炎感知器（赤外線）と熱感知
器を設置する設計とする。

炎感知器は非アナログ式であるが，平常時より炎の波長の有無を連続監視し，火災現象
（急激な環境変化）を把握できることから，アナログ式と同等の機能を有する。また，感
知原理に「赤外線式」（物質の燃焼時に発生する特有な放射エネルギーの波長帯を検知した
場合にのみ発報する）を採用し誤作動防止を図る。さらに，外光が当たらず，高温物体が
近傍にない箇所に設置することで誤作動を防止する設計とする。

○使用済燃料ピット及び新燃料貯蔵庫エリア等

使用済燃料ピット及び新燃料貯蔵庫エリア等は天井が高く，大空間となっているため，
火災による熱が周囲に拡散することから，熱感知器による感知は困難である。このため，
アナログ式の煙感知器と炎感知器（赤外線）をそれぞれの監視範囲に火災の検知に影響を
及ぼす死角がないように設置する設計とする。

ただし，天井が高いエリア以外については，アナログ式の煙感知器及びアナログ式の熱
感知器を設置する設計とする。



〈凡例〉



火災区画



写真撮影場所



枠囲みの内容は機密情報に属します
ので公開できません。



天井が高いエリア



写真撮影方向



天井が低いエリア

第 5-1 図：使用済燃料ピット及び新燃料貯蔵庫エリア 平面図



写真①



写真②

第 5-2 図：使用済燃料ピット及び新燃料貯蔵庫エリアの状況

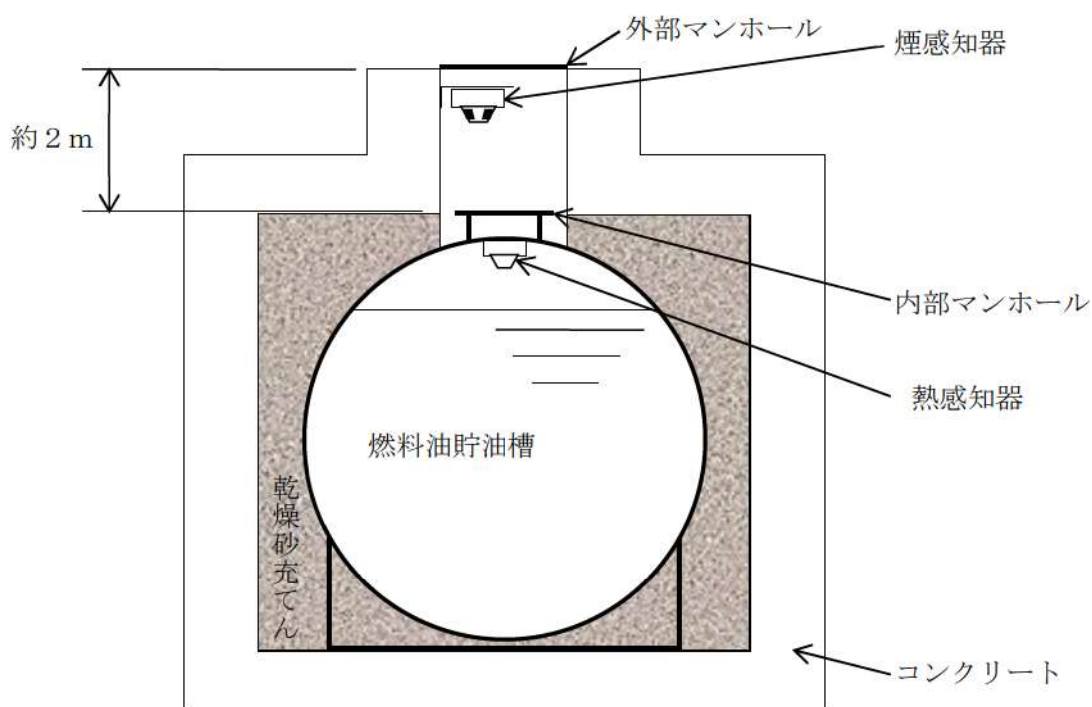
 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。

炎感知器は非アナログ式であるが、平常時より炎の波長の有無を連続監視し、火災現象（急激な環境変化）を把握できることから、アナログ式と同等の機能を有する。また、感知原理に「赤外線式」（物質の燃焼時に発生する特有な放射エネルギーの波長帯を検知した場合にのみ発報する）を採用し誤作動防止を図る。さらに、外光が当たらず、高温物体が近傍にない箇所に設置することで誤作動を防止する設計とする。

○ディーゼル発電機燃料油貯油槽

ディーゼル発電機燃料油貯油槽は屋外地下貯蔵式のタンクであり、また、引火性又は発火性の雰囲気形成のおそれのある場所であるため、万が一の軽油燃料の気化を考慮し、火災を早期に感知できるように、ディーゼル発電機燃料油貯油槽上部に非アナログ式の防爆型で、かつ固有の信号を発する異なる種類の煙感知器及び熱感知器を設置する。

これらの防爆型感知器は非アナログ式であるが、ディーゼル発電機燃料油貯油槽内には蒸気を発生する設備等はないため、蒸気等が充満するおそれはなく、非アナログ式の煙感知器であっても誤作動する可能性は低い。また、火災感知器の作動値を室温より高めに設定する非アナログ式の熱感知器であっても誤作動する可能性は低い。このため、火災発生リスクを低減する観点から、非アナログ式の防爆型の火災感知器を設置する設計とする。



第 5-3 図：ディーゼル発電機燃料油貯油槽の火災感知器設置概要図

○固体廃棄物貯蔵庫

固体廃棄物貯蔵庫は、アナログ式の煙感知器とアナログ式の熱感知器又は非アナログ式の炎感知器から異なる種類の感知器を組み合わせて設置する。

ただし、固体廃棄物貯蔵庫のうち、比較的線量の高いドラム缶を貯蔵するエリアは、原子炉格納容器と同様に、放射線による火災感知器の故障を防止するため、非アナログ式の熱感知器を設置する。なお、煙感知器は、線量が比較的高い箇所を感知範囲とすることから、直上に発光部・受光部を設置しない分離型アナログ式煙感知器とする。

固体廃棄物貯蔵庫のうち、比較的線量の高いドラム缶を貯蔵するエリアは、熱感知器を誤作動させる要因となる加熱源を設置しない。非アナログ式の熱感知器は、固体廃棄物貯蔵庫のうち、比較的線量の高いドラム缶を貯蔵するエリアの温度より高い温度で作動させることにより、誤作動を防止する。

炎感知器は非アナログ式であるが、平常時より炎の波長の有無を連続監視し、火災現象（急激な環境変化）を把握できることから、アナログ式と同等の機能を有する。また、感知原理に「赤外線式」（物質の燃焼時に発生する特有な放射エネルギーの波長帯を検知した場合にのみ発報する）を採用し誤作動防止を図る。さらに、外光が当たらず、高温物体が近傍にない箇所に設置することで誤作動を防止する設計とする。

○放射性廃棄物処理建屋

放射性廃棄物処理建屋は、アナログ式の煙感知器、アナログ式の熱感知器又は非アナログ式の炎感知器から異なる種類の感知器を組み合わせて設置する設計とする。

火災感知器の型式ごとの特徴等を添付資料2に示す。また、火災感知器の配置図を添付資料4に示す。なお、火災感知器の配置図については、火災防護に係る審査基準に基づき設計基準対象施設に対して設置する感知器に加え、重大事故等対処施設に対して設置する感知器も記載している。

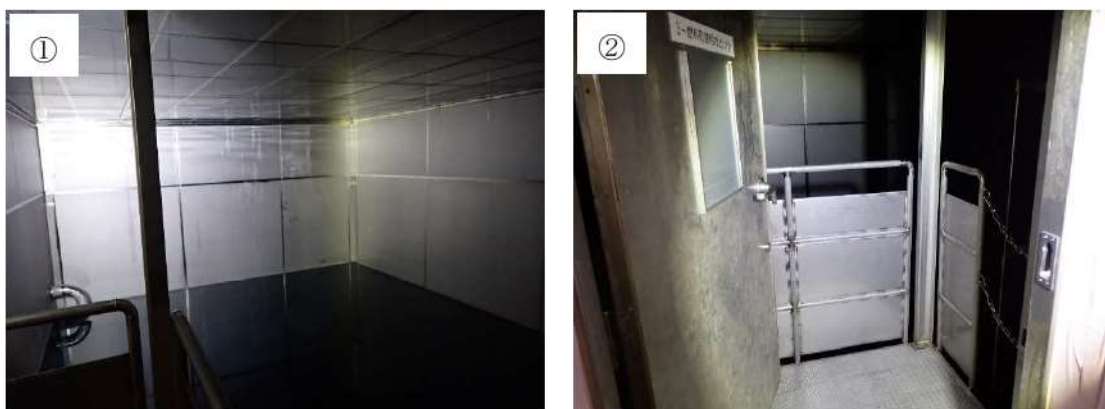
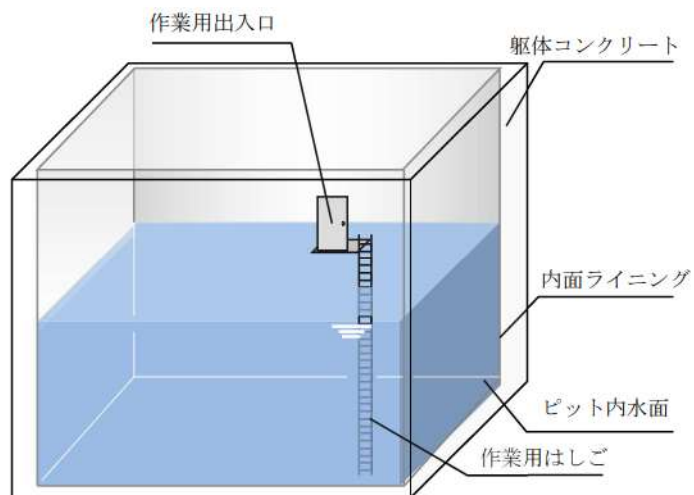
防爆型の電気品の使用に関しては、添付資料5に示す。

また、以下に示す安全機能を有する構築物、系統及び機器を設置する火災区域又は火災区画は、火災の影響を受けるおそれが考えにくいことから、火災感知器を設置しない設計とする。

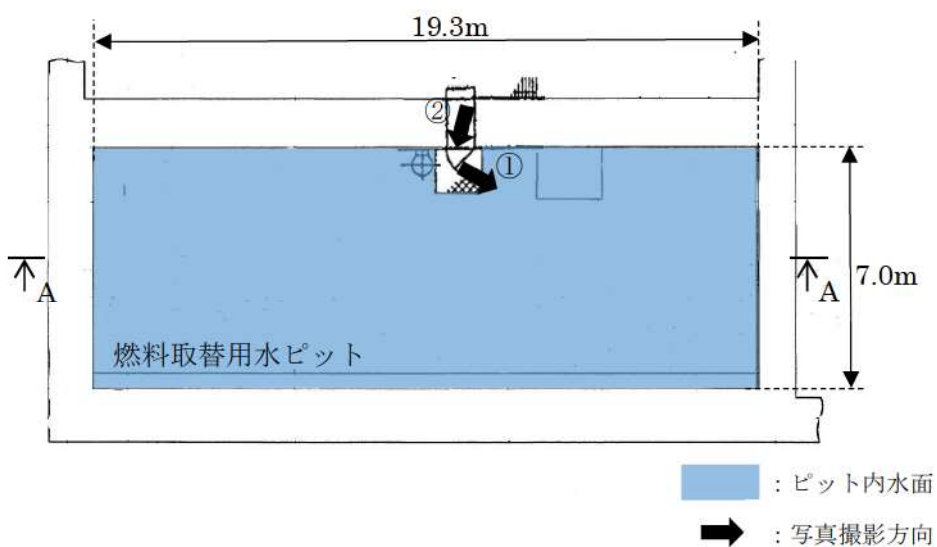
○燃料取替用水ピット室

燃料取替用水ピット室は全面が金属に覆われており、ピット内は水で満たされていること、燃料取替用水ピット室は、可燃物を置かず、発火源がない設計とすることから、火災が発生するおそれはない。

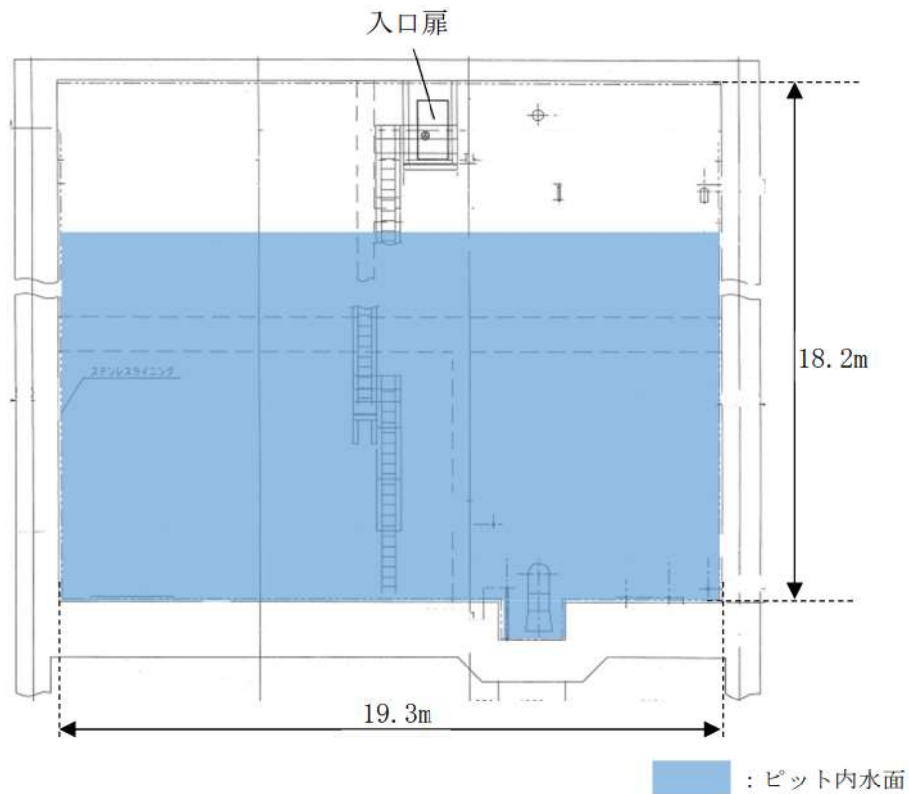
したがって、燃料取替用水ピット室には火災感知器を設置しない設計とする。



第 5-4 図：燃料取替用水ピット室イメージ及び現場状況



第 5-5 図：燃料取替用水ピット室 平面図



第 5-6 図：燃料取替用水ピット室 断面図 (A-A 矢視)

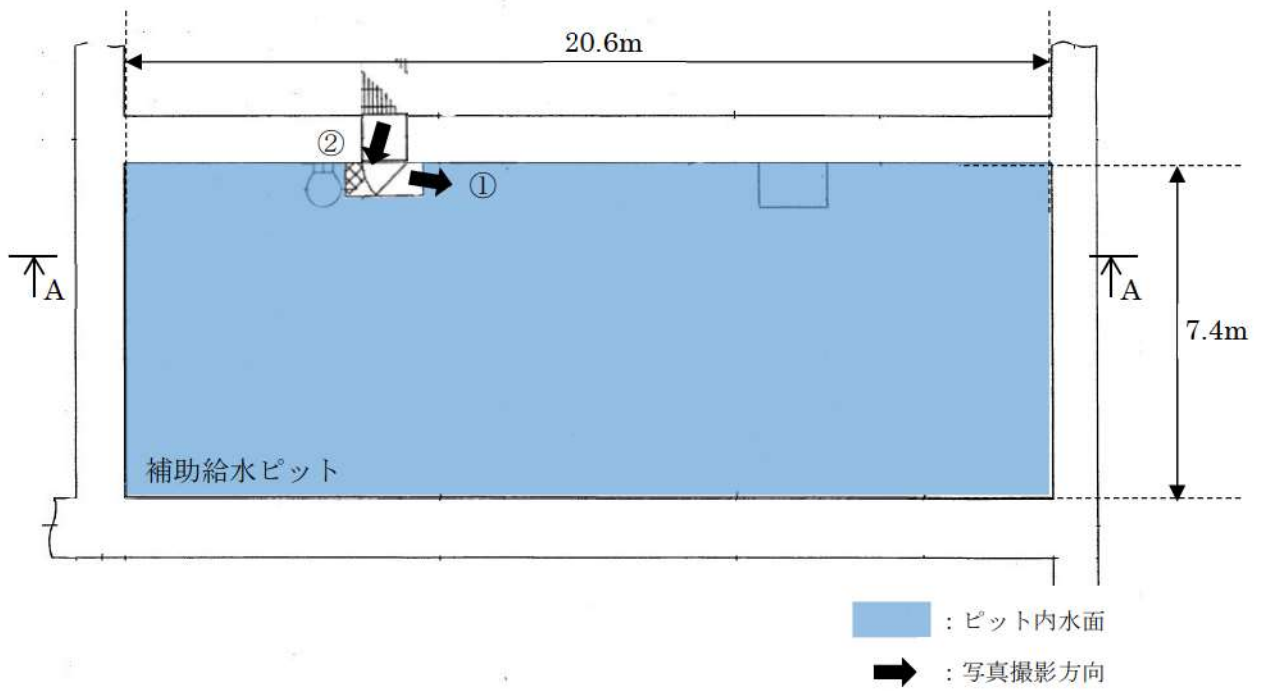
○補助給水ピット室

補助給水ピット室は全面が金属に覆われており、ピット内は水で満たされていること、補助給水ピット室は、可燃物を置かず、発火源がない設計とすることから、火災が発生するおそれはない。

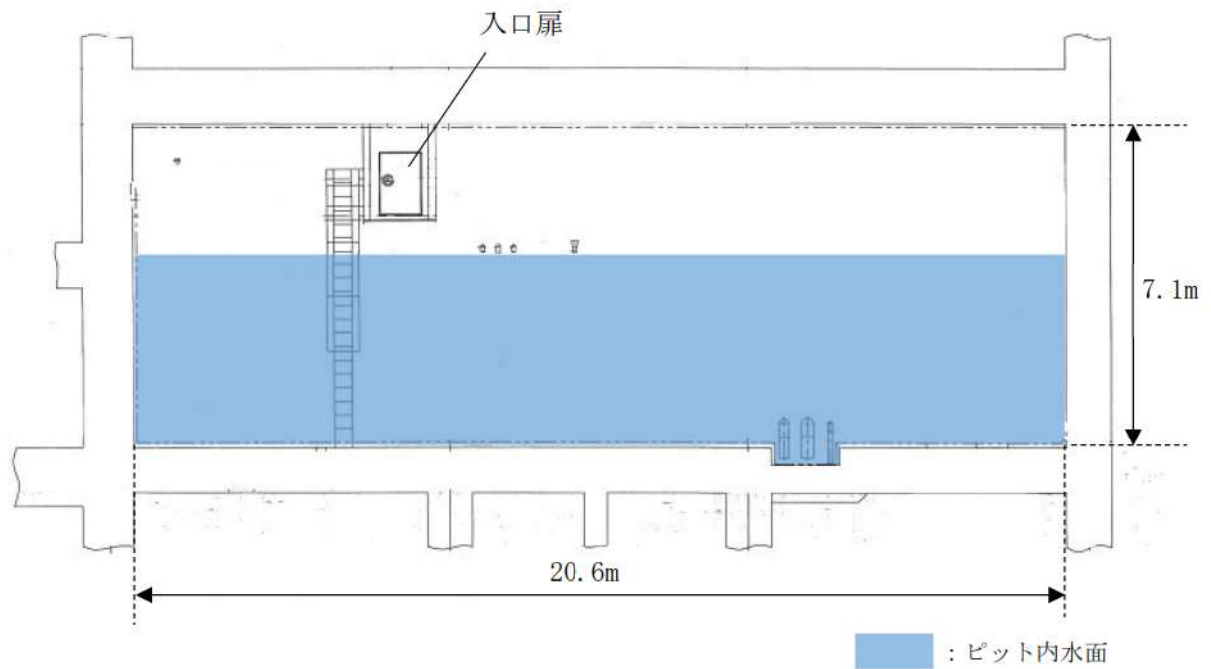
したがって、補助給水ピット室には火災感知器を設置しない設計とする。



第 5-7 図：補助給水ピットの現場状況



第 5-8 図 : 補助給水ピット室 平面図

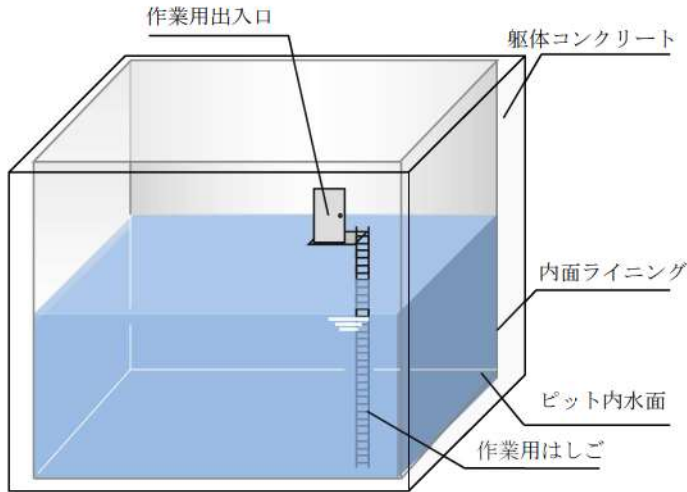


第 5-9 図 : 補助給水ピット室 断面図 (A-A 矢視)

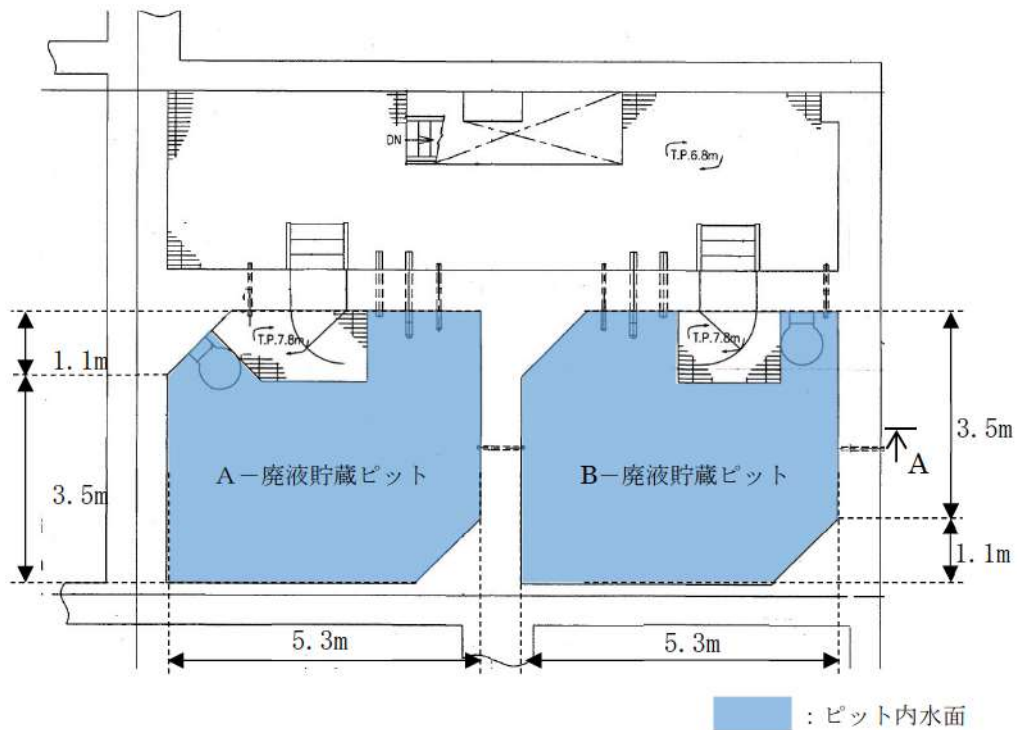
○廃液貯蔵ピット室

廃液貯蔵ピット室は全面が金属に覆われており、ピット内は水で満たされていること、廃液貯蔵ピット室は、可燃物を置かず、発火源がない設計とすることから、火災が発生するおそれはない。

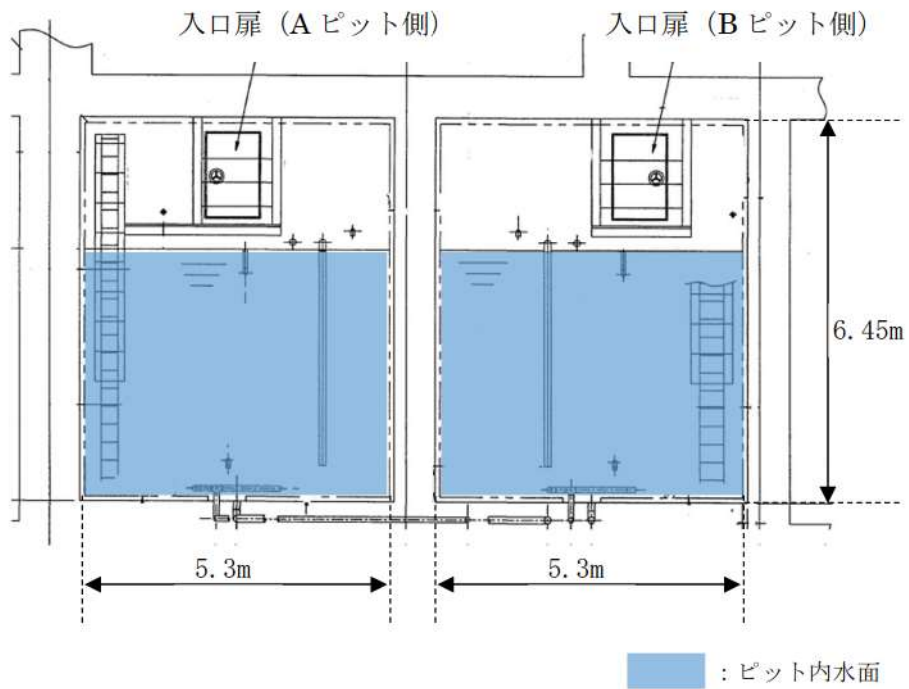
したがって、廃液貯蔵ピット室には火災感知器を設置しない設計とする。



第 5-10 図：廃液貯蔵ピット室イメージ及び入口扉（Aピット側）



第 5-11 図：廃液貯蔵ピット室 平面図



第 5-12 図：廃液貯蔵ピット室 断面図 (A-A 矢視)

3.2. 火災感知設備の受信機について

火災感知設備の受信機は、以下の機能を有する受信機を設置する。

- アナログ式の火災感知器が接続可能であり、作動した火災感知器を1つずつ特定できる機能
- ディーゼル発電機燃料油貯油槽に設置する防爆型の火災感知器を1つずつ特定できる機能
- 原子炉格納容器内のアナログ式の煙感知器及び熱感知器、非アナログ式の防爆型の熱感知器並びに非アナログ式の炎感知器を1つずつ特定できる機能を有するよう設計する。
- 使用済燃料ピット及び新燃料貯蔵庫エリア等の天井が高い区画を監視する非アナログ式の炎感知器を1つずつ特定できる機能
- 固体廃棄物貯蔵庫のアナログ式の煙感知器、アナログ式の熱感知器、非アナログ式の熱感知器及び非アナログ式の炎感知器を1つずつ特定できる機能
- 放射性廃棄物処理建屋のアナログ式の煙感知器、アナログ式の熱感知器及び非アナログ式の炎感知器を1つずつ特定できる機能

3.3. 火災感知設備の電源について

原子炉の高温停止及び低温停止を達成し、維持するために必要な構築物、系統及び機器を設置する火災区域又は火災区画の火災感知設備の受信機は、外部電源喪失時においても火災の感知が可能となるように、非常用電源から受電する。さらに、外部電源喪失時にディーゼル発電機から電力が供給されるまでの間も火災の感知が可能となるように、蓄電池を内蔵し70分間^{*}電源供給が可能である。

※消防法施行規則第二十四条で要求している蓄電池容量

3.4. 火災感知設備の中央制御室での監視について

原子炉の高温停止及び低温停止を達成し、維持するために必要な構築物、系統及び機器に発生した火災は、中央制御室に設置されている火災感知設備の受信機で監視できる設計とする。なお、火災が発生していない平常時には、中央制御室内の巡視点検によって、火災が発生していないこと及び火災感知設備に異常がないことを火災受信機盤で確認する。原子炉の高温停止及び低温停止を達成し、維持するために必要な構築物、系統及び機器を設置する火災区域又は火災区画の火災感知設備の火災受信機盤には、以下のものがある。

火災受信機	配置場所	電源供給	監視区域	作動した感知器を1つずつ特定できる機能
火災受信機盤 (総合操作盤)	中央制御室	非常用電源から受電する。さらに、外部電源喪失時にディーゼル発電機から電力が供給されるまでの間も火災の感知が可能となるように、約70分間電力を供給できる容量を有した蓄電池を設ける。	○建屋内 ○燃料油貯油槽	有り
火災受信機盤 (光ファイバ温度監視端末)	中央制御室	非常用電源から受電する。さらに、外部電源喪失時にディーゼル発電機から電力が供給されるまでの間も火災の感知が可能となるように、約70分間電力を供給できる容量を有した蓄電池を設ける。	○フロアケーブルダクト	有り

3.5. 火災感知設備の耐震設計について

火災感知設備については、火災区域及び火災区画に設置された原子炉の高温停止及び低温停止を達成し、維持するために必要な構築物、系統及び機器の耐震クラスに応じて、地震に対して機能を維持できる設計とする。(第 5-1 表)

耐震設計を確認するための対応は、第 5-2 表のとおりである。

なお、火災感知器の耐震設計としては、基準地震動 S_s による地震力に対し、地震応答解析により求めた火災感知器を設置する床の基準地震動 S_s による最大床応答加速度が、設置状態を模擬した加振試験にて火災感知器単体の機能が維持できることを確認した加速度以下であることにより確認する。

第 5-1 表 主な安全機能を有する機器等に対する
火災感知設備の耐震設計

主な安全機能を有する構築物、系統及び機器	設備の耐震クラス	火災感知設備の耐震設計
余熱除去ポンプ	S	S_s 機能維持
充てんポンプ	S	S_s 機能維持
高圧注入ポンプ	S	S_s 機能維持
安全系電気盤	S	S_s 機能維持
電動補助給水ポンプ	S	S_s 機能維持
制御用空気圧縮機	S	S_s 機能維持

第 5-2 表 : S_s 機能維持を確認するための対応

感知設備の機器	S_s 機能維持を確保するための対応
受信機	加振試験
感知器	加振試験

3.6. 火災感知設備に対する試験検査について

アナログ式の火災感知器を含めた火災感知設備は、機能に異常がないことを確認するために、自動試験を実施する。

ただし、試験機能のない火災感知器は、機能に異常がないことを確認するために、消防法施行規則第三十一条の六に基づき、半年に一度の機器点検時及び1年に一度の総合点検時に、煙等の火災を模擬した試験を実施する。以上より、安全機能を有する構築物、系統及び機器を設置する火災区域又は火災区画に設置する火災感知器については、火災防護に係る審査基準に則り、環境条件等を考慮した火災感知器の設置、異なる種類を組み合わせた火災感知器の設置、非常用電源からの受電、火災受信機盤の中央制御室への設置を行う設計とする。一部非アナログ式の感知器を設置するが、それぞれ誤作動防止対策を実施する。これらにより、火災感知設備については十分な保安水準が確保されているものとする。

以上

添付資料 1

実用発電用原子炉及びその附属施設の火災防護に係る審査基準（抜粋）

「実用発電用原子炉及びその附属施設の火災防護に係る審査基準」(抜粋)

2.2 火災の感知、消火

2.2.1 火災感知設備及び消火設備は、以下の各号に掲げるように、安全機能を有する構築物、系統及び機器に対する火災の影響を限定し、早期の火災感知及び消火を行える設計であること。

(1) 火災感知設備

- ① 各火災区域における放射線、取付面高さ、温度、湿度、空気流等の環境条件や予想される火災の性質を考慮して型式を選定し、早期に火災を感知できるよう固有の信号を発する異なる感知方式の感知器等(感知器及びこれと同等の機能を有する機器をいう。以下同じ。)をそれぞれ設置すること。また、その設置に当たっては、感知器等の誤作動を防止するための方策を講ずること。
- ② 感知器については消防法施行規則(昭和36年自治省令第6号)第23条第4項に従い、感知器と同等の機能を有する機器については同項において求める火災区域内の感知器の網羅性及び火災報知設備の感知器及び発信機に係る技術上の規格を定める省令(昭和56年自治省令第17号)第12条から第18条までに定める感知性能と同等以上の方法により設置すること。
- ③ 外部電源喪失時に機能を失わないように、電源を確保する設計であること。
- ④ 中央制御室で適切に監視できる設計であること。

(参考)

(1) 火災感知設備について

早期に火災を感知し、かつ、誤作動(火災でないにもかかわらず火災信号を発すること)を防止するための方策がとられていること。

なお、感知の対象となる火災は、火炎を形成できない状態で燃焼が進行する無炎火災を含む。

(早期に火災を感知するための方策)

- ・ 固有の信号を発する異なる感知方式の感知器等をそれぞれ設置することとは、例えば、熱感知器と煙感知器のような感知方式が異なる感知器の組合せや熱感知器と同等の機能を有する赤外線カメラと煙感知器のような組合せとなっていること。
- ・ 感知器の設置場所を1つずつ特定することにより火災の発生場所を特定することができる受信機が用いられていること。

(誤作動を防止するための方策)

- ・ 平常時の状況（温度、煙の濃度）を監視し、かつ、火災現象（急激な温度や煙の濃度の上昇）を把握することができるアナログ式の感知器を用いられていること。

感知器取付面の位置が高いこと等から点検が困難になるおそれがある場合は、自動試験機能又は遠隔試験機能により点検を行うことができる感知器が用いられていること。

炎感知器又は熱感知器に代えて、赤外線感知機能等を備えた監視カメラシステムを用いても差し支えない。この場合、死角となる場所がないように当該システムが適切に設置されていること。

2.2.2 火災感知設備及び消火設備は、以下の各号に示すように、地震等の自然現象によっても、火災感知及び消火の機能、性能が維持される設計であること。

- (1) 凍結するおそれがある消火設備は、凍結防止対策を講じた設計であること。
- (2) 風水害に対して消火設備の性能が著しく阻害されない設計であること。
- (3) 消火配管は、地震時における地盤変位対策を考慮した設計であること。

(参考)

火災防護対象機器等が設置される火災区画には、耐震 B・C クラスの機器が設置されている場合が考えられる。これらの機器が基準地震動により損傷し S クラス機器である原子炉の火災防護対象機器の機能を失わせることがないことが要求されることであるが、その際、耐震 B・C クラス機器に基準地震動による損傷に伴う火災が発生した場合においても、火災防護対象機器等の機能が維持されることについて確認されていなければならない。

- (2) 消火設備を構成するポンプ等の機器が水没等で機能しなくなることを防ぐよう、設計に当たっては配置が考慮されていること。

添付資料 2

泊発電所 3 号炉における火災感知器の基本設置方針について

泊発電所 3 号炉における火災感知器の基本設置方針について

1. はじめに

泊発電所 3 号炉において、安全機能を有する構築物、系統及び機器を設置する火災区域又は火災区画の火災感知設備は、放射線、取付面高さ、温度、湿度、空気流等の環境条件や予想される火災の性質を考慮して型式を選定している。各設置対象区域又は区画における火災感知器の基本設置方針及び火災感知器の型式毎の原理と特徴を示す。

2. 要求事項

火災感知設備は、「実用発電用原子炉及びその附属施設の火災防護に係る審査基準」の「2.2 火災の感知、消火」の 2.2.1 に基づき実施することが要求されている。

「実用発電用原子炉及びその附属施設の火災防護に係る審査基準」の記載を以下に示す。

2.2 火災の感知、消火

2.2.1 火災感知設備及び消火設備は、以下の各号に掲げるように、安全機能を有する構築物、系統及び機器に対する火災の影響を限定し、早期の火災感知及び消火を行える設計であること。

(1) 火災感知設備

- ① 各火災区域における放射線、取付面高さ、温度、湿度、空気流等の環境条件や予想される火災の性質を考慮して型式を選定し、早期に火災を感知できるよう固有の信号を発する異なる感知方式の感知器等（感知器及びこれと同等の機能を有する機器をいう。以下同じ。）をそれぞれ設置すること。また、その設置に当たっては、感知器等の誤作動を防止するための方策を講ずること。
- ② 感知器については消防法施行規則（昭和 36 年自治省令第 6 号）第 23 条第 4 項に従い、感知器と同等の機能を有する機器については同項において求める火災区域内の感知器の網羅性及び火災報知設備の感知器及び発信機に係る技術上の規格を定める省令（昭和 56 年自治省令第 17 号）第 12 条から第 18 条までに定める感知性能と同等以上の方法により設置すること。
- ③ 外部電源喪失時に機能を失わないように、電源を確保する設計であること。
- ④ 中央制御室で適切に監視できる設計であること。

(参考)

(1) 火災感知設備について

早期に火災を感知し、かつ、誤作動（火災でないにもかかわらず火災信号を発すること）を防止するための方策がとられていること。

なお、感知の対象となる火災は、火炎を形成できない状態で燃焼が進行する無炎火災を含む。

(早期に火災を感知するための方策)

- ・固有の信号を発する異なる感知方式の感知器等をそれぞれ設置することとは、例えば、熱感知器と煙感知器のような感知方式が異なる感知器の組合せや熱感知器と同等の機能を有する赤外線カメラと煙感知器のような組合せとなっていること。
- ・感知器の設置場所を1つずつ特定することにより火災の発生場所を特定することができる受信機が用いられていること。

(誤作動を防止するための方策)

- ・平常時の状況（温度、煙の濃度）を監視し、かつ、火災現象（急激な温度や煙の濃度の上昇）を把握することができるアナログ式の感知器を用いられていること。

感知器取付面の位置が高いこと等から点検が困難になるおそれがある場合は、自動試験機能又は遠隔試験機能により点検を行うことができる感知器が用いられていること。

炎感知器又は熱感知器に代えて、赤外線感知機能等を備えた監視カメラシステムを用いても差し支えない。この場合、死角となる場所がないように当該システムが適切に設置されていること。

3. 火災感知設備の基本設置方針

設置対象区域 又は区画		泊発電所3号炉における火災感知設備の基本設計方針				
具体的区域	周囲の環境条件と感知器の選定方針	種類	アナログ式／非アナログ式	非アナログ式火災感知器の特徴及び優位点	設備環境を踏まえた火災感知器の誤作動防止対策	
通路部・部屋等	<ul style="list-style-type: none"> ・消防法施行規則に則り煙感知器と熱感知器を設置 	① 煙感知器	アナログ式 ^{※1}	—	—	
		③ 熱感知器	アナログ式 ^{※1}	—	—	
使用済燃料ピット及び新燃料貯蔵庫エリア等	<ul style="list-style-type: none"> ・消防法施行規則に則り煙感知器、炎感知器及び熱感知器を設置 ・炎感知器は非アナログ式であるが、炎が発する赤外線を検知するため、炎が生じた時点で感知することができ、火災の早期感知に優位性がある。 	① 煙感知器	アナログ式 ^{※1}	—	—	
		③ 熱感知器	アナログ式 ^{※1}	—	—	
一般区域	<ul style="list-style-type: none"> ・炎感知器は非アナログ式であるが、炎が発する赤外線を検知するため、炎が生じた時点で感知することができ、火災の早期感知に優位性がある。 	⑥ 炎感知器 (赤外線)	非アナログ式 (アナログ式炎感知器が存在しないため)	<ul style="list-style-type: none"> ・炎感知器は炎から放出される熱エネルギーの特有の波長成分とちらつきを赤外線により検出 ・非アナログ式の火災感知器であるが、火災の感知に時間遅れがなく、火災の早期感知が可能 	<ul style="list-style-type: none"> ・火災特有の性質を検出する赤外線方式を採用 ・外光が当たらず、高温物質が近傍にない箇所に設置 	
		⑦ 光電分離型 煙感知器	アナログ式 ^{※1}	—	—	—
ディーゼル発電機室蓄熱室、放射性廃棄物処理建屋給気室及び原子炉補助建屋外気取入ガリ室	<ul style="list-style-type: none"> ・機器運転中の空気流を考慮し、炎感知器と熱感知器を設置する。 ・炎感知器は非アナログ式であるが、炎が発する赤外線を検知するため、炎が生じた時点で感知することができ、火災の早期感知に優位性がある。 	③ 熱感知器	アナログ式 ^{※1}	—	—	
		⑥ 炎感知器 (赤外線)	非アナログ式 (アナログ式炎感知器が存在しないため)	<ul style="list-style-type: none"> ・炎感知器は炎から放出される熱エネルギーの特有の波長成分とちらつきを赤外線により検出 ・非アナログ式の火災感知器であるが、火災の感知に時間遅れがなく、火災の早期感知が可能 	<ul style="list-style-type: none"> ・火災特有の性質を検出する赤外線方式を採用 ・外光が当たらず、高温物質が近傍にない箇所に設置 	

泊発電所3号炉における火災感知設備の基本設計方針							
設置対象区域 又は区画	具体的区域	周囲の環境条件と 感知器の選定方針	種類	アナログ式/ 非アナログ式	非アナログ式 火災感知器の特徴 及び優位点	設備環境を踏まえた 火災感知器の 誤作動防止対策	
放射線量が 高い場所	原子炉格納容 器	<ul style="list-style-type: none"> 原子炉格納容器には、アナログ式の煙感知器、及び非アナログ式の炎感知器を設置する。ただし、比較的線量の高い箇所、煙感知器及び煙感知器は、放射線による故障を防止するため、非アナログ式とする。 非アナログ式の熱感知器は水素が発生するような事故を考慮して念のため防爆型とする。 炎感知器は非アナログ式であるが、炎が発する赤外線を感じた時点で、炎が生じたとき、火災の早期感知に優位性がある 	① 煙感知器	アナログ式※1	—	—	
			③ 熱感知器	アナログ式※1	—	—	—
			⑤ 防爆型 熱感知器	非アナログ式 (放射線の影 響を受けるた め)	<ul style="list-style-type: none"> 放射線による火災感知器の故障を防止するため、非アナログ式の熱感知器を選定した 全閉構造であり可燃性ガス又は引火性の蒸気が感知器内部に侵入して爆発を生じた場合に、爆発による火災の当該火災感知器の外部のガス又は蒸気に点火しない火災感知器を選定 	<ul style="list-style-type: none"> 熱感知器は作動温度が周囲の温度より高い温度のものを選定 	
			⑥ 炎感知器 (赤外線)	非アナログ式 (アナログ式炎 感知器が存在 しないため)	<ul style="list-style-type: none"> 炎感知器は炎から放出される熱エネルギーの特有の波長成分とちらつきを赤外線により検出 非アナログ式の火災感知器であるが、火災の感知に時間遅れがなく、火災の早期感知が可能 	<ul style="list-style-type: none"> 火災特有の性質を検出する赤外線方式を採用 外光が当たらず、高温物質が近傍にない箇所に設置 	

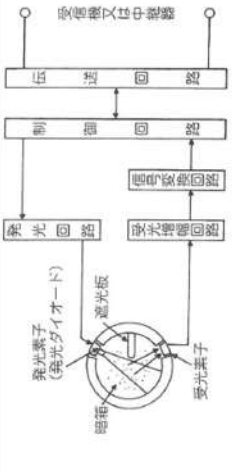
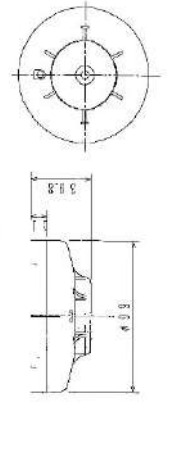
泊発電所3号炉における火災感知設備の基本設計方針						
設置対象区域 又は区画	具体的区域	周囲の環境条件と 感知器の選定方針	種類	アナログ式/ 非アナログ式	非アナログ式 火災感知器の特徴 及び優位点	設備環境を踏まえた 火災感知器の 誤作動防止対策
燃料油貯油槽 エリア	A1, A2-燃料油 貯油槽 B1, B2-燃料油 貯油槽	<ul style="list-style-type: none"> 機器破損による漏えいで引火性又は発火性の雰囲気があるため、非アナログ式の防爆型の煙感知器及び熱感知器を設置する 	② 防爆型 煙感知器	非アナログ式 (アナログ式 防爆型感知器 が存在しない ため)	<ul style="list-style-type: none"> 全閉構造であり可燃性ガス又は引火性の蒸気が感知器内部に侵入して爆発を生じた場合に、爆発による火災が当該火災感知器の外部のガス又は蒸気に点火しない火災感知器を選定 	<ul style="list-style-type: none"> 通常時に誤作動を誘発する蒸気等が発生する設備がない。 熱感知器は作動温度が周囲の温度より高い温度のものを選定
			⑤ 防爆型 熱感知器	非アナログ式 (アナログ式 防爆型感知器 が存在しない ため)		

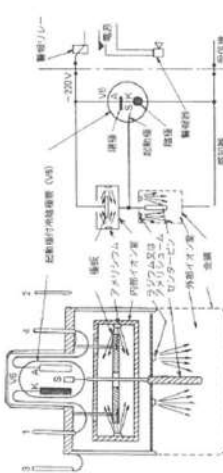
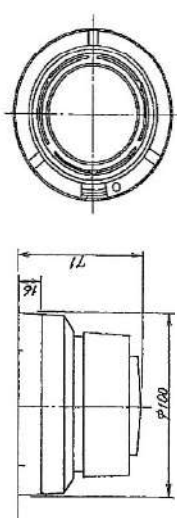
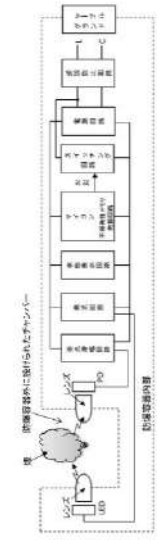
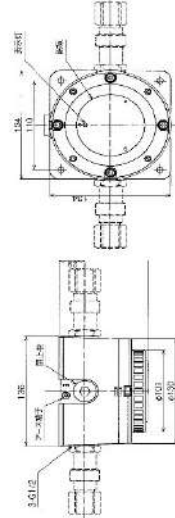
泊発電所3号炉における火災感知設備の基本設計方針						
設置対象区域 又は区画	具体的区域	周囲の環境条件と 感知器の選定方針	種類	アナログ式/ 非アナログ式	非アナログ式 火災感知器の特徴 及び優位点	設備環境を踏まえた 火災感知器の 誤作動防止対策
固体廃棄物 貯蔵庫	固体廃棄物貯 蔵庫	<ul style="list-style-type: none"> 消防法施行規則に則り煙感知器、熱感知器および炎感知器を設置 炎感知器は非アナログ式であるが、炎が発する赤外線を感じ取るため、炎が生じた時点で感知することができ、火災の早期感知に優位性がある 比較的線量の高いエリアに設置する一部の感知器は、放射線による火災感知器の故障を防止するため、非アナログの熱感知器を選定する 	① 煙感知器	アナログ式 ^{※1}	—	—
			③ 熱感知器	アナログ式 ^{※1}	—	—
			⑤ 熱感知器	非アナログ式 (放射線の影響を受けるため)	<ul style="list-style-type: none"> 放射線による火災感知器の故障を防止するため、非アナログ式の熱感知器を選定した。 	<ul style="list-style-type: none"> 熱感知器は作動温度が周囲の温度より高い温度のものを選定
			⑥ 炎感知器 (赤外線)	非アナログ式 (アナログ式炎感知器が存在しないため)	<ul style="list-style-type: none"> 炎感知器は炎から放出される熱エネルギーの特有の波長成分とちつきを赤外線により検出 非アナログ式の火災感知器であるが、火災の感知に時間遅れがなく、火災の早期感知が可能 	<ul style="list-style-type: none"> 火災特有の性質を検出する赤外線方式を採用 外光が当たらず、高温物質が近傍にない箇所に設置
			⑦ 光電分離型 煙感知器	アナログ式 ^{※1}	—	—

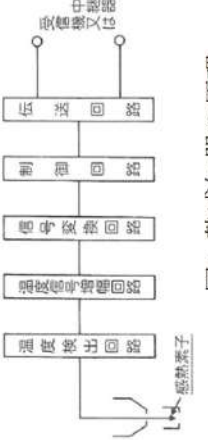
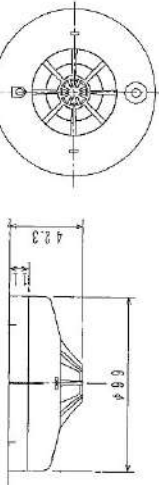
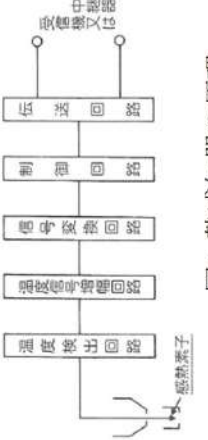
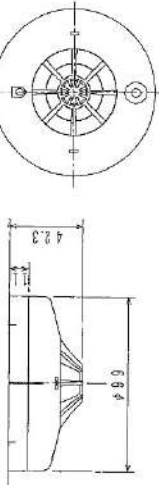
泊発電所3号炉における火災感知設備の基本設計方針						
設置対象区域 又は区画	具体的区域	周囲の環境条件と 感知器の選定方針	種類	アナログ式/ 非アナログ式	非アナログ式 火災感知器の特徴 及び優位点	設備環境を踏まえた 火災感知器の 誤作動防止対策
放射性廃棄物処 理建屋	放射性廃棄物 処理建屋	<ul style="list-style-type: none"> ・ 消防法施行規則に則り煙感知器、熱感知器および炎感知器を設置 ・ 炎感知器は非アナログ式であるが、炎が発する赤外線を感じた時点で感知することができ、火災の早期感知に優位性がある 	① 煙感知器	アナログ式 ^{※1}	—	—
			③ 熱感知器	アナログ式 ^{※1}	—	—
			⑥ 炎感知器 (赤外線)	非アナログ式 (アナログ式炎感知器が存在しないため)	<ul style="list-style-type: none"> ・ 炎感知器は炎から放出される熱エネルギーの特有の波長成分とちらつきを赤外線により検出 ・ 非アナログ式の火災感知器であるが、火災の感知に時間遅れがなく、火災の早期感知が可能 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 火災特有の性質を検出する赤外線方式を採用 ・ 外光が当たらず、高温物質が近傍にない箇所に設置

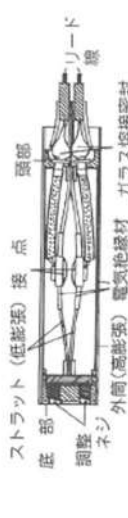
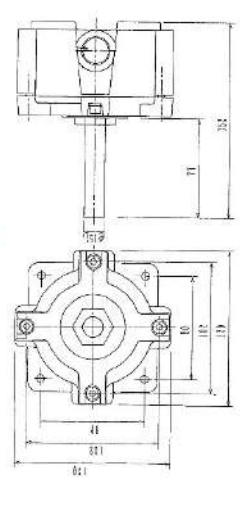
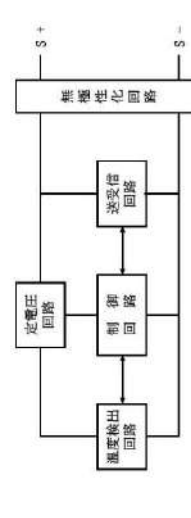
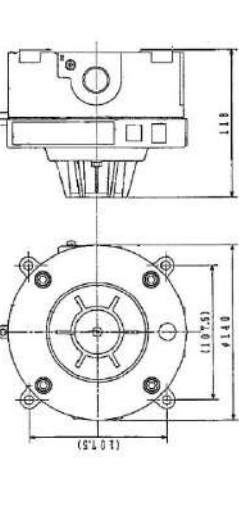
※1 ここである「アナログ式」は、平常時の（温度、煙の濃度）を監視し、かつ火災現象（急激な温度や煙の濃度を上昇を）把握することができ機能を持つものと定義する。

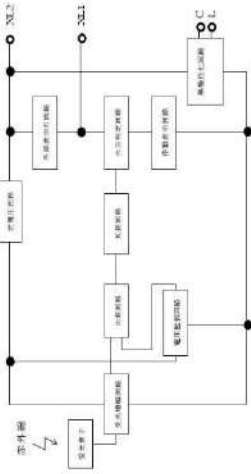
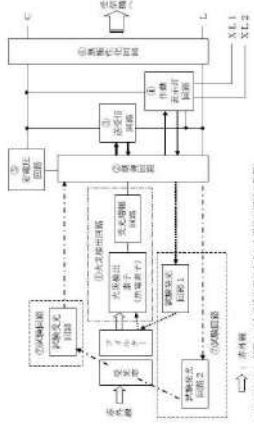
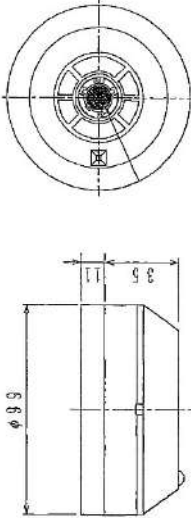
○火災感知設備の型式毎の原理と特徴

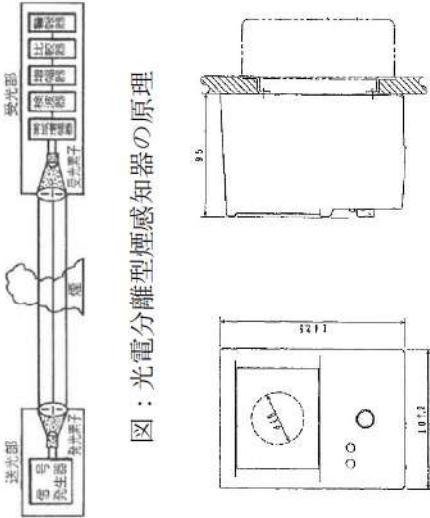
型式	原理と特徴	適応箇所	アナログ／非アナログ	放射線の影響	概要図
<p>① 煙感知器</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 感知器内に煙が取込まれると、発光素子の光が煙によって散乱し、受光素子に光が当たることによって煙を感知する。 ・ 炎が生じる前の発煙段階からの煙の早期感知が可能である。 <p>【適応高さの例】 20m 未満 【設置範囲の例】※1 75 m²又は150 m²あたり1個</p>	<p>適切な場所</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 小空間（室内） ・ 大空間（通路等） <p>不適な場所</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ ガス・蒸気等が日常的に発生する場所 	<p>アナログ式</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 検知素子から出力される信号は連続的であり、この信号を連続的に処理することが可能な制御器等がある。 ・ 受信機では平常時の状態を監視し、急激な温度上昇の把握が可能である。 	<p>感知器内部に半導体基板を使用していることから放射線の可能性がある。</p>	 <p>概要図</p> <p>図：煙感知器の原理</p>  <p>図：煙感知器外形</p>

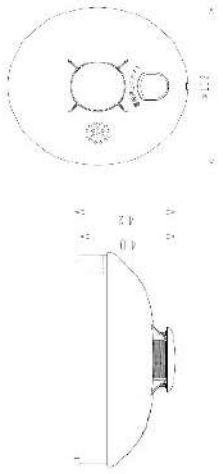
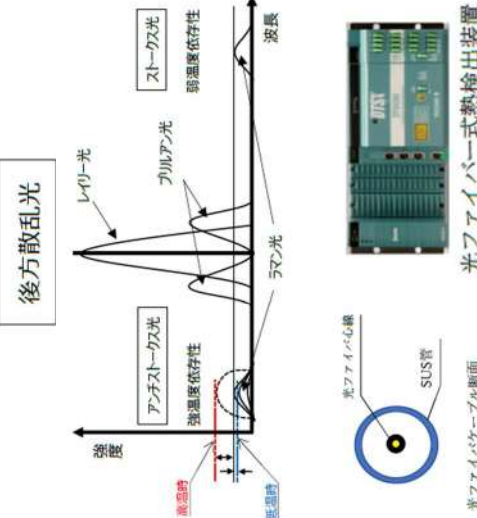
型式	原理と特徴	適応箇所	アナログ／非アナログ	放射線の影響	概要図
<p>② 防爆型煙感知器</p>	<p>【イオン化式スポット型煙感知器（本質安全防爆型）】</p> <ul style="list-style-type: none"> 煙を検出するために感知器にイオン室を設け、煙がイオン室に流入したときのイオン電流の変化を火災信号に変換することで煙を感知する。 炎が生じる前の発煙段階からの煙の早期感知が可能である。 正常時および事故時に発生する電気火花や温度上昇が爆発性ガスに点火しない構造 <p>【光電式スポット型感知器（耐圧防爆型）】</p> <ul style="list-style-type: none"> 感知器内に煙が取込まれると、発光素子の光が煙によって散乱し、受光素子に光が当たることによって煙を感知する。 炎が生じる前の発煙段階からの煙の早期感知が可能である。 全閉構造であり可燃性ガス又は引火性の蒸気が感知器内部に侵入して爆発を生じた場合に、爆発による火災が当該火災感知器の外部のガス又は蒸気に点火しない。 	<p>適切な箇所</p> <ul style="list-style-type: none"> 引火性又は発火性の形成を恐れる場所がある場所 <p>不適な場所</p> <ul style="list-style-type: none"> 湿気が多い場所 	<p>非アナログ式</p> <ul style="list-style-type: none"> 検知素子から出力される信号は連続的であるが、防爆型においては、この信号を連続的に処理することが可能なシステムが開発されていない。 受信機では火災発生信号のみ表示可能である。 	<p>感知器内部に半導体基板を使用していることから放射線による可能性がある</p>	<p>概要図</p>  <p>図：イオン化式スポット型煙感知器の原理</p>  <p>図：イオン化式スポット型煙感知器の外形図</p>  <p>図：光電式スポット型感知器（耐圧防爆型）の原理</p>  <p>図：光電式スポット型感知器（耐圧防爆型）の外形図</p>

<p>型式</p> <p>③ 熱感知器</p>	<p>原理と特徴</p> <ul style="list-style-type: none"> 温度検知素子により感知器周辺の雰囲気温度を検知する。 炎が生じ、温度上昇した場合に火災として感知する。 <p>【適応高さの例】 8m 未満 【設置範囲の例】※1 15 m²～70 m²あたり1個</p>	<p>適応箇所</p> <p>適切な場所 ・小空間（室内）</p> <p>不適な場所 ・火災源からの距離が離れており、温度上昇が遅いと考えられる場合</p>	<p>アナログ／非アナログ</p> <p>アナログ式</p> <ul style="list-style-type: none"> 検知素子から出力される信号は連続的であり、この信号を連続的に処理することが可能な制御器等がある。 受信機では平常時の状態を監視し、急激な温度上昇の把握が可能である。 	<p>放射線の影響</p> <p>感知器内部に半導体基板を使用していることから放射線による故障の可能性がある。</p>	<p>概要図</p>  <p>図：熱感知器の原理</p>  <p>図：熱感知器の外形図</p>
<p>④ 熱感知器</p>	<p>原理と特徴</p> <ul style="list-style-type: none"> 膨張係数の大きい金属の外筒と膨張係数の小さいストラットを組合せ、その膨張係数の差によつて接点を閉じて火災として感知する。 炎が生じ、温度上昇した場合に火災として感知する。 	<p>適応箇所</p> <p>適切な場所 ・小空間（室内）</p> <p>不適な場所 ・火災源からの距離が離れており、温度上昇が遅いと考えられる場合</p>	<p>非アナログ式</p> <ul style="list-style-type: none"> 感知器から出力される信号は接点のオンオフのみである。 受信機では火災発生信号のみ表示可能である。 	<p>感知器内部に半導体を使用していないため、放射線による故障する可能性はない。</p>	<p>図：熱感知器の原理</p>  <p>図：熱感知器の外形図</p>  <p>図：熱感知器の外形図</p>

型式	原理と特徴	適応箇所	アナログ／非アナログ	放射線の影響	概要図
<p>⑤ 防爆型熱感知器</p>	<p>【防爆型熱感知器】</p> <ul style="list-style-type: none"> 膨張係数の大きい金属の外筒と膨張係数の小さいストラットを組合せ、その膨張係数の差によって接点を閉じて火災として感知する。 炎が生じ、温度上昇した場合に火災として感知する。 全閉構造であり可燃性ガス又は引火性の蒸気が感知器内部に進入して爆発を生じた場合に、当該感知器が爆発圧力に耐え、かつ、爆発による火災が当該火災感知器の外部のガス又は蒸気に点火しない。 <p>【防爆型熱感知器（自動試験機能付き）】</p> <ul style="list-style-type: none"> 温度検知素子により感知器周辺の雰囲気温度を検知する。 炎が生じ、温度上昇した場合に火災として感知する。 全閉構造であり可燃性ガス又は引火性の蒸気が感知器内部に進入して爆発を生じた場合に、当該感知器が爆発圧力に耐え、かつ、爆発による火災が当該火災感知器の外部のガス又は蒸気に点火しない。 	<p>適切な場所</p> <ul style="list-style-type: none"> 引火性又は発火性の雰囲気形成をおそれる場所がある場所 <p>不適な場所</p> <ul style="list-style-type: none"> 火災源からの距離が離れており、温度上昇が遅いと考えられる場合 	<p>非アナログ式</p> <ul style="list-style-type: none"> 感知器から出力される信号は接点のオンオフのみである。 受信機では火災発生信号のみ表示可能である。 なお、温度検知素子により感知する防爆型の感知器は開発されていない。 	<p>【防爆型熱感知器】</p> <ul style="list-style-type: none"> 感知器内部に半導体を使用していないため、放射線による故障の可能性はない。 <p>【防爆型熱感知器（自動試験機能付き）】</p> <ul style="list-style-type: none"> 感知器内部に半導体基板上を使用していることから放射線により故障の可能性はある。 	<p>概要図</p>  <p>図：防爆型熱感知器の原理</p>  <p>図：防爆型熱感知器の外形図</p>  <p>図：防爆型熱感知器（自動試験機能付き）の原理</p>  <p>図：防爆型熱感知器（自動試験機能付き）の外形図</p>

型式	<p>⑥ 炎感知器 (赤外線式) (自動試験機能付きを含む)</p>	<p>原理と特徴</p> <ul style="list-style-type: none"> 偏光フィルタ及び受光素子により炎特有の波長の赤外線及びびらつきを検知する。 炎が生じた時点で感知することから早期の火災感知が可能である。 平常時より炎の波長の有無を連続監視し、火災現象(急激な環境変化)を把握でき、感知原理に「赤外線式」(物質の燃焼時に発生する特有な放射エネルギーの波長帯を検知した場合のみ発報する)が採用されている。 <p>【適用高さの例】 20m 以上</p>	<p>適応箇所</p> <p>適切な場所 (屋内)</p> <ul style="list-style-type: none"> 大空間 <p>不適な場所</p> <ul style="list-style-type: none"> 構造物等が多い場所 天井が低く、監視空間が小さい場所 	<p>アナログ/非アナログ</p> <p>非アナログ式</p> <ul style="list-style-type: none"> 検知素子から出力される信号は連続的であるが、炎感知器においては、この信号を連続的に処理することが可能なシステムが開発されていない。 受信機では火災発生信号のみ表示可能である。 	<p>放射線の影響</p> <p>感知器内部に半導体基板を使用していることから放射線により故障の可能性がある。</p>	<p>概要図</p>  <p>図：炎感知器 (赤外線式) の原理</p>  <p>図：炎感知器 (赤外線式) 自動試験機能付きの原理</p>  <p>図：炎感知器 (赤外線式) の外形図</p>
----	------------------------------------	---	--	--	---	--

型式	<p>⑦ 光電分離型 煙感知器</p>	原理と特徴	<p>適切な場所 ・ 大空間（屋 内）</p> <p>不適な場所 ・ ガス・蒸気 等が日常的 に発生する 場所</p>	アナログ／非アナログ	<p>アナログ式</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 検知素子から出力され、この信号を連続的に処理することが可能な制御器等がある。 ・ 受信機では平常時の状態を監視し、急激な温度上昇の把握が可能である。 	放射線の影響	<p>感知器内部に半導体基板を使用していることから放射線の影響がある。</p>	概要図	 <p>図：光電分離型煙感知器の原理</p> <p>図：光電分離型煙感知器の外形図</p>
----	-----------------------------	-------	---	------------	--	--------	---	-----	--

型式	原理と特徴	適応箇所	アナログ／非アナログ	放射線の影響	概要図
<p>⑧ 煙検出装置</p>	<ul style="list-style-type: none"> 検出装置内に煙が取込まれると、発光素子の光が煙によって散乱し、受光素子に光が当たることによって煙を感じる。 炎が生じる前の発煙段階からの煙の早期検知が可能である。 	<p>適切な場所</p> <ul style="list-style-type: none"> 小空間（室内） <p>不適な場所</p> <ul style="list-style-type: none"> ガス・蒸気等が日常的に発生する場所 	<p>非アナログ式</p> <p>検知素子での検知は連続的であり、監視しているが盤に接続する検知器ではないため、信号の処理はできない。</p>	<p>感知器内部に半導体基板を使用していることから放射線により故障の可能性がある。</p>	 <p>図：煙検出装置の外形図</p>
<p>⑨ 光ファイバー式熱検出装置</p>	<ul style="list-style-type: none"> 光ファイバケーブルにパルス光を入射すると、その光は光ファイバセンサー中で散乱を生じながら進行する。その散乱光の一つであるラマン散乱光には温度依存性があり、これを検知することにより温度を監視する。 光ファイバケーブルにパルス光を入射してから、発生した後方ラマン散乱光が入射端に戻ってくるまでの往復時間を測定することで、散乱光が発生した位置（火災源）を検知可能である。 	<p>適切な場所</p> <ul style="list-style-type: none"> 火災源の近傍（火災源直上） <p>不適な場所</p> <ul style="list-style-type: none"> 火災源からの距離が離れており、温度上昇が遅いと考えられる場所 	<p>アナログ式</p> <ul style="list-style-type: none"> 光ファイバケーブルからの信号は連続的であり、この信号を連続的に処理することが可能な制御器等がある。 監視端末では平常時の状態を監視し、急激な温度上昇の把握が可能である。 	<p>感知部（光ファイバケーブル）は放射線の影響を受けない。</p>	 <p>図：光ファイバー式熱検出装置の概要</p>



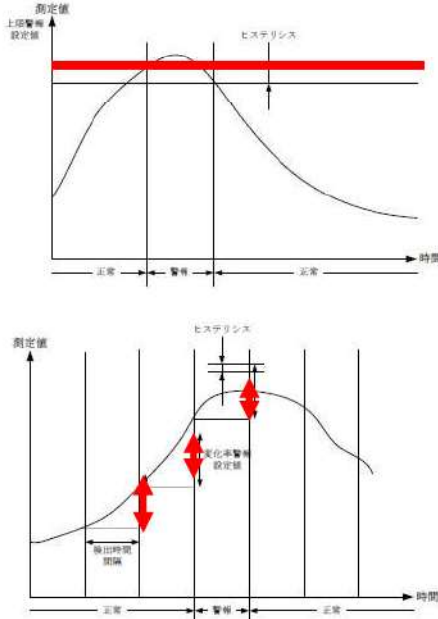
※1；消防法施行規則第二十三条で定める設置範囲による

光ファイバー式熱検出装置の仕様及び動作原理について

1. はじめに

泊発電所 3 号炉の中央制御室及び安全系計装盤室床下のフロアケーブルダクトにおいては、周囲の環境条件等を考慮し、火災を早期に検知するために光ファイバー式熱検出装置を設置する。光ファイバー式熱検出装置の仕様及び動作原理を以下に示す。

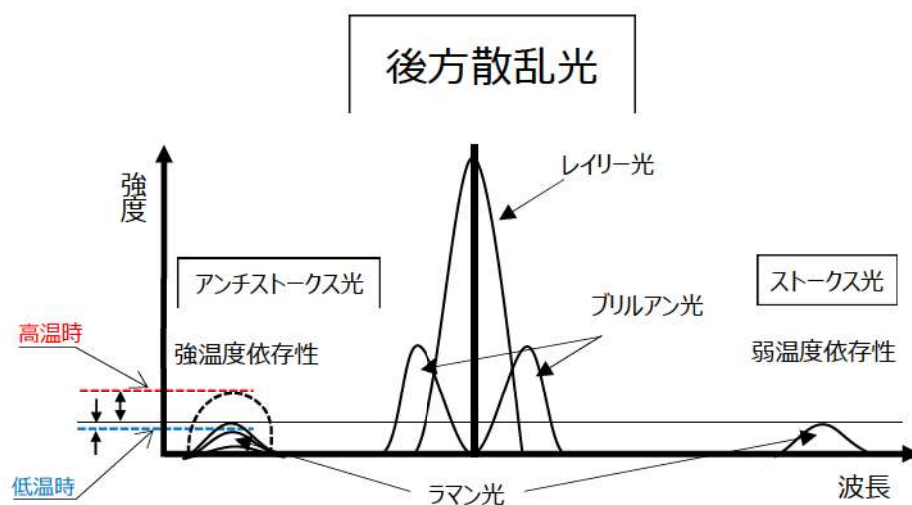
2. 仕様

	仕様	概要図
光ファイバケーブル	<ul style="list-style-type: none"> ・測定範囲 $-20.0^{\circ}\text{C}\sim 150.0^{\circ}\text{C}$ ・SUS管被覆付き光ファイバ ・SUS管 外径 2.0mm 内径 1.6mm ・光ファイバ 外径 0.7mm 	 <p>光ファイバケーブル断面</p>
光ファイバ式熱検出装置	<ul style="list-style-type: none"> ・光ファイバケーブル敷設方向に対して 1 m毎の分解能 ・測定可能範囲：$-200.0^{\circ}\text{C}\sim 800.0^{\circ}\text{C}$ ・表示サンプリング周期 1分以内 ・非常用所内電源から給電可能 ・無停電電源装置を設置 	 <p>光ファイバ式熱検出装置</p>
監視状況	<ul style="list-style-type: none"> ・ケーブル布設エリア毎に、0.1°C刻みで温度を表示 ・以下に示す、2種類の警報を発信 ○上限警報 <ul style="list-style-type: none"> ・温度測定値が上限警報設定値（例：60.0°C）を超えた場合警報を発信 ・測定エリア毎に、0.1°C刻みで任意に設定可能 ○温度上昇変化率警報 <ul style="list-style-type: none"> ・過去の温度測定値と現在の温度測定値とを比較し、温度上昇の変化率が一定温度（例 7.0°C）を超えた場合警報を発報 ・選択した複数個所の経時温度表示 	
光ファイバケーブル設置方法	<ul style="list-style-type: none"> ・監視対象物近傍の上部等にセンサ用光ファイバケーブルを敷設し、火災の早期感知を図る。 	

3. 温度測定及び位置特定の原理

(1) 温度測定の原理

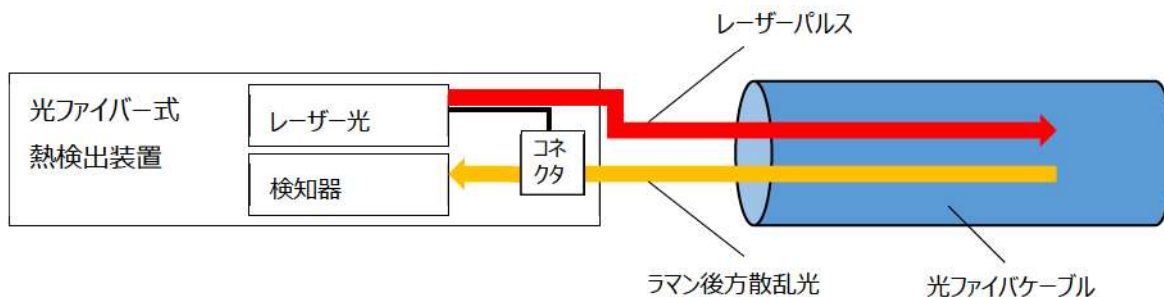
入射光は、光ファイバケーブル内の分子によって散乱され、一部の散乱光は波長（周波数）がシフトする。このうちラマン散乱光と呼ばれる散乱光は温度依存性を有している。ラマン散乱光にはストークス光とアンチストークス光があり、温度依存性の強いアンチストークス光と温度依存性の弱いストークス光の後方散乱光強度の比を測定し温度を測定することができる。（第1図）



第1図：温度測定の原理

(2) 位置特定の原理

位置情報は第2図のように光ファイバ式熱検出装置内の光源より出射した光パルスの後方散乱光が検知器に到達するまでの遅延時間を測定することにより、その後方散乱光の発生位置を特定することができる。



第2図：位置特定の原理

(3) ケーブル断線時の影響

正常時は1つのチャンネルから光ファイバケーブル敷設箇所の温度を測定しており、断線が発生した場合は、断線地点までの測定が可能である。断線時には早急に断線箇所を特定し、光ファイバケーブルの繋ぎ直し又は引き直しによる復旧を行う。

