

東海第二発電所における
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 ハロゲン化物消火設備(新設)
 - 3.2.2 二酸化炭素消火設備(既設)
 - 3.2.3 局所ガス消火設備(新設)
 - 3.2.4 消火器及び水消火設備(既設)
 - 3.2.5 移動式消火設備について(既設)
 4. 消火活動が困難となる火災区域(区画)の考え方
 5. 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 東海第二発電所におけるガス消火設備について
 - 添付資料 3 東海第二発電所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 東海第二発電所におけるガス消火設備等の作動に伴う機器等への
影響について
 - 添付資料 5 東海第二発電所における狭隘な場所へのハロン系消火剤の有効性
について
 - 添付資料 6 東海第二発電所におけるガス消火設備等の消火能力について

- 添付資料 7 東海第二発電所における二酸化炭素消火設備(非常用ディーゼル発電機室用, ケーブル処理室用)について
- 添付資料 8 東海第二発電所における消火設備の必要容量について
- 添付資料 9 東海第二発電所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 10 東海第二発電所における移動式消火設備について
- 添付資料 11 東海第二発電所における原子炉建屋通路部の消火方針について
- 添付資料 12 東海第二発電所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

東海第二発電所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

東海第二発電所における安全機能のうち，原子炉の安全停止に必要な構築物，系統及び機器（以下「原子炉の安全停止に必要な機器等」という。）への火災を早期に消火するための消火設備について以下に示す。

なお，放射性物質貯蔵等の機器等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

「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は以下のとおりである。

「発電用原子炉及びその附属施設の火災防護に係る審査基準」（抜粋）

2. 基本事項

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

①原子炉の高温停止及び低温停止を達成し，維持するための安全機能を有する構築物，系統及び機器が設置される火災区域及び火災区画

②放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能を有する構築物，系統及び機器が設置される火災区域

2.2 火災の感知，消火

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

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

東海第二発電所において、原子炉の安全停止に必要な機器等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を選定

火災防護に係る審査基準の「2.2 火災の感知、消火」では、火災時の煙の充満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箇所及び系統分離に必要となる箇所への消火設備の設置要否を検討することとする。

原子炉の安全停止に必要な機器が設置されている区域(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については、「4. 消火活動が困難となる火災区域(区画)の考え方」にて個別に検討する。中央制御室床下ケーブルピットに関しては、コンクリート構造のピットであり区分ごとに系統分離されている。また、中央制御室は、消火困難とならない場所であるが、速やかな火災発生場所の特定を行うことから、固有の信号を発する異なる種類の火災感知設備(煙感知器と熱感知器)を設置する。

3.2消火設備の概要

3.2.1 ハロゲン化物消火設備（新設）

ハロゲン化物自動消火設備(添付資料1)は、火災防護に係る審査基準「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、原子炉の安全停止に必要な機器を設置する火災区域又は火災区画(以下「火災区域(区画)」という。)の早期の消火を目的として設置する。

具体的には、原子炉の安全停止に必要な機器等の設置場所であって、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「ハロゲン化物消火設備」を設置する。ハロゲン化物消火設備の概要を添付資料2に、ハロゲン化物消火設備の耐震設計を添付資料3に示す。設置におい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およぼさぬように設計し、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、建屋内の設備となることから、低温（凍結）、風水害(風(台風))による影響は考えにくく、地震に対しては添付資料3に示すとおり耐震性を確保する設計とする。その他の津波、洪水、竜巻、降水、積雪、落雷、地滑り、火山の影響、生物学的事象、森林火災及び高潮についても建屋内に設置し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または早期取替、復旧を図る設計とする。

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

また、ハロゲン化物消火設備の設置に当たっては、消火能力を維持するために、自動ダンパの設置または空調設備の手動停止による消火剤の流出防

止，安全対策のための警報装置を設置する。さらに，ハロゲン化物消火設備起動時に扉が開状態では消火剤が流出することから，扉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避難場所へ避難することが可能である。

原子炉の安全停止に必要な機器等を設置する火災区域(区画)のハロゲン化物消火設備は，外部電源喪失時においても電源が確保できるよう，非常用電源から受電する。また，消防法に準拠し，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*設備の作動に必要な内蔵型の蓄電池を設置する。

※消防法施行規則第十九条で要求している蓄電池容量

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

なお，添付資料4に示すとおりハロゲン化物消火設備の動作に伴う人体への影響はないが，人身安全を考慮しハロゲン化物消火設備の動作時に退避警報を発する設計とする。

3.2.2 二酸化炭素消火設備（既設）

油火災が想定される非常用ディーゼル発電機室，非常用ディーゼル発電機燃料ディタンク室及びケーブルが密集するケーブル処理室には，全域自動放出方式の二酸化炭素消火設備を設置し，当該室に必要な消火剤（約2469kg（代表として非常用ディーゼル発電機室2C室を記載）に対して十分な消火剤（約2475kg(代表として非常用ディーゼル発電機室2C室を記載)）を有する設

計とする。二酸化炭素消火設備の概要を添付資料7に示し、二酸化炭素消火設備の耐震設計を添付資料3に示す。

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

また、二酸化炭素消火設備に用いる二酸化炭素は不活性であり、機器への影響はないが、人体に対する影響があるため、二酸化炭素消火設備が作動する前に人員の退避が重要であることから、警報を発する設計とする。さらに、二酸化炭素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。

なお、二酸化炭素消火設備は、消防法施行規則第十九条「不活性ガス消火設備に関する基準」に基づき設置する。

3.2.3局所ガス消火設備（新設）

局所ガス消火設備は、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、原子炉の安全停止に必要な機器等が設置される原子炉建屋通路部の早期の消火を目的として設置する。（添付資料11）

具体的には、原子炉の安全停止に必要な機器等が設置される原子炉建屋通路部の油内包機器、ケーブルトレイ、電源盤、制御盤等のうち、火災時に煙の充満等により消火が困難となる可能性があるものに対しては、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。設置においては、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およぼさないような設計とする。また、建屋内の設備とな

ることから、凍結、風水害からの影響は考えにくく、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。その他津波、洪水、竜巻、降水、積雪、落雷、地滑り、火山の影響、生物学的事象、森林火災及び高潮についても建屋内に設置することから影響は考えにくい、機能が阻害される場合は原因の除去または早期取替、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およぶ場合は、安全対策のための警報装置を設置する。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に、非常用電源からの受電または電源不要の構成とする。さらに、動作に電源必要な場合は消防法に準拠するとともに、外部電源喪失時に非常用ディーゼル発電機による非常用電源の供給が開始されるまでの時間を考慮して70分*以上の設備の作動に必要な容量を有する内蔵型の蓄電池を設置する。

※消防法施行規則第十九条で要求している蓄電池容量

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(ハロン1301または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。

東海第二発電所における各固定式消火設備の消火剤の必要容量を添付資料8に示す。

以上より、消火活動が困難となるおそれがある火災区域等に対して自動又は中央制御室から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。

3.2.4 消火器及び水消火設備について(既設)

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

水消火設備のうち、水源のろ過水貯蔵タンク及び多目的タンクは、供給先である屋内消火栓及び屋外消火栓に関し2時間以上の放水に必要な量(120m³)に対して十分な水量(ろ過水貯蔵タンク約1,500m³、多目的タンク約1,500m³)を確保している。これは、屋内及び屋外の単一の火災が同時に発生し、消火栓による放水を想定した場合に必要な120m³に対して、十分な容量である。なお、水消火設備に必要な消火水の容量について、屋内消火栓は消防法施行令第十一条、屋外消火栓は消防法施行令第十九条に基づき算出した容量とする。また、消火ポンプについては、電動機駆動消火ポンプ、ディーゼル駆動消火ポンプ(227m³/h)を1台ずつ有し、多様性を備える。ポンプ容量については消防法施行令にて要求される屋内消火栓並びに屋外消火栓の必要流量(120ℓ/min×2台+350ℓ/min×2台=940ℓ/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屋に設置する。

a. 消防法施行令第十一条要求

$$\text{屋内消火栓必要水量} = 2 \text{ 箇所(消火栓)} \times 1300/\text{min} \times 2 \text{ 時間} = 31.2\text{m}^3$$

b. 消防法施行令第十九条

$$\text{屋外消火栓必要水量} = 2 \text{ 箇所(消火栓)} \times 3500/\text{min} \times 2 \text{ 時間} = 84.0\text{m}^3$$

屋内消火栓並びに屋外消火栓について、2時間の放水に必要な水量の総和は以下のとおりである。

$$\text{屋内消火栓 } 31.2\text{m}^3 + \text{屋外消火栓 } 84.0 \text{ m}^3 = 115.2\text{m}^3 \div 120\text{m}^3$$

また、水消火設備の耐震クラスは、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、それが設置される火災区域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が設置される火災区域については、Ss機能維持された固定式消火設備を設置することから、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、地震後に火災区域内の消火機能が失われることはない。一部の火災区域(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ッド・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1000MJ、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(区画)と整理し固定式消火設備を設けない設計とする。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。したがって、これらの火災区域においても、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また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*のうち、固定式消火設備を設けない火災区域とそれらの火災区域に設置された低耐震クラス機器について添付資料9に示す。添付資料9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、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。

※リスト上は重大事故等対処設備を有する火災区域を含む

- 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Ss機能維持された局所ガス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

よって、固定式消火設備を設置しない火災区域について、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、屋外の軽油貯蔵タンクに対しては地下型でサンドに埋め込む設計とす

ることから、消火機能が維持される。

以上より地震後も固定式消火設備、消火器、移動式消火設備により安全機能を有する各火災区域の消火の機能が維持され(第6-1図)、安全機能を有する構築物、系統及び機器に影響を与えることはないことを確認した。よって、水消火設備について水源・ポンプも含めて耐震Cクラス設計とする。ただし、消火配管は、地震時に地盤変位対策として、消火配管は、地震時における地盤変位対策として、消火配管の建屋接続部には機械式継手を採用しないこととし、消火配管の地上化、トレンチ内設置、給水接続口の設置を踏まえた設計とし、原子炉建屋内では消火配管の破断等が生じない設計とする。また、消火配管が屋外に設置されることも踏まえ、保温材の取付けや、消火栓内部に水が溜まらないような自動排水機構を有する消火栓の採用といった凍結防止を図る設計とする。

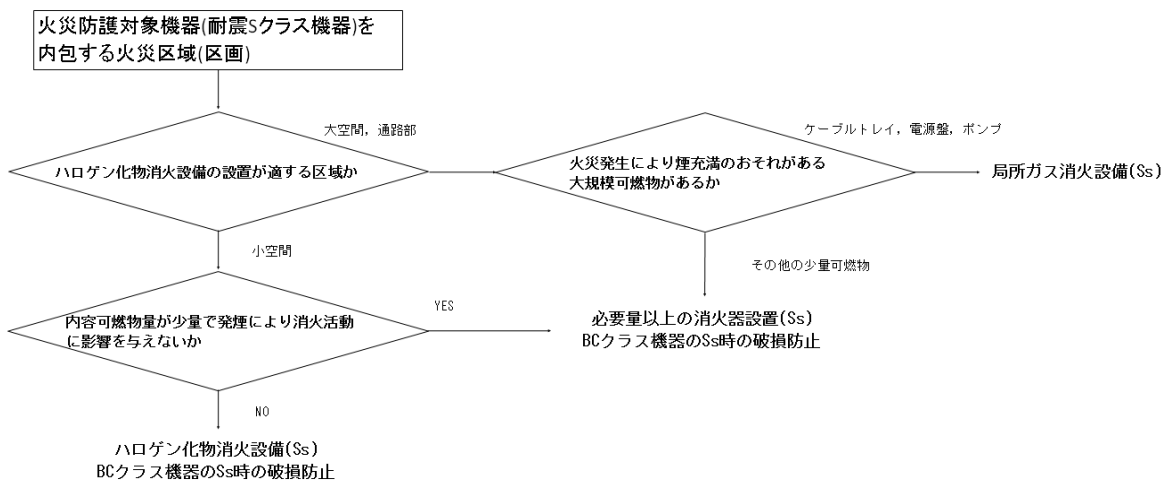
屋外に設置された水消火設備の機器がその他津波、洪水、竜巻、降水、積雪、落雷、地滑り、火山の影響、生物学的事象、森林火災及び高潮といった自然現象によって機能を阻害される場合は、原因の除去または早期の取替、復旧を図る設計とする。

消火水系は、他系統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)、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(区画)を消火できるように設置する。火災区域(区画)の消火栓の配置を添付資料9に示す。消火器は、消防法施行規則第六条「大型消火器

以外の消火器具の設置」及び消防法施行規則第七条「大型消火器の設置」に基づき設置する。

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



第6-1図 安全機能を有する火災区域における消火設備の耐震性について

3.2.5 移動式消火設備について(既設)

移動式消火設備については、化学消防自動車1台及び水槽付消防ポンプ車を1台配備し、消火ホース等の資機材を備える。添付資料10に移動式消火設備を示す。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、建屋内の屋内消火栓に対しても給水は可能である。移動式消火設備については、固縛することで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、発電所構内の監視所に24時間体制で配置している専属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(区画)の考え方

火災防護に係る審査基準の「2.2.1(2) 消火設備」では、安全機能を有する機器等を設置する火災区域(区画)であって、火災時に煙の充満等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。以下に「火災時に煙の充満等により消火活動が困難なところ」の選定方針について示す。

東海第二発電所では、資料2「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「火災時に煙の充満等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等により消火活動が困難とならないところとして以下を選定する。これらの火災区域(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、火災時は煙が充満する前に消火可能であること、万が一火災により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、中央制御室の消火は、消火器で行う設計とする。

なお、中央制御室の床下コンクリートピット内は、粉末消火器又は二酸化炭素消火器を使用し、運転員による消火を行う設計とする。

(2)屋外の火災区域(海水ポンプエリア，非常用ディーゼル発電機ルーフベントファンエリア，スイッチギア室チラーユニット及びバッテリー室送風機設置エリア)

海水ポンプエリア，非常用ディーゼル発電機ルーフベントファンエリア，スイッチギア室チラーユニット及びバッテリー室送風機設置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。よって，煙の充満等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。

(3)軽油貯蔵タンクエリア及び非常用ディーゼル発電機燃料移送系ポンプエリア

軽油貯蔵タンクエリア及び非常用ディーゼル発電機燃料移送系ポンプエリア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等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。

よって，軽油貯蔵タンクエリア及び非常用ディーゼル発電機燃料移送系ポンプエリアは消火器または移動式消火設備で消火を行う設計とする。

5.まとめ

東海第二発電所における安全機能を有する機器等の火災を早期に消火するための消火設備を第6-1表に示す。

第6-1表 東海第二発電所 安全機能を有する機器等を設置する火災区域(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 |
|------------|-----------|--|------------------------------|
| ハロゲン化物消火設備 | ハロン1301 | 1m 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(区画) |
| 二酸化炭素消火設備 | 二酸化炭素 | 1m ³ あたり0.8~0.9kg以下 | 非常用ディーゼル発電機室 |
| 局所ガス消火設備 | ハロン1301 | 1m ³ あたり5.0kg以下 | 原子炉建屋通路部の油内包機器 |
| | FK-5-1-12 | 1m ³ あたり0.84~1.46kgに開口補償を含む | 原子炉建屋通路部のケーブルトレイ, 電源盤, 制御盤 |
| 水消火設備(消火栓) | 水 | 屋内: 150ℓ/min以上 屋外: 350ℓ/min以上 | 火災区域(区画) |
| 消火器 | 粉末他 | 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(区画) |

添付資料 1

実用発電用原子炉及びその附属施設の 火災防護に係る審査基準

(抜粋)

実用発電用原子炉及びその附属施設の火災防護に係る審査基準(抜粋)

2. 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造物，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

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造物，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また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，自動消火設備又は固定式消火設備を設置すること。

②放射性物質の貯蔵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。

- ③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。
- ④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。
- ⑤消火設備は、火災の火炎、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。
- ⑥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。
- ⑦移動式消火設備を配備すること。
- ⑧消火剤に水を使用する消火設備は、2時間の最大放水量を確保できる設計であること。
- ⑨消火用水供給系をサービス系また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。
- ⑩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。
- ⑪消火設備は、外部電源喪失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。
- ⑫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。
- ⑬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。
- ⑭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放出することを防止する設計であること。
- ⑮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。

(参考)

(2) 消火設備について

①-1 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性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。

①-2 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。

④ 「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。

⑦ 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85条の5」を踏まえて設置されていること。

⑧ 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位対策を考慮した設計であること。

(参考)

火災防護対象機器等が設置される火災区画には、耐震B・Cクラスの機器が設置されている場合が考えられる。これらの機器が基準地震動により損傷しSクラス機器である原子炉の火災防護対象機器の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のな
いよう、設計に当たっては配置が考慮されていること。

添付資料 2

東海第二発電所におけるガス消火設備 について

東海第二発電所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

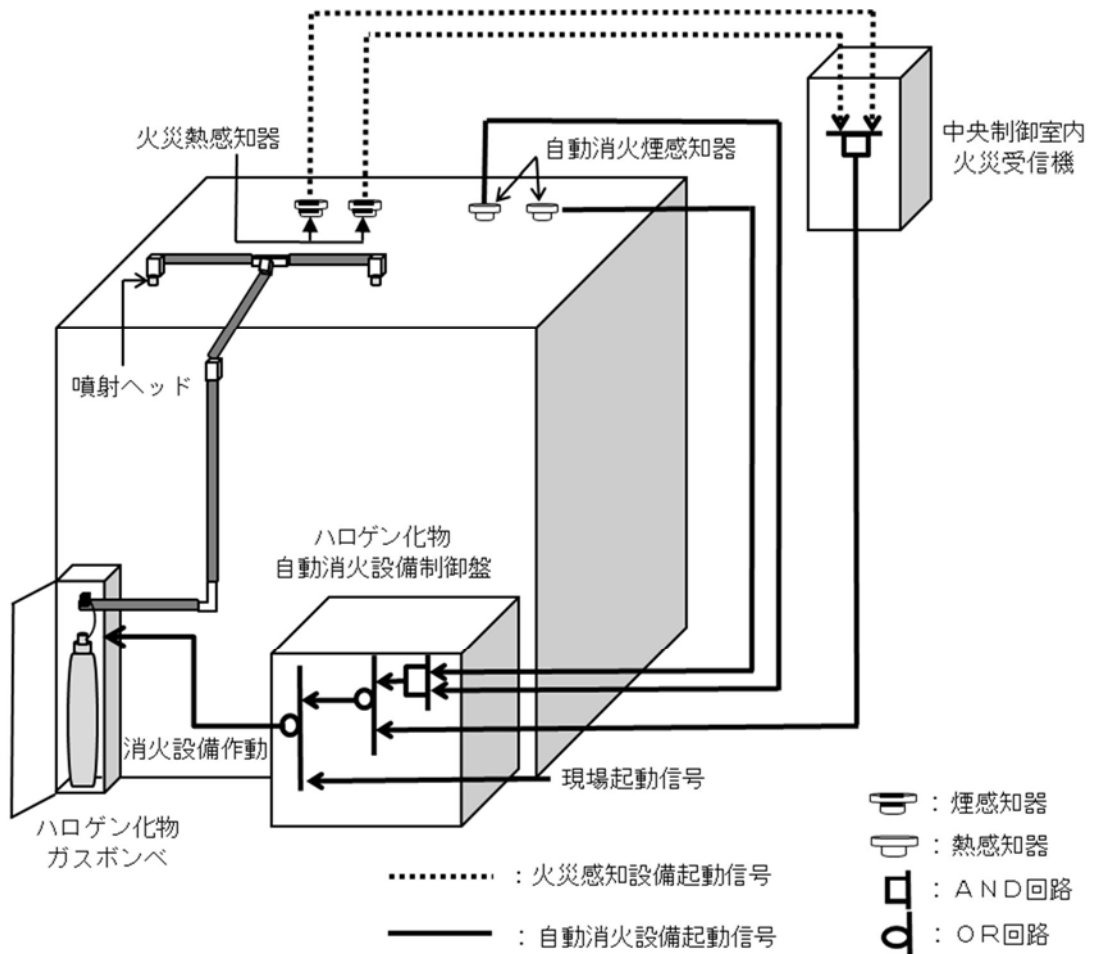
火災時に煙の充満により消火が困難となる可能性のある火災区域(区画)に必要なとなる固定式消火設備は、人体、設備に対する影響を考慮し、「ハロゲン化物消火設備並びに局所ガス消火設備」を設置する。(非常用ディーゼル発電機室を除く)

ガス消火設備の仕様概要を第1表に示す。また、単一の部屋に対し使用する専用のハロゲン化物消火設備を第1図に示す。また、油内包機器に使用する局所ガス消火設備を第2図に示す。ケーブルトレイ並びに盤に使用する局所ガス消火設備を第3図、第4図に示す。

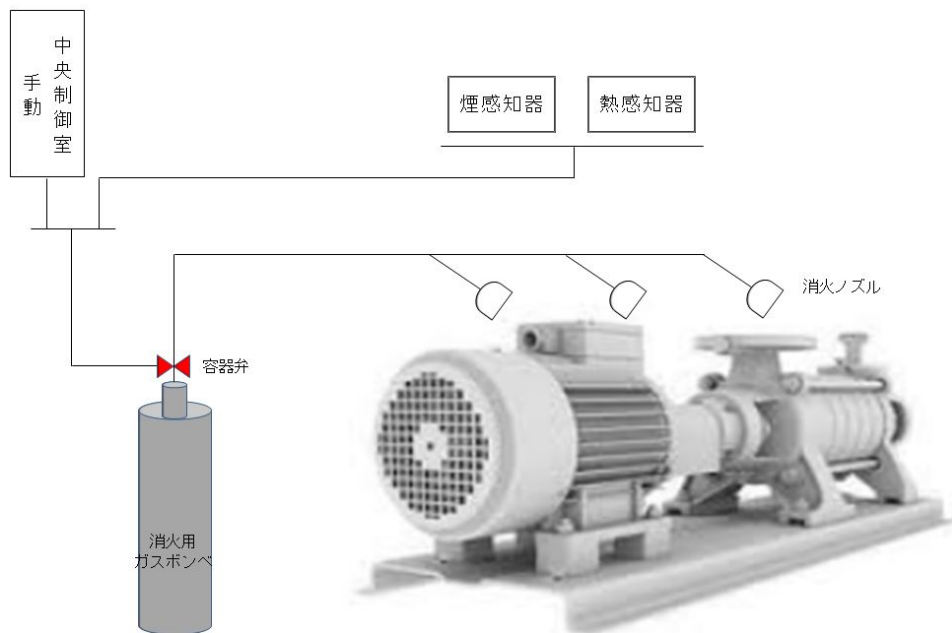
なお、ハロゲン化物消火設備の耐震設計については、添付資料4に示す。

第1表 ガス消火設備の仕様概要

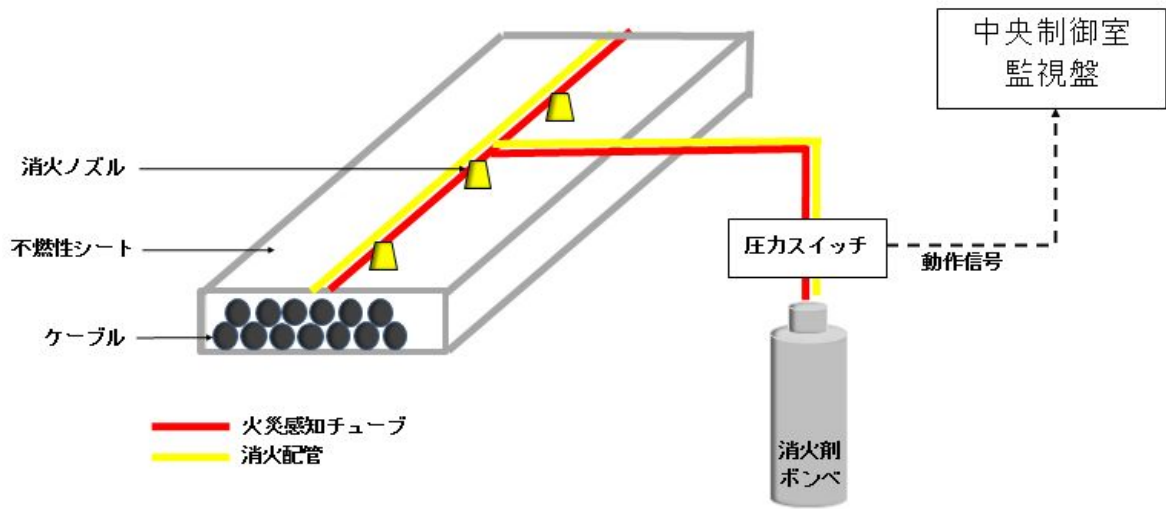
| | 項目 | | 仕様 |
|------------|------|--------|------------------------|
| ハロゲン化物消火設備 | 消火剤 | 消火剤 | ハロン 1301 |
| | | 消火剤の特徴 | 設備及び人体に対して無害 |
| | | 消火原理 | 燃焼連鎖反応抑制(負触媒効果) |
| | 消火設備 | 適用規格 | 消防法その他関係法令 |
| | | 火災感知 | 複数の火災感知器のうち2系統の動作信号 |
| | | 放出方式 | 自動起動及び現場での手動起動 |
| | | 消火方式 | 全域放出方式又は局所放出方式 |
| | | 電源 | 非常用電源及び蓄電池を消火設備制御盤内に設置 |
| | 消火剤 | 消火剤 | FK-5-1-12 |
| | | 消火剤の特徴 | 設備及び人体に対して無害 |
| | | 消火原理 | 燃焼連鎖反応抑制(負触媒効果) |
| | 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 |
| | | 消火方式 | 局所放出方式 |
| 電源 | | 電源不要 | |



第1図 ハロゲン化物消火設備動作概要

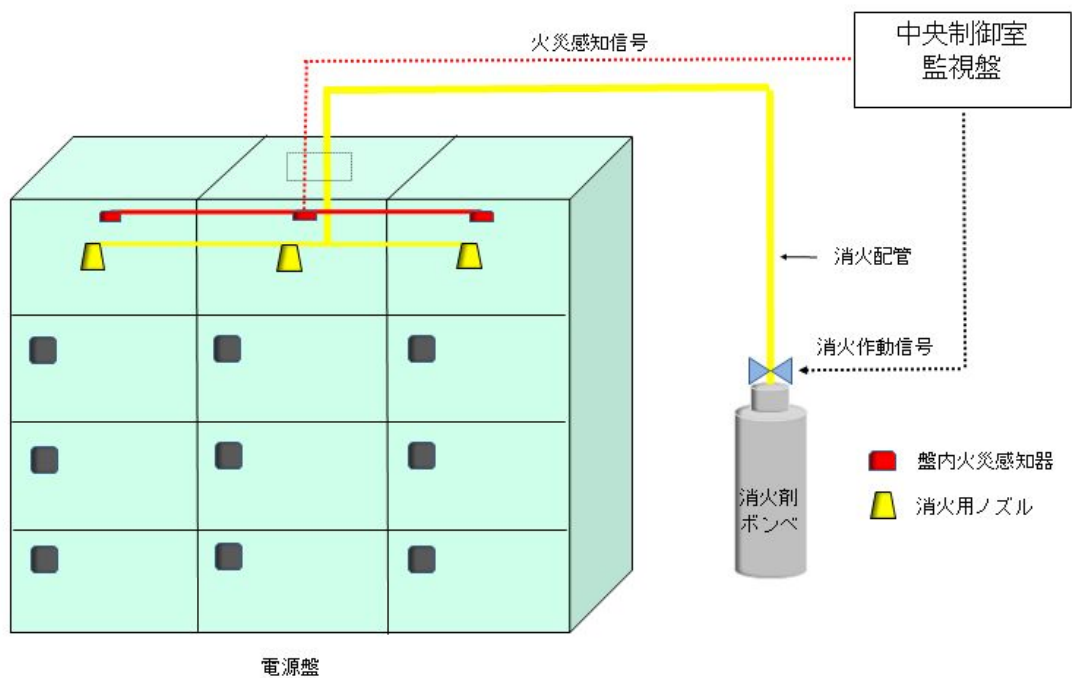


第2図 局所ガス消火設備概要図(油内包機器)



ケーブルトレイ

第3図 局所ガス消火設備概要図(ケーブルトレイ並びに盤)



盤(自動又は中央制御室からの遠隔手動消火設備)

第4図 局所ガス消火設備概要図(ケーブルトレイ並びに盤)

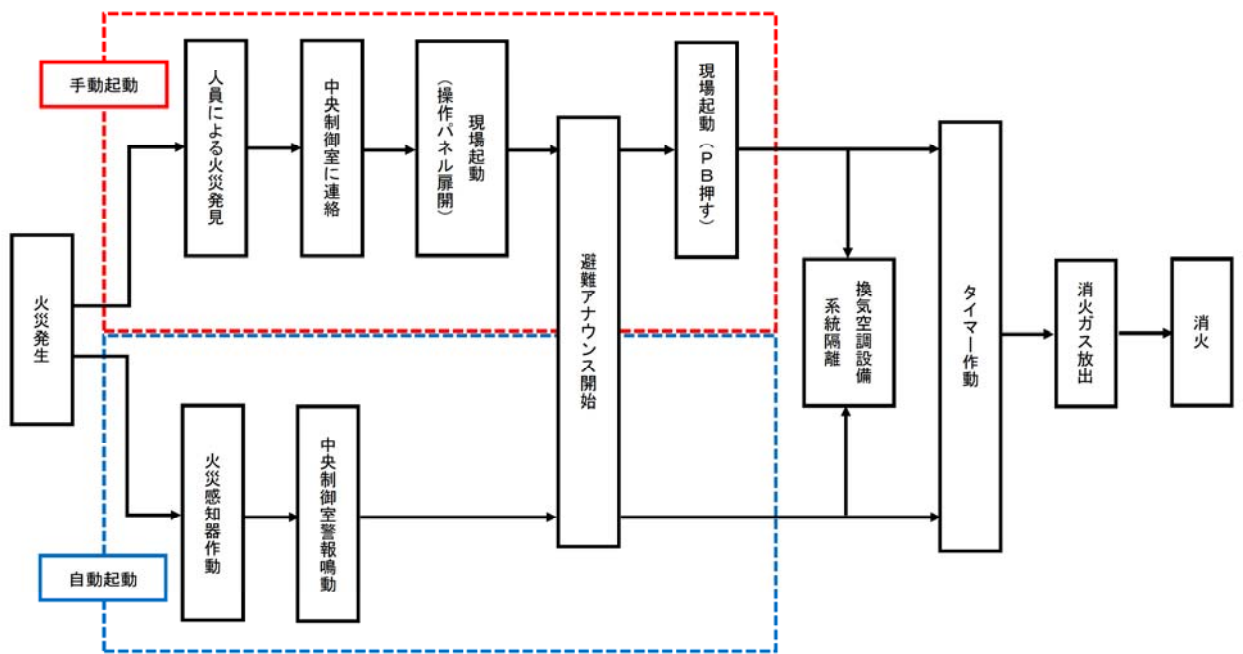
2. ハロゲン化物消火設備の作動回路

2.1 作動回路の概要

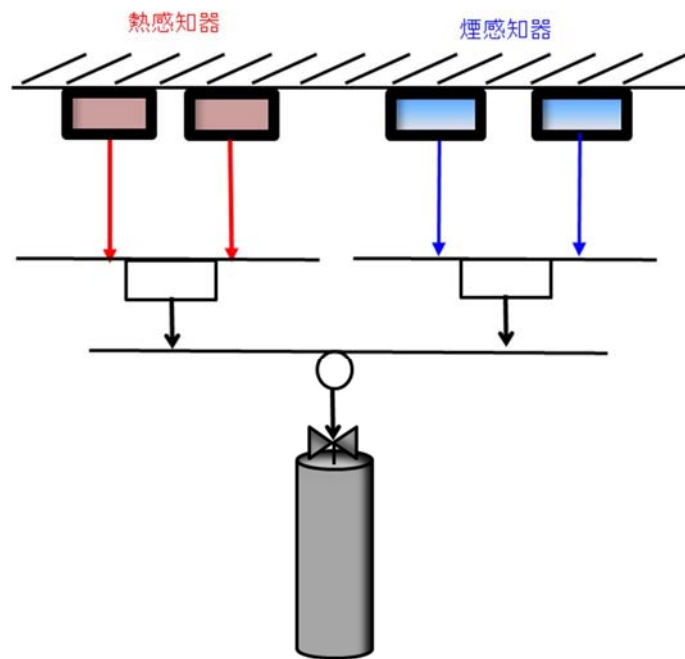
消火活動が困難な火災区域(区画)の火災発生時におけるハロゲン化物設備作動までの信号の流れを第5図に示す。

自動待機状態では複数の感知器が動作した場合に自動起動する。起動条件としては、火災感知用の「煙感知器」及び「熱感知器」、自動消火設備用の「熱感知器」が感知した場合、ハロゲン化物消火設備が自動起動する設計とし、誤作動防止を図っている。(第6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、現場での火災発見時における早期消火が対応可能な設計とする。また、火災感知用感知器(熱感知器)又は自動消火用感知器(熱感知器、煙感知器)のうち、一方の誤不動作により自動起動しない場合であっても、いずれか一方の感知器の動作により中央制御室に警報を発するため、運転員が火災の発生を確認した場合は、中央制御室または現場での手動起動により早期消火が対応可能な可能である。



