

島根原子力発電所 2 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

<目 次>

1. 概要
 2. 要求事項
 3. 消火設備について
 - 3.1. 消火設備の設置必要箇所の選定
 - 3.2. 消火設備の概要
 - 3.2.1. 全域ガス消火設備
 - 3.2.2. 局所ガス消火設備
 - 3.2.3. 消火器及び水消火設備について
 - 3.2.4. 移動式消火設備について
 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
 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
 6. まとめ
-
- 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 島根原子力発電所 2 号炉におけるガス消火設備について
 - 添付資料 3 島根原子力発電所 2 号炉におけるガス消火設備等の耐震設計について
 - 添付資料 4 島根原子力発電所 2 号炉におけるガス消火設備等の動作に伴う機器等への影響について
 - 添付資料 5 島根原子力発電所 2 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
 - 添付資料 6 島根原子力発電所 2 号炉におけるガス消火設備の消火能力について
 - 添付資料 7 島根原子力発電所 2 号炉における消火設備の必要容量について
 - 添付資料 8 島根原子力発電所 2 号炉における消火栓配置図並びに手動消火の対象となる低耐震クラス機器リスト
 - 添付資料 9 島根原子力発電所 2 号炉における移動式消火設備について
 - 添付資料 10 島根原子力発電所 2 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

島根原子力発電所 2 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

島根原子力発電所 2 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ずること。

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

島根原子力発電所2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」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要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が設置されてい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。

系統分離については、中央制御室及び補助盤室の床下のケーブル処理室及び計算機室に関して、1時間の隔壁等による分離を行う設計としていることから中央制御室からの手動操作が可能な全域ガス自動消火設備の設置を行う。

なお、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

全域ガス消火設備は、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、火災時の煙の充満等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、火災時に煙の充満等により消火が困難となるところに対しては、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、自動又は中央制御室からの手動操作により起動する「全域ガス消火設備」

を設置する。全域ガス消火設備の概要を添付資料 2 に、全域ガス消火設備の耐震設計を添付資料 3 に示す。

設置にあたっては、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、建物内設備となることから、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。その他の落雷、津波、竜巻、降水、積雪、地滑り、火山の影響、生物学的事象及び森林火災についても建物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、全域ガス消火設備の設置に伴い、消火能力を維持するため、自動ダンプ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、全域ガス消火設備起動時に扉が「開」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。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分以上の設備の動作に必要な容量を有する内蔵型の蓄電池を設置する。

全域ガス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の動作に伴う人体への影響はないが、人身安全を考慮し全域ガス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. 局所ガス消火設備

局所ガス消火設備は、火災発生時の煙の充満等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原子炉建物オペレーティングフロアの早期の消火を目的として

設置する。（添付資料10）

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原子炉建物オペレーティングフロアのケーブルトレイに対して、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、自動起動又は現場での手動操作により起動する「局所ガス消火設備」を設置する。

局所ガス消火設備の概要を添付資料2に、局所ガス消火設備の耐震設計を添付資料3に示す。設置にあ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する。

また、建物内設備となることから、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に示すとおり耐震性を確保する設計とする。その他の落雷、津波、竜巻、降水、積雪、地滑り、火山の影響、生物学的事象及び森林火災についても、建物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。

局所ガス消火設備は、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、局所ガス消火設備の対象に応じて周囲にガスの影響が及ぶ場合は、安全対策のための警報装置の設置を行う。また、外部電源喪失時にも固定式消火設備が動作できるよう、電源不要の構成とする。

局所ガス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（FK-5-1-12）の有効性を添付資料5に、局所ガス消火設備の消火能力を添付資料6に示す。

島根原子力発電所2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7に示す。また、3.2.1.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、自動又は現場での手動操作により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吹鳴する設計とすること、作動前に警報を吹鳴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、消火剤の種類は誤動作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、消火栓及び消火活動範囲を踏まえた必要数量の消火ホースを配置する。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。

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。

- ・消防法施行令第十一条の要求

$$\begin{aligned} \text{屋内消火栓必要水量} &= 2 \text{ (個の消火栓)} \times 130 \text{ L/min} \times 2 \text{ 時間} \\ &= 31.2\text{m}^3 \end{aligned}$$

- ・消防法施行令第十九条の要求

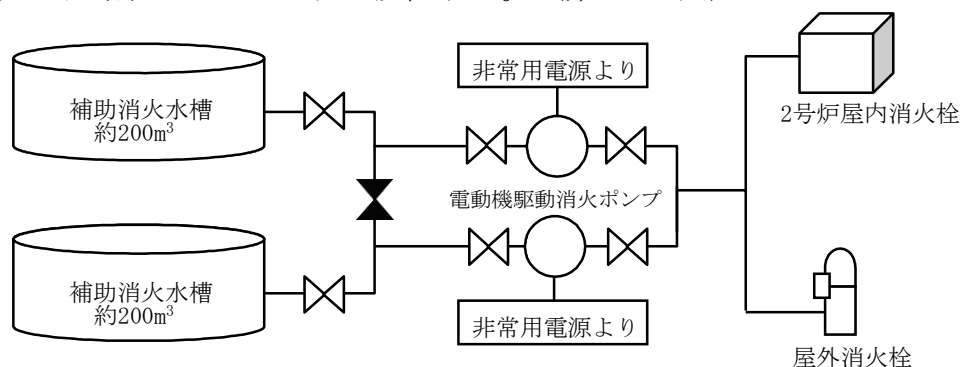
$$\begin{aligned} \text{屋外消火栓必要水量} &= 2 \text{ (個の消火栓)} \times 350 \text{ L/min} \times 2 \text{ 時間} \\ &= 84.0\text{m}^3 \end{aligned}$$

従つて、屋内消火栓及び屋外消火栓水消火設備に必要な、2時間以上の必要水量は、 $31.2\text{m}^3 + 84.0\text{m}^3 = 115.2\text{m}^3 \approx 120\text{m}^3$ となる。

(1) 2号炉廻り消火系

水消火設備のうち、水源の補助消火水槽については、供給先である屋内消火栓並びに屋外消火栓に関し2時間以上の放水に必要な水量（ 120m^3 ）に対して十分な水量（A-補助消火水槽：約 200m^3 、B-補助消火水槽：約 200m^3 ）を確保している。

また、消火ポンプについては電動機駆動消火ポンプ（定格容量 $1,200 \text{ L/min}$ ）を2台有し、多重性を備えている。ポンプの容量については、消防法施行規則にて要求される屋内消火栓並びに屋外消火栓の必要流量（ $150 \text{ L/min} \times 2 \text{ 台} + 400 \text{ L/min} \times 2 \text{ 台} = 1,100 \text{ L/min}$ ）に対して十分な容量を有しており、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止水対策を施した建物に設置する。（第6-1図）

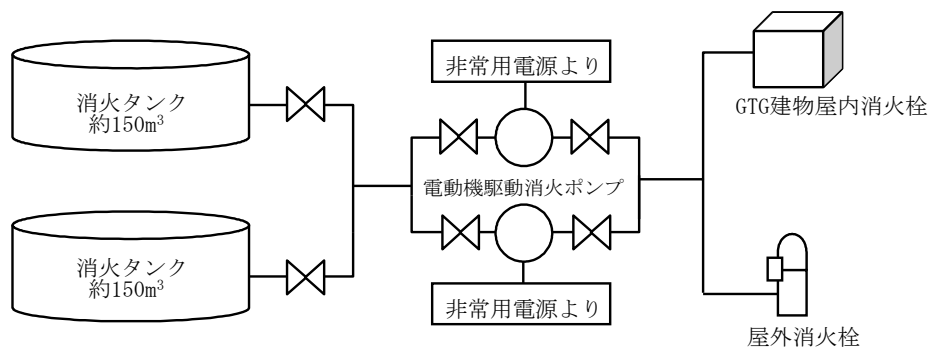


第6-1図 2号炉廻り消火系の概要

(2) 44m盤消火系

水消火設備のうち、水源の44m盤消火タンクについては、供給先である屋内消火栓並びに屋外消火栓に関し2時間以上の放水に必要な水量（120m³）に対して十分な水量（A-44m盤消火タンク：約150m³，B-44m盤消火タンク：約150m³）を確保している。

また、消火ポンプについては電動機駆動消火ポンプ（定格容量1,170 L/min）を2台有し、多重性を備えている。ポンプの容量については、消防法施行規則にて要求される屋内消火栓並びに屋外消火栓の必要流量（150 L/min×2台+400 L/min×2台 = 1,100 L/min）に対して十分な容量を有しており、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止水対策を施した建物に設置する。（第6-2図）

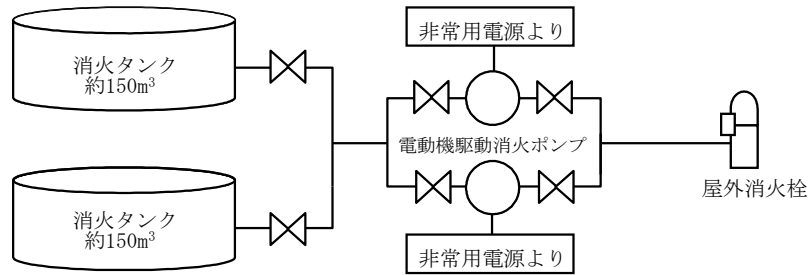


第6-2図 44m盤消火系の概要

(3) 45m盤消火系

水消火設備のうち、水源の45m盤消火タンクについては、供給先である屋外消火栓に関し2時間以上の放水に必要な水量（84m³）に対して十分な水量（A-45m盤消火タンク：約150m³，B-45m盤消火タンク：約150m³）を確保している。

また、消火ポンプについては電動機駆動消火ポンプ（定格容量840 L/min）を2台有し、多重性を備えている。ポンプの容量については、消防法施行規則にて要求される屋外消火栓の必要流量（400 L/min×2台 = 800 L/min）に対して十分な容量を有しており、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止水対策を施した建物に設置する。（第6-3図）

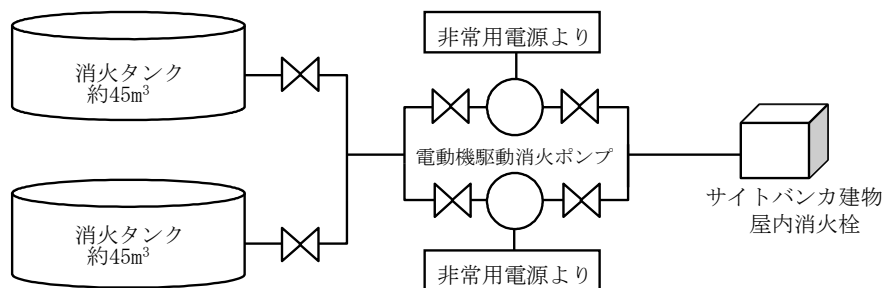


第6-3図 45m盤消火系の概要

(4) サイトバンカ建物消火系

水消火設備のうち、水源のサイトバンカ建物消火タンクについては、供給先である屋内消火栓に関し2時間以上の放水に必要な水量(31.2m³)に対して十分な水量(A-サイトバンカ建物消火タンク：約45m³、B-サイトバンカ建物消火タンク：約45m³)を確保している。

また、消火ポンプについては電動機駆動消火ポンプ(定格容量340L/min)を2台有し、多重性を備えている。ポンプの容量については、消防法施行規則にて要求される屋内消火栓の必要流量(150L/min×2台=300L/min)に対して十分な容量を有しており、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止水対策を施した建物に設置する。(第6-4図)



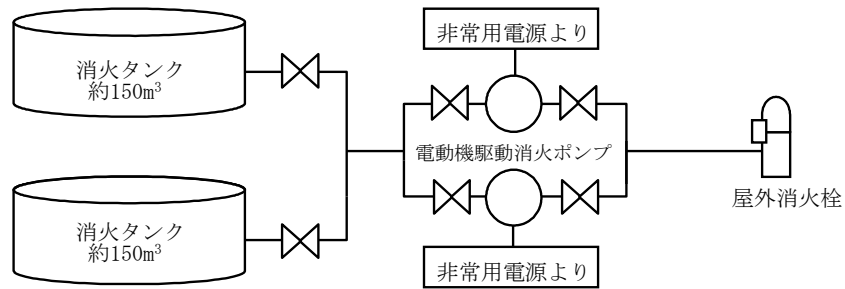
第6-4図 サイトバンカ建物消火系の概要

(5) 50m盤消火系

水消火設備のうち、水源の50m盤消火タンクについては、供給先である屋外消火栓に関し2時間以上の放水に必要な水量(84m³)に対して十分な水量(A-50m盤消火タンク：約150m³、B-50m盤消火タンク：約150m³)を確保している。

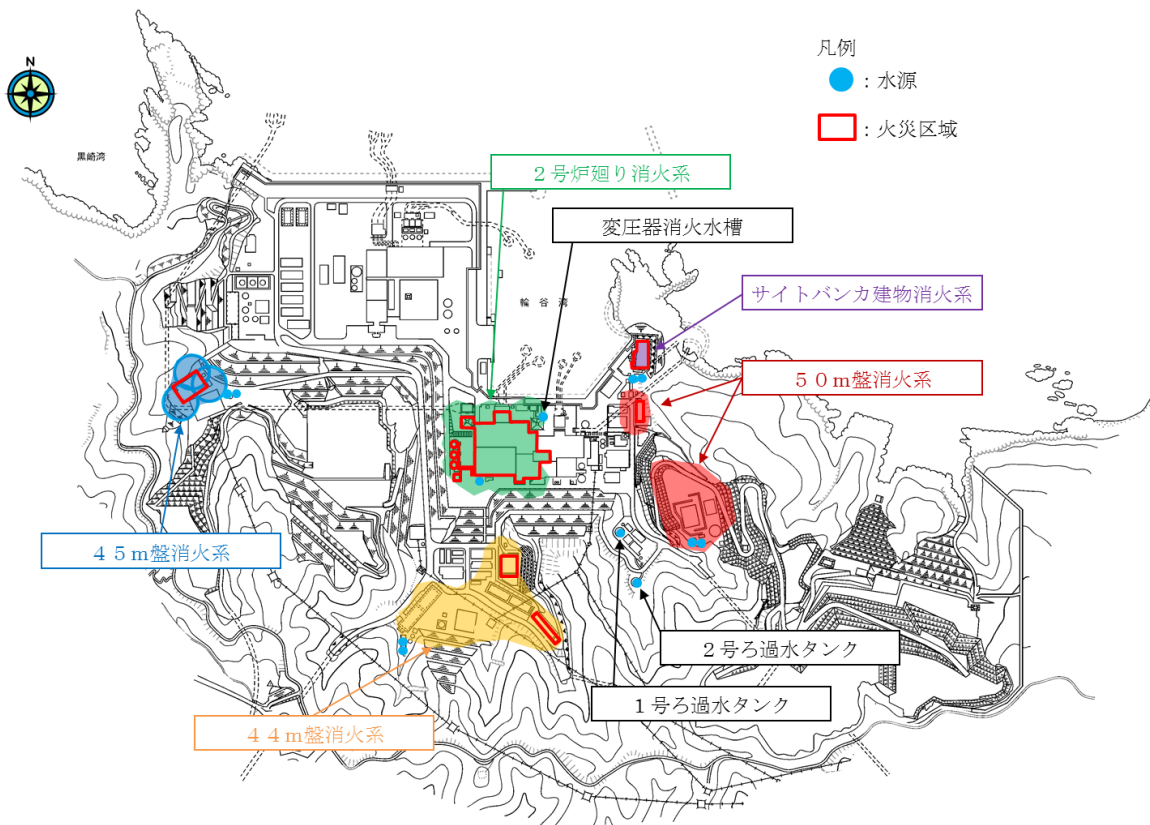
また、消火ポンプについては電動機駆動消火ポンプ(定格容量1,170L/min)を2台有し、多重性を備えている。ポンプの容量については、消防法施行規則にて要求される屋外消火栓の必要流量(400L/min×2台=800L/min)に対して十分な容量を有しており、設置場所についても風水害に対して性能を著しく阻害されないよう止水対策を施した建物に設置する。(第

6-5 図)



第 6-5 図 50m盤消火系の概要

その他、消防法に基づいたろ過水タンク（1号：約3,000m³、2号：約3,000m³）を水源とする既存消火系を有しており、2号炉廻り消火系のバックアップが可能となる設計としている。また、変圧器消火水槽（約220m³）を水源とする消火系を設置している。（第6-6図）



第 6-6 図 消火系の水源の供給範囲概要図

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。

なお、地震後の手動消火活動への影響を考慮すると、低耐震クラスの油内包機器からの油漏えい火災又は電源盤からの火災発生が考えられる。安全機能を有する火災区域又は火災区画*のうち、固定式消火設備を設けない火災区域又は火災区画とそれらの火災区域又は火災区画に設置された低耐震クラス機器について添付資料 8 に示す。

添付資料 8 に示すとおり、低耐震クラス機器については、以下のとおり分類され、また、火災による安全機能への影響を考慮し、耐震性の確保を行うことから消火器による手動消火に影響を与えないと考える。

- ①可燃物量が特に大きく、通常時に発火の可能性が否定できないことから S s 機能維持された局所固定式消火設備の設置対象としている機器
- ②金属筐体に覆われ、外部への影響が考えにくく、可燃物量が少ない機器であることから、消火器による手動消火が可能な機器
- ③使用時のみ電源を入れ、使用中の発火の際は周囲の作業員により初期消火活動が可能な機器
- ④屋外の火災区域又は火災区画に設置されており、移動式消火設備による消火活動が可能な機器

※：リスト上は重大事故等対処設備を有する火災区域又は火災区画を含む

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。また、屋外のディーゼル燃料貯蔵タンク及び海水ポンプ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火災区域又は火災区画の消火の機能が維持され(第6-7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、消火配管の建物接続部には機械式継手を採用しないこととし、消火配管の地上化及びトレンチ内設置並びに連結送水口の設置を考慮した設計とする。また、消火配管が屋外設置であることを踏まえ、保温材の取付けや不凍式消火栓の採用といった凍結防止を図る設計とする。

屋外設置された水消火設備の機器がその他の落雷、津波、洪水、竜巻、降水、積雪、地滑り、火山の影響及び生物学的事象といった自然現象や森林火災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え、復旧を図る設計とする。

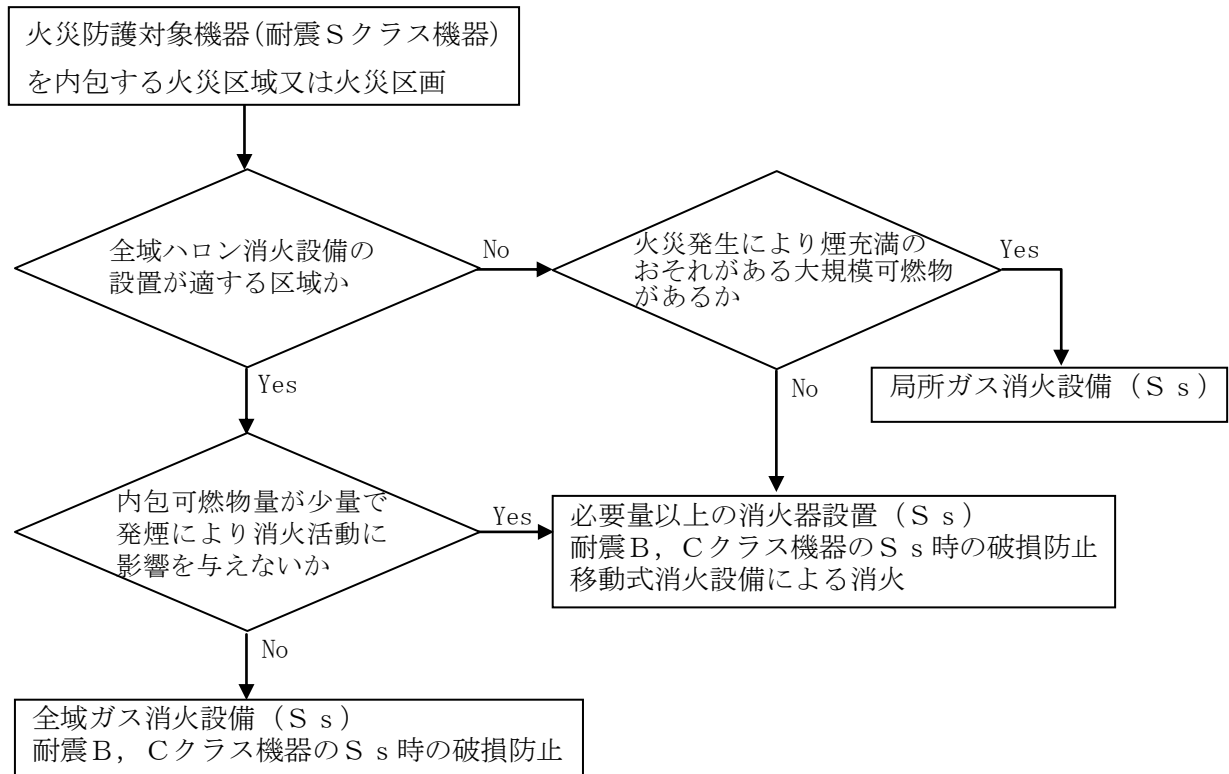
消火用水供給系は、復水輸送系等と共用する場合には、隔離弁を設置し通常全閉とすることで消火用水供給系の供給を優先する設計とする。なお、現時点では水道水系等とは共用していない。

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、すべての火災区域又は火災区画を消火できるように設置する。火災区域又は火災区画における消火栓の配置を添付資料8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の水源の多重化、ポンプの多重化を図ること、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、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考えられる。

また、消火栓に関しては、全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考えられる。



第6-7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9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連結送水口に移動式消火設備を接続することで、建物内の屋内消火栓に対しても給水が可能である。

移動式消火設備については、耐震Sクラス設備であるディーゼル燃料貯蔵タンク等の消火に用いることから、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、発電所構内の自衛消防隊詰め所（免震重要棟）に24時間体制で配置している自衛消防隊にて実施する。

以上より、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、安全機能を有する構築物、系統及び機器を設置する火災区域又は火災区画であって、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。

島根原子力発電所2号炉では、資料2「島根原子力発電所2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」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」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、中央制御室は消火器で消火を行う設計とする。

なお、中央制御室及び補助盤室の床下のケーブル処理室及び計算機室は、固有の信号を発する異なる感知方式の感知器（煙感知器と熱感知器）、及び中央制御室からの手動操作により早期の起動も可能な全域ガス自動消火設備（消火剤はハロン 1301）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、火災源となる可燃物がほとんどないこと、持ち込み可燃物管理により火災荷重を低く抑えることから、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する。（添付資料10）

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。なお、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、この発熱量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。

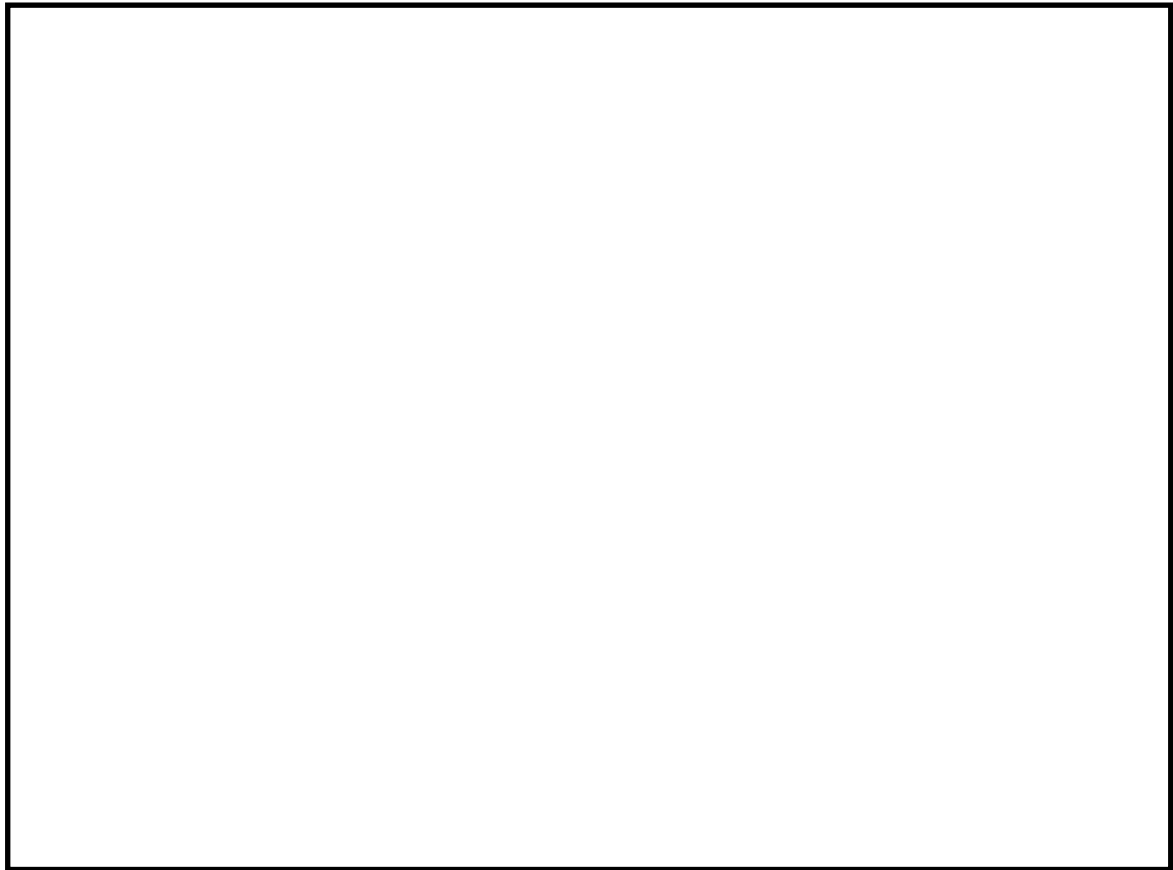
一方、盤については、NUREG/CR-6850^{※2} 表G-1 に示された発熱速度 (98%信頼上限値で最大1,002kW) を包絡していることを確認した。さらに、これらの火災区域又は火災区画にケーブルトレイがないことを確認している。

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、建物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6-8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 (1,300MJ) 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6-8図 消火活動が困難でない火災区域又は火災区画に
対する消火器の設置例

(3) 海水ポンプエリア，ディーゼル燃料貯蔵タンク室及びA，HPCS－ディーゼル燃料移送ポンプエリア

海水ポンプエリア，ディーゼル発電機燃料貯蔵タンク室及びA，HPCS－ディーゼル燃料移送ポンプエリアについては屋外の火災区域であり，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として選定する。このため，海水ポンプエリア，ディーゼル燃料貯蔵タンク室，A，HPCS－ディーゼル燃料移送ポンプエリア及び非常用ディーゼル発電機給気消音器フィルタ室は消火器又は移動式消火設備で消火を行う設計とする。

なお，ディーゼル燃料貯蔵タンク室内は，乾燥砂が充てんされており，タンク室内の火災の発生は防止できる。

(4) 原子炉格納容器

原子炉格納容器内において万一火災が発生した場合でも，原子炉格納容器内の空間体積(約7,900m³)に対してパージ用排風機の容量が約25,000m³/hであり，排煙が可能な設計とすることから，消火活動が困難とならない火災区域として選定する。

(5) 原子炉建物オペレーティングフロア

原子炉建物オペレーティングフロアは，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可能性が否定できないことから，煙の充満を発生させるおそれのある可燃物(ケーブルトレイ)に対しては自動又は手動操作による固定式消火設備である局所ガス消火設備を設置し消火を行う設計とし，これら以外の可燃物については量が少ないことから消火器で消火を行う設計とする。

合わせて，原子炉建物オペレーティングフロアは大空間となっているため，煙の充満により消火活動が困難とならない火災区域として選定する。

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火災防護対象機器を設置する火災区域又は火災区画

火災防護対象機器のうち，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，コンクリート構造物については流路，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火災防護対象機器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動作機能を喪失した場合であつても、安全機能が影響を受けることは考えにくいいため、消防法又は建築基準法に基づく対策を行う設計とする。

なお、フェイルセーフ設計の火災防護対象機器についても、全域ガス消火設備にて消火する設計としており、上記設計を適用していない。

6. まとめ

島根原子力発電所 2 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 6-1 表）

第 6-1 表 島根原子力発電所 2 号炉における原子炉の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	1 m ³ あたり0.32kg	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
局所ガス消火設備	FK-5-1-12	1 m ³ あたり 0.84～1.46kgに開口 補償を見込む	原子炉建物オペレーティングフロアのケーブルトレイ
水消火設備 (消火栓)	水	130L/min以上（屋内）	全火災区域又は火災区画
		350L/min以上（屋外）	
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

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な照明器具を、必要な火災区域及びその出入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5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（1,136m³）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異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。

島根原子力発電所 2 号炉における
ガス消火設備について

島根原子力発電所 2 号炉におけるガス消火設備について

1. 設備構成及び系統構成

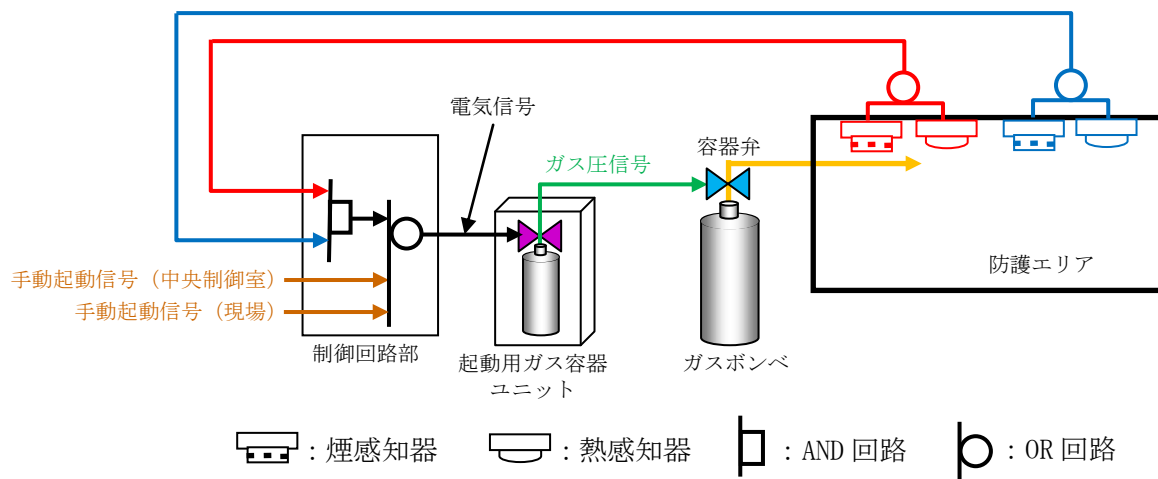
火災発生時に煙の充満により消火活動が困難となる可能性のある火災区域又は火災区画並びに火災発生により煙の充満のおそれがある大規模可燃物がある火災区域又は火災区画（原子炉建物オペレーティングフロア）に必要となる固定式消火設備として、人体、設備への影響を考慮し、「全域ガス消火設備並びに局所ガス消火設備」を設置する。

全域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専用型の全域ガス消火設備を第 1 図に、複数の部屋の火災発生時に当該火災エリアを選択する、選択型の全域ガス消火設備を第 2 図に示す。また、原子炉建物オペレーティングフロアに設置されているケーブルトレイに使用する局所ガス消火設備を第 3 図に示す。

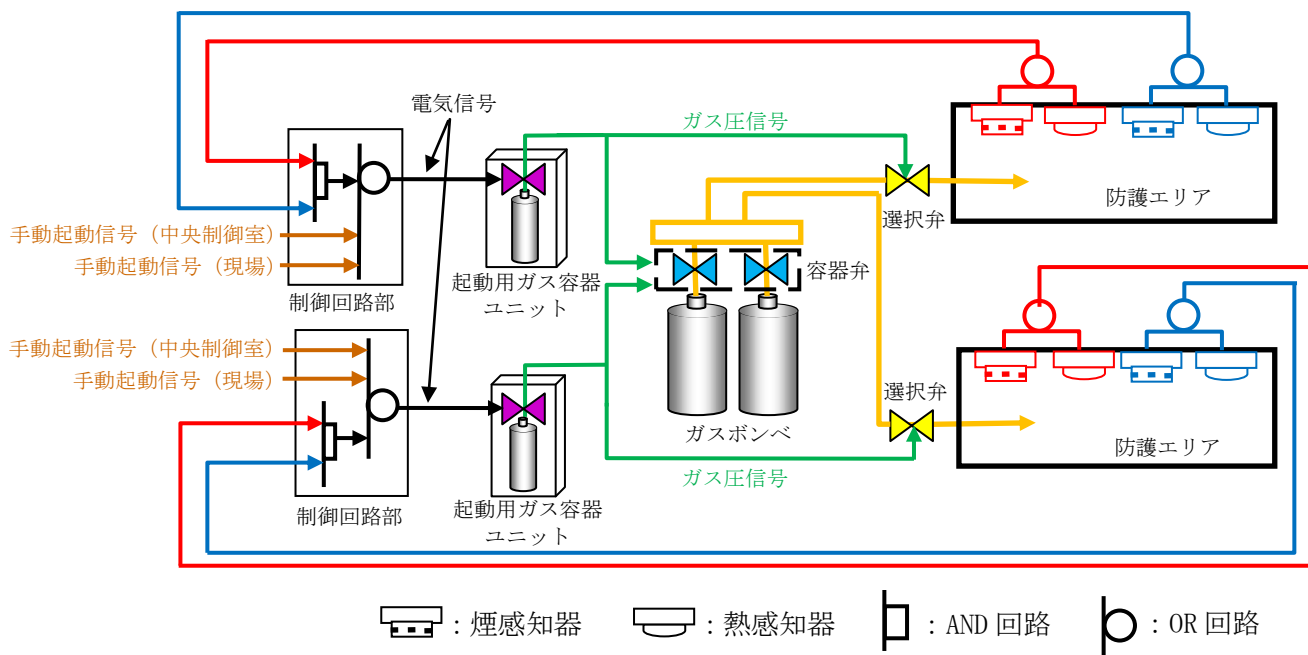
なお、ガス消火設備の耐震設計については、添付資料 3 に示す。

第 1 表 ガス消火設備の仕様の概要

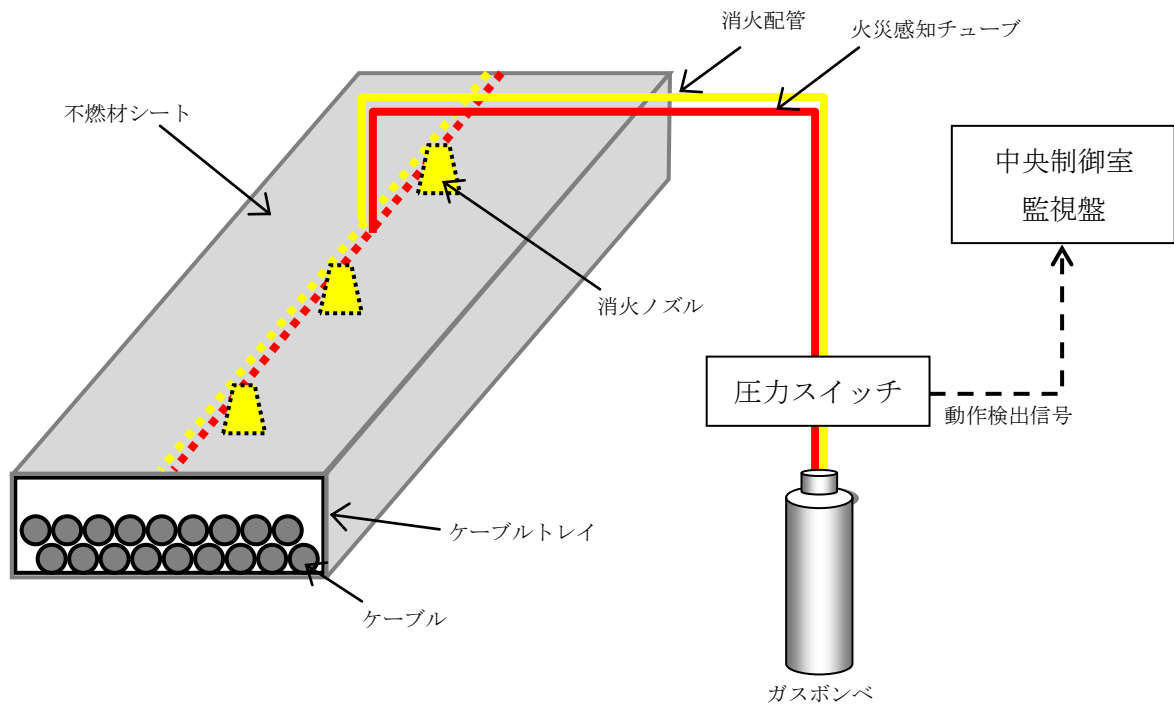
項 目		仕 様	
全域	消火剤	消火薬剤	ハロン1301
		消火原理	燃焼連鎖反応抑制（負触媒効果）
		消火剤の特徴	設備及び人体に対して無害
	消火設備	適用規格	消防法その他関係法令
		火災感知	火災感知器（複数の感知器のうち 2 系統の動作信号）
		放出方式	自動起動又は手動起動（中央制御室及び現場）
		消火方式	全域放出方式
		電 源	非常用電源及び蓄電池を盤内に設置
局所	消火剤	消火薬剤	FK-5-1-12
		消火原理	燃焼連鎖反応抑制（負触媒効果）
		消火剤の特徴	設備及び人体に対して無害
	消火設備	適用規格	消防法その他関係法令
		火災感知	センサーチューブ方式
		放出方式	自動起動又は手動起動（現場）
		消火方式	局所放出方式
		電 源	電源不要



第1図 全域ガス消火設備の概要（専用型）



第2図 全域ガス消火設備の概要（選択型）



第3図 局所ガス消火設備の概要（ケーブルトレイ）

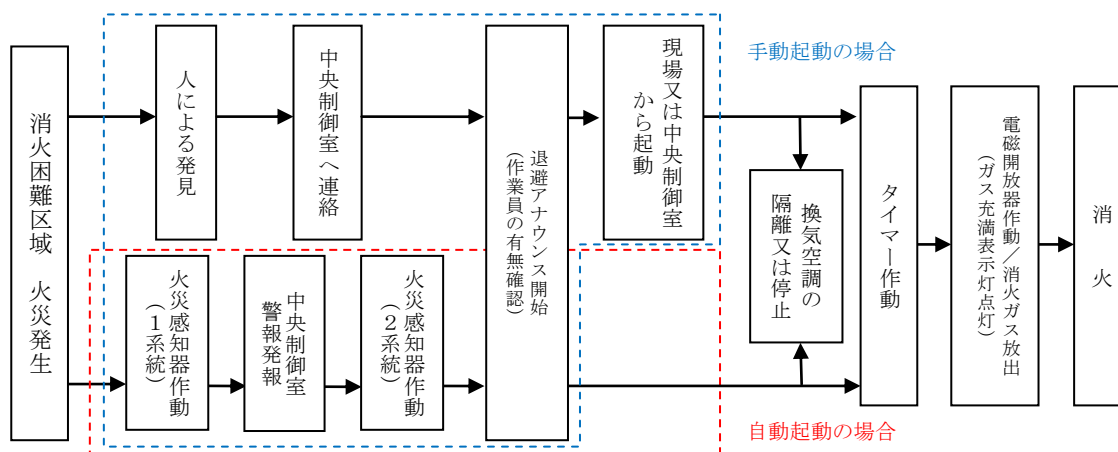
2. 全域ガス消火設備の作動回路

2.1. 作動回路の概要

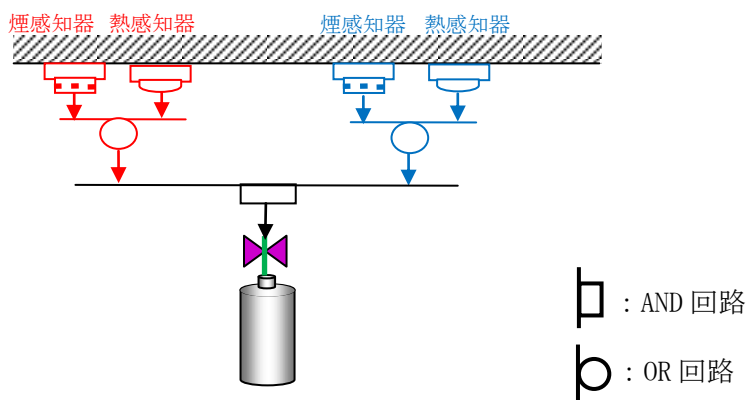
消火活動が困難な火災区域又は火災区画の火災発生時における全域ガス消火設備作動までの信号の流れを第4図に示す。

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5図)

中央制御室における遠隔起動、現地(火災エリア外)での手動操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、不作動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、中央制御室又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4図 全域ガス消火設備の火災発生時の信号の流れ



第5図 全域ガス消火設備起動ロジック

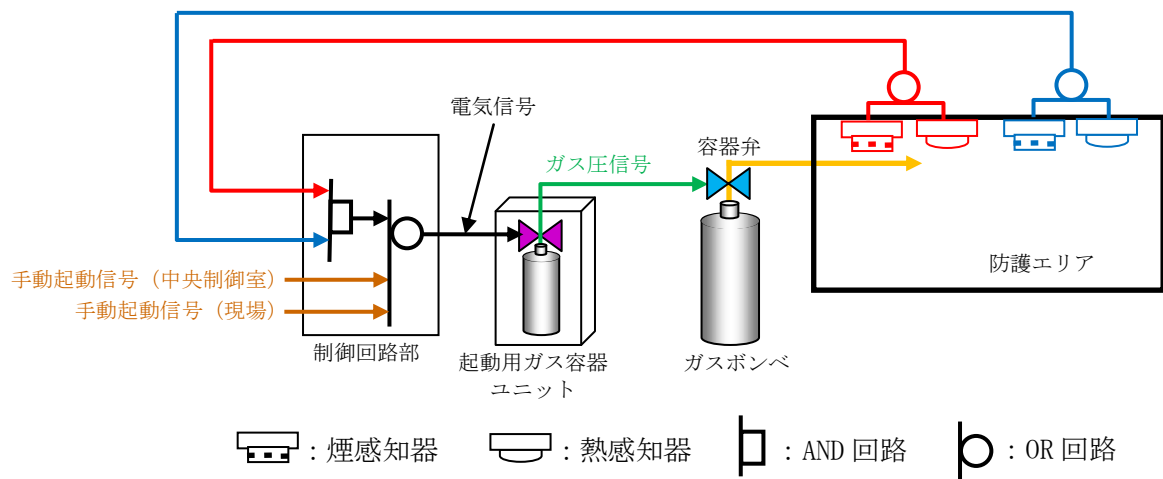
2.2. 全域ガス消火設備の系統構成

(1) 全域ガス消火設備（専用型）

専用型は、火災感知器からの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用ガス容器ユニットに対して放出電気信号を発信する。

起動用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。

全域ガス消火設備（専用型）の系統構成を第6図に示す。



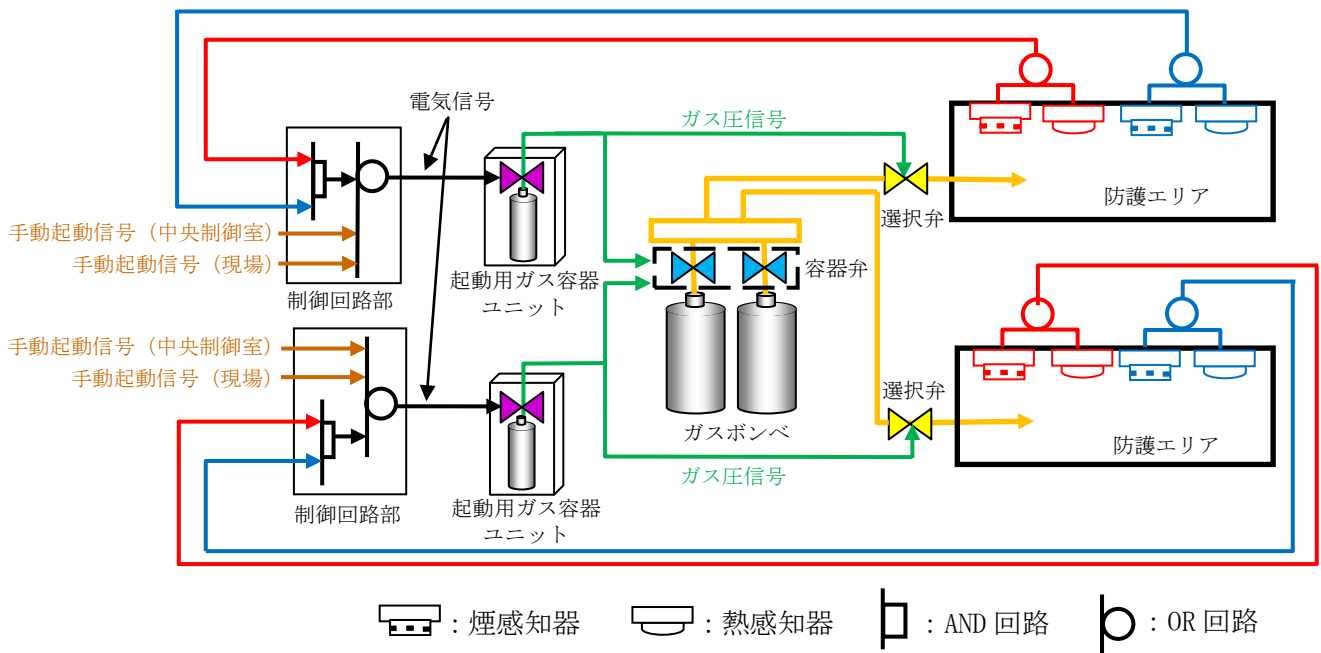
第6図 全域ガス消火設備（専用型）の系統構成

(2) 全域ガス消火設備（選択型）

選択型は、複数の部屋に設置する火災感知器からの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用ガス容器ユニットに対して放出電気信号を発信する。

起動用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対して放出信号を発信して、消火ガスが放出される。

全域ガス消火設備の系統構成（選択型）を第7図に示す。



第7図 全域ガス消火設備の系統構成（選択型）

3. 局所ガス消火設備の作動回路

3.1. 作動回路の概要

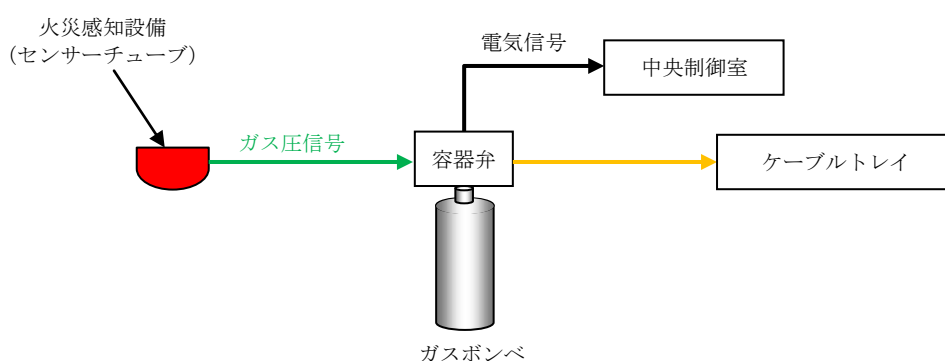
ケーブルトレイの局所ガス消火設備に対しては火災区域又は火災区画に設置する感知器とは別に、狭隘なケーブルトレイでも設置可能なセンサーチューブ式の火災感知器を設置し、局所ガス消火設備が作動する設計とする。起動条件としては、火災周辺のセンサーチューブが溶損することで圧力信号による火災感知信号を発信し、消火ガスの放出を行う。簡略化された単純な構造であることから誤動作の可能性は小さく、万一、誤動作が発生した場合であっても機器・人体に影響を及ぼさない。センサーチューブ式の局所ガス消火設備のケーブルトレイへの適用について、消火性能が確保されていることを別紙1に示す。

中央制御室では消火ガスの放出信号を検知する設計としており、人による火災発見時においても、現場での手動起動が可能な設計とする。また、誤作動、不作動により消火設備が自動起動しない場合であっても、火災区域又は火災区画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消火対応可能な設計とする。

3.2. 局所ガス消火設備の系統構成

原子炉建物オペレーティングフロアに設置されているケーブルトレイに設置する火災感知器（センサーチューブ）が火災により溶損するとチューブ内部のガス圧が低下し、容器弁へ圧力信号が伝達される。圧力制御された容器弁が圧力信号により開動作し、消火ガスが放出される。なお、圧力信号を電気信号に変換し、消火ガスが放出されたことを中央制御室に警報として発報する。

局所ガス消火設備の系統構成を第8図に示す。



第8図 局所ガス消火設備の系統構成

ケーブルトレイ局所ガス消火設備の消火性能について

1. はじめに

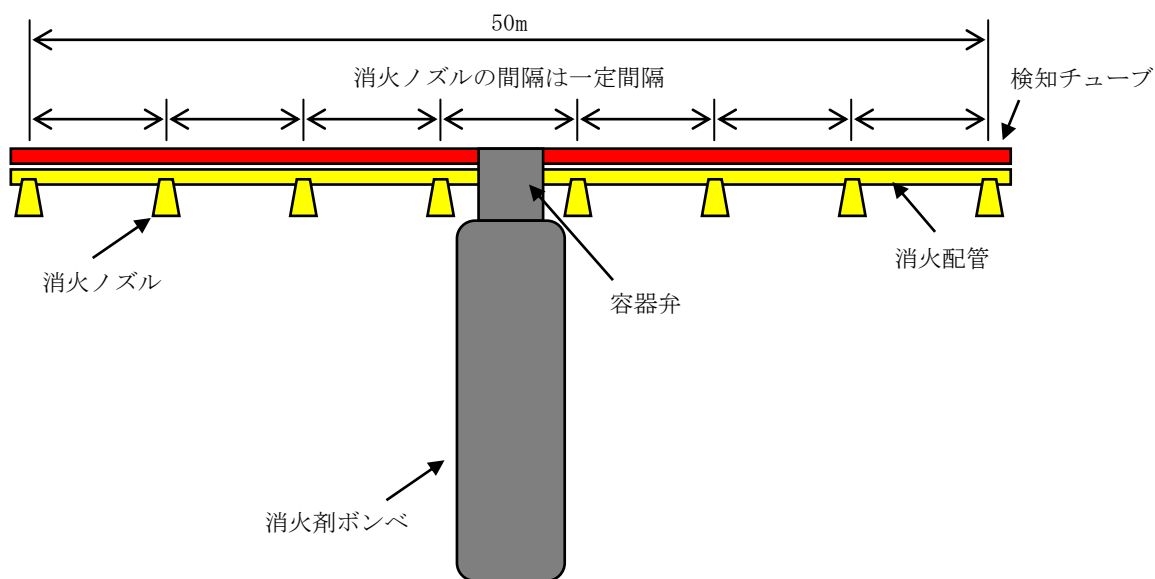
島根原子力発電所 2 号炉の原子炉建物オペレーティングフロアにおいては、当該フロアの可燃物量を考慮し、ケーブルトレイにチューブ式の局所ガス消火設備を設置する設計とする。以下では、実証試験に基づき、チューブ式の局所ガス消火設備がケーブルトレイ火災に対して有効であることを示す。

2. チューブ式局所ガス消火設備の仕様

チューブ式局所ガス消火設備の概要を第 1 図に示す。チューブ式局所ガス消火設備は、ケーブルトレイ内の火災を探知し自動的に消火剤を放射し有効に消火すること等を目的とし、いくつかの国内防災メーカーにおいて製造されている。一部製品については、第 1 表に示す仕様において、ケーブルトレイ火災を有効に消火するものであると日本消防設備安全センターから性能評定※を受けている。

島根原子力発電所 2 号炉の原子炉建物オペレーティングフロアのケーブルトレイに適用するチューブ式局所ガス消火設備についても、上記仕様と同等以上の設計とし、消火性能を確保する。

※出典：「消火設備（電気設備用自動消火装置）性能評定書，型式記号：IHP-14.5」，
評 27-019 号，（一財）日本消防設備安全センター，平成 27 年 9 月



第 1 図 チューブ式局所ガス消火設備の概要図

第1表 チューブ式局所ガス消火設備の仕様

構成部品		仕様
消火剤		FK-5-1-12
検知チューブ	材質	ポリアミド系樹脂
	使用環境温度	-20～50℃
	探知温度	150～180℃
	内圧	1.8MPa
消火配管		軟銅管
消火ノズル個数		最大8個／セット
消火剤ボンベ本数		1本／セット

3. 電力中央研究所におけるケーブルトレイ消火実証試験

電力中央研究所の研究報告^{*}において、原子力発電所への適用を目的として第1表に示す仕様のチューブ式局所ガス消火設備を用いたケーブルトレイ消火実証試験を実施し、その結果有効であったことが示されている。

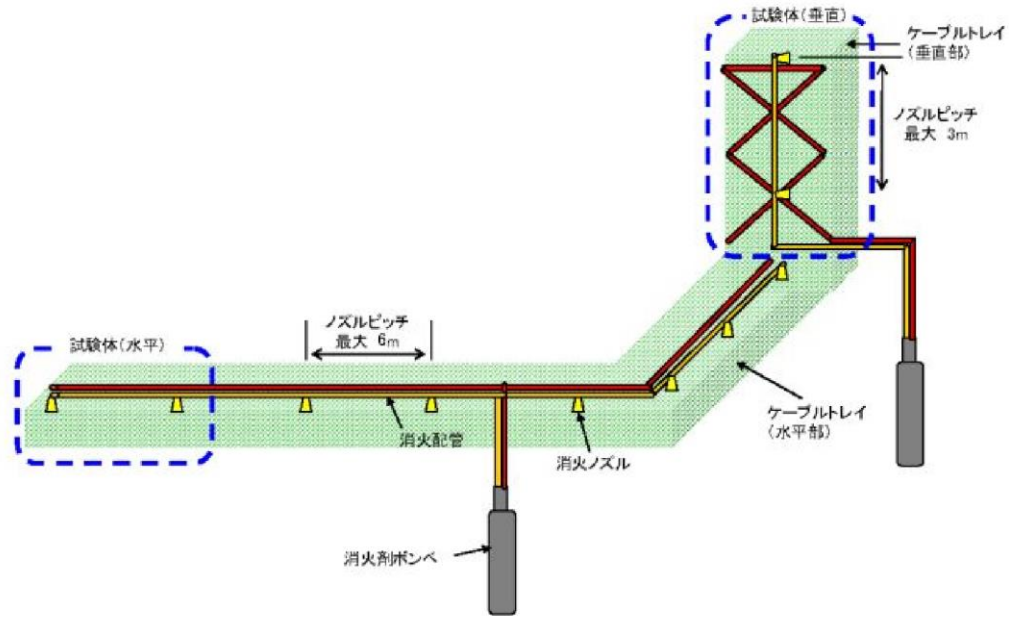
※出典：「チューブ式自動消火設備のケーブルトレイ火災への適用性評価」，N14008，電力中央研究所，平成26年11月

以下では、電力中央研究所にて実施された実証試験の概要を示し、島根原子力発電所2号炉の原子炉建物オペレーティングフロアのケーブルトレイ消火に有効となることを示す。

3.1. 消火実証試験装置の仕様

消火実証試験装置の概要と試験条件を第2図及び第2表に示す。実機状態を模擬するため、消火対象のケーブルトレイは水平と垂直の2種類としている。垂直の場合には、火災による熱が垂直上方に伝わることを考慮し、ケーブル布設方向（鉛直方向）に対して、検知チューブが直交するように一定間隔でX字に検知チューブを配置している。実機状態では、ケーブルトレイ内に布設されるケーブルが少ない個所と複数ある個所が存在するため、試験H1，V1ではケーブルトレイ内のケーブルを1本のみとし、試験H2，V2では複数としている。着火方法は、過電流であり、電流の大きさはケーブルの許容電流の約6倍の2,000Aとしている。

なお、電力中央研究所における消火実証試験では、チューブ式局所ガス消火設備を火災防護対策における影響軽減に適用することが考慮されていたため、ケーブルトレイは金属蓋付とし、更にその周囲に耐火シートが巻かれた状態であった。（第3図）島根原子力発電所2号炉においては、チューブ式局所ガス消火設備を影響軽減対策には適用しないが、原子炉建物オペレーティングフロアのケーブルは蓋付ケーブルトレイに布設しているため、電力中央研究所における消火実証試験の試験条件と同様に、実機施工においてもケーブルトレイ外部に漏えいしないよう、蓋付ケーブルトレイの周囲を延焼防止シートで覆う設計とする。延焼防止シートの耐火性を別紙2，延焼防止シートを施工することによるケーブルの許容電流低減率への影響を別紙3，延焼防止シートのケーブルトレイへの取付方法を別紙4にそれぞれ示す。



第2図 消火実証試験装置の概要

第2表 消火実証試験の試験条件

試験名	電流	トレイ姿勢	着火管理位置 ^{※1}	可燃物	ケーブルトレイ寸法
H 1	2000A	水平	ケーブルトレイ 端部から 4m	6600V CV 3C150sq 1本	幅 1.8m ^{※2} × 長さ 9.6m × 高さ 0.15m
H 2				6600V CV 3C 150sq 3本	
V 1				6600V CVT 3C 150sq 27本	
V 2	2000A	垂直	ケーブルトレイ 上端部から 4m	6600V CV 3C150sq 1本	幅 1.8m ^{※2} × 長さ 6.0m × 高さ 0.25m
V 2				6600V CV 3C 150sq 3本	
				6600V CVT 3C 150sq 14本	

※1：過電流による着火位置を管理するため、ケーブルに切り込みを入れている。

※2：島根原子力発電所2号炉の原子炉建物オペレーティングフロアに設置するケーブルトレイは最大幅が0.3mであるため、実機設計よりも試験条件の方がケーブルトレイ内の空間が広くなっている。このため、実機設計よりも火災感知及び消火されにくい条件であり、保守的な試験であると考えられる。

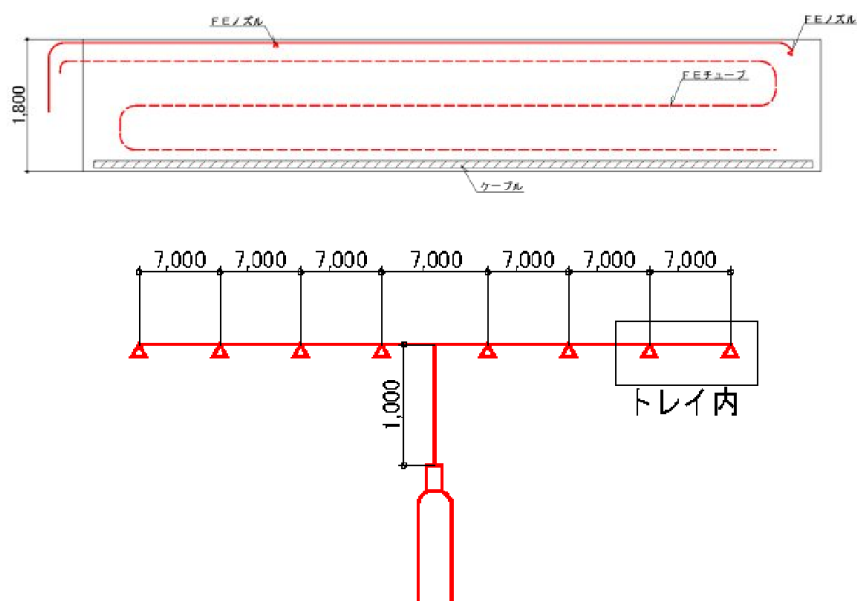


第3図 消火実証試験用のケーブルトレイ外観

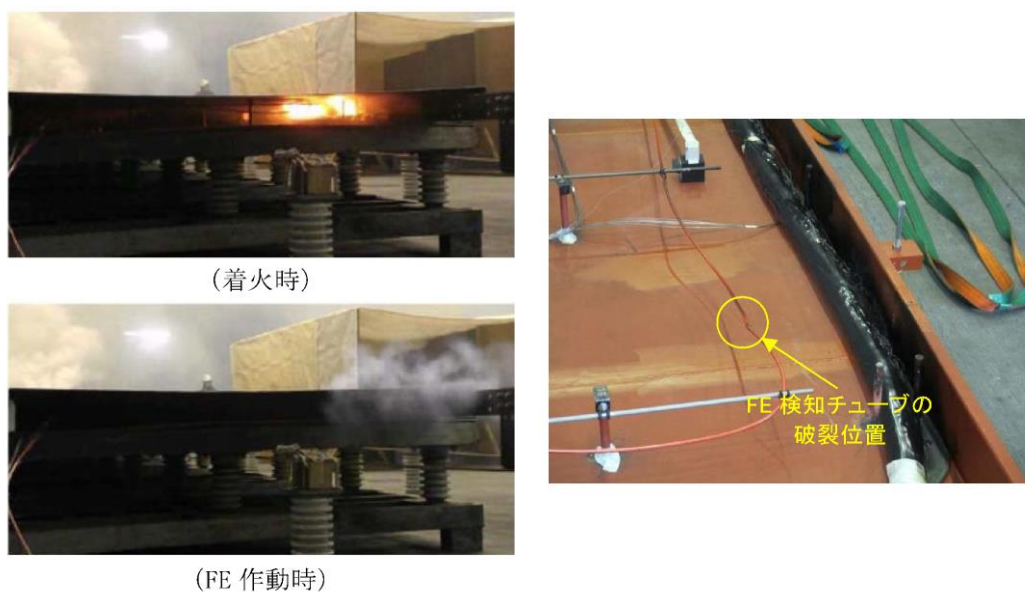
3.2. 消火実証試験の結果

3.2.1. 試験H1の結果

第4図に示すような配置において、ケーブルに過電流を通電したところ、通電開始後30分35秒で着火した。着火から16秒後（通電開始後30分51秒後）にチューブ式局所ガス消火設備（報告書ではFEと呼称）が動作し、消火することが確認された（第5図）。



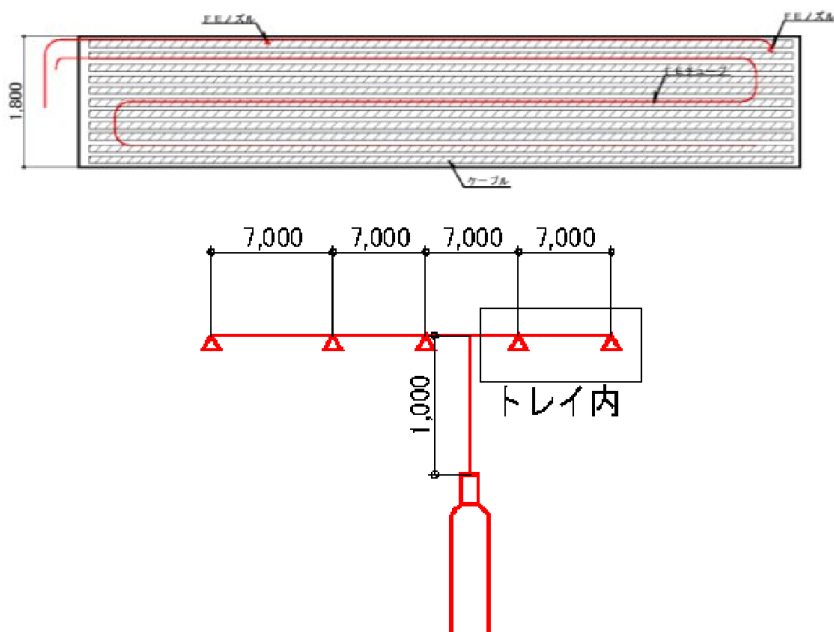
第4図 試験H1における検知チューブ等の配置概要



第5図 試験H1における発火・消火時の状態

3.2.2. 試験H2の結果

第6図に示すような配置において、ケーブルに過電流を通電したところ、通電開始後32分29秒で着火した。着火から15秒後（通電開始から32分44秒後）にチューブ式局所ガス消火設備が動作し、消火することが確認された（第7図）。



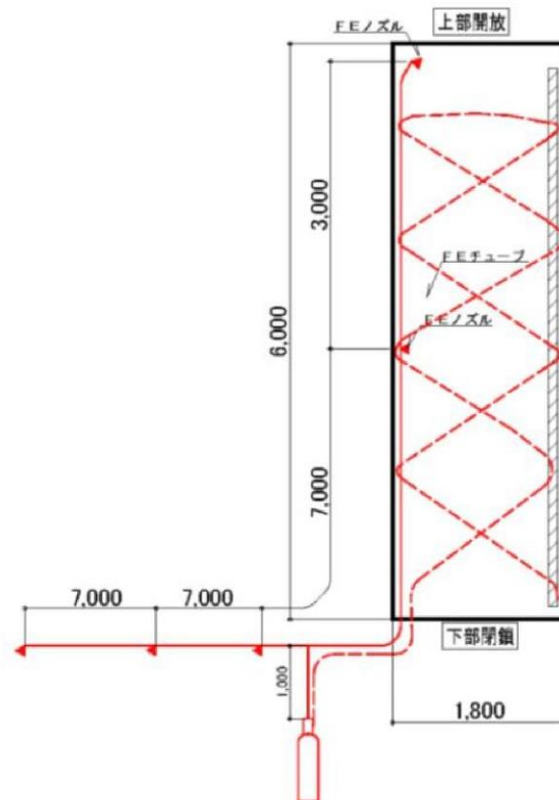
第6図 試験H2における検知チューブ等の配置概要



第7図 試験H2における発火・消火時の状態

3.2.3. 試験V1の結果

第8図に示すような配置において、ケーブルに過電流を通電したところ、通電開始後17分6秒で着火した。着火から1分39秒後（通電開始から18分45秒後）にチューブ式局所ガス消火設備が動作し、消火することが確認された（第9図）。



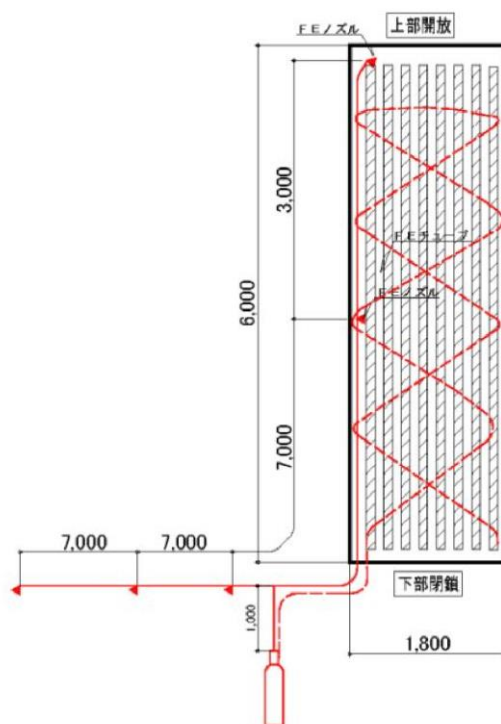
第8図 試験V1における検知チューブ等の配置概要



第9図 試験V1における発火・消火時の状態

3.2.4. 試験V2の結果

第10図に示すような配置において、ケーブルに過電流を通電したところ、通電開始後18分14秒で着火した。着火から3分26秒後（通電開始から21分40秒後）にチューブ式局所ガス消火設備が動作し、消火することが確認された（第11図）。



第10図 試験V2における検知チューブ等の配置概要



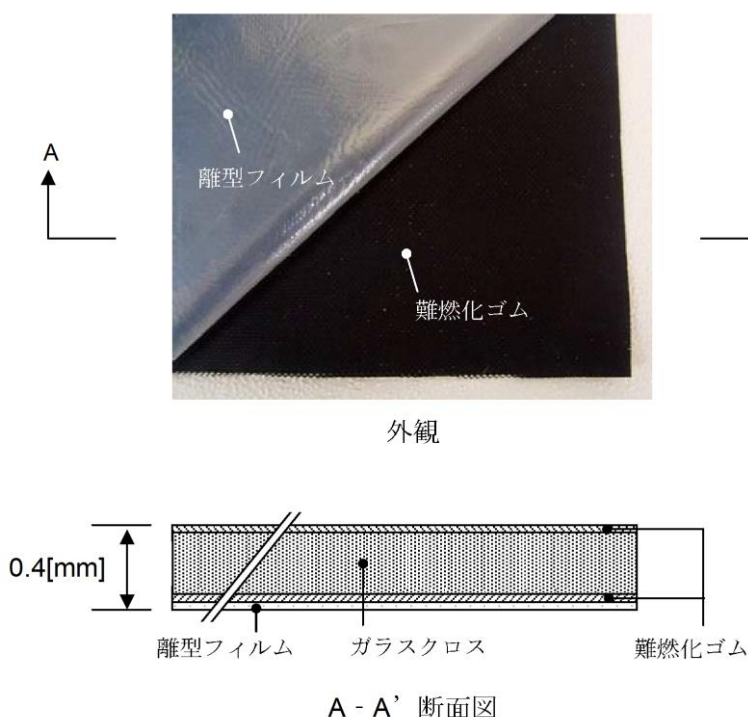
第11図 試験V2における発火・消火時の状態

以上から、実機を模擬したケーブルトレイの火災について、チューブ式局所ガス消火設備が有効に機能することを確認した。

ケーブルトレイ局所ガス消火設備に使用する ケーブルトレイカバーについて

島根原子力発電所 2 号炉の原子炉建物オペレーティングフロアに設置するケーブルトレイ局所ガス消火設備は、消火設備作動時に消火剤がケーブルトレイ外部に漏えいしないように、ケーブルトレイを延焼防止シート（プロテコシート P2・eco）で覆う設計とする（第 1 図）。ケーブルトレイを覆う延焼防止シートは酸素指数 60 以上であり、消防法上、難燃性又は不燃性を有する材料（酸素指数 26 以上）に指定される※。

※出典：「消防法施行令の一部改正に伴う運用について（合成樹脂類の範囲）（指定数量）」，消防予第 184 号，消防庁予防救急課，昭和 54 年 10 月

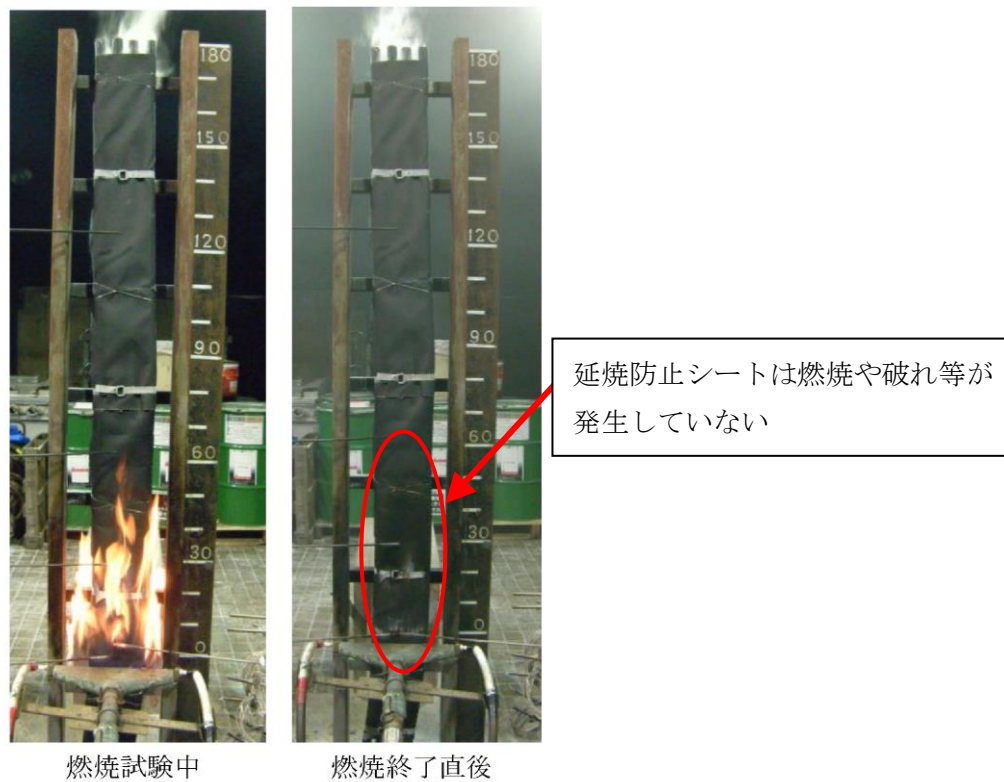


第 1 図 延焼防止シート（プロテコシート P2・eco）の概要

また、延焼防止シートは、ケーブルトレイに巻き付けた状態で IEEE383 Std1974 に基づく垂直トレイ燃焼試験（20 分間のバーナ加熱）を実施しても、第 2 図に示すとおり、接炎による燃焼や破れ等は発生しないことを確認している※。

よって、ケーブル火災等によって延焼防止シートが接炎する状態になっても、燃焼や破れ等が生じるおそれがなく、局所ガス消火設備作動後に消火剤が外部に漏えいすることがないため、局所ガス消火設備の消火性能は維持される。

※出典：「延焼防止シート「プロテコシート-P2・eco」，シート固定用「結束用ベルト」技術資料・施工要領書」，FT-施要-第 09012 号 B，古河電気工業(株)・(株) 古河テクノマテリアル



第 2 図 延焼防止シートの IEEE383 垂直トレイ燃焼試験実施後の状態

延焼防止シート施工に伴うケーブルの 許容電流低減率の評価について

島根原子力発電所 2 号炉の原子炉建物オペレーティングフロアに設置するケーブルトレイ局所ガス消火設備は、消火設備作動時に消火剤がケーブルトレイ外部に漏えいしないように、ケーブルトレイを延焼防止シート（プロテコシート P2・eco）で覆う設計とする。延焼防止シートを施工することにより、ケーブルの許容電流が低下する可能性が考えられることから、以下のとおり許容電流低減率の評価を実施した。

1. ケーブル許容電流の評価式

ケーブルの許容電流は、ケーブルの導体抵抗、誘電体損失、熱的定数及び周囲条件に影響を受ける。ケーブルの許容電流を I とすると、日本電線工業会規格 (JCS 0168-1) に定められるように、式 (1) で表すことができる。

$$I = \sqrt{\frac{T_1 - T_2 - T_d}{nrR_{th}}} \quad (\text{A}) \quad (1)$$

R_{th} : 全熱抵抗 ($^{\circ}\text{C} \cdot \text{cm}/\text{W}$)

T_1 : 常時許容温度 ($^{\circ}\text{C}$)

T_2 : 基底温度 ($^{\circ}\text{C}$)

T_d : 誘電体損失による温度上昇※ ($^{\circ}\text{C}$)

n : ケーブル線心数

r : 交流導体抵抗 (Ω)

※ : 11kV 以下のケーブルでは無視できる。

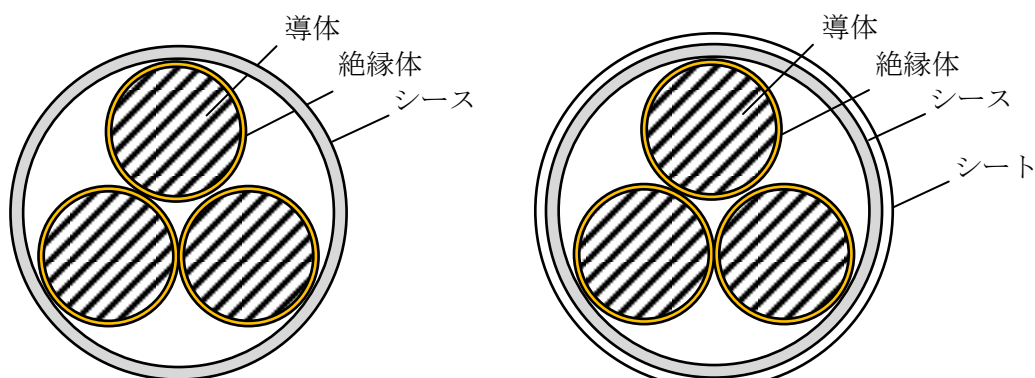
島根原子力発電所 2 号炉において、ケーブルトレイ局所ガス消火設備の消火対象となるケーブルは全て 11kV 以下の仕様であることから、誘電体損失による温度上昇 T_d は無視することができるため、許容電流 I は式 (2) で表される。

$$I = \sqrt{\frac{T_1 - T_2}{nrR_{th}}} \quad (\text{A}) \quad (2)$$

2. 延焼防止シート施工に伴う許容電流低減率の評価

島根原子力発電所 2 号炉の原子炉建物オペレーティングフロアで使用する代表的なケーブル (600V, CV, 3C-5.5mm²) について、延焼防止シート施工に伴う許容

電流低減率を評価する。第1図 (a) (b) に示すように、ケーブルに延焼防止シートを施工する前及び施工した後の許容電流 I_1 、 I_2 は式 (3) (4) で表される。



(a) 延焼防止シート施工前

(b) 延焼防止シート施工後

第1図 延焼防止シート施工に伴う許容電流低減率の評価モデル

$$I_1 = \sqrt{\frac{T_1 - T_2}{nrR_{th1}}} \quad (A) \quad (3)$$

R_{th1} : 延焼防止シート施工前の全熱抵抗 ($^{\circ}\text{C} \cdot \text{cm}/\text{W}$)

ここで、 $R_{th1} = R_1 + R_2 + R_3 = 26.2 + 23.0 + 145.5 = 194.8$

R_1 : 絶縁体の熱抵抗 ($^{\circ}\text{C} \cdot \text{cm}/\text{W}$)

R_2 : シースの熱抵抗 ($^{\circ}\text{C} \cdot \text{cm}/\text{W}$)

R_3 : シースの表面放散熱抵抗 ($^{\circ}\text{C} \cdot \text{cm}/\text{W}$)

$$I_2 = \sqrt{\frac{T_1 - T_2}{nrR_{th2}}} \quad (A) \quad (4)$$

R_{th2} : 延焼防止シート施工後の全熱抵抗 ($^{\circ}\text{C} \cdot \text{cm}/\text{W}$)

ここで、 $R_{th2} = R_1 + R_2 + R_4 + R_5 = 26.2 + 23.0 + 1.9 + 141.9 = 193.1$

R_4 : シートの熱抵抗 ($^{\circ}\text{C} \cdot \text{cm}/\text{W}$)

R_5 : シートの表面放散熱抵抗 ($^{\circ}\text{C} \cdot \text{cm}/\text{W}$)

延焼防止シート施工に伴う許容電流低減率を η とすると式 (5) で表される。

$$\eta = \left(1 - \frac{I_2}{I_1}\right) \times 100 = \left(1 - \sqrt{\frac{R_{th1}}{R_{th2}}}\right) \times 100 \quad (\%) \quad (5)$$

ここで、 R_{th1} と R_{th2} がそれぞれ194.8 (°C・cm/W), 193.1 (°C・cm/W) であり、式(6)に示すように、延焼防止シート施工に伴う許容電流低減率はほぼゼロである。

$$\eta = \left(1 - \sqrt{\frac{194.8}{193.1}}\right) \times 100 \cong 0 \quad (\%) \quad (6)$$

上記の許容電流低減率の評価は、ケーブルに延焼防止シートを直接巻いた場合を想定したものであるが、ケーブルトレイに延焼防止シートを巻いた場合においても、延焼防止シートの熱抵抗は変わらないことから、許容電流低減率に大きな差異は生じないと考えられる。

以上から、延焼防止シートを施工してもケーブルの許容電流に影響が生じないことを確認した。

ケーブルトレイへの延焼防止シートの取付方法について

島根原子力発電所 2 号炉のケーブルトレイ局所ガス消火設備では、消火設備作動時に消火剤がケーブルトレイ外部に漏えいしないように、ケーブルトレイに延焼防止シート（プロテコシート P2・eco）で覆う設計とする。この延焼防止シートは、遮炎性を保つために、シート端部に重ね代を取る等、製造メーカーによって標準的な取付方法が定められている※。延焼防止シートについて、製造メーカーの標準的なケーブルトレイへの取付方法を以下に示す。

※出典：「延焼防止シート「プロテコシート-P2・eco」、シート固定用「結束用ベルト」技術資料・施工要領書」, FT-施要-第 09012 号 B, 古河電気工業(株)・(株) 古河テクノマテリアル

1. 材料の仕様

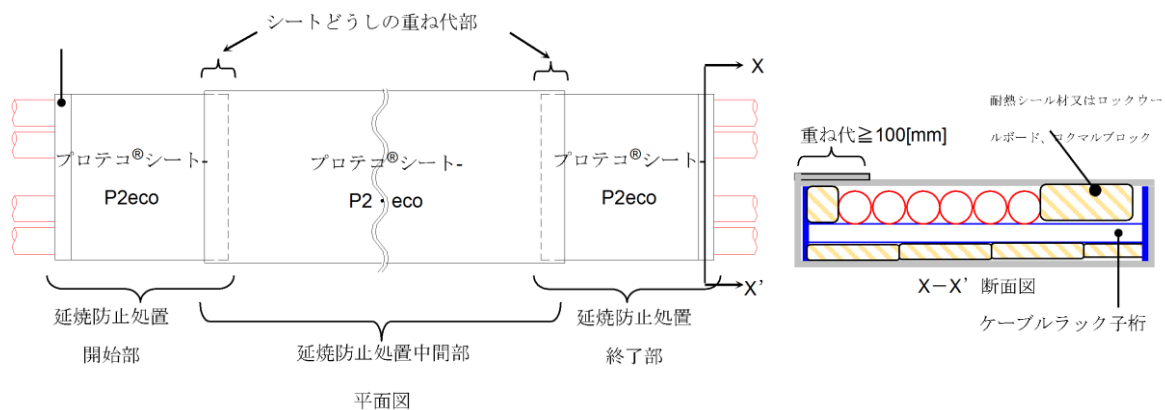
ケーブルトレイへの延焼防止シート取り付けで使用する材料の仕様を第 1 表に示す。

第 1 表 材料の仕様（※の資料から抜粋）

シート名	仕様	適用	外観
プロテコ®シート-P2・eco	基材のガラスクロス両面に難燃化ゴムがコーティングされた構造。 厚さ 0.4[mm]。	電力・光・通信・制御ケーブルなどを延焼防止処置する場合	
結束用ベルト	シリコンコートガラスクロス製ベルトの片端に鋼製バックルが縫い付けられた構造。	KT-35 (幅 35[mm]タイプ) : プロテコ®シート-P2・eco 固定用	
		KT-19 (幅 19[mm]タイプ) : プロテコ®シート-P2・eco 固定用	

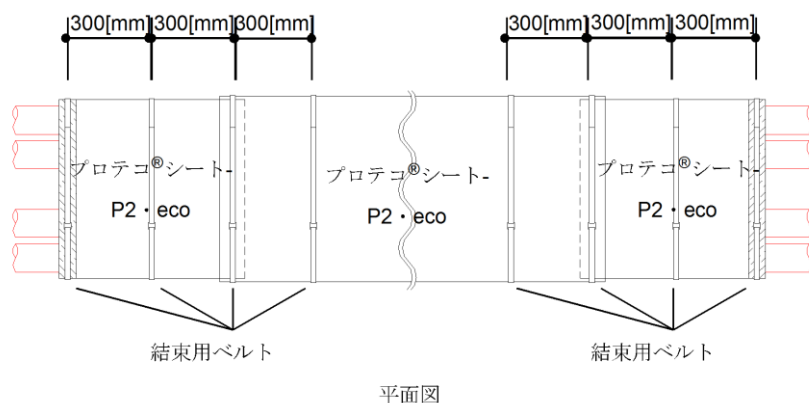
2. 標準的な延焼防止シート（プロテコシート）の取付方法

第1図に示すように、延焼防止処理開始部のケーブルトレイには、プロテコシート P2・eco を X-X' 断面図のように、シートを 100mm 以上重ね合わせて巻き付ける。延焼防止処置の中間部においては、プロテコシート P2・eco を延焼防止処置開始部に対して、シートを 100mm 以上重ね合わせて巻き付ける。



第1図 延焼防止シートの標準的な巻き付け方法（※の資料から抜粋）

また、プロテコシートを巻き付け後に、第2図に示すように結束用ベルトを用いて 300mm 間隔で取り付ける。結束用ベルトは、シートの重ね部にも取り付ける。



第2図 結束用ベルトの標準的な取付方法（※の資料から抜粋）

島根原子力発電所 2 号炉における
ガス消火設備等の耐震設計について

島根原子力発電所 2 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。

島根原子力発電所 2 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、局所ガス消火設備は、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。

また、耐震 S クラスの機器等を防護する全域ガス消火設備等に対する耐震設計方針を第 2 表に示す。

第1表 火災感知設備及び消火設備の耐震設計

主な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	感知・消火設備の耐震設計
残留熱除去ポンプ 原子炉隔離時冷却ポンプ 高圧炉心スプレイポンプ	S s 機能維持
原子炉補機冷却水ポンプ	S s 機能維持
蓄電池	S s 機能維持
非常用ディーゼル発電機	S s 機能維持

第2表 全域ガス消火設備等の耐震設計方針

消火設備の機器	S s 機能維持を確保するための対応
容器弁 選択弁 制御盤, 受信機盤 感知器	加振試験による確認
ボンベラック 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機器等を設置する火災区域にある耐震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材料とする。また、使用する潤滑油については、引火点が高い(約200~260℃)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、局所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。

島根原子力発電所 2 号炉における
ガス消火設備等の動作に伴う
機器等への影響について

島根原子力発電所 2 号炉における
ガス消火設備等の動作に伴う機器等への影響について

1. はじめに

島根原子力発電所 2 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動作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」（一臭化三フッ化メタン：CF₃Br）

「FK-5-1-12」（ドデカフロオロ-2-メチルペンタン-3-オン：
CF₃-CF₂-C(O)-CF(CF₃)₂）

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）等の有毒なものがあるが、消火後の入室時には、ガス濃度の測定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ン1301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1301が放射し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. 誤動作による影響

3.2.1. 人体への影響

- ・全域ガス消火設備のハロン1301が誤動作した場合の濃度は約5%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が誤動作した場合の濃度（約5%）は、雰囲気中の酸素濃度を低下させる濃度ではない（誤動作後の酸素濃度は20%）ことから酸欠にもならない。

※1：人が消火剤にさらされた時、何の変化も観察できない濃度

- ・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。
- ・FK-5-1-12が誤動作した場合についてはケーブルトレイ内への噴射となり、ケーブルトレイについては上部の開口を閉鎖する。よって、消火ガスは原則トレイ内に残留するため、人体への影響はない。

以上から、ハロン1301、FK-5-1-12を消火剤とするガス消火設備が誤動作しても、人体への影響はない。

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、FK-5-1-12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。

島根原子力発電所 2 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

島根原子力発電所 2 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、全域ガス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布設する等、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、また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。

燃焼には以下の 3 要素全てが必要となる。

- ・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、ケーブルトレイ等ケーブルを多条に布設する狭隘な場所での火災が発生し、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り込もうとするが、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り込まれることから、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り込まれない場合は、ケーブルの燃焼は継続しない。

なお、全域ガス消火設備は、同じガス系消火設備の窒素ガスや二酸化炭素ガス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。

局所ガス消火設備によるケーブルトレイ内消火に関しても同様に布設された内側のケーブルまで周囲の酸素が取り込まれる場合は消火ガスの効果が期待され、消火ガスが届かない場合はケーブル燃焼自体が継続しないことから、狭隘部においても有効に作用するものである。

島根原子力発電所 2 号炉における
ガス消火設備の消火能力について

島根原子力発電所 2 号炉における
ガス消火設備の消火能力について

1. はじめに

島根原子力発電所 2 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並びに局所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の濃度について

消防法施行規則第二十条第三号（別紙 1）において、全域ガス消火設備におけるハロン1301の体積 1 m³あたりの消火剤の必要量は0.32kg以上と定められている。

上記消火剤を濃度に換算すると、ハロン1301は約 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%とする。

なお、全域ガス消火設備の防護対象区域に開口部があり、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 1 m²あたりハロン1301を2.4kg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%^{※2}であり、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. 局所ガス消火設備における FK-5-1-12 のガス濃度について

3.1. 消防法で定められたハロン系ガスの濃度について

ケーブルトレイ火災に適用する FK-5-1-12 の局所ガス消火設備については、トレイ上面については閉鎖するが、両端部はトレイの構造上開口となる。消防法施行規則第二十条 3号では FK-5-1-12 の必要ガス量を $0.84 \sim 1.46 [\text{kg}/\text{m}^3]$ と定めている一方、開口補償係数が定められていない。開口補償係数に関しては電力中央研究所報告「チューブ式自動消火設備のケーブルトレイ火災への適用性評価」

(N14008) にて消防法の必要ガス量に加えて、 $6.3 [\text{kg}/\text{m}^2]$ の開口補償係数を設定することで、消火性能が確保されることを試験にて確認していることから、上記の量を満足するものとする。

4. 耐火ラッピングを施工したケーブルトレイの火災について

島根原子力発電所 2 号炉では、火災の影響軽減対策として、一部のケーブルトレイに耐火ラッピングを施工する。耐火ラッピングを施工したケーブルトレイ内で生じる火災は、隙間が生じないようにシール処理した耐火ラッピングが閉鎖空間を形成すること、耐火ラッピング内に実証試験により自己消火性及び延焼性を確認した難燃ケーブル以外の可燃物が存在しないことから、外部には延焼せずに自己消火する。したがって、耐火ラッピングを施工したケーブルトレイには全域ガス消火設備又は局所ガス消火設備を設置しない。

5. 島根原子力発電所 2 号炉への適用について

島根原子力発電所 2 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。

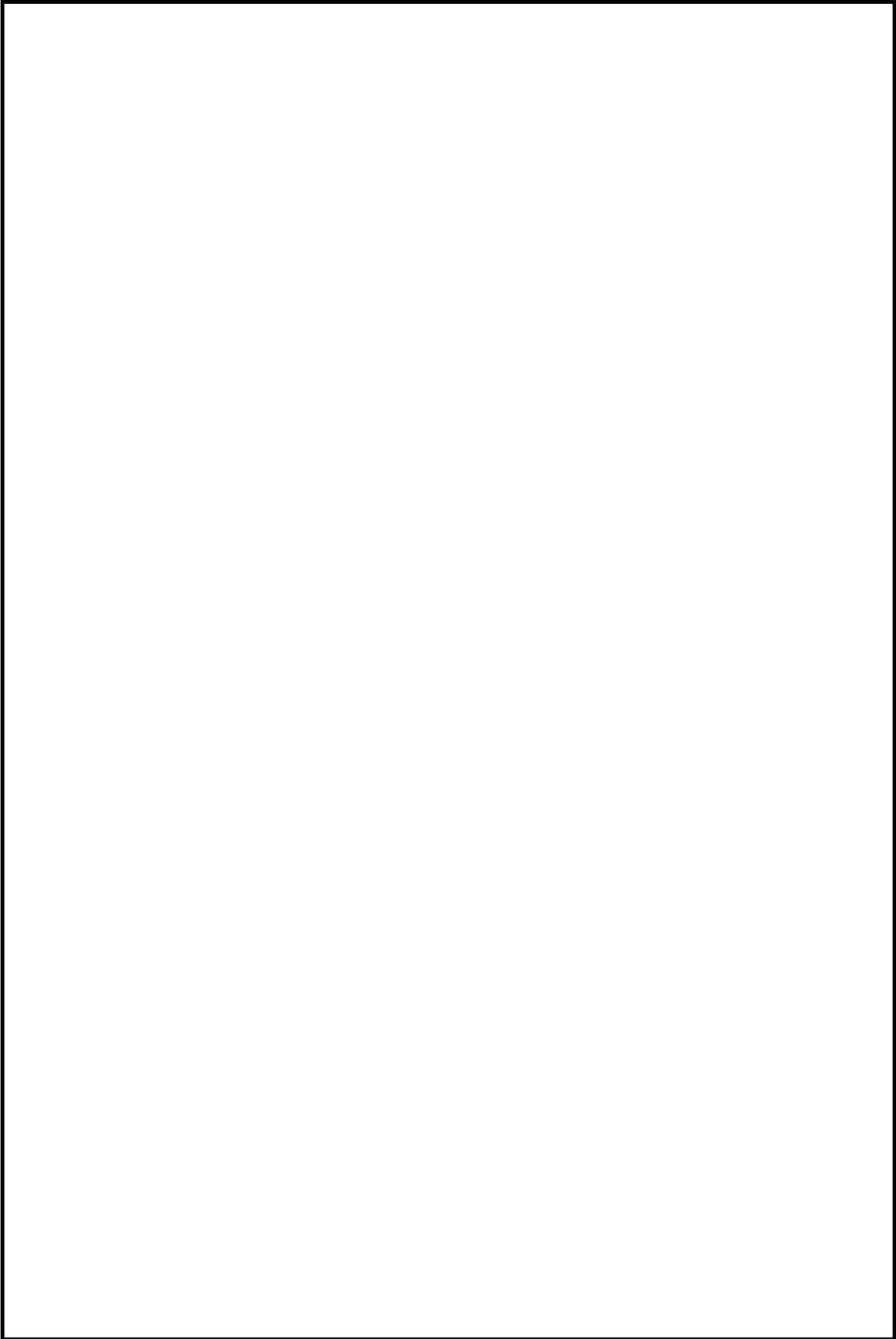
よって、消防法等に基づいた上記設計濃度で十分に消火可能である。

島根原子力発電所 2 号炉における
消火設備の必要容量について

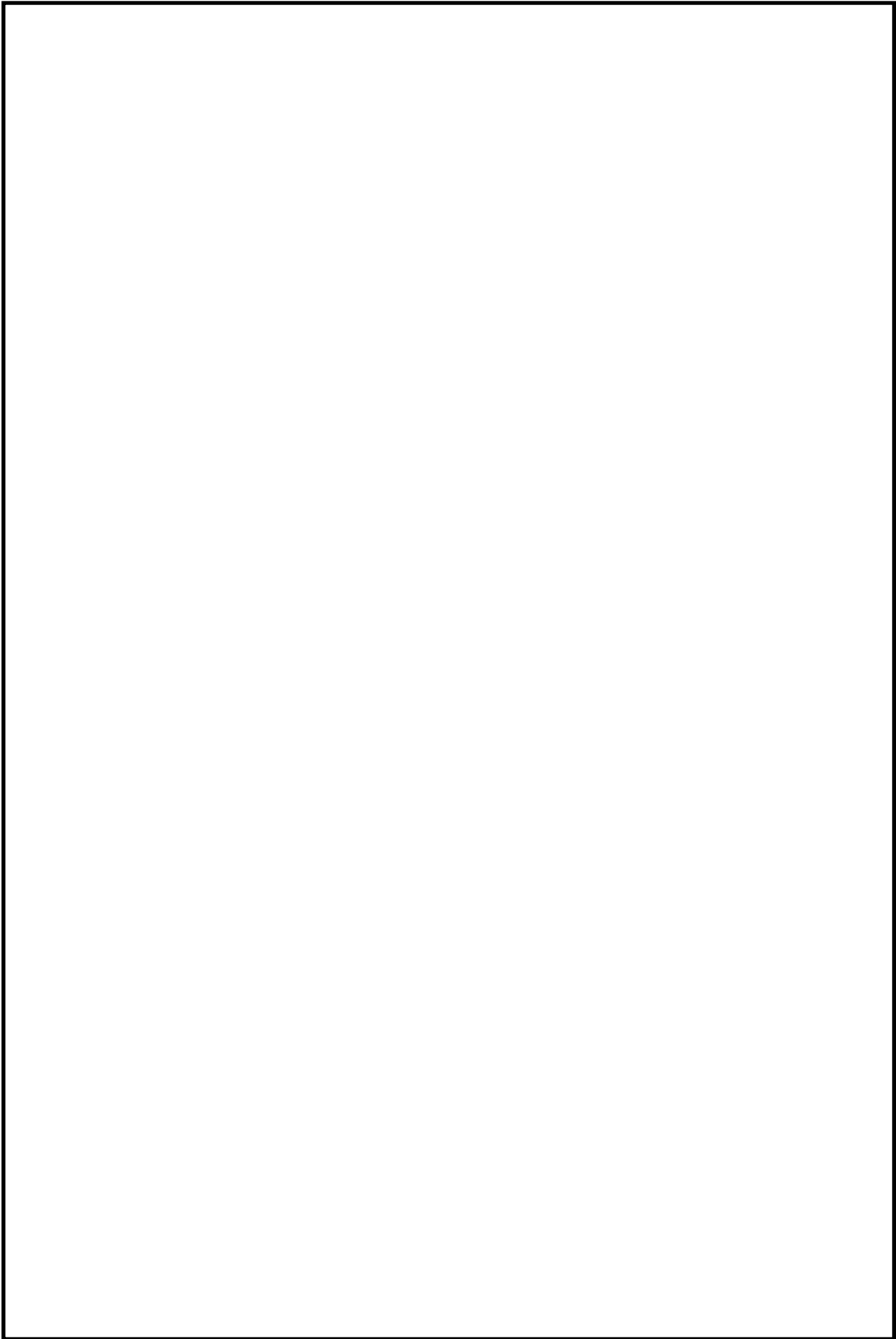
第1表 消火設備の必要容量について

消火対象	消火剤	消火剤必要量 (消火剤設置量)	消火剤必要量算出式	消防法施行規則 等準拠条項
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構築物、系統及び機器（全域）	ハロン1301	対象箇所の体積に 応じて設置	火災区域（区画）の体積 ×0.32kg/m ³	第二十条
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（局所）	FK-5-1-12	対象箇所の体積に 応じて設置	対象機器の空間体積 ×0.84kg/m ³ 以上、1.46 kg/m ³ 以下に開口補償を見込む	第二十条

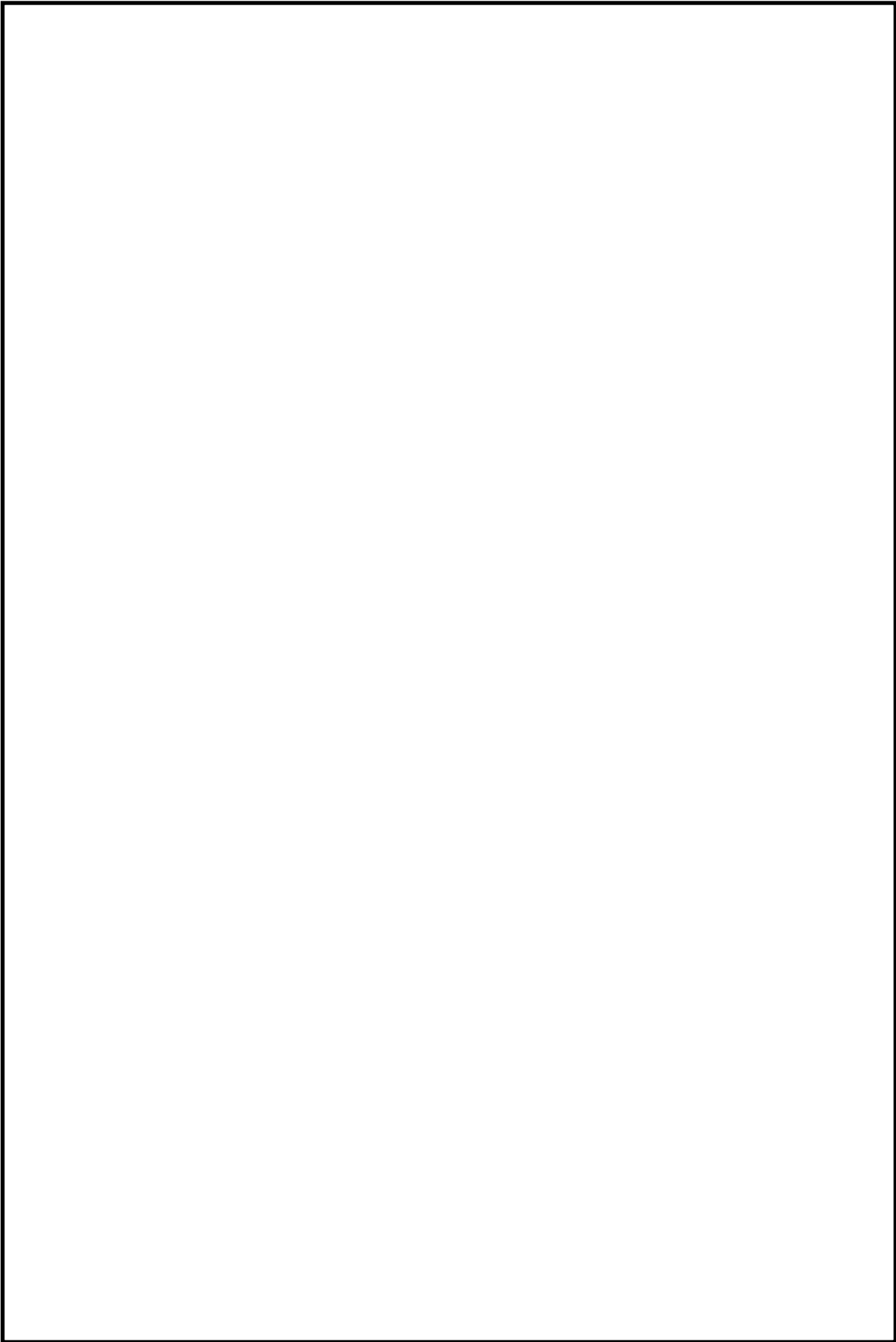
島根原子力発電所 2 号炉における
消火栓配置図並びに手動消火の対象となる
低耐震クラス機器リスト



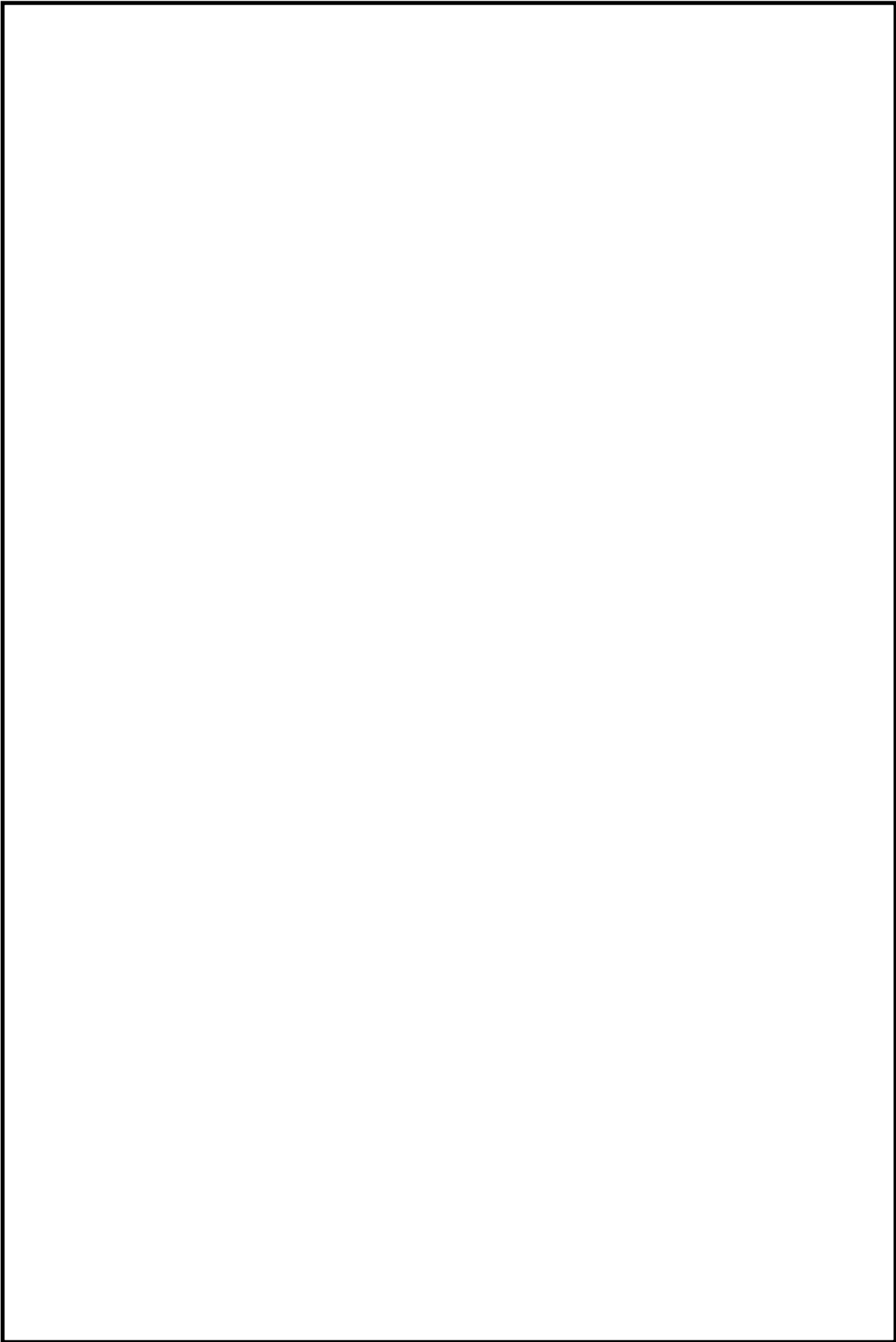
本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。



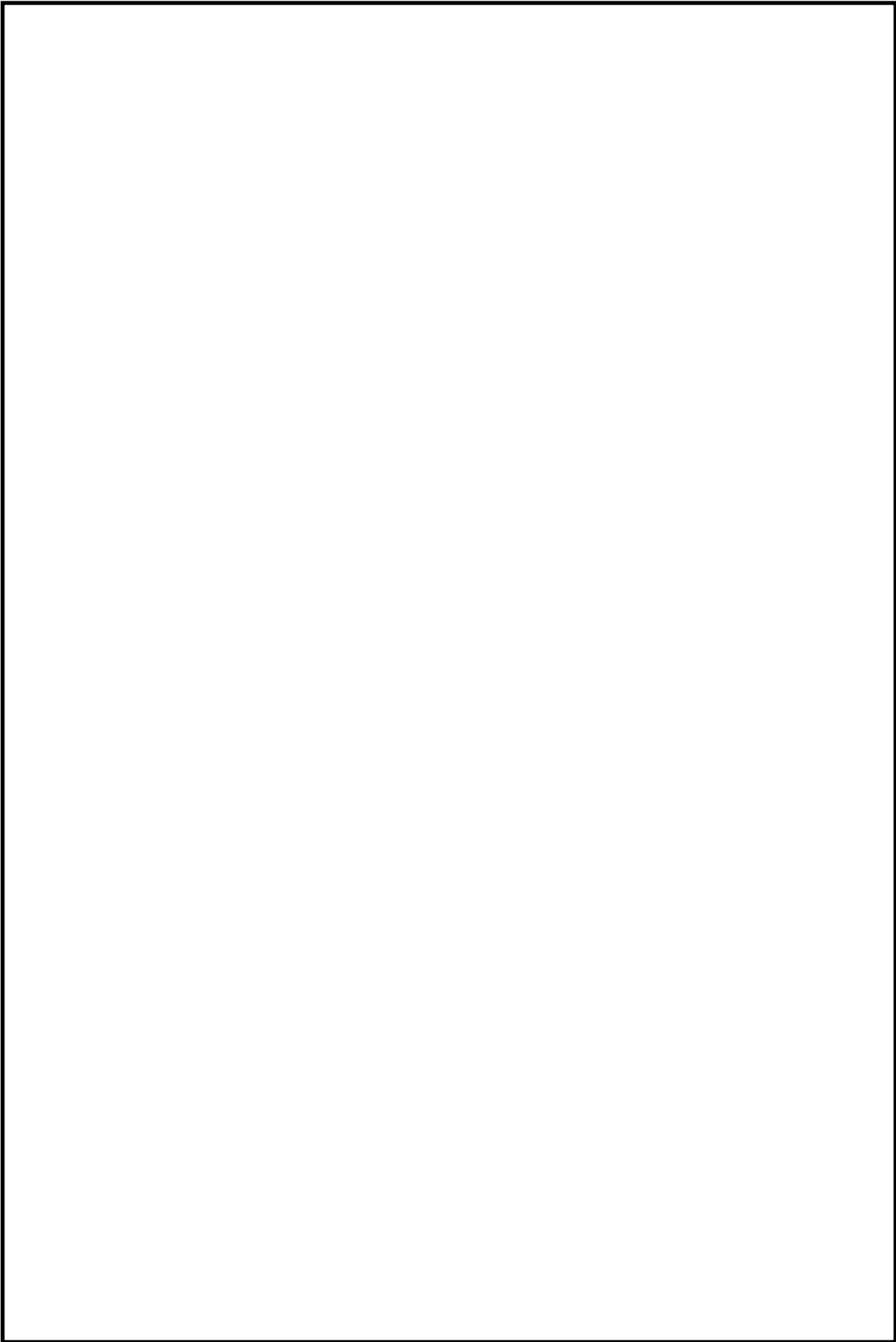
本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。



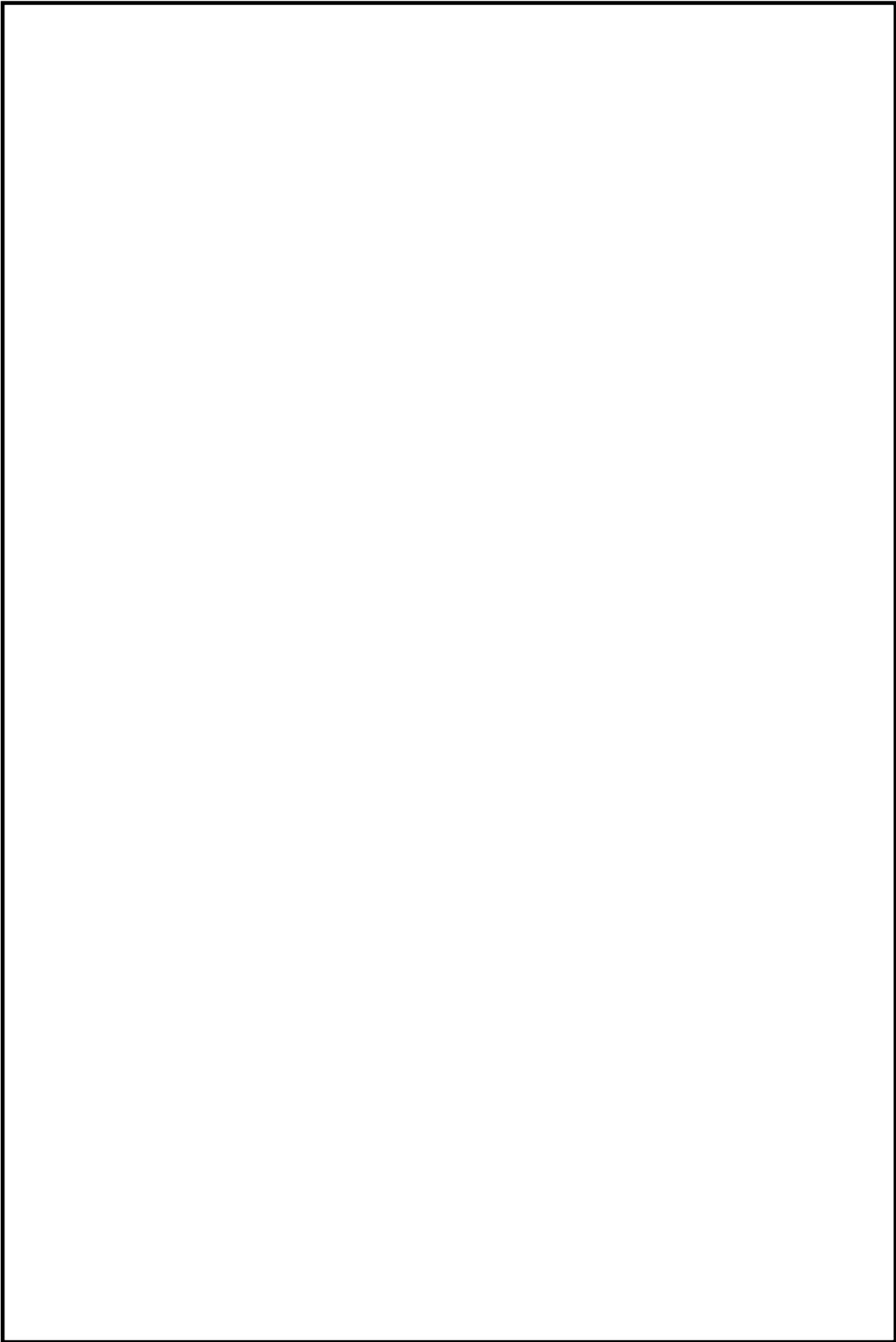
本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。



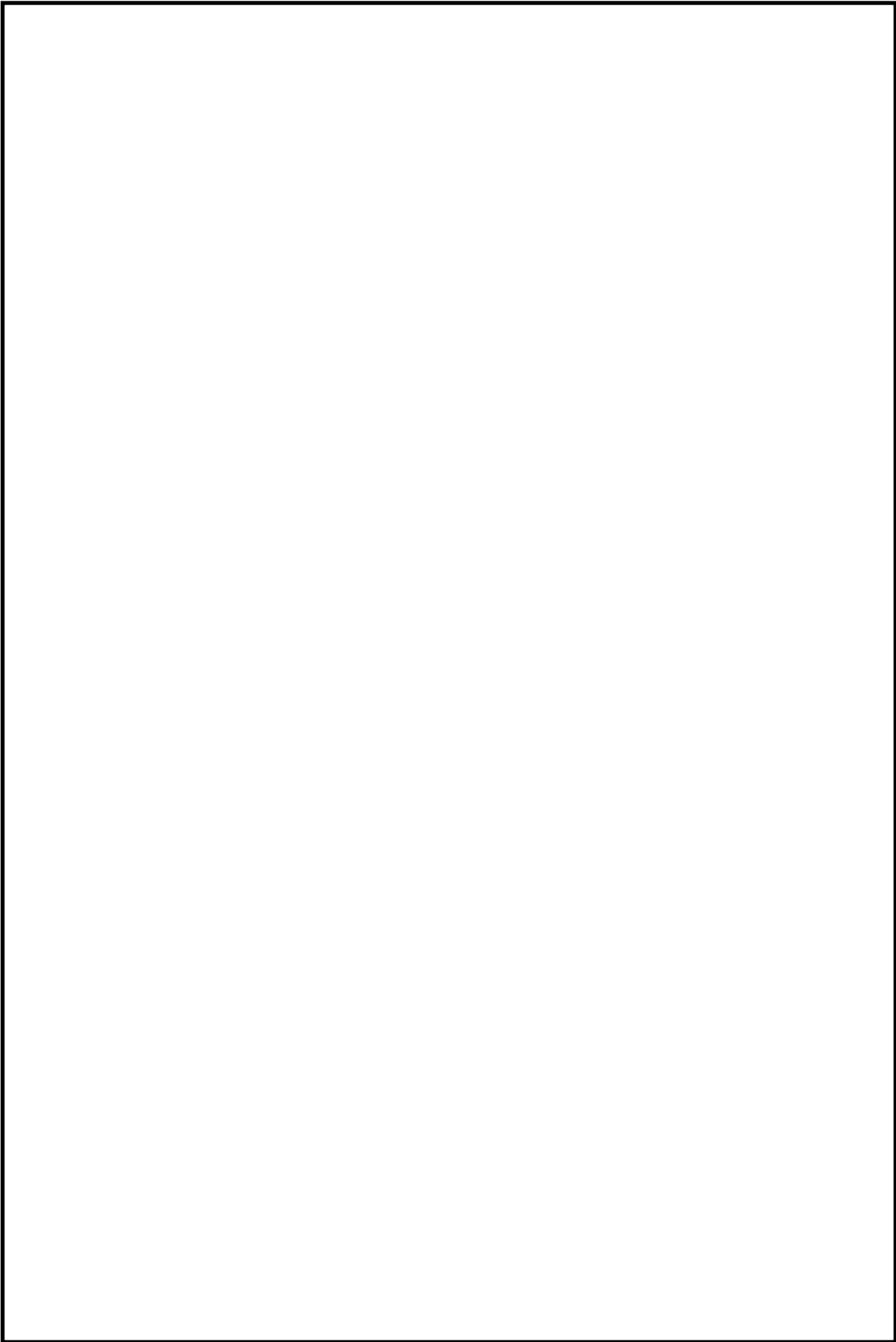
本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。



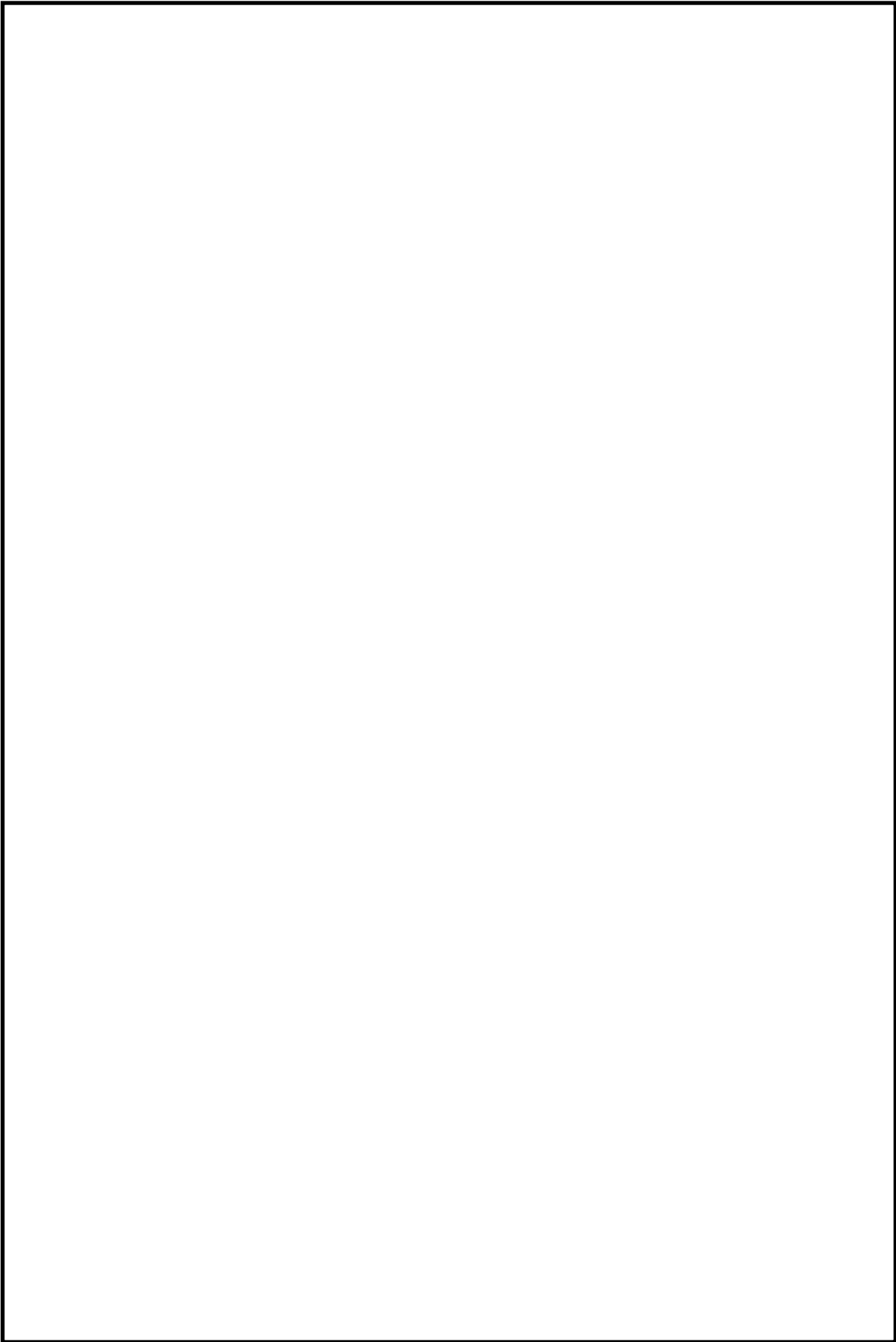
本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。



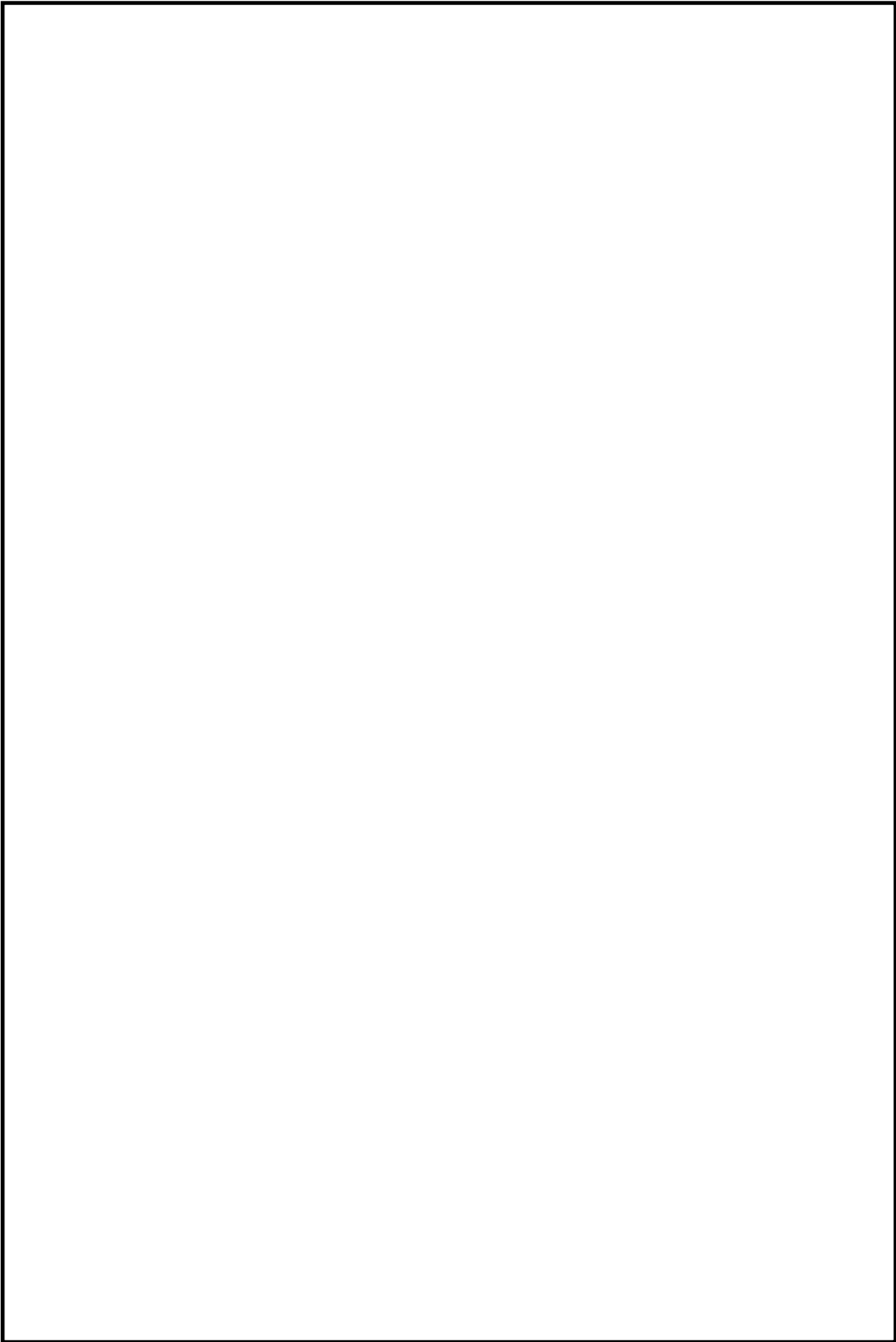
本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。



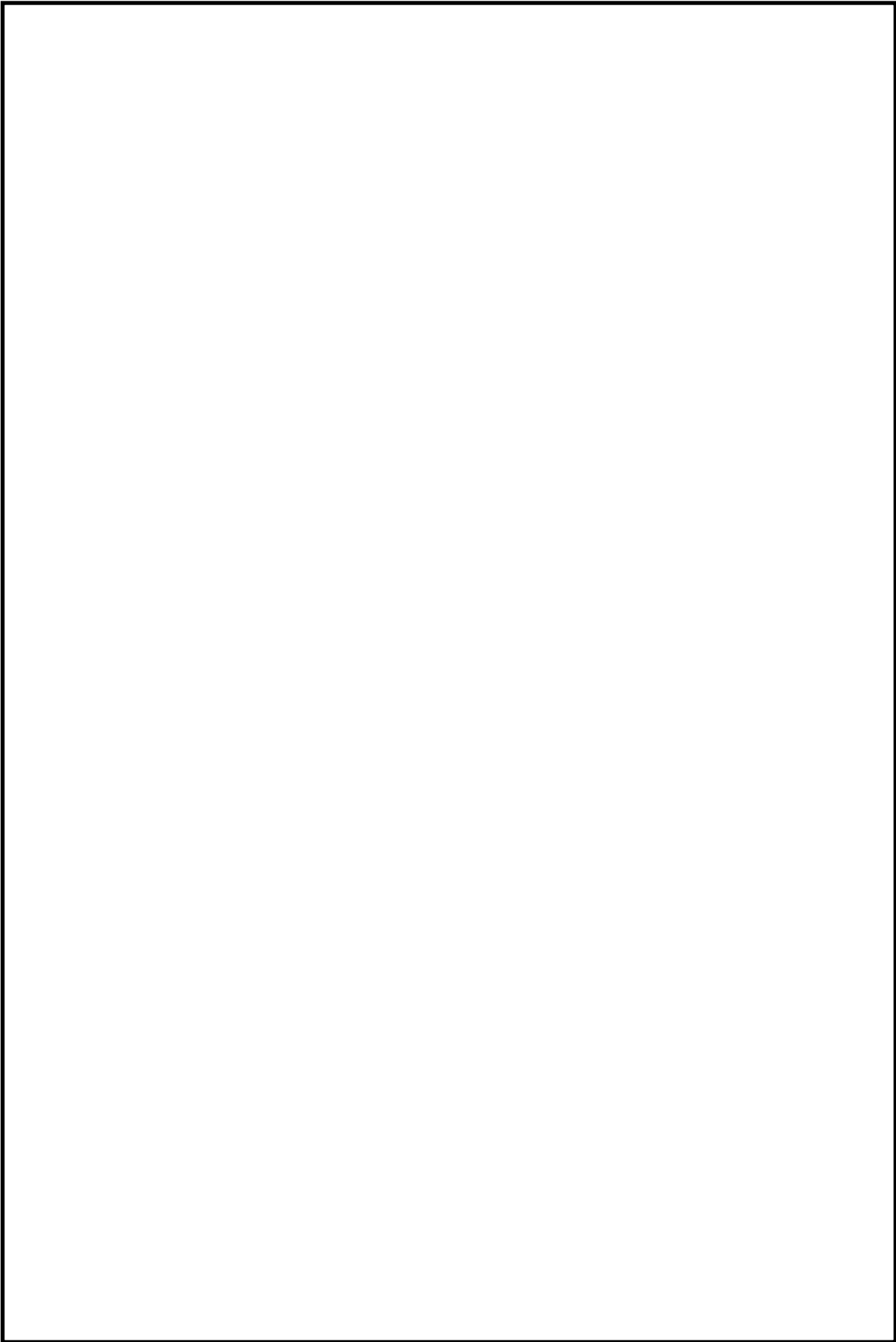
本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。



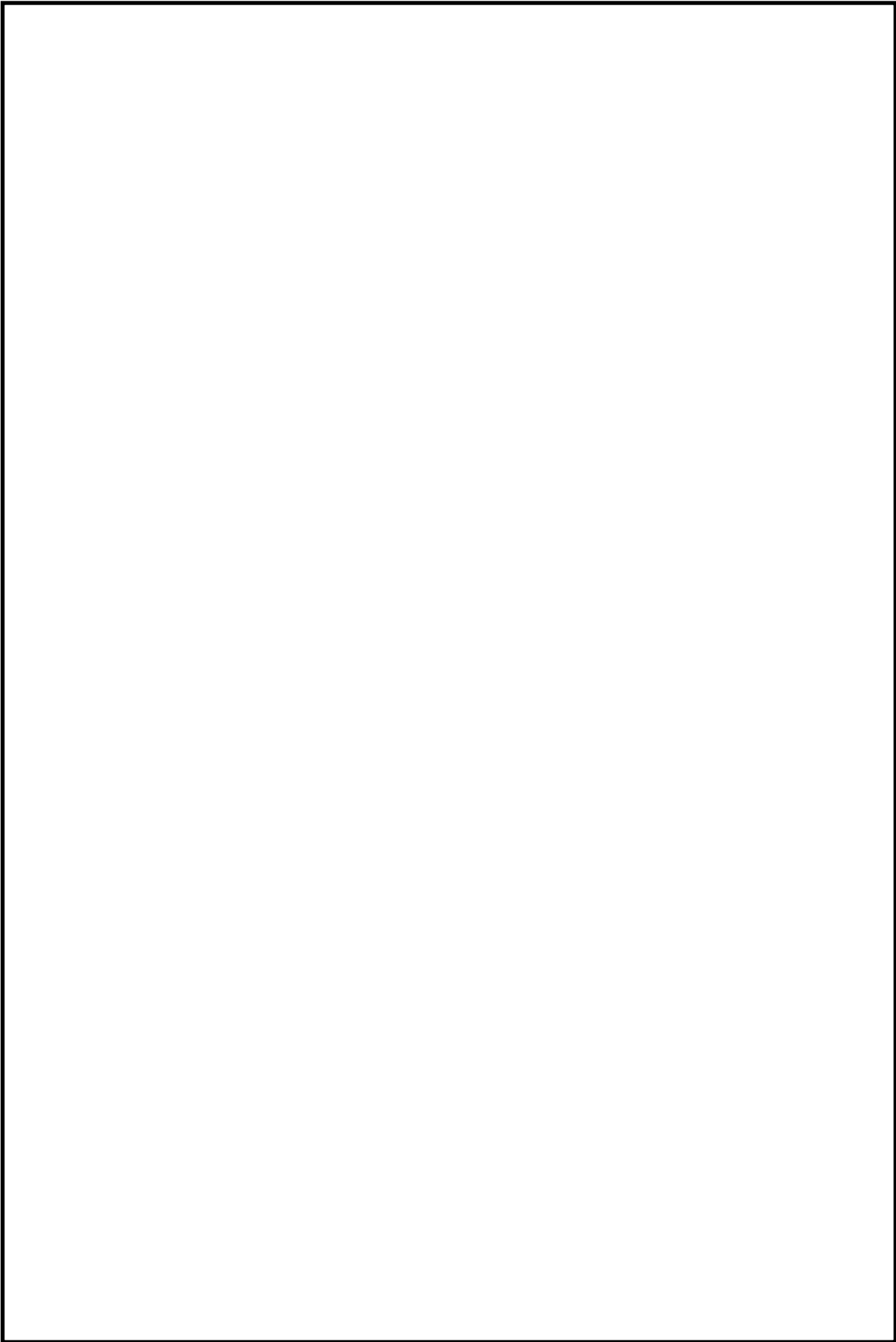
本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。



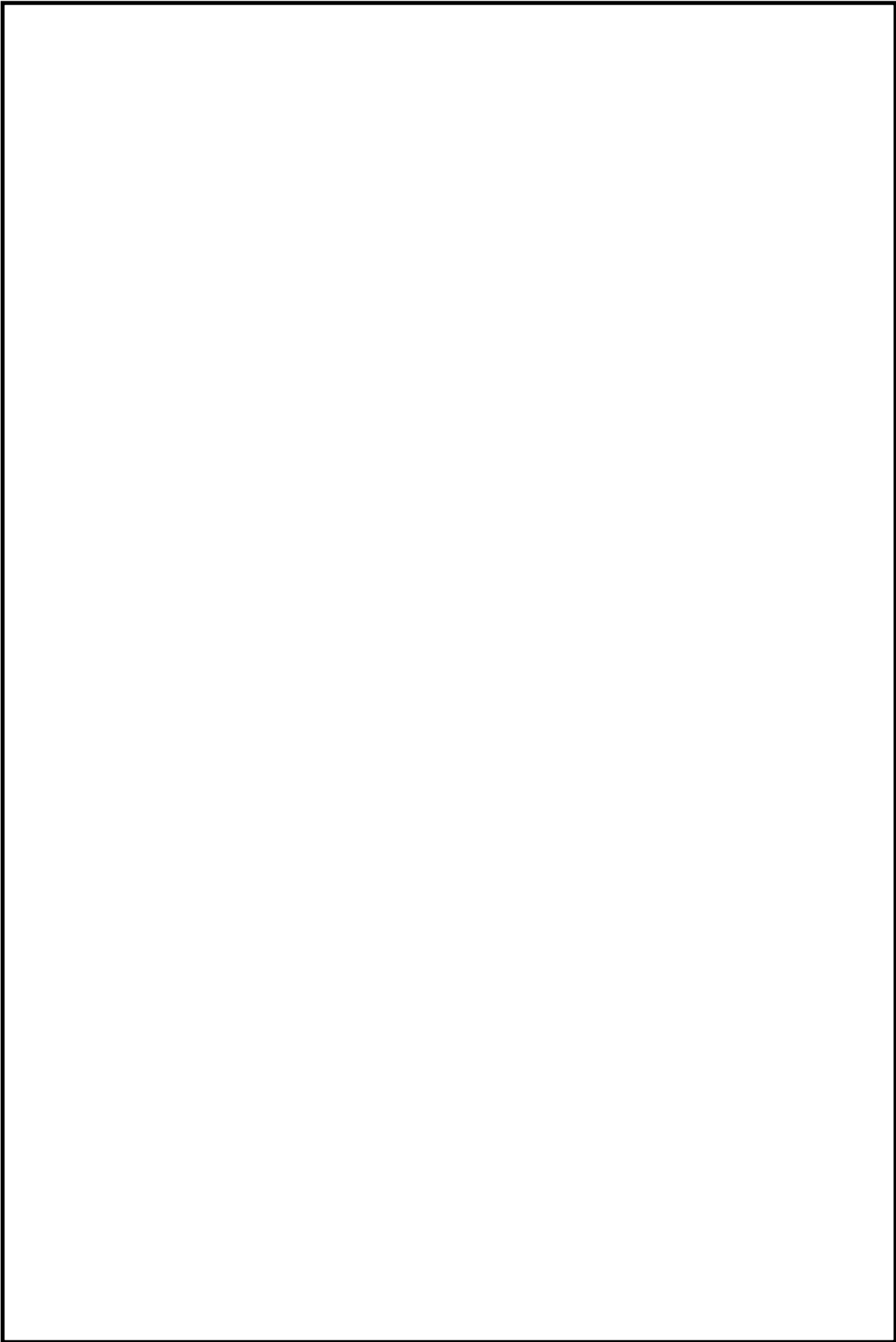
本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。