添付資料 3

泊発電所 3号炉における中央制御盤内の火災の早期感知について

泊発電所 3号炉における中央制御盤内の火災の早期感知について

1. はじめに

泊発電所3号炉の中央制御盤について、火災の影響軽減対策として設置する火災感知器の選定について、以下のとおり検討した。

2. 中央制御盤（安全系コンソール）に設置する火災感知器について

他プラントの中央制御盤で採用している高感度煙検出装置は、実証試験において試験場（72.5m³）で高感度煙検出装置（アラーム設定値：0.08%）が動作した際には、ケーブルの損傷は非常に軽微であることが確認できており、確認されたケーブルの損傷程度以下で感知できるように、高感度煙検出装置1台あたりの面積が、試験場容積（72.5m³）未満となるように設置している。

中央制御盤（安全系コンソール）については、実証試験で確認したケーブルと同様のものを採用していること、容積が0.6m³（試験場容積の約1/120倍）（盤下部空間含む）と非常に小さいことから、実証試験で確認した高感度煙検出装置が作動する煙の発生量と同量の場合は、煙濃度も120倍になると考えられ、中央制御盤（安全系コンソール）内の煙濃度は9.6%※となり、煙検出装置（感度：10%）を設置した場合においてもケーブルの損傷が十分軽微な状態で、感知可能である。

実証試験と中央制御盤（安全系コンソール）との比較

	試験場での 試験結果	中央制御盤 (安全系コンソール)
感知器	高感度煙検出装置	煙検出装置
容積	72.5m ³	0.6m ³
感度	0.08%	10%

※中央制御盤（安全系コンソール）における煙濃度の換算

試験場（72.5m³）÷中央制御盤（安全系コンソール）（0.6m³）≒120

容積として、約120倍となり、同量の煙が発生すると仮定した場合、煙の濃度も

高感度煙検出装置（0.08%）×120倍=9.6%

となり、煙検出装置（感度：10%）でも、十分感知可能であると考ええる。

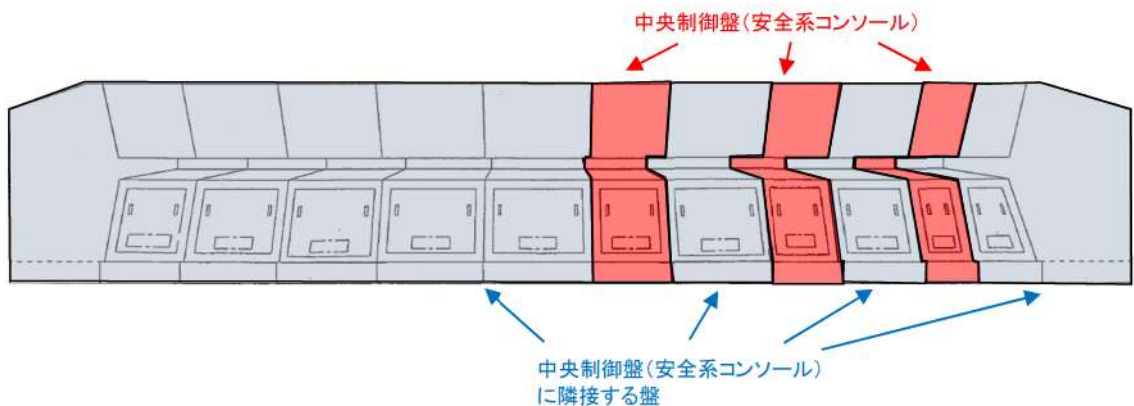


図-1 泊3号炉 中央制御盤配置

3. 隣接盤（中央制御盤（常用系コンソール）等）に設置する火災感知器について

中央制御盤（安全系コンソール）に隣接設置している中央制御盤（常用系コンソール）等へ煙検出装置を設置した場合について、「2. 中央制御盤（安全系コンソール）に設置する火災感知器について」と同様に各盤の容積より煙濃度を推定し、高感度感知器との比較を行った。

	感知器	容積	感度
試験場での試験結果	高感度煙検出装置	72.5m ³	0.08%
中央制御盤 (安全系コンソール)	煙検出装置	0.6m ³	10%
隣接盤※	煙検出装置	0.8m ³ (注)	10%

(注) 隣接盤は8台あるが、最大容積のものを比較対象とした。(隣接盤の容積は0.6~0.8m³)

※ 隣接盤における煙濃度の換算

試験場 (72.5m³) ÷ 隣接盤容積 (0.8m³) ≒ 91

容積として、約91倍となり、同量の煙が発生すると仮定した場合、煙の濃度も高感度煙検出装置 (0.08%) × 91 倍 = 7.3%

となり、煙検出装置 (感度: 10%) でも、高感度な感知が可能であると考えられる。

1. 高感度煙検出装置の性能について

泊発電所1, 2号炉では, 中央制御盤の容積(主盤: 約26.4m³, 所内盤他: 約97.9m³)は非常に大きく, 早期感知の観点から, 以下に示す実証試験の結果を踏まえ, 高感度煙検出装置を設置する予定としている。

1.1 高感度煙検出装置の性能確認

試験場にて供試体を電気ヒータで加熱し, 高感度煙検出装置で煙を早期に感知できるか否かを確認した。

【試験条件】

- ・試験場容積 72.5m³
- ・供試体加熱方法電気ヒータ加熱
- ・高感度煙検出装置アラーム設定 (0.08%/m)

1.2 性能確認結果

煙濃度 0.08%/m (高感度煙検出装置のアラーム設定値) 時点でのケーブルの損傷程度は以下の通りであり, 本試験結果を踏まえると, 高感度煙検出装置が作動した時点では, 未だ損傷の程度が軽微であることが確認できた。

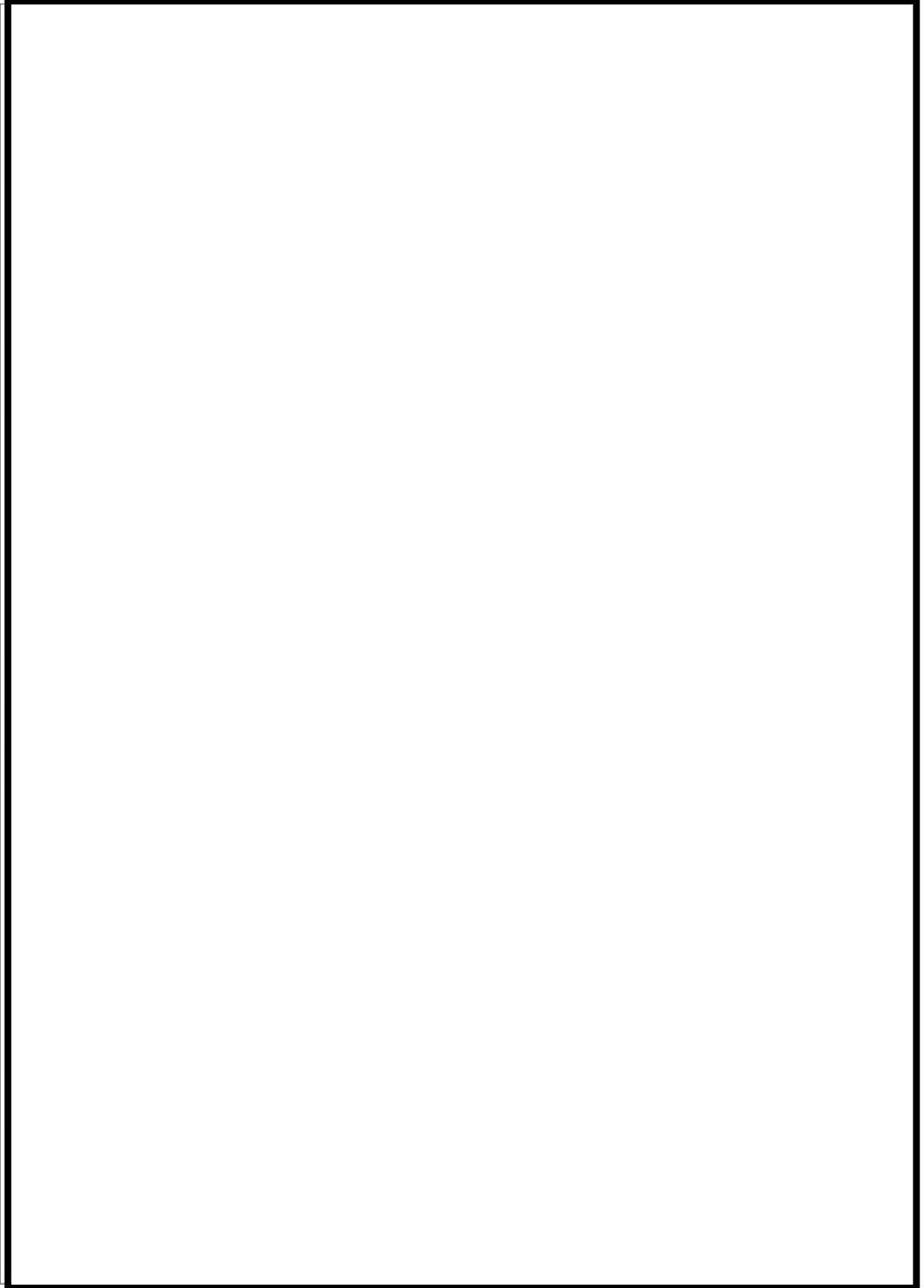
試験材料	供試体寸法	試験前の可燃物重量	0.08%/m 発報時の減少量	供試体の損傷の形態
テフロン電線	5cm×10本	1.87g	0.63g	溶融, 発煙
金属外装に収めたケーブル	5cm×5本	41.76g	0.35g	焼損(焦げ), 発煙
制御ケーブル	5cm×2本	12.12g	0.20g	焼損(焦げ), 発煙




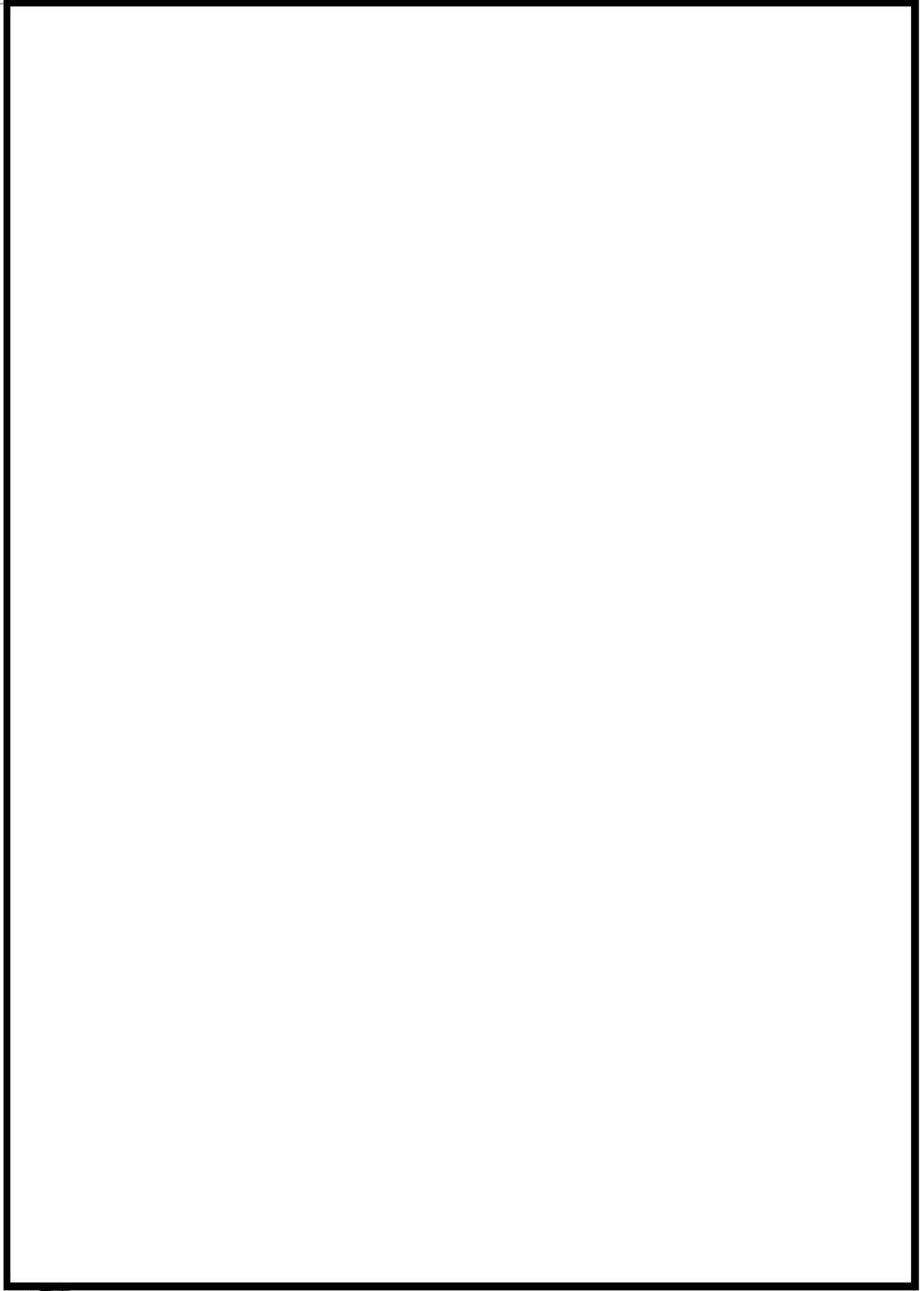
煙の発生状況

添付資料 4

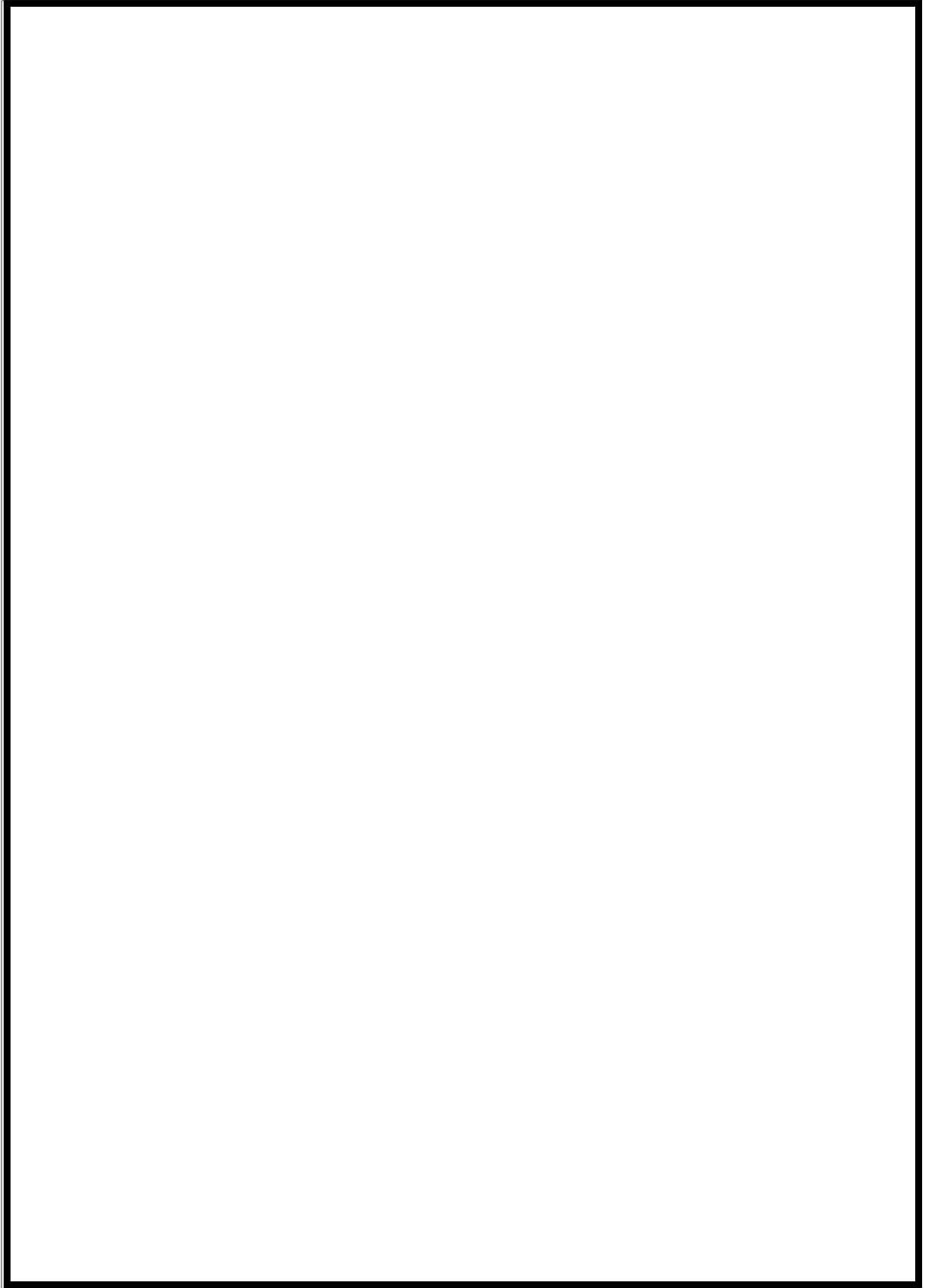
泊発電所 3号炉における
火災感知器の配置を明示した図面




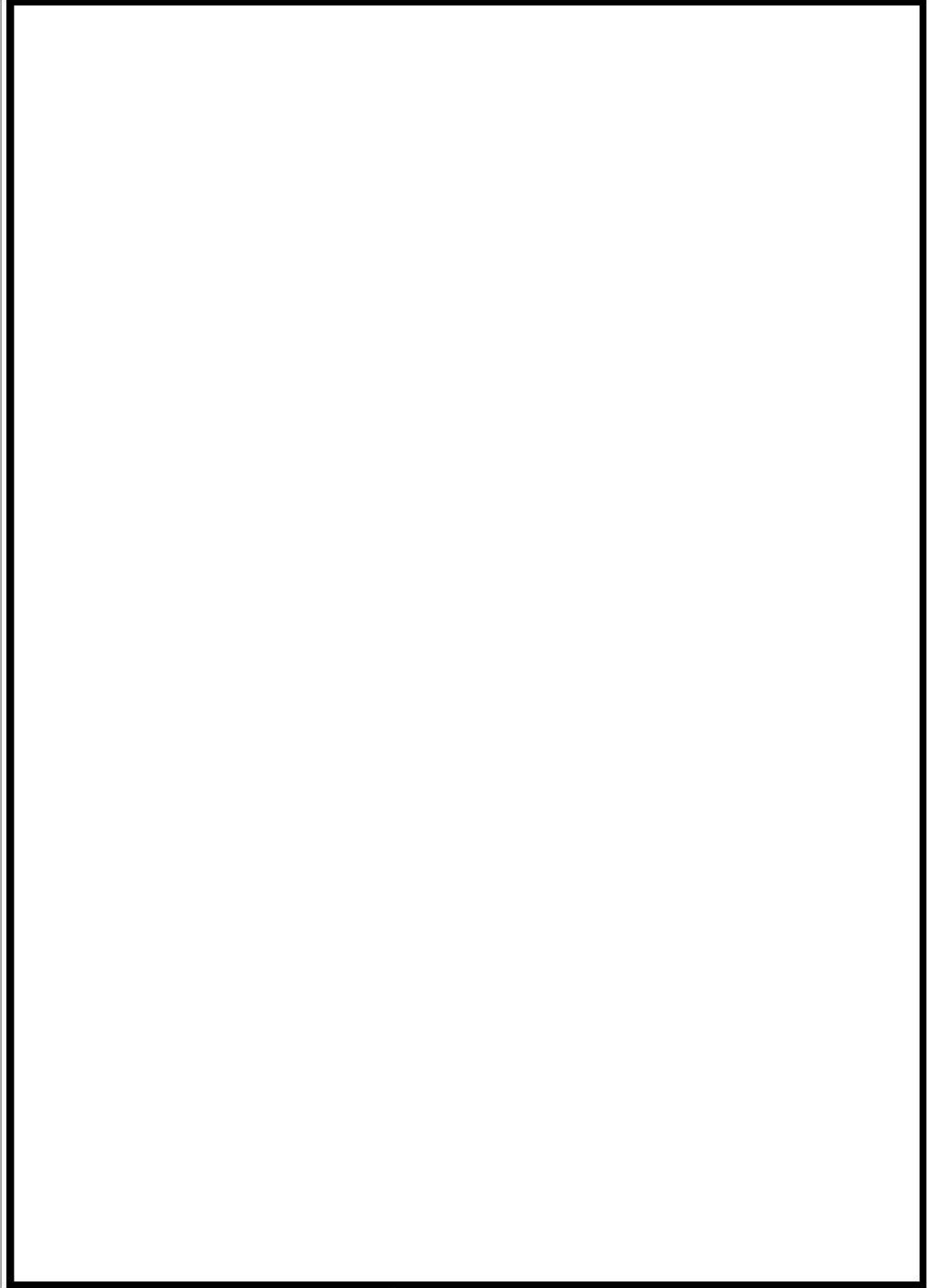
 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。



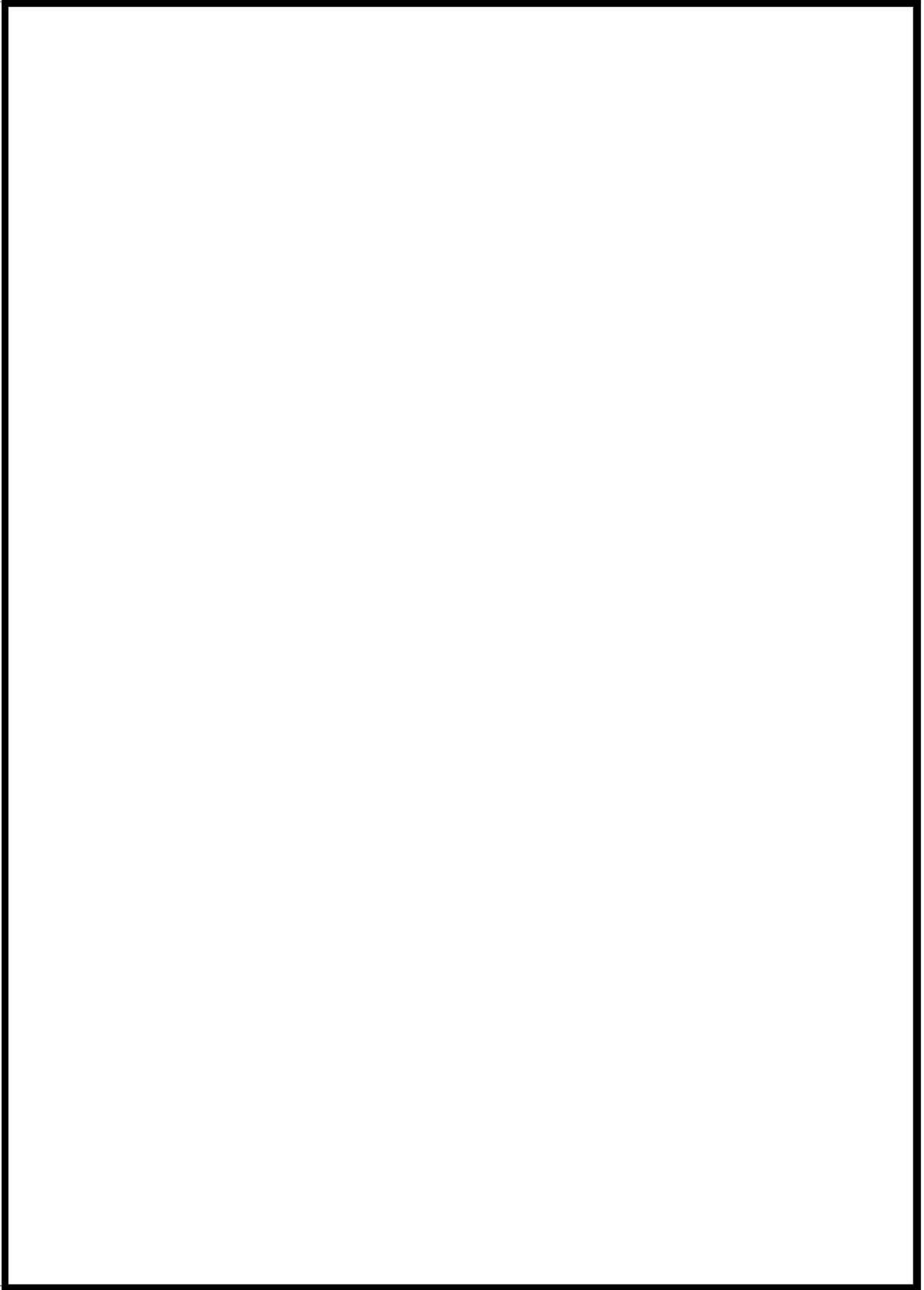
 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。




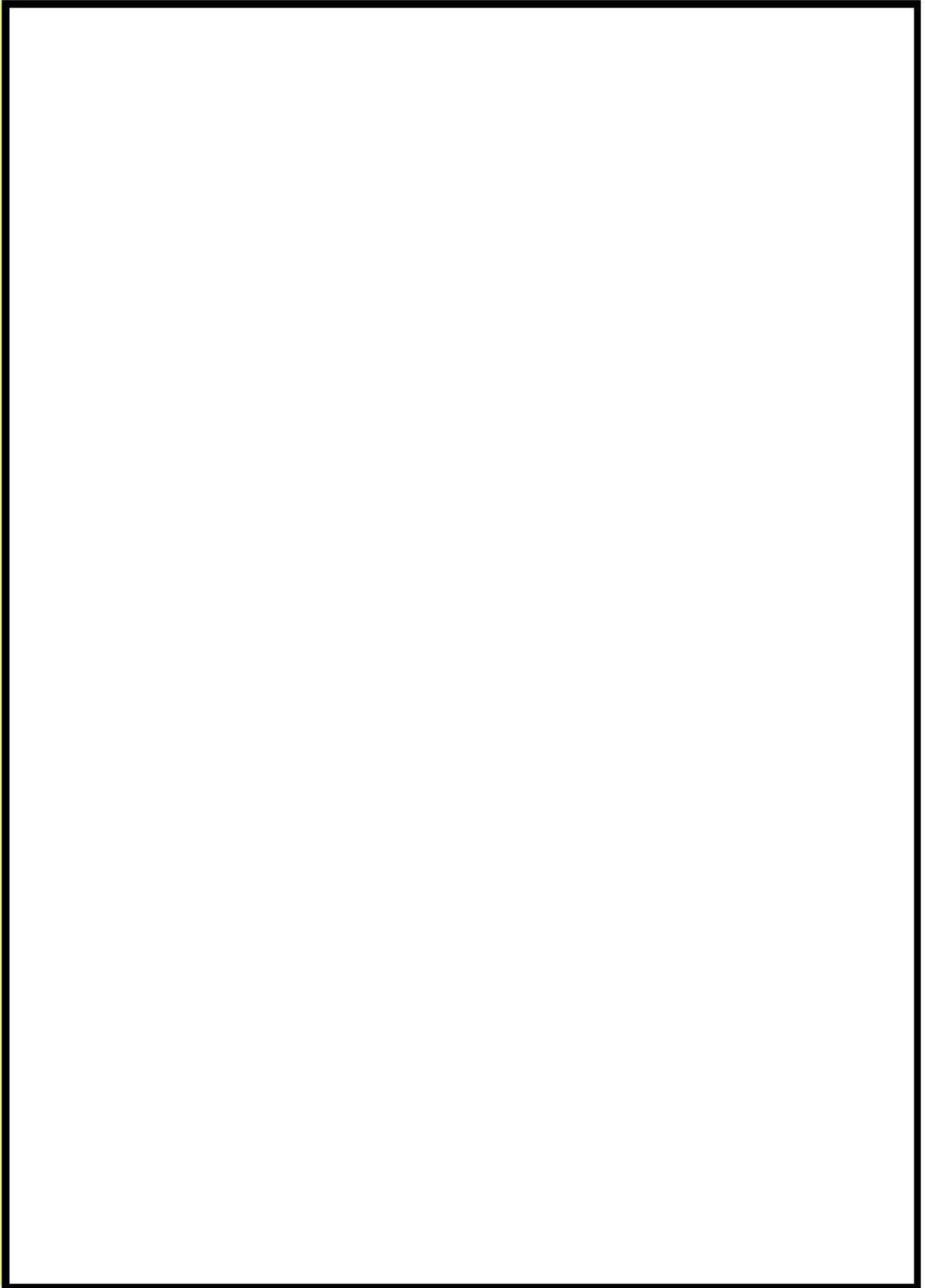
 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。




 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。

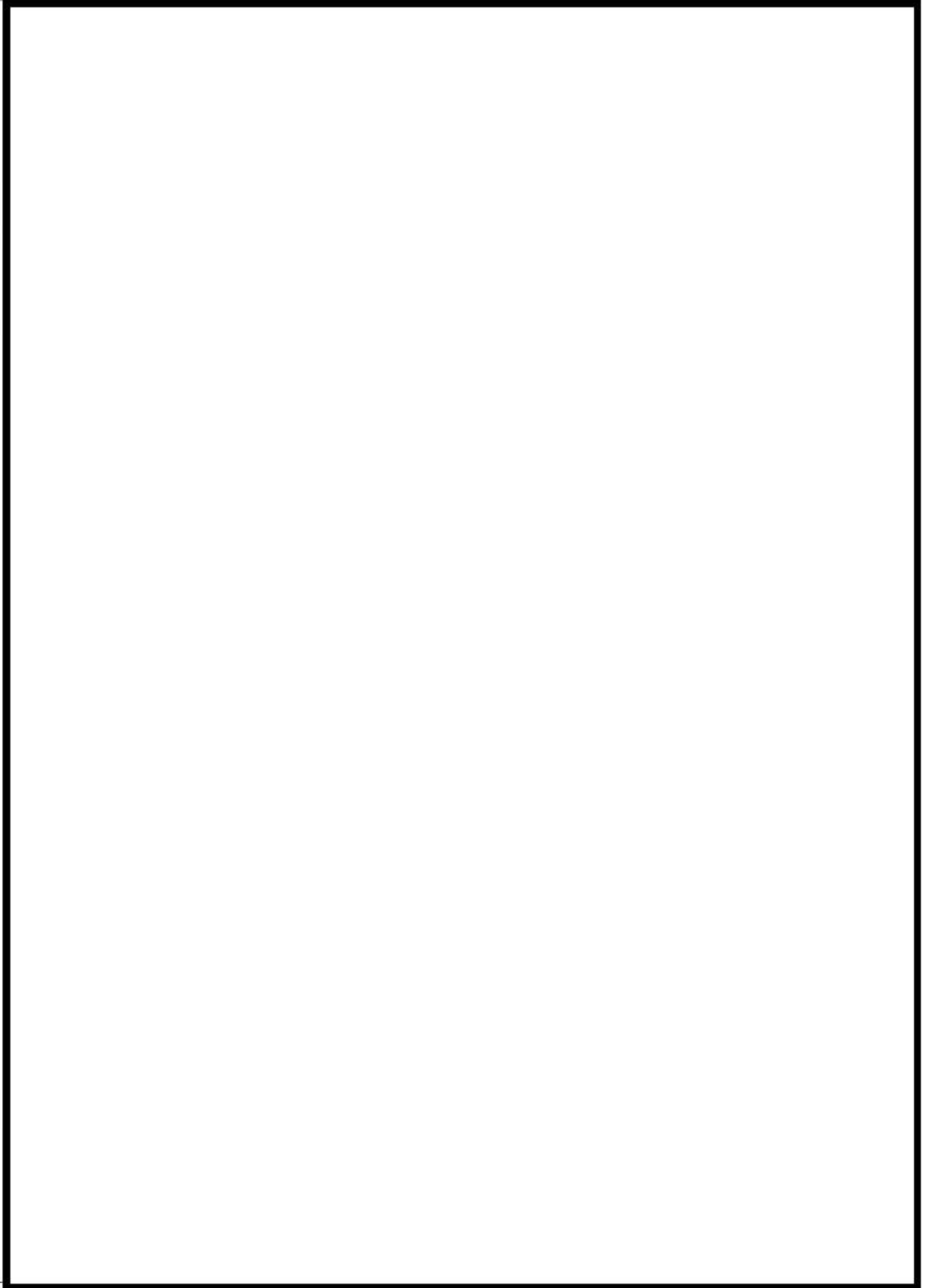



 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。



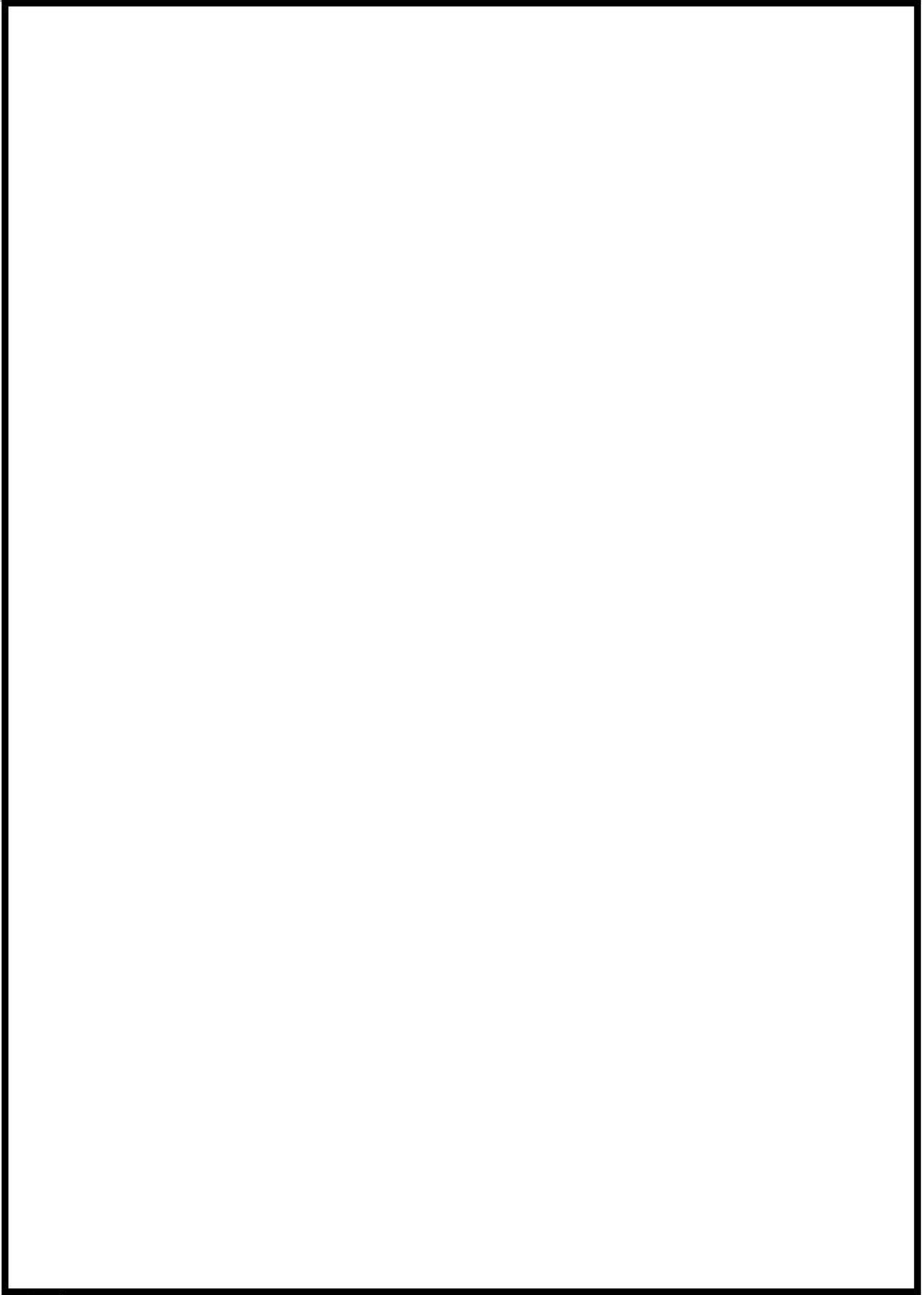
 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。


8 条-別 1-資 5-添 4-6



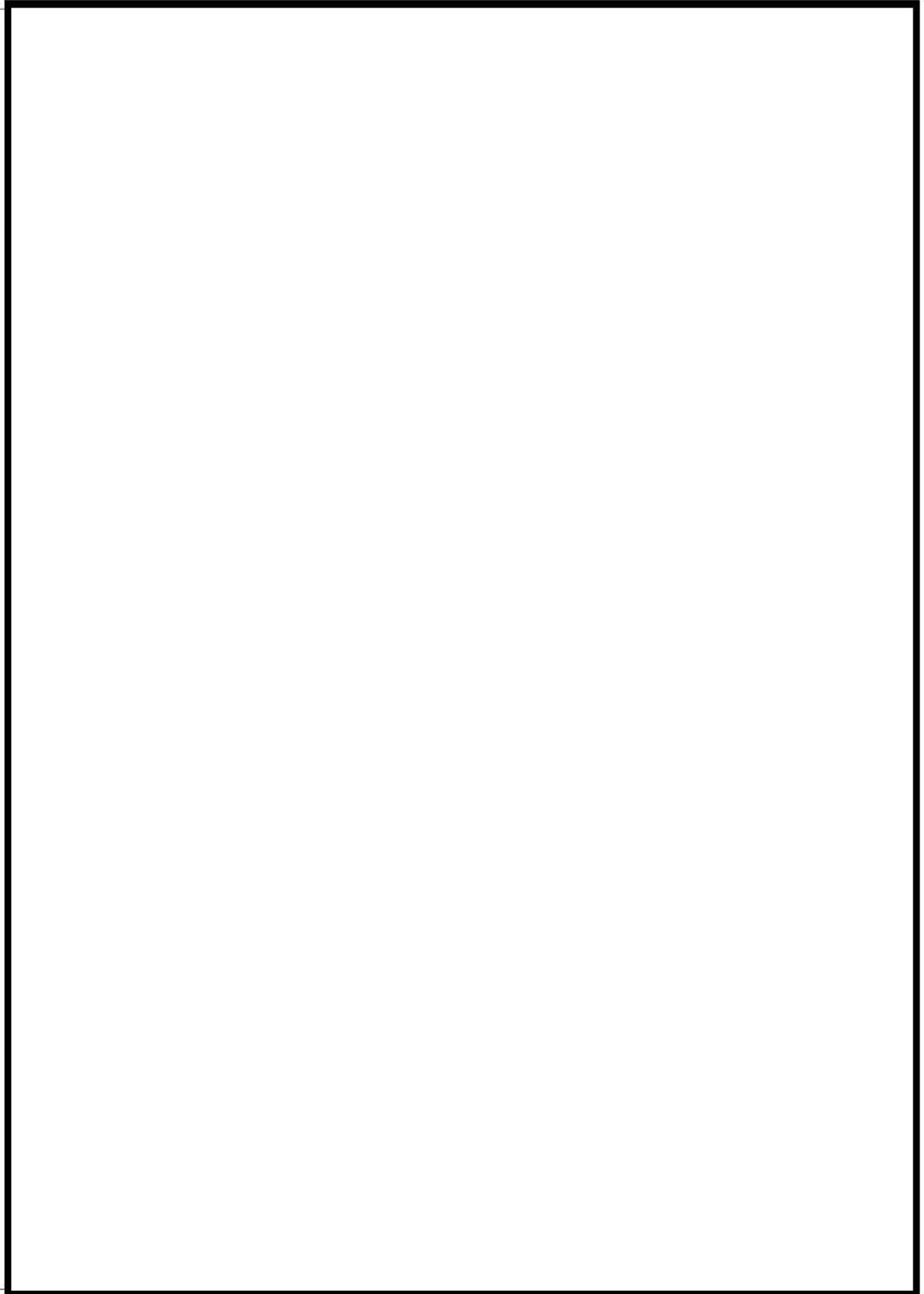
 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。


8条-別1-資5-添4-7



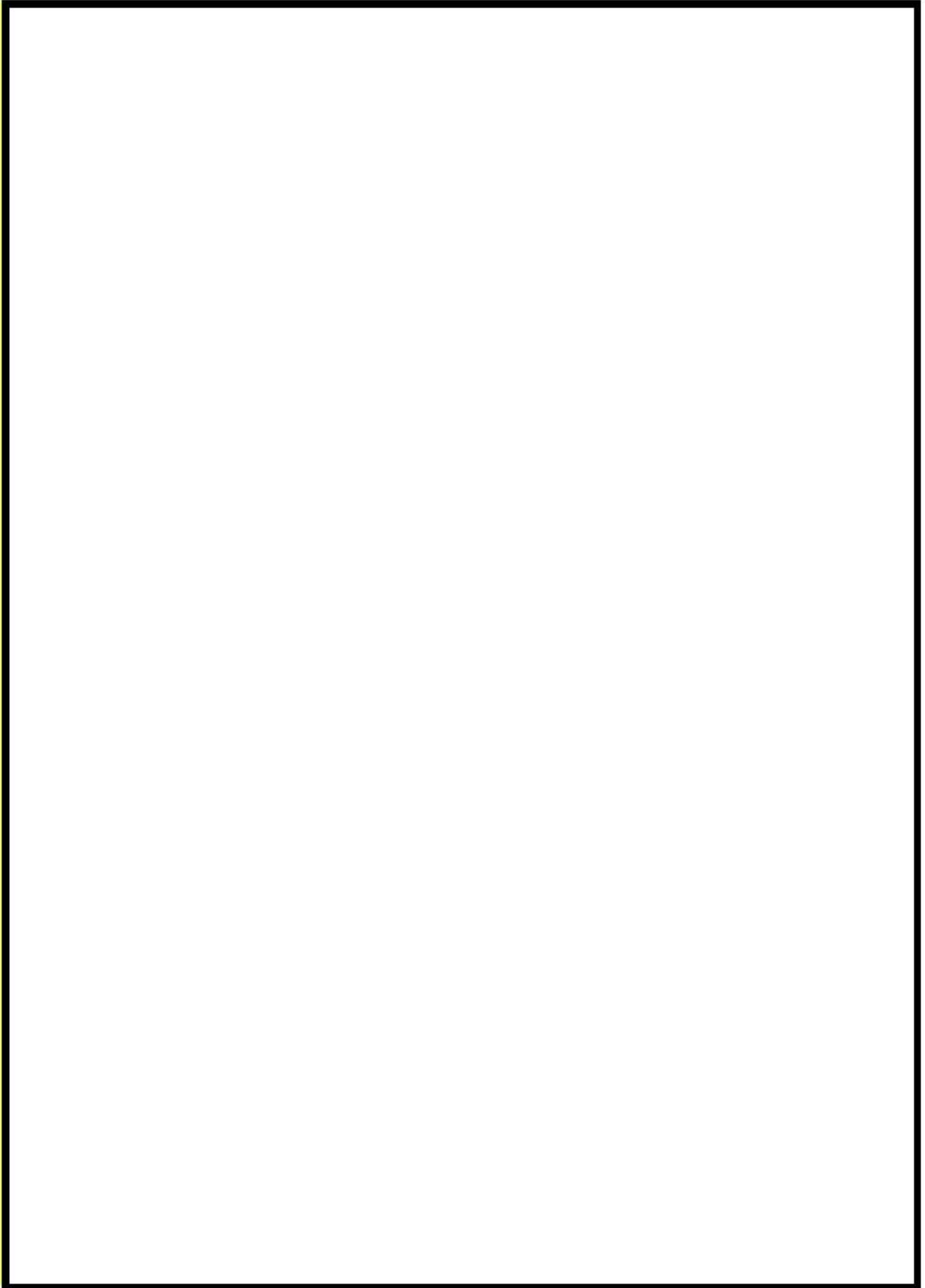
 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。


8条-別1-資5-添4-8



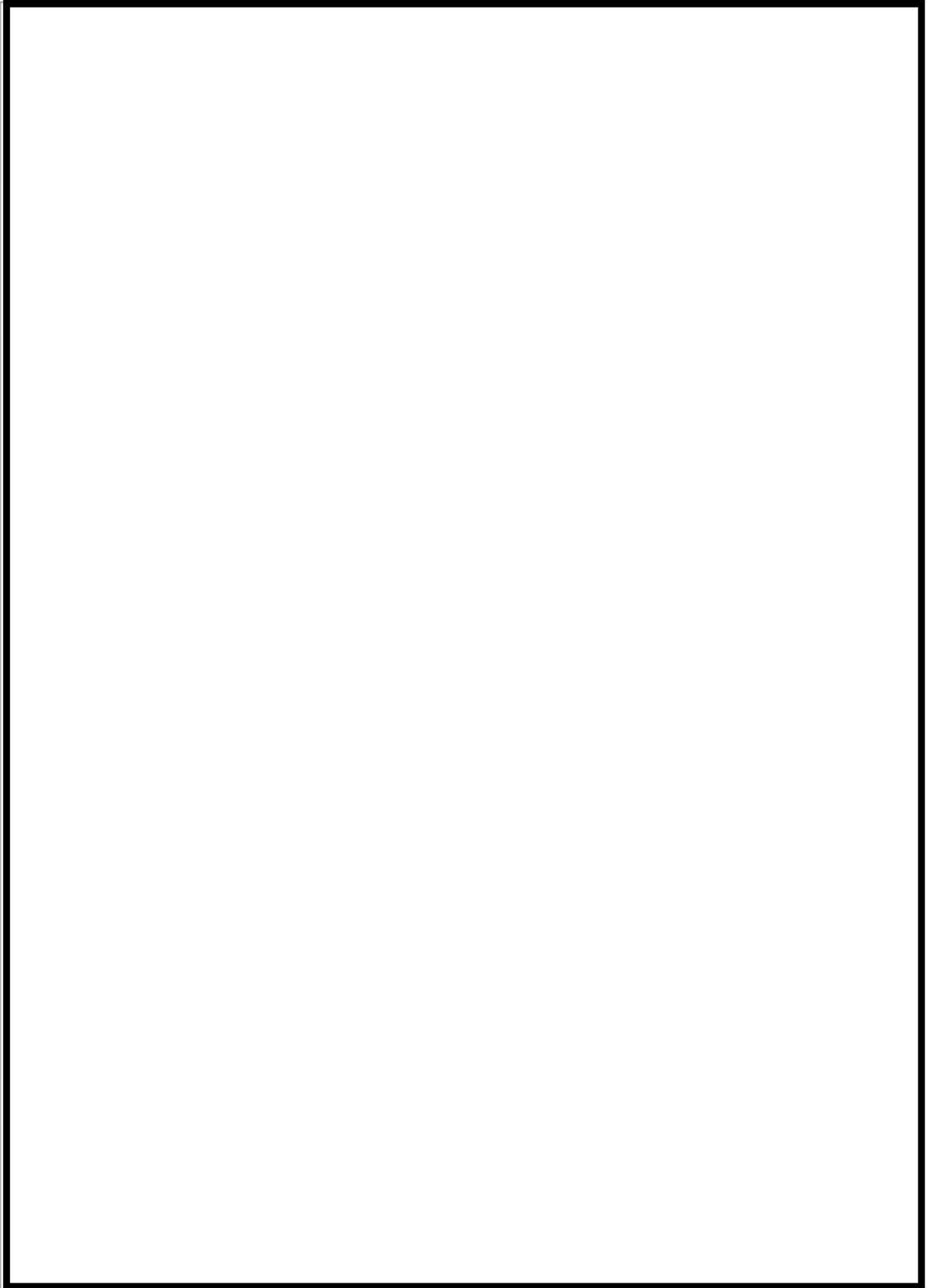
 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。

8条-別1-資5-添4-9



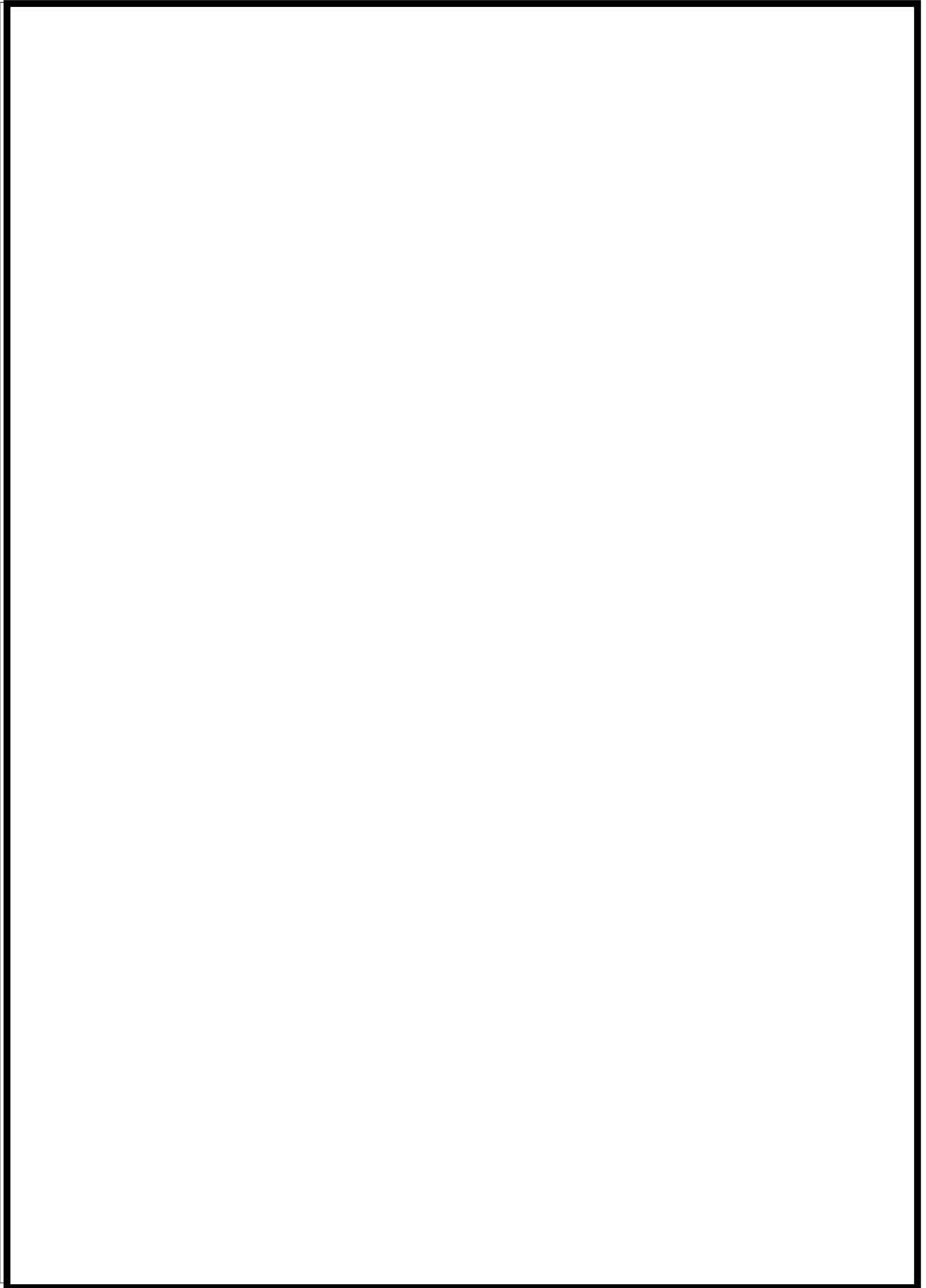
 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。


8 条-別 1-資 5-添 4-10



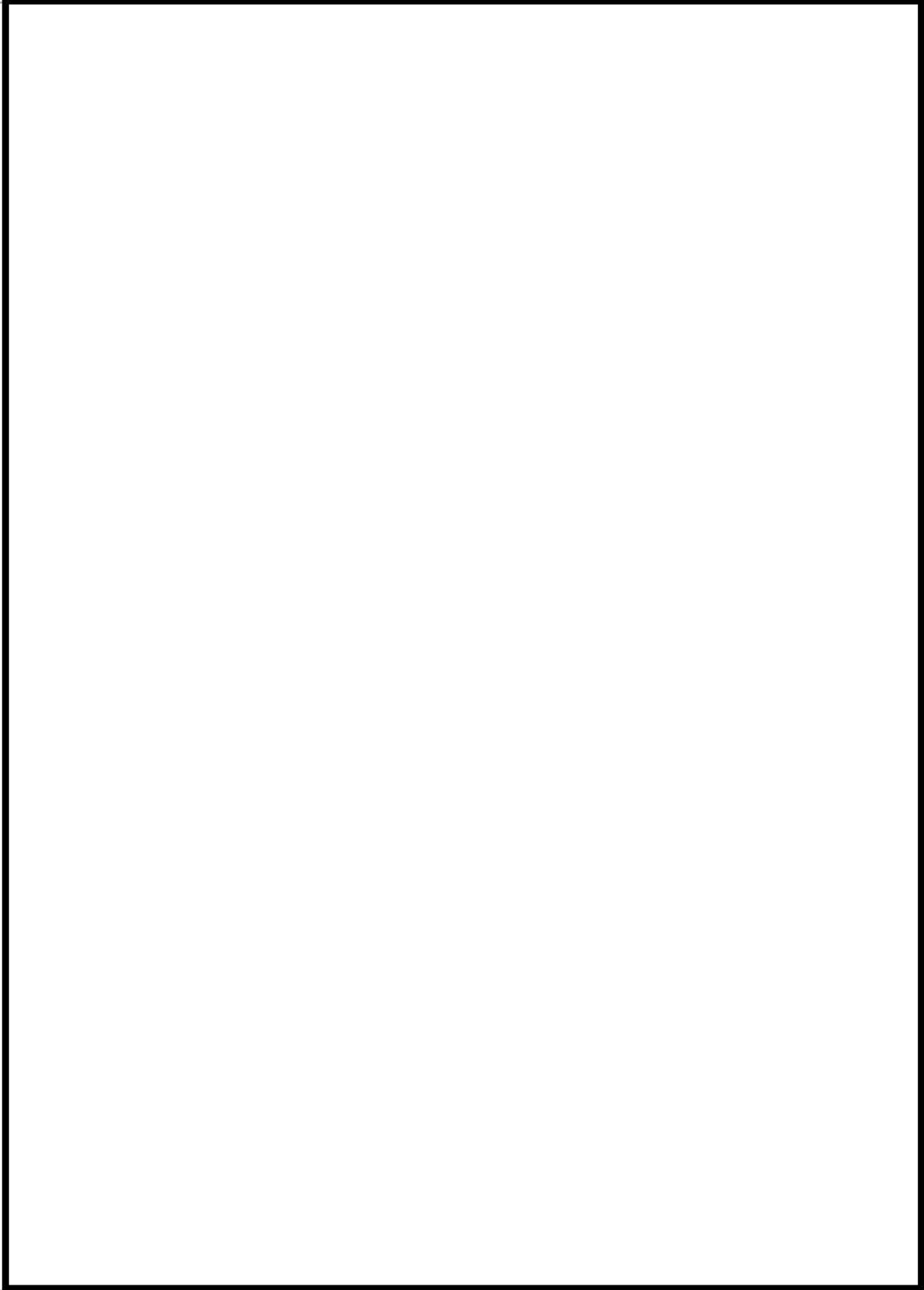
 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。

8 条-別 1-資 5-添 4-11



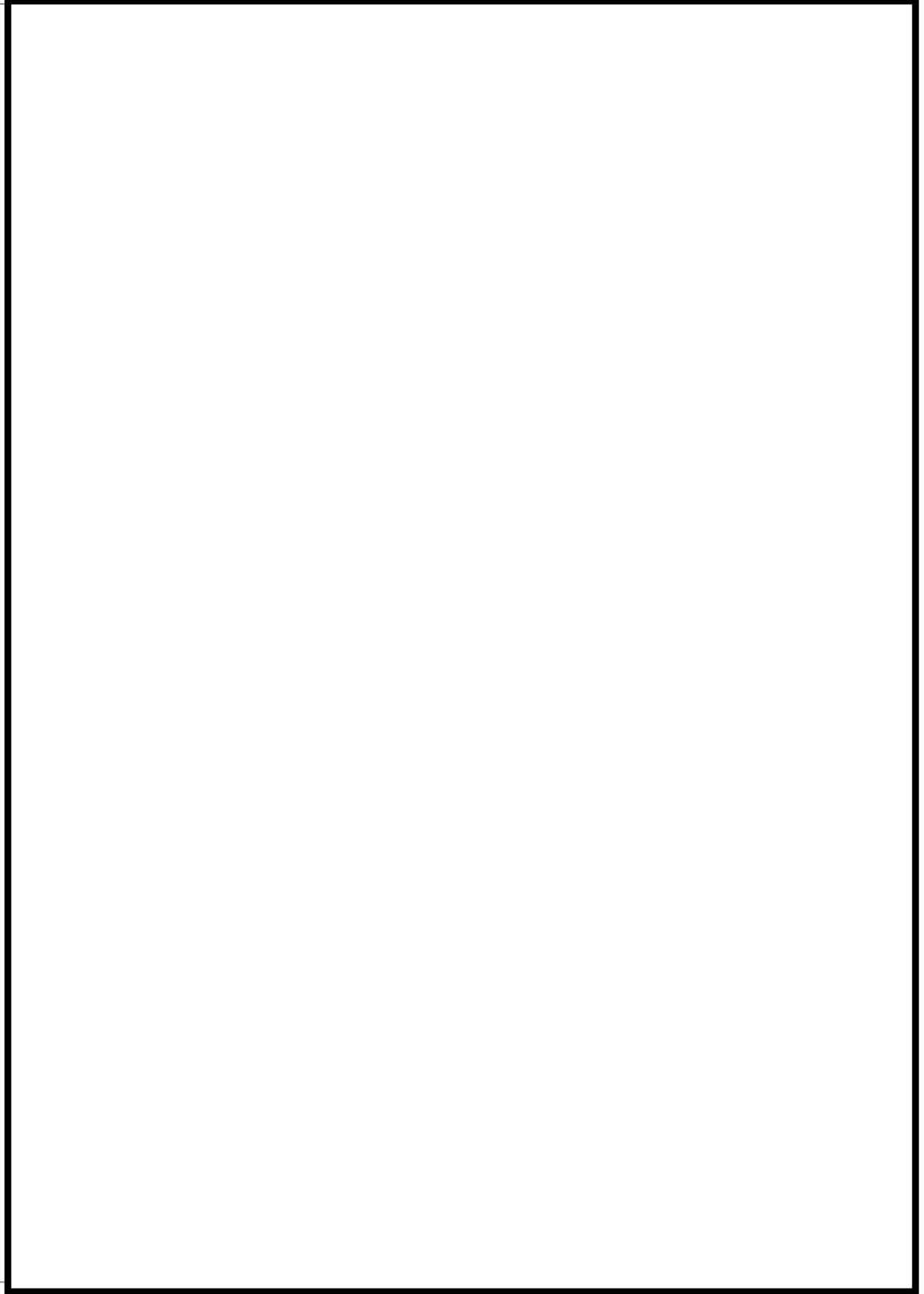
 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。


8 条-別 1-資 5-添 4-12



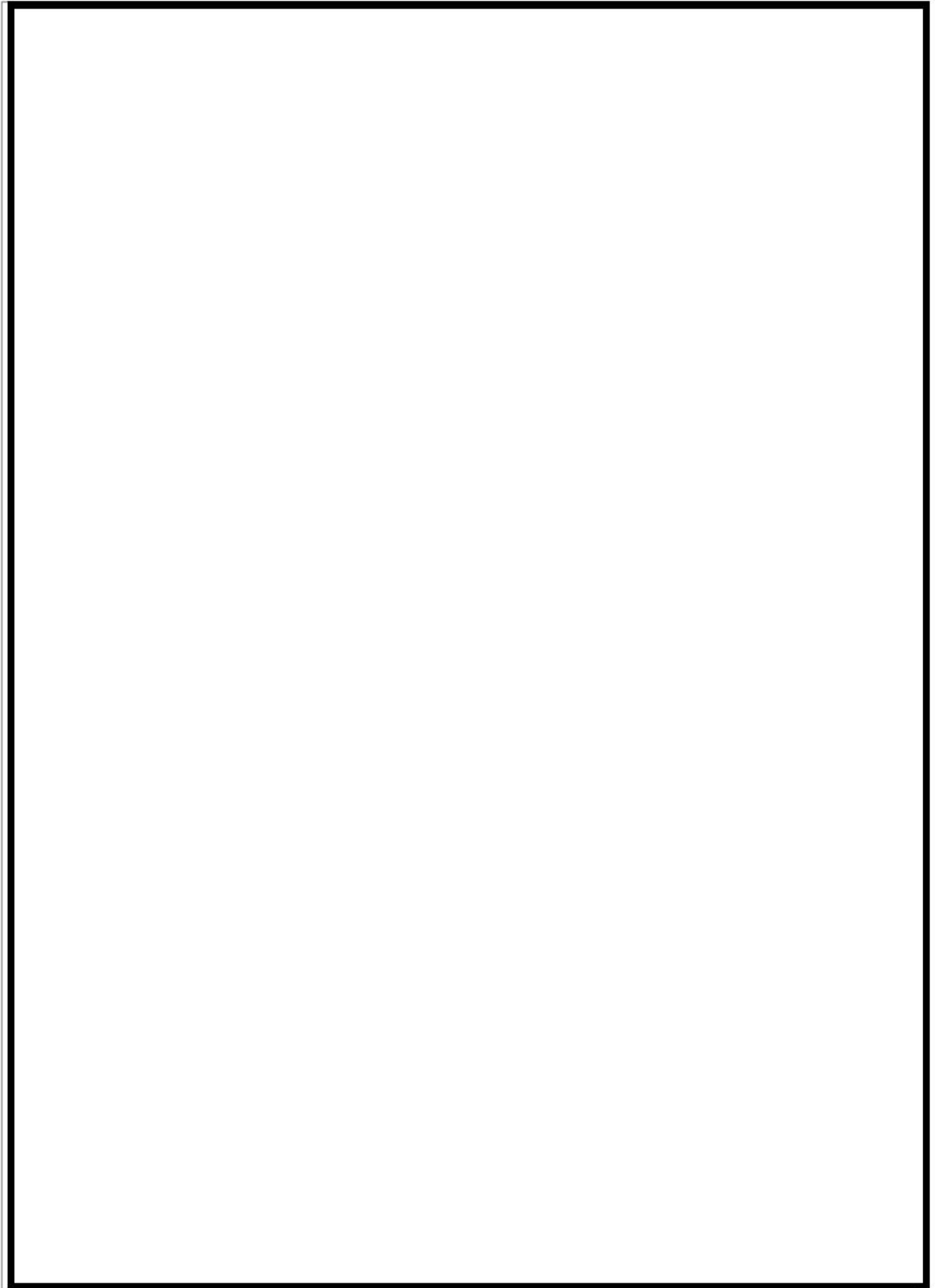
 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。


8 条-別 1-資 5-添 4-13



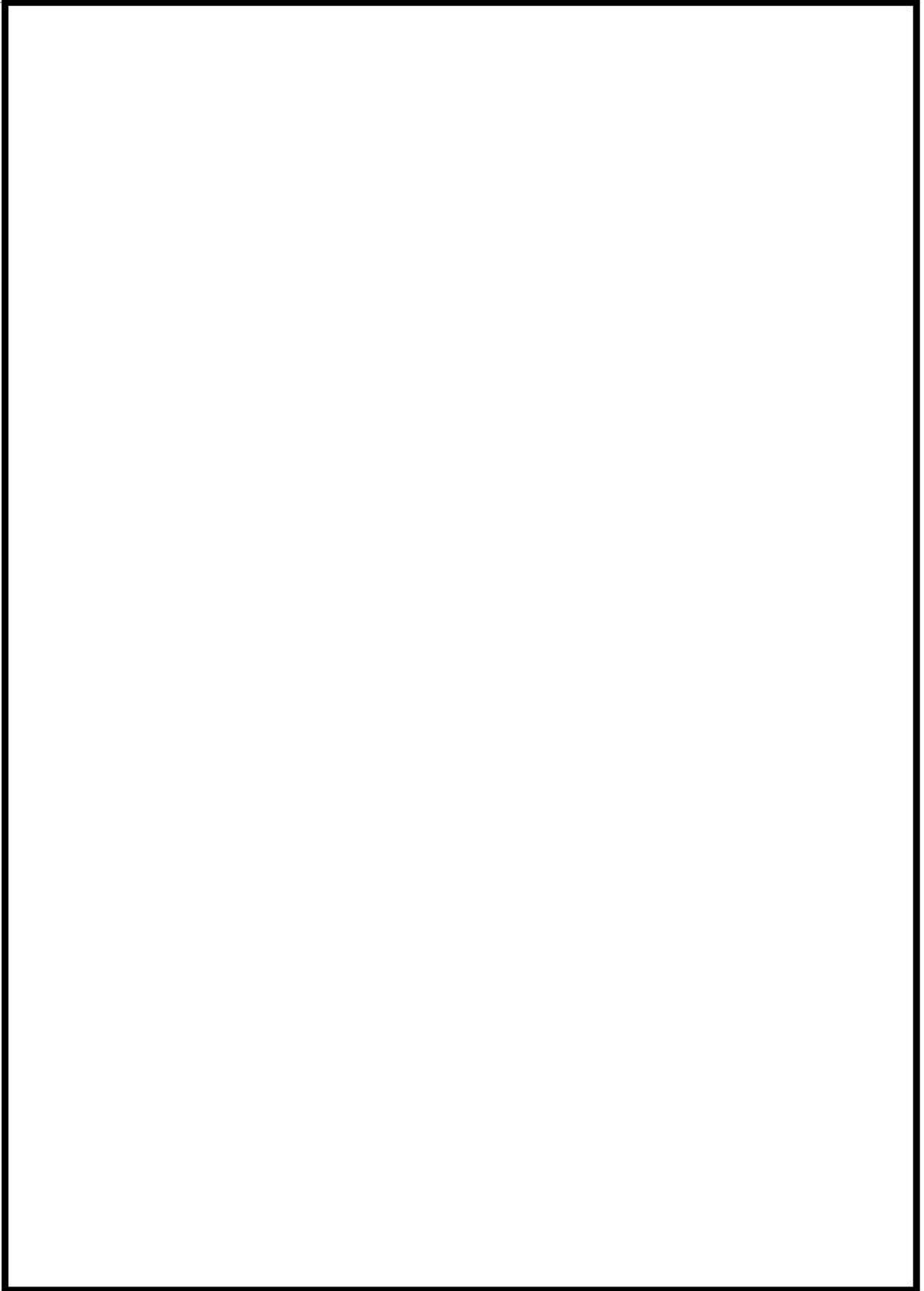
 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。


8 条-別 1-資 5-添 4-14



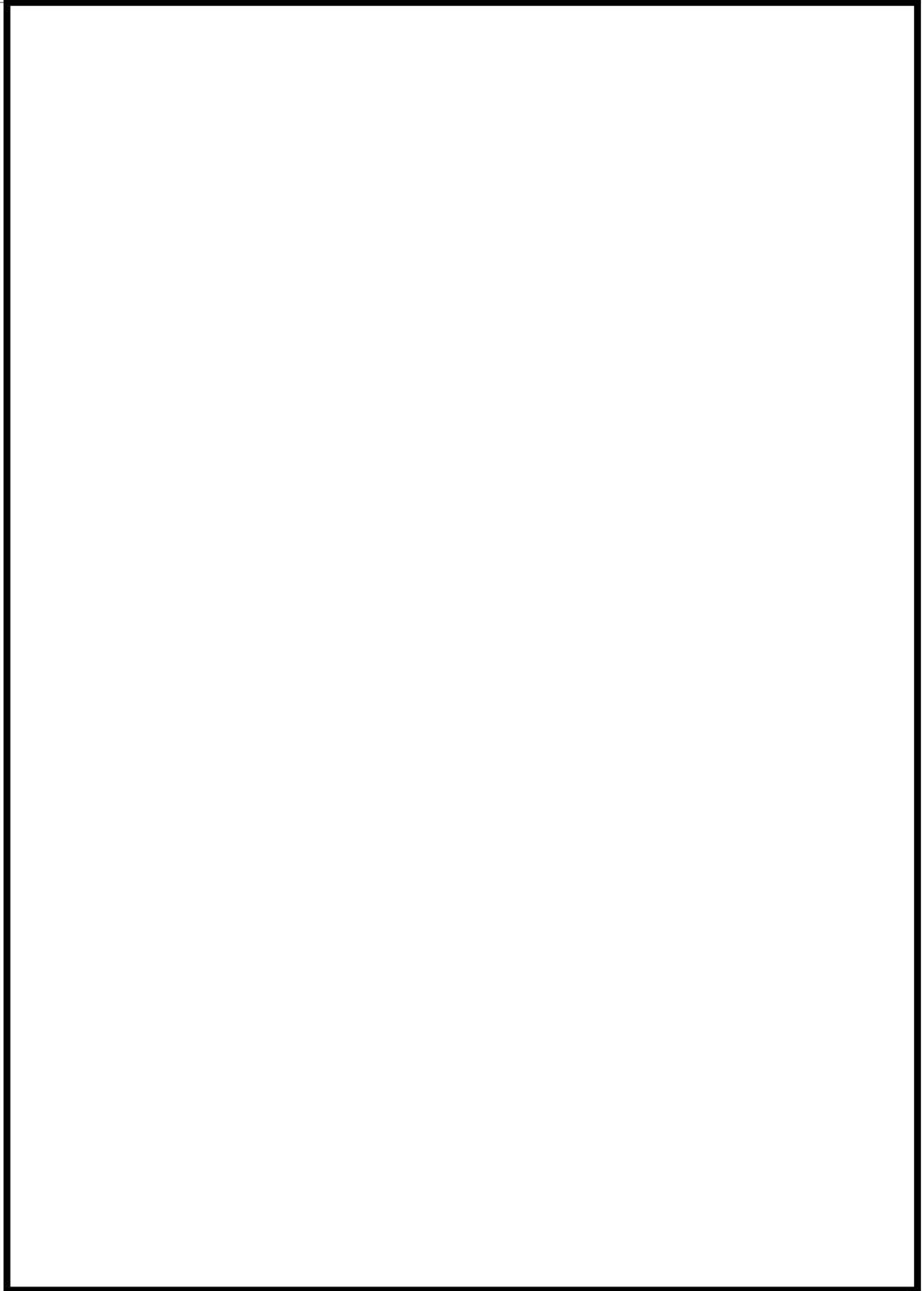
 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。


8 条-別 1-資 5-添 4-15



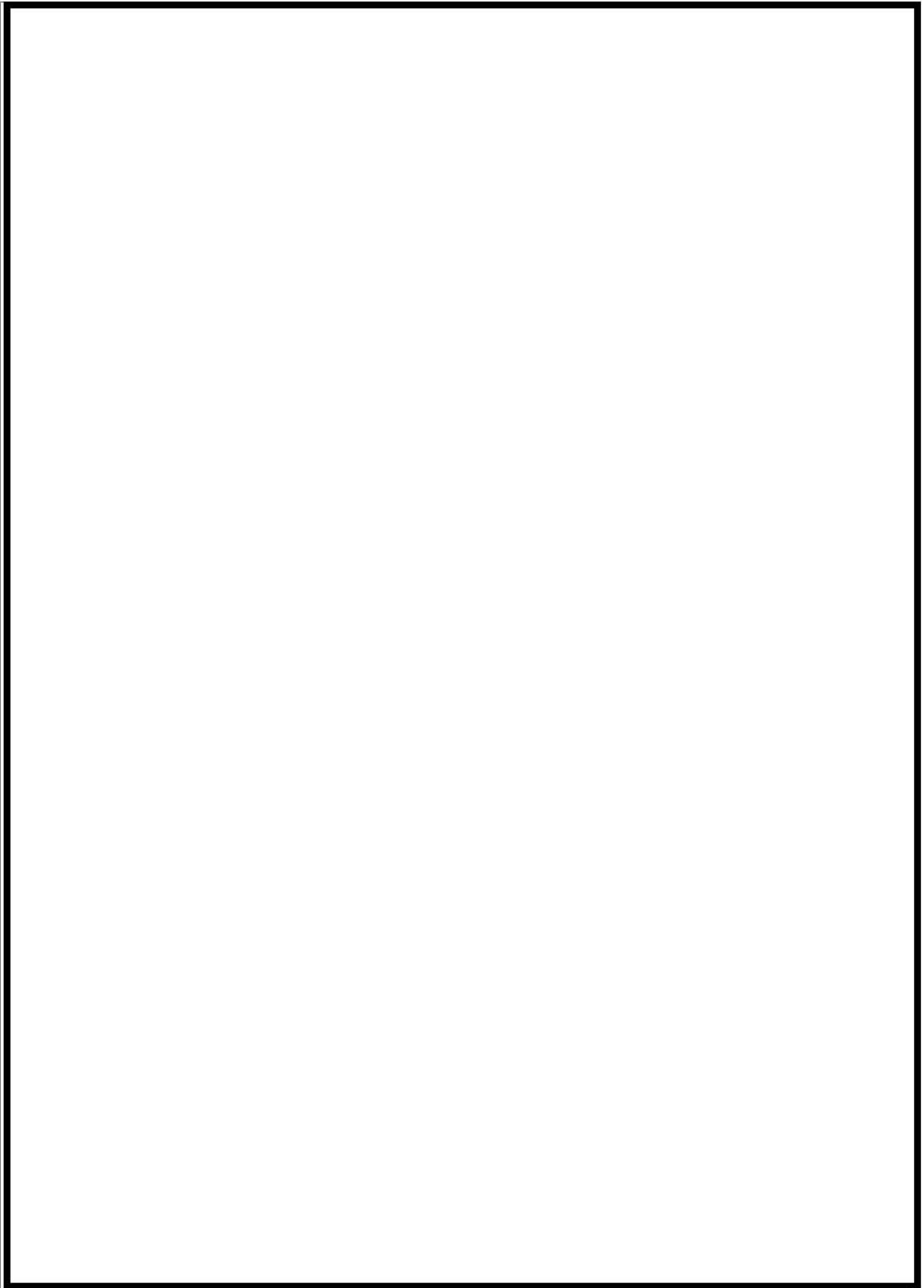
 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。