第5図 ハロゲン化物消火設備の作動までの流れ



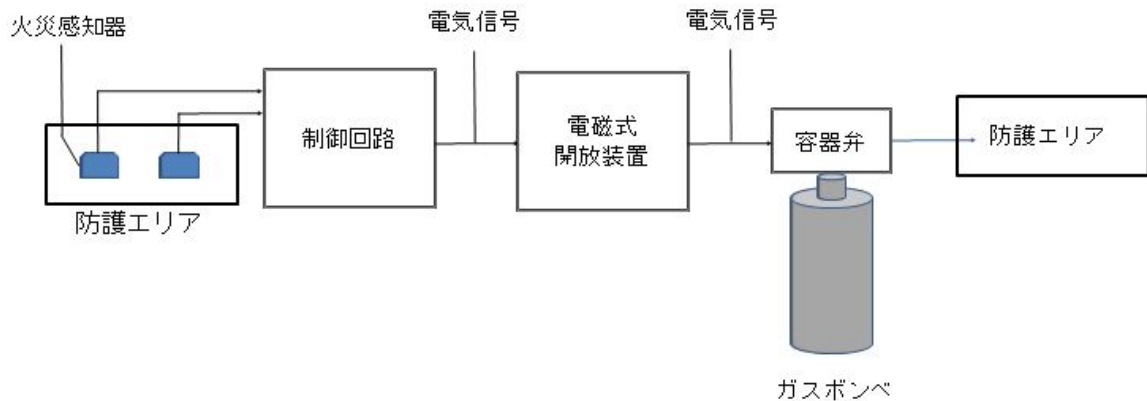
自動消火設備起動ロジック

第6図 ハロゲン化物自動消火設備起動ロジック

2.2 ハロゲン化物消火設備の系統構成

火災感知器からの信号を制御回路が受信した後、一定時間後に、電磁式開放装置に起動信号(電気)が入力され、電磁式開放装置からの放出電気信号が容器弁に発信し、ハロゲンガスを放出する。

第7図にハロゲン化物自動消火設備の系統構成を示す。



第7図 ハロゲン化物消火設備の系統構成

3. 局所ガス消火設備の作動回路

3.1 作動回路の概要

通路部において消火活動が困難となるおそれがある油内包機器，盤に対して設置する局所ガス消火設備作動までの信号の流れはハロゲン化物消火設備と同様であり，第5図に示す。

自動待機状態では，複数の感知器が動作した場合に自動起動する。起動条件としては，火災感知用の「煙感知器」及び「熱感知器」，自動消火設備用の「熱感知器」が感知した場合，ハロゲン化物消火設備が自動起動する設計とし，誤作動防止を図っている。また，火災感知用感知器(熱感知器)又は自動消火用感知器(熱感知器，煙感知器)のうち，一方の誤不動作により自動起動しない場合であっても，いずれか一方の感知器の動作により中央制御室に警報を発するた

め、運転員が火災の発生を確認した場合は、中央制御室また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。

また、ケーブルトレイの局所ガス消火設備は、火災区域(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。起動条件は、火災近傍のセンサーチューブが火炎の熱で破裂することでセンサーチューブの圧力が変化による火災感知信号を発信し、消火ガスの放出を行う。本設備は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、万が一誤動作が発生した場合でも機器・人体に影響をおよぼさない。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。

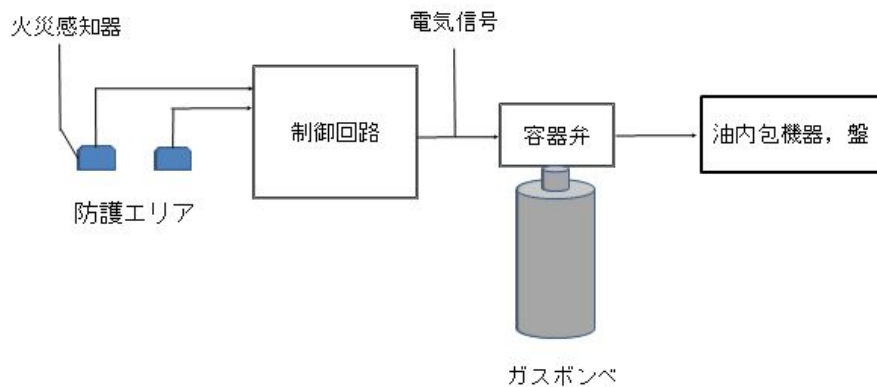
中央制御室では消火ガスの放出信号を検知する設計であり、人による火災発見時においても、現場での手動起動が可能な設計とする。また、誤不動作で消火設備が起動しない場合があっても、火災区域(区画)の感知器の動作により中央制御室に警報が発報するため、運転員が火災の発生を確認した場合は、現場で手動起動することにより消火対応可能な設計とする。

3.2 局所ガス消火設備の系統構成

(1) 局所ガス消火設備(油内包機器, 盤)

油内包機器, 盤に対する局所ガス消火設備は、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。

局所ガス消火設備(油内包機器, 盤)の系統構成を第8図に示す。

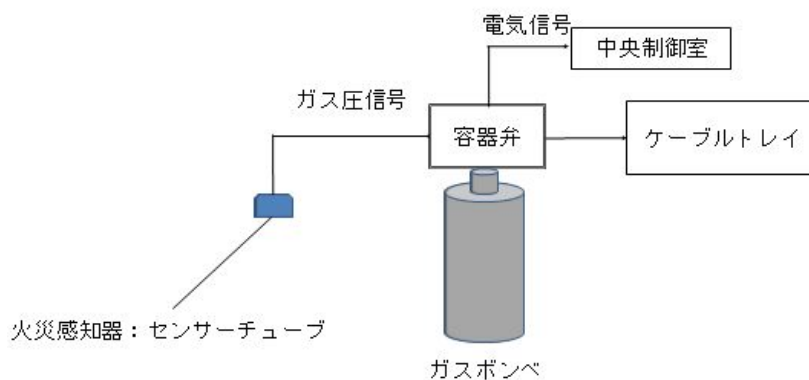


第 8 図 局所ガス消火設備(油内包機器, 盤)起動ロジック

(2)局所ガス消火設備(ケーブルトレイ)

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)が火災により火炎の熱で破裂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発せられる。圧力制御された容器弁が圧力信号により開放し、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る。なお、圧力信号を電気信号に変換し、消火ガスを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(ケーブルトレイ)の系統構成を第 9 図に示す。



第 9 図 局所ガス消火設備(ケーブルトレイ)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

原子炉建屋通路部においては、ケーブル火災が発生した場合、煙の充満により消火活動が困難となる可能性があるため、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。

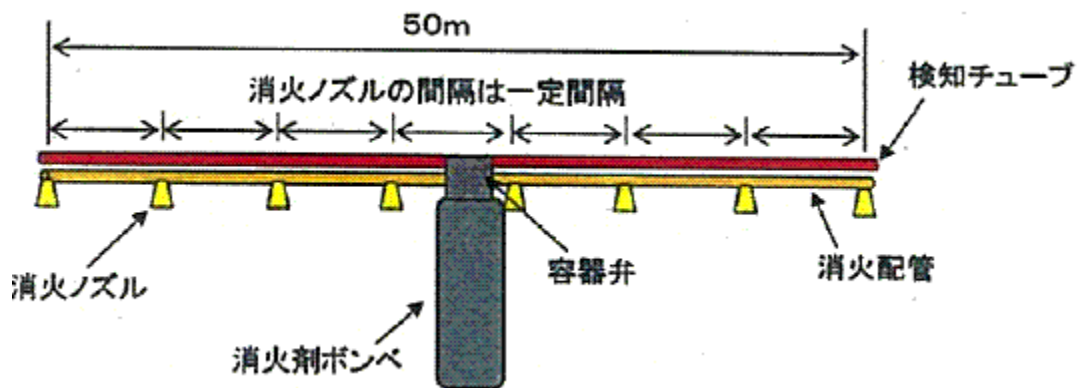
以降では、実証試験によりチューブ式の局所ガス消火設備がケーブルトレイの火災に対し有効であることを示す。

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の炎を検知し自動的に消火剤を放出し有効に消火すること等を目的とし、防災メーカーにおいて取扱われている。また、一部製品については第 1 表に示す仕様でケーブルトレイ火災を有効に消火するものであることを日本消防設備安全センターから性能評定*を受けている。

東海第二発電所の原子炉建屋通路部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。

※出典元：「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」，15-046号，(一財)日本消防設備安全センター 平成23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 |
|----------|--------|-----------|
| 検知チューブ | 消火剤 | FK-5-1-12 |
| | 材質 | ポリアミド系樹脂 |
| | 使用環境温度 | -20℃~50℃ |
| | 探知温度 | 約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 |
| 消火剤ポンペ本数 | | 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、その結果が有効であったことが示されている。

※出典元：「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

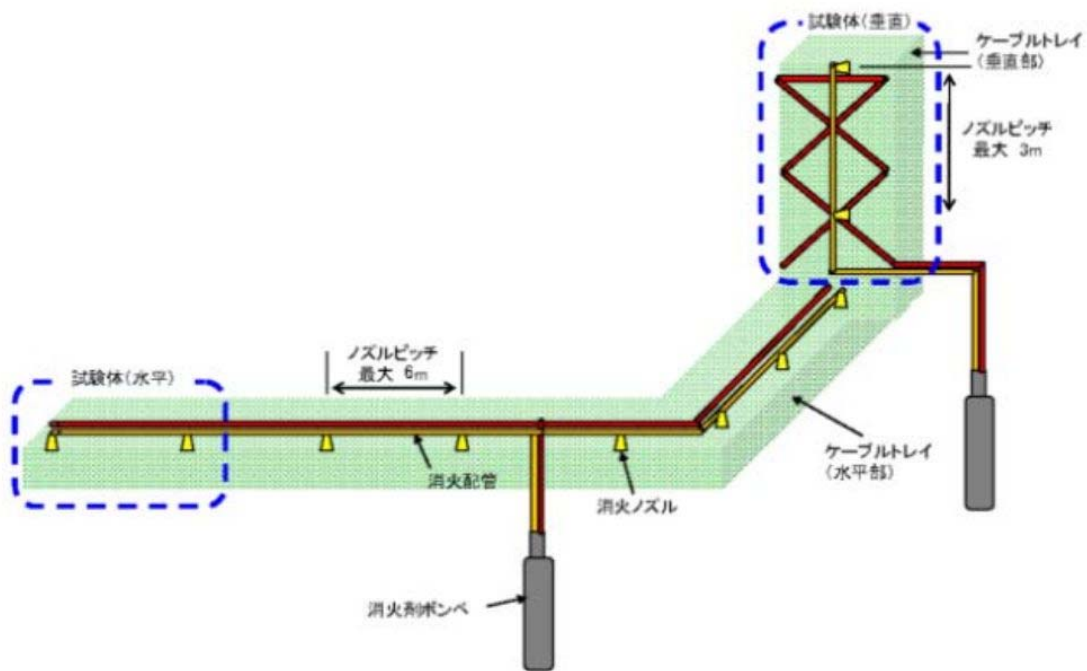
以降では、電力中央研究所にて行われた実証試験の概要を示し、東海第二発電所の原子炉建屋通路部のケーブルトレイ消火に有効となることを示す。

3.1 実証試験装置の仕様

実証試験装置の概要を第2図に、試験条件を第2表に示す。実証試験では、実機状態を模擬するため、ケーブルトレイは水平と垂直の2種類としている。垂直の場合は、火災による熱が垂直上方に伝搬することを考慮し、ケーブル布設方向(鉛直方向)に対し、検知チューブが直交するよう一定間隔で交差するよう検知チューブを配置している。また、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箇所と複数ある箇所があるため、試験においては、その双方を模擬している。(試験 H1, V1: ケーブルトレイ内1本, 試験 H2, V2: ケーブルトレイ内複数本)着火方法は過電流を用い、電流の大きさはケーブルの許容電流の6倍の2000Aで実施されている。

なお、電力中央研究所での実証試験では、チューブ式ガス消火設備を火災防護対策のうち火災の影響軽減対策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とし、さらにその周囲を耐火シートで巻いた試験体であった。(第3図)東海第二発電所においては、チューブ式ガス消火設備に影響軽減

対策には適用しないことから、実機施工においては必ずしも金属蓋付とはせず、消火設備作動時に消火剤がケーブルトレイの外部に漏れないように延焼防止シートで覆う設計とする。延焼防止シートの耐久性を別紙 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 実証試験装置の概要

第2表 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 |
|-----|-------|-------|----------------------|---|---|
| H1 | 2000A | 水平 | ケーブルトレイ端部から4m | 6600V CV 3C 150sq 1本 | 幅 1.8m ^{※2} × 長さ 9.6m × 高さ 0.15m |
| H2 | | | | 6600V CV 3C 150sq 3本 6600V CV 3C 150sq 27本 | |
| V1 | 2000A | 垂直 | ケーブルトレイ上端部から4m | 6600V CV 3C 150sq 1本 | 幅 1.8m ^{※2} × 長さ 6.0m × 高さ 0.25m |
| V2 | | | | 6600V CV 3C 150sq 3本 6600V CV 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 東海第二発電所の原子炉建屋通路部に設置するケーブルトレイは最大幅が約0.6m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がっている。したがって、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。

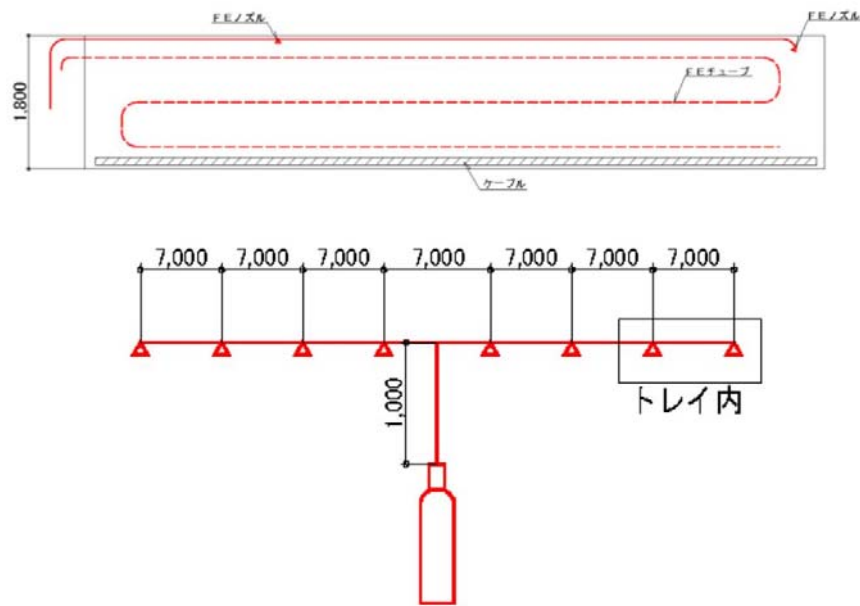


第3図 実証試験用のケーブルトレイ

3.2 実証試験の結果

3.2.1 試験 H1 結果

第 4 図に示す配置でケーブルトレイに過電流を通電したところ、通電開始後 30 分 35 秒着火し、着火から 16 秒後(通電開始後 30 分 51 秒)でチューブ式局所ガス消火設備(報告では FE 装置)が作動し、消火されることが確認された。(第 5 図)



第 4 図 試験 H1 の概要



(着火時)



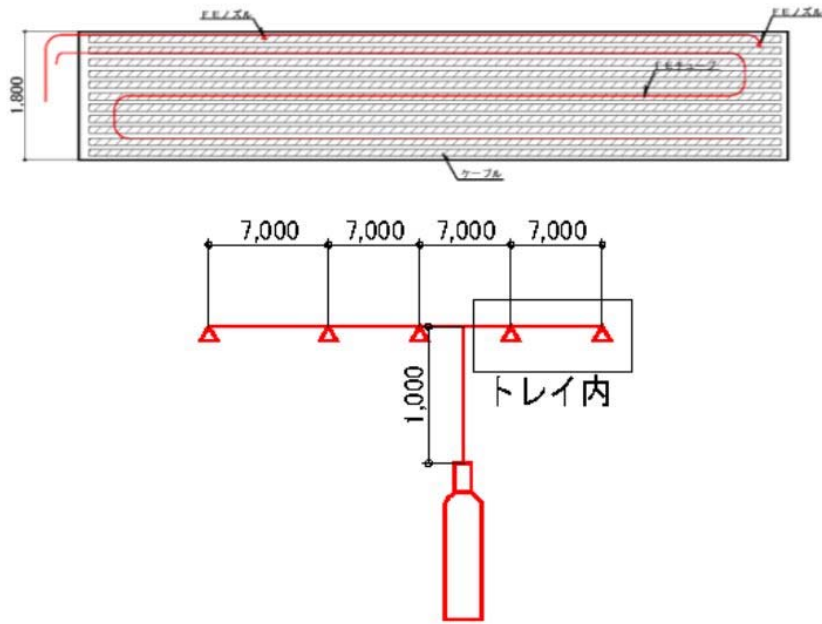
(FE 作動時)



第 5 図 試験 H1 発火・消火・試験後の状態

3.2.2 試験 H2 結果

第 6 図に示す配置でケーブルトレイに過電流を通電したところ、通電開始後 32 分 29 秒着火し、着火から 15 秒後(通電開始後 32 分 44 秒)でチューブ式局所ガス消火設備(報告では FE 装置)が作動し、消火されることが確認された。(第 7 図)



第 6 図 試験 H2 の概要



(着火時)



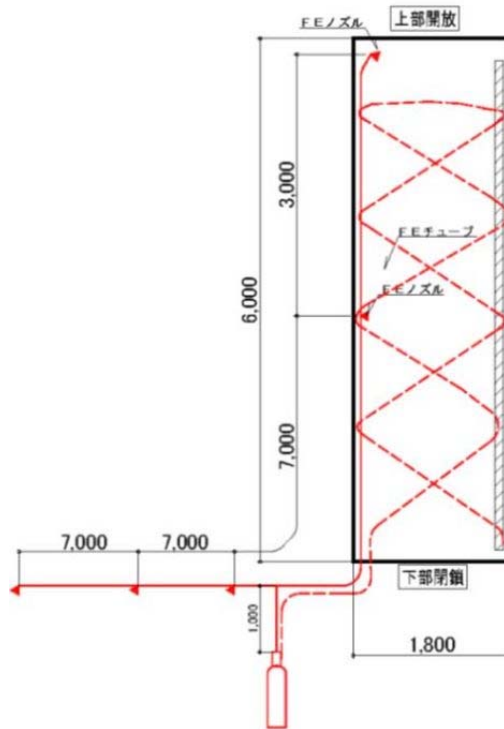
(FE 作動時)



第 7 図 試験 H2 発火・消火・試験後の状態

3.2.3 試験 V1 結果

第 8 図に示す配置でケーブルトレイに過電流を通電したところ、通電開始後 17 分 6 秒着火し、着火から 1 分 39 秒後(通電開始後 18 分 45 秒)でチューブ式局所ガス消火設備(報告では FE 装置)が作動し、消火されることが確認された。(第 9 図)



第 8 図 試験 V1 の概要



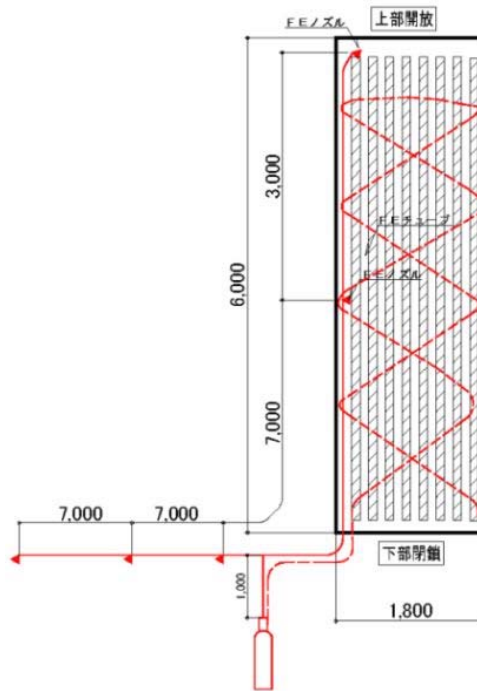
(着火時)

(消火時)

第 9 図 試験 H2 発火・消火・試験後の状態

3.2.4 試験 V2 結果

第 10 図に示す配置でケーブルトレイに過電流を通電したところ、通電開始後 17 分 6 秒着火し、着火から 1 分 39 秒後(通電開始後 18 分 45 秒)でチューブ式局所ガス消火設備(報告では FE 装置)が作動し、消火されることが確認された。(第 11 図)



第 10 図 試験 V2 の概要



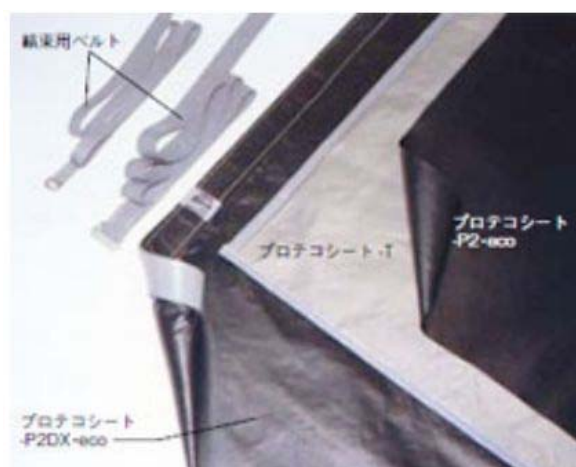
第 11 図 試験 V2 発火・消火・試験後の状態

以上より、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

東海第二発電所のケーブルトレイ局所ガス消火設備では、消火設備の作動時に消火剤がケーブルトレイの外部に漏れないようにするため、ケーブルトレイを延焼防止シートで覆う設計とする。(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、難燃性または不燃性を有する材料(酸素指数 26 以上)に指定される*。

※出典元：「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

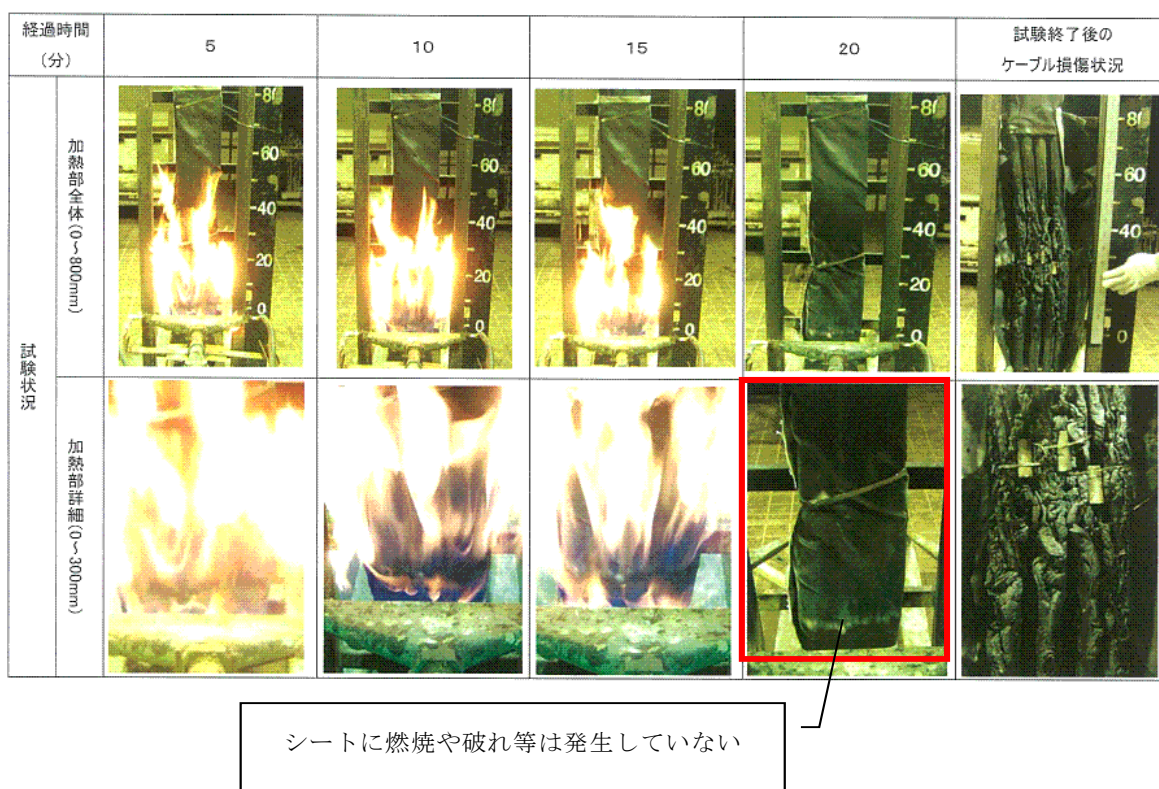


第 1 図 延焼防止シートの概要

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 図に示すように接炎による破れ等がないことを確認している*。

したがって、ケーブル火災等により延焼防止シートが接炎する状態となっても、燃焼や破れ等の生じるおそれはなく、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。

※出典元：「延焼防止シート「プロテコエコシート-P2・eco」電力ケーブルによる延焼防止性確認試験報告書」，FT-技一第 71338 号，古河電気工業(株)・(株)古河テクノマテリアル，平成 18 年 10 月



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

東海第二発電所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の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、許容電流低減率の評価を実施した。

1. ケーブルトレイ許容電流の評価式

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 (JCS0168-1) 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

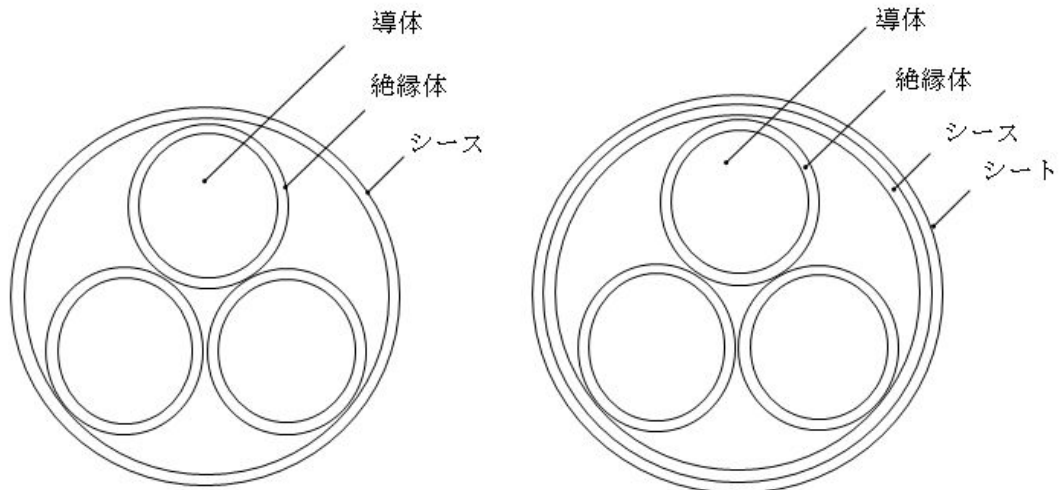
東海第二発電所においてケーブルトレイ局所ガス消火設備の消火対象となるケーブルは全て 11kV 以下の仕様であることから、誘電体損失による温度上昇 T_d は無視することができるため、許容電流 I は式(2)で表される。

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

2. 延焼防止シート施工に伴う許容電流低減率の評価

東海第二発電所で使用する代表的なケーブルは(600V-CV-3C-5.5)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、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

(a) 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、 $R_{th1} = R_1 + R_2 + R_3 = 16.7 + 9.9 + 48.6 = 75.2$

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、 $R_{th2} = R_1 + R_2 + R_4 + R_5 = 16.7 + 9.9 + 0.6 + 47.9 = 75.1$

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。

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

ここで、 R_{th1} と R_{th2} がそれぞれ $75.2 (\text{°C} \cdot \text{cm/W})$ 、 $75.1 (\text{°C} \cdot \text{cm/W})$ 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。

$$\eta = \left(1 - \sqrt{\frac{75.2}{75.1}} \right) \times 100 \cong 0 \text{ (\%)} \quad (6)$$

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。

以上より、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

東海第二発電所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の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で覆う設計とする。延焼防止シートは、遮炎性を確保するために、シート端部に重ね代を取る等、製造メーカーにより標準的な施工方法(取付方法)が定められている^{※1}。ケーブルトレイ局所ガス消火設備への適用にあたっては、製造メーカーの標準施工を施した試験体を用いて消火性能の実証試験を行い、取付方法の妥当性確認を行うこととする。延焼防止シートについて、製造メーカー標準的なケーブルトレイへの取付方法は以下のとおりである。

※1 出典元：「延焼防止シート「プロテコエコシート P2・eco」「プロテコエコシート P2DX・eco」シート固定用「結束用ベルト」技術資料・施工要領書」，FT-資料-第 0843 号，古河電気工業(株)・(株)古河テクノマテリアル

1. 材料の仕様

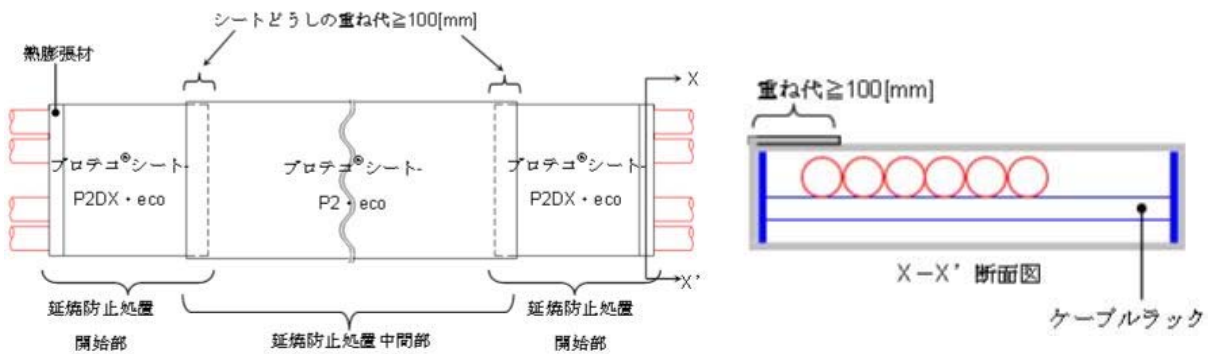
ケーブルトレイへの延焼防止シート取付けで使用する材料の仕様を第 1 表に示す。

第 1 表 材料仕様(※1 資料抜粋)

| 名称 | 仕様 | 外観 |
|------------------|--|--|
| プロテコシートー 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 0.4mm |  |
| プロテコシートーP2DX・eco | プロテコ®シート-P2・eco の片端に、熱に反応して膨張する幅 50mm×厚さ 3mm の熱膨張材が縫製された構造 |  |
| 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 |  |

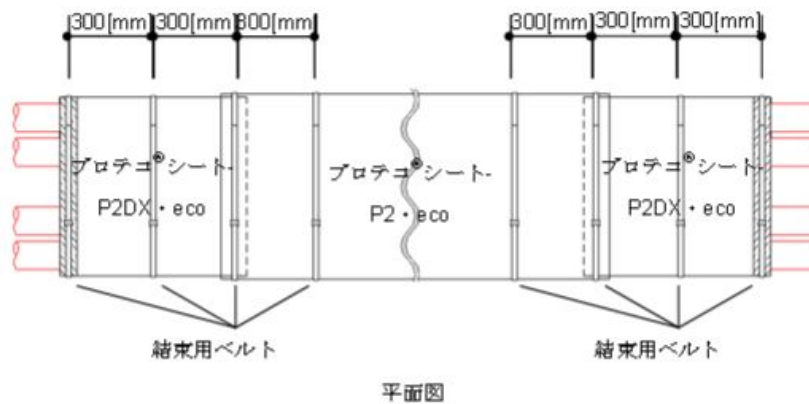
2. 標準的な延焼防止シートの取付方法

以下第1図のとおりケーブルトレイには、熱膨張材を取付けたプロテコシート-P2DX・ecoを以下第1図断面図のように、シートを100mm以上重ね合わせて巻き付ける。延焼防止措置の中間部においては、プロテコシート-P2・ecoを延焼防止措置開始部に対し、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(※1資料抜粋)

また、第1図のとおり延焼防止シートを巻き付け後に、以下第2図のとおり結束用ベルトを用いて300mm間隔で取り付ける。なお、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(※1資料抜粋)

ハロゲン化物消火設備，二酸化炭素消火設備，局所ガス消火設備
の配置を明示した図面

添付資料 3

東海第二発電所におけるガス消火設備等の
耐震設計について

東海第二発電所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以下のとおりである。

「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。

東海第二発電所における，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

原子炉の安全停止に必要な構築物，系統及び機器（以下「原子炉の安全停止に必要な機器等」という。）を防護するために設置するハロゲン化物消火設備，二酸化炭素消火設備，局所ガス消火設備は，原子炉の安全停止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ハロゲン化物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

| 主な原子炉の安全停止に必要な機器 等 | 感知・消火設備の耐震設計 |
|-----------------------|--------------|
| 非常用ディーゼル発電機※ | Ss機能維持 |
| 蓄電池 | Ss機能維持 |
| 非常用炉心冷却系ポンプ | Ss機能維持 |
| 残留熱除去海水系ポンプ | Ss機能維持 |
| 非常用ディーゼル発電機海水系 | Ss機能維持 |

※二酸化炭素消火設備を設置

第2表 ハロゲン化物消火設備等の耐震設計方針

| 消火設備の機器 | Ss 機能維持するための対応 |
|--------------------------------------|----------------|
| 制御盤・受信機 感知器 電磁式開放装置 ガス圧開放装置 | 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

原子炉の安全停止に必要な機器等が設置する区画にある耐震 B, C クラスの油内包機器は、漏えい防止対策を行うとともに、主要構造を不燃性とする。また、使用する潤滑油も引火点の高い(約 220～270℃)ため、容易に着火しないものとする。(資料 1 参照)