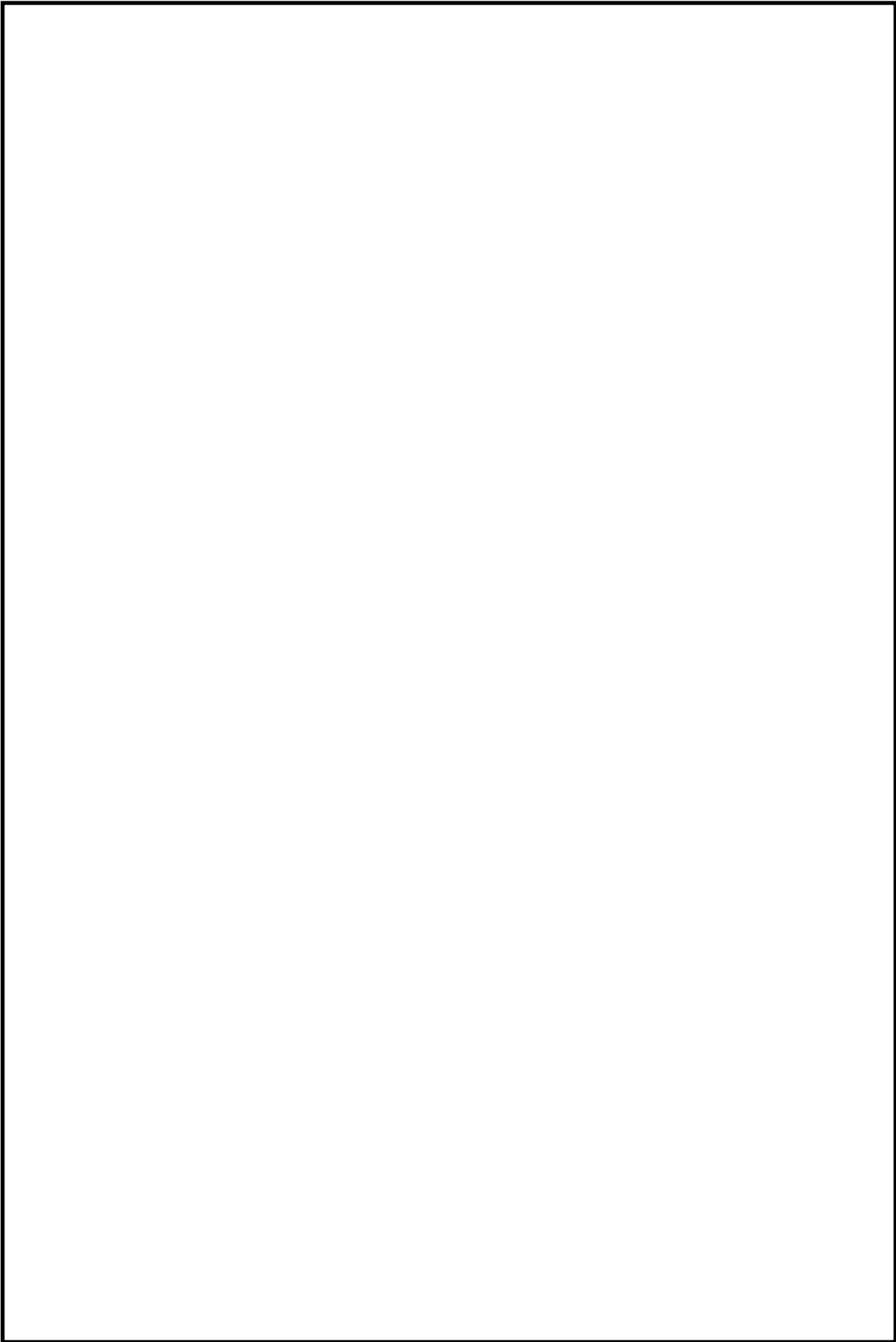
本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。



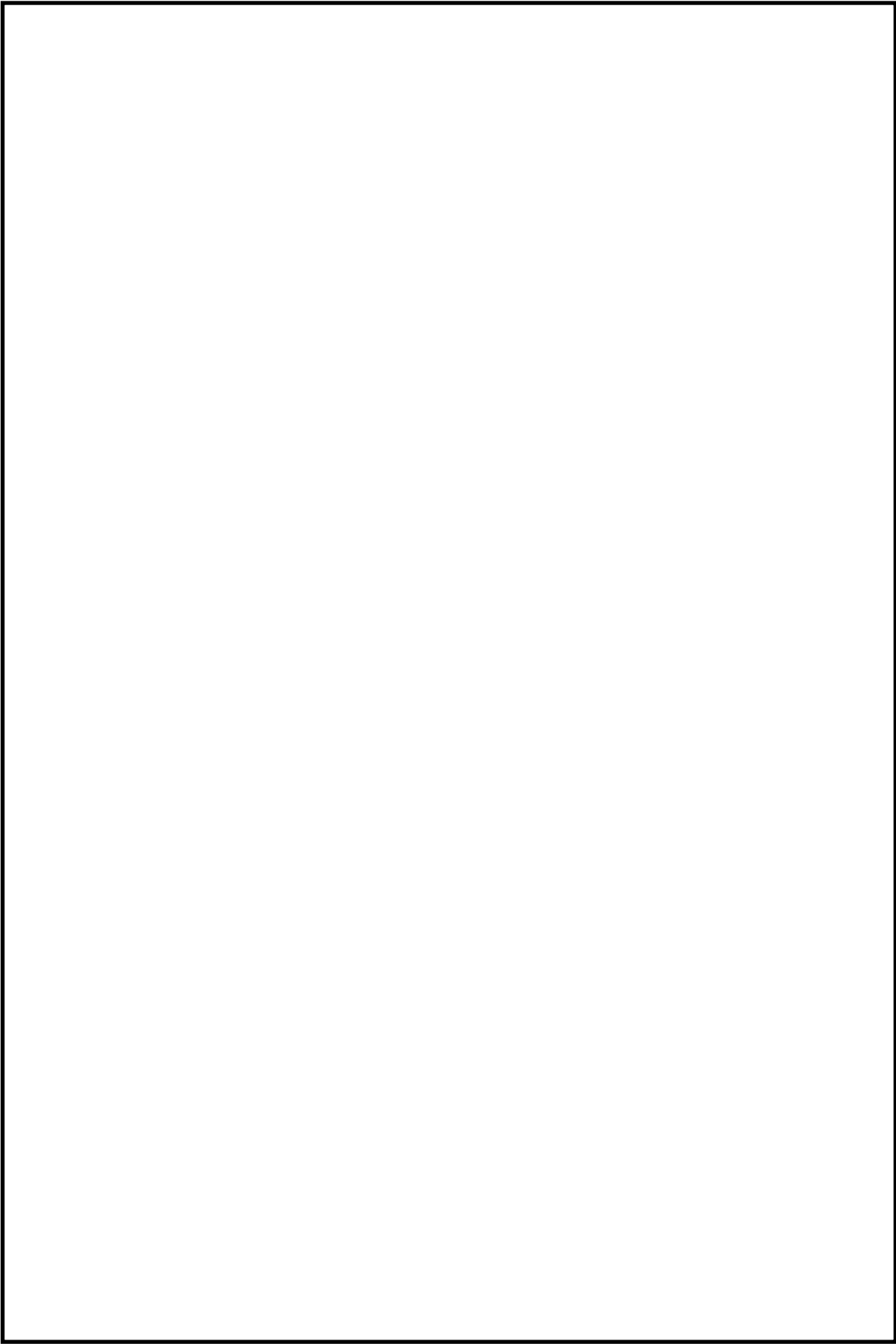
本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。



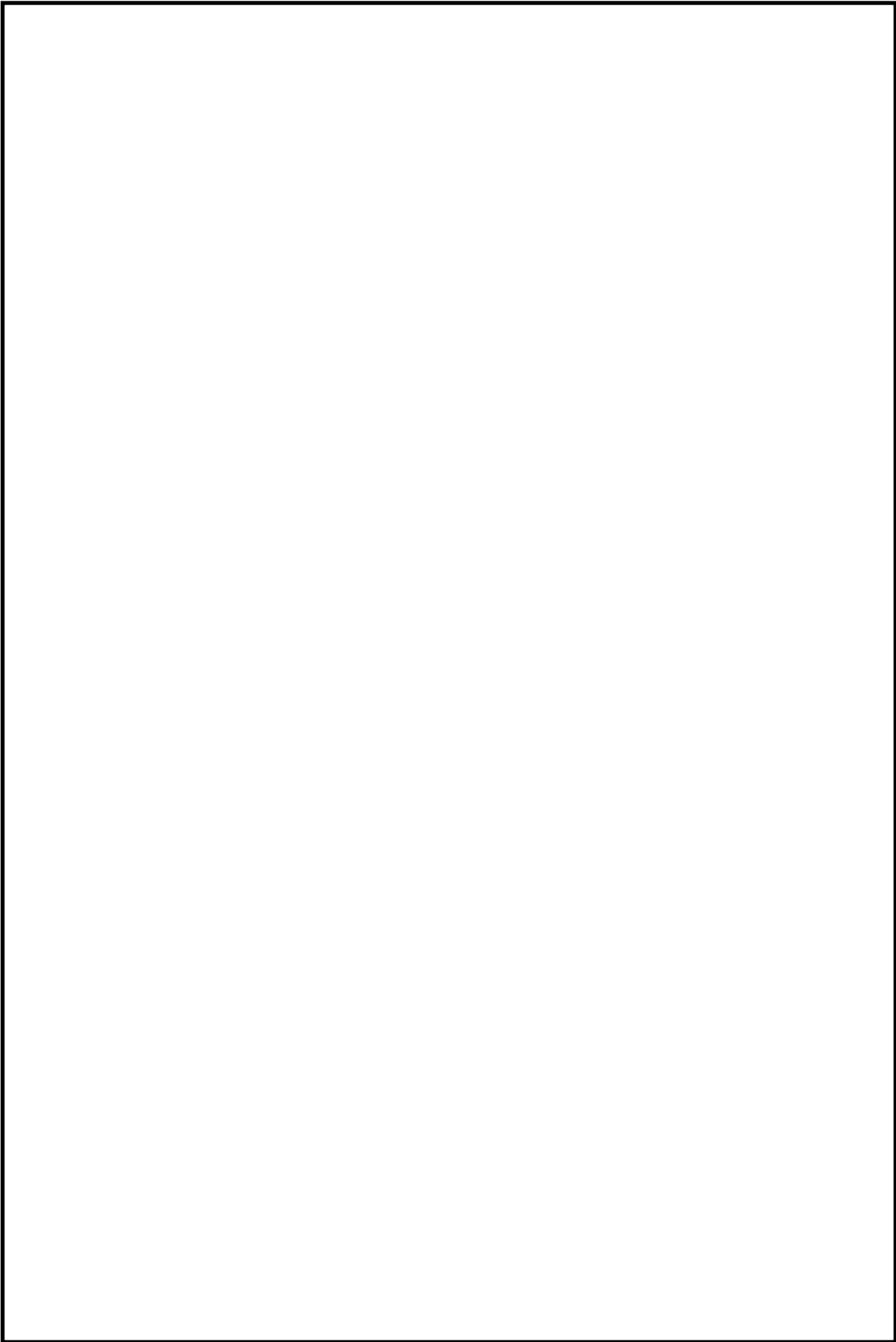
本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。



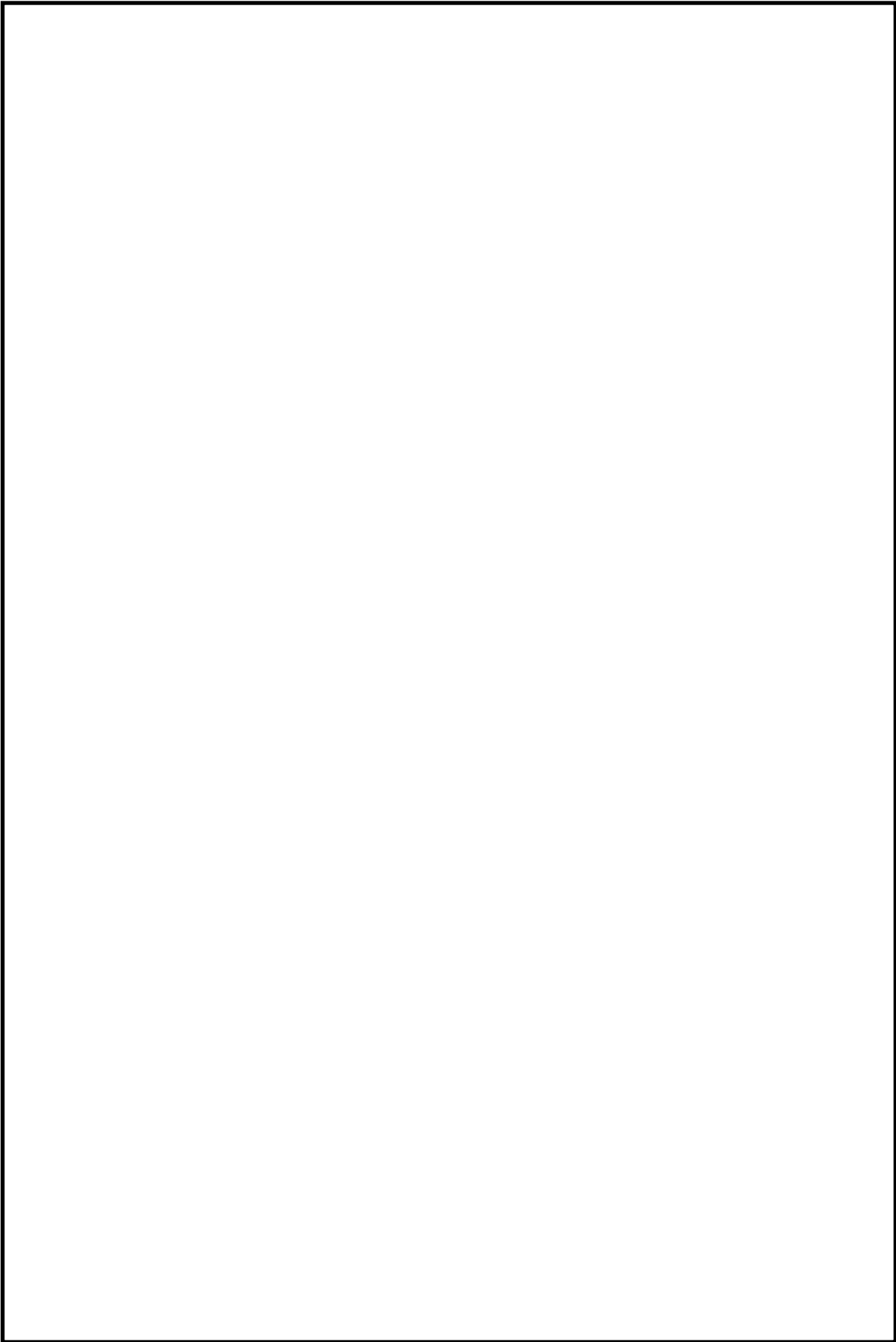
本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。



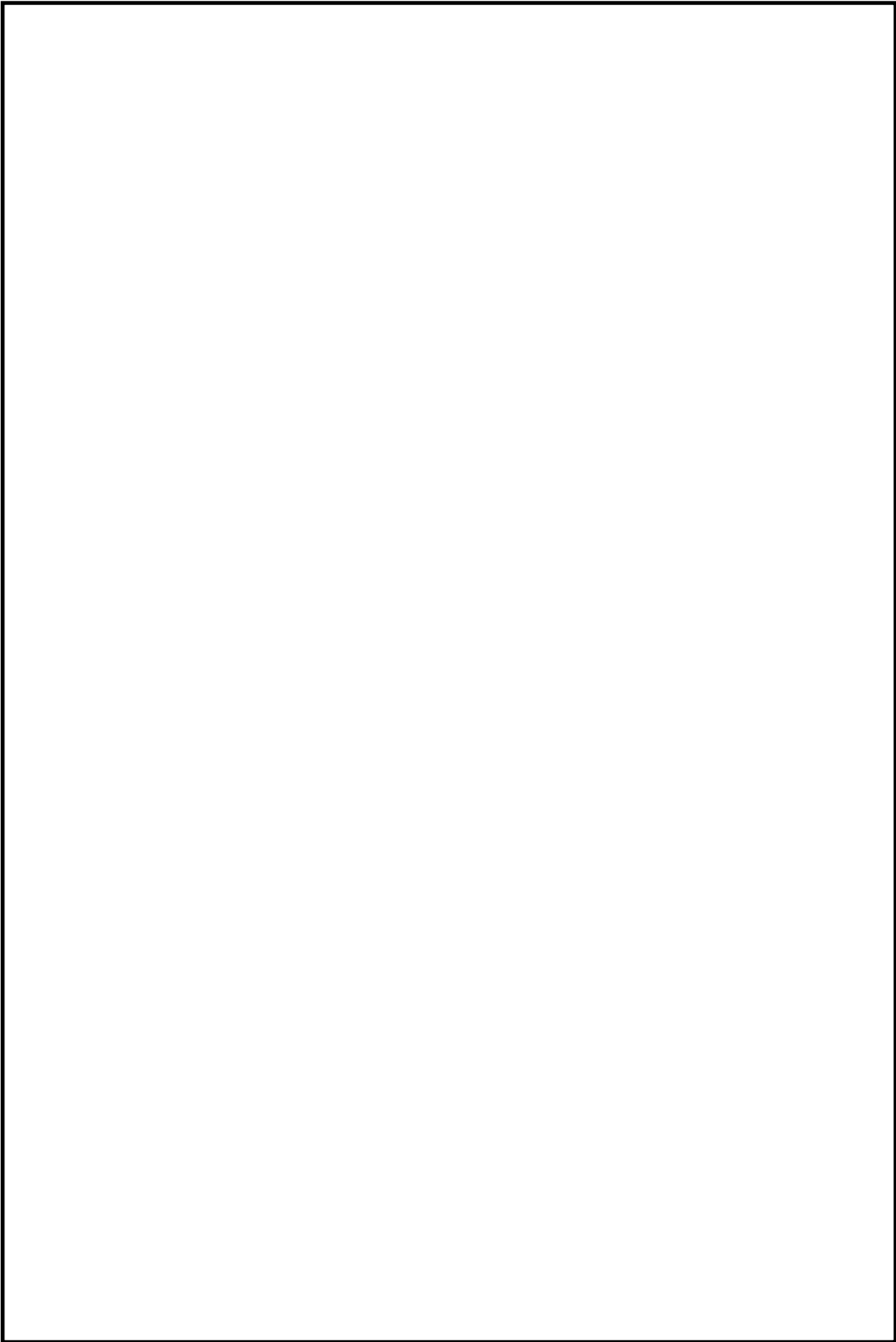
本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。



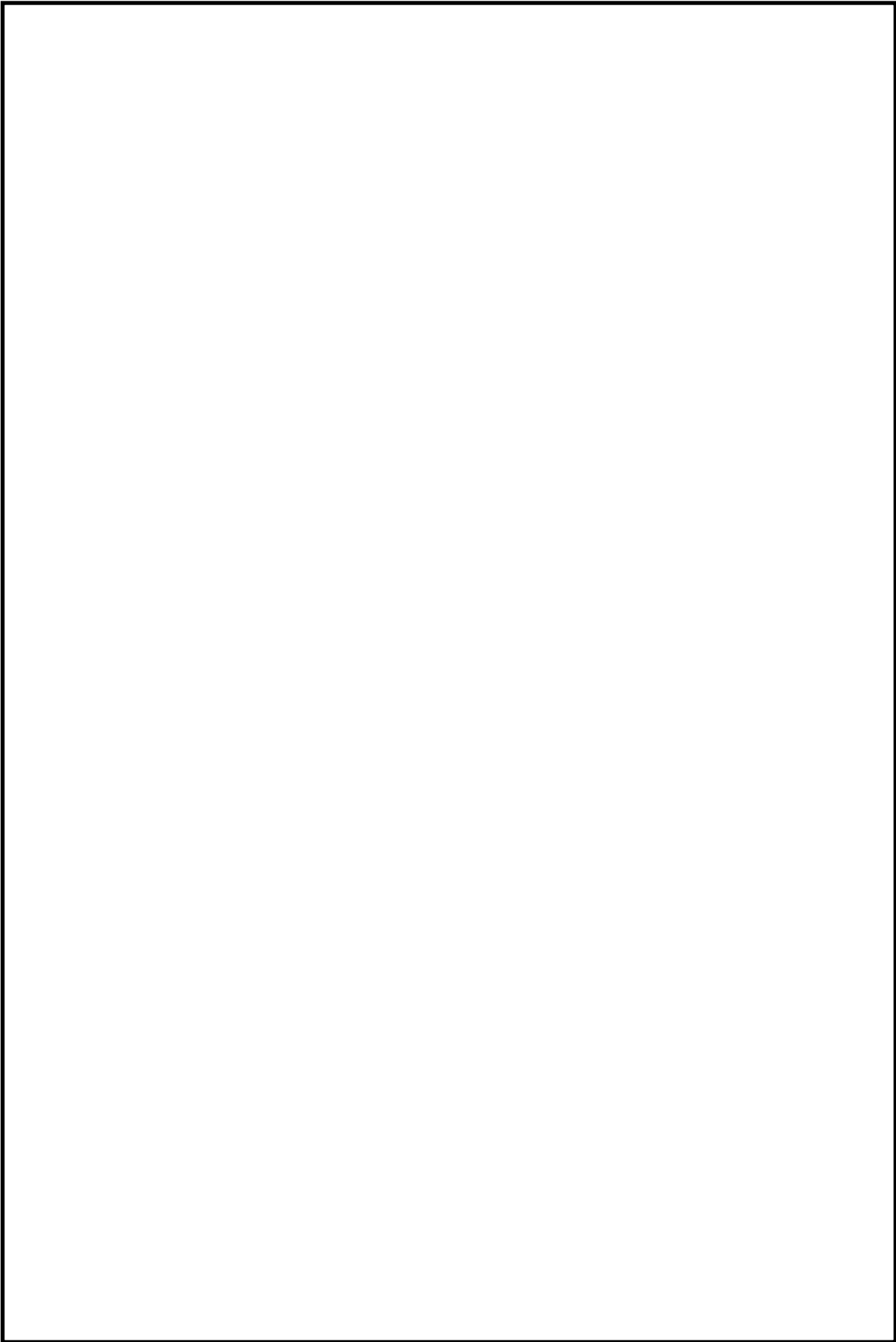
本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。



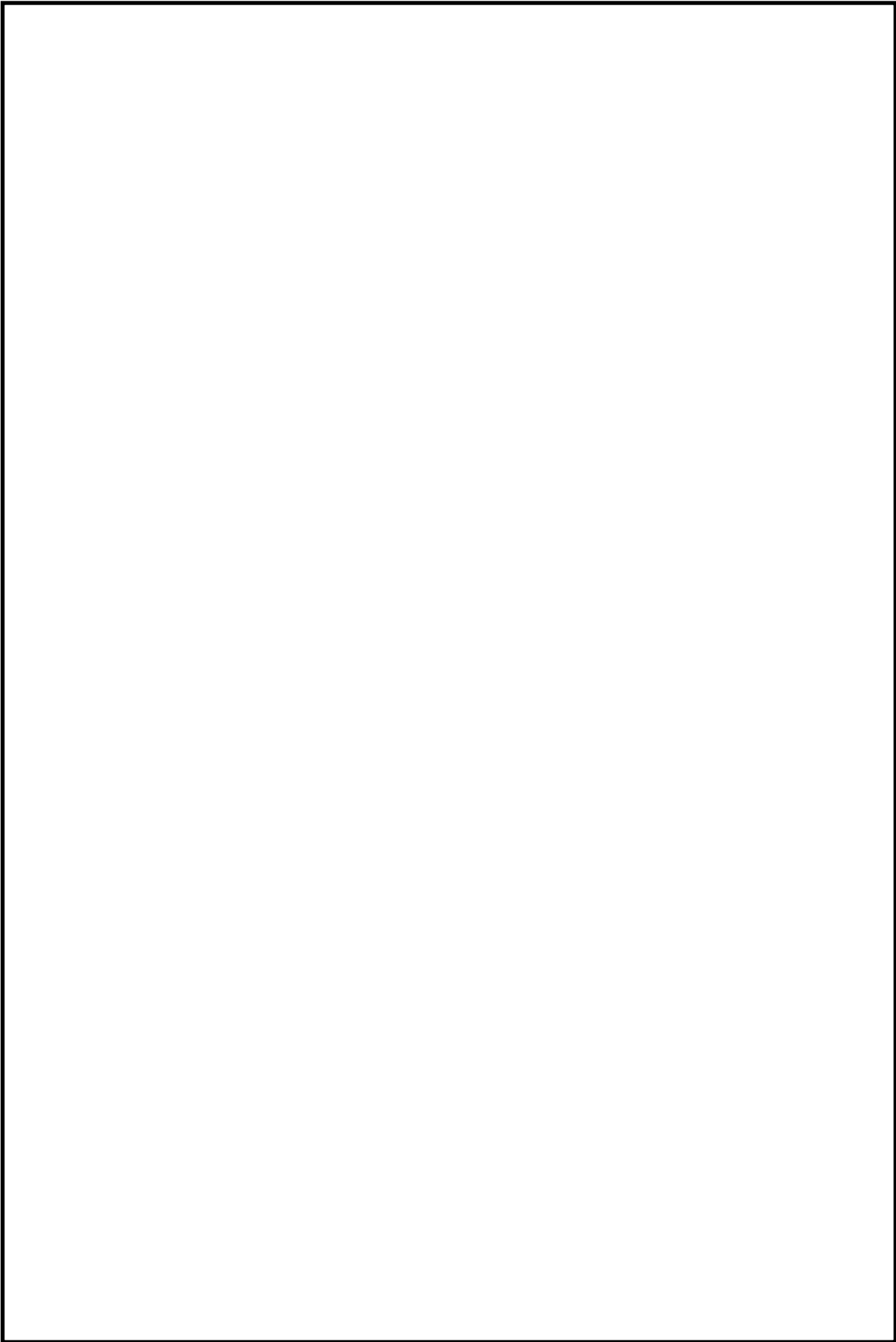
本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。



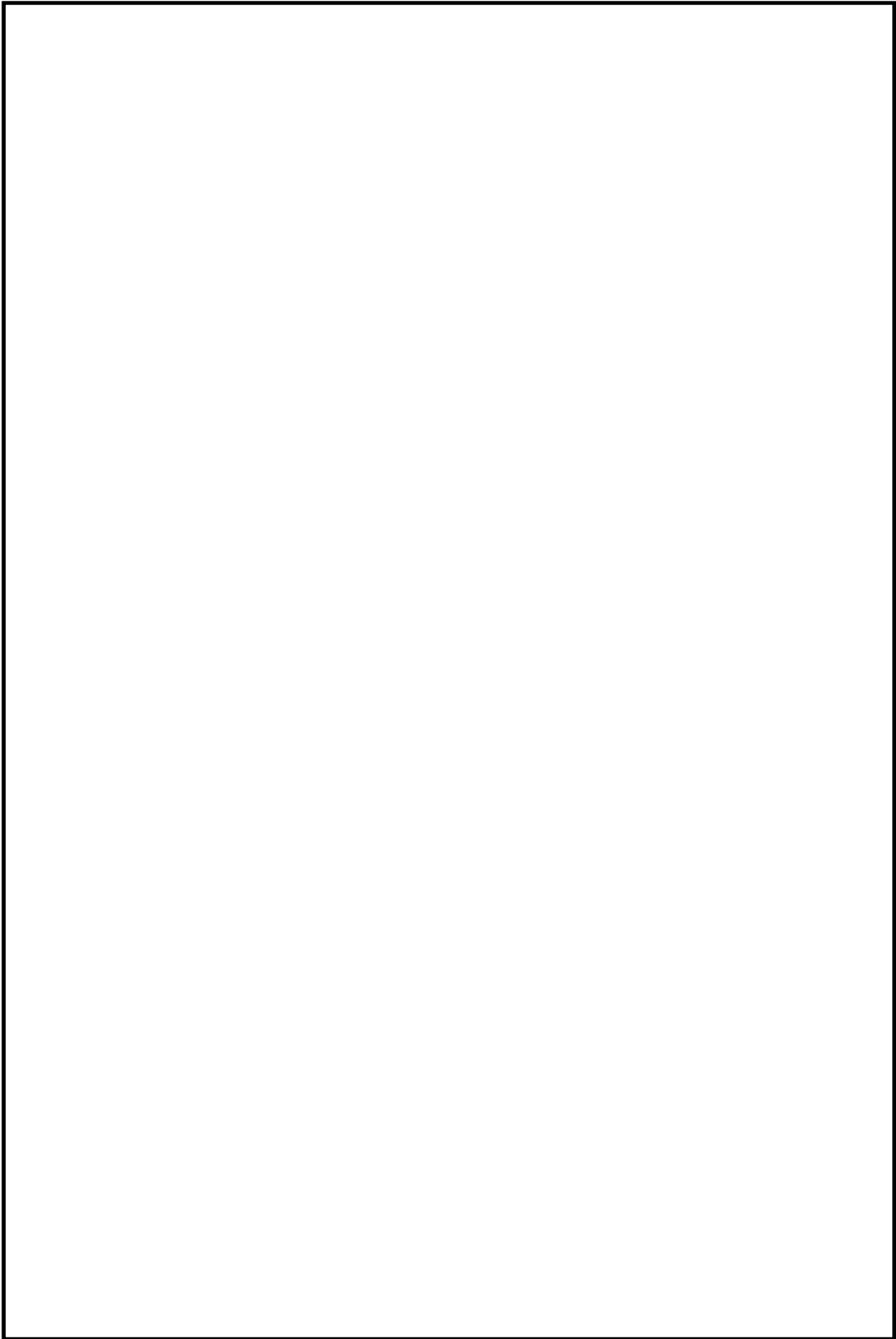
本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。



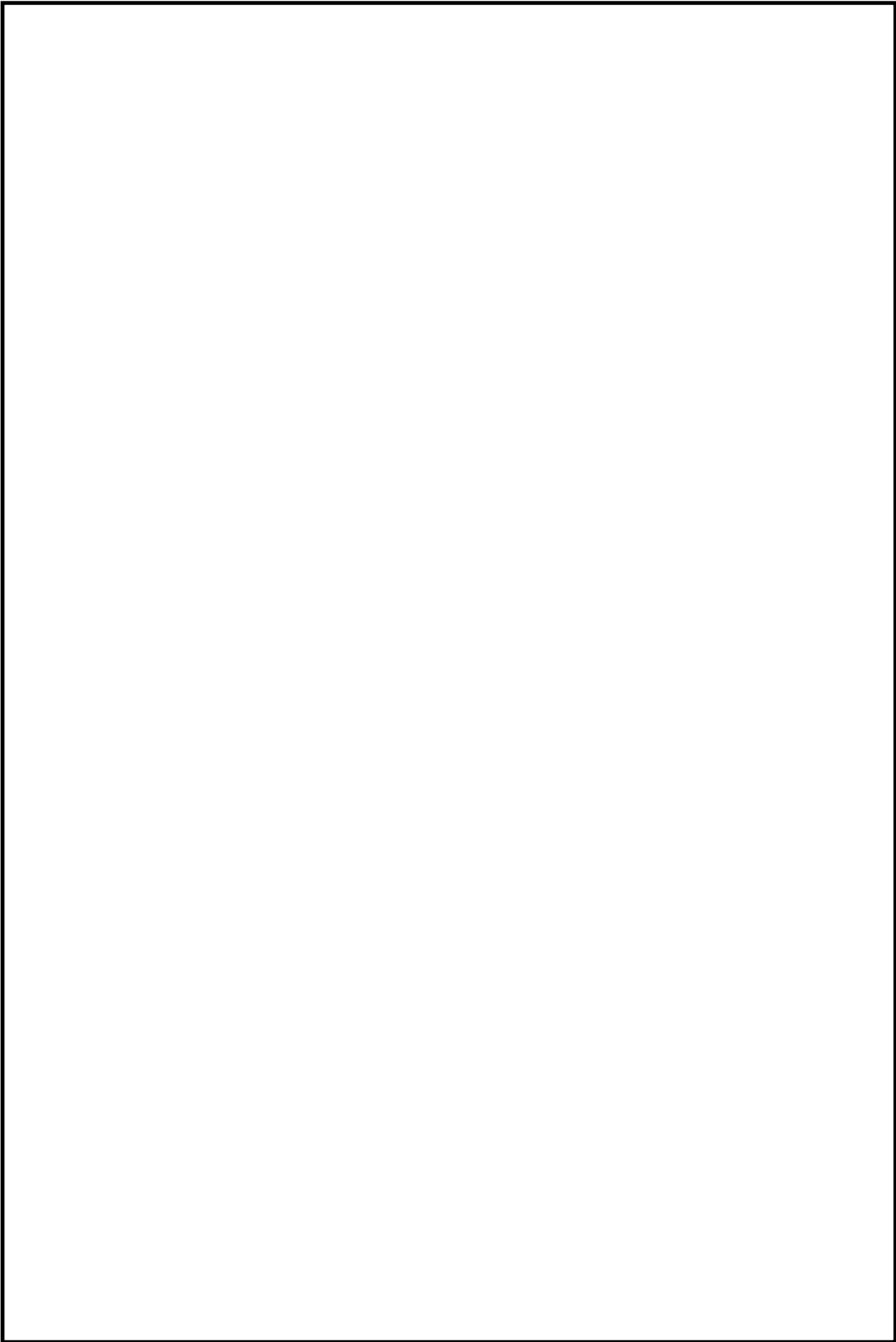
本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。



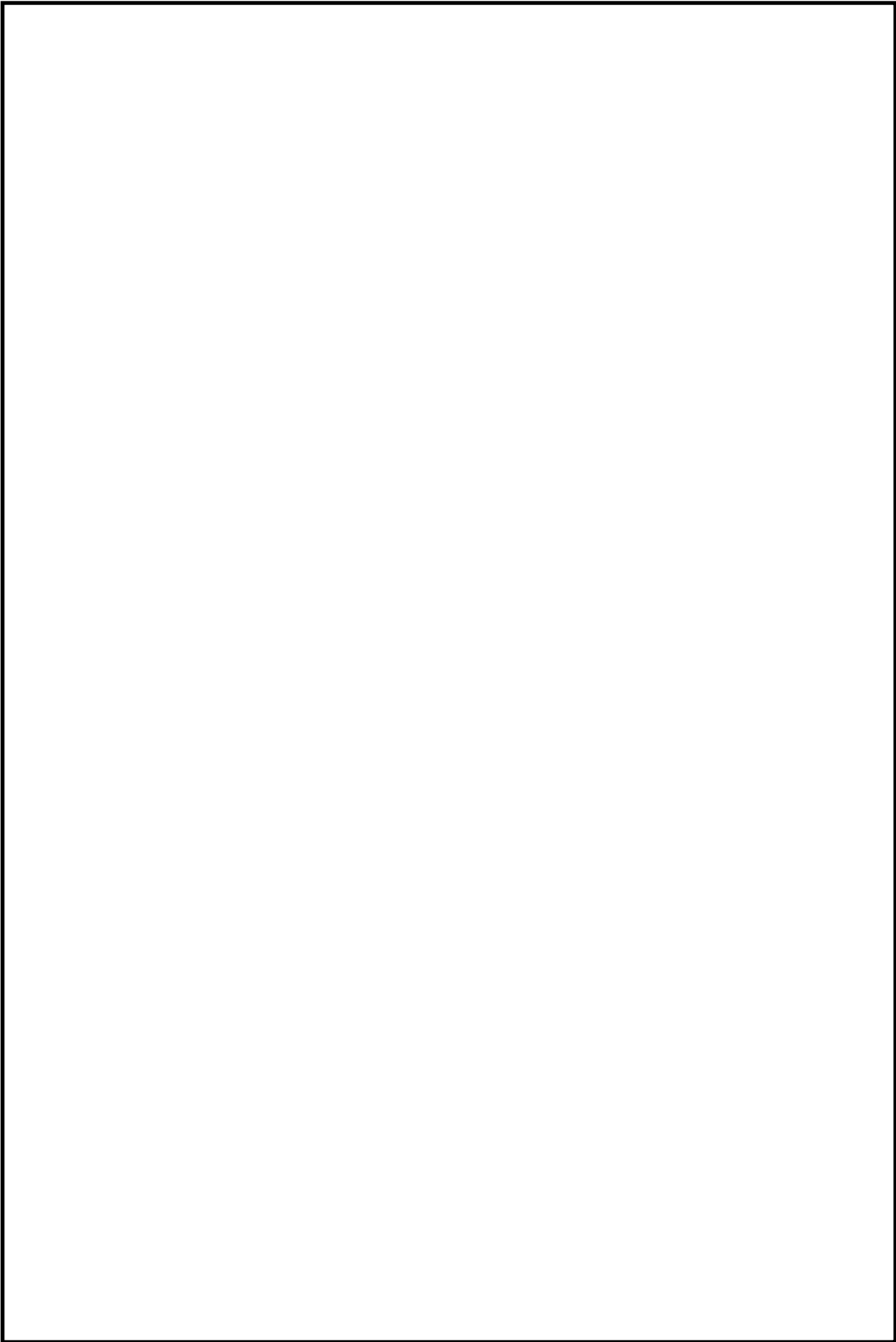
本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。



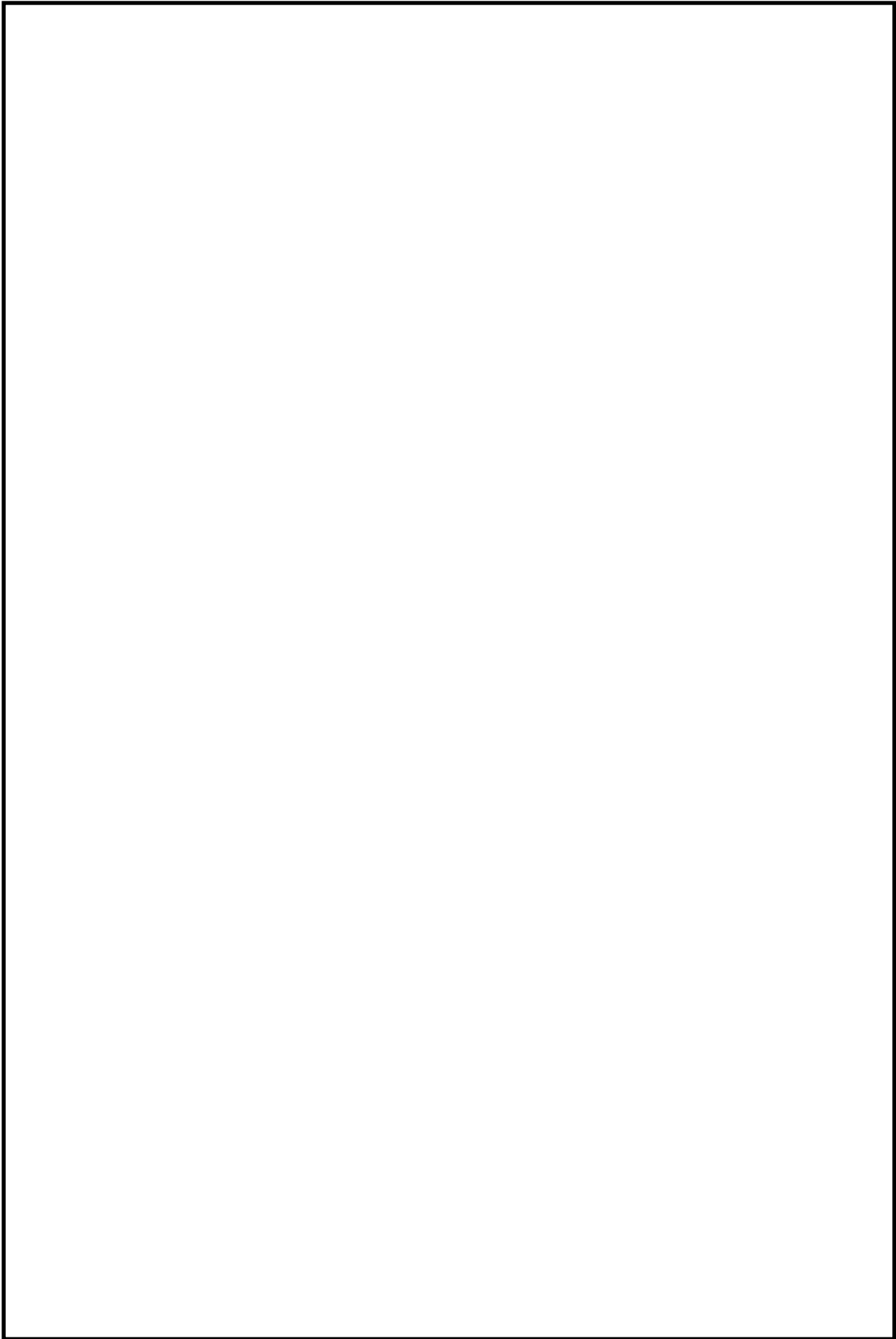
本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。



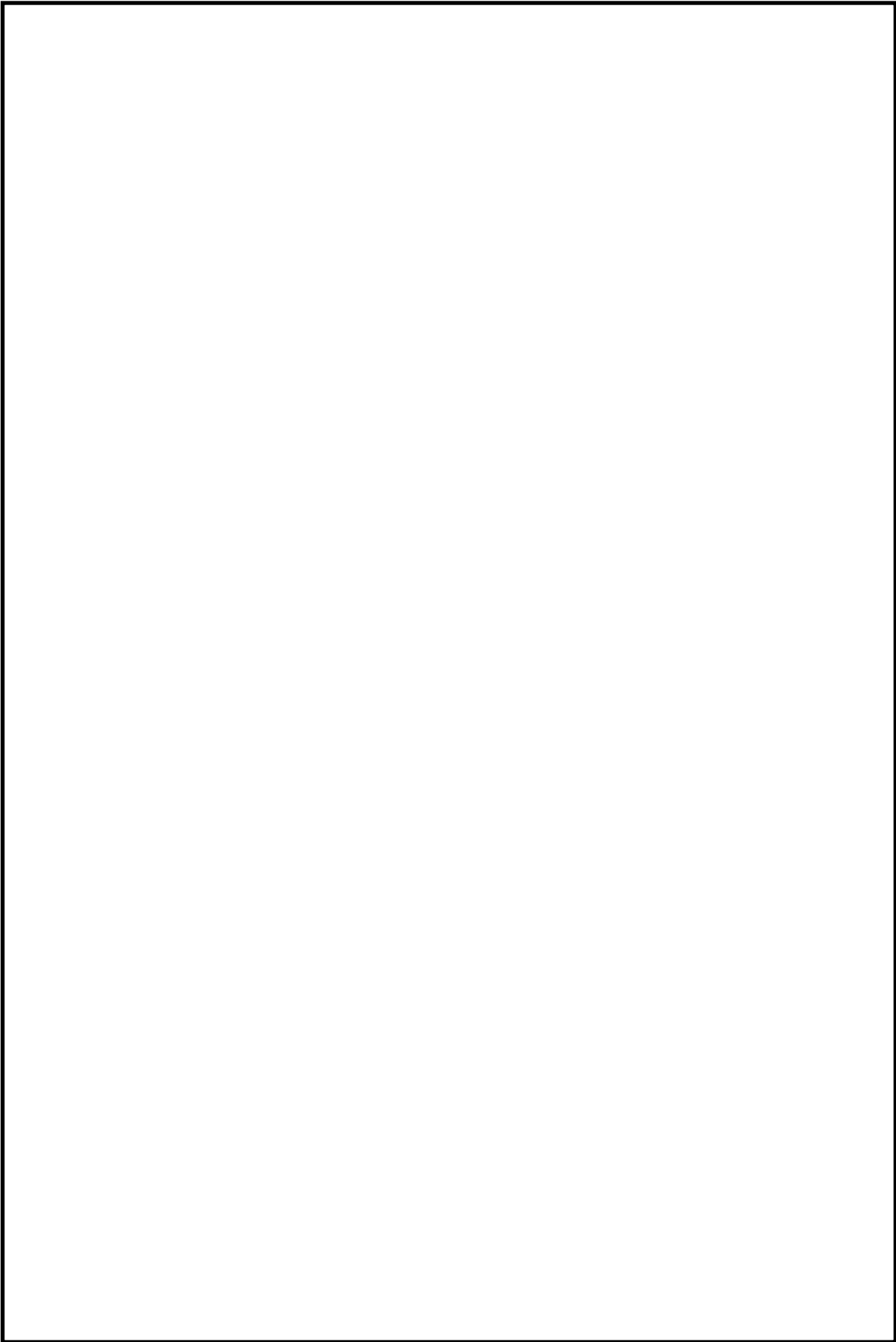
本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。



本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。



本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。



本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

第1表 手動消火の対象となる低耐震クラスの油内包機器及び電源盤について

部屋番号	部屋名称	消火設備の耐震クラス	耐震 B, C クラスの油内包機器及び電源盤	備考
		固縛(消火器)	—	不燃材, 難燃材で構成されており火災荷重を抑えていることから消火器により対応可
		固縛(消火器)	—	不燃材, 難燃材で構成されており火災荷重を抑えていることから消火器により対応可
		固縛(消火器)	—	不燃材, 難燃材で構成されており火災荷重を抑えていることから消火器により対応可
		固縛(消火器)	—	不燃材, 難燃材で構成されており火災荷重を抑えていることから消火器により対応可
		固縛(消火器)	—	不燃材, 難燃材で構成されており火災荷重を抑えていることから消火器により対応可
		固縛(消火器)	—	不燃材, 難燃材で構成されており火災荷重を抑えていることから消火器により対応可
		固縛(消火器)	新燃料検査台 主巻上制御盤 補巻上制御盤 共用保護盤 補機盤 横行制御盤 走行制御盤 操作盤 計器盤 故障表示盤 VC制御盤-1 VC制御盤-2 天井クレーン電源盤 共用保護盤 A-燃料取替機操作室変圧器盤 B-燃料取替機操作室変圧器盤 A-機上補助盤 B-機上補助盤 A-機上電源盤 B-機上電源盤 機上操作盤 荷重検出制御盤 固定補助ホイスト制御盤 回転ジブクレーン制御盤	可燃物がほとんどないため消火器により対応可

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

部屋番号	部屋名称	消火設備の耐震クラス	耐震 B, C クラスの油内包機器及び電源盤	備考
	固縛(消火器)	炉内燃料シッピング装置制御盤 炉内燃料シッピング装置制御盤 新燃料検査台制御盤 チャンネル着脱装置制御盤 遠隔自動ボルト締付装置トランス盤 遠隔自動ボルト締付装置操作盤 スタッドテンシヨナ制御盤 A-新燃料検査台操作箱 B-新燃料検査台操作箱 A-チャンネル着脱装置操作箱 B-チャンネル着脱装置操作箱 R/B天井クレーン表示灯収納箱1 R/B天井クレーン表示灯収納箱2 スプリンクラ散水設備操作箱 スタッドテンシヨナ用遮断器収納箱 原子炉補助エリア天井クレーン電源箱	可燃物がほとんどないため消火器により対応可	
	固縛(消火器)	タービン補機制御盤 タービン発電機制御盤 エリア放射線モニタ盤 放射線モニタ記録計盤 排ガス処理制御盤 原子炉温度記録計盤 タービン補助盤 タービンテスト盤 共通盤 2号220kV開閉所電気盤 監視用テレビ 過渡応答試験盤 No. 1 CRT表示装置 No. 2 CRT表示装置 No. 3 CRT表示装置 No. 4 CRT表示装置 No. 5 CRT表示装置	運転員が常駐していることから消火活動による消火が可能	

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

部屋番号	部屋名称	消火設備の耐震クラス	耐震 B, C クラスの油内包機器及び電源盤	備考
		移動式消火設備 (転倒評価) 固縛(消火器)	—	地震時には移動式消火設備にて対応し、車両については地震に対して転倒しないよう評価・対策を図る。
		移動式消火設備 (転倒評価) 固縛(消火器)	—	地震時には移動式消火設備にて対応し、車両については地震に対して転倒しないよう評価・対策を図る。
		移動式消火設備 (転倒評価) 固縛(消火器)	—	地震時には移動式消火設備にて対応し、車両については地震に対して転倒しないよう評価・対策を図る。
		移動式消火設備 (転倒評価) 固縛(消火器)	—	地震時には移動式消火設備にて対応し、車両については地震に対して転倒しないよう評価・対策を図る。
		移動式消火設備 (転倒評価) 固縛(消火器)	—	地震時には移動式消火設備にて対応し、車両については地震に対して転倒しないよう評価・対策を図る。
		移動式消火設備 (転倒評価) 固縛(消火器)	—	地震時には移動式消火設備にて対応し、車両については地震に対して転倒しないよう評価・対策を図る。
		移動式消火設備 (転倒評価) 固縛(消火器)	—	地震時には移動式消火設備にて対応し、車両については地震に対して転倒しないよう評価・対策を図る。
		移動式消火設備 (転倒評価) 固縛(消火器)	—	地震時には移動式消火設備にて対応し、車両については地震に対して転倒しないよう評価・対策を図る。
		移動式消火設備 (転倒評価) 固縛(消火器)	A－循環水ポンプ用電動機 B－循環水ポンプ用電動機 C－循環水ポンプ用電動機	地震時には移動式消火設備にて対応し、車両については地震に対して転倒しないよう評価・対策を図る。
		移動式消火設備 (転倒評価) 固縛(消火器)	—	地震時には移動式消火設備にて対応し、車両については地震に対して転倒しないよう評価・対策を図る。

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

部屋番号	部屋名称	消火設備の耐震クラス	耐震 B, C クラスの油内包機器及び電源盤	備考
	移動式消火設備 (転倒評価) 固縛(消火器)	—	地震時には移動式消火設備にて対応し、車両については地震に対して転倒しないよう評価・対策を図る。	
	移動式消火設備 (転倒評価) 固縛(消火器)	—	地震時には移動式消火設備にて対応し、車両については地震に対して転倒しないよう評価・対策を図る。	

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

島根原子力発電所 2 号炉における
移動式消火設備について

島根原子力発電所 2 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、小型動力ポンプ付水槽車 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、水槽と泡原液槽を有し、水又は水と泡消火薬剤とを混合希釈した泡消火及び粉末消火を可能とする。

小型動力ポンプ付水槽車（第 2 図）は、5,000Lの容量の水槽を有しており、大量の消火用水を運搬することができ、化学消防自動車への水補給又は実装している小型動力ポンプによる消火活動が可能である。

これらの移動式消火設備には、消火栓や貯水槽等から給水し、車両に積載しているホースにより約400mの範囲の消火が可能である。

なお、移動式消火設備の操作については、発電所構内の自衛消防隊詰り所（免震重要棟）に24時間体制で配置する専属消防チームにて実施する。

上記に示した移動式消火設備は、自衛消防隊詰り所（免震重要棟）周辺の地盤支持力が安定しているエリアに保管しており、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、地震時においても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	小型動力ポンプ付水槽車
消 火 剤	消火剤	水又は泡水溶液	水
	水槽容量	1,300L	5,000L
	薬槽容量	500L	—
	消火原理	冷却及び窒息	冷却
	薬液濃度	3%又は6%	—
	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：消火剤の確保が容易
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
	放水能力	2,800L/min以上 (泡放射については， 薬液濃度維持のため400～ 1,200L/min)	2,800L/min以上
	放水圧力	0.85MPa	0.85MPa
	ホース長	20m×20本	20m×20本
	水槽への給水	屋外消火栓 純水タンク ろ過水タンク 輪谷貯水槽 輪谷湾（海）	屋外消火栓 純水タンク ろ過水タンク 輪谷貯水槽 輪谷湾（海）
配備台数	1台	1台	
配備場所	自衛消防隊詰め所 (免震重要棟) 周辺	自衛消防隊詰め所 (免震重要棟) 周辺	



第1図 化学消防自動車



第2図 小型動力ポンプ付水槽車



第3図 泡消火薬剤 1000 リットル

島根原子力発電所 2 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

島根原子力発電所 2 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及び火災区画は、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、煙の充満のおそれがある可燃物（ケーブルトレイ）に対して局所ガス消火設備を設置する設計とする原子炉建物オペレーティングフロアに加え、「大空間の火災区域又は火災区画」、「屋外と通じている火災区域又は火災区画」又は「可燃物が少ない火災区域又は火災区画」は、火災発生時、煙の充満により消火活動が困難とならないことから、消火器又は消火栓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の可燃物状況について

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殆どないことに加え、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う。

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の一覧

No	火災区域	部屋名称	天井高 (m)	エリア 容積 ^{※1} (m ³)	等価火災 時間 ^{※2}	発熱量 ^{※3}	大空間の 区域	屋外と通 じている 区域	可燃物が 少ない 区域
1	RX-ALL	原子炉建物 オペレーティング フロア ^{※4}	8.3	44,100	○		○		
			20.7						
2	RX-B2F-9	A-非常用ディー ゼル室送風機室	10.6	570	○	○		○	○
3	RX-B2F-2	B-非常用ディー ゼル室送風機室	10.6	660	○	○		○	○
4	RX-B2F-9	HPCS ディーゼル室 送風機室	10.4	350	○	○		○	○
5	RX-B2F-9	A-給気消音器 フィルタ室	31.9	110	○	○		○	○
6	RX-B2F-2	B-給気消音器 フィルタ室	31.9	120	○	○		○	○
7	RX-B2F-9	HPCS 給気消音器 フィルタ室	13.5	60	○	○		○	○

※1：天井高さに基づくエリア容積を示す。

※2：等価火災時間が0.1時間以下の区域を「○」で示す。

※3：発熱量が1,000MJ以下の区域を「○」で示す。

※4：煙の充満のおそれがあるケーブルトレイに対して局所ガス消火設備を設置する。

(1) 原子炉建物オペレーティングフロア

原子炉建物オペレーティングフロアには、油内包機器として原子炉建物天井クレーン、燃料取替機及び新燃料検査台が設置されている。これらは、不燃性材料又は難燃性材料で構成されており、使用時以外は電源を切る運用としていることから、摩擦、過電流等により火災が発生することはなく、周辺に発火源となる可燃物もないため、延焼することはない。

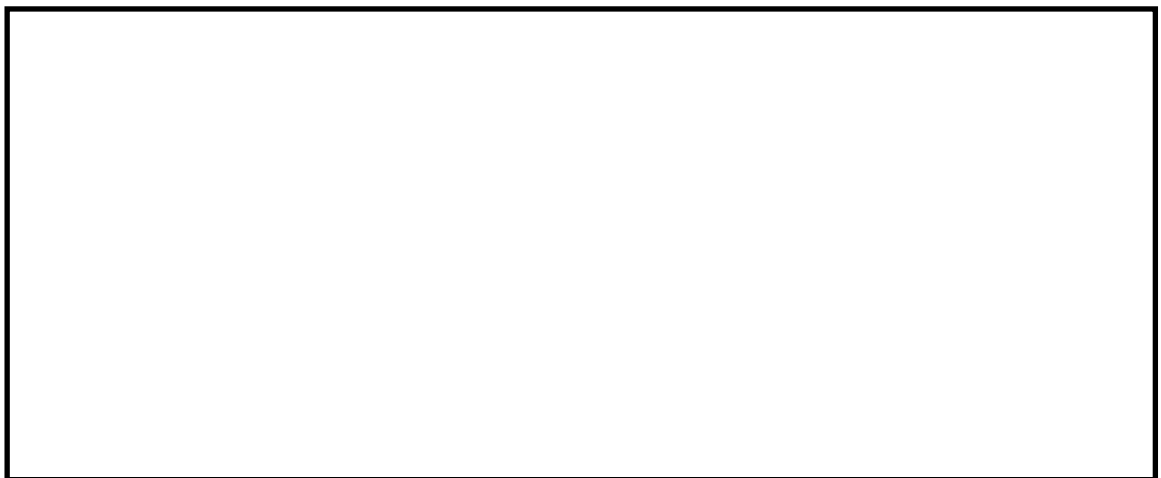
ケーブルは電線管、金属製の可とう電線管及び蓋付ケーブルトレイに布設しているとともに、ケーブルトレイには局所ガス消火設備を設置しており、早期の消火が可能である。

加えて、可燃物管理によりフロア内の火災荷重を低く抑える。

なお、原子炉建物天井クレーン、燃料取替機及び新燃料検査台を使用する場合は、作業員が現場にいるため、火災が発生しても、速やかに消火することが可能である。

また、原子炉建物オペレーティングフロアは、大空間の区域であり、火災の発生時には煙が拡散するため、煙の充満により消火活動が困難とならないことから、消火器又は消火栓による消火が可能である。

エリアレイアウト



設置されている機器



原子炉建物天井クレーン
及び燃料取替機



RCW サージタンク及び
計器ラック



電線管及び端子箱

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

(2) A-非常用ディーゼル室送風機室

A-非常用ディーゼル室送風機室には、送風機及び電動機が設置されている。これらは、不燃性材料、難燃性材料で構成されており、可燃物としては軸受に潤滑油グリスを使用している。軸受は、不燃性材料である金属で覆われており、設備外部に燃え広がることはない。

その他には可燃物を設置しておらず、ケーブルは電線管及び金属製の可とう電線管に布設している。

また、火山灰対策として、空気取入口には、難燃性材料のプレフィルタを設置するが、周囲に発火源となる可燃物はなく、火災が発生することはない。

加えて、可燃物管理により室内の火災荷重を低く抑える。

なお、A-非常用ディーゼル室送風機室は、屋外と通じている区域であり、煙の充満により消火活動が困難とならないため、消火器又は消火栓による消火が可能である。

エリアレイアウト



設置されている機器



A-ディーゼル室送風機
及び可とう電線管



A-ディーゼル室送風機
及び火山灰対策（フレーム）

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

(3) B-非常用ディーゼル室送風機室

B-非常用ディーゼル室送風機室には、送風機及び電動機が設置されている。これらは、不燃性材料、難燃性材料で構成されており、可燃物としては軸受に潤滑油グリスを使用している。軸受は、不燃性材料である金属で覆われており、設備外部に燃え広がることはない。

その他には可燃物を設置しておらず、ケーブルは電線管、金属製の可とう電線管及び蓋付ケーブルトレイに布設している。

また、火山灰対策として、空気取入口には、難燃性材料のプレフィルタを設置するが、周囲に発火源となる可燃物はなく、火災が発生することはない。

加えて、可燃物管理により室内の火災荷重を低く抑える。

なお、B-非常用ディーゼル室送風機室は、屋外と通じている区域であり、煙の充満により消火活動が困難とならないため、消火器又は消火栓による消火が可能である。

エリアレイアウト



設置されている機器



B-ディーゼル室送風機
及びケーブルトレイ



B-ディーゼル室送風機
及び火山灰対策（フレーム）

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

(4) HPCSディーゼル室送風機室

HPCSディーゼル室送風機室には、送風機及び電動機が設置されている。これらは、不燃性材料、難燃性材料で構成されており、可燃物としては軸受に潤滑油グリスを使用している。軸受は、不燃性材料である金属で覆われており、設備外部に燃え広がることはない。

その他には可燃物を設置しておらず、ケーブルは電線管及び金属製の可とう電線管に布設している。

また、火山灰対策として、空気取入口には、難燃性材料のプレフィルタを設置するが、周囲に発火源となる可燃物はなく、火災が発生することはない。

加えて、可燃物管理により室内の火災荷重を低く抑える。

なお、HPCSディーゼル室送風機室は、屋外と通じている区域であり、煙の充満により消火活動が困難とならないため、消火器又は消火栓による消火が可能である。

エリアレイアウト



設置されている機器



HPCSディーゼル室送風機
及び可とう電線管



HPCSディーゼル室送風機
及び火山灰対策（フレーム）

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

(5) A-給気消音器フィルタ室

A-給気消音器フィルタ室には、A-給気消音器フィルタが設置されている。これらは、不燃性材料及び難燃性材料で構成されている。

その他には可燃物を設置しておらず、可燃物管理により室内の火災荷重を低く抑える。

なお、A-給気消音器フィルタ室は、屋外と通じている区域であり、煙の充満により消火活動が困難とならないことから、消火器又は消火栓による消火が可能である。

エリアレイアウト



設置されている機器



A-給気消音器フィルタ



A-給気消音器フィルタ室内

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

(6) B-給気消音器フィルタ室

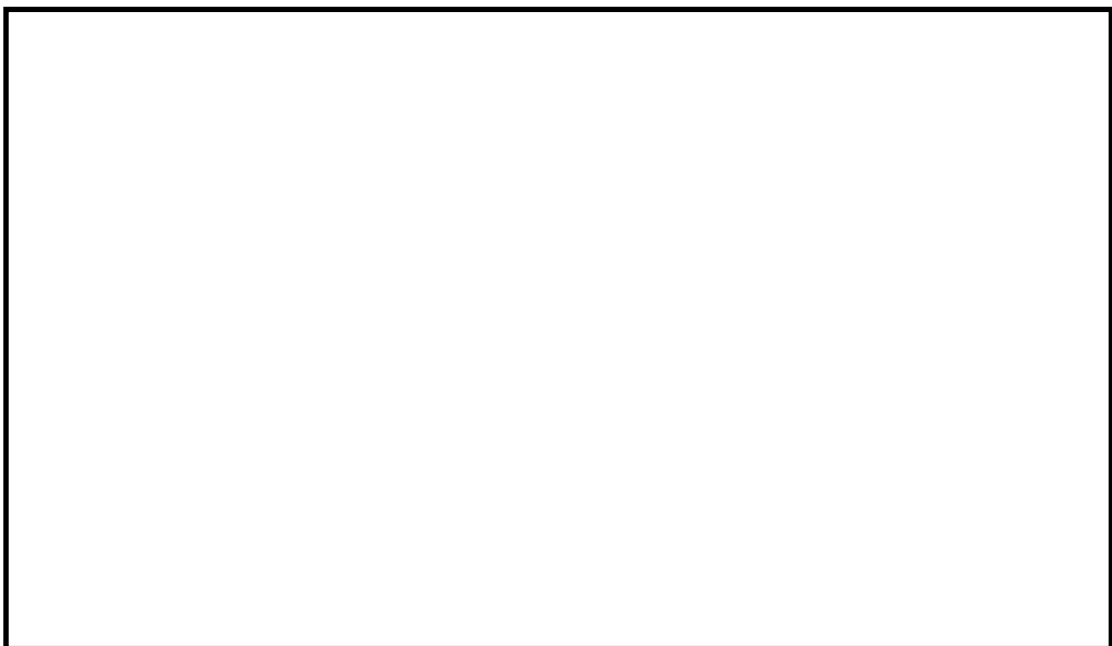
B-給気消音器フィルタ室には、B-給気消音器フィルタが設置されている。これらは、不燃性材料及び難燃性材料で構成されている。

その他には可燃物は設置しておらず、ケーブルは電線管、金属製の可とう電線管及び金属製の蓋付ケーブルトレイに布設している。

加えて、可燃物管理により室内の火災荷重を低く抑える。

なお、B-給気消音器フィルタ室は、屋外と通じている区域であり、煙の充満により消火活動が困難とならないことから、消火器又は消火栓による消火が可能である。

エリアレイアウト



設置されている機器



B-給気消音器フィルタ



B-給気消音器フィルタ室内

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

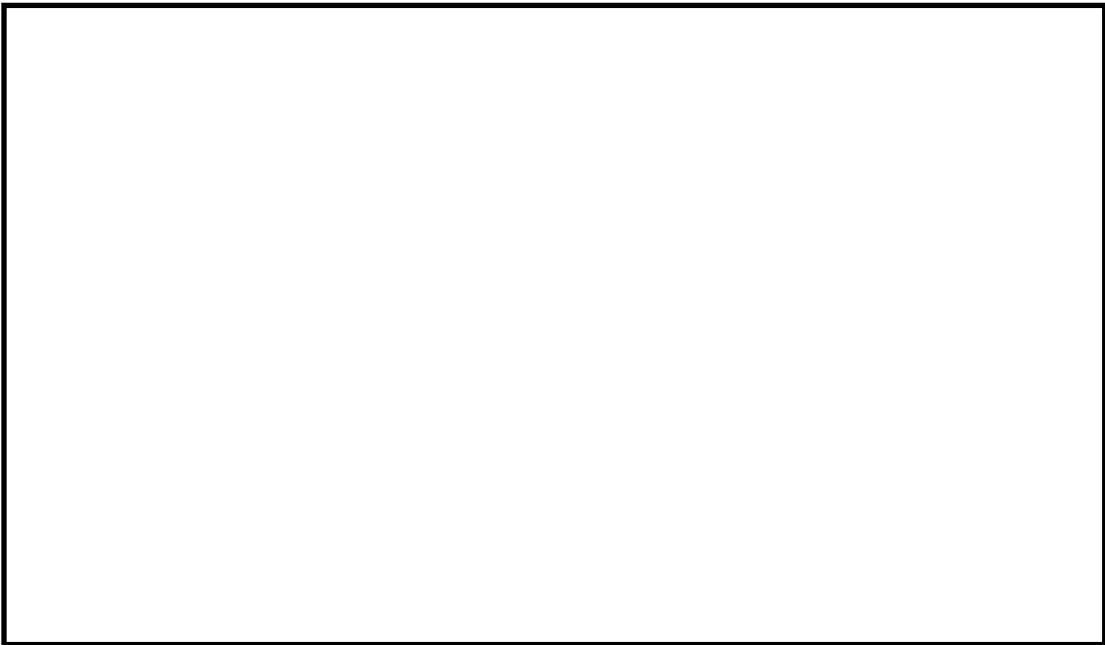
(7) H P C S 給気消音器フィルタ室

H P C S 給気消音器フィルタ室には, H P C S 給気消音器フィルタが設置されている。これらは, 不燃性材料及び難燃性材料で構成されている。

その他には可燃物を設置しておらず, 可燃物管理により室内の火災荷重を低く抑える。

なお, H P C S 給気消音器フィルタ室は, 屋外と通じている区域であり, 煙の充満により消火活動が困難とならないことから, 消火器又は消火栓による消火が可能である。

エリアレイアウト



設置されている機器



H P C S 給気消音器フィルタ



H P C S 給気消音器フィルタ室内

本資料のうち, 枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

島根原子力発電所 2 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. 火災区域を構成する耐火壁
 - 5.2. 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分離する隔壁等
 6. 中央制御室及び補助盤室の火災の影響軽減対策
 - 6.1. 中央制御室及び補助盤室の制御盤内の分離対策
 - 6.2. 中央制御室及び補助盤室の床下のケーブル処理室及び計算機室の影響軽減対策
 - 6.3. 中央制御室及び補助盤室の火災発生時の原子炉の安全停止に係る影響評価
-
- 添付資料 1 島根原子力発電所 2 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 島根原子力発電所 2 号炉における 3 時間耐火壁及び隔壁等の耐久試験について
 - 添付資料 3 島根原子力発電所 2 号炉における中央制御室及び補助盤室の制御盤内の分離について
 - 添付資料 4 島根原子力発電所 2 号炉における中央制御室及び補助盤室のケーブルの分離状況
 - 添付資料 5 島根原子力発電所 2 号炉における中央制御室及び補助盤室の制御盤の火災を想定した場合の対応について
 - 添付資料 6 島根原子力発電所 2 号炉における 1 時間耐火隔壁等の耐久試験について
 - 添付資料 7 ケーブル損傷温度について

島根原子力発電所 2 号炉における 火災防護対象機器等の系統分離について

1. 概要

島根原子力発電所 2 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 6 m 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。

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、原子炉の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1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) 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「島根原子力発電所2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（電源盤や制御盤を含む）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」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区分のすべての安全機能が喪失することのないよう、原則、安全系区分Ⅰ、ⅢとⅡの境界を火災区域の境界として3時間以上の耐火能力を有する耐火壁・隔壁等で分離する。

すなわち、安全系区分Ⅱの機器等を設置する区域を火災区域として3時間以上の耐火能力を有することを確認した耐火壁・隔壁等で囲う。（第7-1図）

区分Ⅱと区分Ⅰ、Ⅲの境界を火災区域として3時間以上の耐火能力を有する隔壁等で分離



単一火災によっても区分Ⅱと区分Ⅰ、Ⅲが同時に機能喪失することを回避し、高温停止・低温停止を達成



安全系区分	区分Ⅱ	区分Ⅰ	区分Ⅲ
高温停止	原子炉隔離時冷却系 [RCIC]	—	高压炉心スプレイ系 [HPCS]
低温停止	自動減圧系(B) [SRV(ADS(B))]	自動減圧系(A) [SRV(ADS(A))]	—
	残留熱除去系[RHR(B)]	残留熱除去系[RHR(A)]	—
	残留熱除去系[RHR(C)]	低压炉心スプレイ系 [LPCS]	—
	原子炉補機冷却系 [RCW(B)]	原子炉補機冷却系 [RCW(A)]	高压炉心スプレイ系補機冷却系[HPCW]
	原子炉補機海水系 [RSW(B)]	原子炉補機海水系 [RSW(A)]	高压炉心スプレイ系補機海水系[HPSW]
動力電源	非常用ディーゼル発電機(B)	非常用ディーゼル発電機(A)	高压炉心スプレイ系ディーゼル発電機(H)
	非常用交流電源(B)	非常用交流電源(A)	非常用交流電源(HPCS)
	非常用直流電源(B)	非常用直流電源(A)	高压炉心スプレイ系直流電源(H)

第7-1図 3時間耐火能力を有する隔壁等による系統分離の概要

5. 火災の影響軽減対策

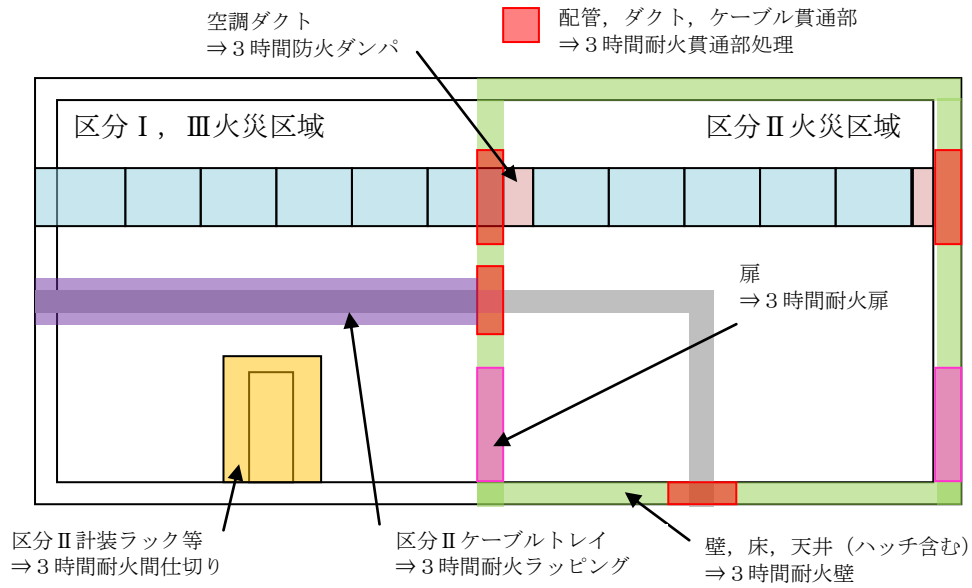
火災防護に係る審査基準の「2.3 火災の影響軽減」(1)及び(2)a.c.では、「原子炉の高温停止及び低温停止に関わる安全機能を有する構築物，系統及び機器を設置する火災区域」及び「互いに相違する系列の火災防護対象機器及び火災防護対象ケーブルの系列間」を，3時間以上の耐火能力を有する耐火壁又は隔壁等により分離することが要求されている。

島根原子力発電所2号炉では，相互の系統分離が必要な箇所については中央制御室及び補助盤室制御盤，並びに原子炉格納容器内を除き，「3時間以上の耐火能力を有する耐火壁又は隔壁等」及び「1時間耐火隔壁による分離，火災感知設備及び自動消火設備の設置」により分離することとしている。島根原子力発電所2号炉に設置する「3時間以上の耐火能力を有する耐火壁又は隔壁等」及び「1時間耐火隔壁による分離，火災感知設備及び自動消火設備の設置」を以下に示す。

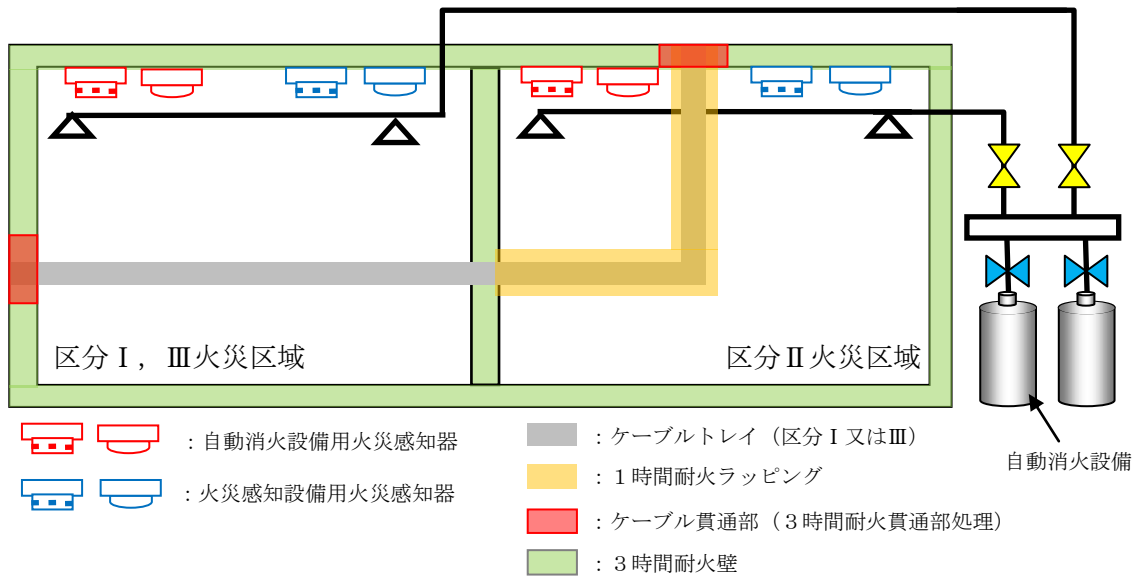
(第7-2図)

なお，以下に示す以外の耐火壁及び隔壁等についても，設計の妥当性が火災耐久試験により確認できたものを使用する設計とする。

(1) 3時間以上の耐火能力を有する耐火壁又は隔壁等



(2) 1時間耐火隔壁による分離、火災感知設備及び自動消火設備の設置



第7-2図 火災の影響軽減対策の全体イメージ

5.1. 火災区域を構成する耐火壁

火災区域は、3時間以上の耐火性能を有する耐火壁（耐火障壁、貫通部シーリング、防火扉、防火ダンパ）、隔壁等（耐火間仕切り、ケーブルトレイ等耐火ラッピング）（添付資料2）で分離する設計とする。

耐火壁のうち、コンクリート壁、床、天井については、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厚さ以上の厚さ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・隔壁等については、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。耐火壁等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。

- ディーゼル燃料移送ポンプエリア
- ディーゼル燃料貯蔵タンク室
- 海水ポンプエリア

5.2. 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分離する隔壁等

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は、火災耐久試験により3時間以上の耐火能力を確認した隔壁等、並びに1時間の耐火能力を有する隔壁等で分離し、かつ、火災感知設備及び自動消火設備を設置することで系統分離する。（隔壁等の火災耐久試験の結果については、添付資料2及び添付資料6参照、ケーブル損傷温度の判定基準の設定については、添付資料7参照）

6. 中央制御室及び補助盤室の火災の影響軽減対策

6.1. 中央制御室及び補助盤室の制御盤内の分離対策

中央制御室及び補助盤室の制御盤内の火災防護対象機器及び火災防護対象ケーブルは、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、中央制御室及び補助盤室の制御盤内の火災防護対象機器等は、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、高感度煙検出設備の設置による早期の火災感知及び中央制御室に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。

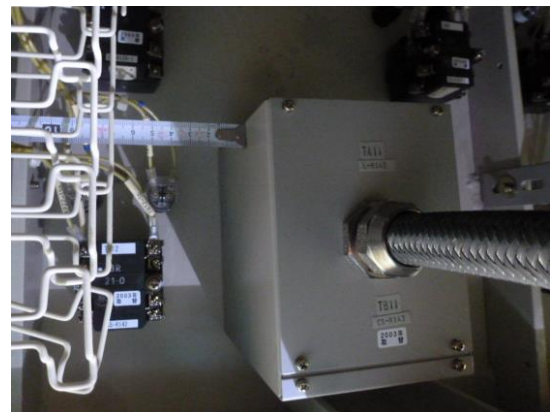
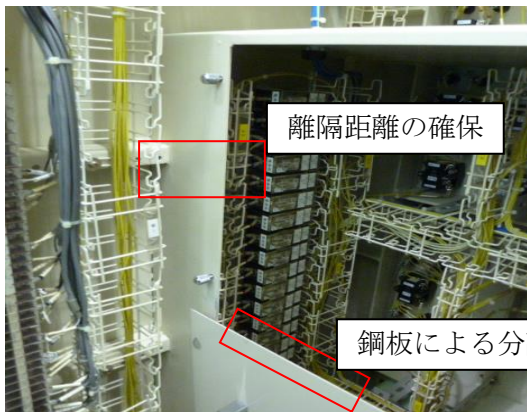
a. 離隔距離等による分離

中央制御室及び補助盤室の火災防護対象機器及び火災防護対象ケーブルは、

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、中央制御室及び補助盤室の制御盤については区分ごとに別々の盤で分離する設計とする。一部、一つの制御盤内に複数の安全系区分の火災防護対象機器及び火災防護対象ケーブルを設置しているものがあるが、これらについては、区分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金属外装ケーブル、難燃ビニル電線、難燃性ポリフレックス及びテフゼル電線を使用し、電線管に布設する、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3）

※1 出典：「ケーブル、制御盤および電源盤火災の実証試験」，TLR-088，
（株）東芝，H25年3月

- (a) 制御盤は厚さ3.2mm以上の金属製筐体で覆う設計とする。
- (b) 安全系異区分が混在する制御盤内では、区分間に厚さ3.2mm以上の金属製バリアを設置するとともに盤内配線ダクトの離隔距離を3cm以上確保する設計とする。
- (c) 安全系異区分が混在する制御盤内にある操作スイッチは、厚さ1.6mm以上の金属製筐体で覆う設計とする。
- (d) 安全系異区分が混在する制御盤内にある配線は、金属製バリアにより覆う設計とする。
- (e) 当該ケーブルに火災が発生しても延焼せず、また、周囲への火災の影響を与えない金属外装ケーブル、難燃ビニル電線、難燃性ポリフレックス及びテフゼル電線を使用する設計とする。



金属製バリア	: 3.2mm 以上 (約 5 mm)
離隔距離	: 3 cm 以上 (約 6 cm)

() : 実機計測値

第 7-3 図 中央制御室盤内及び補助盤室制御盤内のバリア状況

b. 高感度煙検出設備の設置による早期の火災感知

中央制御室及び補助盤室内には、異なる感知方式の火災感知器を設置する設計とするとともに、火災発生時には中央制御室に常駐する運転員による早期の消火活動によって、異区分への影響を軽減する設計とする。これに加えて中央制御室及び補助盤室の制御盤内へ高感度煙検出設備を設置する設計とする。(8条-別添1-資料5-添付3)

c. 中央制御室に常駐する運転員による早期の消火活動

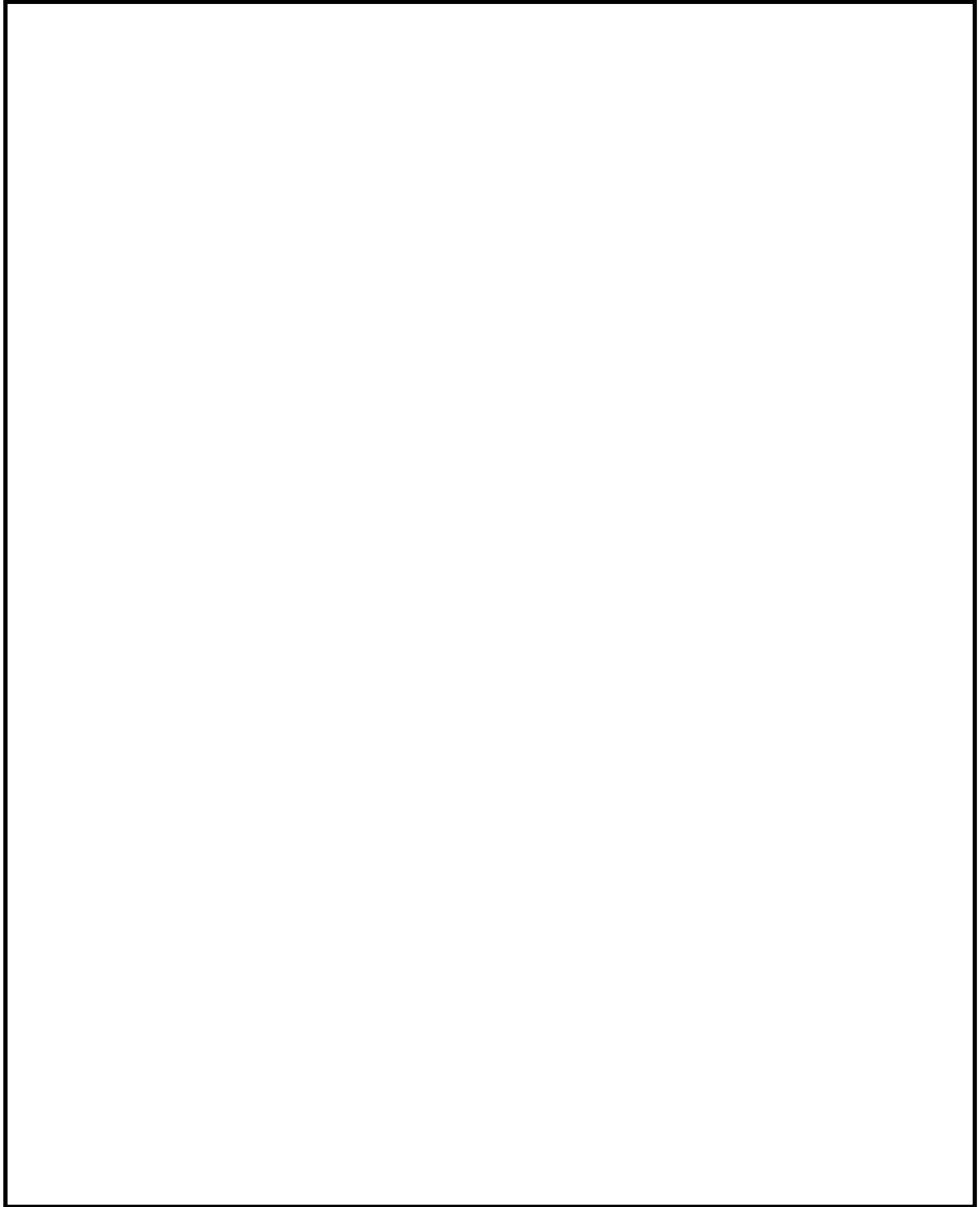
中央制御室及び補助盤室の制御盤内に自動消火設備は設置しないが、中央制御室及び補助盤室の制御盤内に火災が発生しても、高感度煙検出設備や中央制御室及び補助盤室の火災感知器からの感知信号により、中央制御室に常駐する運転員が中央制御室及び補助盤室に設置する消火器で早期に消火活動を行うことで、相違する系列の火災防護対象機器及び火災防護対象ケーブルへの火災の影響を防止できる設計とする。

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、中央制御室に常駐する運転員による中央制御室及び補助盤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。

中央制御室及び補助盤室のエリア概要を第 7-4 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消火の概要を第 7-5 図に示す。さらに、火災の発生箇所の特定制が困難な場合も想定し、サーモグラフィカメラ等、火災の発生箇所を特定できる装置を配備する。

なお、補助盤室には、全域ガス消火設備を設置する設計とする。



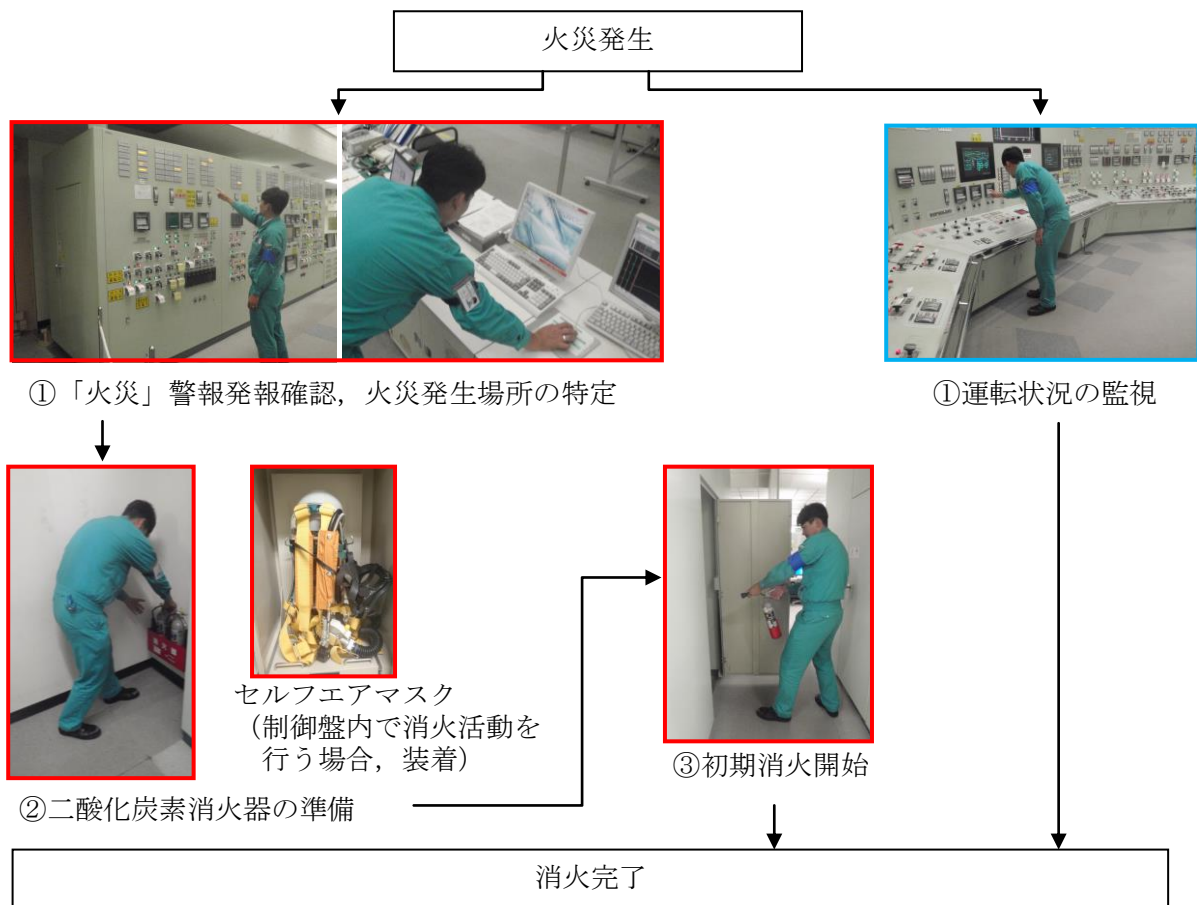
第7-4図 中央制御室及び補助盤室について

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

火災が発生した場合、運転員は火災受信機盤により、火災が発生している区域を特定する。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。

制御盤内で消火活動を行う場合は、セルフエアマスクを装着して消火活動を行う。

なお、中央制御室及び補助盤室内の移動は、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7-5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。従って、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とともに、制御盤内で消火活動を行う場合は、セルフエアマスクを装着する等消火手順を定める。

6.2. 中央制御室及び補助盤室の床下のケーブル処理室及び計算機室の影響軽減対策

中央制御室及び補助盤室の火災防護対象機器及び火災防護対象ケーブルは、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、中央制御室及び補助盤室の床下のケーブル処理室及び計算機室に布設する火災防護対象ケーブルについても、互いに相違する系列の3時間以上の耐火能力を有する隔壁による分離、又は水平距離6m以上確保することが困難である。このため、中央制御室及び補助盤室の床下のケーブル処理室及び計算機室については、以下に示す分離対策等を行う設計とする。

a. 隔壁等による分離

中央制御室及び補助盤室の床下のケーブル処理室及び計算機室は、ある区分の火災防護対象ケーブルが布設されている箇所に異なる区分の火災防護対象ケーブルを布設する場合は、1時間の耐火能力を有する隔壁（耐火ラッピング）で覆った電線管、ケーブルトレイ又はフレキシブル電線管に布設する。

b. 火災感知設備

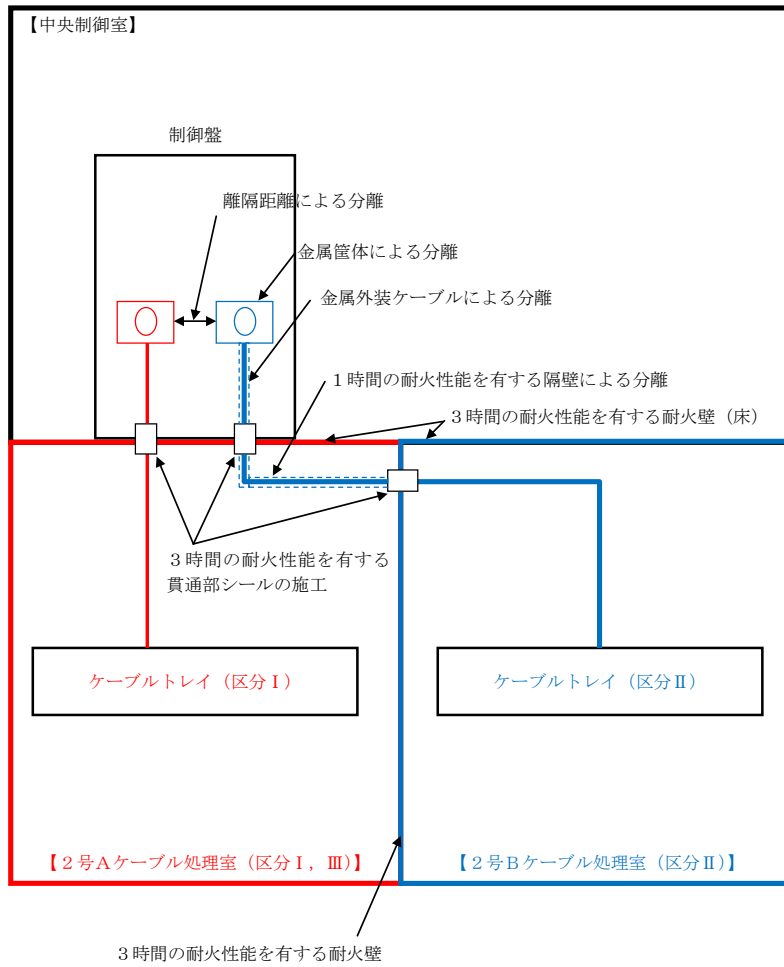
中央制御室及び補助盤室の床下のケーブル処理室及び計算機室は、固有の信号を発する異なる感知方式の火災感知器（煙感知器及び熱感知器）を組み合わせ設置する設計とする。これらの火災感知設備は、アナログ式のものとする等、誤作動防止対策を実施する。

また、これらの火災感知設備は、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、非常用電源から受電するとともに、火災受信機盤は中央制御室及び補助盤室に設置し常時監視できる設計とする。受信機盤は、作動した火災感知器を1つずつ特定できる機能を有する設計とする。

c. 消火設備

中央制御室及び補助盤室の床下のケーブル処理室及び計算機室は、全域ガス自動消火設備（消火剤はハロン1301）を設置する設計とする。

この消火設備は、それぞれの安全区分を消火できるものとして、故障警報及び作動前の警報を中央制御室に吹鳴する設計とする。また、外部電源喪失時においても消火が可能となるよう、非常用電源から受電する。



第7-6図 中央制御室及び補助盤室の床下の構造図
(中央制御室下ケーブル処理室の例)

6.3. 中央制御室及び補助盤室の火災発生時の原子炉の安全停止に係る影響評価

中央制御室及び補助盤室の火災により、中央制御室及び補助盤室内の一つの制御盤の機能がすべて喪失したと仮定しても、他の制御盤での運転操作や現場の操作により、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5に示す。

さらに、中央制御室及び補助盤室については、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、中央制御室又は補助盤室内で火災が発生し、原子炉緊急停止後、中央制御室又は補助盤室が万一、機能喪失しても、制御室外原子炉停止装置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し、維持することが可能な設計とする。

一方、制御室外原子炉停止装置室内についても、当該装置室を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、当該装置室内での火災によって当該装置室が万一、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し、維持することが可能な設計とする。

制御室外原子炉停止装置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7-1表に示す。

第7-1表 制御室外原子炉停止装置と中央制御室による操作機能

	制御室外原子炉停止装置で 監視・操作機能	中央制御室のみ 監視・操作機能
設置場所		制御室建物4階
原子炉減圧系	主蒸気逃がし弁3弁	自動減圧系
高压炉心注水系	原子炉隔離時冷却系ポンプ	高压炉心スプレイ系ポンプ
低压注水系	残留熱除去系ポンプ(B)	残留熱除去系ポンプ(A)(C) 低压炉心スプレイ系ポンプ
残留熱除去系	残留熱除去系ポンプ(B)	残留熱除去系ポンプ(A)
原子炉補機冷却系	原子炉補機冷却系ポンプ(B)(D) 原子炉補機海水系ポンプ(B)(D)	原子炉補機冷却系ポンプ(A)(C) 原子炉補機海水系ポンプ(A)(C)
非常用ディーゼル発電機	非常用ディーゼル発電機(B)	非常用ディーゼル発電機(A) HPCSディーゼル発電機
非常用交流電源系	非常用高压母線(D) 非常用低压母線(D)	非常用高压母線(C)(HPCS) 非常用低压母線(C)(HPCS)
監視計器	<ul style="list-style-type: none"> ・原子炉水位, 圧力 ・サプレッション・プール水温度 ・サプレッション・プール水位 ・ドライウェル圧力 ・残留熱除去系ポンプ出口流量 ・残留熱除去系熱交換器入口温度 ・原子炉隔離時冷却系ポンプ出口流量 ・原子炉隔離時冷却系タービン回転数 ・原子炉圧力容器ペDESTAL温度 ・高压母線電圧 ・非常用ディーゼル発電機電圧 	左記のパラメータは監視可能

上記のとおり、中央制御室及び補助盤室を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、中央制御室又は補助盤室内で火災が発生し、原子炉緊急停止後、中央制御室又は補助盤室が万一、機能喪失しても、制御室外原子炉停止装置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。

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

島根原子力発電所 2 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

島根原子力発電所 2 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

1. 系統分離の基本的な考え方

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」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区分のすべての安全機能が喪失することのないよう、原則、安全系区分Ⅰ、Ⅲと安全系区分Ⅱの境界を火災区域の境界として 3 時間以上の耐火能力を有する耐火壁・隔壁等で分離する。

そのため、原則として、建物内で安全系区分Ⅱの機器等を設置する区域を 3 時間以上の耐火能力を有する耐火壁・隔壁等で囲い、当該区域を「区分Ⅱ火災区域」とする。（第 1 図）

なお、中央制御室及び補助盤室、ケーブル処理室及び計算機室並びに原子炉格納容器は、上記の対策を講じることが困難なため、ケーブルの布設状況を踏まえた火災の影響軽減対策を講じる。

区分Ⅱと区分Ⅰ，Ⅲの境界を
火災区域として3時間以上
の耐火能力を有する隔壁等
で分離



単一火災によっても区分Ⅱ
と区分Ⅰ，Ⅲが同時に機能喪
失することを回避し，高温停
止・低温停止を達成

安全系区分	区分Ⅱ	区分Ⅰ	区分Ⅲ
高温停止	原子炉隔離時冷却系 [RCIC]	—	高压炉心スプレイ系 [HPCS]
低温停止	自動減圧系(B) [SRV(ADS(B))]	自動減圧系(A) [SRV(ADS(A))]	—
	残留熱除去系[RHR(B)]	残留熱除去系[RHR(A)]	—
	残留熱除去系[RHR(C)]	低压炉心スプレイ系 [LPCS]	—
	原子炉補機冷却系 [RCW(B)]	原子炉補機冷却系 [RCW(A)]	高压炉心スプレイ系 補機冷却系[HPCW]
	原子炉補機海水系 [RSW(B)]	原子炉補機海水系 [RSW(A)]	高压炉心スプレイ系 補機海水系[HPSW]
動力電源	非常用ディーゼル発電 機(B)	非常用ディーゼル発電 機(A)	高压炉心スプレイ系 ディーゼル発電機(H)
	非常用交流電源(B)	非常用交流電源(A)	非常用交流電源 (HPCS)
	非常用直流電源(B)	非常用直流電源(A)	高压炉心スプレイ系 直流電源(H)

第1図 系統分離の概要

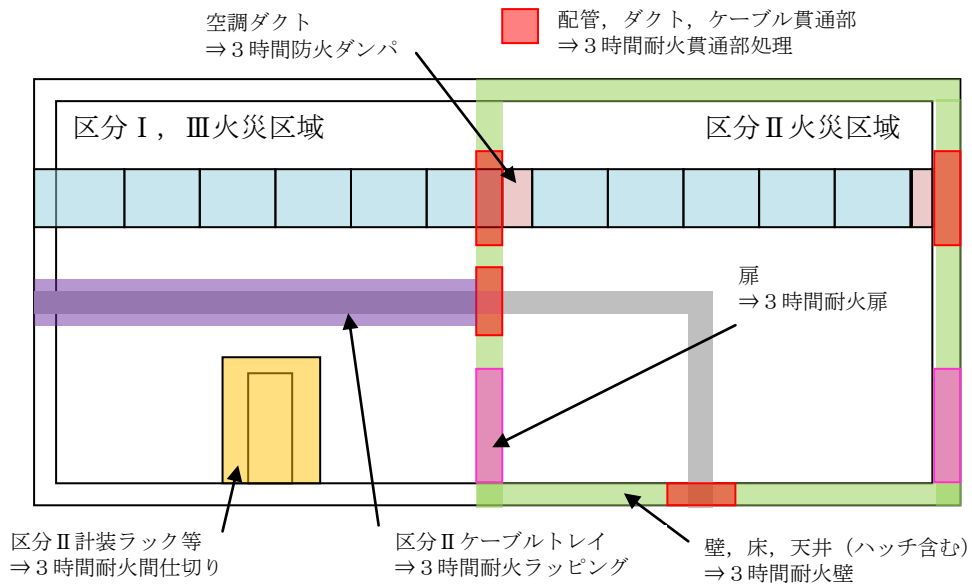
2. 系統分離のための具体的対策

2.1. 火災区域内の系統分離対策

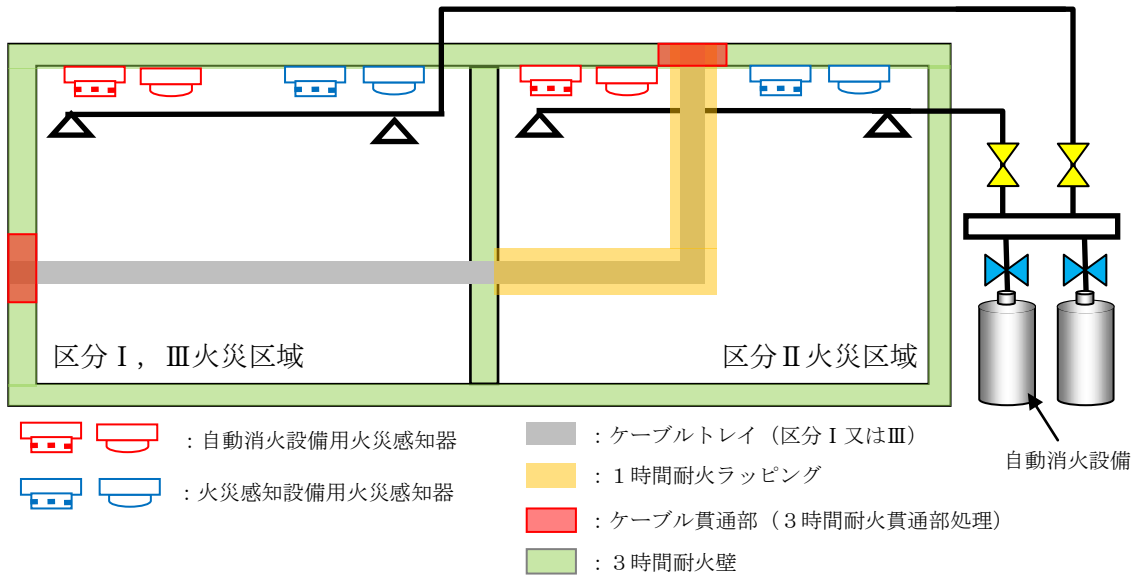
(1) ケーブルラッピング

火災防護対象機器に使用する安全系のケーブルが、異なる区分の区域に布設している場合、当該ケーブルが異なる区分の区域での単一火災によって機能喪失することのないよう、当該ケーブルを布設しているケーブルトレイ等を3時間以上の耐火性能を有するラッピング材で囲う、又は1時間の耐火性能を有するラッピング材で囲い、かつ、火災感知設備及び自動消火設備を設置する。(第2図)

(1) 3時間耐火ラッピングによる分離



(2) 1時間耐火ラッピングによる分離



第2図 火災の影響軽減対策とケーブルラッピング

(2) 耐火間仕切り

火災防護対象機器である電動弁、制御盤等が異なる区分の区域に設置されている場合、当該電動弁、制御盤等が、異なる区分の区域での単一火災によって機能喪失することのないよう、原則として当該電動弁、制御盤等を3時間以上の耐火性能を有する間仕切りで囲うこととする。(第1表)

ただし、火災発生後に機能要求まで時間余裕があり、消火活動後に電動弁の手動操作によって機能を復旧できる電動弁については、耐火間仕切りの設置を必要としない。

第1表 異なる区分の区域に設置されている電動弁、制御盤等と分離対策

異なる区分の区域に 設置されている機器等	系統分離対策（隔壁等）
B-RCWサージタンク水位計器ラック	耐火間仕切り設置
B-原子炉圧力計器ラック	耐火間仕切り設置
A, B, C-原子炉水位計器ラック	耐火間仕切り設置
B-ドライウェル圧力計器ラック	耐火間仕切り設置
RHR炉水入口外側隔離弁	原子炉停止時冷却系は原子炉の安全停止における機能要求まで時間余裕があることから、消火活動後に当該電動弁の手動操作にて機能を確保する。
SRM/I RM前置増幅器盤(区分Ⅱ)	耐火間仕切り設置

島根原子力発電所 2 号炉における
3 時間耐火壁及び隔壁等の耐久試験について

島根原子力発電所 2 号炉における
3 時間耐火壁及び隔壁等の耐久試験について

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」には、耐火壁、隔壁等の設計の妥当性が火災耐久試験によって確認されることが要求されている。

火災区域を構成する壁、貫通部シール、防火扉及び防火ダンパについて、3 時間の耐火性能の確認結果を以下に示す。

2. コンクリート壁、床、天井の耐火性能について

島根原子力発電所 2 号炉におけるコンクリート壁、床、天井の 3 時間耐火性能に必要な最小壁厚について、国内の既往の文献より確認した結果を以下に示す。

2.1. 建築基準法による壁厚

火災強度 2 時間を超えた場合、建築基準法により指定された耐火構造壁はないが、告示の講習会テキスト^{*1}によりコンクリート壁の屋内火災保有耐火時間（遮熱性）の算定方法が下式の通り示されており、これにより最小壁厚を算出することができる。

島根原子力発電所 2 号炉は、普通コンクリートを使用しているため、普通コンクリートの屋内火災保有耐火時間（遮熱性）の算定図を第 1 図に示す。

※ 1 : 2001年版耐火性能検証法の解説及び計算例とその解説（「建設省告示第 1433 号 耐火性能検証法に関する算出方法等を定める件」講習会テキスト（国土交通省住宅局建築指導課））

$$t = \left(\frac{460}{\alpha} \right)^{3/2} 0.012 C_D D^2$$

ここで、 t : 保有耐火時間 (min)

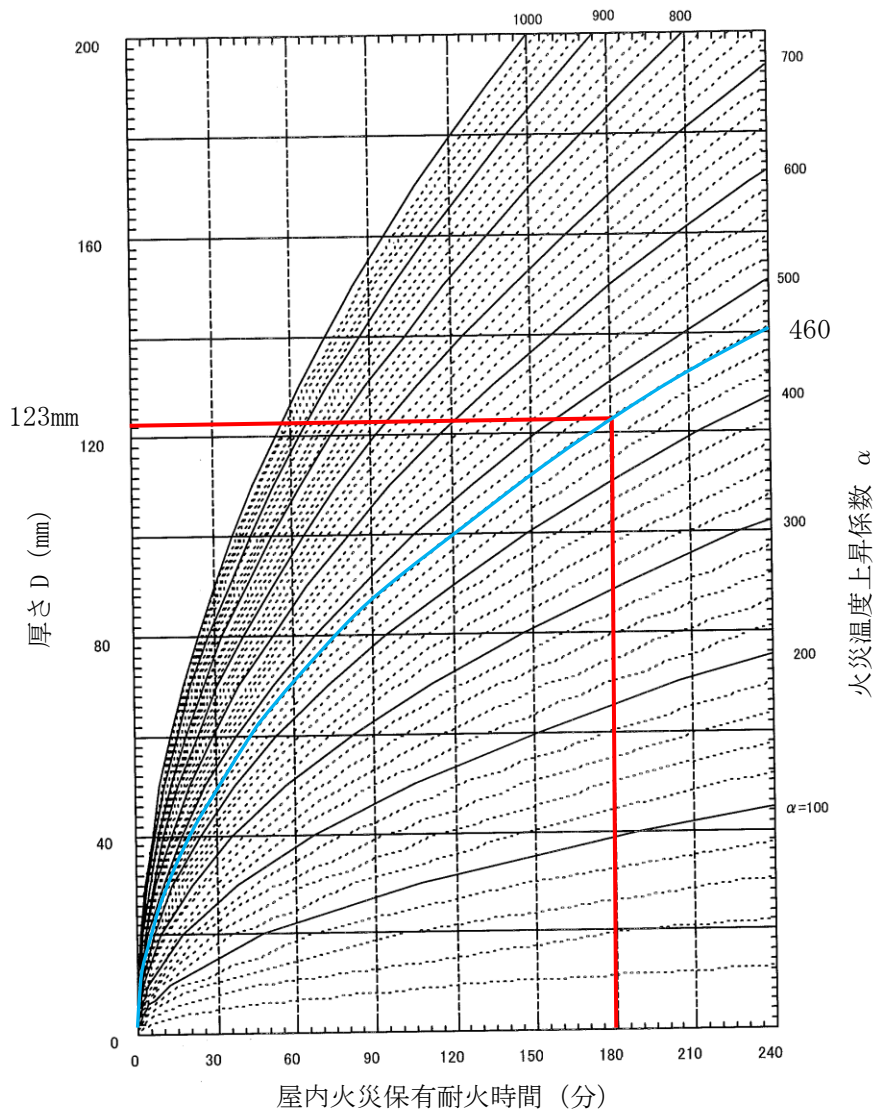
D : 壁の厚さ (mm)

α : 火災温度上昇係数 [標準加熱曲線 : 460]^{*2}

C_D : 遮熱特性係数

[普通コンクリート : 1.0, 1 種軽量コンクリート : 1.2]

※ 2 : 建築基準法の防火規定は 2000 年に国際的な調和を図るため、国際標準の ISO 方式が導入され、標準加熱曲線は IS0834 となり、火災温度係数 α は 460 となる。



第1図 屋内火災保有耐火時間（遮熱性）の算定図（普通コンクリート壁）
 （「建設省告示第1433号 耐火性能検証法に関する算出方法等を定める件」
 講習会テキストに加筆）

前述の式より，屋内火災保有耐火時間が180min（3時間）に必要な壁厚は普通コンクリート壁で123mmと算出できる。また，屋内の火災保有耐火時間について，第1図のとおり240min（4時間）までの算定図が示されている。なお，島根原子力発電所2号炉における火災区域境界の最小壁厚は，普通コンクリートで130mmあることから，3時間耐火性能を有している。

2.2. 建築基準法による床（天井）厚

火災強度 2 時間を超えた場合、建築基準法により指定された耐火構造床（天井）はないが、前述の耐火構造壁同様に告示の講習会テキストによりコンクリート床（天井）の屋内火災保有耐火時間（非損傷性，遮熱性）の算定方法が下式の通り示されており，これにより最小床（天井）厚を算出することができる。

$$t = \min \left[\max \left\{ \frac{16772(cd)^2}{\alpha^{3/2} \left(\log_e \frac{0.673}{(cd)^{1/3}} \right)^2}, \left(\frac{480}{\alpha} \right)^6 \right\}, \left(\frac{460}{\alpha} \right)^{3/2} 0.012 c_D D^2 \right]$$

$$d = \min \left\{ \frac{\left((M_{xp1} + M_{xp2} + 2M_{xp3}) + (M_{yp1} + M_{yp2} + 2M_{yp3}) \left(\frac{l_x}{l_y} \right)^2 - 250w l_x^2 \right)}{\left(\frac{M_{xp1}}{D_{x1}} + \frac{M_{xp2}}{D_{x2}} + \frac{M_{xp3}}{d_{x3}} \right) + \left(\frac{M_{yp1}}{D_{y1}} + \frac{M_{yp2}}{D_{y2}} + \frac{M_{yp3}}{d_{y3}} \right) \left(\frac{l_x}{l_y} \right)^2}, 2d_{x3}, 2d_{y3} \right\}$$

ここで， t ：保有耐火時間[min]

c ：熱特性係数[普通コンクリート： $0.21 \text{min}^{1/2}/\text{mm}$]

d ：熱劣化深さ[mm]

α ：火災温度上昇係数[標準加熱曲線：460]

c_D ：遮熱特性係数[普通コンクリート：1.0]

M_{xp1} , M_{xp2} , M_{yp1} , M_{yp2} ：材端部の曲げ耐力[N/mm^2]

M_{xp3} , M_{yp3} ：中央部の曲げ耐力[N/mm^2]

l_x ：短辺の長さ[m]

l_y ：長辺の長さ[m]

w ：床に作用する等分布床荷重[N/m^2]

D_{x1} , D_{x2} , D_{y1} , D_{y2} ：主筋から圧縮側最外縁までの距離[mm]

d_{x3} , d_{y3} ：かぶり厚さ[mm]

前述の 2 式より，屋内火災保有耐火時間 180min（3 時間）に必要な床（天井）厚は島根原子力発電所 2 号炉における一般的な普通コンクリート床（天井）での仕様において 219mm と算出できる。なお，島根原子力発電所 2 号炉における火災区域境界の最小床（天井）厚は，普通コンクリート床（天井）で 230mm あることから，3 時間耐火性能を有している。

3. 耐火被覆材及び耐火ボードによる耐火障壁の耐火性能について

島根原子力発電所2号炉における火災区域を構成する耐火被覆材及び耐火ボードによる耐火障壁について「3時間耐火性能」を有していることを火災耐久試験により確認した結果を以下に示す。

3.1. 試験概要

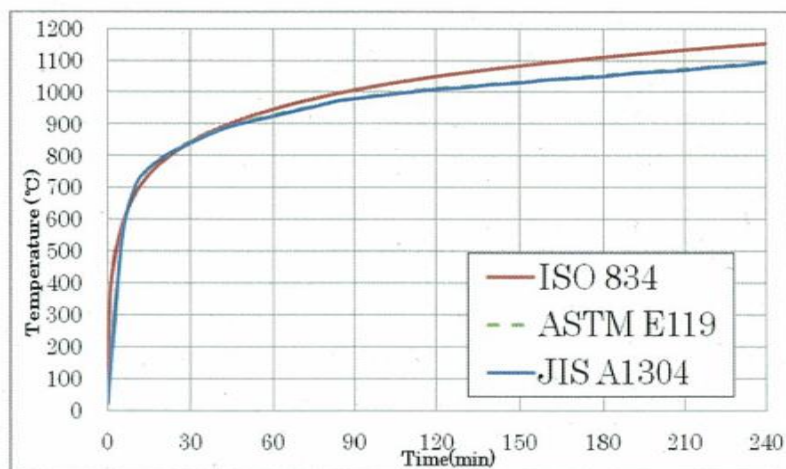
耐火被覆材及び耐火ボードによる耐火障壁の試験として、建築基準法、JIS及びASTMがあるが、加熱温度が最も厳しい建築基準法により試験を実施した。

3.1.1. 加熱温度について

第2図に示す通り、建築基準法（ISO834）の加熱曲線は、他の試験法に比べて厳しい温度設定となっていることから、火災耐久試験では建築基準法の加熱曲線に従って加熱する。

3.1.2. 判定基準について

第2図の建築基準法の規定に基づく加熱曲線で3時間加熱した際に、第1表の防火設備性能試験の判定基準を満足するか確認する。



第2図 加熱曲線の比較

第1表 遮炎性の判定基準

確認項目	遮炎性の確認
判定基準	① 火炎が通る亀裂等の損傷及び隙間が生じないこと。 ② 非加熱面側に10秒を超えて発炎を生じないこと。 ③ 非加熱面側に10秒を超えて火炎が噴出ししないこと。

3.2. 耐火被覆材による耐火障壁の耐火性能について

島根原子力発電所 2 号炉の火災区域の境界を構成する耐火被覆材による耐火障壁について「3 時間の耐火性能」を有していることを、火災耐久試験にて確認した結果を以下に示す。

3.2.1. 耐火被覆材の仕様

耐火被覆材による耐火障壁の試験体の仕様は、島根原子力発電所 2 号炉の火災区域の境界を構成する耐火被覆材による耐火障壁の仕様を考慮し、第 2 表に示す耐火被覆材による耐火障壁を選定する。

第 2 表 試験体となる耐火被覆材による耐火障壁の仕様

試験体	試験体①	試験体②
鉄板厚さ		
耐火被覆材		
耐火被覆材厚さ		
概要図		

3.2.2. 試験方法・判定基準

第 2 図で示す加熱曲線で片面を加熱した場合に、非加熱面が第 1 表に示す判定基準を満たすことを確認する。

3.2.3. 試験結果

第 3 表に試験結果を示す。島根原子力発電所 2 号炉における耐火被覆材による耐火障壁は、試験の結果、3 時間耐火性能を有していることが確認された。試験前後の写真を別紙 1 に示す。

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

第3表 耐火被覆材による耐火障壁の火災耐久試験結果

試験体		試験体①	試験体②
判定基準	非加熱面側へ10秒を超えて継続する火炎の噴出がないこと。	良	良
	非加熱面側で10秒を超えて継続する発炎がないこと。	良	良
	火炎が通る亀裂等の損傷及び隙間が生じないこと。	良	良
試験結果		合格	合格

また、耐火壁の防火設備性能試験においては、非加熱面側温度上昇が平均で140K以下、最高で180K以下であることと規定されているため、第3図に示す測定位置で非加熱面側の表面温度及び空間温度を測定した。

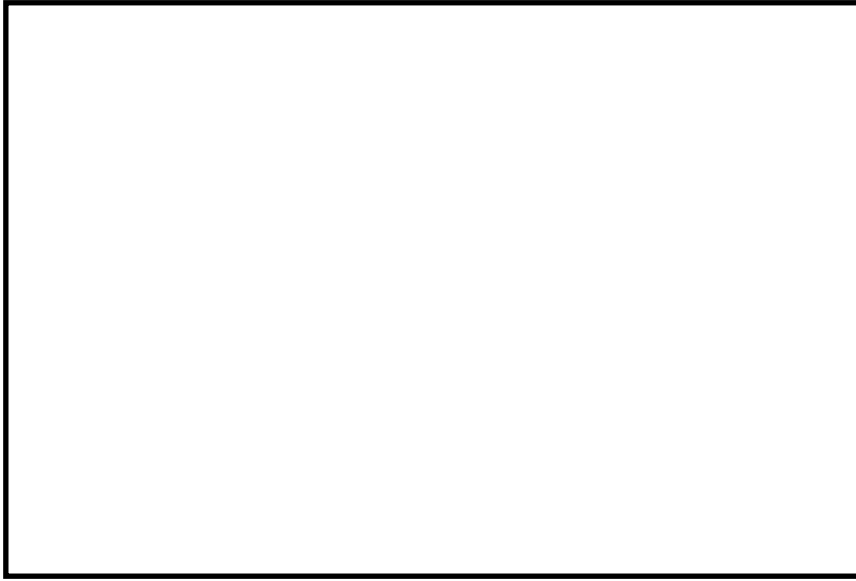
その結果、試験体①については、非加熱面表面から10mm離れていれば温度が44.4℃までしか上昇しないこと、試験体②については、非加熱面表面から10mm離れていれば温度が44.5℃までしか上昇しないことを確認した。(第4図、第5図)

以上のことから、耐火被覆材による耐火障壁の施工については、耐火障壁表面から機器等までの最低離隔距離10mm以上確保する設計とする。



第3図 非加熱面側の表面温度及び空間温度の測定位置

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。



第4図 非加熱面側の表面からの距離と温度（試験体①）



第5図 非加熱面側の表面からの距離と温度（試験体②）

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

3.3. 耐火ボードによる耐火障壁の耐火性能について

コンクリート壁の設置が困難な箇所のうち、壁を貫通する干渉物のない箇所には耐火ボードによる耐火障壁を設置する。耐火ボードによる耐火障壁について「3時間の耐火性能」を有していることを、火災耐久試験にて確認した結果を以下に示す。

3.3.1. 耐火ボードの仕様

耐火ボードによる耐火障壁の試験体の仕様は、島根原子力発電所2号炉の火災区域の境界を構成する耐火ボードによる耐火障壁の仕様を考慮し、第4表に示す耐火ボードによる耐火障壁を選定する。

第4表 試験体となる耐火ボードによる耐火障壁の仕様

試験体	試験体①
寸法	
概要図	

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

3.3.2. 試験方法・判定基準

第2図で示す加熱曲線で片面を加熱した場合に、非加熱面が第1表に示す判定基準を満たすことを確認する。

3.3.3. 試験結果

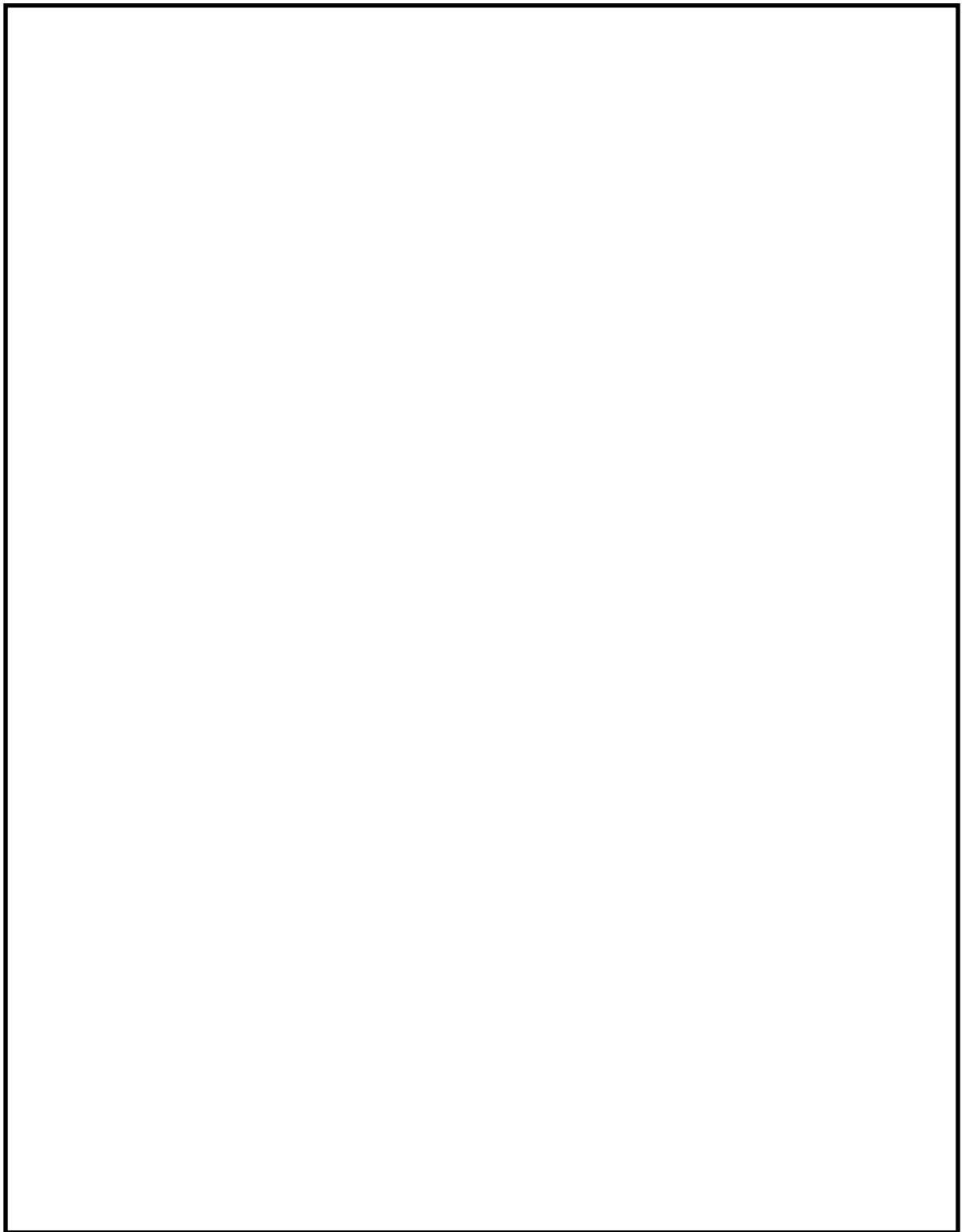
第5表に試験結果を示す。島根原子力発電所2号炉における耐火ボードによる耐火障壁は試験の結果、3時間耐火性能を有していることが確認された。試験前後の写真を別紙1に示す。

第5表 耐火ボードによる耐火障壁の火災耐久試験結果

試験体		試験体①
判定基準	非加熱面側へ10秒を超えて継続する火炎の噴出がないこと。	良
	非加熱面側で10秒を超えて継続する発炎がないこと。	良
	火炎が通る亀裂等の損傷及び隙間が生じないこと。	良
試験結果		合格

また、耐火壁の防火設備性能試験においては、非加熱面側温度上昇が平均で140K以下、最高で180K以下であることと規定されているため、非加熱面側温度を測定した。

その結果、非加熱面表面側の平均温度は97℃、最高温度は115℃であることを確認した。(第6図)



第6図 非加熱面側の温度変化

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

3.4. 耐火障壁（耐火隔壁）の施工範囲

火災防護に係る審査基準2.3.1に基づいて設置する耐火障壁（耐火隔壁）は、3時間又は1時間耐火隔壁として有効に機能するような設計が必要であるため、火災影響範囲の評価結果に基づき施工範囲を定める。評価は火災防護に係る審査基準2.3.2に規定される「原子力発電所の内部火災影響評価ガイド」に基づき実施し、「高温ガス」、「火炎・プルーム」及び「輻射」の観点で、互いに相違する系列の火災防護対象機器の系列間に火災影響が同時に及ぶかを確認し、その影響範囲について耐火障壁（耐火隔壁）による分離がなされるよう、以下のように施工を行う。

3.4.1. 高温ガス

高温ガスによる火災防護対象機器の損傷の有無を評価するため、内部火災影響評価ガイドに基づき、高温ガスの温度を算出し、火災防護対象機器の損傷温度を超えないことを確認する。

3.4.2. 火炎・プルーム

内部火災影響評価ガイドに基づき、火炎高さ、プルーム高さを算出する。火炎・プルームの影響範囲に異なる系列の防護対象が同時に影響範囲に含まれないことを確認するとともに耐火障壁（耐火隔壁）の高さを火炎高さ以上とする。

3.4.3. 輻射

輻射は、火炎による熱源を中心とし、放射状に輻射熱による影響を及ぼす。耐火障壁（耐火隔壁）によって輻射熱の影響を緩和するため、耐火障壁（耐火隔壁）の幅については、火災防護対象機器の幅に内部火災影響評価ガイドに基づき算出した輻射影響範囲の距離を加えたものとする。

4. 貫通部シール，防火扉及び防火ダンパの耐火性能について

島根原子力発電所 2 号炉における火災区域を構成する，貫通部シール，防火扉及び防火ダンパについて「3 時間耐火性能」を有していることを火災耐久試験により確認した結果を以下に示す。

なお，以下に示す以外の貫通部シール，防火扉及び防火ダンパについても，火災耐久試験により 3 時間耐火以上の耐火性能が確認できたものについては，火災区域を構成する防火扉，防火ダンパ及び貫通部シールとして適用する。

4. 1. 試験概要

貫通部シール，防火扉及び防火ダンパの試験として，建築基準法，JIS 及び ASTM があるが，加熱温度が最も厳しい建築基準法により試験を実施した。

4. 1. 1. 加熱温度について

第 2 図に示す通り，建築基準法（IS0834）の加熱曲線は，他の試験法に比べて厳しい温度設定となっていることから，火災耐久試験では建築基準法の加熱曲線に従って加熱する。

4. 1. 2. 判定基準について

第 2 図の建築基準法の規定に基づく加熱曲線で 3 時間加熱した際に，第 1 表の防火設備性能試験の判定基準を満足するか確認する。

4. 2. 貫通部シールの耐火性能について

島根原子力発電所 2 号炉における火災区域を構成する貫通部シールについて「3 時間の耐火性能」を有していることを，火災耐久試験により確認した結果を以下に示す。

なお，今後の火災耐久試験により，3 時間以上の耐火性能を有することが確認された貫通部シールについても，火災区域を構成する貫通部シールに使用する。

4. 2. 1. 配管貫通部の火災耐久試験

4. 2. 1. 1. 試験体の選定

配管貫通部の試験体の仕様は，島根原子力発電所 2 号炉の火災区域の境界を構成する配管貫通部の仕様を考慮し，第 6 表に示す配管貫通部を選定する。

第6表 試験体となる配管貫通部の仕様

試験体	スリーブ径	スリーブ長さ	配管径	適用箇所	貫通部シール材
試験体①	350A	300mm	150A	壁	
試験体②	350A	300mm	150A	壁	
試験体③	350A	300mm	50A	壁	
試験体④	350A	300mm	250A	壁	
試験体⑤	350A	300mm	50A	床	
試験体⑥	350A	300mm	250A	床	

試験体の構成は貫通壁を断熱材の一部として模擬し断熱材のみの構成とした。この試験体では、コンクリート壁は吸熱効果により貫通配管の温度伝達の観点では断熱材よりも大きく、コンクリート壁を断熱材に置き換えることにより保守的なモデルとなる。

試験体の概要を第7図に示す。

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

試験体①	試験体②
試験体③, ④	試験体⑤, ⑥

第7図 配管貫通部の耐火試験体

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

4.2.1.2. 試験方法・判定基準

第2図で示す加熱曲線で第7図に示す耐火試験体の耐火炉内側から加熱し、非加熱面が第1表に示す判定基準を満たすことを確認する。

4.2.1.3. 試験結果

第7表に試験結果を示す。いずれの試験ケースも非加熱面側への火炎の噴出、発炎、火炎の通る亀裂等の損傷がなく、建築基準法に基づく防火設備性能試験の判定基準を満足していることから、配管貫通部シールは、3時間の耐火性能を有している。試験前後の写真を別紙1に示す。

第7表 配管貫通部の火災耐久試験結果

試験体		試験体 ①	試験体 ②	試験体 ③	試験体 ④	試験体 ⑤	試験体 ⑥
判定基準	非加熱面側へ10秒を超えて継続する火炎の噴出がないこと。	良	良	良	良	良	良
	非加熱面側で10秒を超えて継続する発炎がないこと。	良	良	良	良	良	良
	火炎が通る亀裂等の損傷及び隙間が生じないこと。	良	良	良	良	良	良
試験結果		合格	合格	合格	合格	合格	合格

4.2.1.4. 配管貫通部シールの施工について

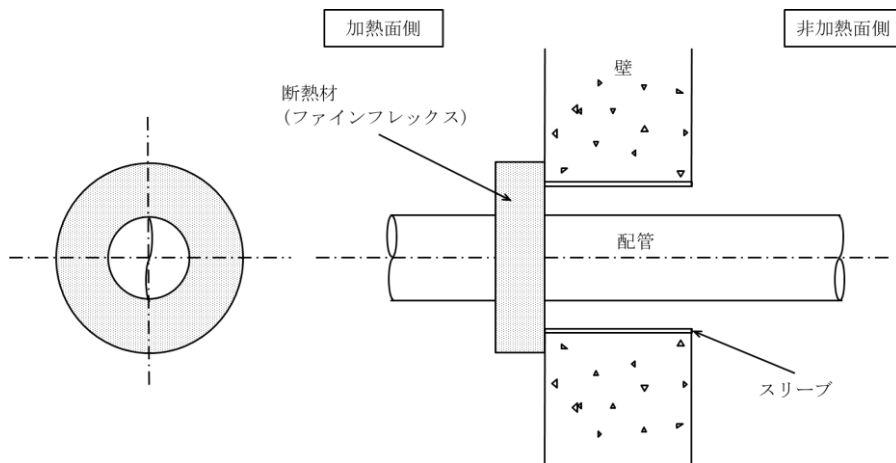
配管貫通部の施工にあたり、断熱材の材料は、耐火試験にて用いた材料と同じファイナフレックスを使用する。(第8図に例示)

また、遮熱性の観点から貫通配管の口径が大きくなるほど管を伝わる熱量が大きくなり熱を遮断するための耐熱材の量が多くなる。このため耐火試験では発電所内の火災区域を構成する配管貫通部の最大となる配管口径以下の代表口径を定めて口径に応じて遮熱性を有するよう断熱材寸法を定めて耐火試験を実施した。発電所にて配管に設置する断熱材は、当該配管口径を上回る直近の配管口径の耐火試験にて確認された断熱材の寸法以上となるよう設置することで保守的な設計とする。

なお、断熱材の固定方法は耐火試験と同様の固縛方法により固定して設置するが、断熱材設置にあたっては、現場の干渉物(サポート材等)により断熱材寸法が耐火試験の設計とおりに設置することが困難な場合は、干渉物も含めて断熱材の内部に入り、断熱材形状全体が耐火試験の結果を上回るように設置する。施工方法の例としては、貫通部に延長スリーブを設置し、その外側に断熱材を設置する設計とするもので、この場合、延長スリーブ外面に貫通配管の耐火試験の結果から遮炎性、遮熱性に影響のないよう断熱材を設置する。断熱材設置時の施工管理は、据付時の寸法記録によ

り耐火試験の断熱材寸法を上回ることと、外観検査により隙間、変形等がないことを確認する。延長スリーブを設置する場合には内包する設備の点検が可能となるよう、フランジを設けスリーブが取外し可能となる設計とする。

断熱材としてモルタル充填を行う貫通部については、スリーブ内に充填するモルタルの厚さにより耐火性を確保するため、耐火試験にて発電所内火災区域を構成する壁厚が最も薄い寸法モデルを代表として試験を実施し耐火性を確認している。モルタル充填の施工にあたっては耐火試験と同じモルタル材料を用い、施工時の貫通部外面に設置するシールプレート上端に設けるベント部から充填したモルタルが漏出するまで充填しスリーブと配管の隙間へ壁厚にわたり十分に充填されることを確認する。また、施工後の外観検査によりモルタル充填部に隙間等のないことを確認することで耐火試験と同等の耐火性を確保する。



第8図 断熱材施工例

4.2.1.5. 消火水の溢水による安全機能への影響について

「火災防護に係る審査基準 2.2.3 (参考)」並びに「原子力発電所の内部溢水影響評価ガイド」においては、火災時に考慮する消火系からの放水による溢水を想定することが求められている。安全機能を有する火災区域には貫通部の耐火処理と合わせて溢水防護を行うための溢水防護設備（ラバーブーツ等）が設置されている場合があるが、一部の溢水防護設備はその特性上、熱に対する耐性（シリコン：約150℃，ラバーブーツ：約250℃）が乏しく火災時には溢水防護設備が機能喪失するケースが想定される。

これに対して、設置許可基準規則第九条「溢水による損傷の防止等」に関する評価の中で、火災発生区域内の溢水防護機能の喪失並びに保守的な消火水量の使用を想定し、隣接区画の安全機能への影響評価を行い、火災区域の消火戦略を含めた対策を検討した結果、以下のとおり対策を行う。

- ①安全機能を有する火災区域に対してはガス消火による固定式消火設備を設置することにより、消火水による消火活動を不要とする設計とする。
- ②安全機能を有している火災区域であって特に可燃物量が少なく、いずれも金属筐体や電線管で覆われている等の大規模な火災や煙の発生は考えにくい火災区域については、固定式消火設備を設けずとも消火器による消火活動が可能であることから、消火器による消火を行い、消火水による消火活動を不要とする設計とする。
- ③安全機能を有しないその他の火災区域については、消火水を使用した消火活動を想定して、評価及び対策を行う。評価の結果、原子力発電所の内部溢水影響評価ガイドの要求を満足しない場合には、消火水の溢水経路となる貫通部について、耐火材の追加設置等を行い、消火までの間、止水機能が維持され、安全機能を有する設備に影響を及ぼすことがない設計とする。

4.2.2. ケーブルトレイ及び電線管貫通部の火災耐久試験

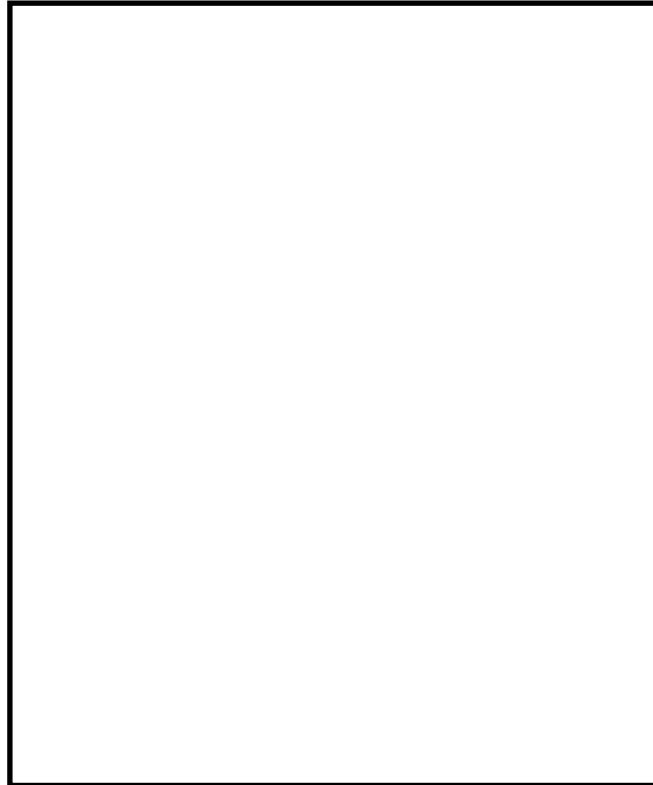
4.2.2.1. ケーブルトレイ貫通部の試験体の選定

ケーブルトレイ貫通部の試験体の仕様は、島根原子力発電所2号炉において3時間耐火処理が要求されるケーブルトレイ貫通部の構造を全て抽出し、それぞれに適用可能となるものを施工性も踏まえて7種類選定している。選定した試験体の仕様を第8表に示す。試験体の概要を第9図に示す。