8 条-別 1-資 5-添 4-16



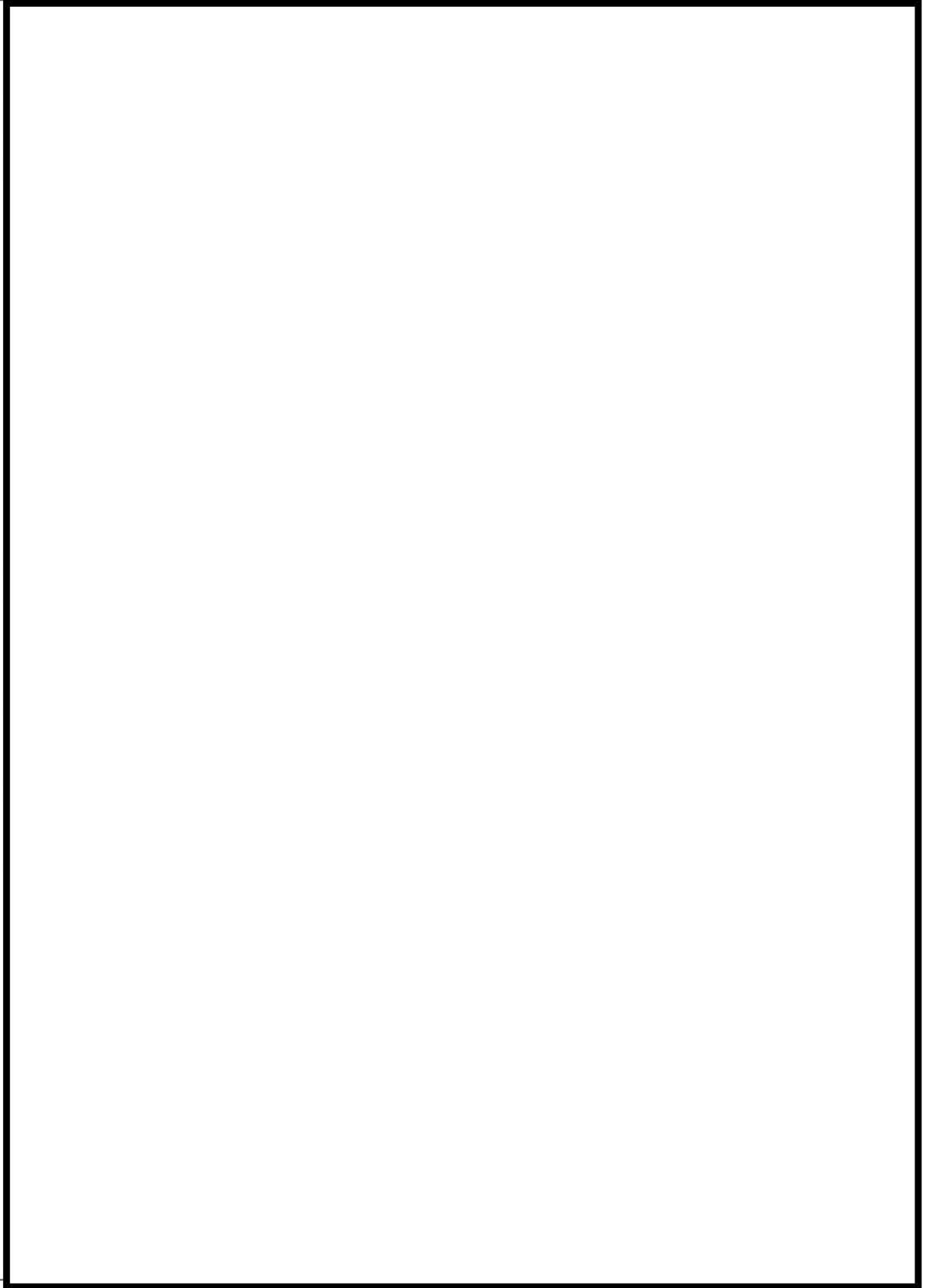
 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。


8 条-別 1-資 5-添 4-17



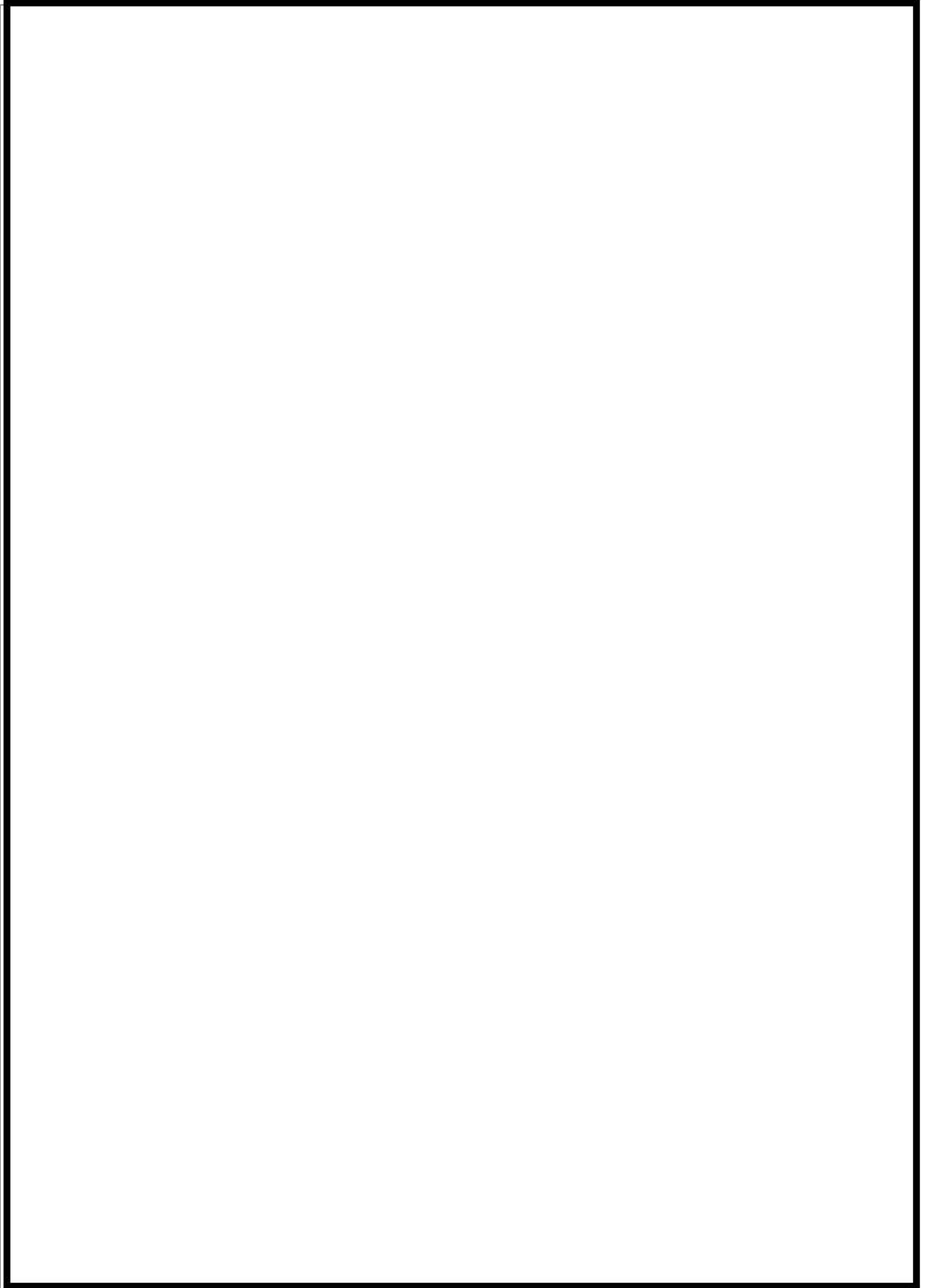
 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。


8 条-別 1-資 5-添 4-18



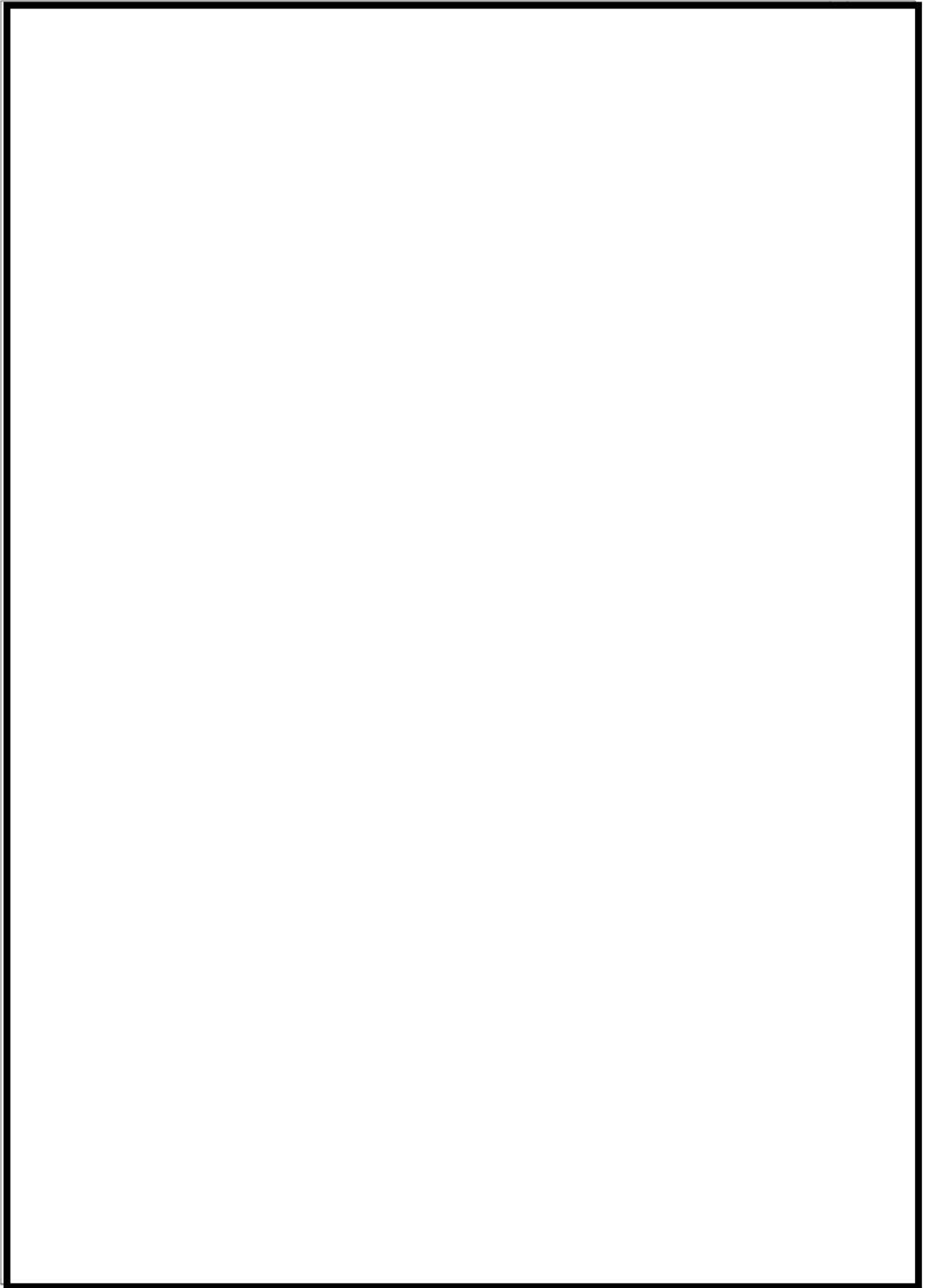
 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。


8 条-別 1-資 5-添 4-19



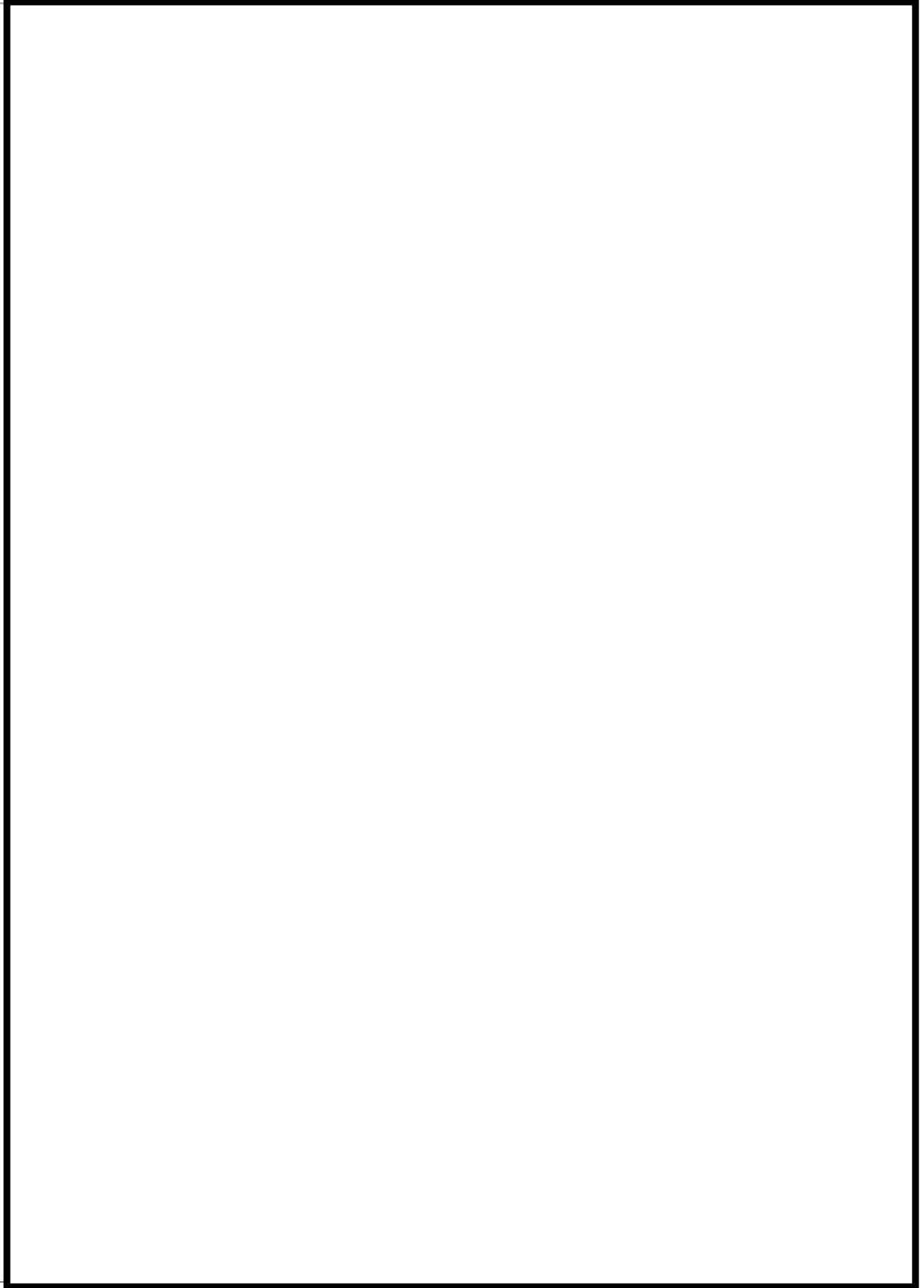
 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。


8 条-別 1-資 5-添 4-20



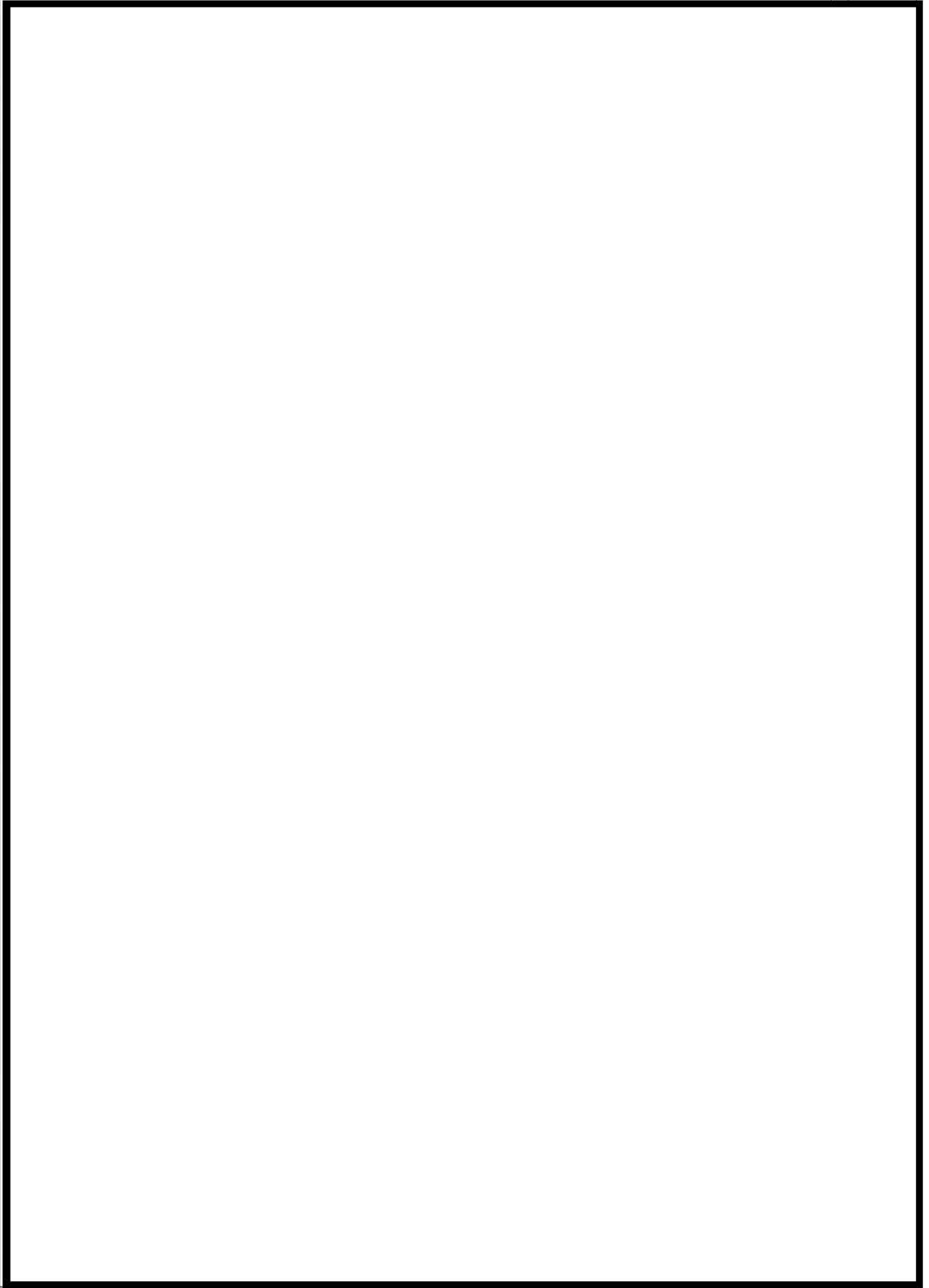
 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。


8 条-別 1-資 5-添 4-21



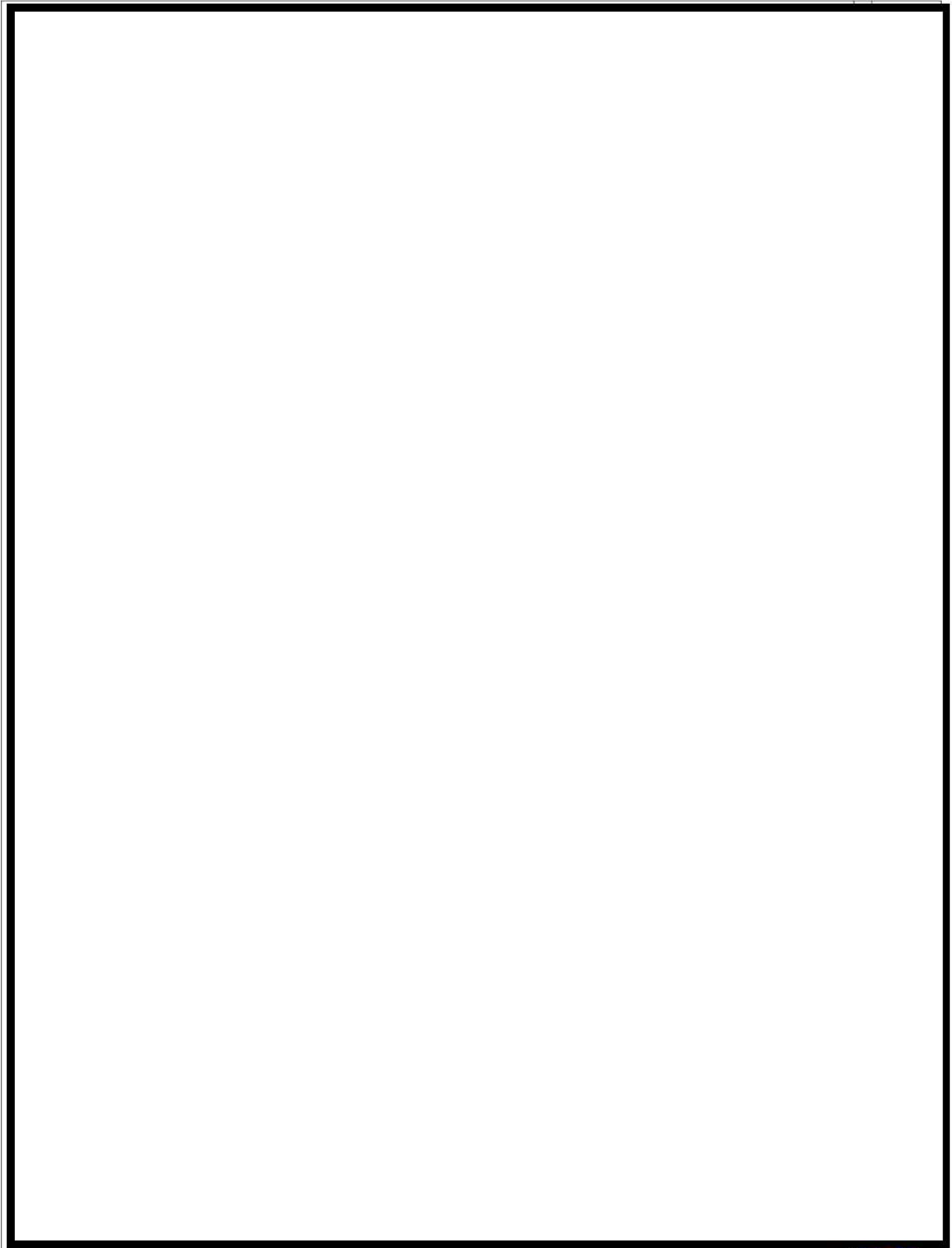
 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。


8 条-別 1-資 5-添 4-22

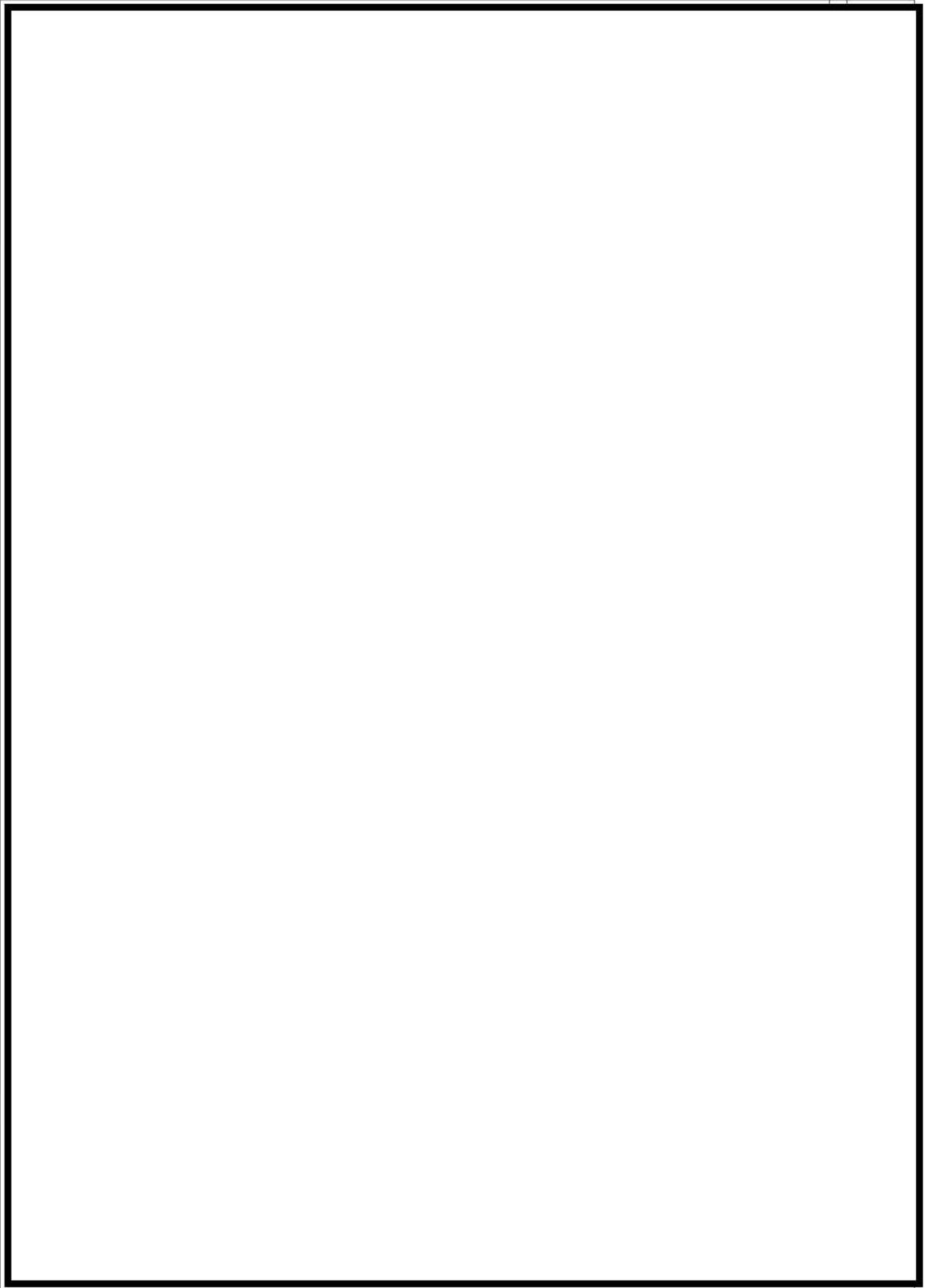


 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。

8 条-別 1-資 5-添 4-23



 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。



 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。

8 条-別 1-資 5-添 4-25

泊発電所 3号炉における火災感知器及び消火設備の部屋別
設置状況について

区画番号	名称	火災防護対策が必要な機器の有無 ※1	火災感知器 (消防法要求の感知器は除く)	火災感知器の耐震クラス	消火設備	消火方法	消火設備の耐震クラス	備考
A/B 1-01	原子炉補助建屋-1.7m通路部	有	煙感知器 熱感知器	C (Ss機能維持)	全域ハロゲン化物消火設備 (自主設置)	自動	C (Ss機能維持)	
A/B 1-02	湧水ピットポンプ室及び制御用地震計室	無	煙感知器 熱感知器	C	消火器又は消火栓	手動	C (消火器は固縛)	
A/B 1-03	A-格納容器スプレイポンプ室, A-高圧注入ポンプ室及びA-余熱除去ポンプ室	有	煙感知器 熱感知器	C (Ss機能維持)	全域ハロゲン化物消火設備 (消火困難)	自動	C (Ss機能維持)	
A/B 1-04	B-格納容器スプレイポンプ室, B-高圧注入ポンプ室及びB-余熱除去ポンプ室	有	煙感知器 熱感知器	C (Ss機能維持)	全域ハロゲン化物消火設備 (消火困難)	自動	C (Ss機能維持)	
A/B 2-01-1	セメント固化装置エリア	無	煙感知器 熱感知器	C	全域ハロゲン化物消火設備 (自主設置)	自動	C (Ss機能維持)	
A/B 2-01-2	原子炉補助建屋2.8m通路部	有	煙感知器 熱感知器	C (Ss機能維持)	全域ハロゲン化物消火設備 (消火困難, 系統分離)	自動	C (Ss機能維持)	
A/B 2-01-3	冷却材貯蔵タンク室, 使用済樹脂貯蔵タンク室, ほう酸回収装置給水ポンプ及び廃液給水ポンプ	無	煙感知器 熱感知器 又は 煙感知器 炎感知器※2	C	消火器又は消火栓	手動	C (消火器は固縛)	室内の天井高さ8m未満の範囲については煙感知器及び熱感知器, 天井高さ8m以上の範囲については煙感知器及び炎感知器を設置。使用済樹脂貯蔵タンク室は高線量エリアであり室内への感知器設置が困難であることから, 当該火災区画の適切な位置に感知器を設置することにより火災を未然に感知する設計とする。※5
A/B 2-01-4	工作室	無	煙感知器 熱感知器	C	全域ハロゲン化物消火設備 (消火困難, 系統分離)	自動	C (Ss機能維持)	
A/B 2-01-5	原子炉補助建屋6.3m通路部	無	煙感知器 熱感知器	C	消火器又は消火栓	手動	C (消火器は固縛)	
A/B 2-01-6	原子炉補助建屋ハロンガス31ボンベ庫	無	煙感知器 熱感知器	C	消火器又は消火栓	手動	C (消火器は固縛)	
A/B 2-01-7	廃液貯蔵ピット室	無	-	-	消火器又は消火栓	手動	C (消火器は固縛)	内部が水で満たされており, 火災が発生するおそれはないことから感知器を設置しない※4
A/B 2-02	安全系ポンプバルブ室, 格納容器スプレイ冷却器室及び余熱除去ポンプ冷却器室	有	煙感知器 熱感知器 又は 煙感知器 炎感知器※2	C (Ss機能維持)	全域ハロゲン化物消火設備 (消火困難, 系統分離)	自動	C (Ss機能維持)	
A/B 2-04	放射線管理エリア	無	煙感知器 熱感知器	C	消火器又は消火栓	手動	C (消火器は固縛)	
A/B 2-05-1	高, 低レベル放射化学室	無	煙感知器 熱感知器	C	全域ハロゲン化物消火設備 (消火困難, 系統分離)	自動	C (Ss機能維持)	
A/B 2-05-2	放射能測定室	無	煙感知器 熱感知器	C	消火器又は消火栓	手動	C (消火器は固縛)	
A/B 3-01-1	原子炉補助建屋10.3m通路部	有	煙感知器 熱感知器	C (Ss機能維持)	全域ハロゲン化物消火設備 (消火困難, 系統分離)	自動	C (Ss機能維持)	

区画番号	名称	火災防護対策が必要な機器の有無※1	火災感知器(消防法要求の感知器は除く)	火災感知器の耐震クラス	消火設備	消火方法	消火設備の耐震クラス	備考
A/B 3-01-2	ほう酸回収装置室	無	煙感知器 熱感知器	C	全域ハロゲン化物消火設備(自主設置)	自動	C (Ss機能維持)	
A/B 3-01-3	配管エリア	無	煙感知器 熱感知器	C	全域ハロゲン化物消火設備(自主設置)	自動	C (Ss機能維持)	
A/B 3-03	A-充てんポンプ室	有	煙感知器 熱感知器	C (Ss機能維持)	全域ハロゲン化物消火設備(消火困難)	自動	C (Ss機能維持)	
A/B 3-04	B-充てんポンプ室	有	煙感知器 熱感知器	C (Ss機能維持)	全域ハロゲン化物消火設備(消火困難)	自動	C (Ss機能維持)	
A/B 3-05	C-充てんポンプ室	有	煙感知器 熱感知器	C (Ss機能維持)	全域ハロゲン化物消火設備(消火困難)	自動	C (Ss機能維持)	
A/B 3-07-1	常用系インバータ室及び通路	有	煙感知器 熱感知器	C (Ss機能維持)	全域ハロゲン化物消火設備(消火困難, 系統分離)	自動	C (Ss機能維持)	
A/B 3-07-2	常用系蓄電池室	無	煙感知器 熱感知器	C	消火器又は消火栓	手動	C (消火器は固縛)	
A/B 3-08	A-安全補機開閉器室	有	煙感知器 熱感知器	C (Ss機能維持)	全域ハロゲン化物消火設備(消火困難)	自動	C (Ss機能維持)	
A/B 3-09	B-安全補機開閉器室	有	煙感知器 熱感知器	C (Ss機能維持)	全域ハロゲン化物消火設備(消火困難)	自動	C (Ss機能維持)	
A/B 3-10	A-安全系蓄電池室	有	煙感知器 熱感知器	C (Ss機能維持)	全域ハロゲン化物消火設備(消火困難)	自動	C (Ss機能維持)	
A/B 3-11	B-安全系蓄電池室	有	煙感知器 熱感知器	C (Ss機能維持)	全域ハロゲン化物消火設備(消火困難)	自動	C (Ss機能維持)	
A/B 3-12	後備蓄電池(2)室	有	煙感知器 熱感知器	C (Ss機能維持)	全域ハロゲン化物消火設備(自主設置)	自動	C (Ss機能維持)	
A/B 3-13	後備蓄電池(1)室	有	煙感知器 熱感知器	C (Ss機能維持)	全域ハロゲン化物消火設備(消火困難)	自動	C (Ss機能維持)	
A/B 4-01-1	原子炉補助建屋17.8m通路部(管理区域)	有	煙感知器 熱感知器	C (Ss機能維持)	全域ハロゲン化物消火設備(消火困難)	自動	C (Ss機能維持)	
A/B 4-01-2	フィルタバルブ室及び各フィルタ室	無	煙感知器 熱感知器	C	消火器又は消火栓	手動	C (消火器は固縛)	各フィルタ室は高線量エリアであり室内への感知器設置が困難であることから、当該火災区画の適切な位置に感知器を設置することにより火災をもれなく確実に感知する設計とする。※5
A/B 4-01-3	代替所内電気設備変圧器室	有	煙感知器 熱感知器	C (Ss機能維持)	全域ハロゲン化物消火設備(消火困難)	自動	C (Ss機能維持)	
A/B 4-01-4	濃縮廃液タンク室, 濃縮廃液ポンプ室, 濃縮廃液タンクバルブ室, 各脱塩塔室及び脱塩塔バルブ室	無	煙感知器 熱感知器	C	消火器又は消火栓	手動	C (消火器は固縛)	各脱塩塔室は高線量エリアであり室内への感知器設置が困難であることから、当該火災区画の適切な位置に感知器を設置することにより火災をもれなく確実に感知する設計とする。※5
A/B 4-01-5	体積制御タンク室及び体積制御タンクバルブ室	無	煙感知器 熱感知器	C	消火器又は消火栓	手動	C (消火器は固縛)	
A/B 4-01-6	安全系補機バルブ室	無	煙感知器 熱感知器	C	消火器又は消火栓	手動	C (消火器は固縛)	

区画番号	名称	火災防護対策が必要な機器の有無※1	火災感知器(消防法要求の感知器は除く)	火災感知器の耐震クラス	消火設備	消火方法	消火設備の耐震クラス	備考
A/B 4-01-7	ほう酸注入タンク室	有	煙感知器 熱感知器	C (Ss機能維持)	全域ハロゲン化物消火設備(消火困難)	自動	C (Ss機能維持)	
A/B 4-01-8	洗浄排水濃縮廃液タンク室	無	煙感知器 熱感知器	C	消火器又は消火栓	手動	C (消火器は固縛)	
A/B 4-02-1	A-ほう酸ポンプ室	有	煙感知器 熱感知器	C (Ss機能維持)	全域ハロゲン化物消火設備(消火困難, 系統分離)	自動	C (Ss機能維持)	
A/B 4-02-2	B-ほう酸ポンプ室	有	煙感知器 熱感知器	C (Ss機能維持)	全域ハロゲン化物消火設備(消火困難, 系統分離)	自動	C (Ss機能維持)	
A/B 4-04-1	原子炉補助建屋17.8m通路部(非管理区域)	無	煙感知器 熱感知器	C	消火器又は消火栓	手動	C (消火器は固縛)	
A/B 4-04-2	1次系補機操作室及び1次系補機計算機室	無	煙感知器 熱感知器	C	消火器又は消火栓	手動	C (消火器は固縛)	
A/B 4-04-3	プロセス計算機室	有	煙感知器 熱感知器	C (Ss機能維持)	全域ハロゲン化物消火設備(消火困難)	自動	C (Ss機能維持)	
A/B 4-04-4	常用系計装盤室	無	煙感知器 熱感知器	C	全域ハロゲン化物消火設備(消火困難)	自動	C (Ss機能維持)	
A/B 4-05	中央制御室	有	煙感知器 熱感知器	C (Ss機能維持)	消火器又は二酸化炭素消火器	手動	固縛(消火器)	運転員が常駐していることから早期に感知し消火活動による消火が可能
A/B 4-06	運転員控室	無	煙感知器 熱感知器	C	消火器又は消火栓	手動	C (消火器は固縛)	
A/B 4-07	A-安全系計装盤室	有	煙感知器 熱感知器	C (Ss機能維持)	全域ハロゲン化物消火設備(消火困難)	自動	C (Ss機能維持)	
A/B 4-08	B-安全系計装盤室	有	煙感知器 熱感知器	C (Ss機能維持)	全域ハロゲン化物消火設備(消火困難)	自動	C (Ss機能維持)	
A/B 4-09	会議室, P A室及び倉庫	無	煙感知器 熱感知器	C	消火器又は消火栓	手動	C (消火器は固縛)	
A/B 4-10	資料室	無	煙感知器 熱感知器	C	消火器又は消火栓	手動	C (消火器は固縛)	
A/B 4-11	フロアケーブルダクト	無	煙感知器 熱感知器	C	イナートガス消火設備(消火困難)	自動	C (Ss機能維持)	
A/B 5-01	原子炉補助建屋24.8m通路部	有	煙感知器 熱感知器 又は 煙感知器 炎感知器※2	C (Ss機能維持)	全域ハロゲン化物消火設備(消火困難)	自動	C (Ss機能維持)	室内の天井高さ8m未満の範囲については煙感知器及び熱感知器, 天井高さ8m以上の範囲については煙感知器及び炎感知器を設置
A/B 5-02	中央制御室非常用循環フィルタユニット室	有	煙感知器 熱感知器	C (Ss機能維持)	全域ハロゲン化物消火設備(消火困難)	自動	C (Ss機能維持)	
A/B 5-03	試料採取室排気フィルタユニット室	無	煙感知器 熱感知器	C	消火器又は消火栓	手動	C (消火器は固縛)	
A/B 5-04-1	非管理区域空調機器室	有	煙感知器 熱感知器	C (Ss機能維持)	全域ハロゲン化物消火設備(消火困難)	自動	C (Ss機能維持)	
A/B 5-04-2	原子炉補助建屋外気取入ガラリー室	有	熱感知器 炎感知器	C (Ss機能維持)	全域ハロゲン化物消火設備(消火困難)	自動	C (Ss機能維持)	機器運転中の空気流を考慮して熱感知器及び炎感知器を設置
A/B 6-01	トラックアクセスエリア	無	煙感知器 熱感知器	C	全域ハロゲン化物消火設備(消火困難)	自動	C (Ss機能維持)	
A/B 6-03	ドラム缶搬出入口エリア及び樹脂タンク室	無	煙感知器 熱感知器 又は 煙感知器 炎感知器※2	C	消火器又は消火栓	手動	C (消火器は固縛)	室内の天井高さ8m未満の範囲については煙感知器及び熱感知器, 天井高さ8m以上の範囲については煙感知器及び炎感知器を設置

区画番号	名称	火災防護対策が必要な機器の有無※1	火災感知器(消防法要求の感知器は除く)	火災感知器の耐震クラス	消火設備	消火方法	消火設備の耐震クラス	備考
A/B 6-04	1次系か性ソーダタンク室	無	煙感知器 熱感知器 又は 煙感知器 炎感知器※2	C	消火器又は消火栓	手動	C(消火器は固縛)	室内の天井高さ8m未満の範囲については煙感知器及び熱感知器、天井高さ8m以上の範囲については煙感知器及び炎感知器を設置
A/B 7-01	原子炉補助建屋40.3m通路部	無	煙感知器 熱感知器	C	消火器又は消火栓	手動	C(消火器は固縛)	
A/B-AG	A-G階段室	無	煙感知器 熱感知器	C	消火器又は消火栓	手動	C(消火器は固縛)	
A/B-C	原子炉補助建屋Cエレベータ	無	煙感知器 熱感知器	C	消火器又は消火栓	手動	C(消火器は固縛)	
A/B-D	A-A階段室	無	煙感知器 熱感知器	C	全域ハロゲン化物消火設備(消火困難)	自動	C(Ss機能維持)	
A/B-G	Gドラム缶リフト	無	煙感知器 熱感知器	C	消火器又は消火栓	手動	C(消火器は固縛)	
A/B-I	A-F階段室	無	煙感知器 熱感知器	C	消火器又は消火栓	手動	C(消火器は固縛)	
A/B-J	A-D階段室	無	煙感知器 熱感知器	C	消火器又は消火栓	手動	C(消火器は固縛)	
A/B-R	Rダクトスペース	無	煙感知器 炎感知器※2	C	消火器又は消火栓	手動	C(消火器は固縛)	天井高さが8m以上のため煙感知器及び炎感知器を設置
A/B-T	Tダクトスペース	無	煙感知器 炎感知器※2	C	消火器又は消火栓	手動	C(消火器は固縛)	天井高さが8m以上のため煙感知器及び炎感知器を設置
A/B-U	A-E階段室	無	煙感知器 熱感知器	C	消火器又は消火栓	手動	C(消火器は固縛)	
A/B-V	Vダクトスペース	無	煙感知器 熱感知器	C	消火器又は消火栓	手動	C(消火器は固縛)	
C/V 3-01	原子炉格納容器	有	煙感知器 熱感知器 又は 煙感知器 炎感知器※2 又は 煙感知器 熱感知器※3	C(Ss機能維持)	消火器又は消火栓 原子炉格納容器スプレイ設備	手動 手動の固定	C(消火器は固縛)	室内の天井高さ8m未満の範囲については煙感知器及び熱感知器、天井高さ8m以上の範囲については煙感知器及び炎感知器を設置。比較的線量の高い場所には、放射線による火災感知器の故障を防止するため、非アナログ式の熱感知器を設置。
C/V 3-02	アニュラス部	無	煙感知器 熱感知器 又は 煙感知器 炎感知器※2	C	全域ハロゲン化物消火設備(消火困難、系統分離)	自動	C(Ss機能維持)	
CWP/B 1-01	A系原子炉補機冷却海水ポンプエリア	有	煙感知器 熱感知器 又は 煙感知器 炎感知器※2	C(Ss機能維持)	全域ハロゲン化物消火設備(消火困難)	自動	C(Ss機能維持)	室内の天井高さ8m未満の範囲については煙感知器及び熱感知器、天井高さ8m以上の範囲については煙感知器及び炎感知器を設置
CWP/B 1-02-1	海水管ダクトエリア	無	煙感知器 熱感知器	C	全域ハロゲン化物消火設備(消火困難、系統分離)	自動	C(Ss機能維持)	
CWP/B 1-02-2	B系原子炉補機冷却海水ポンプエリア	有	煙感知器 熱感知器 又は 煙感知器 炎感知器※2	C(Ss機能維持)	全域ハロゲン化物消火設備(消火困難)	自動	C(Ss機能維持)	室内の天井高さ8m未満の範囲については煙感知器及び熱感知器、天井高さ8m以上の範囲については煙感知器及び炎感知器を設置
CWP/B 1-02-3	循環水ポンプ建屋ハロンガスC3ボンベ庫	無	煙感知器 熱感知器	C	消火器又は消火栓	手動	C(消火器は固縛)	
CWP/B 1-02-4	循環水ポンプ建屋ハロン自動消火設備制御室	無	煙感知器 熱感知器	C	消火器又は消火栓	手動	C(消火器は固縛)	

区画番号	名称	火災防護対策が必要な機器の有無※1	火災感知器(消防法要求の感知器は除く)	火災感知器の耐震クラス	消火設備	消火方法	消火設備の耐震クラス	備考
CWP/B 1-03	循環水ポンプエリア	無	煙感知器 熱感知器 又は 煙感知器 炎感知器※2	C	消火器又は消 火栓	手動	C(消火器 は固縛)	室内の天井高さ8m未 満の範囲については煙 感知器及び熱感知器、 天井高さ8m以上の範 围については煙感知器 及び炎感知器を設置
CWP/B 1-04	操作エリア	無	煙感知器 熱感知器 又は 煙感知器 炎感知器※2	C	消火器又は消 火栓	手動	C(消火器 は固縛)	室内の天井高さ8m未 満の範囲については煙 感知器及び熱感知器、 天井高さ8m以上の範 围については煙感知器 及び炎感知器を設置
DG/B 2-01	A-ディーゼル発電機室	有	煙感知器 熱感知器 又は 煙感知器 炎感知器※2 又は 熱感知器 炎感知器※2	C(Ss機能 維持)	二酸化炭素消 火設備(消火 困難)	自動	C(Ss機能 維持)	室内の天井高さ8m未 満の範囲については煙 感知器及び熱感知器、 天井高さ8m以上の範 围については煙感知器 及び炎感知器を設置。 蓄熱室については機器 運転中の空気流を考慮 して熱感知器及び炎感 知器を設置。
DG/B 2-02	B-ディーゼル発電機室	有	煙感知器 熱感知器 又は 煙感知器 炎感知器※2 又は 熱感知器 炎感知器※2	C(Ss機能 維持)	二酸化炭素消 火設備(消火 困難)	自動	C(Ss機能 維持)	室内の天井高さ8m未 満の範囲については煙 感知器及び熱感知器、 天井高さ8m以上の範 围については煙感知器 及び炎感知器を設置。 蓄熱室については機器 運転中の空気流を考慮 して熱感知器及び炎感 知器を設置。
O/B 1-01	A1, A2-燃料油貯油槽	無	煙感知器※3 熱感知器※3	C	消火器	手動	固縛(消 火器)	機器破損による漏えい で引火性又は発火性の 雰囲気を形成する可能 性があるため防爆型の 感知器を設置
O/B 1-02	B1, B2-燃料油貯油槽	無	煙感知器※3 熱感知器※3	C	消火器	手動	固縛(消 火器)	機器破損による漏えい で引火性又は発火性の 雰囲気を形成する可能 性があるため防爆型の 感知器を設置
R/B 2-01	A系原子炉補機冷却水ポン プ室	有	煙感知器 熱感知器	C(Ss機能 維持)	全域ハロゲン 化物消火設備 (消火困難)	自動	C(Ss機能 維持)	
R/B 2-02	B系原子炉補機冷却水ポン プ室	有	煙感知器 熱感知器	C(Ss機能 維持)	全域ハロゲン 化物消火設備 (消火困難、 系統分離)	自動	C(Ss機能 維持)	
R/B 2-03	CCW配管スペース、弁補修 エリア及び倉庫	有	煙感知器 熱感知器	C(Ss機能 維持)	消火器又は消 火栓	手動	C(消火器 は固縛)	
R/B 3-01	A-制御用空気圧縮装置室	有	煙感知器 熱感知器	C(Ss機能 維持)	全域ハロゲン 化物消火設備 (消火困難)	自動	C(Ss機能 維持)	
R/B 3-02	B-制御用空気圧縮装置室	有	煙感知器 熱感知器	C(Ss機能 維持)	全域ハロゲン 化物消火設備 (消火困難)	自動	C(Ss機能 維持)	
R/B 3-03-1	タービン動補助給水ポン プ室	有	煙感知器 熱感知器	C(Ss機能 維持)	全域ハロゲン 化物消火設備 (消火困難)	自動	C(Ss機能 維持)	
R/B 3-03-2	タービン動補助給水ポン プ室給気ファン室、配管 エリア及びブローダウン タンク室	無	煙感知器 熱感知器	C	消火器又は消 火栓	手動	C(消火器 は固縛)	
R/B 3-04	A-電動補助給水ポンプ室	有	煙感知器 熱感知器	C(Ss機能 維持)	全域ハロゲン 化物消火設備 (消火困難)	自動	C(Ss機能 維持)	
R/B 3-05	B-電動補助給水ポンプ室	有	煙感知器 熱感知器	C(Ss機能 維持)	全域ハロゲン 化物消火設備 (消火困難)	自動	C(Ss機能 維持)	
R/B 3-06	A-中央制御室外原子炉停 止盤室	有	煙感知器 熱感知器	C(Ss機能 維持)	全域ハロゲン 化物消火設備 (消火困難、 系統分離)	自動	C(Ss機能 維持)	

区画番号	名称	火災防護対策が必要な機器の有無※1	火災感知器(消防法要求の感知器は除く)	火災感知器の耐震クラス	消火設備	消火方法	消火設備の耐震クラス	備考
R/B 3-07	B-中央制御室外原子炉停止盤室	有	煙感知器 熱感知器	C (Ss機能維持)	全域ハロゲン化物消火設備(消火困難, 系統分離)	自動	C (Ss機能維持)	
R/B 3-08-1	原子炉建屋10.3~33.1m通路部	有	煙感知器 熱感知器 又は 煙感知器 炎感知器※2	C (Ss機能維持)	全域ハロゲン化物消火設備(消火困難, 系統分離)	自動	C (Ss機能維持)	室内の天井高さ8m未満の範囲については煙感知器及び熱感知器, 天井高さ8m以上の範囲については煙感知器及び炎感知器を設置
R/B 3-08-2	二酸化炭素ボンベ保管室	無	煙感知器 熱感知器	C	消火器又は消火栓	手動	C (消火器は固縛)	
R/B 3-08-3	1次冷却材ポンプ母線計測盤室	無	煙感知器 熱感知器	C	消火器又は消火栓	手動	C (消火器は固縛)	
R/B 3-09-1	原子炉建屋北側10.3m通路部	有	煙感知器 熱感知器 又は 煙感知器 炎感知器※2	C (Ss機能維持)	全域ハロゲン化物消火設備(消火困難)	自動	C (Ss機能維持)	室内の天井高さ8m未満の範囲については煙感知器及び熱感知器, 天井高さ8m以上の範囲については煙感知器及び炎感知器を設置
R/B 3-09-2	倉庫	無	煙感知器 熱感知器	C	消火器又は消火栓	手動	C (消火器は固縛)	
R/B 3-09-3	使用済燃料ピットポンプ室及び使用済燃料ピット冷却器室	無	煙感知器 熱感知器 又は 煙感知器 炎感知器※2	C	消火器又は消火栓	手動	C (消火器は固縛)	室内の天井高さ8m未満の範囲については煙感知器及び熱感知器, 天井高さ8m以上の範囲については煙感知器及び炎感知器を設置
R/B 3-09-4	倉庫	無	煙感知器 熱感知器	C	消火器又は消火栓	手動	C (消火器は固縛)	
R/B 3-10	A-ディーゼル発電機制御盤室	有	煙感知器 熱感知器	C (Ss機能維持)	全域ハロゲン化物消火設備(消火困難)	自動	C (Ss機能維持)	
R/B 3-11	B-ディーゼル発電機制御盤室	有	煙感知器 熱感知器	C (Ss機能維持)	全域ハロゲン化物消火設備(消火困難)	自動	C (Ss機能維持)	
R/B 3-14-1	B-清水タンク室	無	煙感知器 熱感知器	C	全域ハロゲン化物消火設備(消火困難)	自動	C (Ss機能維持)	
R/B 3-14-2	A-清水タンク室	無	煙感知器 熱感知器	C	消火器又は消火栓	手動	C (消火器は固縛)	
R/B 4-01	原子炉トリップしゃ断器盤室	有	煙感知器 熱感知器	C (Ss機能維持)	全域ハロゲン化物消火設備(消火困難)	自動	C (Ss機能維持)	
R/B 4-02-1	原子炉建屋17.8m通路部及びアニュラス空気浄化ファン室	有	煙感知器 熱感知器	C (Ss機能維持)	全域ハロゲン化物消火設備(消火困難)	自動	C (Ss機能維持)	
R/B 4-02-2	非再生冷却器室及びサンプル冷却器室	無	煙感知器 熱感知器	C	消火器又は消火栓	手動	C (消火器は固縛)	
R/B 4-02-3	使用済燃料ピット及び新燃料貯蔵庫エリア	有	煙感知器 熱感知器 又は 煙感知器 炎感知器※2	C (Ss機能維持)	消火器又は消火栓	手動	C (消火器は固縛)	室内の天井高さ8m未満の範囲については煙感知器及び熱感知器, 天井高さ8m以上の範囲については煙感知器及び炎感知器を設置
R/B 4-02-4	1次冷却材ポンプモータ修繕エリア	無	煙感知器 熱感知器 又は 煙感知器 炎感知器※2	C	消火器又は消火栓	手動	C (消火器は固縛)	室内の天井高さ8m未満の範囲については煙感知器及び熱感知器, 天井高さ8m以上の範囲については煙感知器及び炎感知器を設置
R/B 4-02-5	原子炉建屋ハロングス33ポンペ庫	無	煙感知器 熱感知器	C	全域ハロゲン化物消火設備	自動	C (Ss機能維持)	
R/B 4-02-6	原子炉建屋ハロングス34ポンペ庫	無	煙感知器 熱感知器	C	消火器又は消火栓	手動	C (消火器は固縛)	

区画番号	名称	火災防護対策が必要な機器の有無※1	火災感知器(消防法要求の感知器は除く)	火災感知器の耐震クラス	消火設備	消火方法	消火設備の耐震クラス	備考
R/B 4-02-7	原子炉建屋トラックアクセスエリア、定検資材倉庫他エリア	無	煙感知器 熱感知器 又は 煙感知器 炎感知器※2	C	消火器又は消火栓	手動	C(消火器は固縛)	室内の天井高さ8m未満の範囲については煙感知器及び熱感知器、天井高さ8m以上の範囲については煙感知器及び炎感知器を設置
R/B 4-03	A-燃料油サービスタンク室	有	煙感知器 熱感知器	C(Ss機能維持)	二酸化炭素消火設備(消火困難)	自動	C(Ss機能維持)	
R/B 4-04	制御棒駆動装置電源盤室	無	煙感知器 熱感知器	C	消火器又は消火栓	手動	C(消火器は固縛)	
R/B 4-05	B-燃料油サービスタンク室	有	煙感知器 熱感知器	C(Ss機能維持)	二酸化炭素消火設備(消火困難)	自動	C(Ss機能維持)	
R/B 4-06	A-ディーゼル発電機室給気ファン室	無	煙感知器 熱感知器	C	消火器又は消火栓	手動	C(消火器は固縛)	
R/B 4-07	B-ディーゼル発電機室給気ファン室	無	煙感知器 熱感知器	C	消火器又は消火栓	手動	C(消火器は固縛)	
R/B 5-01-1	原子炉建屋24.8m通路部	有	煙感知器 熱感知器	C(Ss機能維持)	全域ハロゲン化物消火設備(消火困難)	自動	C(Ss機能維持)	
R/B 5-01-2	燃料取替用水ビット	無	-	-	消火器又は消火栓	手動	C(消火器は固縛)	内部が水で満たされており、火災が発生するおそれはないことから感知器を設置しない※4
R/B 5-01-3	補助給水ビット	無	-	-	消火器又は消火栓	手動	C(消火器は固縛)	内部が水で満たされており、火災が発生するおそれはないことから感知器を設置しない※4
R/B 5-03	主蒸気管室	有	煙感知器 熱感知器 又は 煙感知器 炎感知器※2	C	全域ハロゲン化物消火設備(消火困難)	自動	C(Ss機能維持)	室内の天井高さ8m未満の範囲については煙感知器及び熱感知器、天井高さ8m以上の範囲については煙感知器及び炎感知器を設置
R/B 6-02	原子炉建屋33.1m通路部	無	煙感知器 熱感知器 又は 煙感知器 炎感知器※2	C	消火器又は消火栓	手動	C(消火器は固縛)	室内の天井高さ8m未満の範囲については煙感知器及び熱感知器、天井高さ8m以上の範囲については煙感知器及び炎感知器を設置
R/B 7-01	格納容器排気設備設置エリア	無	煙感知器 熱感知器	C	全域ハロゲン化物消火設備(自主設置)	自動	C(Ss機能維持)	
R/B 7-02	アニュラス空気浄化フィルタユニット室	有	煙感知器 熱感知器	C(Ss機能維持)	全域ハロゲン化物消火設備(消火困難)	自動	C(Ss機能維持)	
R/B 7-03	倉庫	無	煙感知器 熱感知器	C	消火器又は消火栓	手動	C(消火器は固縛)	
R/B 7-04	原子炉建屋40.3m通路部	無	煙感知器 熱感知器	C	消火器又は消火栓	手動	C(消火器は固縛)	
R/B 8-01	原子炉建屋43.6m通路部	無	煙感知器 熱感知器	C	全域ハロゲン化物消火設備(自主設置)	自動	C(Ss機能維持)	
R/B 8-02	原子炉補機冷却水サージタンク室	有	煙感知器 熱感知器	C(Ss機能維持)	全域ハロゲン化物消火設備(消火困難)	自動	C(Ss機能維持)	
R/B-B	原子炉建屋Bエレベータ	無	煙感知器 熱感知器	C	消火器又は消火栓	手動	C(消火器は固縛)	
R/B-C	R-E階段室	無	煙感知器 熱感知器	C	消火器又は消火栓	手動	C(消火器は固縛)	
R/B-F	R-A階段室	無	煙感知器 熱感知器	C	消火器又は消火栓	手動	C(消火器は固縛)	
R/B-G	原子炉建屋Gエレベータ	無	煙感知器 熱感知器	C	消火器又は消火栓	手動	C(消火器は固縛)	

区画番号	名称	火災防護対策が必要な機器の有無※1	火災感知器(消防法要求の感知器は除く)	火災感知器の耐震クラス	消火設備	消火方法	消火設備の耐震クラス	備考
R/B-M	R-B階段室	無	煙感知器 熱感知器	C	消火器又は消火栓	手動	C(消火器は固縛)	
R/B-R	R-D階段室	無	煙感知器 熱感知器	C	消火器又は消火栓	手動	C(消火器は固縛)	
R/B-S	R-C階段室	無	煙感知器 熱感知器	C	消火器又は消火栓	手動	C(消火器は固縛)	
SWDS/B 1	貯蔵エリア	有	煙感知器 熱感知器 又は 煙感知器 熱感知器※2	C	二酸化炭素消火設備(消火困難)	自動	C	比較的線量の高いドラム缶を貯蔵するエリアは、放射線による火災感知器の故障を防止するため、非アナログ式の熱感知器を設置
SWDS/B 2	トラックアクセスフロア 他エリア	有	煙感知器 熱感知器 又は 煙感知器 炎感知器※2 又は 熱感知器 炎感知器※2	C	消火器又は消火栓	手動	C(消火器は固縛)	室内の天井高さ8m未満の範囲については煙感知器及び熱感知器、天井高さ8m以上の範囲については煙感知器及び炎感知器を設置。給気室については機器運転中の空気流を考慮して熱感知器及び炎感知器を設置
W/B A1	雑固体焼却設備エリア	有	煙感知器 熱感知器	C	全域ハロゲン化物消火設備(消火困難)	自動	C(Ss機能維持)	
W/B A2	放射性廃棄物処理建屋ハロゲンガスW2ボンベ庫	有	煙感知器 熱感知器	C	消火器又は消火栓	手動	C(消火器は固縛)	
W/B B1	放射性廃棄物処理建屋17.3m通路部	有	煙感知器 熱感知器	C	全域ハロゲン化物消火設備(消火困難)	自動	C(Ss機能維持)	
W/B B2	固化装置濃縮廃液タンク室他エリア	有	煙感知器 熱感知器	C	全域ハロゲン化物消火設備(消火困難)	自動	C(Ss機能維持)	
W/B B3	雑固体置場	有	煙感知器 熱感知器	C	全域ハロゲン化物消火設備(消火困難)	自動	C(Ss機能維持)	
W/B B4	固化装置キャッピング室他エリア	有	煙感知器 熱感知器	C	全域ハロゲン化物消火設備(消火困難)	自動	C(Ss機能維持)	
W/B B5	固化装置熱媒ドレンタンク室他エリア	有	煙感知器 熱感知器	C	全域ハロゲン化物消火設備(消火困難)	自動	C(Ss機能維持)	
W/B B6	放射性廃棄物処理建屋ハロゲンガスW1ボンベ庫	有	煙感知器 熱感知器	C	消火器又は消火栓	手動	C(消火器は固縛)	
W/B C1	中和剤タンク他エリア	有	煙感知器 熱感知器	C	全域ハロゲン化物消火設備(消火困難)	自動	C(Ss機能維持)	
W/B C2	固化装置廃液供給タンク他エリア	有	煙感知器 熱感知器 又は 煙感知器※3 熱感知器※3	C	全域ハロゲン化物消火設備(消火困難)	自動	C(Ss機能維持)	
W/B C3	アスファルトタンク室	有	煙感知器 熱感知器	C	全域ハロゲン化物消火設備(消火困難)	自動	C(Ss機能維持)	
W/B C4	給排気ファンエリア	有	煙感知器 熱感知器	C	全域ハロゲン化物消火設備(消火困難)	自動	C(Ss機能維持)	
W/B C5	排ガスフィルタ室他エリア	有	煙感知器 熱感知器	C	全域ハロゲン化物消火設備(消火困難)	自動	C(Ss機能維持)	
W/B C6	給気フィルタユニット室	有	熱感知器 炎感知器※2	C	全域ハロゲン化物消火設備(消火困難)	自動	C(Ss機能維持)	給気室については機器運転中の空気流を考慮して熱感知器及び炎感知器を設置

区画番号	名称	火災防護対策が必要な機器の有無 ※1	火災感知器 (消防法要求の感知器は除く)	火災感知器の耐震クラス	消火設備	消火方法	消火設備の耐震クラス	備考
W/B D	B階段室	有	煙感知器 熱感知器	C	消火器又は消火栓	手動	C (消火器は固縛)	
W/B E	A階段室	有	煙感知器 熱感知器	C	消火器又は消火栓	手動	C (消火器は固縛)	
12A/B4	ペイラ室	有	煙感知器 熱感知器	C (Ss機能維持)	全域ハロゲン化物消火設備 (消火困難)	自動	C (Ss機能維持)	

設計進捗により変更もありえる

- ※1：原子炉の高温停止及び低温停止を達成し、維持するために必要な機器・放射性物質貯蔵等の機能有する機器・重大事故等対処設備のうち、火災防護対策が必要な機器であり、火災防護対象機器の耐震クラスに応じた機能維持設計とする。
- ※2：非アナログ式感知器を示す。
- ※3：防爆型感知器を示す。
- ※4：廃液貯蔵ピット、補助給水ピット、燃料取扱用水ピットは全面が金属に覆われており、ピット内は水で満たされていること、可燃物を置かず、発火源がない設計とすることから、火災が発生するおそれはないため、感知器を設置しない設計とする。
- ※5：使用済樹脂貯蔵タンク室、各フィルタ室及び各脱塩塔室は、火災時に発生する煙・熱が時間の経過とともに開口部から隣接エリアに流出すると考えられることから、同一火災区画の隣接エリアに設置する感知器を兼用することで火災をもれなく確実に感知する設計とする。

添付資料 5

防爆型電気機器の使用

防爆型電気機器の使用

工場電気設備防爆指針は、以下の危険雰囲気を生成するおそれに応じて、防爆型の電気機器の選択等を推奨している。

第一類危険箇所	<p>通常の状態において、爆発性雰囲気をしばしば生成する可能性がある場所をいう。</p> <p>(1) 通常の運転，操作による製品の取出し，ふたの開閉などによって爆発性ガスを放出する開口部付近。</p> <p>(2) 点検又は修理作業のために，爆発性ガスをしばしば放出する開口部付近。</p> <p>(3) 屋内又は通風，換気が妨げられる場所で，爆発性ガスが滞留する可能性のある場所。</p>
第二類危険箇所	<p>第二類危険箇所とは，通常の状態において，爆発性雰囲気を生成する可能性が少なく，また生成した場合でも短時間しか維持しない場所をいう。</p> <p>(1) ガasketの劣化などのために爆発性ガスを漏出する可能性のある場所。</p> <p>(2) 誤操作によって爆発性ガスを放出したり，異常反応などのために高温，高圧となって爆発性ガスを漏出したりする可能性のある場所。</p> <p>(3) 強制換気装置が故障したとき，爆発性ガスが滞留して爆発性雰囲気を生成する可能性のある場所。</p> <p>(4) 第一類危険箇所の周辺又は第二類危険個所に隣接する室内で，爆発性雰囲気がまれに侵入する可能性のある場所。</p>
特別危険箇所	<p>爆発性雰囲気が通常の状態において，連続して又は長時間にわたって，若しくは頻繁に存在する場所をいう。</p>

発火性又は引火性物質に対する対策により，水素を内包する設備等を設置している火災区域は，以下のとおり，防爆型の火災感知器(電気機器)の使用が必要な危険箇所に該当しない設計としている。

(1) 気体廃棄物処理設備

溶接構造の容器等，密閉した設備内に水素を内包し，設備が破損した場合であっても，水素が滞留しないように機械的換気設備で換気を行う設計とすることで，防爆型の電気品の使用が推奨される第二類危険箇所に該当しないようにする。さらに，機械的換気設備は多重化する。

(2) 体積制御タンク室

溶接構造の容器等，密閉した設備内に水素を内包し，設備が破損した場合であっても，水素が滞留しないように機械的換気設備で換気を行う設計とすることで，防爆型の電気品の使用が推奨される第二類危険箇所に該当しないようにする。さらに，機械的換気設備は多重化する。

(3) 蓄電池室

充電時に水素が発生する蓄電池室は，機械的換気設備で水素の滞留を防止し，機械的換気設備が停止した場合であっても，水素が滞留しないよう，機械的換気設備を多重化する設計とし，防爆型の電気機器の使用が推奨される第二類危険箇所に該当しないようにする。さらに，機械的換気設備は非常用電源から受電する。

泊発電所 3号炉における

原子炉の安全停止に必要な構築物，系統及び機器が設置される

火災区域又は火災区画の消火設備について

泊発電所 3号炉における
原子炉の安全停止に必要な構築物，系統及び機器が設置される
火災区域又は火災区画の消火設備について

1. 概要

泊発電所3号炉における安全機能のうち，原子炉の高温停止及び低温停止を達成し，維持するために必要な構築物，系統及び機器の火災に対して，早期に消火するために設置する消火設備について以下に示す。

なお，放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能を有する構築物，系統及び機器の設置場所に対する消火設備については，資料9に示す。

2. 要求事項

「実用発電用原子炉及びその附属施設の火災防護に係る審査基準」（以下，「火災防護に係る審査基準」という。）における消火設備の要求事項を以下に示す。

「実用発電用原子炉及びその付属施設の火災防護に係る審査基準」(抜粋)

2. 基本事項

(1) 原子炉施設内の火災区域又は火災区画に設置される安全機能を有する構築物、系統及び機器を火災から防護することを目的として、以下に示す火災区域及び火災区画の分類に基づいて、火災発生防止、火災の感知及び消火、火災の影響軽減のそれぞれを考慮した火災防護対策を講じること。

- ① 原子炉の高温停止及び低温停止を達成し、維持するための安全機能を有する構築物、系統及び機器が設置される火災区域及び火災区画
- ② 放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能を有する構築物、系統及び機器が設置される火災区域

2.2 火災の感知、消火

2.2.1 火災感知設備及び消火設備は、以下の各号に掲げるように、安全機能を有する構築物、系統及び機器に対する火災の影響を限定し、早期の火災感知及び消火を行える設計であること。

2.2.2 火災感知設備及び消火設備は、以下の各号に示すように、地震等の自然現象によっても、火災感知及び消火の機能、性能が維持される設計であること。

- (1) 凍結するおそれがある消火設備は、凍結防止対策を講じた設計であること。
- (2) 風水害に対して消火設備の性能が著しく阻害されない設計であること。
- (3) 消火配管は、地震時における地盤変位対策を考慮した設計であること。

なお、「2.2.1(2) 消火設備」の要求事項を添付資料1に示す。

3. 消火設備について

泊発電所3号炉において、原子炉の高温停止及び低温停止を達成し、維持するために必要な構築物、系統及び機器に火災が発生した場合に、火災を早期に消火するため、火災防護に係る審査基準の「2.2 火災の感知、消火」及び「2.3 火災の影響軽減」に基づき「消火設備」を設置する。

3.1. 消火設備の設置必要箇所の選定

火災防護に係る審査基準では、「2.2 火災の感知、消火」において、火災発生時の煙の充満又は放射線の影響により消火活動が困難となる場所に対する固定式消火設備の設置及び「2.3 火災の影響軽減」に基づく系統分離が必要な場所に対する自動消火設備を要求している。

このことから、消火活動が困難となる場所及び系統分離に必要となる場所への消火設備の設置可否を検討することとする。

原子炉の高温停止及び低温停止を達成し、維持するために必要な構築物、系統及び機器のう

ち、火災により安全機能が影響を受ける設備を設置する火災区域又は火災区画については、原則、煙の充満により消火活動が困難となる場所として選定し、煙の影響が考えにくい火災区域又は火災区画については「4. 消火活動が困難となる火災区域又は火災区画の考え方」にて個別に検討する。また、煙の充満又は放射線の影響により消火活動が困難となる火災区域又は火災区画のうち、火災により安全機能へ影響を及ぼすおそれが考えにくい火災区域又は火災区画については「5. 火災により安全機能へ影響を及ぼすおそれが考えにくい火災区域又は火災区画の考え方」にて個別に検討する。

3.2. 消火設備の概要

3.2.1. 全域ガス消火設備（ハロゲン化物消火設備）

全域ガス消火設備（ハロゲン化物消火設備）は、火災防護に係る審査基準の「2.2 火災の感知、消火」に基づき、火災発生時の煙の充満又は放射線の影響により消火が困難となる可能性も考慮し、原子炉の高温停止及び低温停止を達成し、維持するために必要な構築物、系統及び機器のうち、火災により安全機能が影響を受ける設備を設置する火災区域又は火災区画の早期の消火を目的として設置する。

具体的には、原子炉の高温停止及び低温停止を達成し、維持するために必要な構築物、系統及び機器のうち、火災により安全機能が影響を受ける設備を設置する場所であって、火災発生時に煙の充満等により消火が困難となる対しては、火災防護に係る審査基準の「2.2 火災の感知、消火」に基づき、自動起動する「全域ガス消火設備（ハロゲン化物消火設備）」を設置する。全域ガス消火設備（ハロゲン化物消火設備）の概要を添付資料2に、全域ガス消火設備（ハロゲン化物消火設備）の耐震設計を添付資料3に示す。

設置に当たっては、火災の直接影響のみならず二次的影響が安全機能を有する機器等に悪影響を及ぼさないような設計とし、設置した火災区域又は火災区画に応じて、動的機器の単一故障により機能を喪失することがないように系統分離に応じた独立性を備える設計とする。

また、建屋内設備となることから低温（凍結）、風水害（風（台風））による影響は考えにくく、地震に対しては添付資料3に示すと通りの耐震性を確保する設計とする。その他の洪水、落雷、津波、竜巻、降水、積雪、地滑り、火山の影響、生物学的事象、森林火災及び高潮についても、建屋内に設置されており影響は考えにくい、機能が阻害される場合は原因の除去又は早期取替え、復旧を図る設計とする。