さらに、ハロゲン化物消火設備、局所ガス消火設備は防護対象である原子炉の安全停止に必要な機器等の耐震クラスに応じて、機能維持する設計であることから、地震により消火設備の機能が失うことはない。

以上のことから、複数同時火災の可能性はないと判断する。

添付資料 4

東海第二発電所におけるガス消火設備等の
作動に伴う機器等への影響について

東海第二発電所におけるガス消火設備等の作動に伴う機器等への影響について

1. はじめに

東海第二発電所は、「実用発電用原子炉及びその附属施設の火災防護に係る審査基準」に基づき設置する消火設備として、ガス消火設備を設置する。

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

2. 使用するハロゲンガスの種類

ガス消火設備にハロゲンガスの種類は以下のとおり。

(1) ハロン 1301 (一臭化三フッ化メタン : CF_3Br)

(2) FK-5-1-12 (ドデカフロオロ-2-メチルペンタン-3-オン : $\text{CF}_3\text{-CF}_3\text{-C(=O)-CF(CF}_3)_2$)

3. ハロゲン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) 及びフッ化カルボニル (COF_2)、臭化水素 (HBr) 等の有毒ガスが生成されるが、ハロンゲンガス消火後に入室する場合は、ガス濃度の確認及び防護服を着用するため、人体への影響はない。

また、通路部は空間容積が大きく、拡散によるガス濃度の低下が想定されることや消火後の再入域時はガス濃度の確認及び防護服を着用するため、人体への影響はない。

3.1.2 設備への影響

ガス消火設備の消火剤が消火後に発生するガスは、電気絶縁性が大きいことから、金属への直接的な影響は小さい。

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。

仮に、機器等の表面に水分が存在している場合は、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、ハロンガス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 誤作動による影響

3.2.1 人体への影響

- ・ハロン 1301 が誤作動した場合の濃度は、約 5%であり、これは、ハロン 1301 の無毒性最高濃度 (NOREL)^{*1} と同等の濃度である。

また、ハロン 1301 が誤作動した場合の濃度 (約 5%) は、雰囲気中の酸素濃度を低下させる濃度 (酸素濃度は 20%) ではないことから酸欠にもならない。

- ・沸点が -58°C 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。

- ・局所ガス消火設備のハロン 1301 が誤動作した場合の濃度は、油内包機器設置エリア周辺の通路部の容積に対して、約 4~5%程度でハロン 1301 の

無毒性最高濃度(NOREL)と同等の濃度である。また、ハロン 1301 が誤動作した倍の濃度(5%程度)は、雰囲気中の酸素濃度を低下させる濃度ではない(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

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

以上のことから、ハロン 1301, FK-5-1-12 を消火剤とするガス消火設備が誤作動しても、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、電気絶縁性があり電気品への影響は小さい。

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への機器等への残留は少ないことから、機器への影響は小さい。

添付資料 5

東海第二発電所における狭隘な場所への
ハロン系消火剤の有効性について

東海第二発電所における

狭隘な場所へのハロゲン化物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、ハロゲン化物消火設備による消火を実施した場合、ケーブルトレイなど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. ハロゲン化物消火剤の有効性

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つの要素が必要である。

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

また、燃焼を継続するためには連鎖反応が必要である。

なお、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火災が発生し、ハロゲン化物消火設備が作動した状況を想定する。

燃焼するケーブルは、燃焼を継続するために酸素を取り込もうとするが、火災区域(区画)に一定の圧力、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。

また、ハロン消火剤とともに酸素も取り込まない場合は、ケーブルの燃焼は継続しない。

ハロゲン化物消火設備は、他のガス系消火設備(窒素、二酸化炭素)のように窒息により消火・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原理である。したがって、ハロゲン化物消火設備は、狭隘部に消火ガスが到達するより、火炎まわりに消火ガスが存在すれば消火の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、盤内消火についても同様に布設された内側のケーブルまで周囲の酸素を取り込まれる場合は消火ガスの効果が期待され、消火ガスが到達しない場合、ケーブルは燃焼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とする。

添付資料 6

東海第二発電所におけるガス消火設備等の
消火能力について

東海第二発電所におけるガス消火設備の消火能力について

1. はじめに

東海第二発電所は、「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ハロゲン化物消火設備及び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以下のとおり確認した。

2. 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ゲンガス濃度

消防法施行規則第二十条第三号(別紙 1)では、全域放出方式のハロン消火設備の防護区画体積 1m^3 当たりの消火剤の量は、 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% である。(消火剤量 $0.55\text{kg}/\text{m}^3$ の場合)

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

なお、ハロゲン化物消火設備の防護区画に開口部があり、開口部に自動閉鎖装置を設けない場合は、消防法施行規則に基づき、開口部面積 1m^2 当たりハロン 1301 を 2.4kg 加算する。

※1 昭和 51 年 5 月 22 日 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

消火に必要なハロン濃度は 3.4%^{*}であり，消防法による設計濃度は 5% であることから十分に消火可能である。

※ 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

(平成 12 年 3 月 消防庁 日本消防検定協会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ハロン 1301 及び 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

消防法施行規則第二十条 3 号において，ハロン 1301 の局所ガス消火設備における消火剤の必要量について，防護対象物の空間体積に対し周辺の壁の設置状況に応じた係数を乗じた量を定めている。したがって，ハロン 1301 の局所ガス消火設備は，消防法に定められた必要量を満足するものとする。

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は，トレイの上面は閉鎖するが，トレイの両端部にトレイの構造上開口となる。消防法施行規則第二十条 3 号においては，FK-5-1-12 の必要ガス量は $0.84 \sim 1.46 \text{ kg/m}^3$ と定められている。一方で，開口補償係数は定められていない。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 kg/m^3 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，上記量を満足するよう設計する。

3. 東海第二発電所に対する適用性について

東海第二発電所で想定される火災として、油内包機器の漏えい油、電気盤及びケーブルなどの火災を想定するが、これらの機器は、火力発電所、工場等の一般産業施設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ではない。

したがって、消防法に基づいた上記設計濃度で十分に消火可能である。

添付資料 7

東海第二発電所における

二酸化炭素消火設備

(非常用ディーゼル発電機室用，ケーブル
処理室用)について

東海第二発電所における
二酸化炭素消火設備(非常用ディーゼル発電機室用, ケーブル処理室用)
について

1. 設備概要及び系統構成

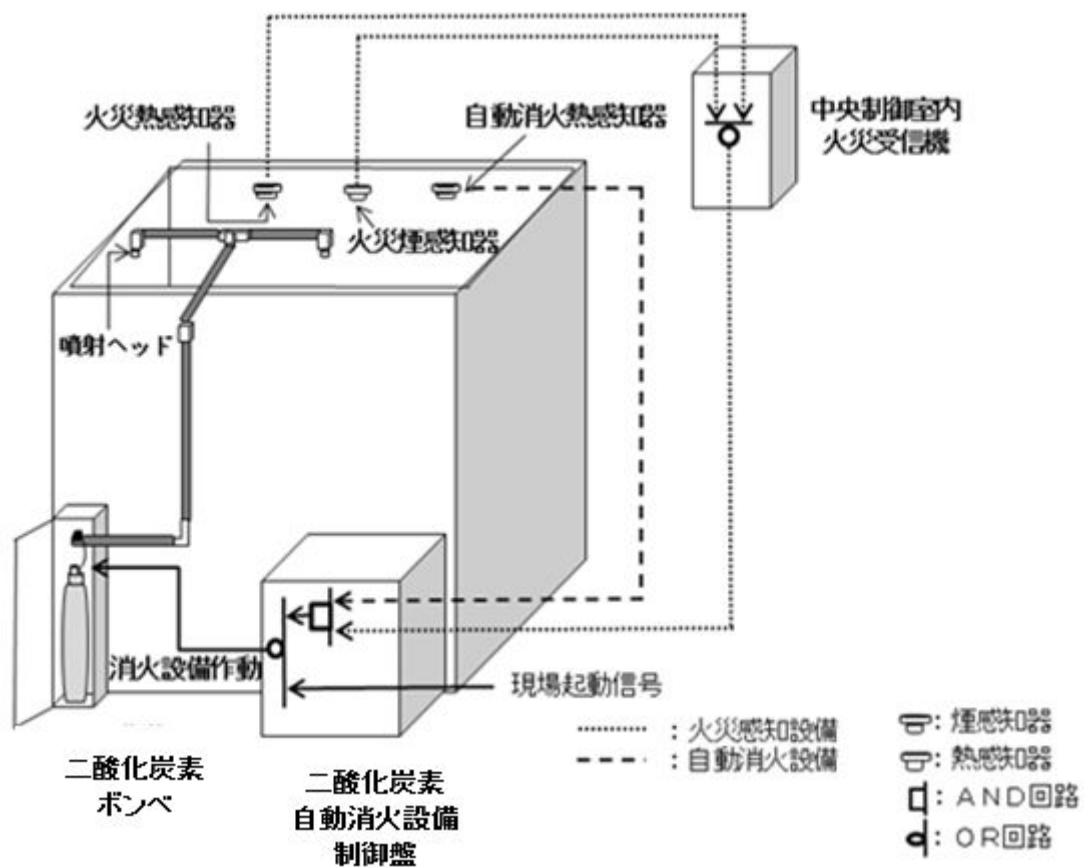
火災時に煙の充満により消火が困難となる非常用ディーゼル発電機室, ケーブル処理室には, 二酸化炭素消火設備を設置する。

二酸化炭素消火設備の仕様第 1 表に, 概要を第 1 図に示す。

なお, 二酸化炭素消火設備の耐震設計は, 添付資料 3 に示す。

第 1 表 二酸化炭素消火設備の仕様

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



第1図 二酸化炭素消火設備の概要

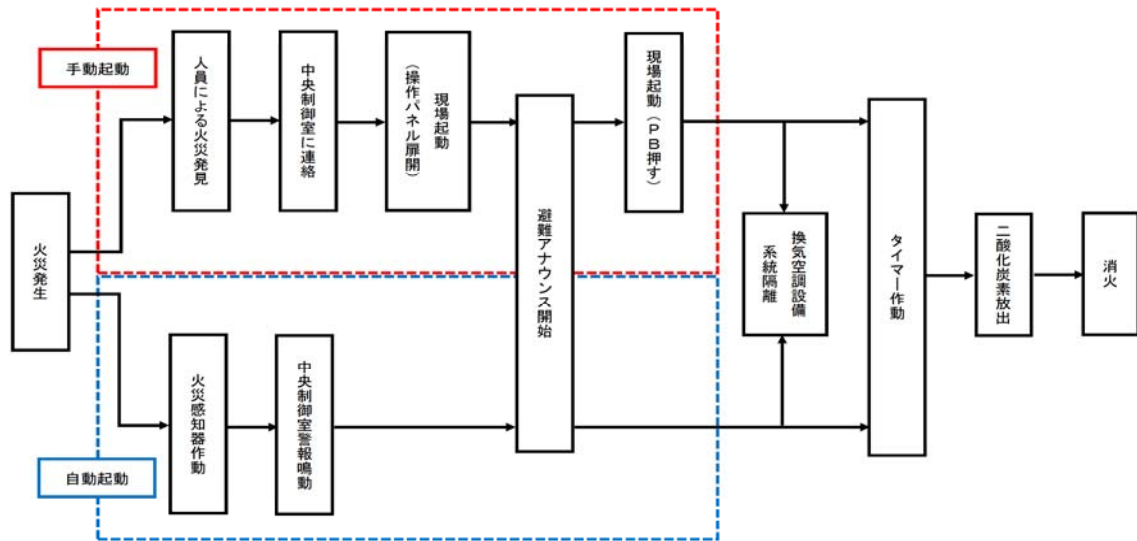
2. 二酸化炭素消火設備の作動回路

2.1 作動回路の概要

火災発生時における二酸化炭素消火設備作動時までの信号の流れを第2図に示す。

通常時は自動待機状態であり、複数の感知器が動作した場合に自動起動する。起動条件としては、火災感知用の「煙感知器」及び「熱感知器」、自動消火設備用の「熱感知器」が感知した場合、二酸化炭素消火設備が自動起動する設計とし、誤作動防止を図っている。

また、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、現場での火災発見時における早期消火が対応可能な設計とする。

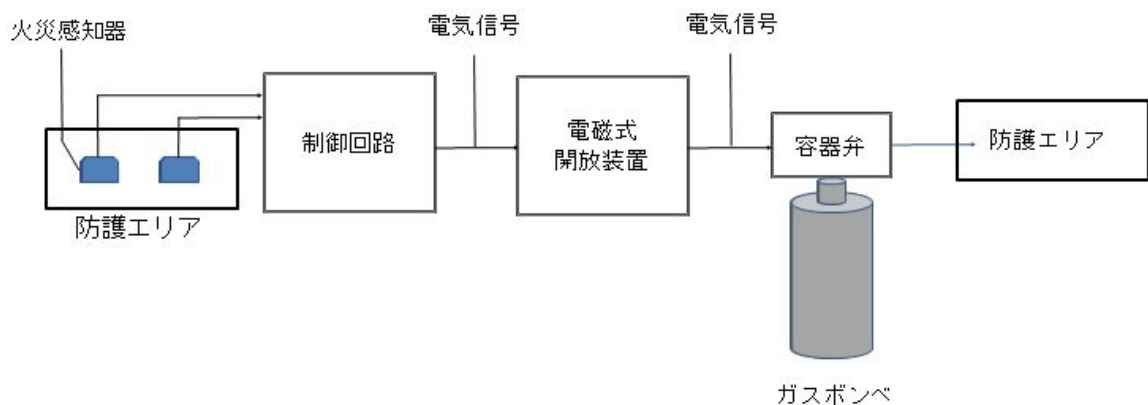


第2図 二酸化炭素消火設備 火災時の信号の流れ

2.2 二酸化炭素消火設備の系統構成

火災感知器からの信号を制御回路が受信した後、一定時間後に、電磁式開放装置に起動信号(電気)が入力され、電磁式開放装置からの放出電気信号が容器弁に発信し、二酸化炭素を放出する。

第3図に二酸化炭素消火設備の系統構成を示す。



第3図 二酸化炭素消火設備の系統構成

添付資料 8

東海第二発電所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

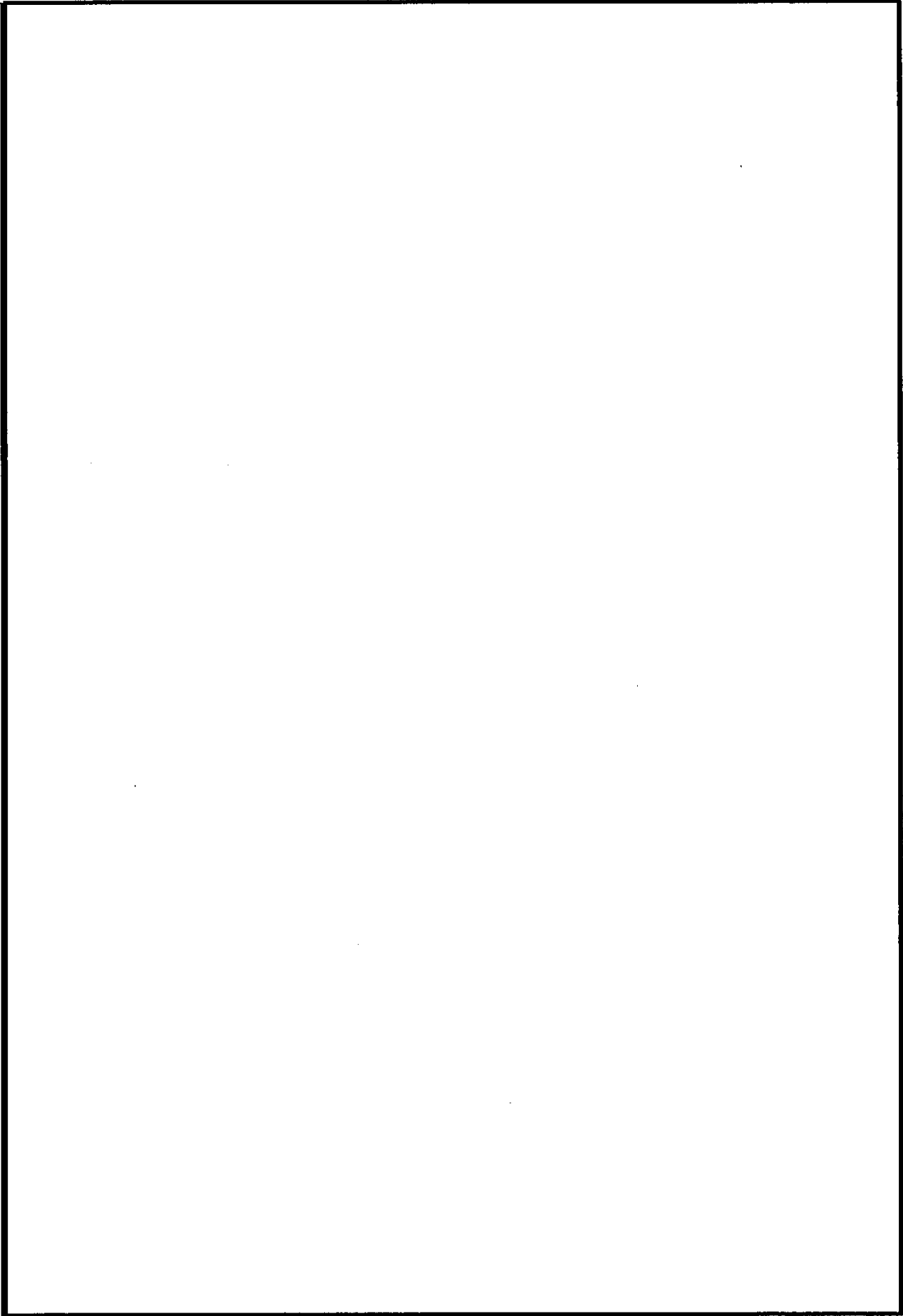
| 消火対象 | 消火設備種類 | 消火剤必要量 (消火剤設置量) | 消火剤必要量算出式 | 消防法施行 規則関係条項 |
|------------------------|-----------|----------------------|---|-----------------|
| 非常用ディーゼル発電機室 (2C) | 二酸化炭素 | 2,469kg (2,475kg) | 火災区域(区画)の体積×0.75kg/m ³ 火災区域(区画)の体積×0.8kg/m ³ | 第十九条 |
| 非常用ディーゼル発電機室 (2D) | 二酸化炭素 | 2,484kg (2,520kg) | 火災区域(区画)の体積×0.75kg/m ³ 火災区域(区画)の体積×0.8kg/m ³ 火災区域(区画)の体積×0.9kg/m ³ | 第十九条 |
| 非常用ディーゼル発電機室 (HPCS) | 二酸化炭素 | 2,393kg (2,430kg) | 火災区域(区画)の体積×0.75kg/m ³ 火災区域(区画)の体積×0.8kg/m ³ 火災区域(区画)の体積×0.9kg/m ³ | 第十九条 |
| ケーブル処理室 | 二酸化炭素 | 3,233kg (3,240kg) | 火災区域(区画)の体積×1.2kg/m ³ | 第十九条 |
| 原子炉の安全停止に必要な機器等 | ハロン 1301 | 対象箇所の体積に応じ実施 | 火災区域(区画)の体積×0.32kg/m ³ | 第二十条 |
| 原子炉の安全停止に必要な機器等(局所) | ハロン 1301 | 対象箇所の体積に応じ実施 | 対象機器の空間体積×対象機器の周辺状況による係数×1.25 | 第二十条 |
| | FK-5-1-12 | | 対象機器の空間体積×0.84kg/m ³ 以上, 1.46kg/m ³ 以下に開口補償見込む | |