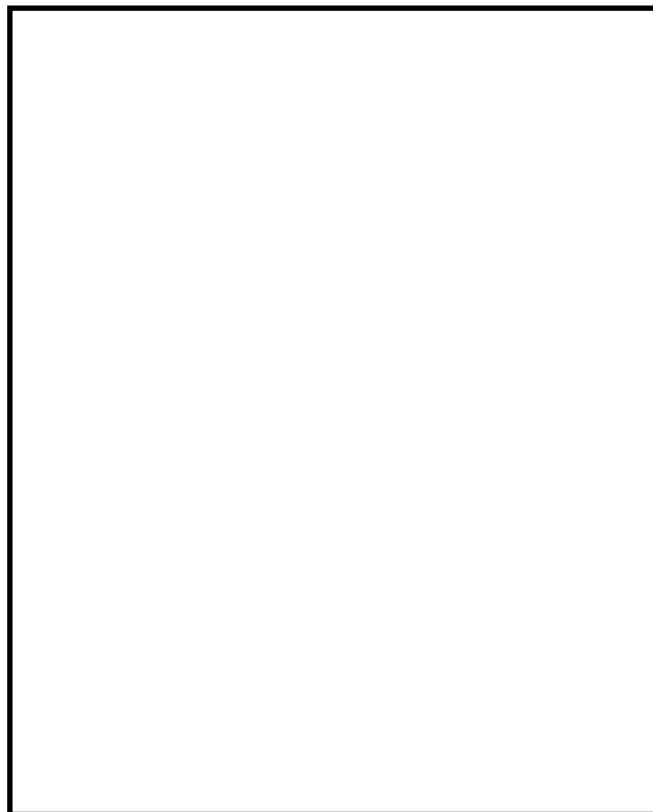
第8表 試験体となるケーブルトレイ貫通部の仕様

試験体	トレイサイズ	貫通ダクト	貫通部シール材
試験体①			
試験体②			
試験体③			
試験体④			
試験体⑤			
試験体⑥			
試験体⑦			

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。



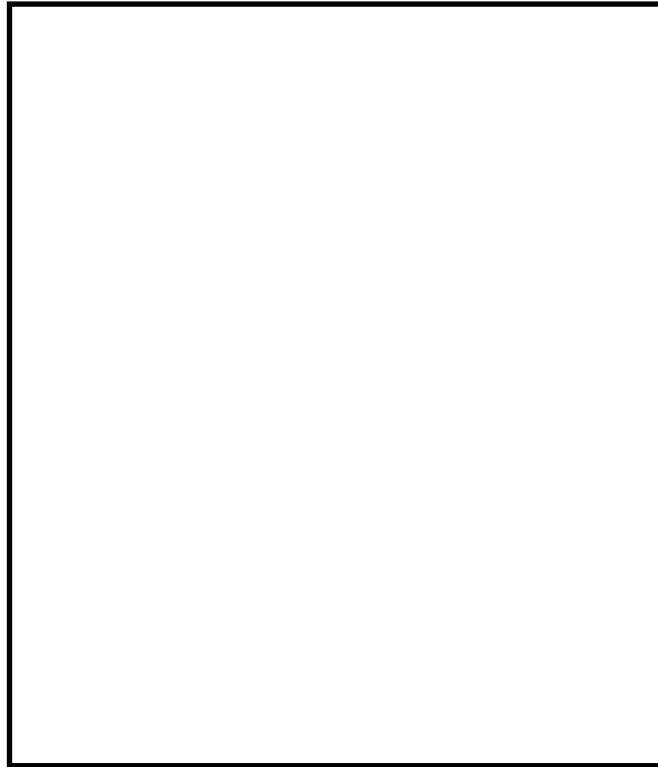
試験体①



試験体②

第9図 ケーブルトレイ貫通部の耐火試験体（1 / 4）

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。



試験体③



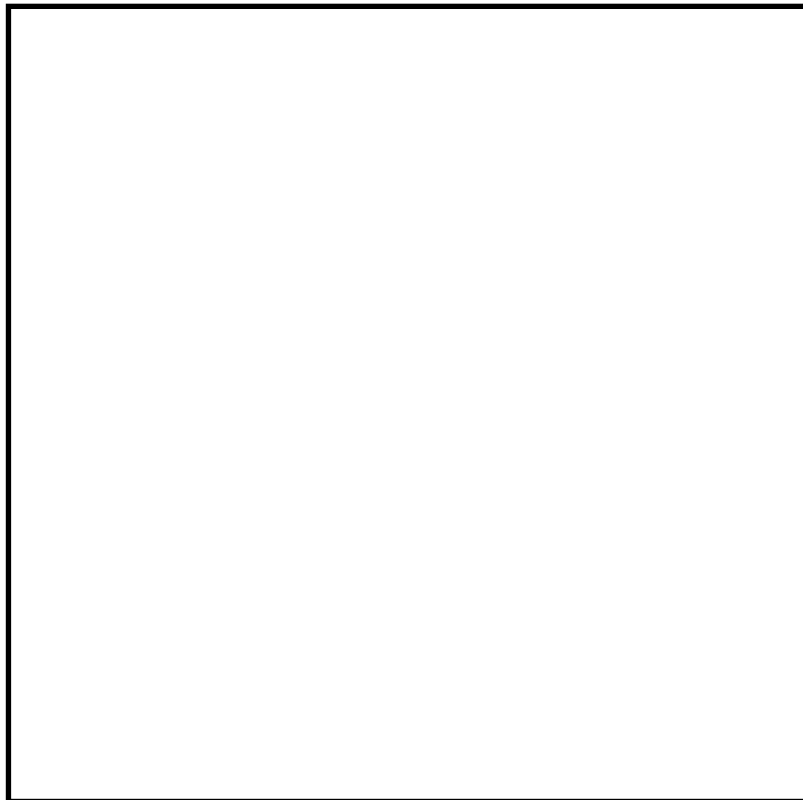
試験体④

第9図 ケーブルトレイ貫通部の耐火試験体（2 / 4）

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。



試験体⑤



試験体⑥

第9図 ケーブルトレイ貫通部の耐火試験体（3／4）

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。



試験体⑦

第9図 ケーブルトレイ貫通部の耐火試験体（4／4）

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

4.2.2.2. ケーブルトレイ貫通部の試験方法・判定基準

第2図で示す加熱曲線で片面を加熱した場合に、非加熱面が第1表に示す判定基準を満たすことを確認する。

4.2.2.3. ケーブルトレイ貫通部の試験結果

第9表に試験結果を示す。いずれの試験ケースも非加熱面側への火炎の噴出、発炎、火炎の通る亀裂等の損傷がなく、建築基準法に基づく防火設備性能試験の判定基準を満足していることから、ケーブルトレイ貫通部シールは3時間の耐火性能を有している。試験前後の写真を別紙1に示す。

第9表 ケーブルトレイ貫通部の火災耐久試験結果

試験体		試験体 ①	試験体 ②	試験体 ③	試験体 ④	試験体 ⑤	試験体 ⑥	試験体 ⑦
判定基準	非加熱面側へ10秒を超えて継続する火炎の噴出がないこと。	良	良	良	良	良	良	良
	非加熱面側で10秒を超えて継続する発炎がないこと。	良	良	良	良	良	良	良
	火炎が通る亀裂等の損傷及び隙間が生じないこと。	良	良	良	良	良	良	良
試験結果		合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格

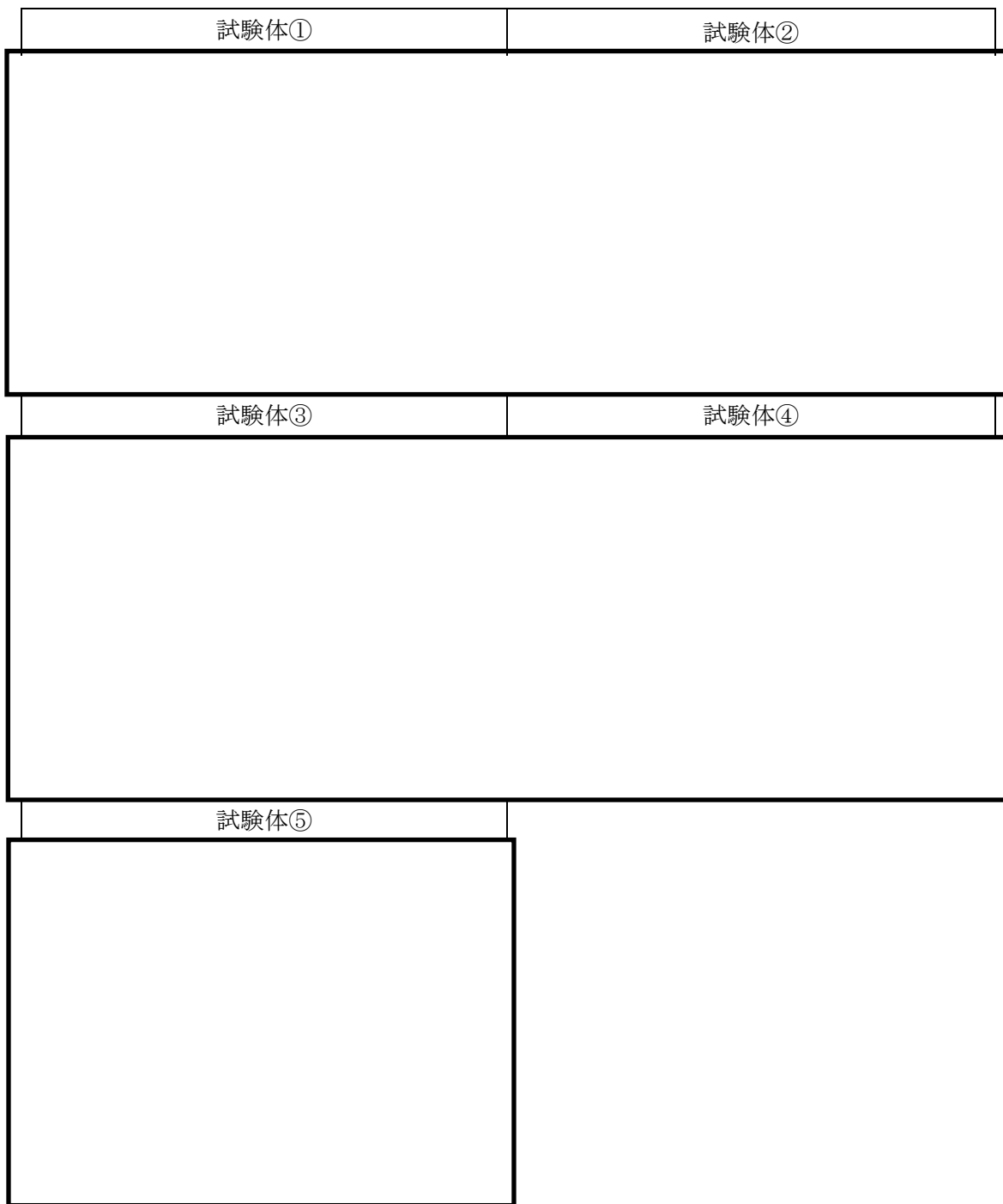
4.2.2.4. 電線管貫通部の試験体の選定

電線管貫通部の試験体の仕様は、島根原子力発電所2号炉の電線管貫通部の仕様を考慮し選定しており、第10表に示す電線管を選定している。試験体の概要を第10図に示す。

第10表 試験体となる電線管貫通部の仕様

試験体	電線管サイズ	貫通部シール材
試験体①		
試験体②		
試験体③		
試験体④		
試験体⑤		

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。



第10図 電線管貫通部の耐火試験体

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

4.2.2.5. 電線管貫通部の試験方法・判定基準

第2図で示す加熱曲線で片面を加熱した場合に、非加熱面が第1表に示す判定基準を満たすことを確認する。

4.2.2.6. 電線管貫通部の試験結果

第11表に試験結果を示す。いずれの試験ケースも非加熱面側への火炎の噴出、発炎、火炎の通る亀裂等の損傷がなく、建築基準法に基づく防火設備性能試験の判定基準を満足していることから、電線管貫通部シールは3時間の耐火性能を有している。試験前後の写真を別紙1に示す。

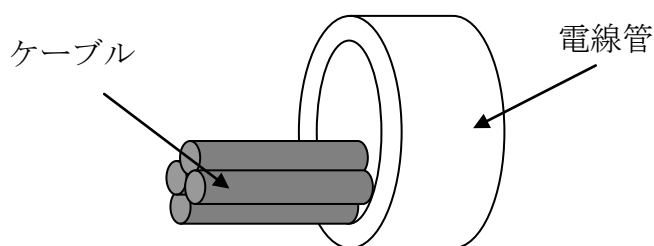
第11表 電線管貫通部の火災耐久試験結果

試験体		試験体 ①	試験体 ②	試験体 ③	試験体 ④	試験体 ⑤
判定 基準	非加熱面側へ10秒を超えて継続する火炎の噴出がないこと。	良	良	良	良	良
	非加熱面側で10秒を超えて継続する発炎がないこと。	良	良	良	良	良
	火炎が通る亀裂等の損傷及び隙間が生じないこと。	良	良	良	良	良
試験結果		合格	合格	合格	合格	合格

4.2.2.7. ケーブルトレイ及び電線管貫通部シールの施工について

ケーブルトレイ及び電線管貫通部の施工にあたり、耐火性能を維持するため、耐火試験体と同厚さ以上の耐火材（鉄板、難燃性パテ（ハイシール、ロックウール等）等）を設置するよう管理を行う。難燃性パテについては、封入時に電線管内部の目視確認が困難となることから、ケーブルトレイ及び電線管のサイズに応じて封入量の重量管理を行う。電線管の貫通部処理における難燃性パテの封入量の管理方法を第11図に示す。

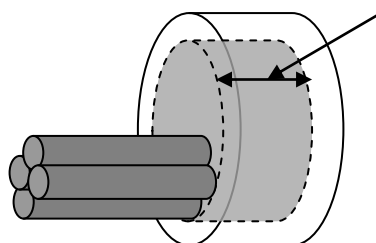
- ① 難燃性パテが施工基準長さ（50mm）以上になるように電線管サイズに応じて必要な難燃性パテの重量を測定する。



呼び径	質量(g)
G22	48
G28	80
G36	135
G42	182
G54	289
G70	480
G82	670
G92	869
G104	1120
G130	1674

- ② 難燃性パテの施工基準長さ（50mm）以上を確保する。

50mm



第 11 図 電線管貫通部処理時の管理方法

4.3. 防火扉の耐火性能について

島根原子力発電所2号炉における火災区域を構成する防火扉について「3時間の耐火性能」を有していることを、火災耐久試験により確認した結果を以下に示す。

なお、今後の火災耐久試験により、3時間以上の耐火性能を有することが確認された防火扉についても、火災区域を構成する防火扉に使用する。

4.3.1. 試験体の選定

防火扉の試験体の仕様は、島根原子力発電所2号炉の火災区域境界に用いられる防火扉の仕様を考慮し、第12表に示す防火扉を選定する。

なお、ドアクローザについては、第12表に示す発炎対策品を選定する。

第12表 試験体となる防火扉の仕様

種類	片開き扉（一般）	両開き扉（欄間パネル付き）
寸法		
板厚		
ドアクローザ		
扉姿図		

4.3.2. 試験方法・判定基準

第2図で示す加熱曲線で片面を加熱した場合に、非加熱面が第1表に示す判定基準を満たすことを確認する。

4.3.3. 試験結果

第13表に試験結果を示す。島根原子力発電所2号炉における防火扉は、試験の結果、ドアクローザを発炎対策品に取替えることで、3時間の耐火性能を有することが確認された。試験前後の写真を別紙1に示す。

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

第13表 防火扉の火災耐久試験結果

試験体		片開き扉（一般）	両開き扉（欄間パネル付き）
判定基準	非加熱面側へ10秒を超えて継続する火炎の噴出がないこと。	良	良
	非加熱面側で10秒を超えて継続する発炎がないこと。	良	良
	火炎が通る亀裂等の損傷及び隙間が生じないこと。	良	良
試験結果		合格	合格

4.4. 防火ダンパの耐火性能について

島根原子力発電所2号炉における火災区域を構成する防火ダンパについて「3時間の耐火性能」を有していることを、火災耐久試験により確認した結果を以下に示す。

なお、今後の火災耐久試験により、3時間以上の耐火性能を有することが確認された防火ダンパについても、火災区域を構成する防火ダンパに使用する。

4.4.1. 試験体の選定

試験体の仕様は、島根原子力発電所2号炉に設置される防火ダンパの仕様を考慮し、第14表に示す防火ダンパを選定する。

第14表 試験体となる防火ダンパの仕様

試験体	試験体①	試験体②
ダンパ サイズ		
板厚		
羽根長さ		
羽根幅		
取付方向		
ダンパ 外形図		

4.4.2. 試験方法・判定基準

第2図で示す加熱曲線で片面から加熱し、非加熱面が第1表に示す判定基準を満たすことを確認する。

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

4.4.3. 試験結果

第15表に試験結果を示す。いずれの試験ケースも非加熱面側への火炎の噴出、発炎、火炎の通る亀裂等の損傷がなく、建築基準法に基づく防火設備性能試験の判定基準を満足していることから、防火ダンパは3時間の耐火性能を有している。試験前後の写真を別紙1に示す。

第15表 防火ダンパの火災耐久試験結果

試験体		試験体①	試験体②
判定基準	非加熱面側へ10秒を超えて継続する火炎の噴出がないこと。	良	良
	非加熱面側で10秒を超えて継続する発炎がないこと。	良	良
	火炎が通る亀裂等の損傷及び隙間が生じないこと。	良	良
試験結果		合格	合格

5. 耐火間仕切りの耐火性能について

島根原子力発電所2号炉の火災防護対象機器の系統分離のために、現地制御盤、計装ラック等に施工する耐火間仕切りについて「3時間耐火性能」を有していることを火災耐久試験により確認した結果を以下に示す。

なお、今後の火災耐久試験により、3時間以上の耐火性能を有することが確認された耐火間仕切りについても、火災防護対象機器の系統分離のための耐火間仕切りに使用する。

5.1. 試験体の選定

耐火間仕切りの試験体の仕様は、島根原子力発電所2号炉に設置される現地制御盤、計装ラック等の仕様を考慮し、第16表に示す仕様とした。試験体の概要を第12図に示す。

第16表 試験体となる耐火間仕切りの仕様

試験体	
適用機器	
耐火材仕様	



第12図 耐火間仕切りの耐火試験体

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

5.2. 試験方法・判定基準

第2図で示す加熱曲線で片面を加熱した場合に、第17表に示す判定基準を満たすことを確認する。

第17表 耐火間仕切りの耐火性の判定基準

試験項目	耐火性の確認
判定基準	① 非加熱面側へ10秒を超えて継続する火炎の噴出がないこと。 ② 非加熱面側へ10秒を超えて継続する発炎がないこと。 ③ 火炎が通る亀裂等の損傷及び隙間を生じないこと。

5.3. 試験結果

第18表に試験結果を示す。非加熱面側への火炎の噴出、発炎、火炎の通るき裂等の損傷がなく、建築基準法に基づく防火設備性能試験の判定基準を満足していることから、耐火間仕切りは3時間の耐火性能を有している。試験前後の写真を別紙2に示す。

第18表 耐火間仕切りの火災耐久試験結果

判定基準	判定
非加熱面側へ10秒を超えて継続する火炎の噴出がないこと。	良 ^{※1}
非加熱面側へ10秒を超えて継続する発炎がないこと。	良 ^{※1}
火炎が通る亀裂等の損傷及び隙間を生じないこと。	良
試験結果	合格

※1：耐火間仕切りの試験体においては、試験後の耐火間仕切り内部の損傷状態、煤等の付着がないことを確認し試験結果良と判定した。

6. ケーブルトレイ及び電線管耐火ラッピングの耐火性能について

島根原子力発電所2号炉の火災防護対象機器の系統分離のために、ケーブルトレイ等に施工する耐火ラッピングについて「3時間耐火性能」を有していることを、火災耐久試験により確認した結果を以下に示す。

なお、今後の火災耐久試験により、3時間以上の耐火性能を有することが確認された耐火ラッピングについても、火災防護対象機器の系統分離のための耐火ラッピングに使用する。

6.1. 試験方法・判定基準

試験方法は加熱温度が最も厳しい建築基準法(IS0834)の加熱曲線(第2図)を採用し、判定基準を満足することを確認する。

判定基準は、建築基準法に基づく温度、外観確認及びREGULATORY GUIDE 1.189Rev.2:Appendix Cの規定に基づく耐放水性能の確認を行い、判定基準を満足するかを確認する。(第19表)

第19表 耐火ラッピングの耐火性の判定基準

試験項目	耐火性の確認
判定基準	① 耐火ラッピングの非加熱側の温度上昇値が平均139K, 最大181Kを超えないこと。 ② 火災耐久試験及び放水試験 ^{※1} においてケーブルトレイ等が見える貫通口が生じないこと。

※1：ボードタイプは除く。

6.2. ケーブルトレイ耐火ラッピングの耐火性能について

6.2.1. 試験体の選定

ケーブルトレイ耐火ラッピングの試験体の仕様は、島根原子力発電所2号炉に設置されるケーブルトレイの仕様を考慮し、第20表に示す仕様とした。試験体の概要を第13図に示す。

第20表 試験体となるケーブルトレイ耐火ラッピングの仕様（1 / 2）





試験体	試験体①（ラッピングタイプ）
トレイサイズ	
トレイ段数	
布設ケーブル	
耐火材仕様	
試験体概要図	

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

第20表 試験体となるケーブルトレイ耐火ラッピングの仕様（2 / 2）

試験体	試験体②（ボードタイプ）
トレイサイズ	
トレイ段数	
布設ケーブル	
耐火材仕様	
試験体概要図	

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

試験体	施工前	施工後
試験体 ①		
試験体 ②		

第 13 図 ケーブルトレイ耐火ラッピングの試験体の概要

6.2.2. 試験結果

第 21 表に試験結果を示す。いずれの試験ケースも非加熱面側の温度上昇が判定基準値以内であり、放水試験にも合格していることから 3 時間の耐火性能を有している。試験前後の写真を別紙 2 に示す。

第21表 ケーブルトレイ耐火ラッピングの火災耐久試験結果

試験体		試験体①	試験体②
判定基準	耐火ラッピングの非加熱側の温度上昇値が平均139K、最大181Kを超えないこと。	良	良
	火災耐久試験及び放水試験※ ¹ においてケーブルトレイ等が見える貫通口が生じないこと。	良	良
試験結果		合格	合格

※1：ボードタイプは除く。

6.3. 電線管耐火ラッピングの耐火性能について

6.3.1. 試験体の選定

電線管耐火ラッピングの試験体の仕様は、島根原子力発電所 2 号炉に設置される電線管の仕様を考慮し、第22表に示す仕様とした。試験体の概要を第 14図に示す。

第22表 試験体となる電線管耐火ラッピングの仕様（1 / 2）

試験体	試験体① (U字タイプ)
電線管 サイズ	
布設 ケーブル	
耐火材 仕様	
試験体 概要図	

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

第22表 試験体となる電線管耐火ラッピングの仕様（2 / 2）

試験体	試験体②（天井近傍タイプ）
電線管 サイズ	
布設 ケーブル	
耐火材 仕様	
試験体 概要図	

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

	施工前	施工後
試験体①		
試験体②		

第14図 電線管耐火ラッピングの試験体の概要

6.3.2. 試験結果

第23表に試験結果を示す。いずれの試験ケースも非加熱面側の温度上昇が判定基準値以内であり，放水試験にも合格していることから3時間の耐火性能を有している。試験前後の写真を別紙2に示す。

第23表 電線管耐火ラッピングの火災耐久試験結果

試験体		試験体①	試験体②
判定基準	耐火ラッピングの非加熱側の温度上昇値が平均139K，最大181Kを超えないこと。	良	良
	火災耐久試験及び放水試験においてケーブルトレイ等が見える貫通口が生じないこと。	良	良
試験結果		合格	合格

7. ケーブルトレイ等耐火ラッピング施工時の許容電流について

島根原子力発電所2号炉では，耐火ラッピング施工による異常過熱等の発生を防止するために，ケーブルに通電可能な最大電流（以下「許容電流」という。）に管理基準を設定している。その詳細を以下に示す。

7.1. 許容電流低減率の評価

島根原子力発電所2号炉で使用する耐火ラッピングについては，IEEE848-1996に定められる許容電流低減率（ADF）を踏まえ設計する。許容電流低減率（ADF）は，IEEE848-1996において以下のように定義される。

出典：IEEE848-1996「IEEE Standard Procedure for the Determination of the Ampacity Derating of Fire-Protected Cables」

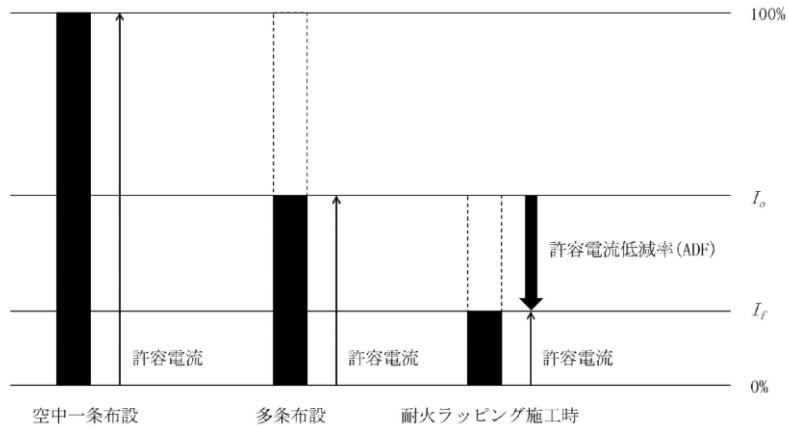
【許容電流低減率（ADF）】

$$ADF = \frac{I_o - I_f}{I_o} \times 100 \quad (\%)$$

I_o : 導体温度が90℃まで到達するのに必要な電流（耐火ラッピング前）

I_f : 導体温度が90℃まで到達するのに必要な電流（耐火ラッピング後）

以下，第15図に示すとおり，ケーブルの設計値としての許容電流は，空中一条布設時の許容電流に相当し，ケーブルの多条布設や耐火ラッピング施工により影響を受け，低減される。耐火ラッピング施工により生じる許容電流低減率（ADF）が大きいほど，ケーブルの許容電流は小さくなる。



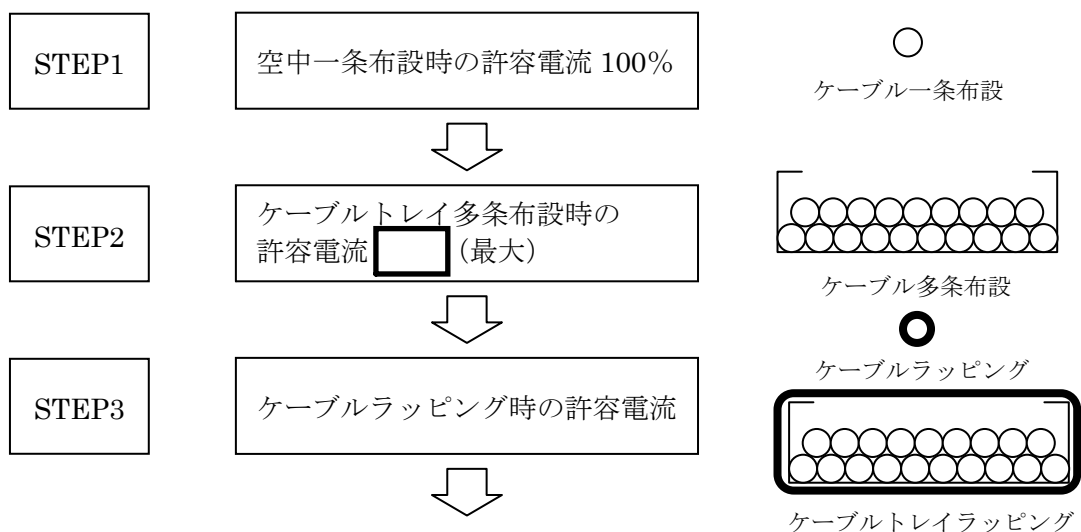
第 15 図 ケーブルの許容電流と許容電流低減率 (ADF)

7.2. 許容電流の管理基準

次に、島根原子力発電所 2 号炉ではケーブルを多条布設する場合には、ケーブル通電時に発生する熱の影響によって異常過熱等が発生しないよう、空中一条布設時の許容電流(100%)に対して、通電可能な電流の上限値を に制限している。



上記までのケーブル、ケーブルトレイにおける管理基準を踏まえ、島根原子力発電所 2 号炉における耐火ラッピングのケーブル許容電流の管理基準は以下のフローに基づき決定する。(第 16 図)



耐火ラッピングにおけるケーブル許容電流の管理基準

第 16 図 ケーブルラッピングにおけるケーブル許容電流の管理基準の概要

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

7.3. 耐火ラッピングにおける許容電流低減率の評価

耐火ラッピング施工時におけるケーブルの許容電流の低減率を確認し管理基準を定めるために、模擬試験体を用いた許容電流評価を行う。

7.4. 許容電流評価試験

許容電流評価試験は、IEEE848-1996「IEEE Standard Procedure for the Determination of the Ampacity Derating of Fire-Protected Cables」を参考に、ケーブル1条及びケーブルトレイに対して耐火ラッピングを施工し、許容電流の評価を実施した。

7.5. 試験方法

ケーブル1条及びケーブルトレイに対して耐火ラッピングを施工し、その施工前後において、導体の温度が約90℃となるように通電する。その時の通電電流 I' を下式(1)により求めることができる。また、この時の周囲温度及び導体温度を測定し、導体温度90℃、周囲温度25℃における許容電流を下式(2)により算出し、許容電流低減率を確認する。

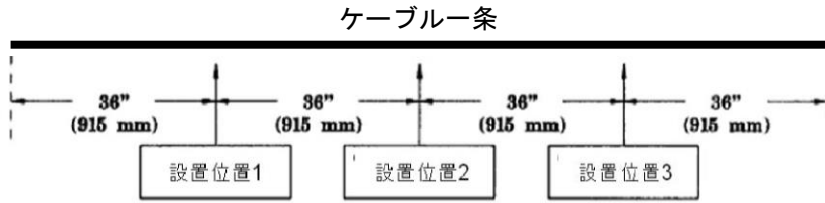
試験体概要図を第17図に示す。

$$I' = I \times \sqrt{\frac{T_1' - T_2'}{T_1 - T_2}} \quad (1)$$

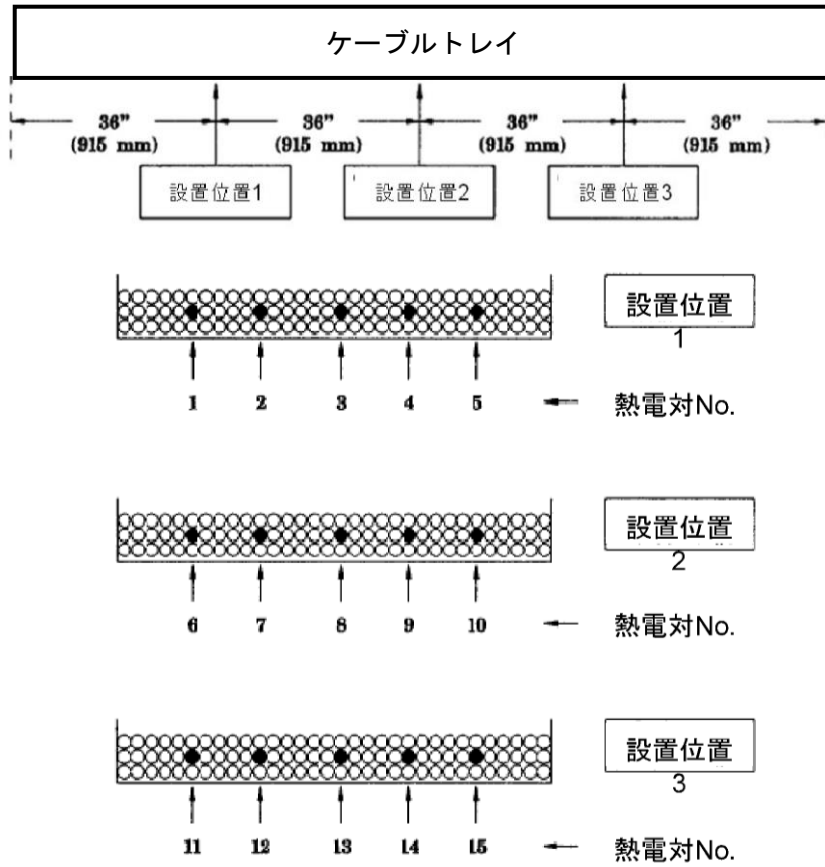
I : 試験時の通電電流 (A) I' : 試験時の通電電流 (A)
 T_1 : 試験時の導体温度 (℃) T_2 : 試験時の周囲温度 (℃)
 T_1' : 試験体の導体温度 (90℃) T_2' : 試験時の周囲温度 (25℃)

$$\text{許容電流低減率 } ADF = \frac{I_o - I_f}{I_o} \times 100 \quad (2)$$

I_o : 導体温度が90℃まで到達するのに必要な電流 (耐火ラッピング前)
 I_f : 導体温度が90℃まで到達するのに必要な電流 (耐火ラッピング後)



許容電流評価試験：ケーブル1条



許容電流評価試験：ケーブルトレイ

第 17 図 試験体概要図

7.6. 試験結果

(1) ケーブル1条

耐火ラッピングの有無	通電電流 (A)	周囲温度 (°C)	導体温度 (°C)
無			
有			

① ラッピング施工前 許容電流 (補正後)

$$I_o = \boxed{} \text{ (A)}$$

② ラッピング施工後 許容電流 (補正後)

$$I_f = \boxed{} \text{ (A)}$$

③ 許容電流低減率

$$\text{許容電流低減率 } ADF = \boxed{}$$

(2) ケーブルトレイ

耐火ラッピングの有無	通電電流 (A)	周囲温度 (°C)	導体温度 (°C)
無			
有			

① ラッピング施工前 許容電流 (補正後)

$$I_o = \boxed{} \text{ (A)}$$

② ラッピング施工後 許容電流 (補正後)

$$I_f = \boxed{} \text{ (A)}$$

③ 許容電流低減率

$$\text{許容電流低減率 } ADF = \boxed{}$$

以上より、ケーブルラッピングに伴う許容電流の評価は、許容電流低減率の大きい $\boxed{}$ を適用し、ケーブルラッピングに伴い、許容電流を満足できない場合は、ケーブルのサイズアップ又はケーブルルートのリルートを行う。

試験の実施状況を別紙2に示す。

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

8. ケーブルトレイ等耐火ラッピング施工時の耐震性について

島根原子力発電所2号炉において、ケーブルトレイ等へ耐火ラッピングを施工する場合は、以下の観点から耐震性の評価を行い、基準地震動の発生後に機能を維持できる設計とする。

(1) ケーブルトレイ及び電線管の耐震性評価

島根原子力発電所2号炉に使用する耐火ラッピングは、ケーブルトレイへ施工する場合は、第20表に示すように5層構造 [redacted]、電線管へ施工する場合は、第22表に示すように6層構造 [redacted] とする。

ケーブルトレイ及び電線管に耐火ラッピング材を施工することにより、ケーブルトレイサポートに掛かる最大荷重は173.7kg/m、電線管サポートに掛かる最大荷重は70.8kg/m増加する。

耐火ラッピングを施工するケーブルトレイ及び電線管については、耐火ラッピング施工後の状態において、基準地震動が発生しても、機能が維持できるように、個別に強度評価を実施し、必要に応じてサポート補強を行う。

(2) 耐火ラッピング材の耐震性評価

島根原子力発電所2号炉で使用する耐火ラッピングは、第18図に示すように、基準地震動発生時にも耐火ラッピングがケーブルトレイ及び電線管から脱落しないよう、耐火クロスベルト及び番線にて固定する設計とする。耐火クロスベルトの強度は、引張試験を実施した結果、2,000N以上であることを確認している。また、番線の強度は、644Nと評価している。



第18図 耐火ラッピングの固定状況

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

耐火ラッピング材については、耐火クロスベルト及び番線にて固定した状態において、基準地震動が発生した場合においても脱落することのないように、耐火クロスベルト及び番線に加わる地震力を評価し、必要に応じて耐火クロスベルト及び番線のスパンを調整する。

島根原子力発電所2号炉における基準地震動 S_s に基づく、耐火ラッピング施工エリアの評価用震度を踏まえた保守的な設計条件で評価を行ったところ、耐火クロスベルト及び番線に加わる地震力はそれぞれ最大で492.7N及び557.1Nであり、それぞれの強度2,000N及び644Nを下回ることから、耐火クロスベルト及び番線が破断するおそれがないことを確認している。(第24表)なお、基準地震動 S_s の変更が生じた場合には、別途、評価を実施し、必要により耐火クロスベルト等の追加を実施することとする。

第24表 耐震性評価の結果

評価用諸定数			備考
ト レ イ	ケーブルトレイ段数	6	施工最大段数
	トレイ幅	600 mm	
耐 火 ク ロ ス ベ ル ト	ピッチ	3 本/m	
	引張強度	2,000 N	引張試験結果
	水平地震加速度	3.17 G	基準地震動 S_s に基づく、耐火ラッピング施工エリアの評価用震度（水平1.23G、鉛直1.54G）を踏まえた保守的な設計条件
	垂直地震加速度	1.95 G	
	耐火材質量	約 28.9 kg/m	1層あたり最大質量
	合計荷重	1477.9 N	
	最大地震荷重	約 492.7 N	1本あたり
番 線	ピッチ	6 本/m	
	引張強度	644 N	JIS G 4309
	水平地震加速度	3.17 G	基準地震動 S_s に基づく、耐火ラッピング施工エリアの評価用震度（水平1.23G、鉛直1.54G）を踏まえた保守的な設計条件
	垂直地震加速度	1.95 G	
	耐火材質量	約 65.6 kg/m	1層あたり最大質量
	合計荷重	3342.1 N	
	最大地震荷重	約 557.1 N	1本あたり

(3) 放水活動時の被水による影響の考慮

島根原子力発電所2号炉で使用する耐火ラッピングは、REGULATORY GUIDE 1.189Rev.2:Appendix C に基づき、3時間の火災耐久試験後の放水試験を実施し合格している(6.2.2. 試験結果 第21表, 6.3.2. 試験結果 第23表)。

一方、耐火ラッピング材のFFブランケット等は吸水性があることから、放水活動時にFFブランケット等が直接被水すると耐火ラッピング材の重量が増加し、ケーブルトレイ、電線管及び耐火ラッピング材の耐震性に影響を及ぼすことが考えられることから、島根原子力発電所2号炉においては、耐火ラッピングを施工する火災区域又は火災区画の消火設備として全域ガス消火設備又は消火器を設置し、火災時の消火手段としてこれらの消火設備を優先的に使用することにより、放水活動時の被水による影響を考慮している。

9. ケーブルトレイ等耐火ラッピング材の耐環境性について

島根原子力発電所2号炉で使用するケーブルトレイ等耐火ラッピングの構成部材を第25表に示す。

全ての構成部材が無機材料であることから、ケーブルトレイ等耐火ラッピング材は、熱、放射線の影響を受けることなく、長期的な使用時にも劣化等により耐火性能が低下することはないと考える。

第25表 耐火ラッピングの構成部材

構成部材	環境条件の影響考慮の要否	理由
FFブランケット	否	無機材料であり、熱・放射線の影響を受けない。
FFBIOブランケット	否	無機材料であり、熱・放射線の影響を受けない。
パイロジェル	否	無機材料であり、熱・放射線の影響を受けない。
吸熱材	否	無機材料であり、熱・放射線の影響を受けない。
ロスリムボード	否	無機材料であり、熱・放射線の影響を受けない。
鉄板	否	金属材料であり、熱・放射線の影響を受けない。
ガラスクロス	否	無機材料であり、熱・放射線の影響を受けない。
耐火クロスバンド	否	無機材料であり、熱・放射線の影響を受けない。
番線	否	金属材料であり、熱・放射線の影響を受けない。
アルミシート	否	金属材料であり、熱・放射線の影響を受けない。
アルミテープ	否	金属材料であり、熱・放射線の影響を受けない。

10. ケーブルトレイ 3 時間耐火ラッピング内の感知・消火について

火災防護対象ケーブル（難燃ケーブルを使用）に係る火災の影響軽減対策としては、火災防護に係る審査基準を考慮し、ケーブルトレイに対して、3 時間以上の耐火能力を有する隔壁等で分離することを採用し、3 時間耐火ラッピングを設置し分離している。

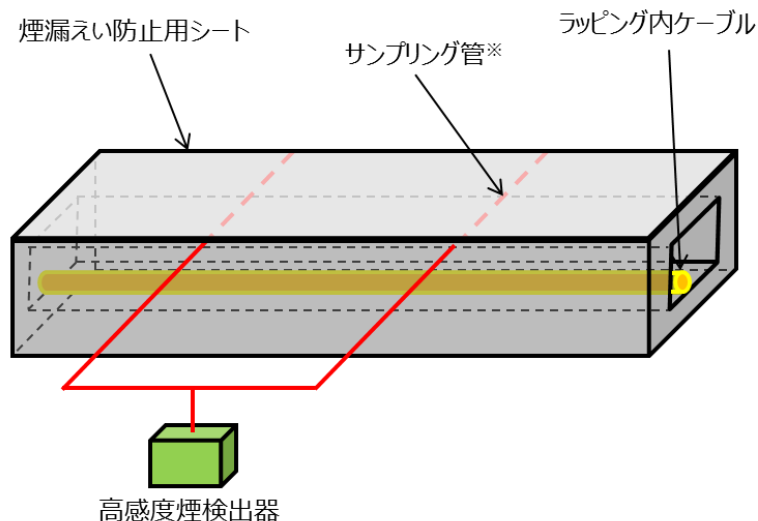
以下に、ラッピング内の感知・消火の考え方を示す。

(1) ラッピング内の感知

ラッピング内部の可燃物はケーブルであり、内部の火災発生時には動力ケーブル及び制御ケーブルが断線、地絡又は短絡するため、電源盤又は制御盤の異常警報が中央制御室へ発報し、弁状態表示ランプが消灯すること等により機器を特定し、火災を感知することが可能である。

加えて、ケーブルトレイでの火災発生箇所を特定するため、高感度煙検出設備をケーブルトレイ外部に設置する設計とする。（第19図）中央制御室の警報表示及び現場での識別表示で火災が発生したケーブルトレイを特定することが可能である。

なお、ケーブルトレイが設置されている火災区域内には異なる感知方式の火災感知器を設置している。



※：サンプリング管の位置・構造は、火災発生箇所が特定できるよう、ラッピングの規模、形状等に応じて設計する。

第19図 ラッピング内の火災感知イメージ図

(2) ラッピング内の消火

内部で火災が発生した場合、ケーブルが損傷・短絡するため、回路内の保護リレーにより直ちに電流を遮断し、過電流が継続しない設計であり、ラッピング内は空間領域が狭く、可燃物であるケーブルに対して酸素量が制限されることから、仮にラッピング内で火災が発生しても窒息消火することを確認している。（別紙5参照）

また、ラッピング内の火災防護対象ケーブルは難燃ケーブルを使用していることから、外部に延焼せず自己消火するため、ラッピング内で火災が継続することはない。

以上のように内部で火災が発生した場合には、窒息消火するが、消火確認のためラッピング内部を露出させ、再燃焼した場合は追加の消火活動を行う必要がある。消火活動フローを第20図に示す。

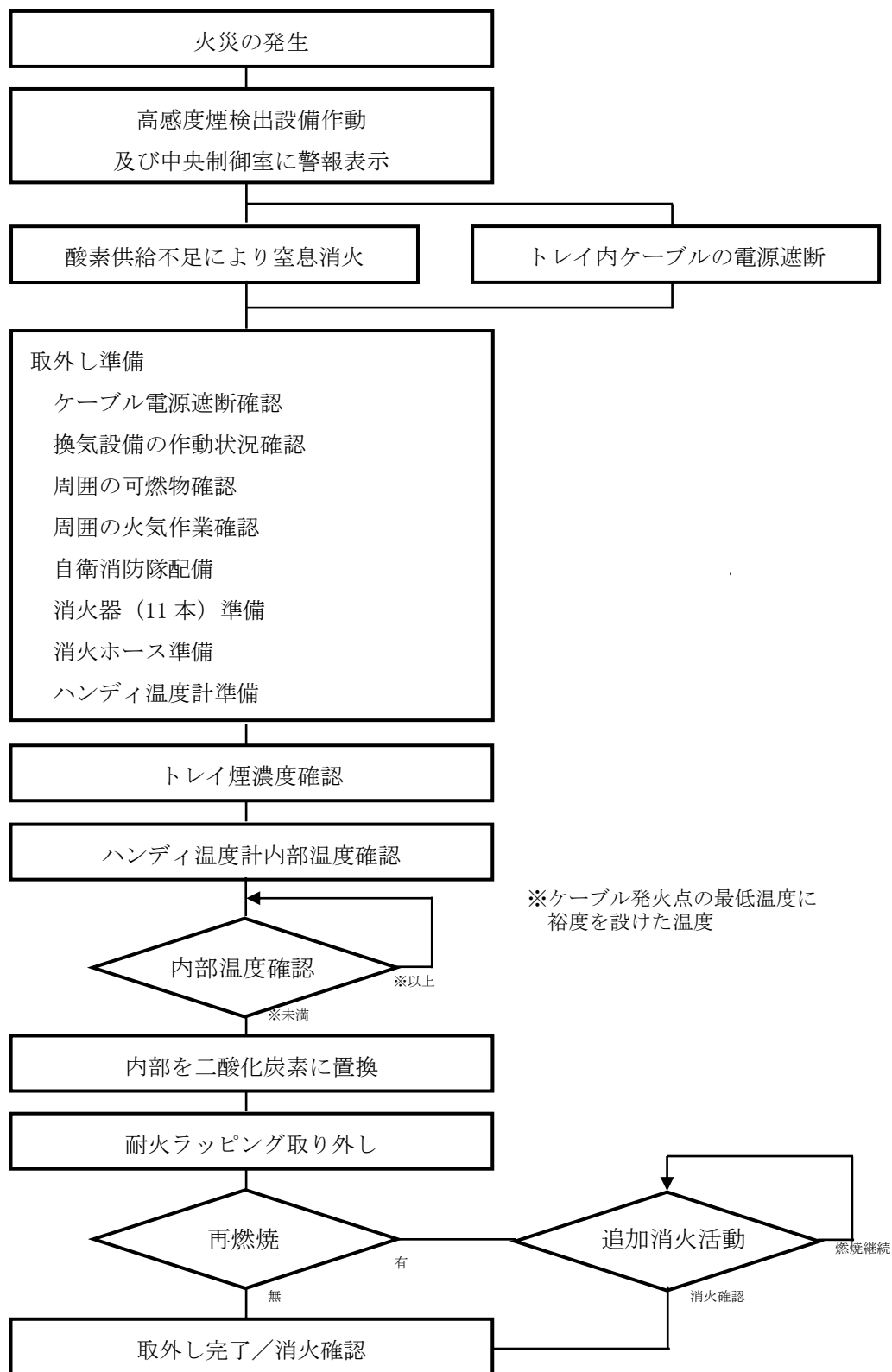
(3) ラッピング内火災の消火確認対応手順

ラッピング内で火災が発生した場合には、下記の対応により消火確認する。

- ・ 火災発生により、ケーブルが断線、地絡又は短絡が発生するため、電源盤又は制御盤の異常警報が中央制御室へ発報する。
 - ・ 加えて、火災発生により、火災感知器が作動し、火災警報が中央制御室へ発報する。
 - ・ ラッピング内で火災が発生しても窒息消火し、ラッピング外への熱影響等はない。また、当該の電源を隔離する。
 - ・ 火災感知器により、火災の発生箇所を特定する。
 - ・ 原子炉停止を実施し、ラッピング取外し準備を行う。
 - ・ 系統隔離等を実施した後、どのラッピング内で火災が発生したのかを確認した上で、ラッピングを撤去して、ラッピング内の状況を確認する（鎮火確認を実施する）。
 - ・ ラッピング内の状況確認にあたっては、系統隔離により熱源を取り除き、冷却に十分な時間を確保した後、煙濃度のトレンド及びハンディ温度計にて温度を確認のうえラッピングを撤去する。
- 万一の再燃焼に備えて、必要な消火設備及び消火体制を整える。

以上より、ラッピング内の火災に対しては、窒息消火させることができ、また、設備故障警報によりケーブルの異常状態の確認は可能であると考ええる。

なお、火災による発生箇所の特定を容易にする観点から、ラッピング内の火災感知のための感知設備を設置する。感知設備は、実証試験により、その感知性能を確認した煙感知器を設置する。



第20図 ラッピング内部の消火活動フロー

a. ラッピング取外し前の留意事項

耐火ラッピングを取外す前に、ケーブルトレイ内のケーブル電源遮断処置を実施することによって火災の延焼を防止する。

また、耐火ラッピング設置場所の換気空調設備の運転確認、周辺に可燃物が設置されていないこと及び火気作業が行われていないことを確認する。

万一の再燃焼に備えるため、自衛消防隊を配備し、消火器及び消火ホースを耐火ラッピング取外し箇所近傍に準備する。

高感度煙検出設備にてトレイ内部の煙濃度低下を確認する。また、消火資機材に温度測定可能なハンディ温度計を準備し、内部の温度を確認することも可能とする。

耐火ラッピング内部は、未燃性の可燃性ガスが残っている可能性があるため消火剤で置換を行う。

b. ラッピング内部煙濃度及び温度確認

中央制御室にて高感度煙検出設備で煙濃度を確認する。高感度煙検出設備は吸引管が不燃性材料により構成されており火災により損傷することはない。また、温度確認については、ハンディ温度計で内部の温度を測定する。ハンディ温度計の測定は、温度計センサをラッピング内部へ挿入する。挿入する箇所はラッピング4層を取り外し、5層目に挿入口（数mmの切り口）を開口する。挿入は最初に煙濃度上昇した箇所から一番遠い箇所又は、可燃物量の少ないケーブルトレイ末端部から開始し、煙濃度上昇箇所に近づきながら測定する。

内部温度がケーブル発火点の最低温度（約210℃）に裕度を設けた温度未満に低下すること及び内部煙濃度が低下することを確認する。

c. 未燃焼の可燃性ガスの置換手順

ラッピング取外し箇所の可燃性ガスを置換するため、二酸化炭素消火器を内部に噴射する。噴射箇所はラッピング4層を取外し、5層目に数cm開口を設けて行う。なお、ケーブルトレイ末端部（可燃物が少ない）に避圧口を設ける。また、ラッピングの開口前に換気を行うための換気空調設備の運転を確認する。

d. 耐火ラッピングの取外し

防火服等の装備を整え、周辺に可燃物がないことを確認後、耐火ラッピング構成部材（耐火ラッピング材、耐火クロスベルト等）をケーブルトレイから取外す。原子炉停止を実施し十分に時間が経過した後に取外し作業を行うため、再燃焼の可能性は低いが、万一、再燃焼した場合は、警戒配備した消火器及び消火ホースにて追加の消火活動を行うことが可能な設計とする。

e. 配備する消火設備

追加の消火活動に必要な消火器は、消火するために必要な粉末消火器に加えて、再燃焼時の消火活動に必要な警戒配備として二酸化炭素消火器を配備し、また、屋内消火栓からの放水が可能となるように、消火ホースを配備する設計とする。

耐火ラッピング内の未燃焼の可燃性ガス置換えに必要な消火器は、11本を配備し、上記を含めて予備（1本以上）を配備する設計とする。

(a) 耐火ラッピング内体積

6段施工 32.76m³

(b) 耐火ラッピング内可燃性ガス置換え消火器必要本数

算定根拠は、二酸化炭素消火器1本の消火剤量3.2kg、必要消火剤量は、防護区画の体積が50m³未満の場合1kg/m³（消防法施行規則第19条に規定された基準を参考）で算定とする設計とする。

$32.76\text{m}^3 \times 1\text{kg}/\text{m}^3 \div 3.2\text{kg}/\text{本} \approx 11\text{本}$

(4) 耐火ラッピング取外しによる影響

火災の影響軽減のために設置する耐火ラッピングを消火確認のために一部取外す場合の基準適合性について確認した。

a. 影響軽減

火災防護対象となるケーブルトレイは、米国電気電子工学学会（IEEE）規格384（1992年版）の離隔距離を確保し、ラッピングを取外す際は、原子炉が停止していること、また、消火要員が常駐しており、消火資機材を近傍に設置することで、影響軽減対策を実施している。


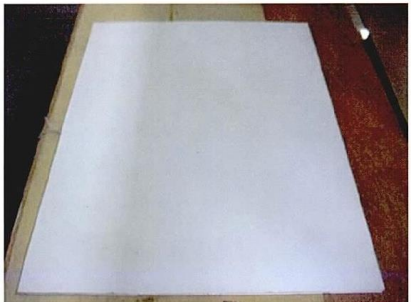


b. ケーブルトレイ内部の延焼防止処置

耐火ラッピングを取外す場合にはケーブルトレイ内の電源遮断処置が完了していること、ケーブルトレイ内部の煙濃度及び温度を確認すること、未燃焼の可燃性ガスを消火剤で置換すること、近傍のケーブルトレイを不燃シートで養生すること、ケーブルトレイ周辺に可燃物（持込み可燃物）を設置しない運用とすることで、他の機器への延焼を防止する設計とする。


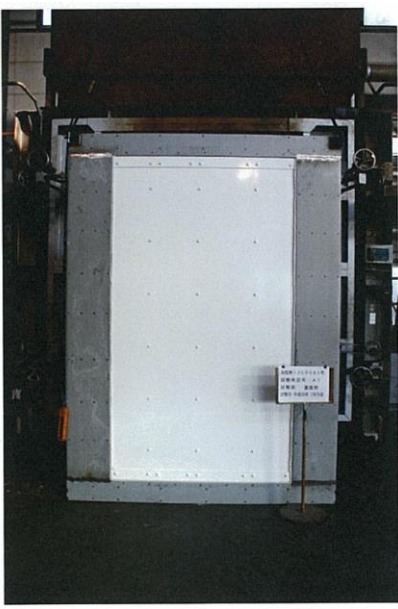

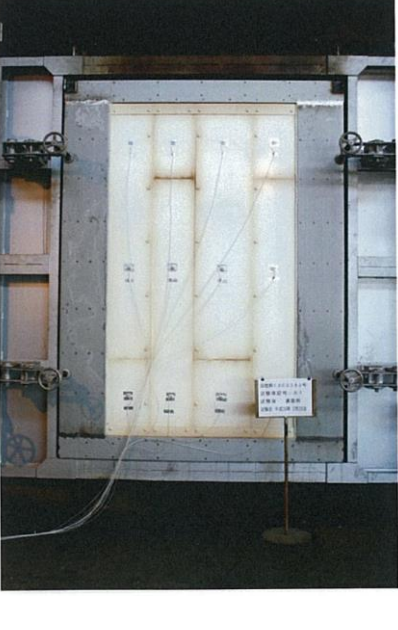
よって、耐火ラッピングを取外すことによる影響軽減対策が図られていることから、区分Ⅰ、Ⅲと区分Ⅱのケーブルトレイが同時に機能喪失することなく、系統分離が確保され、火災区域内の延焼を防止することが可能であることを確認した。

万一、耐火ラッピング取外しより再燃焼があった場合でも、速やかに消火器及び消火栓による追加の消火活動を行うことが可能であることから、他の機器に延焼する可能性はない。



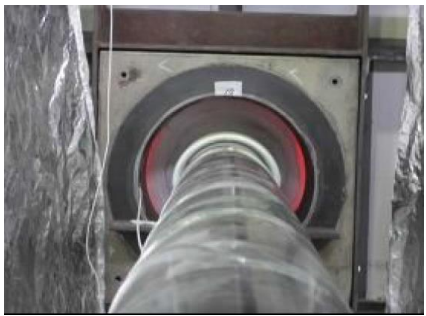

耐火試験状況 (試験体：耐火被覆材による耐火障壁)

種類		試験体①	試験体②
試験前			
3 時間後 (試験終了後)			
判定基準	火炎が通る亀裂等の損傷及び隙間が生じないこと。	良	良
	非加熱面側に10秒を超えて発炎を生じないこと。	良	良
	非加熱面側に10秒を超えて火炎が噴出ししないこと。	良	良
試験結果		合格	合格

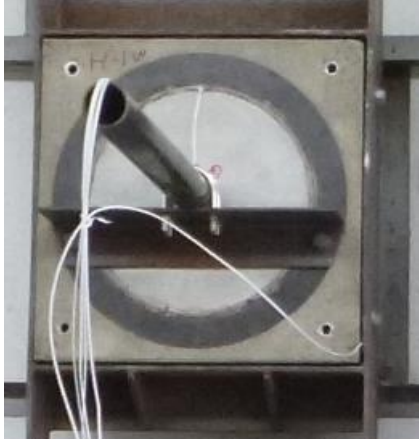
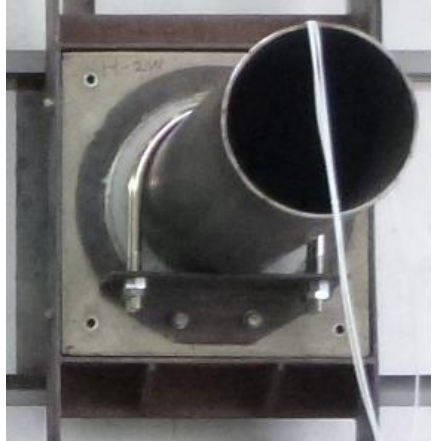
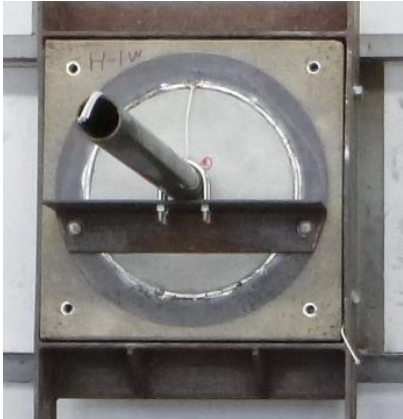
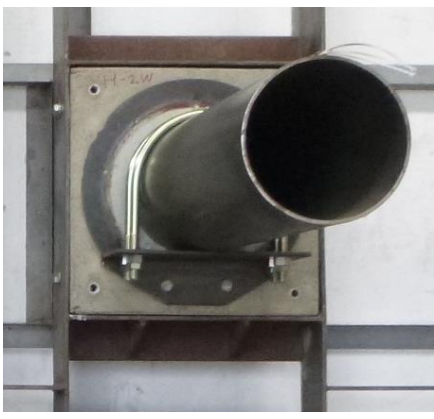
耐火試験状況 (試験体：耐火ボードによる耐火障壁)

種類	試験体① (表板側から加熱)	試験体① (裏板側から加熱)
試験前		
3 時間後 (試験終了後)		
判定基準	火炎が通る亀裂等の損傷及び隙間が生じないこと。	良
	非加熱面側に10秒を超えて発炎を生じないこと。	良
	非加熱面側に10秒を超えて火炎が噴出ししないこと。	良
試験結果	合格	

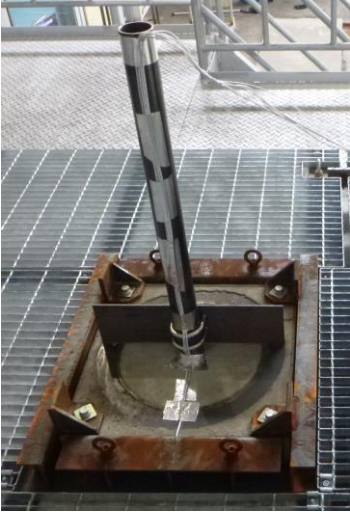


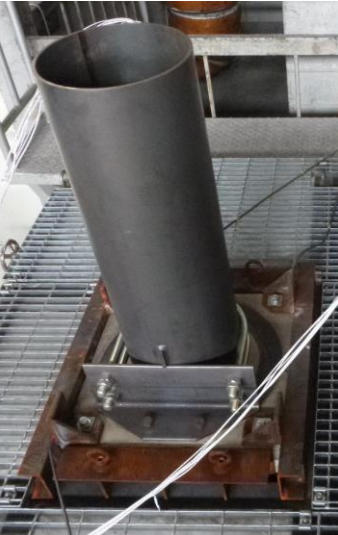
耐火試験状況 (試験体：配管貫通部シール)

種類	試験体①	試験体②	
試験前			
3 時間後 (試験終了後)			
判定基準	火炎が通る亀裂等の損傷及び隙間が生じないこと。	良	良
	非加熱面側に10秒を超えて発炎を生じないこと。	良	良
	非加熱面側に10秒を超えて火炎が噴出し	良	良
試験結果	合格	合格	





耐火試験状況 (試験体：配管貫通部シール)

種類		試験体③	試験体④
試験前			
3 時間後 (試験終了後)			
判定基準	火炎が通る亀裂等の損傷及び隙間が生じないこと。	良	良
	非加熱面側に10秒を超えて発炎を生じないこと。	良	良
	非加熱面側に10秒を超えて火炎が噴出し ないこと。	良	良
試験結果		合格	合格





耐火試験状況 (試験体：配管貫通部シール)

種類	試験体⑤	試験体⑥	
試験前			
3 時間後 (試験終了後)			
判定基準	火炎が通る亀裂等の損傷及び隙間が生じないこと。	良	良
	非加熱面側に10秒を超えて発炎を生じないこと。	良	良
	非加熱面側に10秒を超えて火炎が噴出ししないこと。	良	良
試験結果	合格	合格	

耐火試験状況 (試験体：ケーブルトレイ貫通部シール)

種類	試験体①	試験体②	
試験前			
3 時間後 (試験終了後)			
判定基準	火炎が通る亀裂等の損傷及び隙間が生じないこと。	良	良
	非加熱面側に10秒を超えて発炎を生じないこと。	良	良
	非加熱面側に10秒を超えて火炎が噴出し	良	良
試験結果	合格	合格	



耐火試験状況 (試験体：ケーブルトレイ貫通部シール)

種類	試験体③	試験体④	
試験前			
3 時間後 (試験終了後)			
判定基準	火炎が通る亀裂等の損傷及び隙間が生じないこと。	良	良
	非加熱面側に10秒を超えて発炎を生じないこと。	良	良
	非加熱面側に10秒を超えて火炎が噴出し	良	良
試験結果	合格	合格	





耐火試験状況 (試験体：ケーブルトレイ貫通部シール)

種類	試験体⑤	試験体⑥	
試験前			
3 時間後 (試験終了後)			
判定基準	火炎が通る亀裂等の損傷及び隙間が生じないこと。	良	良
	非加熱面側に10秒を超えて発炎を生じないこと。	良	良
	非加熱面側に10秒を超えて火炎が噴出しないこと。	良	良
試験結果	合格	合格	

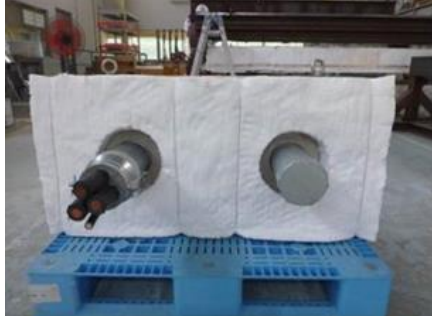



耐火試験状況 (試験体：ケーブルトレイ貫通部シール)

種類	試験体⑦	
試験前		
3 時間後 (試験終了後)		
判定基準	火炎が通る亀裂等の損傷及び隙間が生じないこと。	良
	非加熱面側に10秒を超えて発炎を生じないこと。	良
	非加熱面側に10秒を超えて火炎が噴出しないこと。	良
試験結果	合格	

耐火試験状況 (試験体：電線管貫通部シール)

種類	試験体①	試験体②	
試験前			
3 時間後 (試験終了後)			
判定基準	火炎が通る亀裂等の損傷及び隙間が生じないこと。	良	良
	非加熱面側に10秒を超えて発炎を生じないこと。	良	良
	非加熱面側に10秒を超えて火炎が噴出し	良	良
試験結果	合格	合格	





耐火試験状況 (試験体：電線管貫通部シール)

種類	試験体③	試験体④	
試験前			
3 時間後 (試験終了後)			
判定基準	火炎が通る亀裂等の損傷及び隙間が生じないこと。	良	良
	非加熱面側に10秒を超えて発炎を生じないこと。	良	良
	非加熱面側に10秒を超えて火炎が噴出しないこと。	良	良
試験結果	合格	合格	

耐火試験状況 (試験体：電線管貫通部シール)


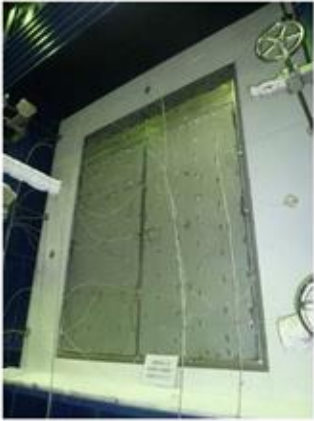

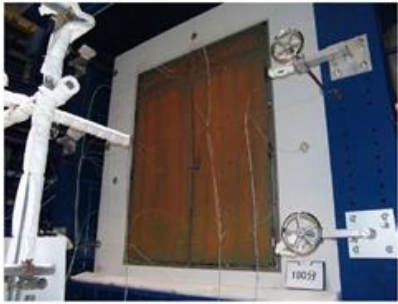
種類		試験体⑤
試験前		
3 時間後 (試験終了後)		
判定基準	火炎が通る亀裂等の損傷及び隙間が生じないこと。	良
	非加熱面側に10秒を超えて発炎を生じないこと。	良
	非加熱面側に10秒を超えて火炎が噴出ししないこと。	良
試験結果		合格

耐火試験状況 (試験体：防火扉)

種類	片開き扉 (ドアクローザー側)	片開き扉 (ドアクローザー反対側)
試験前		
3 時間後 (試験終了後)		
判定基準	火炎が通る亀裂等の損傷及び隙間が生じないこと。	良※1
	非加熱面側に10秒を超えて発炎を生じないこと。	良
	非加熱面側に10秒を超えて火炎が噴出ししないこと。	良
試験結果	合格	

※ 1 : 熱影響により扉に部分的な変形が確認されたが、扉及び扉枠には火炎が通る亀裂等の損傷や隙間が生じていないことを確認した。

耐火試験状況 (試験体：防火扉)

種類	両開き扉 (欄間パネル付き) (ドアクローザー側)	両開き扉 (欄間パネル付き) (ドアクローザー反対側)
試験前		
3 時間後 (試験終了後)		
判定基準	火炎が通る亀裂等の損傷及び隙間が生じないこと。	良※1
	非加熱面側に10秒を超えて発炎を生じないこと。	良
	非加熱面側に10秒を超えて火炎が噴出ししないこと。	良
試験結果	合格	





※1：熱影響により扉に部分的な変形が確認されたが、扉及び扉枠には火炎が通る亀裂等の損傷や隙間が生じていないことを確認した。

耐火試験状況 (試験体：防火ダンパ)

種類	防火ダンパ① (壁)	防火ダンパ① (床)
試験前		
3 時間後 (試験終了後)		
判定基準	火炎が通る亀裂等の損傷及び隙間が生じないこと。	良 ^{※1}
	非加熱面側に10秒を超えて発炎を生じないこと。	良
	非加熱面側に10秒を超えて火炎が噴出しないこと。	良
試験結果	合格	


※ 1 : 熱影響により塗料の剥離が確認されたが、防火ダンパ本体には火炎が通る亀裂等の損傷や隙間が生じていないことを確認した。

耐火試験状況 (試験体：防火ダンパ)

種類	防火ダンパ② (壁)	防火ダンパ② (床)
試験前		
3 時間後 (試験終了後)		
判定基準	火炎が通る亀裂等の損傷及び隙間が生じないこと。	良※ ¹
	非加熱面側に10秒を超えて発炎を生じないこと。	良
	非加熱面側に10秒を超えて火炎が噴出ししないこと。	良
試験結果	合格	





※ 1 : 熱影響により塗料の剥離が確認されたが、防火ダンパ本体には火炎が通る亀裂等の損傷や隙間が生じていないことを確認した。

耐火試験状況 (試験体：耐火間仕切り)

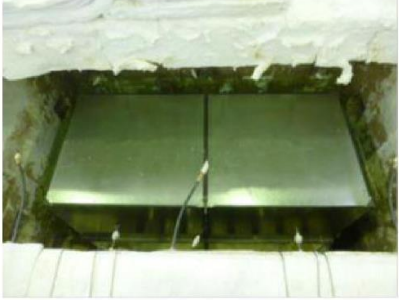
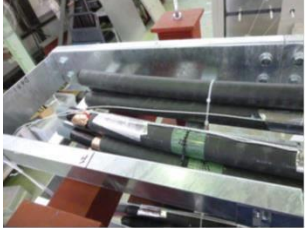
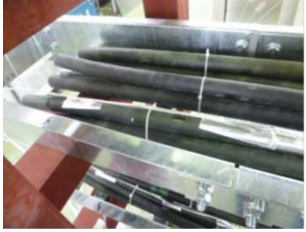


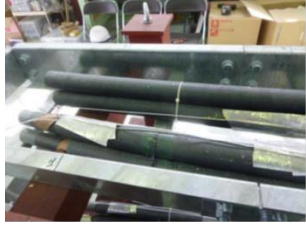


種類	試験体 (耐火間仕切り外観)	
試験前		
3 時間後 (試験終了後)		
判定基準	火炎が通る亀裂等の損傷及び隙間が生じないこと。	良
	非加熱面側に10秒を超えて発炎を生じないこと。	良※1
	非加熱面側に10秒を超えて火炎が噴出しないこと。	良※1
試験結果	合格	

※1：耐火間仕切りの試験体においては、試験後の耐火間仕切り内部の損傷状態、煤等の付着がないことを確認し試験結果良と判定した。

耐火試験状況 (試験体：ケーブルトレイ耐火ラッピング)


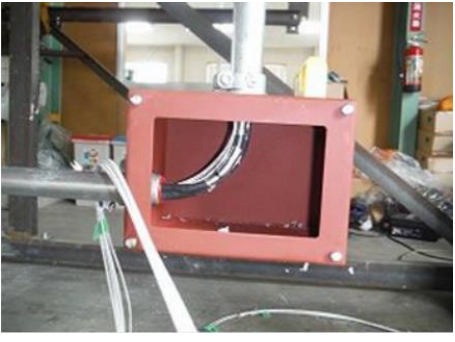


種類	試験体① (ラッピングタイプ)	
	ラッピング外観	ケーブル外観
試験前		
3 時間後 (試験終了後)		
判定基準	耐火ラッピングの非加熱側の温度上昇値が平均139K, 最大181Kを超えないこと。	良
	ケーブルトレイ等が見える貫通口が生じないこと。	良
試験結果	合格	

耐火試験状況 (試験体：ケーブルトレイ耐火ラッピング)

種類	試験体② (ボードタイプ)	
	ラッピング外観	ケーブル外観
試験前		 <p>上段</p>  <p>中段</p>  <p>下段</p>
3 時間後 (試験終了後)		 <p>上段</p>  <p>中段</p>  <p>下段</p>

判定基準	耐火ラッピングの非加熱側の温度上昇値が平均139K, 最大181Kを超えないこと。	良
	ケーブルトレイ等が見える貫通口が生じないこと。	良
試験結果		合格



耐火試験状況 (試験体：電線管耐火ラッピング)

種類	試験体① (ラッピングタイプ)	
	ラッピング外観	ケーブル外観
試験前		
3 時間後 (試験終了後)		
判定基準	耐火ラッピングの非加熱側の温度上昇値が平均139K, 最大181Kを超えないこと。	良
	ケーブルトレイ等が見える貫通口が生じないこと。	良
試験結果	合格	

耐火試験状況 (試験体：電線管耐火ラッピング)

種類	試験体② (ラッピングタイプ)	
	ラッピング外観	ケーブル外観
試験前		
3 時間後 (試験終了後)		
判定基準	耐火ラッピングの非加熱側の温度上昇値が平均139K, 最大181Kを超えないこと。	良
	ケーブルトレイ等が見える貫通口が生じないこと。	良
試験結果	合格	

耐火試験状況（放水試験）（試験体：ケーブルトレイ及び電線管耐火ラッピング）

種類	ケーブルトレイ及び電線管耐火ラッピング	
放水試験 (3時間耐火試験後)		
試験後		
判定基準	ケーブルトレイ等が見える貫通口が生じないこと。	良
試験結果	合格	

REGULATORY GUIDE1.189に基づき、以下の条件で放水を行った。

放水条件（実放水値）	
放水距離	最大1.5m（1.5m）
放出角	30°（30°）
放水圧力	517kPa（529kPa）
放水流量	284L/分以上（302L/分）
放水時間	5分（5分以上）

許容電流評価試験 (ケーブルトレイ試験及び1条試験)

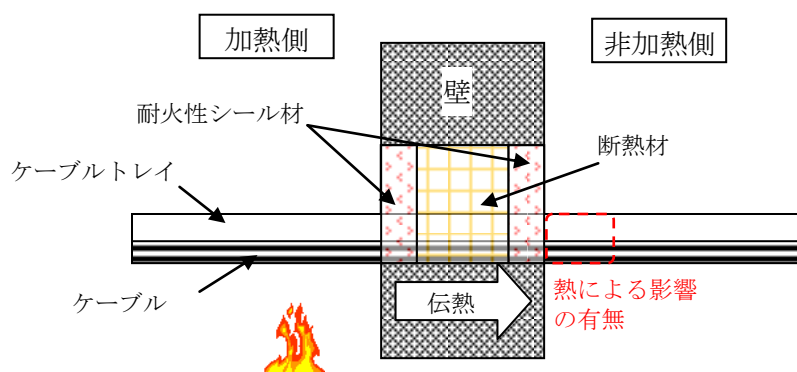
種類	ケーブルトレイ試験	1条試験
ラッピング無		
ラッピング有		

島根原子力発電所 2 号炉における
ケーブルトレイ貫通部における非加熱面側の機器への影響について

1. はじめに

火災区域及び火災区画を形成する 3 時間耐火処理を施したケーブルトレイ貫通部においては、火災が発生した区域（加熱面側）の隣接区域（非加熱面側）に炎の噴出等は発生しない。しかしながら、第 1 図に示すとおり、火災が発生した区域からケーブル及び断熱材等を介して隣接区域（非加熱面側）へ伝播する熱量が大きい場合には、非加熱面側でケーブルが発火し、隣接区域に延焼する可能性が考えられる。

このため、島根原子力発電所 2 号炉で 3 時間耐火処理を施すケーブルトレイ貫通部においては、隣接区域（非加熱面側）に火災の影響が生じないように対策を施す設計とする。以下では、その詳細について述べる。



第 1 図 非加熱面側のケーブルトレイ貫通部周囲への熱影響

2. ケーブルトレイ貫通部 3 時間耐火試験における適合判定の条件について

島根原子力発電所 2 号炉のケーブルトレイ貫通部の 3 時間耐火処理における標準施工方法は、4.2.2.1. 第 8 表及び第 9 図に示すものである。これらの 3 時間耐火試験における判定基準は、建築基準法施行令第 129 条の 2 の 5 第 1 項第七号ハの規定に基づく認定に係る性能を評価する「防火区画等を貫通する管の性能試験・評価業務方法書」に基づき、以下(1)～(3)としている。島根原子力発電所 2 号炉の標準施工方法については、4.2.2.3. 第 9 表に示すとおり、以下(1)～(3)の項目を全て満足し合格することを確認している。

加熱試験の結果、各試験体が次の基準を満足する場合に合格とする。

- (1) 非加熱面側へ 10 秒を超えて継続する火炎の噴出がないこと。
- (2) 非加熱面側へ 10 秒を超えて継続する発炎がないこと。

(3)火炎が通る亀裂等の損傷及び隙間を生じないこと。

さらに非加熱面側への熱影響を考慮し、島根原子力発電所2号炉のケーブルトレイ貫通部に対して、「防耐火性能試験・評価業務方法書」を準用した試験方法により、非加熱面側の温度上昇を確認する。非加熱面側において難燃性ケーブルの自然発火温度である概ね300℃以上を超えないように設計することから、非加熱面側でケーブルは発火せず、隣接区域に火災の影響は生じない。

また、島根原子力発電所2号炉における3時間耐火の貫通部シールを施したケーブルトレイ貫通部には、第2図に示すとおり、ケーブル以外に可燃物が存在しておらず、非加熱面側にケーブル以外の可燃物が存在しないように管理し、延焼防止を図ることから、火災発生区域の熱が3時間耐火の貫通部シールを施したケーブルトレイ貫通部を通じて隣接火災区域に影響を及ぼすおそれはない。



第2図 3時間耐火の貫通部シールを施したケーブルトレイ貫通部の周囲状況

以下、島根原子力発電所2号炉のケーブルトレイ貫通部の標準施工方法について3時間耐火試験を行った際の非加熱側の温度の測定結果を示す。

3. ケーブルトレイ貫通部3時間耐火試験における非加熱側温度

島根原子力発電所2号炉のケーブルトレイ貫通部の標準施工方法(1)～(7)(4.2.2.1.～4.2.2.3.の第8表及び第9図における試験体①～⑦)の3時間耐火試験時の非加熱面側温度の測定結果を第1表に示す。標準施工方法(1)～(7)のいずれの場合においても、非加熱面側温度は難燃性ケーブルの自然発火温度である概ね300℃を超えないことから、ケーブルが発火するおそれはない。

第1表 ケーブルトレイ貫通部の3時間耐火試験における非加熱面側温度

	非加熱面側温度上昇（最大）	非加熱面側温度※
標準施工方法（1）		
標準施工方法（2）		
標準施工方法（3）		
標準施工方法（4）		
標準施工方法（5）		
標準施工方法（6）		
標準施工方法（7）		

※：非加熱面側温度上昇に設計環境温度の最大 40℃を加えた温度

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

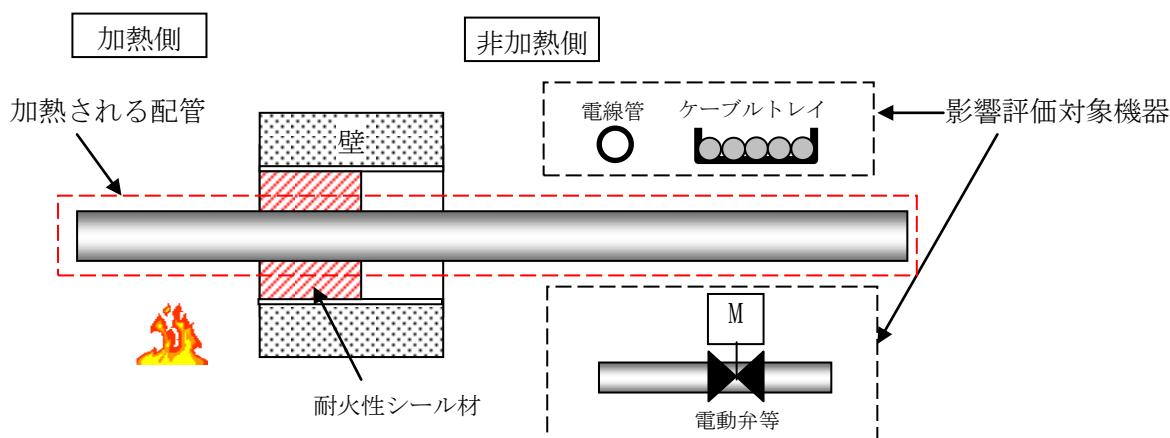
島根原子力発電所 2 号炉配管貫通部における
非加熱面側の機器への影響について

1. はじめに

火災区域を構成する配管貫通部が火災時に加熱されると、配管の伝熱により隣接する非加熱面側配管の温度・圧力が上昇し、当該配管の周囲に設置される機器及び配管に直接取り付く機器へ影響を及ぼす可能性がある。非加熱面側の機器への影響について配管の設置状況に応じて評価を行った。

2. 非加熱面側の貫通配管周囲の機器への影響について

非加熱面側の貫通配管周囲の機器（第 1 図参照）への影響は、貫通している配管の断熱材から先の状態（保温材の設置有無，液体を内包する配管，気体を内包する配管）により影響が異なるため，以下のとおり評価を実施した。



第 1 図 非加熱面側の貫通配管周囲の機器への伝熱影響

2.1. 保温材付配管

保温材付配管については、配管に設置した保温材の厚さを配管口径によって変化させ、口径によらず配管からの放熱が一定値以下に抑制されるよう設計している。よって、火災時においても加熱面側からの加熱及び非加熱面側における放熱が保温材によって抑制され、周囲のケーブルトレイや電動弁等への放射熱が抑制される。

したがって、保温材付配管については非加熱面側の貫通配管周囲に設置する機器への影響は考えにくい。

2.2. 液体を内包する配管

液体を内包する配管として、水配管と燃料（軽油）移送配管がある。水配管は、火災により加熱されても、配管を構成する鋼材に比べて10倍近い熱容量をもつ配管系全体の保有水により熱が吸収され温度上昇が大きく抑制される。したがって、非加熱面側の貫通配管周辺の機器への影響は考えにくい。

燃料（軽油）移送配管についても同様で、軽油が配管を構成する鋼材に比べて4倍近い熱容量を有しており、火災により加熱された場合でも配管系全体の軽油により熱が吸収され、温度上昇が大きく抑制される。また、軽油タンクから建物貫通部までの配管は屋外配置されており、配管から屋外大気中へ放熱されることから、建物内の火災に対して、屋外への放熱も期待され非加熱面側の貫通配管の温度上昇を抑えられる。

したがって、非加熱面側の貫通配管周辺の機器への影響は考えにくい。

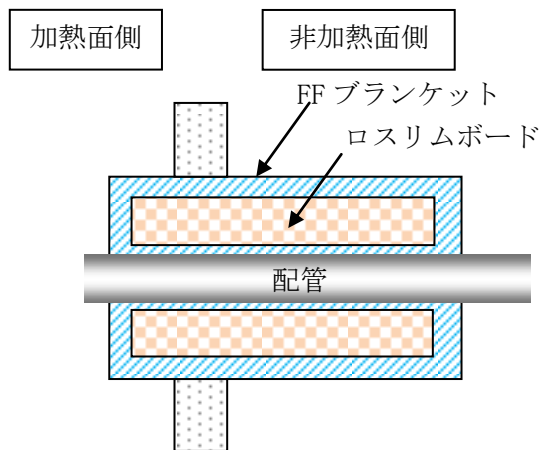
2.3. 気体を内包する配管

気体を内包する配管は、配管内部が気体であることから液体内包の配管に比べ配管自体の熱容量が小さく、非加熱面側の貫通配管の温度が上昇することが想定されるため、非加熱面側の周辺機器への影響低減を目的として、基準値以上の温度範囲については断熱材で覆う設計とする。このための確認としてIS0834の加熱曲線により3時間の耐火試験を実施し、気体を内包する貫通配管表面の温度を300mm毎に測定した。試験体概要図を第2図、温度測定点を第3図に示す。周辺機器へ影響を及ぼす温度の基準値として非加熱側の配管表面について最高温度173℃^{*1}を定め、試験結果から、非加熱面側にて当該の温度を満たすための断熱材の寸法を確認した。

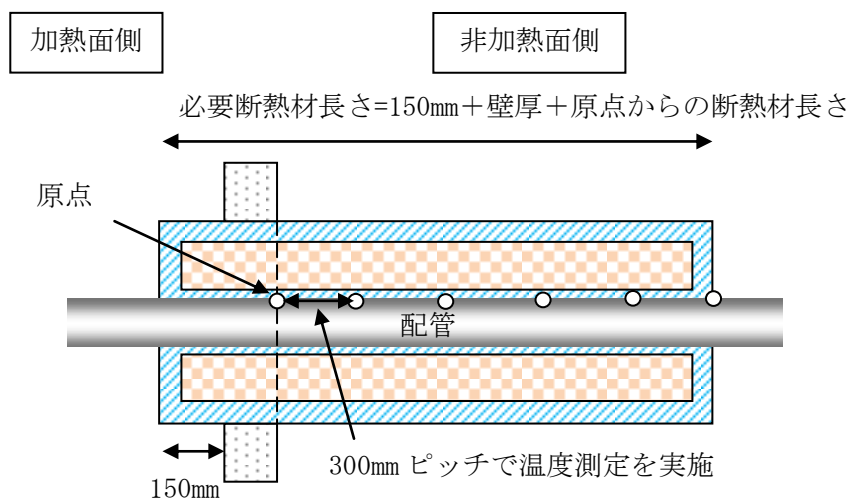
配管径毎に必要な断熱材長さを第4図に示す。

なお、ケーブルについては、「内部火災影響評価ガイド」表8.2のとおり、いずれのケーブルタイプもケーブルの損傷基準温度が示されており200℃を上回っていることから配管貫通部の非加熱側の最高温度である173℃の温度環境となった場合においても損傷に至ることはない。

※1：米国 Regulatory Guide 1.189 では配管貫通部非加熱面側の温度が周囲の機器等へ影響を及ぼさないよう、周囲の環境温度に対して最高点で163℃若しくはエリア平均121℃を超えて上昇しないことが求められている。非加熱面側の周囲の環境温度は、通常雰囲気は換気空調系の設計温度10℃～40℃であるため、最高点の温度上昇は173℃～203℃以下、エリア平均では131℃～161℃以下であることが求められる。よって、これらの範囲のうち保守的な条件として非加熱面側の最高点の温度は173℃以下を基準値とする。



第2図 試験体概要図及び試験状況



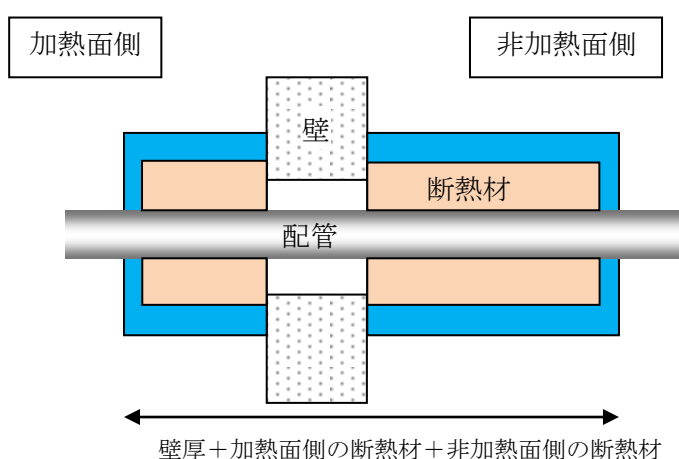
第3図 温度測定箇所



第4図 口径毎の温度基準値（最高点温度）を満たす耐火材長さ

第4図に示す配管口径毎の必要な断熱材長さの確認結果を踏まえ、配管貫通部に対して、壁厚+加熱面側の断熱材+非加熱面側の断熱材の合計長さが、基準温度以下となる断熱材長さ以上とするように断熱材を設置することで、非加熱面側に露出する配管の温度を基準値以下とし、貫通配管周辺の機器への影響が生じない設計とする。

対策イメージを第5図に示す。

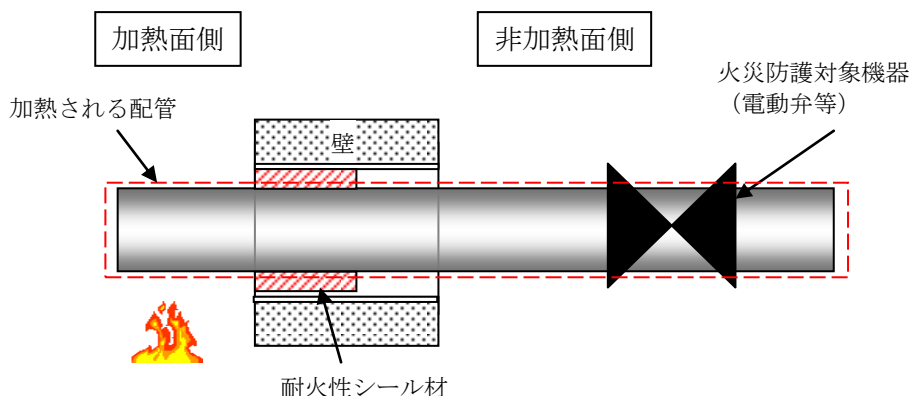


第5図 耐火対策イメージ

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

3. 非加熱面側の貫通配管に直接取付く機器への影響について

配管貫通部の非加熱面側の貫通配管に直接取付く機器への影響（第6図）は、貫通している配管（保温材の設置有無，液体を内包する配管，気体を内包する配管）により影響が異なるため，以下のとおり評価を実施した。



第6図 非加熱面側の貫通配管に直接取り付く機器への影響

3.1. 保温材付配管

保温材付配管は，2.1.項に示すとおり，保温材により加熱面側における加熱が抑制されること，また，保温材付配管について直接取り付く機器の耐熱温度も高い設計となっている。

したがって，非加熱面側の貫通配管に直接取り付く機器へ熱影響を与えることはない。

3.2. 液体を内包する配管

液体を内包する配管は，2.2.項に示すとおり，内部流体による熱吸収により，非加熱面側の温度上昇を抑制することができ，それにより内部流体の圧力上昇も低減されることから，非加熱面側の貫通配管に直接取り付く機器への影響は考えにくい。

3.3. 気体を内包する配管

気体を内包する配管は，配管内部の熱容量が小さく，非加熱面側の貫通配管の温度が上昇することが想定される。島根原子力発電所2号炉にて3時間耐火による貫通部処理を行った気体内包配管は以下のとおりである。

- ・窒素ガス制御系
- ・非常用ガス処理系
- ・逃がし安全弁窒素ガス供給系
- ・可燃性ガス濃度制御系
- ・抽出空気系

- ・排ガス処理系
- ・所内用圧縮空気系
- ・計装用圧縮空気系
- ・真空掃除系
- ・窒素ガス代替注入系
- ・格納容器フィルタベント系

気体を内包する配管の貫通部近傍に直接設置機器として、弁類(手動弁, 電動弁, 空気作動弁), 計測器がある。これらの機器については以下の点から熱による影響は考えにくい。

- ・断熱材以降の非加熱側の配管露出部は, 173℃以下となる設計である。
- ・断熱材以降の非加熱側の配管露出部においては, 173℃を下回る設計であるが, 系統の設計温度を超える。弁については, 設置位置における温度に対して, いずれも JSME に規定される弁自体の設計温度を超えないこと, 及び JIS 等規格品の同型機器がプラント内で 200℃以上の高温部に使用され, 十分に機能している実績から, 173℃以下の環境において熱影響による機器への影響はない。また, 電動弁, 空気作動弁の駆動部については, 配管部より更に離れて設置されており, 伝熱による影響を受けにくく, 温度上昇も小さいことから, 機能への影響は考えにくい。よって, 気体を内包する配管の非加熱面側に直接接続された機器が熱影響を受けることは考えにくい。

4. 影響評価結果

2 項及び 3 項に示すとおり, 耐火壁を貫通する配管からの伝熱を評価し, 温度影響範囲の機器については, 影響がなくなるよう, 耐火材の設置にて対策を行ったことから, 非加熱面側の配管の近傍に設置される機器及び配管に直接設置される機器のいずれも影響を与えることはない。

第 1 表 気体を内包する配管貫通部リスト

フロア	貫通配管番号	配管口径	断熱材設置範囲の機器の有無	温度影響範囲の機器の有無
原子炉建物				
地下 1 階	FCVS-562	80A	無	無
地下 1 階	NGC-32	600A	無	無
地下 1 階	FCS-2B	150A	無	無
地下 1 階	SGT-8	400A	無	無
地下 1 階	HA-66	50A	無	無
地下 1 階	NGC-6	400A	無	無

フロア	貫通配管番号	配管口径	断熱材設置範囲の機器の有無	温度影響範囲の機器の有無
地下1階	FCVS-30	300A	無	無
地上1階	NGC-32	600A	無	無
地上1階	FCS-2B	150A	無	無
地上1階	VAC-	65A	無	無
地上1階	SGT-8	400A	無	無
地上1階	HA-65	50A	無	無
地上1階	HA-66	50A	無	無
地上1階	HA-58	65A	無	無
地上1階	HA-56	65A	無	無
地上1階	HA-54	65A	無	無
地上1階	HA-58	65A	無	無
地上1階	VAC-	100A	無	無
地上1階	VAC-	50A	無	無
地上中2階	ADS-3A	50A	無	無
地上中2階	ADS-3A	50A	無	無
地上中2階	ADS-3B	50A	無	無
地上中2階	ADS-3B	50A	無	無
地上中2階	FCS-2B	150A	無	無
地上中2階	NGC-32	600A	無	無
地上中2階	HA-54	65A	無	無
地上2階	NGC-32	600A	無	無
地上2階	ADS-10B	50A	無	無
地上2階	HA-65	50A	無	無
地上2階	SGT-8	400A	無	無
地上2階	SGT-8	400A	無	無
地上2階	ADS-3A	50A	無	無
地上2階	ADS-3A	50A	無	無
地上3階	FCS-1B	100A	無	無
地上3階	FCS-2B	150A	無	無
地上3階	SGT-502B	50A	無	無
地上3階	FCS-9B	50A	無	無
地上3階	FCS-11B	50A	無	無
地上3階	NGC-39	150A	無	無
タービン建物				
地下1階	OFG-59	80A	無	無
地下1階	OFG-506	80A	無	無

フロア	貫通配管番号	配管口径	断熱材設置範囲の機器の有無	温度影響範囲の機器の有無
地上1階	OFG-060	80A	無	無
地上1階	OFG-066	550A	有り	有り
地上1階	SGT-8	400A	無	無
地上1階	SGT-8	400A	無	無
地上1階	SGT-8	400A	無	無
地上1階	EJ-18	100A	無	無
地上1階	EJ-17	100A	無	無
地上1階	EJ-17	100A	無	無
地上1階	HA-029	50A	無	無
地上1階	OFG-581	50A	無	無
地上1階	OFG-570	50A	無	無
地上1階	OFG-561	50A	無	無
地上1階	OFG-560	50A	無	無
地上1階	OFG-064	550A	無	無
地上1階	OFG-059	80A	無	無
廃棄物処理建物				
地上1階	VAC-	50A	無	無
地上3階	HA-54	65A	無	無
地上4階	VAC-	50A	無	無

ケーブルトレイ 3 時間耐火ラッピング内のケーブル火災 における窒息消火の成立性について

1. はじめに

ケーブルトレイ 3 時間耐火ラッピング内は空間領域が狭く、可燃物であるケーブルに対して酸素量が制限されることから、仮にラッピング内で火災が発生しても窒息消火する。

ラッピング内でケーブル火災が発生した場合の窒息消火の成立性について、以下のとおり机上評価及び実証試験を実施し確認した。

2. 窒息消火の評価

2.1. 評価方法及び前提条件

化学反応式を用いてケーブルの燃焼に必要な空気量を算出した上で、ラッピングされたトレイ内に含まれる空気量との比較を行い、燃焼が継続しないことを確認することで、窒息消火の有効性を評価する。

なお、本評価における前提条件を以下に示す。

- (1) ラッピング内は火災による温度上昇によって、外部と比較して内圧が大きくなるため、ラッピング内へケーブルの延焼が継続するような空気の流入はないものとする。また、ラッピングを施工している躯体貫通部は 3 時間耐火処理を施しているため、貫通部からの空気の流入もないものとする。
- (2) ラッピングされたトレイ内に布設されているケーブルは難燃ケーブルのため、ラッピング内で火災が発生した場合においても燃焼は継続しないものとするが、本評価においてはケーブルの燃焼が継続するものとする。
- (3) 評価にあたっては、ケーブル構成材料のうち、一般的に最も燃焼しやすい材料とされる「ポリエチレン」の完全燃焼の化学反応式を用いるものとする。

2.2. 評価対象ケーブルの選定

評価対象ケーブルの選定においては、単位長さあたりの燃焼に必要な空気量が最も少ないケーブルを選定することとし、単位長さあたりに含まれるポリエチレンの含有量が最も少ないケーブルを選定する。島根原子力発電所 2 号炉に布設されているケーブルは、動力ケーブル、制御ケーブル及び計装ケーブルであり、これらの最小サイズのケーブルのポリエチレン含有量を第 1 表に示す。

本評価では、第 1 表に示すとおり、最もポリエチレン含有量が少ない「制御ケーブル」を対象ケーブルとして評価を行うものとする。

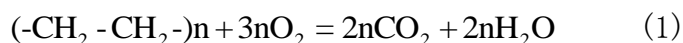
第1表 ケーブルのポリエチレン含有量

種類	絶縁体※		シース	
	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]
動力ケーブル	ポリエチレン	7.39	難燃性 特殊耐熱ビニル	0
制御ケーブル	ポリエチレン	6.01	難燃性 特殊耐熱ビニル	0
計装ケーブル	ポリエチレン	9.94	難燃性 特殊耐熱ビニル	0

※：ラッピング内部に布設されているケーブルは難燃ケーブルを使用しており、絶縁材料として難燃材料を使用しているが、本評価ではケーブルの燃焼が継続することを前提としているため、絶縁材料は「ポリエチレン」と仮定してポリエチレン含有量を算出。

2.3. ケーブルの燃焼に必要な空気量の算出

ポリエチレンの燃焼を示す化学反応式は、(1)式で示される。



(1)式より、ポリエチレン 1n mol (nは重合数)の燃焼には、3n molの酸素が必要であり、標準状態(0°C, 1気圧)での1molの酸素の体積は0.0224[m³]であることから、常温状態(40°C, 1気圧)における酸素1molの体積は、(2)式で示される。

$$\frac{273+40}{273+0} \times 0.0224 = 0.0257[\text{m}^3] \quad (2)$$

また、(1)式より、ポリエチレン 1[g] (1n/28n mol)の燃焼に必要な酸素は3n/28n molとなることから、ポリエチレン 1[g]の燃焼に必要な酸素の体積は、(3)式で示される。このとき、空気中の酸素濃度を21[%]とすると、ポリエチレン 1[g]を燃焼するために必要となる空気量は、(4)式で示される。

$$\frac{3n}{28n} \times 0.0257 = 0.0028[\text{m}^3] \quad (3)$$

$$0.0028 \times \frac{100}{21} = 0.0133[\text{m}^3] \quad (4)$$

したがって、評価対象ケーブル（ポリエチレン含有量 6.01[g/m]）が 1[m] 燃焼するために必要な空気量は、(5)式より 0.0799[m³]となる。

$$0.0133 \times 6.01 = 0.0799 [\text{m}^3] \quad (5)$$

2.4 ラッピング内の空気量

ラッピング内のケーブルが最も延焼するのは、単位長さあたりに含まれる必要な空気量が最も多い条件といえる。島根原子力発電所 2 号炉における耐火ラッピングの施工物量が最も多いケーブルトレイは W600×H120 の 6 段トレイ（第 1 図）であり、当該トレイの 1 m あたりに含まれる空気量は(6)式より、1.133[m³]となる。

$$\boxed{} = 1.133 [\text{m}^3] \quad (6)$$



第 1 図 トレイラッピング概要図

2.5 ラッピング内の窒息評価

(6)式で算出したラッピング内に含まれる空気量と(5)式で算出したケーブル 1 本が燃焼するために必要な空気量を用いると、(7)式に示すように、ラッピング内のケーブルが制御ケーブルの場合は約 15 本のケーブルが燃焼した際に、ラッピング内の酸素が不足し窒息消火されるため、ケーブルの延焼は継続しないものとする。

$$\frac{\text{ラッピング内の空気量}}{\text{ケーブル 1 本の燃焼に必要な空気量}} = \frac{1.133}{0.0799} = 14.18 [\text{本}] \quad (7)$$

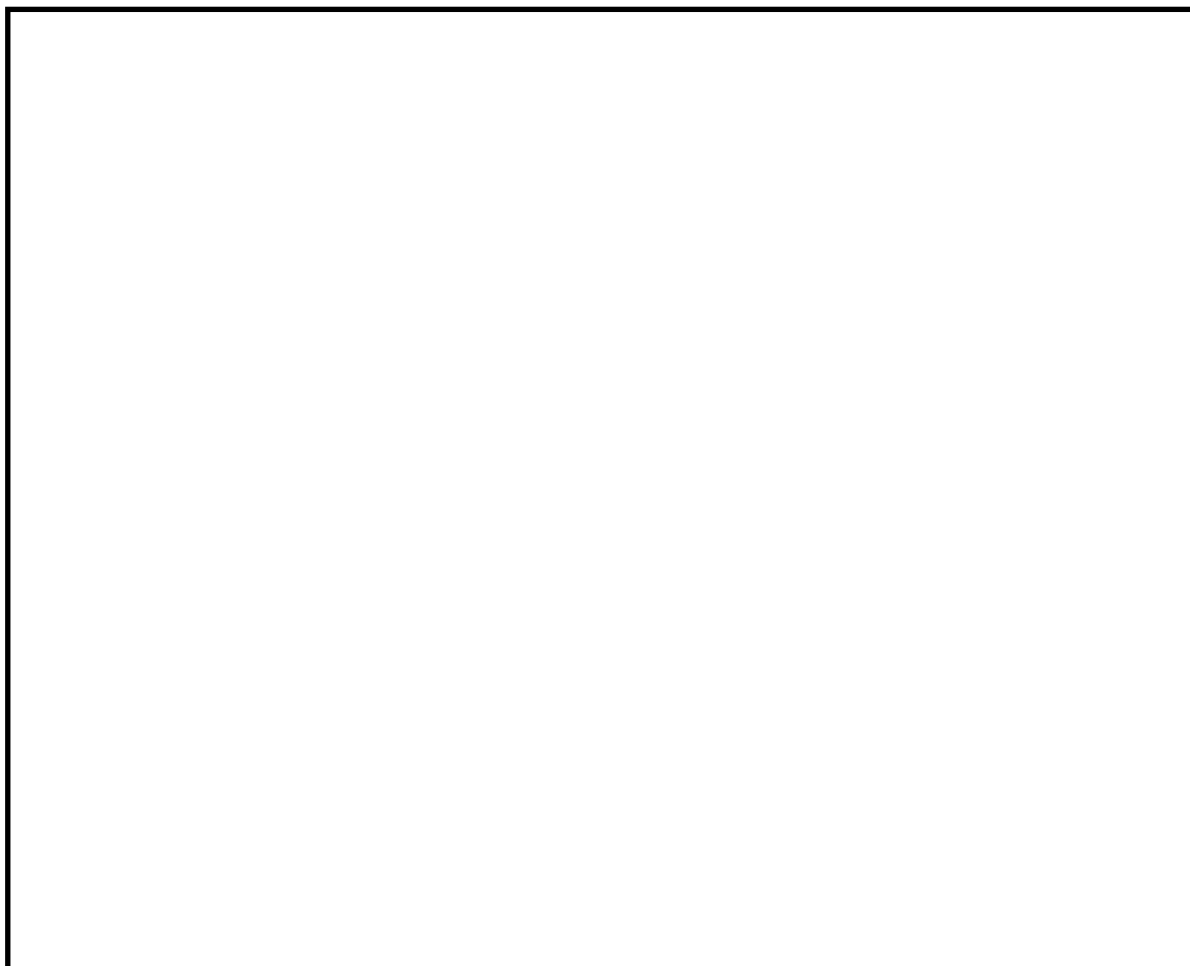
本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

3. ラッピング内の窒息消火確認試験

ラッピング内において想定される火災としては、過電流によるケーブル火災がある。このため、耐火ラッピングの有無におけるケーブルの過電流火災試験を実施し、これらの延焼継続時間を比較することで、ラッピング内の窒息消火の成立性について確認した。

3.1. 試験方法

第2図に試験装置概要図を、第2表に試験体構成材料を示す。本試験では、非難燃ケーブル1条に対して、ケーブル許容電流(190A)の6倍の電流(1140A)を継続通電し、通電後におけるケーブルの発煙、発火及び自然消火の各事象が発生する時間を測定した。なお、同条件の試験を2回ずつ実施した。



第2図 試験装置概要図

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

第2表 試験体構成材料

No.	構成材料	仕様	備考
1	非難燃ケーブル		
2	トレイ		
3	ラッピング		耐火ラッピング有
4	閉止板		耐火ラッピング有
5	難燃パテ		耐火ラッピング有

3.2. 試験結果

第3表に耐火ラッピング無の場合、第4表に耐火ラッピング有の場合の過電流火災試験の試験結果を示す。耐火ラッピング無と耐火ラッピング有の延焼継続時間を比較して、耐火ラッピング有において、延焼継続時間は約10分の1以下に短くなる傾向が確認された。さらに、ラッピング内の酸素濃度が低下することを確認した。したがって、ラッピング内のケーブル火災は、火災発生後、速やかに窒息消火され、延焼は継続しないことを確認した。

第3表 過電流火災試験の試験結果（耐火ラッピング無の場合）

試験体 No.	通電電流	通電時間			延焼継続時間※1
		発煙	発火	消火	
1	1140A				
2					

※1：延焼継続時間は、発火が継続した時間（消火時間－発火時間）を示す。

第4表 過電流火災試験の試験結果（耐火ラッピング有の場合）

試験体 No.	通電電流	通電時間			延焼継続時間※1
		発煙	発火	消火	
1	1140A				
2					

※1：延焼継続時間は、発火が継続した時間（消火時間－発火時間）を示す。

4. まとめ

机上評価及び実証試験の結果より、ラッピング内で過電流に伴うケーブル火災が発生しても、窒息消火によって早期に消火できることを確認した。

実際にラッピング内で使用している難燃ケーブルは、UL 垂直燃焼試験により自己消火性が確認できていることから、ケーブル火災は短期間で終息することができる。

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

3 時間耐火壁及び隔壁等の耐久試験の確認方法及び判定基準について

島根原子力発電所 2 号炉の耐火壁及び隔壁等は，国内製品を採用し，国内規制である建築基準法に基づく確認方法，判定基準を用いた火災耐久試験を実施し，耐火性能を確認している。

ただし，3 時間耐火ラッピング（ケーブルトレイ及び電線管）の耐放水性能を含めた評価については，国内基準がないことから，米国の規格である REGULATORY GUIDE 1.189 Rev.2：Appendix C を参照し判定基準としている。

3 時間耐火壁及び隔壁等の耐久試験の確認方法及び判定基準の概要を以下に示す。

1. 確認方法

火災耐久試験の確認方法として，他の試験法に比べて厳しい温度設定となっている建築基準法（IS0834）に基づく耐火炉試験により試験を実施した。

2. 判定基準

耐火壁及び隔壁等の火災耐久試験の判定基準は，建築基準法に基づく「防耐火性能試験・評価業務方法書」又は「防火区画等を貫通する管の性能試験・評価業務方法書」（（一財）建材試験センター），REGULATORY GUIDE 1.189 Rev.2：Appendix C の判定基準に準じて選定した。

上記の整理結果を第 1 表に示す。

第1表 3時間耐火壁及び隔壁等の確認方法と判定基準

種類	確認方法 (加熱曲線)	判定基準	考え方
3時間 耐火壁	耐火障壁	建築基準法 (IS0834) ※1に 基づく耐火炉試験	建築基準法にて評価を 実施。
	貫通部シール		
	防火扉		
	防火ダンパ		
	耐火間仕切り		
3時間 隔壁等	ケーブルトレイ	建築基準法※2, 3 REGULATORY GUIDE 1.189 Rev. 2: Appendix C	建築基準法にて評価を 実施。 ラッピングについては、米国の規格である REGULATORY GUIDE 1.189を参照し、耐放水性能の評 価も実施。 ケーブルの導通、絶縁抵抗及び表面温度も確認。
	耐火ラッピング		
	電線管耐火ラッピング		

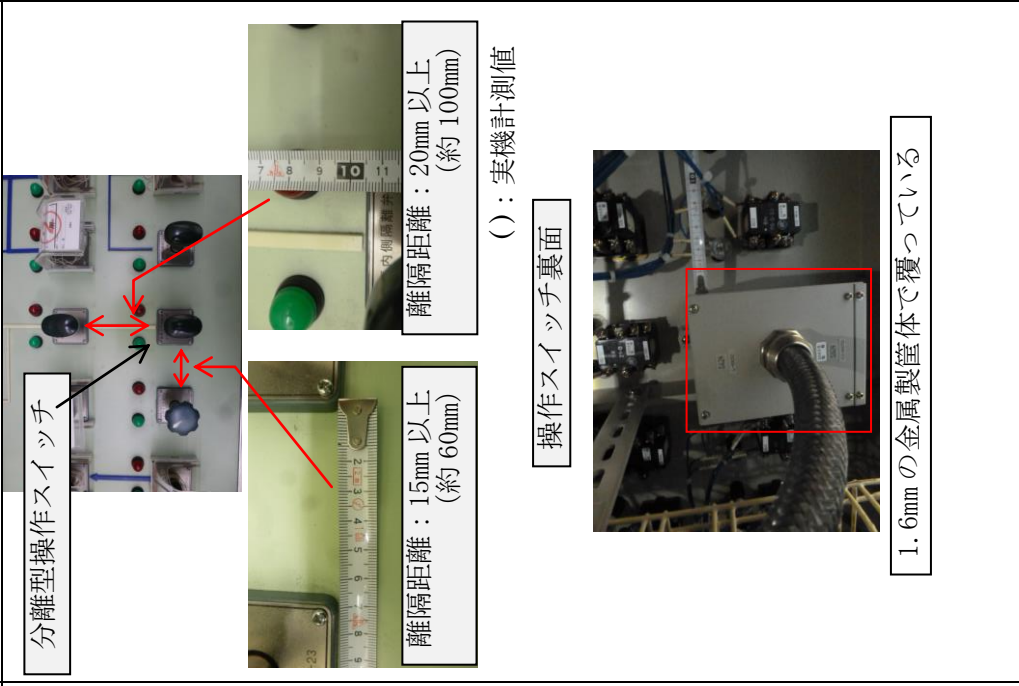
※1：建築基準法（IS0834）の加熱曲線は、他の試験法に比べて厳しい温度設定となっていることから、火災耐久試験では建築基準法の加熱曲線に従って加熱。

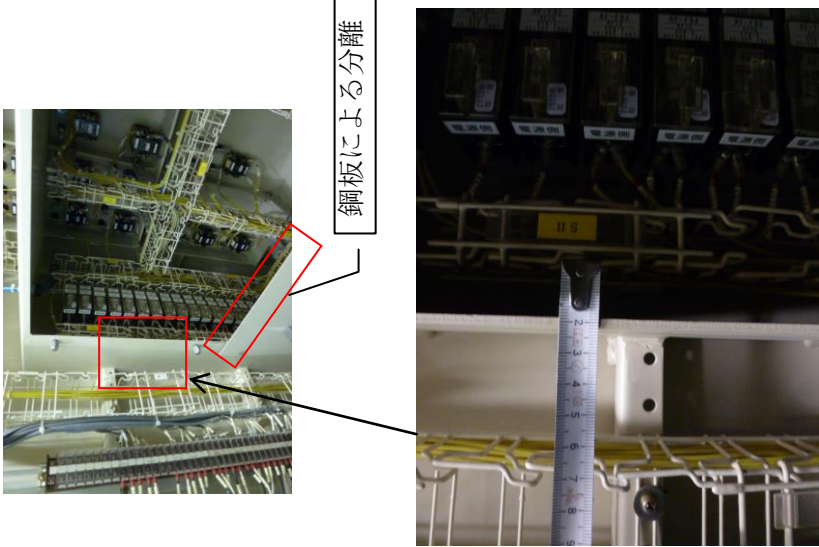
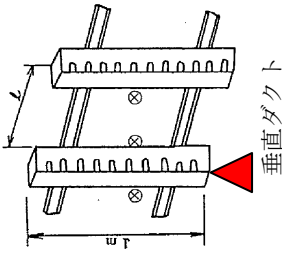
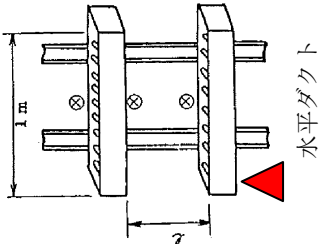
※2：（一財）建材試験センターの「防耐火性能試験・評価業務方法書」又は「防火区画等を貫通する管の性能試験・評価業務方法書」に準じて判定基準を選定。

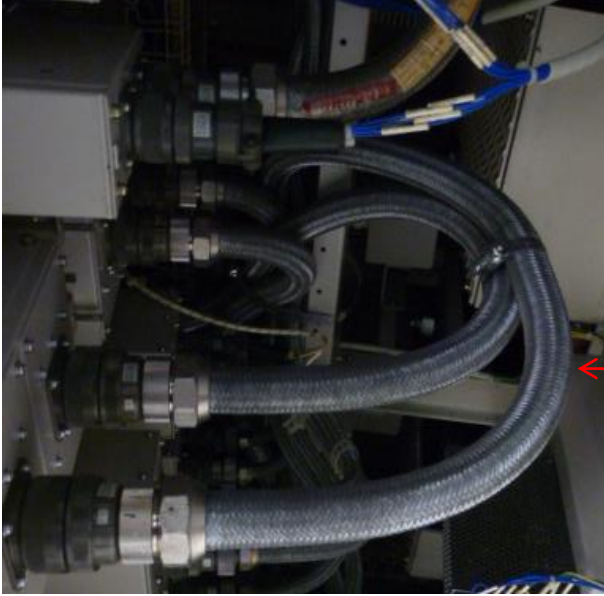
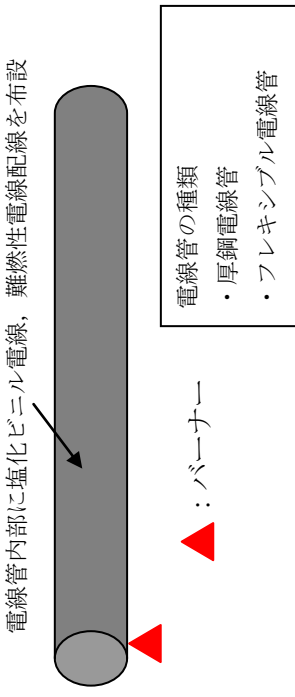
※3：耐放水試験を除き、建築基準法の判定基準を満足していることを確認。

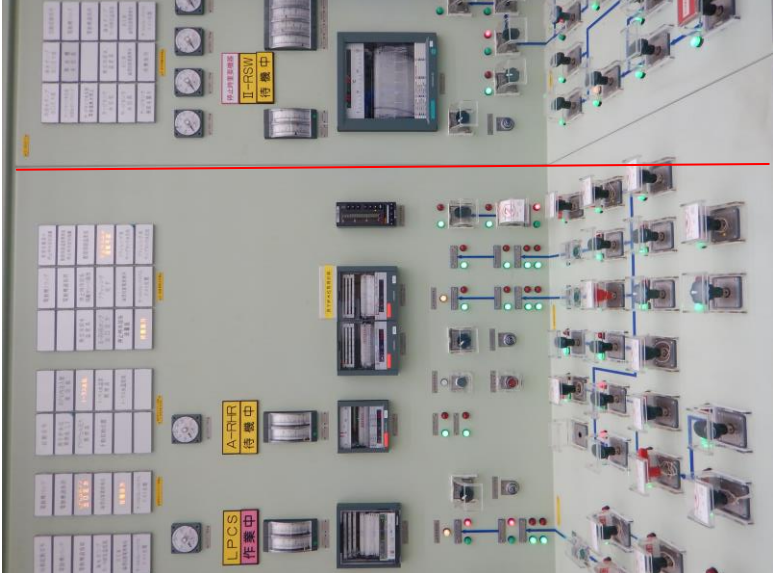
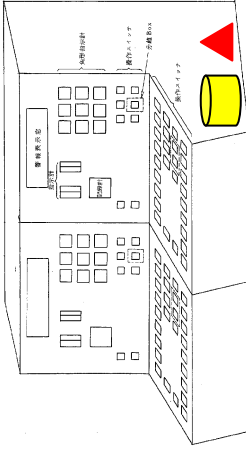
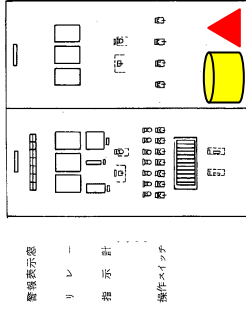
島根原子力発電所 2 号炉における
中央制御室及び補助盤室の
制御盤内の分離について

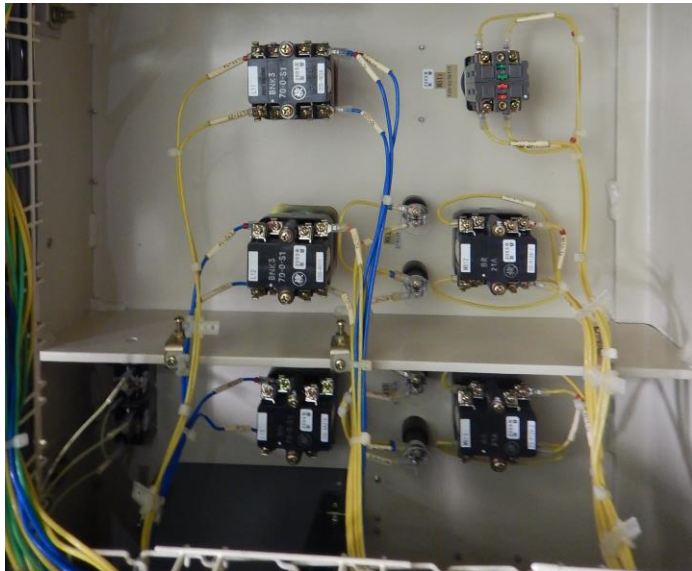
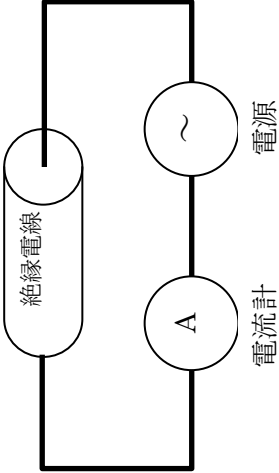
島根原子力発電所 2 号炉における中央制御室及び補助盤室の制御盤内の分離について
 中央制御室及び補助盤室の制御盤は、スイッチ、配線等の構成部品に単一火災を想定しても、近接する他の構成部品に影響が波及しないことを確認した実証試験の知見に基づき分離設計を行っており、以下に確認した実証試験の概要を示す。

対象	盤内状況	実証試験概要
操作スイッチ	 <p>分離型操作スイッチ</p> <p>分離型操作スイッチ 分離距離：15mm 以上 (約 60mm)</p> <p>分離型操作スイッチ 分離距離：20mm 以上 (約 100mm)</p> <p>操作スイッチ裏面</p> <p>1. 6mm の金属製筐体で覆っている</p>	<p>1. 目的 鋼板で覆った操作スイッチに火災が発生しても、適切な分離距離を確保している場合は近接する操作スイッチに火災の影響が及ばないことを確認する。</p> <p>2. 試験内容 (1) 過電流による火災 (内部発火) 鋼板で覆われた分離型操作スイッチに過電流を通电することで、分離型操作スイッチ内の火災を模擬し、隣接する一般操作スイッチへの影響を確認した。 【判定基準】 ・隣接する一般操作スイッチへの延焼性 (目視による確認)</p> <p>(2) バーナー着火による火災 (外部火災) 鋼板で覆われた分離型操作スイッチの外側からバーナーで着火することで、制御盤内の火災を模擬し、分離型操作スイッチへの影響を確認した。 【判定基準】 ・絶縁抵抗測定 ・通電確認 (ランプ点灯にて確認) ・操作性の確認</p>  <p>3. 試験結果 鋼板で覆った分離型操作スイッチに火災が発生しても、適切な分離距離を確保している場合は、近接する一般操作スイッチに火災の影響が及ばないことを確認した。 また、制御盤内の火災が発生しても、鋼板で覆われた分離型操作スイッチには、火災の影響が及ばないことを確認した。</p>

対象	盤内状況	実証試験概要
<p>盤内配線ダクト</p>	 <p>鋼板による分離</p> <p>金属バリア：3.2mm以上 (約 5mm) 分離距離：3cm以上 (約 6cm)</p> <p>()：実機計測値</p>	<p>1. 目的 金属バリア又は盤内配線ダクト内に設置している区分の配線に火災が発生しても、異区分の配線に火災の影響が及ばないことを確認する。</p> <p>2. 試験内容 (1) 空間距離 配線を収納したダクトを並べ、ダクトの距離を自由に変えられるようにし、片側のダクトの配線にバーナーで着火し、もう一方のダクトへの影響を確認した。 【判定基準】 ・隣接する盤内配線ダクトの影響度 (目視確認 (変色, 変形等))</p> <p>(2) 電線管バリア 配線を収納したダクトを並べ、ダクトの距離を自由に変えられるようにし、ダクトの間に板厚 3.2mm の金属バリアを設置し、片側のダクトの配線にバーナーで着火し、金属バリアがある場合のもう一方のダクトへの影響を確認した。 【判定基準】 ・隣接する盤内配線ダクトの影響度 (目視確認 (変色, 変形等))</p>  <p>垂直ダクト</p>  <p>水平ダクト</p> <p>3. 試験結果 金属バリアがない場合は、垂直ダクト間で 5cm 以上、水平ダクト間では 10cm 以上距離があれば、もう一方へのダクトへの影響がないことを確認した。 金属バリアがある場合は、3cm の距離であっても、もう一方へのダクトへの影響がないことを確認した。 なお、塩化ビニル電線と難燃性電線の相違はなかった。</p>

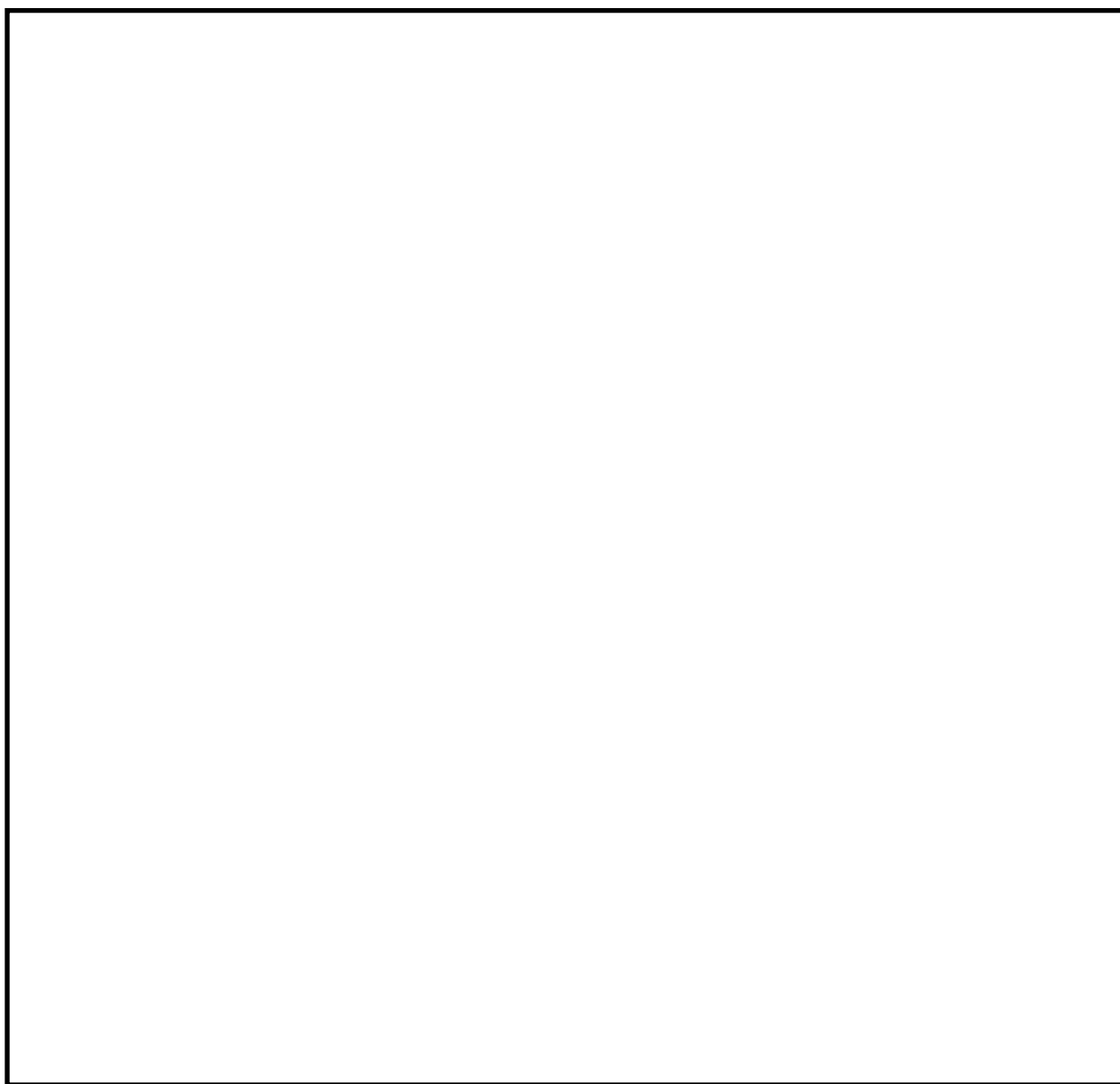
対象	盤内状況	実証試験概要
<p>金属外装ケーブル</p>	 <p>金属外装ケーブル</p>	<p>1. 目的 制御盤内に設置している金属外装ケーブルが制御盤内の火災により影響を受けないことを確認する。</p> <p>2. 試験内容 (1) 金属外装ケーブル ケーブルを収納した、電線管及びフレキシブル電線管を外側からバーナーで着火し、電線管及びフレキシブル電線管内のケーブルへの影響を確認した。 使用するケーブルは、塩化ビニル電線、難燃性電線とする。 【判定基準】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・絶縁抵抗測定 ・絶縁被覆の形状（溶融等の有無）  <p>電線管内部に塩化ビニル電線、難燃性電線配線を布設</p> <p>▲：バーナー</p> <p>電線管の種類</p> <ul style="list-style-type: none"> ・厚鋼電線管 ・フレキシブル電線管 <p>3. 試験結果 電線管において、塩化ビニル電線の被覆は、一部表面溶着するが、難燃性電線には変化は見られなかった。 フレキシブル電線管も塩化ビニル電線の被覆は、一部表面溶着するが、難燃性電線には変化は見られなかった。 電線管及びフレキシブル電線管の塩化ビニル電線、難燃性電線の絶縁抵抗は、試験前後に変化はなく、電線管及びフレキシブル電線管に収納することで分離機能を有することが確認できた。</p>

対象	盤内状況	実証試験概要
<p style="text-align: center;">制御盤</p>	 <p style="text-align: right; color: red;">区分の境界</p>	<p style="text-align: center;">1. 目的</p> <p>中央制御室及び補助盤室に設置している制御盤に火災が発生しても、隣接する制御盤に火災の影響が及ばないことを確認する。</p> <p>制御盤は、ベンチ、直立盤の2種類で確認する。</p> <p style="text-align: center;">2. 試験内容</p> <p>(1) 制御盤バーナー着火試験</p> <p>制御盤内の外部ケーブルの立上り部をバーナーにより強制着火し、隣接制御盤への火災の影響を確認した。</p> <p>隣接制御盤への影響は、下記の判定基準に基づき確認した。</p> <p>(2) 制御盤油点火試験</p> <p>制御盤内にオイルパンを設置し、白灯油 1.5 リットルに強制着火させ、制御盤内の全面火災による隣接制御盤への火災の影響を確認した。</p> <p>隣接制御盤への影響は、下記の判定基準に基づき確認した。</p> <p>(3) 判定基準</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 隣接制御盤の変色、変形の有無 ・ 隣接制御盤の通電性の確認（ランプ点灯にて確認） ・ 火災鎮火後の隣接制御盤の操作性の確認 ・ 火災鎮火後の隣接制御盤の絶縁抵抗測定 <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>ベンチ盤 (制御盤板厚 : 3.2mm)</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>直立盤 (制御盤板厚 : 3.2mm)</p> </div> </div> <p>制御盤の境界を 3.2mm 以上の銅板で分離</p> <p style="text-align: center;">3. 試験結果</p> <p>金属で覆われ、分離している制御盤内に火災が発生しても、火災の影響は火災源の制御盤内に留まることを確認した。</p> <p>したがって、隣接制御盤へ火災の影響はなく、分離性が確保されることを確認した。</p>

対象	盤内状況	実証試験概要
<p>盤内絶縁電線</p>	 <p>盤内絶縁電線</p>	<p>1. 目的 中央制御室及び補助盤室に設置している絶縁電線が短絡事故等を想定した過電流により発火せず、同一制御盤内の他機器に火災の影響が及ばないことを確認する。</p> <p>2. 試験内容 (1) 空中一条布設過電流試験 盤内絶縁電線に許容電流の4～5倍の過電流を通電し、発火有無の状態を確認した。絶縁電線の種類は、下記の4種類とした。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 600V NC-HIV, 2mm²：低塩酸ビニル電線（耐熱性） ・ 600V HIV, 2mm²：耐熱ビニル電線 ・ 600V IV, 2mm²：ビニル電線 ・ 600V FH, 2mm²：テフゼル電線（難燃仕様） <p>(2) 判定基準 過電流によって発火しないこと。</p> <div style="text-align: center;">  <p>空中一条布設過電流試験の装置</p> </div> <p>3. 試験結果 盤内絶縁電線は4種類とも過電流によって発火する前に導体が溶断し、発火しないことを確認した。したがって、同一制御盤内の他機器へ火災の影響はなく、分離性が確保されることを確認した。</p>

島根原子力発電所 2 号炉における
中央制御室及び補助盤室のケーブルの分離状況

島根原子力発電所 2 号炉における
中央制御室及び補助盤室のケーブルの分離状況

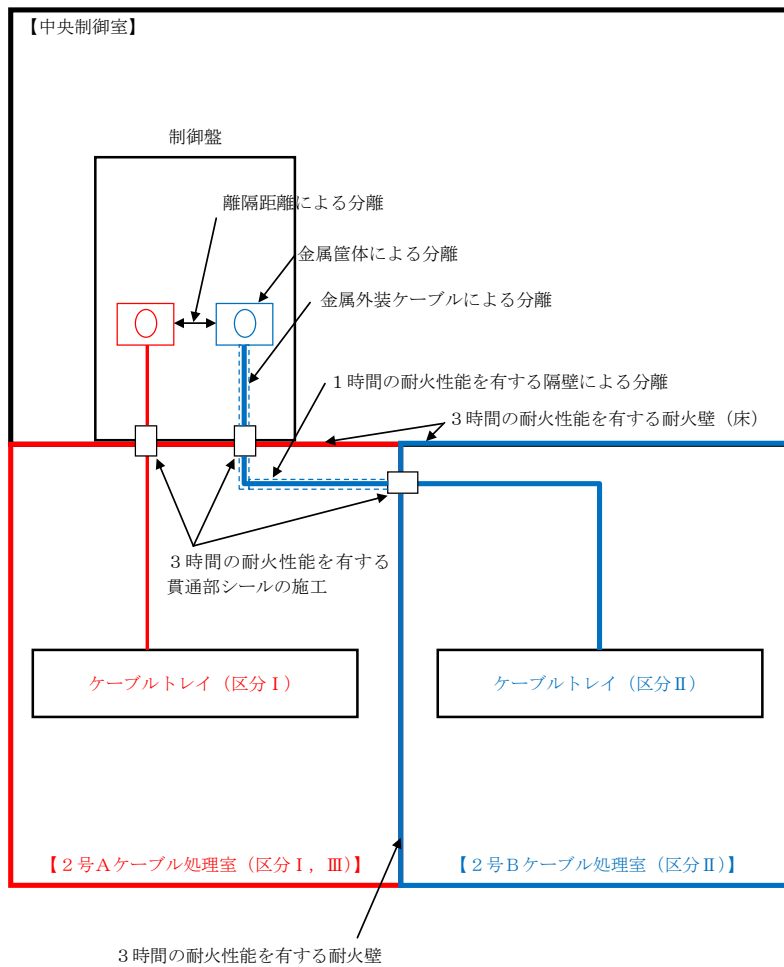


ケーブル処理室は、安全区分Ⅰ、Ⅱ、Ⅲの互いに相違する系列の火災防護対象ケーブルが近接して布設されていることから、火災の影響軽減のための対策として、全域ガス自動消火設備及び1時間の耐火能力を有する隔壁（耐火ラッピング）により分離する設計としている。（第2図参照）

中央制御室及び補助盤室は、実証試験結果に基づく離隔距離等による分離対策、高感度煙検出設備の設置による早期の火災感知及び中央制御室に常駐する運転員による早期の消火活動を行う設計としている。

第1図 中央制御室及び補助盤室、ケーブル処理室及び計算機室の配置

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。



第2図 中央制御室及び補助盤室の制御盤下構造及び分離対策の概要
(中央制御室下のケーブル処理室の例)

島根原子力発電所 2 号炉における
中央制御室及び補助盤室の制御盤の火災を
想定した場合の対応について

島根原子力発電所 2 号炉における
中央制御室及び補助盤室の制御盤の火災を想定した場合の対応について

1. 目的

火災により、中央制御室及び補助盤室の制御盤 1 区画の安全機能が喪失したとしても、他の区画の制御盤の運転操作及び現場の操作により、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する。

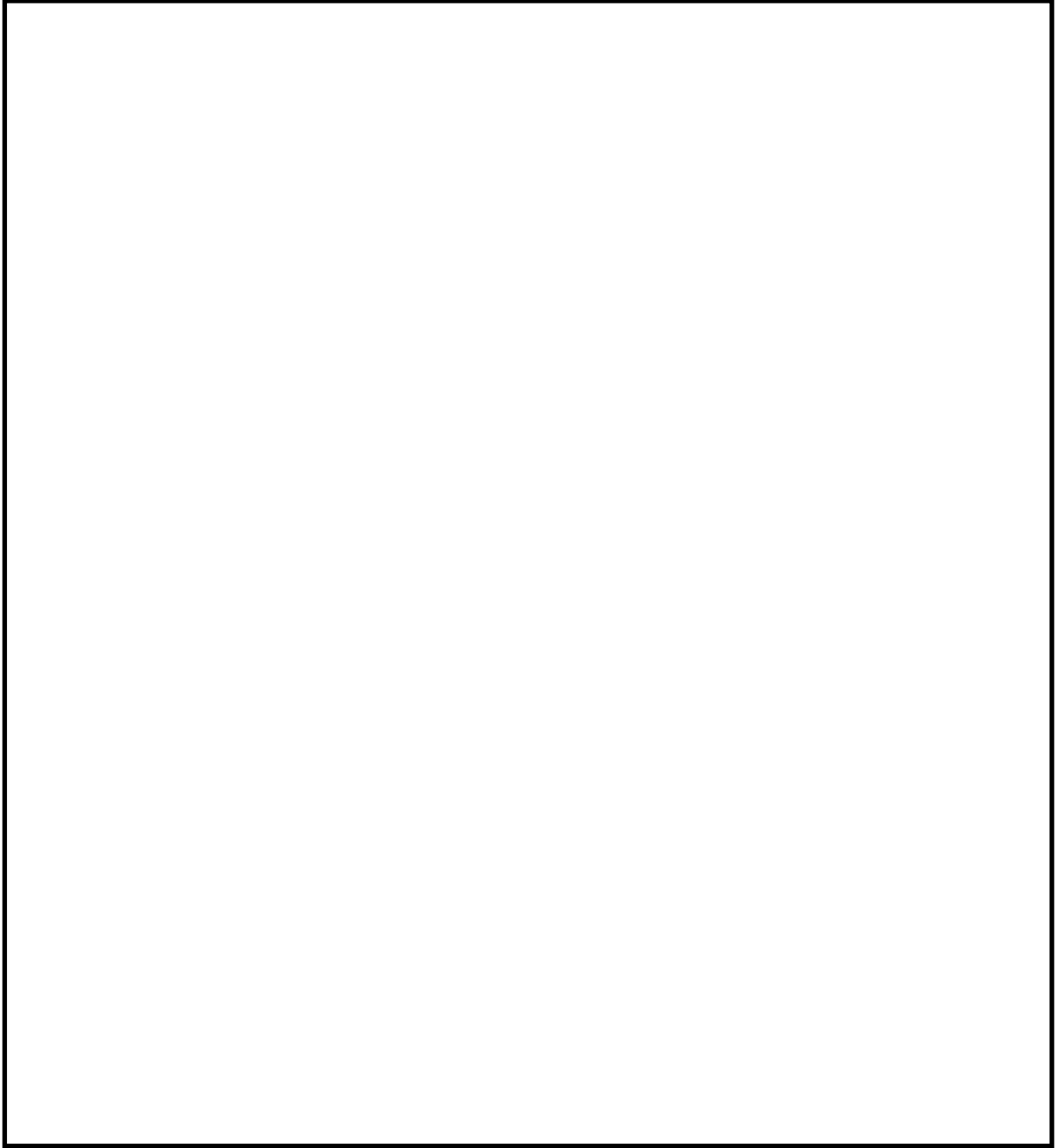
2. 中央制御室及び補助盤室の制御盤の配置

中央制御室及び補助盤室は、第 1～2 図のとおり、制御盤を配置しており、区分毎又は系統毎に分離した設計とする。



第 1 図 中央制御室の制御盤の配置

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。



第2図 補助盤室の制御盤の配置

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

3. 中央制御室及び補助盤室の制御盤の火災による影響の想定

中央制御室には運転員が常駐していることから火災の早期感知・消火が可能であるため、制御盤にて火災が発生した場合であっても火災による影響は限定的である。しかしながら、ここでは中央制御室及び補助盤室の制御盤で発生する火災とその影響を以下のとおり想定する。