全域ガス消火設備（ハロゲン化物消火設備）は、機能に異常がないことを確認するため、消火設備の作動確認を実施する。

また、全域ガス消火設備（ハロゲン化物消火設備）の設置に伴い、消火能力を維持するため、自動ダンパの設置又は空調設備の手動停止による消火剤の流出防止や安全対策のための警報装置の設置を行う。さらに、全域ガス消火設備（ハロゲン化物消火設備）起動時に扉が「開」状態では消火剤が流出することから、扉が「閉」運用とするよう手順等に定める。また、消火設備起動後には発電所内に設置している避難誘導灯及び安全避難通路等により屋外等

の安全な場所へ避難することが可能である。

原子炉の高温停止及び低温停止を達成し、維持するために必要な構築物、系統及び機器のうち、火災により安全機能が影響を受ける設備を設置する火災区域又は火災区画の全域ガス消火設備（ハロゲン化物消火設備）は、外部電源喪失時にも電源が確保できるよう、非常用電源から受電する。また、外部電源喪失時に非常用ディーゼル発電機による非常用電源の供給が開始されるまでの時間を考慮して70分以上*の設備の作動に必要な容量を有する内蔵型の蓄電池を設置する。

※消防法施行規則第二十条「ハロゲン化物消火設備に関する基準」で要求している蓄電池容量以上

全域ガス消火設備（ハロゲン化物消火設備）の動作に伴う人体及び機器への影響を添付資料4に、狭隘な場所への消火剤（ハロン1301）の有効性を添付資料5に、全域ガス消火設備（ハロゲン化物消火設備）の消火能力を添付資料6に示す。

なお、添付資料4に示すように全域ガス消火設備（ハロゲン化物消火設備）の動作に伴う人体への影響はないが、保守的に全域ガス消火設備（ハロゲン化物消火設備）の動作時に退避警報を発する設計とする。

3.2.2 全域ガス消火設備（二酸化炭素消火設備）

非常用ディーゼル発電機室、燃料油サービスタンク室、固体廃棄物貯蔵庫には、全域ガス消火設備（二酸化炭素消火設備）を設置し、当該室に必要な消火剤（約1574kg（代表としてA-ディーゼル発電機室を記載））に対して十分な消火剤（約1595kg（代表としてA-ディーゼル発電機室を記載））を有する設計とする。全域ガス消火設備（二酸化炭素消火設備）の概要を添付資料7に示し、全域ガス消火設備（二酸化炭素消火設備）の耐震設計を添付資料3に示す。

全域ガス消火設備（二酸化炭素消火設備）は、機能に異常がないことを確認するため、消火設備の作動確認を実施する。

また、全域ガス消火設備（二酸化炭素消火設備）に用いる二酸化炭素は不活性であり、機器への影響はないが、人体に対する影響があるため、全域ガス消火設備（二酸化炭素消火設備）が作動する前に人員の退避が重要であることから、警報を発する設計とする。さらに、全域ガス消火設備（二酸化炭素消火設備）起動時に扉が閉状態では消火剤が流出することから、扉を閉運用とするよう手順等に定める。

なお、全域ガス消火設備（二酸化炭素消火設備）は、消防法施行規則第十九条「不活性ガス消火設備に関する基準」に基づき設置する。全域ガス消火設備（二酸化炭素消火設備）は、外部電源喪失時においても電源が確保できるよう、非常用電源の供給が開始されるまでの時間を考慮して70分以上の設備の作動に必要な内蔵型の蓄電池を設置する。

泊発電所3号炉における、各固定式消火設備の消火剤の必要容量を添付資料8に示す。また、3.2.1.から3.2.3.で述べた固定式消火設備の配置図については、8条-別添1-資料3の添付資料2に示す。

以上により、消火活動が困難となるおそれがある火災区域又は火災区画に対して、自動起動する固定式消火設備を設置し、必要な消火剤の容量を確保すること、系統分離に応じた独立性を有する設計とすること、火災の二次的影響を考慮した設計とすること、外部電源喪失時にも機能を失わないような設計とすること、故障警報を中央制御室に発報する設計とすること、作動前に警報を発報させる設計とすること、屋内設置により凍結、風水害等に対して消火設備の性能が著しく阻害されるものではないこと、安全機能を有する機器等の耐震クラスに応じて耐震性を確保すること、消火剤の種類は誤作動時の安全機能への影響を考慮して選定していることから、火災防護に係る審査基準に適合するものとする。

3.2.3. 消火器及び水消火設備について

火災発生時にすべての火災区域又は火災区画の消火が早期に行えるよう、消火器、消火栓を配置する。優先的な水消火設備の使用が想定される火災区域又は火災区画にあつては、消火水による安全機能への影響を考慮し、必要な対策を講じる設計とする。

水消火設備の水源であるろ過水タンクについては、供給先である屋内消火栓及び屋外消火栓に関し2時間の放水に必要な水量（屋内：31.2m³、屋外：84.0m³）に対して十分な水量（1号、2号及び3号炉共用のろ過水タンク約1500m³を2基、ろ過水タンク約1500m³を2基）を確保している。

これは、1号炉、2号炉及び3号炉での共用を考慮した場合に必要な必要となる最大水量252m³に対して、十分な容量である。

なお、水消火設備に必要な消火水の容量について、屋内消火栓は消防法施行令第十一条、屋外消火栓は消防法施行令第十九条に基づき算出した容量とする。

また、屋内消火栓及び屋外消火栓の消火ポンプについては、1号、2号及び3号炉共用の電動消火ポンプ、1号、2号及び3号炉共用のエンジン消火ポンプ、電動機駆動消火ポンプ、ディーゼル駆動消火ポンプを各1台有し、多様性を備えている。

ポンプ容量については消防法施行令にて要求される屋内消火栓及び屋外消火栓の必要流量（屋内消火栓：130 L/min×2 個、屋外消火栓：350 L/min×2 個）に対して十分な容量（1号、2号及び3号炉共用の屋内消火栓及び屋外消火栓：300m³/h（5,000L/min）、3号炉の屋内消火栓及び屋外消火栓：390m³/h（6,500L/min））を有しており、設置場所についても風水害に対して性能を著しく阻害されないよう浸水対策を施した建屋内に設置する。

また、水消火設備の耐震クラスについては、これまで耐震Cクラスとして整理されているが、火災防護に係る審査基準において消火設備に対して地震等の自然現象によっても消火の機能、性能が維持される設計であることが求められる。消火設備については安全機能を有する構築物、系統及び機器を火災から防護することを目的として、それらが設置される火災区域又は

- ・消防法施行令第十一条の要求
屋内消火栓必要水量=2（個の消火栓）×130L/min×2時間=31.2m³
- ・消防法施行令第十九条の要求
屋外消火栓必要水量=2（個の消火栓）×350L/min×2時間=84.0m³

なお、屋内消火栓及び屋外消火栓は1号炉，2号炉と一部共用しているため，万一，1号炉，2号炉及び3号炉においてそれぞれ単一の火災が同時に発生し，消火栓による放水を実施した場合に必要な最大水量は以下のとおりである。

1号炉：屋外消火栓 84m³
 2号炉：屋外消火栓 84m³
 3号炉：屋外消火栓 84m³
 1号炉 84m³ + 2号炉 84m³ + 3号炉 84m³ = 252m³

また、水消火設備の耐震クラスについては、これまで耐震Cクラスとして整理されているが、火災防護に係る審査基準において消火設備に対して地震等の自然現象によっても消火の機能、性能が維持される設計であることが求められる。消火設備については安全機能を有する構築物、系統及び機器を火災から防護することを目的として、それらが設置される火災区域又は火災区画に基づき対策を講じるものであることから、安全機能を有する火災区域又は火災区画内において防護対象機器の耐震クラスに応じた消火設備の耐震性が確保されているか確認し、水消火設備の耐震クラスを以下のとおり設定する。

資料2並びに資料9にて選定した安全機能を有する火災防護対象機器及び火災防護対象ケーブルが設置される火災区域又は火災区画についてはS_s機能維持された全域の固定式消火設備の設置を行うことから、耐震Sクラスの防護対象機器に対して耐震クラスに応じた消火機能が確保され、地震後に火災区域又は火災区画内の消火機能が失われることはない（資料3 添付資料2）。一部の火災区域又は火災区画については内包する可燃物量（火災の発生・延焼が考えにくい弁のグリス・計装ラック、金属筐体に覆われた分電盤、金属製容器に収納された持込物品等を除く）について1,000MJ、等価火災時間0.1時間を基準として設け、現場の詳細な調査の上、いずれの可燃物についても金属製筐体に覆われ、煙が充満しにくく、可燃物間の相互の延焼防止が図られ大規模な火災や煙が発生しにくい環境であることを確認し、手動消火活動が可能な火災区域又は火災区画と整理し全域の固定式消火設備を設けていない。しかしながら、内包する可燃物に対して十分な消火機能を有する消火器を設置すること、これらの消火器については基準地震動に対して転倒、破損等しないよう固縛を行うとともに地震により機能が失われないことを加振試験により確認する。よって、これらの火災区域又は火災区画においても、地震後も消火器により消火可能であることから耐震クラスに応じた消火機能が確保される。

よって、固定式消火設備を設置しない火災区域又は火災区画について、地震後も消火器による手動消火活動が可能と考えることから消火機能が維持される。なお、屋外の燃料油貯油槽エ

リアに対しては移動式消火設備を基準地震動 S_s に対して転倒しない設計とすることから、消火機能が維持される。

以上より、地震後も固定式消火設備、消火器、移動式消火設備により安全機能を有する各火災区域又は火災区画の消火の機能が維持され（第6-1 図）、安全機能を有する構築物、系統及び機器に影響を与えることはないことを確認した。よって、水消火設備について水源・ポンプも含めて耐震Cクラス設計とする。ただし、消火配管は、地震時における地盤変位対策として、消火配管の建屋接続部には機械式継手を採用しないこととし、「原子力発電所の火災防護規程(JEAG4626-2010)」により耐震性の確保並びに給水接続口の設置を考慮した設計とし、原子炉建屋、原子炉補助建屋内では消火配管の破断等が生じない設計とする。

また、消火配管が屋外に設置されることも踏まえ、保温材の取付けや消火栓内部に水が溜まらないような自動排水機構を有する消火栓の採用といった凍結防止を図る設計とする。

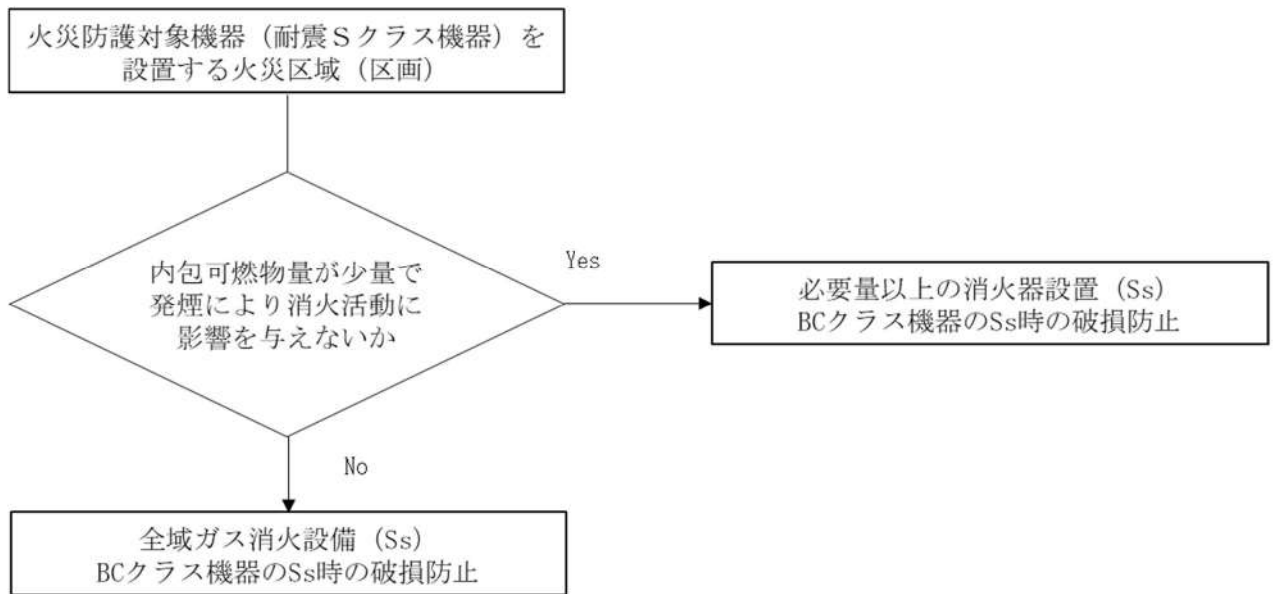
消火配管の凍結防止、地盤変位対策については、添付資料12及び添付資料13に示す。

屋外に設置された消火系の機器がその他津波、洪水、風（台風）、竜巻、降水、積雪、落雷、地滑り、火山の影響、生物学的事象、森林火災及び高潮といった自然現象によって機能を阻害される場合は、原因の除去又は早期の取替、復旧を図る設計とする。

消火用水供給系は、他系統と共用する場合には、隔離弁を設置して遮断する措置により、消火用水供給系の供給を優先する設計とする。

なお、消火栓は、消防法施行令第十一条「屋内消火栓設備に関する基準」及び消防法施行令第十九条「屋外消火栓設備に関する基準」に基づき、すべての火災区域及び火災区画を消火できるように設置する。火災区域及び火災区画における消火栓の配置を添付資料9に示す。消火器は、消防法施行規則第六条「大型消火器以外の消火器具の設置」及び消防法施行規則第七条「大型消火器の設置」に基づき設置する設計とする。

以上により、消火用水供給系について水源の多重化、ポンプの多重化又は多様化を図ること、消防法施行令に基づき必要な水量、ポンプ容量を備える設計とすること、また1号、2号及び3号炉の共用に対し十分な容量を有していること、地震時の地盤変位や風水害、凍結等を考慮した設計とすることから、火災防護に係る審査基準に適合しているものとする。また、消火栓に関して、すべての火災区域又は火災区画を消火できるように設置すること、消防法施行令に基づき必要な容量を確保することから火災防護に係る審査基準に適合しているものとする。



第 6-1 図:安全機能を有する火災区域又は火災区画における
消火設備の耐震性について

3. 2. 4. 移動式消火設備について

移動式消火設備については、化学消防自動車 1 台、水槽付消防ポンプ自動車 1 台を配備し、消火ホース等の資機材を備え付けている。添付資料 10 に、移動式消火設備について示す。

また、消火用水のバックアップラインとして屋外に設置された給水接続口に移動式消火設備を接続することで、建屋内の屋内消火栓に対しても給水が可能である。耐震 S クラス設備であるディーゼル発電機燃料油貯油槽の消火に用いることから、51m 倉庫・車庫の移動式消火設備については地震により転倒しない設計とする。

なお、移動式消火設備の操作については、発電所構内の 51m 倉庫・車庫等に 24 時間体制で待機している初期消火要員にて実施する。

以上により、移動式消火設備を配備していることから火災防護に係る審査基準に適合しているものとする。

4. 消火活動が困難となる火災区域又は火災区画の考え方

火災防護に係る審査基準の「2. 2. 1 (2) 消火設備」では、安全機能を有する機器等を設置する火災区域又は火災区画であって、火災時に煙の充満又は放射線の影響により消火活動が困難なところには、自動消火又は手動操作による固定式消火設備の設置が要求されていることから、ここでは「火災時に煙の充満又は放射線の影響により消火活動が困難な場所」の選定方針について示す。

泊発電所 3 号炉では、資料 2「原子炉の安全停止に必要な機器の選定について」の添付資料 5「原子炉の安全停止に必要な機能を達成するための機器リスト」に記載されている機器等の

設置場所は、基本的に「火災発生時に煙の充満又は放射線の影響により消火活動が困難な場所」として設定する。

ただし、火災発生時の煙の充満又は放射線の影響により消火活動が困難となるかを考慮した結果、火災発生時の煙の充満等により消火活動が困難とならない場所として以下を選定する。これらの火災区域又は火災区画については、消火活動により消火を行う設計とする。

(1) 中央制御室

中央制御室は、常駐する運転員によって火災感知器による早期の火災感知及び消火活動が可能であり、火災が拡大する前に消火可能であること、万一、火災によって煙が発生した場合でも建築基準法に準拠した容量の排煙設備によって排煙が可能であることから、消火活動が困難とならない場所として選定する。

このため、中央制御室は二酸化炭素消火器で消火を行う設計とする。なお、フロアケーブルダクトは、固有の信号を発する異なる種類の火災感知器（煙感知器と熱感知器）、及び自動消火設備であるイナートガス消火設備を設置する設計とする。

(2) 可燃物が少ない火災区域又は火災区画

可燃物が少ない火災区域又は火災区画は、可燃物を少なくすることで煙の発生を抑える設計とし、各火災区域又は火災区画の状況（可燃物の有無・エリア容積・天井高さ・換気有無）から総合的に判断して、煙の充満により消火困難とはならない箇所として選定する。

（添付資料 11）

各火災区域又は火災区画とも不要な可燃物を持ち込まないよう持込み可燃物管理を実施するとともに、点検に係る資機材等の可燃物を一時的に仮置きする場合は、不燃性のシートによる養生を実施し火災発生時の延焼を防止する設計とする。なお、可燃物の状況については、原子炉の高温停止及び低温停止を達成し、維持するために必要な機能を有する構築物、系統及び機器以外の構築物、系統及び機器も含めて確認する。

これらの火災区域又は火災区画の消火については、消火器により消火活動を行う設計とする。

a. 可燃物が少ない火災区域又は火災区画で使用する消火器の消火能力

消火器については、消火器の技術上の規格を定める省令により、各火災源に対する消火試験にて消火能力が定められる。

一般的な 10 型粉末消火器（普通火災の消火能力単位：3、油火災の消火能力単位：7）について、消火能力単位の測定試験時に用いられるガソリン火源（油火災の消火能力単位が 7 の場合燃焼表面積 1.4m²、体積 42L）の発熱速度は、FDTS^{*1} により算出すると 3,100kW となる。

また、この発熱速度に相当する潤滑油の漏えい量は、NUREG/CR-6850^{*2} の考え方に則り

燃焼する油量を内包油量の10%と仮定して算出すると1.8L（燃焼表面積2.5m²）となるが、いずれの火災区域又は火災区画でもこれを上回る漏えい火災が想定される潤滑油内包機器はない。

一方、盤については、NUREG/CR-6850^{※2} 表G-1 に示された発熱速度（98%信頼上限値で最大1,002kW）を包絡していることを確認した。さらに、これらの火災区域又は火災区画にケーブルトレイがないことを確認している。

よって、これらの火災区域又は火災区画に対する消火手段として、消火器が十分な消火能力を有しているものとする。

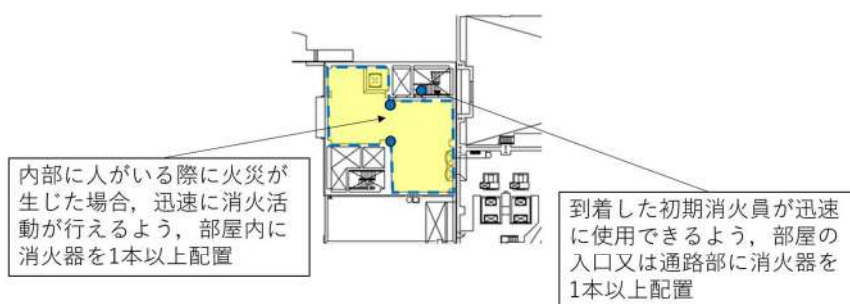
また、消火器の配備数としては消防法施行規則第六、七条に基づき各フロアの床面積から算出される必要消火能力単位を有する消火器を必要数、建屋通路部に設置することに加え、裕度を見込み可燃物が少ない火災区域又は火災区画の入口扉の内側近傍及び外側近傍に普通火災の消火能力単位3以上の消火器を2個以上追加で設置する設計とする。（第6-2図）

なお、火災荷重の基準値である1,000MJについては、消火性能試験におけるガソリン量42L（約1,400MJ）とほぼ同等の可燃物量である。

また、小型の盤や計装ラックについても同程度の可燃物量であり、これらの可燃物について瞬間的な発熱速度を考慮しても十分な消火が可能と考えることから、消火可能な可燃物量の基準値として設けるものである。

※1：“Fire Dynamics Tools (FDTs):Quantitative Fire Hazard Analysis Methods for the U.S. Nuclear Regulatory Commission Fire Protection Inspection Program”，NUREG-1805

※2：EPRI/NRC-RES Fire PRA Methodology for Nuclear Power Facilities, Final Report, (NUREG/CR-6850, EPRI 1011989)



第6-2図：消火活動が困難でない火災区域又は火災区画に対する消火器の配置例

(3) 屋外の火災区域又は火災区画

安全機能を有する構築物、系統及び機器を設置する屋外の火災区域又は火災区画は、屋外開放のため、煙の充満により消火活動が困難とならない場所として選定し、消火器又は移動式消火設備により消火活動を行う設計とする。(添付資料 11)

a. 燃料油貯油槽エリア

ディーゼル発電機燃料を地下に貯蔵するディーゼル発電機燃料油貯槽は、屋外に設置するため、火災が発生しても煙は充満しないことから煙の充満又は放射線の影響により消火活動が困難とならない火災区域又は火災区画として選定する。

ディーゼル発電機燃料油貯油槽エリアは、乾燥砂で覆われ地下に埋設されているため、火災の規模は小さい。また、油火災であることを考慮し、消火器又は移動式消火設備で消火を行う。

貯蔵燃料油は軽油であり、消防法に基づく危険物第 4 類第二石油類であること、ディーゼル発電機燃料油貯油槽が地下貯蔵タンク構造であることから、危険物の規制に関する政令第二十条三号^{*1}による、危険物の規制に関する規則第三十五条第一号^{*2}を適用し、消火器 2 個以上を設置する。

以上から、ディーゼル発電機燃料油貯油槽エリアの火災対応として算出される消火器の本数を第 6-1 表に示す。

第 6-1 表：ディーゼル発電機燃料油貯油槽エリアに必要とされる消火剤容量
(小型粉末消火器)

部屋	危険物の規制に関する規則第三十五条第一号適用 (本)	合計 (本)
A1, A2-ディーゼル発電機燃料油貯油槽	2 (小型)	2 (小型)
B1, B2-ディーゼル発電機燃料油貯油槽	2 (小型)	2 (小型)

※1 危険物の規制に関する政令
(消火設備の基準)

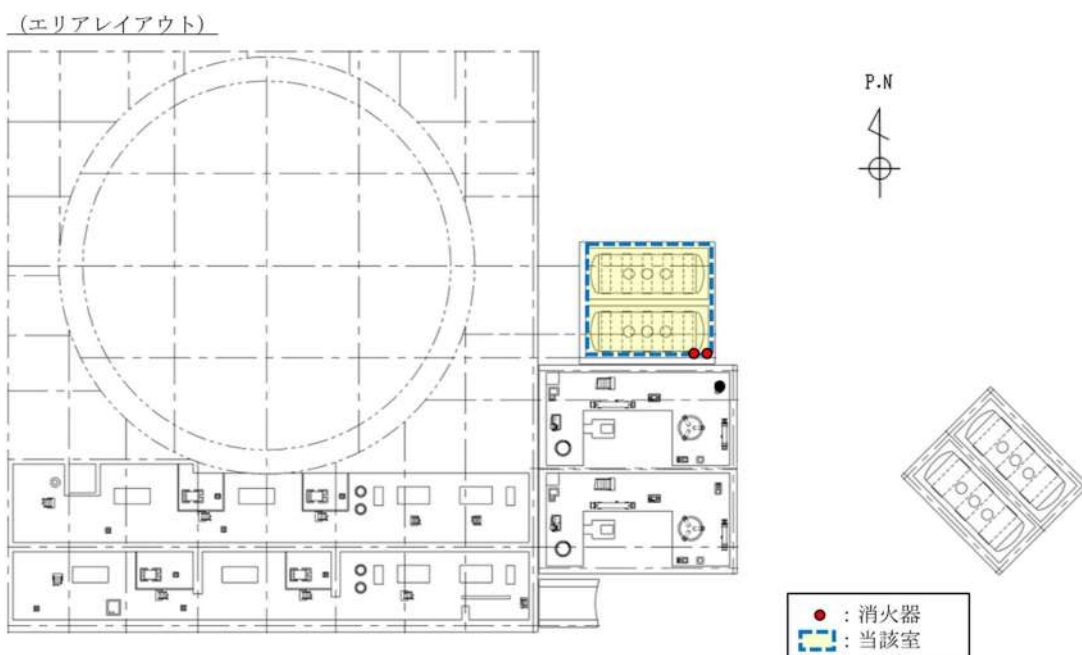
第二十条 消火設備の技術上の基準は、次のとおりとする。

三 前二号の総務省で定める製造所等以外の製造所等にあつては、総務省令で定めるところにより、別表第五に掲げる対象物について同表においてその消火に適応するものとされる消火設備のうち、第五種の消火設備を設置すること。

※2 危険物の規制に関する規則
(その他の製造所等の消火設備)

第三十五条 令第二十条第一項第三号の規定により、第三十三条第一項及び前条第一項に掲げるもの以外の製造所等の消火設備の設置の基準は、次のとおりとする。

一 地下タンク貯蔵所にあつては、第五種の消火設備を二個以上設けること。



第 6-3 図：屋外の火災区域（燃料油貯油槽エリア）の消火器の配置例

(4) 燃料取替用水ピット室及び補助給水ピット室

燃料取替用水ピット室及び補助給水ピット室は、全面が金属に覆われており、ピット内は水で満たされていること、燃料取替用水ピット室及び補助給水ピット室は、可燃物を置かず、発火源がない設計とすることから、火災が発生するおそれがないため、消火活動が困難とならない場所として選定する。

5. 火災により安全機能へ影響を及ぼすおそれが考えにくい火災区域又は火災区画の考え方

以下に示す安全機能を有する構築物，系統及び機器を設置する火災区域又は火災区画は，火災により安全機能へ影響を及ぼすおそれが考えにくいことから，消防法又は建築基準法に基づく対策を行う設計とする。

(1) 不燃性材料であるコンクリート又は金属により構成された設備を設置する火災区域又は火災区画

不燃性材料であるコンクリート又は金属により構成された配管，容器，タンク，手動弁，コンクリート構築物については流路，バウンダリとしての機能が火災により影響を受けることは考えにくいため，消防法又は建築基準法に基づく対策を行う設計とする。

(2) フェイル・セーフ設計の設備を設置する火災区域又は火災区画

フェイル・セーフ設計の設備については火災により機能を喪失した場合であっても，安全機能が影響を受けることは考えにくいため，消防法又は建築基準法に基づく対策を行う設計とする。

6. まとめ

泊発電所3号炉における安全機能を有する構築物，系統及び機器の火災を早期に消火するための消火設備を下表に示す。(第6-2表)

第6-2表：泊発電所3号炉 安全機能を有する構築物，系統及び機器
を設置する火災区域又は火災区画の消火設備

消火設備	消火剤	必要消火剤量	主な消火対象
全域ガス 消火設備	ハロン1301	1m ³ あたり 0.32kg以上	煙の充満等により消火活動が 困難な火災区域又は火災区画
	二酸化炭素	0.75kg/m ³ 以上 0.8 kg/m ³ 以上 (消防法施行規則 第十九条に基づき 算出される量以上)	煙の充満等により消火活動が 困難な火災区域又は火災区画
水消火設備 (消火栓)	水	屋内：130L/min以上 屋外：350L/min以上	全火災区域又は火災区画
消火器	粉末等	消防法施行規則第六，七条に 基づく必要数に裕度を見込 む	煙の充満等により消火活動が 困難とならない火災区域又は 火災区画
移動式消火設備	水等	400L/min×60min ×2口	屋外及び煙の充満等により消 火活動が困難とならない火災 区域又は火災区画

添付資料 1

「実用発電用原子炉及びその附属施設の火災防護に係る審査基準」(抜粋)

「実用発電用原子炉及びその附属施設の火災防護に係る審査基準」(抜粋)

2.2 火災の感知、消火

2.2.1 火災感知設備及び消火設備は、以下の各号に掲げるように、安全機能を有する構築物、系統及び機器に対する火災の影響を限定し、早期の火災感知及び消火を行える設計であること。

(2) 消火設備

① 消火設備については、以下に掲げるところによること。

- a. 消火設備は、火災の火炎及び熱による直接的な影響のみならず、煙、流出流体、断線、爆発等による二次的影響が安全機能を有する構築物、系統及び機器に悪影響を及ぼさないように設置すること。
- b. 可燃性物質の性状を踏まえ、想定される火災の性質に応じた十分な容量の消火剤を備えること。
- c. 消火栓は、全ての火災区域の消火活動に対処できるよう配置すること。
- d. 移動式消火設備を配備すること。
- e. 消火設備は、外部電源喪失時に機能を失わないように、電源を確保する設計であること。
- f. 消火設備は、故障警報を中央制御室に吹鳴する設計であること。
- g. 原子炉の高温停止及び低温停止に係る安全機能を有する構築物、系統及び機器相互の系統分離を行うために設けられた火災区域又は火災区画に設置される消火設備は、系統分離に応じた独立性を備えた設計であること。
- h. 原子炉の高温停止及び低温停止を達成し、維持するための安全機能を有する構築物、系統及び機器が設置される火災区域又は火災区画であって、火災時に煙の充満、放射線の影響等により消火活動が困難なところには、自動消火設備又は手動操作による固定式消火設備を設置すること。
- i. 放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能を有する構築物、系統及び機器が設置される火災区域であって、火災時に煙の充満、放射線の影響等により消火活動が困難なところには、自動消火設備又は手動操作による固定式消火設備を設置すること。
- j. 電源を内蔵した消火設備の操作等に必要の照明器具を、必要な火災区域及びその出入口通路に設置すること。

② 消火剤に水を使用する消火設備については、①に掲げるところによるほか、以下に掲げるところによること。

- a. 消火用水供給系の水源及び消火ポンプ系は、多重性又は多様性を備えた設計であること。
- b. 2 時間の最大放水量を確保できる設計であること。
- c. 消火用水供給系をサービス系又は水道水系と共用する場合には、隔離弁等を設置して遮断する等の措置により、消火用水の供給を優先する設計であること。
- d. 管理区域内で消火設備から消火剤が放出された場合に、放射性物質を含むおそれのある排水が管理区域外へ流出することを防止する設計であること。

③ 消火剤にガスを使用する消火設備については、①に掲げるところによるほか、固定式のガス系消火設備は、作動前に職員等の退出ができるように警報を吹鳴させる設計であること。

(参考)

(2) 消火設備について

- ①－d 移動式消火設備については、実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則（昭和53年通商産業省令第77号）第83条第3号を踏まえて設置されていること。
 - ①－g 「系統分離に応じた独立性」とは、原子炉の高温停止及び低温停止に係る安全機能を有する構築物、系統及び機器が系統分離を行うため複数の火災区域又は火災区画に分離して設置されている場合に、それらの火災区域又は火災区画に設置された消火設備が、消火ポンプ系（その電源を含む。）等の動的機器の単一故障により、同時に機能を喪失することがないことをいう。
 - ①－h－1 手動操作による固定式消火設備を設置する場合は、早期に消火設備の起動が可能となるよう中央制御室から消火設備を起動できるように設計されていること。上記の対策を講じた上で、中央制御室以外の火災区域又は火災区画に消火設備の起動装置を設置することは差し支えない。
 - ①－h－2 自動消火設備にはスプリンクラー設備、水噴霧消火設備及びガス系消火設備（自動起動の場合に限る。）があり、手動操作による固定式消火設備には、ガス系消火設備等がある。中央制御室のように常時人がいる場所には、ハロン1301を除きガス系消火設備が設けられていないことを確認すること。
 - ②－b 消火設備のための必要水量は、要求される放水時間及び必要圧力での最大流量を基に設計されていること。この最大流量は、要求される固定式消火設備及び手動消火設備の最大流量を合計したものであること。
- なお、最大放水量の継続時間としての2時間は、米国原子力規制委員会（NRC）が定めるRegulatory Guide 1.189で規定されている値である。上記の条件で設定された防火水槽の必要容量は、Regulatory Guide 1.189では、1,136,000リットル（1,136 m³）以上としている。

2.2.2 火災感知設備及び消火設備は、以下の各号に示すように、地震等の自然現象によっても、火災感知及び消火の機能、性能が維持される設計であること。

(1) 凍結するおそれがある消火設備は、凍結防止対策を講じた設計であること。

(2) 風水害に対して消火設備の性能が著しく阻害されない設計であること。

(3) 消火配管は、地震時における地盤変位対策を考慮した設計であること。

(参考)

火災防護対象機器等が設置される火災区画には、耐震B・Cクラスの機器が設置されている場合が考えられる。これらの機器が基準地震動により損傷しSクラス機器である原子炉の火災防護対象機器の機能を失わせることがないことが要求される場所であるが、その際、耐震B・Cクラス機器に基準地震動による損傷に伴う火災が発生した場合においても、火災防護対象機器等の機能が維持されることについて確認されていなければならない。

(2) 消火設備を構成するポンプ等の機器が水没等で機能しなくなることを防ぐよう、設計に当たっては配置が考慮されていること。

添付資料 2

泊発電所 3 号炉における
全域ガス消火設備（ハロゲン化物消火設備）
について

泊発電所 3 号炉における
 全域ガス消火設備（ハロゲン化物消火設備）
 について

1. 設備構成及び系統構成

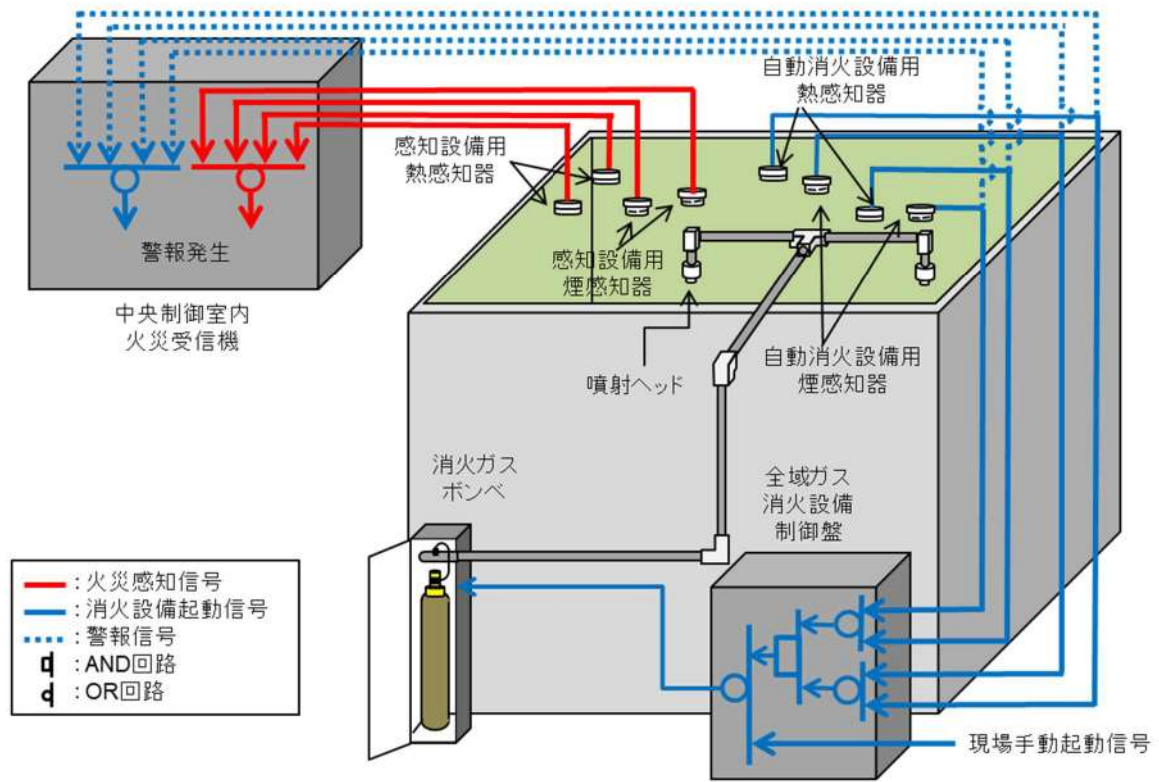
火災発生時に煙の充満により消火活動が困難となる可能性のある火災区域又は火災区画に必要となる固定式消火設備として、人体、設備への影響を考慮し、「全域ガス消火設備（ハロゲン化物消火設備）」を設置する。

ガス消火設備の仕様の概要を第 1 表に、単一の部屋に対して使用する単独放出方式の全域ガス消火設備を第 1 図に、複数の部屋から当該火災エリアを選択する選択放出方式の全域ガス消火設備を第 2 図に示す。

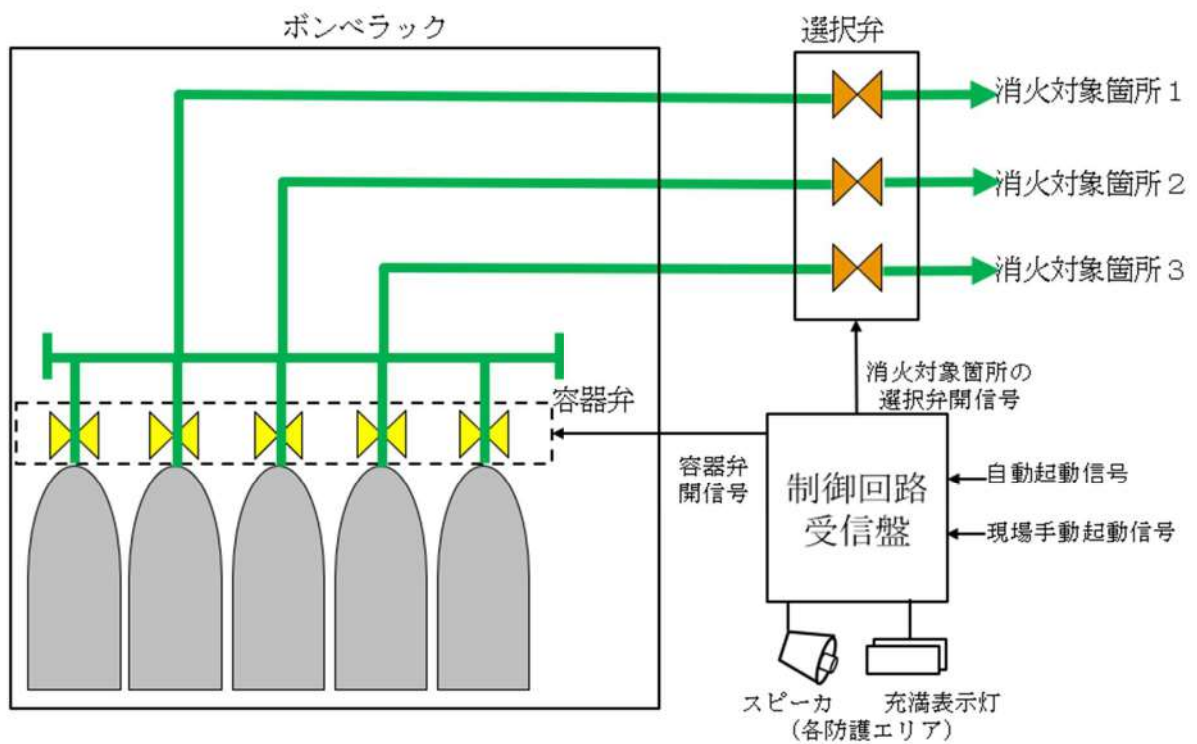
なお、ガス消火設備の耐震設計については、添付資料 3 に示す。

第 1 表：全域ガス消火設備（ハロゲン化物消火設備）の仕様の概要

項 目		仕 様	
全域	消火剤	消火剤	ハロン 1301
		消火原理	連鎖反応抑制(負触媒効果)
		消火剤の特徴	設備及び人体に対して無害
	消火設備	適用規格	消防法その他関係法令
		火災感知	火災感知器(異なる種類の感知器の AND 信号)
		放出方式	自動(現場での手動起動も可能な設計とする)
		消火方式	全域放出方式
		電 源	非常用電源及び蓄電池を盤内に設置



第1図：全域ガス消火設備の作動概要



第2図：全域ガス消火設備起動ロジック（選択放出方式）

2. 全域ガス消火設備の作動回路

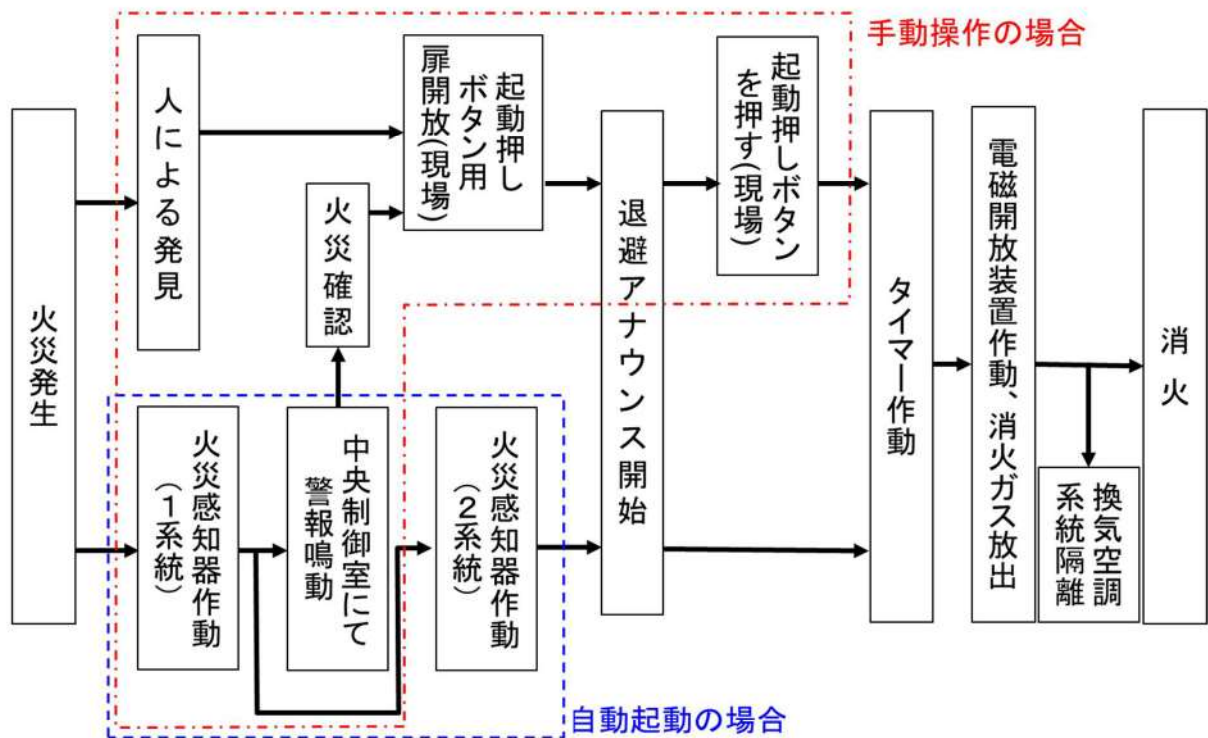
2.1. 作動回路の概要

消火活動が困難な火災区域又は火災区画の火災発生時における全域ガス消火設備作動までの信号の流れを第3図に示す。

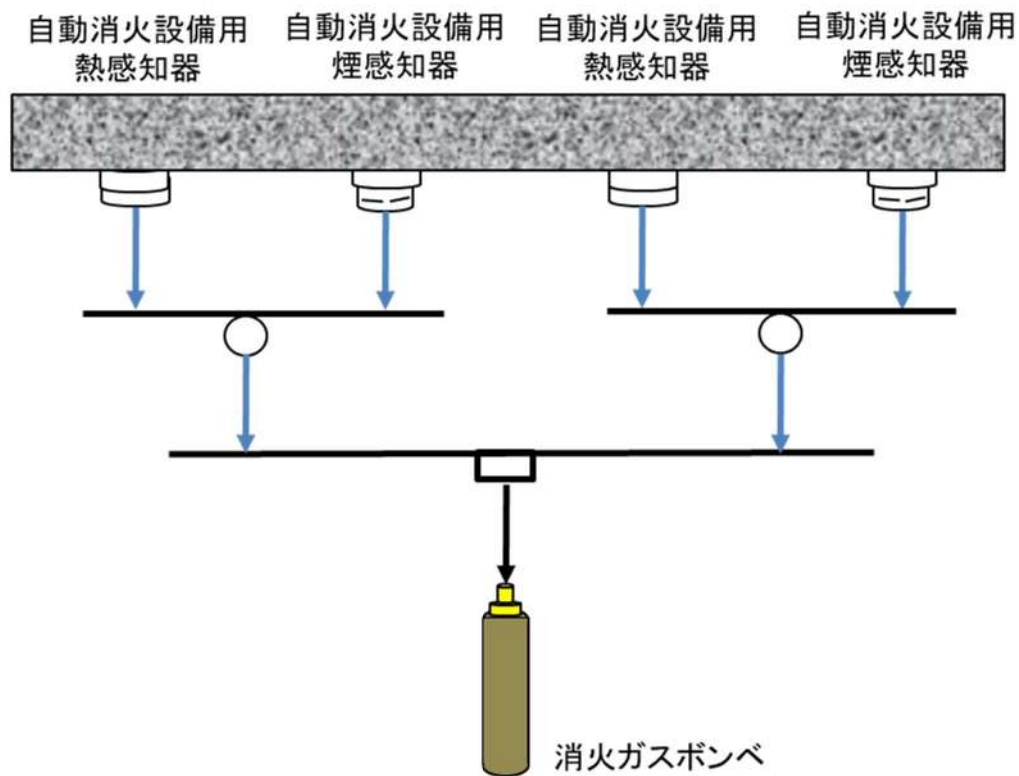
自動待機状態においては、複数の感知器が作動した場合に自動起動する。起動条件としては、A系の煙感知器又は熱感知器のうち1台とB系の煙感知器又は熱感知器のうち1台の両方作動により自動起動する設計とし、誤作動防止を図っている。(第4図)

現地(火災エリア外)での手動動作による消火設備の起動(ガス噴出)も可能な設計としており、人による火災発見時においても、早期消火が対応可能な設計とする。

また、煙感知器又は熱感知器のうち一方の誤作動、不動作により消火設備が自動起動しない場合であっても、もう一方の感知器の作動によって中央制御室に警報が発報するため、運転員が火災の発生を確認した場合には、現場での手動起動により早期消火が対応可能な設計とする。



第3図：火災発生時の信号の流れ



第4図：全域ガス消火設備起動ロジック

ケーブルトレイについては、想定される火災はケーブルの過電流火災であるが、ケーブルトレイ自体が部屋の上部に設置されており、天井部に取付ける煙感知器及び熱感知器はケーブルトレイの位置を考慮して早期に感知できる場所に設置することから、配置上早期感知が可能な設計とする。

全域ガス消火設備対象エリアにおける自動消火設備用感知器の配置図を別紙1に示す。

2.2. 全域ガス消火設備の系統構成

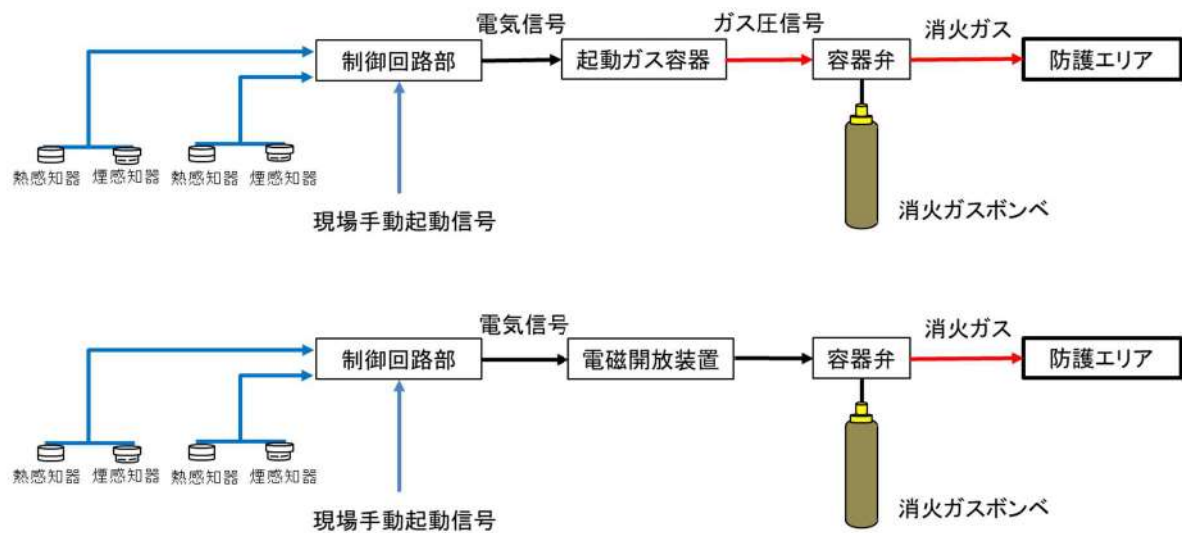
(1) 全域ガス消火設備（単独式）

単独式は、火災感知器、現場からの起動信号を制御回路部が受信した後、一定時間後に制御回路部から起動ガス容器ユニット又は電磁開放装置に対して放出電気信号を発信する。

起動ガス容器ユニットでは、放出電気信号を機械的なガス圧信号に変換し、ガス圧信号で機械的に作動する容器弁に対して放出信号を発信して、消火ガスが放出される。

または、火災感知器からの信号を制御回路が受信した後、一定時間後に、電磁式開放装置に起動信号（電気）が入力され、電磁開放装置からの放出電気信号が容器弁に発信して、消火ガスが放出される。

全域ガス消火設備（単独式）の系統構成を第5図に示す。



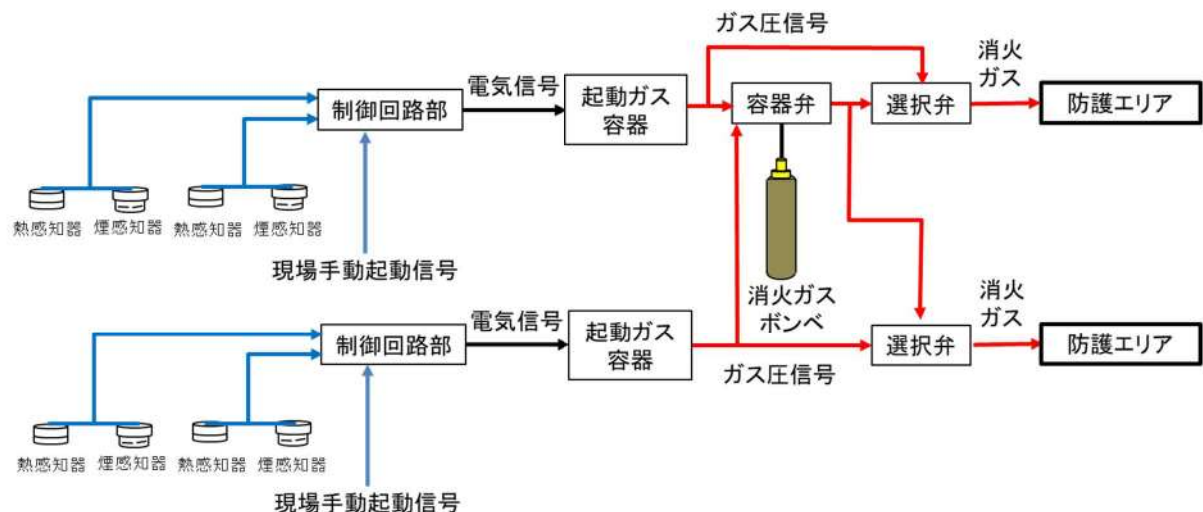
第5図：全域ガス消火設備（単独式）の系統構成

(2) 全域ガス消火設備（選択式）

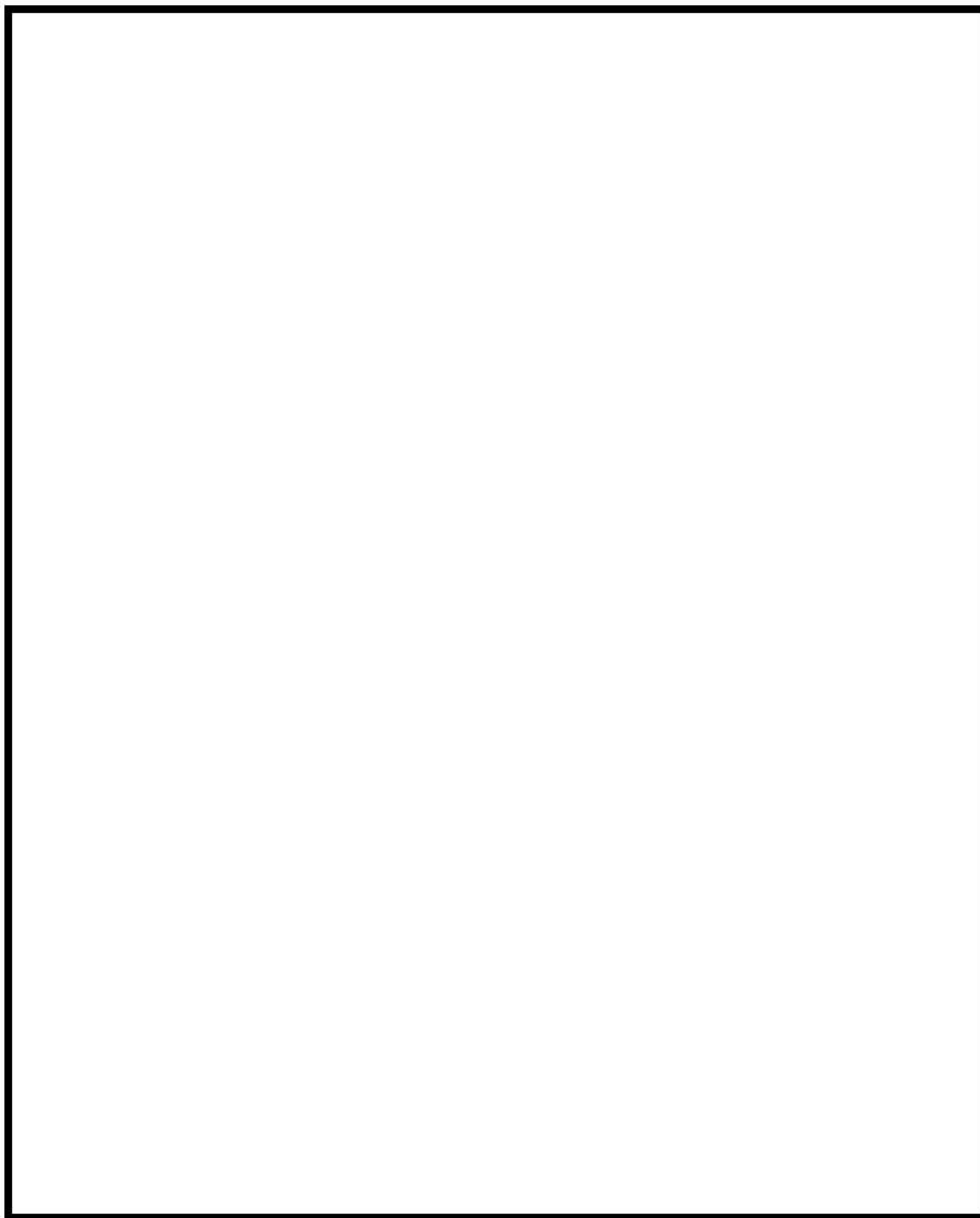
選択式は、複数の部屋に設置する火災感知器、現場からの起動信号をそれぞれの制御回路部が受信した後、制御回路部から起動ガス容器ユニットに対して放出電気信号を発信する。

起動ガス容器ユニットでは、放出電気信号を機械的なガス圧信号に変換し、ガス圧信号で機械的に作動する容器弁及び選択弁に放出信号を発信して、消火ガスが放出される。

全域ガス消火設備（選択式）の系統構成を第6図に示す。

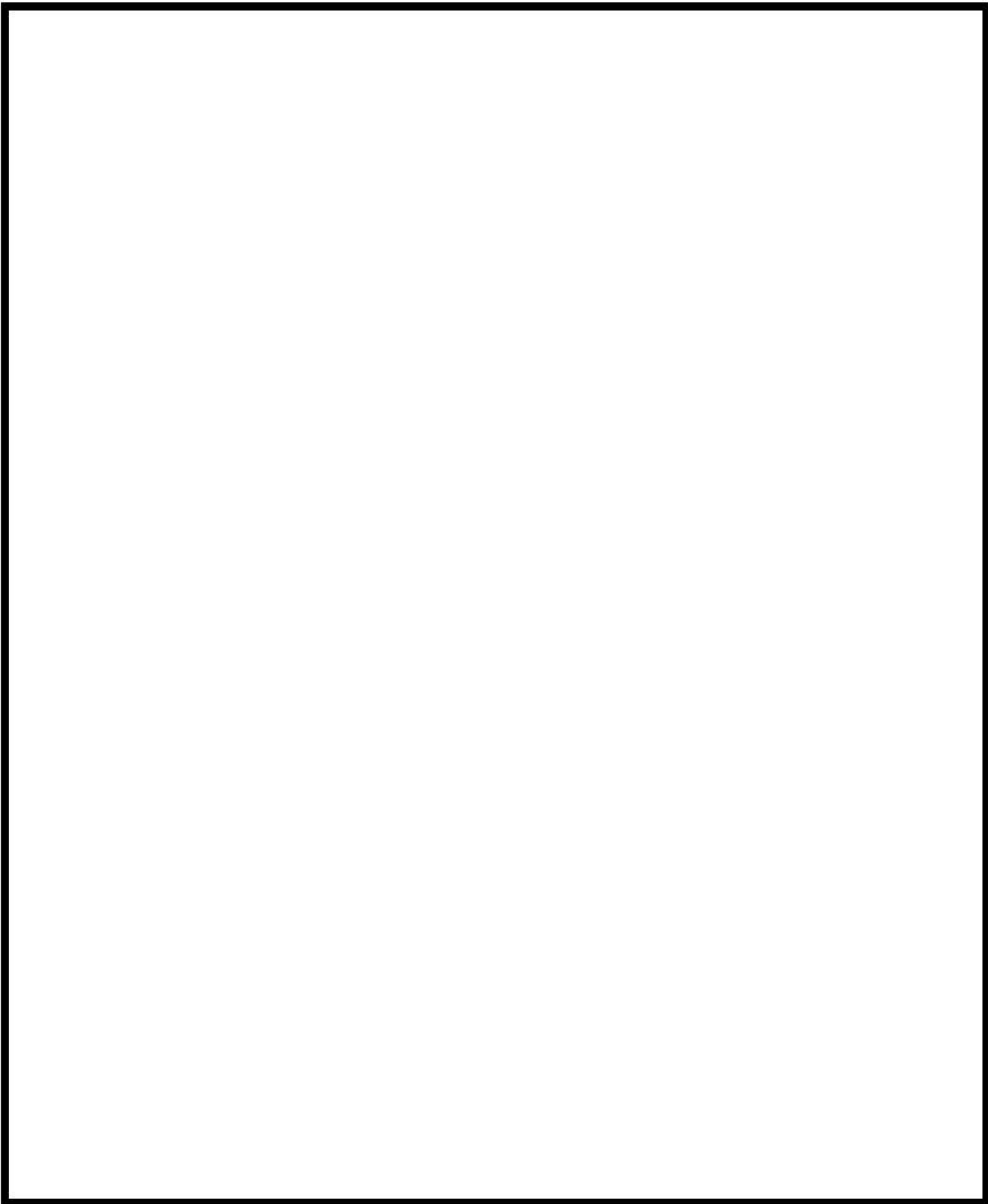


第6図：全域ガス消火設備（選択式）の系統構成




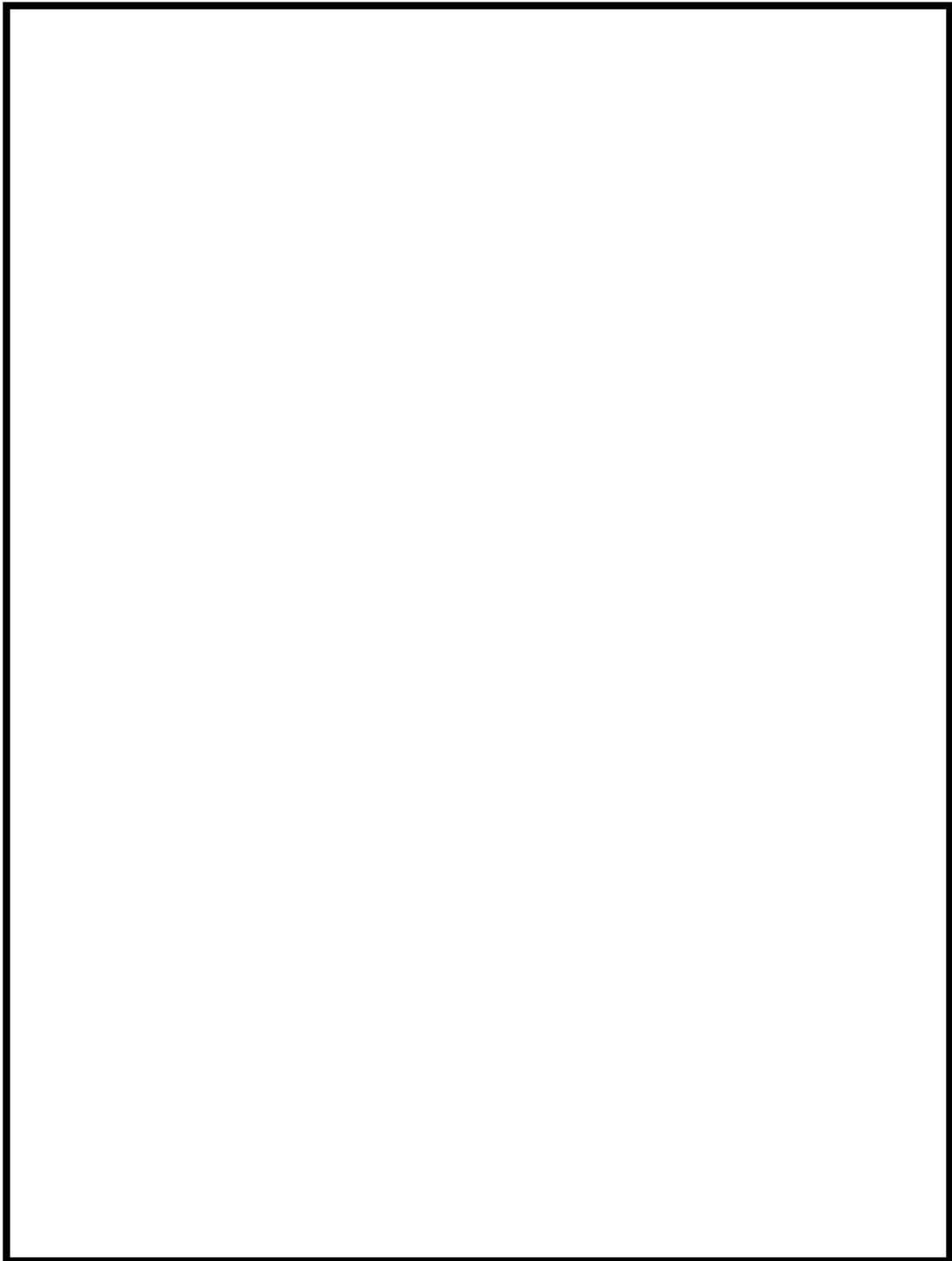
自動消火設備用感知器の配置図 (1/22)

 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。




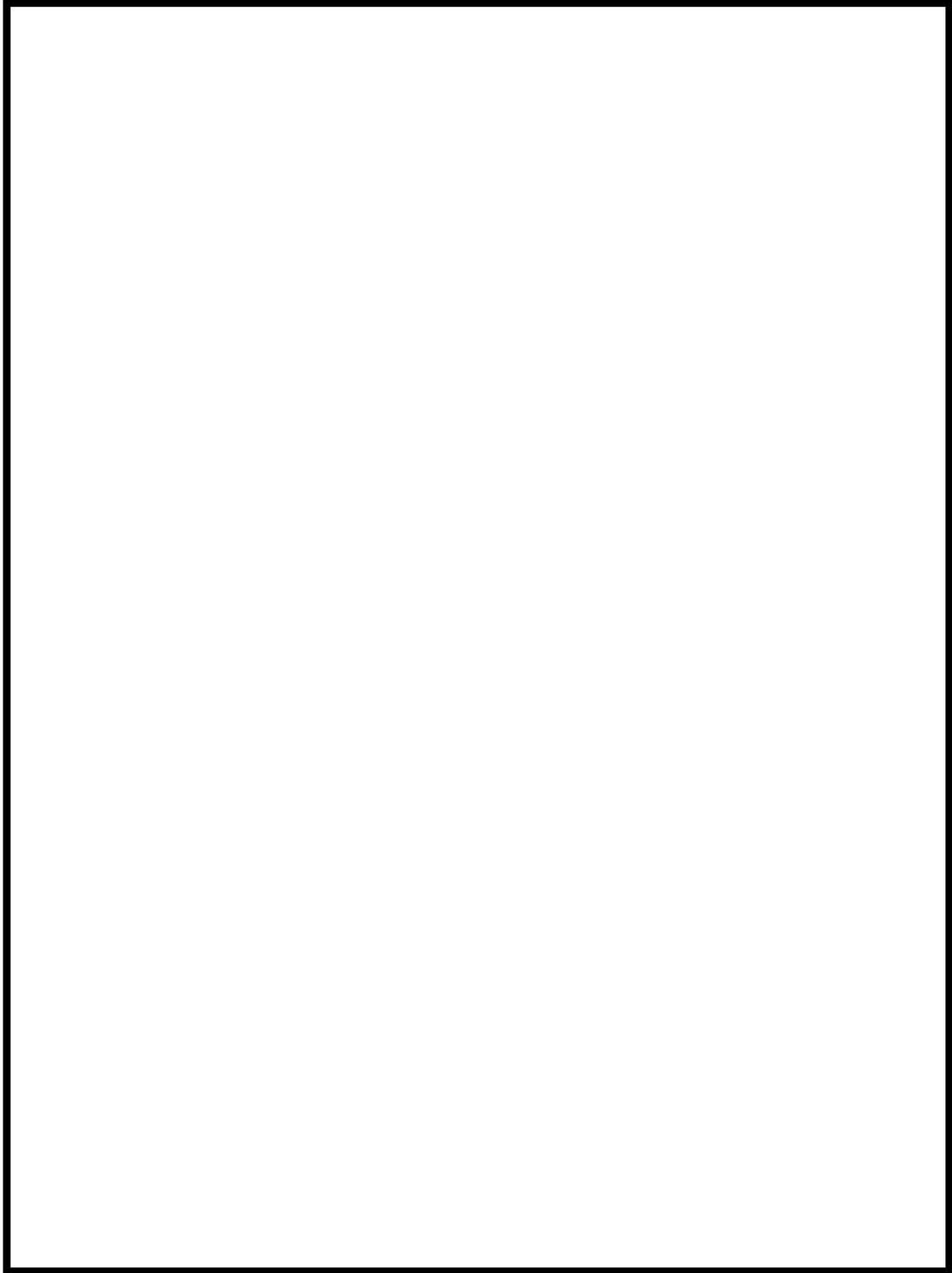
自動消火設備用感知器の配置図 (2/22)

 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。




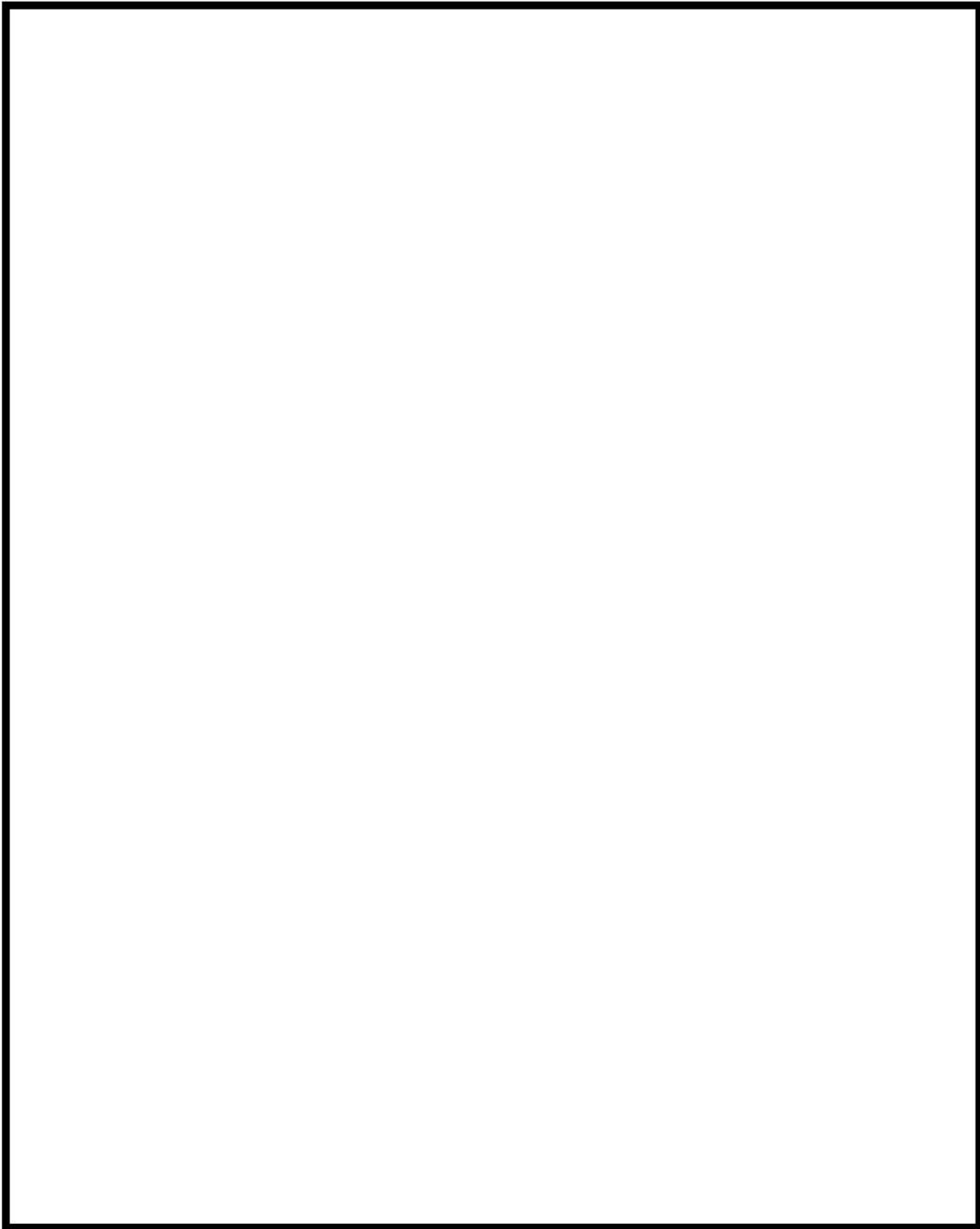
自動消火設備用感知器の配置図 (3/22)

 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。




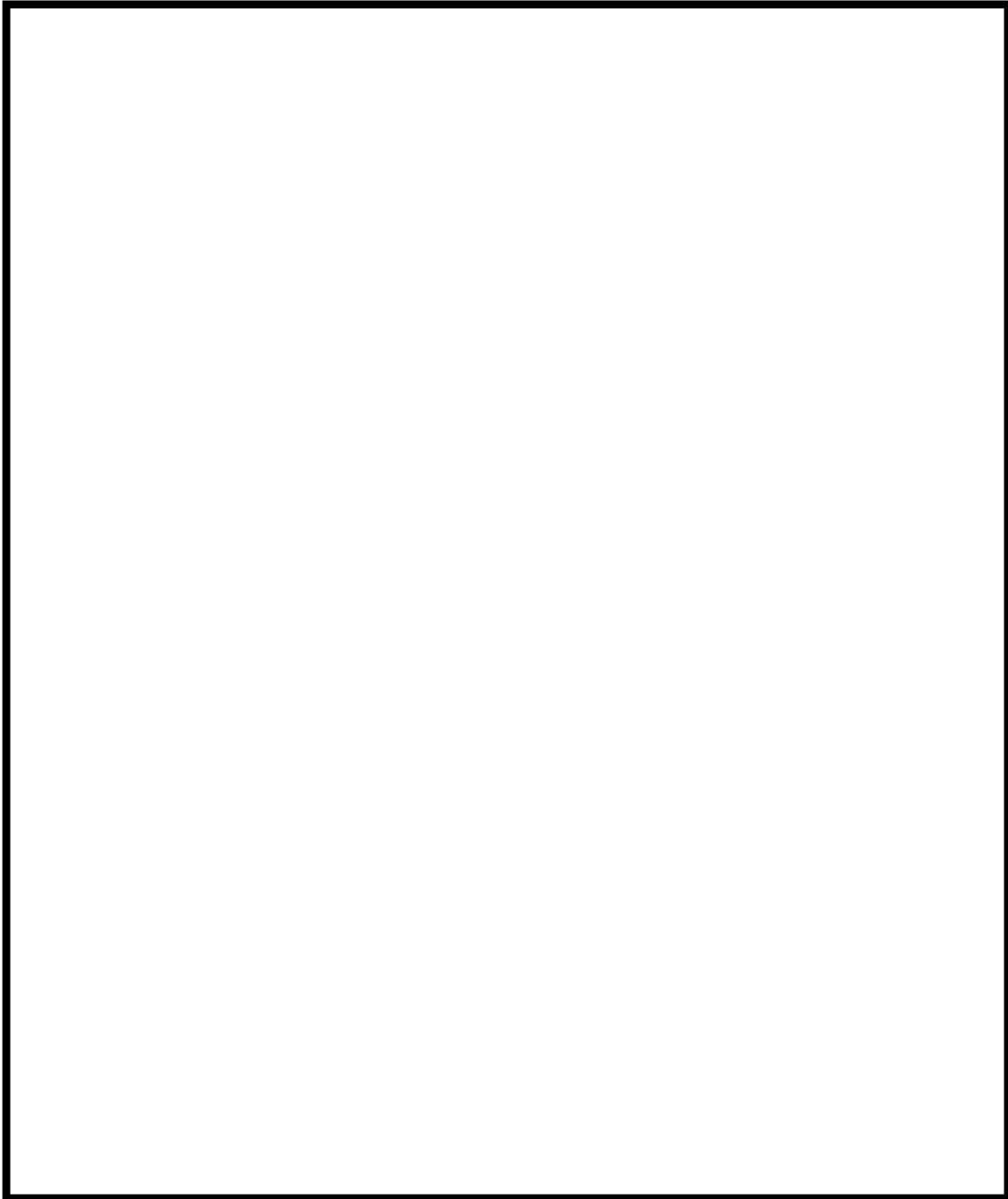
自動消火設備用感知器の配置図 (4/22)