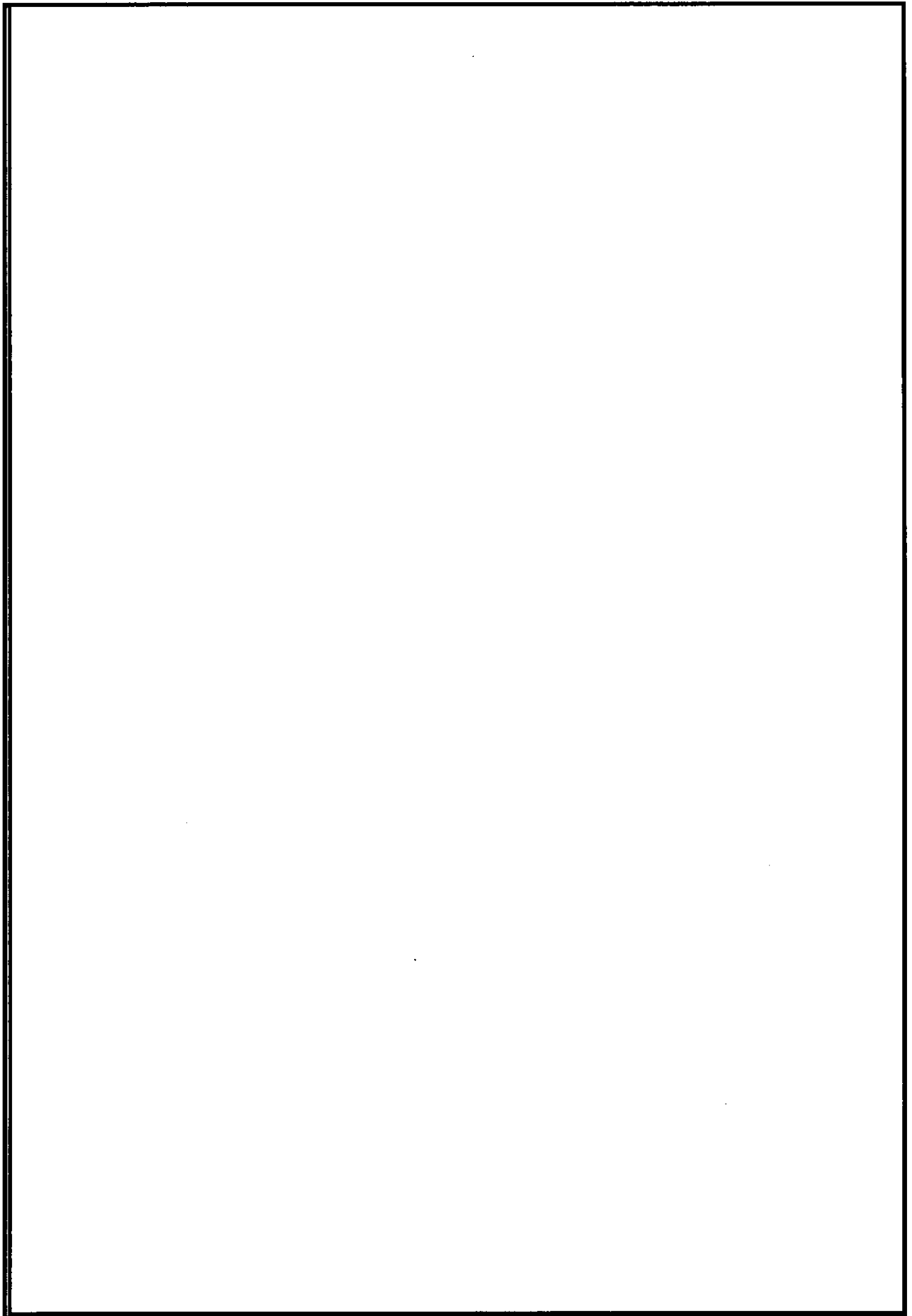
添付資料 9

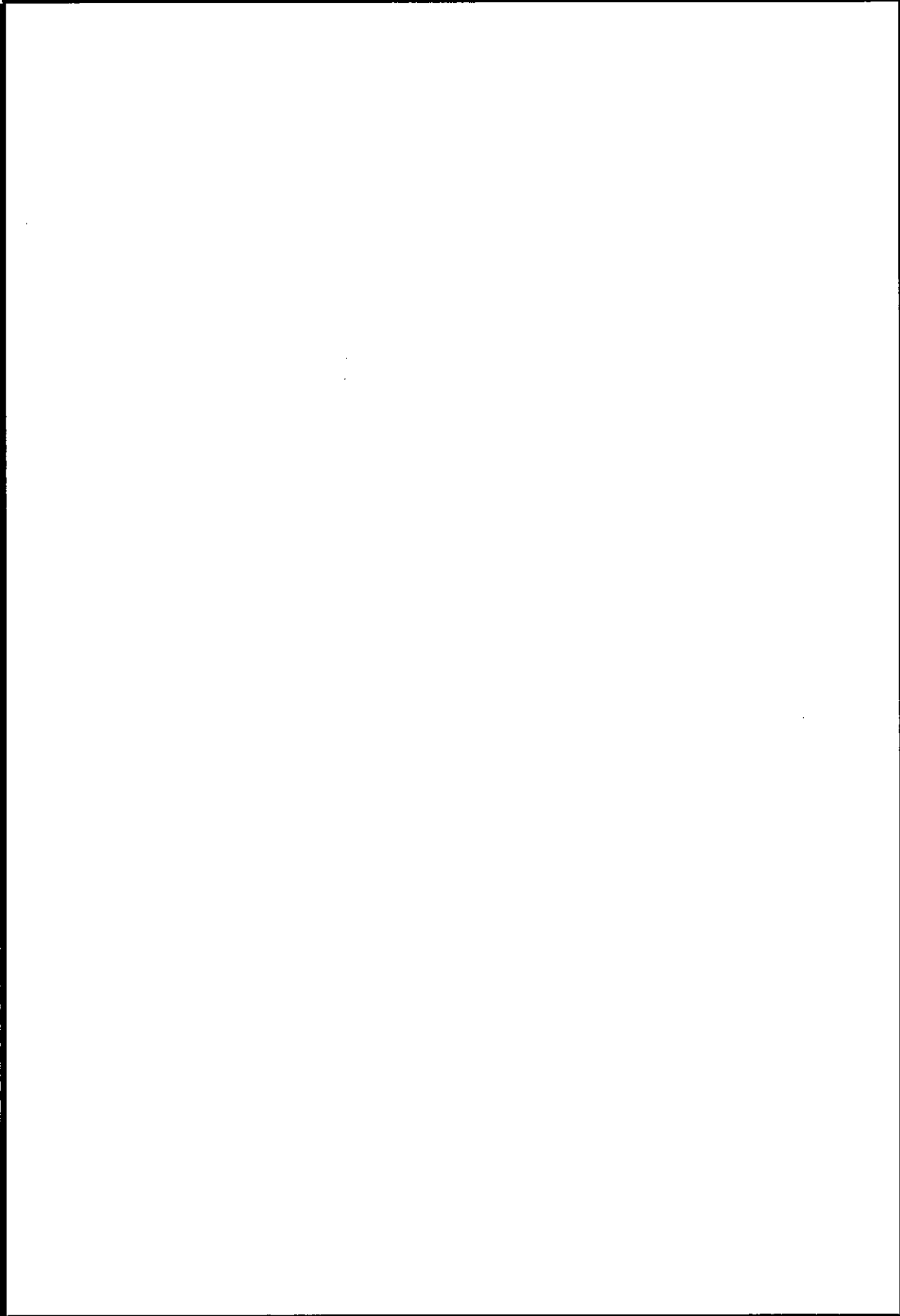
東海第二発電所における

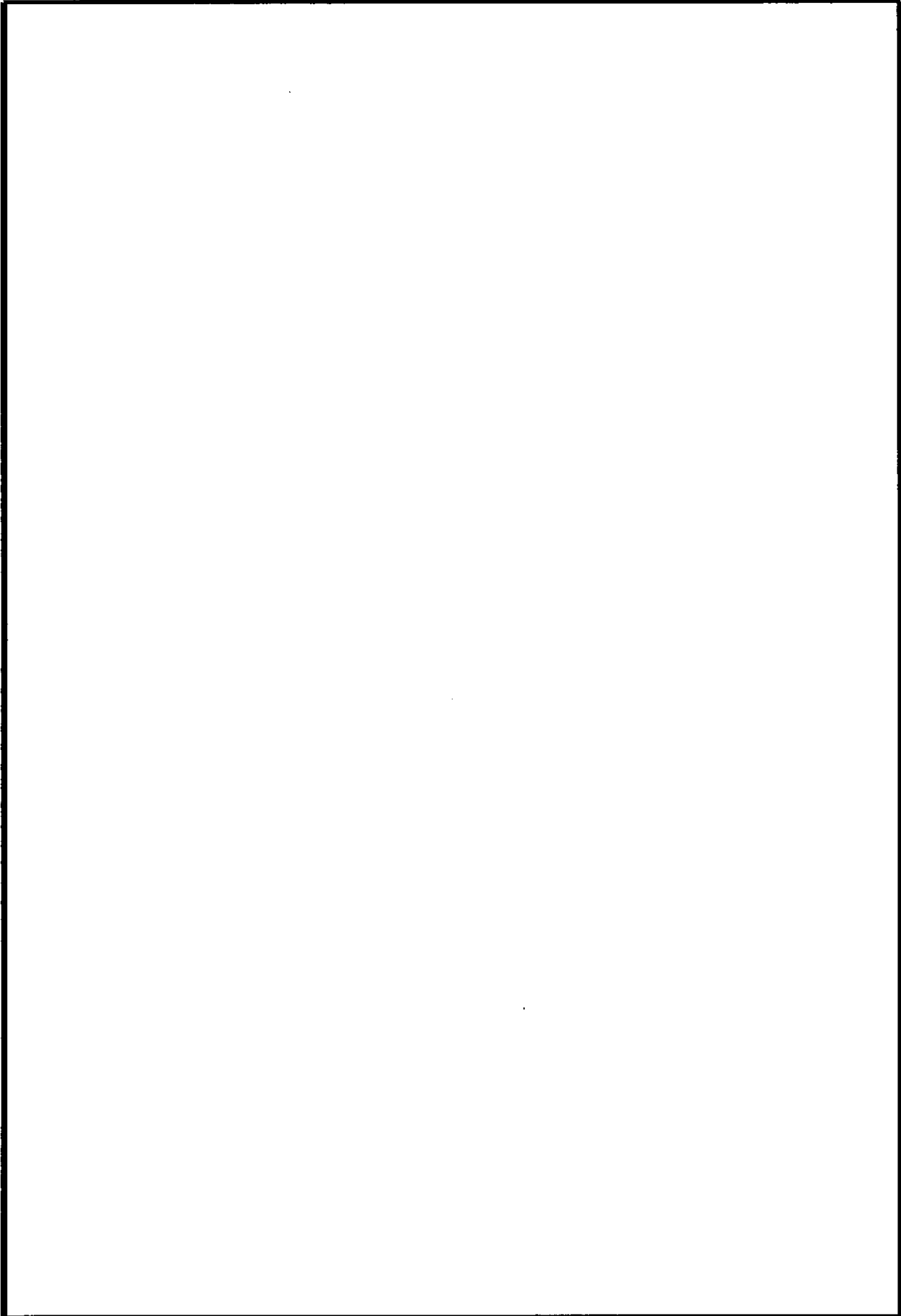
消火栓配置図並びに手動消火の対象となる

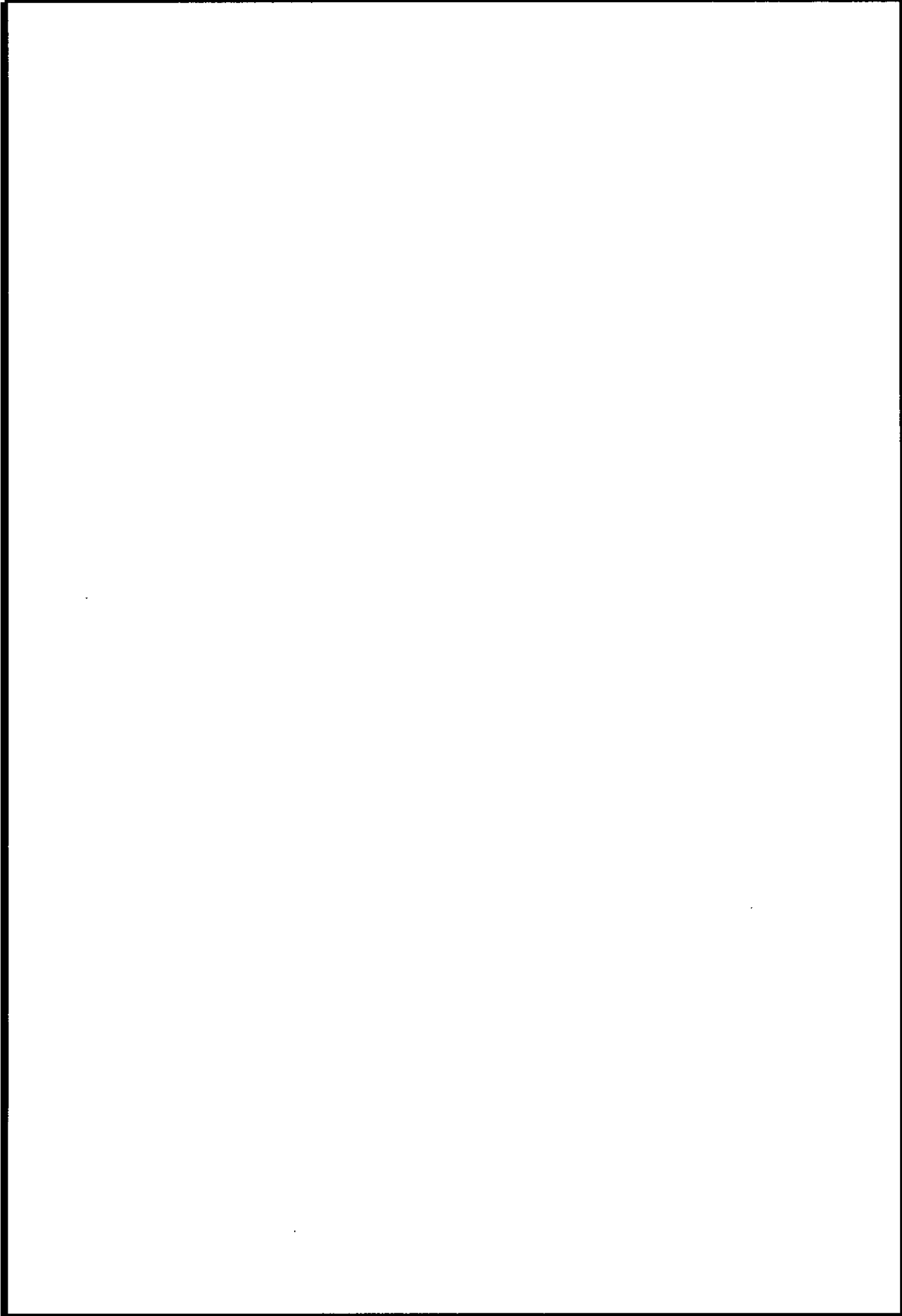
低耐震クラス機器リスト

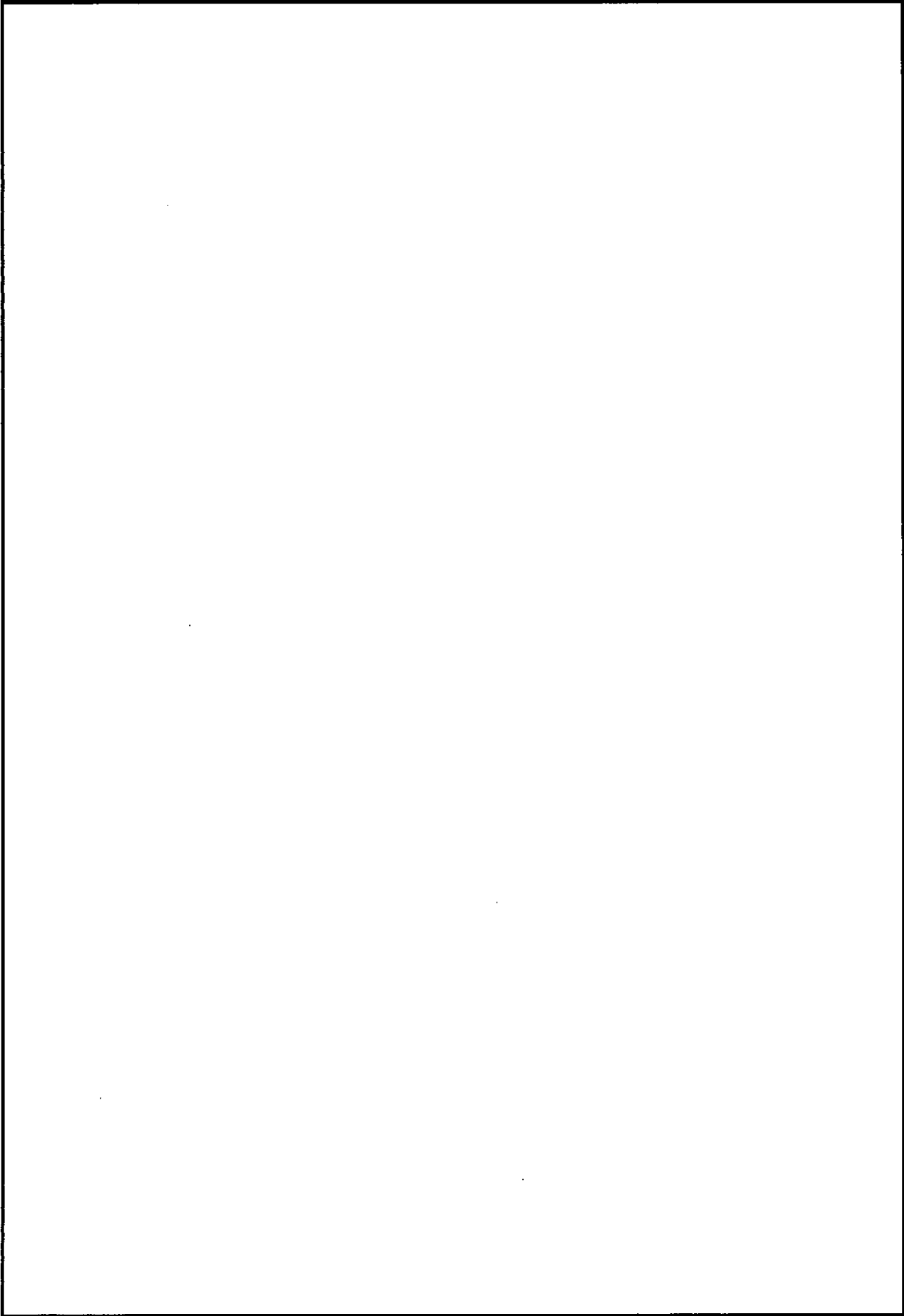


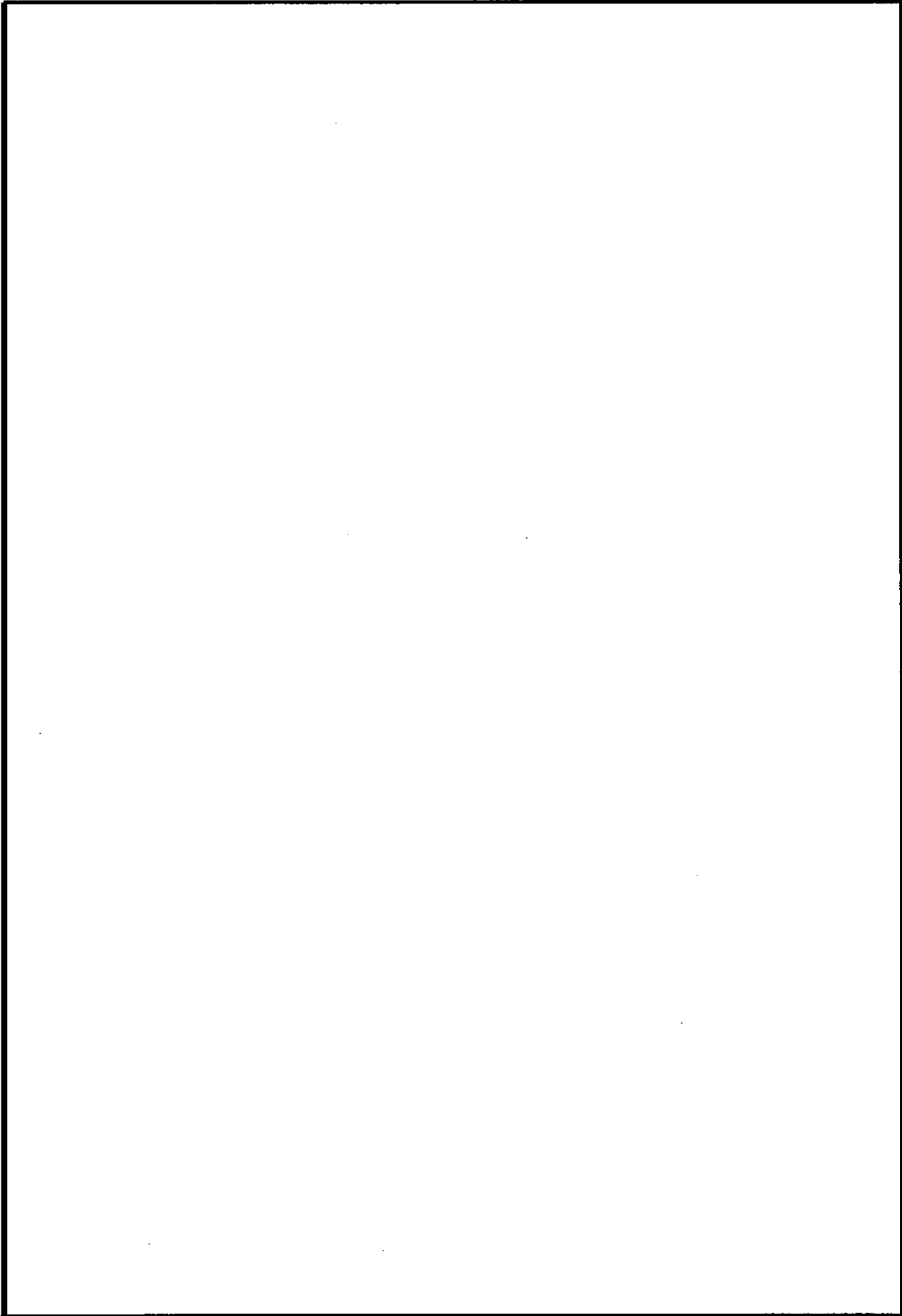


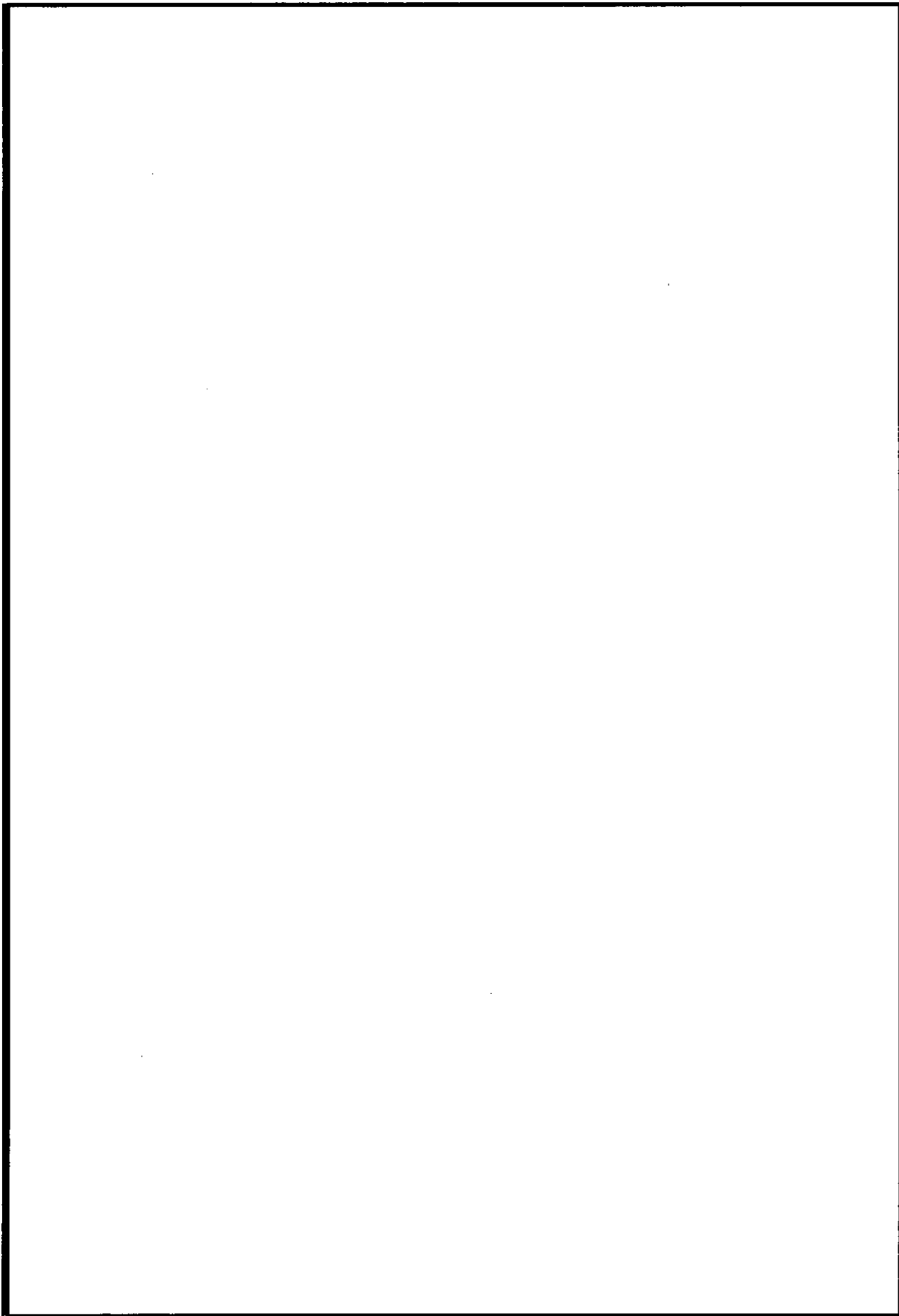


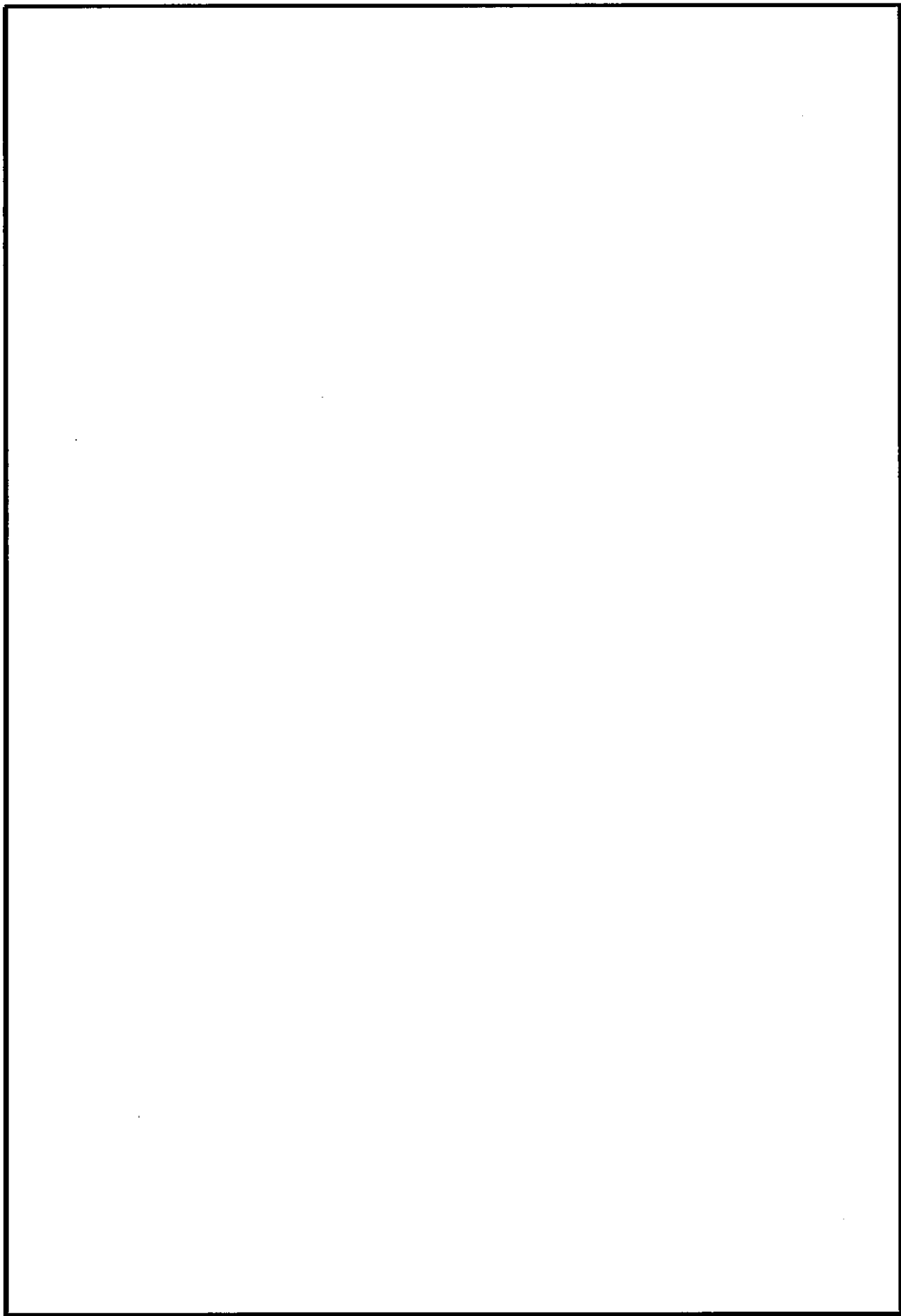


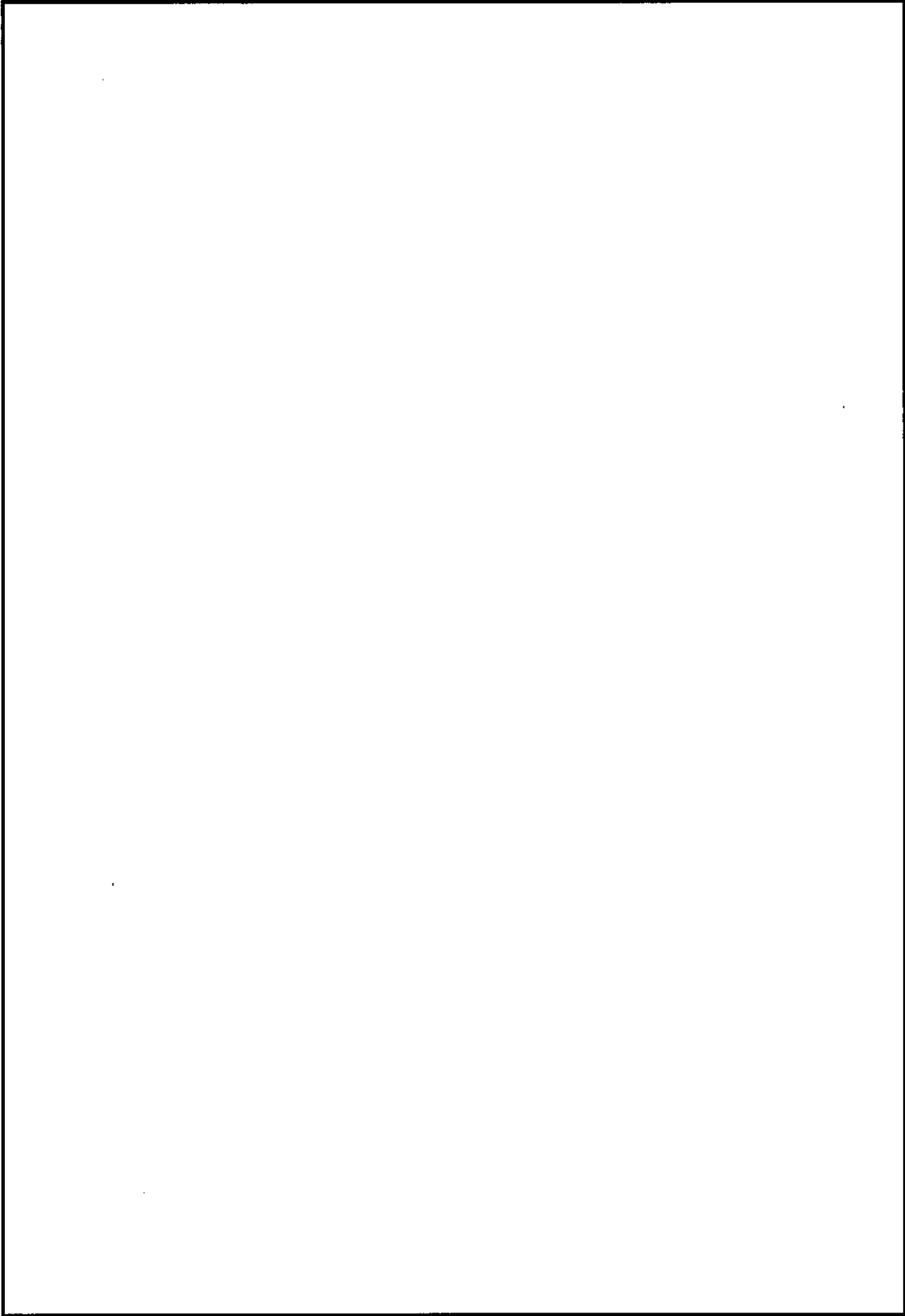


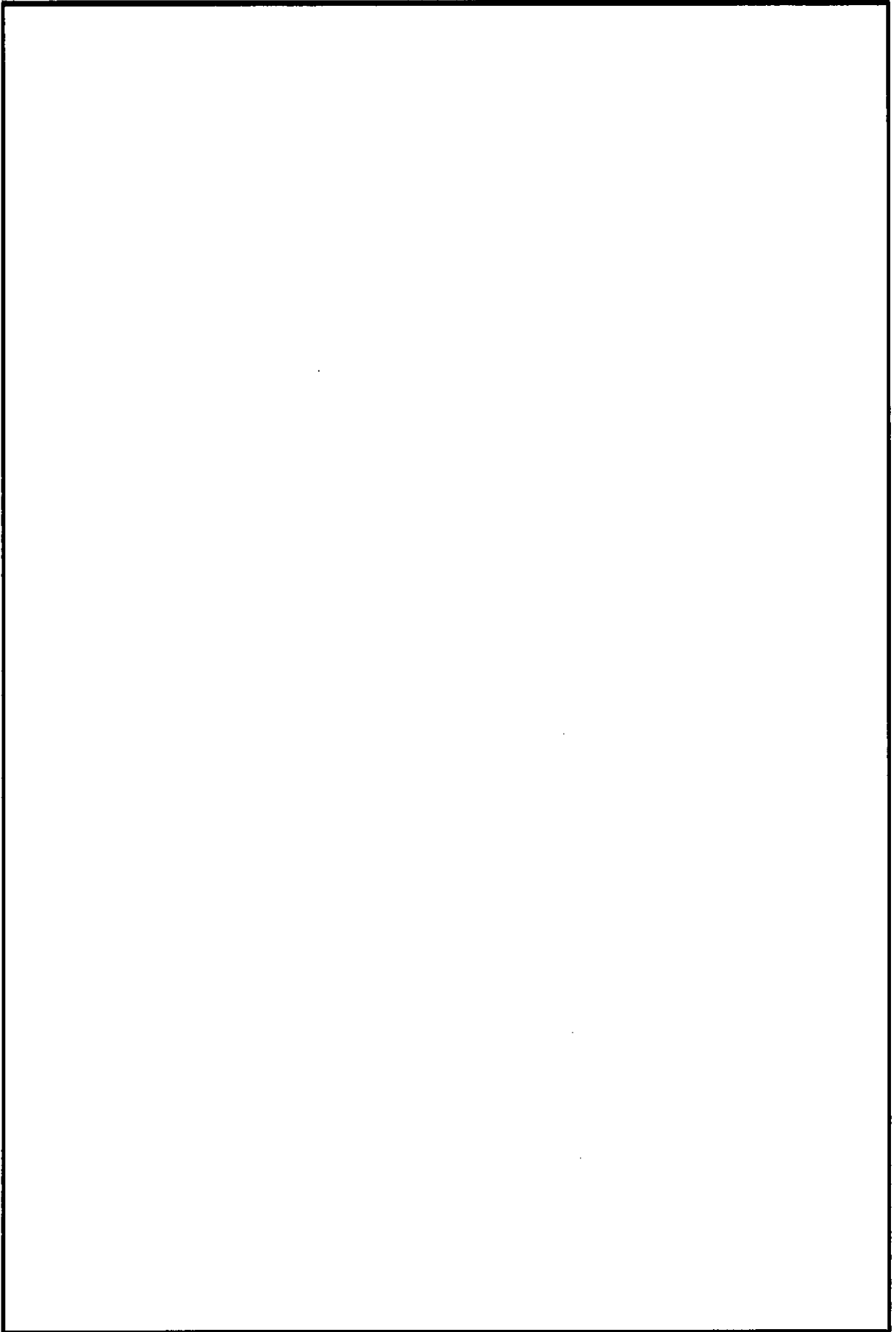












第1表 手動消火対象となる低耐震クラスの油内包器及び電源盤について

| 部屋番号 | 部屋名称 | 消火設備の耐震クラス | 耐震 BC クラスの油内包機器及び電源盤 | 備考 |
|-----------|----------------|-----------------------------------|---|--|
| R-B2-2 | B 2 階通路 | 固縛(消火器) | — | 不燃材, 難燃材で構成されており火災荷重を低く抑えられることから消火器により対応可能 |
| R-B1-2(1) | B 1 階通路 | 局所固定式消火設備 (Ss 機能維持) 固縛(消火器) | MCC2C-3 MCC2C-5 直流 125V MCC2A-1 | 電源盤に対して Ss 機能維持された固定式消火設備を設置 |
| R-B1-2(2) | B 1 階通路 | 局所固定式消火設備 (Ss 機能維持) 固縛(消火器) | CRD ポンプ (耐震評価対象) MCC2D-3 MCC2D-5 | Ss 機能維持された局所固定式消火設備を設置。機器自体についても耐震評価を実施 電源盤に対して Ss 機能維持された固定式消火設備を設置 |
| R-B1-3 | R H R 熱交換器 B 室 | 固縛(消火器) | — | 不燃材, 難燃材で構成されており火災荷重を低く抑えられることから消火器により対応可能 |
| R-1-2(1) | 1 階通路 | 固縛(消火器) | — | 不燃材, 難燃材で構成されており火災荷重を低く抑えられることから消火器により対応可能 |
| R-1-2(2) | 1 階通路 | 固縛(消火器) | — | 不燃材, 難燃材で構成されており火災荷重を低く抑えられることから消火器により対応可能 |
| 屋上 | DG 室屋上 | 移動式消火設備 (転倒評価) | — | 不燃材, 難燃材で構成されており火災荷重を低く抑えられることから消火器により対応可能 地震時には移動式消火設備にて対応とし, 車両については地震に対しては転倒しないよう評価・対策を図る。 |
| R-2-3(1) | 2 階通路 | 固縛(消火器) | — | 不燃材, 難燃材で構成されており火災荷重を低く抑えられることから消火器により対応可能 |
| R-2-3(2) | 2 階通路 | 固縛(消火器) | — | 不燃材, 難燃材で構成されており火災荷重を低く抑えられることから消火器により対応可能 |
| R-2-4 | C U W ポンプ B 室 | 固縛(消火器) | C U W ポンプ B (耐震評価対象) | 不燃材, 難燃材で構成されており火災荷重を低く抑えられることから消火器により対応可能 |
| R-2-5 | C U W 配管室 | 固縛(消火器) | — | 不燃材, 難燃材で構成されており火災荷重を低く抑えられることから消火器により対応可能 |
| R-2-7 | M S トンネル室 | 固縛(消火器) | — | 不燃材, 難燃材で構成されており火災荷重を低く抑えられることから消火器により対応可能 |
| C-2-2 | 中央制御室 | 固縛(消火器) | — | 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 |
| R-3-1(1) | 3 階通路 | 局所固定式消火設備 (Ss 機能維持) 固縛(消火器) | PLR-HPU(B) (設計上耐震 S クラス) MCC2C-7 MCC2C-8 | Ss 機能維持された局所固定式消火設備を設置 機器の耐震性は確認済 電源盤に対して Ss 機能維持された固定式消火設備を設置 |
| R-3-2(2) | 3 階通路 | 局所固定式消火設備 (Ss 機能維持) 固縛(消火器) | PLR-HPU(A) (設計上耐震 S クラス) MCC2D-7 MCC2D-8 | Ss 機能維持された局所固定式消火設備を設置 機器の耐震性は確認済 |

| 部屋番号 | 部屋名称 | 消火設備の耐震クラス | 耐震 BC クラスの油内包機器及び電源盤 | 備考 |
|----------|--------------------|----------------------------------|--|--|
| R-4-3(1) | 4階通路 | 局所固定式消火設備 (Ss機能維持) 固縛(消火器) | 直流 125V MCC2A-2 MCC2C-9 | 電源盤に対して Ss 機能維持された固定式消火設備を設置 |
| R-4-3(2) | 4階通路 | 局所固定式消火設備 (Ss機能維持) 固縛(消火器) | MCC2D-9 | 電源盤に対して Ss 機能維持された固定式消火設備を設置 |
| 屋上 | C/B 屋上エリア | 固縛(消火器) | — | 不燃材, 難燃材で構成されており火災荷重を低く抑えられることから消火器により対応可能 |
| R-5-4 | 5階通路 (SLCポンプ側) | 局所固定式消火設備 (Ss機能維持) 固縛(消火器) | SLC ポンプ (設計上耐震 S クラス) | Ss 機能維持された局所固定式消火設備を設置 機器の耐震性は確認済 |
| R-6-1 | オペレーティングフロア | 固縛(消火器) | 原子炉建屋クレーン (耐震評価対象) 燃料取替機 (耐震評価対象) | 耐震評価実施 なお, 当該機器は通常時電源切のため火災の発生は考えにくく, 使用時は作業員が常駐することから, 消火器による初期消火活動が可能 |
| RW-B1-3 | B1 階北側通路 | 固縛(消火器) | — | 不燃材, 難燃材で構成されており火災荷重を低く抑えられることから消火器により対応可能 |
| RW-B1-4 | B1 階中央通路 | 固縛(消火器) | — | 不燃材, 難燃材で構成されており火災荷重を低く抑えられることから消火器により対応可能 |
| 0-1 | CST エリア | 固縛(消火器) | CST サンプポンプ | 不燃材, 難燃材で構成されており火災荷重を低く抑えられることから消火器により対応可能 |
| 0-2 | 海水ポンプ室北側 | 移動式消火設備 (転倒評価)) | — | 不燃材, 難燃材で構成されており火災荷重を低く抑えられることから消火器により対応可能 地震時には移動式消火設備にて対応とし, 車両については地震に対しては転倒しないよう評価・対策を図る。 |
| 0-3 | 海水ポンプ室南側 | 移動式消火設備 (転倒評価)) | — | 不燃材, 難燃材で構成されており火災荷重を低く抑えられることから消火器により対応可能 地震時には移動式消火設備にて対応とし, 車両については地震に対しては転倒しないよう評価・対策を図る。 |
| 0-4 | DG-2C ルーフベントファン室 | 固縛(消火器) | — | 不燃材, 難燃材で構成されており火災荷重を低く抑えられることから消火器により対応可能 |
| 0-5 | DG-2D ルーフベントファン室 | 固縛(消火器) | — | 不燃材, 難燃材で構成されており火災荷重を低く抑えられることから消火器により対応可能 |
| 0-6 | DG-HPCS ルーフベントファン室 | 固縛(消火器) | — | 不燃材, 難燃材で構成されており火災荷重を低く抑えられることから消火器により対応可能 |
| 0-7 | C/S 屋上 | 固縛(消火器) | — | 不燃材, 難燃材で構成されており火災荷重を低く抑えられることから消火器により対応可能 |

添付資料 10

東海第二発電所における
移動式消火設備について

東海第二発電所における移動式消火設備について

1. 設計概要

発電所内の火災時の初期消火として、化学消防車 1 台、水槽付消防ポンプ車 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、水または水と泡消火薬剤とを混合希釈した泡消火も可能とする。

また、水槽付消防ポンプ車(第 1 図)は、2000 リットル容量の水槽を有していることから、消火用水の確保が厳しい状況での消火活動に有効である。

これらの移動式消火設備には、消火栓や防火水槽等から給水し、車両に積載しているホースにより、約 400m の範囲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、発電所構内に配置している専属消防チームにて実施する。



化学消防自動車



水槽付消防ポンプ車

第 1 図 化学消防自動車及び水槽付消防ポンプ車

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 I 型 | 水槽付消防ポンプ自動車 |
| 消火剤 | 消火剤 | 水又は泡水溶液 | 水 |
| | 水槽 薬槽容量 | 水槽：1500リットル 薬槽：300リットル | 2000リットル |
| | 消火原理 | 冷却及び窒息及び連鎖反応 | 冷却 |
| | 薬液濃度 | 3% | — |
| | 消火剤の特徴 | 水：消火剤の確保が容易 泡：油火災に有効 | 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 | 水：2.8m ³ /min 以上 (泡消火について、薬液濃度維持のため0.8m ³ /min) | 2.8m ³ /min 以上 |
| | 放水圧力 | 0.85MPa | 0.7MPa |
| | ホース長 | 20m×20 本 | 20m×22 本 |
| | 水槽への給水 | 消火栓 防火水槽 ろ過水貯蔵タンク 多目的タンク | 消火栓 防火水槽 ろ過水貯蔵タンク 多目的タンク |
| 配備台数 | | 1 台 | 1 台 |
| 配備場所 | | 南側保管場所 | 西側保管場所 |