- ・ 保守的に中央制御室又は補助盤室の制御盤 1 区画に関連する機能は火災により全損する。
- ・ 隣接する制御盤とは金属の筐体により分離されていること、早期感知・消火が可能であることから、隣接盤へ延焼する可能性は低い。
- ・ 異区分が同居する制御盤については、制御盤内の影響軽減対策を行っていることから、同居する区分の機能が火災により同時に機能喪失する可能性は低い。保守的に全て機能喪失する。
- ・ 制御盤に接続するケーブルは、難燃ケーブルを使用する設計とすること、中央制御室及び補助盤室とケーブル処理室及び計算機室の貫通部は、3時間の耐火性能を有する貫通部シールを施す設計としていることから、ケーブル処理室及び計算機室に延焼する可能性は低い。

4. 中央制御室及び補助盤室の制御盤の火災発生に対する評価結果

中央制御室又は補助盤室の制御盤の火災により、制御盤 1 区画が全て機能喪失した場合を想定した評価について、結果を第 1-1 表及び 1-2 に示す。

例えば、中央制御室又は補助盤室の制御盤 1 区画において、火災による機能喪失を想定しても、他の区画の制御盤の運転操作及び現場の操作により、原子炉の高温停止及び低温停止を達成し、維持することは可能である。

一方、複数の安全区分の機器・ケーブル等が一つの盤内に設置されている制御盤については、複数の安全区分の安全機能が同時に喪失しないように異区分の機器は鋼板や離隔距離による対策がされている。また、これらの制御盤については、運転員が常駐し監視する場所への設置や制御盤内への高感度煙検出設備の設置などにより、火災の早期感知と運転員による早期消火が可能なことから、複数区分の監視機能が同時に喪失することはない。よって、原子炉の高温停止及び低温停止を達成し、維持することは可能である。

なお、万一、複数の安全区分の機器・ケーブル等が設置されている制御盤の機能が全て機能喪失しても、中央制御室外原子炉停止装置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し、維持することが可能である設計とする。

第1-1表 中央制御室の制御盤における火災影響で喪失する機能

区画	盤番号	安全機能 (○：機能有)					評価
		原子炉の緊急停止機能	原子炉冷却材圧力バウンダリ機能	炉心冷却機能	原子炉停止後の除熱機能	安全上特に重要な関連機能	
①	2-903			○		○ (冷却水) (電源)	当該盤において火災を想定した場合、区分Ⅲの高圧注水機能が喪失する恐れがあるが、区分Ⅱの原子炉隔離時冷却系並びに区分Ⅰ、Ⅱの自動減圧系及び低圧炉心スプレイス系、残留熱除去系とは盤が独立し分離されていることから、多重化された安全機能が同時に喪失することはない。よって、原子炉の安全停止は達成可能である。
②	2-903		○	○	○	○ (冷却水)	当該盤において火災を想定した場合、主蒸気隔離弁、低圧炉心スプレイス系、残留熱除去系、原子炉補機冷却系、原子炉補機海水系が機能喪失する恐れがあるが、補助盤室にて、弁の閉が可能であること、現場操作にて弁の開閉が可能であること、別区画の残留熱除去系、高圧炉心スプレイス系で注水機能は確保可能であること、別区画の主蒸気逃がし安全弁の開操作及び残留熱除去系で崩壊熱除去が可能であることから、多重化された安全機能が同時に喪失することはない。よって、原子炉の安全停止は達成可能である。

区画	盤番号	安全機能 (○：機能有)					評価
		原子炉の緊急停止機能	原子炉冷却材圧力バウンダリ機能	炉心冷却機能	原子炉停止後の除熱機能	安全上特に重要な関連機能	
③	2-904-1	○	○	○	○	○ (冷却水)	当該盤において火災を想定した場合、主蒸気逃がし安全弁、原子炉隔離時冷却系、残留熱除去系、原子炉補助冷却系、原子炉補助機海水系が機能喪失する恐れがあるが、補助盤室にて弁の開閉操作が可能であること、別区画の残留熱除去系、高圧炉心スプレイ系により注水機能は確保可能であること、現場にて弁を手動により閉操作することで、隔離可能であること、補助盤室で自動減圧系にて原子炉の減圧操作及び別区画の低圧炉心スプレイ系、残留熱除去系の注水操作にて機能達成されること、弁の現場操作により、対応可能であることから、多重化された安全機能が同時に喪失することはない。よって、原子炉の安全停止は達成可能である。
④	2-904-2			○			当該盤において火災を想定した場合、原子炉浄化系、炉水サンプリング隔離弁が機能喪失する恐れがあるが、現場にて弁を手動により操作することで隔離機能は達成されること、現場にて電磁接触器の操作により弁を動作可能であること、補助盤室にて弁の操作が可能であることから、多重化された安全機能が同時に喪失することはない。よって、原子炉の安全停止は達成可能である。

区画	盤番号	安全機能 (○：機能有)					評価
		原子炉の緊急停止機能	原子炉冷却材圧力バウンダリ機能	炉心冷却機能	原子炉停止後の除熱機能	安全上特に重要な関連機能	
⑤	2-905	○					当該盤において火災を想定した場合、手動スクラムボタンによる制御棒挿入が不能となる恐れがあるが、現場での原子炉保護系MGセットの停止操作により、スクラム機能は達成されること、現場にてスクラムパイロット弁用制御空気のブロー操作によりスクラム機能は達成されることから、多重化された安全機能が同時に喪失することはない。よって、原子炉の安全停止は達成可能である。
⑥	2-908					○ (電源)	当該盤において火災を想定した場合、非常用ディーゼル発電機が機能喪失する恐れがあるが、別区画の非常用電源系で対応可能であること、現場にて非常用ディーゼル発電機の起動操作が可能であることから、多重化された安全機能が同時に喪失することはない。よって、原子炉の安全停止は達成可能である。
⑦	2-908					○ (電源)	当該盤において火災を想定した場合、非常用ディーゼル発電機が機能喪失する恐れがあるが、別区画の非常用電源系で対応可能であること、現場にて非常用ディーゼル発電機の起動操作が可能であることから、多重化された安全機能が同時に喪失することはない。よって、原子炉の安全停止は達成可能である。

区画	盤番号	安全機能 (○：機能有)					評価
		原子炉の緊急停止機能	原子炉冷却材圧力バウンダリ機能	炉心冷却機能	原子炉停止後の除熱機能	安全上特に重要な関連機能	
⑧	2-909			○			当該盤において火災を想定した場合、主蒸気隔離弁漏洩制御系が機能喪失する恐れがあるが、電源切り運用であるため、誤信号の影響を受けないことから、多重化された安全機能が同時に喪失することはない。よって、原子炉の安全停止は達成可能である。
⑨	2-965-2					○ (空調)	当該盤において火災を想定した場合、中央制御室空調系が機能喪失する恐れがあるが、別区面の中央制御室空調系の操作により対応可能であること、遮断器の現場操作により対応可能であること、中央制御室外原子炉停止装置により対応可能であることから、多重化された安全機能が同時に喪失することはない。よって、原子炉の安全停止は達成可能である。
⑩	2-965-2					○ (空調)	当該盤において火災を想定した場合、中央制御室空調系が機能喪失する恐れがあるが、別区面の中央制御室空調系の操作により対応可能であること、遮断器の現場操作により対応可能であること、中央制御室外原子炉停止装置により対応可能であることから、多重化された安全機能が同時に喪失することはない。よって、原子炉の安全停止は達成可能である。

区画	盤番号	安全機能 (○：機能有)					評価
		原子炉の緊急停止機能	原子炉冷却材圧力バウンダリ機能	炉心冷却機能	原子炉停止後の除熱機能	安全上特に重要な関連機能	
⑪	2-929-1					○ (空調)	当該盤において火災を想定した場合、非常用電気室空調等が機能喪失する恐れがあるが、別区画の空調等で対応可能であることから、遮断器の現場操作により対応可能であることから、多重化された安全機能が同時に喪失することはない。よって、原子炉の安全停止は達成可能である。
⑫	2-929-1					○ (空調)	当該盤において火災を想定した場合、HPCS ポンプ室空調等が機能喪失する恐れがあるが、別区画の原子炉隔離時冷却系で高圧注水機能は確保されること、遮断器の現場操作により対応可能であることから、多重化された安全機能が同時に喪失することはない。よって、原子炉の安全停止は達成可能である。
⑬	2-929-1					○ (空調)	当該盤において火災を想定した場合、非常用電気室空調等が機能喪失する恐れがあるが、別区画の空調等で対応可能であることから、遮断器の現場操作により対応可能であることから、多重化された安全機能が同時に喪失することはない。よって、原子炉の安全停止は達成可能である。

区画	盤番号	安全機能（○：機能有）					評価
		原子炉の緊急停止機能	原子炉冷却材圧力バウンダリ機能	炉心冷却機能	原子炉停止後の除熱機能	安全上特に重要な関連機能	
⑭	2-977			○	○		当該盤において火災を想定した場合、原子炉水サンプルリング内側隔離弁等が機能喪失する恐れがあるが、現場にて電磁接触器による弁の操作が可能であること、現場にて手動による弁の操作が可能であるため、機能は達成されることから、多重化された安全機能が同時に喪失することはない。よって、原子炉の安全停止は達成可能である。
⑮	2-930			○			当該盤において火災を想定した場合、高圧炉心スプレイ系が機能喪失する恐れがあるが、別区画の原子炉隔離次冷却系により高圧注水機能は確保可能であること、別区画の自動減圧系にて原子炉の減圧操作及び残留熱除去系、低圧炉心スプレイ系のいずれかによる注水操作にて機能は達成されることから、多重化された安全機能が同時に喪失することはない。よって、原子炉の安全停止は達成可能である。

第 1-2 表 補助盤室の制御盤における火災影響で喪失する機能

区画	盤番号	安全機能 (○：機能有)					評価
		原子炉の緊急停止機能	原子炉冷却材圧力バウンダリ機能	炉心冷却機能	原子炉停止後の除熱機能	安全上特に重要な関連機能	
⑩	2-961H			○		○ (冷却水) (電源) (空調)	当該盤において火災を想定した場合、高圧炉心スプレイ系、高圧炉心スプレイ補機冷却系、高圧炉心スプレイ系デイズル発電機が機能喪失する恐れがあるが、別区画の原子炉隔離冷却系により高圧注水機能は確保可能であること、別区画の自動減圧系にて原子炉の減圧操作及び残留熱除去系、低圧炉心スプレイ系のいずれかによる注水操作にて機能は達成されることから、多重化された安全機能が同時に喪失することはない。よって、原子炉の安全停止は達成可能である。
⑪	2-921			○		○ (冷却水系)	当該盤において火災を想定した場合、高圧炉心スプレイ系、高圧炉心スプレイ補機冷却系、高圧炉心スプレイ補機海水系が機能喪失する恐れがあるが、別区画の原子炉隔離時冷却系により高圧注水機能は確保可能であること、別区画の自動減圧系にて原子炉の減圧操作及び残留熱除去系、低圧炉心スプレイ系のいずれかによる注水操作にて機能は達成されることから、多重化された安全機能が同時に喪失することはない。よって、原子炉の安全停止は達成可能である。

区画	盤番号	安全機能 (○：機能有)					評価
		原子炉の緊急停止機能	原子炉冷却材圧力バウンダリ機能	炉心冷却機能	原子炉停止後の除熱機能	安全上特に重要な関連機能	
⑱	2-946A					○ (電源系)	当該盤において火災を想定した場合、非常用電源系が影響を受ける可能性があるが、火災の影響を受けない中央制御室にて操作することにより対応可能である。よって、原子炉の安全停止は達成可能である。
⑲	2-961A	○	○	○	○	○ (冷却水) (空調)	当該盤において火災を想定した場合、原子炉保護系、主蒸気隔離弁、主蒸気逃がし安全弁、原子炉隔離時冷却系、低圧炉心スプレイ系、残留熱除去系、原子炉圧力容器隔離弁、主蒸気隔離弁漏洩制御御系、原子炉補機冷却系、原子炉補機海水系、原子炉格納容器隔離弁、中央制御室空調換気系が機能喪失する恐れがあるが、中央制御室での手動スクラム、原子炉保護系MGセットの停止操作、現場によるスクラムパイロット弁用制御空気のブロー操作のいずれかにより原子炉スクラムは達成されること、中央制御室にて弁操作が可能であること、影響を受けない残留熱除去系、高圧炉心スプレイのいずれかによる注水操作にて機能は達成されること、遮断器の現場操作及び残留熱除去系の弁の現場操作により対応可能であること、影響を受けない原子炉補機冷却系、原子炉補機海水系にて対応可能であること、低圧注水機能は確保可能であること、影響を受けない中央制御室送風機/排風機にて対応可能であること、中央制御室外停止装置により対応可能であることから、多重化された安全機能が同時に喪失することはない。よって、原子炉の安全停止は達成可能である。

区画	盤番号	安全機能 (○：機能有)					評価
		原子炉の緊急停止機能	原子炉冷却材圧力バウンダリ機能	炉心冷却機能	原子炉停止後の除熱機能	安全上特に重要な関連機能	
⑳	2-923A	○	○	○	○		当該盤において火災を想定した場合、主蒸気隔離弁、原子炉圧力容器隔離弁が機能喪失する恐れがあるが、影響を受けない主蒸気外側隔離弁により隔離可能であり、機能は達成されること、別区画の盤にて論理回路電源切により弁の閉操作が可能であること、影響を受けない主蒸気ドレン外側隔離弁により隔離可能であり、機能は達成されること、現場にて電磁接触器による弁の閉操作が可能であり、隔離機能は達成されること、主蒸気逃がし安全弁の開操作及び残留熱除去系による崩壊熱除去が可能であり、機能は確保されることから、多重化された安全機能が同時に喪失することはない。よって、原子炉の安全停止は達成可能である。
㉑	2-971A					○ (冷却水)	当該盤において火災を想定した場合、原子炉補機冷却系、原子炉補機海水系が機能喪失する恐れがあるが、影響を受けない原子炉補機冷却系、原子炉補機海水系、現場にて手動による弁の操作、遮断器の現場操作により、対応可能であることから、多重化された安全機能が同時に喪失することはない。よって、原子炉の安全停止は達成可能である。

区画	盤番号	安全機能 (○：機能有)					評価
		原子炉の緊急停止機能	原子炉冷却材圧力バウンダリ機能	炉心冷却機能	原子炉停止後の除熱機能	安全上特に重要な関連機能	
㉒	2-920A			○	○		当該盤において火災を想定した場合、低圧炉心スプレイ系、残留熱除去系、原子炉隔離時冷却系が機能喪失する恐れがあるが、影響を受けない残留熱除去系、高圧炉心スプレイ系により、注水機能は確保可能であること、遮断器の現場操作により対応可能であることから、多重化された安全機能が同時に喪失することはない。よって、原子炉の安全停止は達成可能である。
㉓	2-970A		○				当該盤において火災を想定した場合、主蒸気逃がし安全弁が機能喪失する恐れがあるが、影響を受けない主蒸気逃がし安全弁、別区画の盤にて弁の操作が可能であることから、多重化された安全機能が同時に喪失することはない。よって、原子炉の安全停止は達成可能である。
㉔	2-972A			○			当該盤において火災を想定した場合、主蒸気隔離弁漏洩制御系が影響を受ける恐れがあるが、電源切り運用であるため信号発生に伴う弁の動作はない。よって、原子炉の安全停止は達成可能である。
㉕	2-924A	○					当該盤において火災を想定した場合、原子炉保護系が機能喪失する恐れがあるが、現場での原子炉保護系MGセットの停止操作、現場にてスクラムパイロット弁用制御空気のブロー操作により、スクラム機能は達成されることから、多重化された安全機能が同時に喪失することはない。よって、原子炉の安全停止は達成可能である。

区画	盤番号	安全機能 (○：機能有)					評価
		原子炉の緊急停止機能	原子炉冷却材圧力バウンダリ機能	炉心冷却機能	原子炉停止後の除熱機能	安全上特に重要な関連機能	
②⑥	2-961B	○	○	○	○	○ (冷却水) (空調)	当該盤において火災を想定した場合、原子炉保護系、主蒸気隔離弁、主蒸気逃がし安全弁、原子炉隔離時冷却系、残留熱除去系、原子炉圧力容器隔離弁、主蒸気隔離弁漏洩制御系、原子炉補機冷却系、原子炉補機海水系、原子炉格納容器隔離弁、中央制御室空調換気系が機能喪失する恐れがあるが、中央制御室での手動スクラム、原子炉保護系 MG セットの停止操作、現場によるスクラムパイロット弁用制御空気のブロー操作のいずれかにより原子炉スクラムは達成されること、中央制御室にて弁操作が可能であること、影響を受けない低圧炉心スプレイス系、残留熱除去系、高圧炉心スプレイスのいずれかによる注水操作にて機能は達成されること、遮断器の現場操作及び残留熱除去系の弁の現場操作により対応可能であること、影響を受けない原子炉補機冷却系、原子炉補機海水系にて対応可能であること、低圧注水機能は確保可能であること、影響を受けない中央制御室送風機/排風機にて対応可能であること、中央制御室外停止装置により対応可能であることから、多重化された安全機能が同時に喪失することはない。よって、原子炉の安全停止は達成可能である。

区画	盤番号	安全機能 (○：機能有)					評価
		原子炉の緊急停止機能	原子炉冷却材圧力バウンダリ機能	炉心冷却機能	原子炉停止後の除熱機能	安全上特に重要な関連機能	
㉓	2-970B		○				当該盤において火災を想定した場合、主蒸気逃がし安全弁が機能喪失する恐れがあるが、影響を受けない主蒸気逃がし安全弁、別区画の盤にて弁の操作が可能であることから、多重化された安全機能が同時に喪失することはない。よって、原子炉の安全停止は達成可能である。
㉔	2-922			○			当該盤において火災を想定した場合、原子炉隔離時冷却系が機能喪失する恐れがあるが、影響を受けない高圧炉心スプレイ系により、高圧注水機能を確保可能であること、隔離弁を閉操作することで、隔離可能であること、影響を受けない自動減圧系にて、原子炉の減圧操作及び低圧炉心スプレイ系、残留熱除去系のいずれかによる注水操作により機能は達成されることか、多重化された安全機能が同時に喪失することはない。よって、原子炉の安全停止は達成可能である。
㉕	2-920B			○	○		当該盤において火災を想定した場合、残留熱除去系、が機能喪失する恐れがあるが、影響を受けない残留熱除去系、現場にて手動による操作を行うことで、機能は確保可能であること、遮断器の現場操作により対応可能であること、影響を受けない低圧炉心スプレイ系により、低圧注水機能は確保可能であること、影響を受けない高圧炉心スプレイ系、残留熱除去系のいずれかによる注水操作にて機能は達成されることから、多重化された安全機能が同時に喪失することはない。よって、原子炉の安全停止は達成可能である。

区画	盤番号	安全機能 (○：機能有)					評価
		原子炉の緊急停止機能	原子炉冷却材圧力バウンダリ機能	炉心冷却機能	原子炉停止後の除熱機能	安全上特に重要な関連機能	
③⑩	2-971B					○ (冷却水)	当該盤において火災を想定した場合、原子炉補機冷却系、原子炉補機海水系が機能喪失する恐れがあるが、影響を受けない原子炉補機冷却系、原子炉補機海水系、現場にて手動による弁の操作、遮断器の現場操作により、対応可能であることから、多重化された安全機能が同時に喪失することはない。よって、原子炉の安全停止は達成可能である。
③⑪	2-923B		○	○	○		当該盤において火災を想定した場合、主蒸気隔離弁、原子炉圧力容器隔離弁が機能喪失する恐れがあるが、影響を受けない主蒸気外側隔離弁により隔離可能であり、機能は達成されること、別区画の盤にて論理回路電源切により弁の閉操作が可能であること、影響を受けない主蒸気ドレン外側隔離弁により隔離可能であり、機能は達成されること、現場にて電磁接触器による弁の閉操作が可能であり、隔離機能は達成されること、主蒸気逃がし安全弁の開操作及び残留熱除去系による崩壊熱除去が可能であり、機能は確保されることから、多重化された安全機能が同時に喪失することはない。よって、原子炉の安全停止は達成可能である。

区画	盤番号	安全機能 (○：機能有)					評価
		原子炉の緊急停止機能	原子炉冷却材圧力バウンダリ機能	炉心冷却機能	原子炉停止後の除熱機能	安全上特に重要な関連機能	
③②	2-925	○					当該盤において火災を想定した場合、原子炉保護系が機能喪失する恐れがあるが、現場での原子炉保護系MGセットの停止操作、現場にてスクラムパイロット弁制御空気のブロー操作により、スクラム機能は達成されることから、多重化された安全機能が同時に喪失することはない。よって、原子炉の安全停止は達成可能である。
③③	2-924B	○					当該盤において火災を想定した場合、原子炉保護系が機能喪失する恐れがあるが、現場での原子炉保護系MGセットの停止操作、現場にてスクラムパイロット弁制御空気のブロー操作により、スクラム機能は達成されることから、多重化された安全機能が同時に喪失することはない。よって、原子炉の安全停止は達成可能である。
③④	2-934B			○			当該盤において火災を想定した場合、原子炉隔離時冷却系が機能喪失する恐れがあるが、影響を受けない高圧炉心スプレイ系により、高圧注水機能を確保可能であること、影響を受けない自動減圧系にて、原子炉の減圧操作及び低圧炉心スプレイ系、残留熱除去系のいずれかによる注水操作により機能は達成されることから、多重化された安全機能が同時に喪失することはない。よって、原子炉の安全停止は達成可能である。

島根原子力発電所 2 号炉における
1 時間耐火隔壁等の耐久試験について

島根原子力発電所 2 号炉における
1 時間耐火隔壁等の耐久試験について

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」において、耐火壁、隔壁等の設計の妥当性が火災耐久試験によって確認されていることとされている。

ケーブル処理室及び計算機室に使用する 1 時間耐火隔壁等のうち、「電線管耐火ラッピング」、「ケーブルトレイ耐火ラッピング」及び「フレキシブル電線管耐火ラッピング」の耐火性能の確認結果を以下に示す。

2. 電線管、ケーブルトレイ及びフレキシブル電線管耐火ラッピングの耐火性能
電線管、ケーブルトレイ及びフレキシブル電線管耐火ラッピングの耐火性能を以下のとおり確認した。

2.1. 試験方法

本試験では、耐火炉内に設置した第 1-1 表、第 1-2 表、第 1-3 表に示す試験体を第 1 図の建築基準法（IS0834）に基づく加熱曲線で 1 時間加熱した際に、「2.2. 判定基準」の耐火性能の判定基準を満たすことを確認する。

第 1-1 表 試験体となる電線管耐火ラッピングの仕様

電線管サイズ	
ケーブル	
耐火材仕様	
試験体概要図	

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

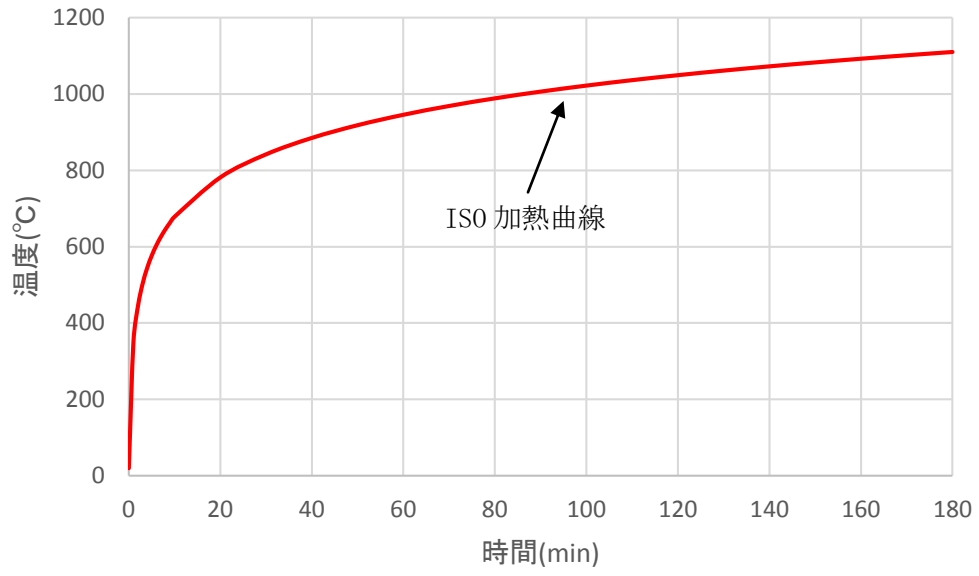
第1-2表 試験体となるケーブルトレイ耐火ラッピングの仕様

トレイサイズ	
ケーブル	
耐火材仕様	
試験体概要図	

第1-3表 試験体となるフレキシブル電線管耐火ラッピングの仕様

試験体	試験体①	試験体②
電線管サイズ		
ケーブル		
耐火材仕様		
試験体概要図		

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。



第1図 建築基準法（IS0834）に基づく加熱曲線

2.2. 判定基準

第2表に電線管，ケーブルトレイ及びフレキシブル電線管耐火ラッピングの耐火性能の判定基準を示す。

第2表 電線管，ケーブルトレイ及びフレキシブル電線管耐火ラッピングの耐火性能の判定基準

確認項目	確認内容	判定基準
温度確認	加熱試験中，熱電対を用いて試験体の非加熱面側の温度上昇を測定する。	試験体の非加熱面側の温度上昇が，平均で140K以下，最高で180K以下であること。 ^{※1}
	加熱試験中，熱電対を用いてケーブル表面の温度を測定する。	ケーブルシース表面温度が171℃ ^{※2} を超えないこと。
外観確認	試験後に，試験体の外観確認を行う。	非加熱面側へ10秒を超えて継続する火炎の噴出がないこと。 ^{※1}
		非加熱面側へ10秒を超えて継続する発炎がないこと。 ^{※1}
		火炎が通る亀裂等の損傷及び隙間を生じないこと。 ^{※1}
電気特性確認	試験後，ケーブルの導通を確認する。（導通確認）	導通があること。（断線していないこと）
	試験後，ケーブルの導体相互間の絶縁抵抗を測定する。（絶縁抵抗測定）	試験後に絶縁抵抗の著しい低下がないこと。 ^{※3}

※1：建築基準法に基づく防火設備性能試験の壁に要求される耐火性能の判定基準から選定。

※2：LOCA試験時最大温度。

※3：電気設備に関する技術基準（第58条 低圧の電路の絶縁性能）に基づき選定。

- ・使用電圧300Vを超えるもの：0.4MΩ以上

2.3. 試験結果

2.3.1. 電線管耐火ラッピングの試験結果

第3表に示すとおり、判定基準を満足していることから、電線管耐火ラッピングは、1時間以上の耐火性能を有している。

なお、試験前後の写真を第2図に示す。

第3表 電線管耐火ラッピングの火災耐久試験結果

判定基準		結果
温度確認	試験体の非加熱面側の温度上昇が、平均で140K以下、最高で180K以下であること。	良
	ケーブルシース表面温度が171℃を超えないこと。	良
外観確認	非加熱面側へ10秒を超えて継続する火炎の噴出がないこと。	良※ ¹
	非加熱面側へ10秒を超えて継続する発炎がないこと。	良※ ¹
	火炎が通る亀裂等の損傷及び隙間を生じないこと。	良
電気特性確認	導通があること。 (断線していないこと)	良
	試験後に絶縁抵抗の著しい低下がないこと。	良
試験結果		合格

※1：試験後の電線管耐火ラッピングの損傷状態、煤等の付着がないことを確認し、外観確認結果「良」と判定した。



第2図 電線管耐火ラッピングの火災耐久試験実施状況

2.3.2. ケーブルトレイ耐火ラッピングの試験結果

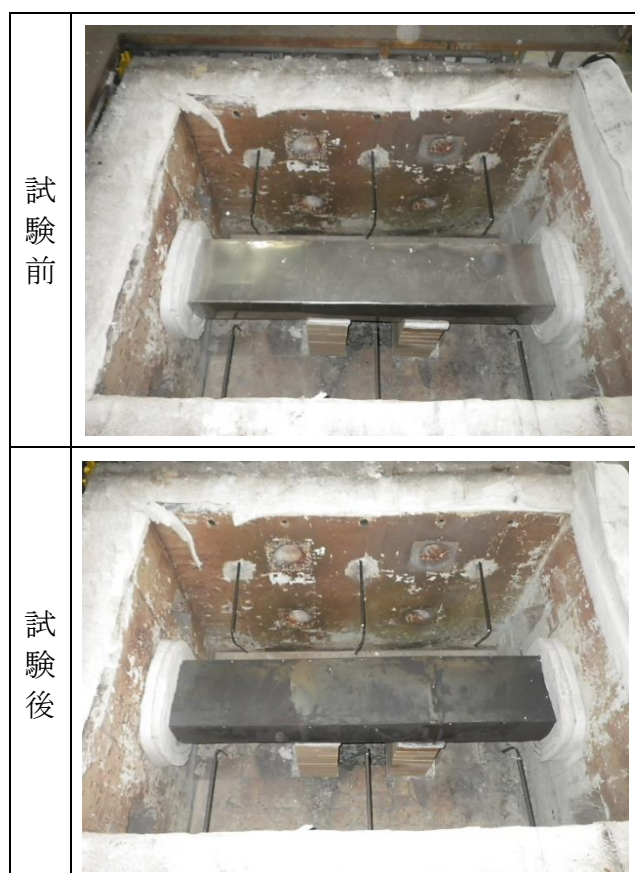
第4表に示すとおり，判定基準を満足していることから，ケーブルトレイ耐火ラッピングは，1時間以上の耐火性能を有している。

なお，試験前後の写真を第3図に示す。

第4表 ケーブルトレイ耐火ラッピングの火災耐久試験結果

判定基準		結果
温度確認	試験体の非加熱面側の温度上昇が，平均で 140K 以下，最高で 180K 以下であること。	良
	ケーブルシース表面温度が 171℃ を超えないこと。	良
外観確認	非加熱面側へ10秒を超えて継続する火炎の噴出がないこと。	良※ ¹
	非加熱面側へ10秒を超えて継続する発炎がないこと。	良※ ¹
	火炎が通る亀裂等の損傷及び隙間を生じないこと。	良
電気特性確認	導通があること。 (断線していないこと)	良
	試験後に絶縁抵抗の著しい低下がないこと。	良
試験結果		合格

※1：試験後のケーブルトレイ耐火ラッピングの損傷状態，煤等の付着がないことを確認し，外観確認結果「良」と判定した。



第3図 ケーブルトレイ耐火ラッピングの火災耐久試験実施状況

2.3.3. フレキシブル電線管耐火ラッピングの試験結果

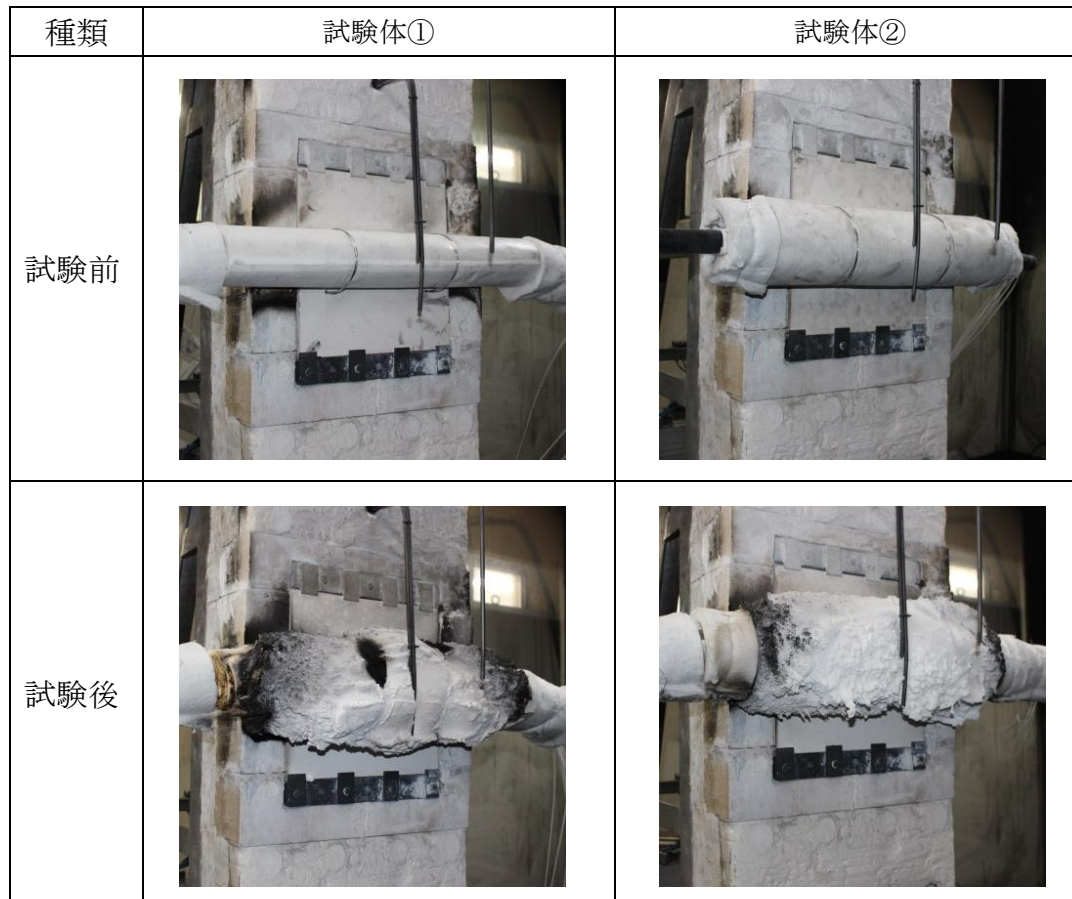
第5表に示すとおり，判定基準を満足していることから，フレキシブル電線管耐火ラッピングは，1時間以上の耐火性能を有している。

なお，試験前後の写真を第4図に示す。

第5表 フレキシブル電線管耐火ラッピングの火災耐久試験結果

試験体		試験体①	試験体②	
判定基準	温度確認	試験体の非加熱面側の温度上昇が，平均で140K以下，最高で180K以下であること。	良	良
		ケーブルシース表面温度が171℃を超えないこと。	良	良
	外観確認	非加熱面側へ10秒を超えて継続する火炎の噴出がないこと。	良※ ¹	良※ ¹
		非加熱面側へ10秒を超えて継続する発炎がないこと。	良※ ¹	良※ ¹
		火炎が通る亀裂等の損傷及び隙間を生じないこと。	良	良
	電気特性確認	導通があること。 (断線していないこと)	良	良
試験後に絶縁抵抗の著しい低下がないこと。		良	良	
試験結果		合格	合格	

※1：試験後のフレキシブル電線管耐火ラッピングの損傷状態，煤等の付着がないことを確認し，外観確認結果「良」と判定した。



第4図 フレキシブル電線管耐火ラッピングの火災耐久試験実施状況

1 時間耐火隔壁等の耐久試験の確認方法及び判定基準について

島根原子力発電所 2 号炉の耐火壁及び隔壁等は国内製品を採用していることから、基本、国内規制である建築基準法に基づく確認方法、判定基準を用いた火災耐久試験を実施し、耐火性能を確認している。

1 時間耐火隔壁等の耐久試験の確認方法及び判定基準の概要を以下に示す。

1. 確認方法

火災耐久試験の確認方法として、他の試験法に比べて厳しい温度設定となっている建築基準法（IS0834）に基づく耐火炉試験により試験を実施した。

2. 判定基準

1 時間耐火隔壁等の耐火ラッピング（ケーブルトレイ、電線管及びフレキシブル電線管）の判定基準は、建築基準法に基づく「防耐火性能試験・評価業務方法書」（（一財）建材試験センター）の判定基準に準じて選定した。

上記の整理結果を第 1 表に示す。

第1表 1時間耐火隔壁等の確認方法と判定基準

種類	確認方法 (加熱曲線)	判定基準	考え方
1時間耐火隔壁等	電線管耐火ラッピング	建築基準法※ ²	建築基準法に準じた加熱曲線, 判定基準にて評価を実施。 ケーブルの導通, 絶縁抵抗及び表面温度も確認。
	ケーブルトレイ耐火ラッピング		
	フレキシブル電線管耐火ラッピング		

※1：建築基準法（IS0834）の加熱曲線は、他の試験法に比べて厳しい温度設定となっていることから、火災耐久試験では建築基準法の加熱曲線に従って加熱。

※2：（一財）建材試験センターの「防耐火性能試験・評価業務方法書」に準じて判定基準を選定。

ケーブル損傷温度について

ケーブル損傷温度について

1. ケーブル損傷温度

島根原子力発電所 2 号炉のケーブル損傷温度については、「原子力発電所の内部火災影響評価ガイド」（以下「内部火災影響評価ガイド」という。）に記載されている NUREG/CR-6850 に基づく 205℃を判定基準としている。

なお、3 時間及び 1 時間の隔壁等（耐火ラッピング）の火災耐久試験では、耐火ラッピングの耐火性能の確認並びに、ケーブルの機能維持の確認を目的としていることから、島根原子力発電所 2 号炉での火災耐久試験におけるケーブル表面温度の判定基準は、初期温度を室温として、ケーブルの設計基準事故時による雰囲気暴露試験（LOCA 試験）の実績から、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ならびに耐延焼性試験方法に関する推奨案」を参照し、LOCA 試験時の最高温度である 171℃を設定している。

2. ケーブルの主要材料

ケーブルの絶縁体及びシース材料は、主に熱硬化性と熱可塑性の高分子材料を使用している。熱硬化性材料とは、高温になっても溶融しない材料であり、ケーブルの絶縁材及びシース材としては、架橋ポリエチレン、難燃性架橋ポリエチレン等が該当する。また、熱可塑性材料とは、高温になると溶融する材料であり、ケーブルの絶縁材及びシース材としては、難燃性ビニル、難燃性特殊耐熱ビニル等が該当する。

3. ケーブル損傷温度に対する確認

島根原子力発電所 2 号炉の原子炉の高温停止及び低温停止に必要な火災防護対象ケーブルには、熱可塑性と熱硬化性の双方のケーブルを使用している。

熱硬化性材料については、高温になっても溶融しないことから、熱硬化性材料を使用したケーブルの損傷温度は、ケーブルの絶縁体及びシース材である架橋ポリエチレン、難燃性架橋ポリエチレン等の発火点を確認し、内部火災影響評価ガイドに記載されている NUREG/CR-6850 に基づく 205℃より高いことを確認している。

熱可塑性材料については、高温になると溶融する材料であることから、熱可塑性材料を使用したケーブルの損傷温度は、ケーブルの絶縁材及びシース材である難燃性ビニル、難燃性特殊耐熱ビニル等の融点を確認^{*}し、内部火災影響評価ガイドに記載されている NUREG/CR-6850 に基づく 205℃より高いことを確認している。

（第 1 表参照）

また、通常運転時の周囲環境温度（40℃：機器設計環境条件に基づく通常時の設計温度）を初期温度と設定した場合でも、耐火ラッピング内のケーブル表面温度は、「内部火災影響評価ガイド」に記載されている NUREG/CR-6850 に基づく 205℃

よりも低い温度であることを確認している。(第2表参照)

※：REGULATORY GUIDE 1.189 Appendix Cでは、熱可塑性の絶縁体は高温になると軟化し流動性が出てくることにより絶縁体としての形状が維持できなくなることから、電氣的な損傷が発生する可能性があるとして記載されている。

第1表 ケーブルの損傷温度について

分類	No.	絶縁体	発火点又は融点※1	シース	発火点又は融点※1	ケーブル損傷温度※2 (NUREG/CR-6850)				
高圧ケーブル	動力ケーブル	1	架橋ポリエチレン (熱硬化性)	難燃性特殊耐熱ビニル (熱可塑性)		205℃				
		2	難燃性架橋ポリエチレン (熱硬化性)							
		3	難燃性エチレンプロピレンゴム (熱硬化性)							
低圧ケーブル	計装・制御ケーブル	4	難燃性架橋ポリエチレン (熱硬化性)	難燃性特殊耐熱ビニル (熱可塑性)		205℃				
		5	シリコンゴム (熱硬化性)							
	制御ケーブル	6	難燃性エチレンプロピレンゴム (熱硬化性)							
		7	難燃性ビニル (熱可塑性)							
	同軸ケーブル	計装ケーブル	8				架橋ポリエチレン (熱硬化性)	難燃性架橋ポリエチレン (熱硬化性)		330℃
			9				架橋ポリエチレン (熱硬化性)			
			10				架橋ポリエチレン (同軸心) (熱硬化性) 架橋ポリエチレン (同軸心 (高圧)) (熱硬化性)			
11			難燃性架橋ポリエチレン (制御心) (熱硬化性) 難燃性ビニル (単心光コード) (熱可塑性) 架橋ポリエチレン (同軸心) (熱硬化性) 難燃性架橋ポリエチレン (制御心) (熱硬化性)							
				低煙害ビニル (熱可塑性)		205℃				

※1：熱硬化性材料は発火点を、熱可塑性材料は融点を記載。なお、各温度の出典は以下のとおり。

発火点：材料メーカーデータ 融点：平成11年度火災に係る確率論的安全評価手法の整備に関する報告書

※2：熱可塑性材料を使用している場合には、絶縁体シースの区分なく、ケーブル損傷温度を205℃としている。

※3：熱可塑性及び熱硬化性の絶縁体が混在する場合、低温側である融点を記載する。

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

第2表 3時間及び1時間耐火隔壁等の試験結果について

種類	火災耐久試験結果※1						通常運転時考慮※3	
	初期温度	非加熱側温度上昇		ケーブル※2		絶縁		
		平均	最大	最大温度上昇	導通			
3時間 隔壁等	ケーブルトレイ						良	ケーブル表面温度
	ラッピングタイプ						良	
	ボードタイプ						良	
1時間 隔壁等	電線管耐火ラッピング						良	
	ケーブルトレイ耐火ラッピング						良	
	電線管耐火ラッピング						良	
	フレキシブル電線管耐火ラッピング						良	

※1：複数回実施している火災耐久試験のうち、最も非加熱側の温度上昇が大きいときの温度データを記載。

※2：（ ）内は試験時のケーブル表面温度（試験時のケーブル表面の最大温度上昇＋初期温度）。

※3：通常運転時の周囲環境温度40℃を考慮した場合のケーブル表面温度（試験時のケーブル表面の最大温度上昇＋40℃）。

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

島根原子力発電所 2 号炉における
原子炉格納容器内の火災防護について

<目 次>

1. はじめに
2. 原子炉格納容器内の状態について
3. 原子炉格納容器内の火災防護対策
 - 3.1. 火災区域の設定
 - 3.2. 火災の発生防止対策
 - 3.3. 火災の感知及び消火
 - 3.4. 火災の影響軽減対策

島根原子力発電所 2 号炉における
原子炉格納容器内の火災防護について

1. はじめに

島根原子力発電所 2 号炉の原子炉格納容器内は、プラント運転中については、窒素ガスが封入され雰囲気の不活性化されていることから、火災の発生は想定されない。

一方で、窒素ガスが封入されていない期間のほとんどは原子炉が低温停止に達している期間であるが、僅かではあるものの原子炉が低温停止に到達していない期間もあることを踏まえ、以下のとおり火災防護対策を講じる。

2. 原子炉格納容器内の状態について

原子炉格納容器内の窒素ガス置換（窒素ガス封入・排出）は、プラント起動時及びプラント停止時において以下のとおり実施される。

【プラント起動時】

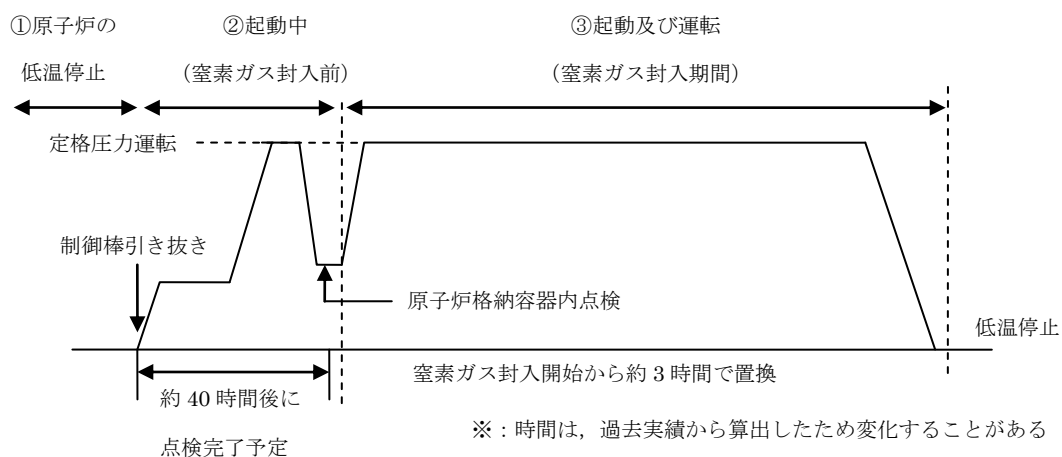
- ・制御棒引き抜き（原子炉の高温停止・低温停止状態の外へ移行）
- ・出力上昇・起動試験・出力低下・制御棒全挿入（原子炉の高温停止状態へ移行）
- ・原子炉格納容器内点検
- ・窒素ガス封入
- ・制御棒引き抜き・出力上昇（原子炉の高温・低温停止状態の外へ移行）

【プラント停止時】

- ・制御棒挿入・出力低下
- ・高温停止状態へ移行
- ・低温停止状態へ移行
- ・窒素ガス排出

なお、起動時のプラント状態について、火災防護の観点から以下のように分類する（第 8-1 図）。

- ① 原子炉の低温停止（制御棒引き抜きまで）
- ② 起動中（窒素ガス封入前）（制御棒引き抜きから窒素ガス封入前まで）
- ③ 起動及び運転（窒素ガス封入期間）（窒素ガス封入以降）



第8-1図 火災発生リスクの低減を考慮した原子炉の運転サイクル

火災の発生リスクを低減するためには、原子炉の起動時において窒素ガス置換されない期間をできるだけ少なくすることが有効である。

このため、プラント起動時は原子炉格納容器内点検が終了した後、速やかに原子炉格納容器内の窒素ガス封入作業（窒素ガス置換～加圧）を行い、原子炉の停止時においては、低温停止到達後に窒素ガス排出を行う。

3. 原子炉格納容器内の火災防護対策

3.1. 火災区域の設定

原子炉格納容器は、3時間以上の耐火能力を有する耐火壁により他の火災区域と分離する。

原子炉格納容器内の火災防護対象機器を別紙1に示す。

火災防護に係る審査基準では、火災防護の目的として「原子炉の高温停止及び低温停止」の達成、維持を挙げていることを踏まえ、2.に示す、「① 原子炉の低温停止」、「② 起動中（窒素ガス封入前）」、「③ 起動及び運転（窒素ガス封入期間）」のそれぞれの状態に応じて、以下のとおり原子炉格納容器の特性を考慮した火災防護対策（火災の発生防止、火災の感知・消火、火災の影響軽減）を講じる。

ただし、③起動及び運転（窒素ガス封入期間）については、窒素ガスが封入され雰囲気の不活性化されていることから、火災の発生は想定されず、個別の火災防護対策は不要である。

3.2. 火災の発生防止対策

(1) 原子炉格納容器の状態に応じた対策

原子炉格納容器内の火災発生防止対策について、原子炉格納容器の状態に応じて実施する項目は以下のとおりである。

- 原子炉の低温停止及び起動中（窒素ガス封入前）に実施する発生防止対策
 - ・ 発火性又は引火性物質に実施する火災の発生防止
 - ・ 可燃性の蒸気・微粉への対策
 - ・ 火花を発生する設備や高温の設備等の使用
 - ・ 発火源の対策
 - ・ 放射線分解等により発生する水素ガスの蓄積防止対策
 - ・ 過電流による過熱防止対策
 - ・ 不燃性材料又は難燃性材料の使用
 - ・ 地震等の自然現象による火災発生の防止

(2) 発火性又は引火性物質に対する火災の発生防止

① 漏えいの防止，拡大防止

原子炉格納容器内にあるポンプ等の油内包機器の油保有量と堰の容量を第8-1表に示す。

また，潤滑油を内包する機器の設置状況を第8-2図に示す。

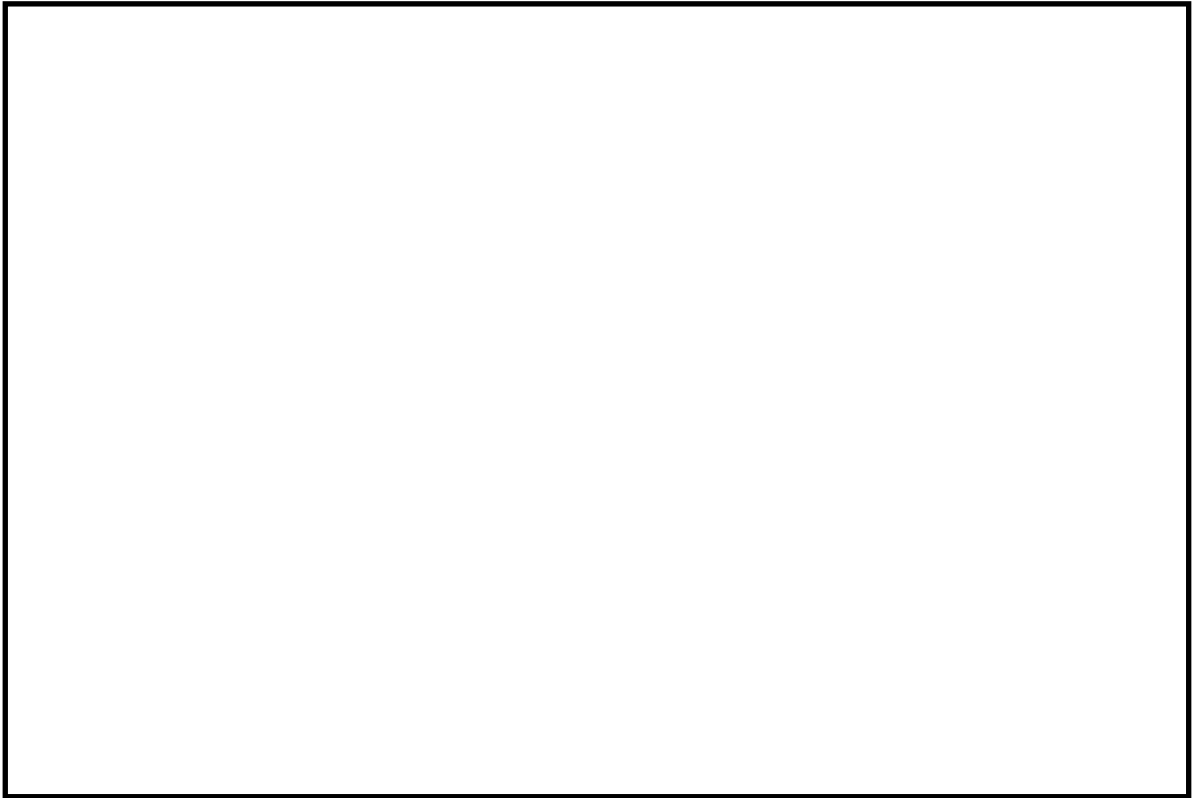
これらの機器は，溶接構造又はシール構造の採用により潤滑油の漏えい防止対策を講じるとともに，万一の漏えいを考慮し，漏えいした潤滑油が拡大しないよう堰等を設置する又は使用時以外は内包油を抜き取り，電源を遮断する運用とすることで，拡大防止対策を行う設計とする。

また，原子炉再循環ポンプ用電動機，主蒸気内側隔離弁及び CRD 交換装置の潤滑油は，漏えいしても可燃性ガスが発生しないよう，機器の最高使用温度及び原子炉格納容器内の設計温度（65℃）よりも引火点が十分高い潤滑油を使用する設計とする。

なお，原子炉格納容器内には，上記の潤滑油以外の発火性又は引火性物質（水素ガス含む）は無い。

第8-1表 原子炉格納容器内の油内包機器と堰容量

機器名称	潤滑油種類	漏えい防止，拡大防止対策	潤滑油引火点(℃)	原子炉格納容器内設計温度(℃)	最高使用温度(℃)	内包量(L)	堰容量(L)
原子炉再循環ポンプ用電動機	ダフニーターベンオイル 56	堰	248	65	171	445	928
主蒸気内側隔離弁	EMR-135	堰	226	65	171	7	63
CRD 交換装置	ダフニスーパークギヤオイル 320	内包油抜き取り，電源遮断（使用時以外）	272	65	171	5	—
	ダフニーターベンオイル 32		220			1	



第 8 - 2 図 原子炉格納容器内の潤滑油使用機器の配置

② 配置上の考慮

原子炉格納容器内の油内包機器である原子炉再循環ポンプ用電動機，主蒸気内側隔離弁及び CRD 交換装置は，付近に可燃物を置かない配置上の考慮を行う設計とする。

③ 換気

原子炉格納容器内は，原子炉の低温停止期間中には機械換気が可能な設計とする。起動中は，原子炉格納容器内の換気を行わないが，起動中における火災発生のおそれがないよう原子炉格納容器内の発火性又は引火性物質である潤滑油は，起動中の格納容器内温度より引火点が十分高いものを使用する設計とする。(第 8-1 表)

④ 防爆

原子炉格納容器内に設置する発火性及び引火性物質である潤滑油を内包する設備は，「① 漏えいの防止，拡大防止」で示したように，溶接構造，シール構造の採用により潤滑油の漏えいを防止する設計とするとともに，万一，漏えいした場合を考慮し堰を設置することで，漏えいした潤滑油が拡大することを防止する設計とする。

なお，潤滑油が設備の外部へ漏えいしても，引火点は油内包機器を設置する室内温度よりも十分高く，機器運転時の温度よりも高いため，可燃性の蒸気となることはない。

本資料のうち，枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

⑤ 貯蔵

原子炉格納容器内には、発火性又は引火性物質を貯蔵する容器を設置しない設計とする。

(3) 可燃性の蒸気・微粉への対策

原子炉格納容器内に設置する発火性又は引火性物質である潤滑油を内包する設備は、(2)に示すとおり、可燃性の蒸気を発生させるおそれはない。

また、火災区域には、「工場電気設備防爆指針」に記載される「可燃性粉じん（石炭のように空気中の酸素と発熱反応を起こし爆発する粉じん）」や「爆発性粉じん（金属粉じんのよう空気中の酸素が少ない雰囲気又は二酸化炭素中でも着火し、浮遊状態では激しい爆発を生じる粉じん）」のような「可燃性の微粉を発生する設備」を設置しない設計とする。

以上より、可燃性の蒸気又は可燃性の微粉が滞留するおそれのある設備、及び着火源となるような静電気が溜まるおそれのある設備を火災区域に設置しないことから、火災防護に係る審査基準の要求事項は適用されないものとする。

(4) 発火源への対策

原子炉格納容器内の機器等は、金属製の筐体内に収納する等の対策を行い、設備外部に出た火花が発火源となる設備を設置しない設計とする。

また、原子炉格納容器内には高温となる設備があるが、通常運転時の温度が60℃を超える系統については保温材で覆うことにより、可燃性物質との接触防止や潤滑油等可燃物の過熱防止を行う設計とする。（第8-2表）

第8-2表 高温となる設備と接触防止・過熱防止対策

高温となる設備	最高使用温度	過熱防止対策
主蒸気系配管	302℃	保温材設置
ほう酸水注入系配管	302℃	保温材設置
残留熱除去系配管	302℃	保温材設置
高圧炉心スプレイ系配管	302℃	保温材設置
原子炉隔離時冷却系機器、配管	302℃	保温材設置
原子炉浄化系配管	302℃	保温材設置
原子炉給水系配管	302℃	保温材設置

以上より、原子炉格納容器内には設備外部に火花を発生する設備を設置しないこと、高温となる設備に対しては発火源とならないよう対策を行うことから、火災防護に係る審査基準に適合しているものとする。

(5) 水素ガス対策

原子炉格納容器内には水素ガスを内包する設備を設置しない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考ええる。

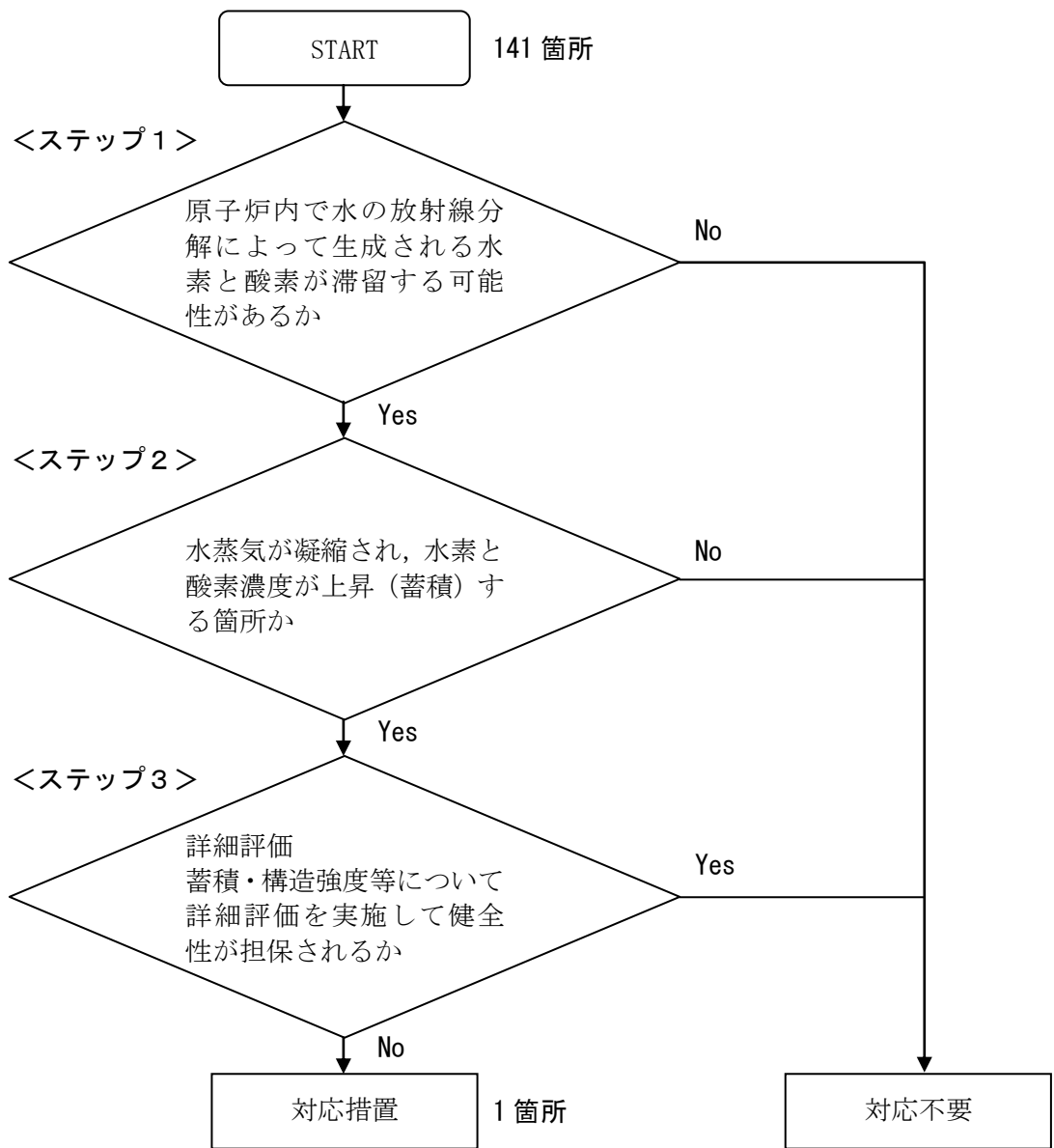
(6) 放射線分解等により発生する水素ガスの蓄積防止対策

放射線分解により水素ガスが発生する火災区域における水素ガスの蓄積防止対策としては、一般社団法人火力原子力発電技術協会「BWR 配管における混合ガス（水素・酸素）蓄積防止に関するガイドライン（平成 17 年 10 月）」等に基づき、第 8-3 表の箇所に対して対策を実施している。対象箇所についてはガイドラインに基づき、第 8-3 図のフローに従って選定したものである。

以上より、放射線分解等による発生した水素ガスの蓄積、燃焼により原子炉の安全性を損なうおそれがある場合は、蓄積防止対策を実施していることから、火災防護に係る審査基準に適合しているものと考ええる。

第 8-3 表 放射線分解による水素ガス蓄積防止対策の実施状況

対策箇所	対策内容	対策実施根拠	実施状況
原子炉圧力容器ヘッドスプレイ配管	原子炉圧力容器ヘッドスプレイ配管にベント配管を追設	(一社)火力原子力発電技術協会「BWR 配管における混合ガス（水素・酸素）蓄積防止に関するガイドライン」（平成 17 年 10 月）	実施済



第8-3図 水素ガス対策の対象選定フロー

(7) 過電流による過熱防止対策

原子炉施設内の電気系統は、送電線への落雷等外部からの影響や、地絡、短絡等に起因する過電流による過熱や焼損を防止するために、保護継電器、遮断器により故障回路を早期に遮断する設計とする。

以上より、原子炉格納容器内の電気系統は過電流による過熱防止対策を実施していることから、火災防護に係る審査基準に適合しているものとする。

(8) 不燃性材料又は難燃性材料の使用

原子炉格納容器内の安全機能を有する構築物、系統及び機器は、以下に示すとおり、不燃性材料及び難燃性材料を使用する設計とする。

ただし、不燃性材料及び難燃性材料を使用できない場合は、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を使用する。また、不燃性材料及び難燃性材料を使用できない場合であって、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は、当該材料の火災に起因して、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を講じる設計とする。

a. 主要な構造材に対する不燃性材料の使用

原子炉格納容器内にある、機器、配管、ダクト、トレイ、電線管、盤の筐体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する設計とする。

ただし、配管等のパッキン類は、シール機能を確保するうえで、不燃性材料の使用が技術上困難であり、配管フランジ部等の狭隘部に設置するため、当該パッキン類が発火しても、延焼することがなく、他の安全機能を有する構築物、系統及び機器に火災を生じさせることはないことから、不燃性材料の適用外とする。

ポンプ及び弁等の駆動部の潤滑油（グリス）は、金属材料であるケーシング内部に保有されており、発火した場合でも他の安全機能を有する機器等に延焼しない。

b. 変圧器及び遮断器に対する絶縁油等の内包

原子炉格納容器内に設置する配線用遮断器は、可燃性物質である絶縁油を内包していないものを使用する設計とする。

c. 難燃ケーブルの使用

原子炉格納容器内のケーブルは、実証試験により自己消火性及び延焼性を確認した難燃ケーブルを使用する設計とするとともに、ケーブル火災が発生しても他の機器へ延焼することを防止するため、第8-4図に示すとおり、原子炉圧力容器下部の一部のケーブルを除き金属製の電線管、可とう電線管及び金属

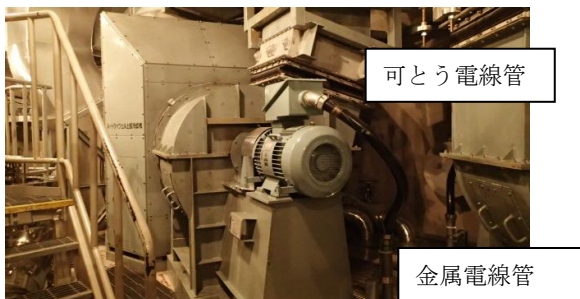
製の蓋付ケーブルトレイに布設する設計とする。



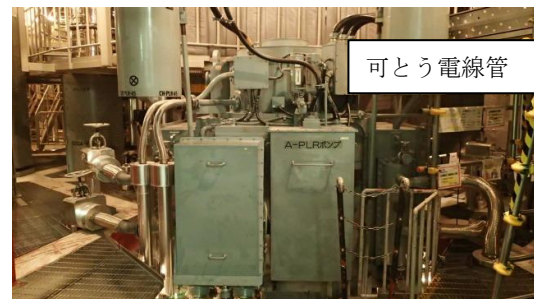
金属製の密閉ダクト
(蓋付ケーブルトレイ)



機器へのケーブル取合い
(サンプルポンプ, レベル計との取合い)



機器へのケーブル取合い
(ドライウェル冷却機との取合い)



機器へのケーブル取合い
(原子炉再循環ポンプ用電動機との取合い)



機器へのケーブル取合い
(主蒸気逃がし安全弁との取合い)



機器へのケーブル取合い
(主蒸気内側隔離弁との取合い)



機器へのケーブル取合い
(電動弁との取合い)

第 8-4 図 原子炉格納容器内のケーブルトレイ及び電線管の布設状況

d. 換気設備のフィルタに対する不燃性材料又は難燃性材料の使用

原子炉格納容器内のドライウェル冷却機に定期検査中に取り付ける仮設フィルタについては、「JACA No. 11A-2003（空気清浄装置用ろ材の燃焼性試験方法）」を満足する難燃性のものを使用する設計とする。

e. 保温材に対する不燃性材料の使用

原子炉格納容器内の保温材は、金属等の「平成12年建設省告示第1400号（不燃材料を定める件）」に定められたもの、又は建築基準法で不燃材料として定められたものを使用する設計とする。ただし、不燃性材料又は代替材料の使用が技術上困難な場合は、当該材料の火災に起因して、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を講じる設計とする。

f. 原子炉格納容器に対する不燃性材料の使用

原子炉格納容器内の床、壁には、耐放射線性、除染性及び耐腐食性の確保を目的として、コーティング剤を塗布する設計とする。

コーティング剤は、不燃性材料ではないが、旧建設省告示1231号第2試験又は建築基準法施行令第一条第六号に基づく難燃性が確認された塗料であることに加え、不燃性材料である金属表面に塗布することから、当該コーティング剤が発火した場合においても、他の構築物、系統及び機器において火災を生じさせるおそれはないため、不燃性材料の適用外とする。

(9) 落雷・地震等の自然現象による火災発生防止

島根原子力発電所の安全を確保するうえで設計上考慮すべき自然現象としては、網羅的に抽出するために、発電所敷地及びその周辺での発生実績の有無に関わらず、国内外の基準や文献等に基づき事象を収集した。これらの事象のうち、発電所及びその周辺での発生可能性、安全施設への影響度、事象進展速度や事象進展に対する時間的余裕の観点から、発電用原子炉施設に影響を与えるおそれがある事象として、地震、津波、洪水、風（台風）、竜巻、凍結、降水、積雪、地滑り、火山の影響及び生物学的事象を抽出した。

これらの自然現象のうち、地震以外の事象については、原子炉施設内の対策に包含される。このため、原子炉格納容器内については、地震による火災防護対策を以下の通り講じる設計とする。

安全機能を有する機器等は、耐震クラスに応じて十分な支持性能をもつ地盤に設置するとともに、自らが破壊又は倒壊することによる火災の発生を防止する設計とする。

なお、耐震については「実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈」に従い設計する。

また、油内包機器であるCRD交換装置については耐震Cクラスであることから、使用時以外は内包油を抜き取り、電源を遮断し、使用時は現場に監視員を配置する運用とすることで火災の発生防止を図る。

3.3. 火災の感知及び消火

火災の感知及び消火については、原子炉格納容器の状態に応じて以下の通り実施する。

(1) 火災感知設備

① 火災感知器の環境条件等の考慮

a. 起動中

起動時における原子炉格納容器内の火災感知器は、放射線及び温度、取付面高さ等の環境条件や予想される火災の性質を考慮して、アナログ式の煙感知器及び熱感知器を設置する設計とする。

なお、火災感知器の設置箇所については、消防法施行規則第23条に基づく設置範囲に従って設置する設計とする。

b. 低温停止中

低温停止中については、上記①a.と同様、アナログ式の煙感知器及び熱感知器を設置する設計とする。

② 固有の信号を発する異なる感知方式の感知器の設置

a. 起動中

起動中における原子炉格納容器内の火災感知器は、上記①a.の通り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感知方式の感知器としてアナログ式の煙感知器及び熱感知器を設置する設計とする。

原子炉格納容器内は、通常運転中、窒素ガス封入により不活性化しており、火災が発生する可能性がない。

しかしながら、運転中の原子炉格納容器は、閉鎖した状態で長期間高温かつ高線量環境となることから、火災感知器が故障する可能性がある。このため、原子炉格納容器内の火災感知器は、起動時の窒素ガス封入後に中央制御室内の受信機にて作動信号を除外する運用とし、プラント停止後に速やかに取り替える設計とする。

b. 低温停止中

低温停止中における原子炉格納容器内の火災感知器は、上記②a.と同様、アナログ式の煙感知器及び熱感知器を設置する設計とする。

原子炉格納容器内に設置する火災感知器の仕様及び誤検知防止について第8-4表に示す。

第8-4表 原子炉格納容器内に設置する火災感知器の特徴と誤検知防止方法

型式	特徴	誤検知防止方法
煙感知器	<ul style="list-style-type: none"> ・感知器内に煙を取り込むことで感知 ・炎が生じる前の発煙段階からの早期感知が可能 ・防爆型の検定品あり 【適応高さの例】 20m 以下 【設置範囲の例】 ※ ¹ 75m ² 又は 150m ² あたり 1 個	<ul style="list-style-type: none"> ・アナログ式のものを選定し、誤作動防止を図る。なお、原子炉格納容器内の温度及び放射線の影響による故障の可能性^{※2}があるため、起動時の窒素ガス封入後に電源を切る運用とし、プラント停止後に速やかに取替える。
熱感知器	<ul style="list-style-type: none"> ・感知器周辺の雰囲気温度を感知（公称 60℃以上） ・炎が生じ、温度上昇した場合に感知 ・防爆型の検定品あり 【適応高さの例】 8m 以下 【設置範囲の例】 ※ ¹ 15m ² ～70m ² あたり 1 個	<ul style="list-style-type: none"> ・アナログ式のものを選定し、誤作動防止を図る。なお、原子炉格納容器内の温度及び放射線の影響による故障の可能性^{※2}があるため、起動時の窒素ガス封入後に電源を切る運用とし、プラント停止後に速やかに取り替える。

※1：消防法施行規則第23条で定める設置範囲による

※2：アナログ式火災感知器は電子部品を内蔵していることから、約100Gyの積算照射線量にて故障する可能性がある^{*}。島根原子力発電所2号炉の原子炉格納容器内は、運転中の放射線量が0.07Gy/hであることから、約60日経過した時点で火災感知器が故障する可能性がある。

※ 出典：「半導体部品を使用した火災感知器の耐放射線性能について」、TI10241，能美防災（株），平成11年2月

③ 火災感知設備の電源確保

原子炉格納容器内の火災感知設備は、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、蓄電池を設け、電源を確保する設計とするとともに、非常用所内電源から受電する設計とする。

④ 火災受信機盤

火災感知設備の火災受信機盤は中央制御室に設置し、常時監視できる設計とする。また、受信機盤は、アナログ式の煙感知器及び熱感知器をそれぞれ1つずつ特定できる機能を有するよう設計する。

⑤ 火災感知設備に対する試験検査

火災感知設備は、原子炉格納容器内に設置する前に、消防法施行規則第三十

一条の六に準じて、試験により機能に異常がないことを確認する。

その後、プラント停止後の取り外しまでの間、定期的に点検を行う設計とする。

(2) 消火設備

原子炉格納容器内において、万一、火災が発生した場合でも、原子炉格納容器の空間体積（約 7,900m³）に対してパージ排風機の容量が 25,000m³/h であることから、煙が充満しないため、消火活動が可能である。

よって、原子炉格納容器内の消火については、消火器を用いて行う設計とする。また、消火栓を用いても対応できる設計とする。

① 消火器

原子炉格納容器内の火災に対して設置する消火器については、消防法施行規則第六、七条に基づき算出される必要量の消火剤を配備する設計とする。

消火剤の必要量の算出にあたっては、防火対象物である原子炉格納容器の用途区分について消防法施行令別表第一（十五）項（前各項に該当しない事業場）を適用する。

原子炉格納容器の主要構造部が耐火構造であり、床及び壁のコーティング剤は、旧建設省告示第 1231 号第 2 試験又は建築基準法施行令第一条第六号に基づく難燃性が確認された塗料であることから、消火器の能力単位の算定基準^{*}は「消火能力 \geq （延面積又は床面積/400m²）」を適用する。

また、原子炉格納容器内には電気設備があることから、上記消火能力を有する消火器に加え、消防法施行規則第六条第四項^{*}に従い、電気火災に適応する消火器を床面積 100m² 以下毎に 1 個設置する。

※ 消防法施行規則

(大型消火器以外の消火器具の設置)

第六条 令第十条第一項 各号に掲げる防火対象物（第五条第八項第二号に掲げる車両を除く。以下この条から第八条までにおいて同じ。）又はその部分には、令別表第二において建築物その他の工作物の消火に適応するものとされる消火器具（大型消火器及び住宅用消火器を除く。以下大型消火器にあつてはこの条から第八条までに、住宅用消火器にあつてはこの条から第十条までにおいて同じ。）を、その能力単位の数値（消火器にあつては消火器の技術上の規格を定める省令（昭和三十九年自治省令第二十七号）第三条又は第四条に定める方法により測定した能力単位の数値、水バケツにあつては容量八リットル以上のもの三個を一単位として算定した消火能力を示す数値、水槽にあつては容量八リットル以上の消火専用バケツ三個以上を有する容量八十リットル以上のもの一個を一・五単位又は容量八リットル以上の消火専用バケツ六個以上を有する容量百九十リットル以上のもの一個を二・五単位として算定した消火能力を示す数値、乾燥砂にあつてはスコップを有する五十リットル以上のもの一塊を〇・五単位として算定した消火能力を示す数値、膨張ひる石又は膨張真珠岩にあつてはスコップを有する百六十リットル以上のもの一塊を一単位として算定した消火能力を示す数値をいう。以下同じ。）の合計数が、当該防火対象物又はその部分の延べ面積又は床面積を次の表に定める面積で除して得た数（第五条第八項第一号に掲げる舟にあつては、一）以上の数値となるように設けなければならない。

防火対象物の区分	面積
令別表第一（一）項イ、（二）項、（十六の二）項、（十六の三）項及び（十七）項に掲げる防火対象物	五十平方メートル
令別表第一（一）項ロ、（三）項から（六）項まで、（九）項及び（十二）項から（十四）項までに掲げる防火対象物	百平方メートル
令別表第一（七）項、（八）項、（十）項、（十一）項及び（十五）項に掲げる防火対象物	二百平方メートル

2 前項の規定の適用については、同項の表中の面積の数値は、主要構造部を耐火構造とし、かつ、壁及び天井（天井のない場合にあつては、屋根）の室内に面する部分（回り縁、窓台その他これらに類する部分を除く。）の仕上げを難燃材料（建築基準法施行令第一条第六号に規定する難燃材料をいう。以下同じ。）とした防火対象物にあつては、当該数値の二倍の数値とする。

4 第一項の防火対象物又はその部分に変圧器、配電盤その他これらに類する電気設備があるときは、前三項の規定によるほか、令別表第二において電気設備の消火に適応するものとされる消火器を、当該電気設備がある場所の床面積百平方メートル以下ごとに一個設けなければならない。

以上から、原子炉格納容器内の各フロアの火災対応として算出される消火能力と消火器の本数を第8-5表に示す。

なお、消火器の本数については、原子炉格納容器内に設計基準事故対処設備とその機能を代替する常設重大事故防止設備が設置されていることから、消火設備の独立性を確保するため、必要本数に別途1本を追加し、単一故障により必要量を下回らない設計とする。

第8-5表 原子炉格納容器内各フロアに必要とされる消火剤容量

	床面積 (m ²)	必要な消火器 の能力単位	電気火災 に適用す る消火器	重大事故等 対処設備の独立 性確保のための 本数	設置 本数	原子炉格納容器内 消火器設置場所
原子炉 格納容器 上部	339	1 (10型粉末 消火器1本 相当)	4本	1本	6本	・格納容器所員 用エアロック 室
原子炉 格納容器 下部	443	2 (10型粉末 消火器1本 相当)	5本	1本	7本	・格納容器所員 用エアロック 室

消火器の消火能力については、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、FDT^s*¹により算出すると3,100kWとなる。また、この発熱量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となり、原子炉格納容器内の潤滑油内包機器については、想定される漏えい量が1.8Lを超えるものがあるが、当該機器設置エリアに複数の消火器を設置することで消火能力を確保する設計とする。

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。

ケーブルトレイについては、難燃ケーブルを使用していること、過電流防止装置により過電流が発生するおそれがないことから、自己発火のおそれが小さい。さらに、金属製の蓋付ケーブルトレイに布設する設計であり、他の機器・ケーブルからの延焼のおそれがない。

一方、10型粉末消火器1本の消火能力単位の測定試験時に用いられるガソリン火源の発熱速度は3,100kWであること、NUREG/CR-7010^{*3}によるとケーブルトレイの発熱速度が最大250kW/m²であることから、万一、ケーブルトレイで火災が発生した場合でも、10型粉末消火器を複数本設置することによって十分な消火能力を有していると考えられる。

※1：“Fire Dynamics Tools (FDT^s): 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)

※3：Cable Heat Release, Ignition, and Spread in Tray Installations During Fire (CHRISTIFIRE), Phase 1: Horizontal Trays, NUREG/CR-7010

a. 起動中

原子炉の起動中は、原子炉格納容器の内部が高温になり、消火器の使用温度範囲（-30℃～+40℃）を超える可能性があることから、原子炉起動前に原子炉格納容器内の消火器を撤去するとともに、原子炉格納容器の窒素ガス置換作業が完了するまでの間は第8-5表に示す各フロア単位に必要な消火能力を満足する消火器を所員用エアロック室に設置する。（原子炉格納容器上部で10型粉末消火器6本、原子炉格納容器下部で10型粉末消火器7本）

なお、原子炉格納容器内から撤去した残りの消火器についても、原子炉格納容器の窒素ガス置換作業が完了するまでの間は所員用エアロック室の近傍の通路に設置することを火災防護計画の関連図書に定める。

また、起動中に原子炉格納容器内の火災感知器が作動した場合には、初期消火隊員、自衛消防隊員が現場までの間に設置されている消火器を持って向かうこと、所員用エアロック開放までの間に建屋内の消火器を集めることといった運用について、火災防護計画の関連文書に定める。

b. 低温停止中

低温停止中の原子炉格納容器内の第8-5表に示す消火能力を満足する消火器を原子炉格納容器内（原子炉格納容器上部の各フロアに粉末消火器10型を6本ずつ、原子炉格納容器下部に粉末消火器10型を7本ずつ）に設置する。設置位置については、原子炉格納容器内の各フロアに対して火災防護対象機器並びに火災源から消防法施行規則に定めるところの20m以内の距離に配置する。

定期検査中において、原子炉格納容器内での点検において、火気作業、危険物取扱い作業を実施する場合は、火災防護計画にて定める管理手順に従って、消火器を配備する。（別紙2）

一方、原子炉格納容器全体漏えい率検査時には、原子炉格納容器を窒素ガスで加圧するため、消火器の破損の可能性があることから、検査前に原子炉格納容器内の消火器を所員用エアロック室に移動、設置し、検査終了後に原子炉格納容器内に再度配置する。

② 消火栓

起動中及び低温停止中の原子炉格納容器内の火災に対しては、原子炉格納容器入口近傍の消火栓の使用を考慮し、油内包機器である主蒸気内側隔離弁（消火栓から約60m）、原子炉再循環ポンプ用電動機（消火栓から約55m）及びCRD交換装置（消火栓から約60m）に加え、原子炉圧力容器上部エリア（消火栓から約75m）及び露出ケーブルが布設されている原子炉圧力容器下部エリア（消火栓から約70m）での火災に対し消火栓による消火活動を行うため、消火ホース（20m/本）を所員用エアロック室の金属箱に3本収納した状態で配備する。

これにより、消火栓収納箱内の消火ホース2本に金属箱の消火ホース3本を

接続することで 100m までの範囲が消火活動が可能となる。(別紙 2)

③ 消火活動

a. 起動中

起動中に原子炉格納容器内の火災感知器が作動した場合には、原子炉の状態に合わせ、以下の通りとする。

(a) 制御棒引き抜きから原子炉格納容器内点検開始前

制御棒引き抜きから原子炉格納容器内点検開始前(約 38 時間)に、原子炉格納容器内の火災感知器が作動した場合には、原子炉起動操作を中止し、停止操作を行い、未臨界を確認した後、所員用エアロックを開放し、現場確認及び消火活動を行う。

(b) 原子炉格納容器内点検終了後から窒素ガス置換完了まで

原子炉格納容器内点検終了後から窒素ガス置換完了までの間で原子炉格納容器内の火災感知器が作動した場合には、火災による延焼防止の観点から酸素濃度が十分低下するまで窒素ガス封入作業を継続する。

原子炉格納容器の酸素濃度は、サンプリング方式の格納容器雰囲気モニタにて測定する。当該の格納容器雰囲気モニタは、原子炉格納容器外に設置しており、ステンレス鋼管の配管にて原子炉格納容器内のガスをサンプリングして測定するため、火災時も測定は可能である。

なお、窒素ガス封入開始から酸素濃度が 2%程度となるまでの時間はこれまでの実績から約 3 時間である。

その後、原子炉格納容器内の可燃物量から算出される等価時間を経過した後、火災発生の原因調査のために所員用エアロックを開放し、現場確認を行う。

これらの運用については、火災防護計画の関連図書に定める。

b. 低温停止中

低温停止中において、原子炉格納容器内の火災感知器が作動した場合には、初期消火要員、自衛消防隊員が建物内の消火器を持って現場に向かうことを火災防護計画の関連文書に定め、定期的に訓練を実施する。

(3) 地震等の自然現象への対策

島根原子力発電所の安全を確保するうえで設計上考慮すべき自然事象としては、網羅的に抽出するために、発電所敷地及びその周辺での発生実績の有無に関わらず、国内外の基準や文献等に基づき事象を収集した。これらの事象のうち、発電所及びその周辺での発生可能性、安全施設への影響度、事象進展速度や事象進展に対する時間的余裕の観点から、発電用原子炉施設に影響を与えるおそれがある事象として、地震、津波、洪水、風(台風)、竜巻、凍結、降水、積雪、地

滑り，火山の影響及び生物学的事象を抽出した。

これらの自然現象のうち，地震以外の事象については，発電用原子炉施設内の対策に包含されることから，原子炉格納容器内については，地震による火災防護対策を以下の通り講じる設計とする。

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の火災感知設備及び消火設備は，設置された機器等の耐震クラスに応じて機能を維持できる設計としている。耐震Sクラスの機器を有する原子炉格納容器内の火災感知設備及び消火設備については基準地震動に対して機能維持が可能な設計とする。また，原子炉格納容器内及び所員用エアロック室に設置する消火器及び消火ホースを収納する金属箱については，地震発生時の転倒又は脱落を防止するため，固縛する設計とする。

原子炉格納容器内の油内包機器については油内包量が少ないこと，油内包機器であるCRD交換装置について使用時は監視員による作業管理をそれ以外は電源を遮断すること，ケーブル類は，難燃ケーブルを使用しており，かつ金属製の蓋付ケーブルトレイ又は電線管に収納することから延焼のおそれがないこと，原子炉圧力容器下部のケーブルについては難燃ケーブルを使用していることから，原子炉格納容器内で火災が発生した場合は消火器を使用する設計とする。

また，消火栓を用いても対応できる設計とする。

3.4. 火災の影響軽減対策

島根原子力発電所2号炉の原子炉格納容器内は、プラント運転中については、窒素ガスが封入され雰囲気の不活性化されていることから、火災の発生は想定されない。

一方で、窒素ガスが封入されていない期間のほとんどは原子炉が低温停止に達している期間であるが、僅かではあるものの原子炉が低温停止に到達していない期間もあることを踏まえ、以下のとおり火災防護対策を講じる。

(1) 持込み可燃物等の運用管理

原子炉格納容器内での作業に伴う持込み可燃物について、持込み期間・可燃物量・持込み場所等を管理する。原子炉格納容器内への持込み可燃物の仮置きは禁止とするが、やむを得ず仮置きする場合には、不燃シートで覆う又は金属箱の中に収納するとともに、その近傍に消火器を準備する。

(2) 原子炉の高温停止及び低温停止を達成し、維持することに関わる火災区域の分離

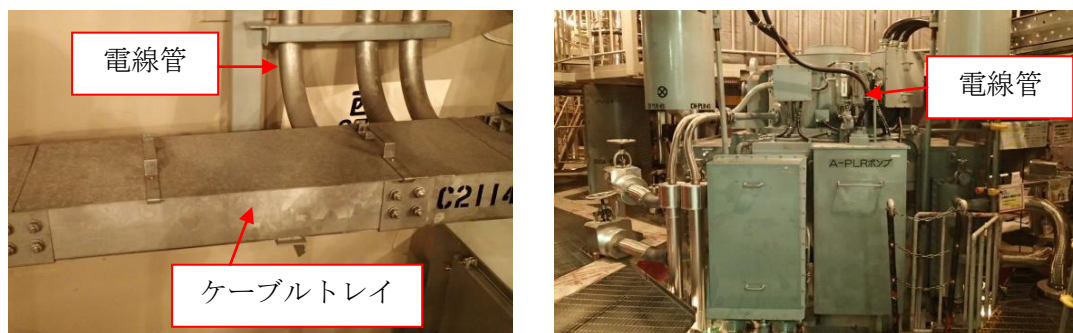
原子炉格納容器は、3時間以上の耐火能力を有する耐火壁により他の火災区域と分離する。

(3) 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

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、火災によっても多重化された安全機能が同時に喪失しないことを目的に行うことから、原子炉格納容器の状態に応じて、以下の通り対策を行う。

原子炉格納容器内においては、第8-5図に示すように機器やケーブル等が密集しており、干渉物が多く、耐火ラッピング等の3時間以上の耐火能力を有する隔壁の設置が困難である。

このため、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、電線管に布設することを基本に、一部、蓋付ケーブルトレイに布設する設計とするとともに、離隔距離を確保することによって、火災の影響軽減対策を行う設計とする。



第8-5図 原子炉格納容器内の機器等の設置状況

a. 起動中

(a) 火災防護対象ケーブルの分離及び火災防護対象機器の分散配置

原子炉格納容器内の火災防護対象ケーブルは、原子炉格納容器外から原子炉格納容器貫通部を経て原子炉格納容器内へ布設されており、原子炉格納容器貫通部を区分毎に離れた場所に設置し、原則、電線管又は金属製の蓋付ケーブルトレイに布設するとともに、1 m以上の距離的分離を図る設計とする。また、電線管及び金属製の蓋付ケーブルトレイは、第8-6表に示すとおり、実証試験の結果から20分以上の耐火性能を有することを確認している^{*}。

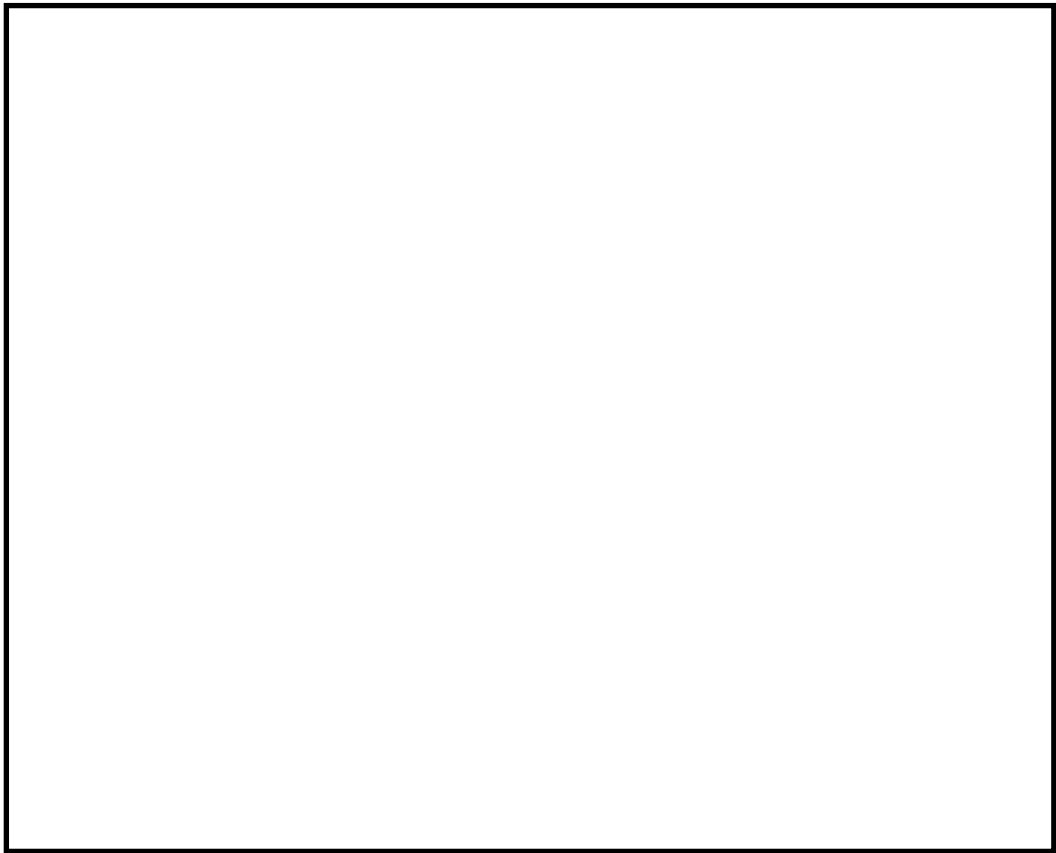
なお、電線管又は金属製の蓋付ケーブルトレイに布設された異なる区分のケーブル間にある機器は、電線管又は金属製の蓋付ケーブルトレイに布設されたケーブル、金属筐体に収納された電磁弁であり、火災発生防止対策が取られている。これに対して、原子炉格納容器内で火災が発生した際に消火活動を開始するまでの時間は、別紙2に示すとおり、20分以内であることから、単一の火災によって複数区分の火災防護対象ケーブルが火災により同時に機能喪失することはない。

※ 出典：「ケーブル、制御盤および電源盤火災の実証試験」、TLR-088、(株)東芝、H25年6月

原子炉圧力容器下部においては、火災防護対象機器である中性子源領域計装(SRM)の核計装ケーブルを一部露出して布設するが、火災の影響軽減の観点から、チャンネル毎に位置的分散を図って設置する設計としている(第8-6図)。中性子源領域計装(SRM)は合計4チャンネルを有しているが、原子炉の未臨界監視機能は最低1つのチャンネルが健全であれば達成可能である。各チャンネルの離隔間においては、介在物として中性子源領域計装(SRM)、中間領域計装(IRM)及び出力領域計装(LPRM)の核計装ケーブル及び制御棒位置指示回路用ケーブルがある。核計装ケーブル及び制御棒位置指示回路用ケーブルは自己消火性を有していることから、万一、過電流等により火源になったとしても火災が継続するおそれは小さい。

また、核計装ケーブルは耐延焼性を有しており、1チャンネルの中性子源領域計装(SRM)のケーブルが火源となった場合においても、他のチャンネルのケーブルが同時に延焼する可能性は低く、未臨界監視機能を確保できるものと考えられる。原子炉格納容器内の火災防護対象機器は、系統分離の観点から区分Ⅰと区分Ⅱ機器の離隔間において可燃物が存在することのないように、離隔間にある介在物(ケーブル、電磁弁)については、第8-7表に示すとおり、それぞれ延焼防止対策を行う設計とする。

原子炉格納容器内の火災防護対象機器及びその配置を別紙1に示す。

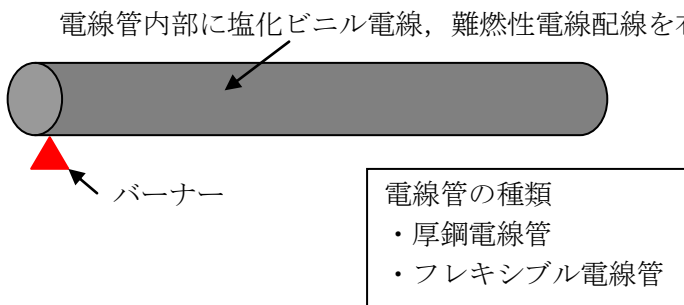


第8-6図 中性子源領域計装 (SRM) ケーブルのチャンネル毎の分離

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

第8-6表 電線管及び金属製蓋付ケーブルトレイの耐火性能について (1/2)

(a) 電線管

項目	実証試験概要
電線管	<p>1. 目的 電線管（可とう電線管を含む）が火災により影響を受けないことを確認する。</p> <p>2. 試験内容 ケーブルを収納した電線管及び可とう電線管を外部からバーナーで着火し、電線管内のケーブルへの影響を確認した。 <ul style="list-style-type: none"> ・加熱装置：ブンゼンバーナー ・加熱時間：30 分間 <p>【判定基準】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・絶縁抵抗測定 ・絶縁被覆の形状（熔融等の有無） <div style="text-align: center;">  </div> <p>3. 試験結果 電線管において、塩化ビニル電線の被覆は、一部表面が溶着するが、難燃性電線には変化は見られなかった。 可とう電線管も塩化ビニル電線の被覆は、一部表面が溶着するが、難燃性電線には変化は見られなかった。 電線管及び可とう電線管の塩化ビニル電線、難燃性電線の絶縁抵抗は、試験前後に変化はなく、電線管又は可とう電線管が30分間の耐火性能を有することを確認した。</p> </p>

第8-6表 電線管及び金属製蓋付ケーブルトレイの耐火性能について (2/2)

(b) 金属製の蓋付ケーブルトレイ

項目	実証試験概要
金属製の密閉ダクト	<p>1. 目的 隣接する蓋付ケーブルトレイにおいて火災が発生した際に、もう一方に火災の影響が生じないことを確認する。</p> <p>2. 試験内容 下図に示すとおり、2つのケーブルトレイについて、一方のトレイ（火災源）のケーブルを強制的に燃焼させ、もう一方のトレイ（非火災源）のケーブルへの影響を確認する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・加熱装置：リボンバーナー ・加熱時間：20 分間 <p>【判定基準】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・非火災源トレイのケーブルが損傷せず、絶縁抵抗が健全であること。 <div style="text-align: center;"> </div> <p>3. 試験結果 試験後の非火災源トレイのケーブルを確認したところ、外観上損傷がなく、絶縁抵抗値も健全であり、機能に影響がなかった。このことから、蓋付ケーブルトレイが20分間の耐火性能を有することを確認した。</p>

第8-7表 火災防護対象機器の影響軽減としての機器等の延焼防止対策

種別	具体的設備	延焼防止の対策方法
ケーブル	常用系及び安全系のケーブル※	・電線管又は金属製の密閉ダクトに布設する。
分電盤	作業用分電盤及び照明用分電盤	・金属製の筐体に収納する。
油内包機器	主蒸気内側隔離弁	・潤滑油は機器の最高使用温度及び原子炉格納容器内の雰囲気温度よりも十分に高い引火点のものを使用する。 潤滑油を内包する箇所は溶接構造又はシール構造として漏えい防止を図るとともに堰等を設置して拡大防止を図る。
	原子炉再循環ポンプ用電動機	
	CRD 交換装置	・機器の使用時以外は電源を切る。 ・機器使用時には現場に監視員を配置する。
その他	電動弁, 電磁弁※ サンプポンプ等	・金属製の筐体に収納する。

※：区分Ⅰと区分Ⅱ機器の間に介在する機器等

(b) 火災感知設備

火災感知設備については、「3.3.(1) 火災感知設備」に示すとおり、アナログ式の異なる感知方式の火災感知器（煙感知器及び熱感知器）を設置する設計とする。

(c) 消火設備

原子炉格納容器内の消火については、「3.3.(2) 消火設備」に示すとおり、消火器を使用する設計とする。また、消火栓を用いても対応できる設計とする。火災の早期消火を図るために、原子炉格納容器内の消火活動の手順を定めて、自衛消防隊（運転員、消防チーム）の訓練を実施する。

b. 低温停止中

(a) 火災防護対象ケーブルの分離及び火災防護対象機器の分散配置

原子炉起動中と同様に、原子炉格納容器内の火災防護対象機器及び火災防護対象ケーブルは、系統分離の観点から区分Ⅰと区分Ⅱ機器の離隔間において可燃物が存在することのないように、離隔間にある介在物（ケーブル、電磁弁）については金属製の筐体に収納することで延焼防止対策を行う。

原子炉起動中と同様に、原子炉格納容器内の火災防護対象ケーブルは、原子炉格納容器外から原子炉格納容器貫通部を経て原子炉格納容器内に布設されており、原則、電線管又は金属製の蓋付ケーブルトレイに布設するとともに、1 m以上の距離的分離を図る設計とする。また、単一火災によって複数区分が機能喪失することのないように、消火活動を開始するまでの時間（20分間）の耐火性能を確認した電線管又は金属製の蓋付ケーブルトレイに布設する。

低温停止中は、原子炉の高温停止及び低温停止が達成・維持された状態であること、制御棒は金属等の不燃性材料で構成される機械品であること、原子炉圧力容器内に挿入されており、ラッチ機構により機械的に全挿入位置に保持されることから、原子炉格納容器内の火災によっても原子炉の停止機能及び未臨界機能の喪失は想定されない。

また、原子炉圧力容器下部においては、火災防護対象機器である中性子源領域計装（SRM）の核計装ケーブルを一部露出して布設するが、チャンネル毎に位置的分散を図っていること、耐延焼性を有していることから、1チャンネルの中性子源領域計装（SRM）のケーブルが火源となった場合においても、他のチャンネルのケーブルが同時に延焼する可能性は低く、未臨界監視機能を確保できるものと考えられる。また、制御棒位置指示回路ケーブルについては、燃料交換等で一時的に制御棒を操作する場合以外は電源を切ることから火災が発生して核計装ケーブルが延焼するおそれは小さい。

(b) 火災感知設備

原子炉起動中と同様に、アナログ式の異なる感知方式の火災感知器（煙感知器及び熱感知器）を設置する設計とする。

(c) 消火設備

原子炉起動中と同様に、原子炉格納容器内の消火については、消火器を使用する設計とする。また、消火栓を用いても対応できる設計とする。火災の早期消火を図るために、原子炉格納容器内の消火活動の手順を定めて、自衛消防隊の訓練を実施する。

(4) 火災の影響軽減対策への適合について

原子炉格納容器内においては、機器やケーブル等が密集しており、干渉物が多く、耐火ラッピング等の3時間以上の耐火能力を有する隔壁の設置が困難である。このため、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、離隔距離の確保及び、電線管又は金属製の蓋付ケーブルトレイの使用等により火災の影響軽減対策を行う設計としている。

原子炉格納容器内の火災防護対象機器は、系統分離の観点から区分Ⅰ機器と区分Ⅱ機器の離隔間において可燃物が存在することのないように、離隔間にある介在物（ケーブル及び電磁弁）については、金属製の筐体に収納することで延焼防止対策を行う設計としている。

原子炉格納容器内の火災防護対象ケーブルは、単一火災によって複数区分が機能喪失することのないように、消火活動を開始するまでの時間（20分）の耐火性能を確認した電線管又は金属製の蓋付ケーブルトレイに布設する。

しかしながら、火災防護に係る審査基準に示される「2.3 火災の影響軽減」の要求のうち、「1時間耐火性能を有する隔壁等（6m以上の離隔距離確保）」と「自動消火設備」の要求そのものには合致しているとは言い難い。

一方、火災防護に係る審査基準の「2. 基本事項※」に示されているように、火災の影響軽減対策の本来の目的は、「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、維持すること」である。

※：「2. 基本事項」

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、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区画に対して、火災の発生防止、感知・消火及び影響軽減対策を講じること。

このため、原子炉格納容器内の火災に対し、原子炉の高温停止及び低温停止の達成及び維持が可能であることを示すことができれば、火災防護に係る審査基準の「2.3 火災の影響軽減」の要求に適合していることと同等であると判断できる。

そこで、保守的な評価として、火災による原子炉格納容器内の安全機能の全喪失を仮定した評価を行い、原子炉の高温停止及び低温停止を達成し、維持することが運転員の操作と相まって、可能であることを確認した。（別紙3）

また、原子炉圧力容器下部においては、火災防護対象機器である中性子源領域計装（SRM）の核計装ケーブルを一部露出して布設するが、火災の影響の軽減の観点から、中性子源領域計装（SRM）は、チャンネル毎に位置的分散を図って設置する設計としている。（第8-6図）中性子源領域計装（SRM）は合計4チャンネルを有しているが、原子炉の未臨界監視機能は最低1つのチャンネルが健全で

あれば達成可能である。各チャンネルの離隔間においては、介在物として中性子源領域計装（SRM）、中間領域計装（IRM）及び出力領域計装（LPRM）の核計装ケーブル及び制御棒位置指示回路用ケーブルがある。核計装ケーブル及び制御棒位置指示回路用ケーブルは自己消火性を有していることから、万一、過電流等により火源になったとしても火災が継続するおそれは小さい。

また、核計装ケーブルは耐延焼性を有しており、1チャンネルの中性子源領域計装（SRM）のケーブルが火源となった場合においても、他のチャンネルのケーブルが同時に延焼する可能性は低く、未臨界監視機能を確保できるものと考えられる。

しかしながら、火災防護に係る審査基準に示される「2.3 火災の影響軽減」の要求のうち、「1時間耐火性能を有する隔壁等又は6 m以上の離隔距離確保」と「自動消火設備」の要求そのものには合致しているとは言い難い。

一方、火災防護に係る審査基準の「2. 基本事項」に示されているように、火災の影響軽減対策の本来の目的は、「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、維持すること」である。

このため、原子炉格納容器内の火災に対し、原子炉の高温停止及び低温停止の達成及び維持が可能であることを示すことができれば、火災防護に係る審査基準の「2.3 火災の影響軽減」の要求に適合していることと同等であると判断できる。

万一、原子炉圧力容器下部で火災が発生した場合においても、原子炉格納容器内に設置した火災感知器（アナログ式の煙感知器及び熱感知器）による早期の火災感知に加え、核計装ケーブルが火災によって断線又は短絡を生じた場合には中央制御室に異常を知らせる警報（SRM 低、IRM 低、LPRM 低、LPRM 高、APRM 高・異常高等）が発報されることから、速やかに原子炉の停止操作を実施し、原子炉の高温停止・低温停止を達成することが可能である。

以上より、原子炉格納容器内は、火災防護に係る審査基準の「2.3 火災の影響軽減」の要求については十分な保安水準が確保されていると考える。

島根原子力発電所 2 号炉における
原子炉格納容器内の火災防護対象機器について

※以下の対策を実施する設計とする。

①火災防護に係る審査基準に基づく火災防護対策

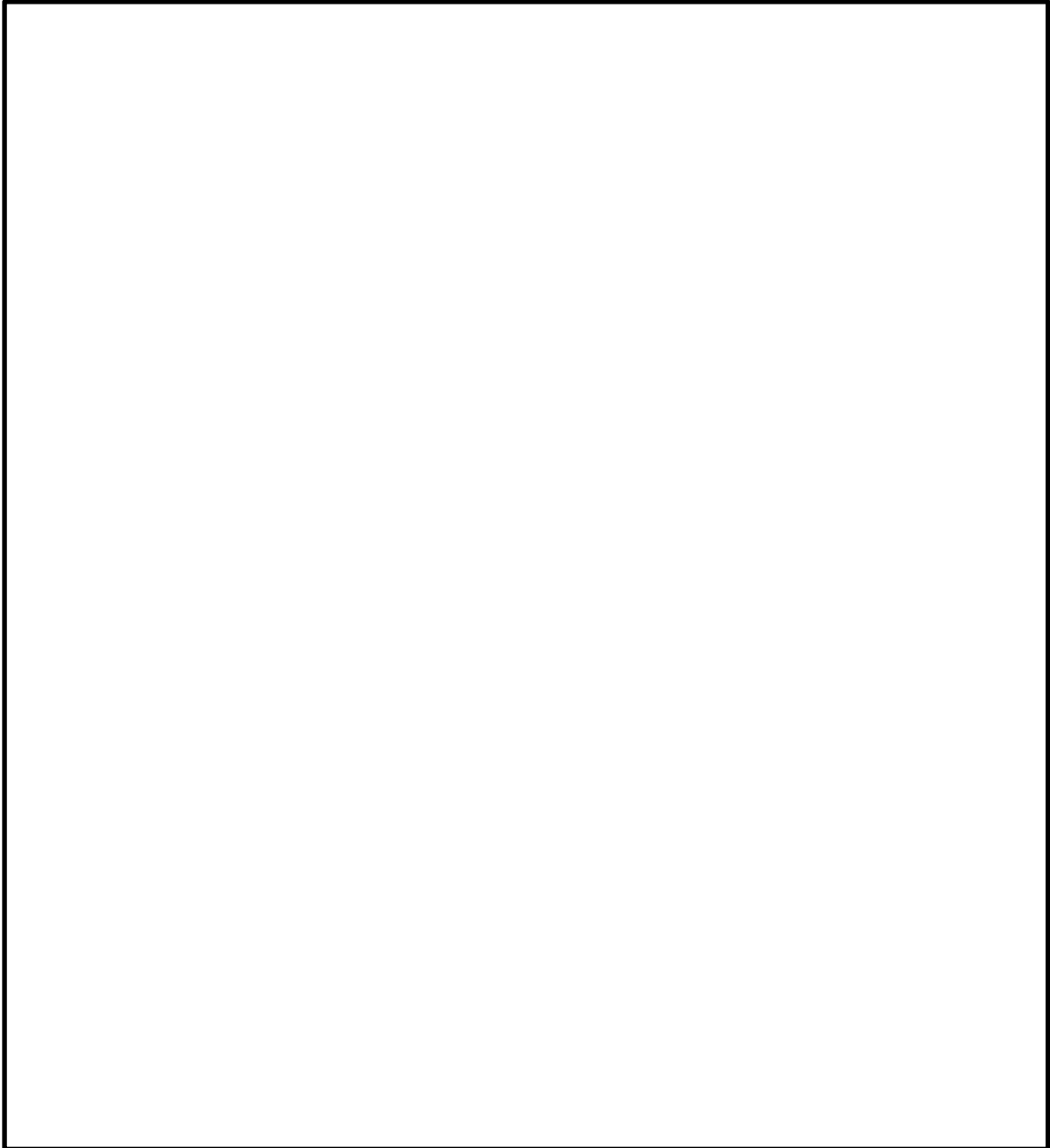
②消防法又は建築基準法に基づく火災防護対策

機器番号	機器名称	機種	機能	対策※	備考
	A～D-主蒸気内側隔離弁	空気作動弁	原子炉冷却材圧力バウンダリ	②	当該弁は通常開、機能要求時閉である。火災影響を受け機能喪失した場合はフェイル・クローズ設計のため機能要求は満足する。また、万一の不動作を想定しても異なる電源区分の電磁弁で多重化されていること、下流の格納容器外側に隔離弁があり二重化されていることから、系統機能に影響を及ぼすものではない。
	主蒸気ドレン内側隔離弁	電動弁		②	当該弁は通常閉、機能要求時閉である。火災影響を受け機能喪失した場合でも通常時と機能要求時で状態が変わらないこと、また、万一誤動作した場合であっても下流の格納容器外側に隔離弁があり弁が二重化されていることから、火災影響により系統機能に影響を及ぼすものではない。
	CUW 入口内側隔離弁	電動弁		①	
	制御棒カップリング	カップリング	過剰反応度の印加防止	②	不燃材で構成されていること、原子炉格納容器内に設置されており、火災が発生するおそれはない。
	制御棒駆動機構カップリング	カップリング		②	
	制御棒駆動機構ラッチ機構	ラッチ機構		②	
	炉心支持構造物	支持構造物	炉心形状の維持	②	不燃材で構成されていること、原子炉格納容器内に設置されており、火災が発生するおそれはない。
	燃料集合体（燃料除く）	燃料集合体		②	
	主蒸気逃がし安全弁	安全弁	原子炉冷却材圧力バウンダリの加圧防止／安全弁及び逃がし弁の吹き止まり	②	不燃材で構成されていること、原子炉格納容器内に設置されており、火災が発生するおそれはない。
	SR 弁逃がし弁機能用電磁弁	電磁弁	原子炉停止後の除熱／炉心冷却	②	当該弁が火災により機能喪失した場合であっても火災防護対象としている ADS 機能により安全停止に必要な機能を確保可能であるため。
	SR 弁 ADS(A)機能用電磁弁	電磁弁		①	
	SR 弁 ADS(B)機能用電磁弁	電磁弁		①	
	SR 弁逃がし弁機能(C, F, L)用電磁弁	電磁弁		①	
	RCIC 蒸気内側隔離弁	電動弁	原子炉停止後の除熱	①	
	原子炉隔離時冷却ストレーナ	ストレーナ		②	不燃材で構成されているため、火災によって影響を受けない。
	HPCS 試験可能逆止弁	空気作動弁	原子炉停止後の除熱／炉心冷却	②	逆止弁の開閉試験用の駆動部であり、火災により系統機能に影響を与えるものではない。また、万一の誤開を想定しても炉心冷却機能への影響はなく、上流側に隔離弁があり原子炉冷却材バウンダリ機能も確保されることから、系統機能に影響を及ぼすものではない。
	高圧炉心スプレーストレーナ	ストレーナ		②	不燃材で構成されているため、火災によって影響を受けない。

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

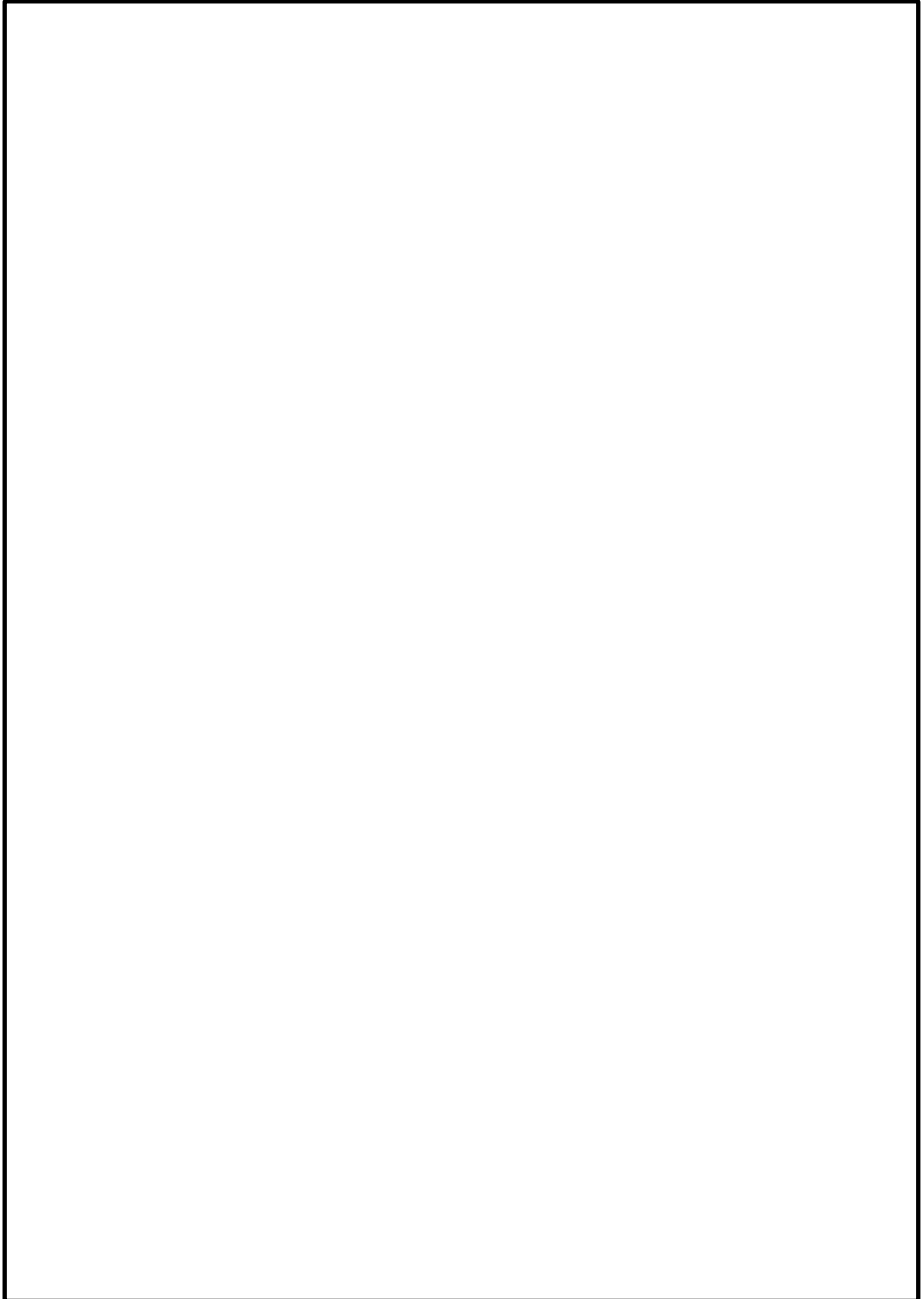
機器番号	機器名称	機種	機能	対策※	備考
	RHR 炉頂部冷却内側隔離弁	電動弁	原子炉停止後の除熱／炉心冷却	②	当該弁は通常閉、機能要求時閉である。火災影響を受け機能喪失した場合でも通常時と機能要求時で状態が変わらないこと、万一誤作動した場合であっても二重化されていることから、火災により系統機能に影響を与えるものではない。
	RHR 炉水入口内側隔離弁	電動弁		①	
	A-RHR 試験可能逆止弁	空気作動弁		②	逆止弁の開閉試験用の駆動部であり、火災により系統機能に影響を与えるものではない。また、万一の誤開を想定しても炉心冷却機能への影響はなく、上流側に隔離弁があり原子炉冷却材バウンダリ機能も確保されることから、系統機能に影響を及ぼすものではない。
	B-RHR 試験可能逆止弁	空気作動弁		②	
	A-RHR 炉水戻り試験可能逆止弁	空気作動弁		②	逆止弁の開閉試験用の駆動部であり、火災により系統機能に影響を与えるものではない。また、万一の誤開を想定しても原子炉停止後の除熱機能への影響はなく、上流側に隔離弁があり原子炉冷却材バウンダリ機能も確保されることから、系統機能に影響を及ぼすものではない。
	B-RHR 炉水戻り試験可能逆止弁	空気作動弁		②	
	A-残留熱除去ストレーナ	ストレーナ		②	不燃材で構成されているため、火災によって影響を受けない。
	B-残留熱除去ストレーナ	ストレーナ		②	不燃材で構成されているため、火災によって影響を受けない。
	C-RHR 試験可能逆止弁	空気作動弁	炉心冷却	②	逆止弁の開閉試験用の駆動部であり、火災により系統機能に影響を与えるものではない。また、万一の誤開を想定しても炉心冷却機能への影響はなく、上流側に隔離弁があり原子炉冷却材バウンダリ機能も確保されることから、系統機能に影響を及ぼすものではない。
	C-残留熱除去ストレーナ	ストレーナ		②	不燃材で構成されているため、火災によって影響を受けない。
	LPCS 試験可能逆止弁	空気作動弁		②	逆止弁の開閉試験用の駆動部であり、火災により系統機能に影響を与えるものではない。また、万一の誤開を想定しても炉心冷却機能への影響はなく、上流側に隔離弁があり原子炉冷却材バウンダリ機能も確保されることから、系統機能に影響を及ぼすものではない。
	低圧炉心スプレーストレーナ	ストレーナ		②	不燃材で構成されているため、火災によって影響を受けない。
	SRM 検出器	中性子束計測設備	プロセス監視	①	
	SRM 駆動機構			①	
	トーラス水温度	温度計測設備		①	
	トーラス水温度			①	

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。



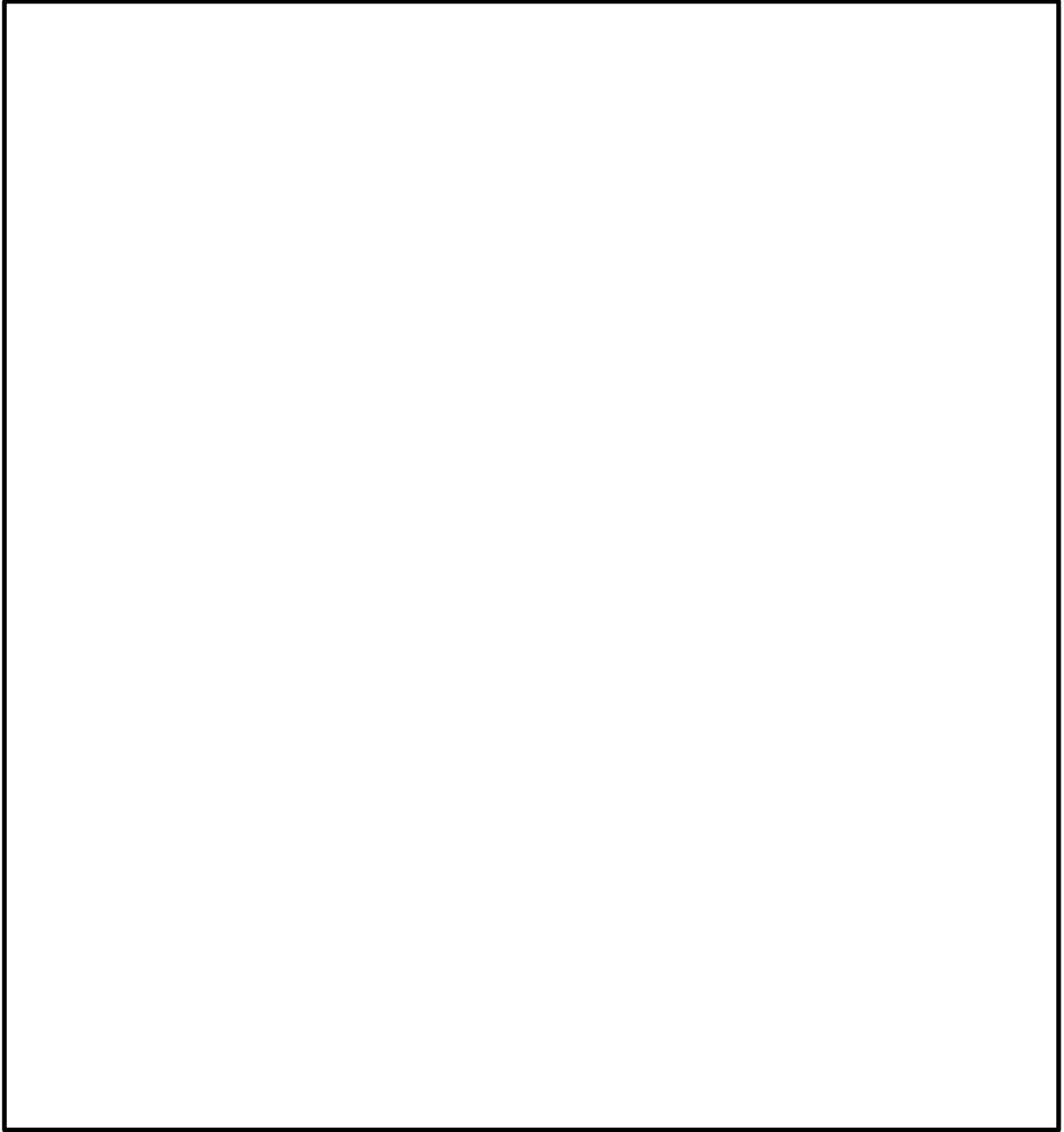
第8-7図 原子炉格納容器内の火災防護対象機器（1／4）

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。



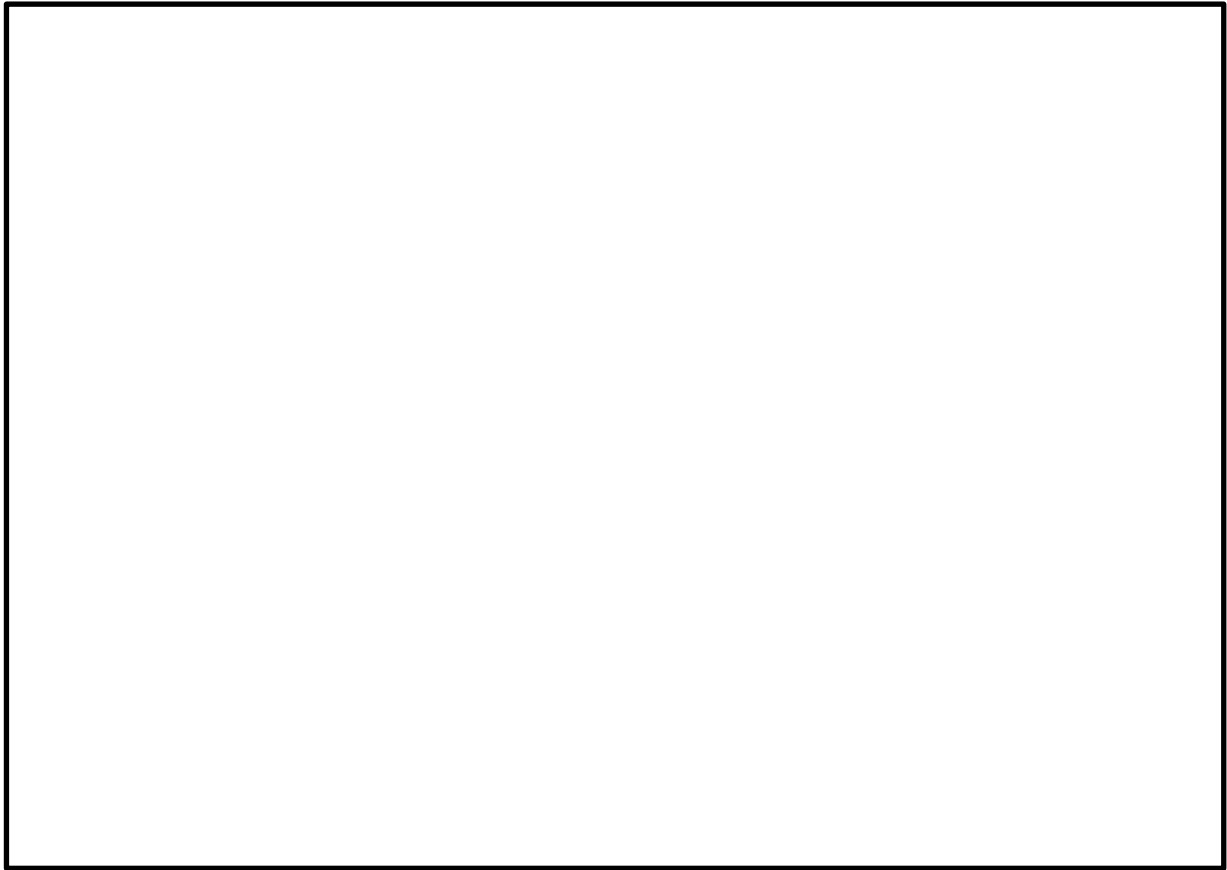
第8-7図 原子炉格納容器内の火災防護対象機器（2／4）

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。



第 8-7 図 原子炉格納容器内の火災防護対象機器 (3 / 4)

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。



第 8 - 7 図 原子炉格納容器内の火災防護対象機器 (4 / 4)

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

島根原子力発電所 2 号炉における
原子炉格納容器内の消火活動の概要について

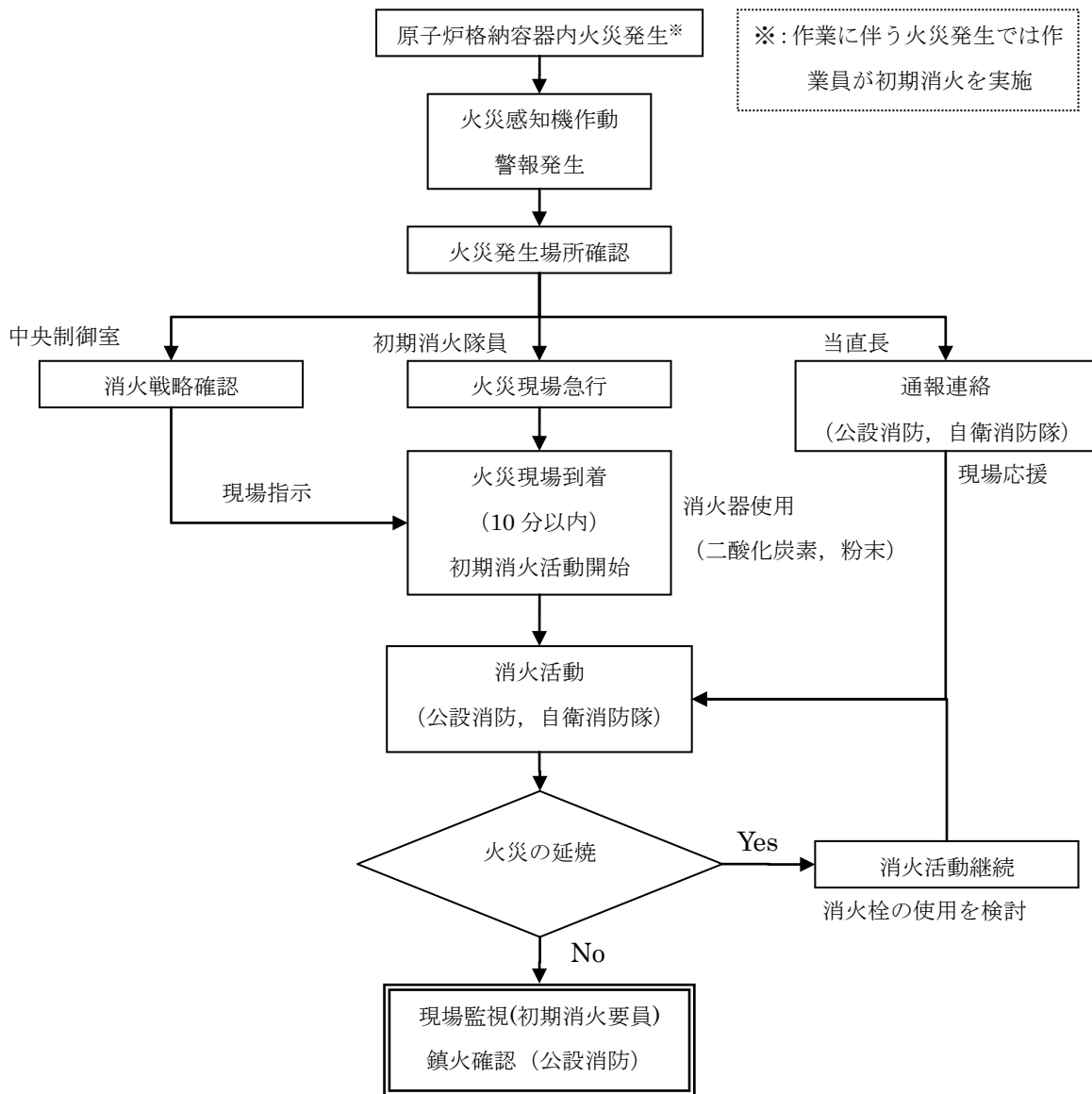
1. はじめに

原子炉格納容器内において、火災が発生した場合における消火活動の概要を示す。

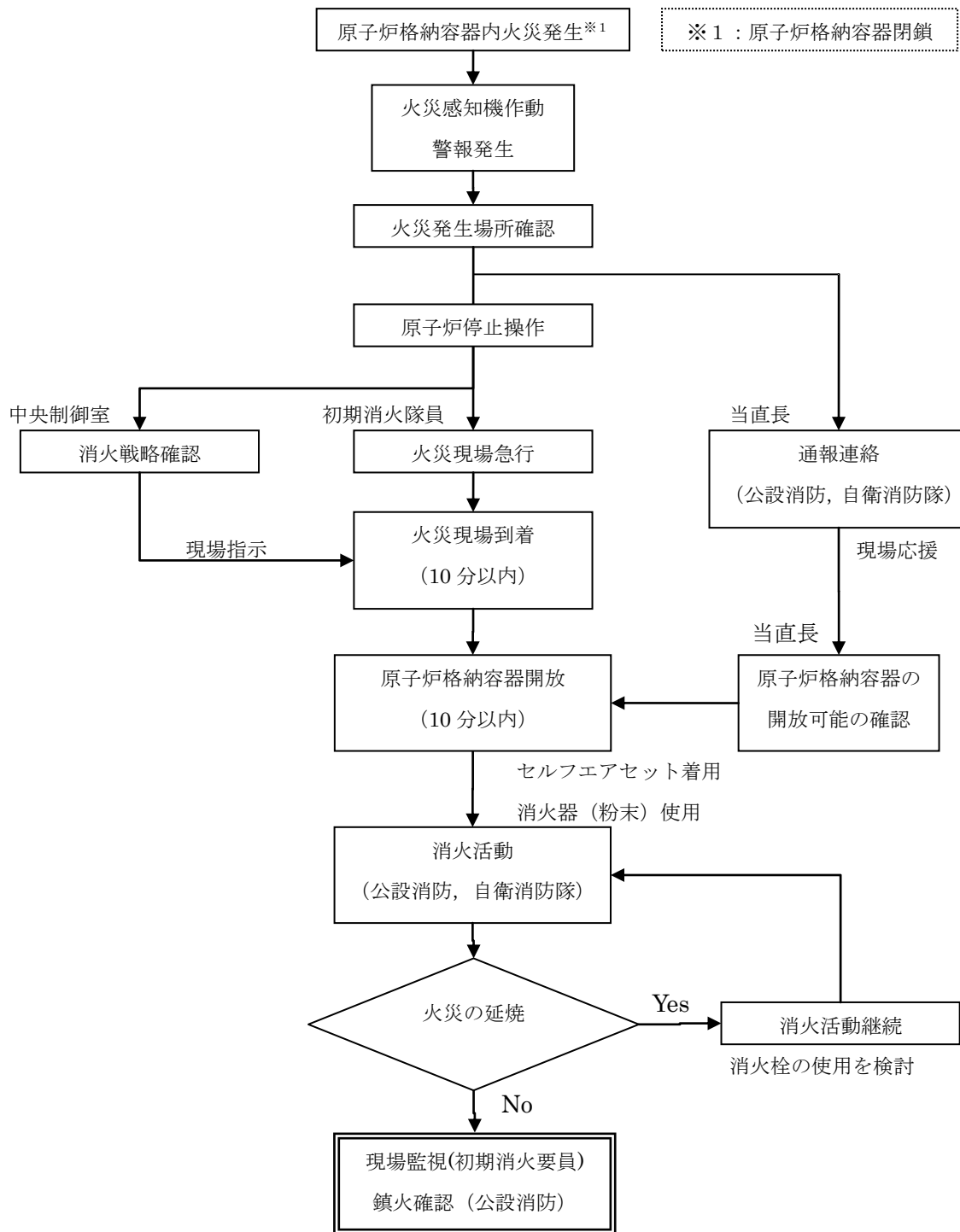
2. 原子炉格納容器内の消火活動について

(1) 原子炉格納容器内における火災発生時の対応フロー

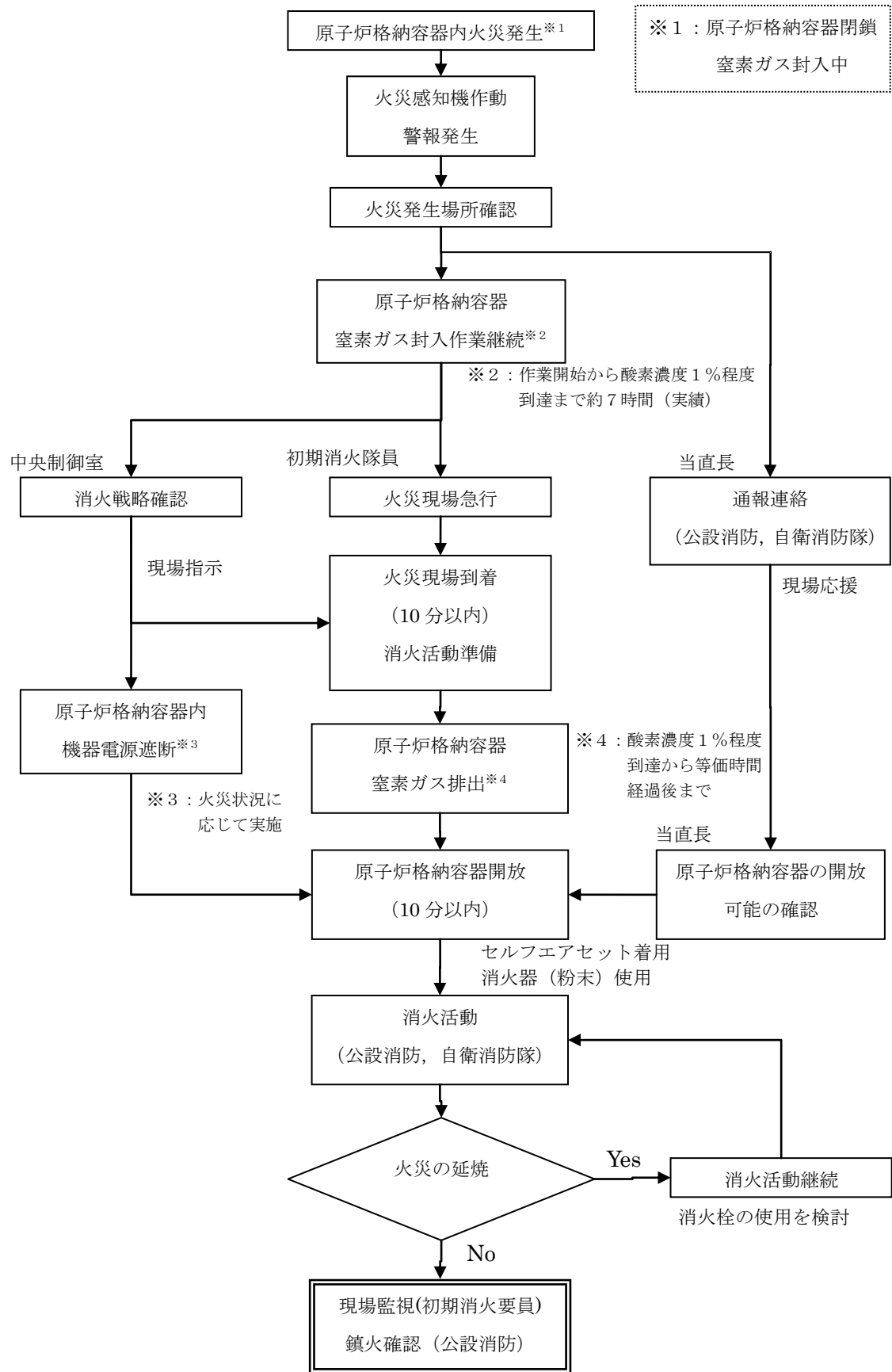
原子炉格納容器において、低温停止中及び起動中に火災が発生した場合の対応フローを第8-8図、第8-9図、第8-10図に示す。