 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。




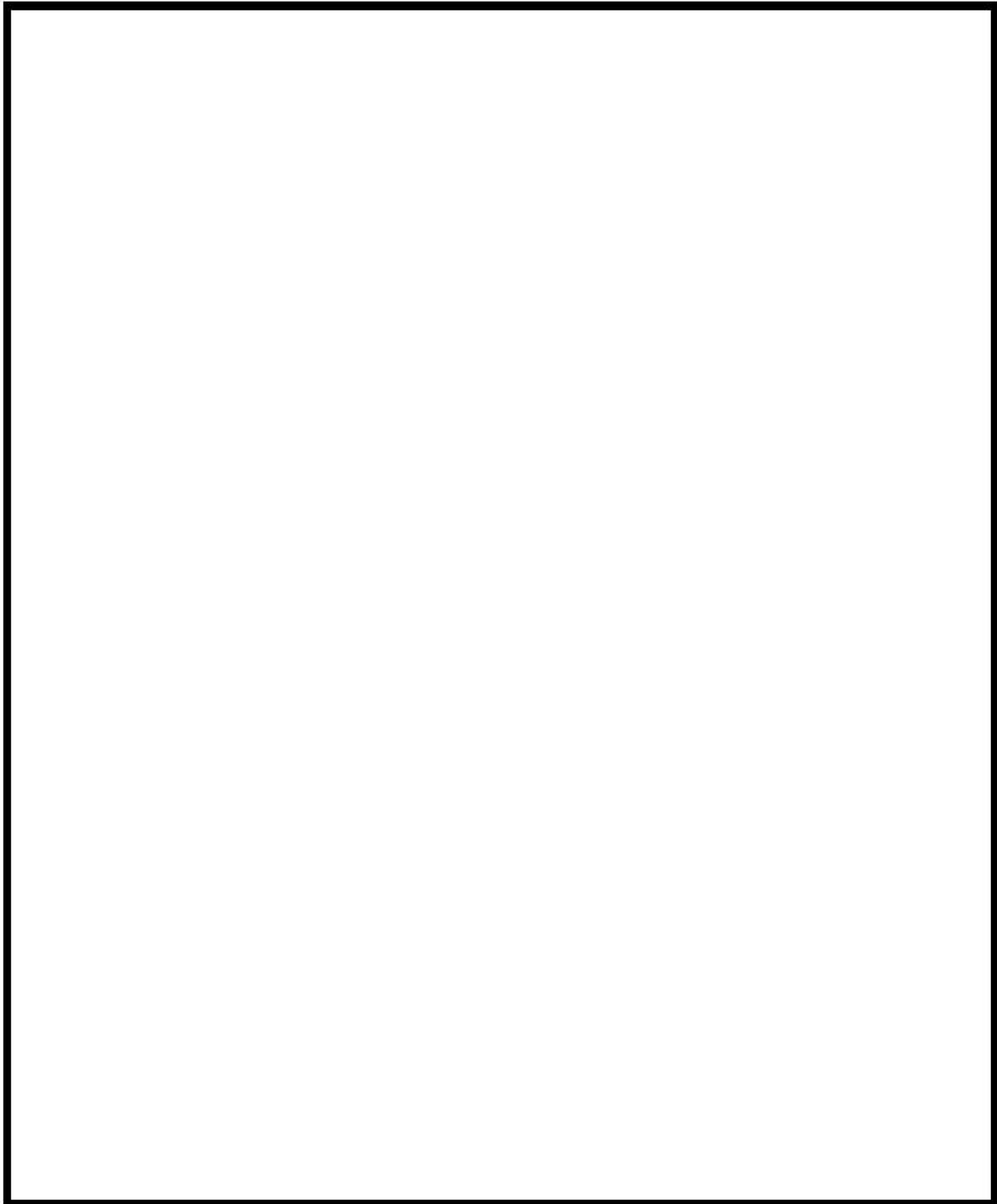
自動消火設備用感知器の配置図 (5/22)

 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。




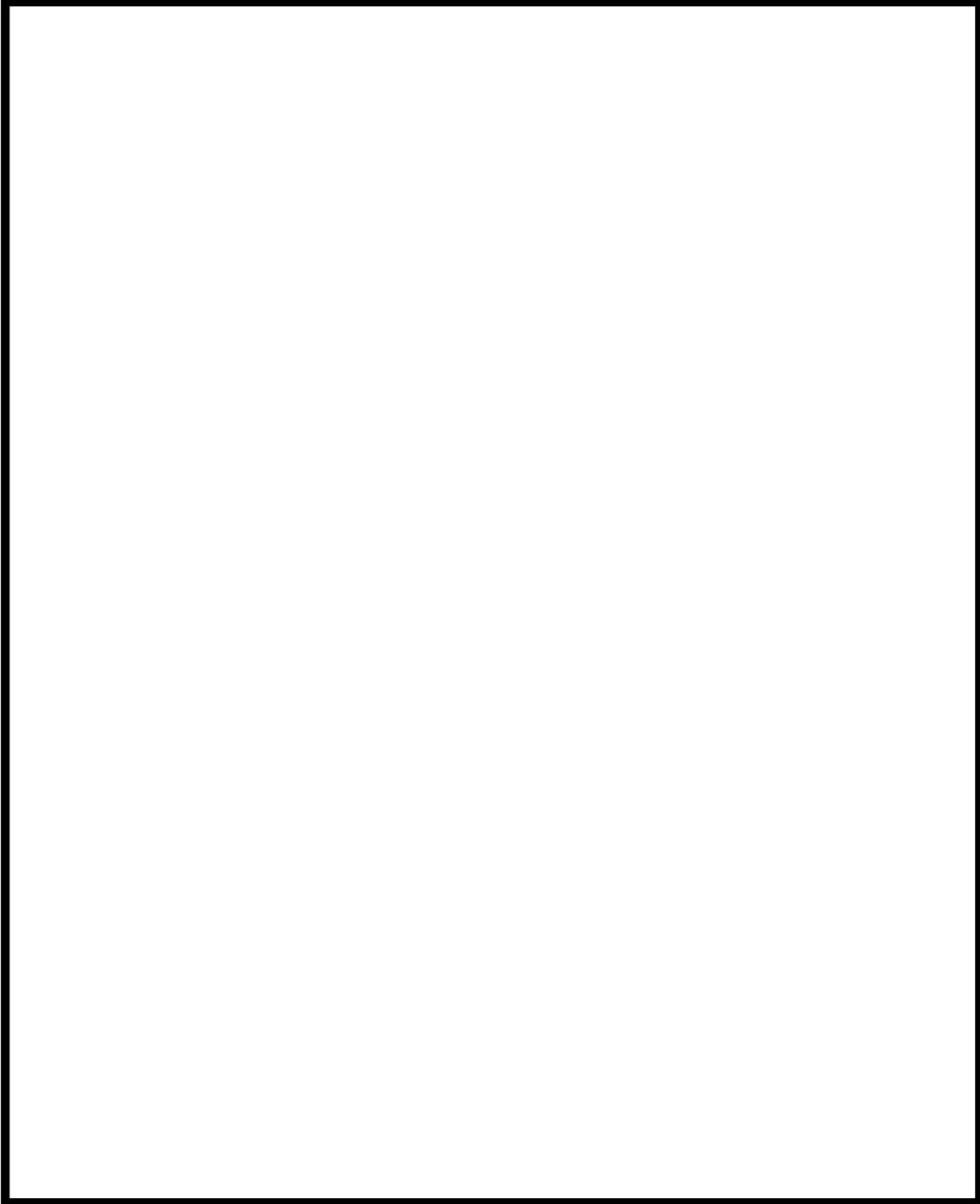
自動消火設備用感知器の配置図 (6/22)

 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。




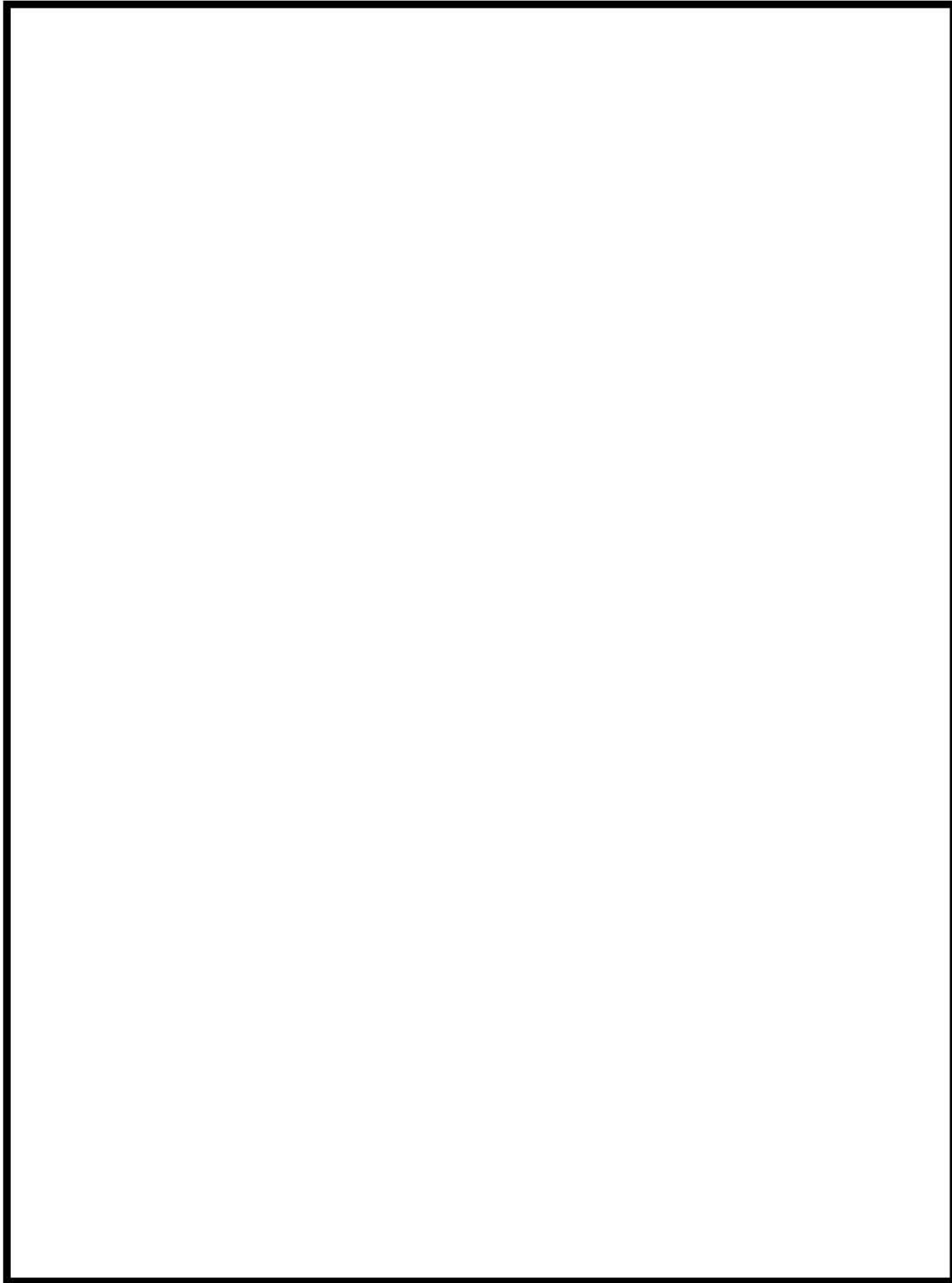
自動消火設備用感知器の配置図 (7/22)

 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。




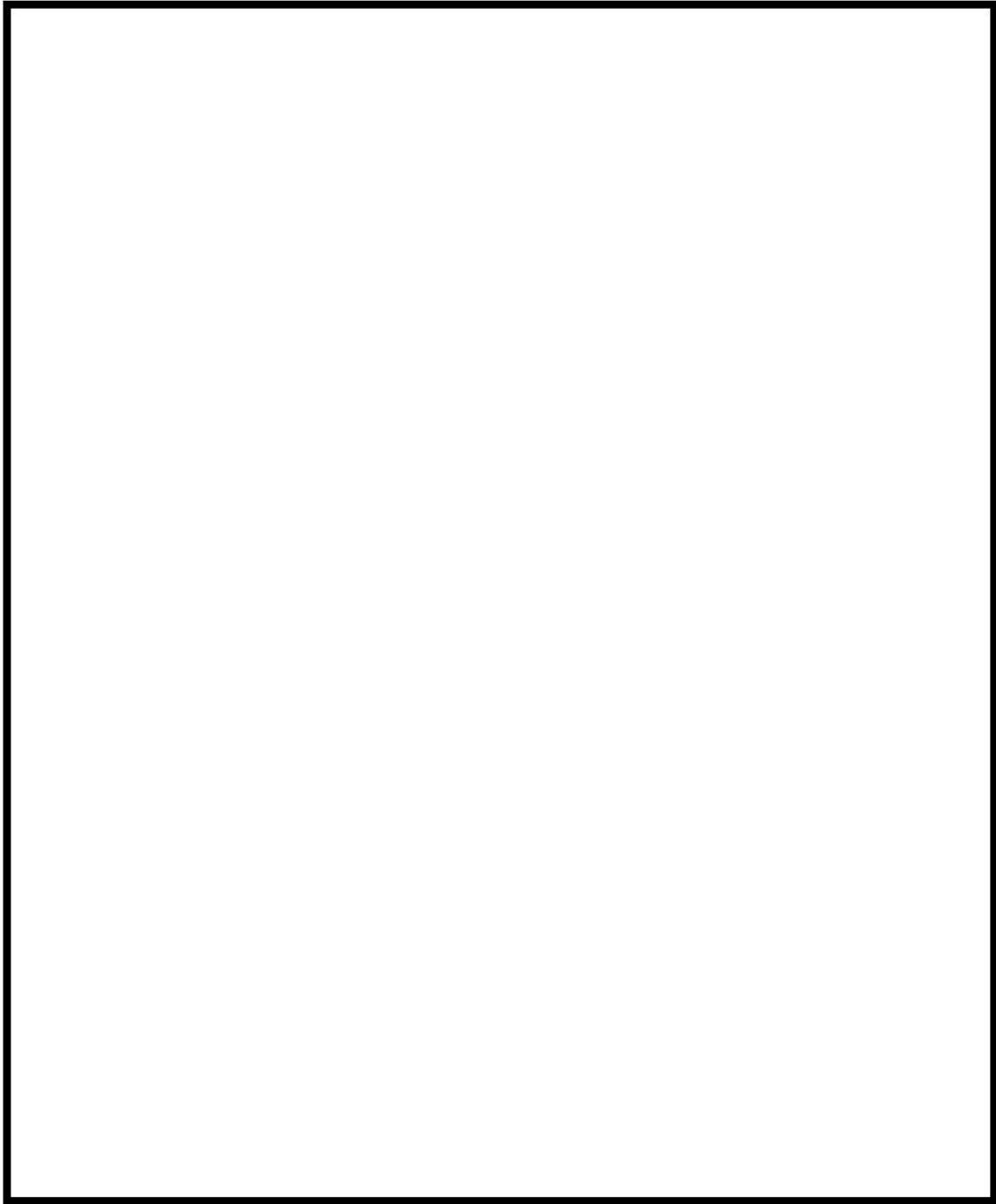
自動消火設備感知器の配置図 (8/22)

 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。




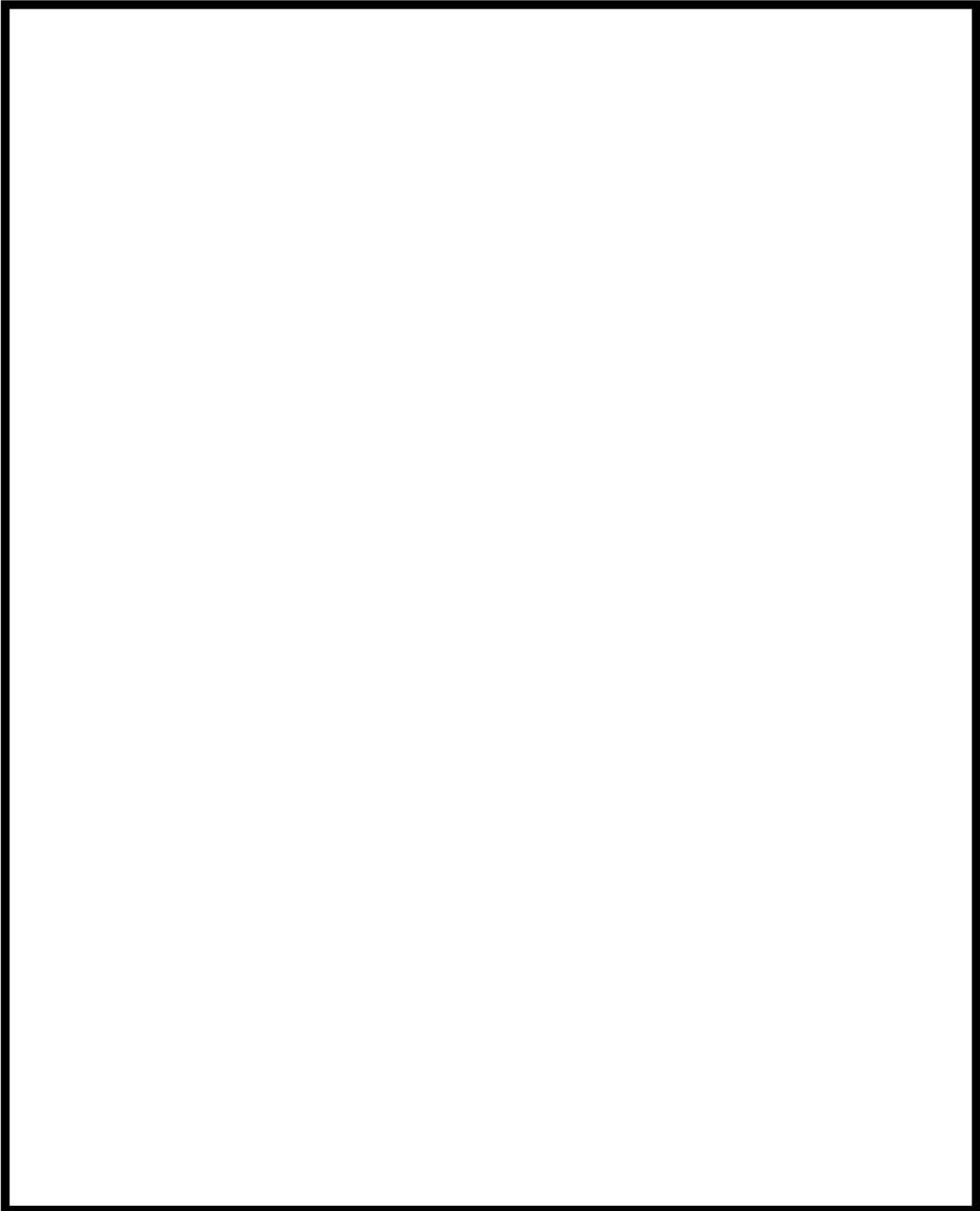
自動消火設備用感知器の配置図 (9/22)

 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。




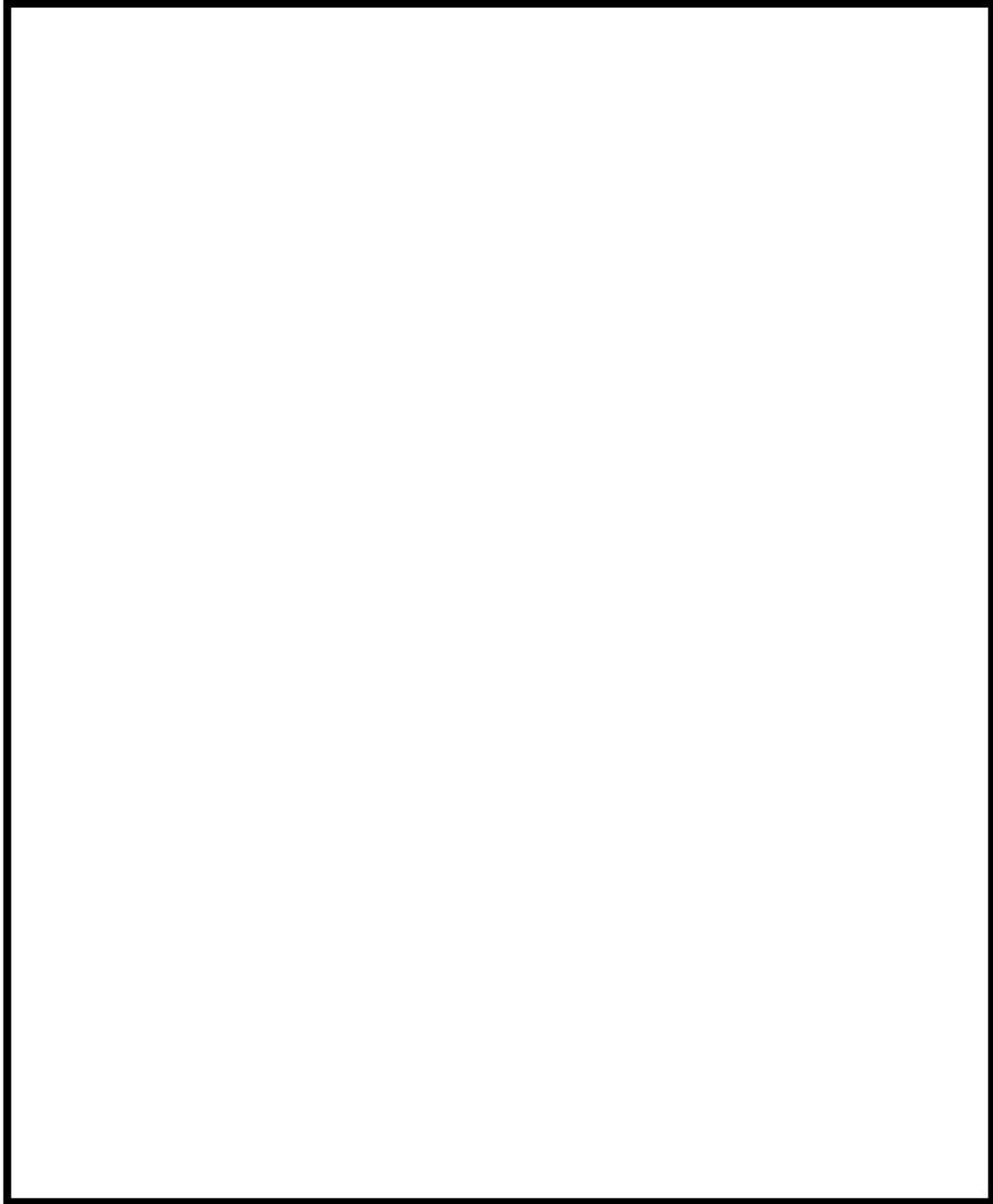
自動消火設備用感知器の配置図 (10/22)

 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。




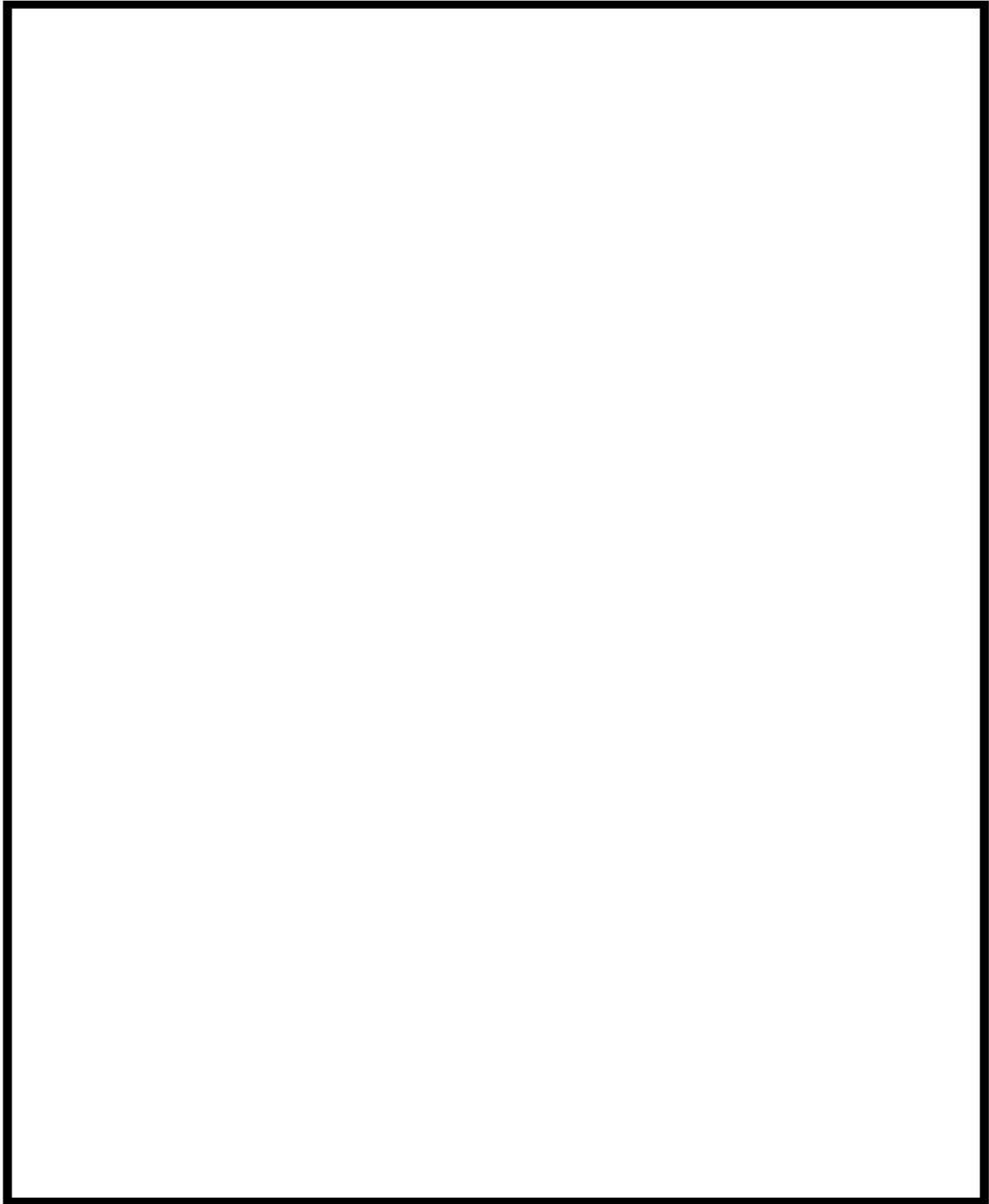
自動消火設備用感知器の配置図 (11/22)

 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。




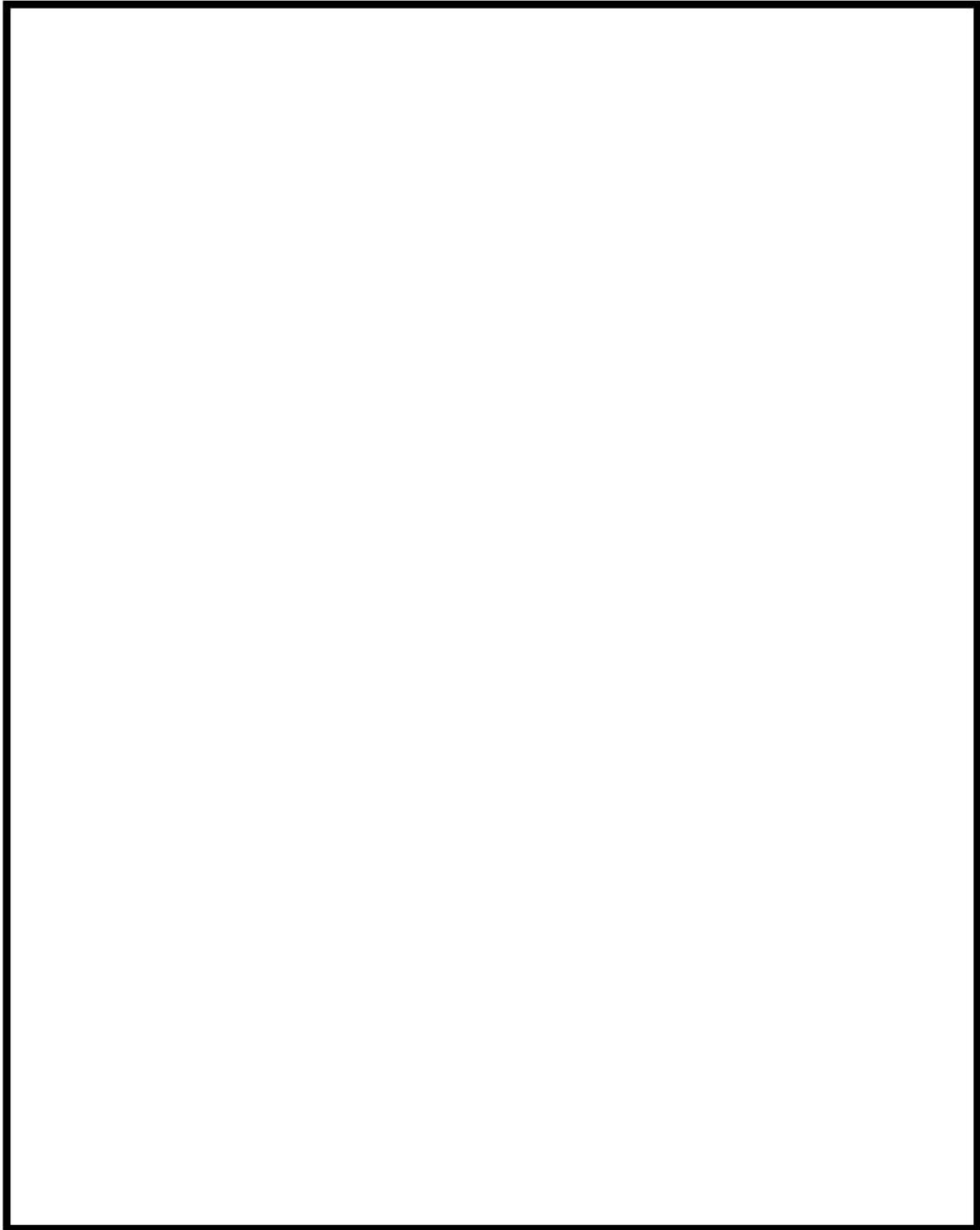
自動消火設備用感知器の配置図 (12/22)

 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。




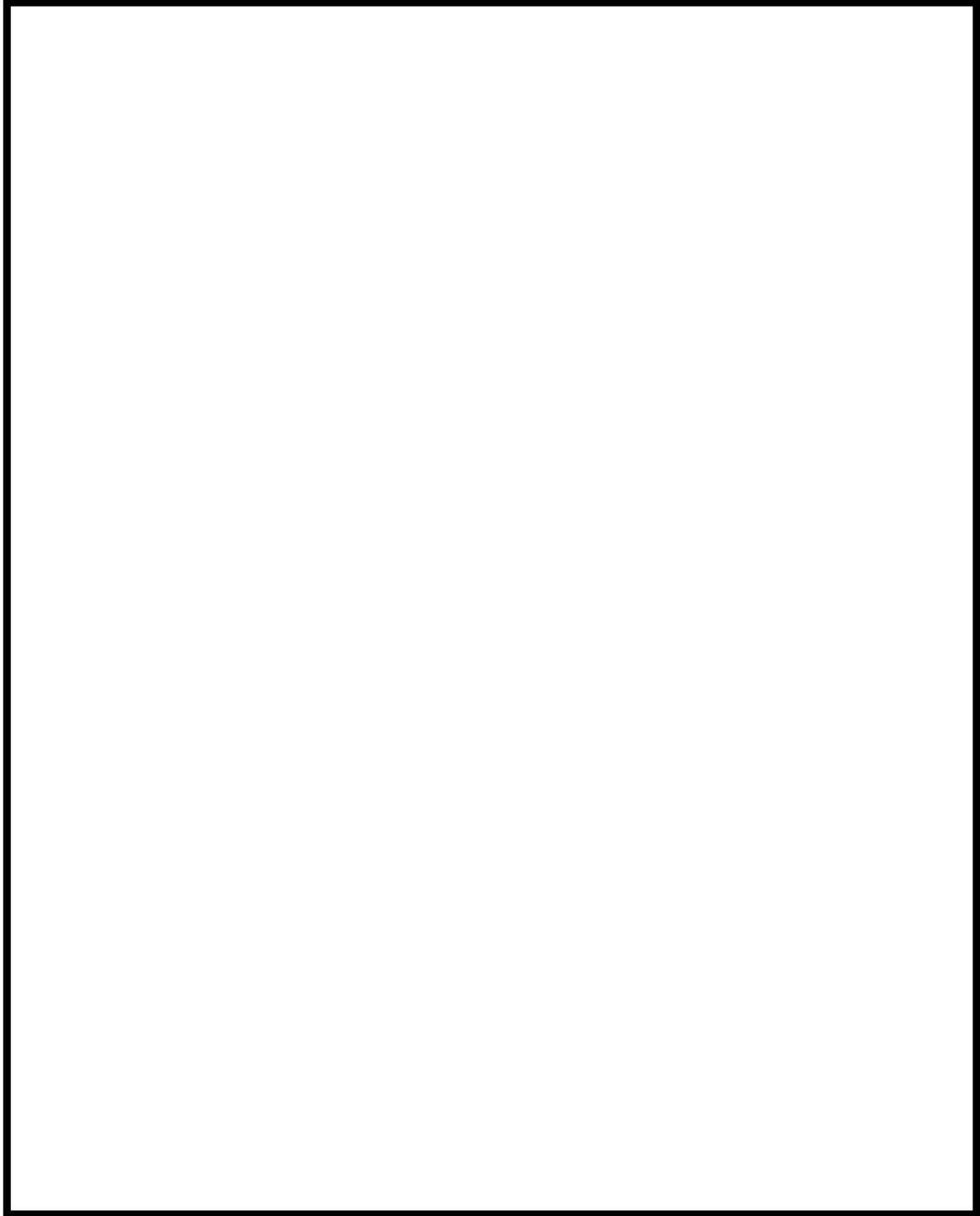
自動消火設備用感知器の配置図 (13/22)

 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。




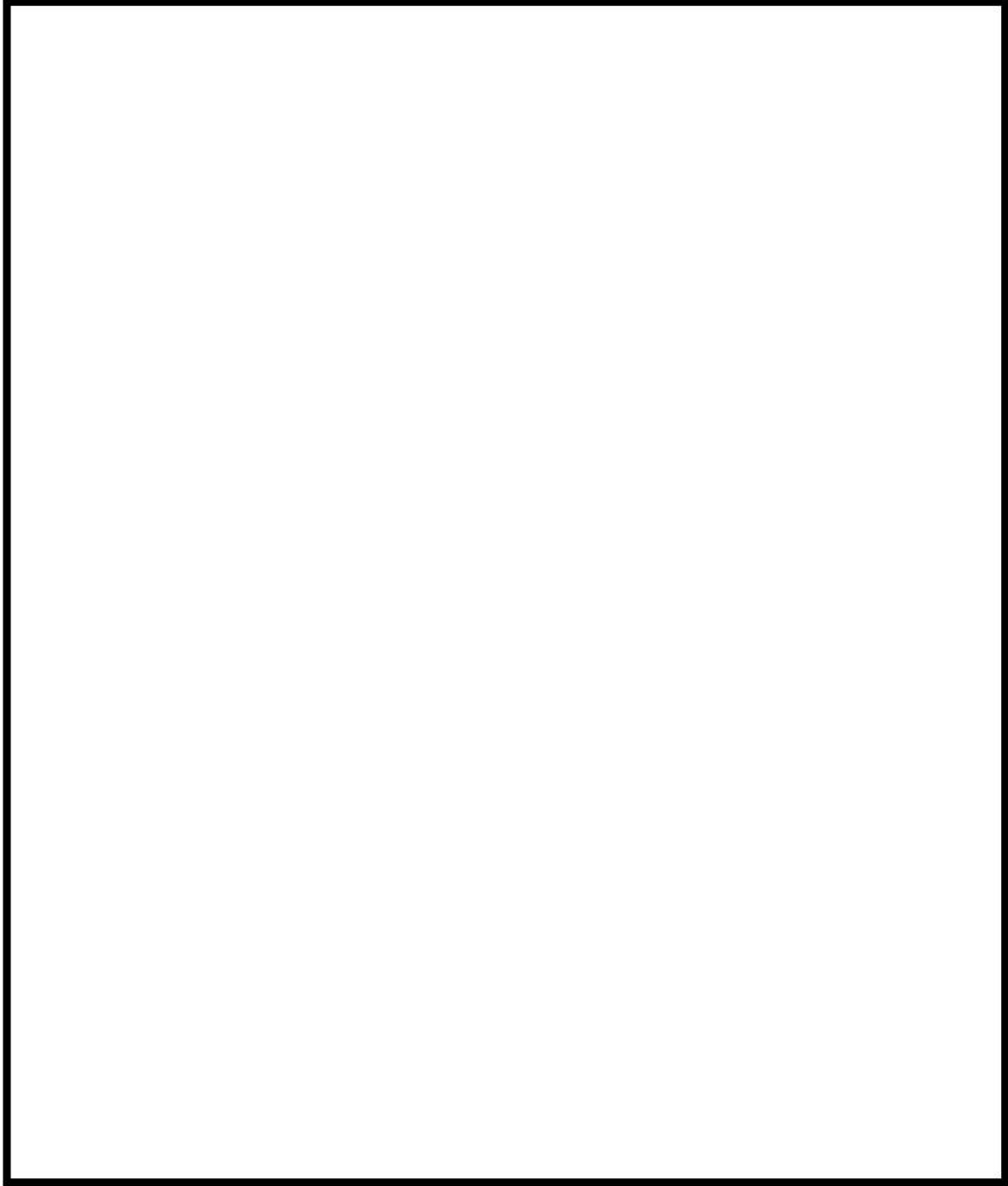
自動消火設備用感知器の配置図 (14/22)

 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。




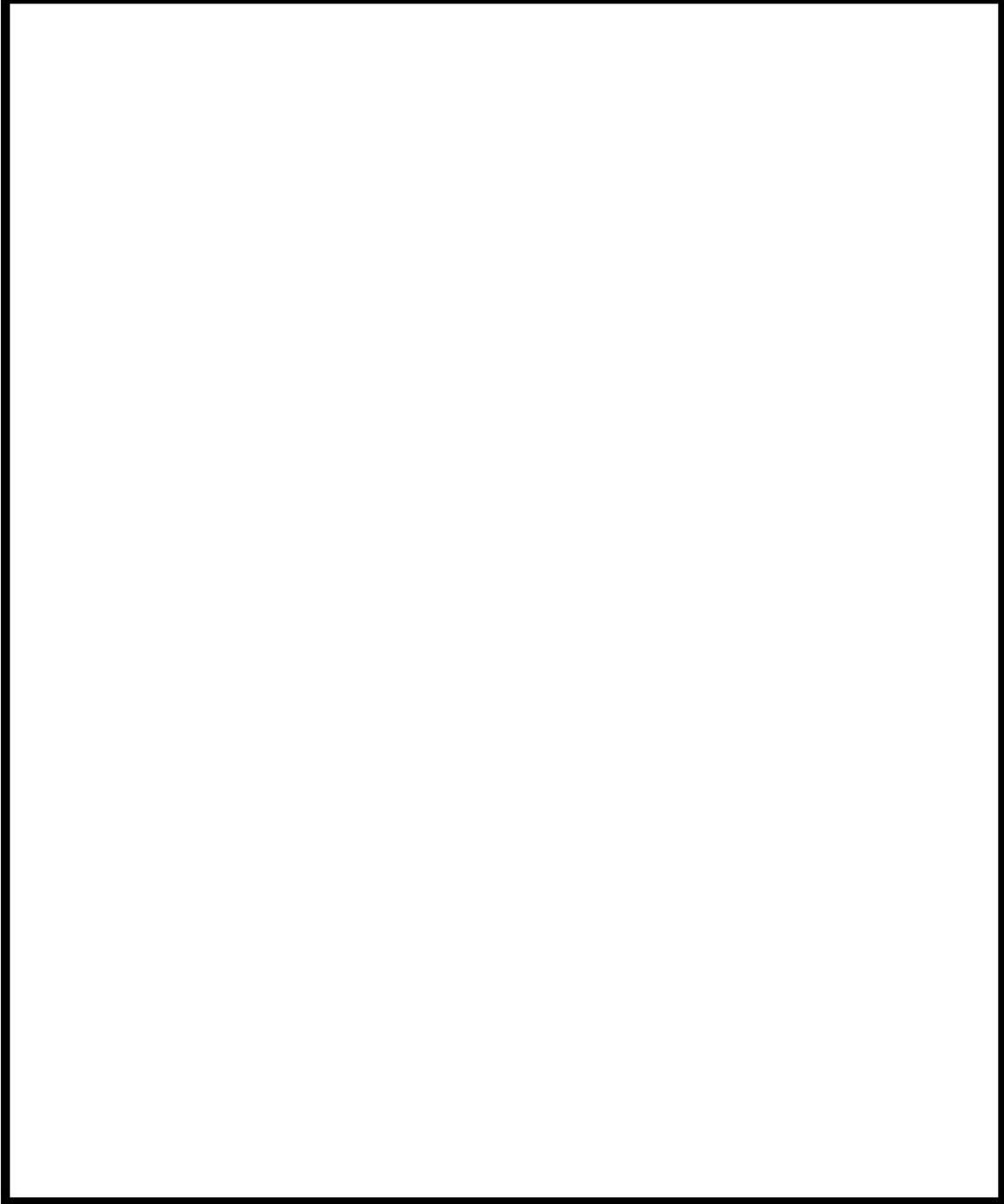
自動消火設備用感知器の配置図 (15/22)

 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。




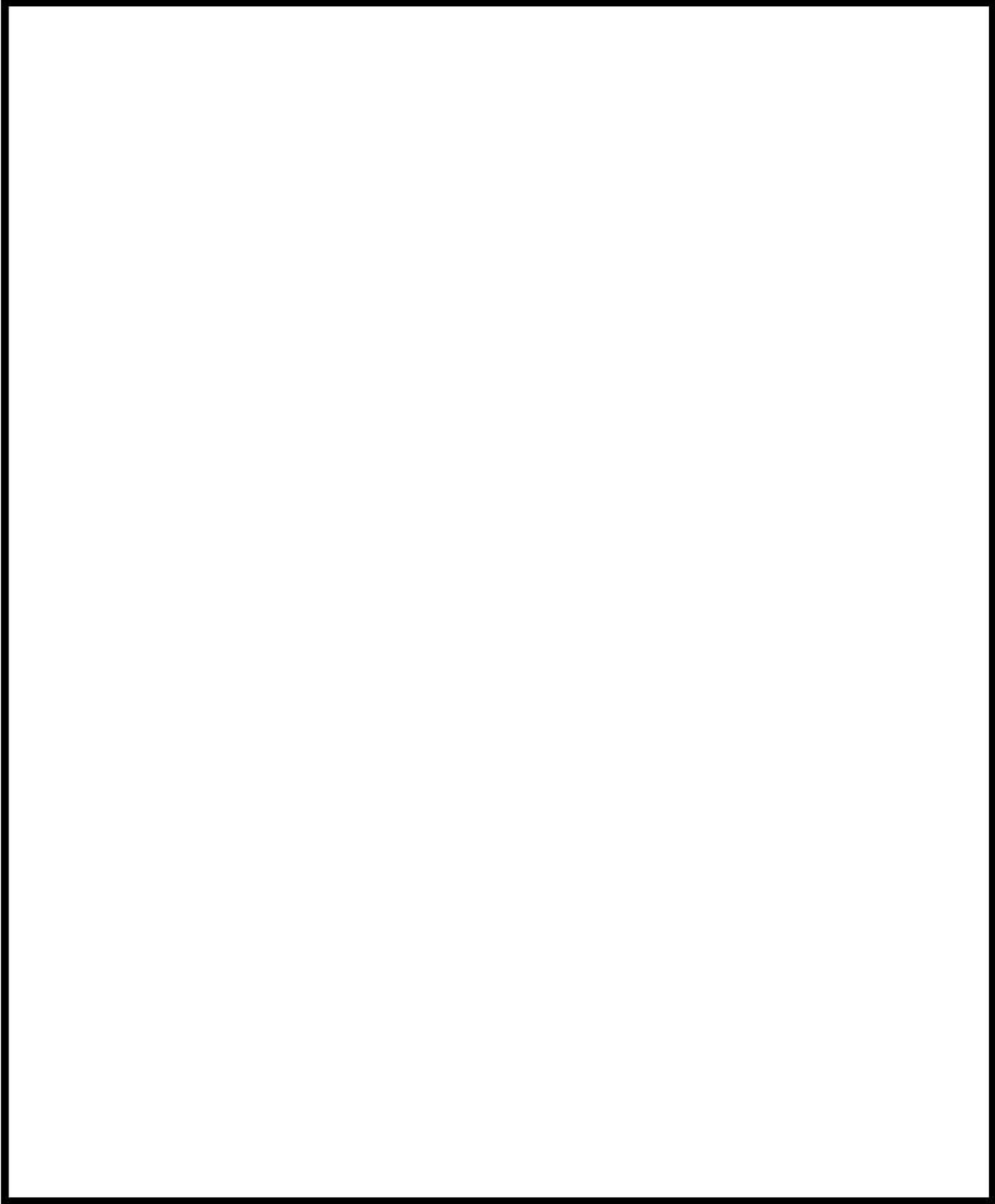
自動消火設備用感知器の配置図 (16/22)

 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。




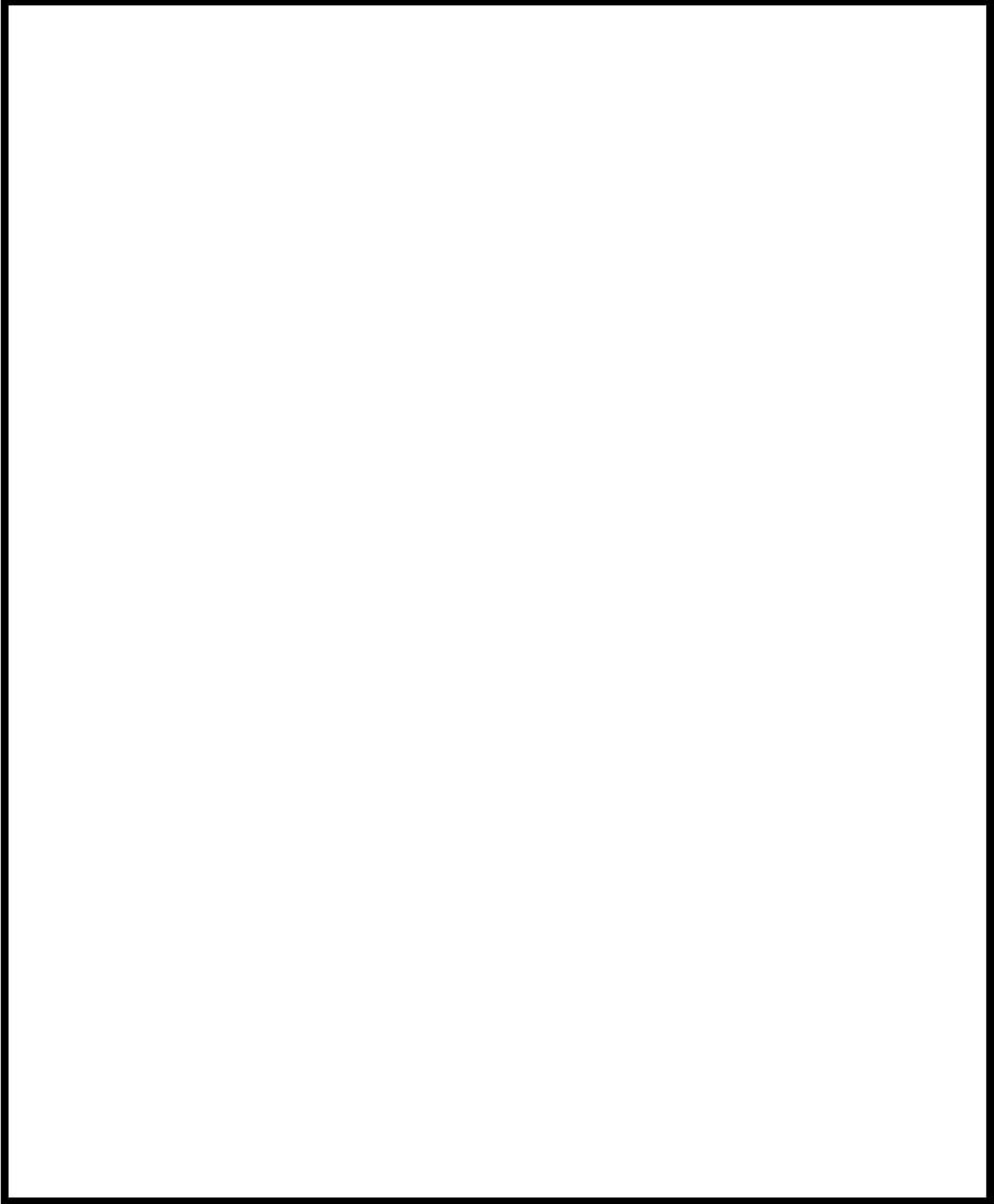
自動消火設備用感知器の配置図 (17/22)


 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。

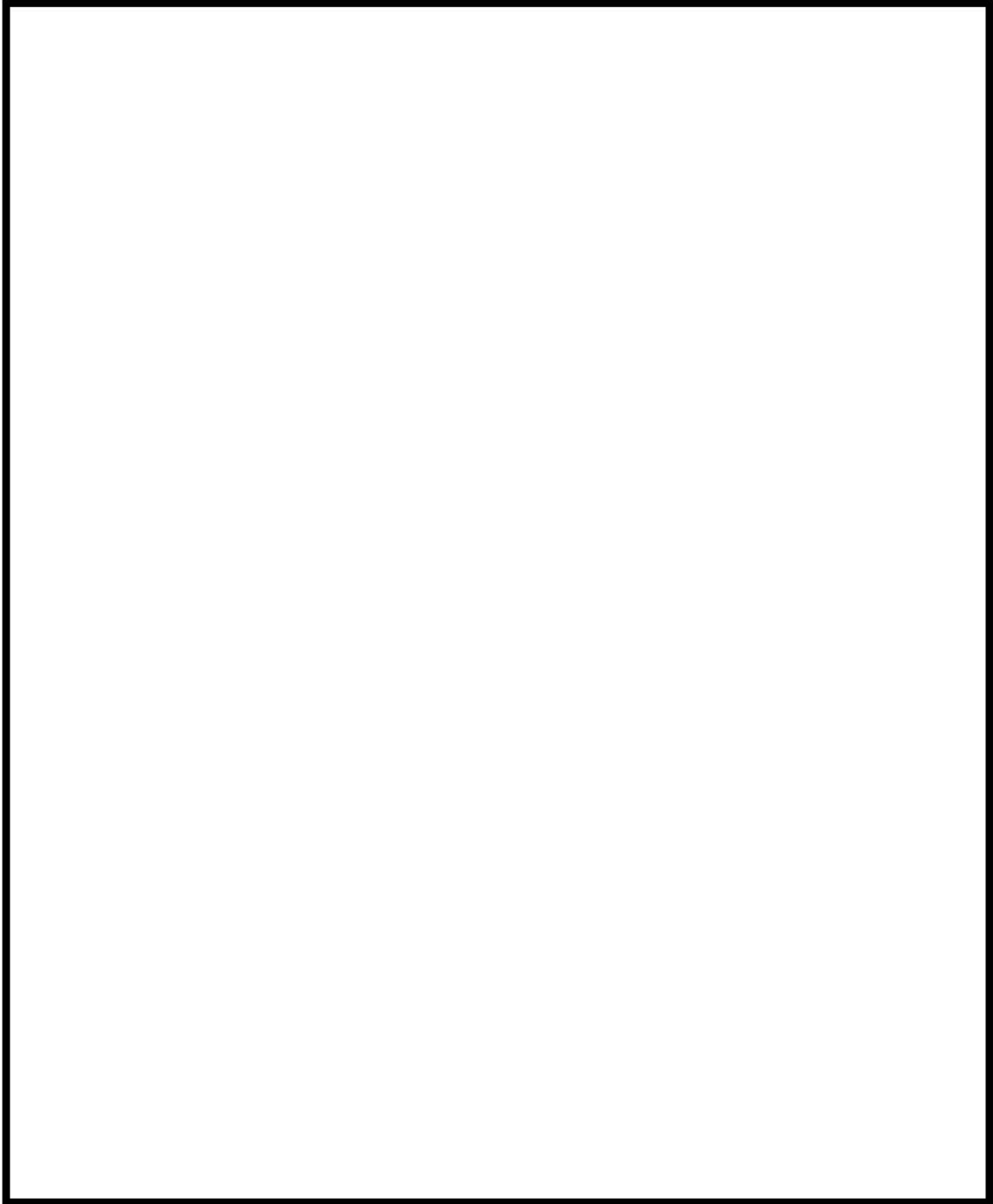


自動消火設備用感知器の配置図 (18/22)


 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。

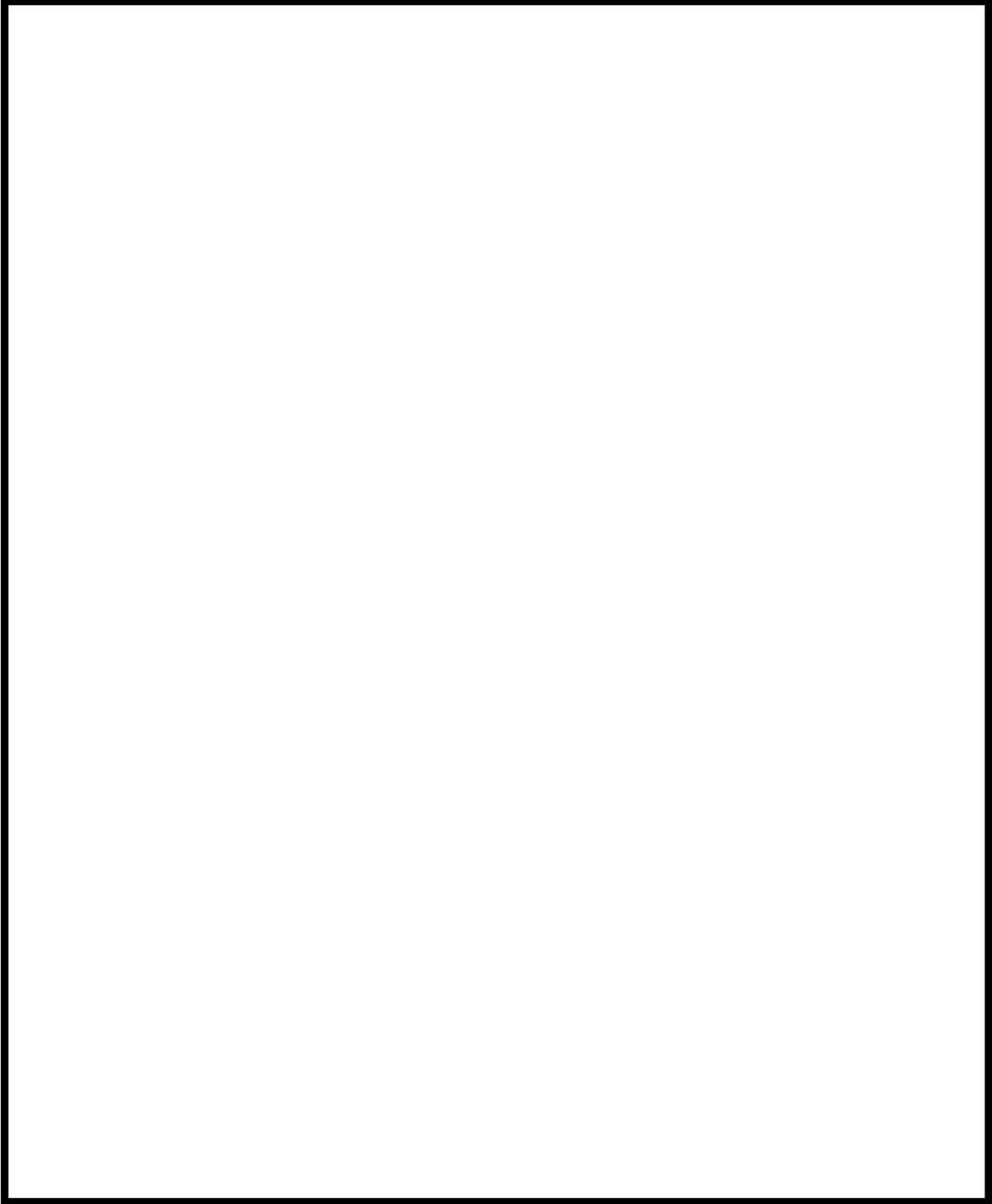


 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。




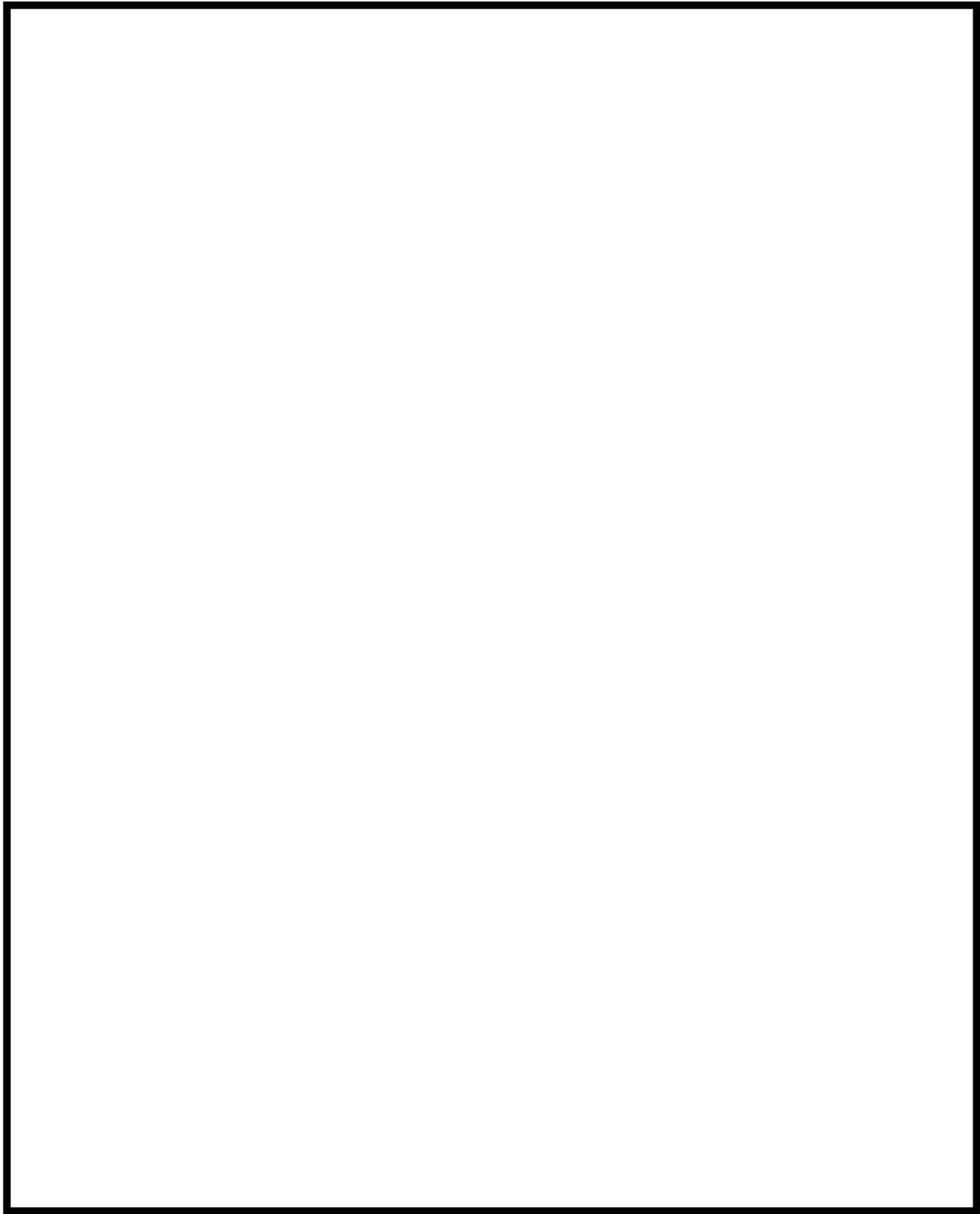
自動消火設備用感知器の配置図 (20/22)

 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。




自動消火設備用感知器の配置図 (21/22)

 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。



自動消火設備用感知器の配置図 (22/22)

 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。

添付資料 3

泊発電所 3 号炉における
ガス消火設備等の耐震設計について

泊発電所 3 号炉における
ガス消火設備等の耐震設計について

1. はじめに

「実用発電用原子炉及びその附属施設の火災防護に係る審査基準」（以下「火災防護に係る審査基準」という。）における、地震等の災害に対する要求事項は次のとおりである。

「実用発電用原子炉及びその附属施設の火災防護に係る審査基準」（抜粋）

2.2.2 火災感知設備及び消火設備は、以下の各号に示すように、地震等の自然現象によっても、火災感知及び消火の機能、性能が維持される設計であること。

泊発電所 3 号炉における、本要求を満足するための耐震上の設計について、以下に示す。

2. 消火設備の耐震設計について

原子炉の高温停止及び低温停止を達成し、維持するために必要な構築物、系統及び機器を防護するために設置する全域ガス消火設備は、原子炉の高温停止及び低温停止を達成し、維持するために必要な機器等の耐震クラスに応じて、機能を維持できる設計とする。具体的な耐震設計は第 1 表のとおりである。

耐震設計を確認するための対応は、第 2 表のとおりである。

なお、消火設備のうち加振試験で確認するものの耐震設計としては、基準地震動 S_s による地震力に対し、地震応答解析により求めた機器を設置する床の基準地震動 S_s による最大床応答加速度が、設置状態を模擬した加振試験にて機器単体の機能が維持できることを確認した加速度以下であることにより確認する。

第 1 表：主な安全機能を有する機器等に対する
火災感知設備及び消火設備の耐震設計

主な安全機能を有する構築物、系統及び機器	設備の耐震クラス	感知・消火設備の耐震設計
余熱除去ポンプ 充てんポンプ 高圧注入ポンプ 安全系電気盤 電動補助給水ポンプ 制御用空気圧縮機	S	S_s 機能維持

第2表：主な安全機能を有する機器等に対する
火災感知設備及び消火設備の耐震設計

消火設備の機器	Ss 機能維持を確保するための対応
容器弁 選択弁 制御盤 感知器	加振試験による確認
ボンベラック（ハロン 1301，二酸化炭素） ガス供給配管 電路	耐震解析による確認

3. 複数同時火災の可能性について

原子炉の高温停止及び低温停止を達成し、維持するために必要な構築物、系統及び機器を設置する火災区域又は火災区画にある耐震B、Cクラスの油内包機器については、漏えい防止対策を行うとともに、主要な構造材は不燃性とする。また、使用する潤滑油については、引火点が高い（約216～310℃）ため、容易には着火しないものとする。（資料1参照）

さらに、全域ガス消火設備については、防護対象である原子炉の高温停止及び低温停止を達成し、維持するために必要な構築物、系統及び機器の耐震クラスに応じて、機能を維持できる設計とすることから、地震により消火設備の機能を失うことはない。

以上のことから、複数同時火災の可能性はないと判断する。

添付資料 4

泊発電所 3 号炉における
全域ガス消火設備（ハロゲン化物消火設備）の動作に伴う
機器等への影響について

泊発電所 3 号炉における
全域ガス消火設備（ハロゲン化物消火設備）の動作に伴う
機器等への影響について

1. はじめに

泊発電所 3 号炉は、「実用発電用原子炉及びその附属施設の火災防護に係る審査基準」に基づき設置する消火設備として、ガス消火設備を設置する。

ガス消火設備の消火後及び誤作動時における人体や設備への影響について評価した。

2. 使用するハロン系ガスの種類

ガス消火設備に使用するハロン系ガスの種類は以下のとおり。

「ハロン 1301」（ブロモトリフルオロメタン：CF₃Br）

3. ハロン系ガスの影響について

3.1. 消火後の影響

3.1.1. 人体への影響

消火後に発生するガスは、フッ化水素（HF）やフッ化カルボニル（COF₂）、臭化水素（HBr）等有毒なものがあるが、消火後の入室時には、ガス濃度の確認及び防護具を着用するため、人体への影響はない。

また通路部においても空間容積が大きく、拡散による濃度低下が想定されることや消火後の再入域時には、ガス濃度の確認及び防護具を着用するため、人体への影響はない。

3.1.2. 設備への影響

ガス消火設備のハロゲン化物消火剤が消火後に発生するガスは、電気絶縁性が大きいことから、金属への直接影響は小さい。

また、沸点が低く揮発性が高いため、腐食性物質であるフッ素等の機器等への残留は少ないことから、機器への影響も小さい。

しかし、仮に、機器等の表面に水分が存在する場合は、腐食性のあるフッ化水素酸を生成することが想定されることから、必要に応じて、ハロン系ガスの放射された機器の不純物検査及び機器の洗浄を行い、不純物による機器への影響がないことを確認する。

3.2. 誤作動による影響

3.2.1. 人体への影響

- ・全域ガス消火設備のハロン 1301 が誤作動した場合の濃度は 5%程度であり、これは、ハロン 1301 の無毒性最高濃度 (NOAEL) ※1 と同等の濃度である。また、ハロン 1301 が誤作動した場合の濃度 (5%程度) は、雰囲気中の酸素濃度を低下させる濃度でない (誤作動後の酸素濃度は 20%) ことから、酸欠にもならない。
- ・沸点が -58℃ と低いため、直接接触すると凍傷にかかるおそれがあるが、ハロン 1301 の放射ノズルの設置箇所は、高所であり、直接接触の可能性は小さい。

以上から、ハロン 1301 を消火剤とするガス消火設備が誤作動しても、人体への影響はない。

※1：(NOAEL) 人が消火剤にさらされた時、何の変化も観察できない最高濃度。

3.2.2. 設備への影響

ガス消火設備の消火剤であるハロン 1301 は、電気絶縁性が高いことから、金属への直接影響は小さい。

また、沸点が低く揮発性が高いため、腐食性物質であるフッ素等の機器等への残留は少ないことから、機器への影響も小さい。

添付資料 5

泊発電所 3 号炉における
狭隘な場所へのハロン消火剤の有効性について

泊発電所 3 号炉における
狭隘な場所へのハロン消火剤の有効性について

1. はじめに

火災区域又は火災区画に対して、全域ガス消火設備（ハロゲン化物消火設備）による全域消火を実施した場合、ケーブルトレイのようにケーブルを多条に敷設するなど、狭隘な場所が燃焼する場合でも有効であることを示す。

2. ハロン消火剤の有効性

燃焼とは、「ある物質が酸素，又は酸素を含む物質と激しく化合して化学反応を起こし，その結果，多量の熱と光を出す現象」とされている。

燃焼には，次の 3 要素すべてが必要となる。

- ・可燃物があること
- ・点火源（熱エネルギー）があること
- ・酸素供給源があること

そして，燃焼を継続するためには，「連鎖反応」が必要である。

ここで，ケーブルトレイなどケーブルを多条に敷設する狭隘な場所にて火災が発生し，全域ガス消火設備が動作した状況を想定する。

燃焼しているケーブルは，燃焼を継続するために火災区域又は火災区画内から酸素を取込もうとするが，火災区域又は火災区画内に一定圧力，消炎濃度で放出されたハロン消火剤も酸素とともに取込まれることから，ケーブルは消火される。

逆に，ハロン消火剤とともに酸素も取込まれない場合は，ケーブルの燃焼は継続しない。

なお，全域ガス消火設備（ハロゲン化物消火設備）は，同じガス系消火設備の窒素や二酸化炭素のように窒息によって消火・消炎するものではなく，化学的に燃焼反応を中断・抑止することで消火することを原理とする。したがって，全域ガス消火設備（ハロゲン化物消火設備）は，狭隘部に消火ガスが到達するよりも，火炎まわりに消火ガスが存在すれば消火効果が得られることになる。

添付資料6

泊発電所 3号炉における

全域ガス消火設備（ハロゲン化物消火設備）の消火能力について

泊発電所 3号炉における
全域ガス消火設備（ハロゲン化物消火設備）の消火能力について

1. はじめに

泊発電所3号炉は、「実用発電用原子炉及びその附属施設の火災防護に係る審査基準」に基づき設置する消火設備として、ハロン系の消火剤を用いた全域ガス消火設備を設置する。

ガス消火設備の消火能力及びガス量の妥当性について、評価を実施した。

2. 全域ガス消火設備におけるハロン 1301 のガス濃度について

2.1. 消防法で定められたハロン 1301 のガス濃度について

消防法施行規則第二十条3号では、全域ガス消火設備における体積 1m^3 当たりの消火剤の必要量は、ハロン 1301 は $0.32[\text{kg}/\text{m}^3]$ 以上と定められている。

上記消火剤を濃度に換算すると、約5%となる。

また、ハロン 1301 のガスの最高濃度は10%以下とする必要がある^{※1} ため、ハロン 1301 の設計濃度は5~10%で設計する。

なお、全域ガス消火設備の防護対象区画に開口部があり、開口部に自動閉鎖装置を設けない場合は、消防法施行規則に基づき、開口部面積 1m^2 当たりハロン 1301 を $2.4[\text{kg}]$ 加算する。

※1 S51.5.22 消防予第6号「ハロン 1301 を使用するハロゲン化物消火設備の取扱いについて」

2.2. ハロン 1301 の消火能力について

消火に必要なハロン濃度は $3.4\%^{\text{※2}}$ であるため、消防法による設計濃度5%では約1.47の安全率を有しており、十分に消火可能である。

※2 n-ヘプタンを用いたカップバーナー法により算出された消炎濃度
(H12.3「ハロン代替消火剤の安全基準の確立に係る調査検討報告書」)

3. 泊発電所3号炉への適用について

泊発電所3号炉の火災として、油内包機器の漏えい油や電気盤及びケーブル等の火災を想定するが、これらの機器は火力発電所や工場等の一般的な施設等にも設置されているものであり、原子力発電所特有の消火困難な可燃物はない。