添付資料 11

東海第二発電所における

原子炉建屋通路部の消火方針について

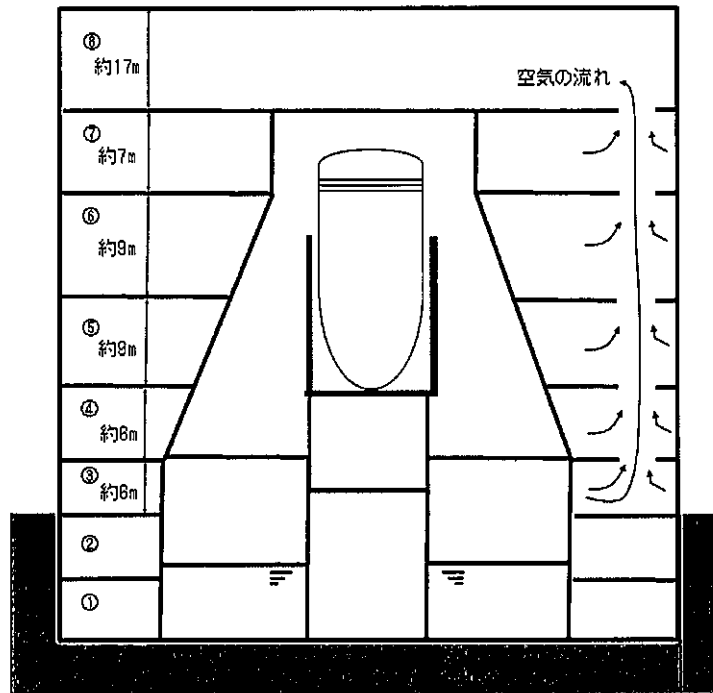
東海第二発電所における原子炉建屋通路部の消火方針について

1. 概要

東海第二発電所の原子炉建屋通路部について、建屋内のレイアウトの特徴と、火災発生時の対応方針について以下に示す。

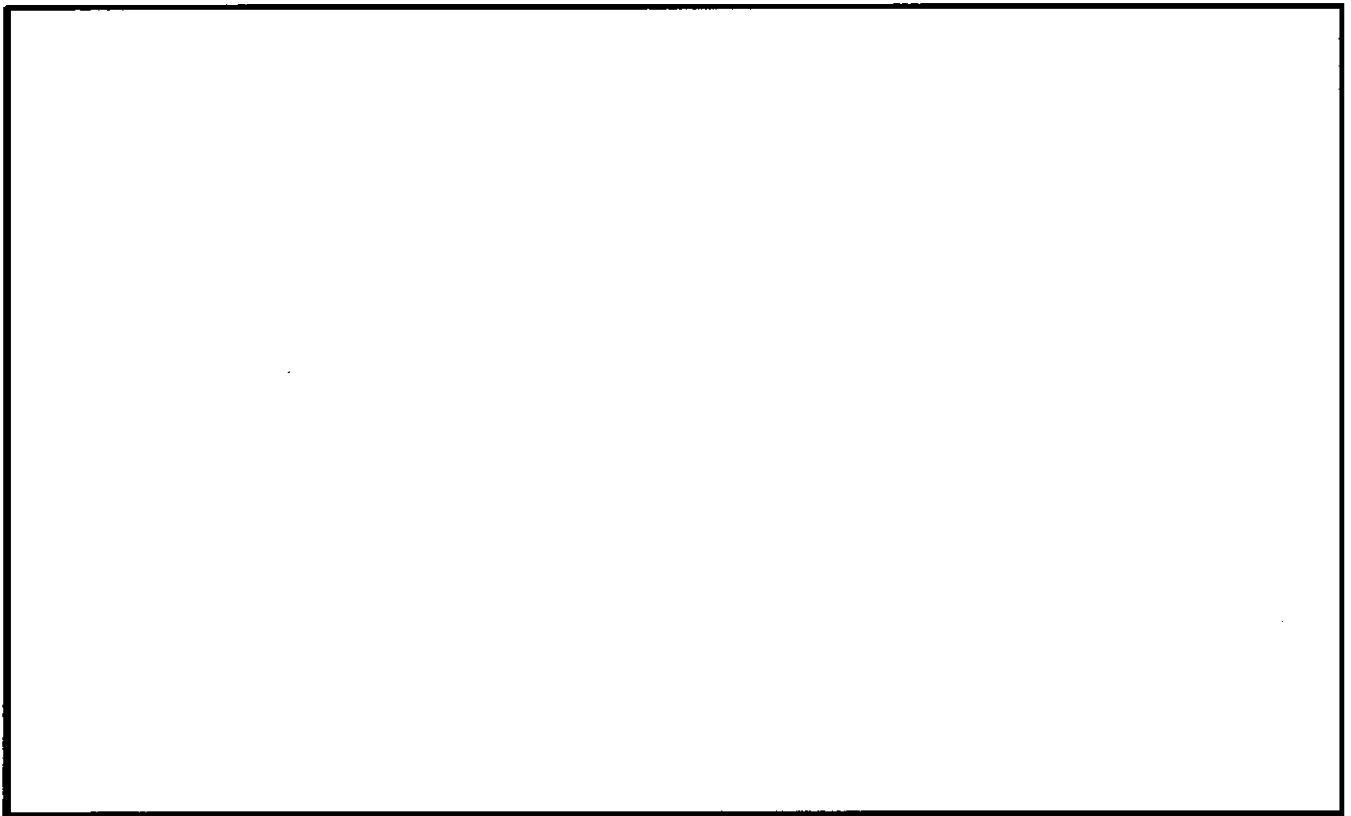
2. 原子炉建屋内のレイアウト

東海第二発電所における原子炉建屋通路部の特徴についてレイアウトを踏まえ第1図に原子炉建屋の断面図を、第2図に原子炉建屋通路部の特徴を示す。





第1図 原子炉建屋断面図)

①原子炉建屋地下2階，②原子炉建屋地下1階

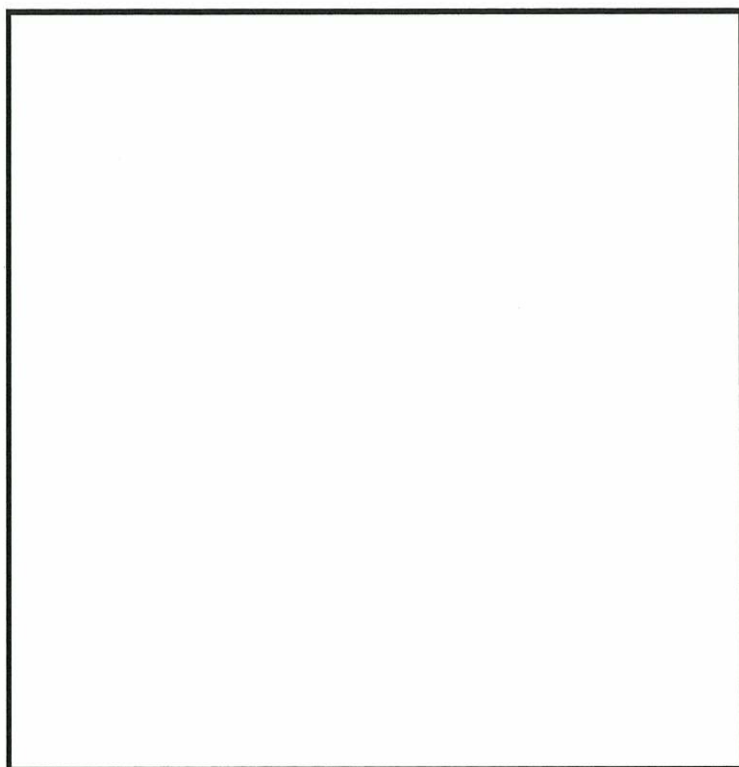


第1図 原子炉建屋通路部の特徴 (その1)

 対象エリア (通路部)
 機器ハッチ (開口部)

8 条-別添 1-資料 6-添付 11-2

③原子炉建屋1階



対象エリア (通路部)
機器ハッチ (開口部)



1階機器ハッチ開口状況

第1図 原子炉建屋通路部の特徴 (その2)

④原子炉建屋2階



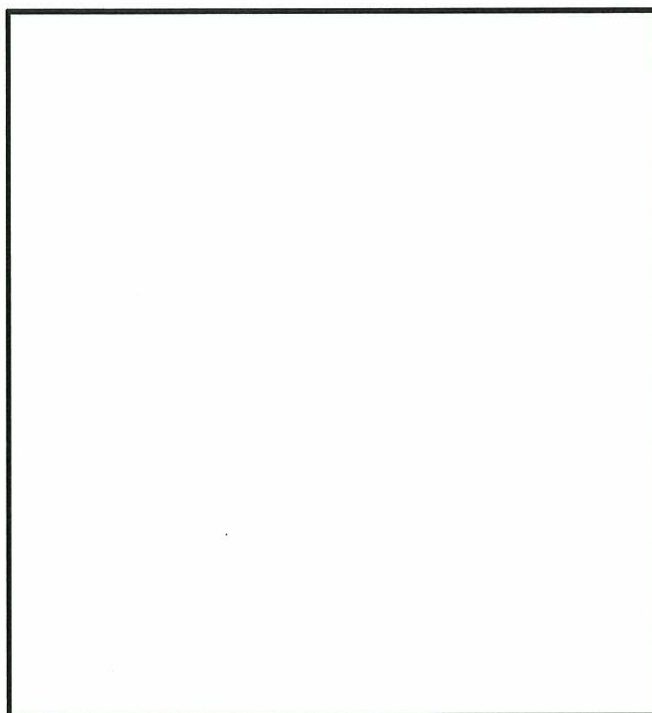
対象エリア（通路部）
機器ハッチ（開口部）



1階から2階機器ハッチ開口状況

第1図 原子炉建屋通路部の特徴 (その3)

⑤原子炉建屋3階



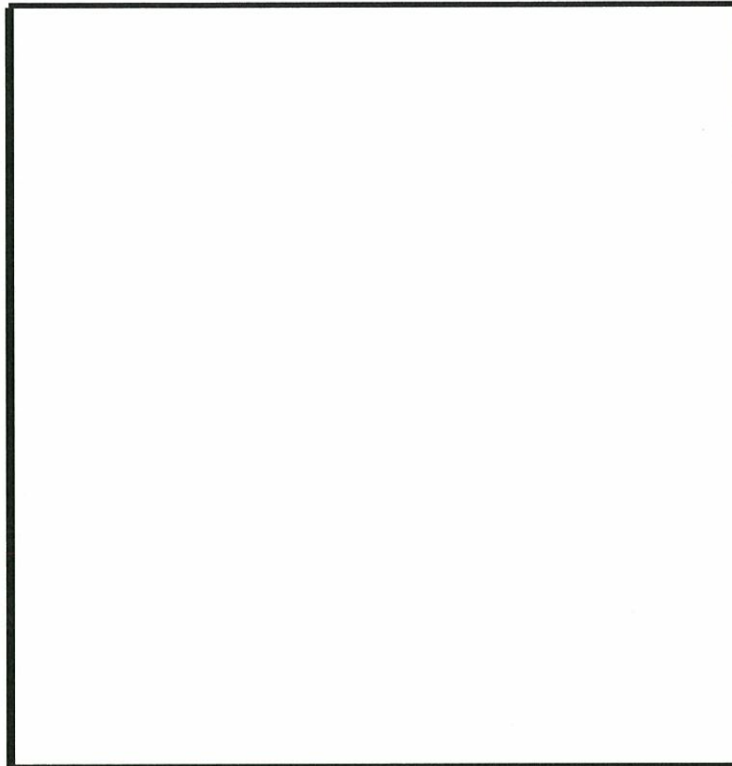
対象エリア (通路部)
機器ハッチ (開口部)



2階から3階機器ハッチ開口状況

第1図 原子炉建屋通路部の特徴 (その4)

⑥原子炉建屋4階



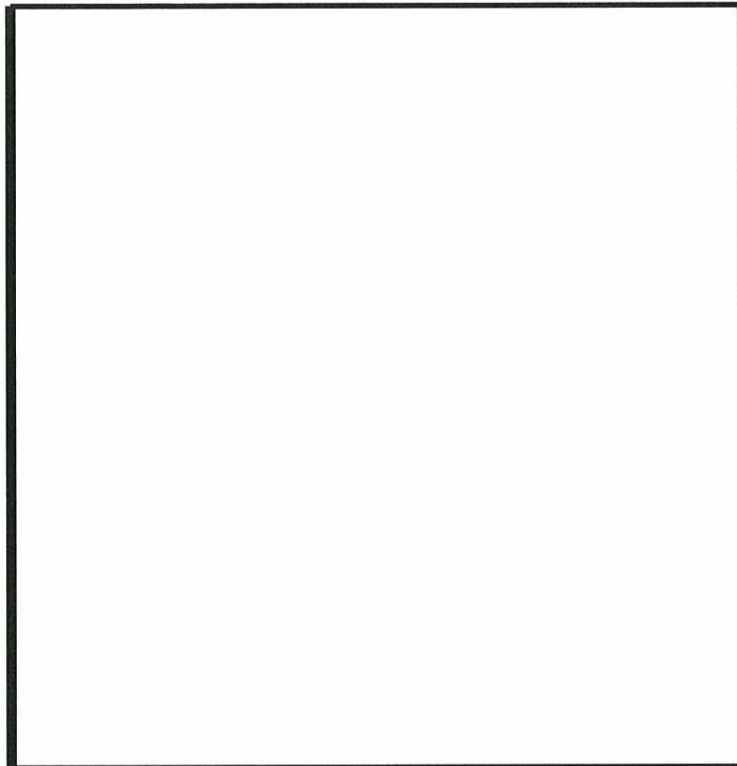
対象エリア (通路部)
機器ハッチ (開口部)



3階から4階機器ハッチ開口状況

第1図 原子炉建屋通路部の特徴 (その5)

⑦原子炉建屋5階



対象エリア (通路部)
機器ハッチ (開口部)

⑧原子炉建屋6階



対象エリア (通路部)
機器ハッチ (開口部)

第1図 原子炉建屋通路部の特徴 (その6)

3. 原子炉建屋内の通路部における火災発生時の対応方針

3.1 原子炉建屋内通路部の特徴

2. 原子炉建屋内のレイアウトで示したとおり，東海第二発電所の原子炉建屋通路部は，大部分の階層で周回できる通路となっている。また，その床面積は原子炉建屋6階で最大で1319㎡と大きい。さらに階層間は機器ハッチで開口部が存在し，水素対策として通常から開状態となる。

3.2 原子炉建屋内通路部への全域消火による消火設備の設置検討

原子炉建屋通路部に対する消火方法として，全域消火方式となる全域ガス消火設備及びスプリンクラー設備について設置を検討した。

(1) 原子炉建屋通路部における全域ガス消火設備の評価

全域ガス消火設備は，不活性ガス消火設備，ハロゲン化物消火設備に大別される。またそれぞれに使用する主な薬剤は，第1表のとおりある。

第1表 全域ガス消火設備と消火ガスの種類

| 消火設備 | 不活性ガス消火設備 | | | | ハロゲン化物消火設備 | | | |
|---------|-----------|--------|-------|----|------------|-----------|--------|-----------|
| 消火ガスの種類 | 二酸化炭素 | IG-541 | IG-55 | 窒素 | ハロン1301 | HFC-227ea | HFC-23 | FK-5-1-12 |

第1表に示す消火ガスを使用する全域ガス消火設備は，火災防護に係る審査基準の要求2.2.1(2)①のとおり，原子炉建屋通路部が煙の充満等により消火活動が困難となっても消火が可能な設備である。

また，火災防護に係る審査基準の要求2.2.1(2)⑤では，消火設備は，火災の炎，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，系統または機器に悪影響をおよぼ

さないように設置することが要求される。第1表の消火ガスは機器に対し悪影響をおよぼさないことを確認している。さらに、火災防護に係る審査基準2.2.1(2)⑩、⑪の要求では、全域ガス消火設備は、故障警報を中央制御室に吹鳴する設計とするとともに、外部電源喪失時に機能を失わないよう電源を確保することが必要となる。

一方で、全域ガス消火設備の消防法施行規則上の要求事項を第2表に整理する。

第2表 消防法施行規則上の要求事項の整理

| 消火設備 | 消火ガスの種類 | 消防法施行規則の要求事項 |
|------------|----------------------------------|--|
| 不活性ガス消火設備 | 二酸化炭素 | 【19条第5項第4号イ(ロ)】 階高の2/3以下にある開口部は消火剤放射前に閉鎖できる自動閉鎖装置を設ける |
| | IG-541 IG-55 窒素 | 【19条第5項第4号ロ】 消火剤放射前に閉鎖できる自動閉鎖装置を設ける |
| ハロゲン化物消火設備 | ハロン1301 | 【20条第3項第一号イ(ロ)】 階高の2/3以下にある開口部は消火剤放射前に閉鎖できる自動閉鎖装置を設ける |
| | HFC-227ea HFC-23 FK-5-1-12 | 【20条第4項第2の2号】 防護区画の面積が1000㎡以上には適用不可 【20条第4項第2の4号ロ】 消火剤放射前に閉鎖できる自動閉鎖装置を設ける |

原子炉建屋通路部には床面積1000㎡を超える階層があり、ハロゲン化物消火設備のうちHFC-227ea、HFC-23、FK-5-1-12は、第2表のとおり適用不可である。

また、不活性ガス消火設備である二酸化炭素、窒素は、消火設備作動時及び万が一の誤作動時に消火ガスが原子炉建屋通路部に侵入し窒息という人身安全上の問題がある。ハロン1301についても火災発生時に消火ガスを原子炉建屋通路部に放出することを想定すると、比重の重い気体であるため、フロアレベルに滞留し人身に対し安全上の懸念が否定できない

以上より、全域ガス消火設備の採用は優先順位として低いと評価する。

(2) 原子炉建屋通路部におけるスプリンクラー設備の評価

スプリンクラー設備は、火災発生時に火災発生場所及びその周辺に消火水を噴霧し冷却することにより消火を行うものである。

原子炉建屋通路部の上部にはケーブルトレイが布設されているため、スプリンクラー設備はこれを網羅するよう原子炉建屋通路部全域に設置することとなる。

スプリンクラー設備は、火災防護に係る審査基準2.2.1(2)①の要求にあるとおり、原子炉建屋通路部がけむの充満等により消火活動が困難となっても消火が可能な設備である。

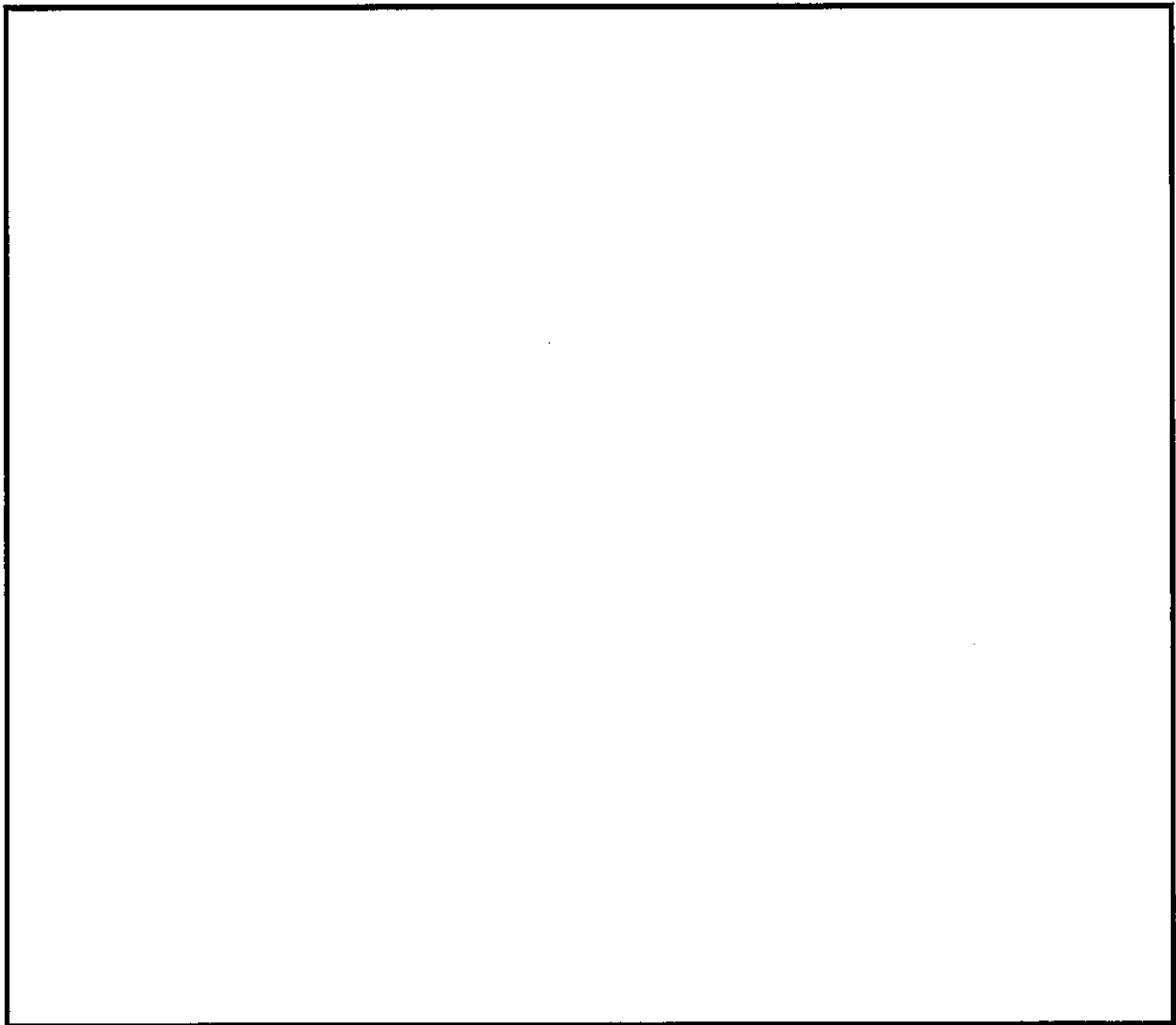
また、火災防護に係る審査基準2.2.1(2)⑤では、消火設備は火災の火炎、熱による直接的な影響のみならず、煙、流出流体、断線、爆発等による二次的影響が安全機能を有する構築物、系統または機器に悪影響をおよぼさないように設置することが要求されている。したがって、スプリンクラー設備では作動時に発生する水について内部溢水への影響を評価し問題ないことを確認するとともに、スプリンクラー設備の作動により安全機能を有する機器等が被水する場合には、被水による影響を防止するための対策を講じることが必要となる。さらに、火災防護に係る審査基準2.2.1(2)⑩、⑪の要求のとおり、スプリンクラー設備は、故障警報を中央制御室に吹鳴する設計にするとともに、外部電源喪失時に機能を失わないよう電源を確保することが必要となる。

一方で、原子炉建屋通路部にはケーブルトレイや安全機能を有する電源盤が設置されている(第2図)。万が一、ケーブルトレイや盤で火災が発生しスプリンクラー設備が作動、水噴霧をした場合、噴霧による滞留した水を伝って作業員等が感電する可能性がある。また、原子炉建屋通路部の安全機能を有する機器等の被水対策により、当該機器の監視、操作性等に影響をおよぼ

す可能性が否定できない。

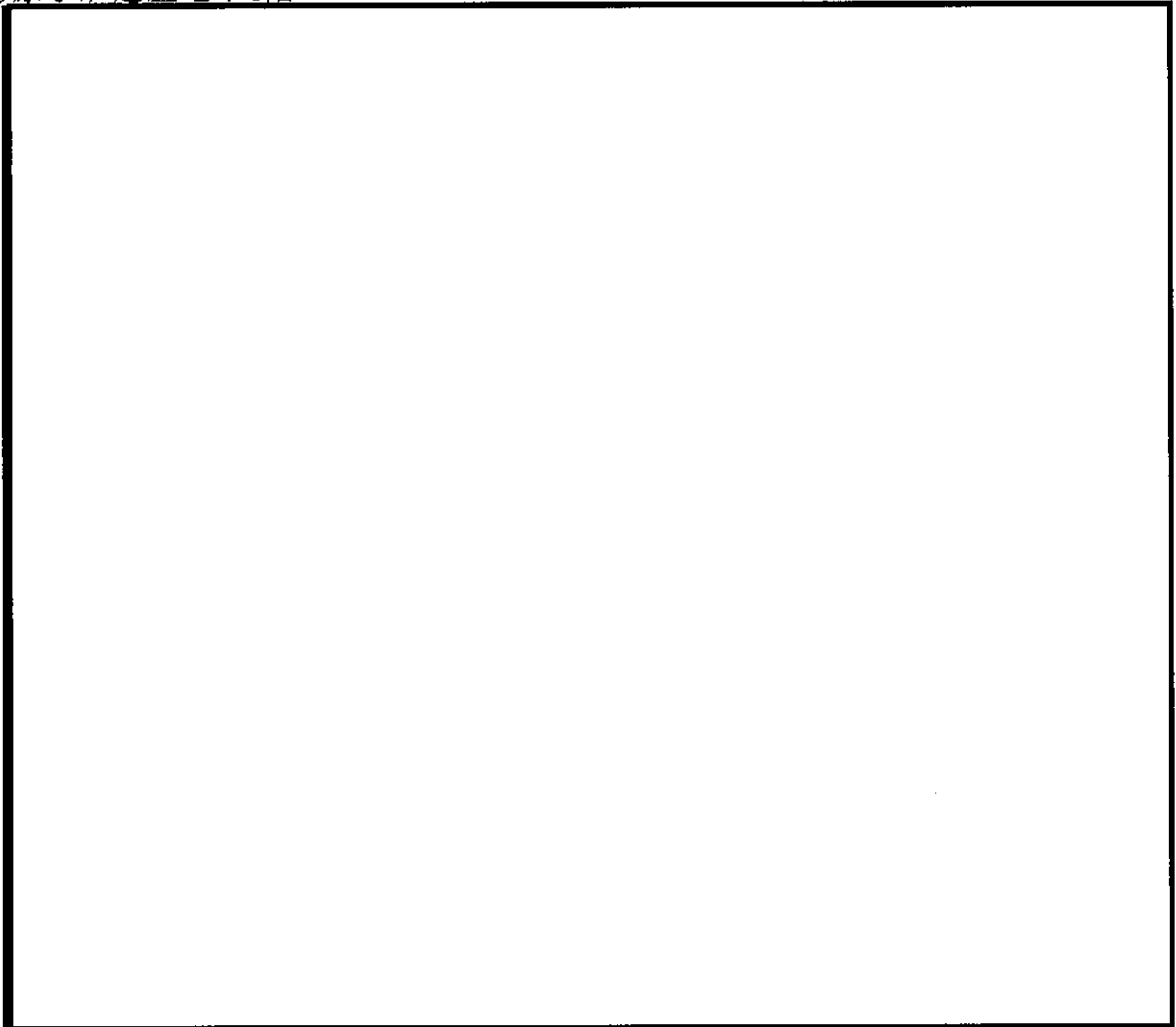
以上のことから、スプリンクラー設備の採用は優先順位として低いと評価する。

①原子炉建屋地下2階



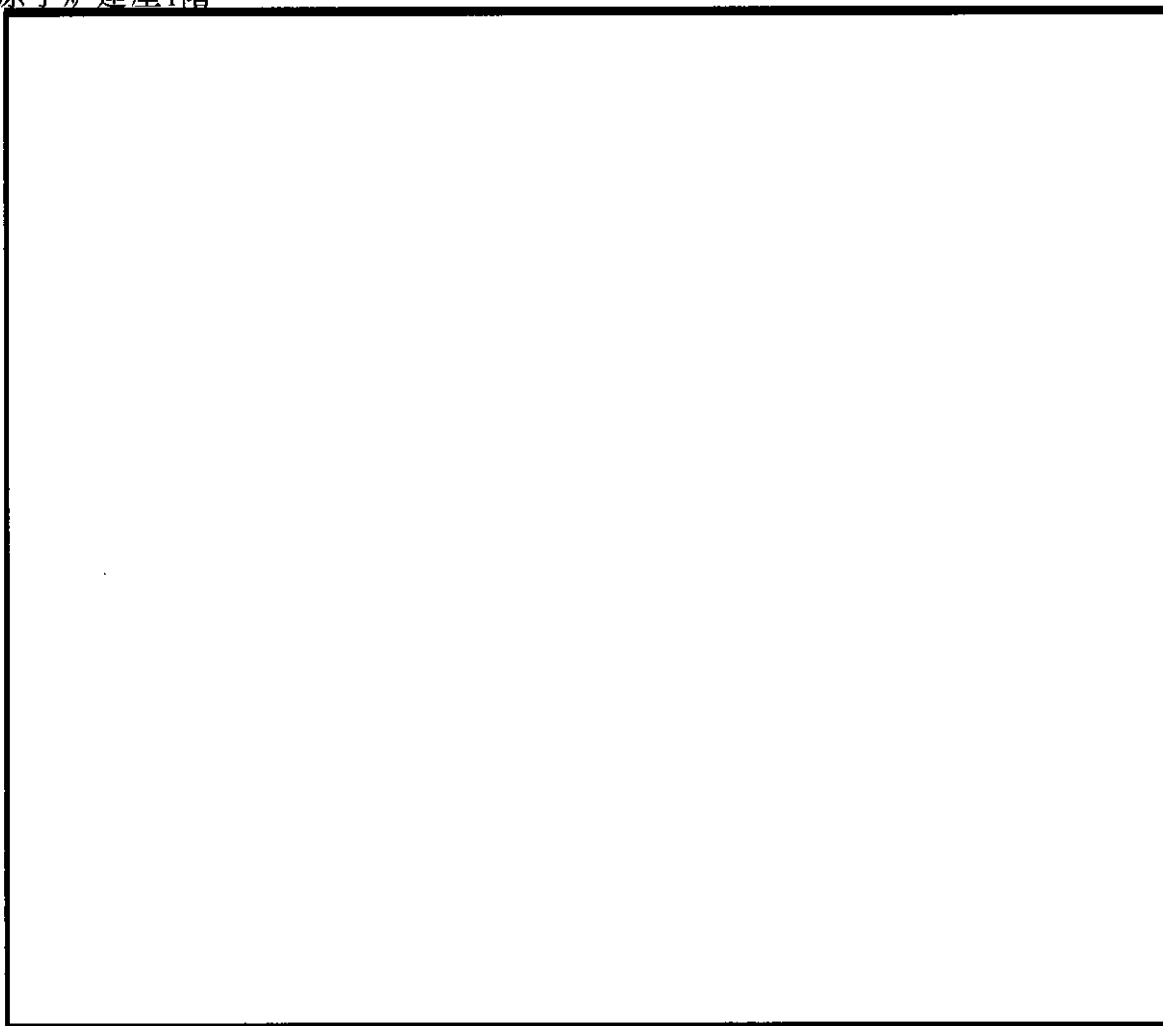
第2図 原子炉建屋通路部のケーブルトレイ・電源盤の配置(その1)

②原子炉建屋地下1階



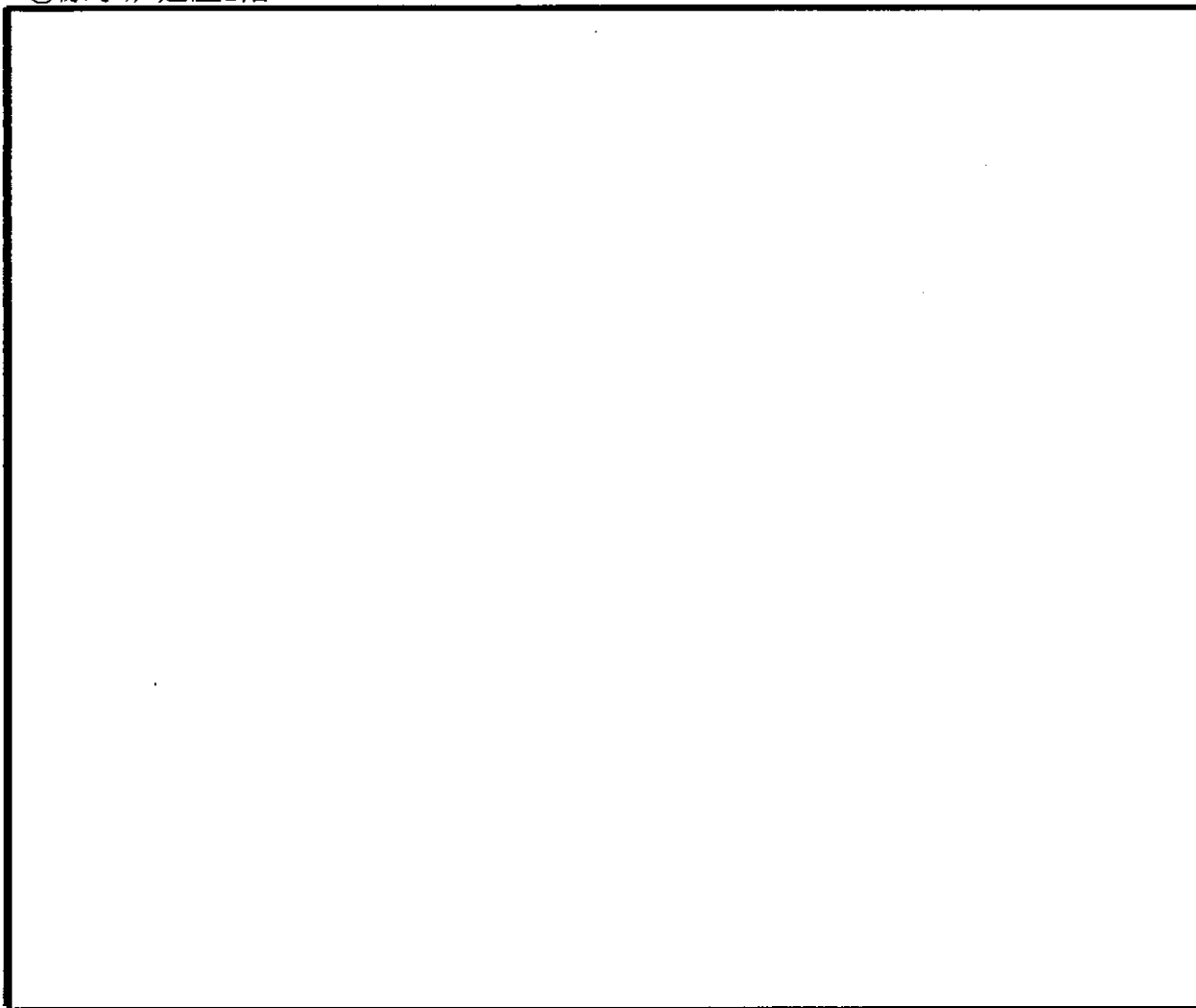
第2図 原子炉建屋通路部のケーブルトレイ・電源盤の配置(その2)