第8-8図 原子炉格納容器内での火災発生に対する対応フロー（低温停止中）



第8-9図 原子炉格納容器内での火災発生に対する対応フロー
(起動中：制御棒引き抜き～原子炉格納容器内点検まで)



第8-10 図 原子炉格納容器内での火災発生に対する対応フロー
 （起動中：原子炉格納容器内点検終了～窒素ガス置換完了まで）

3. 資機材

(1) 消火器

低温停止中の原子炉格納容器内の火災に対して設置する消火器については、消防法施行規則第六、七条に基づき算出される必要量の消火剤を配備する設計とする。

低温停止中の消火器の設置本数については、粉末消火器 10 型を原子炉格納容器上部の各フロアに 6 本ずつ、原子炉格納容器下部に 7 本設置する。設置位置については、原子炉格納容器内の各フロアに対して、火災防護対象機器並びに火災源から消防法施行規則に定めるところの 20m 以内の距離に配置する。

起動中の消火器の設置本数については、各フロア単位に必要な消火能力を満足する消火器とし、原子炉格納容器上部で粉末消火器 10 型 6 本、原子炉格納容器下部で粉末消火器 10 型 7 本を格納容器所員用エアロック室に設置する。

なお、原子炉格納容器から撤去した残りの消火器についても、原子炉格納容器の窒素ガス置換作業が完了するまでの間は所員用エアロック室の近傍の通路に設置する。

一方、原子炉格納容器全体漏えい率検査時は原子炉格納容器を窒素ガスで加圧するため、消火器の破損の可能性があることから、検査前に原子炉格納容器内の消火器を所員用エアロック室に移動し、検査終了後に原子炉格納容器内に再度設置する。(第 8-11 図)

(2) 消火ホース

原子炉格納容器内の火災に対しては、原子炉格納容器入口近傍の消火栓の使用を考慮し、油内包機器である主蒸気内側隔離弁（消火栓から約 60m）、原子炉再循環ポンプ用電動機（消火栓から約 55m）及び CRD 交換装置（消火栓から約 60m）に加え、原子炉圧力容器上部エリア（消火栓から約 75m）及び露出ケーブルが布設されている原子炉圧力容器下部エリア（消火栓から約 70m）での火災に対し消火栓による消火活動を行うため、消火ホース（20m/本）を所員用エアロック室の金属箱に 3 本収納した状態で配備する。

これにより、消火栓収納箱内の消火ホース 2 本に金属箱の消火ホース 3 本を接続することで約 100m までの範囲で消火活動が可能となる。(第 8-11 図)

4. 所要時間

原子炉格納容器内における消火活動の成立性について、原子炉格納容器の所員用エアロックから最も距離のある場所に設置された油保有機器である CRD 交換装置の火災発生を想定した消火活動の確認を行った。消火活動において確認した概要を第 8-8 表に、現場のホース布設状況を第 8-11 図に示す。

第8-8表 消火活動確認概要 (CRD 交換装置)

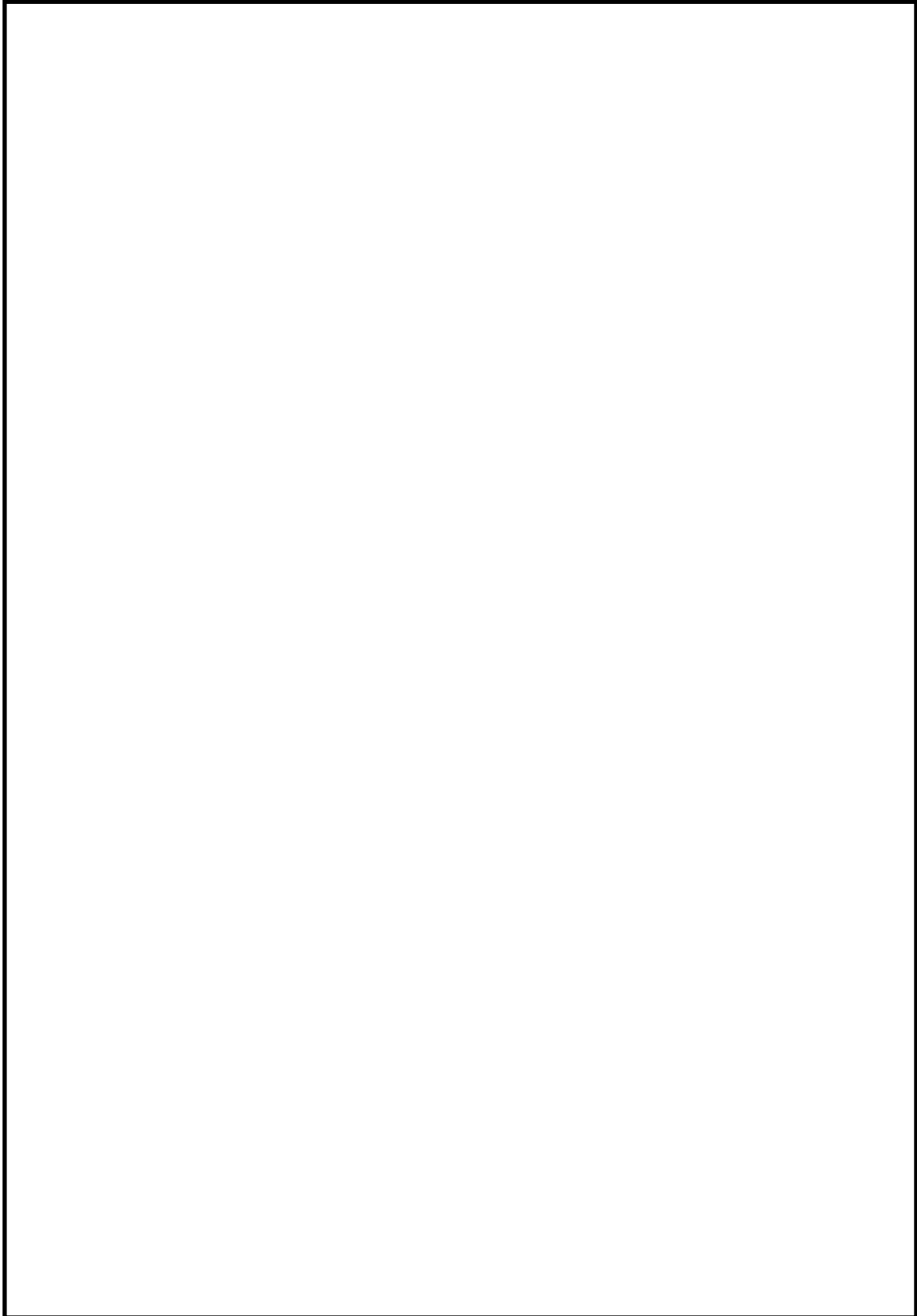
消火活動	確認事項
① 原子炉格納容器内に設置した火災感知器が作動 (CRD 交換装置での火災を想定)	(起点)
② 中央制御室の副防災盤にて原子炉格納容器内の火災発生場所を確認	—
③ 中央制御室の初期消火要員が現場に急行	—
④ 原子炉格納容器入口到着～CRD 交換装置での油火災発生に対し消火器による消火活動を実施	10 分以内に到着し、消火器による消火活動が開始可能
⑤ 消火器による消火活動の間に、後続の初期消火隊員が消火栓から所員用エアロックまで消火ホース布設を実施	所要時間：約 1 分 30 秒
⑥ 所員用エアロックから CRD 交換装置まで消火ホース布設～放水開始	所要時間：約 3 分 30 秒

この消火活動の確認において、初期消火要員は原子炉格納容器入口まで、消火器を確保しても 10 分以内に到着可能であることを確認した。さらに、原子炉格納容器入口に到着後、消火栓からの消火ホース布設開始から 5 分程度で消火栓による消火が開始可能であることを確認した。

したがって、原子炉格納容器内の油内包機器である CRD 交換装置で火災が発生したとしても、10 分以内に消火活動が開始可能であり、さらに火災発生から 15 分以内で消火栓による消火活動が開始可能である。

一方、原子炉起動中の原子炉格納容器内で火災が発生した場合には、上記確認の所要時間に加え、セルフエアセット着用 (数分)、所員用エアロックの開放 (約 10 分) が追加となるが、所員用エアロックを開放している間にセルフエアセットを着用することができることから、20 分以内に消火活動が開始可能である。

原子炉格納容器内での火災に対し、迅速な消火活動を行うため、以上に示した火災発生時の対応フロー、資機材の配置、所要時間を基に島根 2 号炉の原子炉格納容器の消火戦略を作成するとともに、消火演習を計画的に行う。



第8-11 図 原子炉格納容器内の消火活動の確認状況

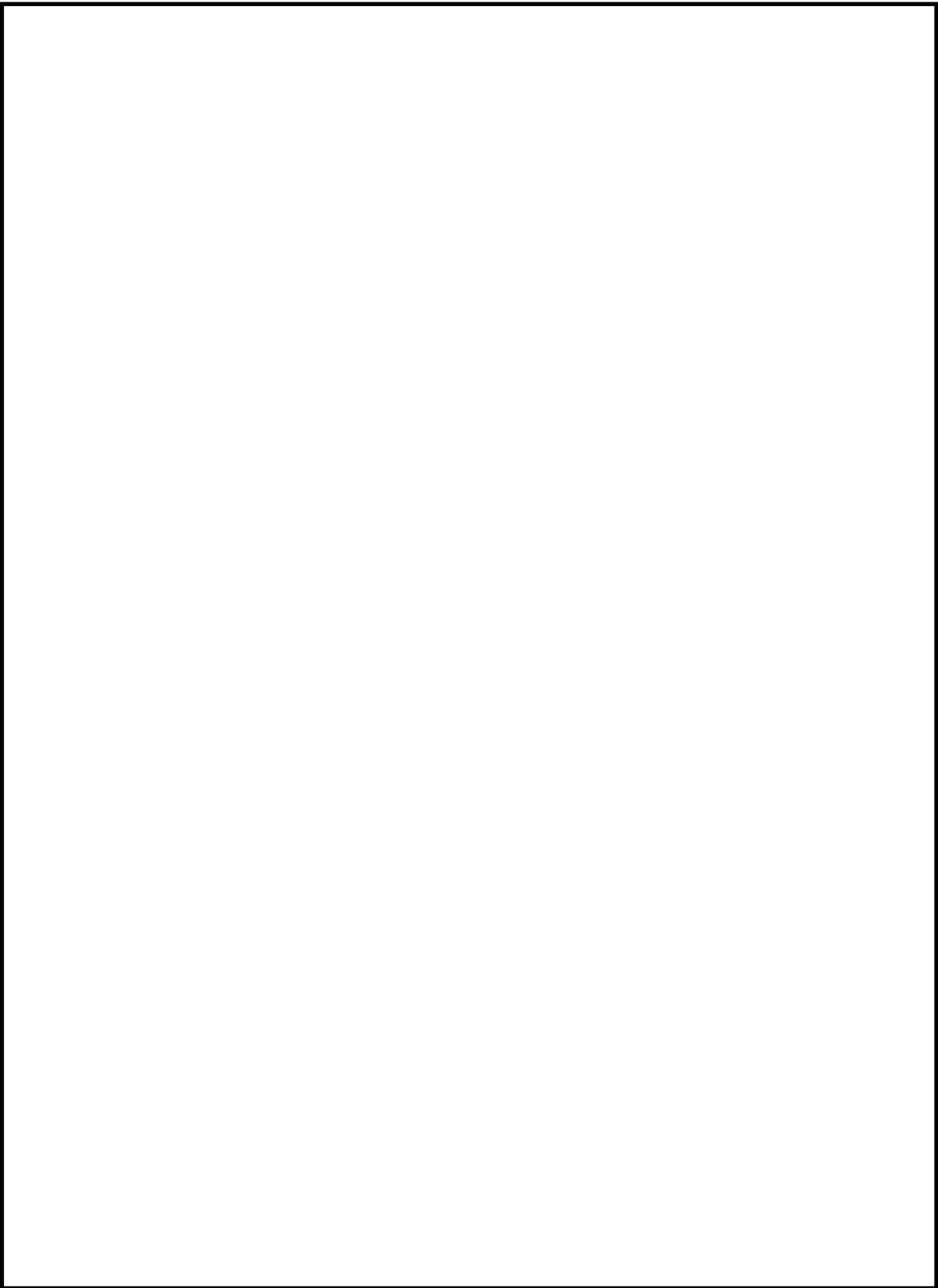
本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

5. 原子炉格納容器内の消火器設置位置及び消火ホースの布設

低温停止時及び起動時における原子炉格納容器内の火災対応として設置する消火器の設置位置については、消防法施行規則に従い防火対象物である火災防護対象機器及び火災源から 20m 以内に設置する。

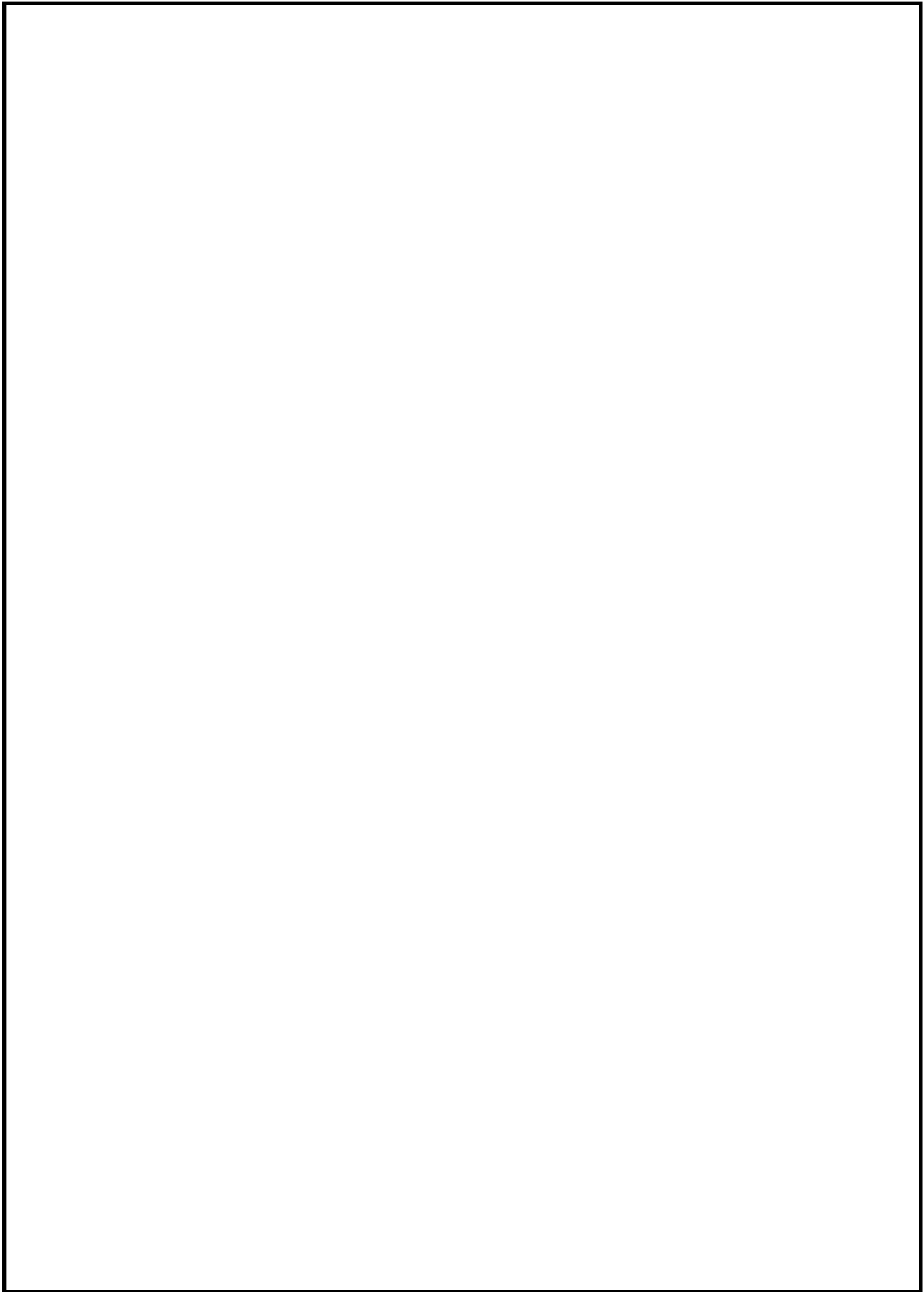
原子炉格納容器内の火災防護対象機器及び火災源に対し、前項の現場確認結果を基に原子炉格納容器外の消火栓から消火ホースが確実に届くことを確認した。

消火器の配置及び消火栓の布設確認結果を第 8-12 図に示す。



第8-12 図 原子炉格納容器内の火災防護対象機器への消火ホース布設（1 / 2）

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。



第8-12 図 原子炉格納容器内の火災防護対象機器への消火ホース布設（2 / 2）

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

原子炉格納容器内火災時の
想定事象と対応について

1. はじめに

原子炉起動中の窒素ガス置換（原子炉格納容器内酸素濃度2%以下）が完了していない時期において、原子炉格納容器内で発生する火災により、保守的に原子炉の安全機能が全喪失した場合において、原子炉の高温停止及び低温停止を達成し、維持することが可能か否か確認する。

2. 原子炉格納容器内火災による影響の想定

起動時の原子炉格納容器内の火災による影響を以下の通り想定する。

- (1) 火災発生は、原子炉起動中において窒素ガス置換されていない期間である「制御棒引き抜き」から「原子炉格納容器内点検終了」（以下「起動～原子炉格納容器内点検終了」という。）及び「点検終了後」から「窒素ガス置換完了」（以下「原子炉格納容器内点検終了～窒素ガス置換完了」という。）までの期間に発生すると想定する。
- (2) 火災源は、油内包機器である「主蒸気内側隔離弁」又は「原子炉再循環ポンプ用電動機」のいずれかの単一火災を想定する。
- (3) 油内包機器である CRD 交換装置については、原子炉起動中を含め使用していないときは、内包油を抜き取り、電源を遮断することから、原子炉起動中の火災発生を想定しない。
- (4) 主蒸気内側隔離弁の内包する潤滑油火災は、主蒸気内側隔離弁駆動部及び駆動部から漏えいした潤滑油が溜る堰の双方で発生するものとする。
また、原子炉再循環ポンプ電動機の内包する潤滑油火災は、電動機及び電動機から漏えいした潤滑油が溜る堰の双方で発生するものとする。
- (5) 原子炉格納容器内に設置している主蒸気逃がし安全弁等の主要な材料は金属製であること、及び原子炉格納容器内に布設しているケーブルは実証試験により自己消火性、延焼性を確認した難燃ケーブルを使用していることから、火災の進展は時間経過とともに徐々に原子炉格納容器全域に及ぶものとする。
- (6) 空気作動弁は、電磁弁に接続される制御ケーブルが火災により断線、フェイル動作するものとする。
- (7) 電動弁は、火災影響により接続するケーブルが断線し、作動させることが出来ないが、火災発生時の開度を維持するものとする。
- (8) 原子炉格納容器内の監視計器は、「同一パラメータを監視する複数の計器が配置上分離されて設置されていること」及び「火災が時間経過とともに進展すること」を考慮し、火災発生直後は全監視計器が同時に機能喪失するとは想定しないが、火災の進展に伴い監視計器が全て機能喪失するものとする。

3. 原子炉の高温停止及び低温停止の達成，維持について

3.1. 起動～原子炉格納容器点検終了

(1) 高温停止の達成

原子炉起動中において窒素ガス置換されていない期間である「起動～原子炉格納容器内点検終了」までの期間（約 40 時間）については，主蒸気内側隔離弁は“開”状態（第 8-13 図）となっているが，主蒸気内側隔離弁の火災により主蒸気内側隔離弁の閉止，また，原子炉再循環ポンプ用電動機の火災時には手動操作によるスクラム操作が想定されることから，原子炉停止系（制御棒及び制御棒駆動系（スクラム機能））による緊急停止操作が要求される。このうち，制御棒駆動機構は金属等の不燃性材料で構成する機械品であるため，火災による機能喪失は考えにくく，火災によって原子炉の緊急停止機能に影響が及ぶおそれはない。

スクラム機能が要求される制御棒駆動水圧系水圧制御ユニットについては，当該ユニットのアクムレータ，窒素ガス容器，スクラム弁・スクラムパイロット弁は，原子炉格納容器とは別の火災区域に設置されているため，主蒸気内側隔離弁及び原子炉再循環ポンプ用電動機の火災の影響はない。当該ユニットの原子炉格納容器内の配管は金属等の不燃性材料で構成する機械品であるため，火災による機能喪失は考えにくい。（第 8-14 図）

以上より，主蒸気内側隔離弁及び原子炉再循環ポンプ用電動機の火災を想定しても原子炉の高温停止を達成することは可能である。

(2) 低温停止の達成，維持

低温停止の達成，維持については，原子炉停止後の除熱機能に該当する系統として，自動減圧系（手動逃がし機能）（第 8-13 図），残留熱除去系（原子炉停止時冷却モード）（第 8-15 図，第 8-16 図），原子炉隔離時冷却系（第 8-17 図），逃がし安全弁（手動逃がし機能），高圧炉心スプレイ系（第 8-18 図）が必要となる。これらの系統のうち，ポンプについては，電源ケーブルを含め原子炉格納容器とは別の火災区域に設置されているため，主蒸気内側隔離弁及び原子炉再循環ポンプ用電動機の火災の影響はないが，原子炉格納容器内に設置されている電動弁，電磁弁については，電源ケーブル，制御ケーブルが火災の進展により機能喪失すると電動弁，電磁弁等も機能喪失することとなる。

しかしながら，起動～原子炉格納容器点検終了までの間は，原子炉格納容器内には窒素ガスが封入されていないことから，火災発生を確認した時点で緊急停止操作を行うとともに初期消火要員が原子炉格納容器所員用エアロック室に急行（10 分以内）し，火災影響が及んでいない中性子源領域計装（SRM）で未臨界状態を確認した後に，所員用エアロックを開放（10 分以内）し原子炉格納容器内に入り消火活動を行うことは可能である。

よって，原子炉格納容器内の電動弁及び電磁弁について，主蒸気内側隔離

弁又は原子炉再循環ポンプ用電動機の火災影響により全て機能喪失したとしても、原子炉格納容器内に設置された RHR 炉水入口内側隔離弁 (MV222-6) にアクセスして手動開操作を行うことが可能であることから、残留熱除去系 (原子炉停止時冷却モード) による原子炉の低温停止の達成、維持は可能である。

3.2. 原子炉格納容器内点検終了～窒素ガス置換完了

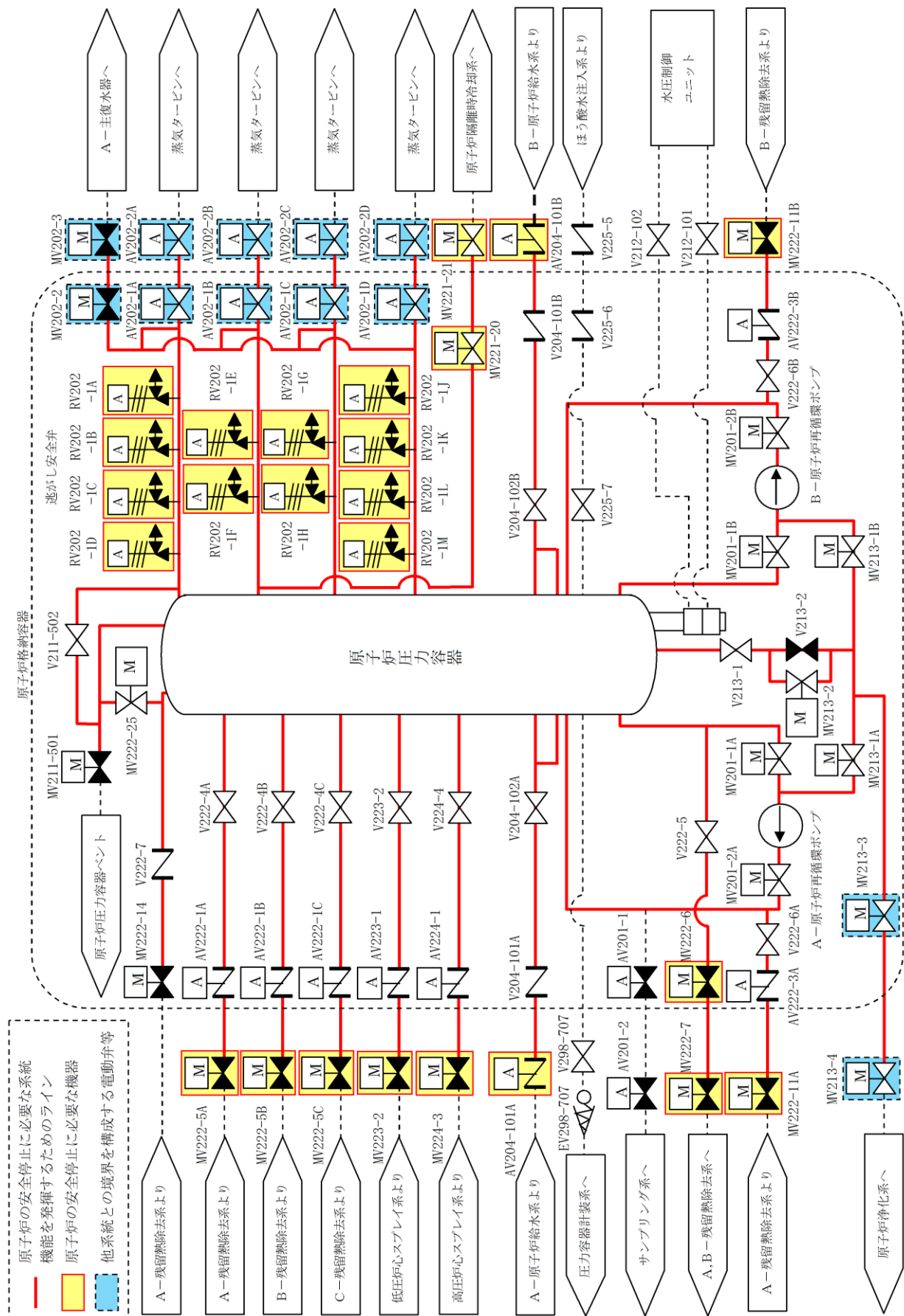
原子炉起動中かつ窒素ガス置換を行っている期間 (原子炉格納容器内の酸素濃度 2% まで約 3 時間) である「原子炉格納容器内点検終了～窒素ガス置換完了」についても、主蒸気内側隔離弁は”開”状態となっており、主蒸気内側隔離弁の火災により閉止することが想定され、また、原子炉再循環ポンプ用電動機の火災時には手動操作によるスクラム操作が想定されることから、原子炉停止系 (制御棒及び制御棒駆動系 (スクラム機能)) による緊急停止操作が要求される。しかしながら、原子炉の起動工程において窒素ガス置換を優先し、原子炉格納容器内点検時からのプラント停止状態を維持する。

この状態で、主蒸気内側隔離弁又は原子炉再循環ポンプ用電動機で火災が発生した場合には、原子炉格納容器の窒素ガス封入作業については、原子炉格納容器内酸素濃度 1% になる時点まで継続し、その後窒素ガス排出作業を行うことで、原子炉格納容器の開放及び内部での消火活動を安全に行うことが可能である。

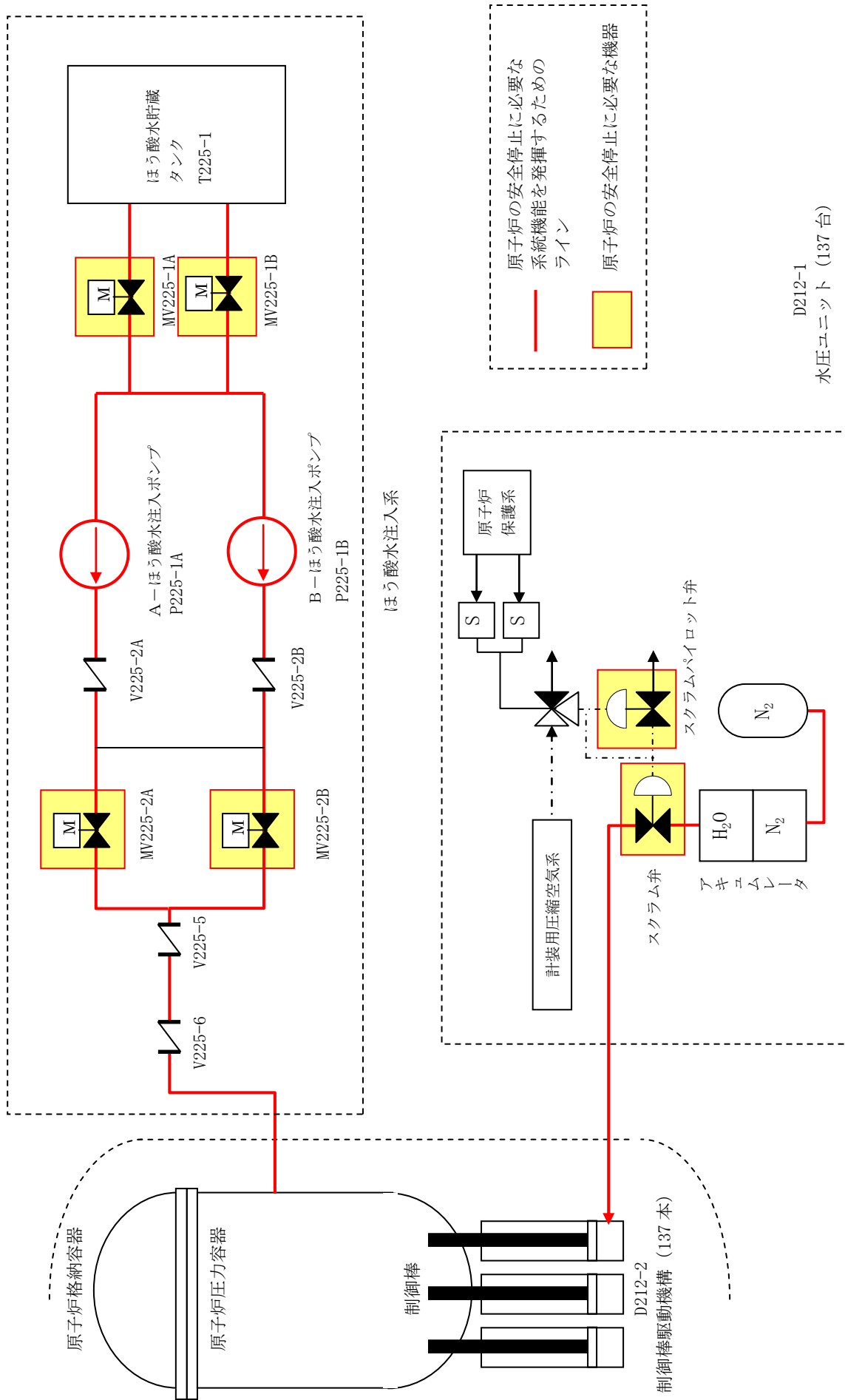
よって、原子炉格納容器内の電動弁及び電磁弁について、主蒸気内側隔離弁又は原子炉再循環ポンプ用電動機の火災影響により全て機能喪失したとしても、原子炉格納容器内に設置された RHR 炉水入口内側隔離弁 (MV222-6) にアクセスして手動開操作を行うことが可能であることから、残留熱除去系 (原子炉停止時冷却モード) による原子炉の低温停止の達成、維持は可能である。

4. まとめ

保守的に、起動中の原子炉格納容器内の火災発生により、原子炉の安全機能が全喪失したと想定しても、運転操作、現場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。

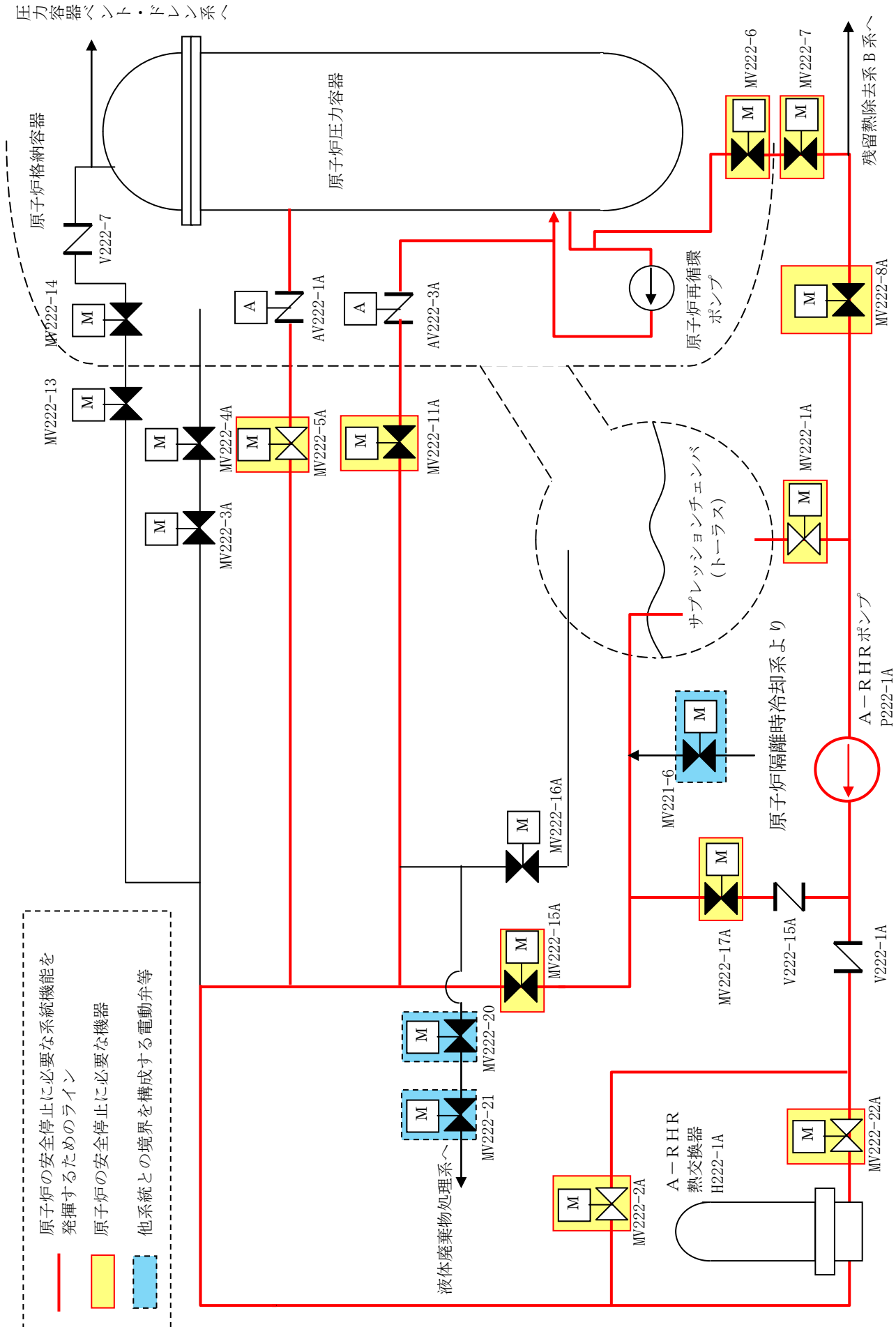


第8-13 図 原子炉冷却材圧力バウンダリ/自動減圧系/逃がし安全弁

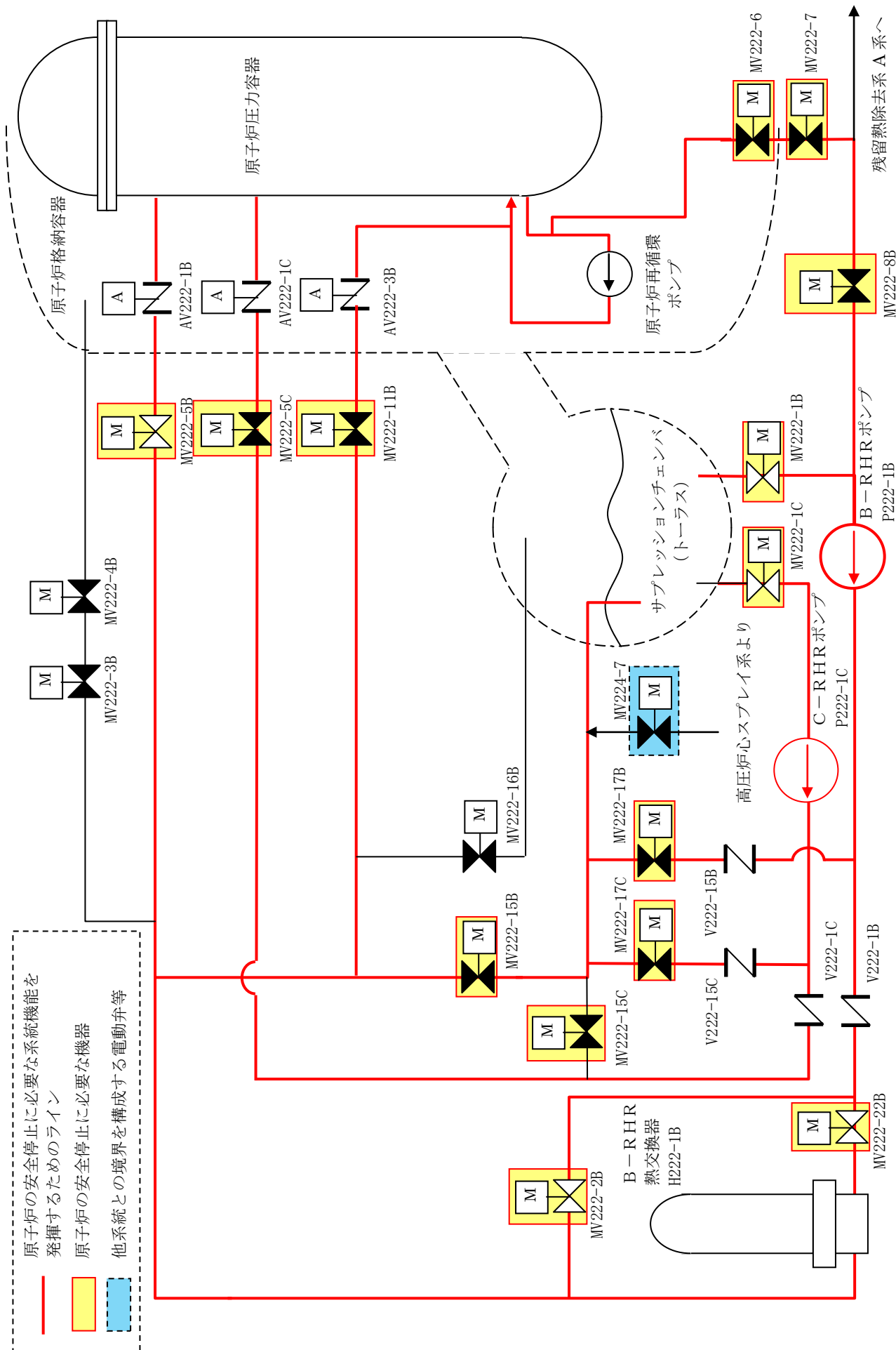


第8-14図 ほう酸水注入系及び制御棒による系

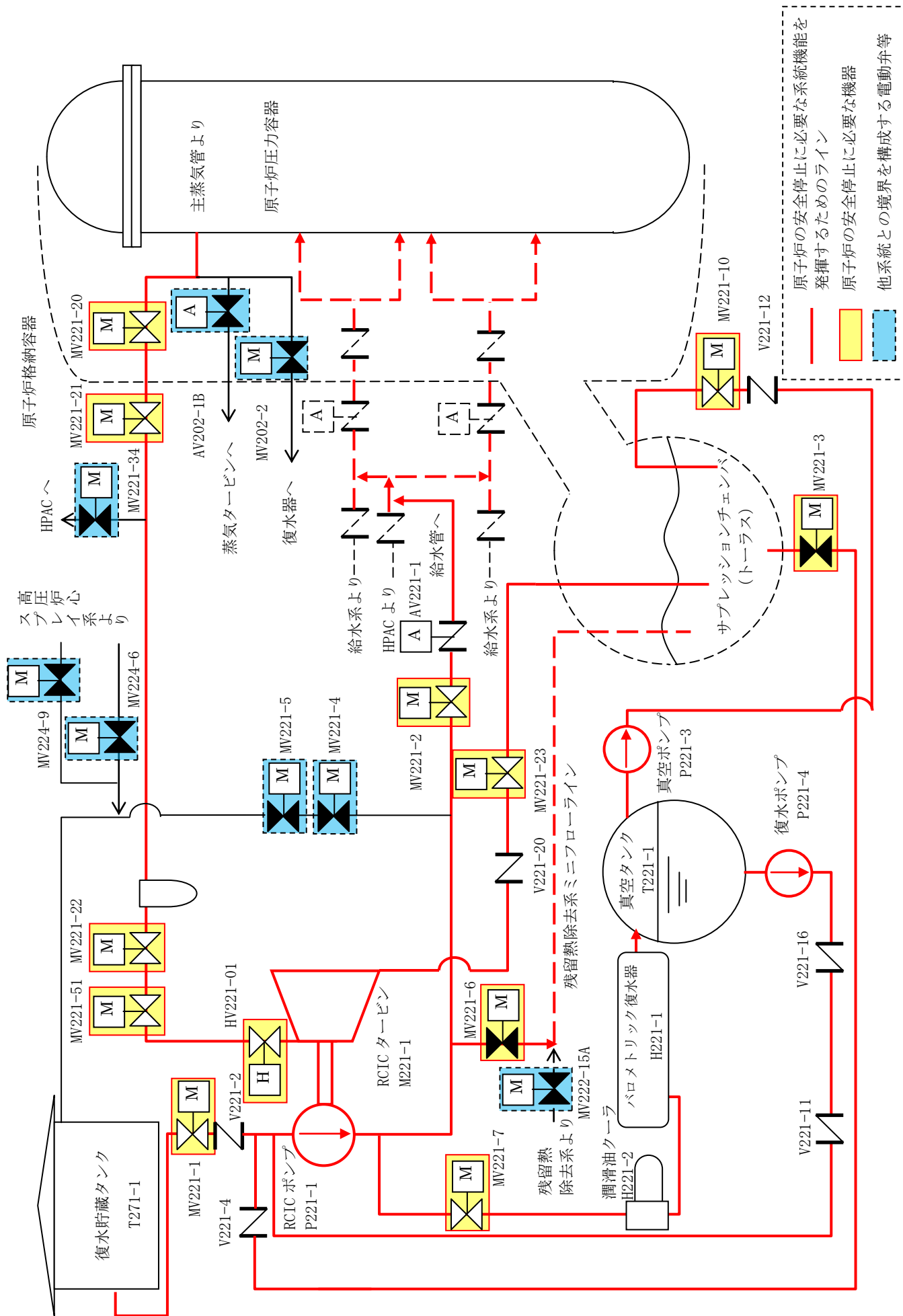
圧力容器ヘント・ドレン系へ



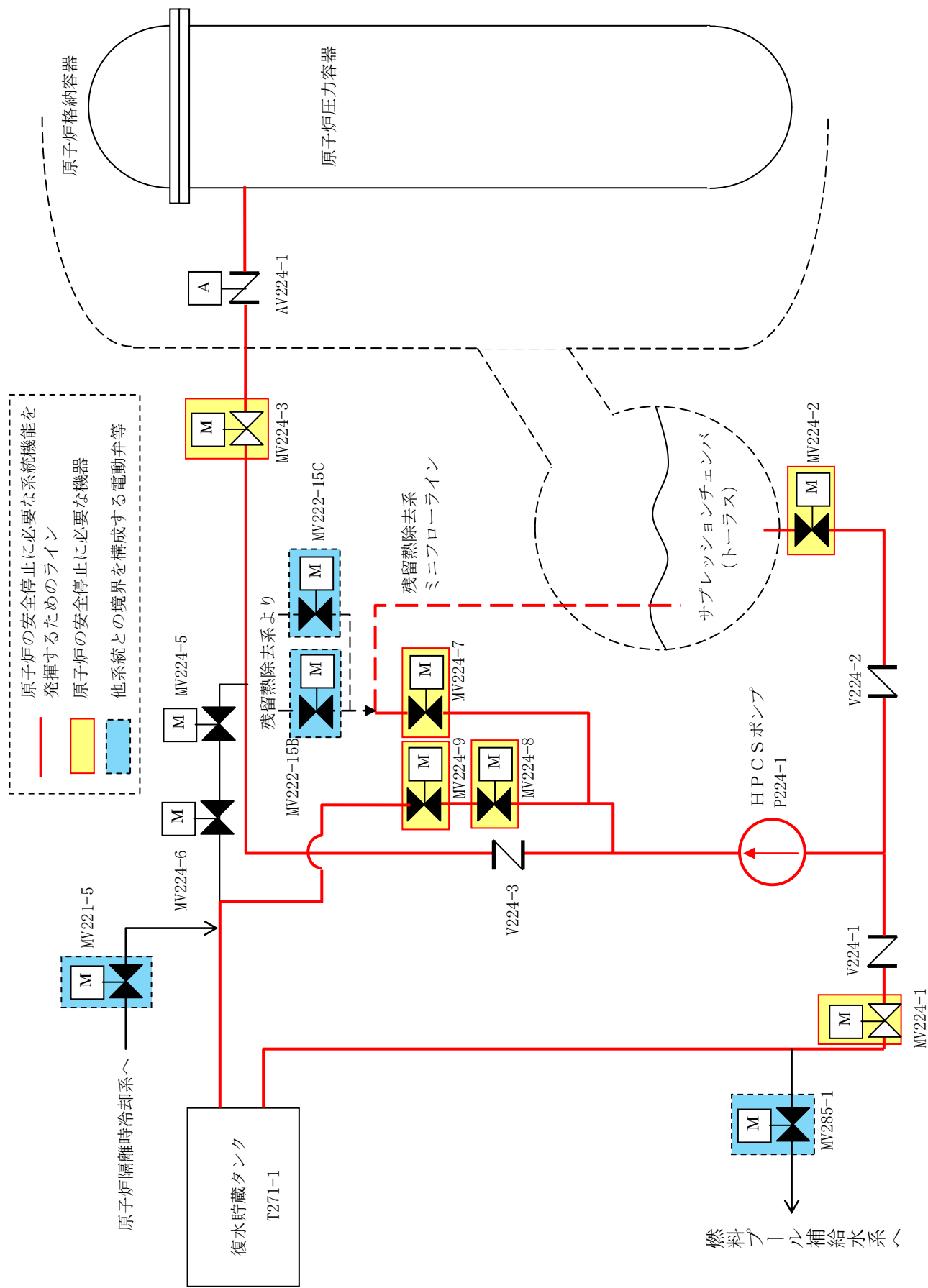
第 8-15 図 残留熱除去系 (A 系)



第8-16図 残留熱除去系 (B, C系)



第8-17図 原子炉隔離時冷却系



第8-18 図 高圧炉心スプレイ系

島根原子力発電所 2 号炉における
放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能を有する
構築物，系統及び機器の火災防護対策について

<目 次>

1. 概要
 2. 要求事項
 3. 放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能を有する構築物，系統及び機器の選定について
 - 3.1. 重要度分類指針における放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能の特定
 - 3.2. 火災時に放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能を達成するための系統の確認
 - 3.2.1. 放射性物質の閉じ込め機能，放射線の遮へい及び放出低減機能
 - 3.2.2. 原子炉冷却材圧力バウンダリに直接接続されていないものであって，放射性物質を貯蔵する機能
 - 3.2.3. 燃料プール水の補給機能
 - 3.2.4. 放射性物質放出の防止機能
 - 3.2.5. 放射性物質の貯蔵機能
 - 3.3. 放射性物質の貯蔵又は閉じ込めに必要な構築物，系統及び機器の特定
 4. 放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能を有する構築物，系統及び機器の火災区域設定
 5. 火災感知設備の設置について
 6. 消火設備の設置について
-
- 添付資料 1 島根原子力発電所 2 号炉における「重要度分類審査指針」に基づく放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能並びに系統の抽出について
 - 添付資料 2 島根原子力発電所 2 号炉における放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能を達成するための機器リスト
 - 添付資料 3 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）

島根原子力発電所 2 号炉における
放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能を有する
構築物、系統及び機器の火災防護対策について

1. 概 要

島根原子力発電所 2 号炉において、単一の内部火災が発生した場合にも、放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能を確保するために必要な構築物、系統及び機器を抽出し、その抽出された構築物、系統及び機器に対して火災防護対策を実施する。

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、系統及び機器へ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

3. 放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能を有する構築物，系統及び機器の選定について

設計基準対象施設のうち，単一の内部火災が発生した場合に対して放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能を達成するために必要となる機器等を選定する。機器等の選定は「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」（以下「重要度分類審査指針」という。）に基づき，原子炉の状態が運転，起動，高温停止，低温停止及び燃料交換（ただし，全燃料全取出しの期間を除く）のそれぞれにおいて，放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能を確保するために必要な構築物，系統及び機器を抽出し，以下のとおり実施する。

3.1. 重要度分類指針における放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能の特定

放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能について，重要度分類審査指針に基づき，以下のとおり抽出した。（添付資料1）

- (1) 放射性物質の閉じ込め機能，放射線の遮へい及び放出低減機能
- (2) 原子炉冷却材圧力バウンダリに直接接続されていないものであって，放射性物質を貯蔵する機能
- (3) 燃料プール水の補給機能
- (4) 放射性物質放出の防止機能
- (5) 放射性物質の貯蔵機能

- 3.2. 火災時に放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能を達成するための系統の確認
- 3.1項で示した「放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能」に対し、火災によってこれらの機能に影響を及ぼす系統を、以下のとおり「安全機能を有する電気・機械装置の重要度分類指針」（JEAG4612-2010）（以下「重要度分類指針」という。）から抽出する。
- まず、放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能を達成するための系統を、重要度分類指針を参考に抽出すると下表のとおりとなる。（第9-1表）

第9-1表 放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能を達成するための系統

放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能	左記機能を達成するための系統
(1) 放射性物質の閉じ込め機能, 放射線の遮へい及び放出低減機能	<ul style="list-style-type: none"> ・原子炉格納容器 ・原子炉格納容器隔離弁 ・原子炉格納容器スプレイ冷却系 ・原子炉建物 ・非常用ガス処理系 ・可燃性ガス濃度制御系
(2) 原子炉冷却材圧力バウンダリに直接接続されていないものであって、放射性物質を貯蔵する機能	<ul style="list-style-type: none"> ・放射性廃棄物処理施設※（放射能インベントリの大きいもの） ・燃料プール（燃料貯蔵ラックを含む） ・新燃料貯蔵庫
(3) 燃料プール水の補給機能	<ul style="list-style-type: none"> ・非常用補給水系（残留熱除去系）
(4) 放射性物質放出の防止機能	<ul style="list-style-type: none"> ・気体廃棄物処理系の隔離弁 ・排気筒（非常用ガス処理系排気管の支持機能以外） ・燃料集合体落下事故時放射能放出を低減する系（原子炉建物、非常用ガス処理系）
(5) 放射性物質の貯蔵機能	<ul style="list-style-type: none"> ・液体廃棄物処理系（サブプレッション・チェンバ排水機能） ・復水貯蔵タンク、補助復水貯蔵タンク ・放射性廃棄物処理施設（放射能インベントリの小さいもの） ・新燃料貯蔵庫 ・サイトバンカ建物

※：「緊急時対策上重要なもの及び異常状態の把握機能」における放射線監視設備のうち、排気筒モニタを含む

次に、上記の系統から、火災による放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能への影響を考慮し、重要度に応じて図るべき火災防護対策について評価した。

3.2.1. 放射性物質の閉じ込め機能，放射線の遮へい及び放出低減機能

重要度分類指針によると，放射性物質の閉じ込め機能，放射線の遮へい及び放出低減機能に該当する系統は「原子炉格納容器，原子炉格納容器隔離弁，原子炉格納容器スプレイ冷却系，原子炉建物，非常用ガス処理系，可燃性ガス濃度制御系」である。

このうち，原子炉格納容器及び原子炉建物は，コンクリート・金属等の不燃性材料で構成する建築物・構造物であるため，火災による機能喪失は考えにくく，火災によって放射性物質の閉じ込め機能，放射線の遮へい及び放出低減機能に影響が及ぶおそれはない[※]。

また，一次系配管，主蒸気管等は金属等の不燃性材料で構成されており火災による機能喪失は考えにくいこと，8条-別添1-資料10の8.で記載のとおり，火災により想定される事象が発生しても，原子炉の安全停止が可能であり，放射性物質が放出されるおそれはないことから，原子炉格納容器隔離弁，原子炉格納容器スプレイ冷却系，非常用ガス処理系及び可燃性ガス濃度制御系は火災発生時には要求されない。さらに，8条-別添1-資料1の参考資料3に示すように，これらの系統については，設置許可基準規則第十二条に従い，火災に対する独立性を有している。

したがって，火災によって放射性物質の閉じ込め機能，放射線の遮へい及び放出低減機能に影響を及ぼす系統はない。したがって，これらの機器については消防法等に基づく火災防護対策を行う設計とする。

ただし，非常用ガス処理系は，原子炉棟送排風機とともに，原子炉建物を負圧にする機能を有しており，火災発生時に原子炉建物の換気空調設備が機能喪失した場合でも非常用ガス処理系が使用可能であれば原子炉建物を負圧維持することができる。このため，原子炉建物の負圧を維持する観点から，非常用ガス処理系については，火災の発生防止対策，火災の感知・消火対策及び火災の影響軽減対策を実施することとする。

あわせて，非常用ガス処理系の機能確保のため原子炉棟給排気隔離弁の閉操作が必要となるが，原子炉棟給排気隔離弁についてはフェイル・クローズ設計であり，火災によって隔離弁の電磁弁のケーブルが損傷した場合，隔離弁が「閉」動作すること，万一の不動作の場合も多重化されていることから非常用ガス処理系の機能に影響しない。したがって，原子炉棟給排気隔離弁については消防法等に基づく火災防護対策を行う設計とする。

※：火災の影響で機能喪失のおそれがないもの

金属製の配管，タンク，手動弁，逆止弁等やコンクリート製の構造物等は，不燃性材料で構成されている。また，配管，タンク，手動弁，電動弁等（フランジ部等を含む）には内部の液体の漏えいを防止するため不燃性ではないパッキン類が装着されているが，これらは弁，フランジ等の内部に取り付けており，機器外の火災によってシート面が直接加熱されること

はない。機器自体が外部からの炎に炙られて加熱されると、パッキンの温度も上昇するが、フランジへの取付けを模擬した耐火試験にて接液したパッキン類のシート面に機能喪失に至るような大幅な温度上昇が生じないことを確認している。仮に、万一、パッキン類が長時間高温になってシート性能が低下したとしても、シート部からの漏えいが発生する程度で、弁、配管等の機能が失われることはなく、他の機器等への影響もない。

以上より、不燃性材料のうち、金属製の配管、タンク、手動弁、逆止弁等やコンクリート製の構造物等で構成されている系統については、火災によっても原子炉の安全機能に影響を及ぼさないものとする。

3.2.2. 原子炉冷却材圧力バウンダリに直接接続されていないものであって、放射性物質を貯蔵する機能

重要度分類指針によると、原子炉冷却材圧力バウンダリに直接接続されていないものであって、放射性物質を貯蔵する機能に該当する系統は「放射性廃棄物処理施設（放射能インベントリの大きいもの）、燃料プール（燃料貯蔵ラックを含む）、新燃料貯蔵庫」である。

放射性廃棄物処理施設（放射能インベントリの大きいもの）である気体廃棄物処理系の系統概要図を第9-1図に示す。

気体廃棄物処理系のうち、配管、手動弁、排ガス予熱器、排ガス再結合器、排ガス復水器、排ガス除湿冷却器、排ガス脱湿塔、排ガスメッシュフィルタ、希ガスホールドアップ塔、空気抽出器排ガスフィルタは金属等の不燃性材料で構成する機械品であるため、火災による機能喪失は考えにくく、火災によって放射性物質を貯蔵する機能に影響が及ぶおそれはない*。

また、2号炉における排ガス抽出器・排ガスブロワの吸込み側の空気作動弁（AV251-5, AV251-6）はフェイル・クローズ設計であり、火災によって当該弁の電磁弁のケーブルが機能喪失すると電磁弁が無励磁となり当該弁が自動的に閉止する。万一、当該弁が誤動作した場合であっても、上流側に設置された希ガスホールドアップ塔によって放射性物質が除去されることから、単一の火災によって放射性物質が放出されることはない。

第9-1図より、火災によって上記の弁が閉止すると気体廃棄物処理系の空気抽出器排ガスフィルタより上流側で隔離されることとなり、当該弁より下流側（排ガス抽出器、排ガスブロワ・排気筒が設置されているライン）に放射性物質が放出されない。

上記の弁以外の空気作動弁、電動弁については、火災による弁駆動部の機能喪失によって当該弁が開閉動作をしても、弁本体は金属等の不燃性材料で構成されており、火災による機能喪失は考えにくく、火災によって放射性物質を貯蔵する機能に影響が及ぶおそれはない*。

以上より、気体廃棄物処理系は火災によって放射性物質を貯蔵する機能に影響が及ぶおそれはない。したがって、これらの機器については消防法等に基づく火災防護対策を行う設計とする。

排気筒モニタについては、重要度分類指針においてMS-3「緊急時対策上重要なもの及び異常状態の把握機能」のうち、放射線監視設備に該当し、島根原子力発電所2号炉においては設計基準事故時に中央制御室のプロセス放射線モニタ盤で監視を行う設備として整理していることから、重要度を踏まえ火災防護対策を行う設計とする。当該の排気筒モニタについては、第9-2図に示すように隣接した検出器間（A、B間）をそれぞれ耐火壁により分離する設計とする。したがって、放射線検出器は火災発生時に検出器が同時に機能喪失することは考えにくく、代替性を有する設計であることから、重要度並びに火災影響の有無を踏まえ、消防法等に基づく火災防護対策を行う

設計とする。

一方、火災発生時にプロセス放射線モニタ盤が機能喪失すると気体廃棄物処理系の放射線監視機能が喪失する。このため、中央制御室のプロセス放射線モニタ盤については、火災の発生防止対策、火災の感知・消火対策及び火災の影響軽減対策を実施する設計とする。

また、燃料プール（燃料貯蔵ラックを含む）、新燃料貯蔵庫はコンクリート・金属等の不燃性材料で構成する構造物であるため、火災による機能喪失は考えにくく、火災によって放射性物質を貯蔵する機能に影響が及ぶおそれはない※。

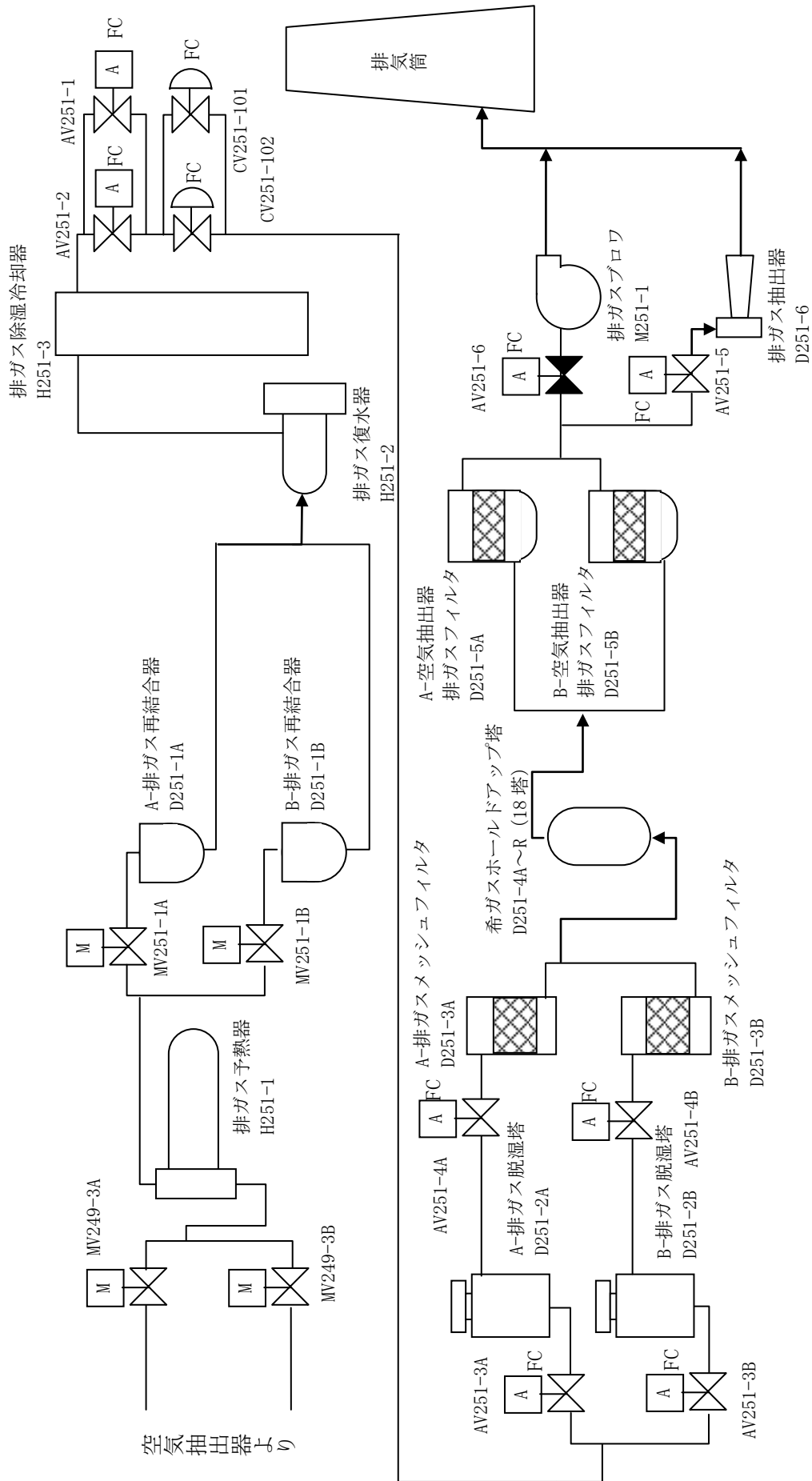
さらに、燃料プールの関接関連系である燃料プール冷却系については、火災によって当該機能が喪失しても、燃料プールの水位が遮へい水位に低下するまで時間的余裕があり、その間に残留熱除去系（燃料プールへの補給ライン）の弁の手動操作等によって機能を復旧することができることから、火災によって放射性物質を貯蔵する機能に影響が及ぶおそれはない。

したがって、火災によって放射性物質の貯蔵機能に影響を及ぼす系統はなく、これらの機器については、消防法等に基づく火災防護対策を行う設計とする。

※：火災の影響で機能喪失のおそれがないもの

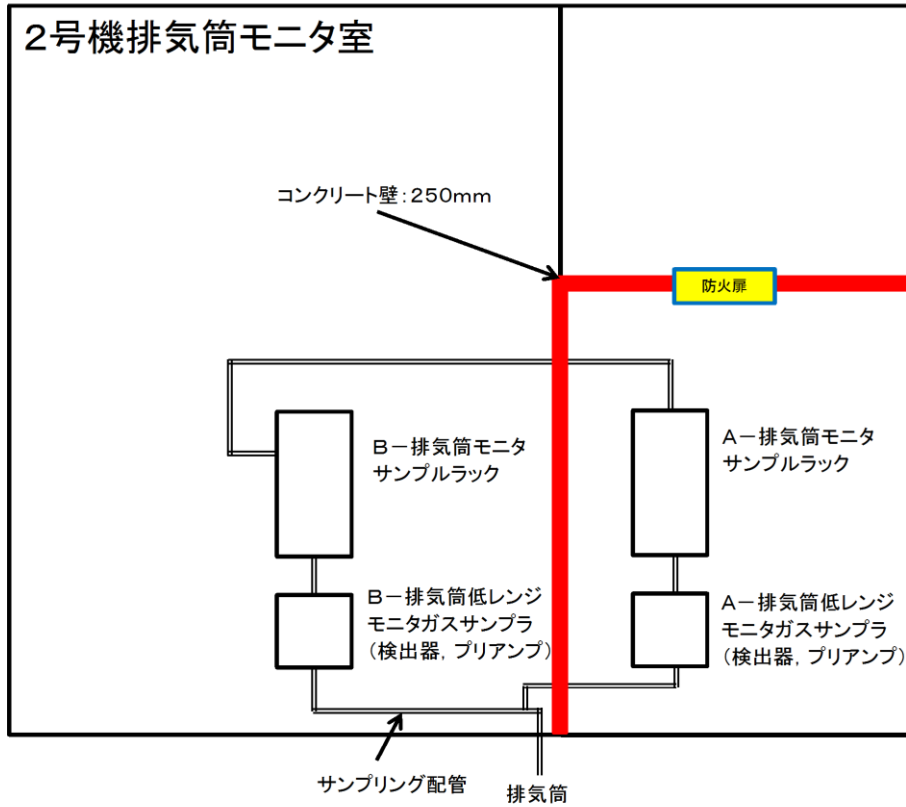
金属製の配管、タンク、手動弁、逆止弁等やコンクリート製の構造物等は、不燃性材料で構成されている。また、配管、タンク、手動弁、電動弁等（フランジ部等を含む）には内部の液体の漏えいを防止するため不燃性ではないパッキン類が装着されているが、これらは弁、フランジ等の内部に取り付けており、機器外の火災によってシート面が直接加熱されることはない。機器自体が外部からの炎に炙られて加熱されると、パッキンの温度も上昇するが、フランジへの取付けを模擬した耐火試験にて接液したパッキン類のシート面に機能喪失に至るような大幅な温度上昇が生じないことを確認している。仮に、万一、パッキン類が長時間高温になってシート性能が低下したとしても、シート部からの漏えいが発生する程度で、弁、配管等の機能が失われることはなく、他の機器等への影響もない。

以上より、不燃性材料のうち、金属製の配管、タンク、手動弁、逆止弁等やコンクリート製の構造物等で構成されている系統については、火災によっても原子炉の安全機能に影響を及ぼさないものとする。



8条-別添1-資料9-8

第9-1図 気体廃棄物処理系 系統概要図



第9-2図 排気筒モニタの配置

3.2.3. 燃料プール水の補給機能

重要度分類指針によると、燃料プール水の補給機能に該当する系統は「非常用補給水系（残留熱除去系）」である。

火災によって残留熱除去系が機能喪失しても、燃料プールの水位が遮へい水位まで低下するまでに時間的余裕があり、その間に電動弁の手動操作等によって機能を復旧することができることから、火災によって燃料プール水の補給機能に影響が及ぶおそれはない。

したがって、火災によって燃料プール水の補給機能に影響を及ぼす系統はなく、これらの機器については、消防法等に基づく火災防護対策を行う設計とする。

3.2.4. 放射性物質放出の防止機能

重要度分類指針によると、放射性物質放出の防止機能に該当する系統は「気体廃棄物処理系の隔離弁、排気筒（非常用ガス処理系排気管の支持機能以外）、燃料集合体落下事故時放射能放出を低減する系（原子炉建物、非常用ガス処理系）」である。

気体廃棄物処理系の排ガスブロワ及び排ガス抽出器の吸込み側の空気作動弁は、3.2.2. のとおりであり、火災によって放射性物質が放出されるおそれはない。弁本体は、金属等の不燃性材料で構成され、火災による機能喪失は考えにくく、火災によって放射性物質放出の防止機能に影響が及ぶおそれはない*。

また、原子炉建物、排気筒は金属等の不燃性材料で構成され、火災による機能喪失は考えにくく、火災によって放射性物質放出の防止機能に影響が及ぶおそれはない*。

さらに、燃料集合体の落下事故は、燃料集合体移動時は燃料取替機に燃料集合体を機械的にラッチさせて吊り上げること、ラッチ部は不燃性材料で構成され火災による影響は受けないことから、火災により燃料集合体の落下事故は発生しない。

また、3.2.1. のとおり非常用ガス処理系については火災の発生防止対策、火災の感知・消火対策及び火災の影響軽減対策を実施する設計とする。

したがって、非常用ガス処理系を除き、火災によって放射性物質放出の防止機能に影響を及ぼす系統はなく、これらの機器については、消防法等に基づく火災防護対策を行う設計とする。

※：火災の影響で機能喪失のおそれがないもの

金属製の配管、タンク、手動弁、逆止弁等やコンクリート製の構造物等は、不燃性材料で構成されている。また、配管、タンク、手動弁、電動弁等（フランジ部等を含む）には内部の液体の漏えいを防止するため不燃性ではないパッキン類が装着されているが、これらは弁、フランジ等の内部

に取り付けており、機器外の火災によってシート面が直接加熱されることはない。機器自体が外部からの炎に炙られて加熱されると、パッキンの温度も上昇するが、フランジへの取付けを模擬した耐火試験にて接液したパッキン類のシート面に機能喪失に至るような大幅な温度上昇が生じないことを確認している。仮に、万一、パッキン類が長時間高温になってシート性能が低下したとしても、シート部からの漏えいが発生する程度で、弁、配管等の機能が失われることはなく、他の機器等への影響もない。

以上より、不燃性材料のうち、金属製の配管、タンク、手動弁、逆止弁等やコンクリート製の構造物等で構成されている系統については、火災によっても原子炉の安全機能に影響を及ぼさないものとする。

3.2.5. 放射性物質の貯蔵機能

重要度分類指針によると、放射性物質の貯蔵機能に該当する系統は、「液体廃棄物処理系（サプレッション・チェンバ排水機能）、復水貯蔵タンク、補助復水貯蔵タンク、放射性廃棄物処理施設（放射能インベントリの小さいもの）、新燃料貯蔵庫、サイトバンカ建物」である。

(1) 液体廃棄物処理系（サプレッション・チェンバ排水機能）

液体廃棄物処理系（サプレッション・チェンバ排水機能）の概略系統図を第9-3図に示す。液体廃棄物処理系（サプレッション・チェンバ排水機能）のうち、配管、手動弁、トーラス水受タンクは金属等の不燃性材料で構成する機械品であるため、火災による機能喪失は考えにくく、火災によって放射性物質を貯蔵する機能に影響が及ぶおそれはない*。

また、液体廃棄物処理系（サプレッション・チェンバ排水機能）は空気作動弁を介して液体廃棄物処理系（機器ドレン系及び床ドレン化学廃液系）と接続されているが、これらについては後述のとおり、火災によって放射性物質の貯蔵機能に影響が及ぶおそれはない。

さらに、液体廃棄物処理系（サプレッション・チェンバ排水機能）は残留熱除去系と接続されているが、液体廃棄物処理系（サプレッション・チェンバ排水機能）と残留熱除去系を接続する残留熱除去系側の電動弁（MV222-20）は、通常閉かつ残留熱除去系の機能要求時も閉であること、火災影響を受けて当該弁が機能喪失した場合でも閉状態が維持されること、万一、誤動作した場合であっても電源区分の異なる弁（MV222-21）で二重化されていることから、火災によって放射性物質が放出されることはない。

以上より、液体廃棄物処理系（サプレッション・チェンバ排水機能）について、火災によって放射性物質の貯蔵機能に影響が及ぶおそれはない。

(2) 復水貯蔵タンク，補助復水貯蔵タンク，新燃料貯蔵庫，サイトバンカ建物

復水貯蔵タンク，補助復水貯蔵タンク，新燃料貯蔵庫，サイトバンカ建物については，コンクリート・金属等の不燃性材料で構成する構造物であるため，火災による機能喪失は考えにくく，火災によって放射性物質の貯蔵機能に影響が及ぶおそれはない*。

(3) 放射性廃棄物処理施設（放射能インベントリの小さいもの）

放射性廃棄物処理施設（放射能インベントリの小さいもの）である液体廃棄物処理系について，関連する系統（固体廃棄物処理系）も含めて系統概要図を第9-4図～第9-9図に示す。

液体廃棄物処理系（機器ドレン系，床ドレン化学廃液系），固体廃棄物処理系のうち，配管，手動弁，タンク，ろ過脱塩器，脱塩器，濃縮器及び濃縮器復水器は金属等の不燃性材料で構成する機械品であるため，火災による機能喪失は考えにくく，火災によって放射性物質の貯蔵機能に影響が及ぶおそれはない*。

また，各空気作動弁はフェイル・クローズ設計であり，火災によって当該弁の電磁弁のケーブルが機能喪失すると電磁弁が無励磁となり当該弁は自動的に閉止する。万一，空気作動弁が誤動作した場合であっても，機器ドレン系については，移送先が復水貯蔵タンク，補助復水貯蔵タンク若しくは床ドレンタンクであることから放射性物質が放出されることはない。

床ドレン化学廃液系については，系外放出ラインに3個の空気作動弁（処理水タンクからについてはAV252-121, AV252-303/305/308，CV252-401/402/403，ランドリドレンタンクからについてはAV252-302A/B, AV252-303/305/308, CV252-401/402/403）を直列に設置しており，単一の弁の誤動作では放射性物質が放出されない設計としている。これらの空気作動弁は北側ポンプ室に設置しており，油内包機器等の可燃物があり火災が発生する可能性があるが，各空気作動弁はフェイル・クローズ設計であり，火災によって当該弁の電磁弁のケーブルが機能喪失すると電磁弁が無励磁となり当該弁は自動的に閉止する。仮に直列に設置された3個の空気作動弁が誤動作により開となっても，処理水ポンプ及びランドリドレンポンプの誤起動が同時に発生しない限り放射性物質が放出されることはない（第9-6図）。

なお，系外放出ラインの3個の空気作動弁を設置している廃棄物処理建物北側ポンプ室には，処理水ポンプ及びランドリドレンポンプが設置されており，これらの空気作動弁とは十分な離隔距離が確保されているうえ，全域ガス消火設備が設置されていることから，単一の火災によって放射性物質が放出されることはない。

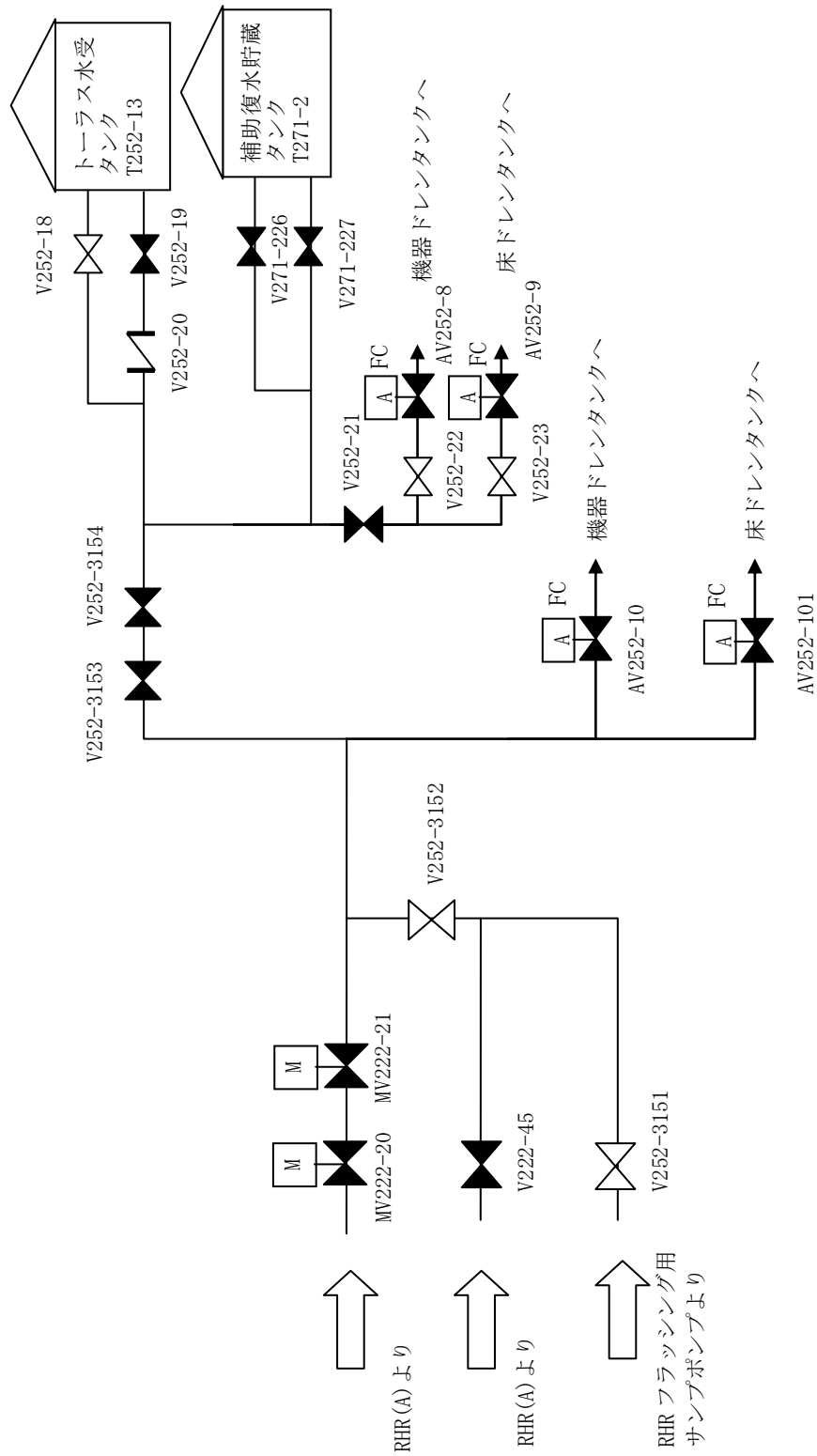
また、第9-4図～第9-9図より、火災によって上記の弁が閉止すると液体廃棄物処理系の放射性液体廃棄物は系統内に隔離されることとなり、系統外へ放射性物質が放出されない。

したがって、液体廃棄物処理系は火災によって放射性物質を貯蔵する機能に影響が及ぶおそれはなく、これらの機器については消防法等に基づく火災防護対策を行う設計とする。

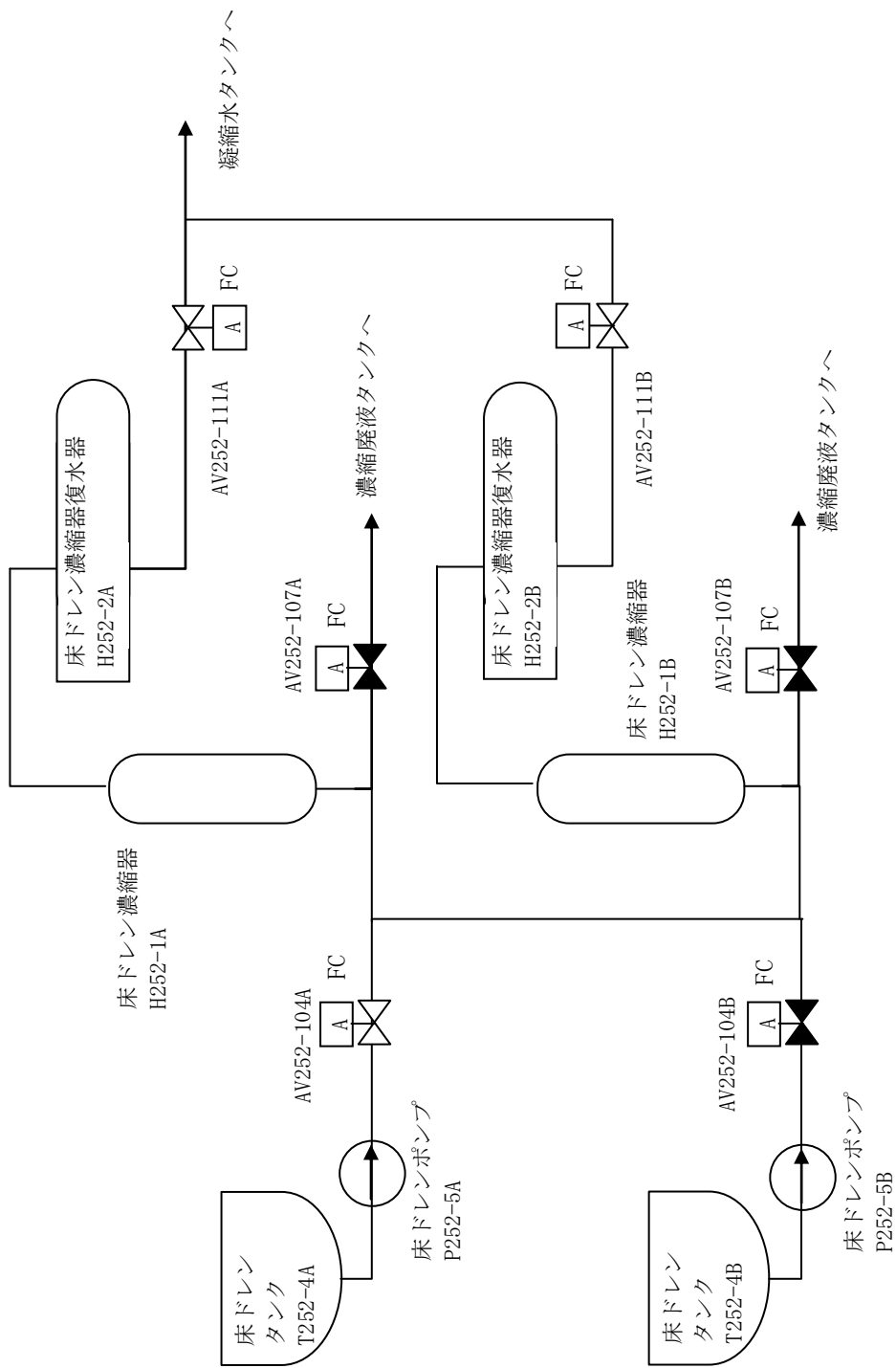
※：火災の影響で機能喪失のおそれがないもの

金属製の配管、タンク、手動弁、逆止弁等やコンクリート製の構造物等は、不燃性材料で構成されている。また、配管、タンク、手動弁、電動弁等（フランジ部等を含む）には内部の液体の漏えいを防止するため不燃性ではないパッキン類が装着されているが、これらは弁、フランジ等の内部に取り付けており、機器外の火災によってシート面が直接加熱されることはない。機器自体が外部からの炎に炙られて加熱されると、パッキンの温度も上昇するが、フランジへの取付けを模擬した耐火試験にて接液したパッキン類のシート面に機能喪失に至るような大幅な温度上昇が生じないことを確認している。仮に、万一、パッキン類が長時間高温になってシート性能が低下したとしても、シート部からの漏えいが発生する程度で、弁、配管等の機能が失われることはなく、他の機器等への影響もない。

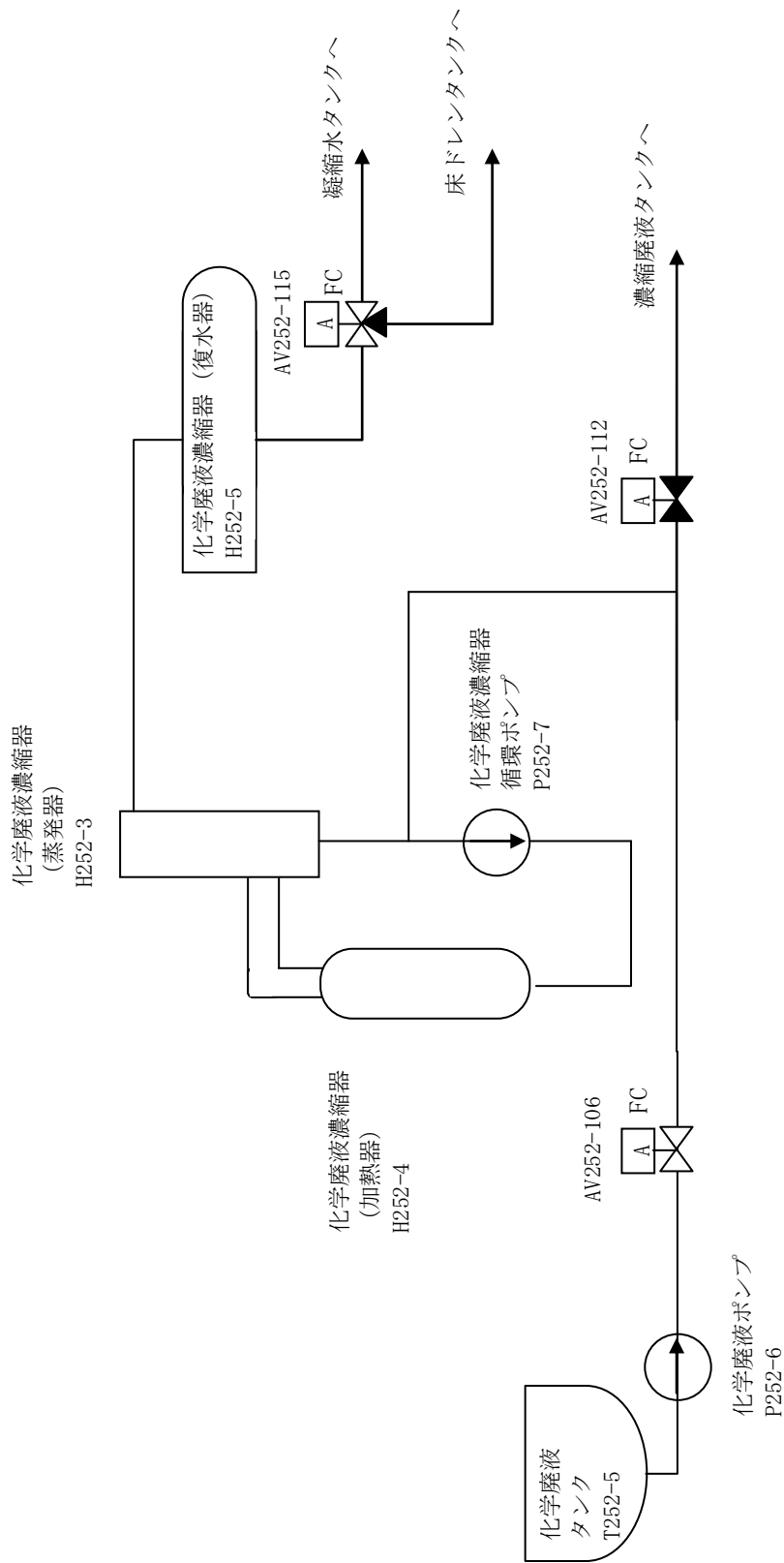
以上より、不燃性材料のうち、金属製の配管、タンク、手動弁、逆止弁等やコンクリート製の構造物等で構成されている系統については、火災によっても原子炉の安全機能に影響を及ぼさないものとする。



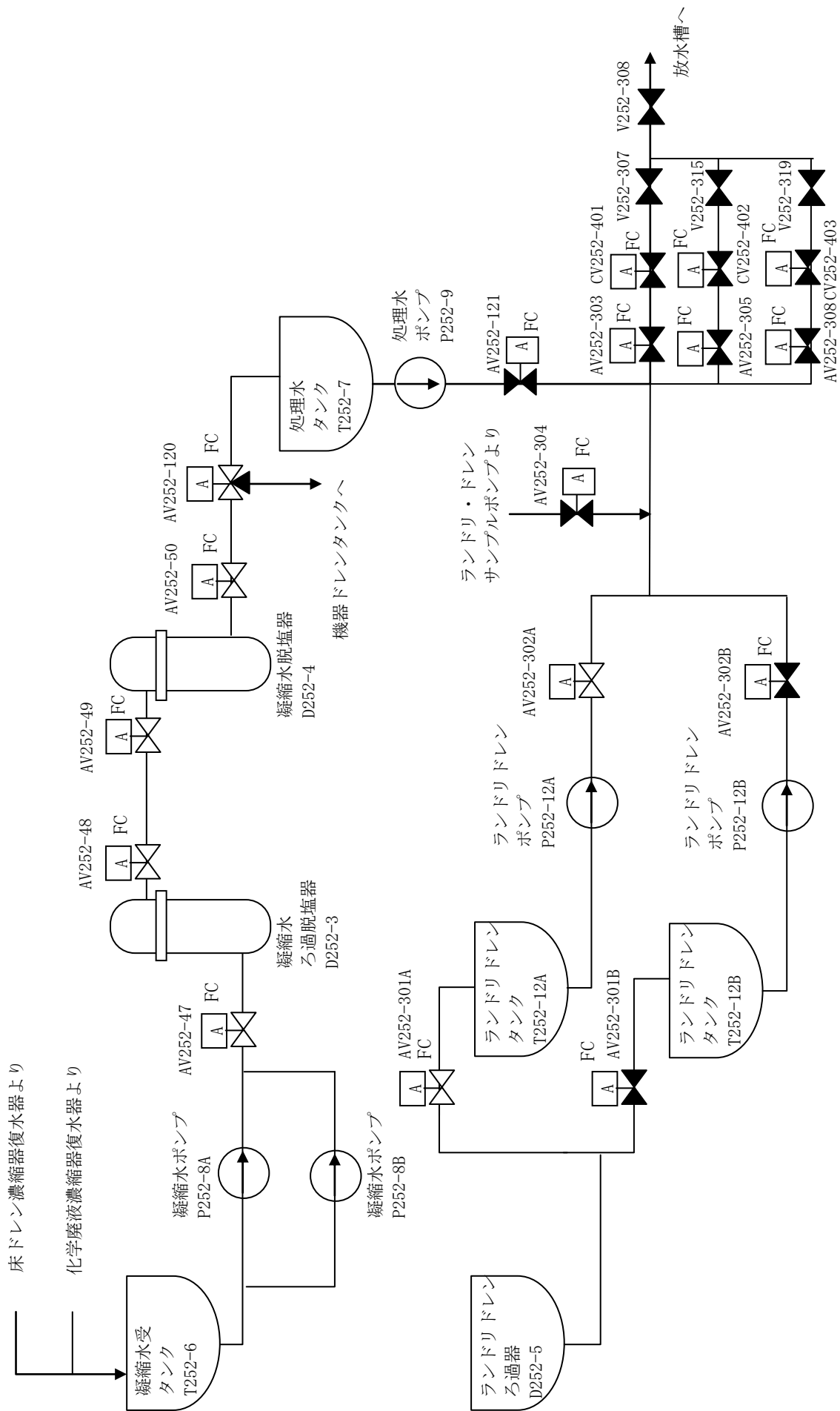
第9-3図 液体廃棄物処理系（サプレッション・チェンバ）排水機能）系統概要図



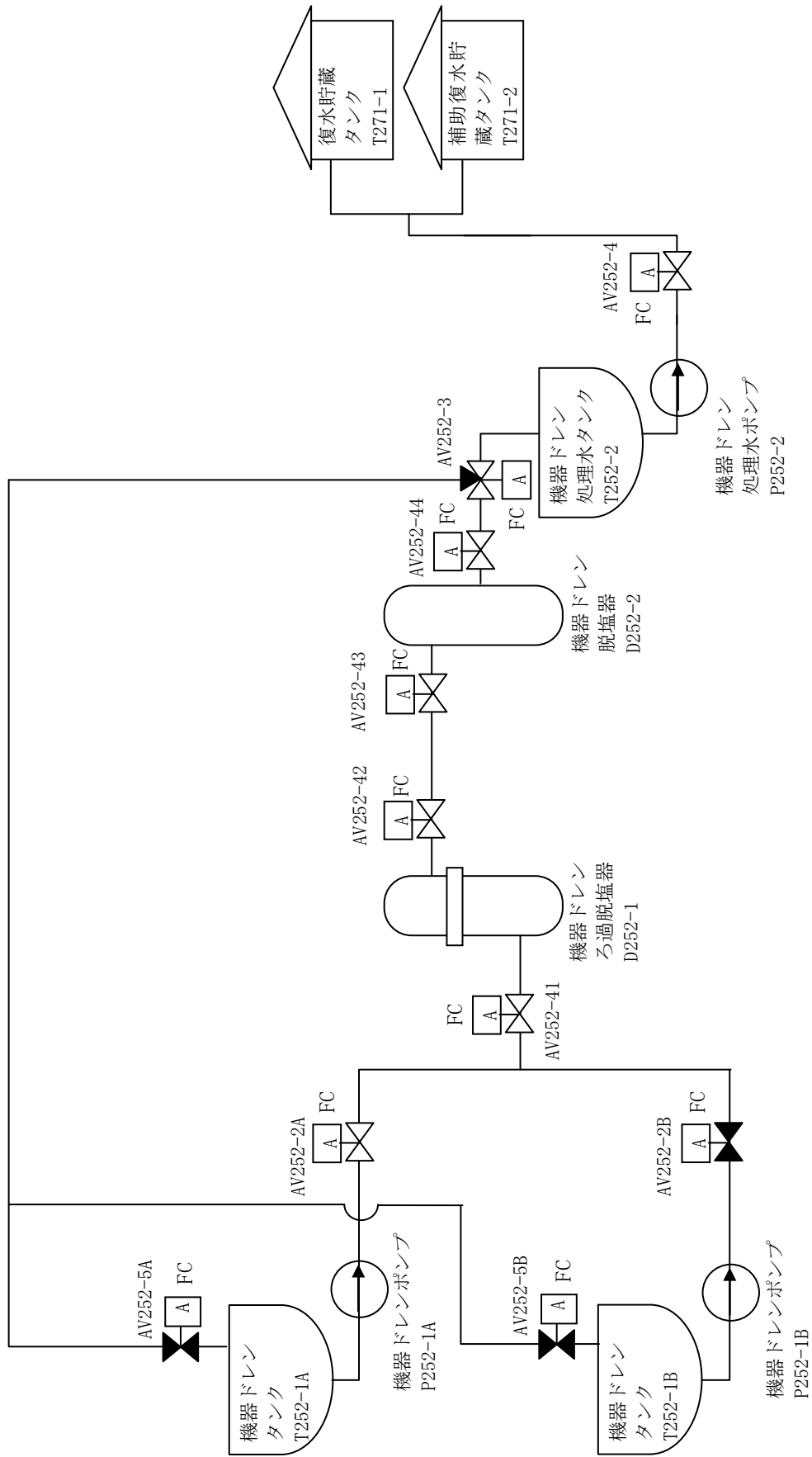
第9-4図 液体廃棄物処理系（床ドレン化学廃液系（その1））系統概要図



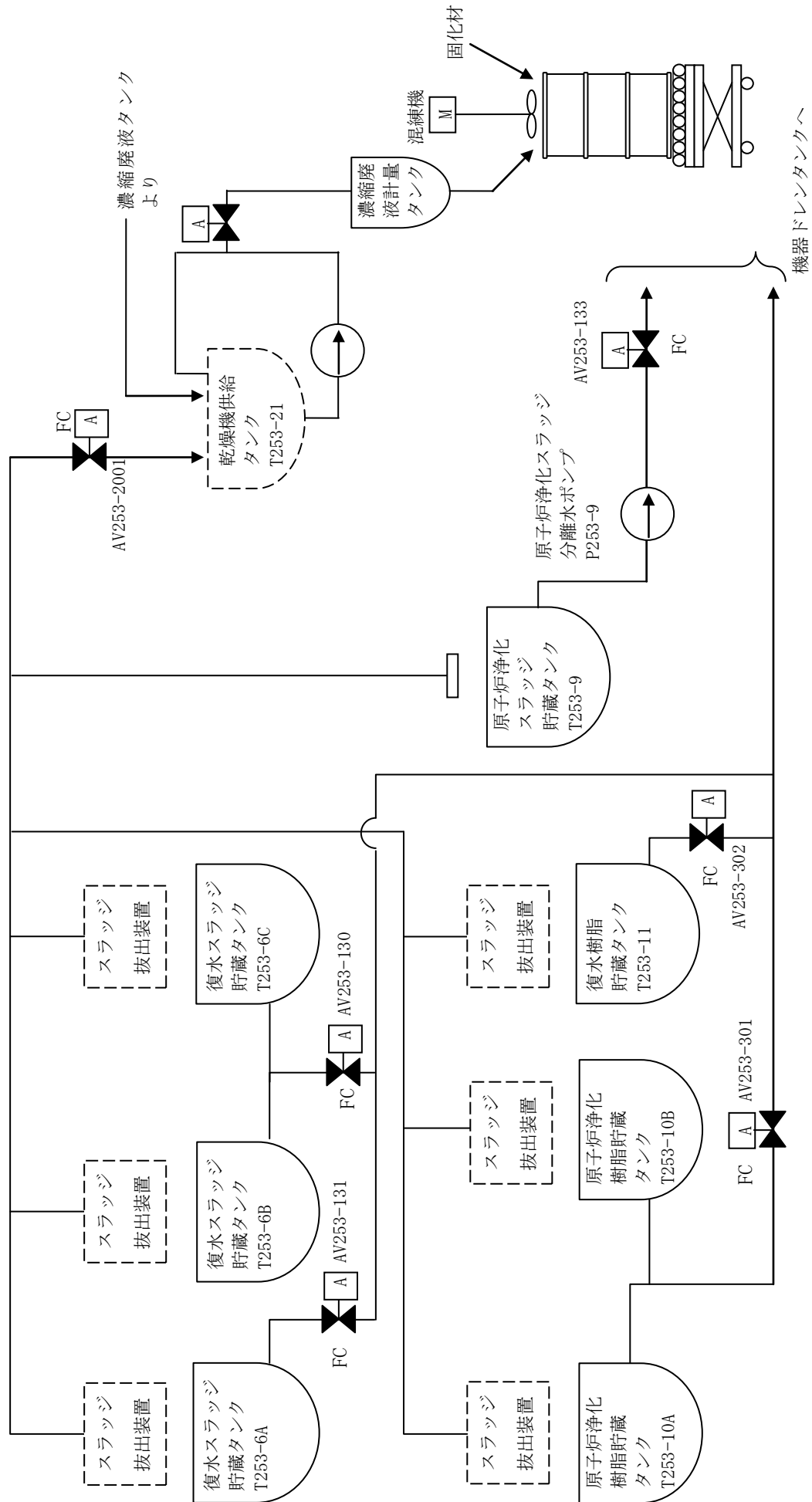
第9-5図 液体廃棄物処理系（床下レンタンク系（その2））系統概要図



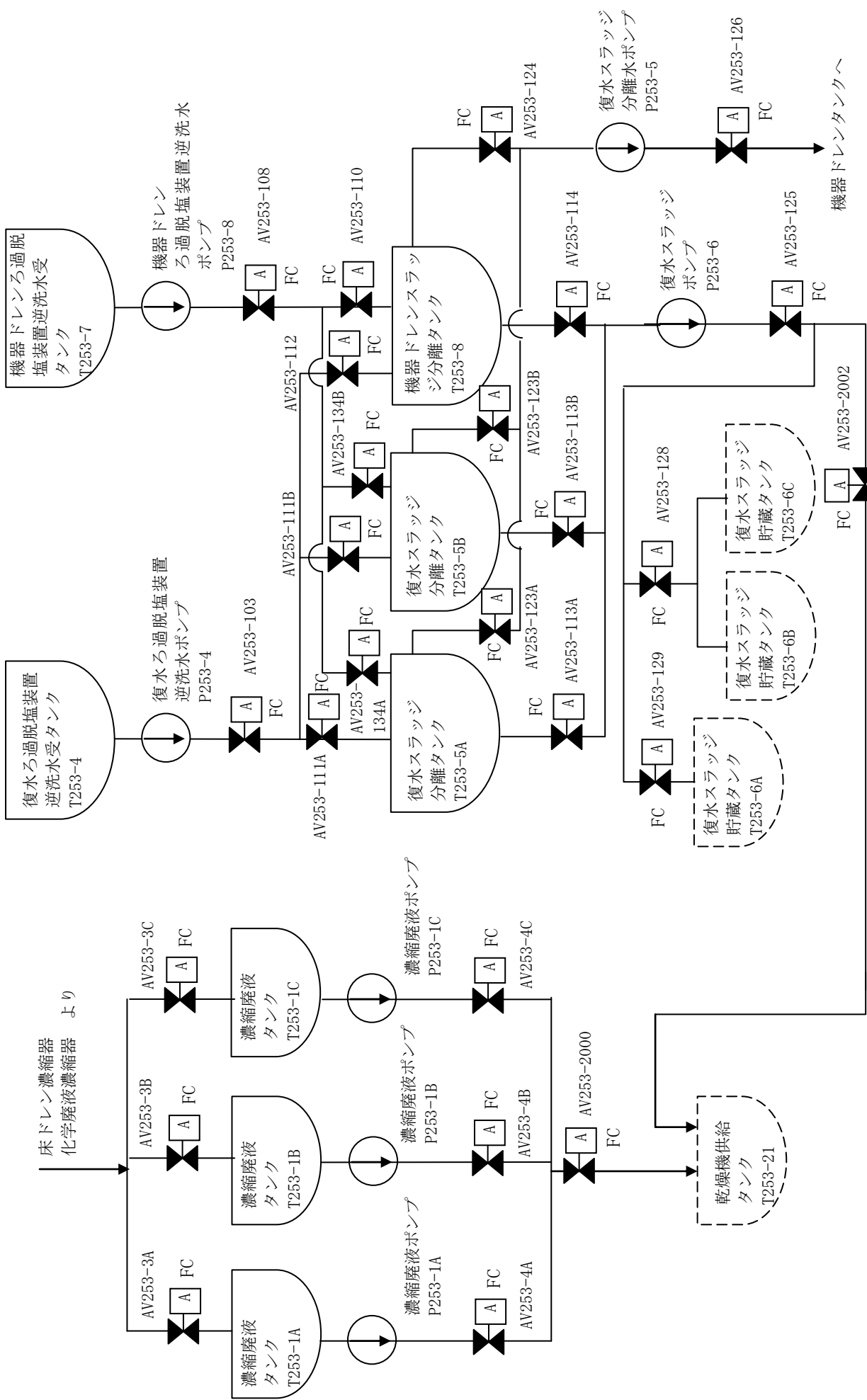
第9-6図 液体廃棄物処理系（床ドレン化学廃液系（その3））系統概要図



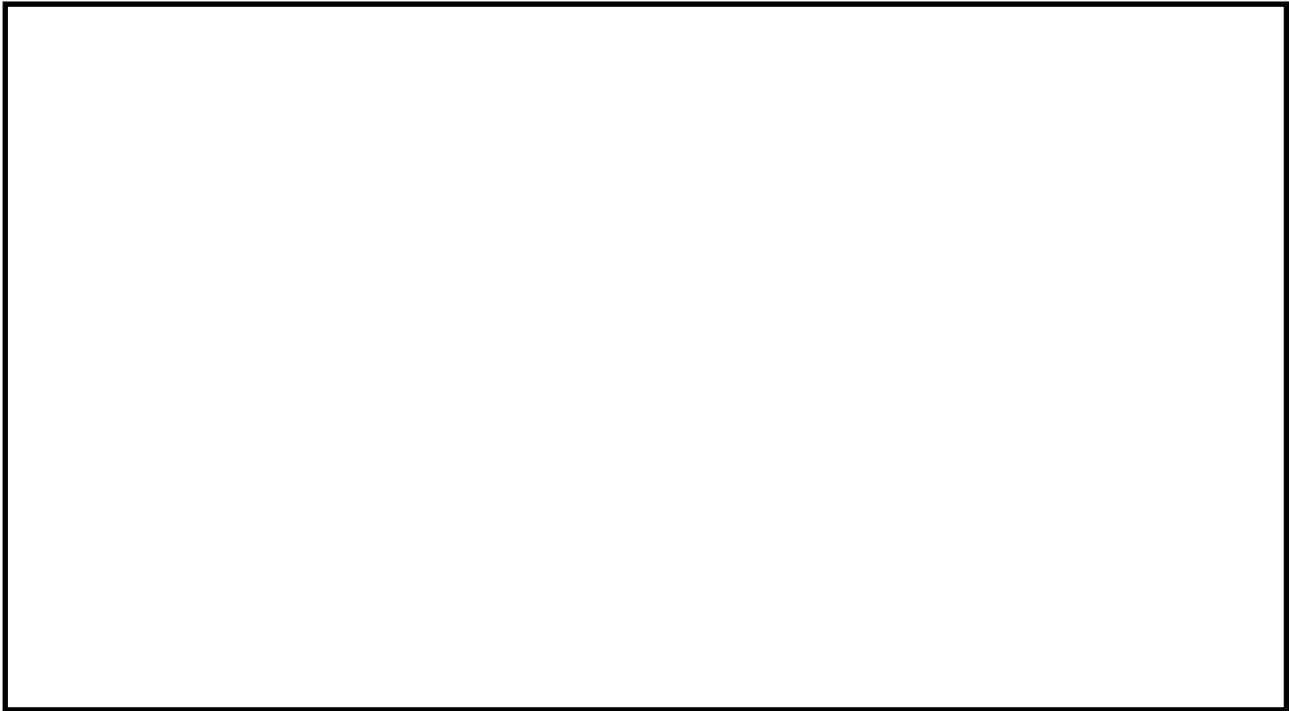
第9-7図 液体廃棄物処理系（機器ドレン系）系統概要図



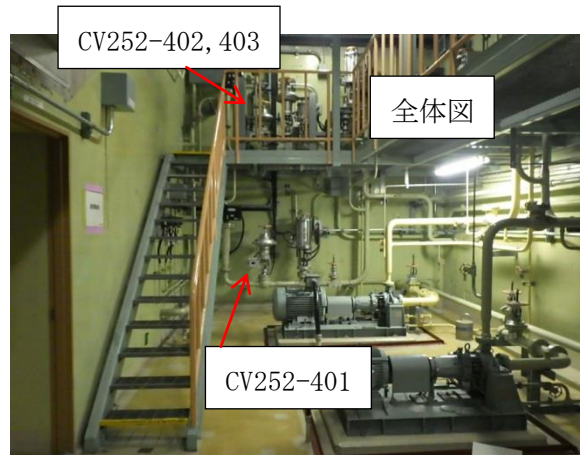
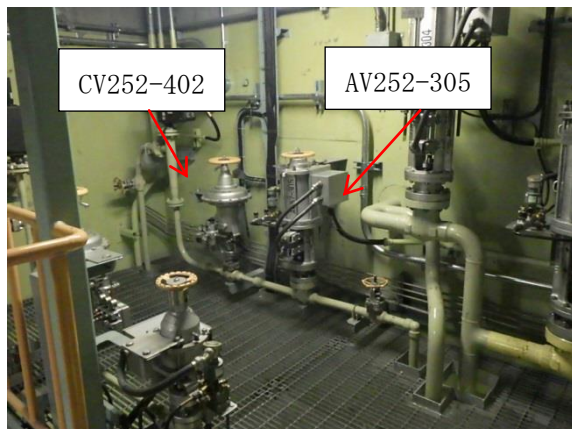
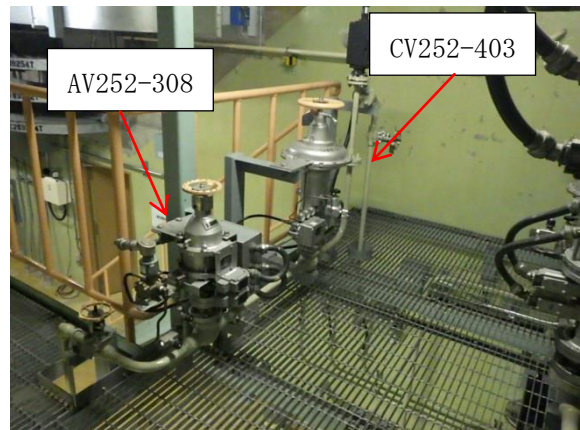
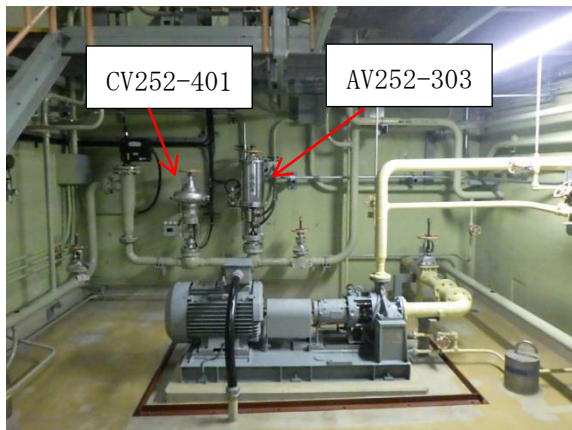
第9-8図 固体廃棄物処理系（その1）系統概要図



第9-9図 固体廃棄物処理系（その2）系統概要図



第9-10図 液体廃棄物処理系（床ドレン化学廃液系）機器配置



第9-11図 液体廃棄物処理系（床ドレン化学廃液系）の弁配置状況

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

放射性廃棄物処理施設（放射能インベントリの小さいもの）である固体廃棄物貯蔵所（ドラム缶）は、金属等の不燃性材料で構成される。ドラム缶に収め貯蔵するもののうち雑固体廃棄物については、第9-12図に示すフローチャートに従い分別し、「可燃」、「難燃」については、雑固体廃棄物焼却設備（焼却炉）で焼却した後の「不燃」の焼却灰の状態ドラム缶に収納することから、ドラム缶内部での火災による機能喪失は考えにくく、火災によって放射性物質貯蔵等の機能に影響が及ぶおそれはない。

一方、「不燃」には、金属等の不燃性材料をドラム缶に収納する際に収納するポリエチレン製の袋や識別用シールといった可燃物を含むものの、収納物は不燃性材料であること、ドラム缶の内部には危険物を含まないこと、ポリエチレンの発火点は350℃より高いこと、固体廃棄物貯蔵所（ドラム缶）内には高温となる設備がないことから、ドラム缶内部での火災発生は考えにくく、火災によって放射性物質貯蔵等の機能喪失に影響が及ぶおそれはない※。

また、固体廃棄物貯蔵所における放射性固体廃棄物の保管状況を確認するために、固体廃棄物貯蔵所を1週間に1回巡視するとともに、3ヶ月に1回保管量を確認する。

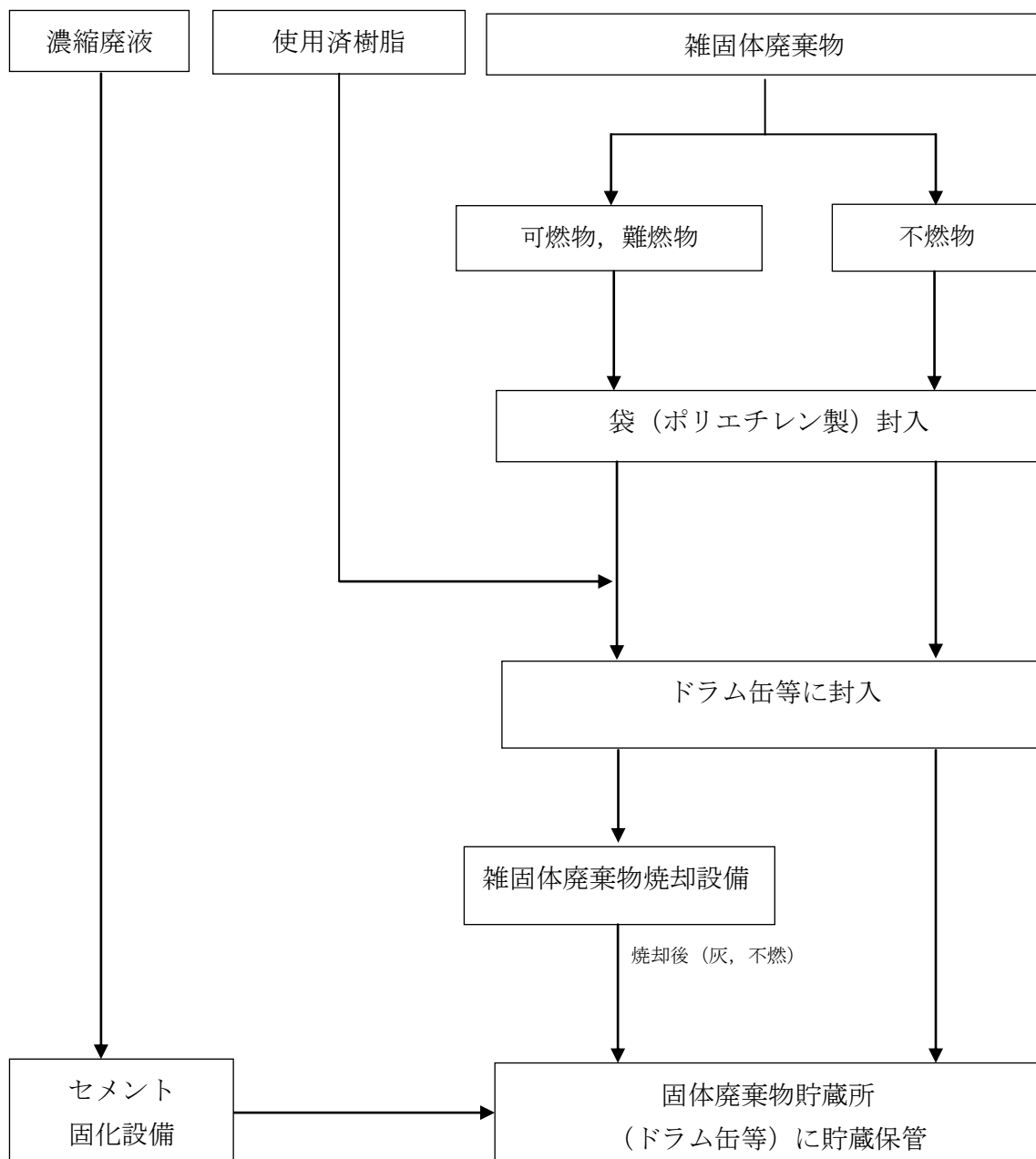
さらに、固体廃棄物貯蔵所はコンクリートで構築された建物である。

したがって、火災によって放射性物質の貯蔵機能に影響を及ぼす系統はなく、これらの機器については、消防法等に基づく火災防護対策を行う設計とする。

※：火災の影響で機能喪失のおそれがないもの

金属製の配管、タンク、手動弁、逆止弁等やコンクリート製の構造物等は、不燃性材料で構成されている。また、配管、タンク、手動弁、電動弁等（フランジ部等を含む）には内部の液体の漏えいを防止するため不燃性ではないパッキン類が装着されているが、これらは弁、フランジ等の内部に取り付けており、機器外の火災によってシート面が直接加熱されることはない。機器自体が外部からの炎に炙られて加熱されると、パッキンの温度も上昇するが、フランジへの取付けを模擬した耐火試験にて接液したパッキン類のシート面に機能喪失に至るような大幅な温度上昇が生じないことを確認している。仮に、万一、パッキン類が長時間高温になってシート性能が低下したとしても、シート部からの漏えいが発生する程度で、弁、配管等の機能が失われることはなく、他の機器等への影響もない。

以上より、不燃性材料のうち、金属製の配管、タンク、手動弁、逆止弁等やコンクリート製の構造物等で構成されている系統については、火災によっても原子炉の安全機能に影響を及ぼさないものとする。



第9-12 図 固体廃棄物貯蔵所（ドラム缶）貯蔵へのフローチャート

3.3. 放射性物質の貯蔵又は閉じ込めに必要な構築物，系統及び機器の特定

3.2. での検討の結果，添付資料2に示すとおり，火災時に「放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能」が喪失する系統はない。

ただし，火災時における原子炉建物の負圧維持の観点から，非常用ガス処理系については「火災防護に係る審査基準」に基づく火災防護対策を実施する。また，排気筒モニタについては，監視機能を有する中央制御室のプロセス放射線モニタ盤に対して「火災防護に係る審査基準」に基づく火災防護対策を実施する。

4. 放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能を有する構築物，系統及び機器の火災区域設定

放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能を有する構築物，系統及び機器を設置する区域を火災区域として設定する。火災区域については設置された構築物，系統及び機器の重要度に応じて火災の影響軽減対策を行う設計とする。原子炉建物の負圧維持の観点から，非常用ガス処理系を設置する建物並びに非常用ガス処理系設置区域に対して，以下の要求事項に従って3時間以上の耐火性能を有する耐火壁で隣接する他の火災区域と分離する設計とし，その他の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区域については，火災によりこれらの機能が喪失することはないが，隣接する他の火災区域と3時間以上の耐火性能を有するコンクリート壁により分離する設計とする。

「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）

1.2 用語の定義

(11) 「火災区域」耐火壁によって囲まれ、他の区域と分離されている建屋内の区域をいう。

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。

(3) 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されていること。

5. 火災感知設備の設置について

非常用ガス処理系を設置する火災区域に対しては、以下の要求事項に基づく火災感知設備を設置する。また、プロセス放射線モニタ盤を設置する中央制御室については、以下の要求事項に基づく火災感知設備を設置する。設置する火災感知設備については、8条-別添1-資料5に記載のものと同等とする。その他の火災区域については、消防法等に準じて火災感知設備を設置する設計とする。

「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 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に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。

6. 消火設備の設置について

非常用ガス処理系を設置する火災区域に対しては、以下の要求事項に基づく全域ガス消火設備を設置する。設置する全域ガス消火設備については、8条-別添1-資料6に記載のものと同等とする。

また、プロセス放射線モニタ盤を設置する中央制御室については、8条-別添1-資料1に記載のとおり、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な設計とすることから、消火活動が困難とならない火災区域として選定し、消火器で消火を行う設計とする。その他の火災区域については、消防法等に準じて消火設備を設ける設計とする。

「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 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。

なお、「2.2.1(2)消火設備」の要求事項を添付資料3に示す。

島根原子力発電所 2 号炉における
「重要度分類審査指針」に基づく放射性物質の
貯蔵又は閉じ込め機能並びに系統の
抽出について

重要度分類指針		島根原子力発電所2号炉				
分類	定義	機能	構造物、系統又は機器	放射性物質の貯蔵又は閉じ込めに必要な機能	火災による機能影響	
MS-1	1) 異常状態発生時に原子炉を緊急に停止し、残留熱を除去し、原子炉冷却材圧力バウンダリの過圧を防止し、敷地周辺公衆への過度の放射線の影響を防止する構造物、系統及び機器	1) 原子炉の緊急停止機能	原子炉停止系の制御棒による系(制御棒及び制御棒駆動系(スクラム機能))	制御棒 制御棒案内管 制御棒駆動機構 直接関連系 (原子炉停止系の制御棒による系) 窒素容器、配管・弁	-	(放射性物質の貯蔵又は閉じ込めに係わらない機能)
		2) 未臨界維持機能	原子炉停止系(制御棒による系、ほう酸水注入系)	制御棒 制御棒カププリング 制御棒駆動機構カププリング 直接関連系 (原子炉停止系の制御棒による系) ほう酸水注入系(ほう酸水注入ポンプ、注入弁、タンク出口弁、ほう酸水貯蔵タンク、ポンプ吸込配管・弁、注入配管・弁)	-	(放射性物質の貯蔵又は閉じ込めに係わらない機能)
		3) 原子炉冷却材圧力バウンダリの過圧防止機能	逃がし安全弁(安全弁としての閉機能)	逃がし安全弁(安全弁閉機能)	-	(放射性物質の貯蔵又は閉じ込めに係わらない機能)
		4) 原子炉停止後の除熱機能	残留熱を除去する系統(残留熱除去系(原子炉停止時冷却モード)、原子炉隔離時冷却系、高圧炉心スプレイス、逃がし安全弁(手動逃がし機能)、自動減圧系(手動逃がし機能))	残留熱除去系(ポンプ、熱交換器、原子炉停止時冷却モードのルートとなる配管・弁) 直接関連系(残留熱除去系) 熱交換器バイパス配管・弁 残留熱除去系(サプレッション・プール水冷却モード) 原子炉隔離時冷却系(ポンプ、サプレッション・プール、タービン、サプレッション・プールから注水先までの配管・弁)	-	(放射性物質の貯蔵又は閉じ込めに係わらない機能)

*各系統から抽出された機能に対して、火災による放射性物質の貯蔵又は閉じ込めに必要な機能への影響を個別に評価した結果を添付資料2に示す。

重要度分類指針		島根原子力発電所2号炉				
分類	定義	機能	構造物、系統又は機器	放射性物質の貯蔵又は閉じ込めに必要な機能	火災による機能影響	
MS-1	1) 異常状態発生時に原子炉を緊急に停止し、残留熱を除去し、原子炉冷却材圧力バウンダリの過圧を防止し、敷地周辺公衆への過度の放射線の影響を防止する構造物、系統及び機器	4) 原子炉停止後の除熱機能	<p>残留熱を除去する系統(残留熱除去系(原子炉停止時冷却モード)、原子炉隔離時冷却系、高圧炉心スプレイス系、逃がし安全弁(手動逃がし機能)、自動減圧系(手動逃がし機能))、</p> <p>直接関連系(高圧炉心スプレイス系)</p> <p>逃がし安全弁(手動逃がし機能)</p> <p>直接関連系(逃がし安全弁(手動逃がし機能))</p> <p>自動減圧系(手動逃がし機能)</p> <p>直接関連系(自動減圧系(手動逃がし機能))</p> <p>逃がし安全弁</p>	<p>タービンへの蒸気供給配管・弁</p> <p>ポンプミニマムフローライン配管・弁</p> <p>サブプレッション・プールのトレーナ</p> <p>潤滑油冷却器及びその冷却器までの冷却水供給配管</p> <p>高圧炉心スプレイス系(ポンプ、サブプレッション・プール、サブプレッション・プールからスプレイス先までの配管・弁、スプレイスバナー)</p> <p>直接関連系(高圧炉心スプレイス系)</p> <p>逃がし安全弁(手動逃がし機能)</p> <p>原子炉圧力容器から逃がし安全弁までの主蒸気配管</p> <p>自動減圧系(手動逃がし機能)</p> <p>原子炉圧力容器から逃がし安全弁までの主蒸気配管</p> <p>自動減圧系(手動逃がし機能)</p> <p>原子炉圧力容器から逃がし安全弁までの配管・弁</p>	—	(放射性物質の貯蔵又は閉じ込めに係わらない機能)

* 各系統から抽出された機器に対して、火災による放射性物質の貯蔵又は閉じ込めに必要な機能への影響を考慮し、火災防護対象の要否を個別に評価した結果を添付資料2に示す。

重要度分類指針		島根原子力発電所2号炉	
分類	定義	機能	構造物、系統又は機器
MS-1	1)異常状態発生時に原子炉を緊急に停止し、残留熱を除去し、原子炉冷却材圧力バウンダリの過圧を防止し、敷地周辺公衆への過度の放射線の影響を防止する構造物、系統及び機器	5)炉心冷却機能 非常用炉心冷却系(低圧注水系、低圧炉心スプレイ系、高圧炉心スプレイ系、自動減圧系)	残留熱除去系(低圧注水モード)(ポンプ、サブプレッション・ブール、サブプレッション・ブールから注水先までの配管・弁(熱交換器バイパスライン含む))
			直接関連系(残留熱除去系(低圧注水モード))
			ポンプミニマムフローライン配管・弁 サブプレッション・ブールストレナ
			低圧炉心スプレイ系(ポンプ、サブプレッション・ブール、サブプレッション・ブールからスプレイ先までの配管・弁、スプレイスパーージャ)
			直接関連系(低圧炉心スプレイ系)
			ポンプミニマムフローライン配管・弁 サブプレッション・ブールストレナ
			高圧炉心スプレイ系(ポンプ、サブプレッション・ブール、サブプレッション・ブールからスプレイ先までの配管・弁、スプレイスパーージャ)
			直接関連系(高圧炉心スプレイ系)
			サブプレッション・ブールストレナ ポンプミニマムフローライン配管・弁
			自動減圧系(逃がし安全弁)
			原子炉圧力容器から逃がし安全弁までの主蒸気配管 自動減圧系アキュムレータ、自動減圧系アキュムレータから逃がし安全弁までの配管・弁
			ジェットポンプ(事故時の炉心再冠水維持機能)
			放射線物質の貯蔵又は閉じ込めに必要な機能
			火災による機能影響

*各系統から抽出された機器に対して、火災による放射線物質の貯蔵又は閉じ込めに必要な機能への影響を個別に評価した結果を添付資料2に示す。

重要度分類指針			島根原子力発電所2号炉		
分類	定義	機能	構築物、系統又は機器	放射性物質の貯蔵又は閉じ込めに必要な機能	火災による機能影響
MS-1	1) 異常状態発生時に原子炉を緊急に停止し、残留熱を除去し、原子炉冷却材圧力パウンダリの過圧を防止し、敷地周辺公衆への過度の放射線の影響を防止する構築物、系統及び機器	6) 放射性物質の閉じ込め機能、放射線の遮へい及び放出低減機能	<p>原子炉格納容器 (格納容器本体、貫通部(ベネトレーション)、所員用エアロック、機器搬入ハッチ)</p> <p>直接関連系 (原子炉格納容器)</p> <p>原子炉建物 (原子炉建物原子炉棟)</p> <p>直接関連系 (原子炉建物原子炉棟)</p> <p>原子炉格納容器隔離弁及び格納容器ハウダリ配管</p> <p>直接関連系 (原子炉格納容器隔離弁及び格納容器ハウダリ配管)</p> <p>主蒸気流量制限器</p> <p>残留熱除去系 (格納容器冷却モード(ポンプ、熱交換器、サブプレッション・プール、サブプレッション・プールからサブレイ先(ドライウエル及びサブプレッション・プール気相部)までの配管・弁、格納容器サブレイ・ヘッダ(ドライウエル及びサブプレッション・プール))</p> <p>直接関連系 (残留熱除去系 (格納容器冷却モード))</p> <p>非常用ガス処理系 (排気ファン、フィルタ装置、原子炉建物原子炉棟吸込口から排気筒頂部までの配管・弁)</p> <p>乾燥装置 (乾燥機能部分)</p> <p>排気筒 (非常用ガス処理系排気管の支持機能)</p> <p>可燃性ガス濃度制御系 (再結合装置、格納容器から再結合装置までの配管・弁、再結合装置から格納容器までの配管・弁)</p> <p>残留熱除去系 (可燃性ガス濃度制御系)</p> <p>遮蔽設備 (原子炉遮蔽、一次遮蔽、二次遮蔽)</p>	○	<p>(原子炉格納容器及び原子炉建物は、コンクリート・金属等の不燃性材料で構成する構築物・構造物であること、一次系配管、主蒸気管等は金属等の不燃性材料で構成されており、火災による機能喪失は考えにくく、火災によって放射性物質の閉じ込め機能、放射線の遮へい及び放出低減機能に影響が及ぶおそれはない。また、火災により想定される事象(8条-別添1-資料10の8.に記載)が発生しても、原子炉の安全停止が可能であり、放射性物質が放出されるおそれはないことから、原子炉格納容器隔離弁、原子炉格納容器サブレイ冷却系、非常用ガス処理系及び可燃性ガス濃度制御系は火災発生時には要求されない。)</p> <p>○</p> <p>(非常用ガス処理系は、原子炉棟送排風機とともに、原子炉建物を負圧にする機能を有しており、火災発生時に原子炉建物の換気空調設備が機能喪失した場合でも非常用ガス処理系が使用可能であれば原子炉建物を負圧維持することができる。このため、原子炉建物の負圧を維持する観点から、非常用ガス処理系については、火災の発生防止対策、火災の感知・消火対策及び火災の影響軽減対策を実施する。)</p> <p>○</p> <p>(原子炉格納容器及び原子炉建物は、コンクリート・金属等の不燃性材料で構成する構築物・構造物であること、一次系配管、主蒸気管等は金属等の不燃性材料で構成されており、火災による機能喪失は考えにくく、火災によって放射性物質の閉じ込め機能、放射線の遮へい及び放出低減機能に影響が及ぶおそれはない。また、火災により想定される事象(8条-別添1-資料10の8.に記載)が発生しても、原子炉の安全停止が可能であり、放射性物質が放出されるおそれはないことから、原子炉格納容器隔離弁、原子炉格納容器サブレイ冷却系、非常用ガス処理系及び可燃性ガス濃度制御系は火災発生時には要求されない。)</p>

*各系統から抽出された機器に対して、火災による放射性物質の貯蔵又は閉じ込めに必要な機能への影響を個別に評価した結果を添付資料2に示す。

重要度分類指針		島根原子力発電所2号炉			
分類	定義	機能	建築物、系統又は機器	放射性物質の貯蔵又は閉じ込めに必要な機能	
MS-1	2) 安全上必須なその他の構 築物、系統及び機器	1) 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	安全保護系	原子炉保護系 工学的安全施設作動系	火災による機能影響 (放射性物質の貯蔵又は閉じ込めに係わらない機能)
		2) 安全上特に重要な関連機能	非常用所内電源系、制御 室及びその遮蔽・非常用 換気空調系、非常用補機 冷却水系、直流電源系(い ずれも、MS-1 関連のもの)	非常用所内電源系 (ディーゼル機関、発電機、ディーゼル発電機から非常用負荷までの配電設備及び電路) 非常用ディーゼル室送風機 燃料移送系 (ディーゼル燃料貯蔵タンクからディーゼル機関まで) 始動用空気系 (始動用空気だめ、(自動供給) からディーゼル機関まで) 吸気系 冷却水系 高圧炉心スプレイ電源系 (ディーゼル機関、発電機、ディーゼル発電機から非常用負荷までの配電設備及び電路) 高圧炉心スプレイ系ディーゼル室送風機 燃料移送系 (ディーゼル燃料貯蔵タンクからディーゼル機関まで) 始動用空気系 (始動用空気だめ、(自動供給) からディーゼル機関まで) 吸気系 冷却水系 中央制御室及び中央制御室遮蔽 中央制御室換気系「放射線防護機能及び有毒ガス防護機能」(ブラスター・ファン、非常用チャコール・フィルタ・ユニット、空調ユニット、再循環用ファン、排気ファン、ダクト及びびタンク) 原子炉補機冷却系 (ポンプ、熱交換器、非常用負荷冷却ポンプ配管・弁 (MS-1 関連)) 直接関連系 (原子炉補機冷却系) 原子炉補機海水系 (ポンプ、配管・弁 (MS-1 関連)) 直接関連系 (原子炉補機海水系) 高圧炉心スプレイ補機冷却系 (ポンプ、熱交換器、非常用負荷冷却ライン配管・弁 (MS-1 関連)) 直接関連系 (高圧炉心スプレイ補機冷却系)	

*各系統から抽出された機器に対して、火災による放射性物質の貯蔵又は閉じ込めに必要な機能への影響を考慮し、火災防護対象の要否を個別に評価した結果を添付資料2に示す。

島根原子力発電所2号炉			
分類	定義	機能	重要度分類指針
			構築物、系統又は機器
MS-1	2) 安全上必須なその他の構築物、系統及び機器	非常用所内電源系、制御室及びその遮蔽、非常用換気空調系、非常用補機冷却水系、直流電源系(いずれも、MS-1関連のもの)	<p>高圧炉心スプレイ補機海水系(ポンプ、配管・弁 (MS-1 関連))</p> <p>直接関連系(高圧炉心スプレイ補機海水系)</p> <p>取水路(屋外トレンチ含む)</p> <p>直流電源系(蓄電池、蓄電池から非常用負荷までの配電設備及び電路 (MS-1 関連))</p> <p>計測制御電源系(蓄電池から非常用計測制御装置までの配電設備及び電路 (MS-1 関連))</p>
			<p>放射線物質の貯蔵又は閉じ込めに必要な機能</p> <p>火災による機能影響</p> <p>(放射線物質の貯蔵又は閉じ込めに係らない機能)</p>
PS-2	1) その損傷又は故障により発生する事象によって、炉心の著しい損傷又は燃料の大量の破損を直ちに引き起こすおそれはないが、敷地外への過度の放射性物質の放出のおそれのある構築物、系統及び機器	<p>1) 原子炉冷却材を内蔵する機能(ただし、原子炉冷却材圧力バウンダリから除外されている計装等の小口径のもの及びバウンダリに直接接続されていないものは除く。)</p> <p>2) 原子炉冷却材圧力バウンダリに直接接続されていないものであって、放射性物質を貯蔵する機能</p>	<p>原子炉浄化系(原子炉冷却材圧力バウンダリから外れる部分)</p> <p>主蒸気系(格納容器隔離弁の外側)</p> <p>原子炉隔離時冷却系タービン蒸気供給ライン(原子炉冷却材圧力バウンダリから外れる部分であって外側隔離弁下流からタービン止め弁まで)</p>
			<p>(放射性物質の貯蔵又は閉じ込めに係らない機能)</p> <p>(気体廃棄物処理系のうち、配管、手動弁、排ガス予熱器、排ガス再結合器、排ガス復水器、排ガス除湿冷却器、排ガス脱湿塔、排ガススプレッドアウトアダプタ、希ガスホールドアダプタ、空気抽出器、排ガスフィルタは金属等の不燃性材料で構成する機成品であるため、火災による機能喪失は考えにくく、火災によって放射性物質を貯蔵する機に込込み側の空気作動弁 (AV251-5、AV251-6) はフェイル・クローズ設計であり、火災によって当該弁が自動的に閉止する。万一、当該弁が無動作となり当該弁が自動的に閉止する。万一、当該弁が誤動作した場合であっても、上流側に設置された希ガスホールドアダプタによって放射性物質が除去されることから、単一の火災によって放射性物質が放出されることはない。上記の弁以外の空気作動弁、電動弁については、火災による弁駆動部の機能喪失によって当該弁が開閉動作をしても、弁本体は金属等の不燃性材料で構成されており、火災による機能喪失は考えにくく、火災によって放射性物質を貯蔵する機能に影響が及ぶおそれはない。)</p>
			<p>排ガス処理系(活性炭式希ガスホールドアダプタ装置)</p> <p>燃料プール(使用済燃料貯蔵ラック含む)</p> <p>新燃料貯蔵庫「臨界を防止する機能」(新燃料貯蔵ラック)</p>

* 各系統から抽出された機器に対して、火災による放射性物質の貯蔵又は閉じ込めに必要な機能への影響を個別に評価した結果を添付資料2に示す。

重要度分類指針		島根原子力発電所2号炉				
分類	定義	機能	構築物、系統又は機器	放射性物質の貯蔵又は閉じ込めに必要な機能	火災による機能影響	
PS-2	1) その損傷又は故障により発生する事象によって、炉心の著しい損傷又は燃料の大量の破損を直ちに引き起こすおそれはないが、敷地外への過度の放射性物質の放出のおそれのある構築物、系統及び機器 2) 通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時に作動を要求されるものであって、その故障により、炉心冷却が損なわれる可能性の高い構築物、系統及び機器	3) 燃料を安全に取り扱う機能	燃料取扱設備	燃料取扱機	-	(放射性物質の貯蔵又は閉じ込めに係わらない機能)
			原子炉建物天井クレーン	原子炉ハウエル		
MS-2	1) PS-2の構築物、系統及び機器の損傷又は故障により敷地周辺公衆に与える放射線の影響を十分小さくするようにする構築物、系統及び機器	1) 安全弁及びび逃がし弁の吹き止まり機能 2) 燃料プールの補給機能	燃料取扱設備	逃がし安全弁 (吹き止まり機能に関連する部分)	-	(放射性物質の貯蔵又は閉じ込めに係わらない機能)
			非常用補給水系	残留熱除去系 (ポンプ、サブプレッション・プール、サブプレッション・プールから燃料プールまでの配管・弁) 直接関連系 (残留熱除去系) ポンプミニマムフローライの配管・弁 サブプレッション・プールのレーナ		