よって、消防法に基づいた上記設計濃度で消火可能である。

添付資料 7

泊発電所 3 号炉における

全域ガス消火設備（二酸化炭素消火設備）について

泊発電所 3号炉における
 全域ガス消火設備（二酸化炭素消火設備）について

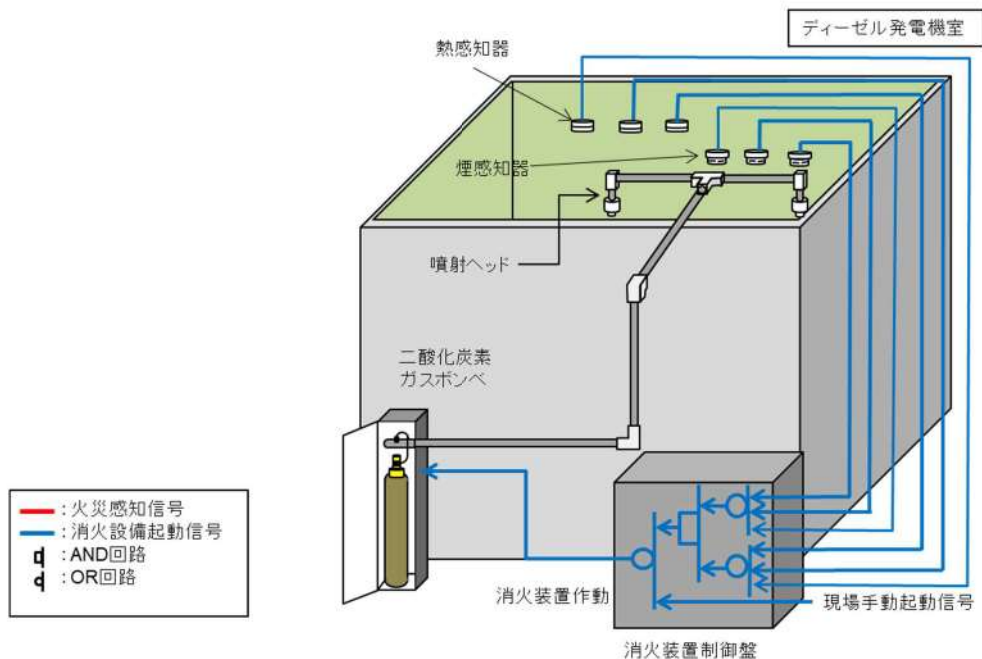
1. 設備構成及び系統構成

火災発生時に煙の充満により消火活動が困難となる可能性のあるディーゼル発電機室及び燃料油サービスタンク室，固体廃棄物貯蔵庫には，固定式消火設備として，全域ガス消火設備（二酸化炭素消火設備）を設置する。

二酸化炭素消火設備の仕様を第1表に，概要を第1図に示す。
 なお，二酸化炭素消火設備の耐震設計は，添付資料3に示す。

第1表：二酸化炭素消火設備の仕様の概要

項目		仕様	
全域	消火剤	消火剤	二酸化炭素
		消火原理	窒息消火
		消火剤の特徴	設備に対して無害
	消火設備	適用規格	消防法その他関係法令
		火災感知	火災感知器（複数の感知器のうち2系統の動作信号）
		放出方式	自動(現場での手動起動も可能な設計とする)
		消火方式	全域放出方式
		電源	蓄電池を設置



第1図：二酸化炭素消火設備の作動概要

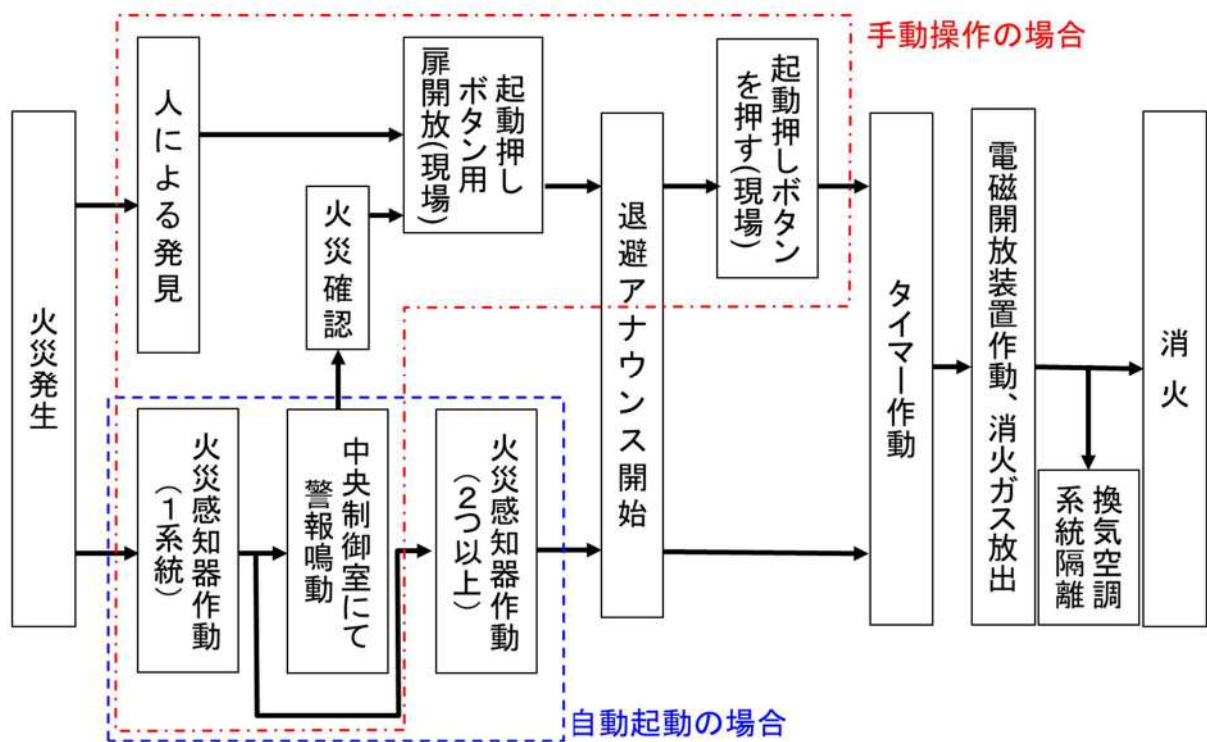
2. 全域ガス消火設備（二酸化炭素消火設備）の作動回路

2.1. 作動回路の概要

火災発生時における二酸化炭素消火設備作動時までの信号の流れを第2図に示す。

自動待機状態においては、複数の感知器が作動した場合に自動起動する。起動条件としては、「煙感知器」及び「熱感知器」が火災感知した場合に、二酸化炭素消火設備が自動起動する設計とし、誤作動防止を図っている。（第3図）

また、現地（火災エリア外）での手動動作による消火設備の起動（ガス噴出）も可能な設計としており、人による火災発見時においても、早期消火が対応可能な設計とする。



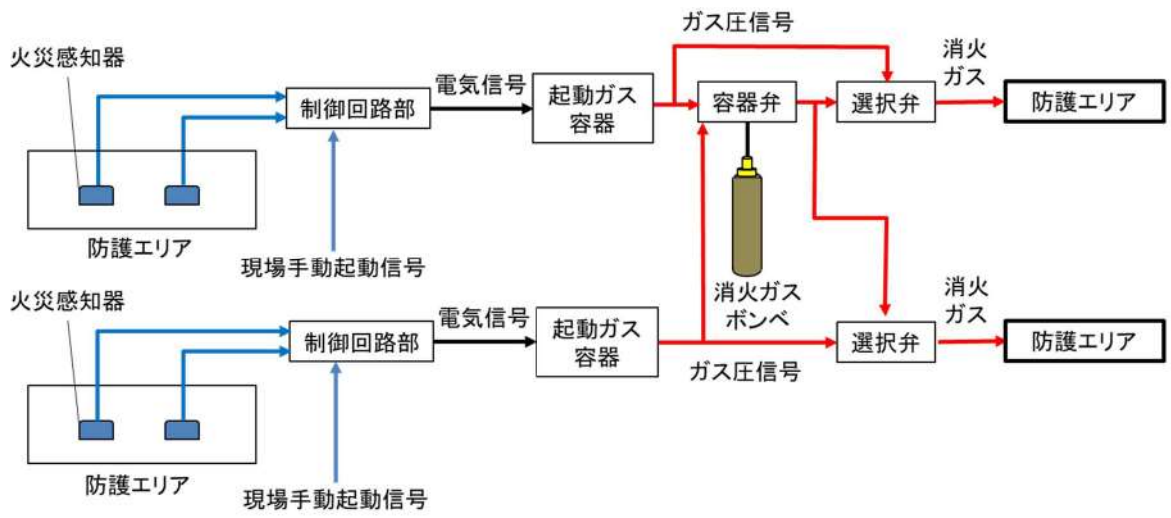
第2図：火災発生時の信号の流れ

2.2. 全域ガス消火設備（二酸化炭素消火設備）の系統構成

複数の部屋に設置する火災感知器、現場からの起動信号をそれぞれの制御回路部が受信した後、制御回路部から起動ガス容器ユニットに対して放出電気信号を発信する。

起動ガス容器ユニットでは、放出電気信号を機械的なガス圧信号に変換し、ガス圧信号で機械的に作動する容器弁及び選択弁に放出信号を発信して、消火ガスが放出される。

系統構成を第3図に示す。



第3図：二酸化炭素消火設備の系統構成

3. ディーゼル発電機の二酸化炭素消火設備の動作

3.1 はじめに

ディーゼル発電機（以下「DG」と称す。）の二酸化炭素消火設備（以下「CO₂消火設備」と称す。）は、所員等が入室中に動作しない運用であることを以下に示す。

なお、ディーゼル発電機室（以下「DG室」と称す。）以外の箇所についても、同様な運用とする。

3.2 DGのCO₂消火設備の動作について

DG室は、入室時の管理を徹底することや、所員等の入室時には、放出ロック盤の切替スイッチを「定位」→「入室ロック」操作とすることにより、入室時には自動でのCO₂放出はしない。

火災検出後は、DG室内の所員等を退避させ、放出ロック盤の切替スイッチを「入室ロック」→「定位」操作とすることで、40秒後にCO₂が放出される。

なお、CO₂消火設備の動作は、消防法に基づき、音響警報後の放出までに20秒以上の遅延装置を設置することが要求されている。

(1) DG室の入退室管理を徹底

DG室には、無断で入室しないように以下のとおり管理されている。

- a. 通常、DG室は入口扉にて施錠管理されており、中央制御室に保管されているDG室入口扉及びCO₂ロック用の鍵を借用し入室する。
- b. DG室入室時は、切替スイッチを「定位」→「入室ロック」にする際は、中央制御室に連絡するよう、放出ロック盤に表示されている（写真①）。
- c. DG室に入室する旨を中央制御室に連絡し、DG室入口の放出ロック盤の切替スイッチを「定位」より「入室ロック」へ切替える（写真②）。
- d. 「入室ロック」位置にすることで、放出ロック盤の「CO₂ロック中」が表示（写真③）及び中央制御室の総合操作盤に「D/G CO₂ロック中」の警報（写真④）が発信される。

(2) DG室に所員等が入室している場合

DG室に入室時は、放出ロック盤の切替スイッチを「入室ロック」位置にするため、CO₂消火設備は作動しない（写真②）。

火災が発生した場合、人が火災の状況を確認し、消火器による初期消火、又は、CO₂消火設備を作動させて消火を行う。この場合、以下のとおりDG室内の所員等を退避させて、CO₂消火を行う運用とする。

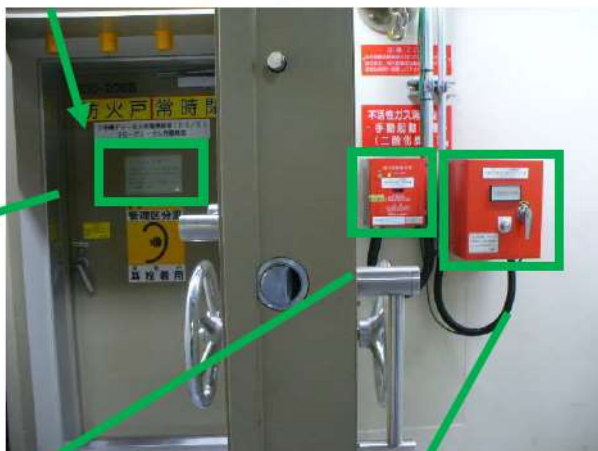
- a. 火災感知器が火災を感知する場合（サイレン吹鳴する時）は、DG 室内の所員等を室外に退避させ、DG 室入口扉閉、放出ロック盤の切替スイッチを「入室ロック」より「定位」へ切替え後、40 秒後自動作動する。
- b. 火災感知器が火災を感知していない場合は、DG 室内の所員等を退避させ、DG 入り口扉閉、放出ロック盤の切替スイッチを「入室ロック」より「定位」へ切替え、消火設備操作箱（写真⑤）内の押ボタン「押」起動押釦スイッチを押した後、40 秒後自動作動する。

消防法に基づき、CO₂ 消火設備のガス放出前にサイレンが吹鳴するため、入室することはない。また、誤って入室しない様、ガスが放出された場合は入室しないことを DG 室入口扉に表示する（写真⑥）。

DG 室に入室していない場合（「定位」無人）と入室している場合（「入室ロック」有人）の消火フローを第 4 図に示す。

DG室入口扉（通常、施錠中）

写真⑥ 放出時の注意喚起表示



写真⑤ 消火設備操作箱



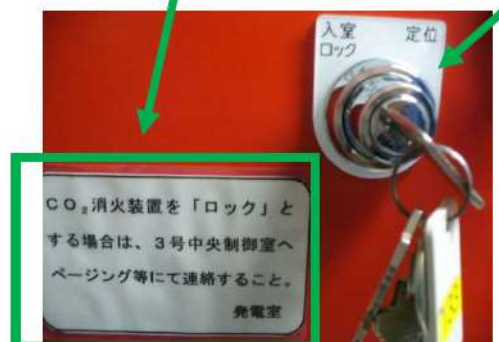
写真③ 放出ロック盤



操作箱扉



写真② 放出ロック盤 切替スイッチ



手動操作時、扉を開き操作箱内の起動押釦スイッチを押す

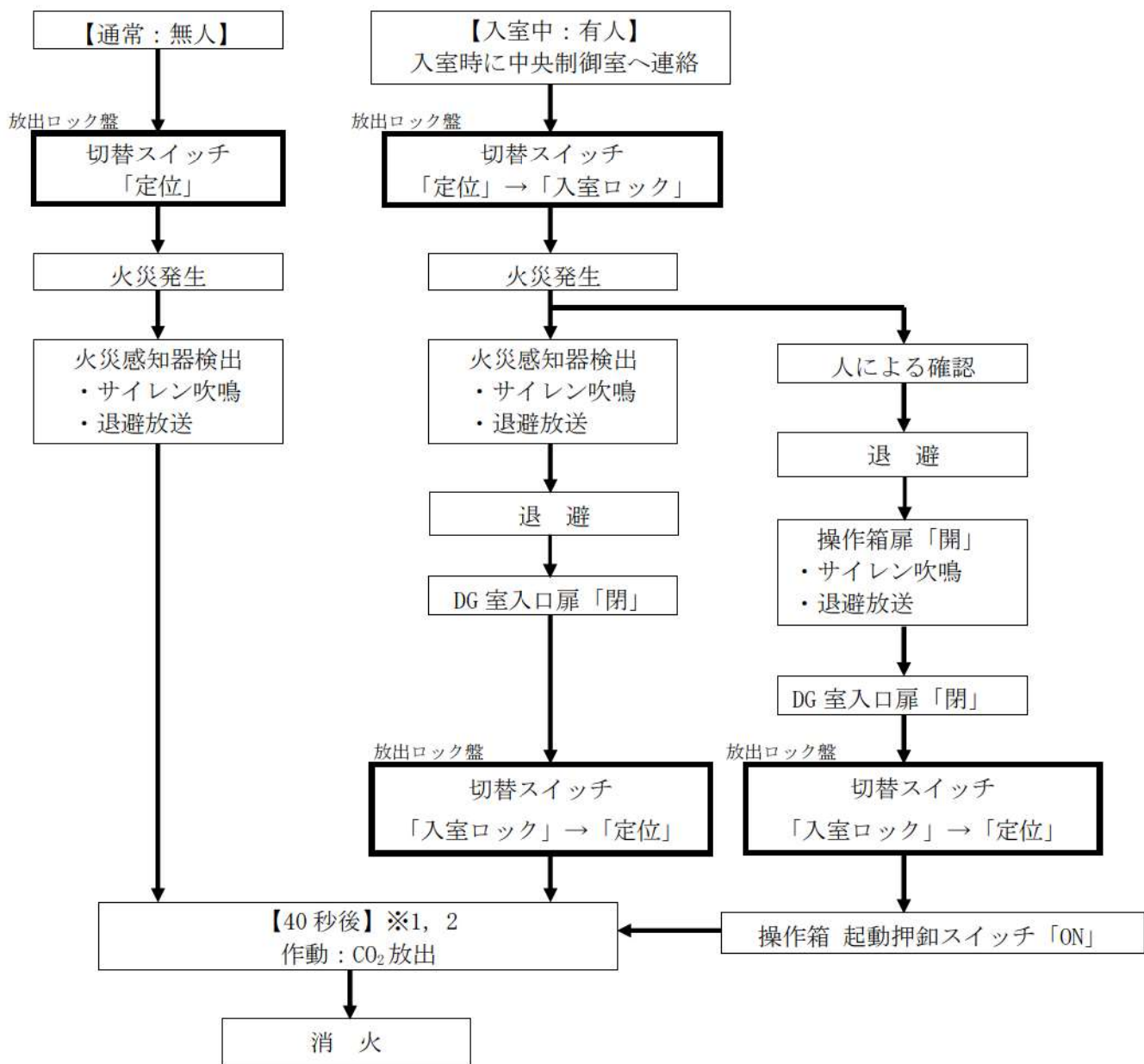
写真① 「入室ロック」とする際の中央制御室への連絡の表示

写真④ 中央制御室 総合操作盤



「D/G CO₂ロック中」警報表示





※1：火災感知器が検知した場合、40秒以内であれば切替スイッチを「入室ロック」位置にすることにより放出を停止する。

※2：操作箱による起動の場合、40秒以内であれば切替スイッチを「入室ロック」位置にするか操作箱内「緊急停止」押釦スイッチをONにすることにより放出を停止する。

第4図：DG室 消火フロー

添付資料 8

泊発電所 3 号炉における
消火設備の必要容量について

泊発電所 3 号炉における
消火設備の必要容量について

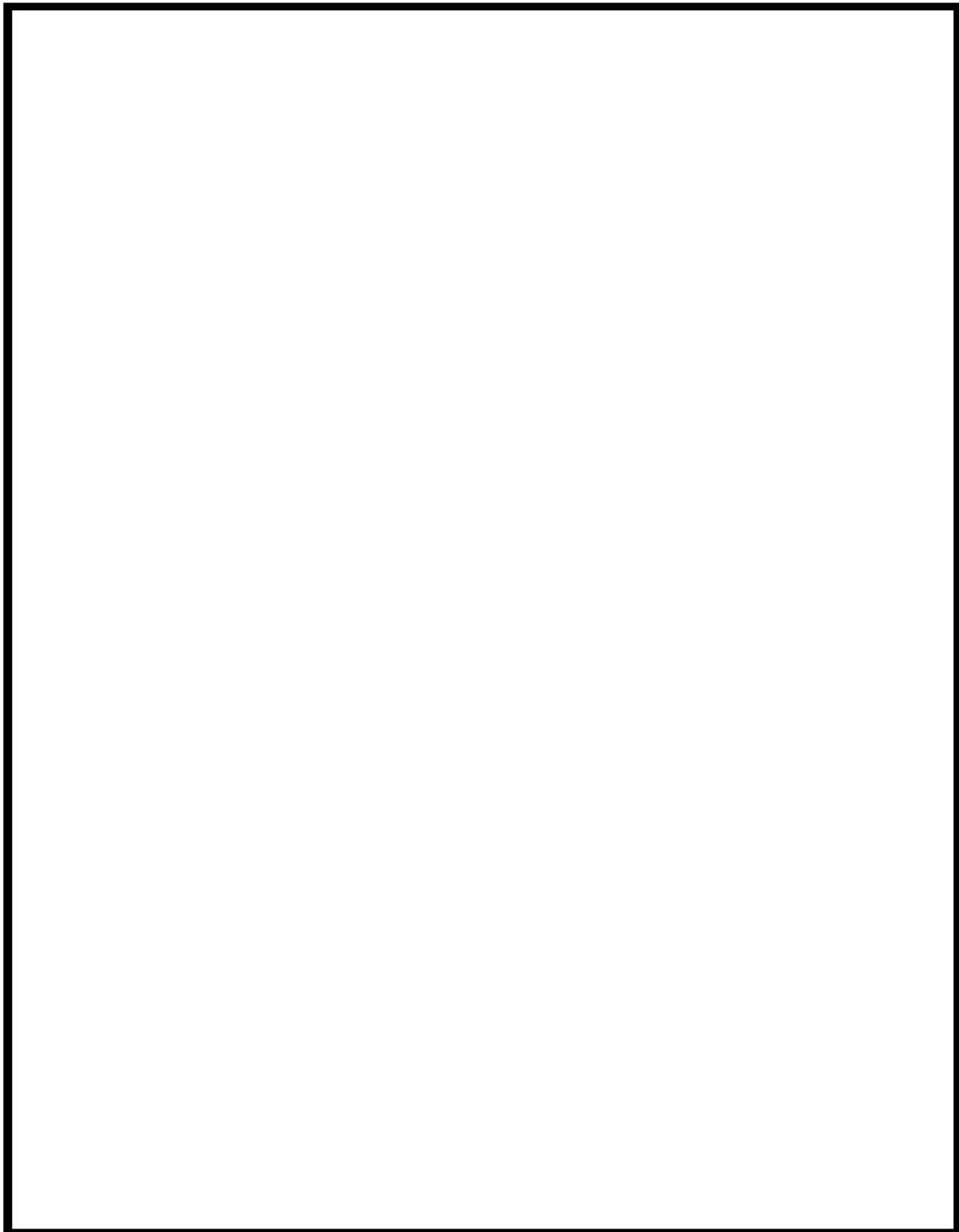
第 1 表：消火設備の必要容量について

消火対象	消火剤種類	消火剤必要量	消火剤必要量算出式	消防法施行規則準拠条項
原子炉の高温停止及び低温停止を達成し、維持するために必要な機器等(全域)	ハロン 1301	対象箇所の体積に応じて設置	火災区画(部屋)の体積× 0.32kg/m ³	第二十条
	二酸化炭素	対象箇所の体積に応じて設置	火災区画(部屋)の体積× 0.75kg/m ³ 0.8kg/m ³ 以上	第十九条


添付資料 9

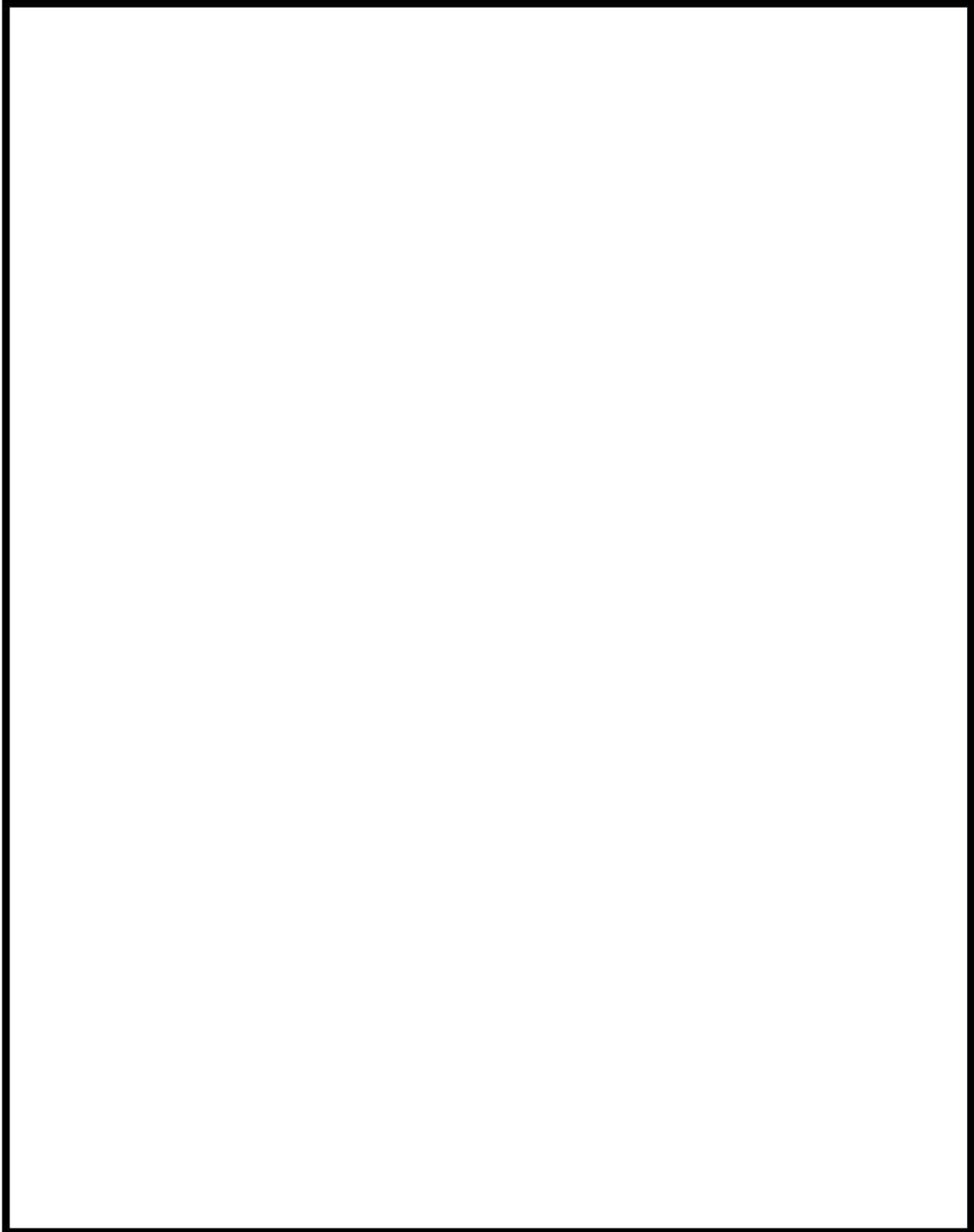
泊発電所 3 号炉における

消火栓配置図



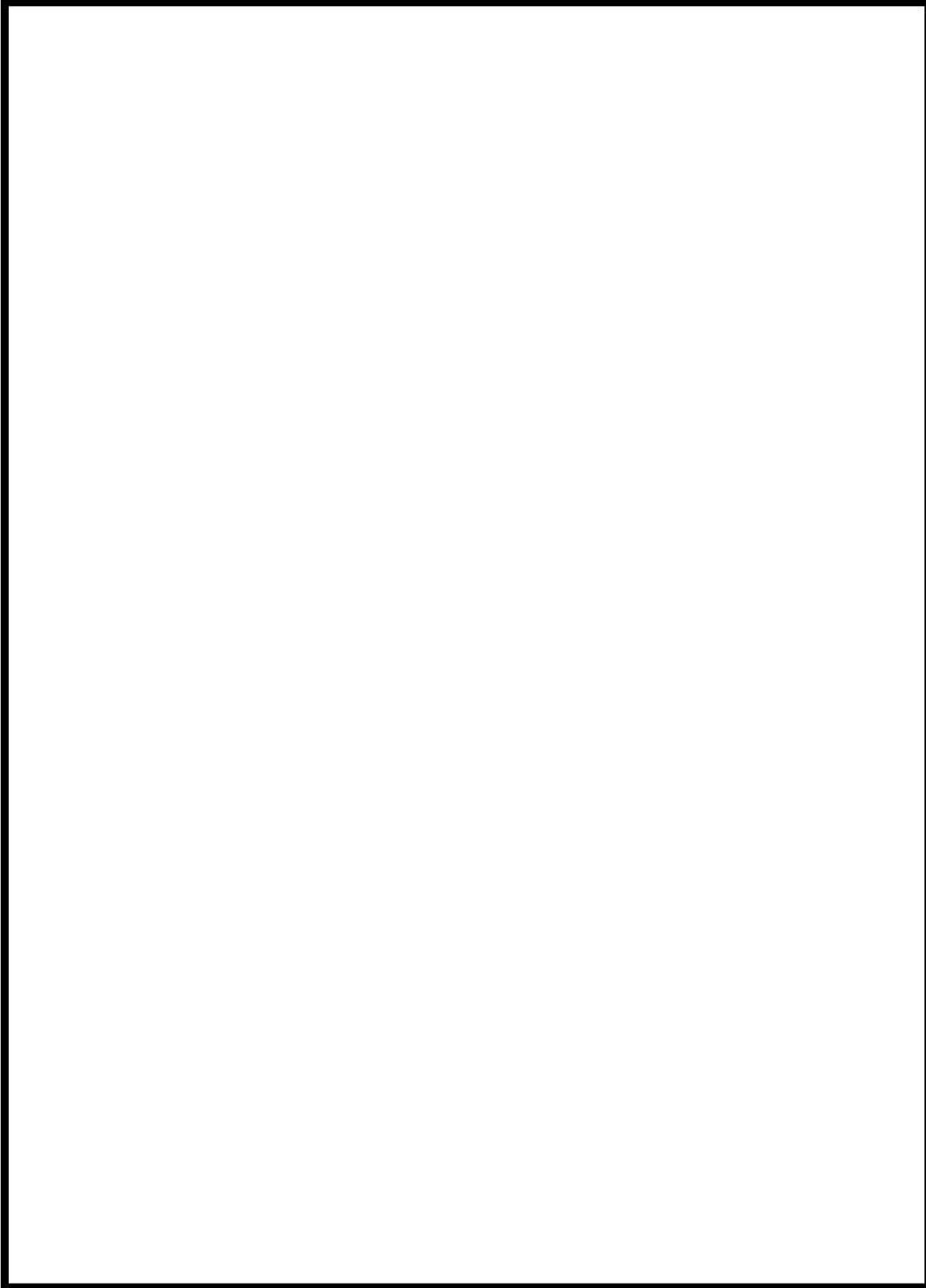
消火栓及び消火器の配置図 (1/24)

 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。




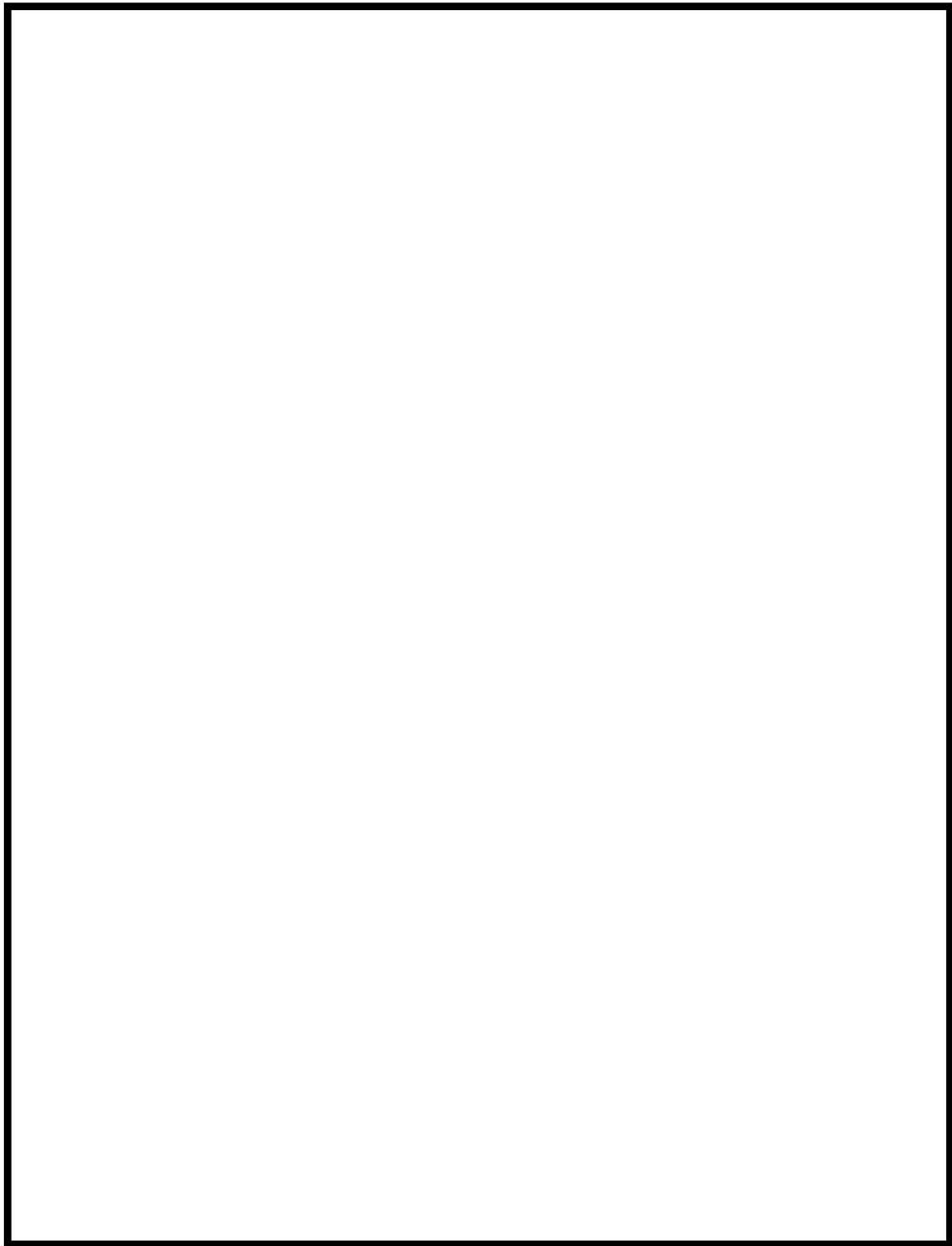
消火栓及び消火器の配置図 (2/24)

 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。




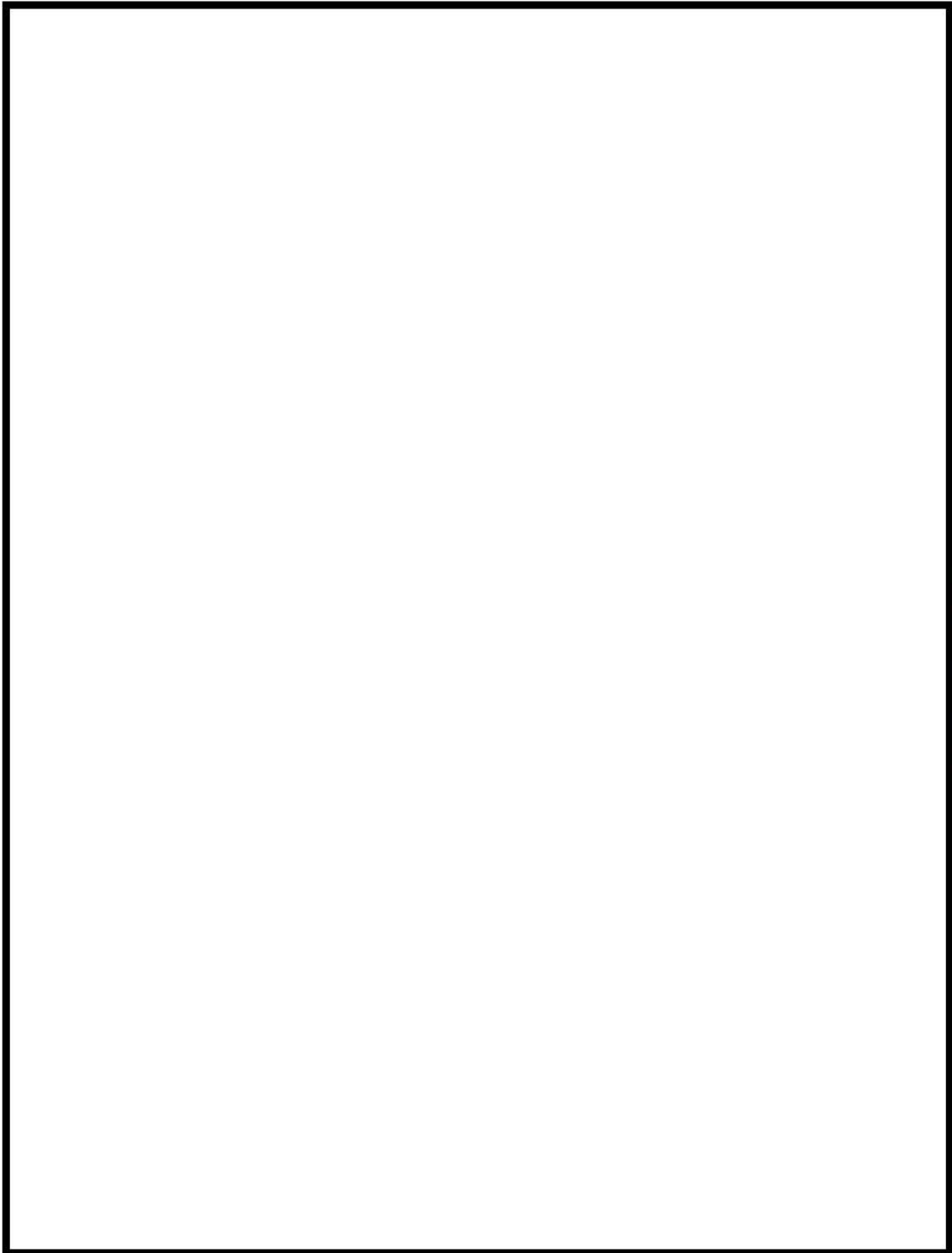
消火栓及び消火器の配置図 (3/24)

 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。




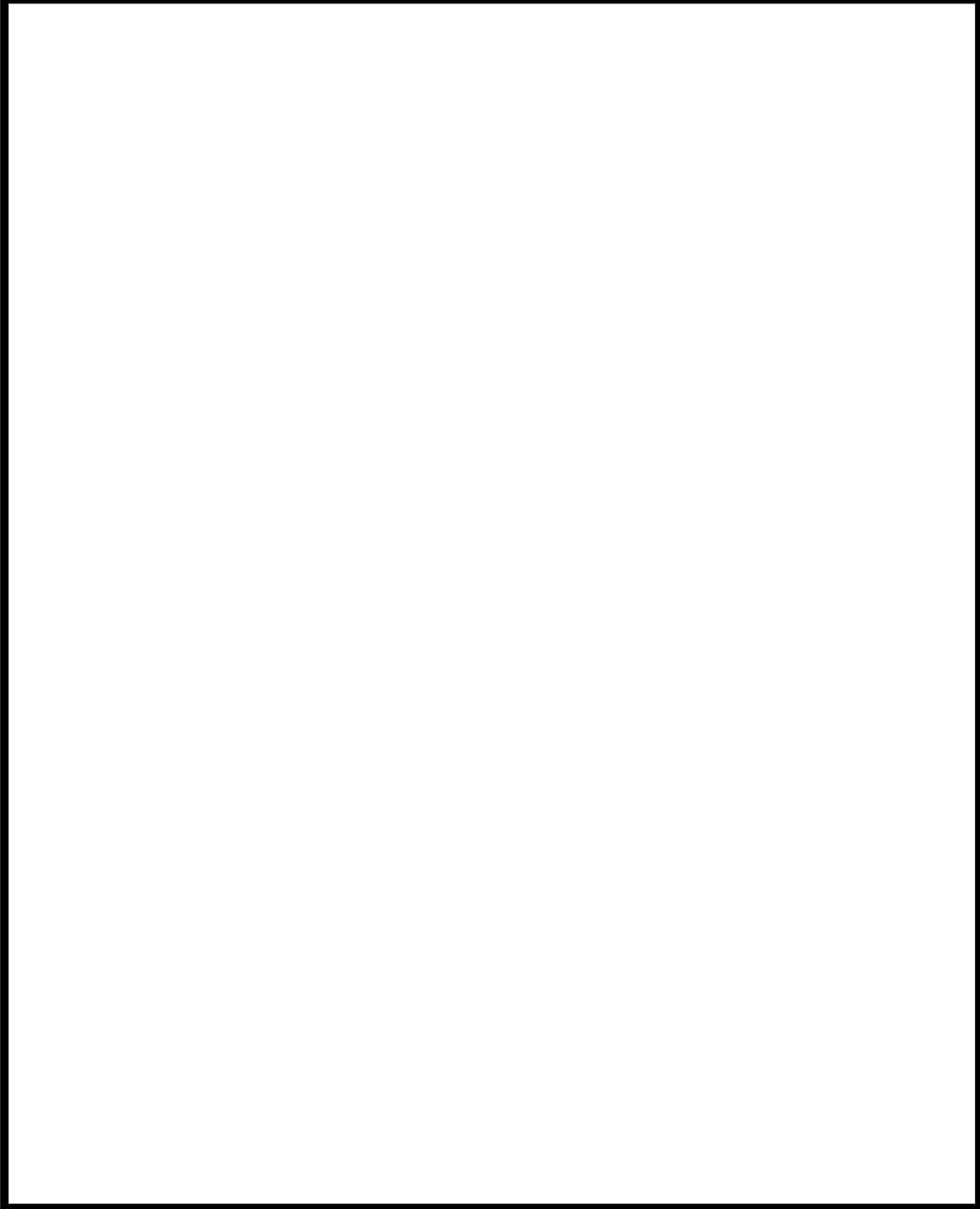
消火栓及び消火器の配置図 (4/24)

 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。




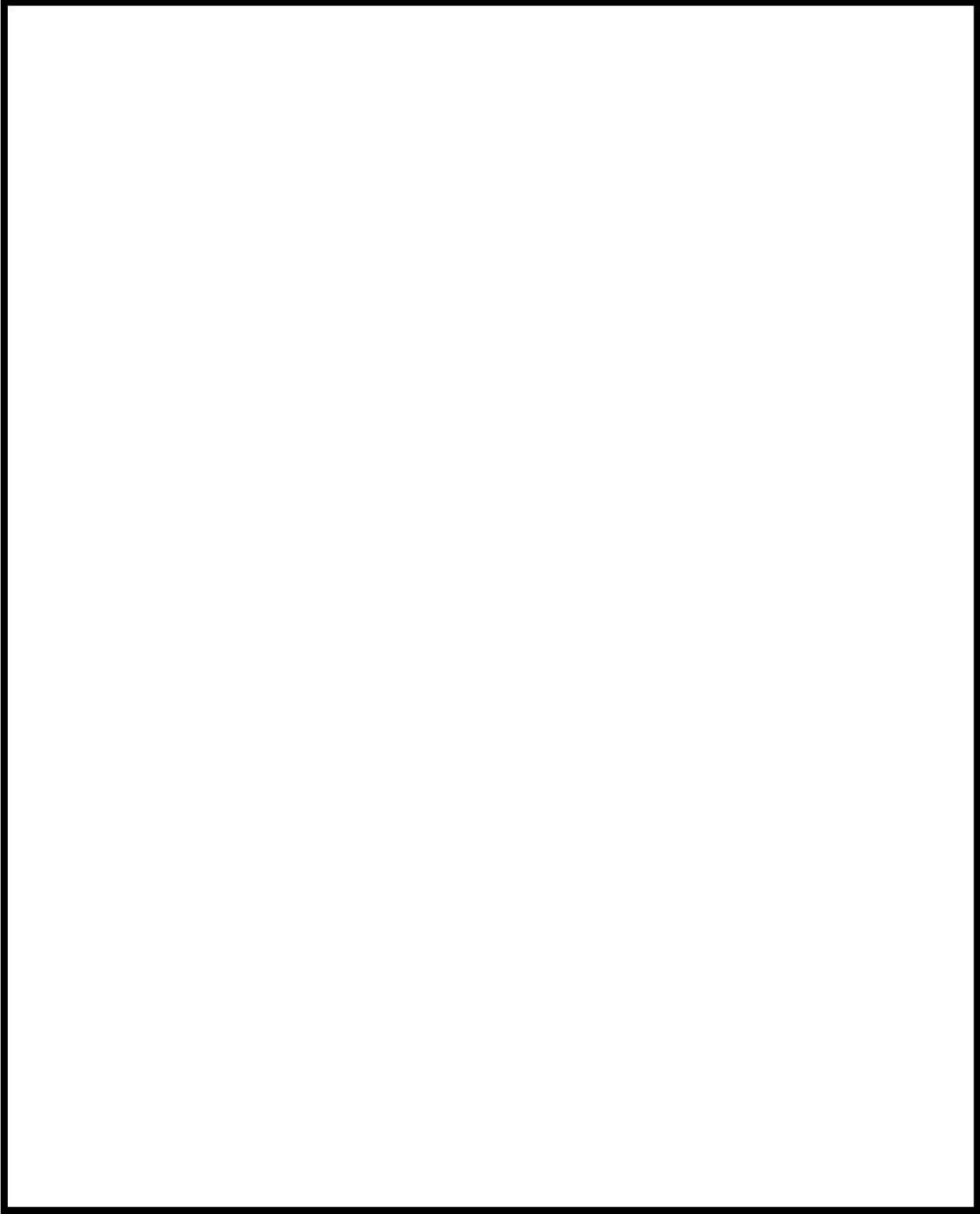
消火栓及び消火器の配置図 (5/24)

 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。




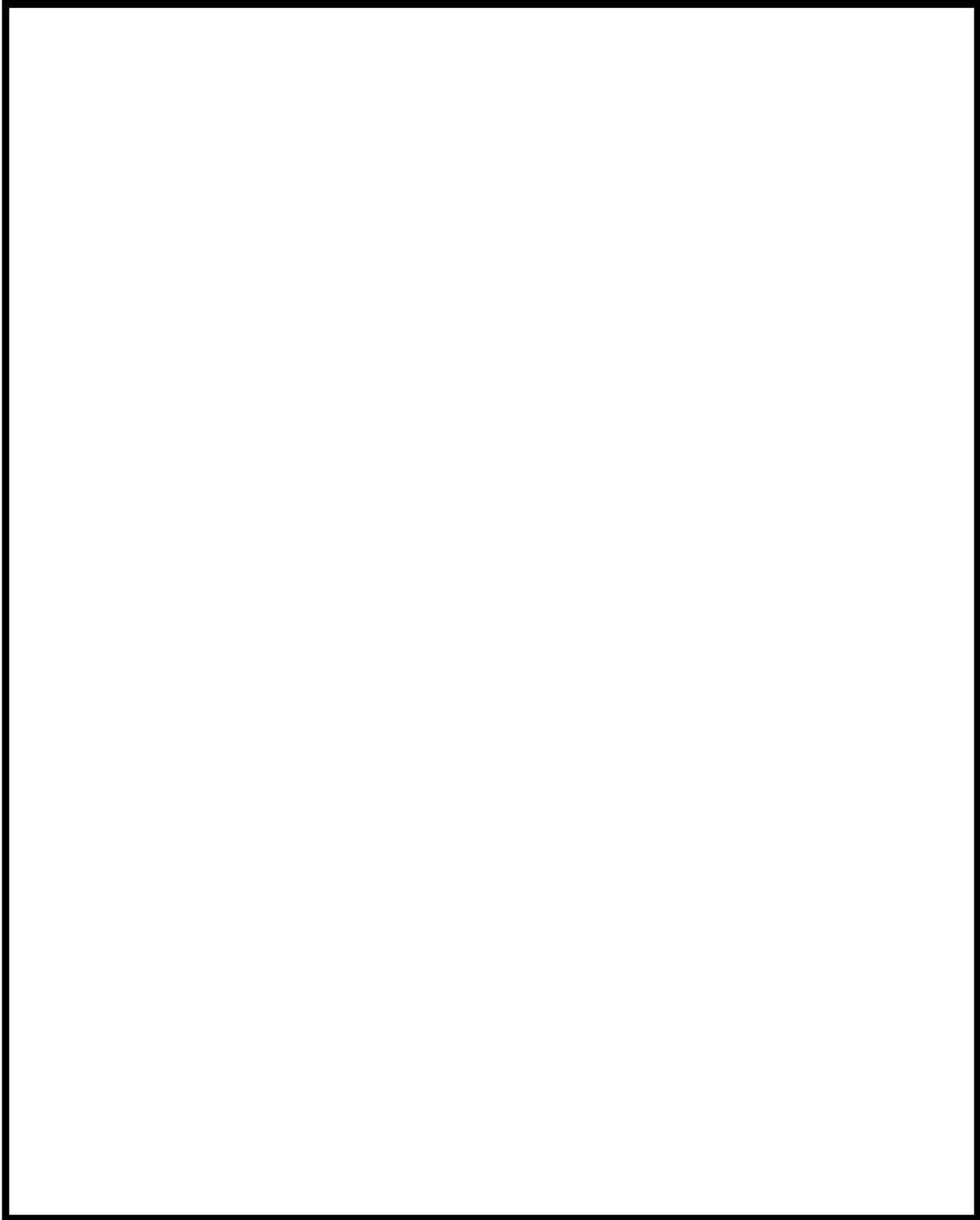
消火栓及び消火器の配置図 (6/24)

 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。




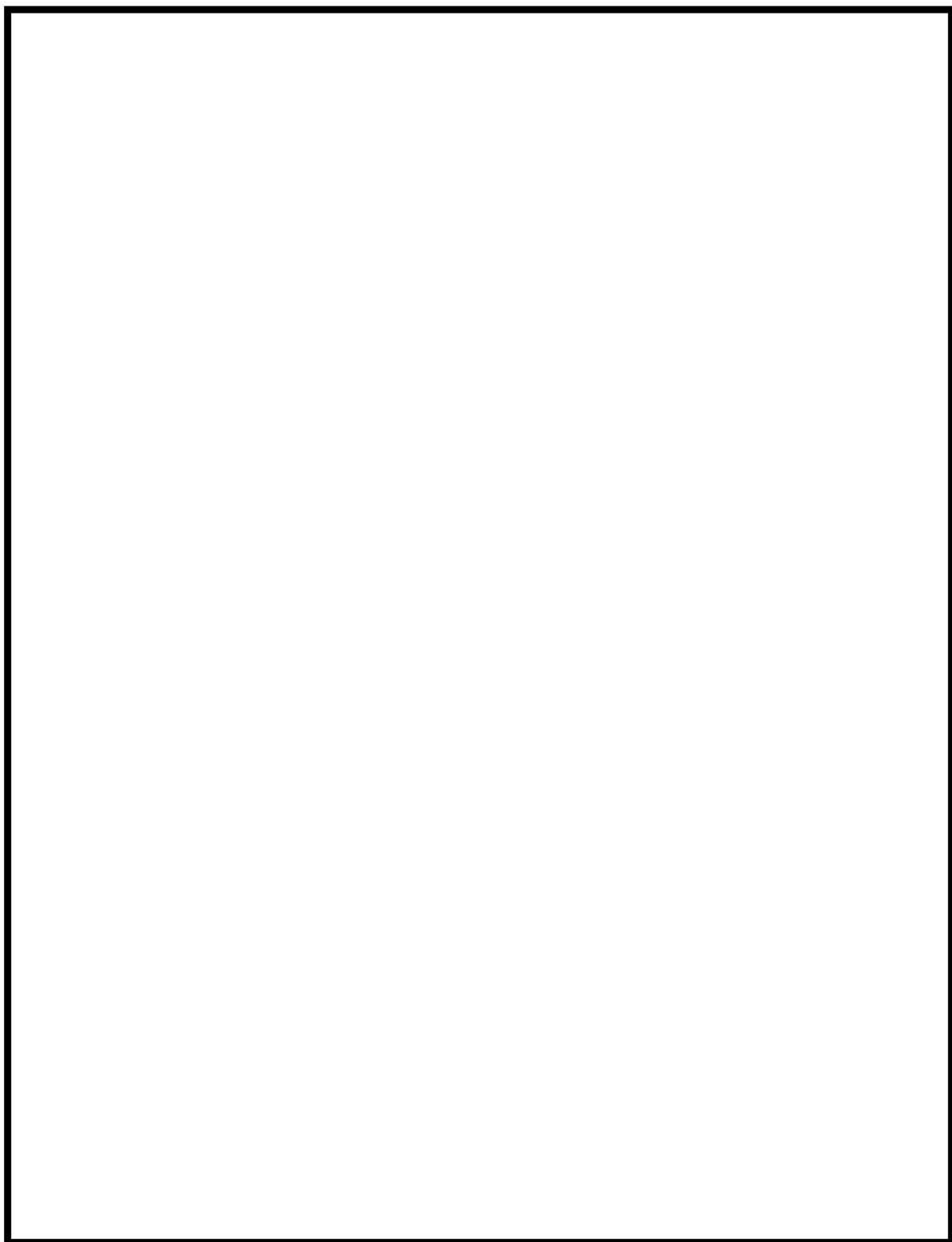
消火栓及び消火器の配置図 (7/24)

 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。




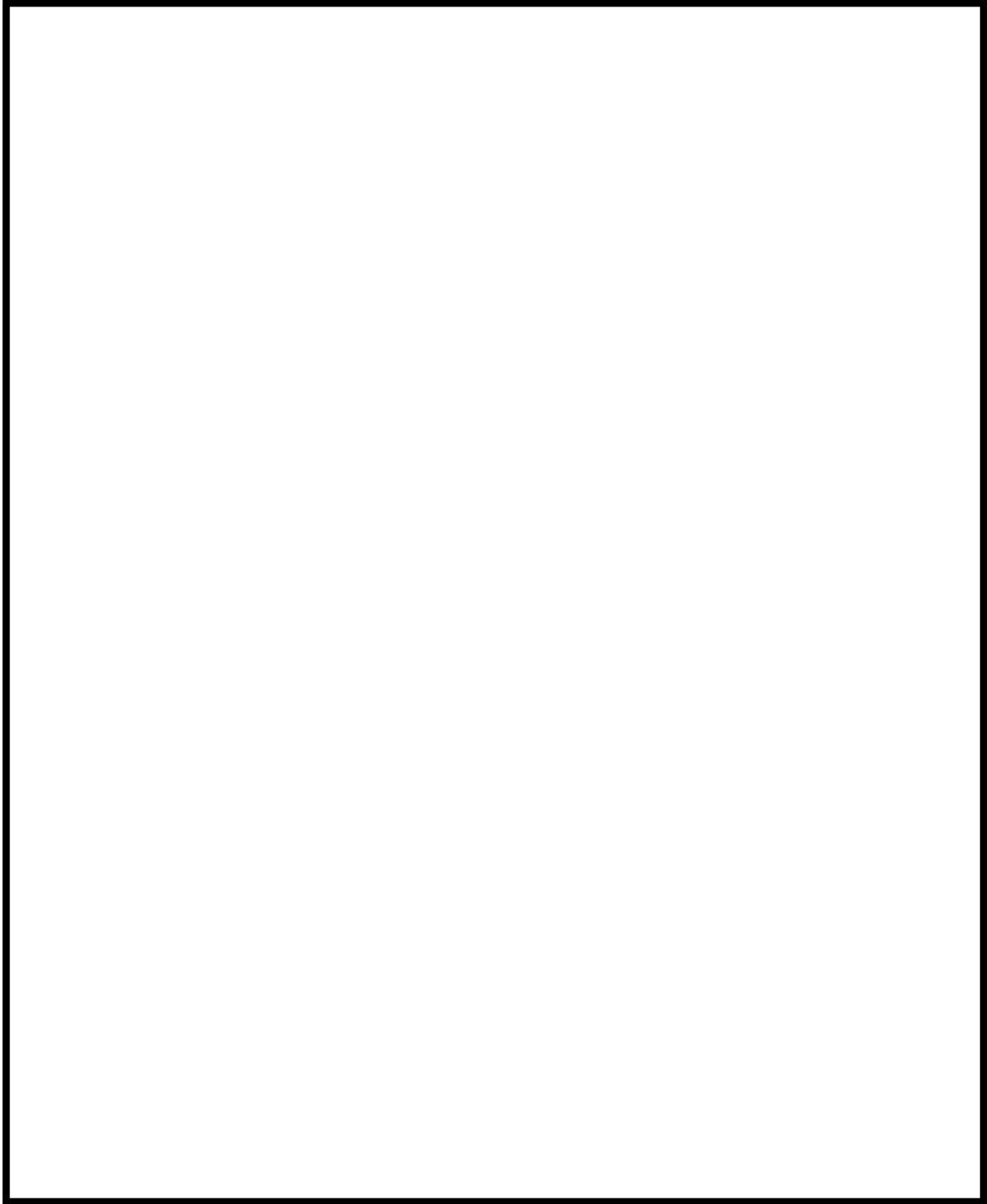
消火栓及び消火器の配置図 (8/24)

 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。




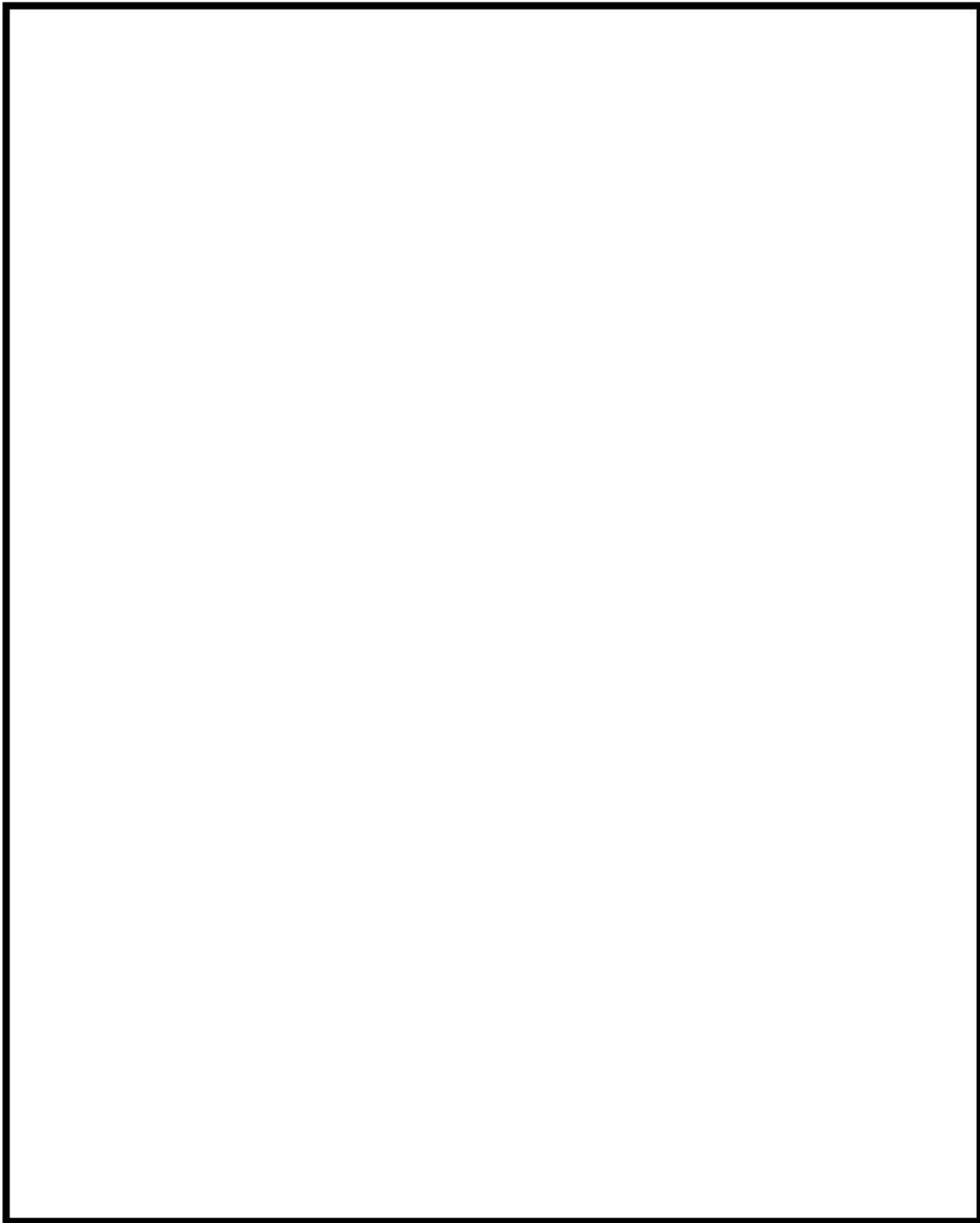
消火栓及び消火器の配置図 (9/24)

 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。




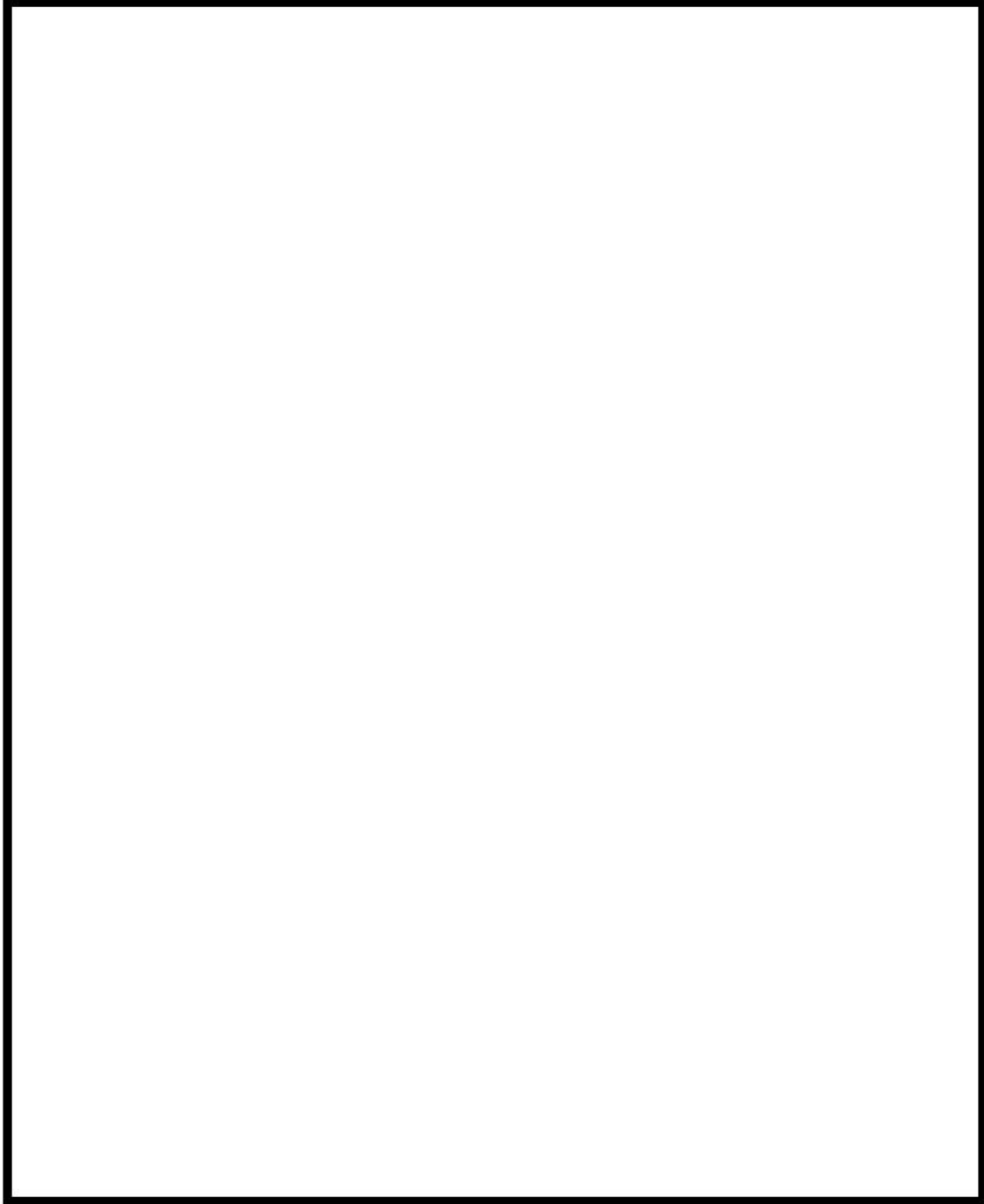
消火栓及び消火器の配置図 (10/24)

 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。



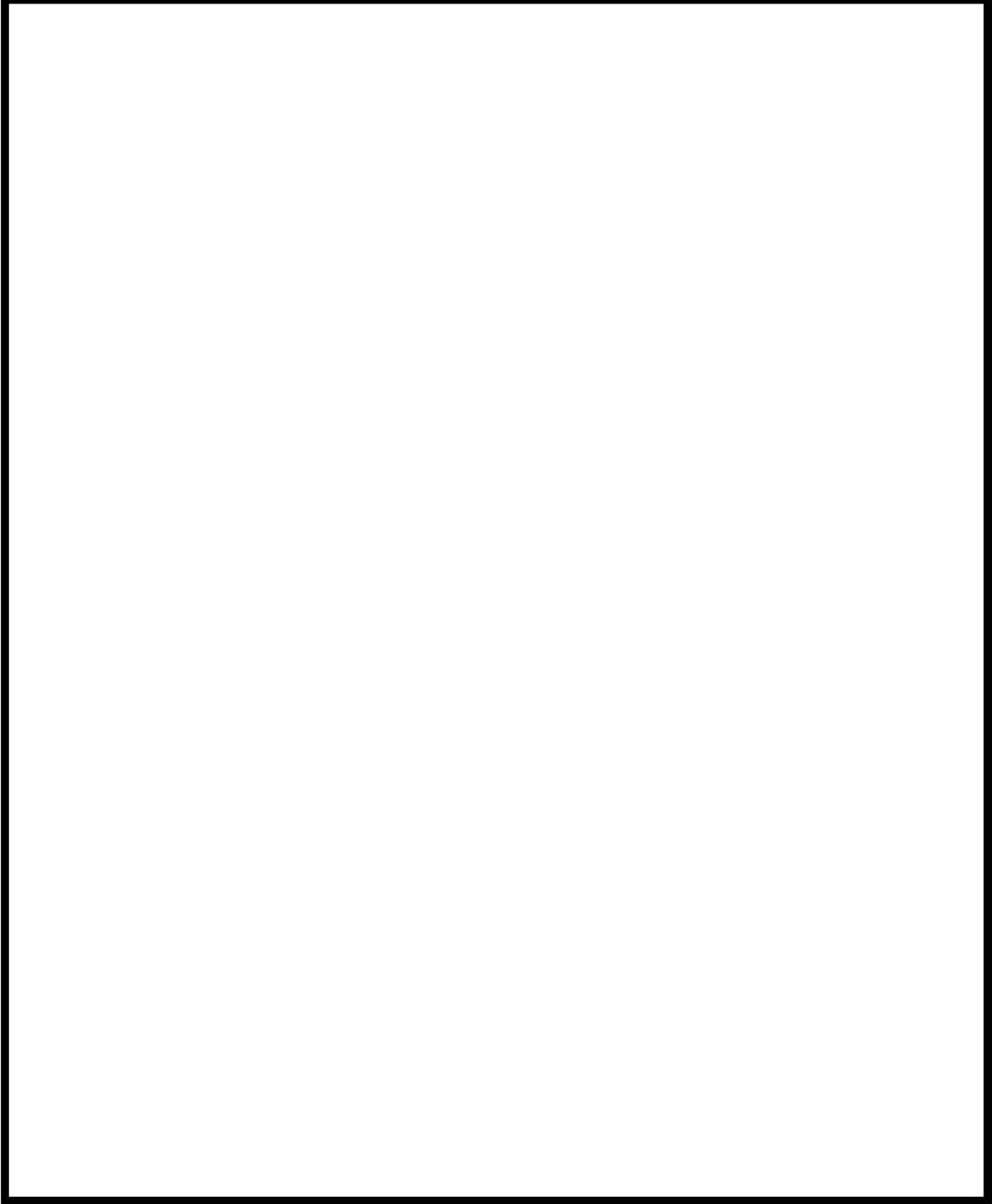
消火栓及び消火器の配置図 (11/24)

 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。




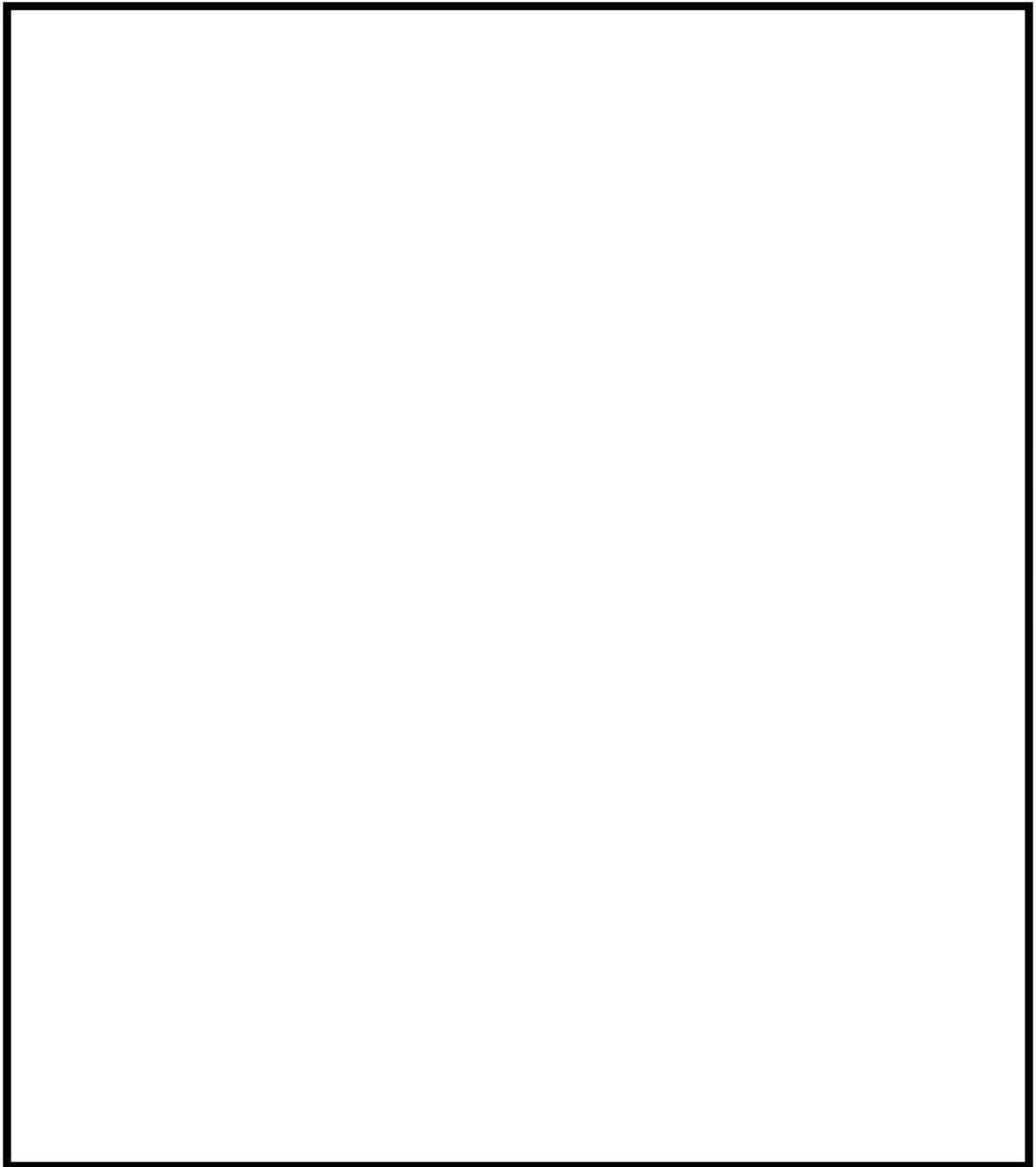
消火栓及び消火器の配置図 (12/24)