③原子炉建屋1階



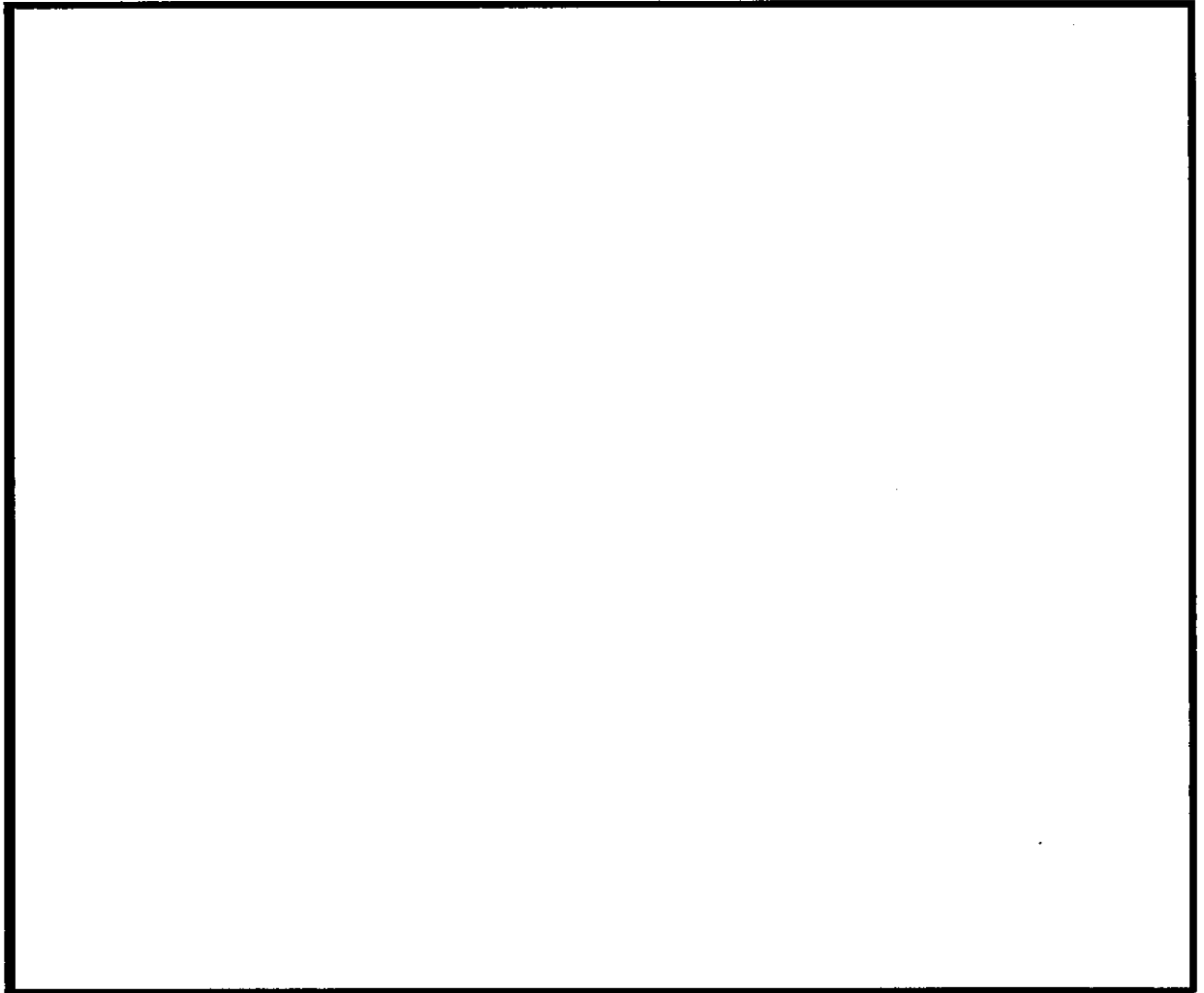
第2図 原子炉建屋通路部のケーブルトレイ・電源盤の配置(その3)

④原子炉建屋2階



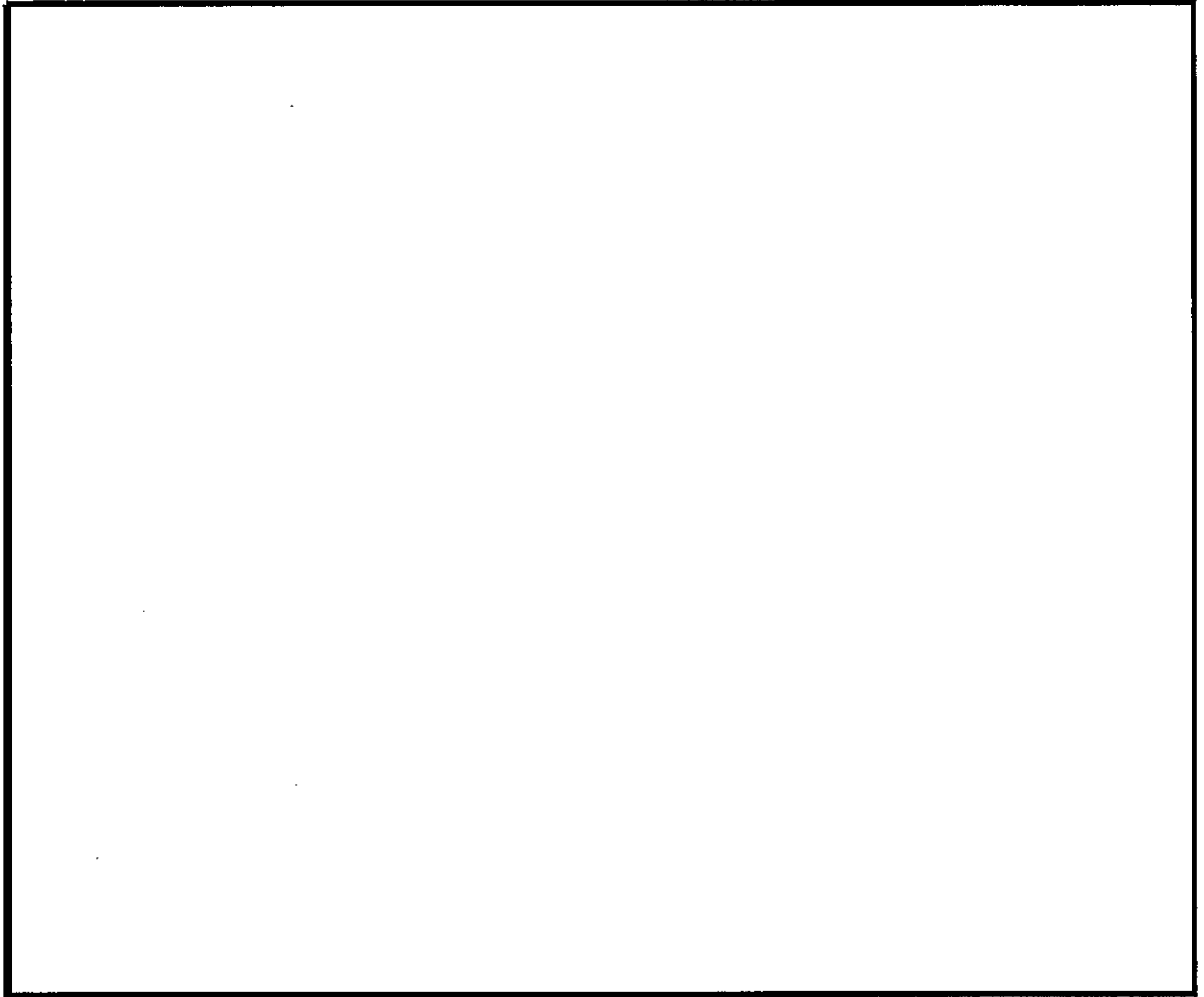
第2図 原子炉建屋通路部のケーブルトレイ・電源盤の配置 (その4)

⑤原子炉建屋3階



第2図 原子炉建屋通路部のケーブルトレイ・安全系盤の配置(その5)

⑥原子炉建屋4階



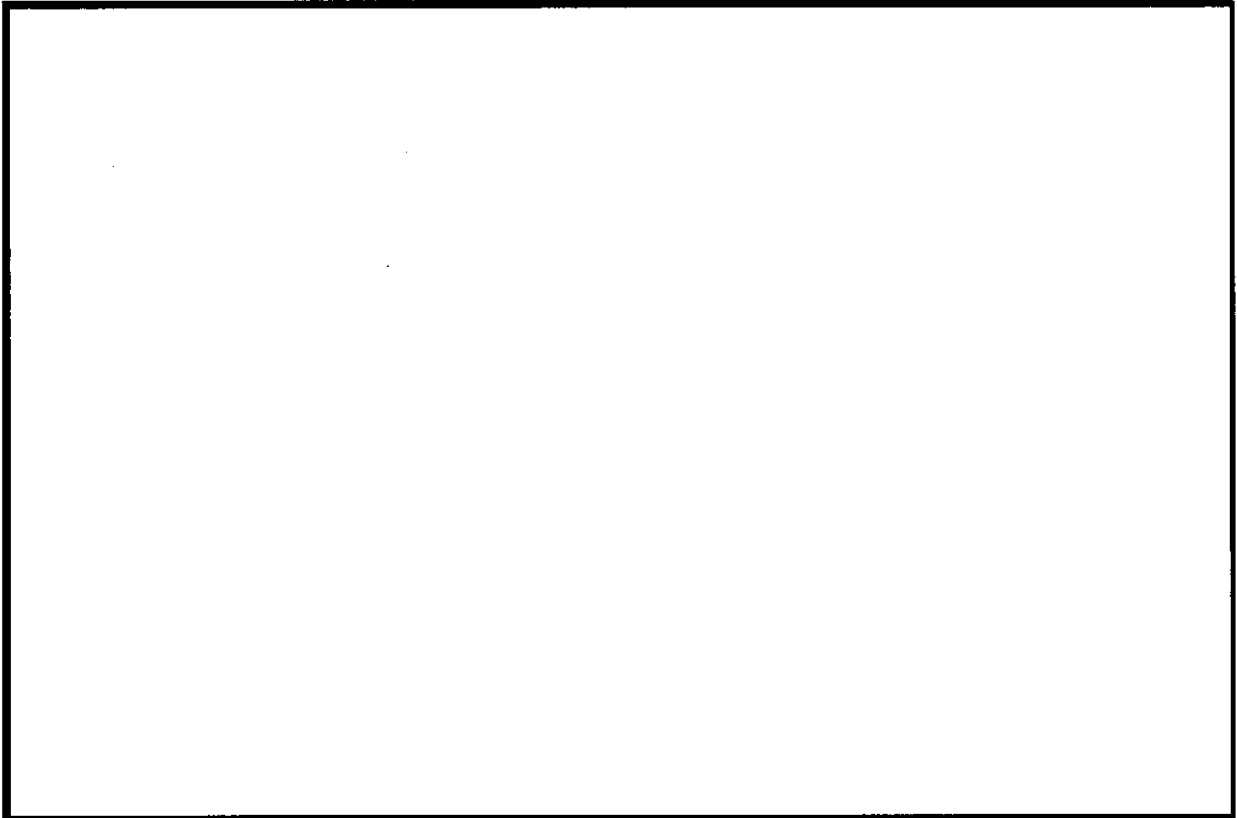
第2図 原子炉建屋通路部のケーブルトレイ・安全系盤の配置 (その6)

⑦原子炉建屋5階



第2図 原子炉建屋通路部のケーブルトレイ・安全系盤の配置 (その7)

⑧原子炉建屋6階



第2図 原子炉建屋通路部のケーブルトレイ・安全系盤の配置 (その8)

3.3原子炉建屋通路部における局所消火の検討

3.1, 3.2において原子炉建屋通路部に対し全域ガス消火設備及びスプリンクラー設備の採用は優先順位として低いと評価したことから、原子炉建屋通路部における局所消火の採用について検討する。

(1)原子炉建屋通路部における油内包機器に対する局所消火の検討

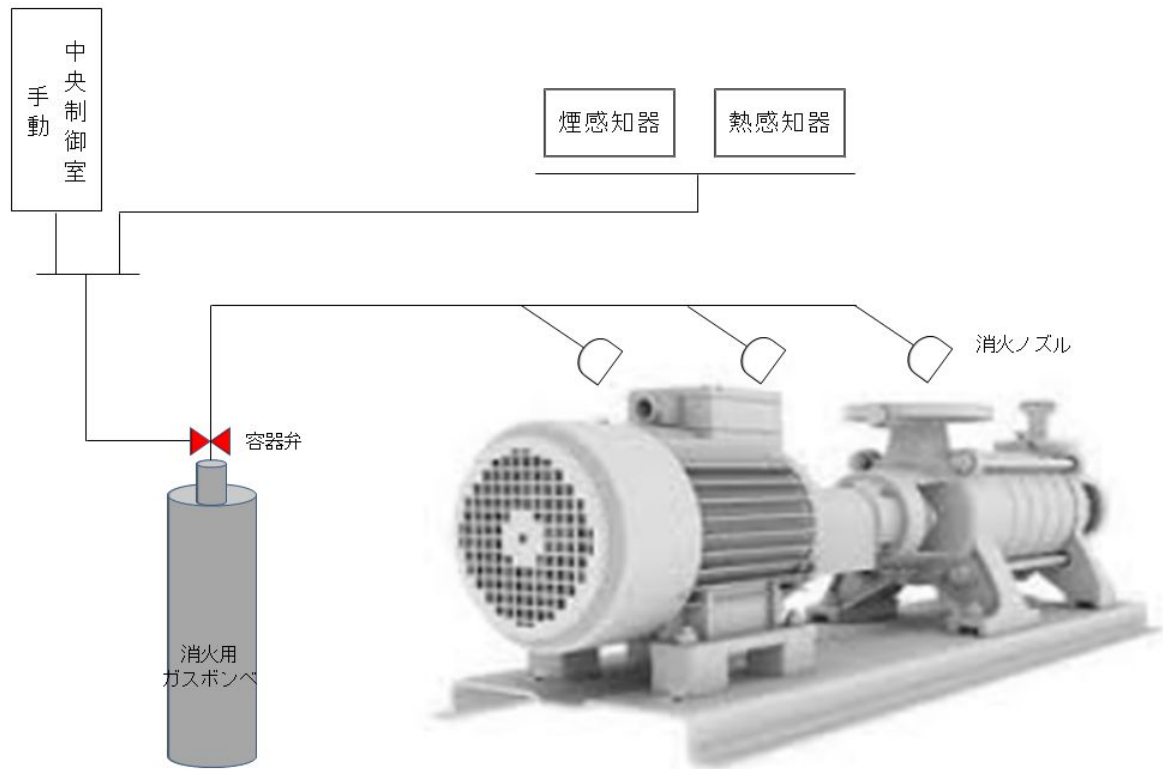
原子炉建屋通路部にある油内包機器は、主なものとしてCRDポンプ、制御油発生装置(HPU)、冷凍機、PLR-MGセット(低速度用電源装置)、SLCポンプがある。これらのポンプに内包する潤滑油が燃焼した場合は煙が発生する可能性がある。

したがって、油内包機器には迅速な消火が必要であり、固定式の局所消火設備の消火剤のうち、ガス消火剤は他の機器に対し悪影響をおよぼすおそれ小さいことから、油内包機器には固定式の局所ガス消火設備を設置する。

固定式の局所ガス消火設備は、火災防護に係る審査基準2.2.1(2)①の要求にあるとおり、原子炉建屋通路部が煙の充満等により消火活動が困難となっても、自動又は中央制御室からの遠隔手動によって消火が可能な設備とする。

また、火災防護に係る審査基準2.2.1(2)⑤の要求では、消火設備は火災の火炎、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、系統または機器に悪影響をおよぼさないように設置することとされている。固定式の局所ガス消火設備は、消火剤としてハロン1301を使用し、ハロン1301が機器に悪影響をおよぼさないことを確認している。さらに、火災防護に係る審査基準2.2.1(2)⑩、⑪の要求にあるとおり、固定式の局所ガス消火設備は、故障警報を中央制御室に吹鳴する設計とし、外部電源喪失時に機能を失わないよう電源を確保することが必要となる。

油内包機器に対する固定式の局所ガス消火設備の概要を第3図に示す。



第3図 固定式のガス消火設備の概要

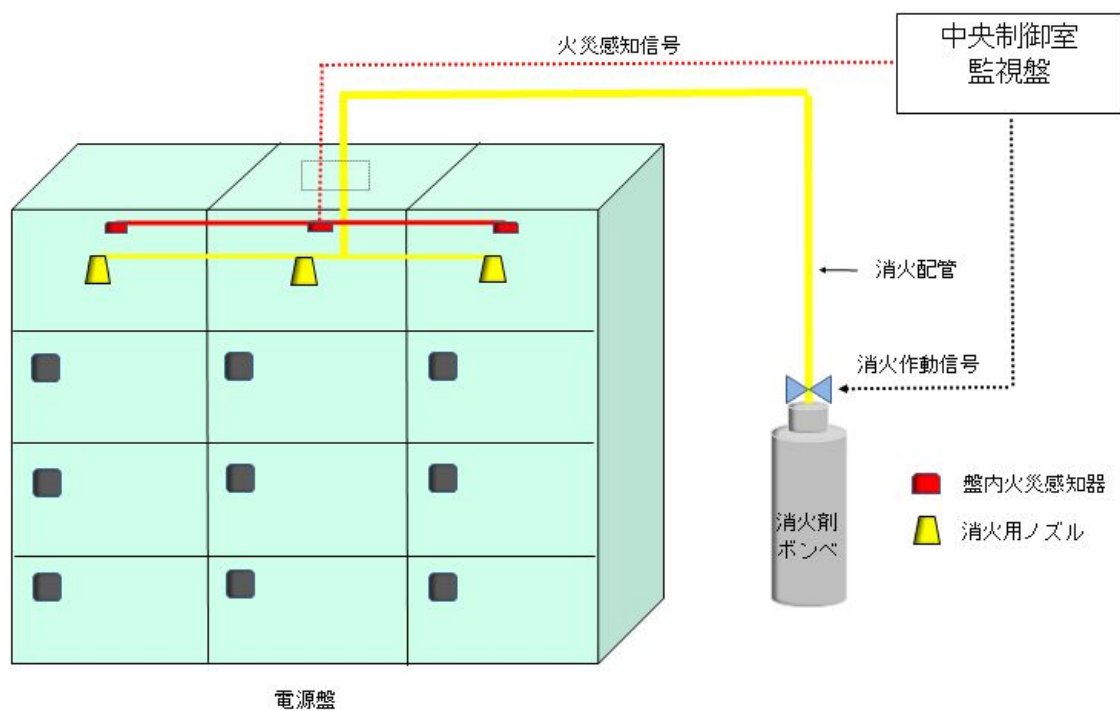
(2) 原子炉建屋通路部における電源盤に対する局所消火の検討

原子炉建屋通路部に設置される電源盤は、過電流保護装置が設置され、当該電源盤で過電流が継続し火災が発生するおそれはない。しかしながら、万一、電源盤で火災が発生した場合に速やかな消火が可能となるように、固定式の局所ガス消火設備を設置する。

電源盤に対する固定式の局所ガス消火設備は、火災防護に係る審査基準2.2.1(2)①の要求にあるとおり、原子炉建屋通路部が煙の充満等により消火活動が困難となっても、自動又は中央制御室からの遠隔手動により消火が可能な設備とする。

また、火災防護に係る審査基準2.2.1(2)⑤では、消火設備は火災の火炎、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、系統または機器に悪影響をおよぼさないように設置することとされている。電源盤に対する固定式の局所ガス消火設備は、ハロン1301またはFK-5-1-12を使用し、ハロン1301またはFK-5-1-12が機器に悪影響をおよぼさないことを確認している。さらに、火災防護に係る審査基準2.2.1(2)⑩、⑪の要求にあるとおり、電源盤に対する固定式の局所ガス消火設備は、故障警報を中央制御室に吹鳴する設計とし、外部電源喪失時に機能を失わないよう電源を確保することが必要となる。

電源盤に対する固定式の局所ガス消火設備の概要を第4図に示す。



第4図 電源盤に対する固定式の局所ガス消火設備の概要

(3) 原子炉建屋通路部におけるケーブルトレイに対する局所消火の検討

原子炉建屋通路部に設置されるケーブルは、可燃物量として大きく、ケーブルにて火災が発生した場合は速やかな消火が必要である。ケーブルを布設するケーブルトレイに対する局所の消火方法としては、固定式の泡消火設備、固定式ガス消火設備、消火活動による消火がある。

ケーブルトレイに対する固定式消火設備は、火災防護に係る審査基準2.2.1(2)①の要求にあるとおり、原子炉建屋通路部が煙の充満等により消火活動が困難となっても、自動又は中央制御室からの遠隔手動により消火が可能な設備とする。

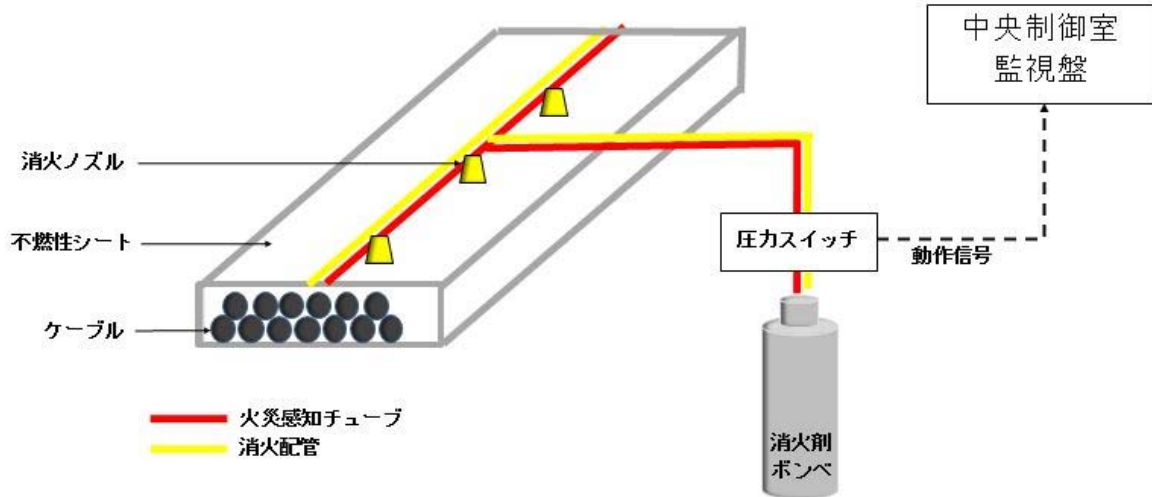
また、火災防護に係る審査基準2.2.1(2)⑤では、消火設備は火災の火炎、熱による直接的な影響のみならず、煙、流出流体、断線、爆発等による二次的影響が安全機能を有する構築物、系統または機器に悪影響をおよぼさないように設置することとされている。

ケーブルトレイに対する局所消火設備としては、ガス消火剤の場合FK-5-1-12があり、本消火剤は機器に対し悪影響がないことを確認している。

泡消火設備の消火剤となる泡水溶液は、泡消火設備の作動時に発生する水量について内部溢水への影響を評価し問題ないことを確認するとともに、泡消火設備の作動により安全機能を有する機器等が被水する場合には、被水による影響を防止するための対策を講じることが必要となる。さらに、火災防護に係る審査基準2.2.1(2)⑩、⑪の要求のとおり、泡消火設備は、故障警報を中央制御室に吹鳴する設計にするとともに、外部電源喪失時に機能を失わないよう電源を確保することが必要となる。

以上のことから、原子炉建屋通路部におけるケーブルトレイは、安全機能を有する機器に対する悪影響を考慮し、FK-5-1-12を消火剤とする固定式の局所ガス消火設備を設置する。

ケーブルトレイに対する局所ガス消火設備の概要を第5図に示す。



第5図 ケーブルトレイに対する局所ガス消火設備の概要

(4) その他の可燃物に対する消火方針の検討

原子炉建屋通路部に設置される上記(1)～(3)以外の可燃物は、可燃物が少ないこと、金属筐体・金属被覆の可とう電線管に収納されていることにより、万が一、当該機器及びケーブルで火災が発生したとしても、他の機器で火災が発生することを防止する設計としていること、又は使用时以外は通電せずに発火源とならないような設計とする。したがって、火災が発生するおそれはなく、万が一火災が発生したとしても煙の発生を抑えることから、消火活動が困難とならない。(別紙1)

なお、これらのものに対しては、火災発生時に備え東海第二発電所に常駐する初期消火要員にて消火器等を使用し消火活動を行うものとする。

(5) 原子炉建屋通路部の持込み可燃物管理

原子炉建屋通路部については、持込み可燃物管理を実施する。持込み可燃物管理における火災の発生防止、延焼防止に関する遵守事項は以下のとおり。

- ・ ケーブルトレイ直下への可燃物の仮置きを禁止する。
- ・ 火災区域(区画)において、周囲に火災防護対象機器がない場所に可燃物を仮置きする場合には、不燃シートで覆うまたは金属箱の中に収納するとともに、その近傍には消火器を準備する。
- ・ 火災区域(区画)での作業に伴い、火災防護対象機器近傍に作業場必要な可燃物を持ち込む際には、作業員の近くに置くとともに、休憩時及び作業終了時には火災防護対象機器近傍から移動する。
- ・ 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(区画)は、可燃物の仮置きを禁止する。

なお、原子炉建屋通路部において定期検査中の放射線管理資機材等の設置、仮設分電盤の設置、工事用ケーブル・ホース類等の仮設資機材となる可燃物を設置する場合は、防火監視の強化、可燃性の資機材から6m(火災防護に係る審査基準2.3.1項(2)bで示される水平距離を参考に設定)以内での火気作業禁止といった措置を行い、火災の発生防止、延焼防止も努めることを持込み可燃物の運用管理手順に定める。

(6)まとめ

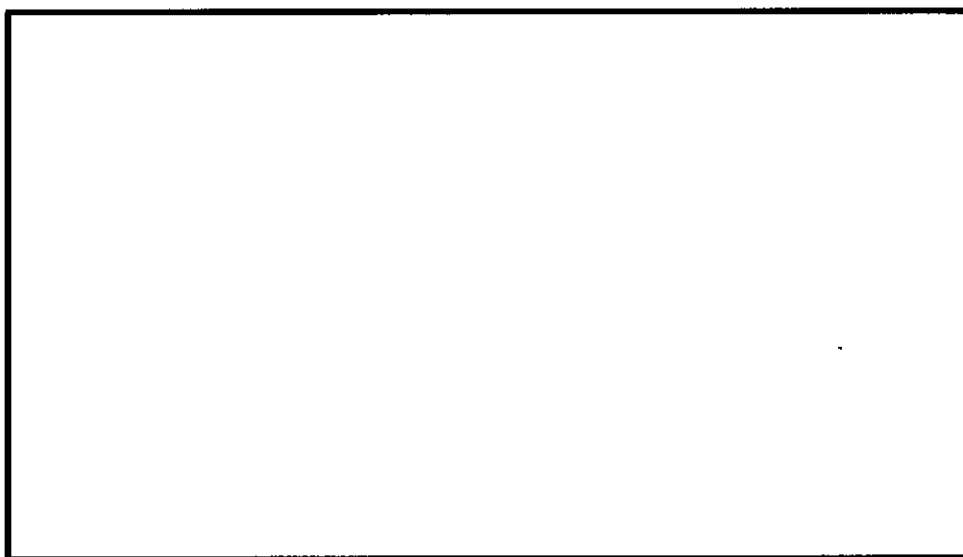
原子炉建屋通路部には資料5で示すとおり異なる2種類の感知器を設置し、主な可燃物に対しては、局所消火方式による固定式消火設備を設置する設計とすることにより、火災発生時に速やかに火災を感知し消火する。その他の可燃物に対しては、煙の発生を抑えるため消火活動が困難とならない。

原子炉建屋通路部において消火活動が困難とならない機器について

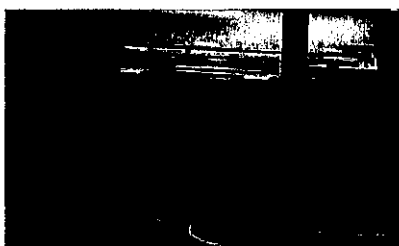
○原子炉建屋地下2階 EV前通路

原子炉建屋地下2階 EV前通路に設置されている機器は、地震加速度検出器、通路上部の電動弁等である。これらは、筐体、金属被覆の可とう電線管に収納していること等により、万が一、当該機器及びケーブルにおける火災が発生しても、他の機器で火災が発生することを防止する設計としている。

また、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。

エリアレイアウト設置されている機器

地震加速度検出器



電動弁



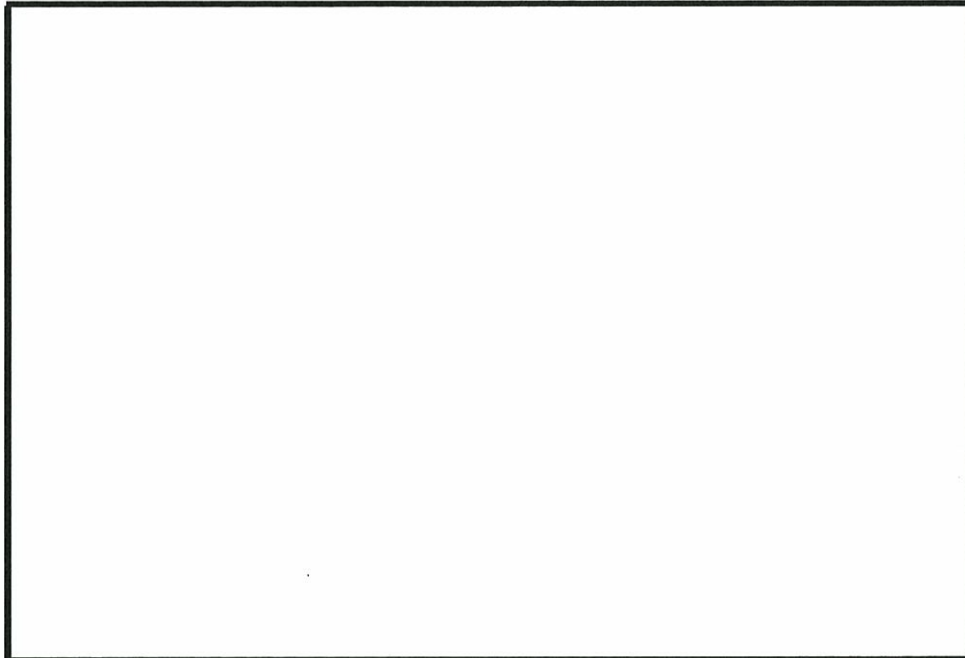
○原子炉建屋地下2階 RCICポンプ前通路

原子炉建屋地下2階 RCICポンプ前通路に設置されている機器は、RCICポンプ、RCICタービン、空調機、電動弁、計器、計器収納箱である。

当該エリアは、固定式消火設備を設置する設計とする。

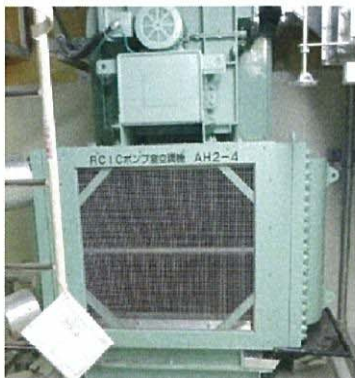
したがって、万が一、当該機器及びケーブルにおける火災が発生しても、他の機器で火災が発生することを防止する防止する設計としている。

エリアレイアウト



設置されている機器

空調機



計器



計器収納箱



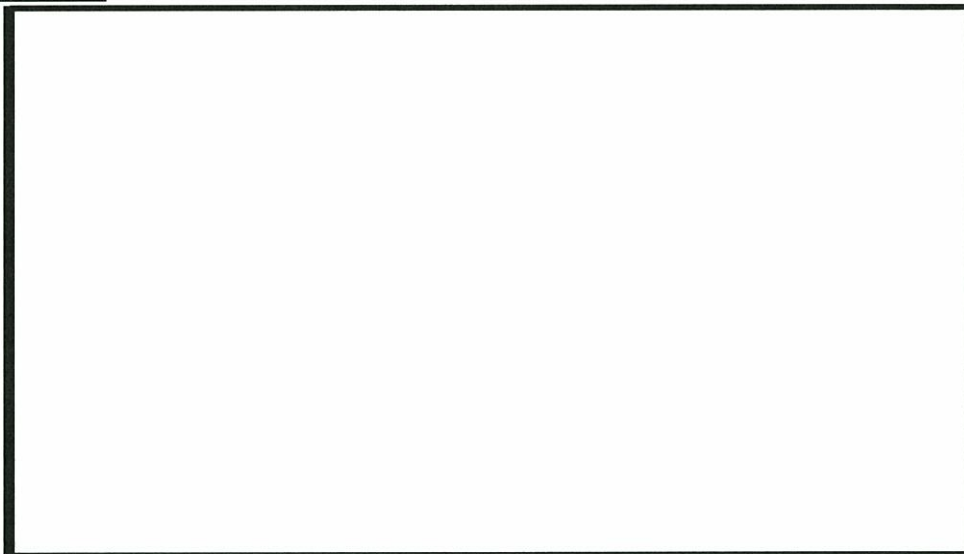
○原子炉建屋地下2階 東側サンプポンプ前通路

原子炉建屋地下2階 東側サンプポンプ前通路に設置されている機器は、サンプポンプである。これらは、筐体、金属被覆の可とう電線管に収納していること等により、万が一、当該機器及びケーブルにおける火災が発生しても、他の機器で火災が発生することを防止する設計としている。