* 各系統から抽出された機器に対して、火災による放射性物質の貯蔵又は閉じ込めに必要な機能への影響を考慮し、火災防護対象の要否を個別に評価した結果を添付資料2に示す。

重要度分類指針		島根原子力発電所2号炉			
分類	定義	機能	放射線物質の貯蔵又は閉じ込めに必要な機能	構造物、系統又は機器	火災による機能影響
MS-2	1)PS-2の構造物、系統及び機器の損傷又は故障により敷地周辺公衆に与える放射線の影響を十分小さくするようにする構造物、系統及び機器	放射線性気体廃棄物処理系の隔離弁、排気筒(非常用ガス処理系排気管の支持機能以外)	排気筒(非常用ガス処理系排気管の支持機能以外の部分)	排気筒(非常用ガス処理系排気管の支持機能以外の部分)	(排ガス抽出口・排ガスブロワの吸込み側の空気作動弁(AV251-5、AV251-6)はフェイル・クローズ設計であり、火災によって当該弁が自動的に閉止する。万一、当該弁が誤動作した場合であっても、上流側に設置された希ガスホールドアップ塔によって放射性物質が除去されることから、排気筒、燃料プールの入口逆止弁は金属等の不燃性材料で構成され、火災による機能喪失は考えにくく、火災によって放射性物質放出の防止機能に影響が及ぶおそれはない。)
	2)放射性物質放出の防止機能	燃料集合体落下事故時放射線放出を低減する系	原子炉建物(原子炉建物原子炉棟) 非常用ガス処理系(排気ファン、フィルタ装置、原子炉建物原子炉棟吸込口から排気筒頂部までの配管・弁) 直接関連系(乾燥機部分) (非常用ガス処理系排気管の支持機能)	原子炉建物(原子炉建物原子炉棟) 非常用ガス処理系(排気ファン、フィルタ装置、原子炉建物原子炉棟吸込口から排気筒頂部までの配管・弁) 直接関連系(乾燥機部分) 排気筒(非常用ガス処理系排気管の支持機能)	(燃料集合体の落下事故は、燃料集合体移動時は燃料取替機に燃料集合体を機械的にラッチさせて吊り上げること、ラッチ部は不燃性材料で構成され火災による影響は受けにくいことから、火災により燃料集合体の落下事故は発生しない。よって、使用済燃料の落下事故時に要求される機能については、火災発生時には要求されない。)

*各系統から抽出された機器に対して、火災による放射線物質の貯蔵又は閉じ込めに必要な機能への影響を考慮し、火災防護対象の要否を個別に評価した結果を添付資料2に示す。

重要度分類指針		島根原子力発電所2号炉			
分類	定義	機能	構築物、系統又は機器	放射性物質の貯蔵又は閉じ込めに必要な機能	火災による機能影響
MS-2	1) 事故時のプラント状態の把握機能 2) 異常状態への対応上特に重要な構築物、系統及び機器	事故時監視計器の一部	<ul style="list-style-type: none"> 中性子束（起動領域モニタ） 原子炉スクラム用電磁接触器の状態又は制御棒位置 原子炉水位（広帯域、燃料域） 原子炉圧力 原子炉格納容器圧力 サブプレッション・プール水温 格納容器エリア放射線量率 [低温停止への移行]	-	-
			<ul style="list-style-type: none"> 原子炉圧力 原子炉水位（広帯域） [サブプレッション・プール冷却] 原子炉水位（広帯域、燃料域） サブプレッション・プール水温 [トライウエルズブレイ] 原子炉水位（広帯域、燃料域） 格納容器圧力 [可燃性ガス濃度制御系起動] 原子炉格納容器水素濃度 原子炉格納容器酸濃度 		
	2) 異常状態の緩和機能	BWRは対象外		-	-
	3) 制御室外からの安全停止機能	制御室外原子炉停止装置 （安全停止に関連するもの）	中央制御室外原子炉停止装置	-	（放射性物質の貯蔵又は閉じ込めに係わらない機能）

*各系統から抽出された機器に対して、火災による放射性物質の貯蔵又は閉じ込めに必要な機能への影響を考慮し、火災防護対象の要否を個別に評価した結果を添付資料2に示す。

重要度分類指針		島根原子力発電所2号炉				
分類	定義	機能	建築物、系統又は機器	放射性物質の貯蔵又は閉じ込めに必要な機能	火災による機能影響	
PS-3	1) 異常状態の起回事象となるものであって、PS-1及びPS-2以外の構築物、系統及び機器	1) 原子炉冷却材保持機能 (PS-1、PS-2以外のもの)	原子炉冷却材圧力バウンダリから除外される計装等の小口径配管、弁	計装配管・弁 計装配管・弁 燃料配管・弁 ドレン配管・弁 ベント配管・弁	— (放射性物質の貯蔵又は閉じ込めに係わらない機能)	— (放射性物質の貯蔵又は閉じ込めに係わらない機能)
		2) 原子炉冷却材の循環機能	原子炉冷却材再循環系	原子炉再循環ポンプ、配管・弁、ライザー管 (炉内)、ジェントポンプ	— (放射性物質の貯蔵又は閉じ込めに係わらない機能)	— (放射性物質の貯蔵又は閉じ込めに係わらない機能)
		3) 放射性物質の貯蔵機能	サブレーション・プール 水排水系、復水貯蔵タンク、放射性廃棄物処理施設 (放射能インベントリの小さいもの)	復水貯蔵タンク 液体廃棄物処理系 (タンク)	○	(液体廃棄物処理系の各機器は金属等の不燃性材料で構成する機械品であるため、火災による機能喪失は考えにくく、火災によって放射性物質を貯蔵する機能に影響が及ぶおそれはない。 各空気作動弁はフェイル・クローズ設計であり、火災によって当該弁の電磁弁のケープルが機能喪失すると電磁弁が準助磁となり当該弁は自動的に閉止する。万一、空気が作動弁が誤動作した場合であっても、機器ドレン系については、移送先が復水貯蔵タンク、補助復水貯蔵タンク若しくは床ドレンタンクであることから放射性物質が放出されることはない。復水貯蔵タンク、補助復水貯蔵タンク、新燃料貯蔵庫、サイトバンカ建物については、コンクリート・金属等の不燃性材料で構成する構造物であるため、火災による機能喪失は考えにくく、火災によって放射性物質の貯蔵機能に影響が及ぶおそれはない。)

*各系統から抽出された機器に対して、火災による放射性物質の貯蔵又は閉じ込めに必要な機能への影響を考慮し、火災防護対象の要否を個別に評価した結果を添付資料2に示す。

重要度分類指針		島根原子力発電所2号炉				
分類	定義	機能	構築物、系統又は機器	放射性物質の貯蔵又は閉じ込めに必要な機能	火災による機能影響	
PS-3	1) 異常状態の起回事象となるものであって、PS-1及びPS-2以外の構築物、系統及び機器	タービン、発電機及びその励磁装置、復水系(復水装置を含む)、給水系、循環水系、送電線、変圧器、開閉所	発電機及びその励磁装置 固定子冷却装置 発電機水素ガス冷却装置 軸密封油装置 励磁電源系 蒸気タービン(主タービン、主要弁、配管) タービン制御系 主蒸気系(主蒸気/駆動源) タービンラジアンダ蒸気系 タービン潤滑油系(配管・弁等) 抽気系(配管・弁等) タービンヒーターターボレント系(配管・弁等) タービンヒーターターボレント系(配管・弁等) 補助蒸気系 復水系(復水器、復水ポンプ、配管・弁) 直接開連系(復水系) 給水系(電動駆動給水ポンプ、タービン駆動給水ポンプ、給水加熱器、配管・弁) 循環水系(循環水ポンプ、配管・弁) 直接開連系(取水設備(屋外トレンチを含む)(循環水系)) 常用所内電源系(発電機又は外部電源系から所内負荷までの配電設備及び電路(MS-1開連以外)) 直流電源設備(蓄電池、蓄電池から常用負荷までの配電設備及び電路(MS-1開連以外))、充電器 計測制御用電源設備(電源装置から常用計測制御装置までの配電設備及び電路(MS-1開連以外)) 送電線 変圧器(所内変圧器、起動変圧器、予備変圧器、電路) 直接開連系(油劣化防止装置、冷却装置) 開閉所(母線、遮断器、断路器、電路)	発電機及びその励磁装置 固定子冷却装置 発電機水素ガス冷却装置 軸密封油装置 励磁電源系 蒸気タービン(主タービン、主要弁、配管) タービン制御系 主蒸気系(主蒸気/駆動源) タービンラジアンダ蒸気系 タービン潤滑油系(配管・弁等) 抽気系(配管・弁等) タービンヒーターターボレント系(配管・弁等) タービンヒーターターボレント系(配管・弁等) 補助蒸気系 復水系(復水器、復水ポンプ、配管・弁) 直接開連系(復水系) 給水系(電動駆動給水ポンプ、タービン駆動給水ポンプ、給水加熱器、配管・弁) 循環水系(循環水ポンプ、配管・弁) 直接開連系(取水設備(屋外トレンチを含む)(循環水系)) 常用所内電源系(発電機又は外部電源系から所内負荷までの配電設備及び電路(MS-1開連以外)) 直流電源設備(蓄電池、蓄電池から常用負荷までの配電設備及び電路(MS-1開連以外))、充電器 計測制御用電源設備(電源装置から常用計測制御装置までの配電設備及び電路(MS-1開連以外)) 送電線 変圧器(所内変圧器、起動変圧器、予備変圧器、電路) 直接開連系(油劣化防止装置、冷却装置) 開閉所(母線、遮断器、断路器、電路)	放射性物質の貯蔵又は閉じ込めに必要な機能	火災による機能影響
			4) 電源供給機能(非常用を除く。)	タービン、発電機及びその励磁装置、復水系(復水装置を含む)、給水系、循環水系、送電線、変圧器、開閉所	給水系(電動駆動給水ポンプ、タービン駆動給水ポンプ、給水加熱器、配管・弁) 循環水系(循環水ポンプ、配管・弁) 直接開連系(取水設備(屋外トレンチを含む)(循環水系)) 常用所内電源系(発電機又は外部電源系から所内負荷までの配電設備及び電路(MS-1開連以外)) 直流電源設備(蓄電池、蓄電池から常用負荷までの配電設備及び電路(MS-1開連以外))、充電器 計測制御用電源設備(電源装置から常用計測制御装置までの配電設備及び電路(MS-1開連以外)) 送電線 変圧器(所内変圧器、起動変圧器、予備変圧器、電路) 直接開連系(油劣化防止装置、冷却装置) 開閉所(母線、遮断器、断路器、電路)	放射性物質の貯蔵又は閉じ込めに必要な機能
		5) プラント計測・制御機能(安全保護機能を除く。)	原子炉制御系(制御棒価値ミニマイザを含む。)、原子炉バックアップ計測、原子炉プラントプロセス計測	放射性物質の貯蔵又は閉じ込めに必要な機能	火災による機能影響	

*各系統から抽出された機器に対して、火災による放射性物質の貯蔵又は閉じ込めに必要な機能への影響を考慮し、火災防護対象の要否を個別に評価した結果を添付資料2に示す。

重要度分類指針		島根原子力発電所2号炉			
分類	定義	機能	構築物、系統又は機器	放射性物質の貯蔵又は閉じ込めに必要な機能	火災による機能影響
PS-3	1) 異常状態の起回事象となるものであって、PS-1及びPS-2以外の構築物、系統及び機器 6) プラント運転補助機能	所内ボイラ、計装用圧縮空気系	補助ボイラ設備（補助ボイラ、給水タンク、給水ポンプ、配管・弁）	-	-
			直接関連系（補助ボイラ設備） 油系統（重油サービスタンク、重油ポンプ、配管・弁） 所内蒸気系（配管・弁） 計装用圧縮空気設備（空気圧縮機、配管・弁） 中間冷却器 後部冷却器 計装用圧縮空気設備（汽水分離器） 空気貯槽 原子炉補機冷却系（MS-1関連以外）（配管・弁） タービン補機冷却水系（ポンプ、熱交換器、配管・弁） 直接関連系（タービン補機冷却水系） サージタンク タービン補機海水系（ポンプ、配管・弁、ストレナー） 復水輸送系（ポンプ、配管・弁） 直接関連系（復水輸送系） 燃料被覆管 上/下部端栓 タイロッド 原子炉浄化系（再生熱交換器、非再生熱交換器、ポンプ、ろ過脱塩装置、配管・弁） 復水浄化系（復水ろ過装置、復水脱塩装置、配管・弁）		
PS-3	2) 原子炉冷却材中放射性物質濃度を通常運転に支障のない程度に低く抑える構築物、系統及び機器	1) 核分裂生成物の原子炉冷却材中への放射防止機能	燃料被覆管	-	-
		2) 原子炉冷却材の浄化機能	原子炉冷却材浄化系、復水浄化系	-	-

*各系統から抽出された機器に対して、火災による放射性物質の貯蔵又は閉じ込めに必要な機能への影響を考慮し、火災防護対象の要否を個別に評価した結果を添付資料2に示す。

重要度分類指針		島根原子力発電所2号炉						
分類	定義	機能	構造物、系統又は機器	放射性物質の貯蔵又は閉じ込めに必要な機能	火災による機能影響			
MS-3	1) 運転時の異常な過渡変化があっても、MS-1、MS-2とあいまって、事象を緩和する構造物、系統及び機器	1) 原子炉圧力の上昇の緩和機能	逃がし安全弁(逃がし弁機能)、タービンバイパス弁	逃がし安全弁(逃がし弁機能) 原子炉圧力容器から逃がし安全弁までの主蒸気配管 逃がし安全弁アキュムレータ、逃がし安全弁アキュムレータから逃がし安全弁までの配管・弁 タービンバイパス弁	-	(放射性物質の貯蔵又は閉じ込めに係わらない機能)		
		2) 出力上昇の抑制機能	原子炉冷却材再循環系(再循環ポンプトリップ機能)、制御棒引抜監視装置	原子炉圧力容器からタービンバイパス弁までの主蒸気配管 タービンバイパス弁アキュムレータ、タービンバイパス弁アキュムレータからタービンバイパス弁までの配管・弁			-	(放射性物質の貯蔵又は閉じ込めに係わらない機能)
		3) 原子炉冷却材の補給機能	制御棒駆動水圧系	制御棒駆動水圧系(ポンプ、復水貯蔵タンク、復水貯蔵タンクから制御棒駆動機構までの配管・弁) 直接関連系(制御棒駆動水圧系) ポンプサクションフィルタ ポンプミニニウムフロライン配管・弁				

*各系統から抽出された機器に対して、火災による放射性物質の貯蔵又は閉じ込めに必要な機能への影響を考慮し、火災防護対象の要否を個別に評価した結果を添付資料2に示す。

重要度分類指針		島根原子力発電所2号炉			
分類	定義	機能	構造物、系統又は機器		
MS-3	2) 異常状態への対応上必要な構造物、系統及び機器	1) 緊急時対策上重要なもの及び異常状態の把握機能	<p>緊急時対策所</p> <p>情報収集設備 通信連絡設備 資料及び器材 遮蔽設備</p> <p>試験採取系（異常時に必要な以下の機能を有するもの。原子炉冷却材放射性物質濃度サンプリング分析、格納容器雰囲気放射性物質濃度サンプリング分析） 通信連絡設備（1つの専用回路を含む複数の回路を有する通信連絡設備） 排気筒モニタ</p>	<p>放射性物質の貯蔵又は閉じ込めに必要な機能</p> <p>—</p>	<p>火災による機能影響</p> <p>—</p> <p>(放射性物質の貯蔵又は閉じ込めに係わらない機能)</p>
			<p>原子力発電所緊急時対策所、試験採取系、通信連絡設備、放射線監視設備、事故時監視計器の一部、消火系、安全避難通路、非常用照明</p> <p>補助消火水槽、サイトベンカ建物消火タンク、44m 盤消火タンク、45m 盤消火タンク、50m 盤消火タンク、ポンプ 泡消火設備 固定式ガス消火設備</p> <p>防火扉、防火ダンパ、防火壁、隔壁（消火設備の機能を維持・担保するため必要なもの） 安全避難通路 直接関連系（安全避難通路） 非常用照明</p>	<p>—</p> <p>一部○</p> <p>(排気筒モニタについては、設計基準事故時に中央制御室のプロセス放射線モニタ盤で監視を行う設備として整理していることから、重要度を踏まえ火災防護対策を行う設計とする。)</p> <p>—</p> <p>(放射性物質の貯蔵又は閉じ込めに係わらない機能)</p>	

*各系統から抽出された機器に対して、火災による放射性物質の貯蔵又は閉じ込めに必要な機能への影響を考慮し、火災防護対象の要否を個別に評価した結果を添付資料2に示す。

島根原子力発電所 2 号炉における
放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能を達成する
ための機器リスト

添付資料 2

放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能を達成するための機器リスト

※以下の対策を実施する設計とする。

- ①火災防護に係る審査基準に基づく火災防護対策
- ②消防法又は建築基準法に基づく火災防護対策

系統又は機器番号	系統又は機器名称	機種	機能	対策	備考
	気体廃棄物処理系	配管, 排ガス予熱器, 排ガス再結合器, 排ガス復水器, 排ガス除湿冷却器, 排ガス脱湿塔, 希ガスホールドアップ塔, 空気抽出器排ガスフィルタ	原子炉冷却材圧力バウンダリに直接接続されていないものであるため, 放射性物質を貯蔵する機能	②	当該系統の各機器は不燃材で構成されており, 火災により放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能に影響を与えるものではない。
		空気作動弁		②	当該弁はフェイル・クローズ設計であり, 自動的に閉止する。また, 万一の誤作動を想定した場合であっても上流側に設置された希ガスホールドアップ塔によって放射性物質が除去されることから, 火災により放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能に影響を与えるものではない。
	プロセス放射線モニタ系	排気筒モニタ		②	設計基準事故時の異常状態監視に必要であることから設備の重要度に応じた火災防護対策を行う。隣接した検出器間 (A, B間) を耐火壁により分離することにより, 単一火災で同時に機能喪失しないよう設計し, 消防法等に基づく火災防護対策を行う設計とする。
	燃料プール	燃料プール (燃料貯蔵ラックを含む)		②	当該機器は不燃材で構成されており, 火災により放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能に影響を与えるものではない。
	新燃料貯蔵庫	新燃料貯蔵庫		②	当該機器は不燃材で構成されており, 火災により放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能に影響を与えるものではない。
	液体廃棄物処理系 (サブプレッション・チェンバ水排水機能)	配管, トーラス水受けタンク		放射性物質の貯蔵機能	②
		空気作動弁	②		当該弁はフェイル・クローズ設計であり, 自動的に閉止する。また, 万一の誤動作を想定した場合であっても移送先が機器ドレンタンク若しくは床ドレンタンクであることから, 火災によって放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能に影響を与えるものではない。
	復水貯蔵タンク, 補助復水貯蔵タンク	容器	②	当該機器は不燃材で構成されており, 火災により放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能に影響を与えるものではない。	
	液体廃棄物処理系 (機器ドレン系)	配管, タンク, ろ過脱塩器, 脱塩器, 濃縮器, 濃縮器復水器	空気作動弁	②	当該系統の各機器は不燃材で構成されており, 火災により放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能に影響を与えるものではない。
		空気作動弁		②	当該弁はフェイル・クローズ設計であり, 自動的に閉止する。また, 万一の誤動作を想定した場合であっても機器ドレン系については, 移送先が復水貯蔵タンク, 補助復水貯蔵タンク若しくは床ドレンタンクであることから放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能に影響を与えるものではない。

本資料のうち, 枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

系統又は機器番号	系統又は機器名称	機種	機能	対策	備考	
	液体廃棄物処理系（機器ドレン系）	配管，タンク，ろ過脱塩器，脱塩器，濃縮器，濃縮器復水器	放射性物質の貯蔵機能	②	当該の系統の各機器は不燃材で構成されており，火災により放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能に影響を与えるものではない。	
		空気作動弁		②	当該弁はフェイル・クローズ設計であり，自動的に閉止する。また，万一の誤動作を想定した場合であっても機器ドレン系については，移送先が復水貯蔵タンク，補助復水貯蔵タンク若しくは床ドレンタンクであることから放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能に影響を与えるものではない。	
	液体廃棄物処理系（床ドレン化学廃液系）	配管，タンク，ろ過脱塩器，脱塩器，濃縮器，濃縮器復水器		②	当該の系統の各機器は不燃材で構成されており，火災により放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能に影響を与えるものではない。	
		空気作動弁		②	当該弁はフェイル・クローズ設計であり，自動的に閉止する。また，万一の誤動作を想定した場合であっても系外放出ラインに直列に3個の空気作動弁を設置しており，単一の誤動作では放射性物質が放出されることはないことから火災により放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能に影響を与えるものではない。	
	固体廃棄物処理系	固体廃棄物貯蔵庫（ドラム缶）		②	不燃材で構成されており，火災により放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能に影響を与えるものではない。	
	原子炉格納容器	容器		②	当該機器は不燃材で構成されており，火災により放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能に影響を与えるものではない。	
	原子炉格納容器隔離弁	空気作動弁，電動弁		②	原子炉の安全停止に必要な機器等に対して火災防護対策を実施することにより，火災により想定される事象が発生しても原子炉の安全停止が可能であり，放射性物質が放出されるおそれはない。	
	原子炉格納容器スプレイ冷却系	配管，電動弁，ポンプ		②	原子炉の安全停止に必要な機器等に対して火災防護対策を実施することにより，火災により想定される事象が発生しても原子炉の安全停止が可能であり，放射性物質が放出されるおそれはない。	
	原子炉棟 原子炉棟給排気隔離弁	建物		放射性物質の閉じ込め機能，放射線の遮へい及び放出低減機能	②	当該機器は不燃材で構成されており，火災により放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能に影響を与えるものではない。
		空気作動弁		②	当該弁は通常時開，機能要求時開である。火災の影響を受け機能喪失した場合はフェイル・クローズ設計であるため機能要求は満足する。また，万一の誤動作を想定した場合であっても多重化されていることから，系統機能に影響を与えるものではない。	
非常用ガス処理系	空気作動弁，電動弁，排風機，処理装置	①	火災時における原子炉棟の負圧維持の観点から「火災防護に係る審査基準」に基づく火災防護対策を実施する。			
可燃性ガス濃度制御系	配管，電動弁，ブロウ，加熱器，再結合器，冷却器，気水分離器	②	原子炉の安全停止に必要な機器等に対して火災防護対策を実施することにより，火災により想定される事象が発生しても原子炉の安全停止が可能であり，放射性物質が放出されるおそれはない。			

本資料のうち，枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

系統又は 機器番号	系統又は 機器名称	機種	機能	対策	備考
	非常用補給水系 (残留熱除去系)	配管, ポンプ, 熱交換器, 電動弁	燃料プール水の 補給機能	②	当該系統の機能が喪失しても, 燃料プールの水位が遮へい水位まで低下するまでに時間的余裕があり, その間に電動弁の手動操作等によって機能を復旧することができることから, 火災により放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能に影響を与えるものではない。
	気体廃棄物処理系の隔離弁	空気作動弁	放射性物質放出 の防止機能	②	当該弁はフェイル・クローズ設計であり, 自動的に閉止する。また, 万一の誤動作を想定した場合であっても排ガス抽出器, 排ガ스로ウ側の上流側に設置された希ガスホールドアップ塔によって放射性物質が除去されることから, 火災により放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能に影響を与えるものではない。
	排気筒	排気筒		②	当該機器は不燃材で構成されており, 火災により放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能に影響を与えるものではない。

本資料のうち, 枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

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な照明器具を、必要な火災区域及びその出入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5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（1,136m³）以上としている。

島根原子力発電所2号炉における
内部火災影響評価について

<目 次>

1. 概要
2. 要求事項
3. 内部火災影響評価手順の概要
4. 火災区域特性表の作成（情報及びデータの収集・整理）
 - 4.1. 火災区域の特定
 - 4.2. 火災区域の火災ハザードの特定
 - 4.3. 火災区域の防火設備
 - 4.4. 隣接火災区域への火災伝播経路
 - 4.5. 火災により影響を受ける火災防護対象機器の特定
 - 4.6. 火災により影響を受ける火災防護対象ケーブルの特定
 - 4.7. 火災シナリオの設定
5. 一次スクリーニング
 - 5.1. 隣接区域との境界の開口の確認
 - 5.2. 等価時間と障壁の耐火性能の確認
6. 二次スクリーニング
 - 6.1. 隣接火災区域に影響を与えない火災区域の火災影響評価
 - 6.1.1. 安全停止パスの確認
 - 6.1.2. スクリーンアウトされる火災区域
 - 6.1.3. スクリーンアウトされない火災区域
 - 6.2. 隣接火災区域に影響を与える火災区域に対する火災影響評価
 - 6.2.1. 当該火災区域のターゲットの確認
 - 6.2.2. 隣接火災区域のターゲットの確認
 - 6.2.3. 安全停止パスの確認
 - 6.2.4. スクリーンアウトされる火災区域
 - 6.2.5. スクリーンアウトされない火災区域
7. 内部火災影響評価結果
 - 7.1. 一次スクリーニング（隣接火災区域への火災伝播評価）
 - 7.2. 二次スクリーニング
 - 7.2.1. 隣接火災区域に影響を与える火災区域に対する火災影響評価
 - 7.2.2. 隣接火災区域に影響を与えない火災区域に対する火災影響評価
8. 火災により想定される事象の確認結果

- 添付資料 1 島根原子力発電所 2 号炉における火災区域番号について
- 添付資料 2 島根原子力発電所 2 号炉の内部火災影響評価に係る安全停止パスに必要な系統について
- 添付資料 3 島根原子力発電所 2 号炉の火災区域特性表の例
- 添付資料 4 島根原子力発電所 2 号炉隣接火災区域への火災伝播評価結果
- 添付資料 5 島根原子力発電所 2 号炉隣接火災区域に影響を与える火災区域の火災影響評価結果
- 添付資料 6 島根原子力発電所 2 号炉における火災区域内の火災影響評価結果
- 参考資料 1 島根原子力発電所 2 号炉における火災により想定される事象の確認結果

島根原子力発電所2号炉における 内部火災影響評価について

1. 概要

「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。）は、発電用原子炉施設が火災によりその安全性が損なわれないよう、必要な火災防護対策を要求しており、「原子力発電所の内部火災影響評価ガイド」（以下「内部火災影響評価ガイド」という。）では、これらの要求に基づく火災防護対策により、発電用原子炉施設内で火災が発生しても、原子炉の高温停止及び低温停止に係る安全機能が確保されることを確認するために実施する内部火災影響評価の手順の一例が示されている。

本資料では、島根原子力発電所2号炉に対して「内部火災影響評価ガイド」を参照して内部火災影響評価を行い、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する。

2. 要求事項

内部火災影響評価は、「火災防護に係る審査基準」の「2.3 火災の影響軽減 2.3.2」に基づき実施することが要求されている。

2.3.2 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できる設計であること。

また、原子炉の高温停止及び低温停止が達成できることを、火災影響評価により確認すること。（火災影響評価の具体的手法は「原子力発電所の内部火災影響評価ガイド」による。）

（参考）

「高温停止及び低温停止できる」とは、想定される火災の原子炉への影響を考慮して、高温停止状態及び低温停止状態の達成、維持に必要な系統及び機器がその機能を果たすことができることをいう。

また、いかなる火災によっても原子炉を高温停止及び低温停止できる設計であることを確認する際、原子炉の安全確保の観点により、内部火災影響評価ガイドにおいて要求される以下の事項を考慮する。

4. 火災時の原子炉の安全確保

3. に想定する火災に対して、

- 原子炉の安全停止に必要な機能を有する系統が、その安全機能を失わないこと（信頼性要求に基づき独立性が確保され、多重性又は多様性を有する系統が同時にその機能を失わないこと）。

内部火災により原子炉に外乱が及び、かつ、安全保護系、原子炉停止系の作動を要求される場合には、その影響（火災）を考慮し、安全評価指針に基づき安全解析を行う必要がある。

なお、「発電用軽水型原子炉施設の火災防護に関する審査指針」（以下「火災防護審査指針」という。）では、下記のとおり要求されている。

3-2 原子炉施設内のいかなる場所の想定される火災に対しても、この火災により原子炉に外乱が及び、かつ、安全保護系、原子炉停止系の作動を要求される場合には、単一故障を仮定しても、原子炉を高温停止できる設計であること。

低温停止に必要な系統は、原子炉施設内のいかなる場所の想定される火災によっても、その機能を失わない設計であること。

（解説）

- (1) 3-2の要求事項は、安全設計審査指針の指針9. に定める原子炉施設一般の要求事項である信頼性に関する設計上の考慮における考え方を、火災による外乱発生時にも適用したものである。「単一故障を仮定」とは、想定される火災により出力運転中の原子炉に外乱が及び、原子炉を速やかに停止し、かつ、停止状態を維持する必要がある場合、高温停止のため新たに作動が要求される安全保護系、原子炉停止系の機器に単一故障（原子炉又は蒸気発生器に給水する系統の機器の新たな作動が要求される場合には、その系統の機器に単一故障）を仮定することを要求するものである。大規模な地震等の過酷な自然現象の発生により火災が発生する可能性が1-3の措置を講じることにより十分低減されている構築物、系統及び機器で火災が発生し、又は当該自然現象と無関係に火災が発生する場合については、当該火災と無関係な故障まで考慮する必要はない。
- (2) 「高温停止できる」とは、想定される火災の原子炉への影響を考慮して、高温停止状態の達成に必要な系統及び機器がその機能を果たすことができることをいう。
- (3) 「その機能を失わない設計であること」とは、低温状態に移行する場合にあっては低温停止に必要な系統のうち少なくとも一つは機能すること、低温停止状態を維持する場合にあっては低温停止状態が維持されることをいう。

3. 内部火災影響評価手順の概要

「内部火災影響評価ガイド」を参照して実施した島根原子力発電所2号炉の内部火災影響評価の手順の概要を示す（第10-1図）。

火災区域は、火災防護対象機器及び火災防護対象ケーブル（以下「ターゲット」という。）の設置状況を考慮し各建物に設定する（8条-別添1-資料3参照）。

設定した各火災区域について、「情報及びデータ収集・整理」として可燃性物質、機器、ケーブル、隣接区域との関係等を調査し、各火災区域の特徴を示す「火災区域特性表」を作成する。

一次スクリーニングとして、当該火災区域の火災影響評価を実施する前に、隣接火災区域への火災伝播評価を実施し、隣接火災区域への影響の有無を確認する。

一次スクリーニングの結果、「隣接火災区域に影響を与えない火災区域」については、二次スクリーニングとして、当該火災区域内の全可燃性物質の燃焼、全機器の機能喪失を想定し、原子炉の安全停止に必要な成功パス（以下「安全停止パス」という。）の有無を確認する。

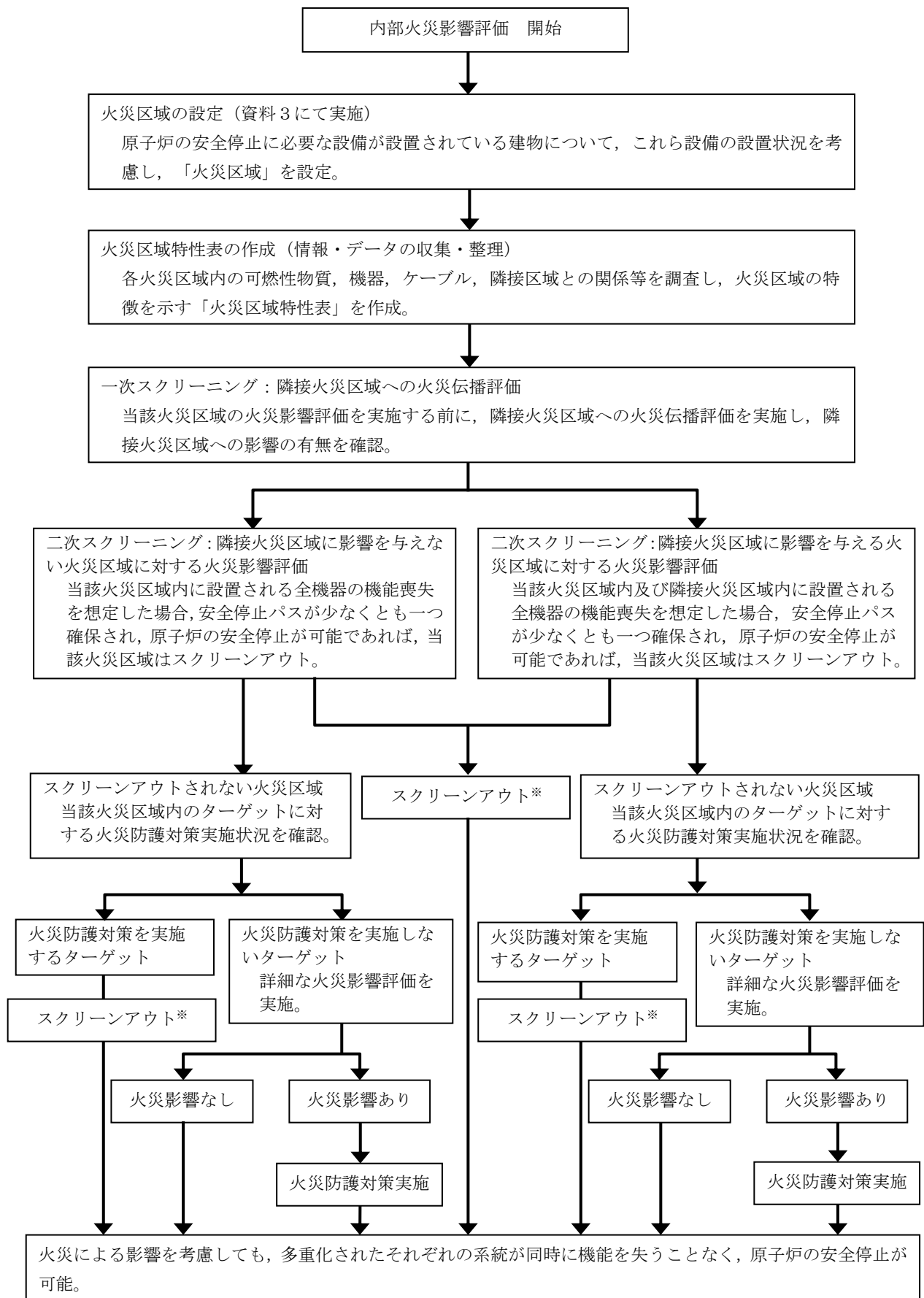
安全停止パスが少なくとも一つ確保され、原子炉の安全停止が可能であれば、当該火災区域をスクリーンアウトする。

スクリーンアウトされない火災区域については、当該火災区域に設置されたターゲットが「火災防護に係る審査基準」の「2.3 火災の影響軽減」に基づく火災防護対策の対象か否かを確認する。火災防護対策の対象となっていないターゲットが存在する場合には、詳細な火災影響評価を行い、原子炉の高温停止及び低温停止を達成し、維持する機能への影響の有無を確認する。詳細評価により原子炉の安全停止に影響を与える場合には、火災防護対策を実施する。

一方、一次スクリーニングの結果、「隣接火災区域に影響を与える火災区域」については、二次スクリーニングとして、当該火災区域と隣接火災区域のターゲットの有無を確認する。当該火災区域内及び隣接火災区域内の全可燃物の燃焼、全機器の機能喪失を想定しても、安全停止パスが少なくとも一つ確保され、原子炉の安全停止が可能であれば、当該火災区域はスクリーンアウトする。

スクリーンアウトされない火災区域については「隣接火災区域に影響を与えない火災区域」と同様に、当該火災区域のターゲットが「火災防護に係る審査基準」の「2.3 火災の影響軽減」に基づく火災防護対策の対象か否かを確認し、対象でない場合は、詳細な火災影響評価を実施し、原子炉を安全に停止するための機能への影響の有無を確認する。

火災区域特性表の作成、一次スクリーニング、二次スクリーニングについて、次項以降に示す。



※：安全停止パスが少なくとも1つ確保され、原子炉の安全停止が可能であれば、当該火災区域をスクリーンアウトする。

第10-1図 火災影響評価の手順の概要フロー

4. 火災区域特性表の作成（情報及びデータの収集・整理）

火災影響評価では、各火災区域に設置される機器等の情報を使用して評価を実施することから、これらの評価に先立ち、以下の手順に従って火災区域特性表を作成する。

なお、火災区域特性表の代表例を添付資料3に示す。

4.1. 火災区域の特定

資料3「島根原子力発電所2号炉における火災区域、区画の設定について」にて設定した火災区域に対して、以下の情報を調査し、火災区域特性表に記載する。

- (1) プラント名
- (2) 建物名
- (3) 火災区域番号（添付資料1）

4.2. 火災区域の火災ハザードの特定

各火災区域内に存在する火災ハザード調査として、以下の情報を整理し、火災区域特性表に記載する。

- (1) 火災区域内の部屋番号、名称
- (2) 床面積
- (3) 発熱量
- (4) 火災荷重
- (5) 等価時間^(注)

注：等価時間＝火災荷重（単位面積あたりの発熱量）／燃焼率（単位時間単位面積あたりの発熱量）

4.3. 火災区域の防火設備

各火災区域内の防火設備について、以下の情報を調査し、火災区域特性表に記載する。

- (1) 火災感知器
- (2) 主要消火設備
- (3) 消火方法
- (4) 消火設備のバックアップ
- (5) 障壁耐火時間（他の火災区域との境界の耐火時間）

4.4. 隣接火災区域への火災伝播経路

各火災区域から隣接する火災区域（火災区域を構成する各部屋）への火災伝播経路を調査し、火災区域特性表に記載する。

なお、隣接する火災区域は、火災を想定する当該火災区域の上下、前後、左右の6面のうち、一部でも接している火災区域（火災区域を構成する各部屋）を選定する。

- (1) 隣接火災区域番号
- (2) 隣接火災区域内の部屋番号及び名称
- (3) 火災伝播経路
- (4) 障壁の耐火能力
- (5) 隣接部屋の消火形式
- (6) 伝播の可能性

4.5. 火災により影響を受ける火災防護対象機器の特定

資料2「島根原子力発電所2号炉における原子炉の安全停止に必要な機能を有する機器の選定について」から選定したターゲットが、当該火災区域の火災により影響を受けるものとして、火災区域特性表に記載する。

4.6. 火災により影響を受ける火災防護対象ケーブルの特定

4.5. 項で特定した「火災防護対象機器」の電源、制御、計測ケーブルである「火災防護対象ケーブル」を火災区域特性表に記載する。

火災影響評価では、安全停止パスが少なくとも一つ確保されるか否かを確認するが、その際には、ポンプや弁等の火災防護対象機器の機能喪失に加え、火災防護対象ケーブルの断線等も想定して、火災影響評価を行うことから、火災防護対象ケーブルが布設されている火災区域を調査し、火災区域特性表に記載する。

4.7. 火災シナリオの設定

火災区域内の火災源及び火災防護対象機器の設置状況を踏まえ、火災影響評価及び火災伝播評価における火災シナリオを設定し、火災区域特性表に記載する。

5. 一次スクリーニング

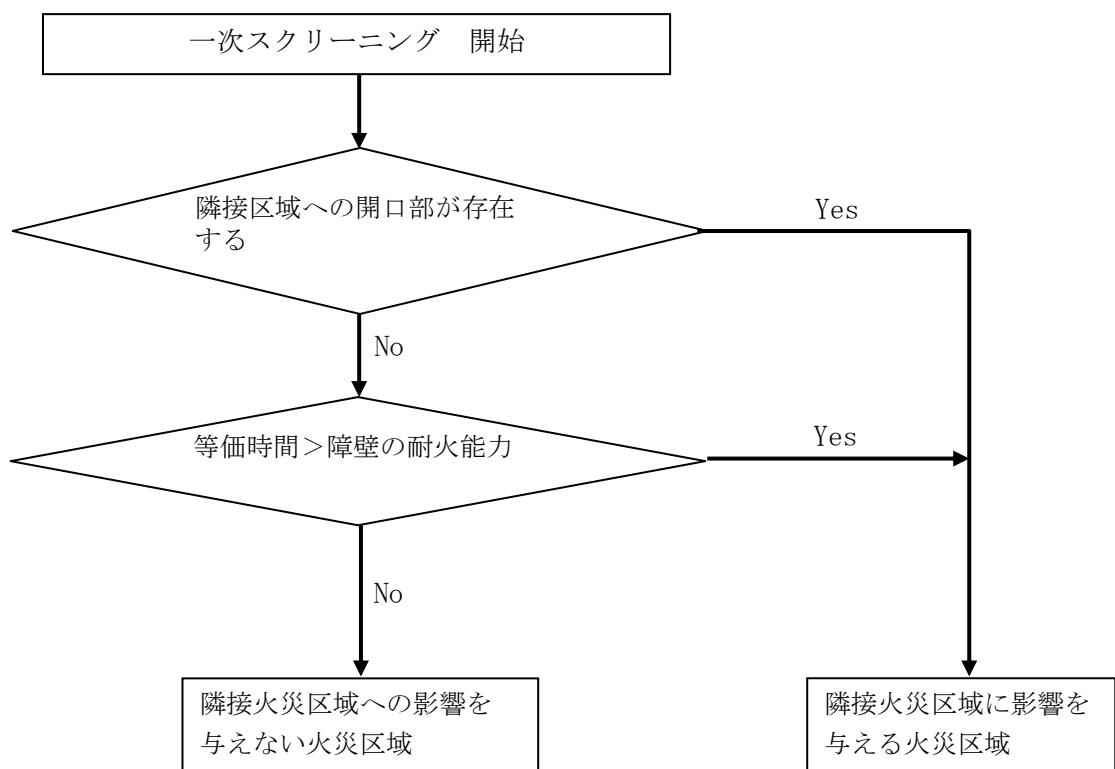
当該火災区域の火災発生時に、隣接火災区域に影響を与える場合は、隣接火災区域も含んだ火災影響評価を行う必要があることから、当該火災区域の火災影響評価を実施する前に、隣接火災区域への火災伝播評価を実施する。（第10-2図）

5.1. 隣接区域との境界の開口の確認

隣接区域との境界の障壁に開口がない場合は、火災が直接、隣接火災区域に影響を与える可能性がないことから、火災区域特性表により、隣接火災区域との境界の開口の有無を確認し、隣接火災区域への火災伝播の可能性を確認する。

5.2. 等価時間と障壁の耐火性能の確認

当該火災区域の等価時間が、火災区域を構成する障壁の耐火能力より小さければ、隣接火災区域への影響はないことから、火災区域特性表により、火災区域の等価時間と火災区域を構成する障壁の耐火能力を比較し、隣接火災区域への火災伝播の可能性を確認する。



第10-2図 一次スクリーニングの概要フロー

6. 二次スクリーニング

6.1. 隣接火災区域に影響を与えない火災区域の火災影響評価

隣接火災区域に影響を与えない火災区域について、当該火災区域内に設置される全機器の機能喪失を想定しても、安全停止パスが少なくとも一つ確保される場合には、当該火災区域の火災発生を想定しても、原子炉の安全停止に影響を与えない。

一方、安全停止パスを一つも確保できない場合は、「火災防護に係る審査基準」の「2.3 火災の影響軽減」に基づく火災防護対策の実施状況を確認する。火災防護対策の対象となっていないターゲットが存在する場合は、詳細な火災影響評価を行い、原子炉の安全停止への影響の有無を確認する。火災により原子炉の安全停止に影響を与える評価結果となった場合には、火災防護対策を実施する。

原子炉の安全停止への影響については、以下の手順に従って評価する（第10-3図）。

6.1.1. 安全停止パスの確認

当該火災区域内に設置される全機器の機能喪失を想定しても、原子炉の安全停止パスが少なくとも一つ確保されるか否かを、以下のとおり確認する。

(1) 安全停止パスの確保に必要な系統及び機器の組合せ

安全停止パスの有無の確認にあたって、系統の多重性及び多様性を踏まえて安全停止パスの確保に必要な系統、機器の組合せを整理した（添付資料2参照）

(2) 安全停止パスの確認

4.5. 項で選定した火災防護対象機器について、当該火災区域の火災による影響の可否を基に、添付資料2から火災の影響を直接受ける緩和系を確認し、その結果を火災区域特性表に記載する。（添付資料3参照）

火災の直接影響あるいは間接影響によっても各々の緩和系のいずれかが確保される場合、安全停止パスが確保されることになる。

なお、火災により原子炉に外乱が及び、かつ、安全保護系、原子炉停止系の作動を要求されることが否定できない場合には、内部火災影響評価ガイドに基づき、高温停止の安全停止パスの確認において単一故障を考慮する。

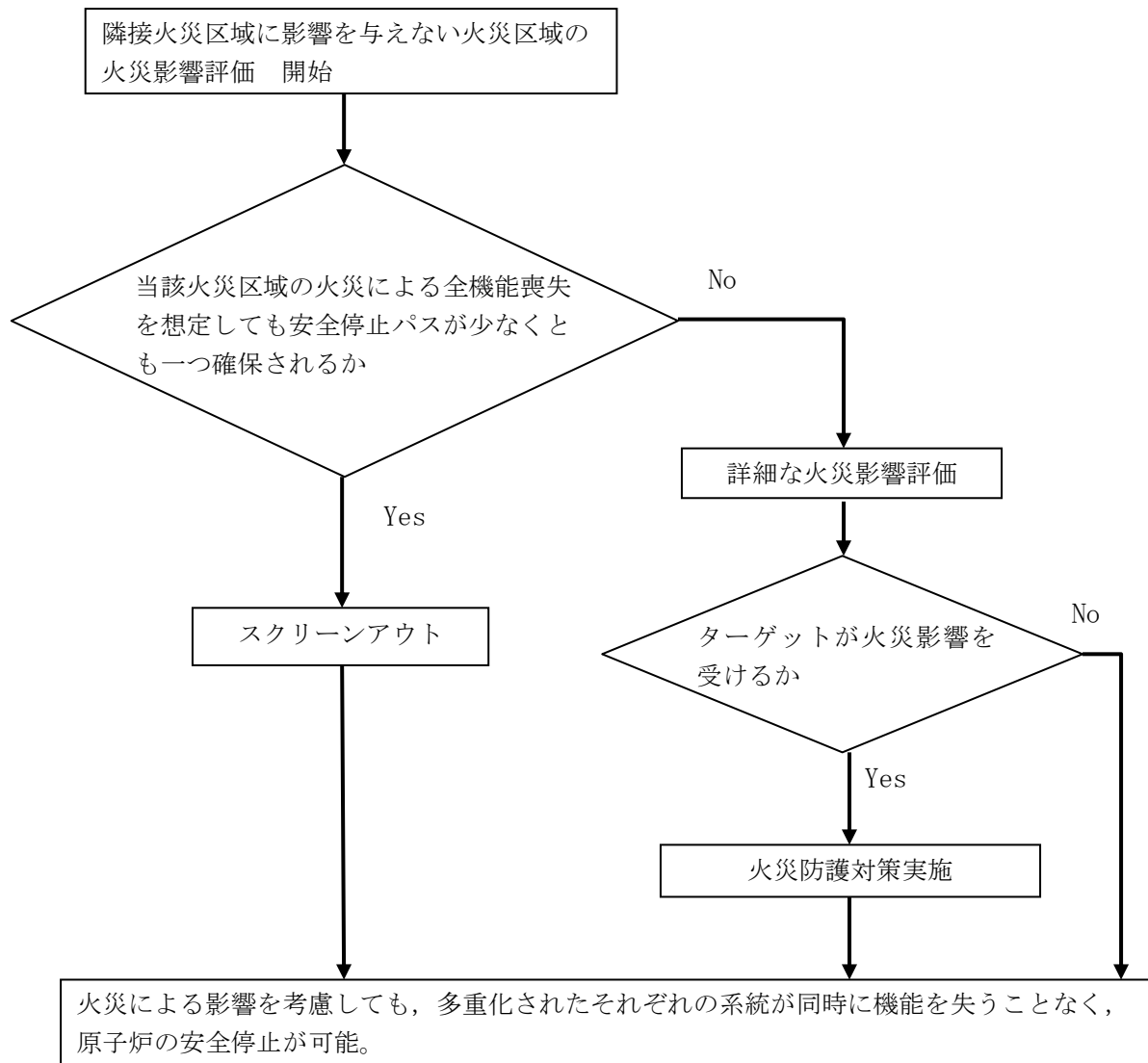
6.1.2. スクリーンアウトされる火災区域

安全停止パスが少なくとも一つ確保される火災区域は、当該火災区域に火災を想定しても原子炉の高温停止及び低温停止の達成、維持に影響を与えないことから、スクリーンアウトする。

6.1.3. スクリーンアウトされない火災区域

安全停止パスが一つも確保できない火災区域は、当該火災区域に火災を想定した場合、原子炉の安全停止に影響を与える可能性がある。

この場合、当該火災区域で火災の影響により安全停止パスが確保できない主要原因となった部屋に対して、「火災防護に係る審査基準」の「2.3 火災の影響軽減」に基づく火災防護対策の実施状況を確認する。火災防護対策の実施対象となっていないターゲットについては詳細な火災影響評価を行い、安全停止パスが確保可能か否か確認する。詳細な火災影響評価の結果、火災の影響を受けて安全停止パスが確保できないと評価された場合は火災防護対策を行い、原子炉の安全停止パスを少なくとも一つ確保する。



第 10-3 図 隣接火災区域に影響を与えない火災区域の
火災影響評価手順の概要フロー

6.2. 隣接火災区域に影響を与える火災区域に対する火災影響評価

隣接火災区域に影響を与える火災区域については、当該火災区域と隣接火災区域それぞれにおいてターゲットの有無を確認する。当該火災区域内及び隣接火災区域内に設置される全機器の機能喪失を想定しても、安全停止パスが少なくとも一つ確保される場合には、当該火災区域の火災発生により隣接火災区域に影響を与えることを想定しても、原子炉の安全停止に影響はない。

一方、安全停止パスを一つも確保できない場合は、「火災防護に係る審査基準」の「2.3 火災の影響軽減」に基づく火災防護対策の実施状況を確認する。火災防護対策の対象となっていないターゲットが存在する場合は、詳細な火災影響評価を行い原子炉の安全停止への影響の有無を確認する。火災により原子炉の安全停止に影響を与える評価結果となった場合には、火災防護対策を実施する。

原子炉の安全停止への影響については、以下の手順に従って評価する。（第10-4図）

6.2.1. 当該火災区域のターゲットの確認

当該火災区域のターゲットの有無を確認する。当該火災区域にターゲットが存在しない場合、隣接火災区域の火災による安全停止パスの確保の可否を確認する。

6.2.2. 隣接火災区域のターゲットの確認

当該火災区域のターゲットが存在する場合には、改めて隣接火災区域のターゲットの有無を確認する。隣接火災区域にターゲットが存在しない場合、当該火災区域から隣接区域への延焼を想定しても、原子炉の安全停止に影響を与えないことから、当該火災区域の火災による安全停止パスの確保の可否を確認する。

6.2.3. 安全停止パスの確認

当該火災区域及び隣接火災区域のターゲットの有無の組合せに応じて、安全停止パスが少なくとも一つ確保されるか否かを確認する。確認は、6.1.1.項と同様に行う。

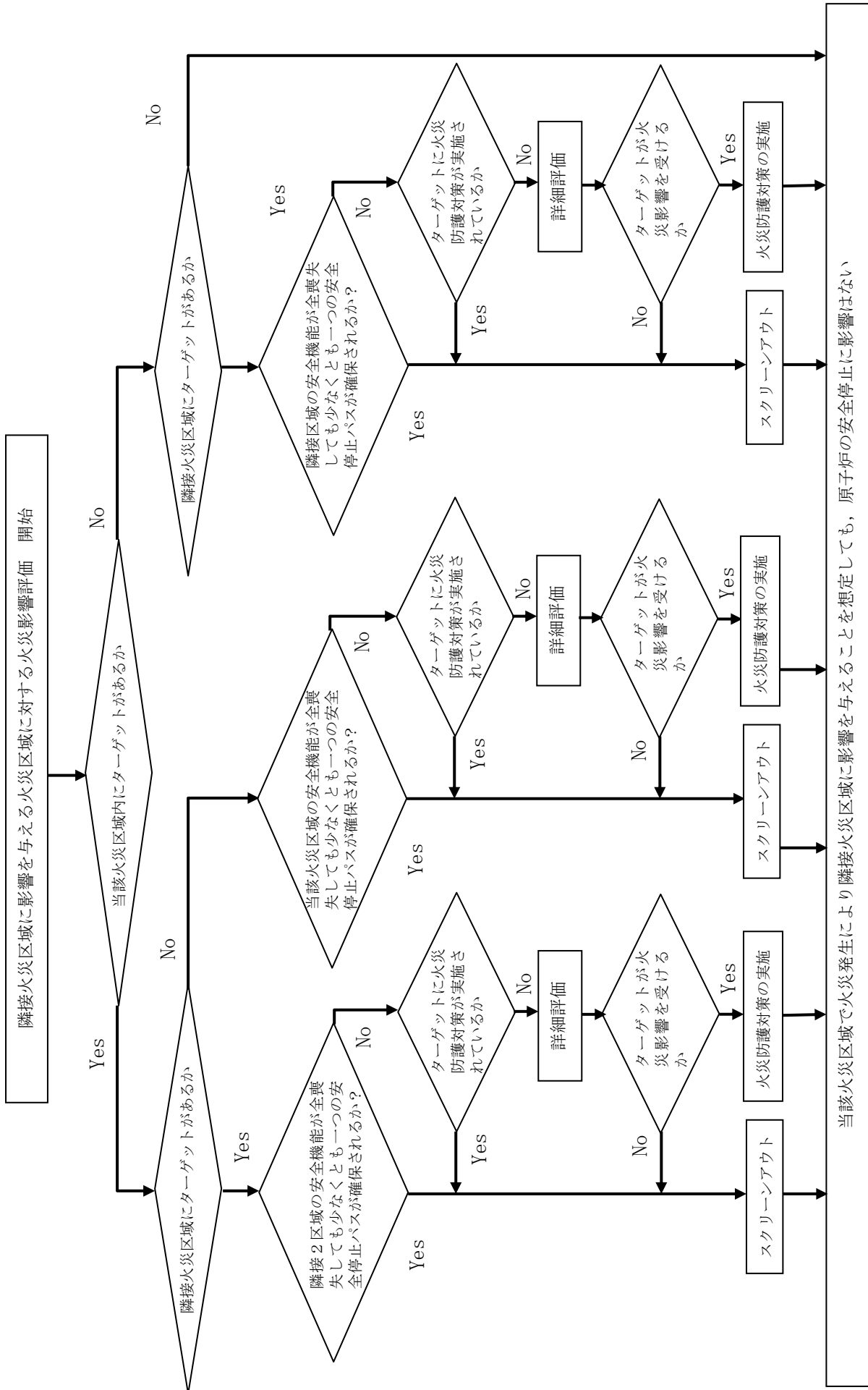
6.2.4. スクリーンアウトされる火災区域

当該火災区域及び隣接火災区域のターゲットの有無の組合せに応じて、安全停止パスが少なくとも一つ確保される火災区域は、当該火災区域及び隣接火災区域に火災を想定しても、原子炉の安全停止に影響はない。

6.2.5. スクリーンアウトされない火災区域

安全停止パスが一つも確保できない火災区域は、その火災区域に火災を想定した場合、原子炉の安全停止に影響を与える可能性がある。

この場合、当該火災区域及び隣接火災区域のターゲットの有無の組合せに応じて、火災の影響により安全停止パスが確保できない主要原因となった部屋に対して、「火災防護に係る審査基準」の「2.3 火災の影響軽減」に基づく火災防護対策の実施状況を確認する。火災防護対策の実施対象となっていないターゲットについては詳細な火災影響評価を行い、安全停止パスが確保可能か否か確認する。詳細な火災影響評価の結果、火災の影響を受けて安全停止パスが確保できないと評価された場合は火災防護対策を行い、原子炉の安全停止パスを少なくとも一つ確保する。



第 10-4 図 隣接火災区域に影響を与える火災区域に対する火災影響評価

7. 内部火災影響評価結果

7.1. 一次スクリーニング（隣接火災区域への火災伝播評価）

5.に基づき、当該火災区域に火災を想定した場合の隣接火災区域への影響の有無を評価した。その結果、火災防護対象設備が設置された隣接火災区域に影響を与える火災区域が存在することを確認した。（添付資料4）

7.2. 二次スクリーニング

一次スクリーニングの結果を基に、二次スクリーニングとして、

① 隣接火災区域に影響を与える火災区域に対する火災影響評価

② 隣接火災区域に影響を与えない火災区域に対する火災影響評価

を行った。

7.2.1. 隣接火災区域に影響を与える火災区域に対する火災影響評価

隣接火災区域に影響を与える火災区域について、第10-4図に示すフローに基づき評価を行った結果、火災防護対策により安全停止パスを少なくとも一つ確保可能であることを確認したことから、原子炉の安全停止に影響はない。（添付資料5，6）

7.2.2. 隣接火災区域に影響を与えない火災区域に対する火災影響評価

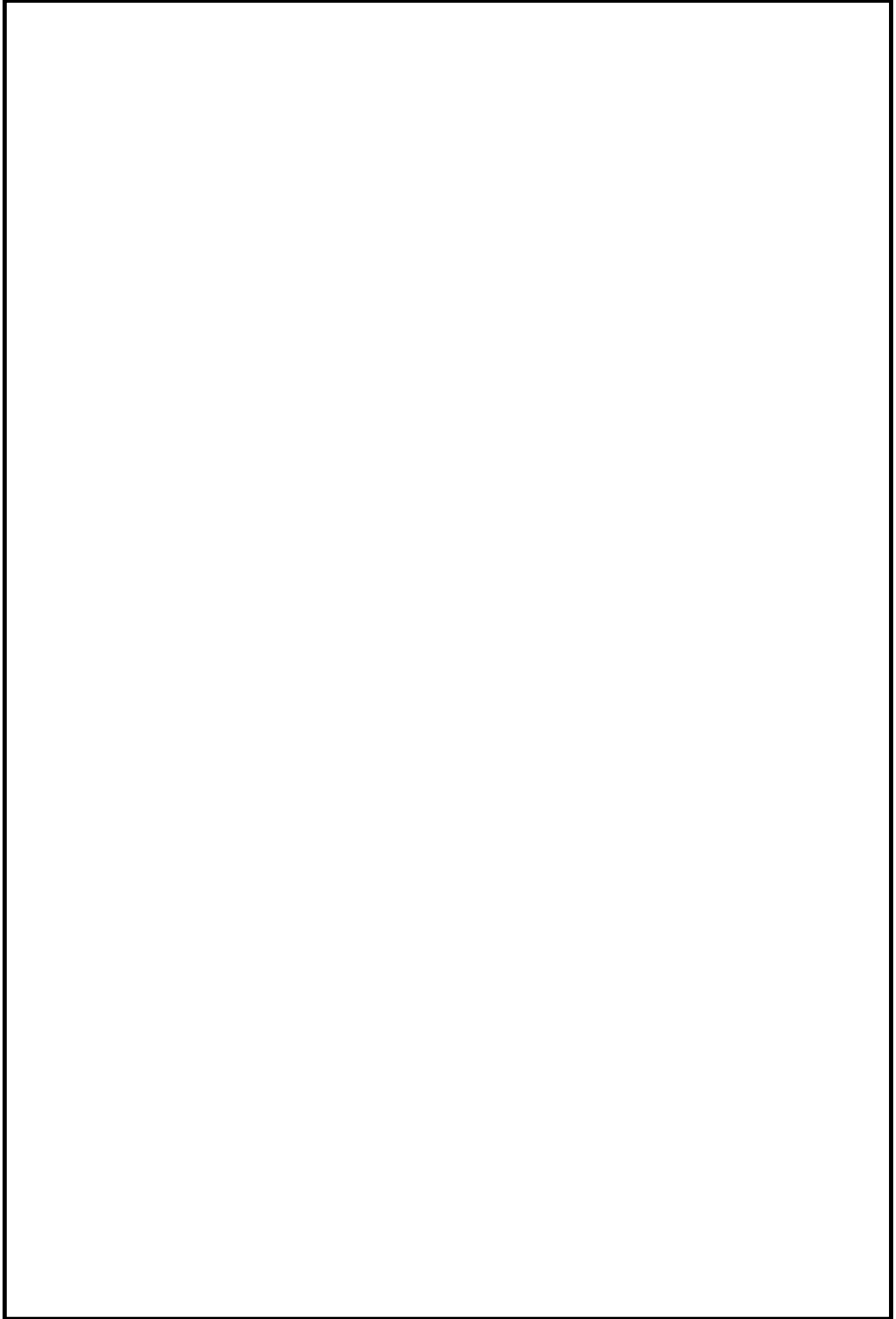
隣接火災区域に影響を与えない火災区域について、第10-4図に示すフローに基づき評価を行った結果、火災防護対策により安全停止パスを少なくとも一つ確保可能であることを確認したことから、原子炉の安全停止に影響はない。（添付資料6）

8. 火災により想定される事象の確認結果

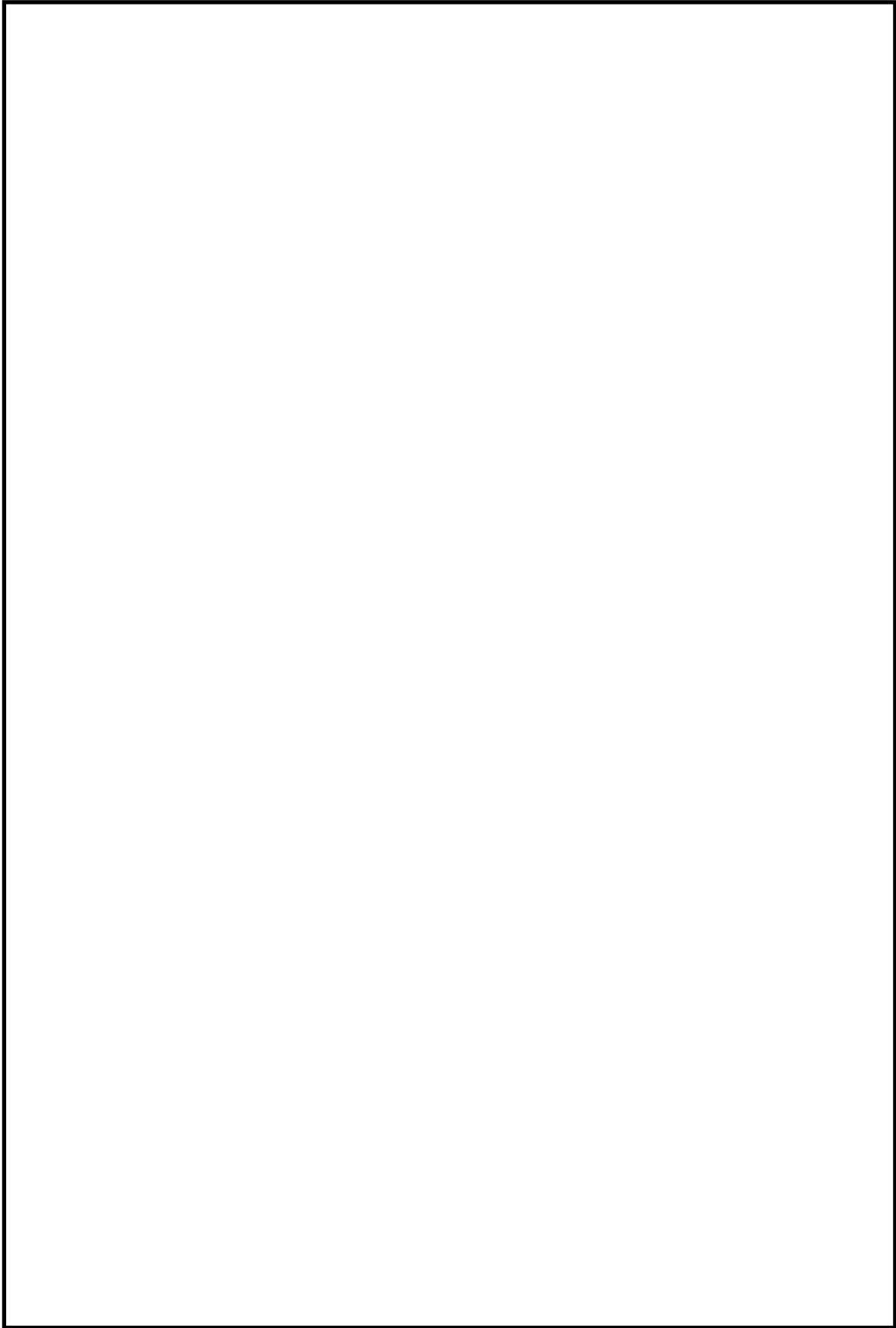
7. 項に示したとおり、各火災区域で火災発生を想定した場合において、安全停止が可能であることを確認した。

あわせて、火災により原子炉に外乱が及ぶ場合について重畳事象を含め、どのような事象が起こる可能性があるかを分析し、火災を起因として発生する事象に対して、単一故障を想定した場合においても、影響緩和系により事象が収束可能であることを確認した。（参考資料1）

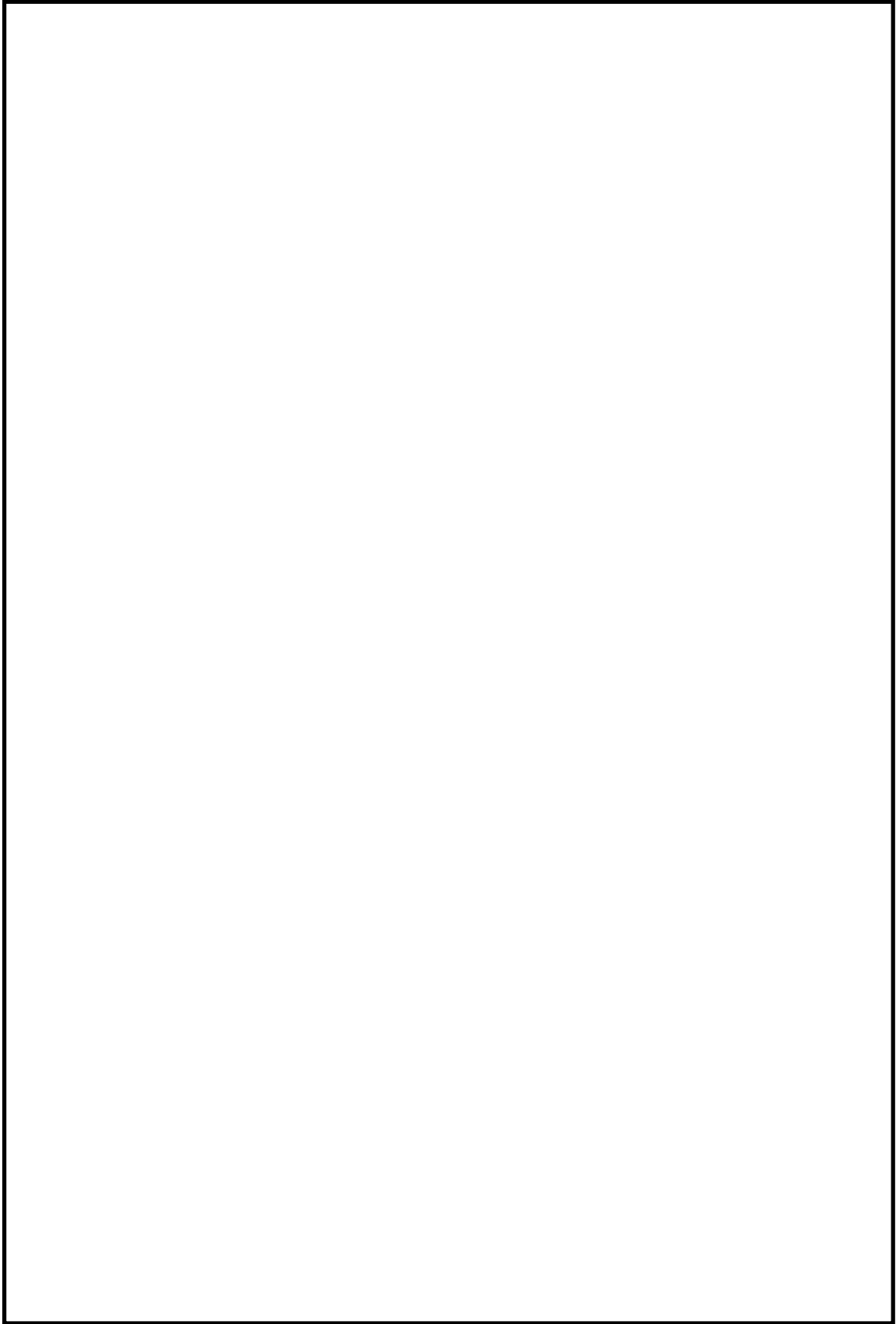
島根原子力発電所 2 号炉における
火災区域番号について



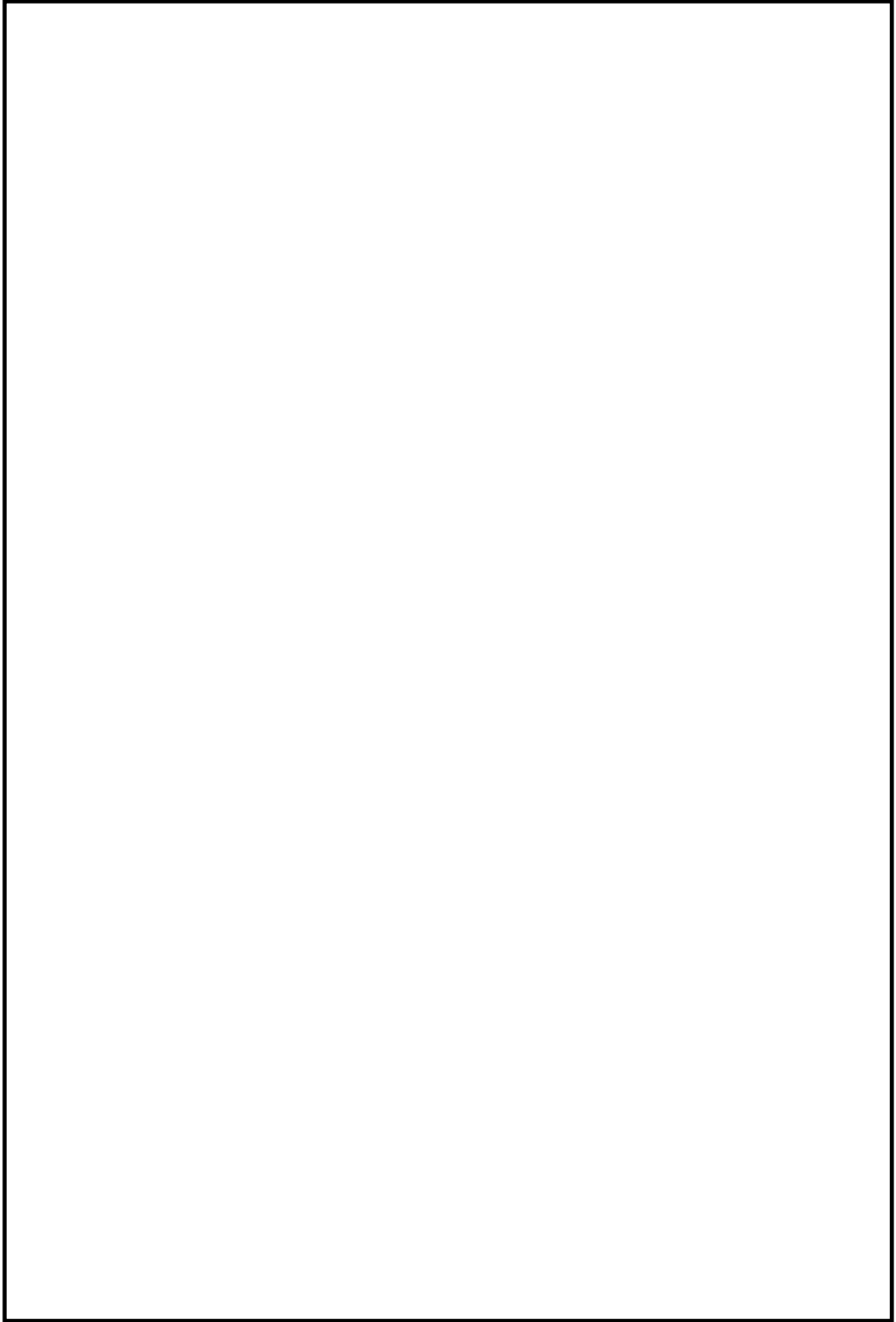
本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。



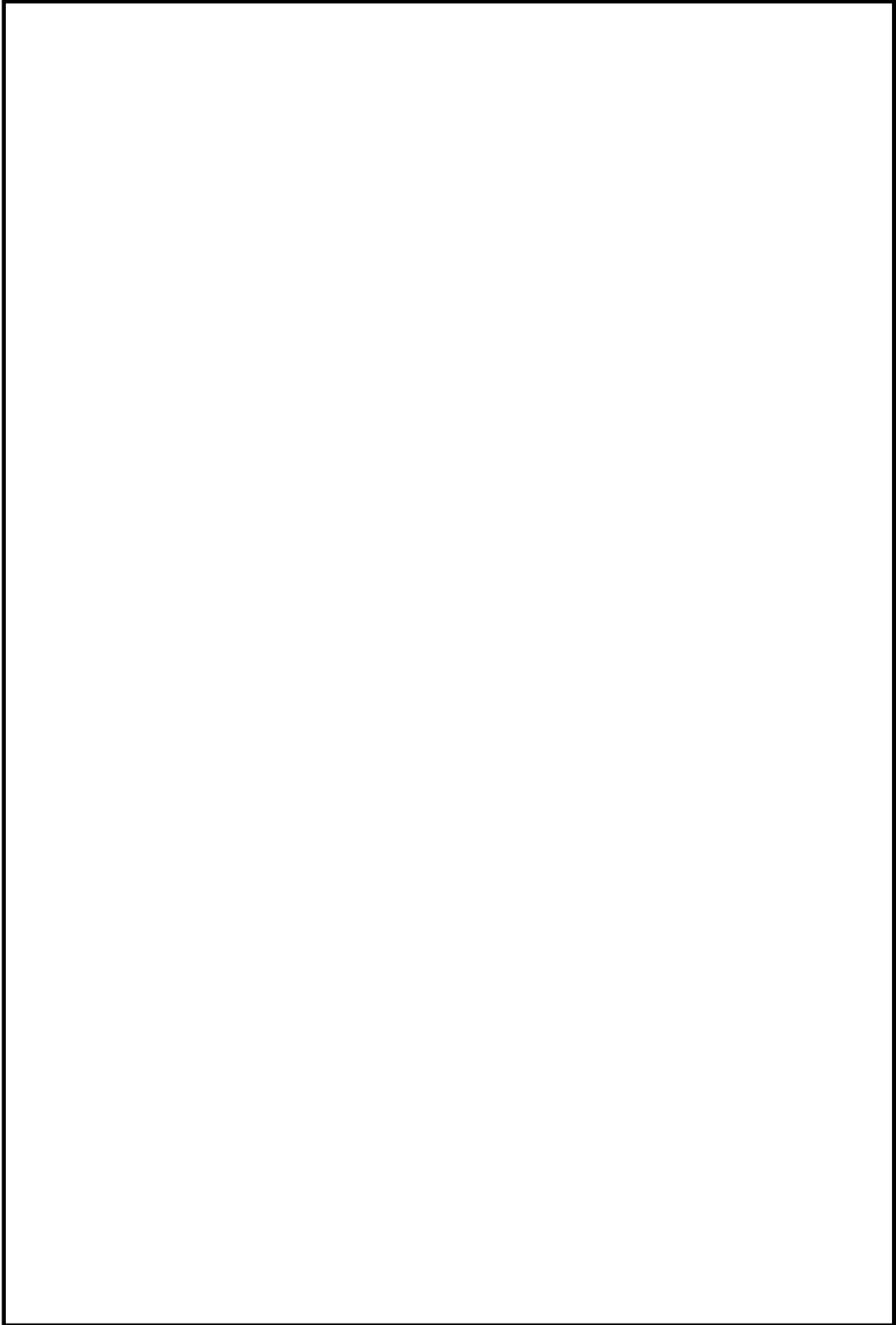
本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。



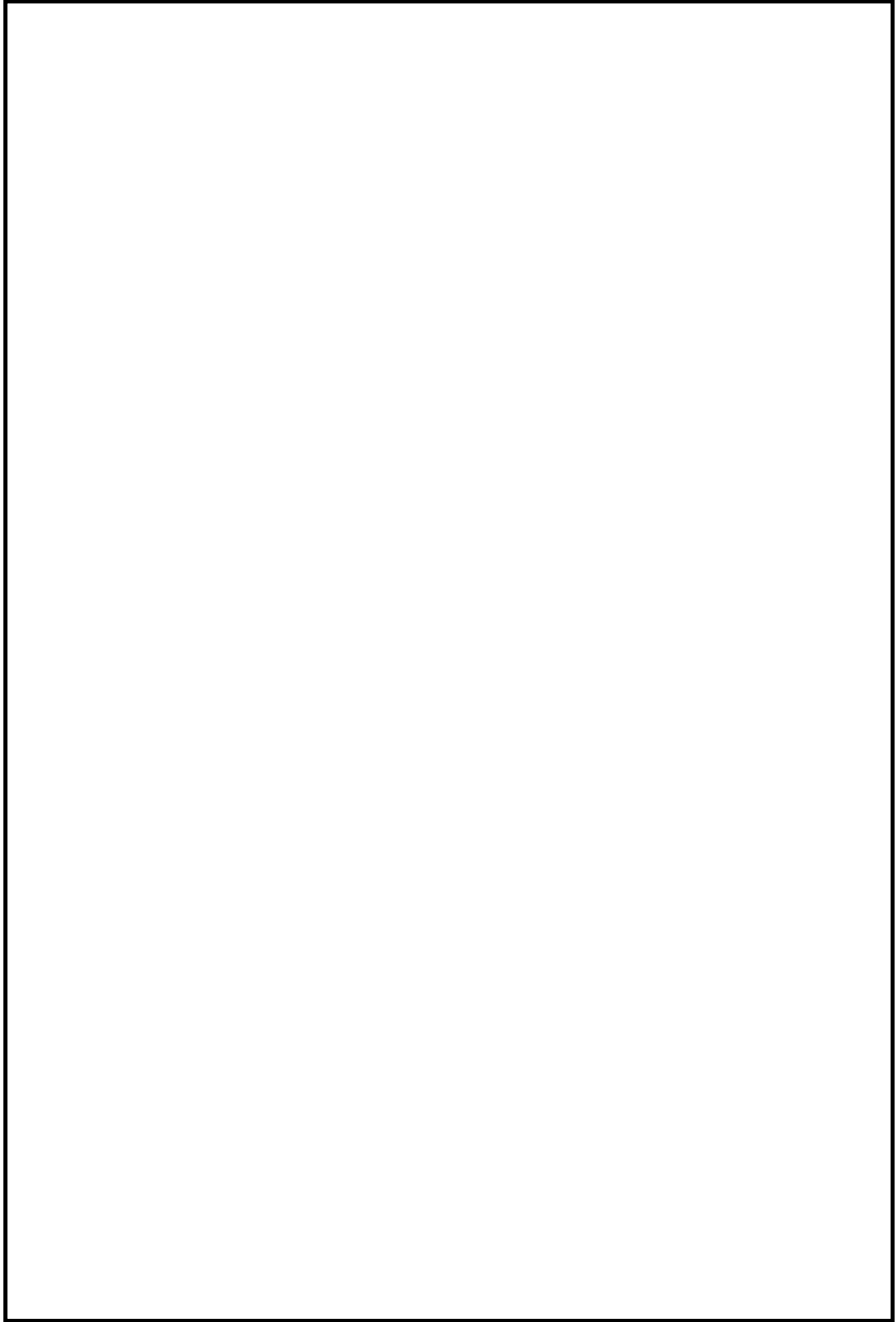
本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。



本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。



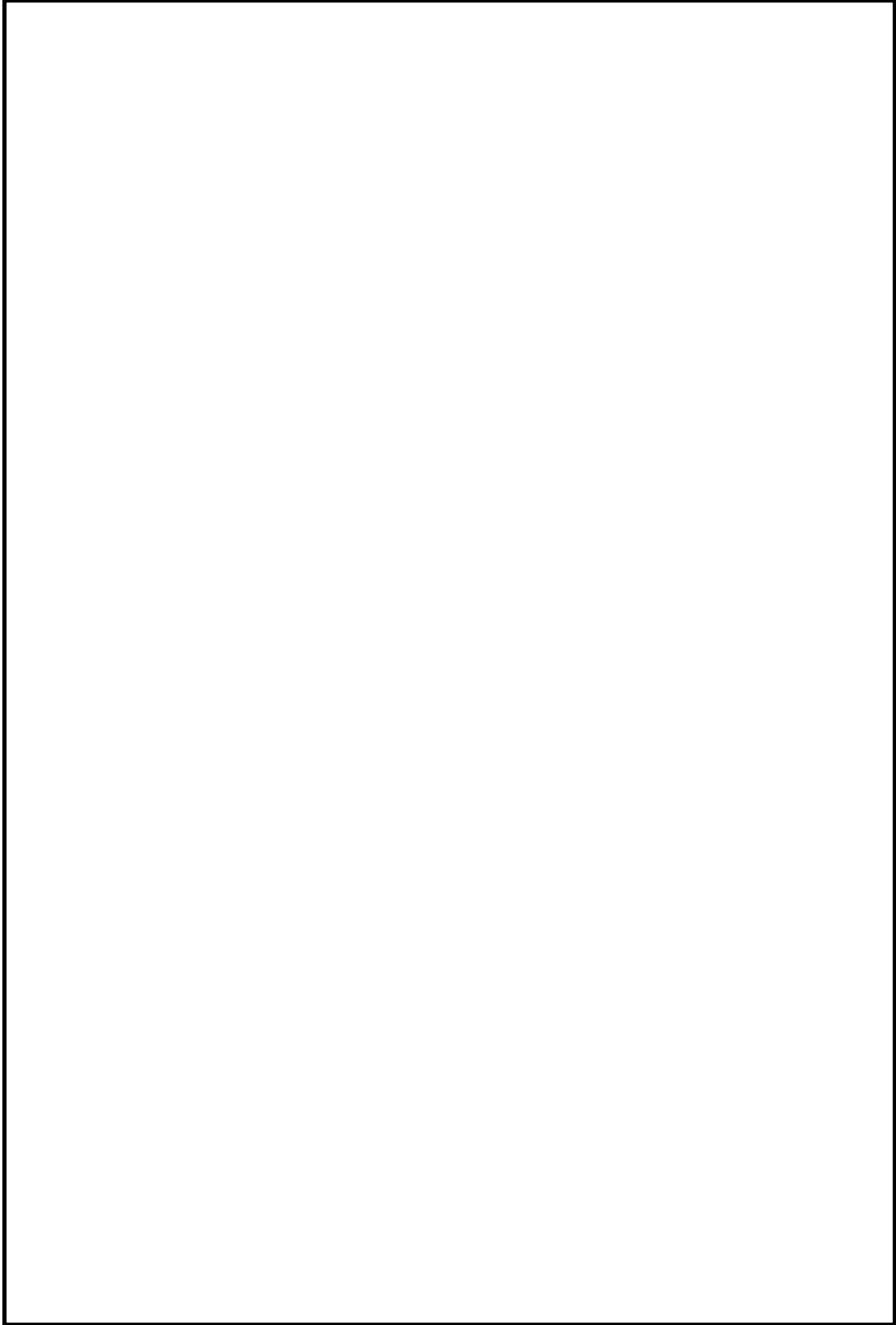
本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。



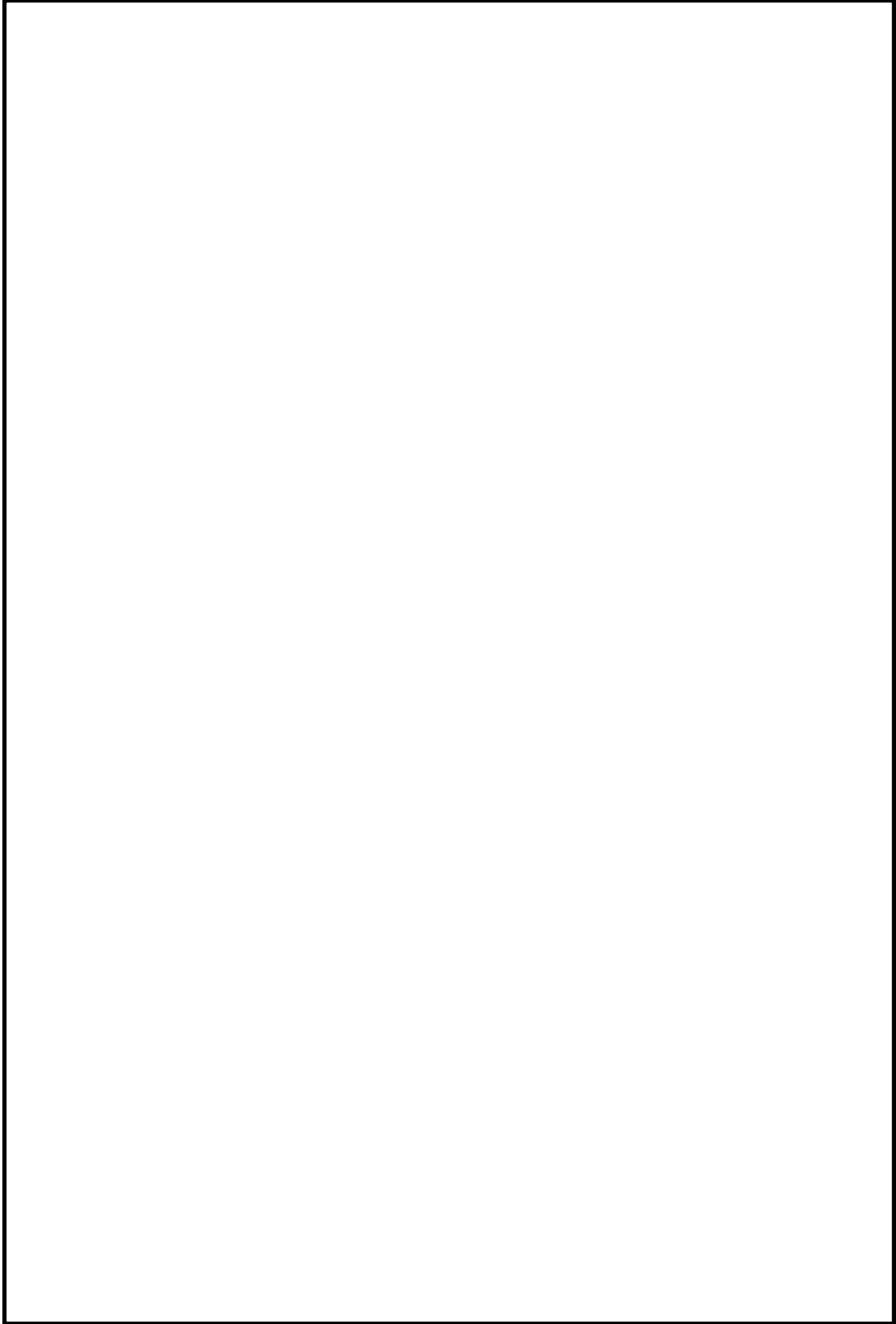
本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。



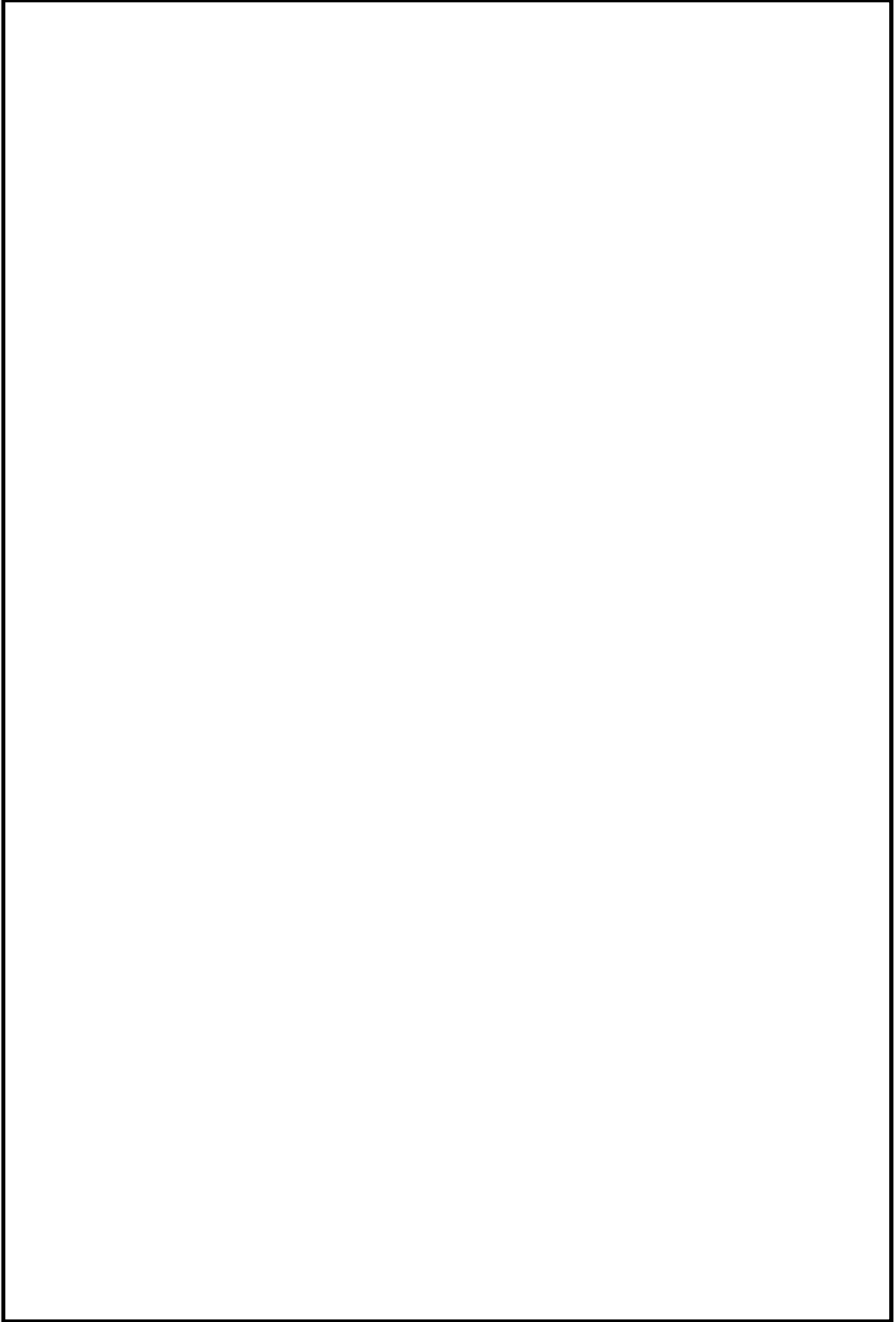
本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。



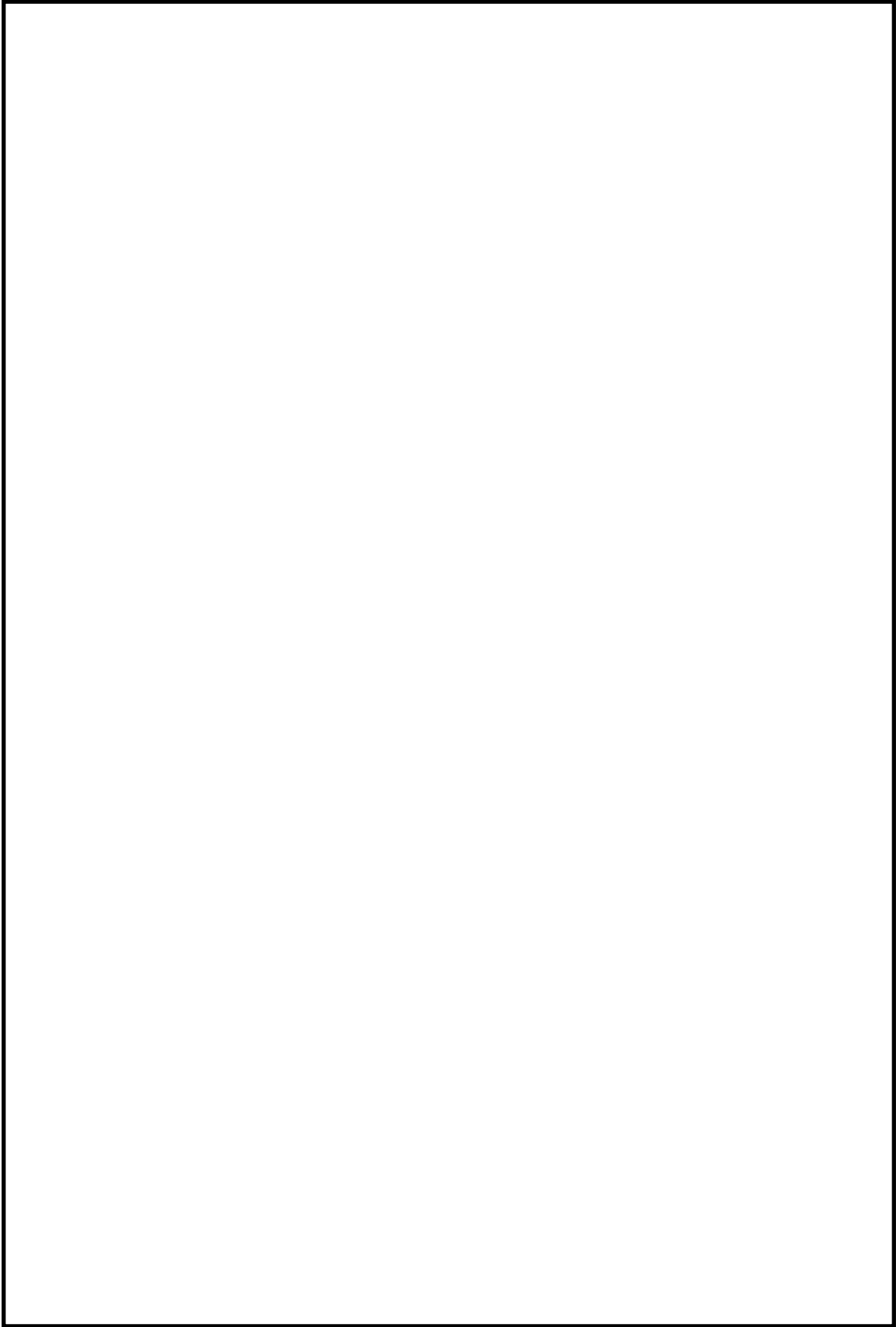
本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。



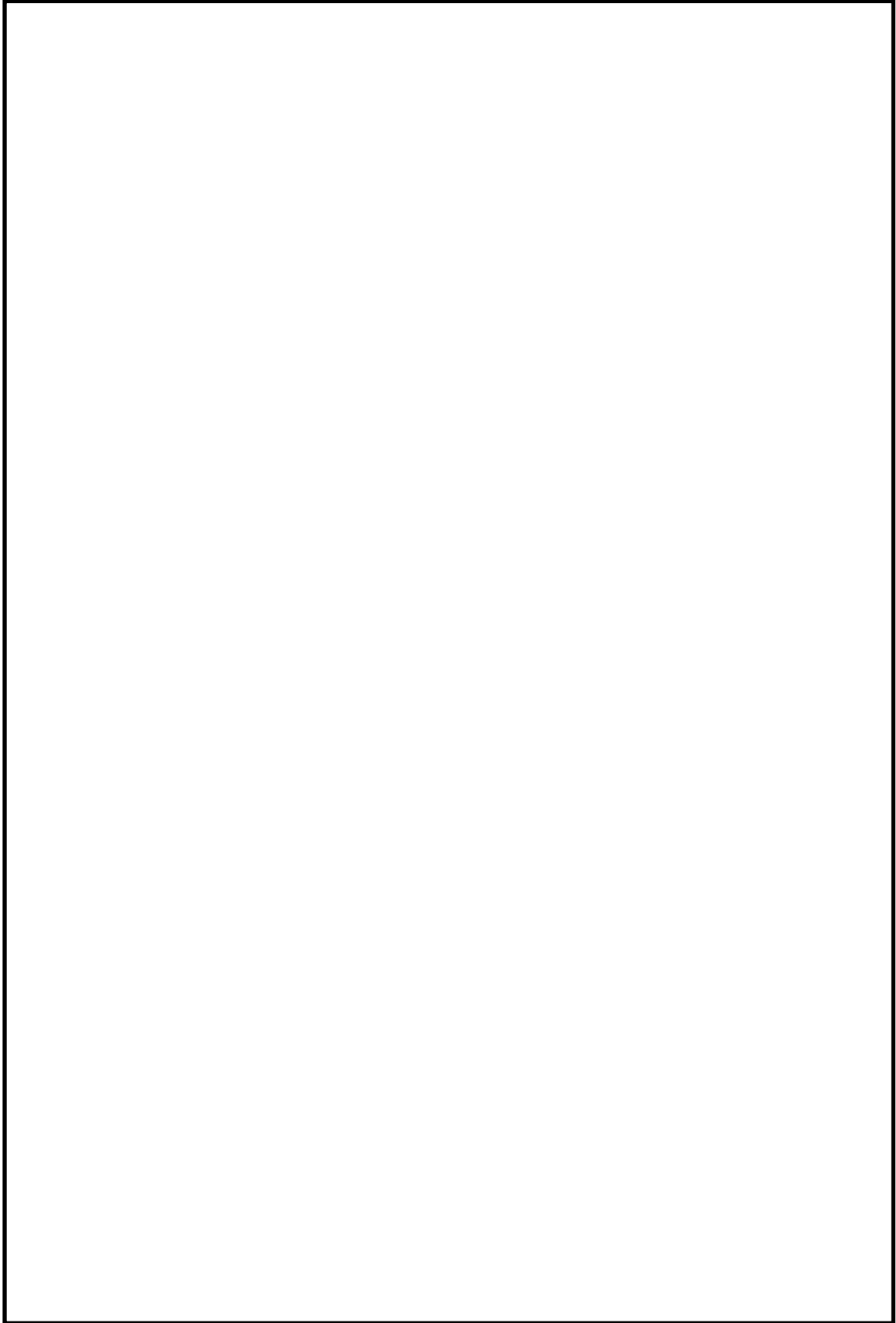
本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。



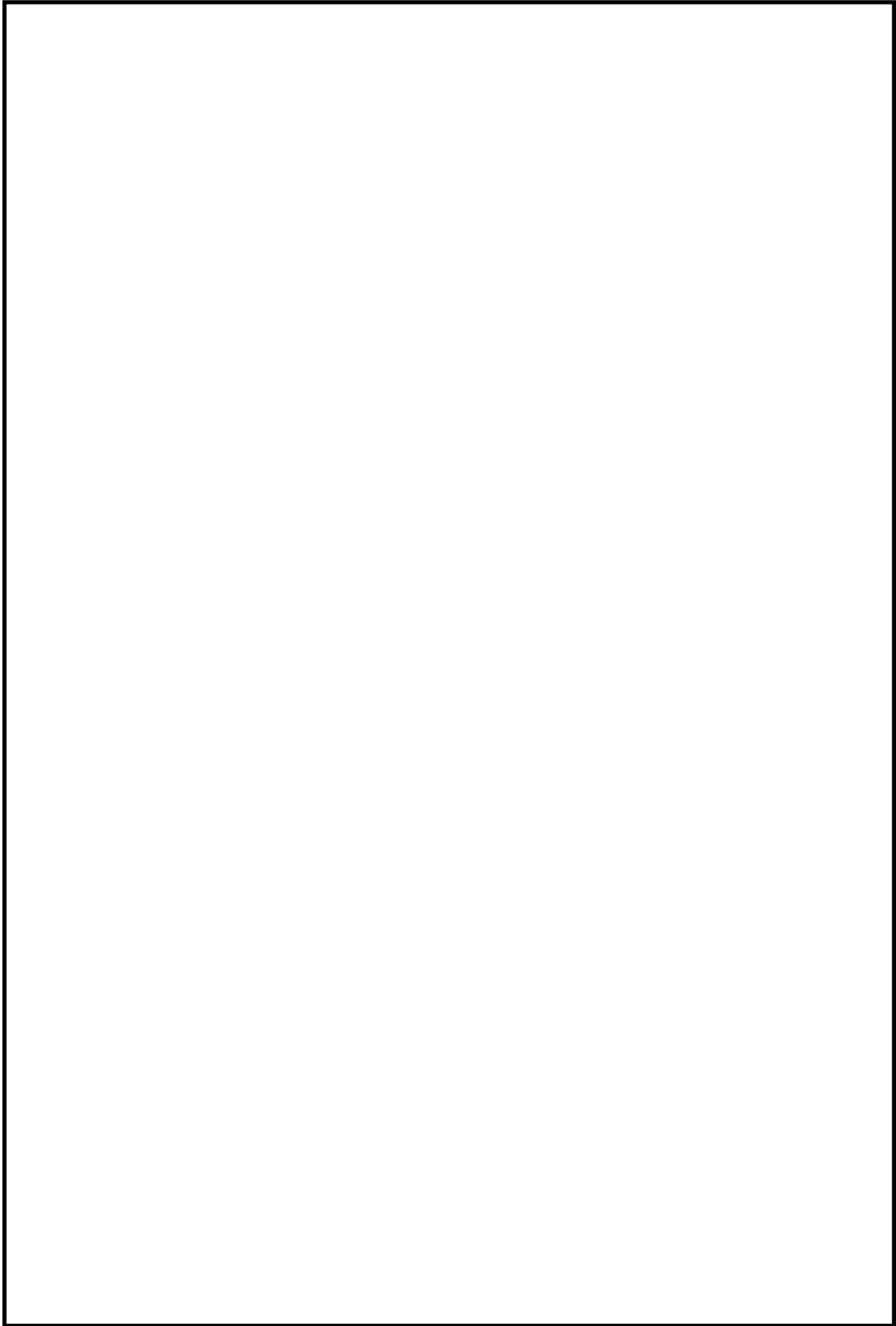
本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。



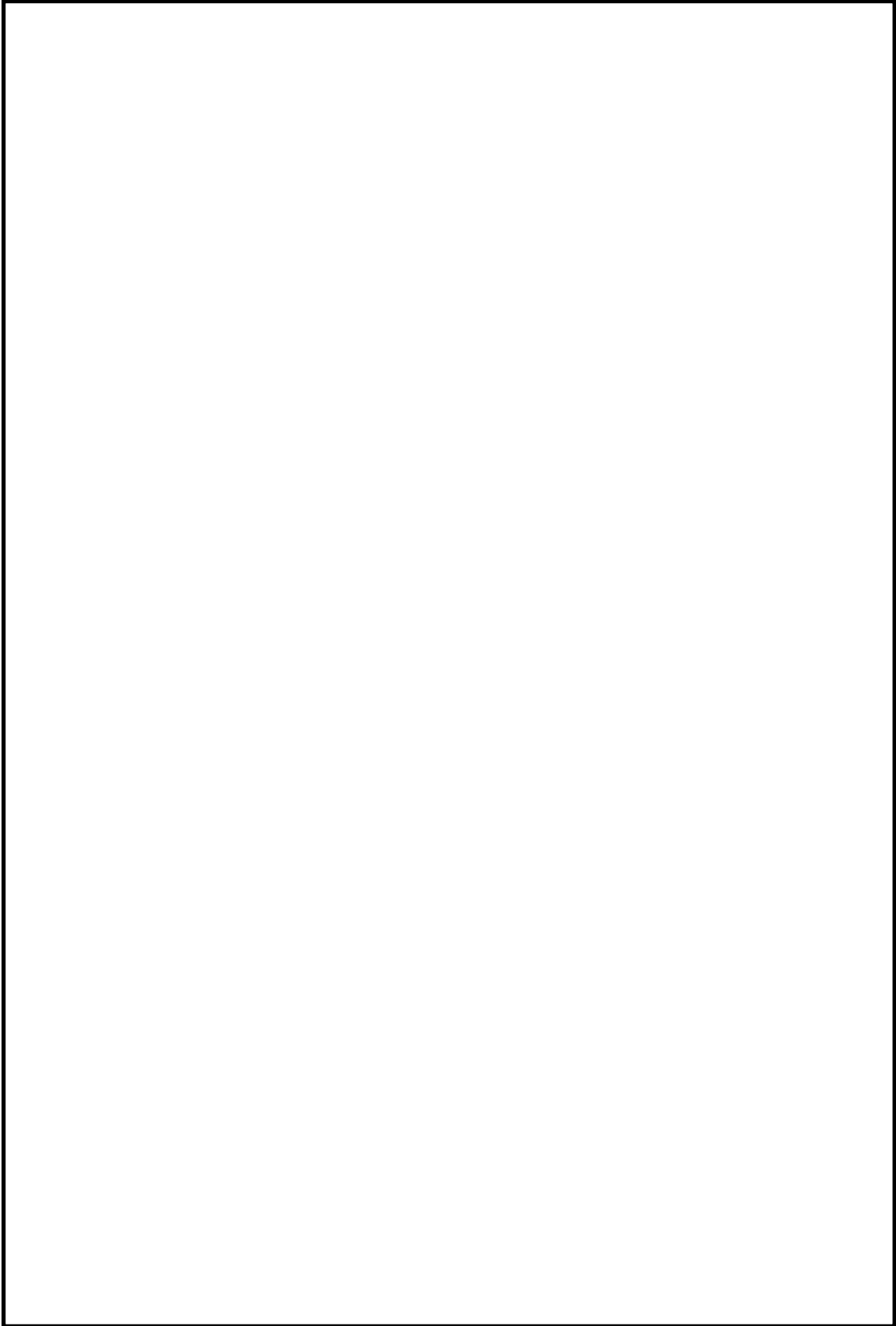
本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。



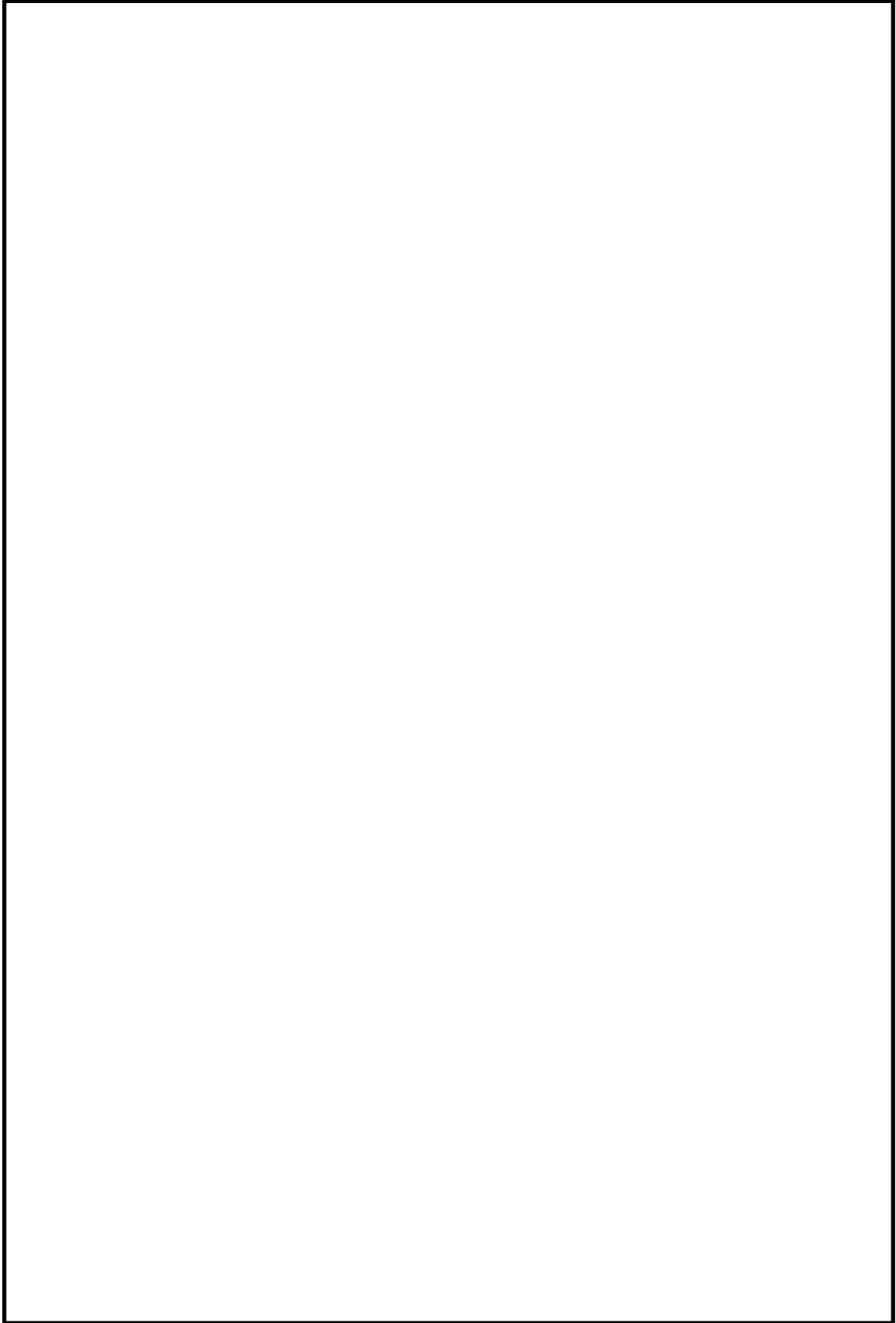
本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。



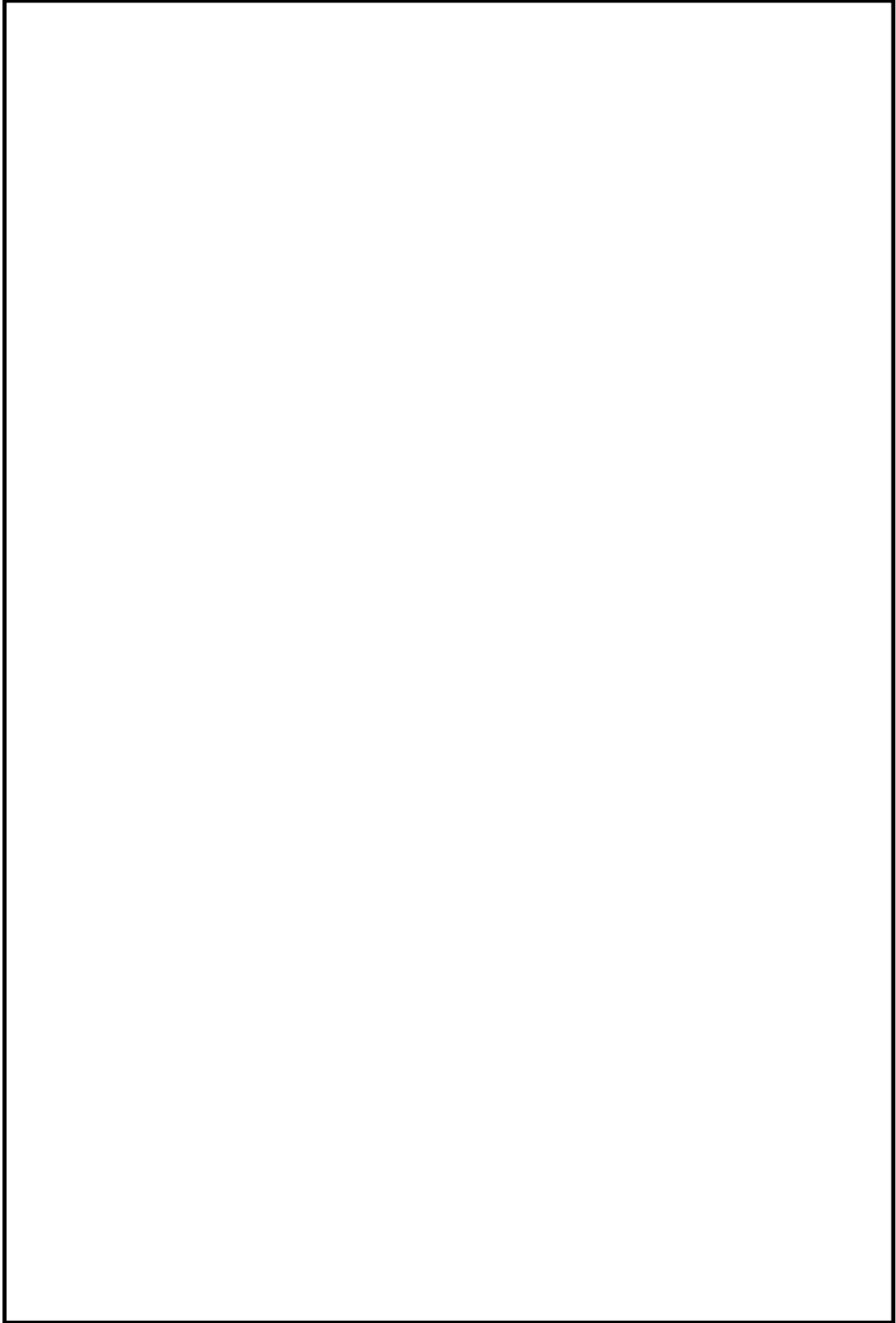
本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。



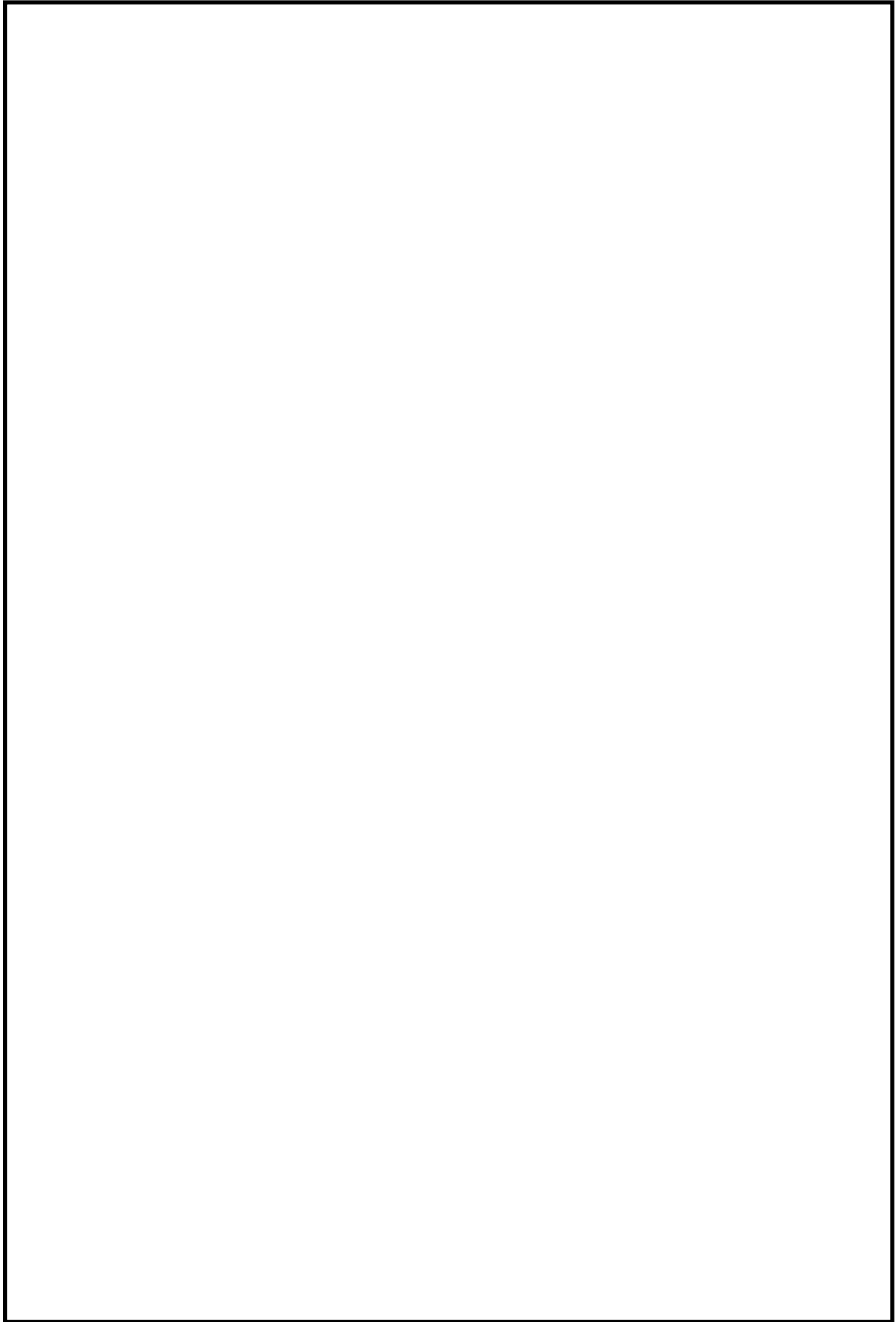
本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。



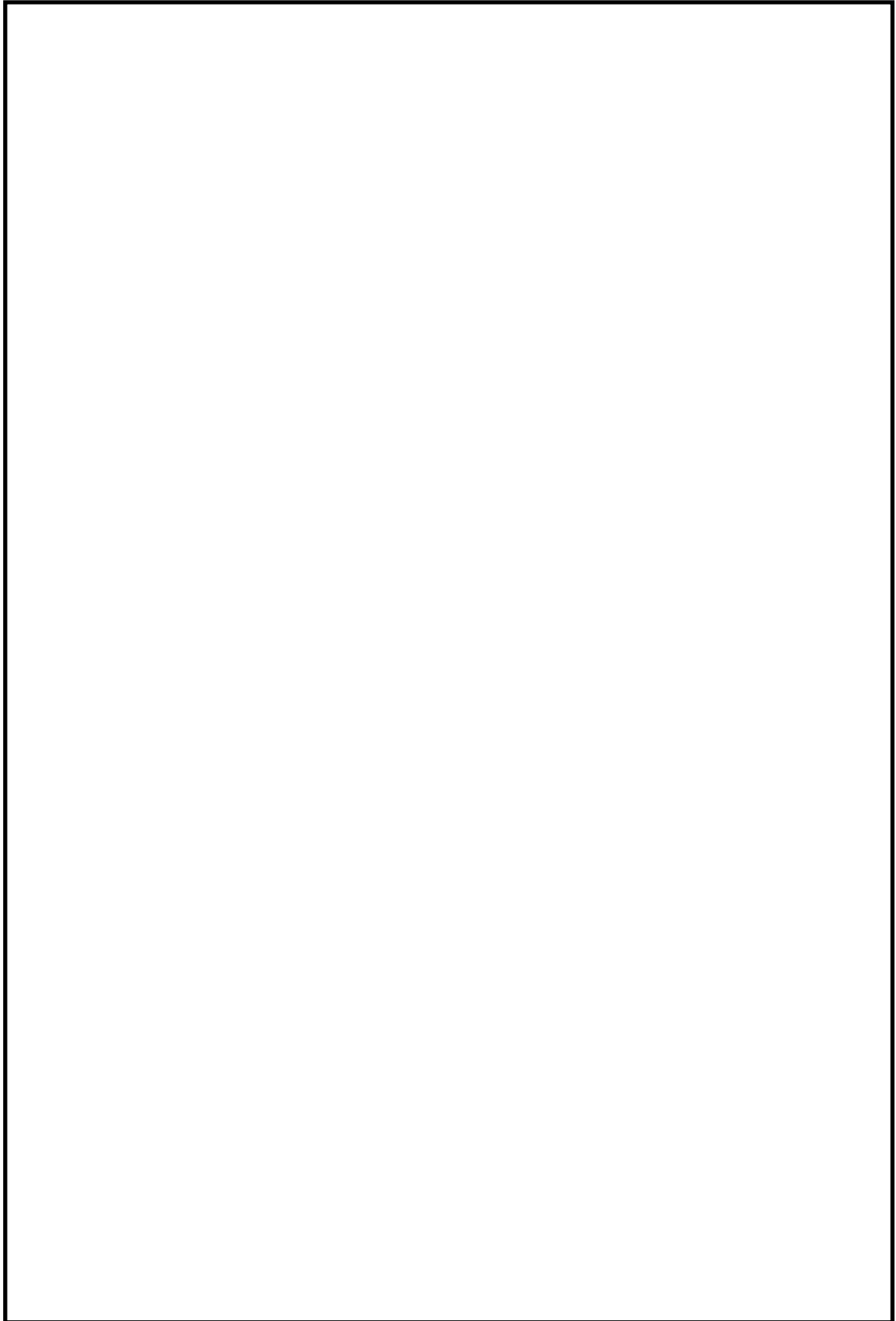
本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。



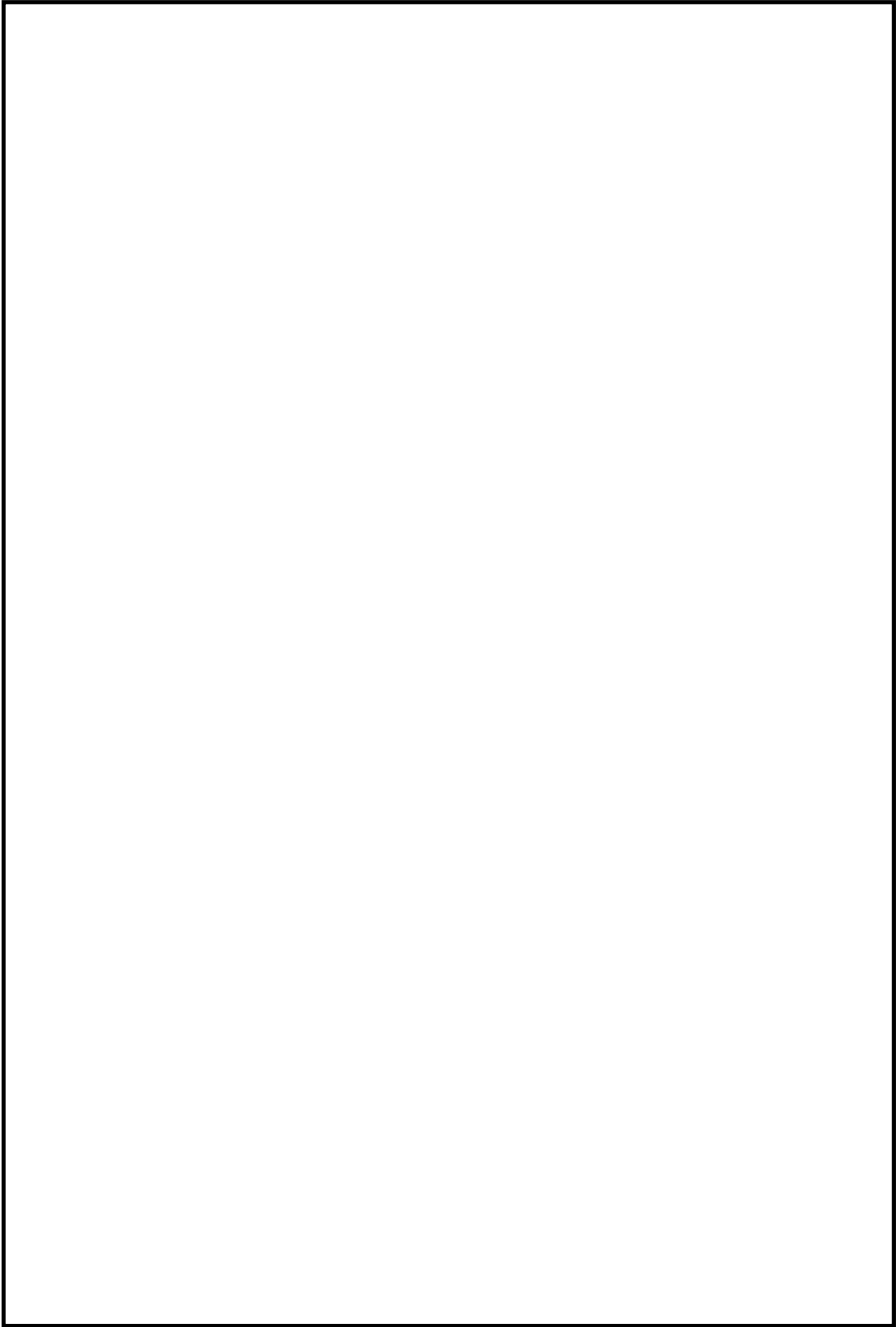
本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。



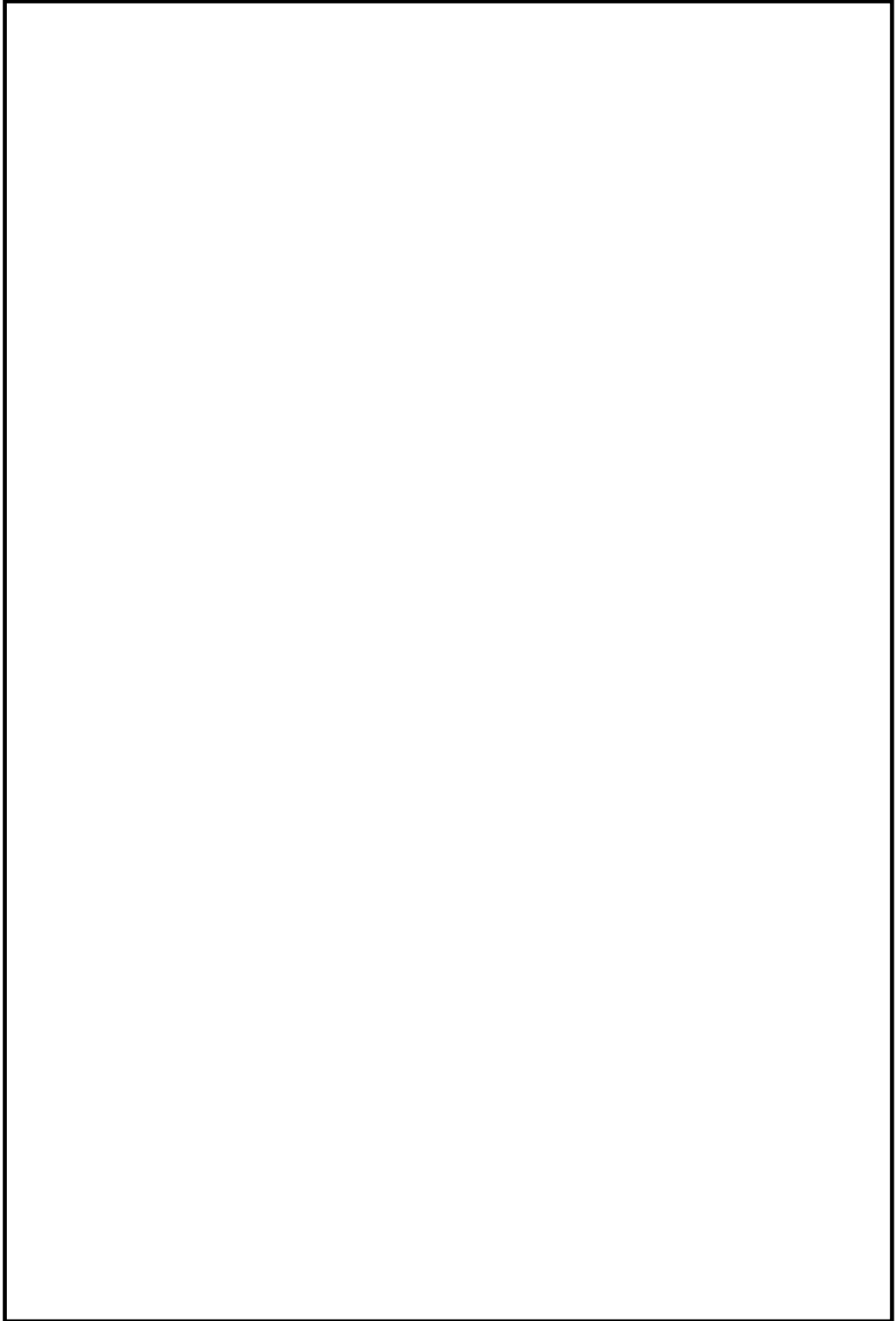
本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。



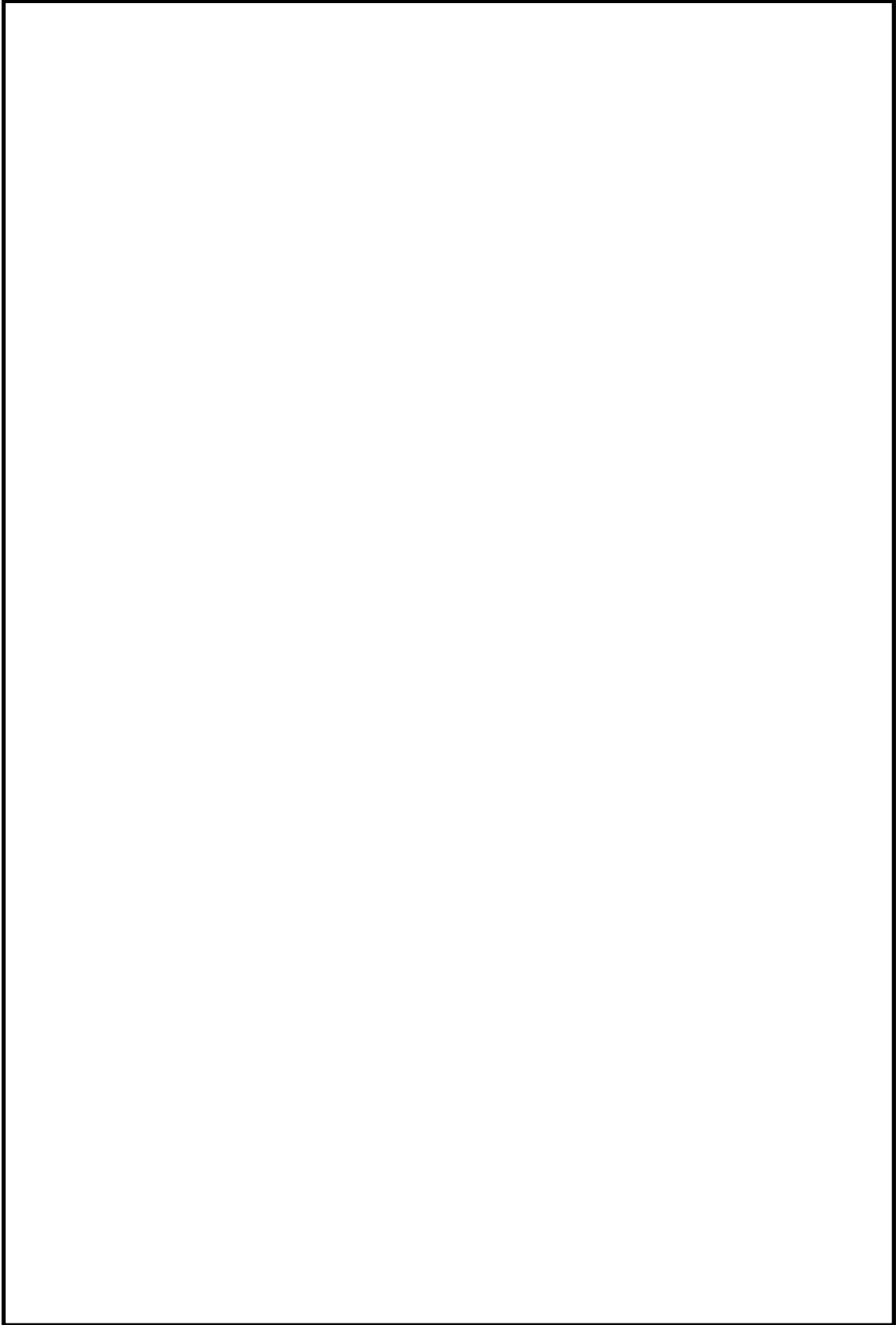
本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。



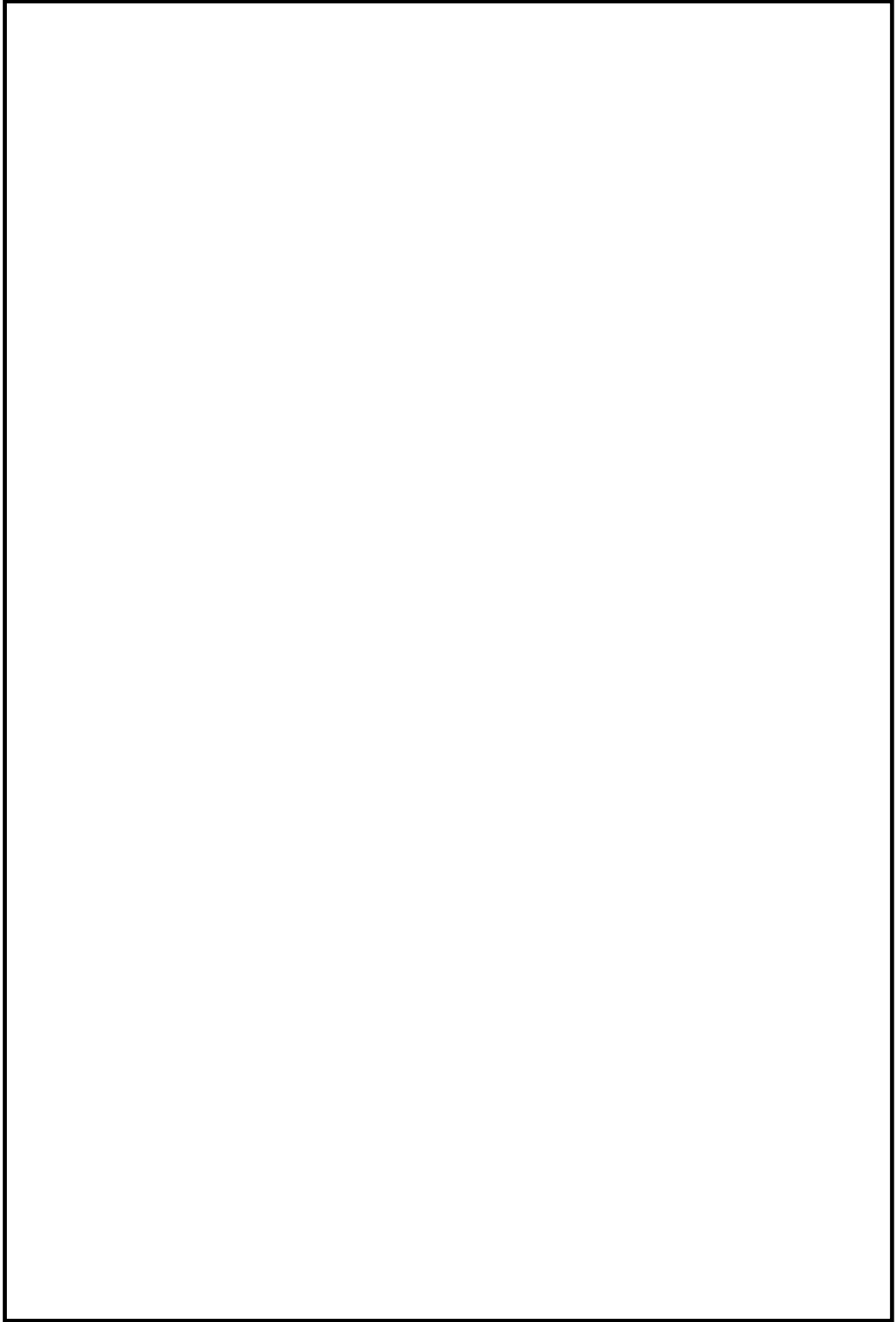
本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。