 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。




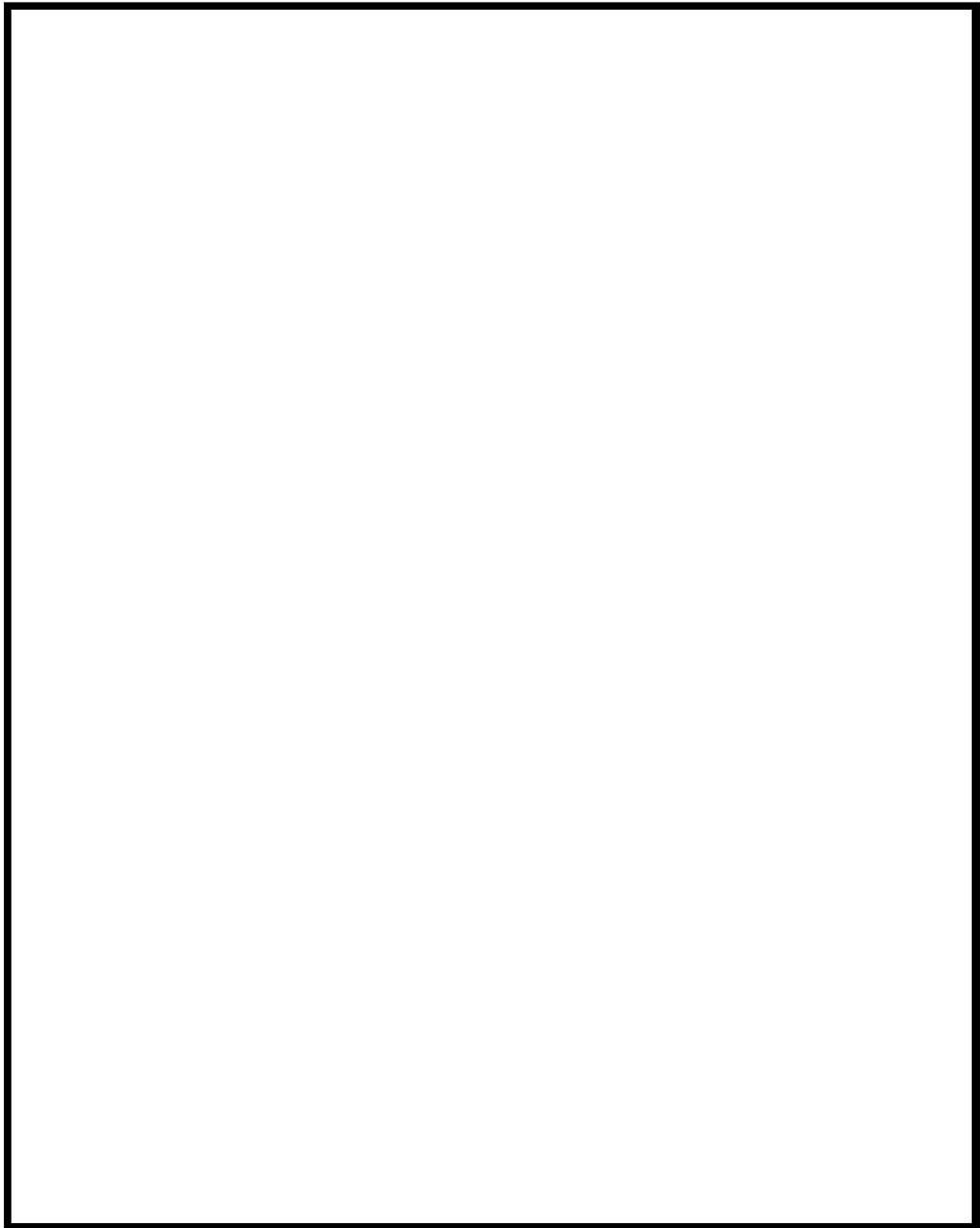
消火栓及び消火器の配置図 (13/24)

 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。




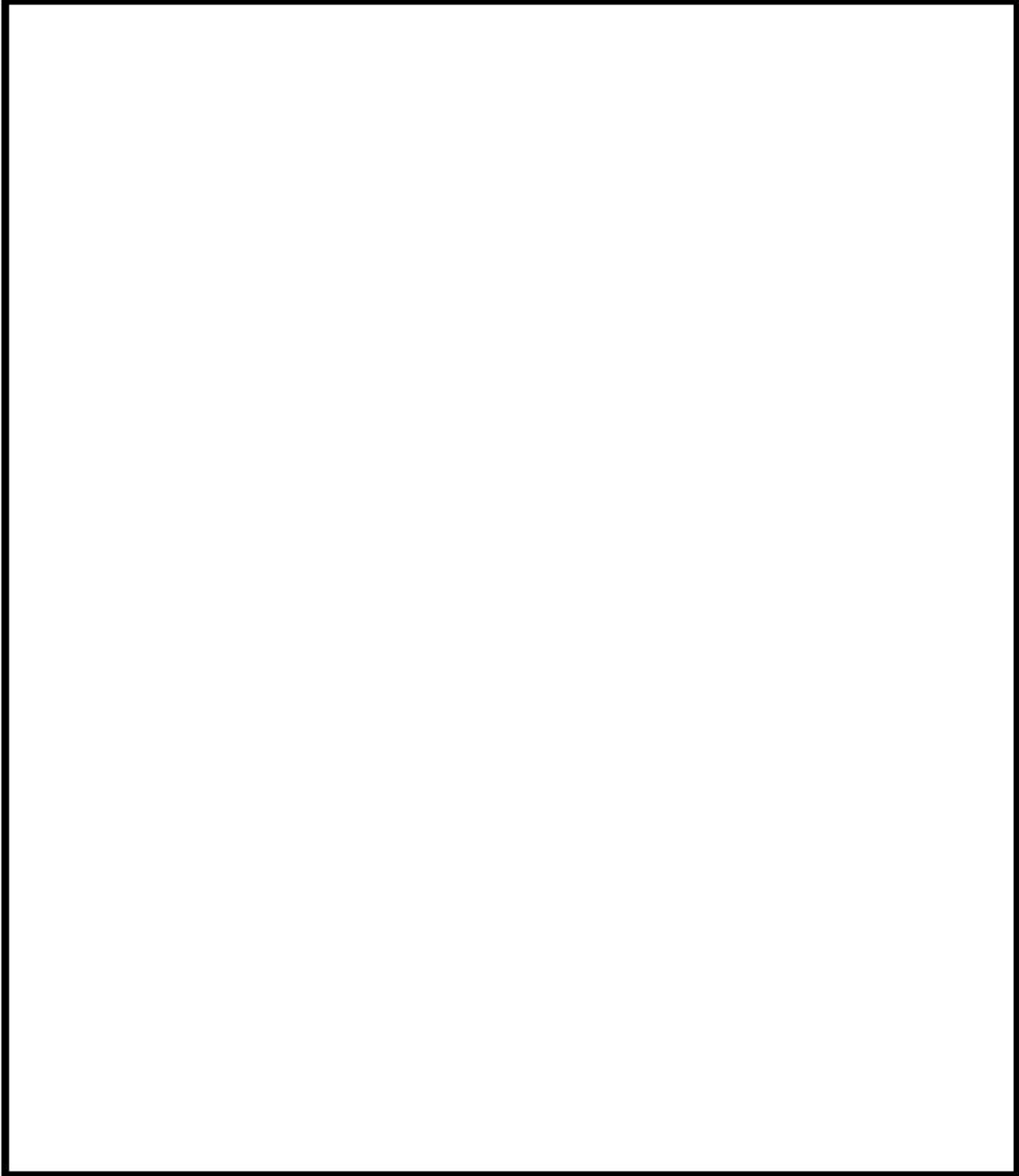
消火栓及び消火器の配置図 (14/24)

 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。




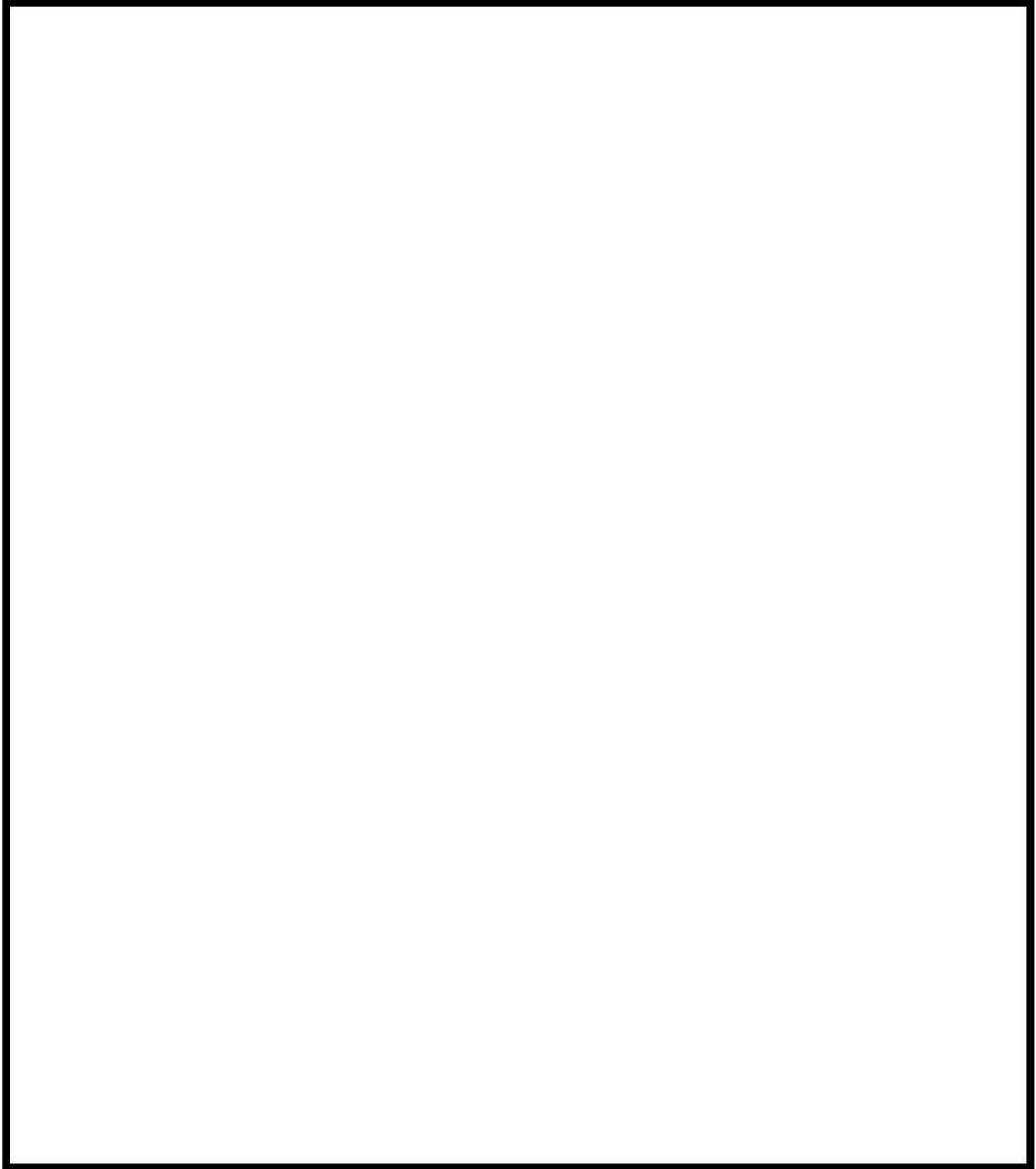
消火栓及び消火器の配置図 (15/24)

 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。




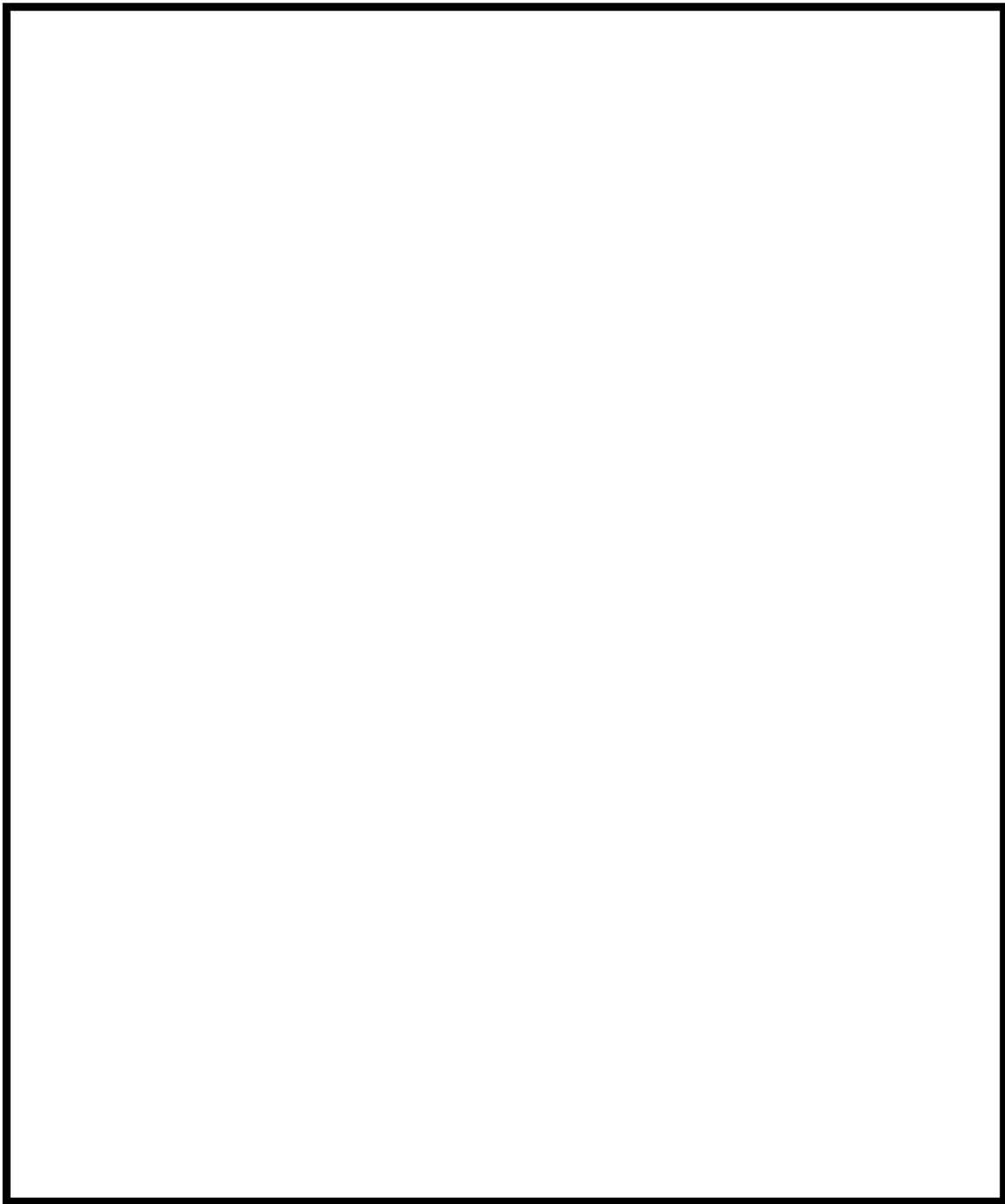
消火栓及び消火器の配置図 (16/24)

 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。




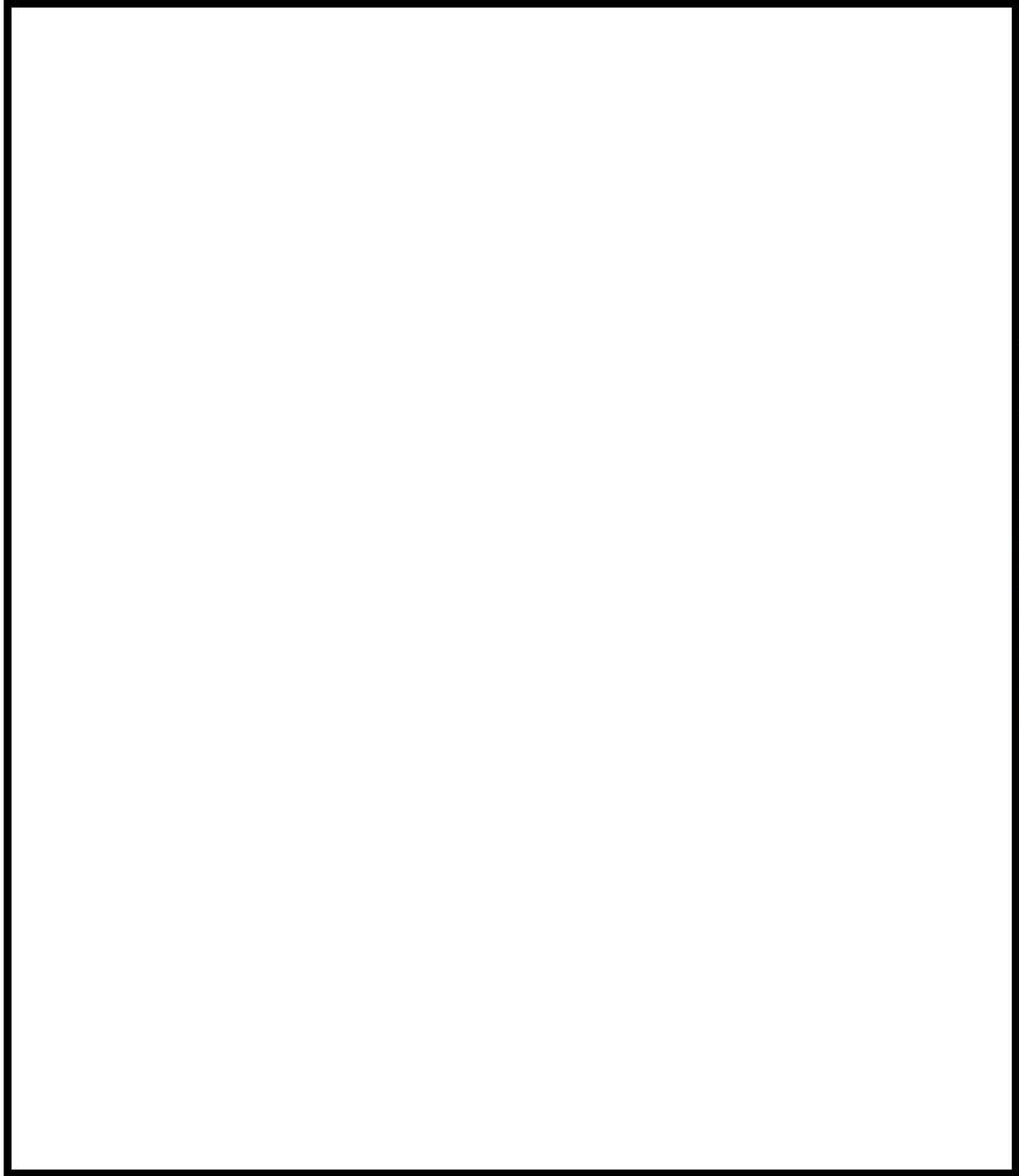
消火栓及び消火器の配置図 (17/24)

 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。




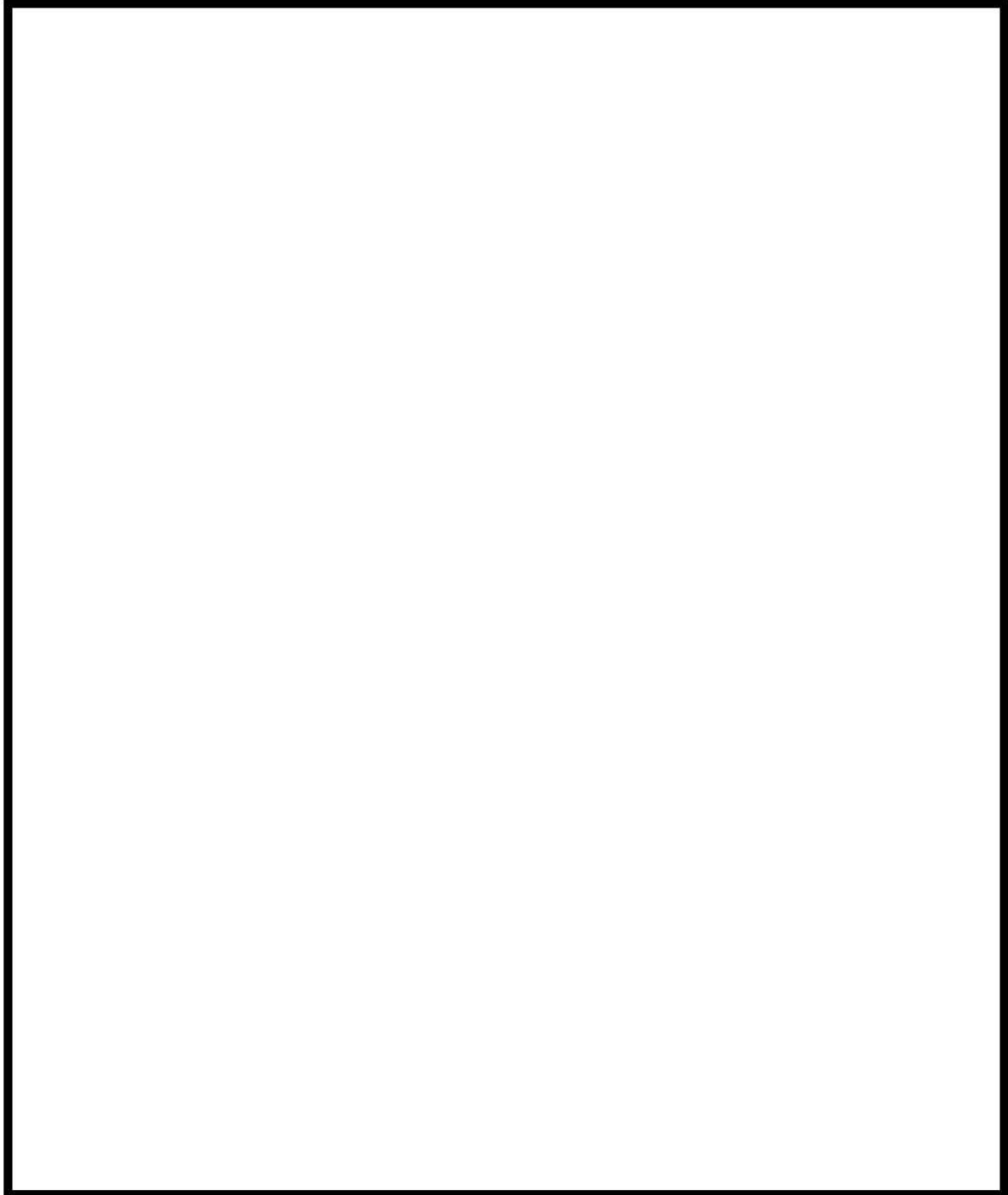
消火栓及び消火器の配置図 (18/24)

 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。




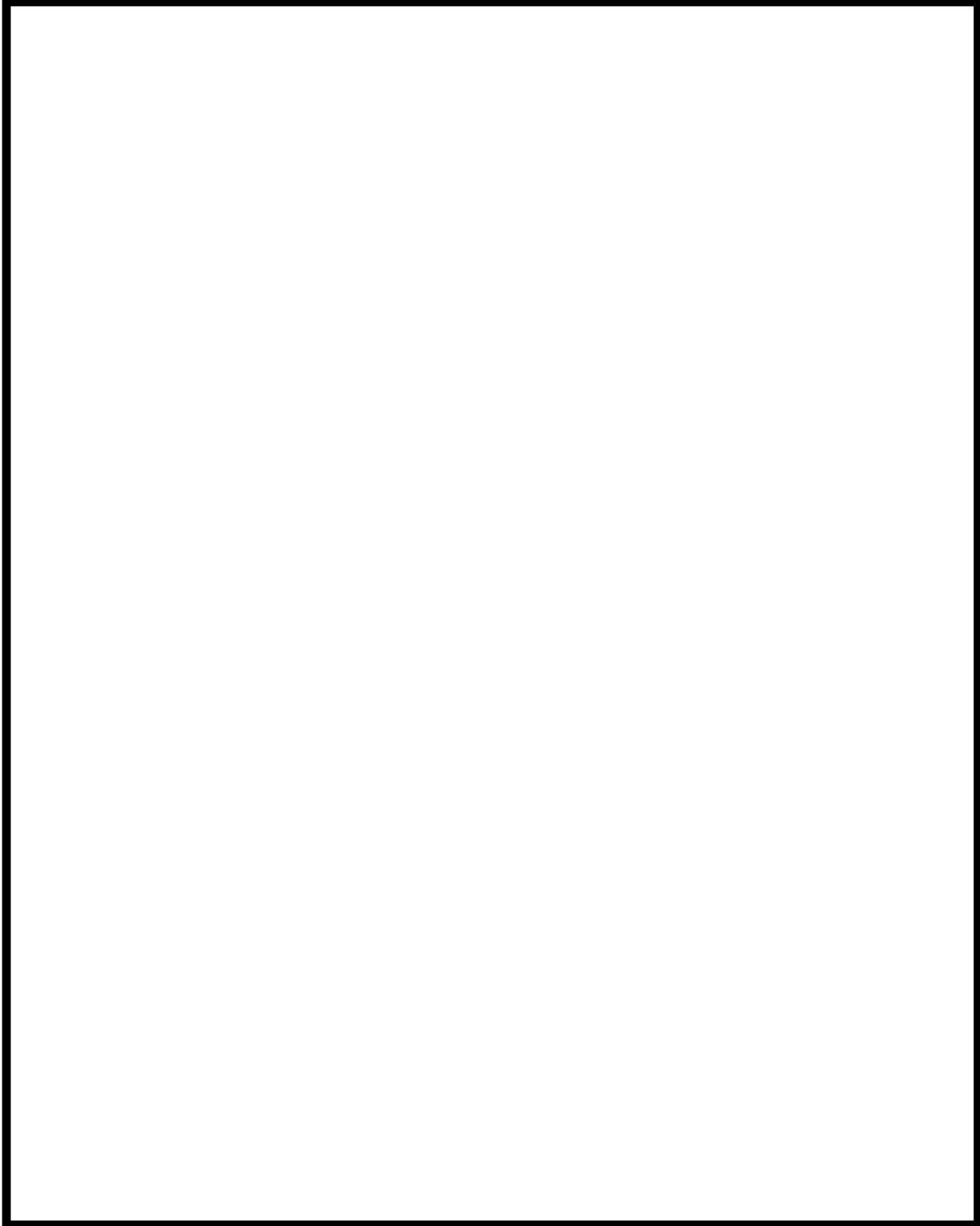
消火栓及び消火器の配置図 (19/24)

 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。




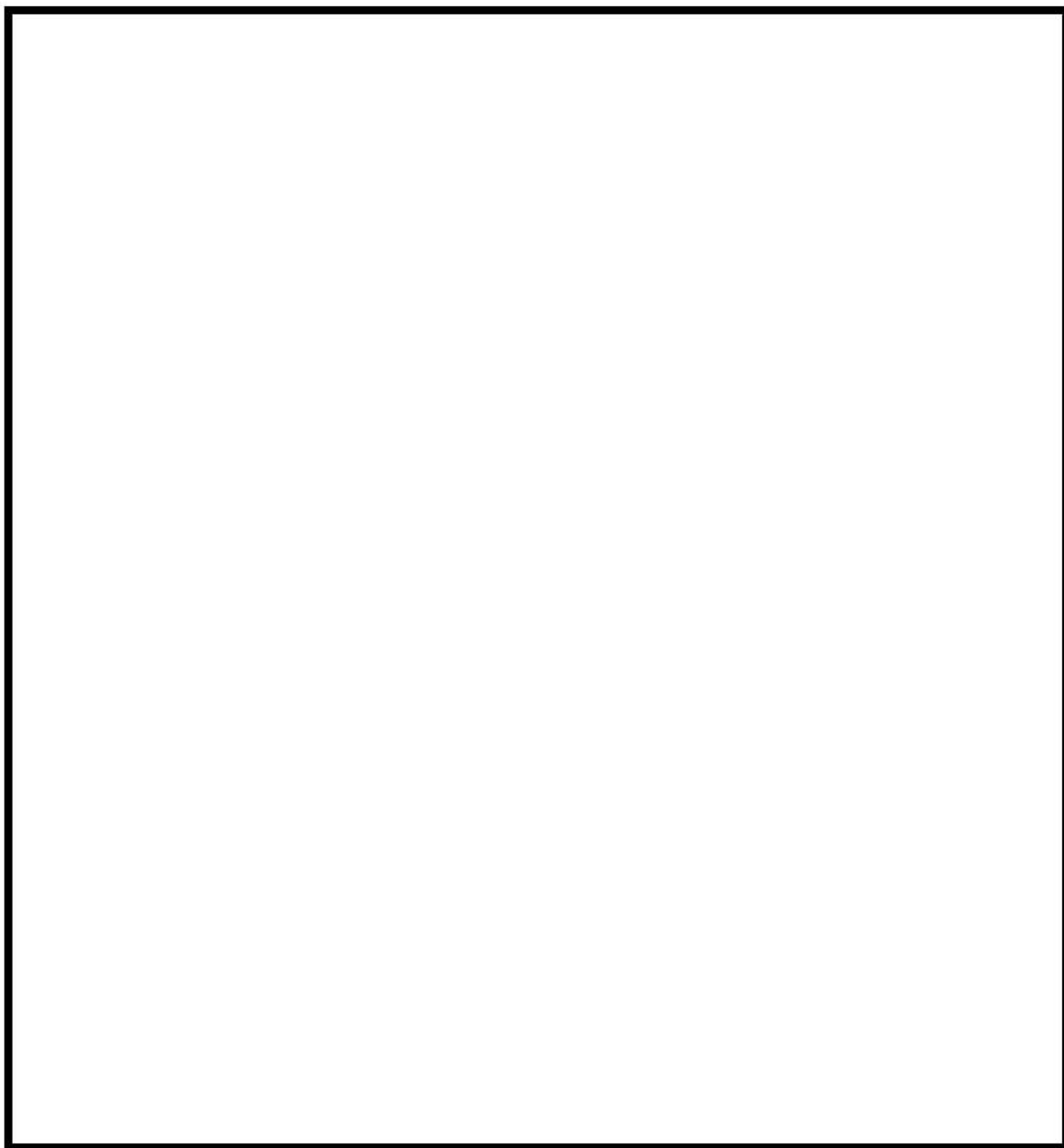
消火栓及び消火器の配置図 (20/24)

 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。




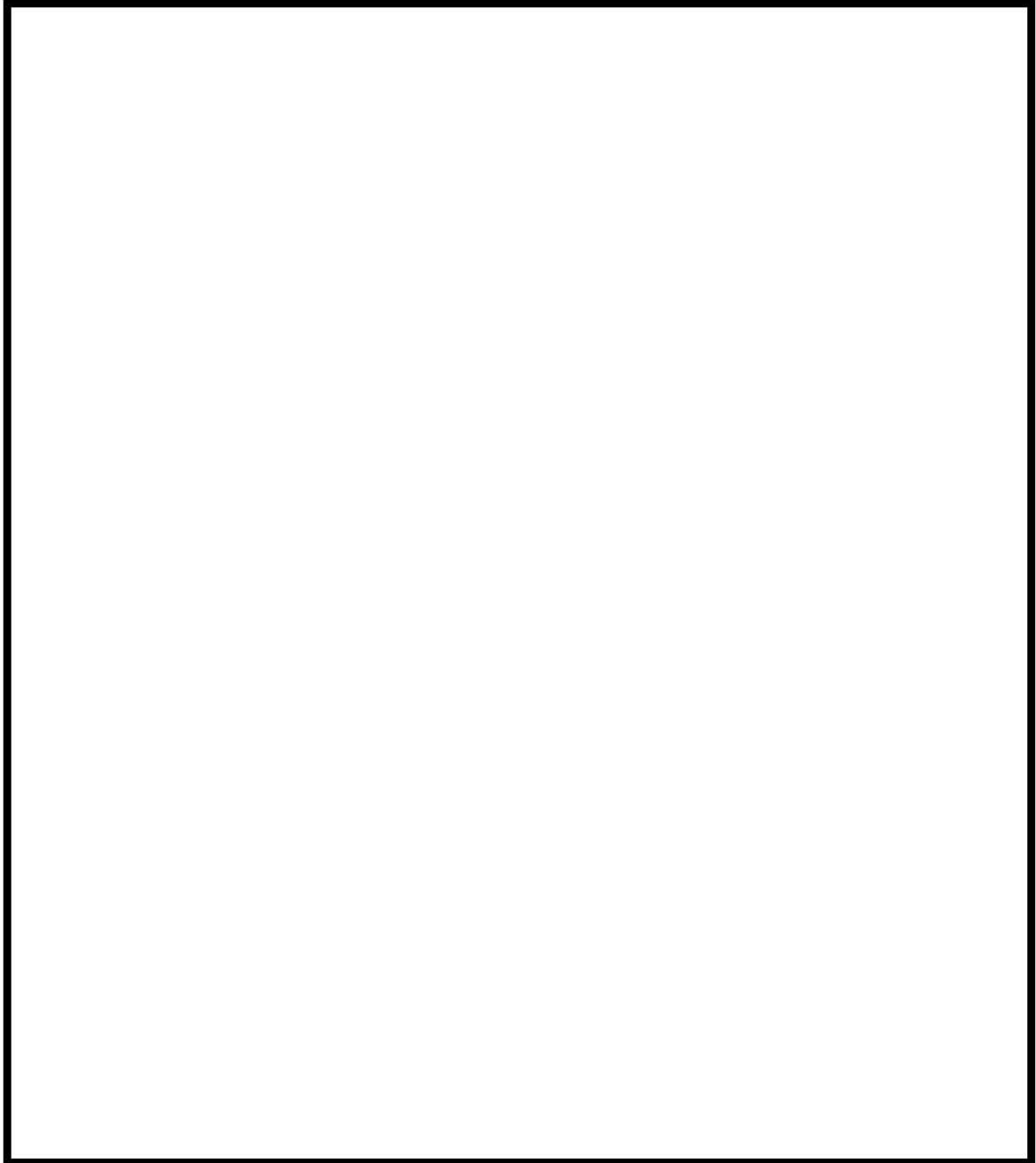
消火栓及び消火器の配置図 (21/24)

 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。




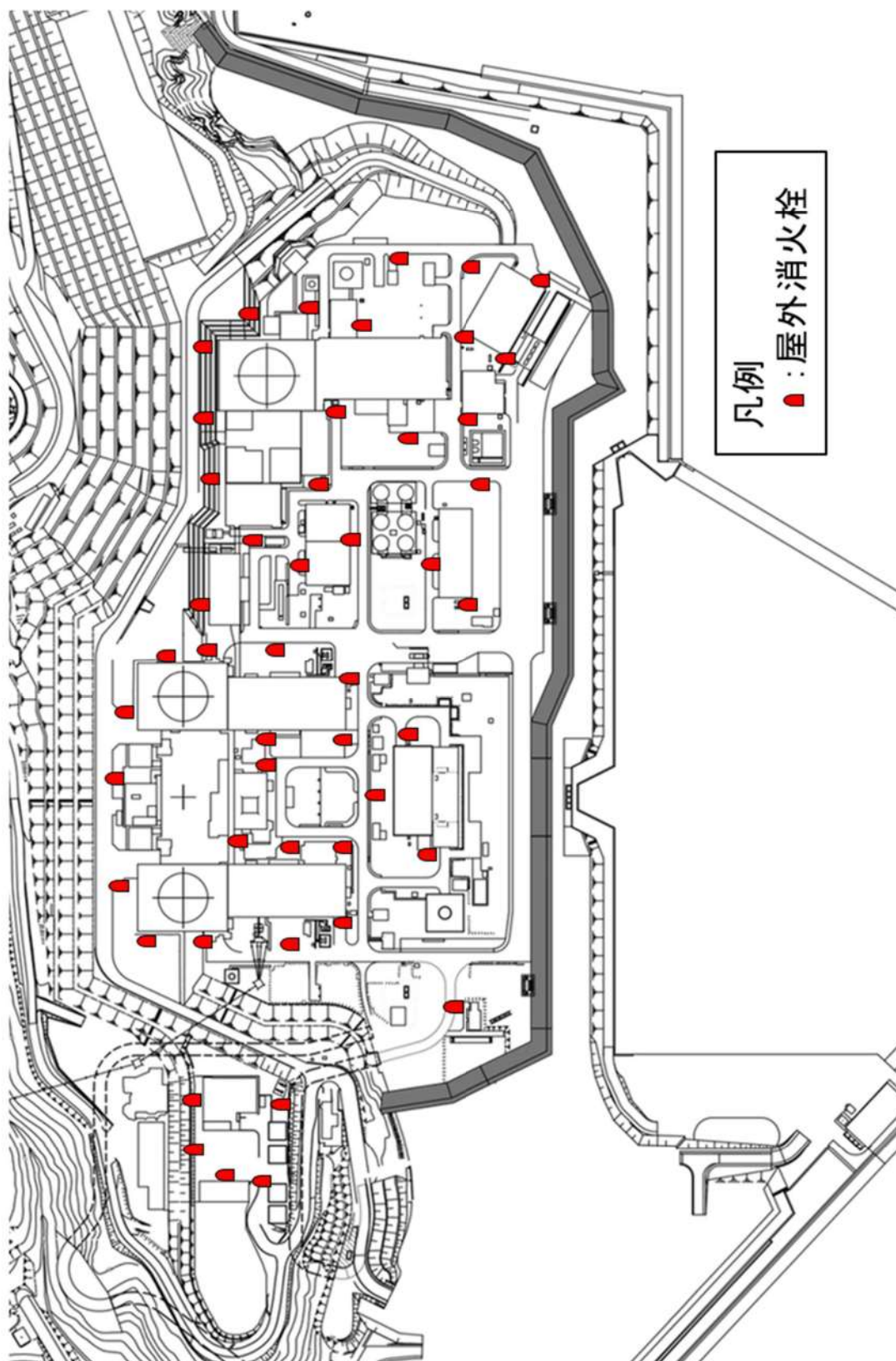
消火栓及び消火器の配置図 (22/24)

 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。



消火栓及び消火器の配置図 (23/24)

 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。



消火栓及び消火器の配置図 (24/24)

添付資料 10

資料表泊発電所 3号炉における

移動式消火設備について

泊発電所 3 号炉における
移動式消火設備について

1. 設備概要

発電所内の火災発生時の初期消火として、移動式消火設備（化学消防自動車：1 台、水槽付消防ポンプ自動車：1 台、資機材運用車両 1 台）を配備している。移動式消火設備の仕様、配備台数及び配備場所を第 1 表に示す。

化学消防自動車（第 1 図）は、水槽と原液槽を有し、水又は水と泡消火薬剤とを混合希釈した泡消火を可能とする。

水槽付消防ポンプ自動車（第 2 図）は、大容量水槽を有していることから、消火用水による消火を可能とする。

なお、資機材運搬用車両（第 3 図）については、740L の泡消火薬剤を積載し、早急な化学消防自動車への補給を可能としている。

これらの移動式消火設備は、防火水槽等から給水し、車両に積載しているホースにより約 400m の範囲が消火可能である。

なお、移動式消火設備の操作については、発電所構内の 51m 倉庫・車庫等に 24 時間待機している初期消火要員にて実施する。

上記に示した移動式消火設備は、初期消火要員が 24 時間待機している 51m 倉庫・車庫に配備しており、かつ、火災想定箇所へのアクセスルートを複数選定しているため、化学消防自動車、水槽付消防ポンプ自動車を用いて速やかな消火活動が可能である。

第1表：移動式消火設備の仕様, 配備台数及び配備場所

項目		仕様		
車種		化学消防自動車	水槽付消防ポンプ自動車	資機材運搬用車両
消火剤	消火剤	水又は泡水溶液	水	泡消火薬剤（搬送・備蓄）
	水槽	1300L	2000L	—
	原液槽	500L	—	740L（搬送・備蓄）
	泡消火薬剤 希釈濃度	3%	—	—
	消火剤の特徴	水：消火剤の確保が容易 泡水溶液：油火災に極めて有効	水：消火剤の確保が必要	—
消火設備	適用規格	消防法 その他関係法令	消防法 その他関係法令	—
	ポンプの級別	A-2	A-2	—
	消防ホース長	20m×20本	20m×20本	—
	水槽への給水	消火栓 防火水槽 原水槽	消火栓 防火水槽 原水槽	—
配備台数		1台	1台	1台
配備場所		51m倉庫・車庫		



第1図：化学消防自動車



第2図：水槽付消防ポンプ自動車



第3図：資機材運搬用車両

添付資料 1 2

泊発電所 3 号炉における
安全機能を有する構築物，系統及び機器周辺の
可燃物等の状況について

泊発電所 3 号炉における
安全機能を有する構築物、系統及び機器周辺の
可燃物等の状況について

1. 目的

安全機能を有する構築物、系統及び機器を設置する火災区域又は火災区画は、基本的には、火災発生時の煙の充満により消火活動が困難となるものとして選定するが、屋外の火災区域又は火災区画、並びに可燃物が少ない火災区域又は火災区画は、火災が発生した場合でも火災規模は小さく、煙の充満により消火活動が困難とならないことから、消火器による消火が可能である。

したがって、安全機能を有する構築物、系統及び機器を設置する火災区域又は火災区画の現場の状況を確認し、火災発生時の煙の充満により消火活動が困難とならない火災区域又は火災区画を選定する。

2. 火災発生時の煙の充満により消火活動が困難とならない火災区域又は火災区画の可燃物等の状況について

安全機能を有する構築物、系統及び機器を設置する火災区域又は火災区画のうち、火災発生時の煙の充満により消火活動が困難とならない火災区域又は火災区画の一覧を第 1 表に示す。また、現場の状況を以下に示す。なお、これらの火災区域又は火災区画は、発火源となる高温の熱源がないこと、火災源となる可燃物がほとんどないことに加え、持込み可燃物管理により火災荷重を低く抑える。持込み可燃物の管理について、具体的には危険物の仮置き禁止、火災区域又は火災区画に仮置きされる可燃物の種類、量の確認と火災荷重の評価を行い、可燃物量 1,000MJ、等価火災時間 0.1 時間のいずれも超えないようにする。火災区域又は火災区画内の仮置きについても、安全機能を有する構築物、系統及び機器の近傍には仮置きしないよう管理する。以上の持込み可燃物管理に係わる要領については、火災防護計画に定める。

第1表：火災発生時の煙の充満により消火活動が困難とならない
火災区域又は火災区画一覧

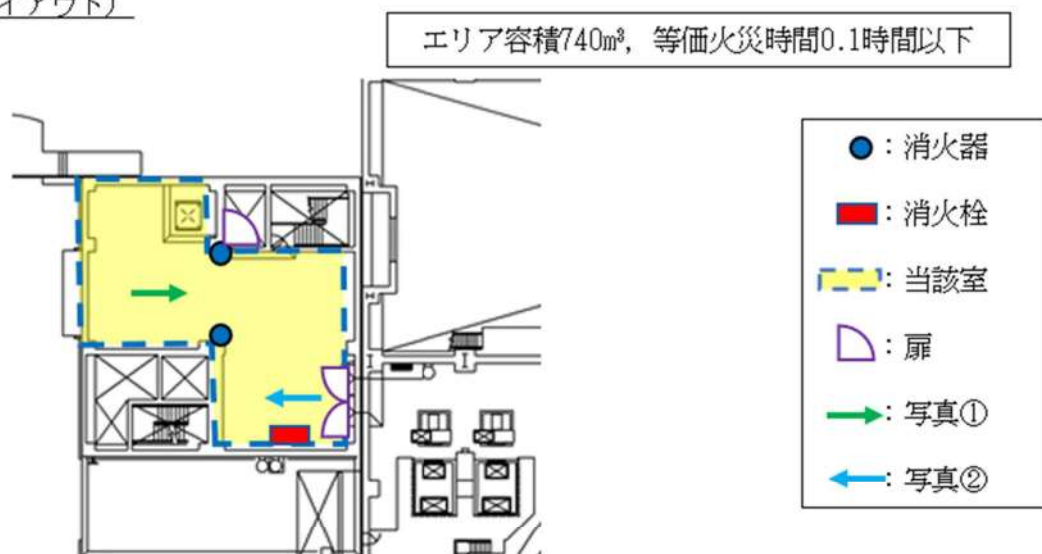
No	火災区画	部屋名称	天井高 (m)	エリア 容積 (m ³)	等価 火災時間	発熱量
1	A/B 7-01	原子炉補助建屋 40.3m 通路部	6m 以上	740	0.1 時間以下	1,000MJ 以下

(1) 原子炉補助建屋40.3m通路部 (A/B 7-01)

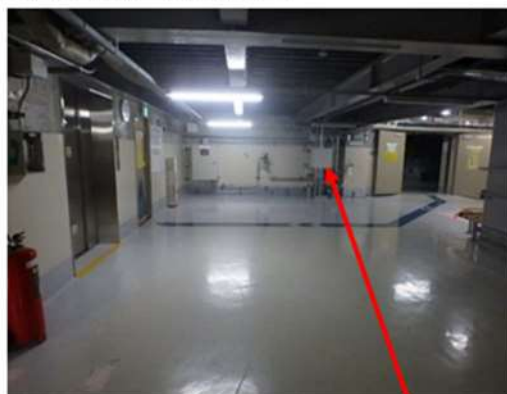
原子炉補助建屋40.3m通路部に設置している機器は、ダクト、電線管等である。これらは不燃材、難燃材で構成しており、ケーブルは電線管及び可とう電線管に敷設している。

また、可燃物である照明器具が設置されているが、可燃物管理により火災荷重を低く抑えることから、火災が発生した場合でも火災規模は小さく、煙の充満により消火活動が困難とならないため、消火器による消火が可能である。

(エリアレイアウト)



室内の様子 (写真①)



電線管

設置されている機器 (写真②)



ダクト

3. 屋外の火災区域又は火災区画

安全機能を有する構築物、系統及び機器を設置する屋外の火災区域又は火災区画は、屋外に設定しており、火災が発生しても煙が充満しないことから、消火活動で消火可能である。

現場の状況を以下に示す。

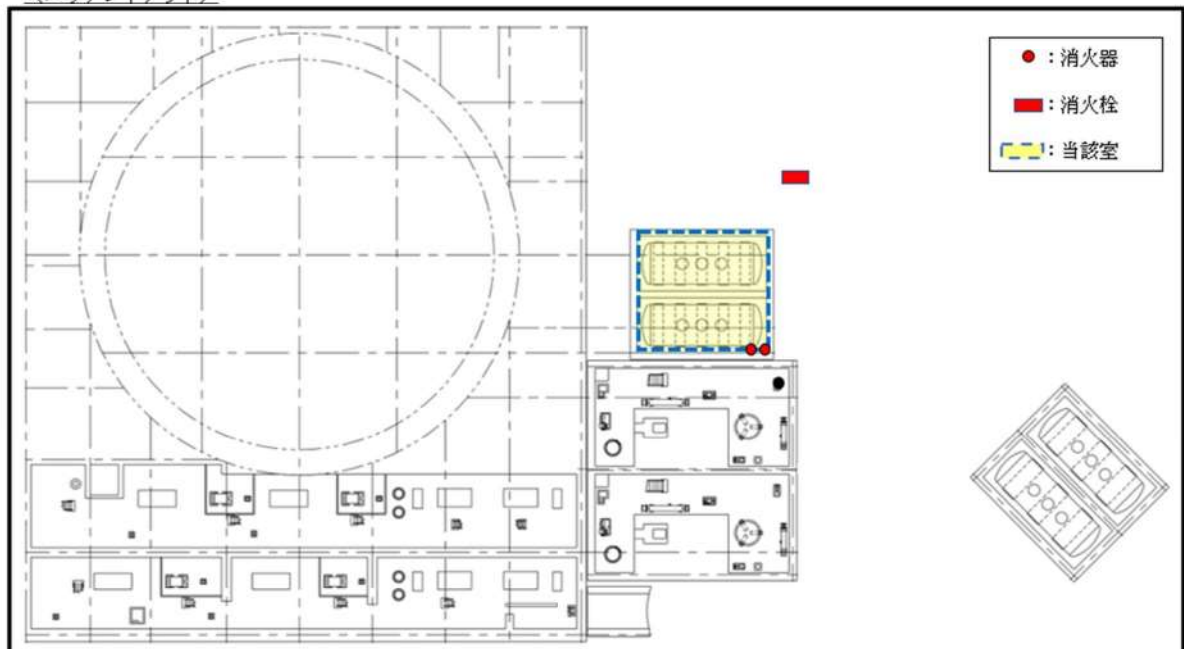
(1) A1, A2-ディーゼル発電機燃料油貯油槽 (0/B 1-01)

A1, A2-ディーゼル発電機燃料油貯油槽は、屋外の地下貯蔵タンクで、火災が発生しても煙はマンホール部から大気放出されるため煙は充満せず消火活動は可能である。このため、消火器又は移動式消火設備で消火活動を行う。

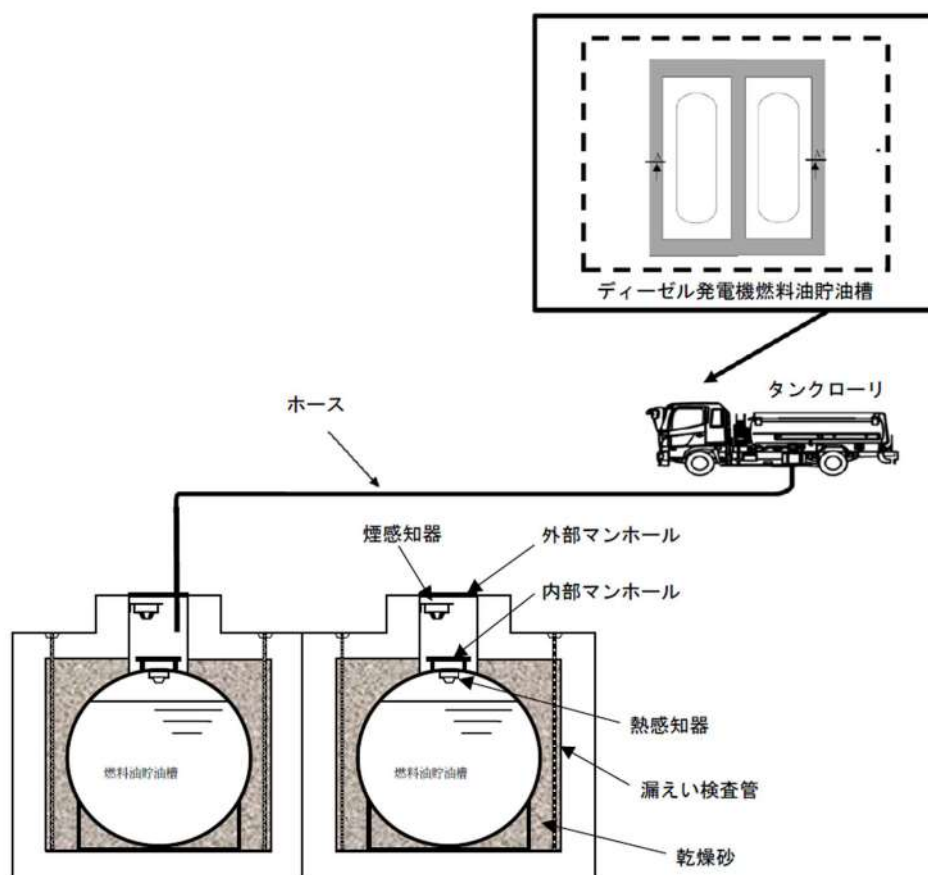
火災源は、A1, A2-ディーゼル発電機燃料油貯油槽（各 146k1）があるが、これら含めて設置している機器、配管、電線管及びこれらの支持構造物の主要な構造材は、火災の発生防止及び当該設備の強度確保等を考慮し、金属材料等の不燃性材料を使用している。消火器は、小型消火器を配置し、初期消火要員が迅速に使用できるように屋外に配置する。

移動式消火設備は、消火栓及び防火水槽から取水して消火活動を行う。取水は 2 箇所以上から対応可能である。

(エリアレイアウト)



内部概要及び設置されている機器

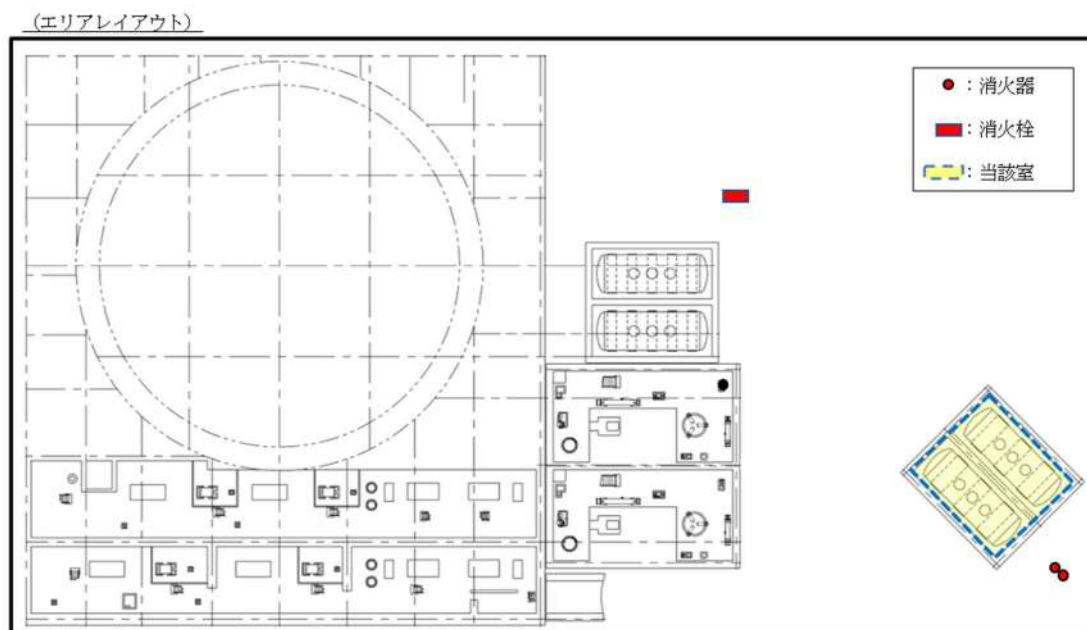


(2) B1, B2-ディーゼル発電機燃料油貯油槽 (0/B 1-02)

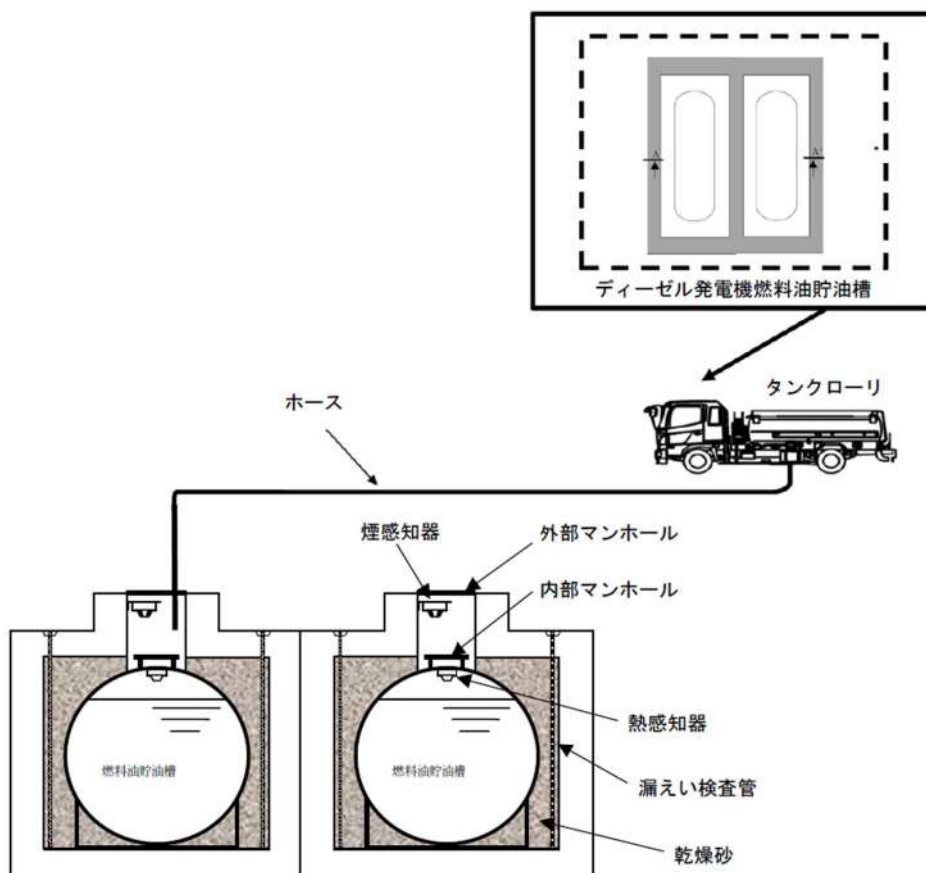
B1, B2-ディーゼル発電機燃料油貯油槽は、屋外の地下貯蔵タンクで、火災が発生しても煙はマンホール部から大気放出されるため煙は充満せず消火活動は可能である。このため、消火器又は移動式消火設備で消火活動を行う。

火災源は、B1, B2-ディーゼル発電機燃料油貯油槽 (各 146k1) があるが、これら含めて設置している機器、配管、電線管及びこれらの支持構造物の主要な構造材は、火災の発生防止及び当該設備の強度確保等を考慮し、金属材料等の不燃性材料を使用している。消火器は、小型消火器を配置し、初期消火要員が迅速に使用できるように屋外に配置する。

移動式消火設備は、消火栓及び防火水槽から取水して消火活動を行う。取水は 2 箇所以上から対応可能である。



内部概要及び設置されている機器



添付資料 1 2

泊発電所 3 号炉における

消火配管の凍結防止対策，地盤変位対策について

泊発電所 3 号炉における
消火配管の凍結防止対策，地盤変位対策について

1. 発電所の水消火設備の設計概要

(1) 泊発電所の消火設備について

火災防護の審査基準で，消火困難箇所や系統分離を行うために設置する消火設備は，安全機能を有する構築物，系統及び機器の耐震クラスに応じて，地震時においても機能を維持することが求められている。

泊発電所の消火設備は，従来，水消火設備を主とする設計としていたが，水消火設備は耐震 C クラス設計であり，上記の要求を満足することは難しいことから，原子炉建屋等の建屋には Ss 機能維持された全域ガス消火設備，放射性廃棄物処理建屋や固体廃棄物貯蔵庫，ペイラ室には耐震クラスに応じた全域ガス消火設備を設置する設計とし，耐震性を満足することを確認した。

(2) 水消火設備について

火災防護に係る審査基準における，水消火設備に対する要求事項を以下に示す。

- ② 消火剤に水を使用する消火設備については、①に掲げるところによるほか、以下に掲げるところによること。
- a. 消火用水供給系の水源及び消火ポンプ系は、多重性又は多様性を備えた設計であること。
 - b. 2 時間の最大放水量を確保できる設計であること。
 - c. 消火用水供給系をサービス系又は水道水系と共用する場合には、隔離弁等を設置して遮断する等の措置により、消火用水の供給を優先する設計であること。
- 2.2.2 火災感知設備及び消火設備は、以下の各号に示すように、地震等の自然現象によっても、火災感知及び消火の機能、性能が維持される設計であること。
- (1) 凍結するおそれがある消火設備は、凍結防止対策を講じた
 - (3) 消火配管は、地震時における地盤変位対策を考慮した設計であること。

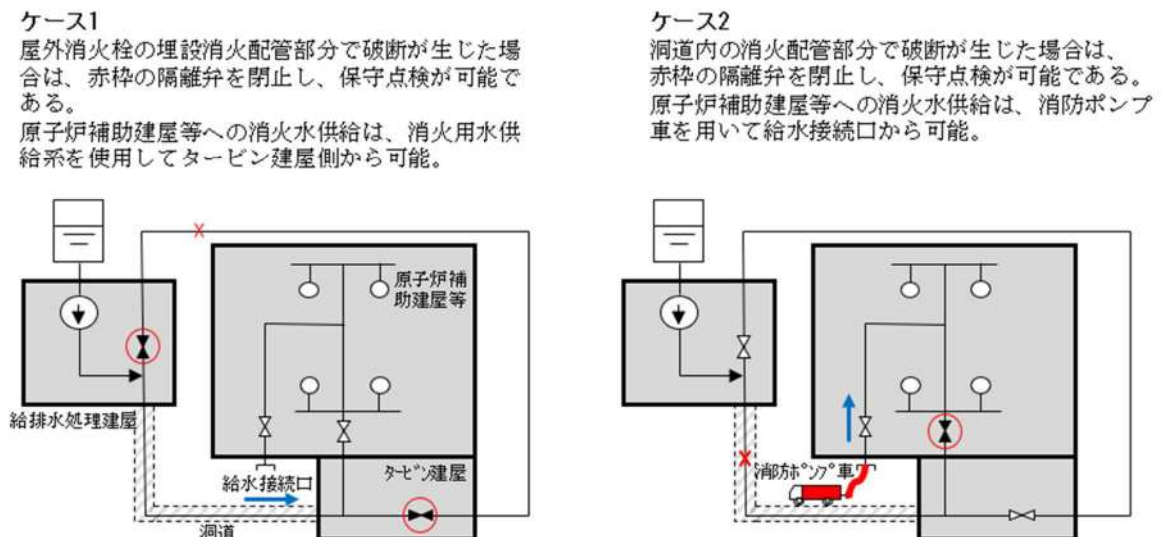
泊発電所の水消火設備は，上記審査基準の要求事項に適合するものであり，設計に当たっては「原子力発電所の火災防護規程」（日本電気協会 JEAC4626-2010 以下「JEAC」という）の要求事項を満足するとともに，「原子力発電所の火災防護指針」（日本電気協会 JEAG4607-2010 以下「JEAG」という）に示されている例示については，泊発電所の状況等を踏まえ極

力取り込むこととした。

泊発電所の消火用水供給系は以下に示すとおり，原子炉補助建屋等に消火用水を供給する主配管は主ループ回路を構成し（第1図），地震時に消火水配管が損傷することを想定し，消防ポンプ車を用いて，原子炉補助建屋等の屋内消火栓に消火用水を給水することを可能とする給水接続口（第2図）を原子炉補助建屋等に設置し，多様性を持たせることにより消火用水供給系の信頼度の向上を図る設計としている。なお，消火用水供給系の水源及び消火ポンプ系は，多重性又は多様性を備えた設計としている。

万一，消火用水のループ構成の主配管が破断した場合（ケース1（埋設消火配管部分での破断）又はケース2（洞道内での破断））を想定しても，以下のように当該部分を原子炉補助建屋等の消火設備から隔離した上で，消火ポンプ又は消防ポンプ車により原子炉補助建屋等に消火水を供給でき，多様な手段による対応が可能な設計となっている。

また，洞道内は人の立ち入りが可能であり，破断箇所の発見及び保守は容易である。

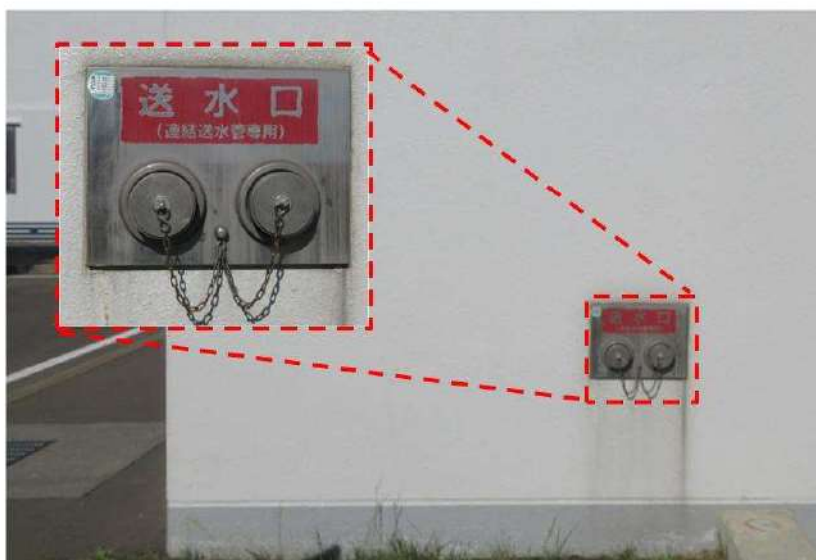


第1図：消火用水供給系概要図

なお，泊発電所1～3号炉の運転開始以降における消火用水のループ構成の主配管損傷事例は，2号側屋外消火栓の埋設消火配管での1例^{※1}のみであり，消火配管の単一故障^{※2}を仮定する必要性は十分に低いものとする。

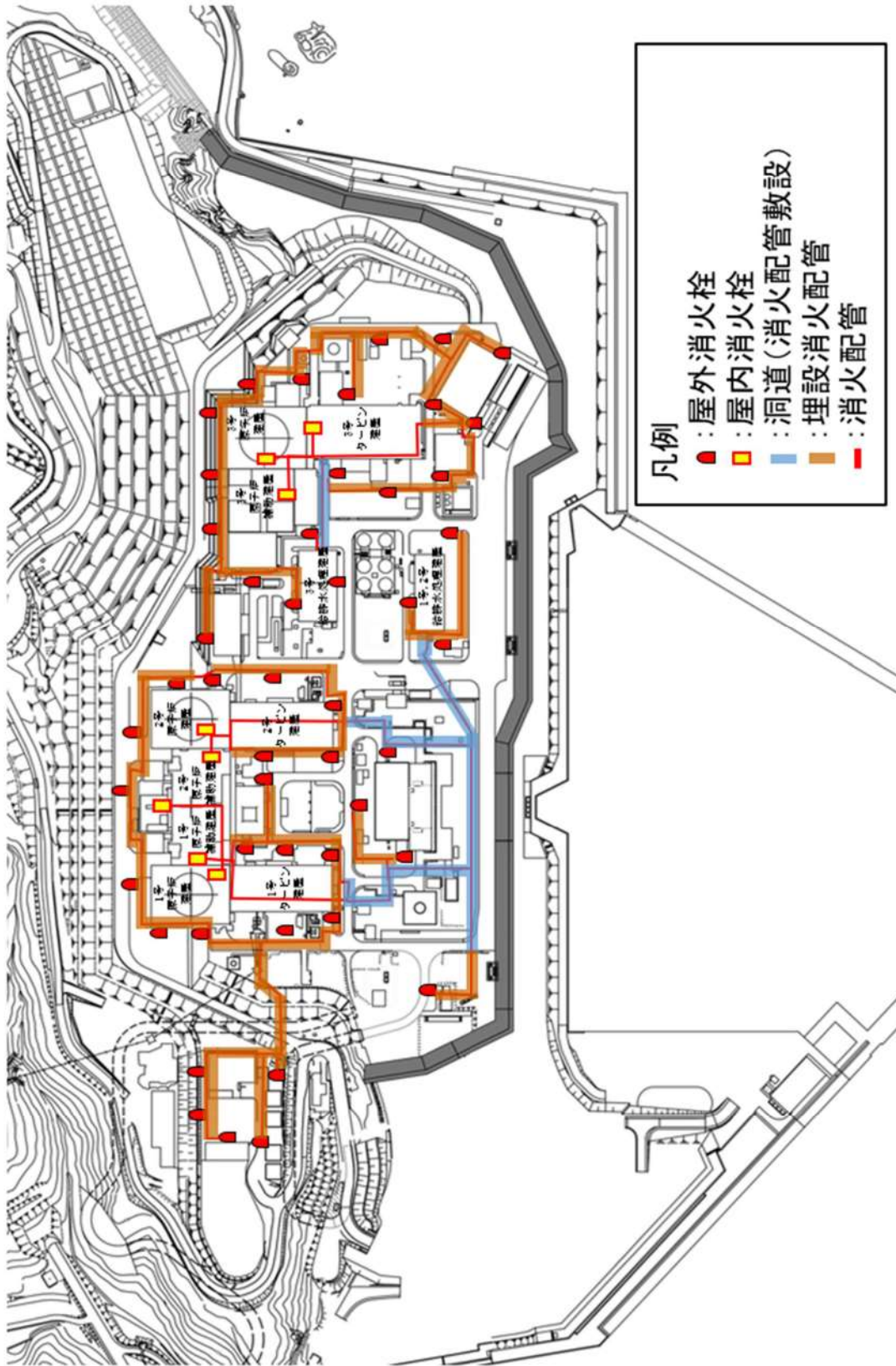
- ※1 建設時の消火配管埋め戻しに際して砂利等による配管損傷部からの劣化事象及び2号機側バックフィル部での配管損傷事象。
- ※2 審査基準2.2.1(2)消火設備(参考)④で，「消火設備は，消火ポンプ系等の動的機器の単一故障により，同時に機能を喪失することがないこと」との記載がある。

給水接続口の設置状況について、第2図に示す。



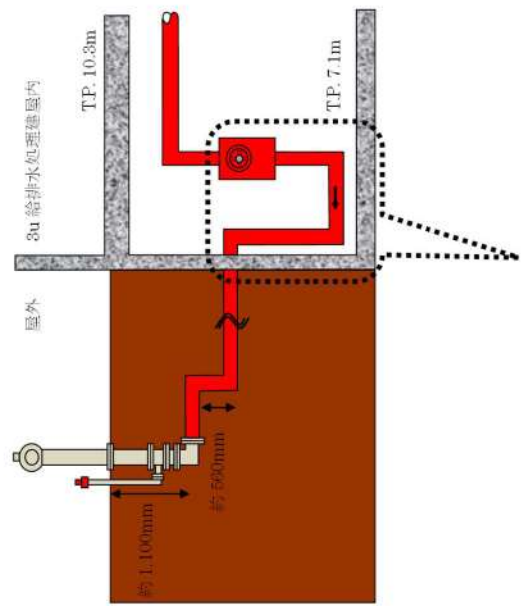
第2図 給水接続口設置状況

消火配管系統概要図を第3図に示す。

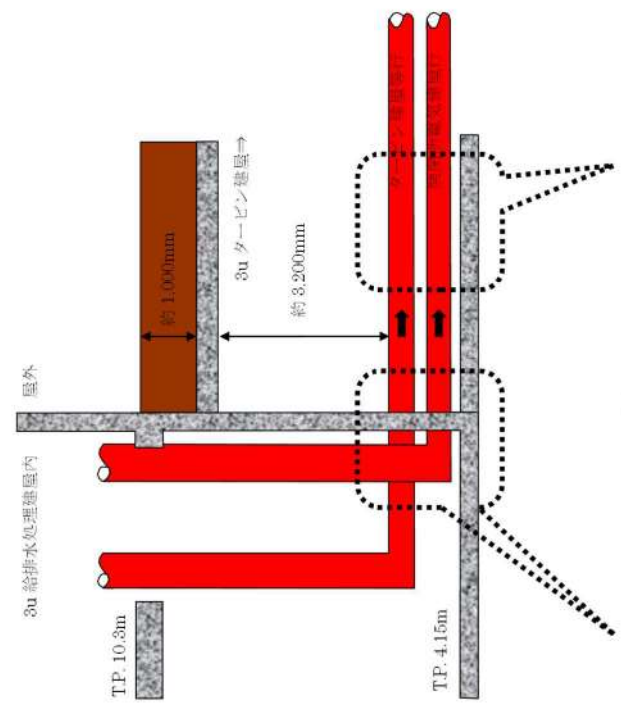


第3図 消火配管系統概要図 (1/2)

A部 (3u 給排東側貫通部)



B部 (3u 給排東側配管洞道部)



第3図 消火配管系統概要図 (2/2)

(3) 水消火配管の敷設について

水消火設備は、給排水処理建屋内に消火ポンプを設置し、屋内消火栓及び屋外消火栓に消火配管を敷設する設計としている。

3号炉のプラント配置設計において、給排水処理建屋からタービン建屋間は多数の配管の往来があり、かつ電源及び制御ケーブルも同様であるため、施工性、保守・運用性を考慮し、給排水処理建屋とタービン建屋間に洞道を設け、連絡配管及びケーブルの引回しを行う設計であり、給排水処理建屋内設置の消火ポンプからタービン建屋へ敷設される消火配管についても他の配管同様に洞道内に敷設する設計としている。

2. 屋外消火栓（埋設消火配管）の設計方針

「原子力発電所の火災防護規程」（日本電気協会 JEAC4626-2010 以下、「JEAC」）では、自然現象に対する消火装置の性能維持として、地震等の自然現象によってもその性能が著しく阻害されないことを求めており、そのための耐震設計として、以下が求められている。

- ① 屋内・屋外消火栓設備等の機能を地震後においても維持する観点から、消火配管について、耐震強度や耐震構造を考慮し耐震性を確保すること。
- ② 消火配管については、地震時における地盤変位対策を考慮した設計とすること。

JEACの[解説-3-11]で上記「耐震強度や耐震構造の考慮」として、屋外の埋設消火配管については、耐震性確保をするための耐震強度や耐震構造は、産業保安上の観点から、ガス導管等に適用されている技術基準等を参考に検討するものとされている。

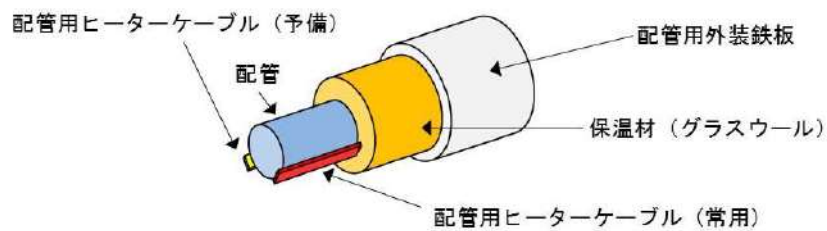
また、屋外消火栓については、泊発電所の設計外気温度が -19°C であることから消火配管の地上化のみでは十分な凍結防止が難しいこと、すでに多数の埋設物がある中に新たに広範囲に洞道を設置することが困難であることから、プラント設計として凍結防止の観点と合わせてより合理的と判断される消火配管の埋設を採用している。

屋外消火栓については、JEACの『凍結の可能性のある屋外消火栓は、凍結防止を考慮した設計とすること』との要求事項に基づき、凍結防止対策として凍結深さより深く消火配管を埋設する設計を基本とし、埋設することが困難であり地上化する場合は保温材等により配管内部の水が凍結しない設計としている。

そこで、泊発電所の屋外の消火配管は、凍結防止のため埋設を基本とし、地震時における地盤変位対策として、建屋貫通部付近の接続部には機械式継手ではなくフレキシブル継手又は溶接継手を採用するとともに、屋外の埋設消火配管については、JEACの[解説-3-11]で示された「高圧ガス導管耐震設計指針」により耐震性の確保を確認する設計とする。