また、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。

なお、通路上部にあるケーブルトレイには、局所ガス消火設備を設置する設計とする。

エリアレイアウト



設置されている機器

サンプポンプ設置状況



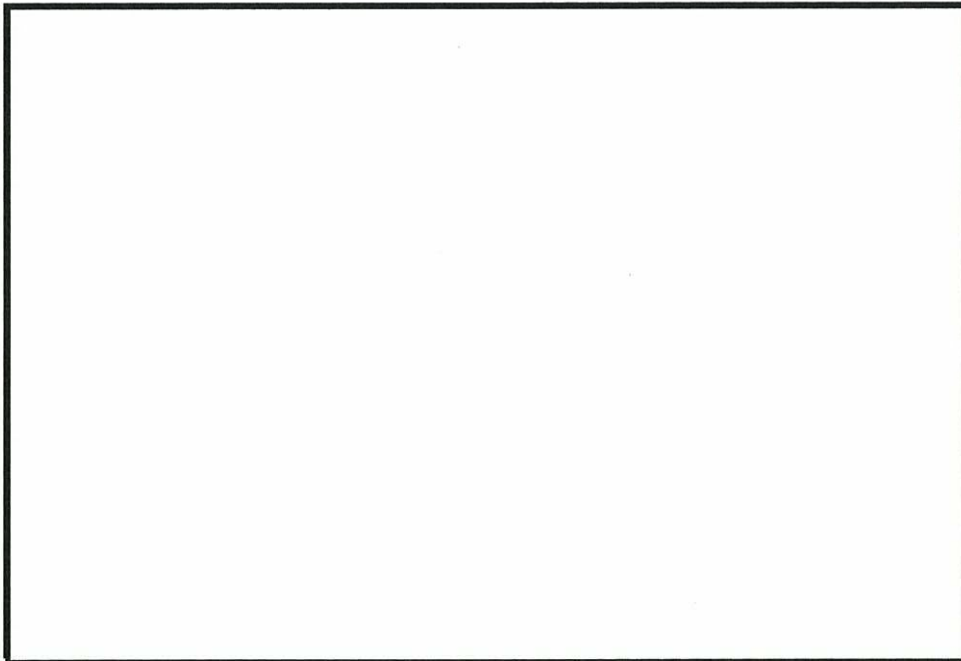
○原子炉建屋地下2階 LPCSポンプ前通路

原子炉建屋地下2階 LPCSポンプ前通路に設置されている機器は、LPCSポンプ、空調機、電動弁、計器である。

当該エリアは、固定式消火設備を設置する設計とする。

したがって、万が一、当該機器及びケーブルにおける火災が発生しても、他の機器で火災が発生することを防止する防止する設計としている。

エリアレイアウト



設置されている機器

空調機



電動弁



計器



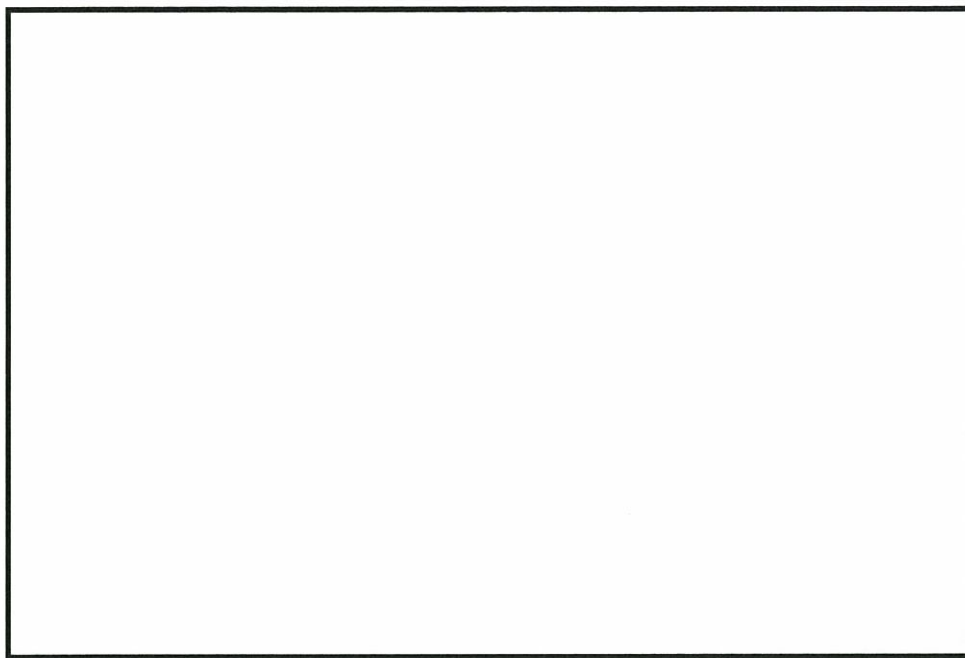
○原子炉建屋地下2階 HPCSポンプ前通路

原子炉建屋地下2階 HPCSポンプ前通路に設置されている機器は、HPCSポンプ、空調機、電動弁である。

当該エリアは、固定式消火設備を設置する設計とする。

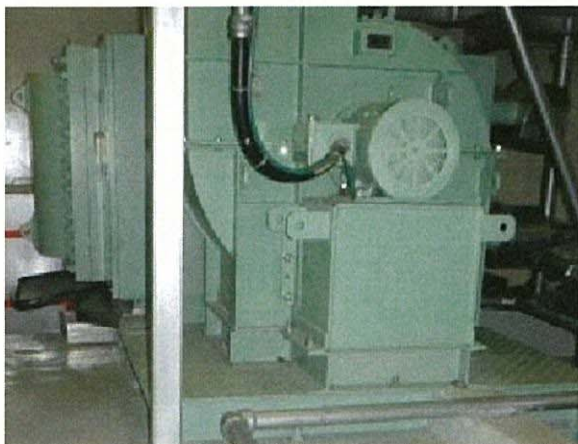
したがって、万が一、当該機器及びケーブルにおける火災が発生しても、他の機器で火災が発生することを防止する防止する設計としている。

エリアレイアウト



設置されている機器

空調機



電動弁



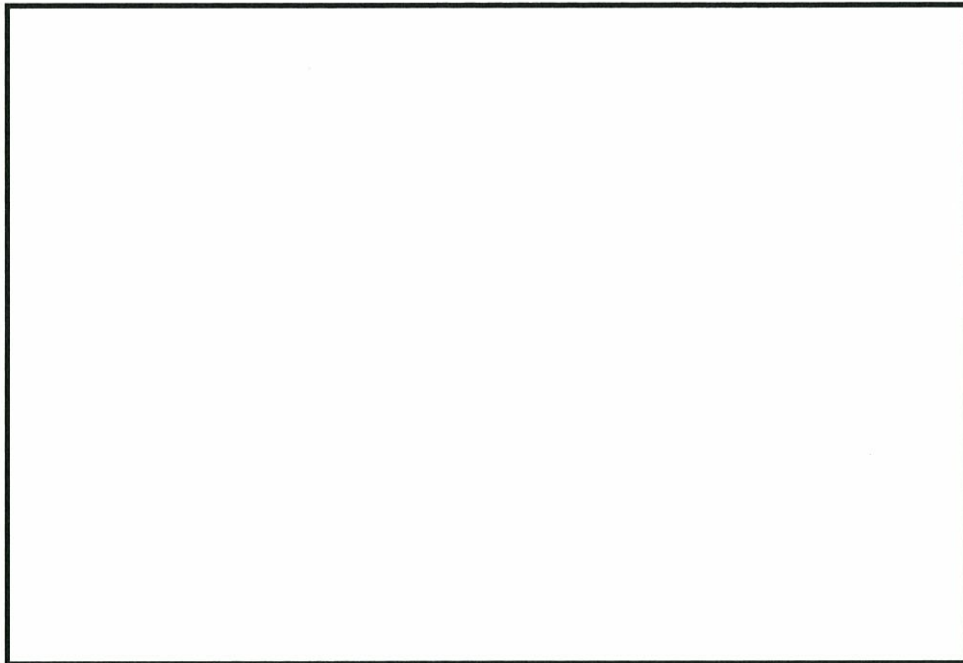
○原子炉建屋地下2階 RHRポンプ (B) 前通路

原子炉建屋地下2階 RHRポンプ (B) 前通路に設置されている機器は、RHRポンプ (B)、空調機、電動弁、地震加速度検出器である。

当該エリアは、固定式消火設備を設置する設計とする。

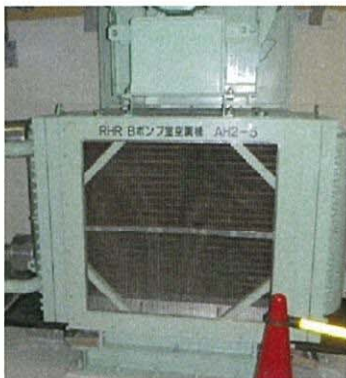
したがって、万が一、当該機器及びケーブルにおける火災が発生しても、他の機器で火災が発生することを防止する防止する設計としている。

エリアレイアウト



設置されている機器

空調機



電動弁 (遮蔽内に設置)



地震加速度検出器



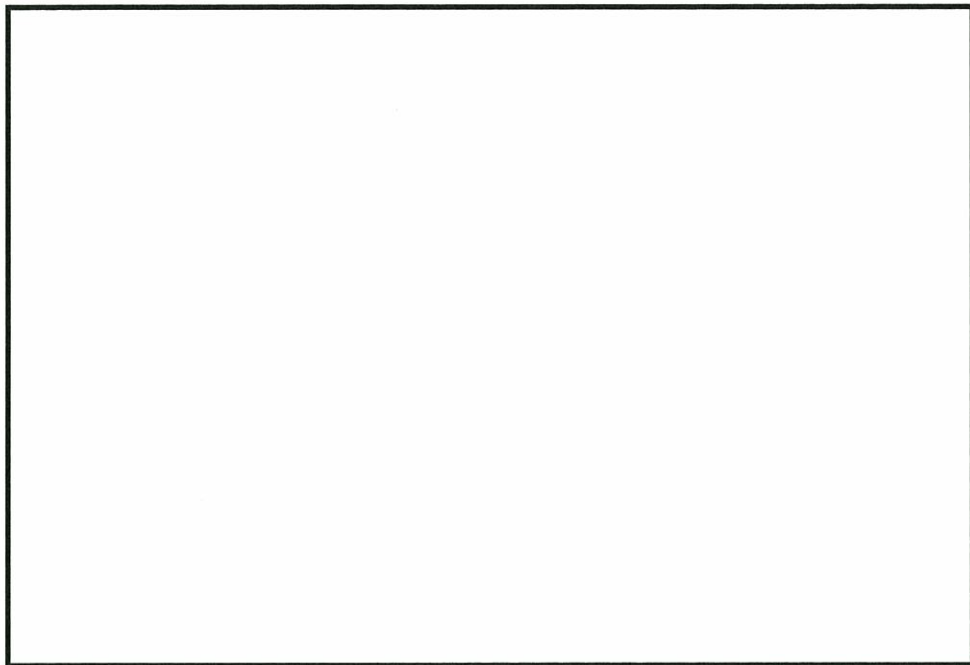
○原子炉建屋地下2階 RHRポンプ (C) 前通路

原子炉建屋地下2階 RHRポンプ (C) 前通路に設置されている機器は、RHRポンプ (C)、空調機、計器、電動弁である。

当該エリアは、固定式消火設備を設置する設計とする。

したがって、万が一、当該機器及びケーブルにおける火災が発生しても、他の機器で火災が発生することを防止する防止する設計としている。

エリアレイアウト



設置されている機器

空調機



計器



電動弁



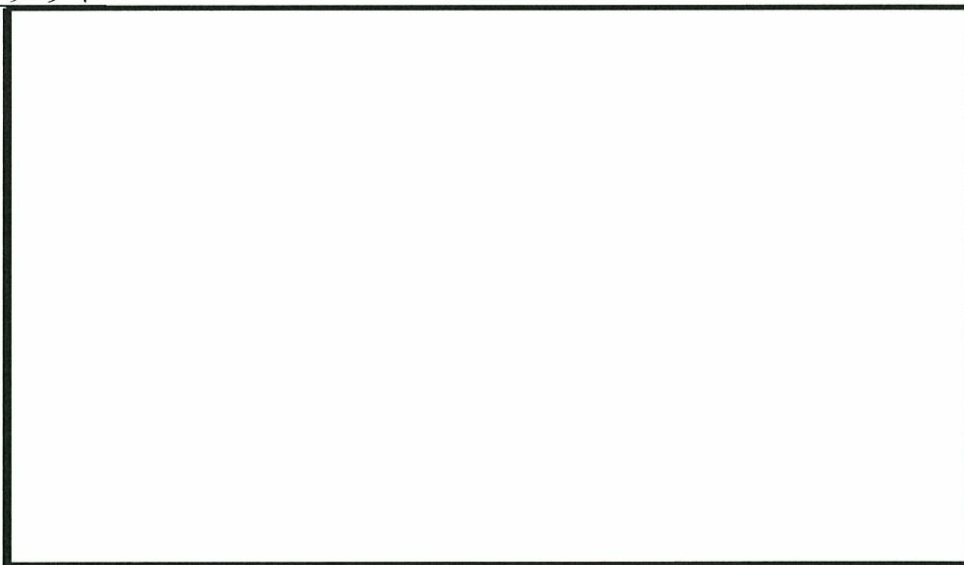
○原子炉建屋地下2階 西側サンプポンプ前通路

原子炉建屋地下2階 西側サンプポンプ室に設置されている機器は、サンプポンプである。これらは、筐体、金属被覆の可とう電線管に収納していること等により、万が一、当該機器及びケーブルにおける火災が発生しても、他の機器で火災が発生することを防止する設計としている。

また、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。

なお、通路上部にあるケーブルトレイには、局所ガス消火設備を設置する設計とする。

エリアレイアウト



設置されている機器

サンプポンプ設置状況



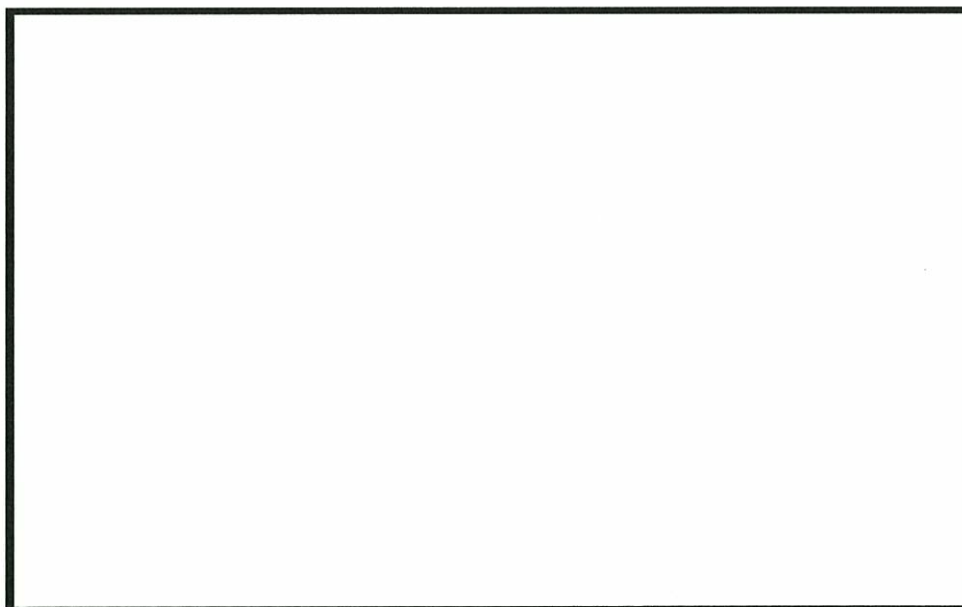
○原子炉建屋地下1階 北側通路

原子炉建屋地下1階 北側通路に設置されている機器は、電動弁である。これらは、筐体、金属被覆の可とう電線管に収納していること等により、万が一、当該機器及びケーブルにおける火災が発生しても、他の機器で火災が発生することを防止する設計としている。

また、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。

なお、通路上部にあるケーブルトレイには、局所ガス消火設備を設置する設計とする。

エリアレイアウト



設置されている機器



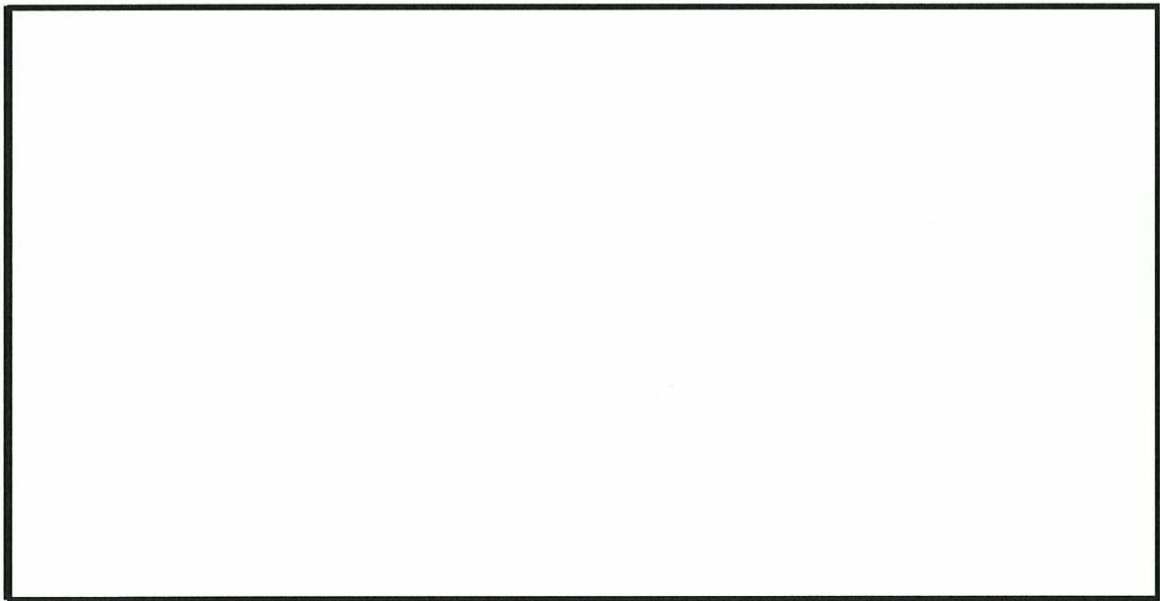
○原子炉建屋地下1階 南側通路

原子炉建屋地下1階 南側通路に設置されている機器は、電動弁、計器ラック等である。これらは、筐体、金属被覆の可とう電線管に収納していること等により、万が一、当該機器及びケーブルにおける火災が発生しても、他の機器で火災が発生することを防止する設計としている。

また、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。

なお、通路上にある電源盤及び通路上部にあるケーブルトレイには、局所ガス消火設備を設置する設計とする。

エリアレイアウト



設置されている機器

電動弁



計器ラック



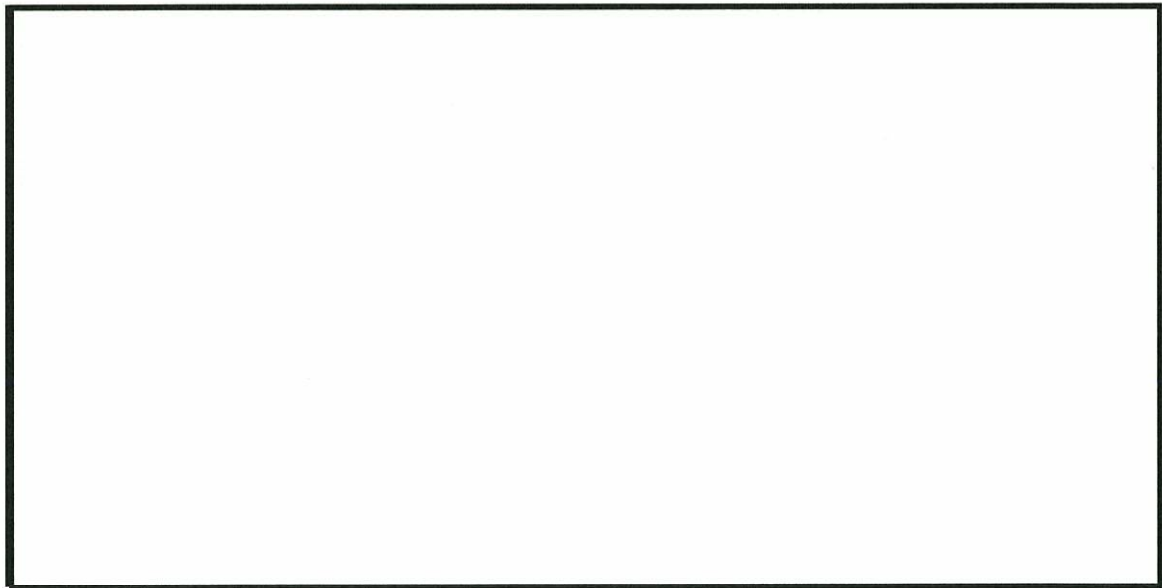
○原子炉建屋地下1階 東側通路

原子炉建屋地下1階に設置されている機器は、通路上部の電動弁、計器ラック等である。これらは、筐体、金属被覆の可とう電線管に収納していること等により、万が一、当該機器及びケーブルにおける火災が発生しても、他の機器で火災が発生することを防止する設計としている。

また、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。

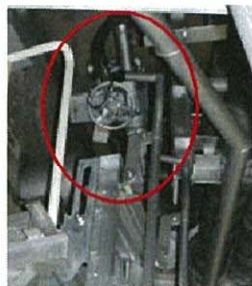
なお、通路上にある電源盤及び通路上部にあるケーブルトレイには、局所ガス消火設備を設置する設計とする。

エリアレイアウト



設置されている機器

電動弁



計器ラック



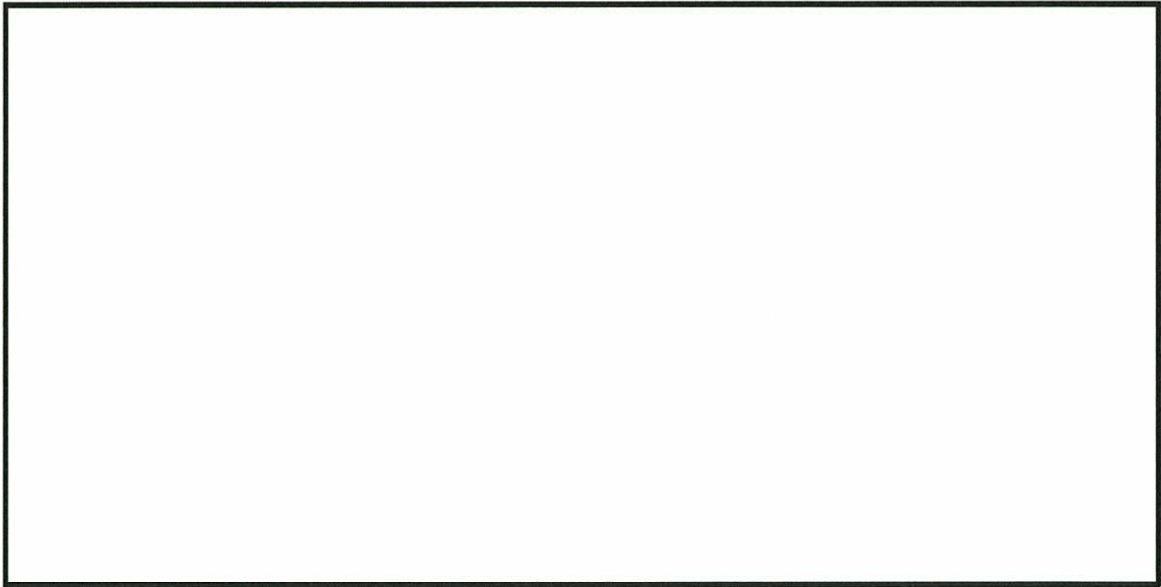
○原子炉建屋地下1階 西側通路

原子炉建屋地下1階 西側通路に設置されている機器は、通路上部の空気作動弁、電動弁、計器ラック等である。これらは、筐体、金属被覆の可とう電線管に収納していること等により、万が一、当該機器及びケーブルにおける火災が発生しても、他の機器で火災が発生することを防止する設計としている。

また、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。

なお、通路上にある油内包機器のCRDポンプ及び通路上部にあるケーブルトレイには、局所ガス消火設備を設置する設計とする。

エリアレイアウト



設置されている機器

空気作動弁



電動弁



計器ラック



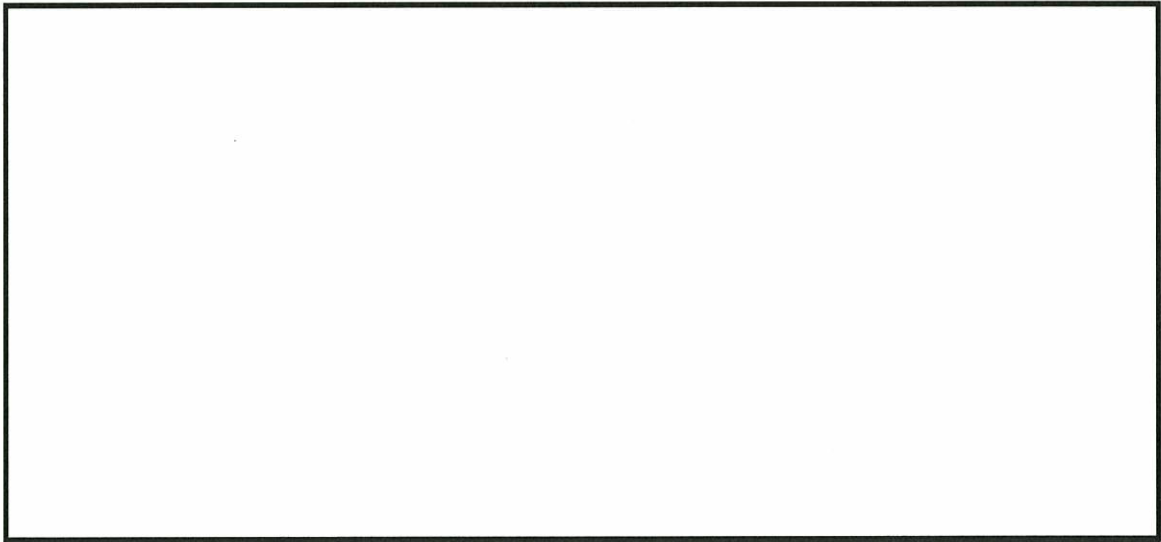
○原子炉建屋1階 北側通路

原子炉建屋1階 北側通路に設置されている機器は、計器、エリアモニタ等である。これらは筐体、金属被覆の可とう電線管に収納していること等により、万が一、当該機器及びケーブルにおける火災が発生しても、他の機器で火災が発生することを防止する設計としているとともに、クレーンは、通常は通電されておらず発火源がないこと、使用時のみ電源を投入し、使用時は近傍に作業員が居るため、万が一火災が発生してもすぐに消火が可能であることから、火災が発生するおそれはない。

また、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。

なお、通路上部にあるケーブルトレイには、局所ガス消火設備を設置する設計とする。

エリアレイアウト



設置されている機器

計器



エリアモニタ



○原子炉建屋1階 南側通路

原子炉建屋1階 北側通路に設置されている機器は、電動弁、現場盤等である。これらは、筐体、金属被覆の可とう電線管に収納していること等により、万が一、当該機器及びケーブルにおける火災が発生しても、他の機器で火災が発生することを防止する設計としている。

また、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。

なお、通路上部にあるケーブルトレイには、局所ガス消火設備を設置する設計とする。

エリアレイアウト



設置されている機器

電動弁



現場盤



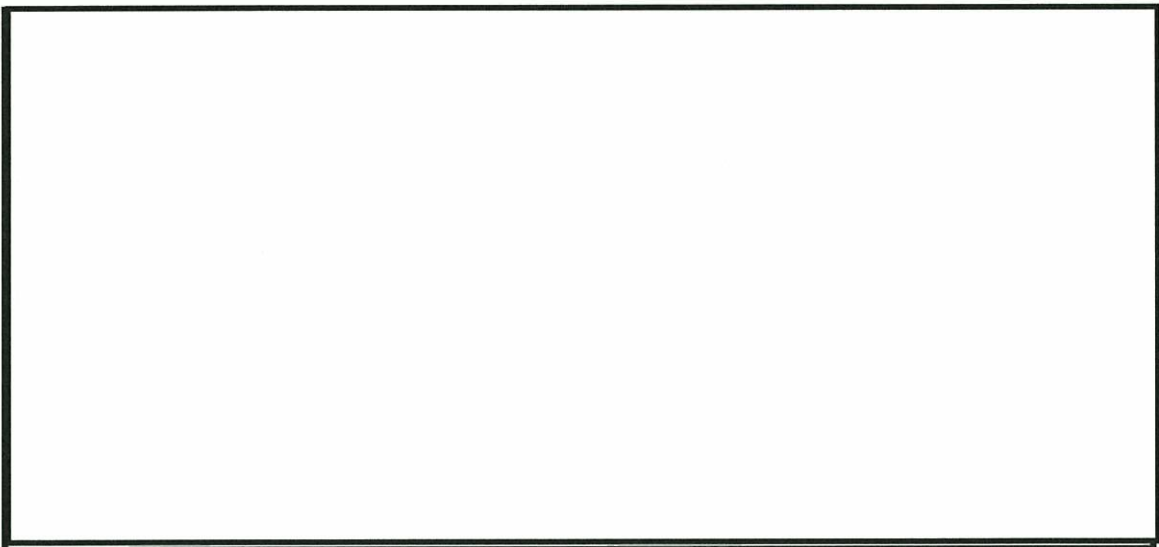
○原子炉建屋1階 東側通路

原子炉建屋1階 東側通路に設置されている機器は、計器ラック、電動弁、空気作動弁等である。これらは、筐体、金属被覆の可とう電線管に収納していること等により、万が一、当該機器及びケーブルにおける火災が発生しても、他の機器で火災が発生することを防止する設計としている。

また、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。

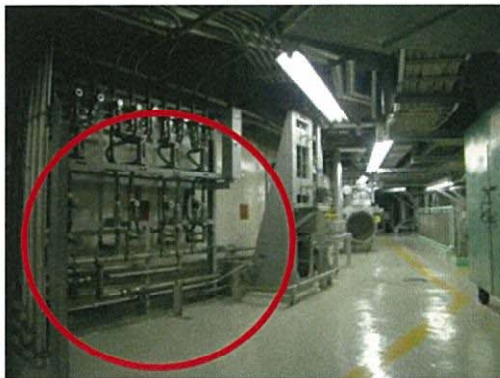
なお、通路上部にあるケーブルトレイには、局所ガス消火設備を設置する設計とする。

エリアレイアウト



設置されている機器

計器ラック



電動弁



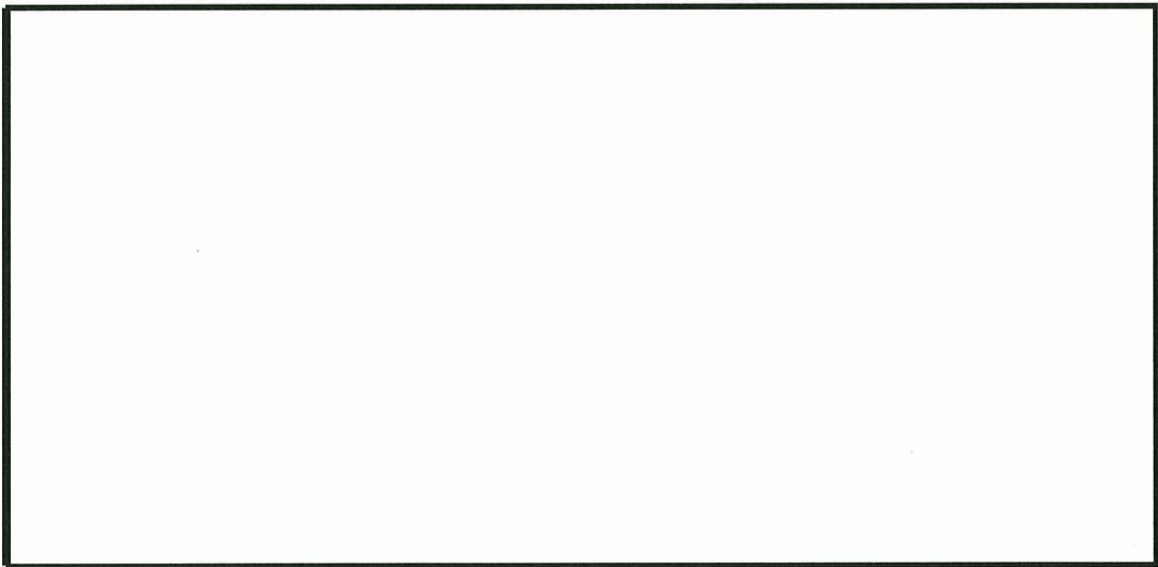
○原子炉建屋1階 西側通路

原子炉建屋1階 東側通路に設置されている機器は、電動弁、サンプルラック、電磁弁等である。これらは、筐体、金属被覆の可とう電線管に収納していること等により、万が一、当該機器及びケーブルにおける火災が発生しても、他の機器で火災が発生することを防止する設計としている。

また、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。

なお、通路上部にあるケーブルトレイには、局所ガス消火設備を設置する設計とする。

エリアレイアウト

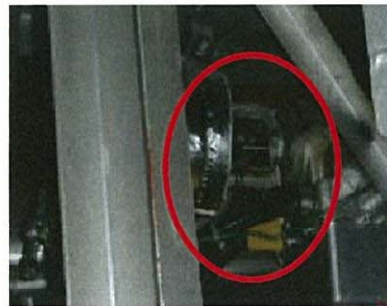


設置されている機器

電磁弁



電動弁



○原子炉建屋2階 東側通路

原子炉建屋2階 東側通路に設置されている機器は、計器ラック、通路上部の電動弁等である。これらは、筐体、金属被覆の可とう電線管に収納していること等により、万が一、当該機器及びケーブルにおける火災が発生しても、他の機器で火災が発生することを防止する設計としている。