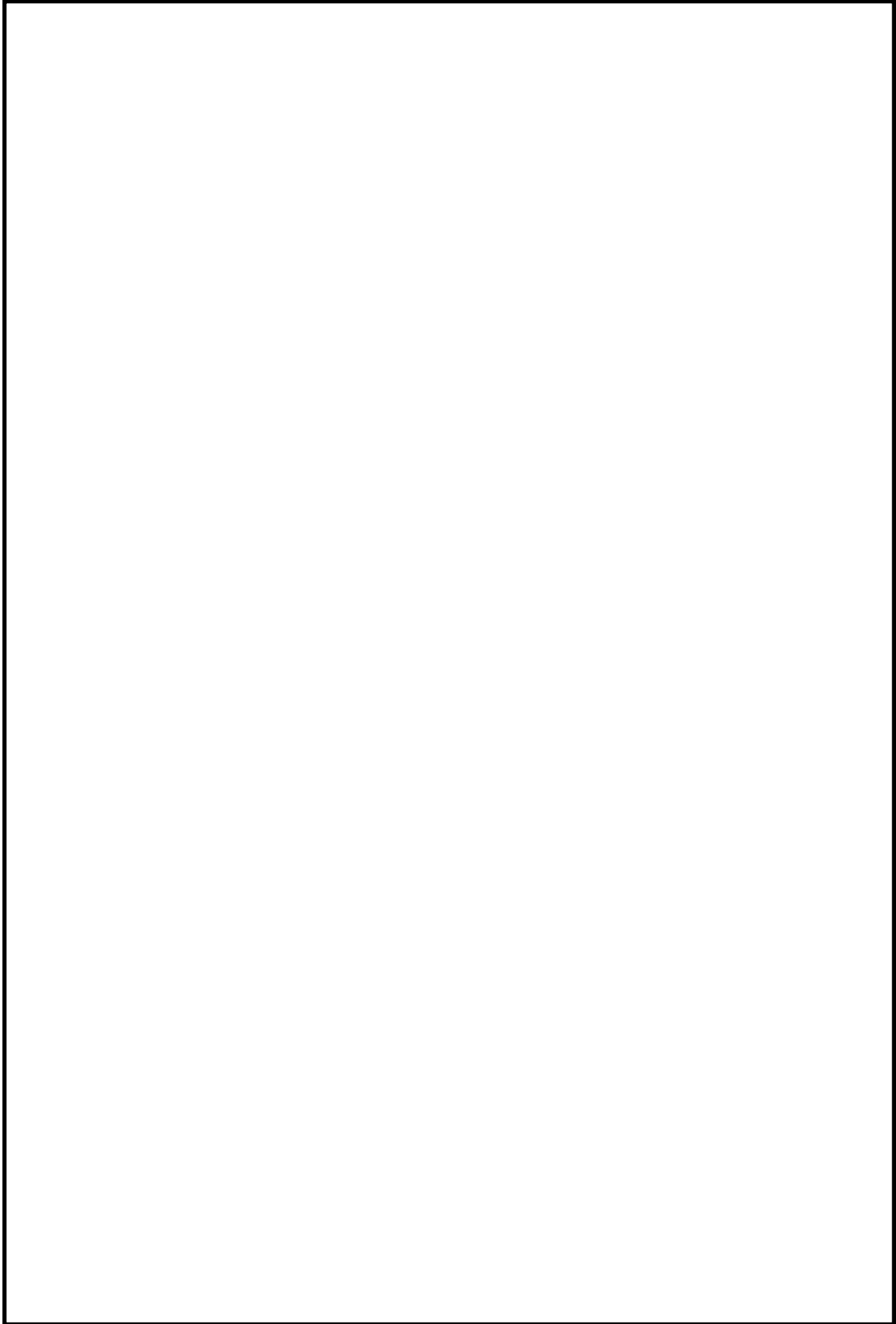
本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。



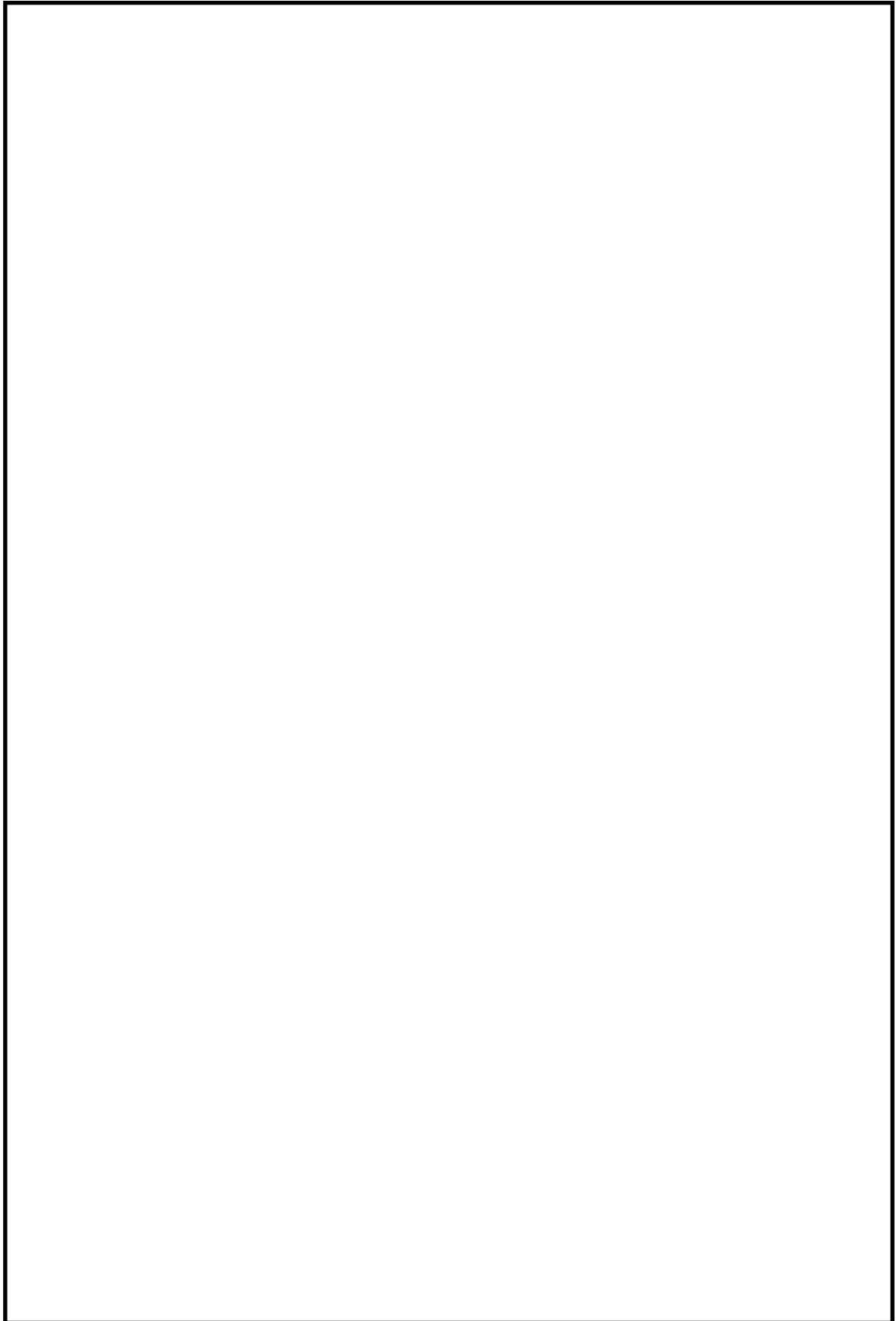
本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。



本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。



本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。



本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

島根原子力発電所 2 号炉の
内部火災影響評価に係る安全停止パスに
必要な系統について

島根原子力発電所 2 号炉の
内部火災影響評価に係る安全停止パスに必要な系統について

1. 概要

火災防護対象機器には、多重性を有する安全上重要な以下の設備等がある。

- a. 安全保護系
- b. 原子炉停止系
- c. 工学的安全施設
- d. 非常用所内電源系
- e. 事故時監視計器
- f. 残留熱除去系
- g. 最終的な熱の逃がし場へ熱を輸送する系統
- h. 上記設備の補助設備（非常用換気空調系等）

これら設備等について、島根原子力発電所 2 号炉において原子炉の安全停止パスを確保するために必要な系統を整理した。

火災影響評価において、当該火災区域内に設置される全機器の機能喪失を想定しても、安全停止パスが少なくとも一つ確保される場合には、当該火災区域の火災発生を想定しても、原子炉の安全停止に影響はない。

一方、安全停止パスを一つも確保できない場合は、「火災防護に係る審査基準」の「2.3 火災の影響軽減」に基づく火災防護対策の実施状況確認や詳細な火災影響評価を行い、原子炉の安全停止パスが少なくとも一つ確保されるか否かを確認する。

2. 安全停止パスを確保するために必要な系統一覧

緩和系	区分Ⅰ	区分Ⅱ	区分Ⅲ
a. 安全保護系	原子炉緊急停止系（スクラム機能）		—
	工学的安全施設の作動回路		—
b. 原子炉停止系	CRD（スクラム機能）		—
	SLC(A)	SLC(B)	—
c. 工学的安全施設等 （原子炉補給水機能をもつ系統）	RPV バウンダリ機能		
	—	RCIC	HPCS
	ADS(A)	ADS(B)	—
	逃がし弁機能(A)	逃がし弁機能(B)	—
	LPCI(A)	LPCI(B)	—
	LPCS	LPCI(C)	—
d. 非常用所内電源系	DEG(A)	DEG(B)	DEG(HPCS)
	非常用交流電源(A)	非常用交流電源(B)	非常用交流電源(HPCS)
	直流電源(A)	直流電源(B)	直流電源(HPCS)
	計装交流電源(A)	計装交流電源(B)	計装交流電源(HPCS)
e. 事故時監視計器	中性子束（Ⅰ）	中性子束（Ⅱ）	—
	原子炉圧力（Ⅰ）	原子炉圧力（Ⅱ）	—
	原子炉水位（Ⅰ）	原子炉水位（Ⅱ）	—
	格納容器圧力（Ⅰ）	格納容器圧力（Ⅱ）	—
	放射線量率（Ⅰ）	放射線量率（Ⅱ）	—
	水素・酸素濃度（Ⅰ）	水素・酸素濃度（Ⅱ）	—
	S/C水位（Ⅰ）	S/C水位（Ⅱ）	—
	S/C水温（Ⅰ）	S/C水温（Ⅱ）	—
f. 残留熱除去系	RHR(A)	RHR(B)	—
g. 最終的な熱の逃し場へ熱を輸送する系統	RCW(A)	RCW(B)	HPCW
	RSW(A)	RSW(B)	HPSW
h. 補助設備	HVC(A)	HVC(B)	—
	HVRO(A-非常用電気室, RSS室)	HVRO(B-非常用電気室, RSS室)	HVRO(HPCS電気室, HPCWポンプ室)
	HVRO(A-DEG室)	HVRO(B-DEG室)	HVRO(HPCS-DEG室)
	HVRO(A-RCWポンプ室)	HVRO(B-RCWポンプ室)	—
	HVR(A-RHRポンプ室)	HVR(B-RHRポンプ室)	HVR(HPCSポンプ室)
	HVR(LPCSポンプ室)	HVR(C-RHRポンプ室)	—

島根原子力発電所 2 号炉の
火災区域特性表の例

島根原子力発電所 2 号炉の火災区域特性表の例

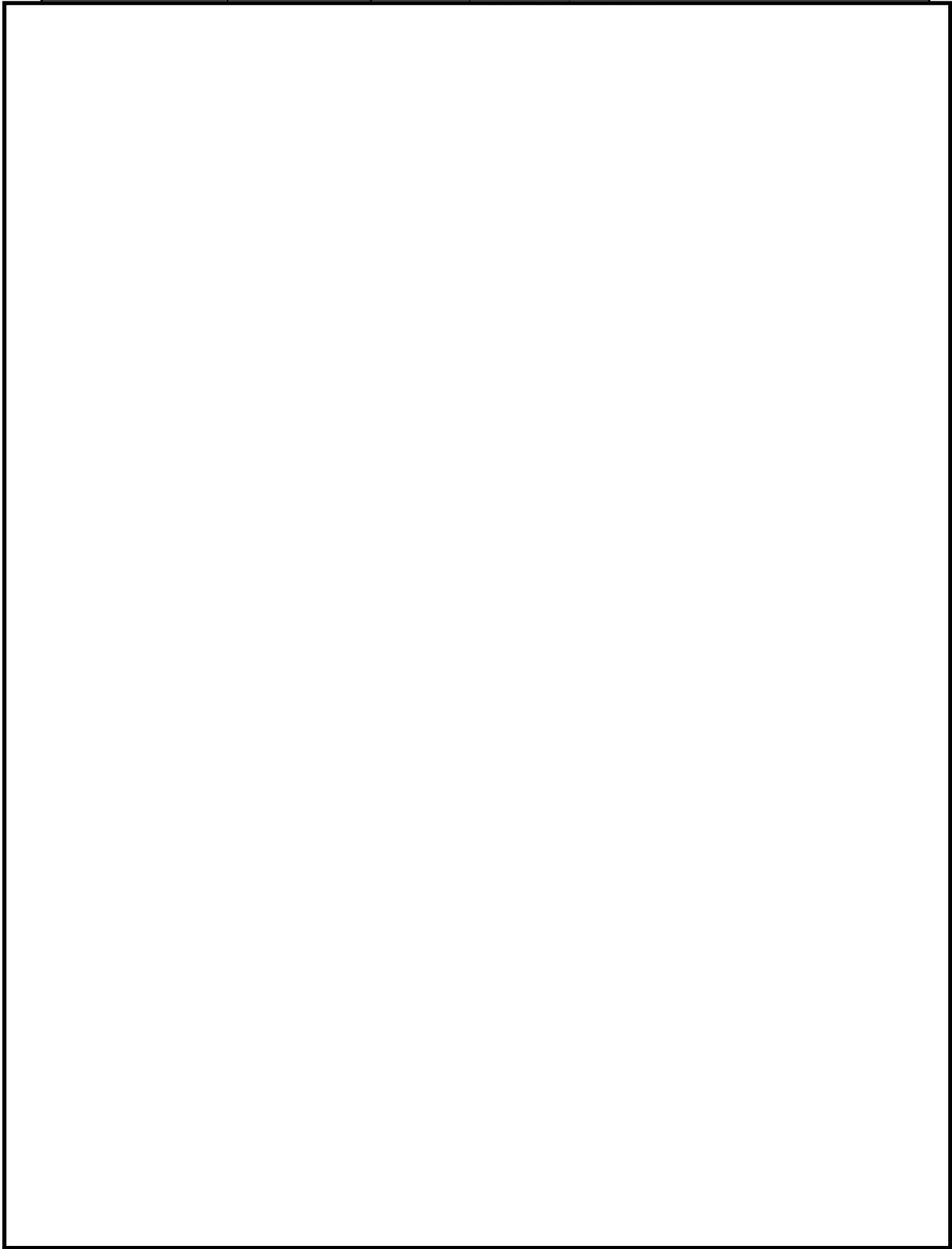
島根原子力発電所 2 号炉の内部火災影響評価では、8 条-別添 1-資料 3 において設定した火災区域毎の情報（部屋番号，床面積，等価時間，隣接の火災区域等）を火災区域特性表へ記載し，整理する。

また，火災区域特性表には，当該火災区域に設置される安全停止に係る機器等（ケーブルを含む。）を明確にする。その上で，当該火災区域にて最も厳しい単一火災を想定し，火災区域内の安全停止に係る機器等全てを機能喪失したと仮定した場合に影響を受ける緩和系を明確にし，残された緩和系において安全停止パスが少なくとも一つ確保されるか否かについて評価を行い，火災区域特性表のまとめ表として整理する。

ここで，島根原子力発電所 2 号炉における安全系区分Ⅱの火災区域の代表例として，火災区域番号「RX-B2F-1（RCICポンプ室，B-RHRポンプ室，C-RHRポンプ室等）」の火災区域特性表を下記のとおり示す。（ただし，火災区域特性表添付のケーブルリストや可燃物リスト（データシート）については省略する。）

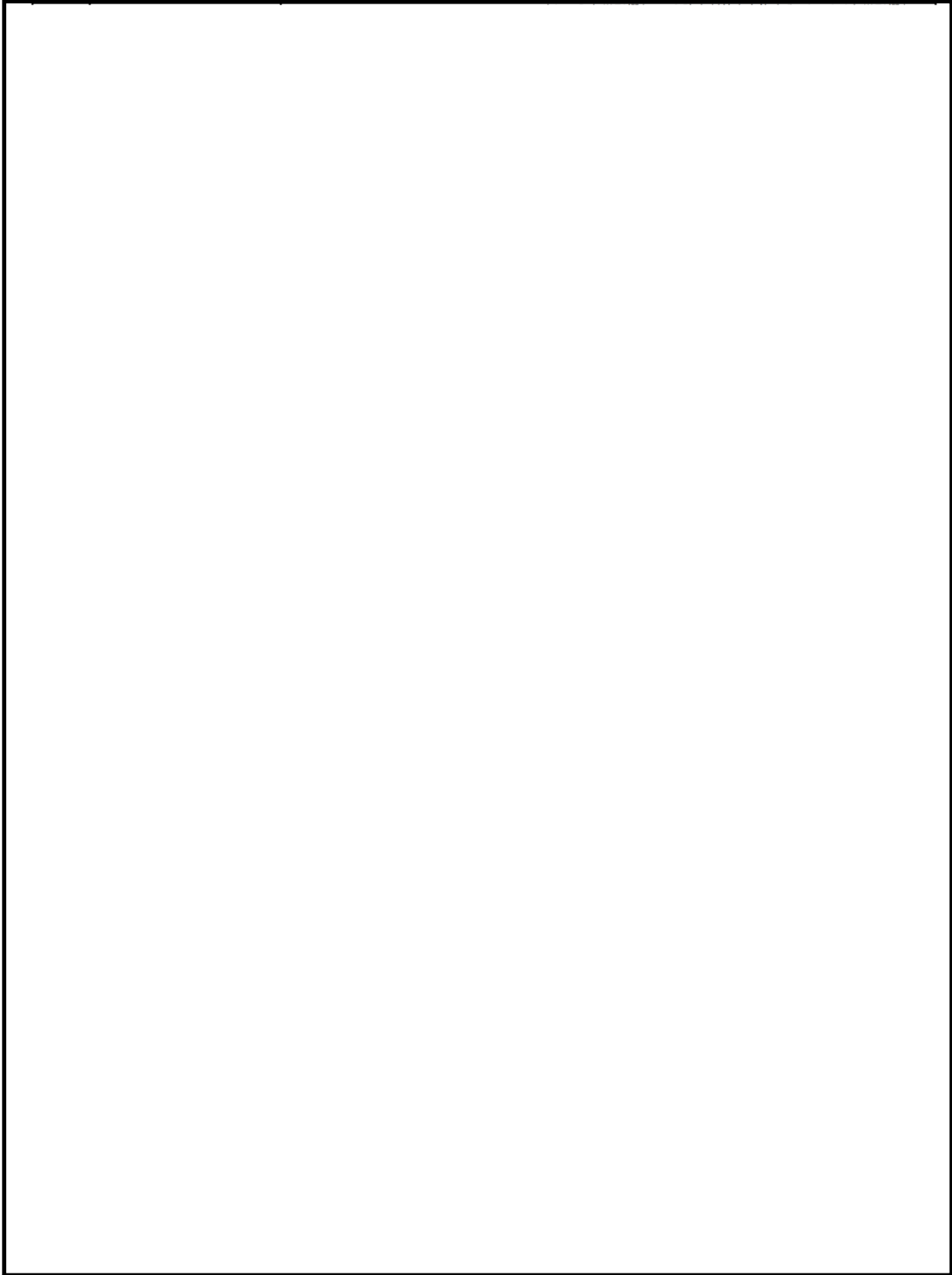
なお，その他火災区域も含めた火災区域特性表における評価結果の要約については添付資料 6 に示す。

火災区域特性表 I							
火災区域特性表のまとめ							1/2
プラント	NS-2	建物	原子炉建物	火災区域番号	RX-B2F-1	火災区域安全区分	II



本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

火災区域特性表 I							
火災区域特性表のまとめ							2/2
プラント	NS-2	建物	原子炉建物	火災区域番号	RX-B2F-1	火災区域安全区分	II



本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

火災区域特性表Ⅱ			
火災区域内の火災源及び防火設備			1/1
プラント	NS-2	火災区域番号	RX-B2F-1

--	--	--	--

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

火災区域特性表Ⅲ

火災区域に隣接する火災区域(部屋)と伝播経路

1/2

プラント

NS-2

火災区域番号

RX-B2F-1

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

火災区域特性表Ⅲ

火災区域に隣接する火災区域(部屋)と伝播経路

2/2

プラント

NS-2

火災区域番号

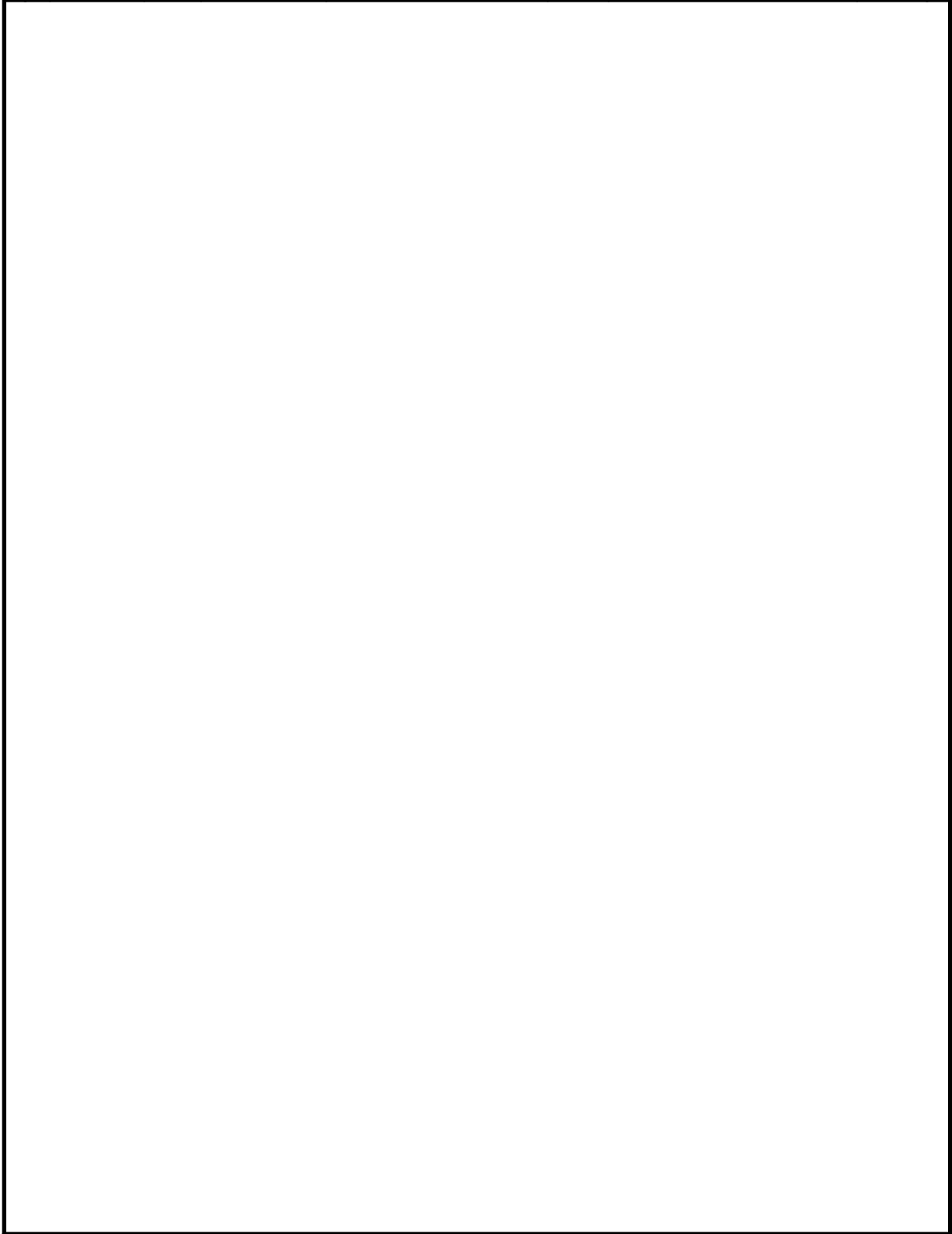
RX-B2F-1

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

火災区域特性表Ⅳ			
火災により影響を受ける設備			1/2
プラント	NS-2	火災区域番号	RX-B2F-1

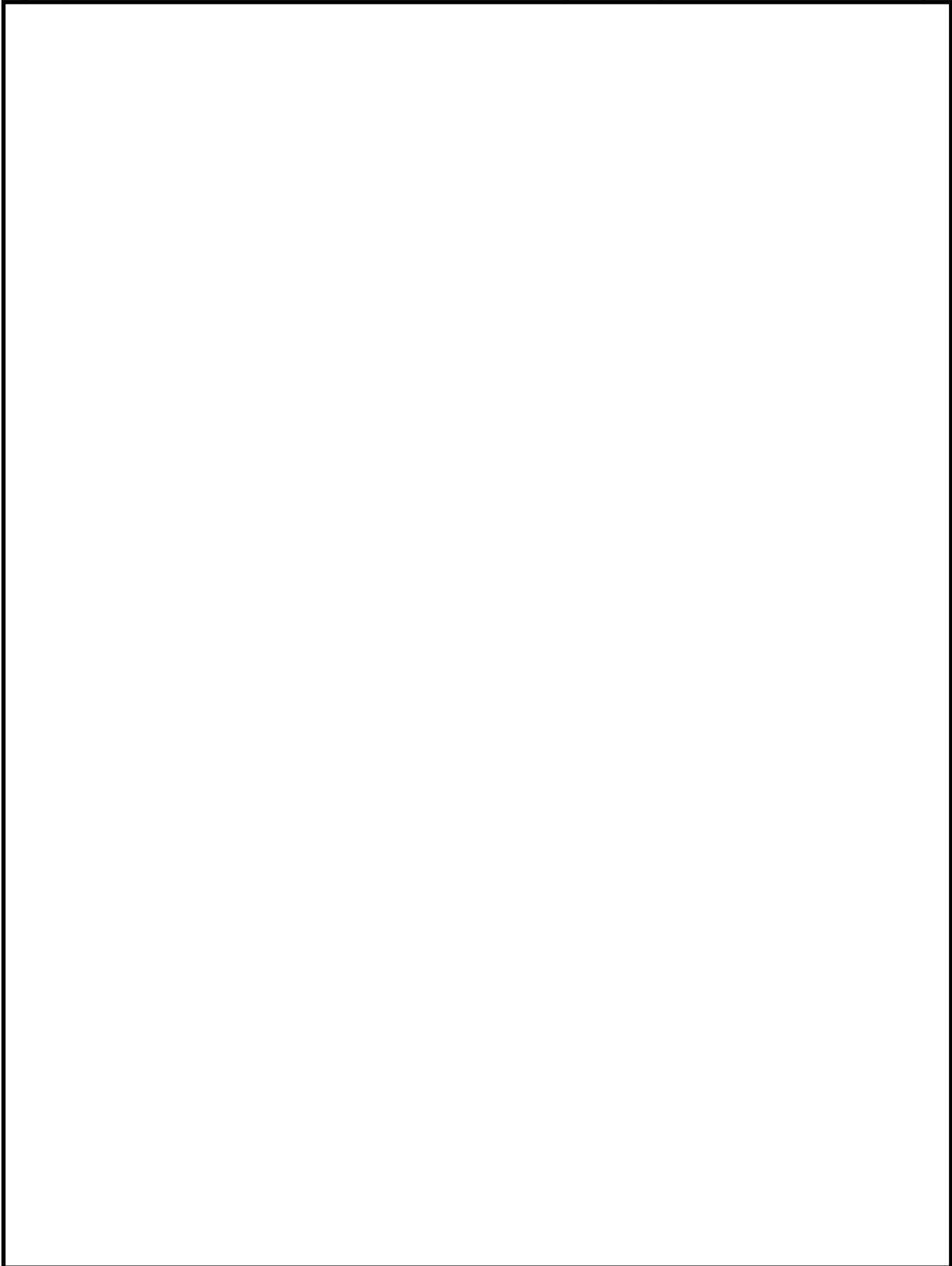
本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

火災区域特性表Ⅳ			
火災により影響を受ける設備			2/2
プラント	NS-2	火災区域番号	RX-B2F-1



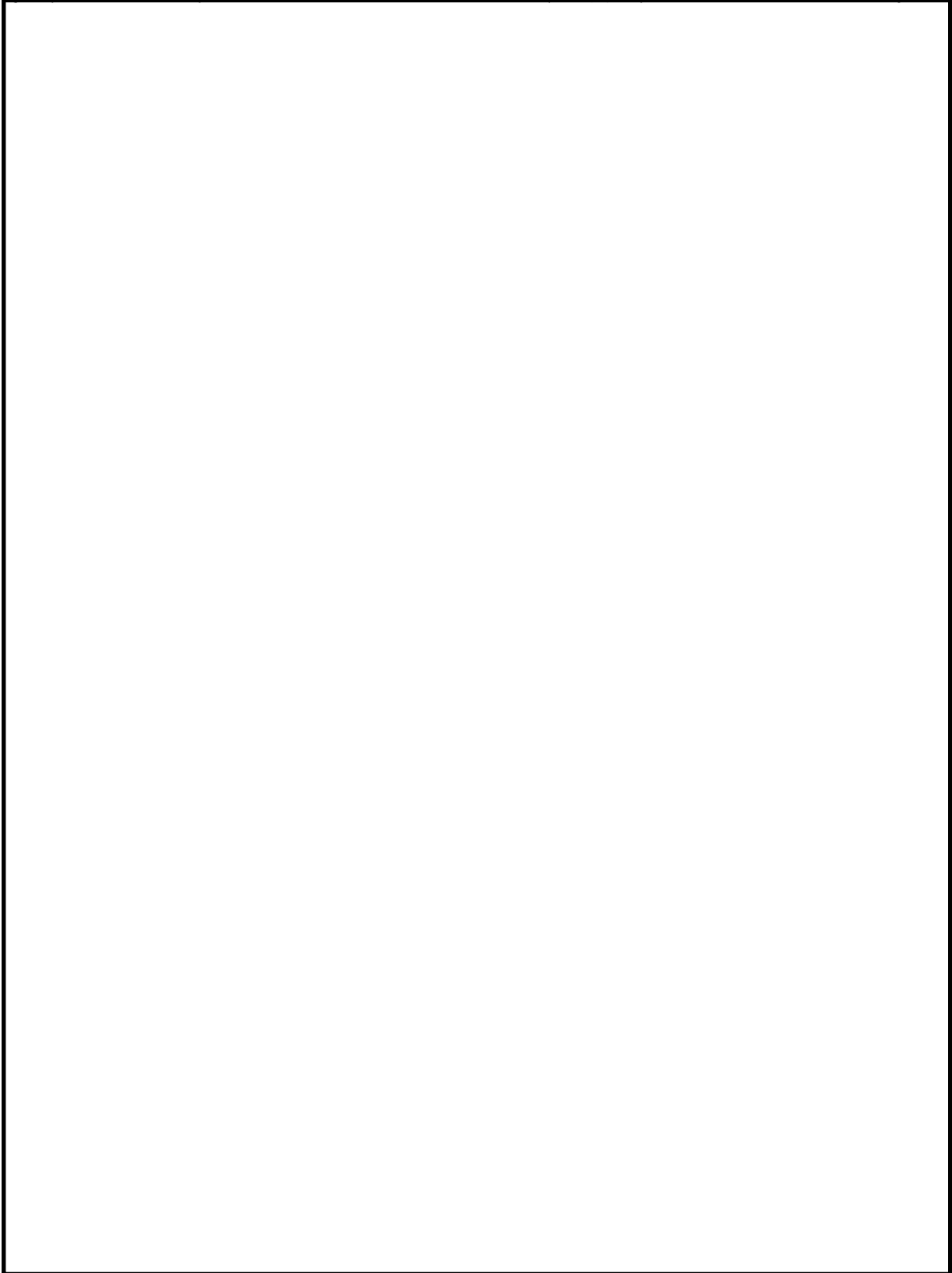
本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

火災区域特性表Ⅴ			
火災により影響を受けるケーブル			1/1
プラント	NS-2	火災区域番号	RX-B2F-1



本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

添付資料-1			
火災影響評価のデータシート 目次			1/1
プラント	NS-2	火災区域番号	RX-B2F-1



本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

島根原子力発電所 2 号炉
隣接火災区域への火災伝播評価結果

島根原子力発電所 2 号炉
隣接火災区域への火災伝播評価結果

1. 概要

全ての火災区域について、隣接火災区域への火災影響の有無を確認するため火災伝播評価を実施した。

2. 前提条件

火災伝播評価においては、火災の影響軽減対策（3 時間以上の耐火性能を有する耐火壁又は隔壁等による分離）の実施を前提として、火災の伝播の有無を評価する。（8 条-別添 1-資料 7 参照）

3. 評価

全ての火災区域において、隣接する火災区域を抽出し、一次スクリーニングの概要フローに従い、火災伝播評価を実施した。

火災伝播“無”となった火災区域については、二次スクリーニングで「隣接火災区域に影響を与えない火災区域の火災影響評価」を実施し、火災伝播“有”となった隣接火災区域については、二次スクリーニングで「隣接火災区域に影響を与える火災区域の火災影響評価」を実施する。

島根原子力発電所2号炉 隣接火災区域(区画)への火災伝播影響評価結果

火災区域	火災区域内の 主な部屋名称	等価時間	隣接火災区域	耐火時間	火災伝播 の可能性	備考

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

島根原子力発電所2号炉 隣接火災区域(区画)への火災伝播影響評価結果

火災区域	火災区域内の 主な部屋名称	等価時間	隣接火災区域	耐火時間	火災伝播 の可能性	備考

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

島根原子力発電所2号炉 隣接火災区域(区画)への火災伝播影響評価結果

火災区域	火災区域内の 主な部屋名称	等価時間	隣接火災区域	耐火時間	火災伝播 の可能性	備考

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

島根原子力発電所2号炉 隣接火災区域(区画)への火災伝播影響評価結果

火災区域	火災区域内の 主な部屋名称	等価時間	隣接火災区域	耐火時間	火災伝播 の可能性	備考

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

島根原子力発電所2号炉 隣接火災区域(区画)への火災伝播影響評価結果

火災区域	火災区域内の 主な部屋名称	等価時間	隣接火災区域	耐火時間	火災伝播 の可能性	備考

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

島根原子力発電所2号炉 隣接火災区域(区画)への火災伝播影響評価結果

火災区域	火災区域内の 主な部屋名称	等価時間	隣接火災区域	耐火時間	火災伝播 の可能性	備考

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

島根原子力発電所2号炉 隣接火災区域(区画)への火災伝播影響評価結果

火災区域	火災区域内の 主な部屋名称	等価時間	隣接火災区域	耐火時間	火災伝播 の可能性	備考

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

島根原子力発電所2号炉 隣接火災区域(区画)への火災伝播影響評価結果

火災区域	火災区域内の 主な部屋名称	等価時間	隣接火災区域	耐火時間	火災伝播 の可能性	備考

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

島根原子力発電所2号炉 隣接火災区域(区画)への火災伝播影響評価結果

火災区域	火災区域内の 主な部屋名称	等価時間	隣接火災区域	耐火時間	火災伝播 の可能性	備考

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

島根原子力発電所 2 号炉
隣接火災区域に影響を与える火災区域の
火災影響評価結果

島根原子力発電所2号炉 隣接する火災区域に影響を与える火災影響評価結果

当該火災区域		隣接火災区域				成功ハバ		評価
火災区域番号	火災区域内の 主な部屋名称	ターゲット	火災区域番号	火災区域内の 主な部屋名称	ターゲット	?火災区域 機能喪失想定	成功ハバ	

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

島根原子力発電所2号炉 隣接する火災区域に影響を与える火災影響評価結果

当該火災区域		隣接火災区域			成功バス		評価
火災区域番号	火災区域内の 主な部屋名称	ターゲット	火災区域番号	火災区域内の 主な部屋名称	ターゲット	2火災区域 機能喪失想定 成功バス	

--

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

島根原子力発電所2号炉 隣接する火災区域に影響を与える火災影響評価結果

当該火災区域				隣接火災区域			成功ハズ		評価
火災区域番号	火災区域内の 主な部屋名称	ターゲット	火災区域番号	火災区域内の 主な部屋名称	ターゲット	2号火災区域 機能喪失想定	成功ハズ		

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

島根原子力発電所2号炉 隣接する火災区域に影響を与える火災影響評価結果

当該火災区域				隣接火災区域			成功/バス		評価
火災区域番号	火災区域内の 主な部屋名称	ターゲット	火災区域番号	火災区域内の 主な部屋名称	ターゲット	2/火災区域 機能喪失想定	成功/バス		

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

島根原子力発電所2号炉 隣接する火災区域に影響を与える火災影響評価結果

当該火災区域		隣接火災区域			成功バス		評価
火災区域番号	火災区域内の 主な部屋名称	ターゲット	火災区域番号	火災区域内の 主な部屋名称	ターゲット	2火災区域 機能喪失想定	

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

島根原子力発電所 2 号炉における
火災区域内の火災影響評価結果

島根原子力発電所2号炉 火災区域(区画)の火災影響評価結果

火災区域番号	安全 保蔵系	原子炉 停止系	工学的 安全施設	非常用 所内 電源系	事故時 監視 計器	残留熱 除去系	最終的な 熱の 逃し場	補助 設備	高温 停止	低温 停止	評価結果	確認事項
--------	-----------	------------	-------------	------------------	-----------------	------------	-------------------	----------	----------	----------	------	------

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

島根原子力発電所2号炉 火災区域(区画)の火災影響評価結果

火災区域番号	安全 保羅系	原子炉 停止系	工学的 安全施設	非常用 所内 電源系	事故時 監視 計器	残留熱 除去系	最終的な 熱の 逃し場	補助 設備	評価結果	
									高温 停止	低温 停止

本資料のうち，枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

島根原子力発電所2号炉 火災区域(区画)の火災影響評価結果

火災区域番号	安全 保護系	原子炉 停止系	工学的 安全施設	非常用 所内 電源系	事故時 監視 計器	残留熱 除去系	最終的な 熱の 逃し場	補助 設備	評価結果		確認事項
									高温 停止	低温 停止	

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

島根原子力発電所2号炉 火災区域(区画)の火災影響評価結果

火災区域番号	安全 保護系	原子炉 停止系	工学的 安全施設	非常用 所内 電源系	事故時 監視 計器	残留熱 除去系	最終的な 熱の 逃し場	補助 設備	評価結果		確認事項
									高温 停止	低温 停止	

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

島根原子力発電所2号炉 火災区域(区画)の火災影響評価結果

火災区域番号	安全 保護系	原子炉 停止系	工学的 安全施設	非常用 所内 電源系	事故時 監視 計器	残留熱 除去系	最終的な 熱の 逃し場	補助 設備	評価結果		確認事項
									高温 停止	低温 停止	

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

島根原子力発電所2号炉 火災区域(区画)の火災影響評価結果

火災区域番号	安全 保護系	原子炉 停止系	工学的 安全施設	非常用 所内 電源系	事故時 監視 計器	残留熱 除去系	最終的な 熱の 逃し場	補助 設備	評価結果		確認事項
									高温 停止	低温 停止	

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

島根原子力発電所2号炉 火災区域(区画)の火災影響評価結果

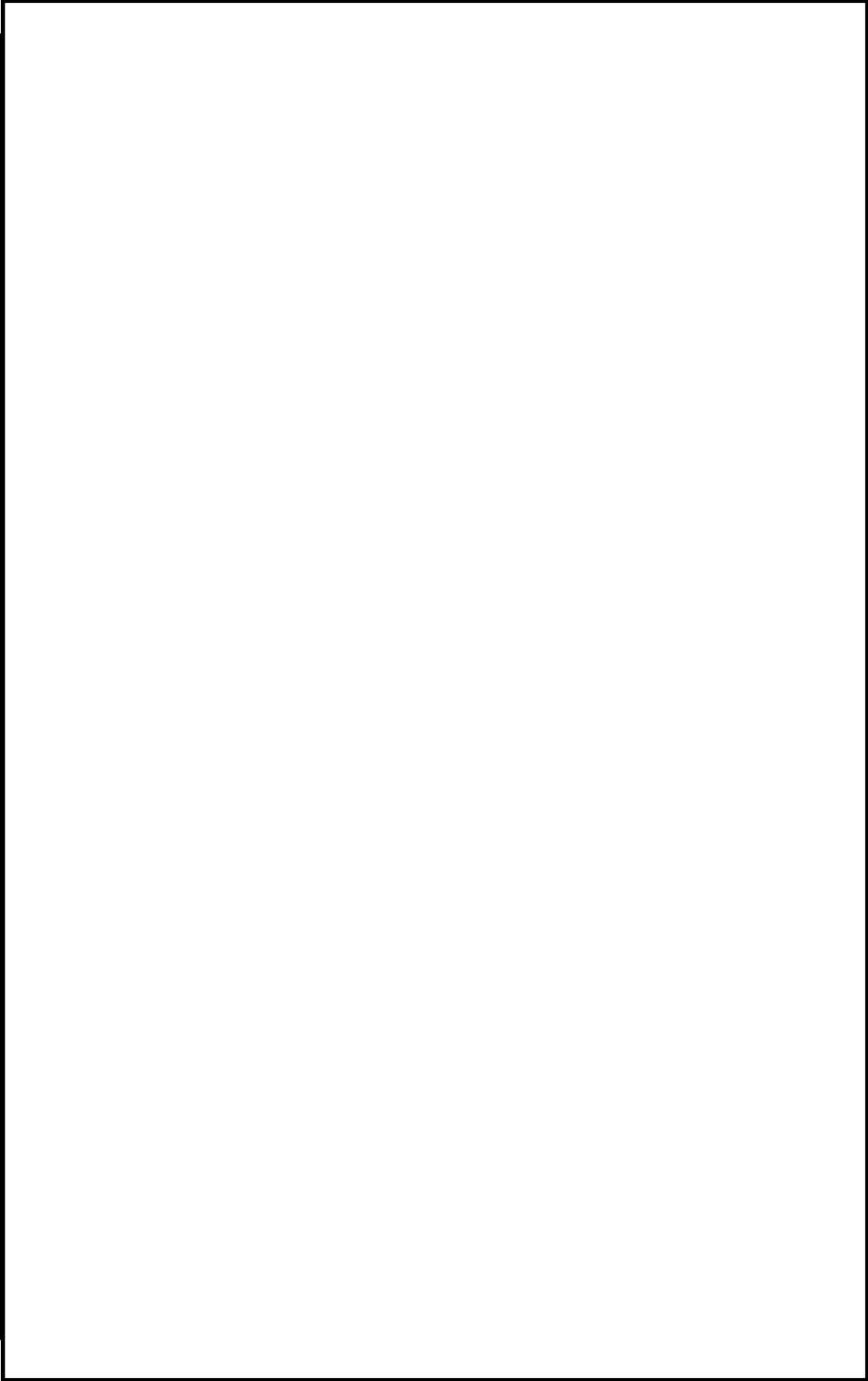
火災区域番号	安全 保護系	原子炉 停止系	工学的 安全施設	非常用 所内 電源系	事故時 監視 計器	残留熱 除去系	最終的な 熱の 逃し場	補助 設備	評価結果		確認事項
									高温 停止	低温 停止	

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

島根原子力発電所2号炉 火災区域(区画)の火災影響評価結果

火災区域番号	安全 保護系	原子炉 停止系	工学的 安全施設	非常用 所内 電源系	事故時 監視 計器	残留熱 除去系	最終的な 熱の 逃し場	補助 設備	評価結果	
									高温 停止	低温 停止
確認事項										



本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

島根原子力発電所2号炉 火災区域(区画)の火災影響評価結果

火災区域番号	安全 保護系	原子炉 停止系	工学的 安全施設	非常用 所内 電源系	事故時 監視 計器	残留熱 除去系	最終的な 熱の 逃し場	補助 設備	評価結果		確認事項
									高温 停止	低温 停止	

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

島根原子力発電所2号炉 火災区域(区画)の火災影響評価結果

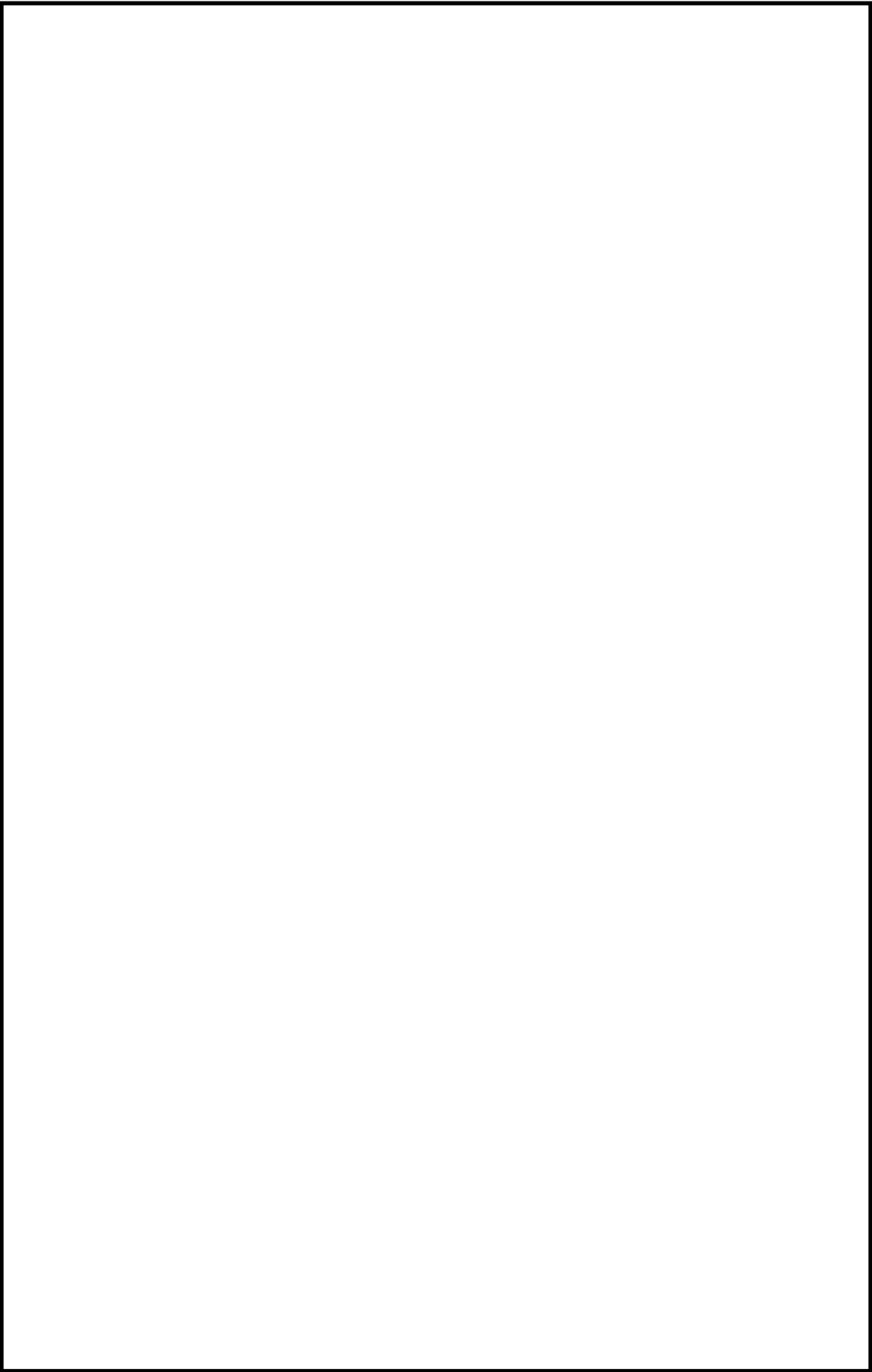
火災区域番号	安全 保護系	原子炉 停止系	工学的 安全施設	非常用 所内 電源系	事故時 監視 計器	残留熱 除去系	最終的な 熱の 逃し場	補助 設備	評価結果	
									高温 停止	低温 停止
確認事項										

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

島根原子力発電所2号炉 火災区域(区画)の火災影響評価結果

火災区域番号	安全 保護系	原子炉 停止系	工学的 安全施設	非常用 所内 電源系	事故時 監視 計器	残留熱 除去系	最終的な 熱の 逃し場	補助 設備	評価結果	
									高温 停止	低温 停止
確認事項										



本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

島根原子力発電所2号炉 火災区域(区画)の火災影響評価結果

火災区域番号	安全 保護系	原子炉 停止系	工学的 安全施設	非常用 所内 電源系	事故時 監視 計器	残留熱 除去系	最終的な 線の 送し場	補助 設備	評価結果		確認事項
									高温 停止	低温 停止	

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

島根原子力発電所2号炉 火災区域(区画)の火災影響評価結果

火災区域番号	安全 保護系	原子炉 停止系	工学的 安全施設	非常用 所内 電源系	事故時 監視 計器	残留熱 除去系	最終的な 熱の 逃し場	補助 設備	評価結果		確認事項
									高温 停止	低温 停止	

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

島根原子力発電所2号炉 火災区域(区画)の火災影響評価結果

火災区域番号	安全 保護系	原子炉 停止系	工学的 安全施設	非常用 所内 電源系	事故時 監視 計器	残留熱 除去系	最終的な 熱の 逃し場	補助 設備	評価結果	
									高温 停止	低温 停止

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

島根原子力発電所2号炉 火災区域(区画)の火災影響評価結果

火災区域番号	安全 保護系	原子炉 停止系	工学的 安全施設	非常用 所内 電源系	事故時 監視 計器	残留熱 除去系	最終的な 熱の 減じ場	補助 設備	評価結果	
									高温 停止	低温 停止
確認事項										



本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

島根原子力発電所2号炉 火災区域(区画)の火災影響評価結果

火災区域番号	安全 保護系	原子炉 停止系	工学的 安全施設	非常用 所内 電源系	事故時 監視 計器	残留熱 除去系	最終的な 燃料の 逃し場	補助 設備	評価結果		確認事項
									高温 停止	低温 停止	

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

島根原子力発電所2号炉 火災区域(区画)の火災影響評価結果

火災区域番号	安全 保護系	原子炉 停止系	工学的 安全施設	非常用 所内 電源系	事故時 監視 計器	残留熱 除去系	最終的な 熱の 逃し場	補助 設備	評価結果		確認事項
									高温 停止	低温 停止	

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

島根原子力発電所2号炉 火災区域(区画)の火災影響評価結果

火災区域番号	安全 保護系	原子炉 停止系	工学的 安全施設	非常用 所内 電源系	事故時 監視 計器	残留熱 除去系	最終的な 熱の 逃し場	補助 設備	評価結果		確認事項
									高温 停止	低温 停止	

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

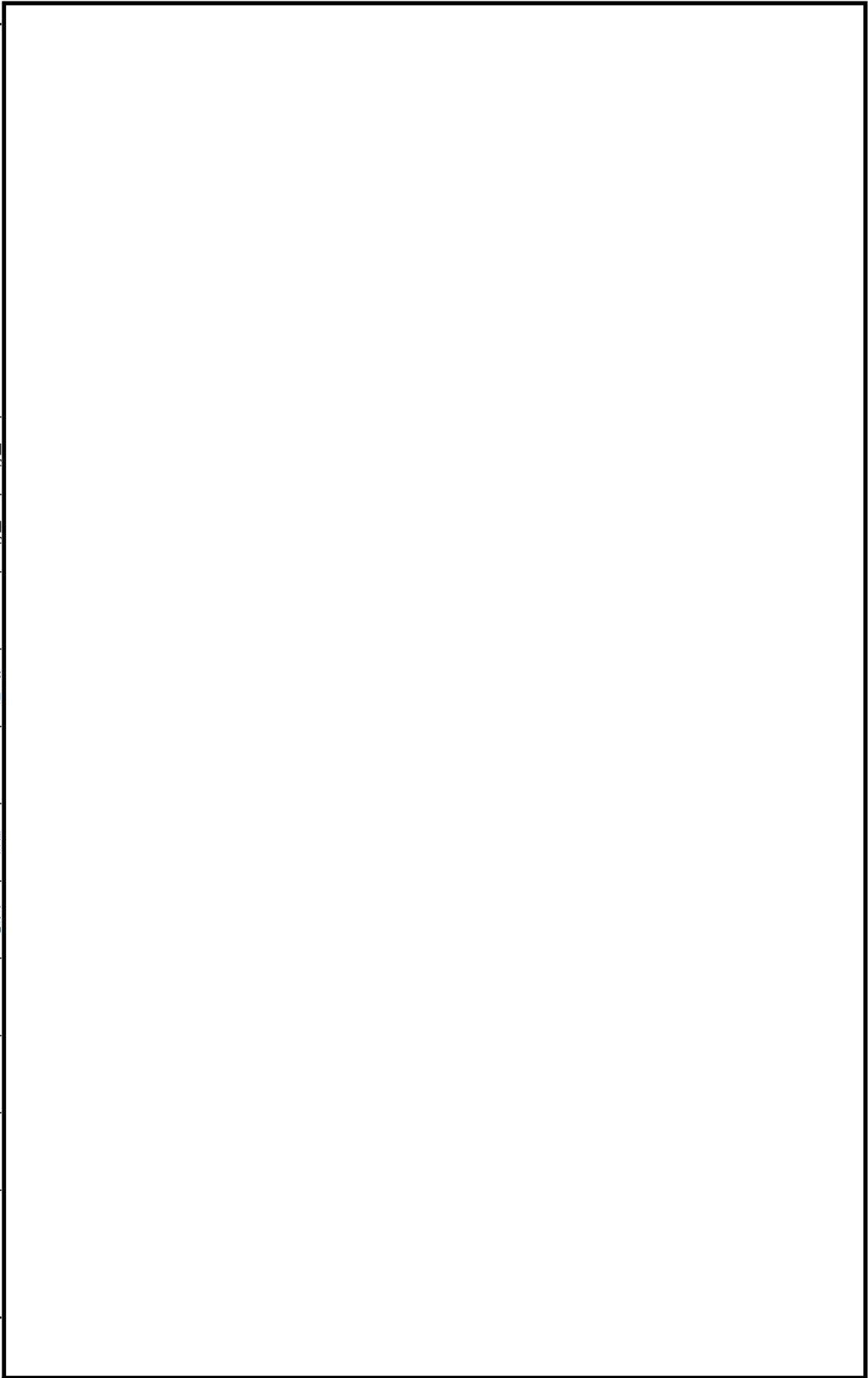
島根原子力発電所2号炉 火災区域(区画)の火災影響評価結果

火災区域番号	安全 保護系	原子炉 停止系	工学的 安全施設	非常用 所内 電源系	事故時 監視 計器	残留熱 除去系	最終的な 熱の 逃し場	補助 設備	評価結果	
									高温 停止	低温 停止
確認事項										

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

島根原子力発電所2号炉 火災区域(区画)の火災影響評価結果

火災区域番号	安全 係数系	原子炉 停止系	工学的 安全施設	非常用 所内 電源系	事故時 監視 計器	残留熱 除去系	最終的な 熱の 逃し場	補助 設備	評価結果	
									高温 停止	低温 停止
確認事項										



本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

島根原子力発電所2号炉 火災区域(区画)の火災影響評価結果

火災区域番号	安全保護系	原子炉停止系	工学的安全施設	非常用所内電源系	事故時監視計器	残留熱除去系	最終的な熱の逃し場	補助設備	評価結果		確認事項
									高温停止	低温停止	

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

島根原子力発電所2号炉 火災区域(区画)の火災影響評価結果

火災区域番号	安全保護系	原子炉停止系	工学的安全施設	非常用 所用 電源系	事故時 監視 計器	残留熱 除去系	最終的な 熱の 逃し場	補助 設備	高温 停止	低温 停止	評価結果	確認事項

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

島根原子力発電所2号炉 火災区域(区画)の火災影響評価結果

火災区域番号	安全 保護系	原子炉 停止系	工学的 安全施設	非常用 所内 電源系	事故時 監視 計器	残留熱 除去系	最終的な 熱の 減じ場	補助 設備	高温 停止	低温 停止	評価結果	確認事項

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

島根原子力発電所2号炉 火災区域(区画)の火災影響評価結果

火災区域番号	安全 保護系	原子炉 停止系	工学的 安全施設	非常用 所内 電源系	事故時 監視 計器	残留熱 除去系	最終的な 熱の 逃し場	補助 設備	評価結果		確認事項
									高温 停止	低温 停止	

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

島根原子力発電所2号炉 火災区域(区画)の火災影響評価結果

火災区域番号	安全 保護系	原子炉 停止系	工学的 安全施設	非常用 所内 電源系	事故時 監視 計器	残留熱 除去系	最終的な 熱の 減じ場	補助 設備	評価結果		確認事項
									高温 停止	低温 停止	

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

島根原子力発電所 2 号炉における
火災により想定される事象の確認結果

島根原子力発電所 2 号炉における 火災により想定される事象の確認結果

島根 2 号炉では、内部火災の影響軽減対策として、原子炉の安全停止を達成し、維持するために必要な系統は、内部火災によって同時に機能が喪失しないように系統分離等の対策を講じており、安全停止パスを確保することとしている。

その上で、内部火災により原子炉に外乱が及ぶ場合について重畳事象も含め、どのような事象が起こる可能性があるかを分析し、発生する事象に対して単一故障を想定した場合においても収束が可能であるか、また、低温停止が可能であるかについて解析的に確認を行った。

以下に、事象の抽出プロセス、解析前提条件及び解析結果を示す。

1. 想定される事象の評価プロセス

1.1. 評価前提

次の事項を前提とし、評価を行うこととする。

- ・内部火災発生時において原子炉の安全停止に必要な機能は、内部火災が発生した場合においても維持される。
- ・原子炉建物（以下「R/B」という。）又はタービン建物（以下「T/B」という。）において内部火災が発生を想定した場合、原子炉の安全停止に必要な機器は、その機能が維持されることを確認していることから、これ以外の機器は全て機能喪失すると仮定する。
- ・R/B 又は T/B において発生した内部火災は、当該の建物以外に影響を及ぼさない。
- ・中央制御室における火災については、火災感知器による早期検知、消火設備による初期消火及び運転員操作によるプラント停止が期待でき、火災の影響は 1 区分内に限定されるため、中央制御室が位置する制御建物については、検討対象外とする。^{*}

※：中央制御室において発生した火災については、早期検知、消火が可能であり、過渡事象が発生するような状況まで事象が進展することは考え難い。また、火災によりケーブル等が損傷すれば、電源断となりフェイルセーフによりスクラムすることが考えられ、スクラムしない事象が発生することは考え難い。

1.2. 抽出プロセスの考え方

内部火災に起因して様々な機器の故障や誤動作に伴う外乱の発生が想定され、また、いくつかの外乱が同時に発生することも考えられる。

しかしながら、内部火災に対する原子炉の安全停止に必要な機器等以外の常用系等の設備に対しては、網羅的にそれらの配置を整理し、詳細に火災影響を分析する

ことが困難であることから、R/B 及び T/B で内部火災により発生すると考えられる外乱及び故障の抽出を行い、抽出された故障について厳しくなるものを代表事象として選定した。また、代表事象に対して、重畳することも勘案し分析を行った。なお、全ての起因事象の重畳を定量的に評価することは現実的ではないことから、事象の単独発生時の事象進展の特徴から、重畳した場合の事象進展を定性的に推定し、より厳しい評価結果となり得る組み合わせについて、収束が可能であるかについて解析的に評価を行った。

以下に、想定される事象の抽出プロセス及び各ステップの手順を示す。(第 1-1 図)

【ステップ 1】

評価事象を網羅的に抽出するため、『発電用軽水型原子炉施設の安全評価に関する審査指針』(以下「安全評価審査指針」という。)の評価事象の選定方法に従い、原子炉に有意な影響を与える主要な要因を抽出する。(第 2-1 図)

【ステップ 2】

原子炉に有意な影響を与える主要な要因を誘発する故障を抽出する。(第 2-1 図)

【ステップ 3】

ステップ 2 で抽出した故障が発生し得る火災区域を分析する。ここでは、常用系設備等の火災防護対象設備に該当しない設備は、火災影響を受ける可能性があるとして仮定する。その際、R/B 及び T/B の一方の建物における火災の影響は他方の建物に及ばないとする。(第 2-1 図)

【ステップ 4】

ステップ 2 及びステップ 3 での分析を踏まえ、各建物で発生する代表事象として扱う事象を特定する。代表事象の特定にあたっては、火災影響により発生する可能性のある事象の中から最も厳しい事象を想定する。(例えば、原子炉再循環ポンプ(以下「再循環ポンプ」という。)のトリップについては、火災の規模により 1 台トリップから全台トリップまで考えられるが、最も厳しくなる全台トリップを想定する。)(第 2-1 図)

【ステップ 5】

各建物で発生する代表事象の解析結果等を踏まえ、代表事象の組み合わせ毎に、重畳を考慮した場合にプラントに与える影響が厳しくなるか否かの分析を行い、解析の要否を整理する。

【ステップ 6】

各建物での内部火災の発生を想定した場合においても動作を期待できる緩和系を確認する。

【ステップ 7】

安全評価審査指針に従い、原子炉停止機能、炉心冷却機能及び放射能閉じ込め機能に単一故障を想定する。

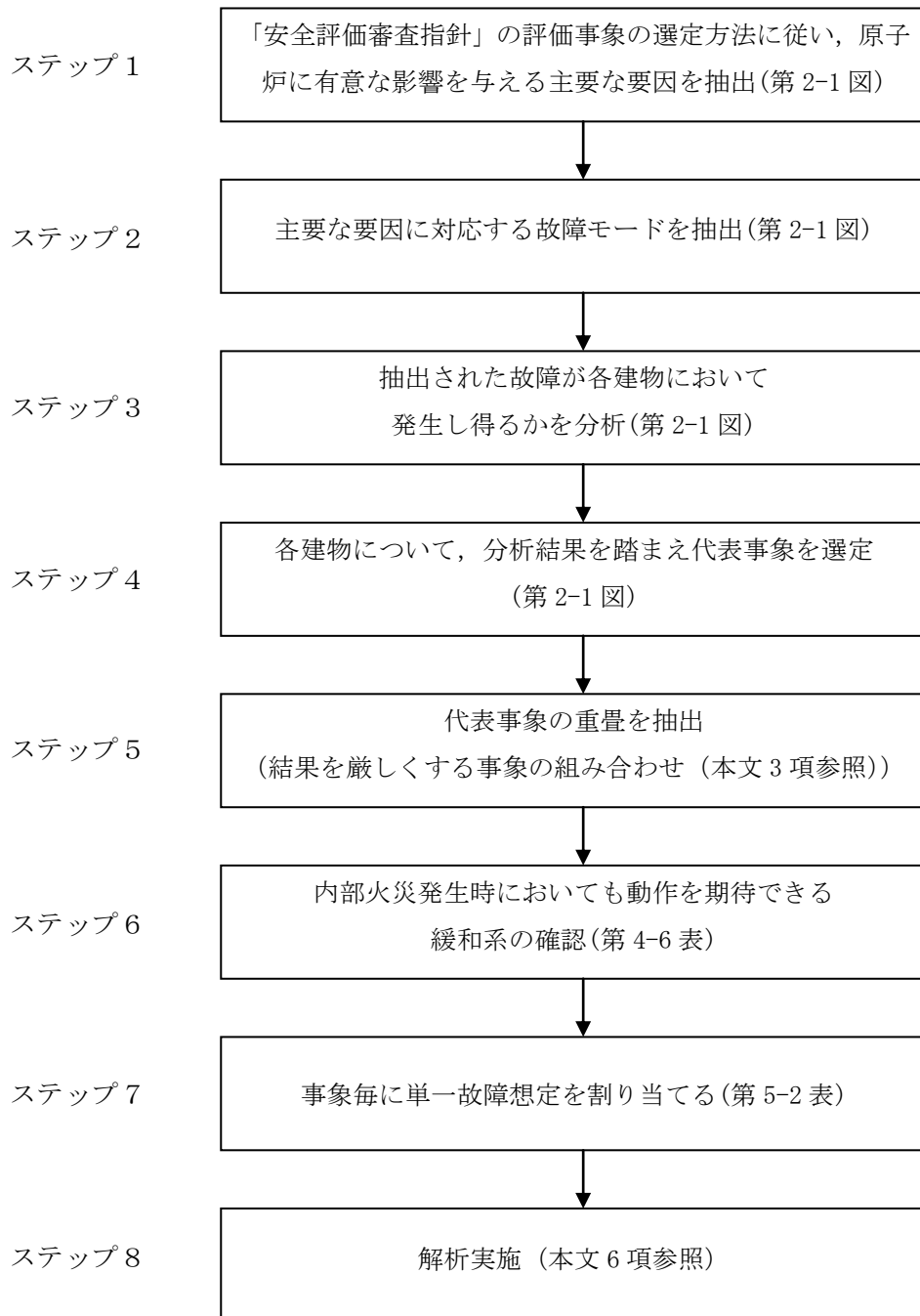
なお、ここでは、内部火災により火災影響を受ける設備*が機能喪失している

ことを前提に，火災影響を受けない火災区域にある設備に単一故障を更に重ねる。

※：「資料 10 島根原子力発電所 2 号炉における内部火災影響評価について」にて評価された設備の機能喪失が発生することを前提としている。

【ステップ 8】

ステップ 7 までの分析結果等を踏まえ，抽出した事象の解析を実施し，事象の収束ができることを確認する。



第 1-1 図 評価プロセス

2. 代表事象の抽出【ステップ1, 2, 3, 4】

安全評価審査指針の評価事象の選定方法に従い、原子炉に有意な影響を与える主要な要因及びその要因に対する故障の抽出結果を第 2-1 図に示す。また、同図において、抽出した故障が、R/B 及び T/B において発生し得るかを分析し、各建物において抽出した代表事象を示す。

第 2-1 図において抽出された、R/B 及び T/B における内部火災により発生する可能性のある代表事象を第 2-1 表に示す。

第 2-1 表 抽出された代表事象

抽出された代表事象	R/B	T/B
原子炉冷却材の停止ループの誤起動	○	—
原子炉冷却材流量の喪失	○	○
原子炉冷却材流量制御系の誤動作	○	—
給水流量の全喪失+タービントリップ	○	—
主蒸気隔離弁の誤閉止	○	○
逃がし弁開放	○	—
給水制御系の故障（流量減少）	○	—※1
給水制御系の故障※2	○	○
HPCS の誤起動	○	—
RCIC の誤起動	○	—
給水加熱喪失	—	○
負荷の喪失	—	○
原子炉圧力制御系の故障	—	○
給水流量の全喪失	—	○

※1：T/B ではより厳しい給水流量の全喪失を想定

※2：原子炉給水制御系の故障により、給水流量が増加する事象は、原子炉設置変更許可申請書に倣い、単に「給水制御系の故障」という。

3. 重畳を考慮した内部火災影響評価事象の抽出【ステップ5】

3.1. 重畳を考慮すべき事象の分析

2項にて抽出した R/B 及び T/B における内部火災により発生する可能性のある代表事象について、重畳を考慮した場合に、事象を厳しくする可能性について検討した。結果について第 3-1 表及び第 3-2 表に示す。

重畳を考慮すべき事象として抽出された代表事象の概要を第 3-3 表に示す。

第 3-1 表 R/B における抽出事象及び重畳考慮の要否

抽出された代表事象		重畳	重畳を考慮しない理由 ^{※1}
I	原子炉冷却材の停止ループの誤起動	—	部分出力状態での発生事象であり重畳による影響が小さい
II	原子炉冷却材流量の喪失	—	①
III	原子炉冷却材流量制御系の誤動作	考慮	—
IV	給水流量の全喪失+タービントリップ	考慮	—
V	主蒸気隔離弁の誤閉止	考慮	—
VI	逃がし弁開放	—	②
VII	給水制御系の故障（流量減少）	—	③
VIII	給水制御系の故障	考慮	—
IX	HPCS の誤起動	—	②（上部プレナムへの注水で蒸気が凝縮し圧力が低下）
X	RCIC の誤起動	考慮	—

第 3-2 表 T/B における抽出事象及び重畳考慮の要否

抽出された代表事象		重畳	重畳を考慮しない理由 ^{※1}
I	給水加熱喪失	考慮	—
II	原子炉冷却材流量の喪失	—	①
III	負荷の喪失	考慮	—
IV	主蒸気隔離弁の誤閉止	考慮	—
V	原子炉圧力制御系の故障	—	②
VI	給水流量の全喪失	—	③
VII	給水制御系の故障	考慮	—

※1：重畳を考慮しない理由

- ① 再循環流量が減少する事象は、BWR-5 では再循環ポンプの慣性が大きく、炉心流量の減少による炉心の冷却能力低下に対し、原子炉出力の減少が早めに作用するため、重畳しても結果は厳しくならない。
- ② 圧力が低下する事象は重畳しても結果は厳しくならない。
- ③ 出力が低下する事象は重畳しても結果は厳しくならない。

第 3-3 表 抽出された代表事象の概要

抽出事象	概要
原子炉冷却材流量制御系の誤動作	原子炉の出力運転中に、再循環流量制御系の誤動作により、再循環流量（炉心流量）が増加し、原子炉出力が上昇する事象。
給水流量の全喪失＋タービントリップ	原子炉の出力運転中に、原子炉水位高（レベル 8）信号の誤発生により、タービンがトリップするとともに、原子炉給水ポンプがトリップする事象。
主蒸気隔離弁の誤閉止	原子炉の出力運転中に、主蒸気隔離弁が誤閉止し、原子炉圧力が上昇する事象。
給水制御系の故障	原子炉の出力運転中に、給水流量が急激に増加し、炉心入口サブクーリングが増加して、原子炉出力が上昇する事象。
RCIC の誤起動	原子炉の出力運転中に、RCIC が誤起動し、炉心入口サブクーリングが増加して、原子炉出力が上昇する事象。
給水加熱喪失	原子炉の出力運転中に、給水加熱器への蒸気流量が喪失して、給水温度が徐々に低下し、炉心入口サブクーリングが増加して、原子炉出力が上昇する事象。
負荷の喪失	原子炉の出力運転中に、発電機負荷遮断により蒸気加減弁が急速に閉止し、原子炉圧力が上昇する事象。

3.2. 抽出事象に対する重畳の分析結果

3.1 項で抽出した重畳を考慮した場合に事象を厳しくする可能性のある事象について、スクラムのタイミング等のプラント挙動について整理し、これらの観点から、重畳の組み合わせを考慮した場合に事象を厳しくする可能性があるかについて、更なる検討を行う。

この検討においては、2つの事象の組み合わせについて、重畳を考慮したとしてもどちらか1つの事象に包絡される、重畳を考慮した場合には厳しい評価となる可能性がある、又は、重畳を考慮しない（単独の事象）方が厳しい評価となるかについて、定性的に評価を行う。

なお、重畳を考慮した場合に厳しくなる事象の組み合わせが複数同定される場合には、更なる重畳を検討することが必要となるが、次に示すとおり、厳しくなる組み合わせが2つ以上はなかったことから、3つ以上の事象の重畳についても2つの事象の重畳に包含されることを確認した。

(1) R/Bにおける代表事象の重畳

第3-1表に抽出された事象について、スクラムのタイミング等のプラント挙動について整理した結果を第3-4表に示す。

「給水流量の全喪失+タービントリップ」、 「主蒸気隔離弁の誤閉止」及び「給水制御系の故障」は、いずれも主要弁の閉止を伴う圧力上昇事象である。

これらの事象のうち、「主蒸気隔離弁の誤閉止」は、タービン・バイパス弁に期待することができないため、圧力上昇の観点では最も厳しい事象となる。また、出力上昇の観点では、スクラムタイミングの遅い「給水制御系の故障」が最も厳しい事象となる。

「原子炉冷却材流量制御系の誤動作」は、出力ピークが最も高くなるものの、初期状態が部分出力状態であること及び燃料の熱伝達遅れのため、炉心平均表面熱流束の観点からは厳しい事象とならない。

なお、「RCICの誤起動」による注水流量の増加分は、「給水制御系の故障」による流量増加分と比べると少ないため、結果に大きな影響はない。

上記を踏まえ、重畳を考慮した場合について検討した結果を第3-6表に示す。本表のとおり、事象の重畳が厳しい結果を与えることはない。

以上のことから、R/Bにおける内部火災を想定した場合の代表事象は、「給水制御系の故障」及び「主蒸気隔離弁の誤閉止」とする。

(2) T/Bにおける代表事象の重畳

第3-2表に抽出した事象について、スクラムのタイミング等のプラント挙動について整理した結果を第3-5表に示す。

出力上昇の観点から、スクラムタイミングの遅い「給水加熱喪失」が最も厳しい結果を与える。また、第3-7表に示すとおり、「給水加熱喪失」と「給水制御系の故障」は事象開始時に同時に発生すると、タービントリップ時の出力が高めになるため、その他の事象に比べて厳しい結果になると考えられる。

なお、後述のとおり、タービン建物における内部火災ではタービン・バイパス弁に期待できないことを考慮すると、「負荷の喪失」は他の単独事象に比べて厳しい事象となるが、「給水制御系の故障+給水加熱喪失」の重畳事象はスクラム時点での原子炉出力が「負荷の喪失」よりも高くなることから、「負荷の喪失」よりも厳しい結果になると考えられる。

以上のことから、T/Bにおける内部火災を想定した場合の代表事象は、「給水制御系の故障+給水加熱喪失」の重畳事象とする。

第3-4表 想定される代表事象（単独事象）の解析結果（R/B火災発生時を想定）

	スクラム	事象発生時の影響		事象発生後の出力／ 圧力のピーク値	備考
		出力	炉心流量		
III 原子炉冷却材流量制御系の誤動作	中性子束高 (約3.5秒後)	炉心流量増加に伴う ボイド率減少により 出力増加	増加	出力：約207% 表面熱流束：約74% 圧力：約6.68MPa[gage]	初期条件：定格出力の 57%，定格炉心流量の 39%での解析
IV 給水流量の全喪失＋タービントリップ(原子炉水位高(レベル8)誤信号)※	主蒸気止め弁閉 (約0.1秒)	原子炉圧力上昇に伴 うボイド率減少によ り出力増加	2台ポンプトリップ により低下	出力：約118% 表面熱流束：初期値を超 えない 圧力：約7.09MPa[gage]	タービン・バイパス弁不 作動時は出力約369%， 表面熱流束約122%，圧 力約8.29MPa[gage]
V 主蒸気隔離弁の誤閉止	主蒸気隔離弁閉 (約0.3秒後)	原子炉圧力上昇に伴 うボイド率減少によ り出力増加	—	出力：初期値を超えない 表面熱流束：初期値を超 えない 圧力：約7.99MPa[gage]	
VIII 給水制御系の故障	主蒸気止め弁閉 (原子炉水位高→ター ビントリップ→) (約9.1秒後)	炉心入口サブクール 増大により出力増加	— (タービントリップと 同時に2台ポンプトリ ップにより低下)	出力：約115% 表面熱流束：約111% 圧力：約7.19MPa[gage]	
X RCICの誤起動	RCIC誤起動に伴う給水流量の増加は2%程度であり、給水制御系の故障時の流量増加分(36%)と比べると影響は小さいため、重量を考慮しない				

※：給水流量の全喪失は、事象発生後約7秒で原子炉水位低スクラムに至る。事象進展がタービントリップに比べて緩やかな事象であることから、タービントリップの評価で代表できる。(出力／圧力ピーク値の記載はタービントリップとほぼ同等の負荷の喪失の解析結果)

第3-5表 想定される代表事象（単一事象）の解析結果（T/B火災発生時を想定）

	スクラム	事象発生時の影響		事象発生後の出力／ 圧力のピーク値	備考
		出力	炉心流量		
I 給水加熱喪失※	中性子束高（熱流束相当） （約89秒後）	炉心入口サブクール増大により出力増加	—	出力：約123% 表面熱流束：約121% 圧力：約7.12MPa[gage]	
III 負荷の喪失	— （フルバイパスプランのため）	原子炉圧力上昇に伴うボイド率減少により出力増加	2台ポンプトリップにより低下	出力：約118% 表面熱流束：初期値を超えない 圧力：約7.09MPa[gage]	タービン・バイパス弁不動作時は出力約369%，表面熱流束約122%，圧力約8.29MPa[gage]
IV 主蒸気隔離弁の誤閉止	主蒸気隔離弁閉 （約0.3秒後）	原子炉圧力上昇に伴うボイド率減少により出力増加	—	出力：初期値を超えない 表面熱流束：初期値を超えない 圧力：約7.99MPa[gage]	
VII 給水制御系の故障	主蒸気止め弁閉 （原子炉水位高→タービントリップ→） （約9.1秒後）	炉心入口サブクール増大により出力増加	— （タービントリップと同時に2台ポンプトリップにより低下）	出力：約115% 表面熱流束：約111% 圧力：約7.19MPa[gage]	

※：給水加熱器1段の喪失を想定。複数段の機能喪失時には、炉心入口サブクールの増加量が大きくなり、スクラム時刻は早くなるが、スクラムする出力点は変わらず、スクラム後の評価は同様になると考えられる。

第3-6表 重畳事象の分析 (R/B 火災発生時)

III 原子炉冷却材流量制御系の誤動作	III 原子炉冷却材流量制御系の誤動作	IV 給水流量の全喪失 + タービントリップ	V 主蒸気隔離弁の誤閉止	VIII 給水制御系の故障
III 原子炉冷却材流量制御系の誤動作	—	× スクラムタイミングが遅いⅢが出力上昇の観点からは厳しいが、Ⅳは圧力上昇の観点で厳しくプラント挙動としては影響が大さい。重畳事象はタービントリップにより直ちにスクラムするため、単独事象であるⅣにより代表できる。 【抽出事象：Ⅳ】	× 隔離弁が閉止するVが圧力上昇の観点から厳しい。重畳事象はVにより直ちにスクラムするため、単独事象であるVにより代表できる。 【抽出事象：V】	× スクラムタイミングが遅いⅧの方が出力上昇並びに圧力上昇が厳しい。重畳事象は、Ⅲに伴う中性子束上昇により短時間でスクラムするため、単独事象であるⅧにより代表できる。 【抽出事象：Ⅷ】
IV 給水流量の全喪失+タービントリップ	—	—	× タービン・バイパス弁が期待できないVが圧力上昇の観点から厳しい。重畳事象は圧力上昇の観点から、単独事象であるVにより代表できる。 【抽出事象：V】	× (給水流量の全喪失と給水制御系の故障は相反する事象のため、重畳しない。)
V 主蒸気隔離弁の誤閉止	—	—	—	× スクラムタイミングが遅いⅧの方が出力上昇が厳しくなるが、本プラントはフルバイパスラントのため、その影響は限定的である。一方、タービン・バイパス弁が期待できないVの方が原子炉圧力上昇の観点から厳しい。重畳事象はVにより直ちにスクラムするため、圧力上昇の観点からは単独事象であるV、出力の観点からはⅧにより代表できる。 【抽出事象：V】 【抽出事象：Ⅷ】
VIII 給水制御系の故障	—	—	—	—

(○：重畳事象が厳しい ×：単独事象が厳しい)

第3-7表 重畳事象の分析 (T/B火災発生時)

I 給水加熱喪失	I 給水加熱喪失	III 負荷の喪失	IV 主蒸気隔離弁の誤閉止	VII 給水制御系の故障
I 給水加熱喪失	—	<p>×</p> <p>T/BでのIIIではタービン・パイパス弁不動作を仮定するため、プラント全体に及ぼす影響はIIIの方が大きくなる。 重畳事象は負荷の喪失タービン・パイパス弁不動作により直ちにスクラムするため、単独事象であるIIIにより代表できる。</p> <p>【抽出事象：III】</p>	<p>×</p> <p>スクラムタイミングが遅いIが出力上昇の観点で厳しい。 重畳事象はIVを仮定すると直ちにスクラムするため、単独事象であるIにより代表できる。</p> <p>【抽出事象：I】</p>	<p>○</p> <p>スクラムタイミングが遅いIが出力上昇の観点で厳しい。 重畳事象はタービントリップ時の出力が高くなるため、Iが単独で発生した場合よりも厳しい事象となる。</p> <p>【抽出事象：I+VII】</p>
III 負荷の喪失	—	—	<p>×</p> <p>弁の閉止速度の速いIIIが出力上昇の観点で厳しい。 重畳事象は弁の閉止速度が遅いIIIにより代表できる。</p> <p>【抽出事象：III】</p>	<p>×</p> <p>T/BでのIIIではタービン・パイパス弁不動作を仮定するため、プラント全体に及ぼす影響はIIIの方が大きくなる。 重畳事象は負荷の喪失タービン・パイパス弁不動作により直ちにスクラムするため、単独事象であるIIIにより代表できる。</p> <p>【抽出事象：III】</p>
IV 主蒸気隔離弁の誤閉止	—	—	—	<p>×</p> <p>スクラムタイミングが遅いVIIの方が出力上昇の観点から厳しい。 重畳事象は、IVにより直ちにスクラムするため、単独事象であるVIIにより代表できる。</p> <p>【抽出事象：VII】</p>
VII 給水制御系の故障	—	—	—	—

(○：重畳事象が厳しい ×：単独事象が厳しい)

4. 内部火災発生時に期待できる緩和系の整理【ステップ6】

4.1. 内部火災による緩和設備に対する機能維持状態

除熱機能の2区分のうち、1区分は機能を維持するよう対策を実施しているものの、「運転時の異常な過渡変化」又は「設計基準事故」の発生と同時に残留熱除去系（原子炉停止時冷却モード）又はフィードアンドブリード（以下「残留熱除去系等」という。）による除熱機能が喪失した場合、さらに、単一故障を想定すると、除熱機能が喪失する可能性がある。

このため、残留熱除去系等の制御系から実際の機器配置場所までを以下の区画及び建物を対象に調査することで「運転時の異常な過渡変化」又は「設計基準事故」の発生と同時に除熱機能が喪失する状況にあるかについて系統分離の考え方とともに網羅的に確認した。

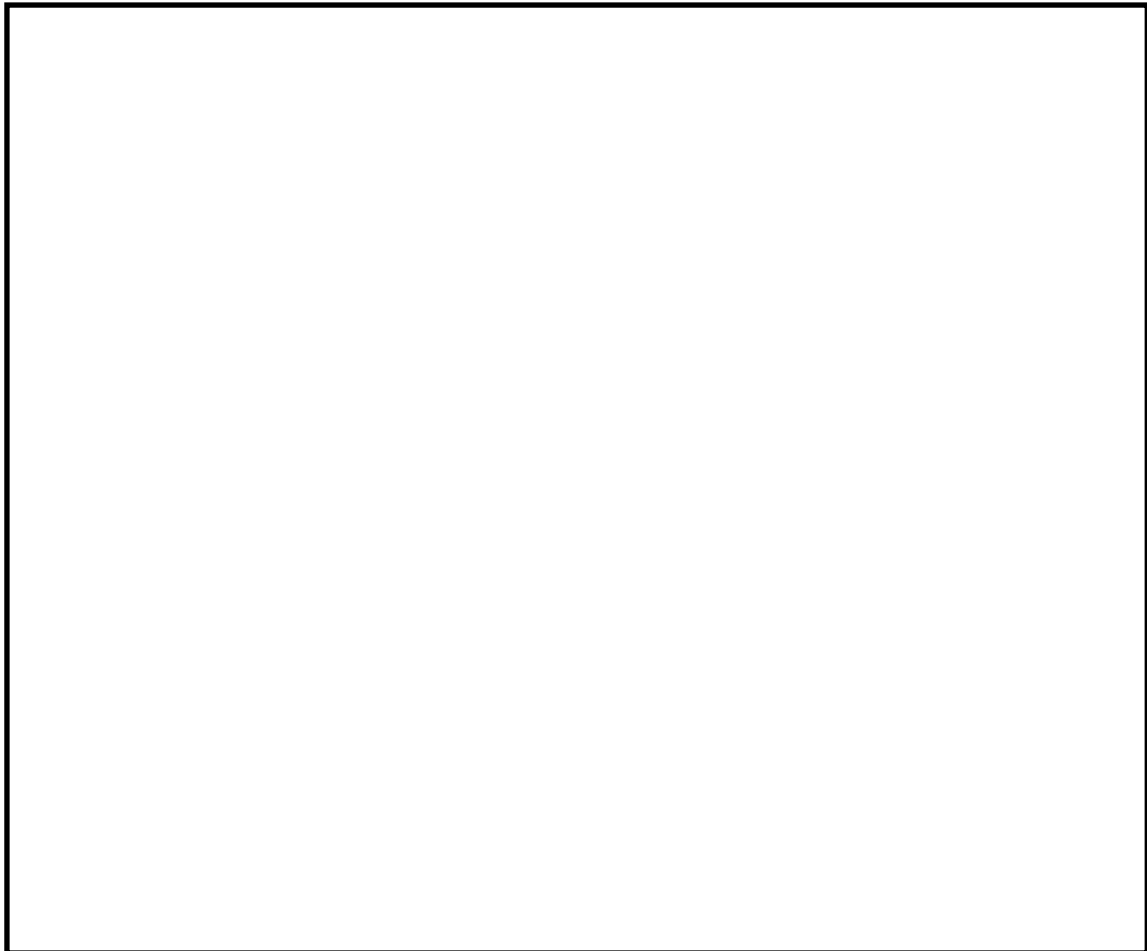
- (1) 中央制御室及び補助盤室
- (2) 非常用電気室
- (3) ケーブル処理室
- (4) 中央制御室外原子炉停止装置（RSS）盤室
- (5) 建物内（R/B, T/B, Rw/B）及び海水ポンプエリア

(1) 中央制御室及び補助盤室

a. 中央制御室及び補助盤室における火災防護上の設計の考え方

- 中央制御室及び補助盤室の制御盤は、スイッチ、配線等の構成部品に単一火災を想定しても、近接する他構成部品に影響が波及しないことを確認した実証試験の知見に基づく分離設計を行っているため、制御盤間の延焼が生じることはない。
- 火災により中央制御室及び補助盤室の制御盤 1 区画の安全機能が喪失したとしても、他区画の制御盤の運転操作及び現場操作により、原子炉の高温停止及び低温停止を達成し、維持できる。
- 中央制御室には運転員が常駐していることから火災の早期感知・消火が可能であるため、制御盤にて火災が発生した場合であっても火災による影響は限定的である。なお、補助盤室には全域ガス消火設備を設置する。

第 4-1 図, 第 4-2 図において, 中央制御室及び補助盤室の残留熱除去系等関連制御盤の配置状況を示す。



第 4-1 図 残留熱除去系等関連制御盤の配置状況 (中央制御室)

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。



第 4-2 図 残留熱除去系等関連制御盤の配置状況（補助盤室）

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

b. 中央制御室及び補助盤室の火災による残留熱除去系等への影響

中央制御室及び補助盤室における単一火災において、「運転時の異常な過渡変化」又は「設計基準事故」の発生と残留熱除去系等の機能喪失（操作手段の一部喪失）の関係について整理した。第 4-1 表に整理結果を示す。また、各盤における火災により、発生の可能性のある故障について第 4-2 表に示す。

評価の結果、「運転時の異常な過渡変化」又は「設計基準事故」の発生と同時に残留熱除去系等の操作手段が一部喪失する事象があることを確認した。

このため、以下に示す他の操作手段により、残留熱除去系等の機能維持が可能であることを確認した。

(a) RSS 盤による RSS 操作への切換え

中央制御室及び補助盤室における単一火災において、残留熱除去系等の操作手段が一部喪失した場合においても、RSS 操作への切換えを行うことにより、RSS 盤室において残留熱除去系等を操作可能である。

例えば、「B-RHR ポンプ操作スイッチ」が使用できなくなる場合においても、現場の機器は健全であることから、RSS 盤において、「中央」から「RSP」に操作を切り替えることで、残留熱除去系等により、原子炉の低温停止が可能である。

(b) 「他の中央制御室及び補助盤室の制御盤でのジャンパ／リフト対応」、「現場 MCC 等電気盤におけるジャンパ／リフト対応」による信号入力

(a)と同様に中央制御室及び補助盤室の制御盤を使用した残留熱除去系等の操作ができない場合においても、「他の中央制御室及び補助室の制御盤でのジャンパ／リフト対応」、「現場 MCC 等電気盤におけるジャンパ／リフト対応」による信号入力が可能である。

例えば、「B-RHR ポンプ操作スイッチ」が使用できない場合においても、当該制御盤ではなく、非常用電気室にて起動指令をジャンパすることで B-RHR ポンプを起動可能である。

「現場 MCC 等電気盤におけるジャンパ／リフト対応による信号入力」の例を第 4-3 図に示す。

以上より、中央制御室及び補助盤室における単一火災において、単一故障を想定した場合においても残留熱除去系等により、原子炉の低温停止が可能であることを確認した。

第 4-1 表 中央制御室及び補助盤室の火災により発生する事象と
残留熱除去系等への影響確認結果

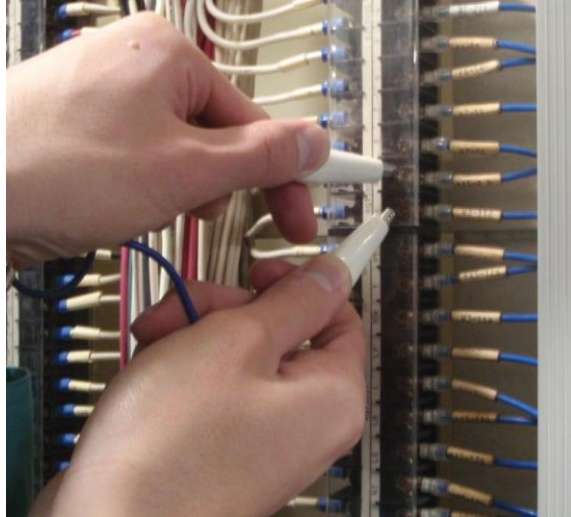
場所	盤番号	起因となる故障	発生の可能性が ある事象	残留熱除去系等 関連機器	残留熱除去系等 への影響	備考
C-4F-01	2-903	HPCS の誤起動 RCIC の誤起動 等	HPCS の誤起動 RCIC の誤起動 等	低圧炉心スプレイ系 残留熱除去系 等	中央制御室での操 作ができない可能 性あり	
	2-904- 1	RCIC の誤起動 逃がし弁開指令誤 発生 等	RCIC の誤起動 逃がし弁開放 等	残留熱除去系 原子炉補機冷却系等		
	2-908	予備給復水ポンプ の誤起動 原子炉給水ポンプ のトリップ	給水制御系の故障 給水流量の全喪失	非常用ディーゼル機 関		
RW-1F-05	2-946A	予備給復水ポンプ の誤起動 タービン・バイパ ス弁誤解放 等	給水制御系の故障 原子炉圧力制御系 の故障 等	非常用電源系	補助盤室での操作 ができない可能性 あり	※ a. 又は b. に より, 対応可能
	2-920A	予備給復水ポンプ の誤起動 RCIC の誤起動 等	給水制御系の故障 RCIC の誤起動 等	低圧炉心スプレイ系 残留熱除去系 等		
	2-970A	逃がし弁開指令誤 発生	逃がし弁開放	主蒸気逃がし安全弁		
	2-970B	逃がし弁開指令誤 発生	逃がし弁開放	主蒸気逃がし安全弁		
	2-920B	予備給復水ポンプ の誤起動 原子炉給水ポンプ のトリップ	給水制御系の故障 給水流量の全喪失	残留熱除去系		

※： a. RSS 盤による RSS 操作への切換え

b. 「他の中央制御室及び補助盤の制御盤でのジャンパ/リフト対応」, 「現場
MCC 等電気盤におけるジャンパ/リフト対応」による信号入力

第 4-2 表 残留熱除去系等関連盤と発生の可能性のある
「運転時の異常な過渡変化」又は「設計基準事故」の整理結果

		残留熱除去系等の関連盤															
		安全設備制御盤	原子炉補機制御盤	所内電気盤	空調換気制御系	A-電気保護継電器盤	A-中央分電盤	A-原子炉補助継電器盤	A-RHR・LPCS 継電器盤	A-自動減圧継電器盤	B-中央分電盤	B-自動減圧継電器盤	B・C-RHR 継電器盤	B-原子炉補助継電器盤			
原子炉に有意な影響を与える主要な要因 (BWR)		要因に対応する故障		2-903	2-904-1	2-908	2-929-1	2-946A	2-961A	2-971A	2-920A	2-970A	2-961B	2-970B	2-920B	2-971B	
炉心内の反応度 又は出力分布の 異常な変化	再循環ポンプ速度の増加	速度制御器増加要求信号誤発生 主制御器増加要求信号誤発生															
	給水温度の低下	抽気逆止弁の誤閉止															
	給水流量の増加	原子炉給水制御系増信号誤発生 予備給復水ポンプの誤起動				○					○					○	
	ECCS 等の誤起動	HPCS の誤起動		○													
		RCIC の誤起動		○	○							○					
	再循環ループの誤起動	再循環ポンプの誤起動															
	弁の閉止	蒸気加減弁閉止															
		主蒸気止め弁閉止 主蒸気隔離弁閉信号誤発生		○													
自由空間体積の減少	原子炉給水制御系増信号誤発生 予備給復水ポンプの誤起動					○					○					○	
炉心内の熱発生 又は熱除去の異 常な変化	給水温度の低下	抽気逆止弁の誤閉止															
	給水流量の増加	原子炉給水制御系増信号誤発生 予備給復水ポンプの誤起動				○					○					○	
	弁の開放	逃がし弁開指令誤発生			○								○		○		
		蒸気加減弁開信号誤発生															
		圧力制御装置最大出力信号誤発生															
	ECCS 等の誤起動	タービン・バイパス弁の誤開放						○									
		HPCS の誤起動		○													
	再循環ループの誤起動	RCIC の誤起動		○	○							○					
再循環ポンプの誤起動																	
再循環ポンプのトリップ	駆動電源喪失																
	再循環ポンプトリップ信号誤発生																
再循環ポンプ速度の増加	速度制御器増加要求信号誤発生 主制御器増加要求信号誤発生																
	蒸気加減弁閉止																
原子炉冷却材圧力 又は原子炉冷却材保有量の異 常な変化	弁の閉止	主蒸気止め弁閉止															
		主蒸気隔離弁閉信号誤発生		○													
		原子炉給水制御系増信号誤発生 予備給復水ポンプの誤起動					○					○					○
	弁の開放	逃がし弁開指令誤発生			○								○		○		
		蒸気加減弁開信号誤発生															
		圧力制御装置最大出力信号誤発生															
	タービン・バイパス弁の誤開放	タービン・バイパス弁の誤開放						○									
		原子炉給水ポンプのトリップ					○					○					○
給水流量の低下	L8 信号誤発生																
	原子炉給水制御系減信号誤発生																
復水ポンプのトリップ (駆動電源喪失)	復水ポンプのトリップ (駆動電源喪失)		○	○													
	原子炉給水制御系増信号誤発生																
給水流量の増加	予備給復水ポンプの誤起動				○						○					○	
	HPCS の誤起動		○														
ECCS 等の誤起動	RCIC の誤起動		○	○							○						
	過渡事象要因と残留熱除去系等との重畳		○	○	○	×	○	×	×	○	○	×	○	○	○	×	
		重畳有：○ 重畳無：×															



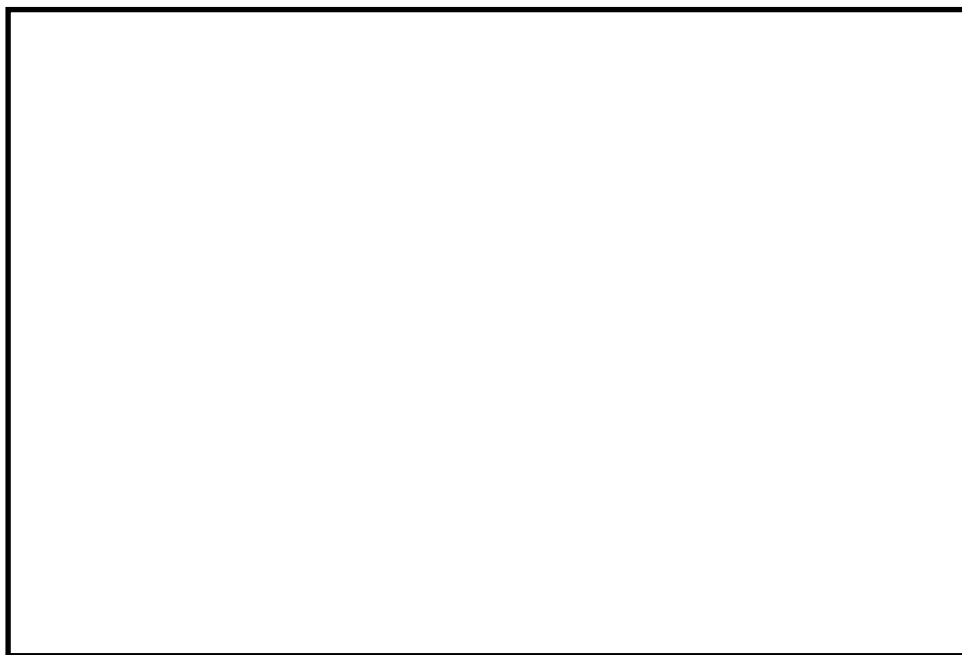
第 4-3 図 現場 MCC 等電気盤におけるジャンパ／リフト対応による信号入力の場合

(2) 非常用電気室

a. 非常用電気室における火災防護上の設計の考え方

第 4-4 図に示すとおり、非常用電気室は安全系区分ごとに分離配置されており、それぞれ別の火災区域となっている。

このことから、非常用電気室において、単一火災によって複数の区分が同時に機能喪失することはない。



第 4-4 図 非常用電気室における分離状況

b. 非常用電気室の火災による残留熱除去系等への影響

非常用電気室における単一火災において、「運転時の異常な過渡変化」又は「設計基準事故」の発生と残留熱除去系等の機能喪失の関係について整理した。第 4-3 図に整理結果を示す。

評価の結果、「運転時の異常な過渡変化」又は「設計基準事故」の起因となる系統の設備が存在する盤を抽出した。

抽出した盤において、原子炉に有意な影響を与える主要な要因に対応する故障を発生させるような機器として、「RCIC タービン制御盤」が抽出され、当該機器の機能喪失により、代表事象の一つである「RCIC の誤起動」が発生することとなる。しかしながら、本事象は原子炉スクラムには至らない事象であるため、「運転時の異常な過渡変化」又は「設計基準事故」の発生と残留熱除去系等の機能喪失の重畳を考慮する必要はない。

以上より、非常用電気室における単一火災において、単一故障を想定した場合においても残留熱除去系等により、原子炉の低温停止が可能であることを確認した。

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

第 4-3 表 非常用電気室火災により発生する事象と残留熱除去系等への影響確認結果

原子炉に有意な影響を与える主要な要因 (BWR)	要因に対応する故障	発生の可能性が ある事象	事象発生の要因となりうる設備	火災区域	残留熱除去系等関連機器	残留熱除去系等の 同時機能喪失 ^{※1}	備考
	ECCS 等の誤起動	RCIC の誤起動	RCIC タービン制御盤	RV-B2F-2	B-非常用DG室送風機 B1-非常用電気室送風機 B2-非常用電気室送風機 B1-非常用電気室排風機 B2-非常用電気室排風機 2D-D6-C/C 2D2-R/B-C/C 2D3-R/B-C/C 非常用ロードセンタ盤 (2D-L/C) 非常用メタクラ盤 (2D-M/C) B-デアイゼル発電機制御盤	○	本過渡事象は、スクラムし ない事象である。加えて事 象発生の起因となりうる設 備が火災の影響を受けても 誤起動は起こらない。

※ 1 : ○ : 機能喪失無, × : 機能喪失有

(3) ケーブル処理室

a. ケーブル処理室における火災防護上の設計の考え方

第4-5図に示すとおり、ケーブル処理室は安全系区分ごとに分離配置されており、影響軽減対策を実施している。

さらに、ケーブル処理室は、中央制御室及び補助盤室の制御盤フロア下に設け、ケーブルを布設する構造であるが、中央制御室及び補助盤室の制御盤直下は狭隘であり、互いに相違する系列の火災防護対象ケーブルは近接して布設されており、区域による区分分離ができないことから、火災の影響軽減のための対策として、全域ガス自動消火設備及び1時間の耐火能力を有する隔壁（耐火ラッピング）により分離している。

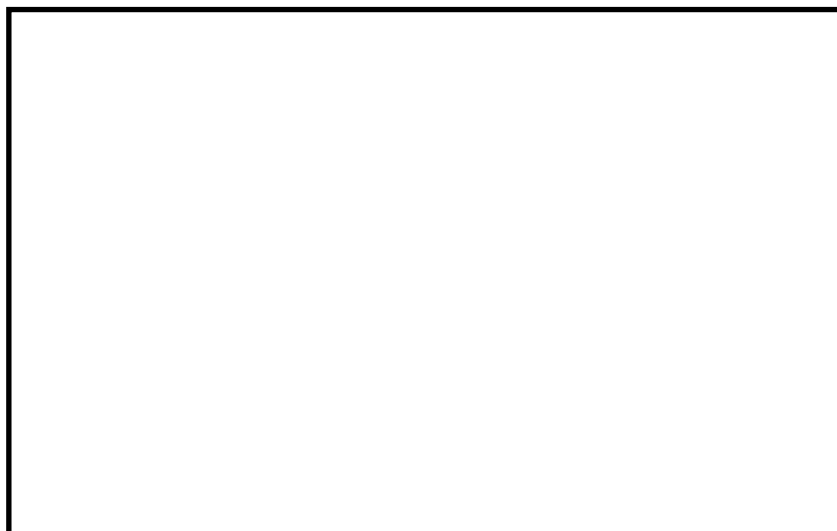
このことから、ケーブル処理室において、単一火災によって複数の区分が同時に機能喪失することはない。

b. ケーブル処理室の火災による残留熱除去系等への影響

ケーブル処理室においては、「残留熱除去系等関連機器」、「運転時の異常な過渡変化又は設計基準事故の起因となる機器」及び動力ケーブルは配置されていないため、ケーブル処理室において火災が発生したとしても、これらの機器は健全である。

また、ケーブル処理室における火災発生時においては、中央制御室及び補助盤室の制御盤における火災発生時と同様に「現場 MCC 等電気盤におけるジャンパ／リフト対応」により信号を入力することで対応が可能である。

以上より、ケーブル処理室における単一火災において、単一故障を想定した場合においても残留熱除去系等により、原子炉の低温停止が可能であることを確認した。



第4-5図 ケーブル処理室における分離状況

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

(4) 中央制御室外原子炉停止装置（RSS）盤室

a. 中央制御室外原子炉停止装置（RSS）盤室における火災防護上の設計の考え方

(a) 火災の感知設備

発信箇所が特定でき、異なる種類の信号を有する火災感知器を火災区域内に設置し、火災の発生を常時監視する。

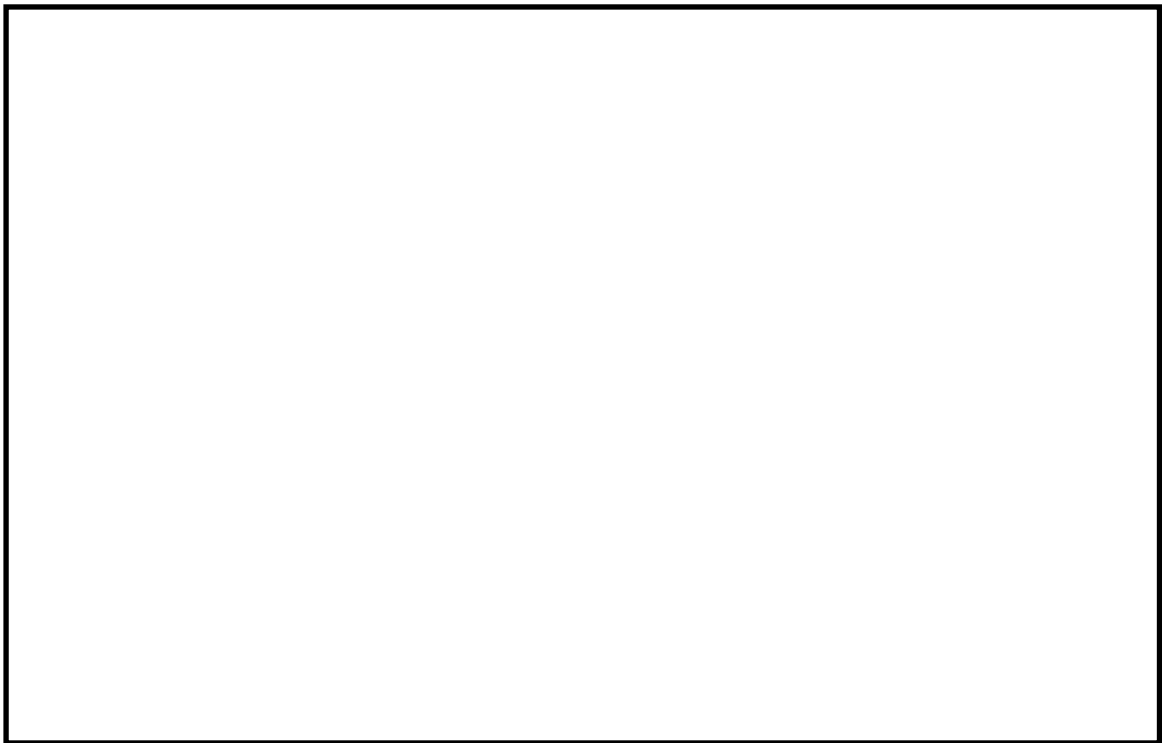
(b) 自動消火設備

当該火災区域の全域を消火範囲としたガス自動消火設備を設置する。

(c) 影響軽減対策

3時間以上の耐火能力を有する耐火壁により、他の火災区域と分離する。

第 4-6 図において、残留熱除去系等の関連制御盤の配置状況を示す。



第 4-6 図 残留熱除去系等関連制御盤の配置状況（RSS 盤室）

b. 中央制御室外原子炉停止装置（RSS）盤室の火災による残留熱除去系等への影響

RSS 盤室における単一火災においては、中央制御室及び補助盤室の制御盤における火災発生時の対応と同様に「現場 MCC 等電気盤におけるジャンパ／リフト対応」により信号を入力することで対応が可能である。

また、RSS 盤は、1 区分のみ設置されており、RSS 盤室における火災発生時に他区分の残留熱除去系等が機能喪失することはない。

したがって、RSS 盤室において火災が発生した場合についても安全停止上の問題は発生しない。

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

(5) 建物内 (R/B, T/B, Rw/B) 及び海水ポンプエリア

a. 建物内 (R/B, T/B, Rw/B) 及び海水ポンプエリアにおける火災防護上の設計の考え方

建物内 (R/B, T/B, Rw/B) 及び海水ポンプエリアの各区域は、火災源となる系統があり、また、火災影響を受ける隣接区域からの火災による影響の可能性があるため、「運転時の異常な過渡変化」又は「設計基準事故」の発生と同時に緩和機能である除熱機能が喪失することがないか確認する。

第 4-4 表に残留熱除去系等による原子炉の低温停止の可否を確認する観点から、残留熱除去系等に必要となる主要なフロント系及びサポート系を抽出した。

第 4-7 図において、火災区域の設定状況を示す。

b. 建物内 (R/B, T/B, Rw/B) 及び海水ポンプエリアの火災による残留熱除去系等への影響

第 4-5 表に火災により発生の可能性がある事象を抽出し、事象発生の起因となりうる設備及びその設置場所 (火災区域) を整理し、火災区域における「残留熱除去系等関連機器」の設置有無を確認することで、「運転時の異常な過渡変化」又は「設計基準事故」の発生と同時に残留熱除去系等の機能喪失が発生することがなく、加えて、残留熱除去系等に単一故障を想定した場合においても、低温停止が可能であることを確認した。

事象発生の起因となりうる設備と「残留熱除去系等関連機器」が同一区域に存在する場合もあるが、個別に発生する事象の詳細確認を行い、スクラムしない事象であること、PCV 内はプラント運転中は、窒素で置換されており、火災は発生しないこと、スクラムしても除熱機能は維持されることから、原子炉の低温停止に対して影響はない。

以上より、「運転時の異常な過渡変化」又は「設計基準事故」の発生と同時に残留熱除去系等が機能喪失する事象がないことを確認した。この結果より、主要建物における単一火災において、単一故障を想定した場合においても残留熱除去系等により、原子炉の低温停止が可能であることを確認した。

第 4-4 表 残留熱除去系等のフロント系及びサポート系機器 (1 / 4)

	系統	機器	設置場所※	
フロント系	RHR	A-RHR ポンプ 炉水戻り弁	RX-ALL	
		B-RHR ポンプ 炉水戻り弁	RX-ALL	
		A-RHR テスト弁	RX-ALL	
		B-RHR テスト弁	RX-1F-1	
		A-RHR ポンプ ミニマムフロー弁	RX-ALL	
		B-RHR ポンプ ミニマムフロー弁	RX-B2F-1	
		C-RHR ポンプ ミニマムフロー弁	RX-B2F-1	
		A-RHR ポンプ トーラス水入口弁	RX-ALL	
		B-RHR ポンプ トーラス水入口弁	RX-B2F-1	
		C-RHR ポンプ トーラス水入口弁	RX-B2F-1	
		A-RHR 熱交水室入口弁	RX-ALL	
		B-RHR 熱交水室入口弁	RX-1F-1	
		A-RHR 熱交バypass弁	RX-ALL	
		B-RHR 熱交バypass弁	RX-1F-1	
		A-RHR 注水弁	RX-ALL	
		B-RHR 注水弁	RX-1F-4	
		C-RHR 注水弁	RX-1F-4	
		RHR 炉水入口内側隔離弁	PCV	
		RHR 炉水入口外側隔離弁	RX-ALL	
		A-RHR ポンプ 炉水入口弁	RX-ALL	
		B-RHR ポンプ 炉水入口弁	RX-B2F-1	
		A-残留熱除去ポンプ	RX-ALL	
		B-残留熱除去ポンプ	RX-B2F-1	
		C-残留熱除去ポンプ	RX-B2F-1	
		LPCS	LPCS ポンプ 入口弁	RX-ALL
			LPCS 注水弁	RX-ALL
			LPCS ポンプ ミニマムフロー弁	RX-ALL
			低圧炉心スプレィポンプ	RX-ALL

※：別添 1 資料 10 添付 1 に記載の火災区域番号

第 4-4 表 残留熱除去系等のフロント系及びサポート系機器 (2 / 4)

	系統	機器	設置場所※
フロント系	MS	A-主蒸気逃がし安全弁	PCV
		B-主蒸気逃がし安全弁	PCV
		C-主蒸気逃がし安全弁	PCV
		D-主蒸気逃がし安全弁	PCV
		E-主蒸気逃がし安全弁	PCV
		F-主蒸気逃がし安全弁	PCV
		G-主蒸気逃がし安全弁	PCV
		H-主蒸気逃がし安全弁	PCV
		J-主蒸気逃がし安全弁	PCV
		K-主蒸気逃がし安全弁	PCV
		L-主蒸気逃がし安全弁	PCV
		M-主蒸気逃がし安全弁	PCV
サポート系	RCW	A1-DG 冷却水出口弁	RX-B2F-3
		B1-DG 冷却水出口弁	RX-B2F-4
		A2-DG 冷却水出口弁	RX-B2F-3
		B2-DG 冷却水出口弁	RX-B2F-4
		A-RHR 熱交冷却水出口弁	RX-ALL
		B-RHR 熱交冷却水出口弁	RX-1F-1
		A-原子炉補機冷却水ポンプ	RX-B2F-9
		B-原子炉補機冷却水ポンプ	RX-1F-2
		C-原子炉補機冷却水ポンプ	RX-B2F-9
		D-原子炉補機冷却水ポンプ	RX-1F-2
	RSW	A-RSW ポンプ 出口弁	YD-11
		B-RSW ポンプ 出口弁	YD-13
		C-RSW ポンプ 出口弁	YD-11
		D-RSW ポンプ 出口弁	YD-13
		A-RCW 熱交海水出口弁	RX-B2F-9
		B-RCW 熱交海水出口弁	RX-1F-2
		A-原子炉補機海水ポンプ	YD-11
		B-原子炉補機海水ポンプ	YD-13
		C-原子炉補機海水ポンプ	YD-11
		D-原子炉補機海水ポンプ	YD-13

※：別添 1 資料 10 添付 1 に記載の火災区域番号

第 4-4 表 残留熱除去系等のフロント系及びサポート系機器 (3 / 4)

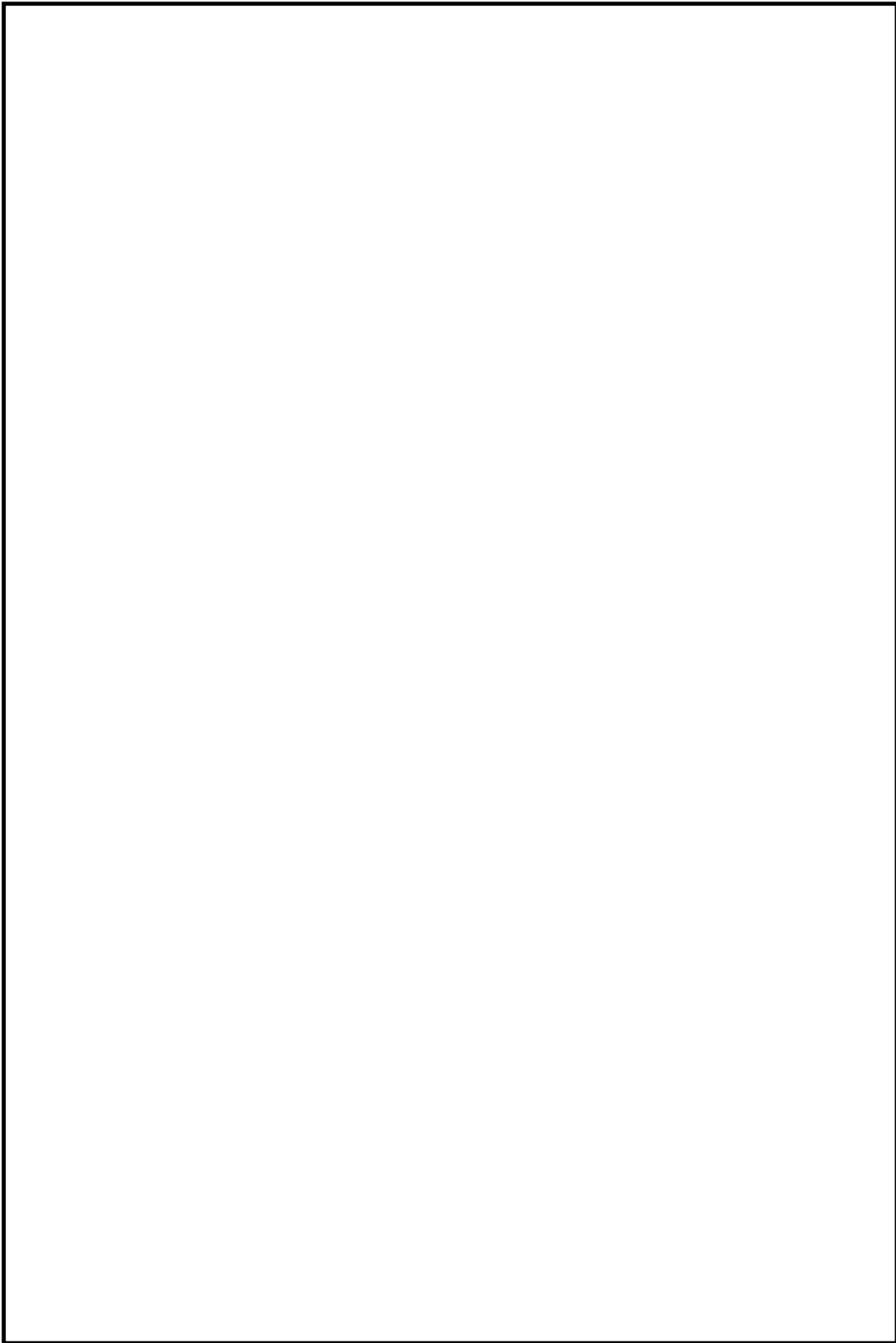
	系統	機器	設置場所※
サポート系	HVR	LPCS ポンプ室冷却機	RX-ALL
		A-RHR ポンプ室冷却機	RX-ALL
		B-RHR ポンプ室冷却機	RX-B2F-1
		C-RHR ポンプ室冷却機	RX-B2F-1
	HVRO	A-RCW ポンプ熱交換器室冷却機	RX-B2F-9
		B-RCW ポンプ熱交換器室冷却機	RX-B2F-9
		A-非常用DG室送風機	RX-2F-2
		B-非常用DG室送風機	RX-B2F-2
		A1-非常用電気室送風機	RX-B1F-6
		A2-非常用電気室送風機	RX-B1F-6
		A1-非常用電気室排風機	RX-B1F-6
		A2-非常用電気室排風機	RX-B1F-6
		B1-非常用電気室送風機	RX-B2F-2
		B2-非常用電気室送風機	RX-B2F-2
		B1-非常用電気室排風機	RX-B2F-2
		B2-非常用電気室排風機	RX-B2F-2
	DEG	A-非常用ディゼール機関	RX-B2F-3
		B-非常用ディゼール機関	RX-B2F-4
	電源系	2C-動力変圧器	RX-B1F-6
		2D-動力変圧器	RX-B2F-2
		A-計装分電盤	RWB-MB1F-3
		B-計装分電盤	RWB-MB1F-2
		A-計装用無停電交流電源装置	RWB-MB1F-3
		B-計装用無停電交流電源装置	RWB-MB1F-2
		A-115V系直流盤	RWB-MB1F-3
		B-115V系直流盤	RWB-MB1F-2
		A-115V系蓄電池	RWB-MB1F-3
		B-115V系蓄電池	RWB-MB1F-2
		A-中央分電盤	RWB-1F-1
		B-中央分電盤	RWB-1F-1
		2A-DG-C/C	RX-B2F-9
		2A-計装-C/C	RWB-MB1F-3
2B-DG-C/C		RX-B2F-2	
2B-計装-C/C		RWB-MB1F-2	

※：別添 1 資料 10 添付 1 に記載の火災区域番号

第 4-4 表 残留熱除去系等のフロント系及びサポート系機器 (4 / 4)

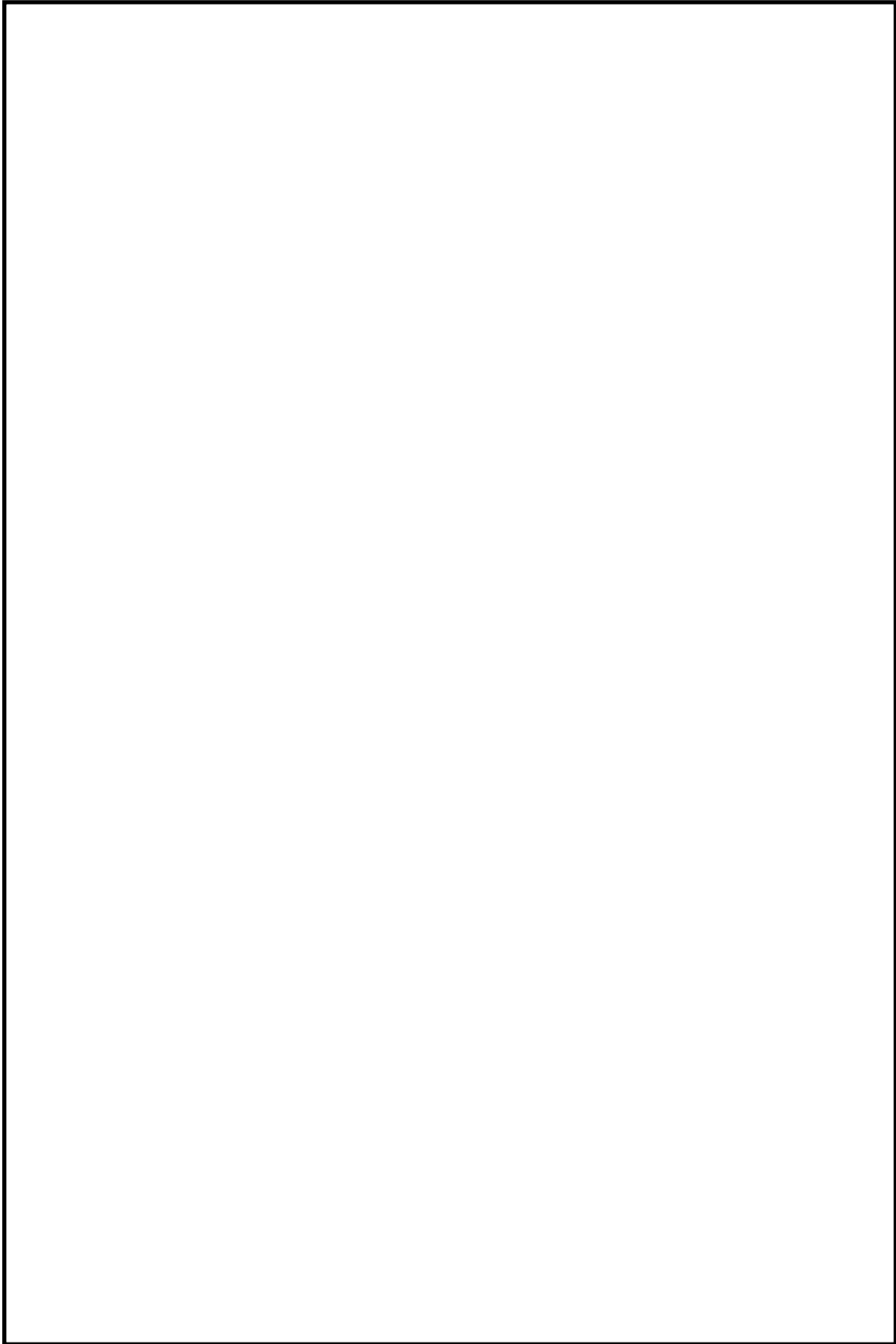
	系統	機器	設置場所※
サポート系	電源系	2C1-R/B-C/C	RX-B1F-6
		2C2-R/B-C/C	RX-M2F-2
		2C3-R/B-C/C	RX-M2F-2
		非常用ロードセンタ盤(2C-L/C)	RX-B1F-6
		非常用メタクラ盤(2C-M/C)	RX-B1F-6
		2D1-R/B-C/C	RX-B1F-5
		2D2-R/B-C/C	RX-B2F-2
		2D3-R/B-C/C	RX-B2F-2
		非常用ロードセンタ盤(2D-L/C)	RX-B2F-2
		非常用メタクラ盤(2D-M/C)	RX-B2F-2
		安全設備制御盤	CB-3F-1
		原子炉補機制御盤	CB-3F-1
		所内電気盤	CB-3F-1
		A-RHR・LPCS 継電器盤	RWB-1F-1
		B・C-RHR 継電器盤	RWB-1F-1
		A-自動減圧継電器盤	RWB-1F-1
		B-自動減圧継電器盤	RWB-1F-1
		A-ディーゼル発電機制御盤	RX-B2F-9
		B-ディーゼル発電機制御盤	RX-B2F-2

※：別添 1 資料 10 添付 1 に記載の火災区域番号



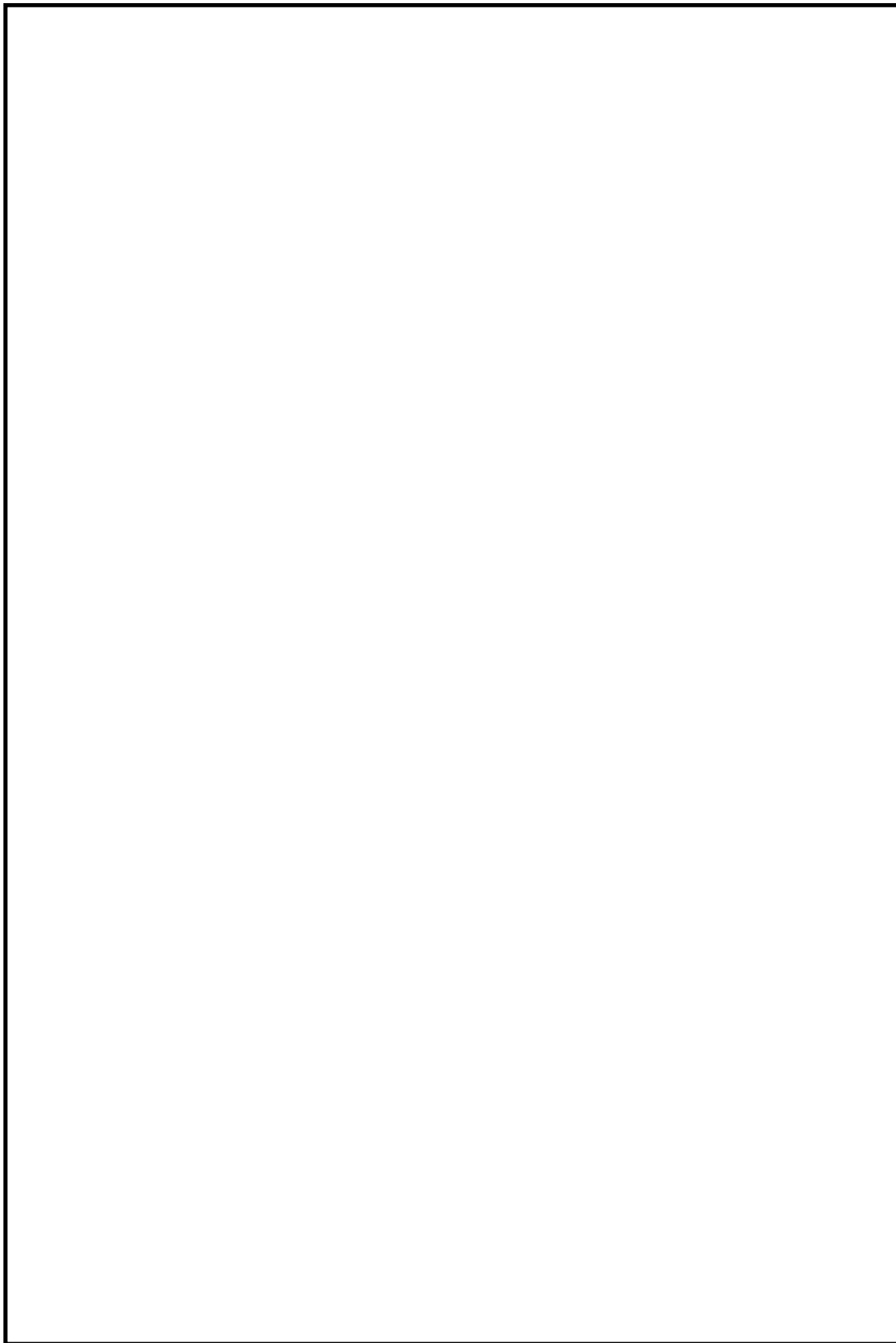
第 4-7 図 火災区域の設定 (1 / 8)

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。



第 4-7 図 火災区域の設定(2 / 8)

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。



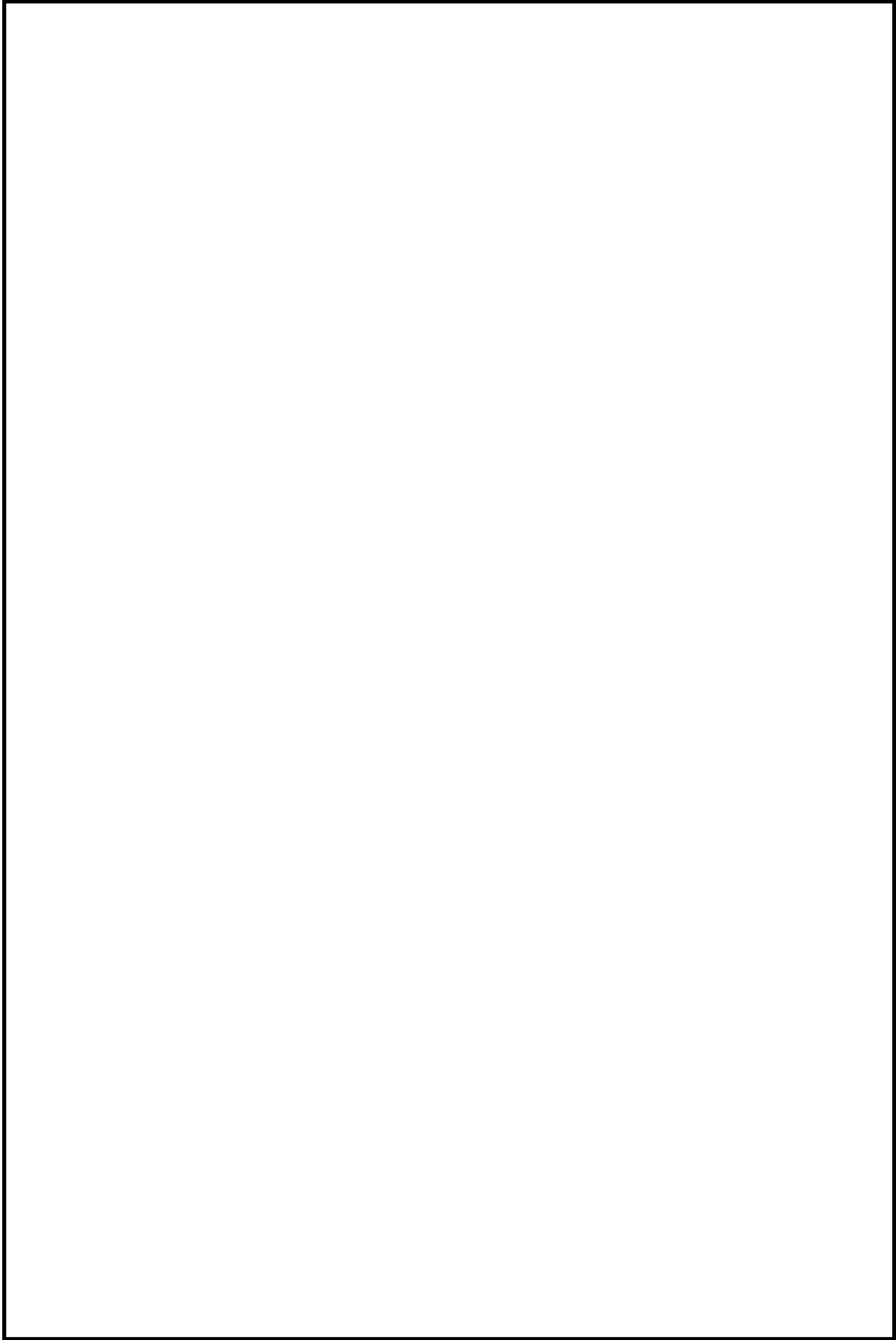
第 4-7 図 火災区域の設定 (3 / 8)

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。



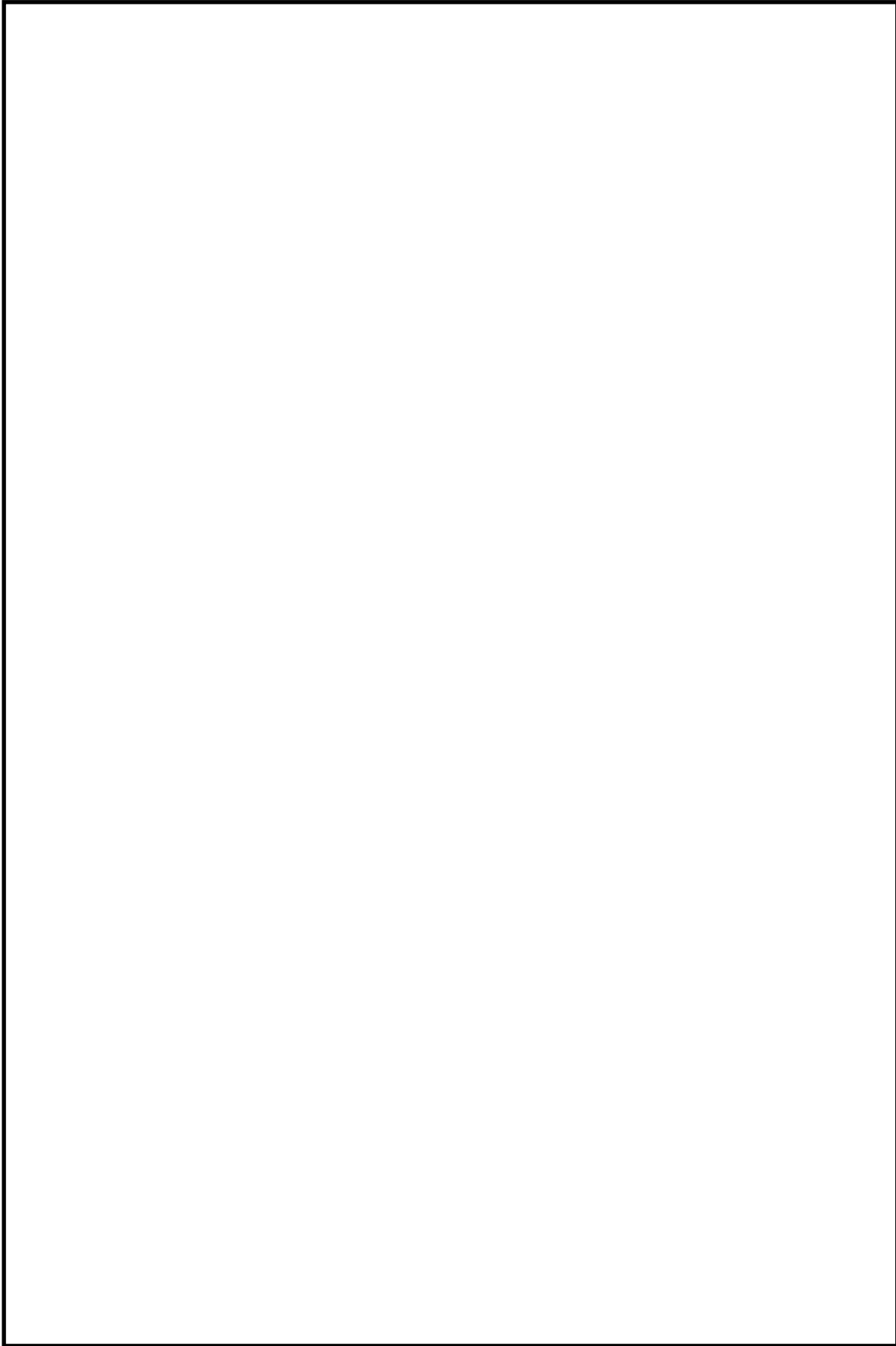
第 4-7 図 火災区域の設定(4 / 8)