3. 屋外消火栓（消火配管の一部地上化）の設計方針

屋外消火配管は上記のとおり埋設を基本としているが、2号炉バックフィル部については工事により損傷し、再度埋設化による復旧が困難であったことから地上化する設計としている。地上化にあたり、凍結防止対策として保温材等の施工による凍結防止対策を図る設計としている。



第4図 地上化した消火配管の凍結防止対策 概要図

4. 洞道内消火配管の設計方針

給排水処理建屋からタービン建屋への消火配管は、凍結深さより深く施工され建屋内と同様に凍結防止が図られる建屋間の洞道内に敷設することで地盤変位の影響を直接受けない設計としている。

添付資料 1 3

泊発電所 3 号炉における
消火配管の地盤変位対策に対する耐震評価について

泊発電所 3 号炉における
消火配管の地盤変位対策に対する耐震評価について

1. はじめに

「原子力発電所の火災防護規程」（日本電気協会 JEAC4626-2010 以下、「JEAC」）では、自然現象に対する消火装置の性能維持として、地震等の自然現象によってもその性能が著しく阻害されないことを求めており、そのための耐震設計として、

①屋内・屋外消火栓設備等の機能を地震後においても維持する観点から、消火配管について、耐震強度や耐震構造を考慮し耐震性を確保すること。

②消火配管については、地震時における地盤変位対策を考慮した設計とすることが求められている。

また、JEAC の[解説-3-11]で上記「耐震強度や耐震構造の考慮」として、屋外の埋設消火配管については、耐震性を確保するための耐震強度や耐震構造は、産業保安上の観点から、ガス導管等に適用されている技術基準等を参考に検討するものとされている。

泊発電所の屋外消火栓は凍結防止の観点から基本的に埋設消火配管であることから、JEAC の[解説-3-11]で示された「高圧ガス導管耐震設計指針」により係る評価を行う。

2. 屋外埋設消火配管仕様

- ・管規格 : JIS G 3454 圧力配管用炭素鋼配管
- ・継手規格 : JIS B 2312 配管用鋼製突合せ溶接式管継手
- ・配管材質 : STPG370 (STPG38)
- ・管厚さ : SCH40
- ・管径 : 80A, 100A, 150A, 200A

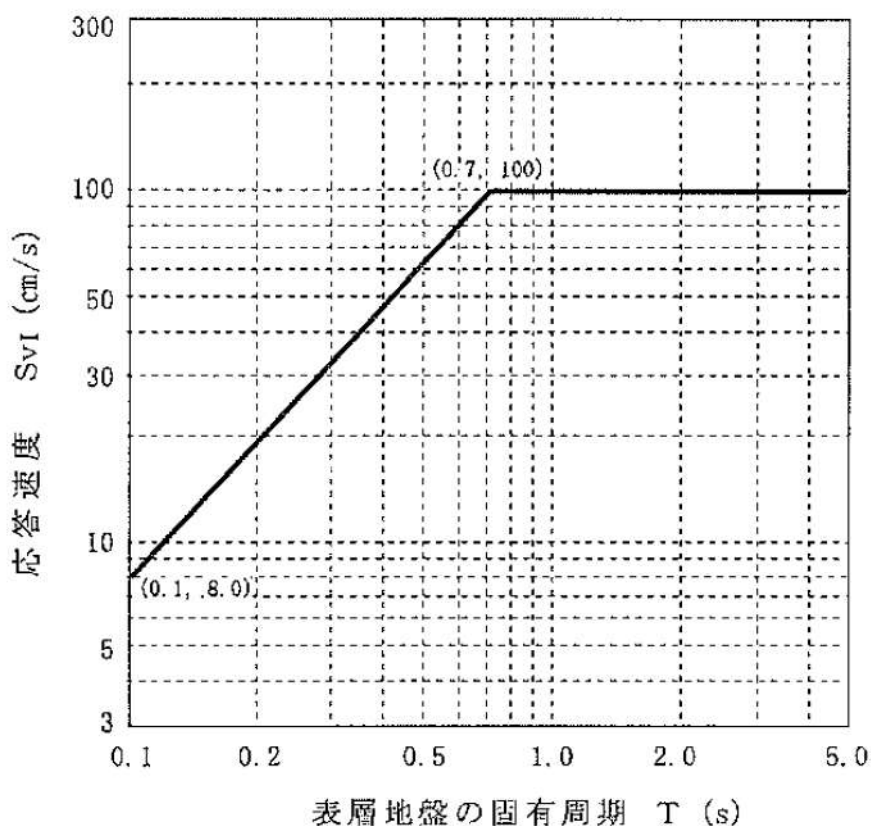
3. 評価方法

- (1) 「高圧ガス導管耐震設計指針」（JGA 指-206-03：社団法人日本ガス協会発行）に基づき、第 1 表のとおりレベル 1 地震動及びレベル 2 地震動に対して評価を実施した。

第1表 設計地震動一覧

	想定する地震動	設計地震動
レベル1 地震動	ガス導管供用期間中に1~2回発生する確率を有する一般的な地震動	$K_{oh}=0.15 \cdot \nu_1 \cdot \nu_2 = 0.09$ K_{oh} : 設計水平震度 ν_1 : 埋設区分(=1.0) ν_2 : 地域別補正係数(=0.6)
レベル2 地震動	ガス導管供用期間中に発生する確率は低い、非常に強い地震動	「高圧ガス導管耐震設計指針」に記載される兵庫県南部地震の震源等の観測波をもとに設定された地震基盤面の速度応答スペクトルを適用
(参考) 耐震C クラス設計	「耐震設計に係る工認審査ガイド」に基づく機器・配管系に対する静的地震力	$K_h=1.2 \cdot C_i=0.24$ K_h : 設計水平震度 C_i : 地震層せん断力係数(=0.2)

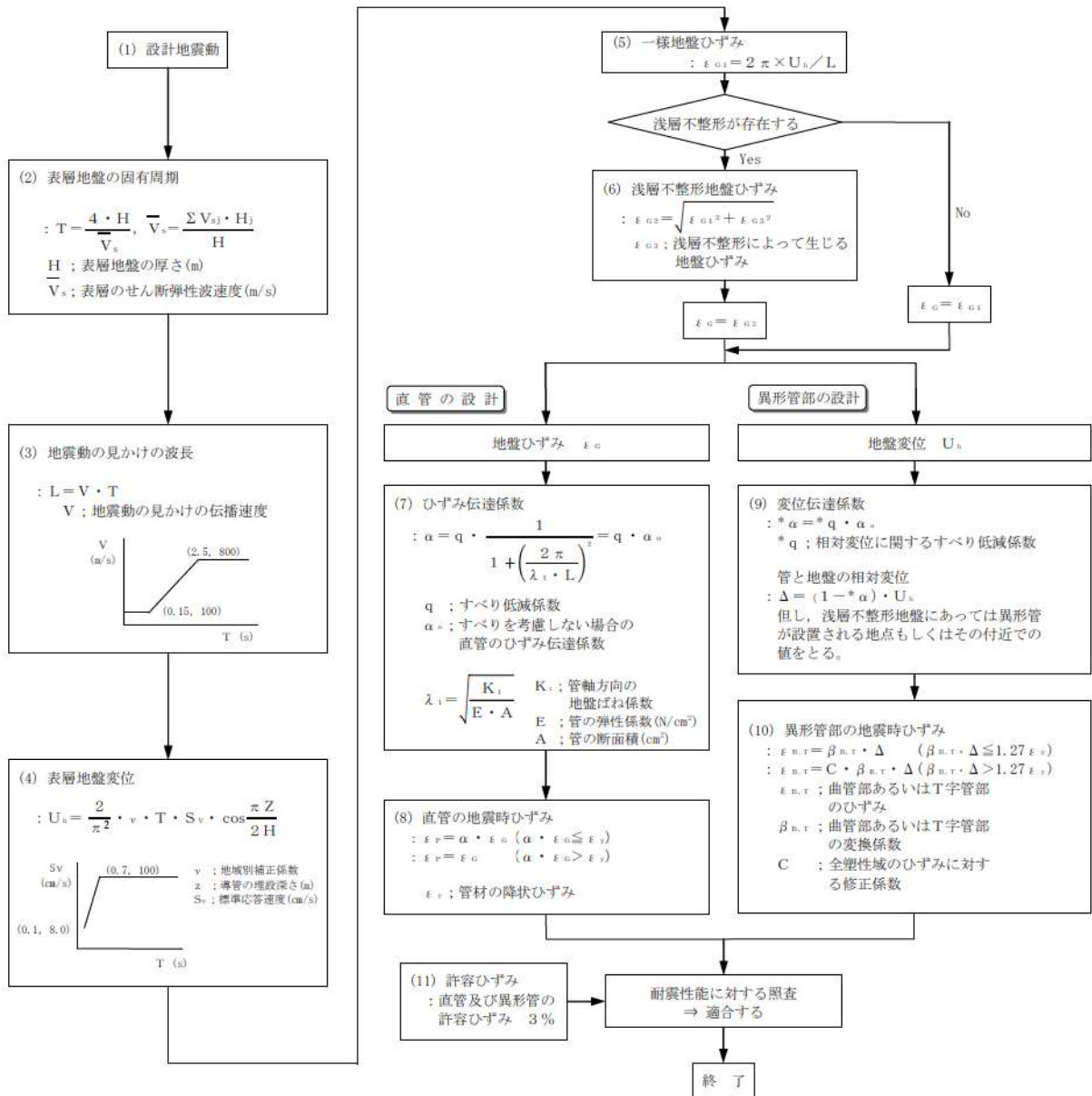
レベル2地震動による評価にあたっては、「高圧ガス導管耐震設計指針」に記載される設計地震動のうち、最も大きな地震動である兵庫県南部地震の震源等の観測波をもとに設定された地震基盤面の速度応答スペクトル（第1図）に対する評価を行っている。



第1図 レベル2地震動評価に用いる速度応答スペクトル

なお、「道路橋示方書・同解説 V 耐震設計編」によると、「高圧ガス導管耐震設計指針」に記載される兵庫県南部地震の震源等の観測波をもとに設定されたレベル2地震動は、設計水平震度0.40～0.50以上を想定していることから、耐震Cクラス設計に基づく設計水平震度0.24よりも大きいことを確認している。

- (2) 上記第1表の設計地震動及び泊発電所内の屋外埋設消火配管周辺の埋戻地盤データを基に、表層地盤変位及び表層地盤ひずみを算出する。
表層地盤ひずみは、表層地盤の厚さ（表層地盤の固有周期）に応じて変化することから、消火配管敷設ルートにおける表層地盤の厚さの分布状況を確認し、0～30mの範囲で評価する。
- (3) 表層地盤変位及び地盤ひずみ等からそれぞれ配管直管部、曲管部及びT字管部に発生する地震時ひずみを算出する。
- (4) 配管の地震時ひずみがそれぞれ「高圧ガス導管耐震設計指針」において設定される以下の許容ひずみ以内であることを確認する。
 - ・レベル1地震動に対する許容ひずみ：1%
 - ・レベル2地震動に対する許容ひずみ：3%



第2図 レベル2地震動に対する耐震性評価フロー図
 (「高圧ガス導管耐震設計指針」を参照して作成)

4. 評価結果

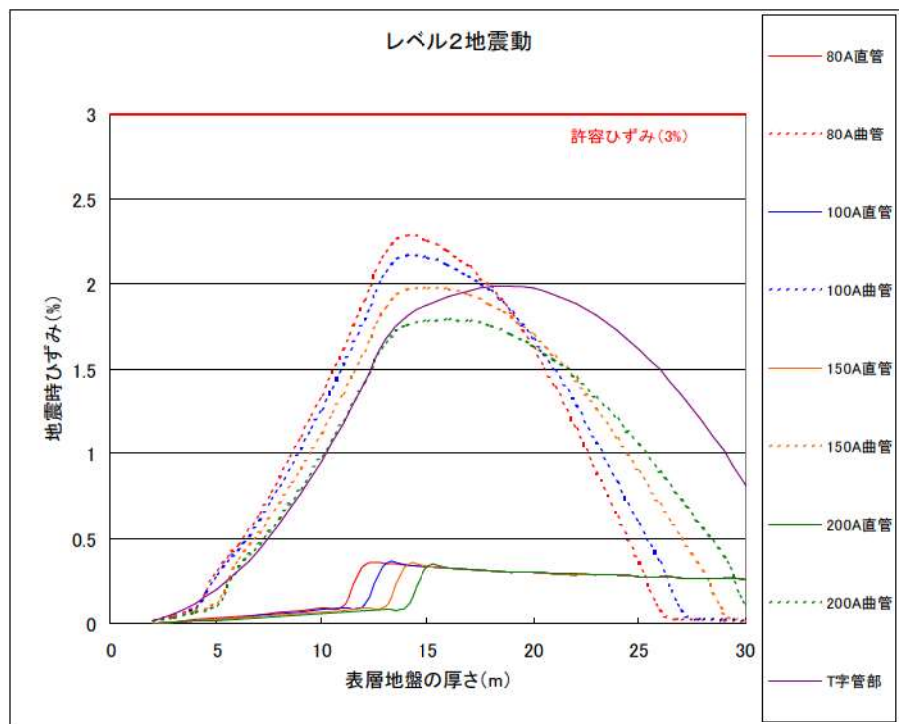
埋設消火配管について、各敷設ルートにおける管径、管底深度及び表層地盤の厚さの分布状況をそれぞれ確認し、「高圧ガス導管耐震設計指針」に基づき耐震評価を行った。

評価に当たっては、管底深度を固定し、管底深度に応じて管径ごとに表層地盤の厚さを0～30mの範囲で変化させ、各埋設消火配管に発生する地震時ひずみの最大値を算出した。

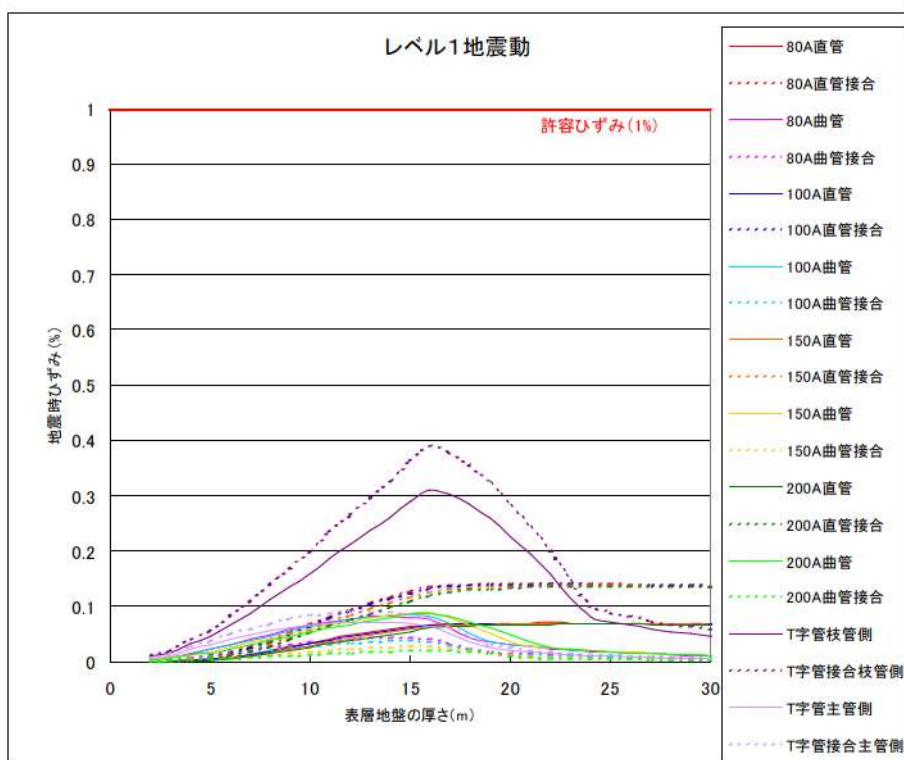
最も厳しい評価となったのは、管底深度GL. -800mm に対し、管径ごとに表層地盤の厚さを0～30mの範囲で変化させて地震時ひずみを算出した場合であり、この算出結果を第3図及び第4図に示す。

また、第3図及び第4図で示す地震時ひずみの最大値を第2表及び第3表に示す。

評価の結果、表層地盤の厚さが10m～20mの範囲において各埋設消火配管に発生する地震時ひずみがそれぞれ最大となるが、レベル1地震動に対する許容ひずみ(1%)及びレベル2地震動に対する許容ひずみ(3%)以下となることから、それぞれの地震動に対して安定性を有することを確認した。



第3図 レベル2地震動に対する耐震性評価結果
(管底深度 GL. -800mm)



第4図 (参考) レベル1地震動に対する耐震性評価結果
(管底深度 GL. -800mm)

第2表 レベル2地震動に対する耐震性評価結果
(管底深度 GL. -800mm)

管径	管種	許容ひずみ(%)	地震時最大ひずみ(%)	結果	
80A	直管部	3	0.36	○	
	曲管部		2.29	○	
100A	直管部		0.36	○	
	曲管部		2.17	○	
150A	直管部		0.35	○	
	曲管部		1.99	○	
200A	直管部		0.34	○	
	曲管部		1.79	○	
T字管部 主管：200A 枝管：100A				1.99	○

第3表 (参考) レベル1地震動に対する耐震性評価結果
(管底深度 GL. -800mm)

管径	管種		許容ひずみ (%)	地震時最大ひずみ (%)	結果
80A	直管部	直管部	1	0.08	○
		接合部		0.15	○
	曲管部	曲管部		0.09	○
		接合部		0.05	○
100A	直管部	直管部		0.07	○
		接合部		0.15	○
	曲管部	曲管部		0.09	○
		接合部		0.04	○
150A	直管部	直管部	0.07	○	
		接合部	0.14	○	
	曲管部	曲管部	0.10	○	
		接合部	0.03	○	
200A	直管部	直管部	0.07	○	
		接合部	0.14	○	
	曲管部	曲管部	0.09	○	
		接合部	0.03	○	
T字管部 枝管：100A 主管：200A	枝管側	直管部	0.32	○	
		接合部	0.39	○	
	主管側	直管部	0.08	○	
		接合部	0.10	○	

泊発電所 3号炉における
火災防護対象機器等の系統分離について

<目次>

1. 概要
2. 要求事項
3. 火災防護対象機器及び火災防護対象ケーブルの選定
4. 相互の系統分離の考え方
5. 火災の影響軽減対策
 - 5.1. 火災区域の火災影響軽減対策
 - 5.2. 火災区画の火災影響軽減対策
6. 具体的な火災の影響軽減対策
 - 6.1. 3 時間以上の耐火能力を有する隔壁等
 - 6.2. 6m 以上の離隔距離の確保
 - 6.3. 1 時間以上の耐火能力を有する隔壁等
 - 6.4. 自動消火設備
 - 6.5. 火災感知設備
7. 中央制御室の火災影響軽減対策
 - 7.1. 中央制御盤内の分離対策
 - 7.2. 中央制御盤（安全系コンソール）下部の分離対策
 - 7.3. フロアケーブルダクトの分離対策
 - 7.4. 中央制御室火災時の原子炉の安全停止に係る影響評価

添付資料 1 泊発電所 3号炉における火災の影響軽減のための系統分離対策について

添付資料 2 泊発電所 3号炉における電動弁の回路評価について

添付資料 3 泊発電所 3号炉における火災区域又は火災区画の系統分離対策フロー

添付資料 4 泊発電所 3号炉における3時間耐火壁及び隔壁等の火災耐久試験について

添付資料 5 泊発電所 3号炉における1時間耐火隔壁等の火災耐久試験について

添付資料 6 泊発電所 3号炉における自動消火設備について

添付資料 7 泊発電所 3号炉における中央制御盤内の分離について

添付資料 8 泊発電所 3号炉における中央制御室のケーブルの分離状況

添付資料 9 泊発電所 3号炉における中央制御盤の火災を想定した場合の対応について

添付資料 10 泊発電所 3号炉における火災区域又は火災区画の影響軽減方法を図示した図面

1. 概要

泊発電所3号炉においては、以下の要求事項を考慮し、火災防護対象機器及び火災防護対象ケーブルの重要度に応じ、それらを設置する火災区域又は火災区画内の火災及び隣接する火災区域又は火災区画における火災による影響に対して、「火災の影響を軽減する」ための対策を講じる。

2. 要求事項

火災防護対象機器及び火災防護対象ケーブルの系統分離は「実用発電用原子炉及びその附属施設の火災防護に係る審査基準」（以下「火災防護に係る審査基準」という。）の「2.3 火災の影響軽減」に基づき実施することが要求されている。

「実用発電用原子炉及びその附属施設の火災防護に係る審査基準」

(抜粋)

2.3 火災の影響軽減

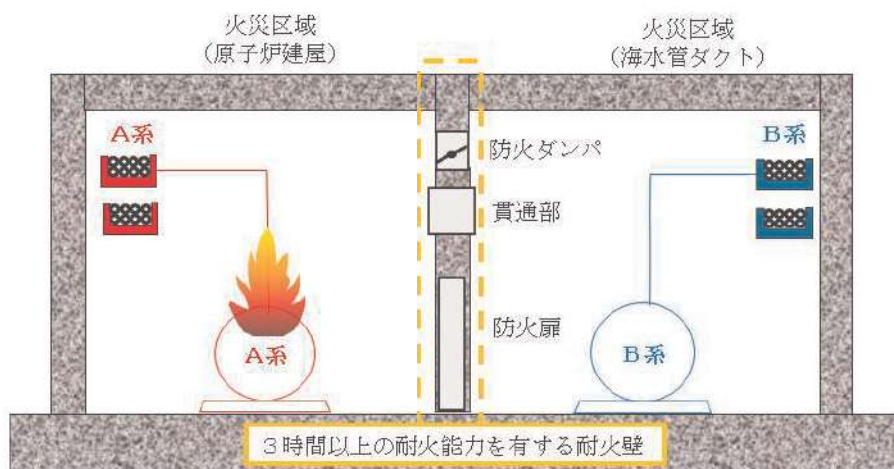
2.3.1 安全機能を有する構築物、系統及び機器の重要度に応じ、それらを設置する火災区域又は火災区画内の火災及び隣接する火災区域又は火災区画における火災による影響に対し、以下の各号に掲げる火災の影響軽減のための対策を講じた設計であること。

- (1) 原子炉の高温停止及び低温停止に係わる安全機能を有する構築物、系統及び機器を設置する火災区域については、3時間以上の耐火能力を有する耐火壁によって他の火災区域から分離すること。
- (2) 原子炉の高温停止及び低温停止に係る安全機能を有する構築物、系統及び機器は、その相互の系統分離及びこれらに関連する非安全系のケーブルとの系統分離を行うために、火災区画内又は隣接火災区画間の延焼を防止する設計であること。

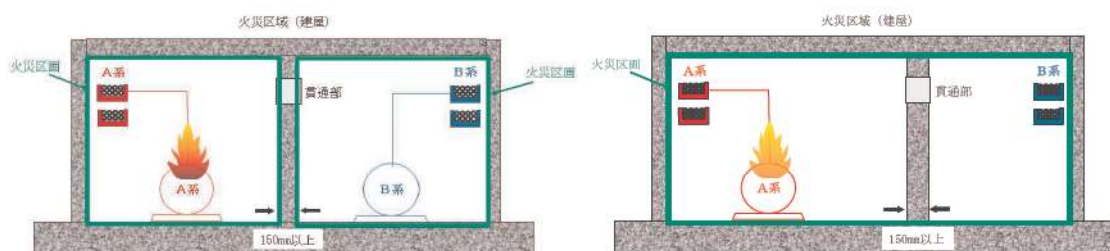
具体的には、火災防護対象機器及び火災防護対象ケーブルが次に掲げるいずれかの要件を満たしていること。

- a. 互いに相違する系列の火災防護対象機器及び火災防護対象ケーブルについて、互いの系列間が3時間以上の耐火能力を有する隔壁等で分離されていること。
- b. 互いに相違する系列の火災防護対象機器及び火災防護対象ケーブルについて、互いの系列間の水平距離が6m以上あり、かつ、火災感知設備及び自動消火設備が当該火災区画に設置されていること。この場合、水平距離間には仮置きするものを含め可燃性物質が存在しないこと。
- c. 互いに相違する系列の火災防護対象機器及び火災防護対象ケーブルについて、互いの系列間が1時間の耐火能力を有する隔壁等で分離されており、かつ、火災感知設備及び自動消火設備が当該火災区画に設置されていること。

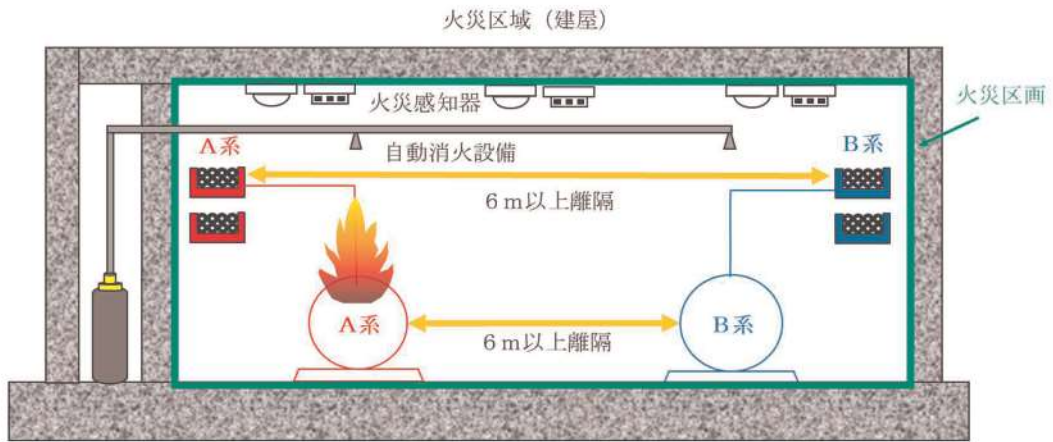
2.3.1(1) 3時間以上の耐火能力を有する耐火隔壁によって他の火災区域から分離



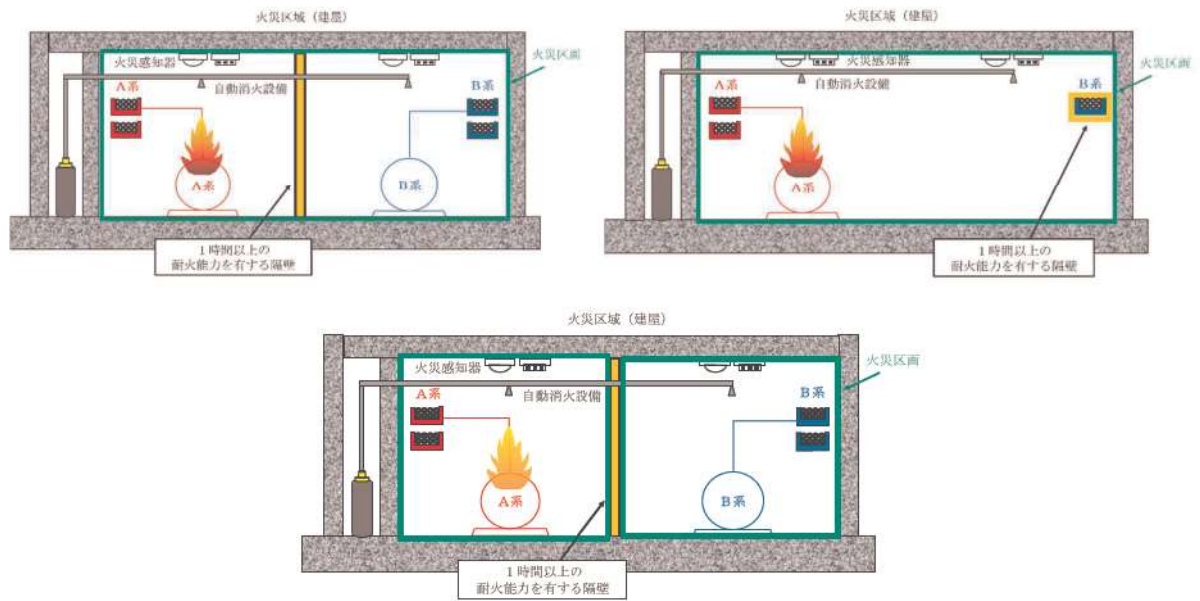
2.3.1(2)a 互いの系列間が3時間以上の耐火能力を有する隔壁等で分離



2.3.1(2)b 互いの系列間の水平距離が6 m以上で分離



2.3.1(2)c 互いの系列間が1時間以上の耐火能力を有する隔壁等で分離



3. 火災防護対象機器及び火災防護対象ケーブルの選定

火災防護に係る審査基準の「2.3 火災の影響軽減」では、原子炉施設内のいかなる火災によっても、安全保護系及び原子炉停止系の作動が要求される場合には、火災による影響を考慮しても、多重化されたそれぞれの系統が同時に機能を失うことなく、原子炉を高温停止及び低温停止を達成し、維持できることを求め、また、原子炉の高温停止及び低温停止を達成し、維持することに係る安全機能を有する構築物、系統及び機器の重要度に応じて、「その相互の系統分離」を要求している。

火災が発生しても、原子炉の高温停止及び低温停止を達成し、維持するためには、プラント状態を監視しながら原子炉を停止し、冷却を行うことが必要であり、このためには、以下のそれぞれの機能を達成するための手段を手動操作に期待してでも、少なくとも一つ確保するよう系統分離対策を講じる必要がある。

【原子炉の高温停止及び低温停止を達成し、維持するために必要な機能】

- (1) 原子炉冷却材圧力バウンダリ機能
- (2) 過剰反応度の印加防止機能
- (3) 炉心形状の維持機能
- (4) 原子炉の緊急停止機能
- (5) 未臨界維持機能
- (6) 原子炉冷却材圧力バウンダリの過圧防止機能
- (7) 原子炉停止後の除熱機能
- (8) 炉心冷却機能
- (9) 工学的安全施設及び原子炉停止系への作動信号の発生機能
- (10) 安全上特に重要な関連機能
- (11) 安全弁及び逃がし弁の吹き止まり機能
- (12) 事故時のプラント状態の把握機能
- (13) 異常状態の緩和機能
- (14) 制御室外からの安全停止機能

このため、原子炉の高温停止及び低温停止を達成し、維持するために必要な機能について、「発電用軽水型原子炉施設の安全機能の重要度分類に関する審査指針」から抽出し、火災によってこれらの機能に影響を及ぼす系統、及びこれらの系統に対する「原子炉の高温停止及び低温停止を達成し、維持するために必要な機器」を8条-別添1-資料2「泊発電所3号炉における原子炉の安全停止に必要な機器の選定について」で選定する。

なお、上記で選定された機器は、火災が発生した場合に原子炉の高温停止及び低温停止を達成し、維持することに影響を及ぼす機器であることから、これらを「火災防護対象機器」とし、火災防護対象機器を駆動若しくは制御するケーブル（電気盤や制御盤を含む）を「火災防

護対象ケーブル」とする。

4. 相互の系統分離の考え方

原子炉の高温停止及び低温停止を達成し、維持するために必要な安全機能を有する構築物、系統及び機器における「その相互の系統分離及びこれらに関連する非安全系のケーブルとの系統分離」を行う際には、単一火災（任意の一つの火災区域で発生する火災）の発生によって、相互に分離された安全系トレンのすべての安全機能が喪失することのないよう、原子炉の高温停止及び低温停止を達成し、維持するために必要な系統（安全停止パス）が少なくとも1つ成立することが必要であるため、建屋内はAトレンとBトレンを「3時間以上の耐火能力を有する隔壁等」、「水平距離6 m以上、火災感知設備及び自動消火設備」又は「1時間以上の耐火能力を有する隔壁等、火災感知設備及び自動消火設備」で分離する。

なお、火災区域又は火災区画に存在する火災防護対象機器及び火災防護対象ケーブルが、火災により機能を喪失することを想定し、下記事項も考慮し安全停止パスが1つも成立しない場合には、安全停止パスが少なくとも1つ成立するよう系統分離することが必要となる。

①電動弁の回路評価

電動弁が火災により影響を受けたとしても、回路評価により、電動弁の開度が維持され、その開度に応じた機能（開は通水機能、閉は隔離機能）が保障される場合は、当該電動弁の機能は、火災の影響を受けないと判断する。（添付資料2）

5. 火災の影響軽減対策

火災防護に係る審査基準 2.3.1 項に基づく系統分離対策の検討に当たっては、火災防護対象機器及び火災防護対象ケーブルが設置されている火災区域及び火災区画の設定状況を踏まえ検討することとし、以下の手順とする。

5.1. 火災区域の火災影響軽減対策

火災区域として設定した場所は、火災防護に係る審査基準 2.3.1(1)の要求事項に適合させるため、3時間以上の耐火性能を有する耐火壁（コンクリート壁、貫通部シール、防火扉、防火ダンパ）で分離する設計とする。

耐火壁のうち、コンクリート壁については、建築基準法を参考に国内の既往の文献から確認した結果、3時間耐火に必要な最小壁厚以上の壁厚が確保されていることを確認した。コンクリート壁以外の耐火壁については、火災耐久試験により3時間以上の耐火性能を確認できたものを使用する。耐火壁の設置に係る現場施工においては、火災耐久試験の試験体仕様に基づき、耐火性能を確保するために必要な施工方法及び検査項目を定める。

また、屋外に設置している以下の火災防護対象機器及び火災防護対象ケーブルについては、「原子力発電所の内部火災影響評価ガイド」に基づき、火災区域を設定する。

- ・ディーゼル発電機燃料油貯油槽エリア

5.2. 火災区画の火災影響軽減対策

火災区画として設定した場所は、火災防護に係る審査基準 2.3.1(2)の a 項（3時間耐火隔壁等）、b 項（6 m以上の離隔及び感知・自動消火設備）、c 項（1時間耐火隔壁等及び感知・自動消火設備）のいずれかに適合する必要がある、高温停止及び低温停止・維持に必要な設備の配置状況に応じて対策を実施する。

具体的には、添付資料 3 のフローに基づき検討を実施したうえで、必要な各火災区画に対して、火災の影響軽減対策を講じる。

6. 具体的な火災の影響軽減対策

6.1. 3時間以上の耐火能力を有する隔壁等

火災防護に係る審査基準の「2.3 火災の影響軽減」2.3.1(1)及び(2)a では、「原子炉の安全停止に係わる安全機能を有する構築物，系統及び機器を設置する火災区域」及び「互いに相違する系列の火災防護対象機器等の系列間」を3時間以上の耐火能力を有する耐火壁又は隔壁等により分離することが要求されている。

火災区域は3時間の耐火能力を有する耐火壁（壁，貫通部シール，防火扉及び防火ダンパ）で分離する設計とする。

火災区画は3時間以上の耐火能力を有する隔壁等として3時間の耐火能力を有する厚さのコンクリート壁又は耐火床パネルで分離する設計とする。なお，コンクリート壁で分離する場合，火災影響評価にて火災発生区画から隣接区画への火災伝播評価を実施し，隣接区画も含めた火災影響評価の結果，隣接区画へ影響がある場合には，配管貫通部の貫通部シール処理を実施し火災が伝播しないよう対策を講じる設計とする。

また，上記に示す以外の耐火壁及び隔壁等についても，火災耐久試験により3時間以上の耐火能力が確認できたものは「3時間以上の耐火能力を有する耐火壁又は隔壁等」として使用する設計とする。

(添付資料 4)

6.2. 6m以上の離隔距離の確保

火災防護に係る審査基準の「2.3 火災の影響軽減」2.3.1(2)b. では、「互いに相違する系列の火災防護対象機器等の系列間」を6m以上の離隔距離により分離することが要求されている。この場合，水平距離間には仮置きするものを含め可燃性物質が存在しないようにする。

互いに相違する系列のケーブルトレイに，火災防護に係る審査基準の2.3.1(2)b. を適用する場合については，配置図により6m以上の離隔距離があることを確認するとともに，現場にて配置図どおりの位置に設置していることを確認する。

6.3. 1時間以上の耐火能力を有する隔壁等

火災防護に係る審査基準の「2.3 火災の影響軽減」2.3.1(2)c. では、「互いに相違する系列の火災防護対象機器等の系列間」を1時間の耐火能力を有する隔壁等により分離することが要求されている。

火災防護対象機器及び火災防護対象ケーブルは，火災耐久試験により1時間の耐火能力を確認した隔壁等で系統分離する。

(添付資料 5)

6.4. 自動消火設備

火災防護に係る審査基準の「2.3 火災の影響軽減」2.3.1(2)b. 及び c. では、「互いに相違す

る系列の火災防護対象機器等が設置される火災区画」に自動消火設備を設置することが要求されている。

泊発電所3号炉の「自動消火設備」は、全域ガス消火設備を設置する設計とする。

(添付資料6)

全域ガス消火設備は、火災防護対象機器及び火災防護対象ケーブルの設置されている建屋及び消火対象設備の耐震クラス要求に応じて機能維持できる設計とする。

6.5. 火災感知設備

火災防護に係る審査基準の「2.3 火災の影響軽減」2.3.1(2)b 及び c. では、「互いに相違する系列の火災防護対象機器及び火災防護対象ケーブルが設置される火災区画」に火災感知設備を設置することが要求されている。

泊発電所3号炉の系統分離のために設置する自動消火設備を作動させるための火災感知設備を設置する。

自動消火設備を作動させるための火災感知設備は、火災防護対象機器及び火災防護対象ケーブルの耐震クラス要求に応じて、機能維持できる設計とする。

また、火災感知器は消火設備の誤作動を防止するため、複数の火災感知器を設置し、2つの異なる火災感知器が作動することにより消火設備が作動する回路構成とする。

7. 中央制御室の火災影響軽減対策

7.1. 中央制御盤（安全系コンソール）内の分離対策

火災防護対象である中央制御盤（安全系コンソール）内の機器及びケーブルは、運転員の操作性及び視認性向上を目的として近接して設置することから、互いに相違する系列の水平距離を6m以上確保することや互いに相違する系列を3時間又は1時間の耐火能力を有する隔壁等で分離することが困難である。

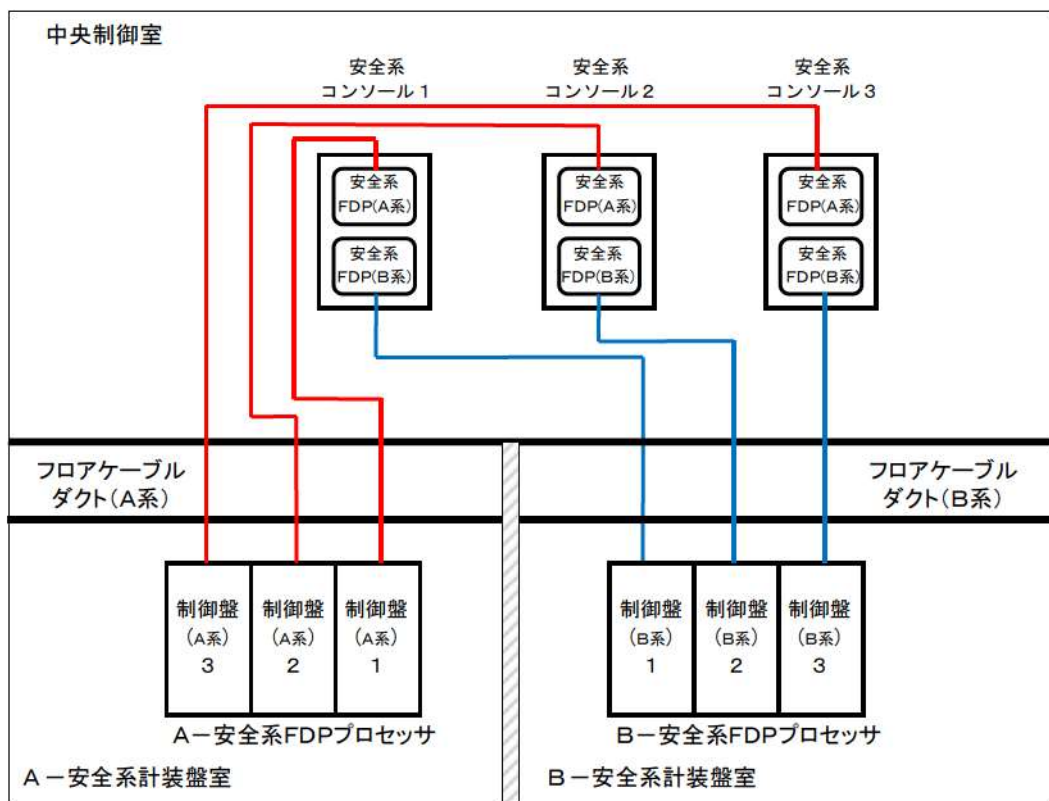
このため、火災防護対象である中央制御盤（安全系コンソール）内の機器及びケーブルは、以下 a. ～c. に示すとおり、実証試験結果に基づく離隔距離等による分離対策、早期感知を目的とした煙検出装置の設置による火災感知及び常駐する運転員による早期の消火活動を行う設計とする。

また、泊発電所3号炉は、中央制御室内にA系とB系の機能を有し、高温停止・低温停止維持が可能な、同一機能を有する中央制御盤（安全系コンソール）を3面設置することで多重化を図っている。各中央制御盤（安全系コンソール）は鋼製厚さ3.2mmの板にて離隔した筐体で構成されており、間に中央制御盤（常用系コンソール）を有している。

なお、中央制御盤（安全系コンソール）は安全系FDPの表示と安全系FDPからの操作信号を制御盤（安全系FDPプロセッサ）に伝える機能を有しており、制御盤（安全系FDPプロセッサ）は中央制御盤（安全系コンソール）とは別の区画に配置している。



第 7-1 図 中央制御盤 (安全系コンソール)



第 7-2 図 中央制御盤 (安全系コンソール) の設備概要

枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。

a. 離隔距離等による分離

火災防護対象である中央制御盤（安全系コンソール）内の機器及びケーブルは、運転員の操作性及び視認性向上を目的として近接して設置することから、中央制御盤（安全系コンソール）に隣接する中央制御盤（常用系コンソール）の火災が、中央制御盤（安全系コンソール）に影響を与えないことを確認した実証試験の結果に基づき分離対策を講じる設計とする。また、中央制御盤（安全系コンソール）内に安全系FDP及び電源装置を設置しているが、これらについては、相違するトレン間に金属製の仕切りを設置する。

ケーブルについては当該ケーブルに火災が発生しても延焼せず、また、周囲へ火災の影響を与えないテフロン電線及び難燃ケーブルを使用し、電線管に敷設する、又は離隔距離を確保すること等により系統分離する設計とする。

これらについては、火災を発生させて近接する他の区分の構成部品に火災の影響がないことを確認した実証試験^{※1}の結果に基づき、以下に示す分離対策を講じる設計とする。

（第7-3図、添付資料7）

（※1）出典：「電気盤内機器の防火対策実証試験（その1）」MHI-NES-1061，三菱重工業（株），H25年5月

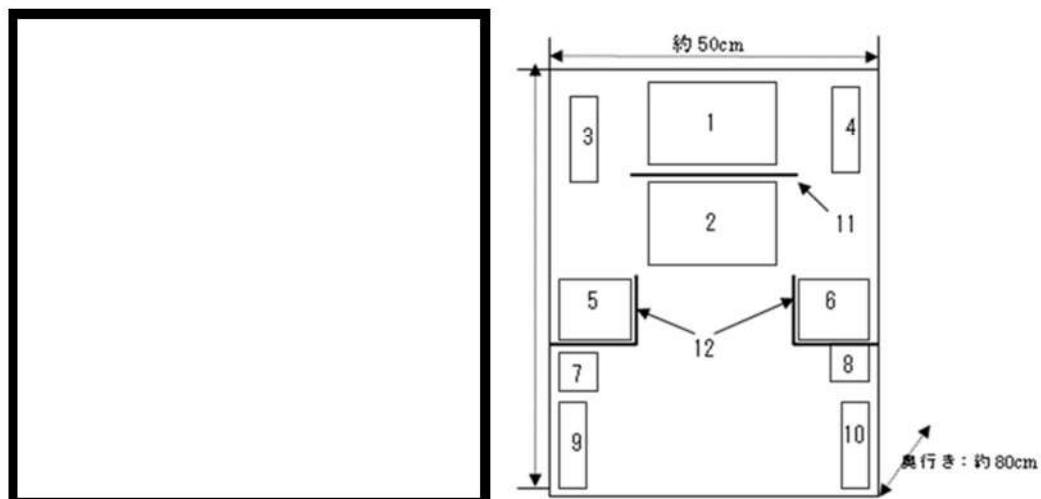
：「電気盤内機器の防火対策実証試験（その2）」MHI-NES-1062，三菱重工業（株），H25年5月

：「難燃性制御・計装ケーブルのトレイ内分離性実証試験」MHI-NES-1058，三菱重工業（株），H25年5月

：「原子カプラント安全系監視操作システム火災防護実証試験報告書」JEJP-3101-6024，三菱電機（株），H28年1月

- (a) 安全系FDP 2台の上下の離隔距離は15mm以上とし、安全系FDP間厚さ4.5mmの金属バリアを設置し、離隔する設計とする。
- (b) 光変換器の水平方向の離隔距離は200mm以上確保する設計とする。
- (c) 電源装置の水平方向の離隔距離を100mm以上とするとともに、双方の電源装置に厚さ1.6mmの金属バリアを設置し、離隔する設計とする。また、電源装置には過電流時に電流を遮断する保護回路を設置する設計とすることから、電源装置の故障が他の構成部品に影響することはない。
- (d) 中央制御盤（安全系コンソール）内にある配線は、5mm以上離隔又は束線とし、配線ダクト間には金属バリアの設置又は25mm以上離隔する設計とする。
- (e) 当該ケーブルに火災が発生しても延焼せず、また、周囲へ火災の影響を与えないテフロン電線及び難燃ケーブルを使用する設計とする。
- (f) ノーヒューズブレーカは、故障等による過電流から保護するものであるが、単体としての難燃性を確認するためにガスバーナーによる着火試験を実施し、バーナー消炎後に自

己消火すること、近傍の温度上昇は認められないことから、他の構成部品の配置に対して影響を与えないことを確認した。



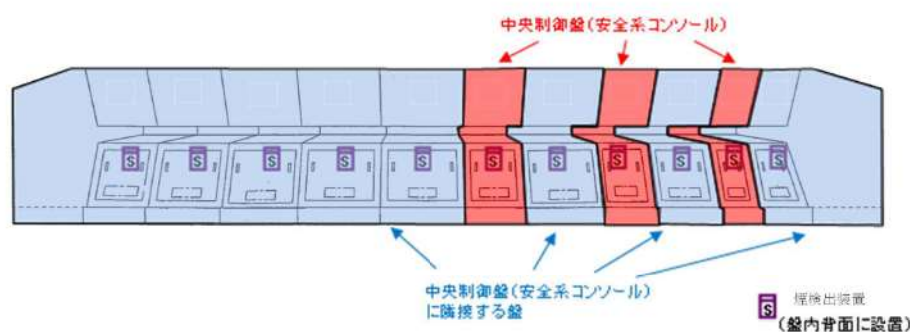
記号	部品名称
1	安全系FDP (A系)
2	安全系FDP (B系)
3	光変換器 (A系)
4	光変換器 (B系)
5	電源 (A系)
6	電源 (B系)
7	ノーヒューズブレーカ (A系)
8	ノーヒューズブレーカ (B系)
9	端子台 (A系)
10	端子台 (B系)
11	金属バリア (4.5mm)
12	金属バリア (1.6mm)

第 7-3 図 中央制御盤 (安全系コンソール) 内の構成部品配置

枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。

b. 煙検出装置の設置による早期の火災感知

中央制御室内には、異なる2種類の火災感知器を設置する設計とするとともに、火災発生時には常駐する運転員による早期の消火活動によって、中央制御盤（安全系コンソール）への影響を軽減する設計とする。中央制御盤（安全系コンソール）内には、火災の早期感知を目的として、煙検出装置を設置する設計とする。中央制御盤（安全系コンソール）は容積が小さく、盤内の構成部品がごく僅かに燃焼した状態でも煙検出装置により早期の感知が可能である。なお、念のため、中央制御盤（安全系コンソール）に隣接する盤内についても、火災を早期に感知するため、煙検出装置を設置する設計とする。（8条-別添1-資料5-添付資料3）



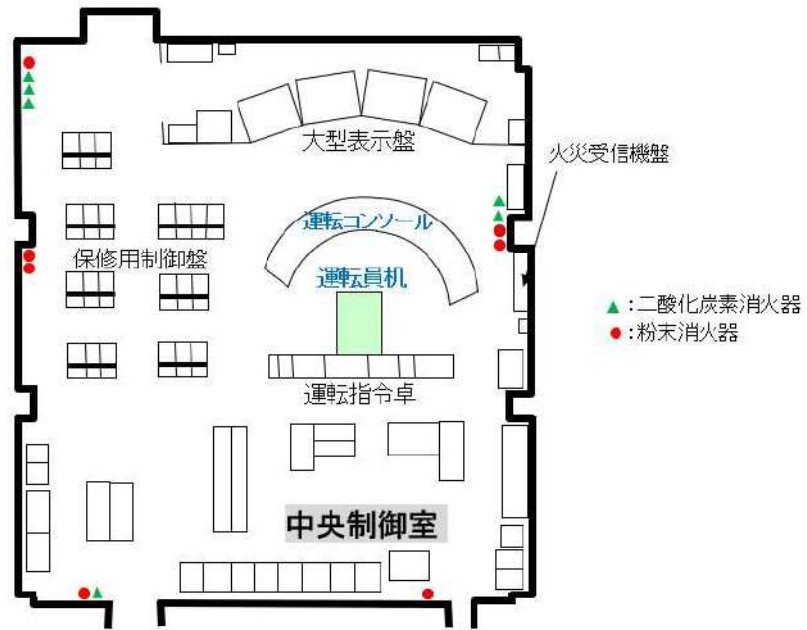
第7-4図 中央制御盤 煙検出装置概略配置図

c. 常駐する運転員による早期の消火活動

中央制御盤（安全系コンソール）内に自動消火設備は設置しないが、中央制御盤（安全系コンソール）の一つの区画に火災が発生しても、煙検出装置や中央制御室の火災感知器からの感知信号により、常駐する運転員が中央制御室に設置する消火器で早期に消火活動を行うことで、他の区画の中央制御盤（安全系コンソール）の火災防護対象機器及び火災防護対象ケーブルへの火災の影響を防止できる設計とする。

消火設備は、電気機器へ悪影響を与えない二酸化炭素消火器を使用する設計とし、常駐する運転員による中央制御室内の火災の早期感知及び消火を図るために、消火活動の手順を定めて訓練を実施する。

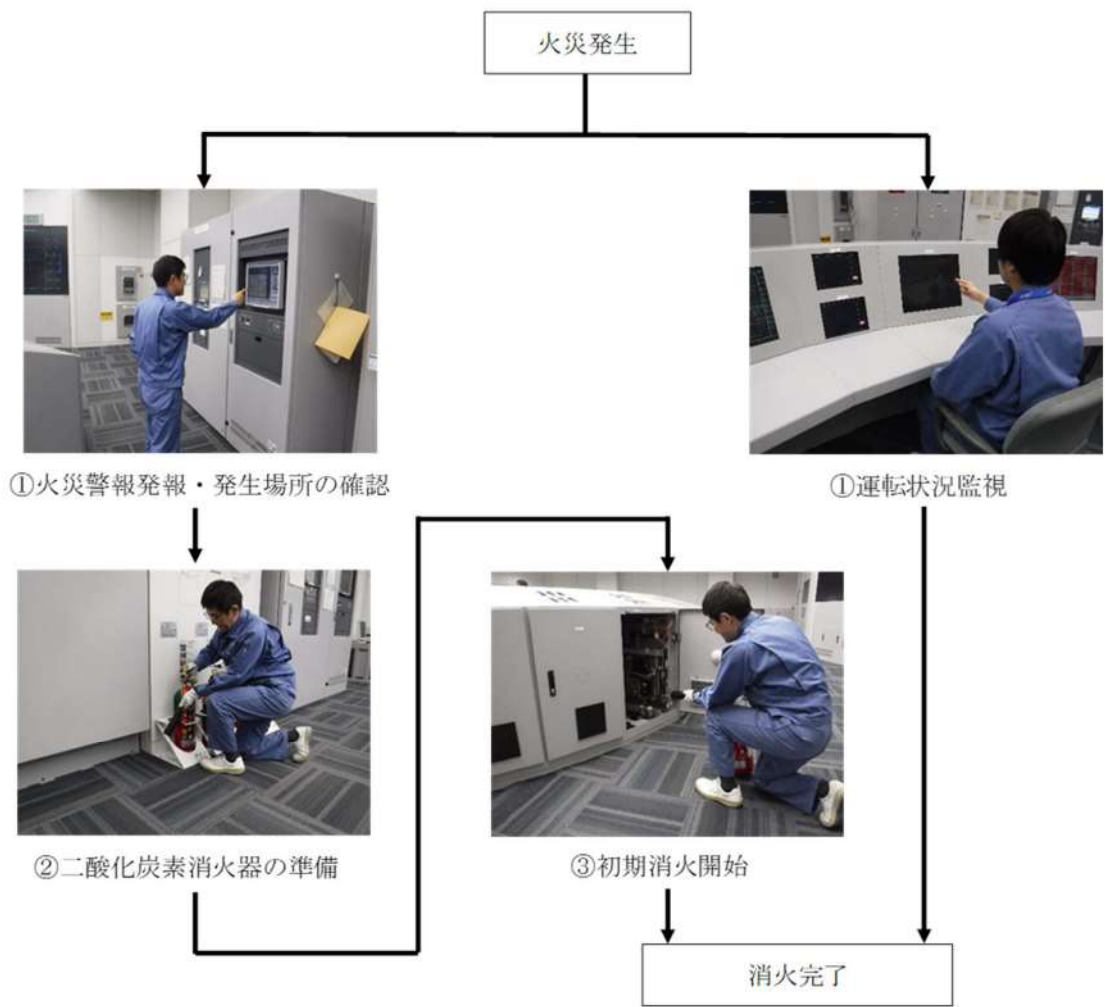
中央制御室のエリア概要を第7-5図に示す。また、運転員による制御盤内の火災に対する二酸化炭素消火器による手動消火の概要を第7-6図に示す。



第 7-5 図 中央制御室について

火災が発生した場合、運転員は受信機盤により、火災が発生している区画を特定する。消火活動は 2 名で行い、1 名は直ちに至近の二酸化炭素消火器を準備し、火災発生箇所に対して、消火活動を行う。もう 1 名は、予備の二酸化炭素消火器の準備等を行う。

なお、中央制御室内の移動は、距離が短いことから、短時間で移動して、速やかに消火活動を実施する。



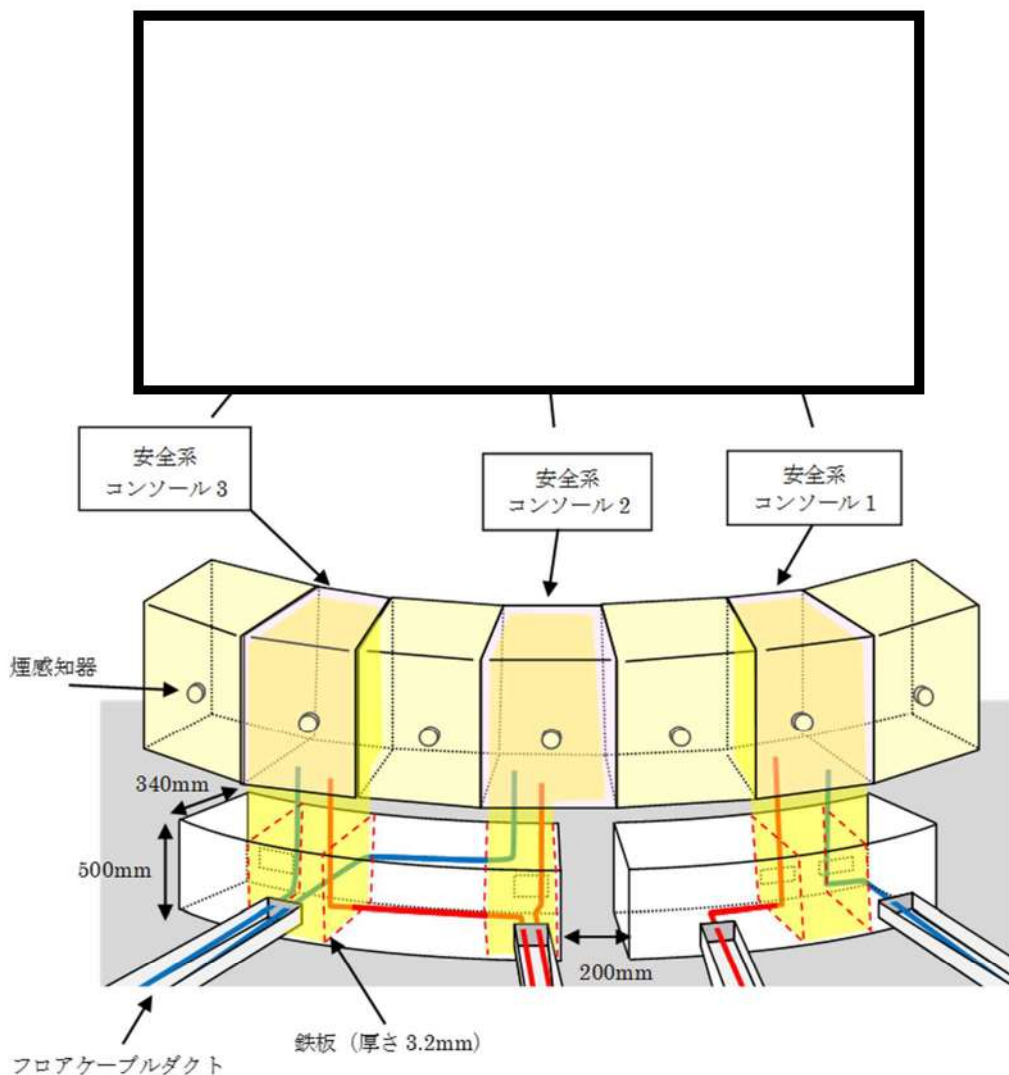
第 7-6 図 運転員による制御盤内の火災に対する消火の概要

二酸化炭素消火器を閉鎖された空間で使用する場合は、二酸化炭素濃度が上昇するとともに酸素濃度が低下するおそれがある。したがって、運転員に対して二酸化炭素消火器の取扱いに関する教育並びに訓練を行う。

7.2. 中央制御盤（安全系コンソール）下部の分離対策

中央制御盤（安全系コンソール）下部については、第7-7図に示すとおりコンクリート構造となっており、盤間を鉄板（厚さ3.2mm）にて区切り、間に中央制御盤（常用系コンソール）（幅570mm）を有する設計とし、ケーブル以外可燃物は置かないこととしている。また、ケーブルは過電流を模擬した実証試験を行い、相互のケーブルに影響がないことを確認した設計とする。実証試験結果を添付資料7に示す。

火災感知については、盤内の煙検出装置にて感知する設計とし、消火については、常駐する運転員による二酸化炭素消火器にて消火を行うこととしている。

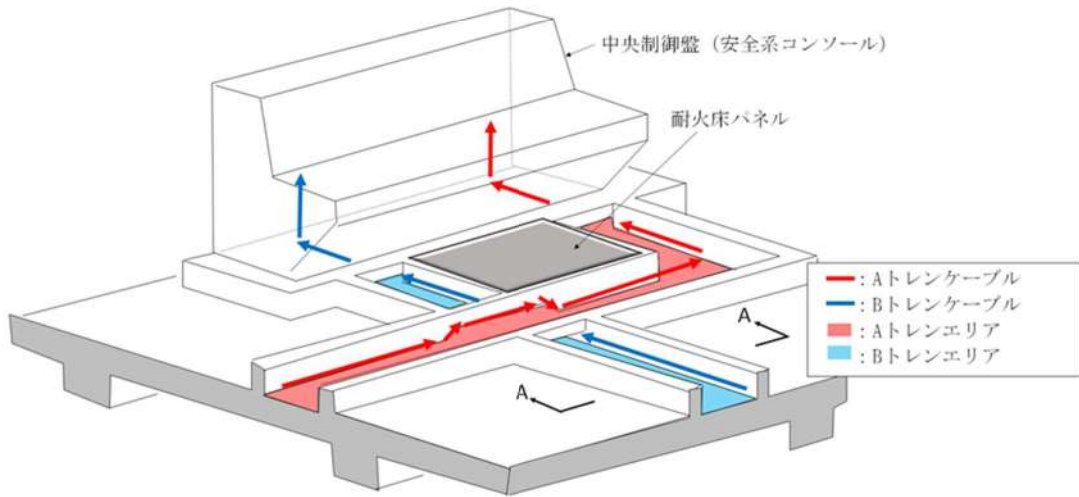


第7-7図 中央制御盤（安全系コンソール）下部の構造

枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。

7.3. フロアケーブルダクトの分離対策


フロアケーブルダクトについては、互いに相違する系列の火災防護対象機器及び火災防護対象ケーブルを火災耐久試験より3時間以上の耐火能力を確認した隔壁等で分離する設計とする。(第7-8図, 第7-9図) フロアケーブルダクトの構造を添付資料8に示す。



第7-8図 フロアケーブルダクトの構造図



第7-9図 フロアケーブルダクト内ケーブル敷設状況の例

 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。

7.4. 中央制御盤の盤間の火災の影響軽減

7.4.1. 離隔距離等による分離

中央制御盤（安全系コンソール）内のA系、B系の構成部品は、7.1に記載のとおり、火災を想定し、回路の故障を模擬した実証試験を行い、他方に影響を及ぼさないことを確認した距離を確保して配置する。

また、泊3号炉の中央制御盤は、運転員一人にて、中央制御盤（安全系コンソール）1面と中央制御盤（常用系コンソール）1面を1セットとし監視操作可能なようにコンパクト化を図ったものとし、従の運転員による補助も可能な設計とし、検証時の意見も踏まえ3セット設ける設計としており、中央制御盤（安全系コンソール）の間に、中央制御盤（常用系コンソール）を配置する。

この中央制御盤（安全系コンソール）間の離隔距離及び金属バリア厚さは、中央制御盤（安全系コンソール）内の相違する系列間に必要な離隔距離及び金属バリア厚さ以上とする。

第7-1表 中央制御盤（安全系コンソール）内の相違するトレン間に
必要な離隔距離及び金属バリア厚さ

	相違するトレン間に必要な 離隔距離及び金属バリア厚さ（※）	中央制御盤（安全系コンソール）間 の離隔距離及び金属バリア厚さ
離隔距離	光変換器間 200mm、電源装置間 100mm、 配線ダクト間 25mm、安全系FDP間 15mm、 盤内配線間 5mm	570mm (中央制御盤（安全系コンソール）間)
金属バリア 厚さ	安全系FDP間 4.5mm 電源装置間 3.2mm (双方の電源装置に各 1.6mm)	6.4mm (中央制御盤（安全系コンソール）間 側面板厚さ 3.2mm×2面)

※「7.1 中央制御盤（安全系コンソール）内の分離対策」に示した各構成部品に必要な離隔距離及び金属バリア厚さ

7.4.2. 中央制御盤（常用系コンソール）内の火災影響軽減対策

中央制御盤（常用系コンソール）内は、常用系VDU、光変換器、電源装置、ノーヒューズブレーカ、端子台、電線等で構成されている。回路の故障により発火のおそれがあるものについては、回路の故障を模擬した実証試験^{※2}を行い、隣接する盤への熱影響がないこと（約60℃以下）を確認した配置とする。各構成部品の実証試験結果を添付資料7に示す。

隣接する中央制御盤（安全系コンソール）内の各構成部品は約120℃まで機能維持する設計であり、中央制御盤（常用系コンソール）と筐体3.2mmを隔てて配置されていること、中央制御盤（常用系コンソール）内の火災は常駐する運転員により速やかに消火することから、中央制御盤（常用系コンソール）内の火災の熱的影響が中央制御盤（安全系コンソール）に及ぶことはない。

従って、中央制御盤（安全系コンソール）の火災影響についても、同様に、間に適切な離隔及び金属バリアを配置した中央制御盤（常用系コンソール）があることから、さらに隣の中央

制御盤（安全系コンソール）に及ぶことはない。

また、中央制御盤（安全系コンソール）及び中央制御盤（常用系コンソール）は、前面・背面・上部のスリット上の通気口による自然換気により、中央制御室内の空気と入替えができる構造としており、中央制御盤（安全系コンソール）の通常時の温度上昇を抑える設計としている。

(※1) 出典：「電気盤内機器の防火対策実証試験（その1）」MHI-NES-1061，三菱重工業（株），H25年5月

：「電気盤内機器の防火対策実証試験（その2）」MHI-NES-1062，三菱重工業（株），H25年5月


：「難燃性制御・計装ケーブルのトレイ内分離性実証試験」MHI-NES-1058，三菱重工業（株），H25年5月

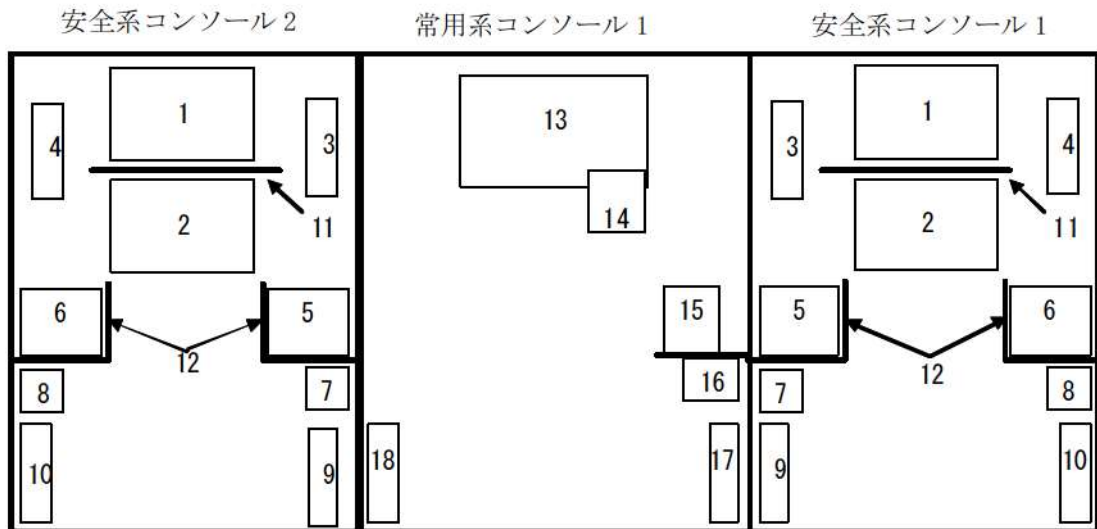
：「原子カプラント安全系監視操作システム火災防護実証試験報告書」JEJS-H3AM89，三菱電機（株），H29年3月

- (a) 常用系VDU・光変換器・電源装置においては、中央制御盤（安全系コンソール）への影響がないことを実証試験にて確認した離隔距離及び金属バリアを設置する設計とする。また、電源装置には過電流時に電流を遮断する保護回路を設置する設計とすることから、電源装置の故障が他の構成部品に影響することはない。
- (b) 中央制御盤（常用系コンソール）内にある配線は、5mm以上離隔又は束線とする設計とする。
- (c) ノーヒューズブレーカは、故障等による過電流から保護するものであるが、単体としての難燃性を確認するためにガスバーナーによる着火試験を実施し、バーナー消炎後に自己消火すること、近傍の温度上昇は認められないことから、他の構成部品の配置に対して影響を与えないことを確認した。



第7-10図 中央制御盤（安全系コンソール・常用系コンソール）配置及び盤内機器の配置

 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。



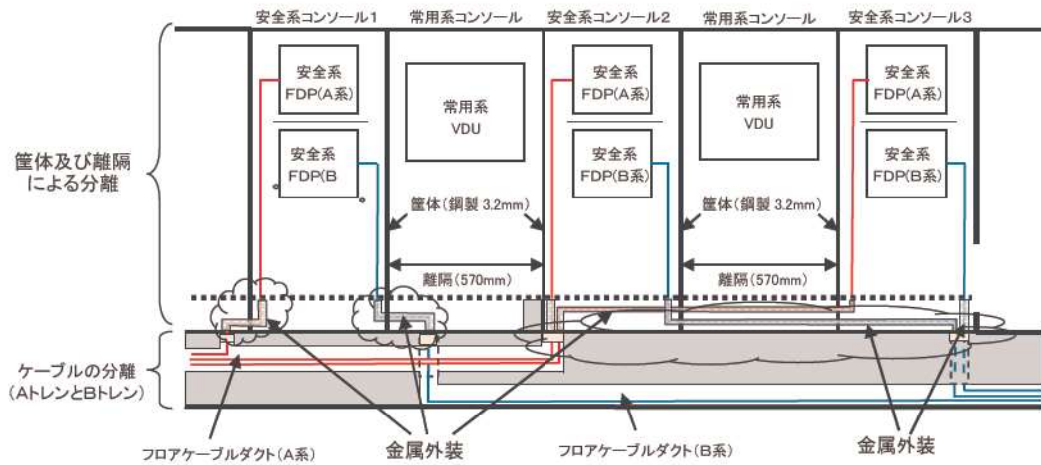
記号	部品名称	記号	部品名称
1	安全系FDP (A系)	13	常用系VDU
2	安全系FDP (B系)	14	光変換器 (常用系)
3	光変換器 (A系)	15	電源 (常用系)
4	光変換器 (B系)	16	ノーヒューズブレーカ (常用系)
5	電源 (A系)	17	端子台 (常用系)
6	電源 (B系)	18	端子台 (予備)
7	ノーヒューズブレーカ (A系)		
8	ノーヒューズブレーカ (B系)		
9	端子台 (A系)		
10	端子台 (B系)		
11	金属バリア (4.5mm)		
12	金属バリア (1.6mm)		

第7-11 図 中央制御盤 (安全系コンソール及び常用系コンソール) 内の構成部品配置

7.4.3. 中央制御盤 (常用系コンソール) 下部の影響軽減対策

盤下部空間に入線するケーブルは、金属外装内に収め、複数の金属外装同士を隣接して敷設した状況において、1本の金属外装内に収めたケーブルに過電流により燃焼させた実証試験を行ったところ、隣接する金属外装内に収めたケーブルは影響を受けなかった。

このことから、中央制御盤 (常用系コンソール) 下部には、ケーブル以外の可燃物は置かず、ケーブルはすべて金属外装内に収めることで隔離する。



第 7-12 図 中央制御盤下部の影響軽減対策

7. 5. 中央制御室火災時の原子炉の安全停止に係る影響評価

中央制御室の火災により、中央制御室内の一つの中央制御盤（安全系コンソール）の機能がすべて喪失したと仮定しても、他の中央制御盤（安全系コンソール）での運転操作により、原子炉の高温停止及び低温停止を達成し、維持することが可能であることを確認した。その結果を添付資料 9 に示す。

さらに、中央制御室については、当該制御室を 3 時間以上の耐火能力を有する隔壁等で囲うことにより、中央制御室内で火災が発生し、原子炉緊急停止後、中央制御室が万一、機能喪失しても、中央制御室外原子炉停止盤からの操作により、原子炉の高温停止及び低温停止を達成することが可能な設計とする。

一方、中央制御室外原子炉停止盤室内についても、当該装置内での火災によって当該盤室が万一、機能喪失しても、中央制御室からの操作により、原子炉の高温停止及び低温停止を達成することが可能な設計とする。中央制御室外原子炉停止盤による操作機能、及び中央制御室のみで操作が可能な機能を第 7-2 表に示す。

第 7-2 表 中央制御室外原子炉停止盤と中央制御室による操作機能

	中央制御室及び 中央制御室外原子炉停止盤で 監視・操作可能	中央制御室のみ 監視・操作可能
設置場所	原子炉建屋 1 階	原子炉建屋 2 階
1 次冷却材系	A-加圧器逃がし弁	B-加圧器逃がし弁
化学体積制御系	A,B,C-充てんポンプ A,B-ほう酸ポンプ	—
主蒸気系, 給水系	A,B,C-主蒸気逃がし弁 A,B-電動補助給水ポンプ	—
余熱除去系	A,B-余熱除去ポンプ	—
原子炉補機冷却水系及び 原子炉補機冷却海水系	A,B,C,D-原子炉補機冷却水ポンプ A,B,C,D-原子炉補機冷却海水ポンプ	—
制御用空気系	A,B-制御用空気圧縮機	—
監視計器	加圧器水位 加圧器圧力 充てん流量 抽出ライン流量 蒸気発生器水位 主蒸気ライン圧力	左記のパラメータは監視可能

上記のとおり，中央制御室を 3 時間以上の耐火能力を有する隔壁等で囲うことにより，中央制御室内で火災が発生し，原子炉緊急停止後，中央制御室が万一，機能喪失しても，中央制御室外原子炉停止盤室からの操作により，原子炉の高温停止及び低温停止を達成することが可能である。