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。



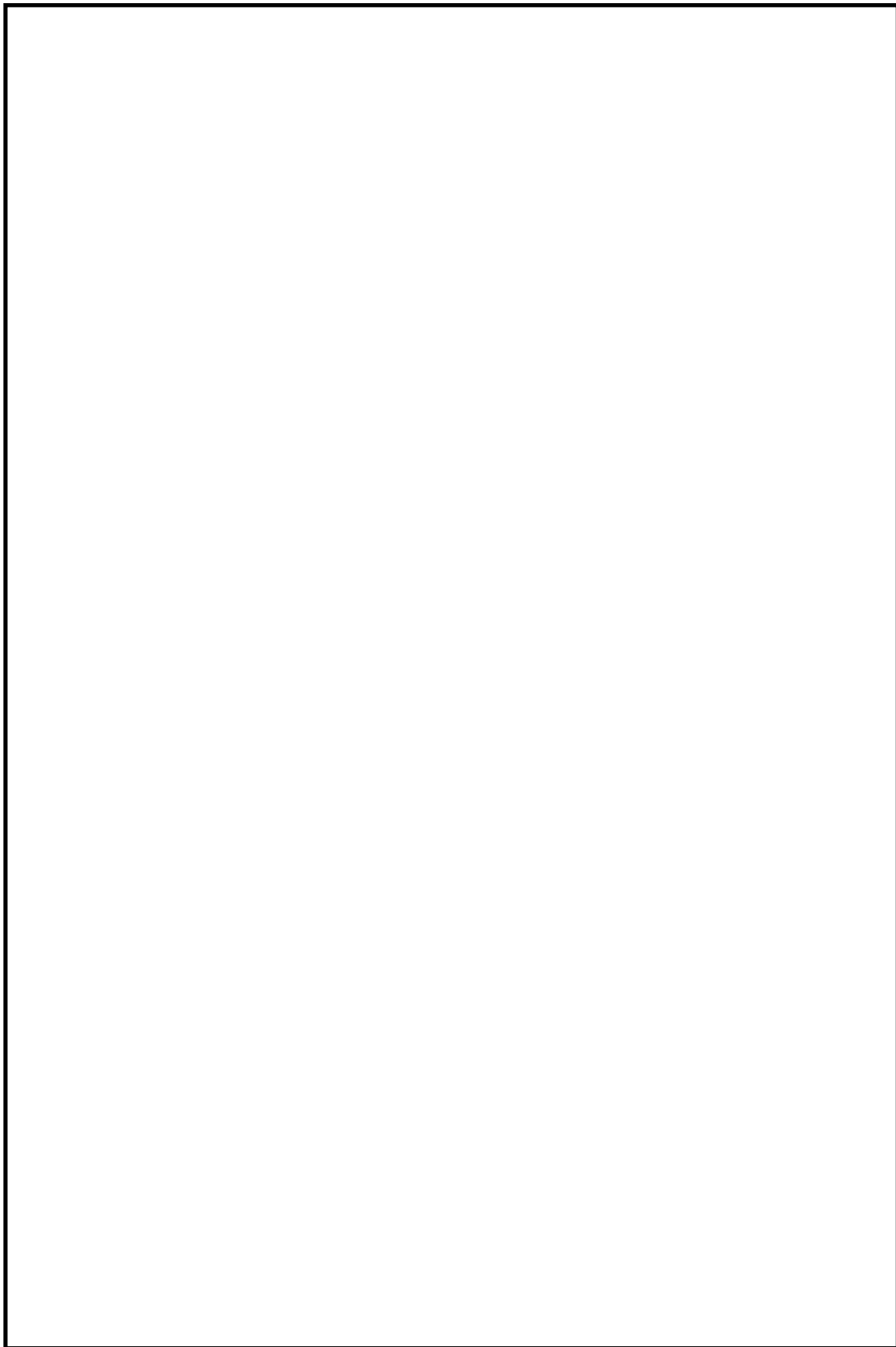
第 4-7 図 火災区域の設定(5 / 8)

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。



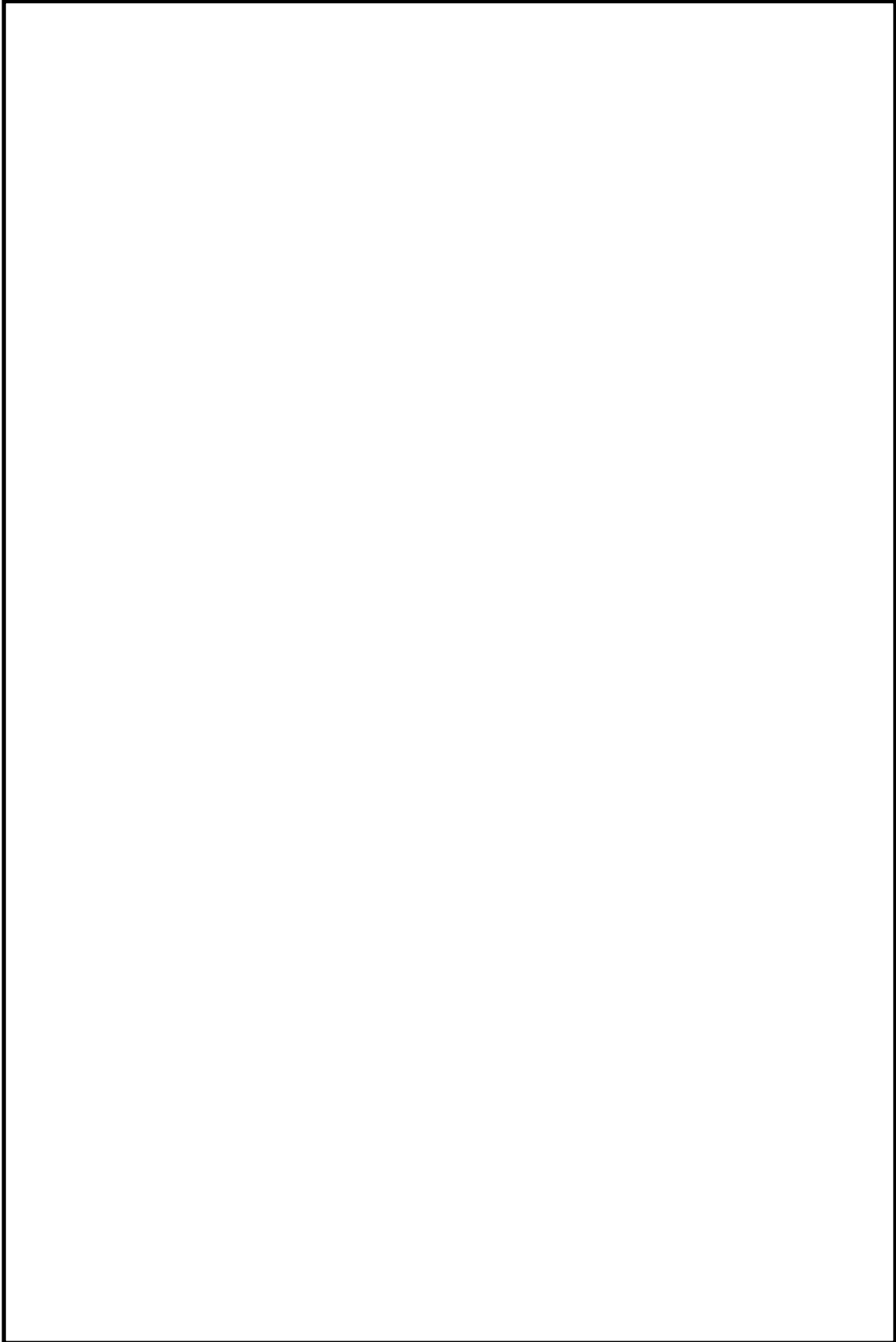
第 4-7 図 火災区域の設定(6 / 8)

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。



第 4-7 図 火災区域の設定(7 / 8)

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。



第 4-7 図 火災区域の設定(8 / 8)

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

第 4-5 表 「運転時の異常な過渡変化」又は「設計基準事故」発生の可能性がある機器と残留熱除去系等関連機器の関係 (1/11)

原子炉に有意な影響を与える主要な要因 (BWR)	要因に対応する故障	発生の可能性がある事象	事象発生の要因となりうる設備		火災区域	残留熱除去系等関連機器	残留熱除去系等の同時機能喪失 ^{※1}	備考
			A-再循環ポンプ MG セット	B-再循環ポンプ MG セット				
再循環ポンプ速度の増加	速度制御器増加要求信号誤発生	原子炉冷却材流量制御系の誤動作	A-原子炉再循環ポンプ	B-原子炉再循環ポンプ	RX-1F-3	RRR 炉水入口内側隔離弁 A-主蒸気逃がし安全弁 B-主蒸気逃がし安全弁 C-主蒸気逃がし安全弁 D-主蒸気逃がし安全弁 E-主蒸気逃がし安全弁 F-主蒸気逃がし安全弁 G-主蒸気逃がし安全弁 H-主蒸気逃がし安全弁 J-主蒸気逃がし安全弁 K-主蒸気逃がし安全弁 L-主蒸気逃がし安全弁 M-主蒸気逃がし安全弁	○	-
炉心内の反応度又は出力分布の異常な変化	主制御器増加要求信号誤発生	原子炉冷却材流量制御系の誤動作	A-原子炉再循環ポンプ	B-原子炉再循環ポンプ	RX-1F-3	RRR 炉水入口内側隔離弁 A-主蒸気逃がし安全弁 B-主蒸気逃がし安全弁 C-主蒸気逃がし安全弁 D-主蒸気逃がし安全弁 E-主蒸気逃がし安全弁 F-主蒸気逃がし安全弁 G-主蒸気逃がし安全弁 H-主蒸気逃がし安全弁 J-主蒸気逃がし安全弁 K-主蒸気逃がし安全弁 L-主蒸気逃がし安全弁 M-主蒸気逃がし安全弁	○	※2
給水温度の低下	抽気逆止弁の誤閉止	給水加熱喪失	抽気逆止弁	給水加熱器	TB-ALL	-	○	-
給水流量の増加	予備給復水ポンプの誤起動	給水制御系の故障	タービン駆動原子炉給水ポンプ	電動機駆動原子炉給水ポンプ	TB-ALL	-	○	-

※1：○：機能喪失無， ×：機能喪失有
 ※2：PCV 内はプラント運転中は、窒素で置換されていることから、火災は発生しない
 ※3：本過渡事象は、スクラムしない事象である。事象発生の要因となりうる設備のみが火災の影響を受けても誤起動は起こらない
 ※4：本過渡事象は、スクラムする事象であるが、除熱機能は維持されるため、原子炉の低温停止は可能である

第 4-5 表 「運転時の異常な過渡変化」又は「設計基準事故」発生の可能性がある機器と残留熱除去系等関連機器の関係 (2/11)

原子炉に有意な影響を与える主要な要因 (BWR)	要因に対応する故障	発生の可能性がある事象	事象発生の要因となりうる設備	火災区域	残留熱除去系等関連機器	残留熱除去系等の同時機能喪失 ^{※1}	備考
炉心内の反応度又は出力分布の異常な変化	ECCS 等の誤起動	HPCS の誤起動	高圧炉心スプレイポンプ	RX-ALL	A-RHR ボンプ 炉水戻り弁 B-RHR ボンプ 炉水戻り弁 A-RHR フェルト弁 A-RHR ボンプ ニュートロン入口弁 A-RHR ボンプ トロチウム入口弁 A-RHR 熱交換室入口弁 A-RHR 熱交換室ガス弁 A-RHR 注水弁 RHR 炉水入口外側隔離弁 A-RHR ボンプ 炉水入口弁 A-残留熱除去ボンプ LPCS ボンプ 入口弁 LPCS 注水弁 LPCS ボンプ ニュートロン 低圧炉心スプレイポンプ A-RHR 熱交換室水出口弁 LPCS ボンプ 室冷却機 A-RHR ボンプ 室冷却機	○	※ 3
			HPCS 注水弁				

※ 1：○：機能喪失無，×：機能喪失有

※ 2：PCV 内はプラント運転中は、室兼で置換されていることから、火災は発生しない

※ 3：本過渡事象は、スクラムしない事象である。事象発生の要因となりうる設備のみが火災の影響を受けても誤起動は起こらない

※ 4：本過渡事象は、スクラムする事象であるが、除熱機能は維持されるため、原子炉の低温停止は可能である

第4-5表 「運転時の異常な過渡変化」又は「設計基準事故」発生の可能性がある機器と残留熱除去系等関連機器の関係(3/11)

原子炉に有意な影響を与える主要な要因 (BWR)	要因に対応する故障	発生の可能性がある事象	事象発生の要因となりうる設備	火災区域	残留熱除去系等関連機器	残留熱除去系等の同時機能喪失※1	備考
炉心内の反応度又は出力分布の異常な変化	ECCS等の誤起動	RCICの誤起動	原子炉隔離時冷却ポンプ	RX-B2F-1	B-RRR ボンプ ミニマルポンプ	○	※3
			原子炉隔離時冷却ポンプ駆動用タービン				
			RCICタービン蒸気入口弁				
			RCICタービン蒸気加減弁				
			RCIC注水弁				
	再循環ループの誤起動	RCICの誤起動	RCICタービン制御盤	RX-B2F-2	B-非常用DG送風機	○	※3
再循環ループの誤起動	原子炉冷却材系の停止ループの誤起動	A-再循環ポンプMGセット	RX-1F-3	RRR 炉水入口内側隔離弁	○	-	
		B-再循環ポンプMGセット					
		A-原子炉再循環ポンプ					
		B-原子炉再循環ポンプ					
		A-原子炉再循環ポンプ入口弁					
再循環ループの誤起動	再循環ポンプの誤起動	B-原子炉再循環ポンプ入口弁	PCV	B-主蒸気逃がし安全弁	○	※2	
		A-原子炉再循環ポンプ出口弁					
		B-原子炉再循環ポンプ出口弁					
		蒸気加減弁					
		圧力制御装置(タービン制御系EHC)					
弁の閉止	蒸気加減弁閉止 主蒸気止め弁閉止	負荷の喪失 負荷の喪失 給水流量の全喪失 +タービントリップ	主蒸気止め弁	TB-ALL	-	○	-

※1：○：機能喪失無，×：機能喪失有

※2：PCV内はフランツ運転中は、室業で置換されていることから、火災は発生しない

※3：本過渡事象は、スクラムしない事象である。事象発生の要因となりうる設備のみが火災の影響を受けても誤起動は起こらない

※4：本過渡事象は、スクラムする事象であるが、除熱機能は維持されるため、原子炉の低温停止は可能である

第 4-5 表 「運転時の異常な過渡変化」又は「設計基準事故」発生の可能性がある機器と残留熱除去系等関連機器の関係（4/11）

原子炉に有意な影響を与える主要な要因 (BWR)	要因に対応する故障	発生の可能性がある事象	事象発生の要因となりうる設備	火災区域	残留熱除去系等関連機器	残留熱除去系等の同時機能喪失※1	備考
炉心内の反応度又は出力分布の異常な変化	弁の閉止	主蒸気隔離弁閉 信号誤発生	主蒸気隔離弁の誤閉止	PCV	RHR 炉水入口内側隔離弁 A-主蒸気逃がし安全弁 B-主蒸気逃がし安全弁 C-主蒸気逃がし安全弁 D-主蒸気逃がし安全弁 E-主蒸気逃がし安全弁 F-主蒸気逃がし安全弁 G-主蒸気逃がし安全弁 H-主蒸気逃がし安全弁 J-主蒸気逃がし安全弁 K-主蒸気逃がし安全弁 L-主蒸気逃がし安全弁 M-主蒸気逃がし安全弁	○	※2
		主蒸気隔離弁閉	主蒸気外側隔離弁	RX-ALL	A-RHR まづ 炉水戻り弁 B-RHR まづ 炉水戻り弁 A-RHR テスト弁 A-RHR まづ ミニバルブ弁 A-RHR まづ トラス水入口弁 A-RHR 熱交水室入口弁 A-RHR 熱交バルブ弁 A-RHR 注水弁 RHR 炉水入口外側隔離弁 A-RHR まづ 炉水入口弁 A-残留熱除去まづ LPCS まづ 入口弁 LPCS 注水弁 LPCS まづ ミニバルブ弁 低圧炉心マフリンまづ A-RHR 熱交冷却水出口弁 LPCS まづ 室冷却機 A-RHR まづ 室冷却機	○	※4

※1：○：機能喪失無，×：機能喪失有

※2：PCV内はプラント運転中は、室塞で置換されていることから、火災は発生しない

※3：本過渡事象は、スクラムしない事象である。事象発生の要因となりうる設備のみが火災の影響を受けても誤起動は起こらない

※4：本過渡事象は、スクラムする事象であるが、除熱機能は維持されるため、原子炉の低温停止は可能である

第 4-5 表 「運転時の異常な過渡変化」又は「設計基準事故」発生の可能性がある機器と残留熱除去系等関連機器の関係 (5/11)

原子炉に有意な影響を与える主要な要因 (BWR)	要因に対応する故障	発生の可能性がある事象	事象発生の要因となりうる設備	火災区域	残留熱除去系等関連機器	残留熱除去系等の同時機能喪失 ^{※1}	備考
炉心内の反応度又は出力分布の異常な変化	原子炉給水制御系増信号誤発生	給水制御系の故障	タービン駆動原子炉給水ポンプ	TB-ALL	-	○	-
			電動機駆動原子炉給水ポンプ 給水流速調節弁後弁, 起動用給水流速調節弁後弁 電動機駆動原子炉給水ポンプ入口弁 給水流速調節弁, 起動用給水流速調節弁 復水昇圧ポンプ 復水昇圧ポンプ出口弁 復水昇圧ポンプ入口弁 復水ポンプ 復水ポンプ出口弁 復水ポンプ入口弁 抽気逆止弁 給水加熱器 給水加熱器ドレンライン (水位調節弁廻り)				
給水温度の低下	抽気逆止弁の誤閉止 原子炉給水制御系増信号誤発生	給水加熱喪失 給水制御系の故障	タービン駆動原子炉給水ポンプ	TB-ALL	-	○	-
			電動機駆動原子炉給水ポンプ 給水流速調節弁後弁, 起動用給水流速調節弁後弁 電動機駆動原子炉給水ポンプ入口弁 給水流速調節弁, 起動用給水流速調節弁 復水昇圧ポンプ 復水昇圧ポンプ出口弁 復水昇圧ポンプ入口弁 復水ポンプ 復水ポンプ出口弁 復水ポンプ入口弁				
炉心内の熱発生又は熱除去の異常な変化	予備給復水ポンプの誤起動	給水制御系の故障	主蒸気逃がし安全弁	TB-ALL	-	○	※2
			電動機駆動原子炉給水ポンプ 給水流速調節弁後弁, 起動用給水流速調節弁後弁 電動機駆動原子炉給水ポンプ入口弁 給水流速調節弁, 起動用給水流速調節弁 復水昇圧ポンプ 復水昇圧ポンプ出口弁 復水昇圧ポンプ入口弁 復水ポンプ 復水ポンプ出口弁 復水ポンプ入口弁				
	速がし弁開指令誤発生	逃がし弁開放	蒸気加減弁	PCV	RHR 炉水入口内側隔離弁 A-主蒸気逃がし安全弁 B-主蒸気逃がし安全弁 C-主蒸気逃がし安全弁 D-主蒸気逃がし安全弁 E-主蒸気逃がし安全弁 F-主蒸気逃がし安全弁 G-主蒸気逃がし安全弁 H-主蒸気逃がし安全弁 J-主蒸気逃がし安全弁 K-主蒸気逃がし安全弁 L-主蒸気逃がし安全弁 M-主蒸気逃がし安全弁	○	
	蒸気加減弁開信号誤発生	原子炉圧力制御系の故障	蒸気加減弁 圧力制御装置 (タービン制御系 EHC)	TB-ALL	-	○	-

※1：○：機能喪失無，×：機能喪失有

※2：PCV内はプラント運転中は、窒素で置換されていることから、火災は発生しない

※3：本過渡事象は、スクラムしない事象である。事象発生の要因となりうる設備のみが火災の影響を受けても誤起動は起こらない

※4：本過渡事象は、スクラムする事象であるが、除熱機能は維持されるため、原子炉の低温停止は可能である

第 4-5 表 「運転時の異常な過渡変化」又は「設計基準事故」発生の可能性がある機器と残留熱除去系等関連機器の関係 (6/11)

原子炉に有意な影響を与える主要な要因 (BWR)	要因に対応する故障	発生の可能性がある事象	事象発生の要因となりうる設備		火災区域	残留熱除去系等関連機器	残留熱除去系等の同時機能喪失※1	備考
			蒸気加減弁 タービン・バイパス弁 圧力制御装置 (タービン制御系 EHC)	タービン・バイパス弁 圧力制御装置 (タービン制御系 EHC)				
弁の開放	圧力制御装置最大出力信号誤発生 タービン・バイパス弁の誤開放	原子炉圧力制御系の故障 原子炉圧力制御系の故障	タービン・バイパス弁	タービン・バイパス弁	TB-ALL	—	○	—
					TB-ALL	—	○	—
炉心内の熱発生又は熱除去の異常な変化	HPCS の誤起動 ECCS 等の誤起動	HPCS の誤起動	高圧炉心スプレイポンプ	HPCS 注水弁	RX-ALL	A-RHR ボンプ 炉水戻り弁 B-RHR ボンプ 炉水戻り弁 A-RHR フォト弁 A-RHR ボンプ ニュアロー弁 A-RHR ボンプ トライカ水入口弁 A-RHR 熱交換水入口弁 A-RHR 熱交換パイパス弁 A-RHR 注水弁 RHR 炉水入口外側隔離弁 A-RHR ボンプ 炉水入口弁 A-残留熱除去ボンプ LPCS ボンプ 入口弁 LPCS 注水弁 LPCS ボンプ ニュアロー弁 低圧炉心スプレイボンプ A-RHR 熱交換水出口弁 LPCS ボンプ 室冷却機 A-RHR ボンプ 室冷却機	○	※ 3
					RX-BZF-1	B-RHR ボンプ ニュアロー弁 C-RHR ボンプ ニュアロー弁 B-RHR ボンプ トライカ水入口弁 C-RHR ボンプ トライカ水入口弁 B-RHR ボンプ 炉水入口弁 C-残留熱除去ボンプ B-残留熱除去ボンプ C-RHR ボンプ 室冷却機	○	※ 3

※ 1 : ○ : 機能喪失無, × : 機能喪失有

※ 2 : PCV 内はプラント運転中は、窒素で置換されていることから、火災は発生しない

※ 3 : 本過渡事象は、スクラムしない事象である。事象発生の要因となりうる設備のみが火災の影響を受けても誤起動は起こらない

※ 4 : 本過渡事象は、スクラムする事象であるが、除熱機能は維持されるため、原子炉の低温停止は可能である

第4-5表 「運転時の異常な過渡変化」又は「設計基準事故」発生の可能性がある機器と残留熱除去系等関連機器の関係（7/11）

原子炉に有意な影響を与える主要な要因 (BWR)	要因に対応する故障	発生の可能性がある事象	事象発生の原因となりうる設備		火災区域	残留熱除去系等関連機器	残留熱除去系等の同時機能喪失 ^{※1}	備考
			A-再循環ポンプMGセット	B-再循環ポンプMGセット				
炉心内の熱発生又は熱除去の異常な変化	再循環ループの誤起動	原子炉冷却材系の停止ループの誤起動	A-再循環ポンプMGセット	B-再循環ポンプMGセット	RX-1F-3	RHR 炉水入口内側隔離弁 A-主蒸気逃がし安全弁 B-主蒸気逃がし安全弁 C-主蒸気逃がし安全弁 D-主蒸気逃がし安全弁 E-主蒸気逃がし安全弁 F-主蒸気逃がし安全弁 G-主蒸気逃がし安全弁 H-主蒸気逃がし安全弁 J-主蒸気逃がし安全弁 K-主蒸気逃がし安全弁 L-主蒸気逃がし安全弁 M-主蒸気逃がし安全弁	○	-
			A-原子炉再循環ポンプ	B-原子炉再循環ポンプ				
	再循環ポンプトリップ	再循環ポンプの誤起動	原子炉冷却材流量の喪失	A-原子炉再循環ポンプ入口弁	B-原子炉再循環ポンプ出口弁	PCV	○	※2
				A-原子炉再循環ポンプ入口弁	B-原子炉再循環ポンプ出口弁			
	再循環ポンプ速度制御器増加要求信号誤発生	再循環ポンプトリップ	原子炉冷却材流量の喪失	A-再循環ポンプMGセット	B-再循環ポンプMGセット	RX-1F-3	-	-
				A-再循環ポンプMGセット	B-再循環ポンプMGセット			
	再循環ポンプ速度の増加	再循環ポンプトリップ	原子炉冷却材流量の喪失	A-再循環ポンプMGセット	B-再循環ポンプMGセット	RX-1F-3	-	-
				A-再循環ポンプMGセット	B-再循環ポンプMGセット			
	再循環ポンプ速度の増加	再循環ポンプトリップ	原子炉冷却材流量の喪失	A-再循環ポンプMGセット	B-再循環ポンプMGセット	RX-1F-3	-	-
				A-再循環ポンプMGセット	B-再循環ポンプMGセット			
	再循環ポンプ速度の増加	再循環ポンプトリップ	原子炉冷却材流量の喪失	A-再循環ポンプMGセット	B-再循環ポンプMGセット	RX-1F-3	-	-
				A-再循環ポンプMGセット	B-再循環ポンプMGセット			
再循環ポンプ速度の増加	再循環ポンプトリップ	原子炉冷却材流量の喪失	A-再循環ポンプMGセット	B-再循環ポンプMGセット	RX-1F-3	-	-	
			A-再循環ポンプMGセット	B-再循環ポンプMGセット				
再循環ポンプ速度の増加	再循環ポンプトリップ	原子炉冷却材流量の喪失	A-再循環ポンプMGセット	B-再循環ポンプMGセット	RX-1F-3	-	-	
			A-再循環ポンプMGセット	B-再循環ポンプMGセット				
再循環ポンプ速度の増加	再循環ポンプトリップ	原子炉冷却材流量の喪失	A-再循環ポンプMGセット	B-再循環ポンプMGセット	RX-1F-3	-	-	
			A-再循環ポンプMGセット	B-再循環ポンプMGセット				

※1：○：機能喪失無，×：機能喪失有

※2：PCV内はフランツ運転中は、空素で置換されていることから、火災は発生しない

※3：本過渡事象は、スクラムしない事象である。事象発生原因となりうる設備のみが火災の影響を受けても誤起動は起こらない

※4：本過渡事象は、スクラムする事象であるが、除熱機能は維持されるため、原子炉の低温停止は可能である

第 4-5 表 「運転時の異常な過渡変化」又は「設計基準事故」発生の可能性がある機器と残留熱除去系等関連機器の関係 (8/11)

原子炉に有意な影響を与える主要な要因 (BWR)	要因に対応する故障	発生の可能性がある事象	事象発生の要因となりうる設備	火災区域	残留熱除去系等関連機器	残留熱除去系等の同時機能喪失 ^{※1}	備考
炉心内の熱発生又は熱除去の異常な変化	速度制御器増加要求信号誤発生	原子炉冷却材流量制御系の誤動作	A-原子炉再循環ポンプ	PCV	RHR 炉水入口内側隔離弁 A-主蒸気逃がし安全弁 B-主蒸気逃がし安全弁 C-主蒸気逃がし安全弁 D-主蒸気逃がし安全弁 E-主蒸気逃がし安全弁 F-主蒸気逃がし安全弁 G-主蒸気逃がし安全弁 H-主蒸気逃がし安全弁 J-主蒸気逃がし安全弁 K-主蒸気逃がし安全弁 L-主蒸気逃がし安全弁 M-主蒸気逃がし安全弁	○	※2
			B-原子炉再循環ポンプ				
再循環ポンプ速度の増加	主制御器増加要求信号誤発生	原子炉冷却材流量制御系の誤動作	A-再循環ポンプ MG セット	RX-1F-3	RHR 炉水入口内側隔離弁 A-主蒸気逃がし安全弁 B-主蒸気逃がし安全弁 C-主蒸気逃がし安全弁 D-主蒸気逃がし安全弁 E-主蒸気逃がし安全弁 F-主蒸気逃がし安全弁 G-主蒸気逃がし安全弁 H-主蒸気逃がし安全弁 J-主蒸気逃がし安全弁 K-主蒸気逃がし安全弁 L-主蒸気逃がし安全弁 M-主蒸気逃がし安全弁	○	-
			B-再循環ポンプ MG セット				
原子炉冷却材圧力又は原子炉冷却材保有量の異常な変化	蒸気加減弁閉止	負荷の喪失	蒸気加減弁	TB-ALL	-	○	-
			圧力制御装置 (タービン制御系 EHC)				
原子炉冷却材圧力又は原子炉冷却材保有量の異常な変化	主蒸気止め弁閉止	負荷の喪失 給水流量の全喪失 + タービントリップ	主蒸気止め弁	TB-ALL	-	○	-
			主蒸気内側隔離弁				
原子炉冷却材圧力又は原子炉冷却材保有量の異常な変化	主蒸気隔離弁閉信号誤発生	主蒸気隔離弁の誤閉止	主蒸気内側隔離弁	PCV	RHR 炉水入口内側隔離弁 A-主蒸気逃がし安全弁 B-主蒸気逃がし安全弁 C-主蒸気逃がし安全弁 D-主蒸気逃がし安全弁 E-主蒸気逃がし安全弁 F-主蒸気逃がし安全弁 G-主蒸気逃がし安全弁 H-主蒸気逃がし安全弁 J-主蒸気逃がし安全弁 K-主蒸気逃がし安全弁 L-主蒸気逃がし安全弁 M-主蒸気逃がし安全弁	○	※2

※1：○：機能喪失無，×：機能喪失有

※2：PCV内はプラント運転中は、窒素で置換されていることから、火災は発生しない

※3：本過渡事象は、スクラムしない事象である。事象発生の要因となりうる設備のみが火災の影響を受けても誤起動は起こらない

※4：本過渡事象は、スクラムする事象であるが、除熱機能は維持されるため、原子炉の低温停止は可能である

第 4-5 表 「運転時の異常な過渡変化」又は「設計基準事故」発生の可能性がある機器と残留熱除去系等関連機器の関係（9/11）

原子炉に有意な影響を与える主要な要因 (BWR)	要因に対応する故障	発生の可能性がある事象	事象発生の要因となりうる設備	火災区域	残留熱除去系等関連機器	残留熱除去系等の同時機能喪失 ^{※1}	備考
原子炉冷却材圧力又は原子炉冷却材保有量の異常な変化	弁の閉止	主蒸気隔離弁閉信号誤発生	主蒸気隔離弁の誤閉止		A-RHRポンプ炉水戻り弁 B-RHRポンプ炉水戻り弁 A-RHRファスト弁 A-RHRポンプニミダコ弁 A-RHRポンプトラップ水入口弁 A-RHR熱交換水室入口弁 A-RHR熱交換ハラス弁 A-RHR注水弁 RHR炉水入口外側隔離弁 A-RHRポンプ炉水入口弁 A-残留熱除去ポンプ LPCSポンプ入口弁 LPCS注水弁 LPCSポンプニミダコ弁 低圧炉心シフト弁 A-RHR熱交換水出口弁 LPCSポンプ室冷却機 A-RHRポンプ室冷却機		※ 4
		原子炉給水制御系増信号誤発生	給水制御系の故障	タービン駆動原子炉給水ポンプ 電動機駆動原子炉給水ポンプ 給水流量調節弁後弁, 起動用給水流量調節弁後弁 電動機駆動原子炉給水ポンプ入口弁 給水流量調節弁, 起動用給水流量調節弁 復水昇圧ポンプ 復水昇圧ポンプ出口弁 復水昇圧ポンプ入口弁 復水ポンプ 復水ポンプ出口弁	TB-ALL		-
	自由空間体積の減少	予備給復水ポンプの誤起動	給水制御系の故障				-

※ 1：○：機能喪失無，×：機能喪失有

※ 2：PCV内はプラント運転中は、窒素で置換されていることから、火災は発生しない

※ 3：本過渡事象は、スクラムしない事象である。事象発生の要因となりうる設備のみが火災の影響を受けても誤起動は起こらない

※ 4：本過渡事象は、スクラムする事象であるが、除熱機能は維持されるため、原子炉の低温停止は可能である

第4-5表 「運転時の異常な過渡変化」又は「設計基準事故」発生の可能性がある機器と残留熱除去系等関連機器の関係 (10/11)

原子炉に有意な影響を与える主要な要因 (BWR)	要因に対応する故障	発生の可能性がある事象	事象発生の要因とならうる設備	火災区域	残留熱除去系等関連機器	残留熱除去系等の同時機能喪失 ^{※1}	備考	
原子炉冷却材圧力又は原子炉冷却材保有量の異常な変化	弁の開放	速がし弁開放誤発生	速がし弁開放	主蒸気逃がし安全弁	PCV	RHR 炉水入口内側隔離弁 A-主蒸気逃がし安全弁 B-主蒸気逃がし安全弁 C-主蒸気逃がし安全弁 D-主蒸気逃がし安全弁 E-主蒸気逃がし安全弁 F-主蒸気逃がし安全弁 G-主蒸気逃がし安全弁 H-主蒸気逃がし安全弁 J-主蒸気逃がし安全弁 K-主蒸気逃がし安全弁 L-主蒸気逃がし安全弁 M-主蒸気逃がし安全弁	○	※2
		蒸気加減弁開信号誤発生	原子炉圧力制御系の故障	蒸気加減弁 圧力制御装置 (タービン制御系 EHC)	TB-ALL	-	○	-
		圧力制御装置最大出力信号誤発生	原子炉圧力制御系の故障	タービン・バイパス弁 圧力制御装置 (タービン制御系 EHC)	TB-ALL	-	○	-
		タービン・バイパス弁の誤開放	原子炉圧力制御系の故障	タービン・バイパス弁 圧力制御装置 (タービン制御系 EHC)	TB-ALL	-	○	-
		原子炉給水ポンプのトリップ	給水流量の全喪失	タービン駆動原子炉給水ポンプ タービン駆動原子炉給水ポンプ出口弁	TB-ALL	-	○	-
		L8信号誤発生	給水流量の全喪失 + タービントリップ	タービン駆動原子炉給水ポンプ	TB-ALL	-	○	-
		原子炉給水制御系統信号誤発生	給水制御系の故障 (流量減少)	タービン駆動原子炉給水ポンプ 復水昇圧ポンプ 復水昇圧ポンプ出口弁 復水昇圧ポンプ入口弁 復水ポンプ 復水ポンプ出口弁 復水ポンプ入口弁	TB-ALL	-	○	-
		復水ポンプのトリップ (駆動電源喪失)	給水流量の全喪失	復水ポンプ出口弁 復水ポンプ入口弁	TB-ALL	-	○	-
		原子炉給水制御系統信号誤発生	給水制御系の故障	タービン駆動原子炉給水ポンプ	TB-ALL	-	○	-
		給水流量の増加	予備給復水ポンプの誤起動	電動機駆動原子炉給水ポンプ 給水流量調節弁後弁, 起動用給水流量調節弁後弁 電動機駆動原子炉給水ポンプ入口弁 給水流量調節弁, 起動用給水流量調節弁 復水昇圧ポンプ 復水昇圧ポンプ出口弁 復水昇圧ポンプ入口弁 復水ポンプ 復水ポンプ出口弁 復水ポンプ入口弁	TB-ALL	-	○	-

※1：○：機能喪失無，×：機能喪失有

※2：PCV内はグラウンド運転中は、窒素で置換されていることから、火災は発生しない

※3：本過渡事象は、スクラムしない事象である。事象発生の要因とならうる設備のみが火災の影響を受けても誤起動は起こらない

※4：本過渡事象は、スクラムする事象であるが、除熱機能は維持されるため、原子炉の低温停止は可能である

第 4-5 表 「運転時の異常な過渡変化」又は「設計基準事故」発生の可能性がある機器と残留熱除去系等関連機器の関係 (11/11)

原子炉に有意な影響を与える主要な要因 (BWR)	要因に対応する故障	発生の可能性がある事象	事象発生の要因となりうる設備	火災区域	残留熱除去系等関連機器	残留熱除去系等の同時機能喪失※1	備考
原子炉冷却材圧力又は原子炉冷却材保有量の異常な変化	HPCS の誤起動	HPCS の誤起動	高圧炉心スプレイポンプ	RX-ALL	A-RHR ボンプ 炉水戻り弁 B-RHR ボンプ 炉水戻り弁 A-RHR ファスト弁 A-RHR ボンプ ニュウロン弁 A-RHR ボンプ トリガ水入口弁 A-RHR 熱交換水室入口弁 A-RHR 熱交換ハガズ弁 A-RHR 注水弁 RHR 炉水入口外側隔離弁 A-RHR ボンプ 炉水入口弁 A-残留熱除去ボンプ LPCS ボンプ 入口弁 LPCS 注水弁 LPCS ボンプ ニュウロン弁 低圧炉心スプレイ A-RHR 熱交換水出口弁 LPCS ボンプ 室冷却機 A-RHR ボンプ 室冷却機	○	※ 3
			HPCS 注水弁				
	RCIC の誤起動	RCIC の誤起動	原子炉隔離時冷却ポンプ	RX-BZF-1	B-RHR ボンプ ニュウロン弁 C-RHR ボンプ トリガ水入口弁 B-RHR ボンプ トリガ水入口弁 C-RHR ボンプ トリガ水入口弁 B-RHR ボンプ 炉水入口弁 C-残留熱除去ボンプ B-残留熱除去ボンプ C-RHR ボンプ 室冷却機	○	※ 3
原子炉隔離時冷却ポンプ							
RCIC タービン蒸気入口弁							
RCIC タービン蒸気加減弁							
RCIC 注水弁							

※ 1：○：機能喪失無，×：機能喪失有

※ 2：PCV 内はプラント運転中は、窒素で置換されていることから、火災は発生しない

※ 3：本過渡事象は、スクラムしない事象である。事象発生の要因となりうる設備のみが火災の影響を受けても誤起動は起こらない

※ 4：本過渡事象は、スクラムする事象であるが、除熱機能は維持されるため、原子炉の低温停止は可能である

4.2. 内部火災発生時に期待できる緩和設備

R/B 又は T/B における内部火災において、動作を期待できる緩和機能を第 4-6 表に示す。

第 4-6 表 内部火災発生時に期待できる緩和系

緩和機能	火災発生建物	
	R/B	T/B
原子炉停止機能	原子炉保護系 (中性子束高等のスクラム機能は多重化され、機能維持できる設計としている。また、T/B 側 RPS は機能喪失しない)	原子炉保護系 (R/B 側 RPS)
炉心冷却機能	RCIC 及び ECCS (3 区分に多重化されており、1 区分火災で機能喪失しても 2 区分は機能維持される) RHR 等 (2 区分に多重化されており、1 区分火災で機能喪失しても 1 区分は機能維持される)	RCIC 及び ECCS (3 区分とも機能維持) RHR 等 (2 区分とも機能維持)
その他機能	主蒸気隔離弁	主蒸気隔離弁
	逃がし安全弁(安全弁機能)	逃がし安全弁(安全弁機能)
	—	逃がし安全弁(逃がし弁機能)
	タービン・バイパス弁	—

5. 解析における機能喪失の仮定

5.1. 内部火災影響による機能喪失の仮定

4.2 項で示した動作を期待できる緩和機能を前提に、火災影響により解析において機能喪失を仮定する緩和系を第 5-1 表に示す。MS-3 機能については、内部火災が発生する建物毎に機能喪失を仮定する。タービン系の原子炉保護系(RPS)(主蒸気止め弁閉スクラム・蒸気加減弁急速閉スクラム)については、T/B における内部火災に対して機能喪失すると仮定する。

第 5-1 表 機能喪失を仮定する緩和機能

緩和機能	火災発生建物	
	R/B	T/B
再循環ポンプトリップ	喪失を仮定	喪失を仮定
逃がし安全弁 (逃がし弁機能)	喪失を仮定	—
タービン・バイパス弁	—	喪失を仮定
タービン系 RPS	—	喪失を仮定

5.2. 単一故障の仮定【ステップ 7】

解析を行うに際し、安全評価審査指針に従い、想定した事象に加え、原子炉停止、炉心冷却及び放射能閉じ込めの各基本的安全機能別に、解析の結果を厳しくする機器の単一故障を仮定する。具体的な単一故障の想定と解析への影響を第 5-2 表に示す。また、R/B 及び T/B での代表事象発生時に期待する緩和系は第 4-6 表のとおりである。

第 5-2 表 単一故障の仮定と解析への影響

単一故障を 仮定する機能	解析への影響
原子炉停止機能	<ul style="list-style-type: none"> 原子炉保護系に単一故障を仮定しても、多重化されているため影響はない。
炉心冷却機能	<p>[RCIC 及び ECCS]</p> <ul style="list-style-type: none"> 内部火災により 1 区分、単一故障により更に 1 区分喪失しても、残りの区分により炉心冷却が可能。 <p>[RHR 等]</p> <ul style="list-style-type: none"> 単一故障により 1 区分喪失しても、残りの区分により除熱が可能（火災により過渡事象の発生と RHR 等の機能喪失は同時に発生しない）。
放射能閉じ込め機能	<ul style="list-style-type: none"> 評価事象において燃料は破損しない。

6. 解析の実施【ステップ 8】

6.1. 使用する解析コード

解析にあたっては、第 6-1 表に示すとおり、設置許可申請解析において使用しているプラント動特性解析コード（REDY）及び単チャンネル熱水力解析コード（SCAT）を使用している。

第 6-1 表 解析コード

解析項目	コード名
プラント動特性挙動 ・中性子束 ・原子炉冷却材圧力バウンダリにかかる圧力（原子炉圧力）	REDY
単チャンネル熱水力挙動 ・燃料被覆管温度	SCAT

6.2. 主要な解析条件

プラントの初期状態等の解析条件については、設計基準事象である過渡事象における前提条件を踏襲する。主な解析条件を第 6-2 表に示す。

第 6-2 表 主な解析条件

項目	解析条件
原子炉出力	2,540 MW
炉心入口流量	30.3×10^3 t/h
原子炉圧力	7.03 MPa[gage]
原子炉水位	通常水位
外部電源	あり

6.3. 判断基準

内部火災を起因として発生する代表事象に対して、単一故障を想定しても、影響緩和系により事象が収束することを確認する。

6.4. 解析結果

解析を実施する事象について、解析結果を第 6-3 表～第 6-5 表、第 6-1 図～第 6-4 図、第 6-6 図～第 6-9 図及び第 6-11 図～第 6-14 図に、事象の推移を第 6-5 図、第 6-10 図及び第 6-15 図に示す。

(1) R/B での内部火災に起因する事象

R/B での内部火災に起因する事象の解析結果について以下に示す。

(a) 主蒸気隔離弁の誤閉止

i 原子炉停止状態

主蒸気隔離弁の閉止により、主蒸気が遮断されると、原子炉圧力は上昇するが、主蒸気隔離弁が全開位置から 10%閉止すると、主蒸気隔離弁閉信号により原子炉はスクラムする。

ii 炉心冷却状態

主蒸気隔離弁の閉止により、給水ポンプ速度が低下するため、原子炉水位は徐々に低下するが、原子炉隔離時冷却系等により注水は維持される。また、主蒸気隔離弁閉止とともに原子炉圧力は上昇するが、逃がし安全弁（安全弁機能）の作動により、原子炉圧力の抑制を図ることが可能である。

iii 安全停止状態

原子炉スクラム及び炉心冷却により原子炉の安全停止の維持は可能である。

(b) 給水制御系の故障

i 原子炉停止状態

給水流量の増加による炉心入口サブクーリングの増加によってボイドが減少し、原子炉出力が上昇する。原子炉水位が上昇し、原子炉水位高（レベル 8）に達するとタービントリップし、主蒸気止め弁閉信号が発生する。主蒸気止め弁の閉止により、原子炉はスクラムする。

ii 炉心冷却状態

原子炉水位高（レベル 8）到達により、給水ポンプがトリップするため、原子炉水位は徐々に低下するが、原子炉隔離時冷却系等により注水は維持される。また、タービントリップに伴う主蒸気止め弁閉止とともに原子炉圧力は上昇するが、タービン・バイパス弁の作動により、原子炉圧力の抑制を図ることが可能である。

iii 安全停止状態

原子炉スクラム及び炉心冷却により原子炉の安全停止の維持は可能である。

(2) T/B での内部火災に起因する事象

T/B での内部火災に起因する事象の解析結果について以下に示す。

(a) 給水制御系の故障+給水加熱喪失

i 原子炉停止状態

給水流量の増加と給水加熱喪失による炉心入口サブクーリングの増加によってボイドが減少し、原子炉出力が上昇する。また、給水流量の増加により原子炉水位が上昇し、原子炉水位高（レベル 8）に達するとタービントリップし、主蒸気止め弁閉信号が発生するが、タービン系 RPS の機能喪失を仮定するため、この時点ではスクラムしない。主蒸気止め弁の閉止により原子炉圧力が上昇し、炉心内のボイドの減少により原子炉出力が上昇するため、中性子束高信号が発生し、原子炉はスクラムする。

ii 炉心冷却状態

原子炉水位高（レベル8）到達により，給水ポンプがトリップするため，原子炉水位は徐々に低下するが，原子炉隔離時冷却系等により注水は維持される。また，タービントリップに伴う主蒸気止め弁閉止とともに原子炉圧力は上昇するが，逃がし安全弁（逃がし弁機能）の作動により，原子炉圧力の抑制を図ることが可能である。

iii 安全停止状態

原子炉スクラム及び炉心冷却により原子炉の安全停止の維持は可能である。

以上より，内部火災を起因として発生する可能性のある過渡的な事象に対して，単一故障を想定しても，影響緩和系により事象が収束し，原子炉を安全停止できることを確認した。

第 6-3 表 解析結果まとめ表 (R/B 主蒸気隔離弁の誤閉止)

重畳事象	項目	解析結果 () 内は判断目安
主蒸気隔離弁の誤閉止	中性子束 (%)	初期値を超えない (-)
	原子炉冷却材圧力バウンダリ 圧力 (MPa[gage])	8.52 (10.34 以下)
	燃料被覆管温度 (°C)	沸騰遷移に至らない (1200 以下)

発生事象	時刻[秒]
主蒸気隔離弁閉発生	0
原子炉スクラム (主蒸気隔離弁閉)	0.3
安全弁開開始	4.1

第 6-4 表 解析結果まとめ表 (R/B 給水制御系の故障)

重畳事象	項目	解析結果 () 内は判断目安
給水制御系の故障	中性子束 (%)	117 (-)
	原子炉冷却材圧力バウンダリ 圧力 (MPa[gage])	7.47 (10.34 以下)
	燃料被覆管温度 (°C)	沸騰遷移に至らない (1200 以下)

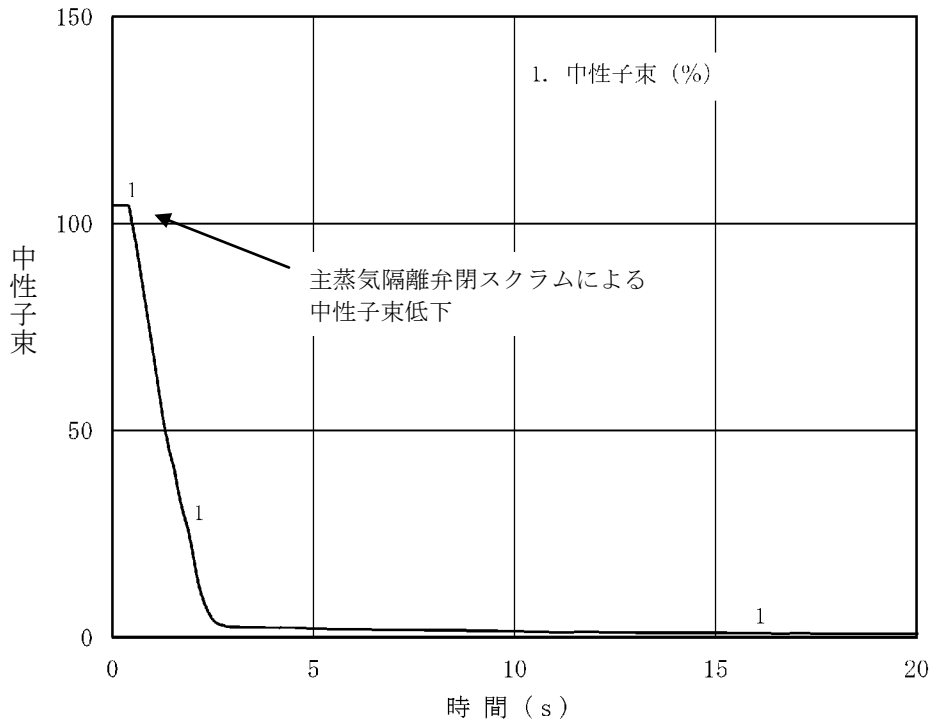
発生事象	時刻[秒]
給水制御系故障発生	0
原子炉スクラム (主蒸気止め弁閉)	9.2
安全弁開開始	—※

※：フルバイパスプラントのため、安全弁が作動しない

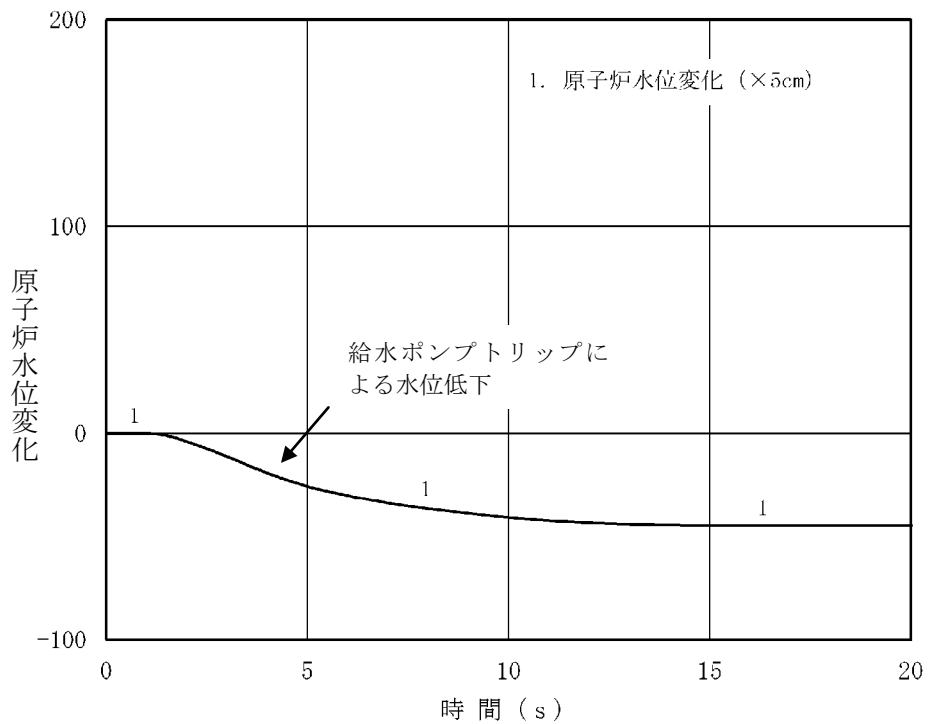
第 6-5 表 解析結果まとめ表 (T/B 給水制御系の故障+給水加熱喪失)

重畳事象	項目	解析結果 () 内は判断目安
給水制御系の故障+ 給水加熱喪失	中性子束 (%)	660 (-)
	原子炉冷却材圧力バウンダリ 圧力 (MPa[gage])	8.68 (10.34 以下)
	燃料被覆管温度 (°C)	約 710 (1200 以下)

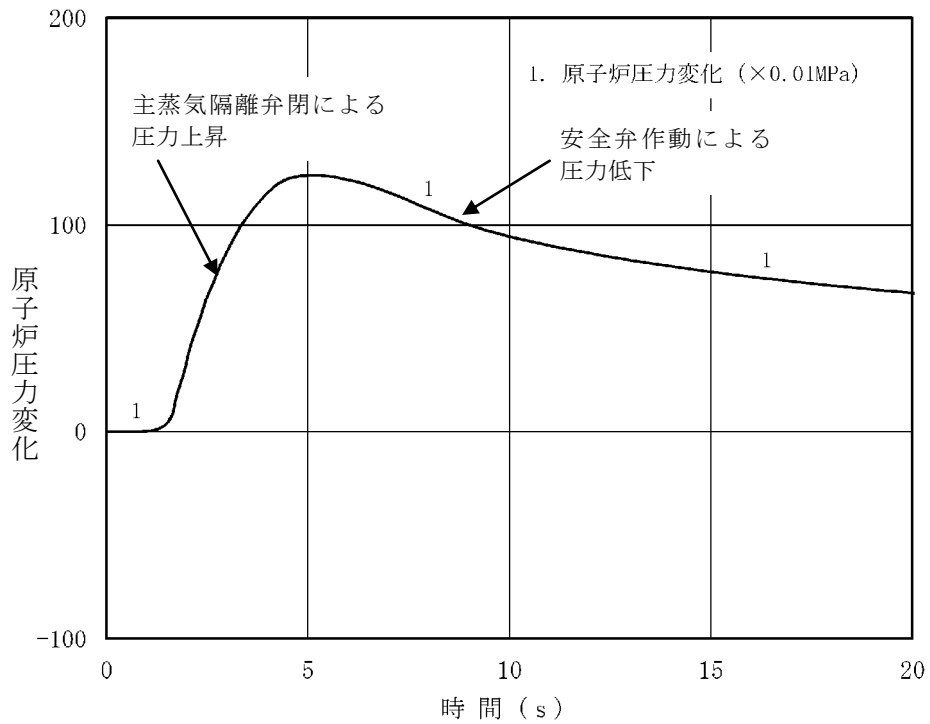
発生事象	時刻[秒]
給水加熱喪失発生	0
給水制御系故障発生	0
原子炉水位レベル 8 (給水ポンプトリップ)	9.2
原子炉スクラム (中性子束高)	9.5
逃がし弁開開始	10.3



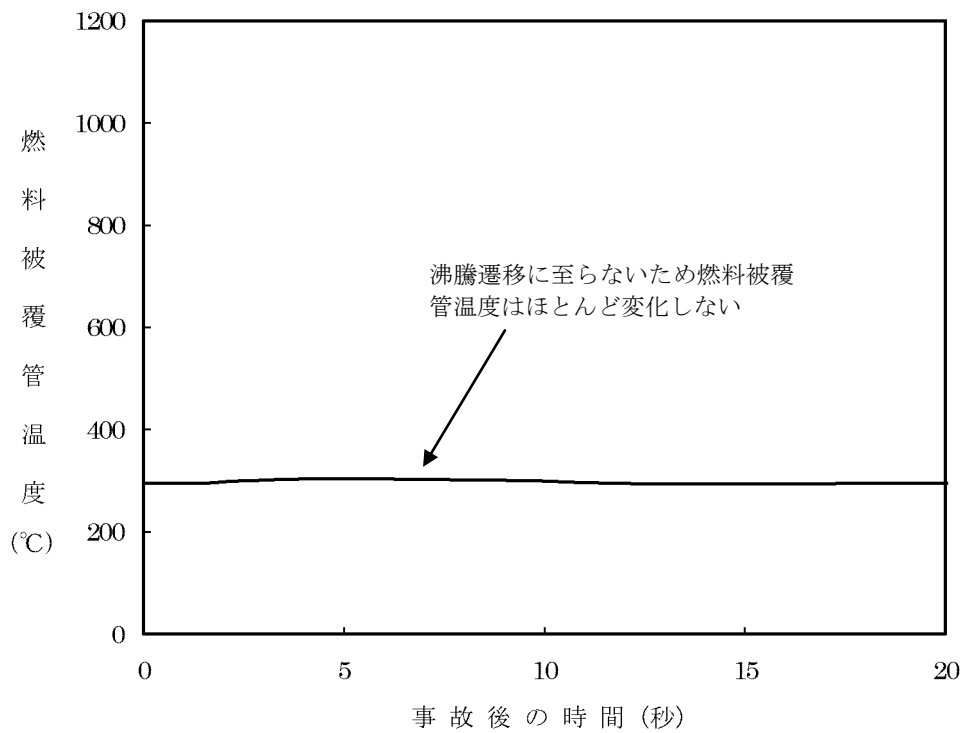
第 6-1 図 R/B における内部火災による事象変化 (中性子束)
(主蒸気隔離弁の誤閉止)



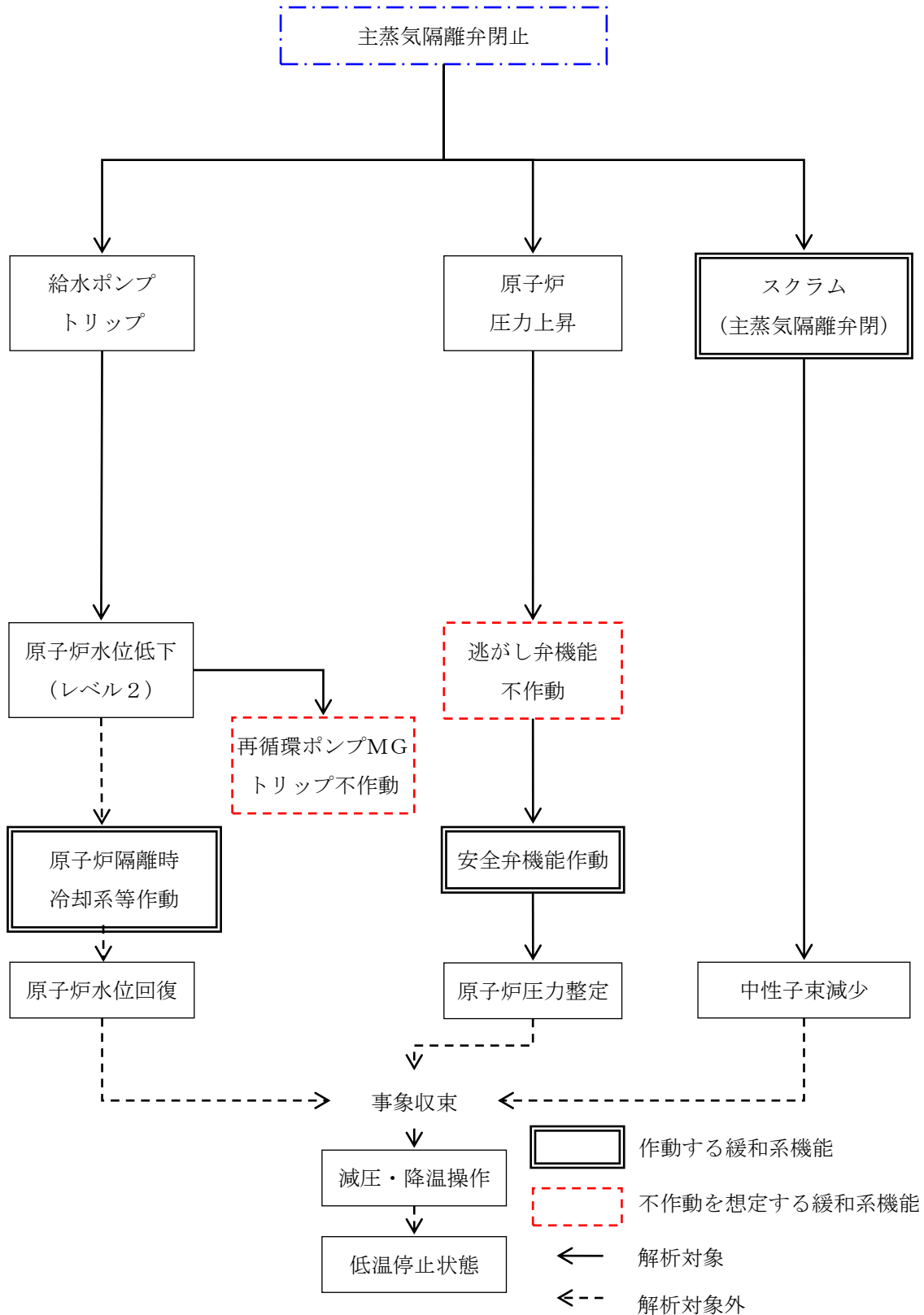
第 6-2 図 R/B における内部火災による事象変化 (原子炉水位)
(主蒸気隔離弁の誤閉止)



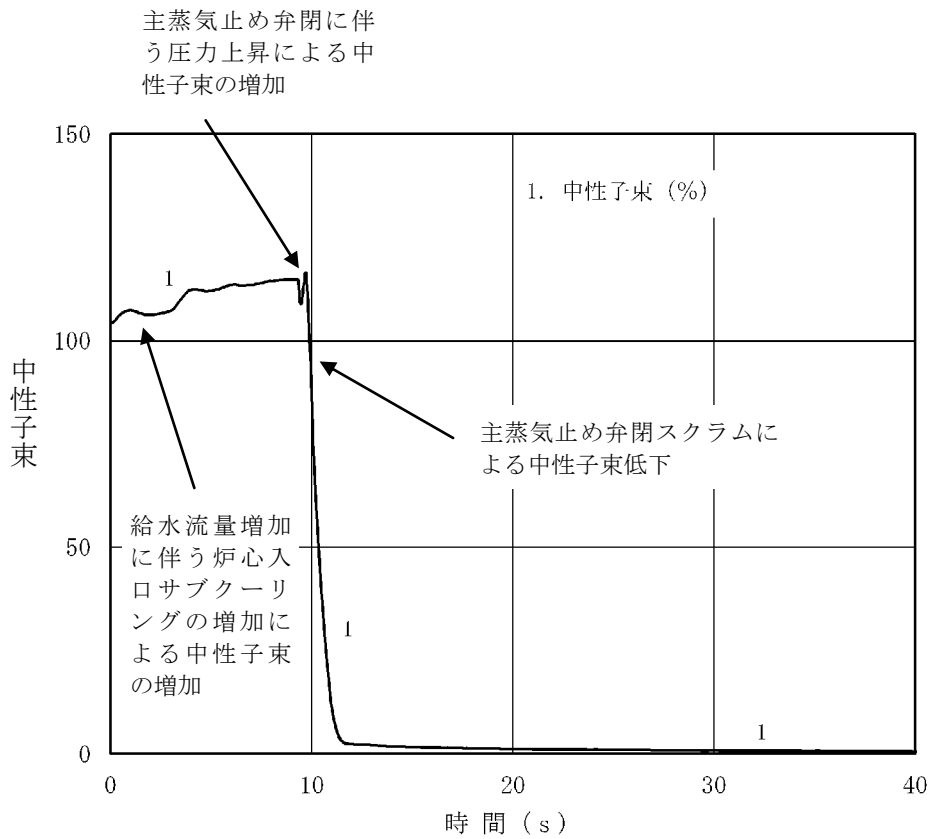
第 6-3 図 R/B における内部火災による事象変化 (原子炉圧力)
(主蒸気隔離弁の誤閉止)



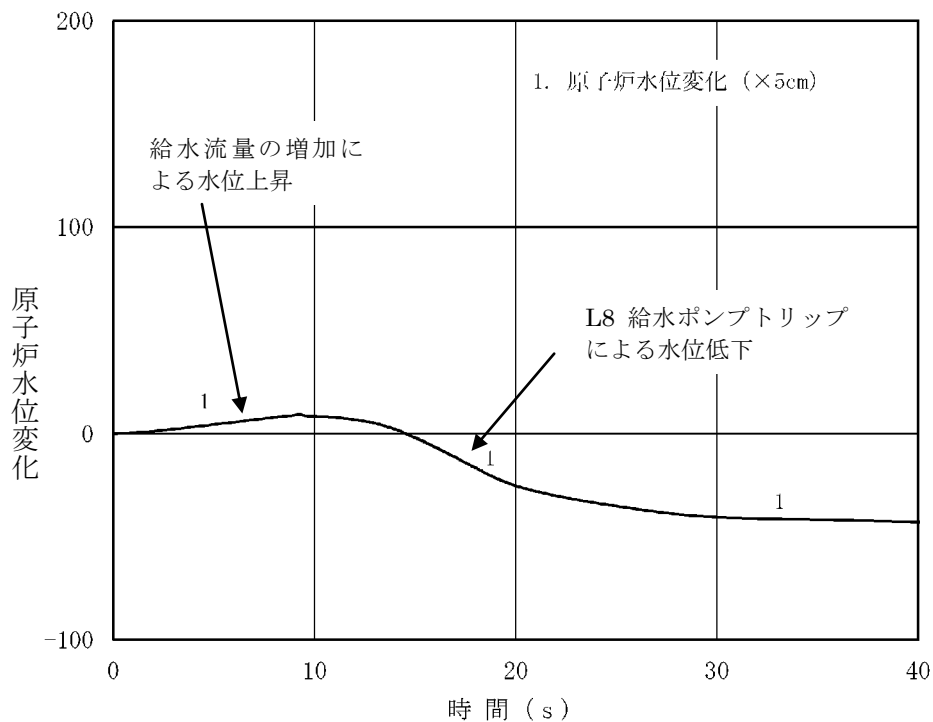
第 6-4 図 R/B における内部火災による事象変化 (燃料被覆管温度)
(主蒸気隔離弁の誤閉止)



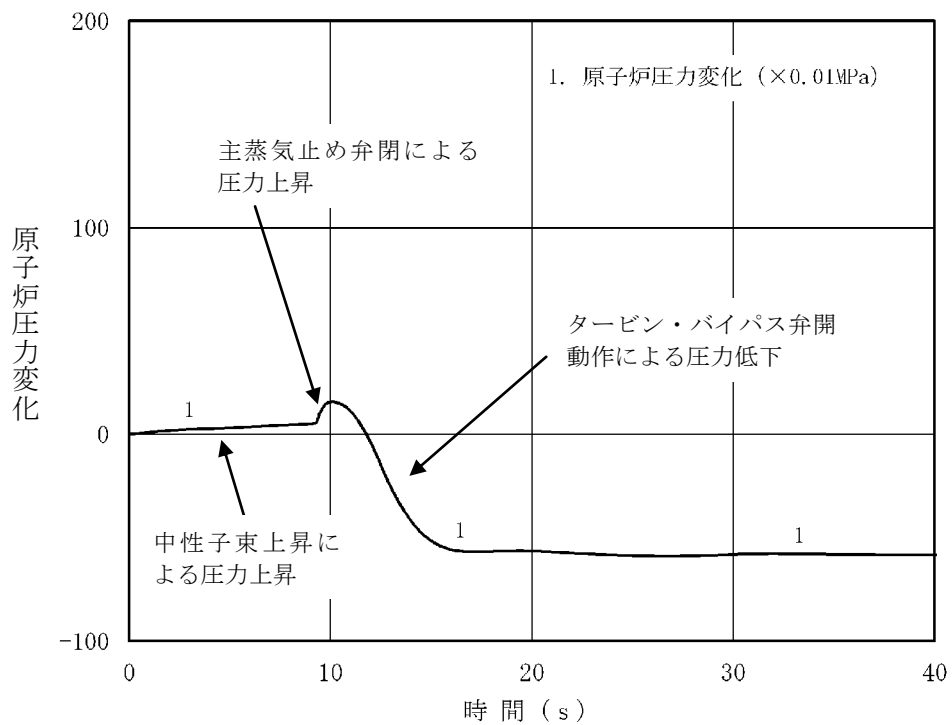
第6-5図 R/Bにおける事象推移のフローチャート
(主蒸気隔離弁の誤閉止)



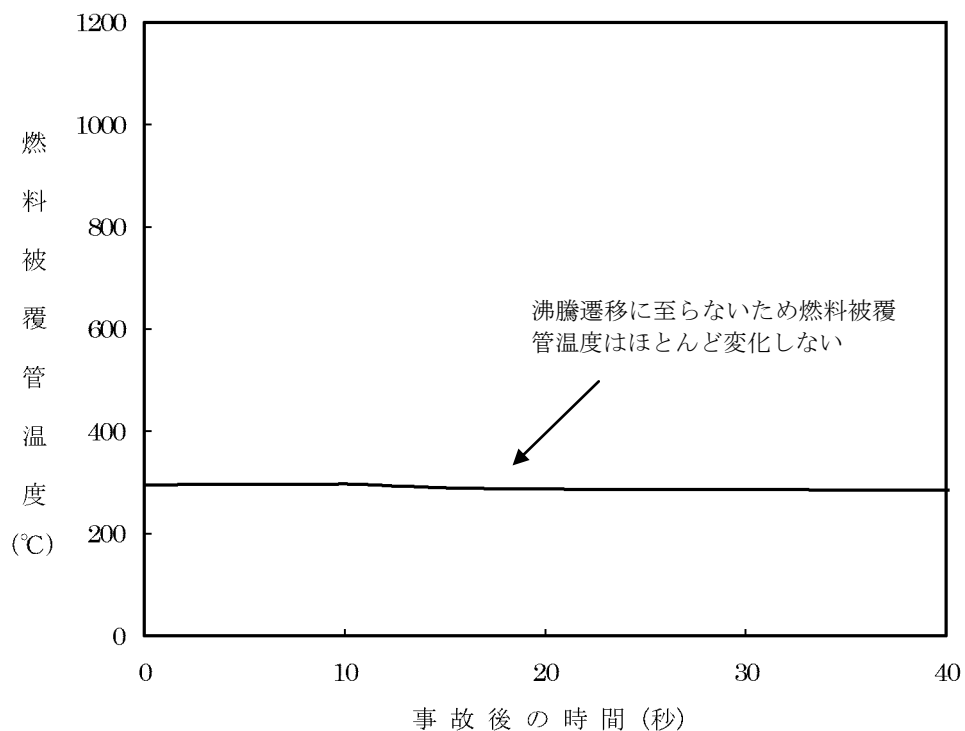
第 6-6 図 R/B における内部火災による事象変化 (中性子束)
(給水制御系の故障)



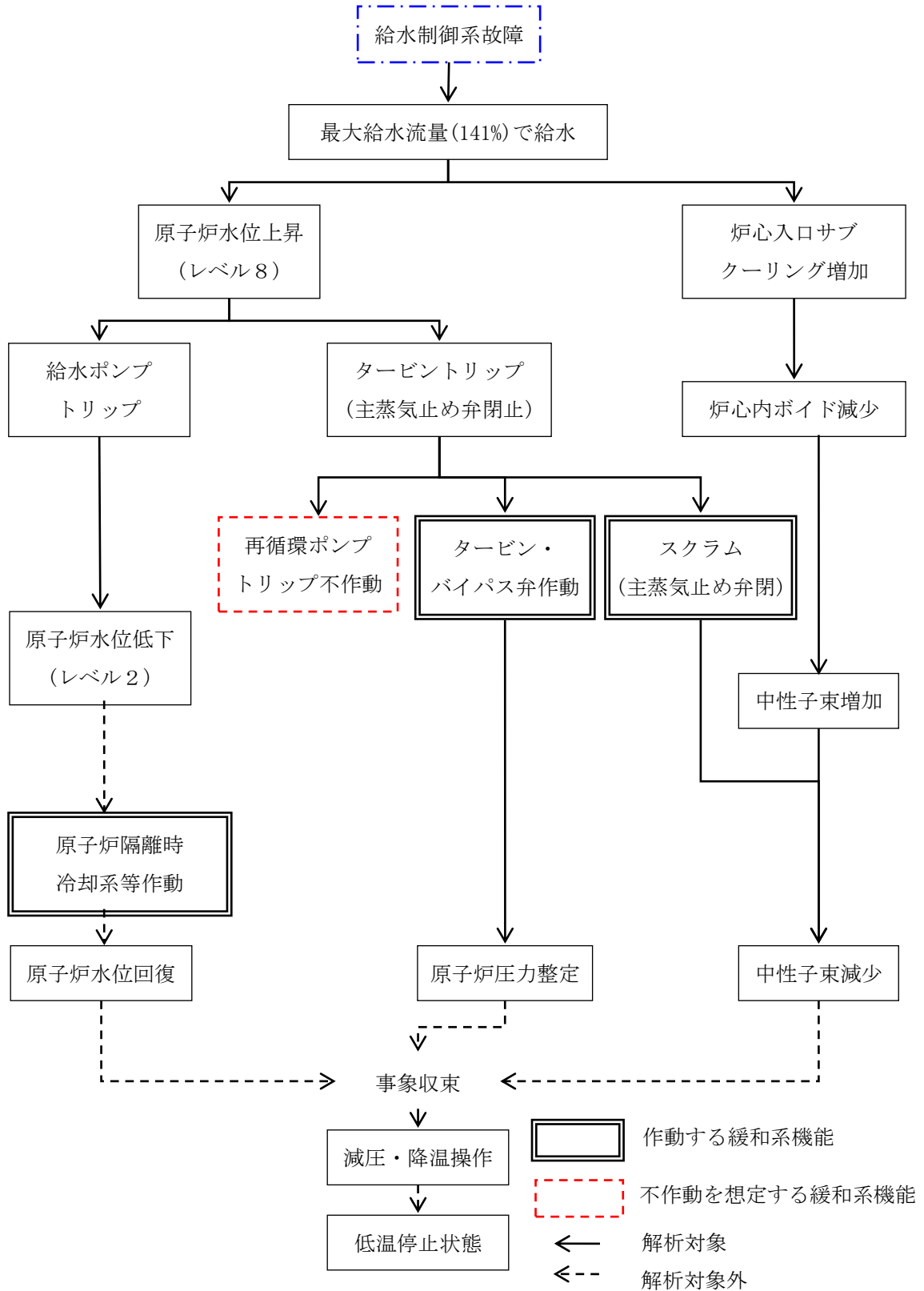
第 6-7 図 R/B における内部火災による事象変化 (原子炉水位)
(給水制御系の故障)



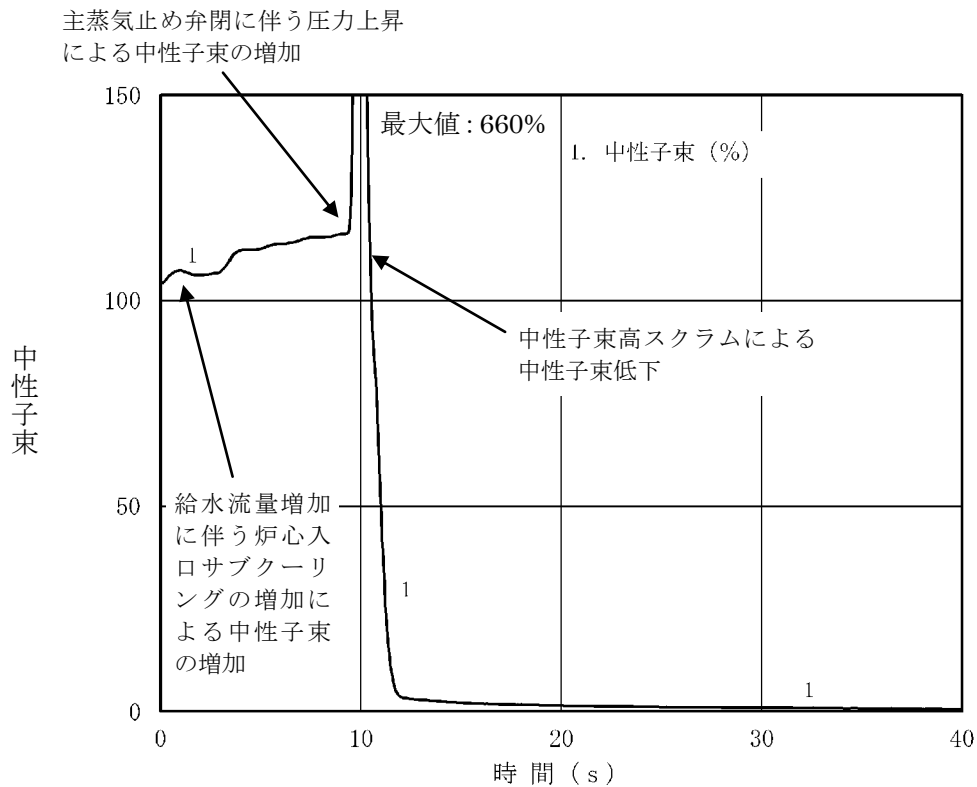
第 6-8 図 R/B における内部火災による事象変化 (原子炉圧力)
(給水制御系の故障)



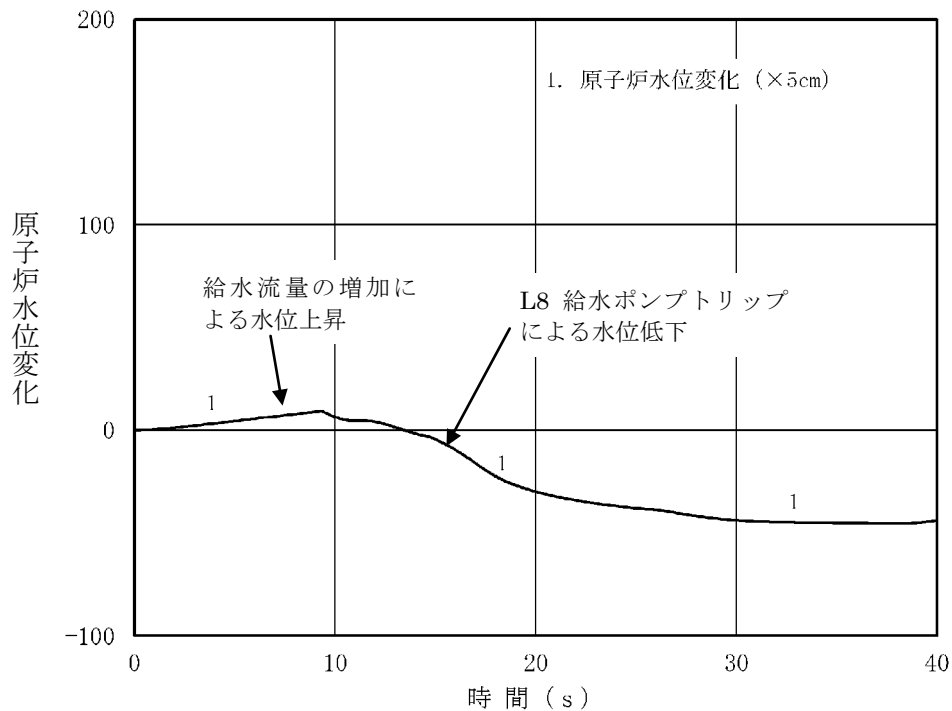
第 6-9 図 R/B における内部火災による事象変化 (燃料被覆管温度)
(給水制御系の故障)



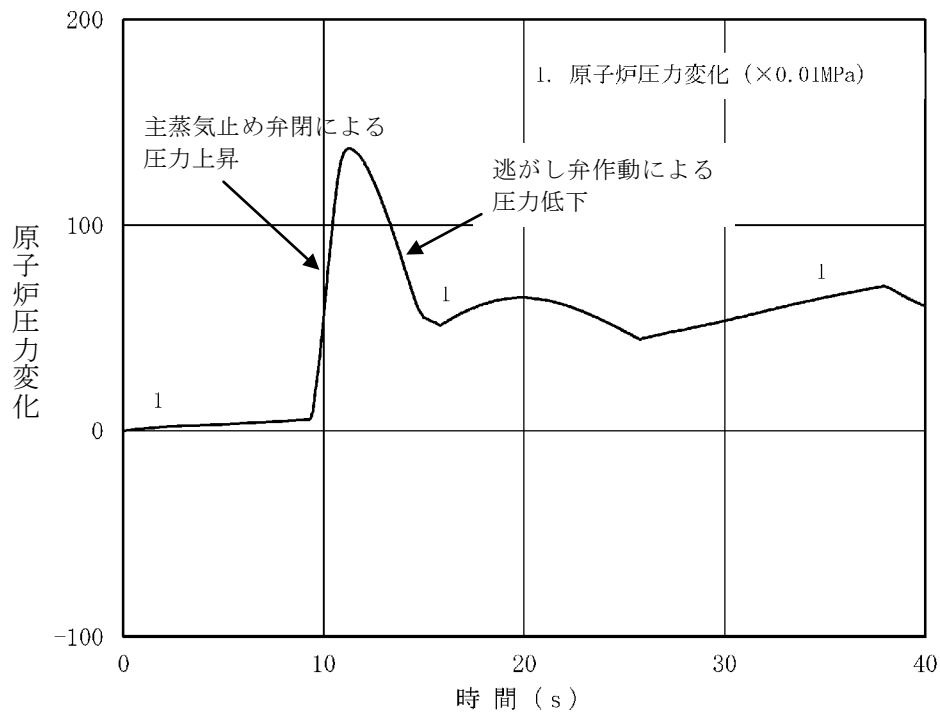
第6-10図 R/Bにおける事象推移のフローチャート
(給水制御系の故障)



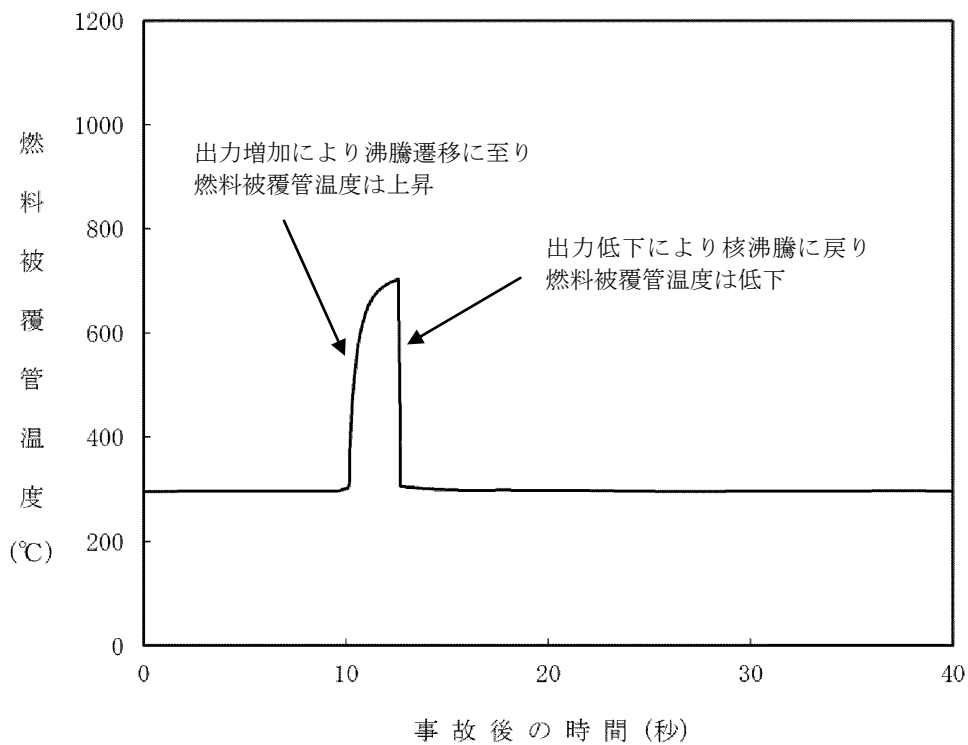
第 6-11 図 T/B における内部火災による事象変化 (中性子束)
(給水制御系の故障+給水加熱喪失)



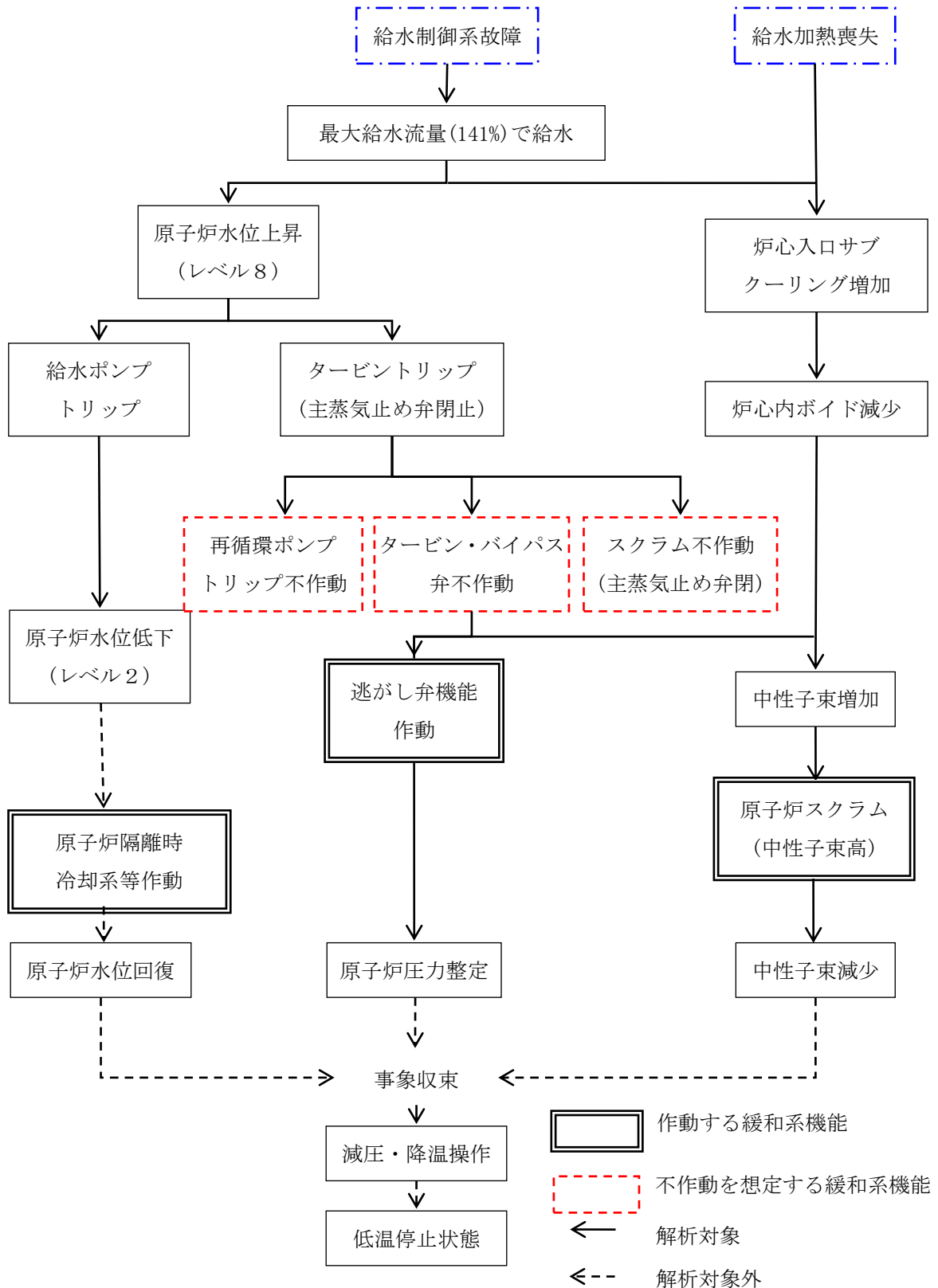
第 6-12 図 T/B における内部火災による事象変化 (原子炉水位)
(給水制御系の故障+給水加熱喪失)



第 6-13 図 T/B における内部火災による事象変化 (原子炉圧力)
(給水制御系の故障 + 給水加熱喪失)



第 6-14 図 T/B における内部火災による事象変化 (燃料被覆管温度)
(給水制御系の故障 + 給水加熱喪失)



第6-15図 T/Bにおける事象推移のフローチャート
(給水制御系の故障+給水加熱喪失)

島根原子力発電所2号炉

運用，手順能力説明資料
火災による損傷の防止

第8条 火災による損傷の防止（1 / 6）

設計基準対象施設は、火災により発電用原子炉施設の安全性が損なわれないよう、火災の発生を防止することができ、かつ、早期に火災発生を感知する設備（以下、「火災感知設備」という。）及び消火を行う設備（以下、「消火設備」といい、安全施設に属するものに限る。）並びに火災の影響を軽減する機能を有するものでなければならない。

2. 消火設備（安全施設に属するものに限る。）は、破損、誤作動又は誤操作が起きた場合においても発電用原子炉を安全に停止させるための機能を損なわないものでなければならない。

「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」（原規技発第1306195号（平成25年6月19日原子力規制委員会決定））に適合するものであること。

火災防護計画

(6/6) ~

火災防護対策

火災区域又は区画の分類

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造物、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造物、系統及び機器が設置される火災区域

火災発生防止

(2/6) ~

火災の感知, 消火

(3/6) ~

火災の影響軽減

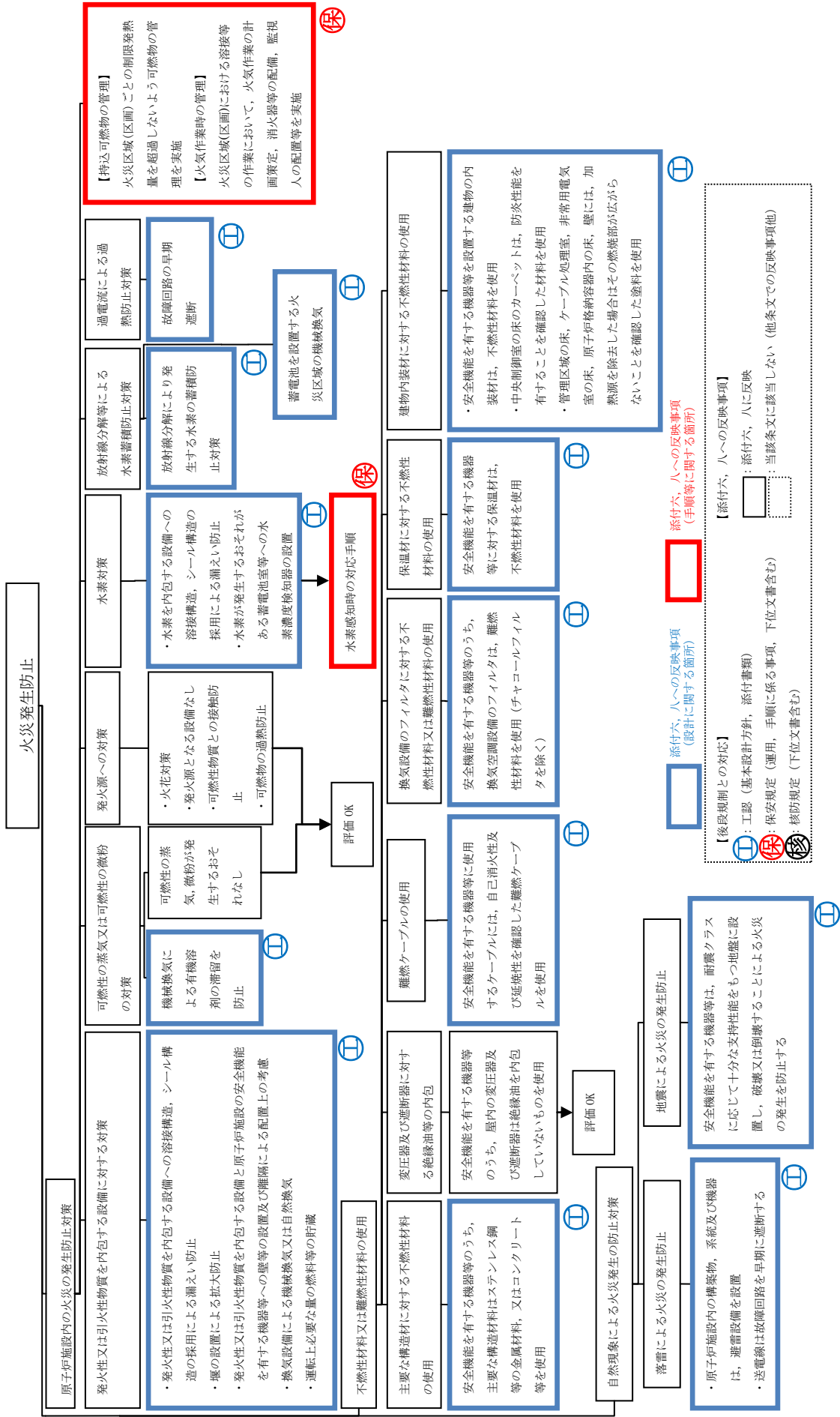
(4/6) ~

個別の火災区域又は火災区画における留意事項

(5/6) ~

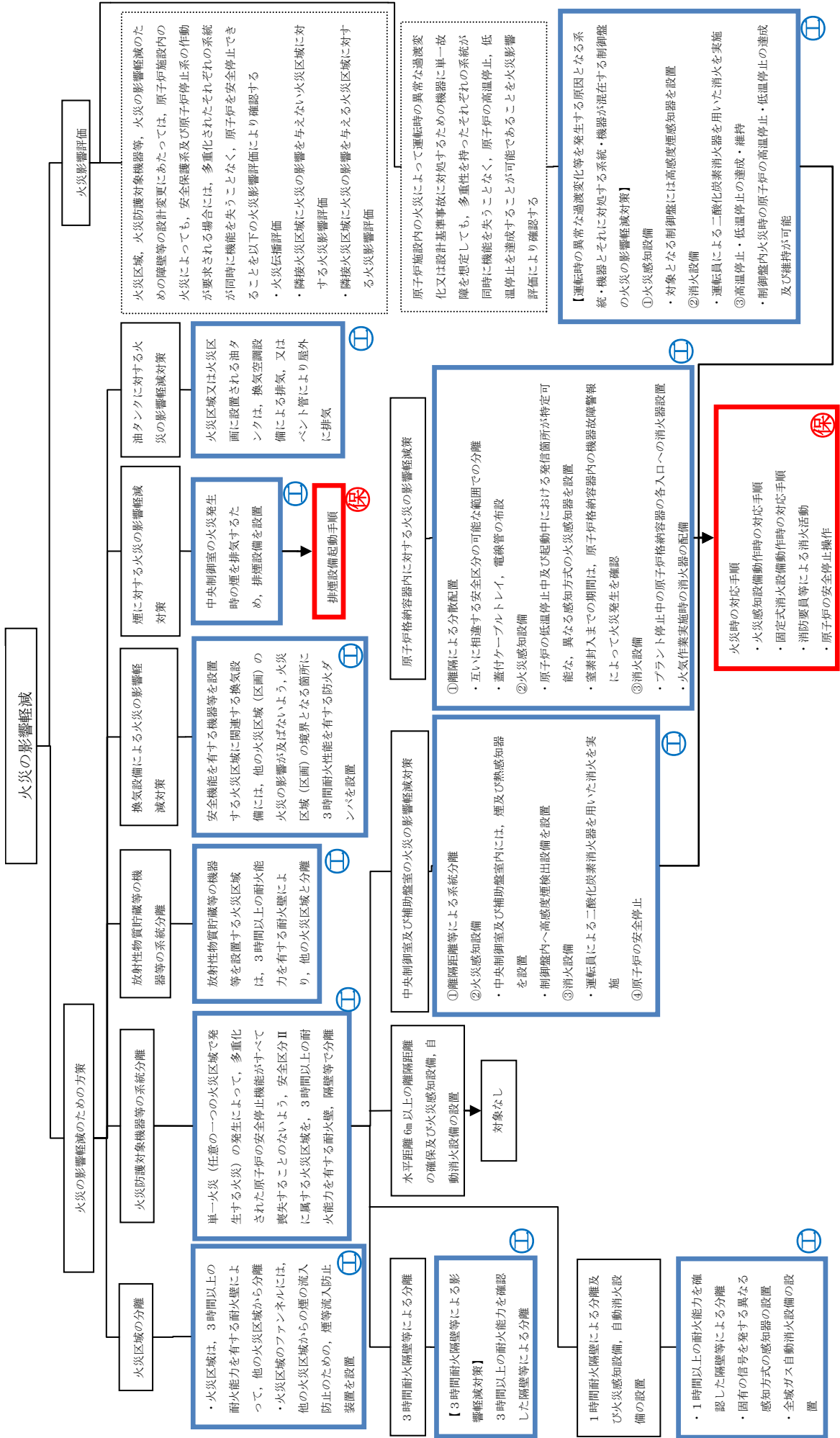
第8条 火災による損傷の防止 (2/6)

(1/6)より



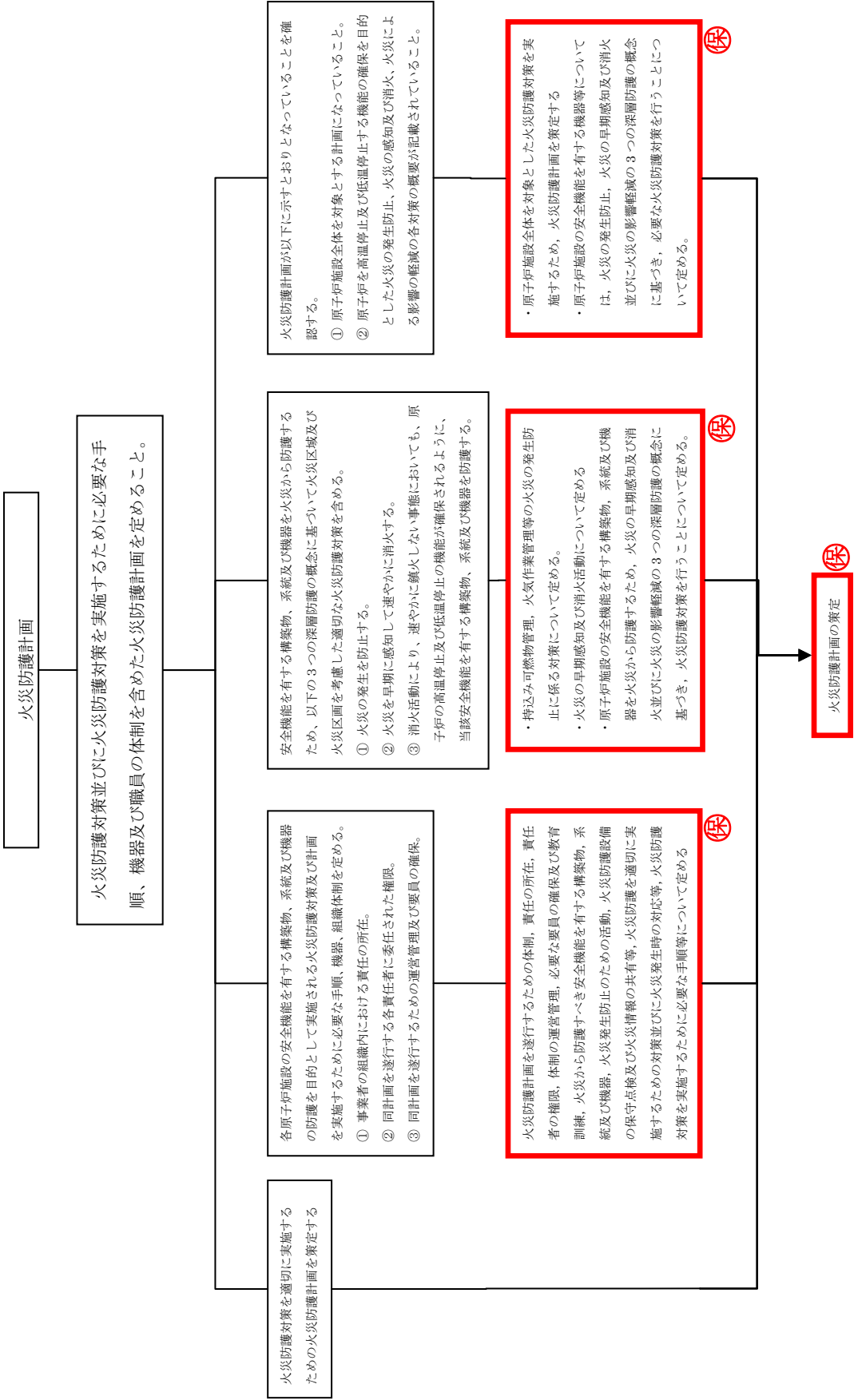
第8条 火災による損傷の防止 (4 / 6)

(1/6)より



第8条 火災による損傷の防止 (6 / 6)

(1/6) より



第3-1表 運用, 手順に係る対策等 (設計基準)

設置許可基準対象条文	対象項目	区分	運用対策等
第8条 内部火災	○水素感知時の対応手順 ○蓄電池室の換気設備停止時の対応手順	運用・手順	<ul style="list-style-type: none"> 水素濃度検出時の対応手順 (手順整備含む) 蓄電池室の換気設備停止時の対応手順
		体制	<ul style="list-style-type: none"> (運転員の当直体制)
		保守・点検	—
		教育・訓練	<ul style="list-style-type: none"> 運転員による運転操作等の訓練
	○火災区域, 火災区画毎の制限発熱量を超過しないよう可燃物の管理を実施 ○火災区域, 火災区画における溶接等の作業において火気作業の計画策定, 消火器等の配備, 監視人の配置等を実施	運用・手順	<ul style="list-style-type: none"> 持込可燃物の管理手順 (手順整備含む) 火気作業の管理手順 (手順整備含む)
		体制	—
		保守・点検	—
		教育・訓練	<ul style="list-style-type: none"> 火災防護に関する教育
	○火災受信機盤の巡視・監視	運用・手順	<ul style="list-style-type: none"> 火災受信機盤の巡視・監視 (手順整備含む)
		体制	<ul style="list-style-type: none"> (運転員の当直体制)
		保守・点検	—
		教育・訓練	<ul style="list-style-type: none"> 運転員による運転操作等の教育
	○故障警報発報時の対応手順	運用・手順	<ul style="list-style-type: none"> 故障警報発報時の対応手順 (手順整備含む)
		体制	<ul style="list-style-type: none"> (運転員の当直体制)
保守・点検		—	
教育・訓練		<ul style="list-style-type: none"> 運転員による運転操作等の訓練 	

設置許可基準対象条文	対象項目	区分	運用対策等
第8条 内部火災	○火災感知器等作動時の対応手順	運用・手順 体制 保守・点検 教育・訓練	<ul style="list-style-type: none"> ・ 火災感知器作動時の対応手順（手順整備含む） ・ （運転員の当直体制） — ・ 運転員による運転操作等の教育
	○消火設備作動時及び使用時の対応手順	運用・手順 体制 保守・点検 教育・訓練	<ul style="list-style-type: none"> ・ 消火設備作動時及び使用時の対応手順（手順整備含む） ・ （運転員の当直体制） — ・ 火災防護に関する訓練
第8条 内部火災	<p>【原子炉格納容器内火災の影響軽減対策】</p> <ul style="list-style-type: none"> ○可能な限りの隔離による分散配置 ○低温停止中及び起動中の火災感知器設置 ○低温停止中の原子炉格納容器の各入口への消火器設置 ○火気作業実施時の消火器の配備 ○火災時の対応手順 	運用・手順 体制 保守・点検 教育・訓練	<ul style="list-style-type: none"> ・ 火災感知設備作動時の対応手順（手順整備含む） ・ 消防要員等による消火器及び消火栓を用いた消火手順（手順整備含む） ・ 原子炉の安全停止操作の手順（手順整備含む） ・ （運転員の当直体制） ・ （消防要員等による体制） ・ （自衛消防組織） ・ 設備の点検 ・ 設備の故障時の補修 ・ 火災防護に関する教育 ・ 運転員による運転操作等の訓練 ・ 消防要員等による総合的な訓練 ・ 所員による消防訓練
		保守・点検 教育・訓練	

設置許可基準対象条文	対象項目	区分	運用対策等
第8条 内部火災	<p>【中央制御室及び補助盤室内の火災の影響軽減対策】</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 離隔距離等による分離 ○ 運転員による二酸化炭素消火器を用いた消火を実施 ○ 中央制御室及び補助盤室内火災時の原子炉の高温停止・低温停止の達成及び維持 	運用・手順	<ul style="list-style-type: none"> ・ 火災感知器作動時の対応手順（手順整備含む） ・ 運転員による二酸化炭素消火器を用いた消火手順（手順整備含む） ・ 原子炉の安全停止操作の手順（手順整備含む）
		体制	<ul style="list-style-type: none"> ・ （運転員の当直体制） ・ （消防要員等による体制）
		保守・点検	<ul style="list-style-type: none"> ・ 設備の点検 ・ 設備の故障時の補修
		教育・訓練	<ul style="list-style-type: none"> ・ 火災防護に関する教育 ・ 運転員による運転操作等の教育 ・ 消防要員等による総合的な訓練
		運用・手順	<ul style="list-style-type: none"> ・ 排煙装置による排煙の手順（手順整備含む）
		体制	<ul style="list-style-type: none"> ・ （運転員の当直体制） ・ （消防要員等の体制）
	○ 排煙装置の起動手順（中央制御室）	保守・点検	<ul style="list-style-type: none"> ・ 火災防護に関する教育 ・ 運転員による運転操作等の訓練 ・ 消防要員等による総合的な訓練

設置許可基準対象条文	対象項目	区分	運用対策等
第8条 内部火災	<p>【火災時の対応手順】</p> <ul style="list-style-type: none"> ○火災感知設備作動時の対応手順 ○自動消火設備作動時の対応手順 ○消防要員等による消火活動 ○原子炉の安全停止操作 	<p>運用・手順</p> <p>体制</p> <p>保守・点検</p> <p>教育・訓練</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・火災感知器作動時の対応手順（手順整備含む） ・消防要員等による消火器及び消火栓を用いた消火手順（手順整備含む） ・原子炉の安全停止操作の手順（手順整備含む） ・（運転員の当直体制） ・（消防要員等による体制） ・（自衛消防組織） ・設備の点検 ・設備の故障時の補修 ・火災防護に関する教育 ・運転員による運転操作等の訓練 ・消防要員等による総合的な訓練 ・所員による消防訓練

設置許可基準対象条文	対象項目	区分	運用対策等
第8条 内部火災	<ul style="list-style-type: none"> ●火災防護計画 ○火災防護対策及び計画を実施するために必要な手順、機器、組織体制について定める ○火災防護組織における責任と権限を定める ○管理権原者の役割として、必要な要員を確保し、配置することを定める 	運用・手順	<ul style="list-style-type: none"> ・対象項目のとおり（手順整備含む）
		体制	—
		保守・点検	—
		教育・訓練	<ul style="list-style-type: none"> ・火災防護に関する教育
		運用・手順	<ul style="list-style-type: none"> ・対象項目のとおり（手順整備含む）
		体制	—
		保守・点検	—
		教育・訓練	<ul style="list-style-type: none"> ・火災防護に関する教育
		運用・手順	<ul style="list-style-type: none"> ・対象項目のとおり（手順整備含む）
		体制	—
	保守・点検	—	
	教育・訓練	<ul style="list-style-type: none"> ・火災防護に関する教育 	

島根原子力発電所2号炉

火災防護に係る等価時間算出プロセスについて

1. 概要

「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、「火災防護審査基準」という。）では、発電用原子炉施設が火災によりその安全性が損なわれないよう、必要な火災防護対策を要求しており、「原子力発電所の内部火災影響評価ガイド」（以下、「内部火災影響評価ガイド」という。）では、これらの要求に基づく火災防護対策により、発電用原子炉施設内で火災が発生しても、原子炉の安全停止に係る安全機能が確保されることを確認するために実施する内部火災影響評価の手順の一例が示されている。

本資料は、島根原子力発電所2号炉に対して「内部火災影響評価ガイド」を参照して内部火災影響評価を行う際のインプット情報となる等価時間の算出プロセスについて、その概要をまとめたものである。

2. 火災影響評価における要求事項

内部火災影響評価は、「火災防護審査基準」の「2.3 火災の影響軽減 2.3.2」に基づき実施することが要求されている。

2.3.2 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できる設計であること。

また、原子炉の高温停止及び低温停止が達成できることを、火災影響評価により確認すること。

（火災影響評価の具体的手法は「原子力発電所の内部火災影響評価ガイド」による。）

（参考）

「高温停止及び低温停止できる」とは、想定される火災の原子炉への影響を考慮して、高温停止状態及び低温停止状態の達成、維持に必要な系統及び機器がその機能を果たすことができることをいう。

また、いかなる火災によっても原子炉を高温停止及び低温停止できる設計であることを確認する際、原子炉の安全確保の観点により、内部火災影響評価ガイドにおいて要求される以下の事項を考慮する。

4. 火災時の原子炉の安全確保

3. に想定する火災に対して、

- ・原子炉の安全停止に必要な機能を有する系統が、その安全機能を失わないこと（信頼性要求に基づき独立性が確保され、多重性又は多様性を有する系統が同時にその機能を失わないこと）。

内部火災により原子炉に外乱が及び、かつ、安全保護系、原子炉停止系の作動を要求される場合には、その影響（火災）を考慮し、安全評価指針に基づき安全解析を行う必要がある。

内部火災影響評価ガイドでは、「火災影響評価は、『火災区域／火災区画の設定』，『情報及びデータの収集、整理』，『スクリーニング』，『火災伝播評価』というステップで実施する」ということが示されている。

等価時間は、「情報及びデータの収集、整理」において設定した火災区域の耐火壁の耐火能力を評価するための指標であり、火災区域内の可燃性物質の量と火災区域の面積から算出される火災の継続時間に相当する。

3. 等価時間の算出

等価時間の算出は以下の手順で行う（第1図参照）。

(1) 火災区域及び火災区画の設定

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（具体的には、機器、配管、弁、ダクト、ケーブル、トレイ、電線管、盤等）が設置される火災区域及び火災区画の設定にあたっては、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構築物、系統及び機器の設置箇所、建物の間取り、障壁、貫通部、扉の設置状況、機器やケーブル等の配置、耐火壁の能力、系統分離基準等を総合的に勘案し設定した。

(2) 火災区域及び火災区画内の可燃物の選定

a. 可燃物量調査範囲について

可燃物量調査範囲は、火災影響評価の信頼性向上を図るため建物内の全ての場所について網羅的に把握する観点から、下記のとおりとした。

- ・原子炉建物全域
- ・タービン建物全域
- ・廃棄物処理建物全域
- ・制御室建物全域

b. 可燃物量調査対象について

可燃物量調査対象は、上記a. の範囲の全ての可燃物を対象とする。

ただし、除外する可燃物については以下のとおりとする。

- (a) 表示板，パッキン，塗料及び計器内の可燃物，工具棚，本設機器付属品（弁のキャップ），ページング，保安電話，拡声器，PHS アンテナ等は，発火の可能性が極めて低いこと，可燃物量としては少量であり，油等を加えた総熱量に対してその影響が小さいことから除外する。
- (b) 電線管内のケーブルは，酸素の供給が不十分で継続的な燃焼とならないので除外する。
- (c) 仮置き資機材については定期検査期間中の一時的な持ち込みであること，持ち込み可燃物管理にて管理すべきものであることから除外とする。また，長期設置資機材（発電用資材として保管している潤滑油等は除く）については，足場材や治工具等の鋼材が主であることから(a)と同様な理由から除外する。

(3) 火災区域及び火災区画内の可燃物量調査

火災区域及び火災区画の可燃物量調査については，図面等の設計図書による図書調査，プラントウォークダウンによる現場調査を基本とする。

ただし，火災影響評価に用いる可燃物については本設備の可燃物であり，増減が生じる場合は改造工事に起因するものであることから，工事主管箇所への聞き取り等による調査も考慮する。

なお，火災区域及び火災区画の面積については，設計図書から算定した。

a. 図書調査

上記(2)で選定した可燃物のうち，ポンプや電動機等で使用される潤滑油，グリース，ケーブルの物量については，設計図面等を用いて調査した。

また，新規規制基準対応への適合のための火災防護対策の検討に伴い，火災区域及び火災区画の見直しが発生した場合には，都度，図面等と現場を照合し，新しい火災区域及び火災区画における機器の配置等を確認し，可燃物の増減を評価する。

b. 現場調査

上記(2)で選定した可燃物のうち，火災区域及び火災区画にケーブルトレイ，電源盤，油内包機器については，現場ウォークダウンにより調査した。

具体的には，各火災区域に設置されているケーブルトレイの布設状態の確認，油内包機器の種類・数量，現場の各種電気盤の面数及び寸法の確認を実施した。

(4) 可燃物の単位発熱量及び可燃物量調査結果に対する考慮

可燃物に係る単位発熱量については、最新の知見及び最も広く使用されている実績のあるNFPA Fire Protection Handbook 最新版 (20th Edition) を原則として使用する。

火災影響評価に用いる火災区画の総可燃物量の算出に際しては、図書調査、現場調査における可燃物量の不確かさを考慮し、調査した総可燃物量に裕度を持たせることとする。

具体的には、調査結果を基に算出した総発熱量に安全率20%を加味する。

(5) 等価時間の算出

等価時間の算出については、火災区域に存在する可燃物の総発熱量を算出し、各火災区域の単位床面積あたりの発熱量である火災荷重を、下式により算定する。(内部火災影響評価ガイドと同様)

等価時間(h) = 火災荷重 / 燃焼率

= 発熱量 / 火災区画の面積 / 燃焼率

ここで、

火災荷重 = 発熱量 / 火災区画の面積

燃焼率 : 単位時間単位面積当たりの発熱量 (908, 095kJ/m²/h)

発熱量 : 火災区画内の総発熱量 (kJ)

= 可燃性物質の量 × 熱含有量

可燃性物質の量 : 火災区画内の各種可燃性物質の量 (m³ 又はkg)

火災区画の面積 : 火災区画の床面積 (m²)

燃焼率としてはNFPA(National Fire Protection Association)ハンドブックのFire Protection Handbook Section/Chapter 18, “Confinement of Fire in Buildings Association)”の標準火災曲線のうち最も厳しい燃焼クラスであるCLASS E の値である908, 095kJ/m²/hr を用いる。

(6) 火災区域特性表の作成

可燃物量の調査結果は、火災区域特性表として整理した。火災区域特性表の代表例を添付資料1に示す。

各火災区域の可燃物量の調査結果については、火災区域特性表Ⅱにまとめるとともに、火災影響評価のデータシートとして火災区域の部屋毎に設置機器や可燃物量を整理したデータシートを作成した。

改造工事等の設備更新を行う場合は、設計管理の中で可燃物量の増減の確認し、その結果をデータシートに反映する。

(7) 今後の対応

a. 「火災区域特性表」による火災荷重・等価時間の管理

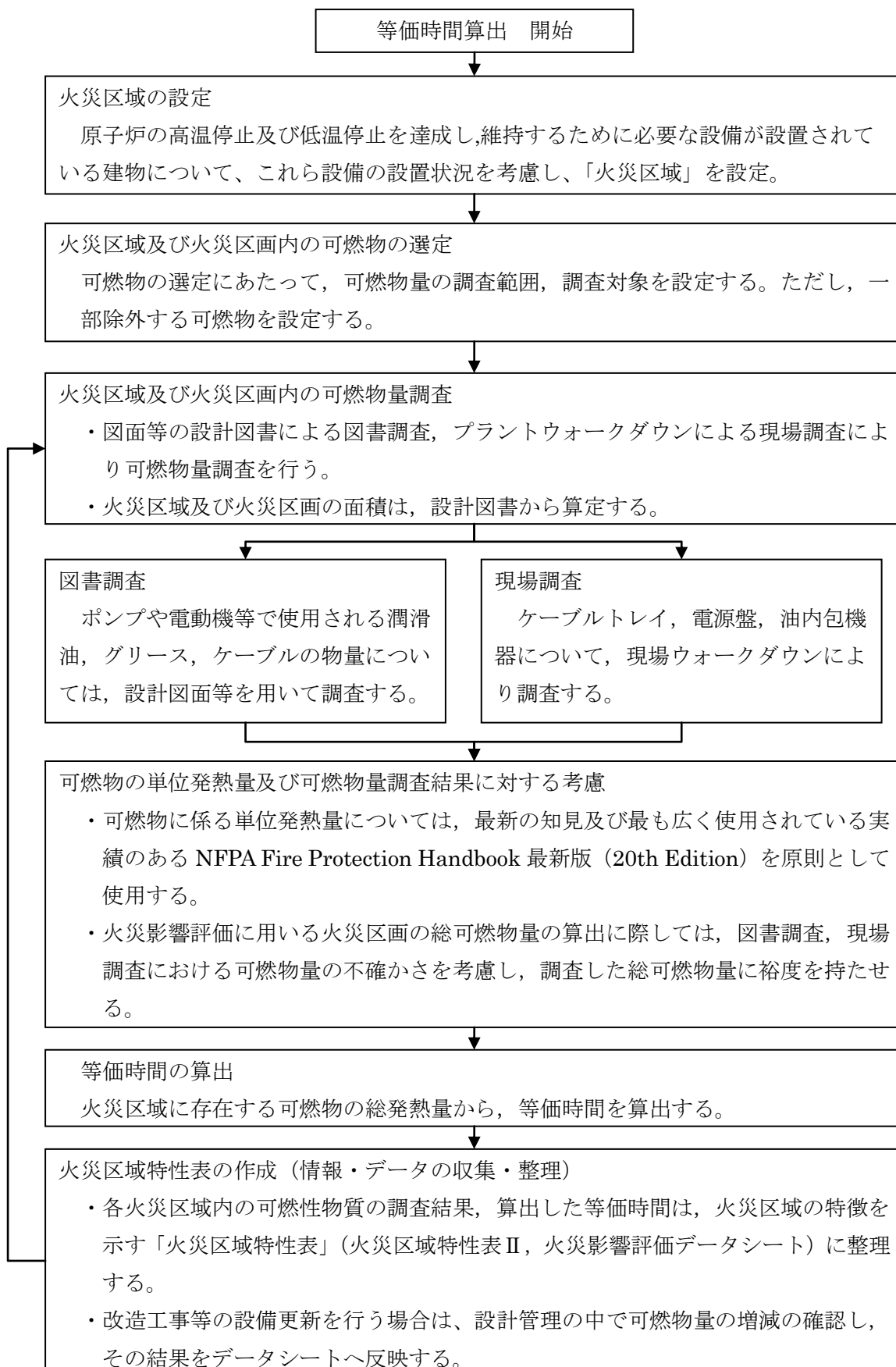
火災荷重・等価時間の管理については、「火災区域特性表」を用いて内部火災影響評価の一環として実施する。等価時間の算出手順を含めた内部火災影響評価の手順及び実施頻度については、火災防護計画で定める。

また、改造工事等の設備更新を行う場合は、設計管理の中で可燃物量の増減の確認、既存の内部火災影響評価結果に影響を与えないことを確認することを火災防護計画で定める。

b. 持込み可燃物管理

持込み可燃物の管理は、火災発生防止及び火災発生時の規模の局限化、影響軽減を目的として実施する。持込み可燃物の運用管理手順には、発電所の通常運転に関する可燃物、保守や改造に使用するために持ち込まれる可燃物（一時的に持ち込まれる可燃物を含む）の管理を含む。

具体的には、発電用原子炉施設内の各火災区域（部屋）の耐火障壁の耐火能力、設置されている火災感知器、消火設備の情報から管理基準を定め、火災区域（部屋）に持ち込まれ1日以上仮置きされる可燃物と火災区域（部屋）の既存の可燃物の火災荷重の総和を評価し、その管理基準を超過しないよう持込み可燃物を管理する。



第 1 図 等価時間の算出フロー

島根原子力発電所 2 号炉の
火災区域特性表の例

火災区域特性表 I

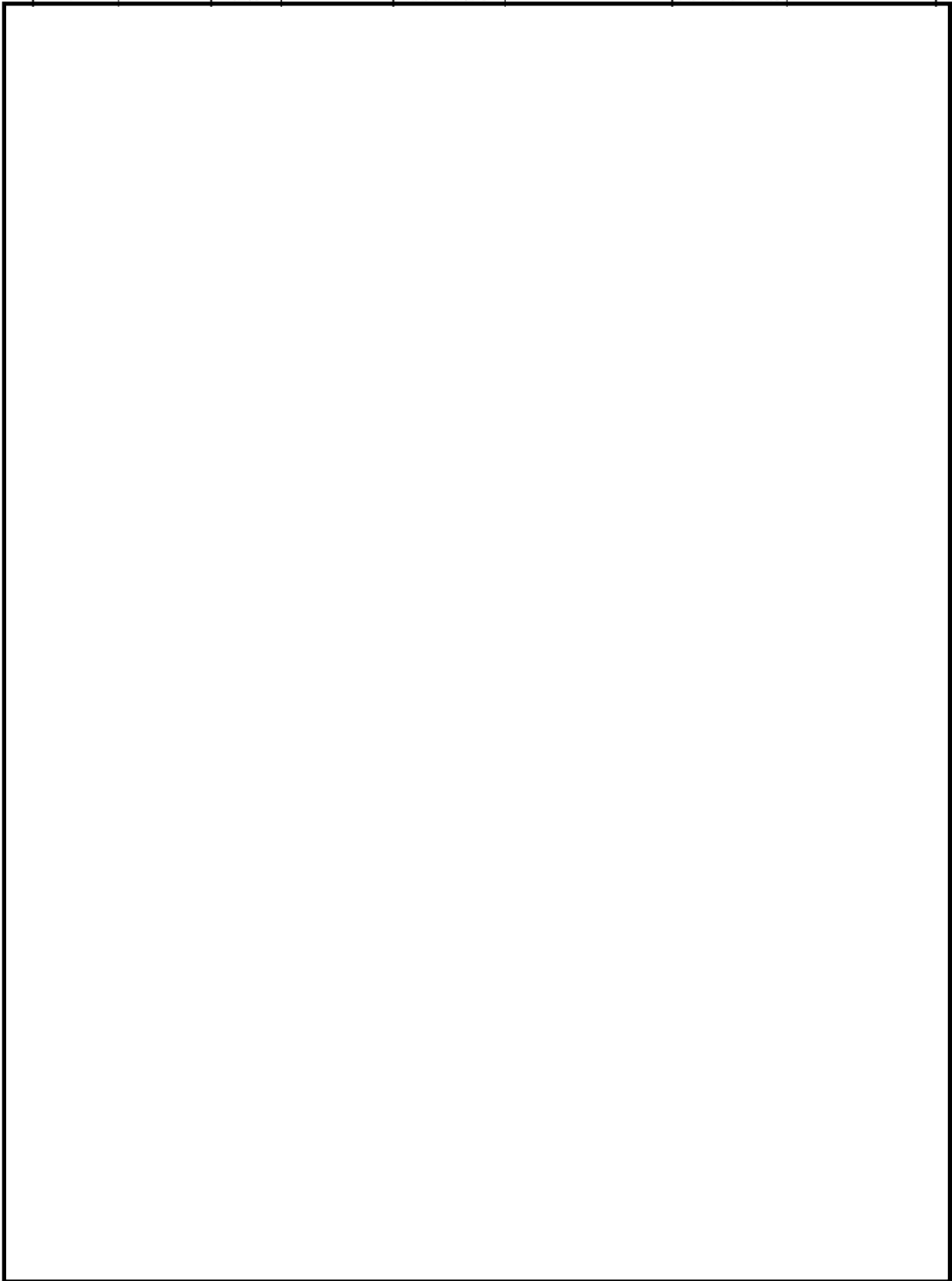
火災区域特性表のまとめ

1/2

プラント	NS-2	建物	原子炉建物	火災区域番号	RX-B2F-1	火災区域安全区分	II
------	------	----	-------	--------	----------	----------	----

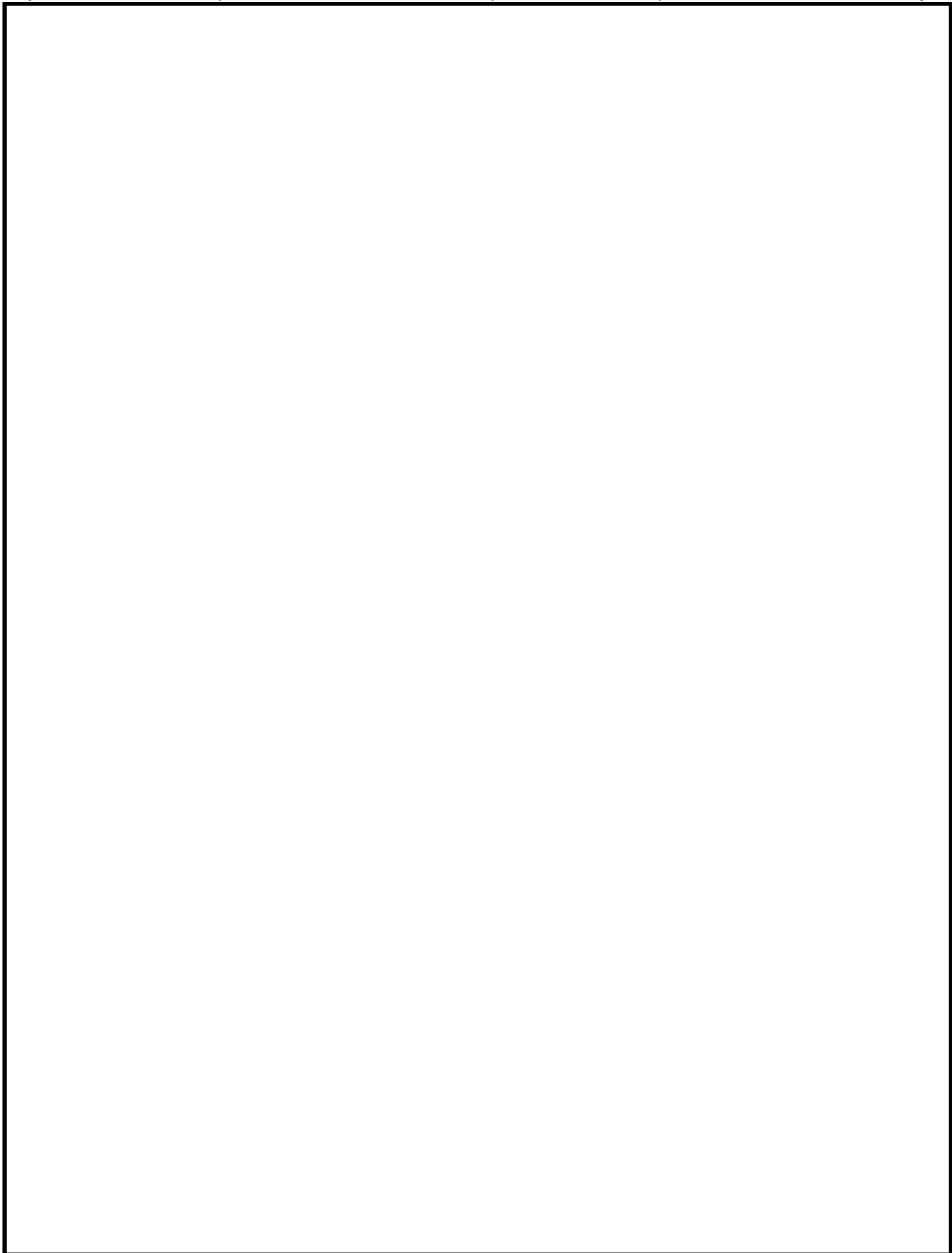
本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

火災区域特性表 I							
火災区域特性表のまとめ							2/2
プラント	NS-2	建物	原子炉建物	火災区域番号	RX-B2F-1	火災区域安全区分	II



本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

火災区域特性表Ⅱ			
火災区域内の火災源及び防火設備			1/1
プラント	NS-2	火災区域番号	RX-B2F-1



本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

火災区域特性表Ⅲ

火災区域に隣接する火災区域(部屋)と伝播経路

1/2

プラント

NS-2

火災区域番号

RX-B2F-1

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

火災区域特性表Ⅲ

火災区域に隣接する火災区域(部屋)と伝播経路

2/2

プラント

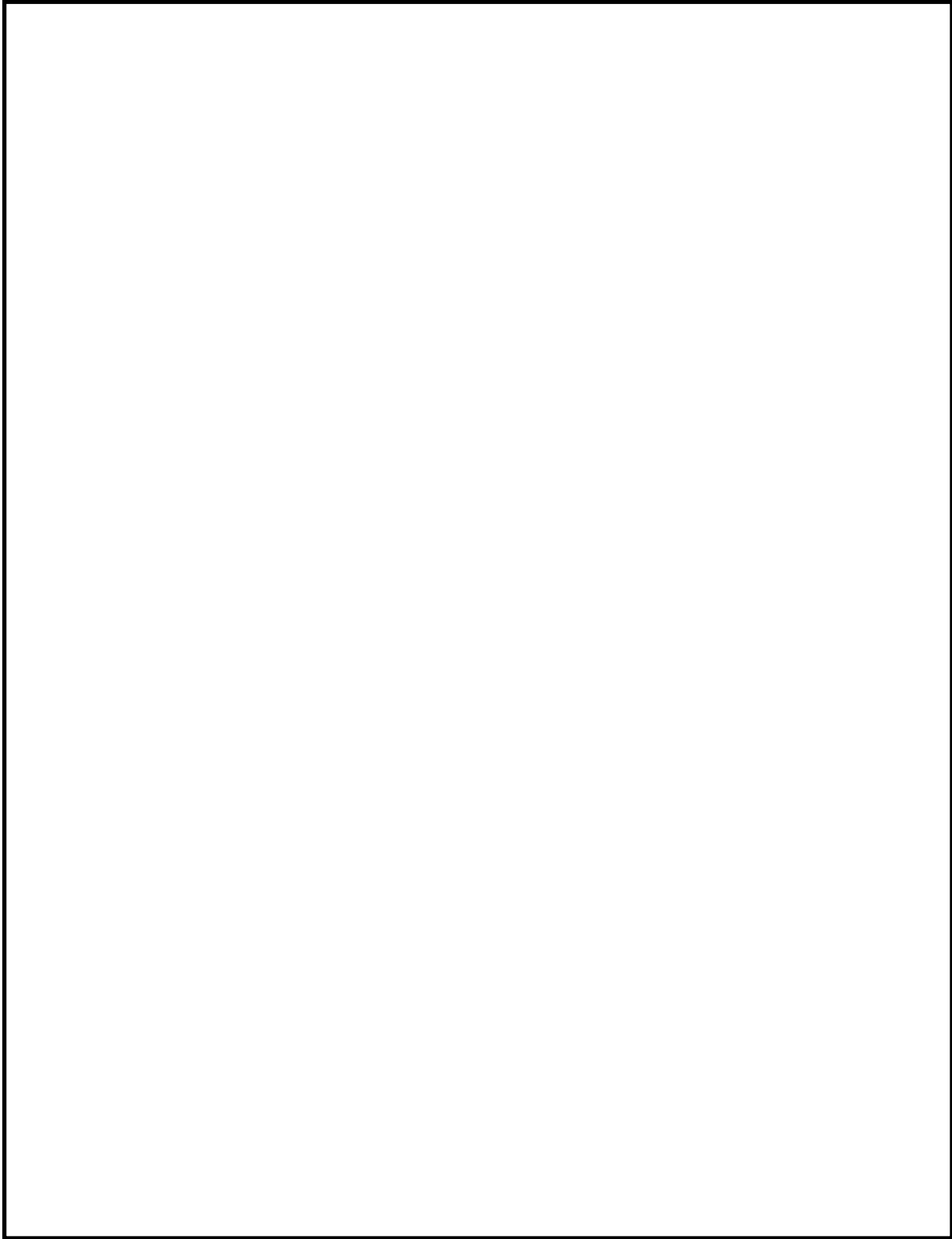
NS-2

火災区域番号

RX-B2F-1

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

火災区域特性表Ⅳ			
火災により影響を受ける設備			1/2
プラント	NS-2	火災区域番号	RX-B2F-1



本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

火災区域特性表Ⅳ			
火災により影響を受ける設備			2/2
プラント	NS-2	火災区域番号	RX-B2F-1

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

火災区域特性表 V

火災により影響を受けるケーブル

1/1

プラント

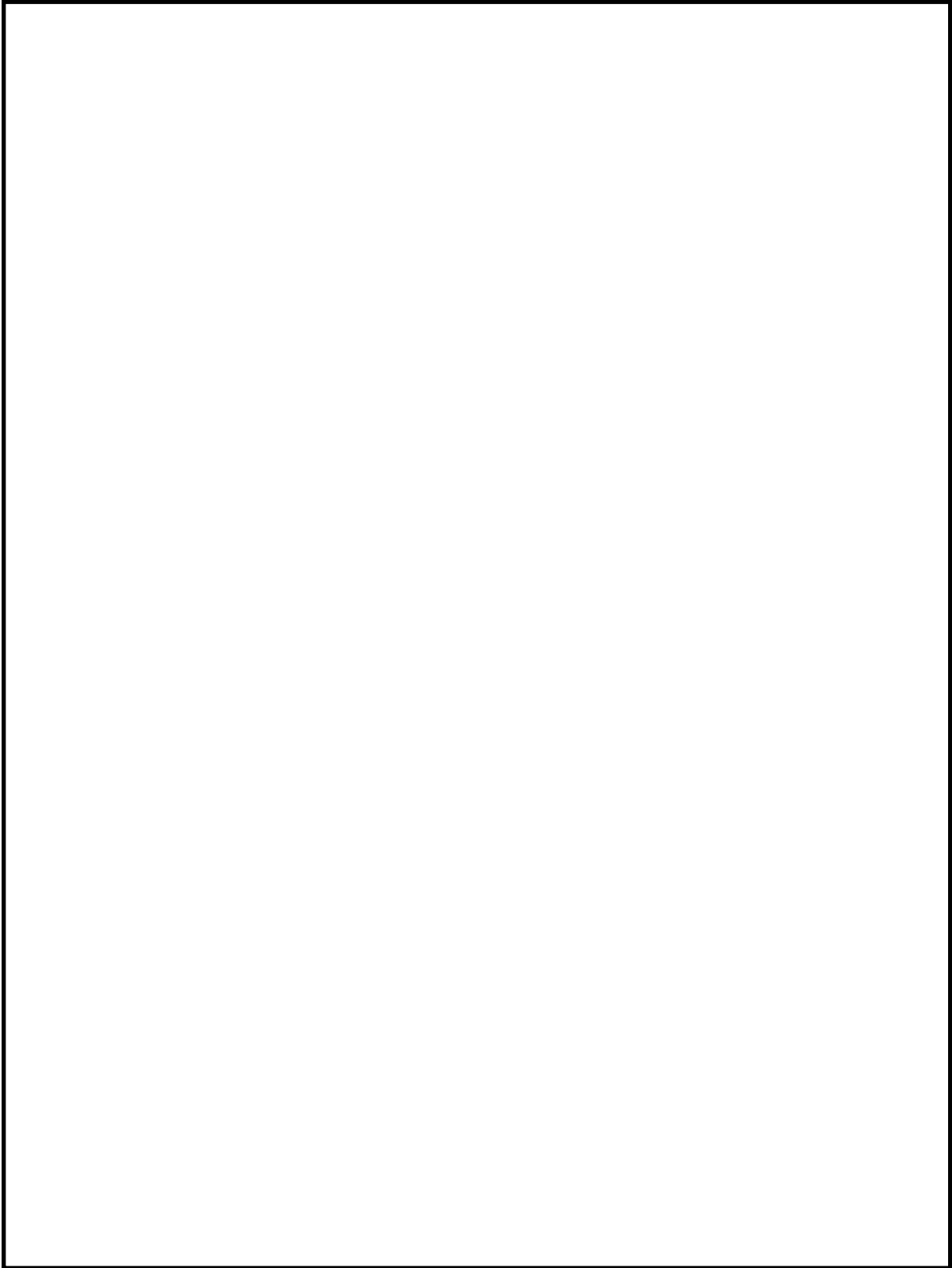
NS-2

火災区域番号

RX-B2F-1

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

添付資料-1			
火災影響評価のデータシート 目次			1/1
プラント	NS-2	火災区域番号	RX-B2F-1



本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。