また、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。

なお、通路上部にあるケーブルトレイには、局所ガス消火設備を設置する設計とする。

エリアレイアウト



設置されている機器

計器ラック



電動弁



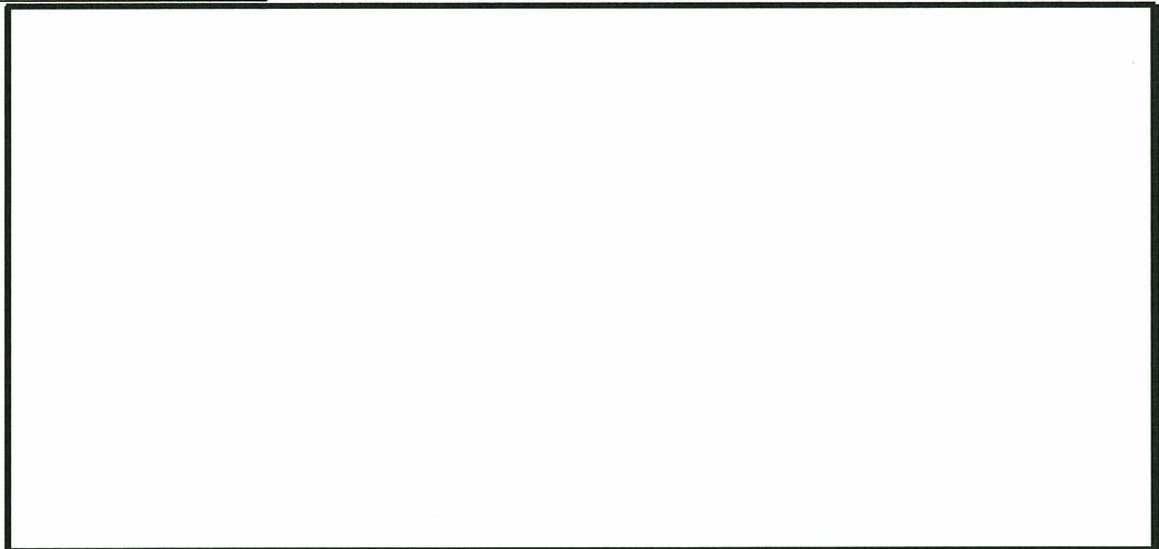
○原子炉建屋2階 南側通路

原子炉建屋2階 南側通路に設置されている機器は、空気作動弁、作業用台車、現場盤等である。これらは筐体、金属被覆の可とう電線管に収納していること等により、万が一、当該機器及びケーブルにおける火災が発生しても、他の機器で火災が発生することを防止する設計としている。

また、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。

なお、通路上部にあるケーブルトレイには、局所ガス消火設備を設置する設計とする。

エリアレイアウト



設置されている機器

空気作動弁



作業用台車



現場盤



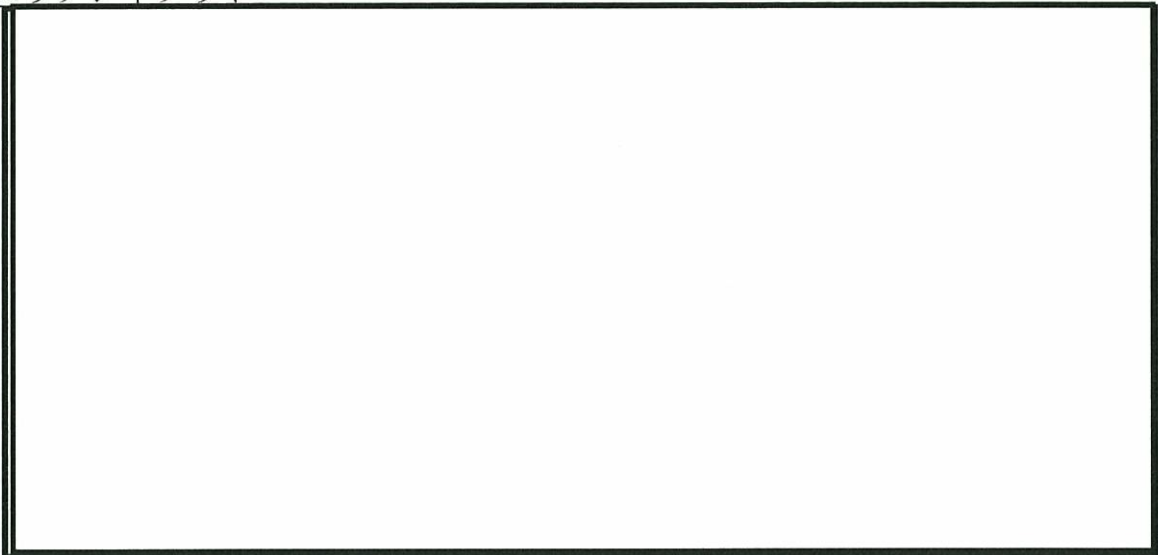
○原子炉建屋2階 西側通路

原子炉建屋2階 西側通路に設置されている機器は、現場盤、エリアモニタ等である。これらは、筐体、金属被覆の可とう電線管に収納していること等により、万が一、当該機器及びケーブルにおける火災が発生しても、他の機器で火災が発生することを防止する設計としている。

また、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。

なお、通路上部にあるケーブルトレイには、局所ガス消火設備を設置する設計とする。

エリアレイアウト



設置されている機器

現場盤



エリアモニタ



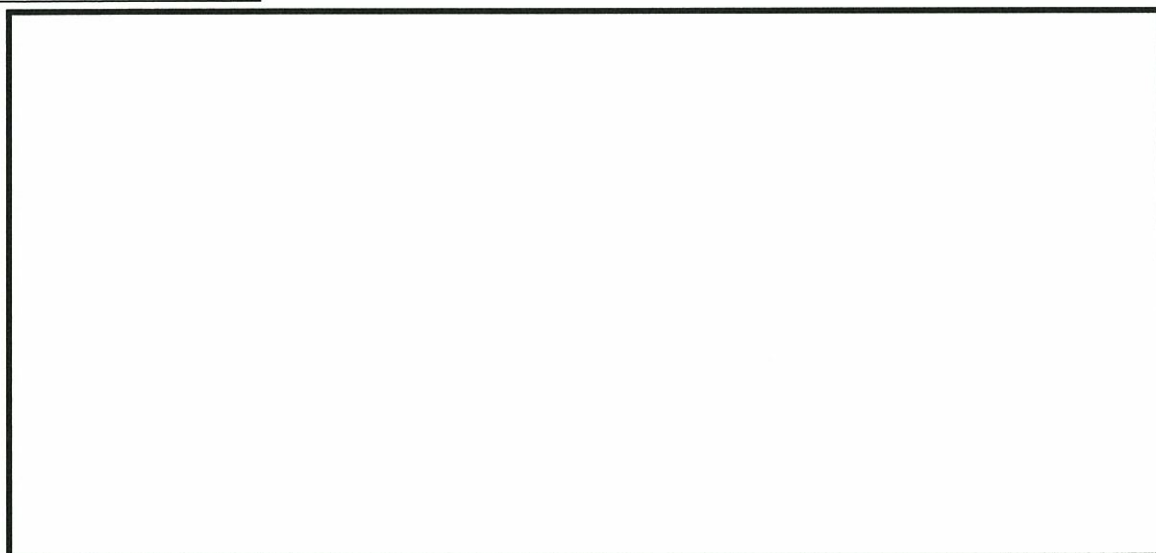
○原子炉建屋3階 北側通路

原子炉建屋3階 北側通路に設置されている機器は、電動弁、検出器等である。これらは、筐体、金属被覆の可とう電線管に収納していること等により、万が一、当該機器及びケーブルにおける火災が発生しても、他の機器で火災が発生することを防止する設計としている。

また、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。

なお、通路上部にあるケーブルトレイには、局所ガス消火設備を設置する設計とする。

エリアレイアウト



設置されている機器

電動弁



検出器



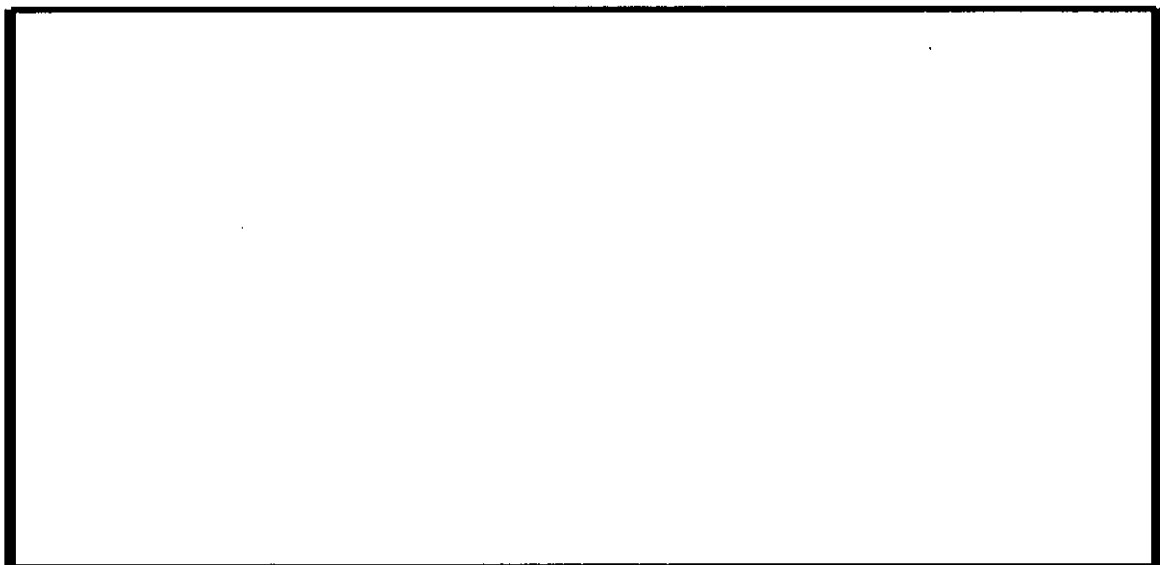
○原子炉建屋3階 東側通路

原子炉建屋3階 東側通路に設置されている機器は、通路上部の電動弁、計器、制御盤、水圧制御ユニット (HCU) 等である。これらは、筐体、金属容器、金属被覆の可とう電線管に収納していること等により、万が一、当該機器及びケーブルにおける火災が発生しても、他の機器で火災が発生することを防止する設計としている。

また、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。

なお、通路上にある電源盤、通路上部のケーブルトレイには、局所ガス消火設備を設置する設計とする。

エリアレイアウト



設置されている機器

電動弁



計器



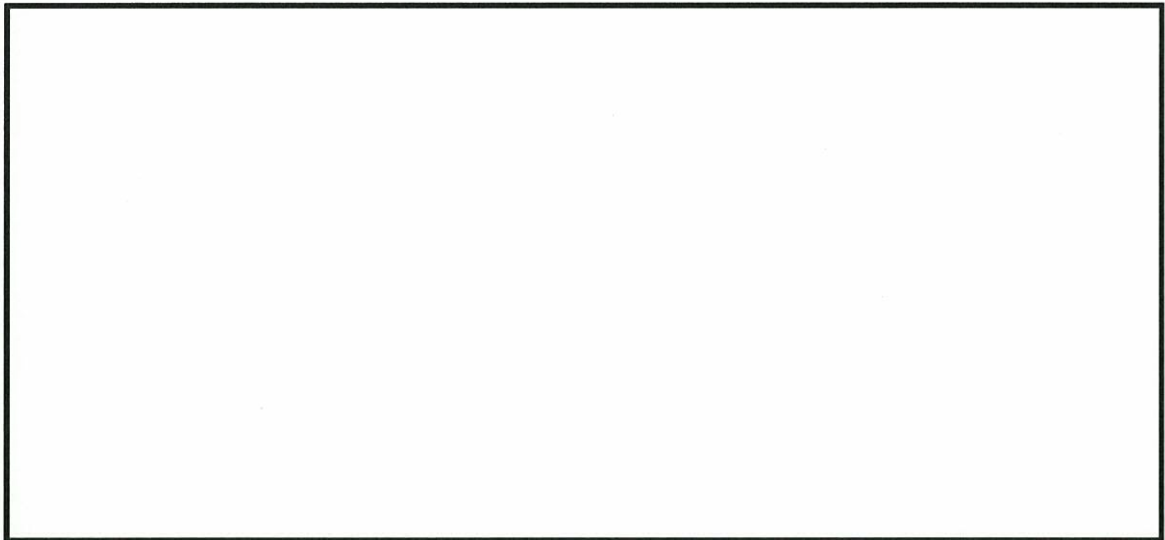
○原子炉建屋3階 西側通路

原子炉建屋3階 西側通路に設置されている機器は、東側同様に水圧制御ユニット (HCU) が設置されており、この他計器や通路上部に電動弁などがある。である。これらは、筐体、金属容器、金属被覆の可とう電線管に収納していること等により、万が一、当該機器及びケーブルにおける火災が発生しても、他の機器で火災が発生することを防止する設計としている。

また、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。

なお、通路上に設置されるHPU (制御油発生装置)、電源盤、通路上部のケーブルトレイには局所ガス消火設備を設置する設計とする。

エリアレイアウト



設置されている機器

計器



電動弁



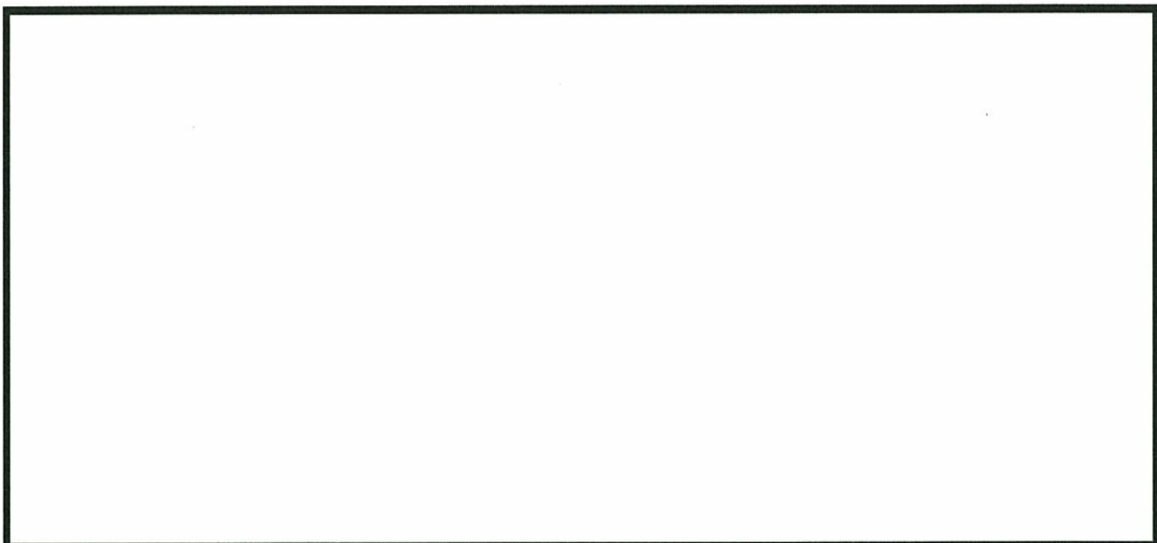
○原子炉建屋3階 南側通路

原子炉建屋3階 南側通路に設置されている機器は、FCSユニット、空気作動弁、計器等である。これらは、不燃性の鋼製容器で覆われていること、筐体、金属被覆の可とう電線管に収納していること等により、万が一、当該機器及びケーブルにおける火災が発生しても、他の機器で火災が発生することを防止する設計としている。

また、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。

なお、通路上に設置されるHPU (制御油発生装置)、電源盤、通路上部のケーブルトレイには局所ガス消火設備を設置する設計とする。

エリアレイアウト



設置されている機器

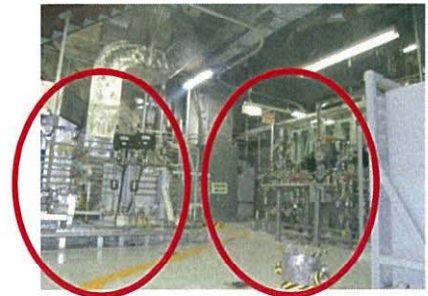
FCSユニット



空気作動弁



計器



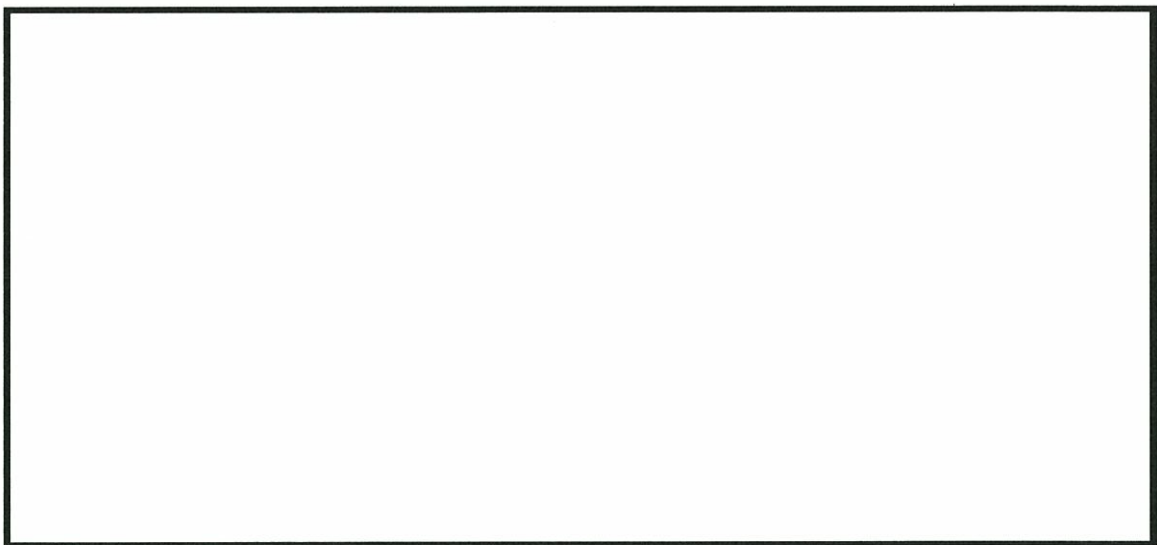
○原子炉建屋4階 北側通路

原子炉建屋4階 北側通路に設置されている機器は、エリアモニタ、現場盤等である。これらは、筐体、金属被覆の可とう電線管に収納していること等により、万が一、当該機器及びケーブルにおける火災が発生しても、他の機器で火災が発生することを防止する設計としている。

また、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。

なお、通路上の電源盤、通路上部にある一部のケーブルトレイには局所ガス消火設備を設置する設計とする。

エリアレイアウト



設置されている機器

エリアモニタ



現場盤



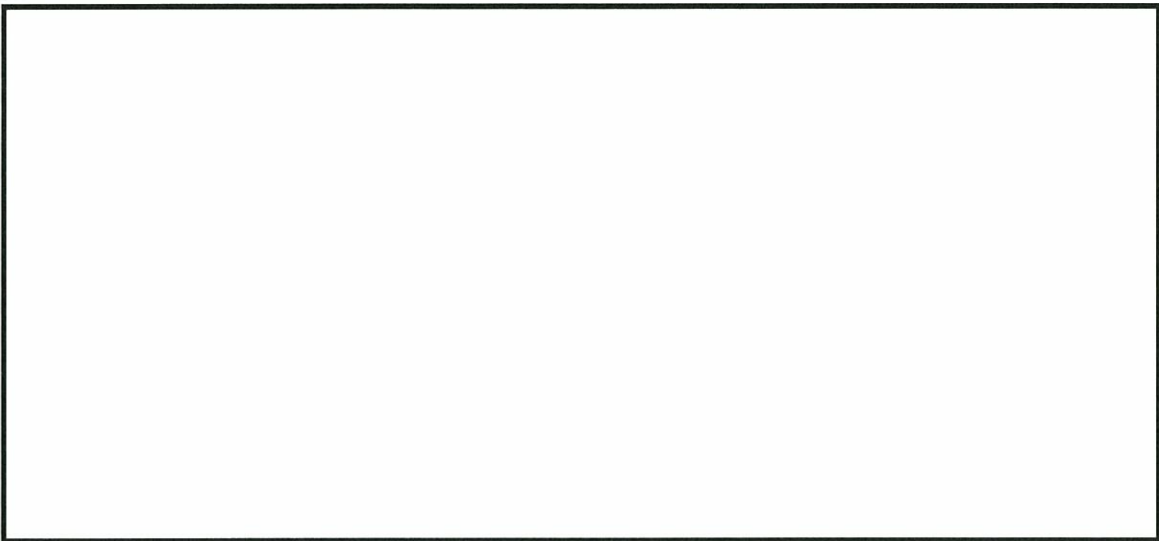
○原子炉建屋4階 南側通路

原子炉建屋4階 南側通路に設置されている機器は、現場盤、計器等である。これらは、筐体、金属被覆の可とう電線管に収納していること等により、万が一、当該機器及びケーブルにおける火災が発生しても、他の機器で火災が発生することを防止する設計としている。

また、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。

なお、通路上に設置される油内包機器のPLR-MGセット(低速度用電源装置)、冷凍機、電源盤、通路上部のケーブルトレイには局所ガス消火設備を設置する設計とする。

エリアレイアウト



設置されている機器

現場盤



計器

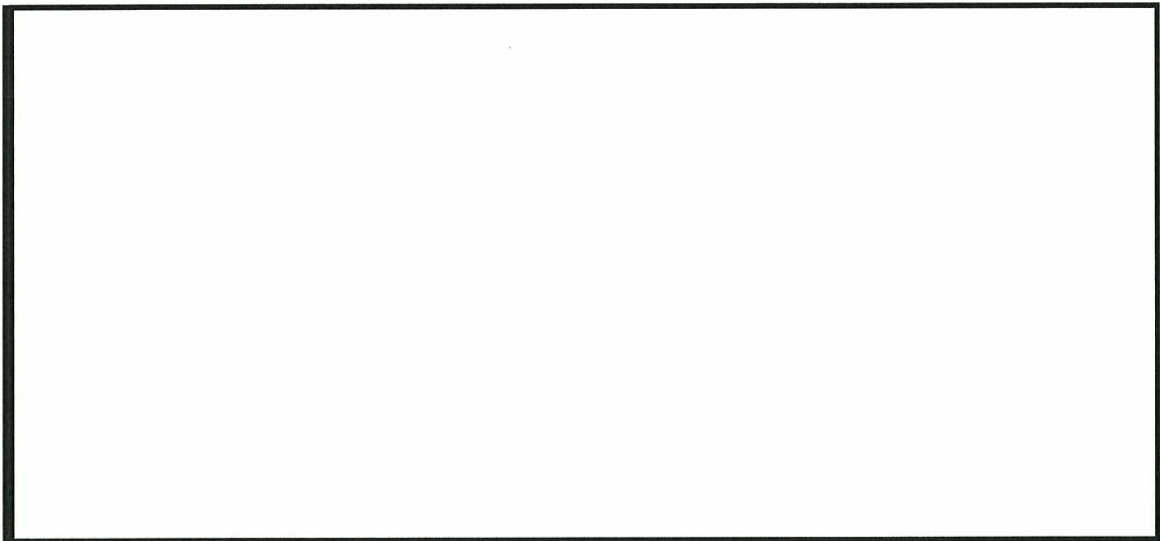


○原子炉建屋4階 東側通路

原子炉建屋4階 東側通路に設置されている機器は、計器や手動弁、電動弁等である。これらは、不燃材の金属、筐体、金属被覆の可とう電線管に収納していること等により、万が一、当該機器及びケーブルにおける火災が発生しても、他の機器で火災が発生することを防止する設計としているとともに、クレーンは通常は通電されておらず発火源がないこと、使用時のみ電源を投入し、使用時は近傍に作業員が居るため、万が一火災が発生してもすぐに消火が可能であることから、火災が発生するおそれはない。

また、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。

エリアレイアウト



設置されている機器

計器



電動弁



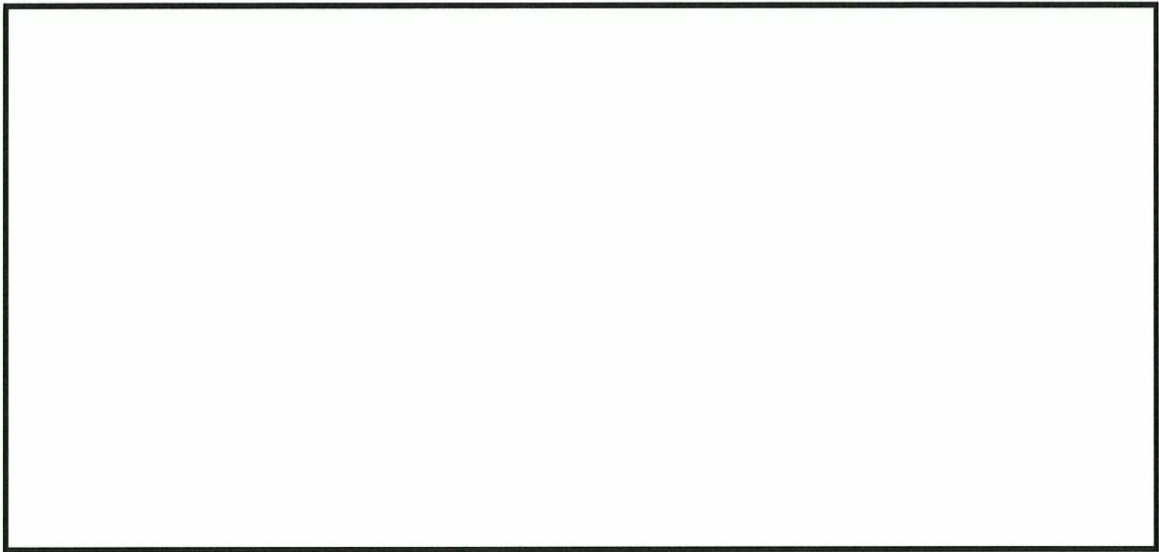
○原子炉建屋4階 西側通路

原子炉建屋4階 西側通路に設置されている機器は、計器ラックや現場盤等である。これらは、筐体、金属被覆の可とう電線管に収納していること等により、万が一、当該機器及びケーブルにおける火災が発生しても、他の機器で火災が発生することを防止する設計としている。

また、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。

なお、通路上に設置される油内包機器のPLR-MGセット(低速度用電源装置)、冷凍機、電源盤、通路上部のケーブルトレイには局所ガス消火設備を設置する設計とする。

エリアレイアウト



設置されている機器

計器ラック



現場盤



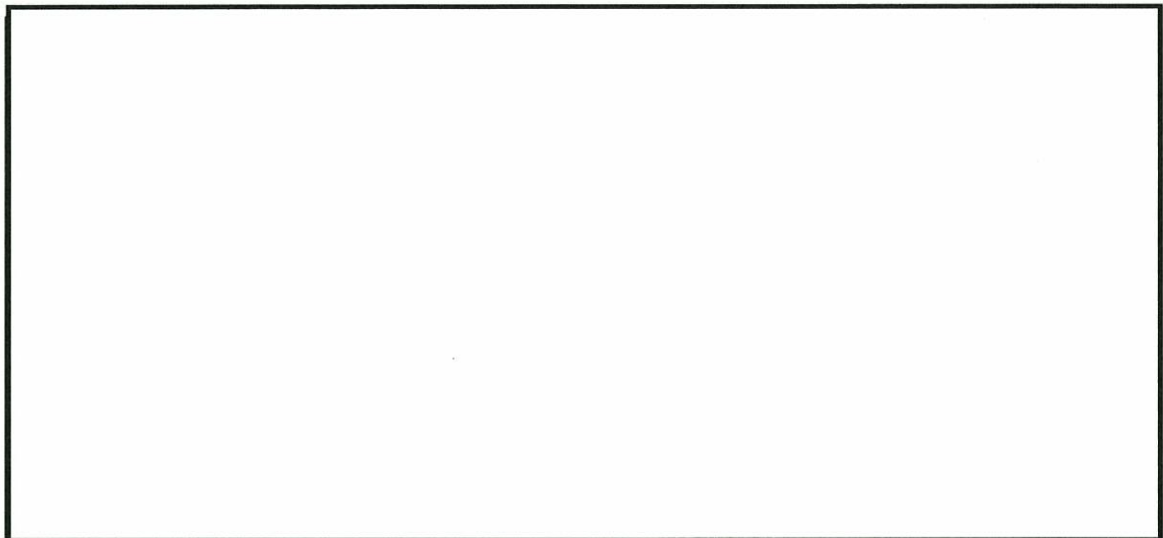
○原子炉建屋5階 東側通路

原子炉建屋5階 東側通路に設置されている機器は、計装ラック、現場盤等である。これらは、筐体、金属被覆の可とう電線管に収納していること等により、万が一、当該機器及びケーブルにおける火災が発生しても、他の機器で火災が発生することを防止する設計としている。

また、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。

なお、通路上部にある一部のケーブルトレイ及び原子炉建屋ガス処理系の設備には局所ガス消火設備を設置する設計とする。

エリアレイアウト



設置されている機器

計装ラック



現場盤



○原子炉建屋5階 西側通路

原子炉建屋5階 西側通路に設置されている機器は、計装ラック、制御盤等である。これらは、筐体、金属被覆の可とう電線管に収納していること等により、万が一、当該機器及びケーブルにおける火災が発生しても、他の機器で火災が発生することを防止する設計としている。

また、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。

なお、通路上にある油内包機器のSLCポンプ及びケーブルトレイには局所ガス消火設備を設置する設計とする。

エリアレイアウト



設置されている機器

計装ラック



現場盤

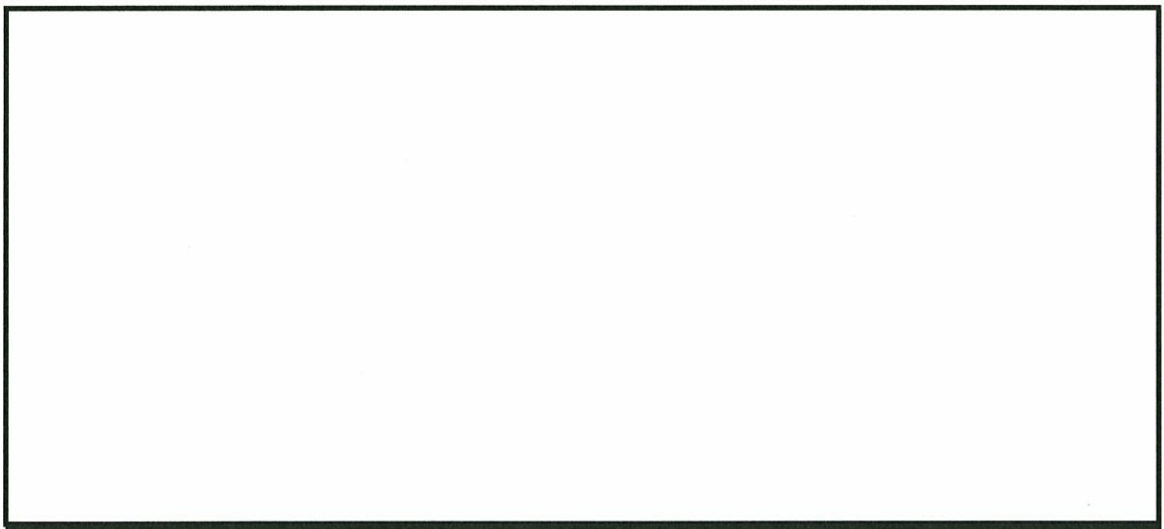


○原子炉建屋6階 オペレーティングフロア

原子炉建屋6階 オペレーティングフロアに設置している機器は、エリアモニタ、クレーン等である。これらは筐体、金属被覆の可とう電線管に収納していること等により、万が一、当該機器及びケーブルにおける火災が発生しても、他の機器で火災が発生することを防止する設計としていること、また、クレーンは通常で通電されておらず発火源がないこと、使用時のみ電源を投入し、使用の際は近傍に作業員がいるため、万が一、火災が発生しても初期消火活動が可能であることから、火災が発生するおそれはない。

また、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。

エリアレイアウト



設置されている機器

エリアモニタ



クレーン



添付資料 12

東海第二発電所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

東海第二発電所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，系統及び機器が設置される火災区域又は火災区画（以下，「火災区域（区画）」という。）は，基本的に火災発生時の煙の充満により消火活動が困難となるものとして選定するが，屋外のように火災が発生しても煙が大気へ排気される火災区域（区画），煙の充満のおそれがある可燃物に対して局所ガス消火設備を設置する設計とする通路部に加え，可燃物が少ない火災区域（区画）は，火災発生時に煙の充満により消火活動が困難とならないことから，消火器及び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（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（区画）を選定する。

2. 火災発生時の煙の充満により消火活動が困難とならない火災区域（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（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（区画）の現場状況を以下に示す。なお，これらの火災区域（区画）は，発火源となる高温の熱源がないことや，火災源となる可燃物がほとんどないことに加え，持込み可燃物管理により火災荷重を低く抑える。具体的には，危険物の仮置き禁止，火災区域（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(区画)内の仮置きについても、安全機能を有する構築物、系統及び機器の周辺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。

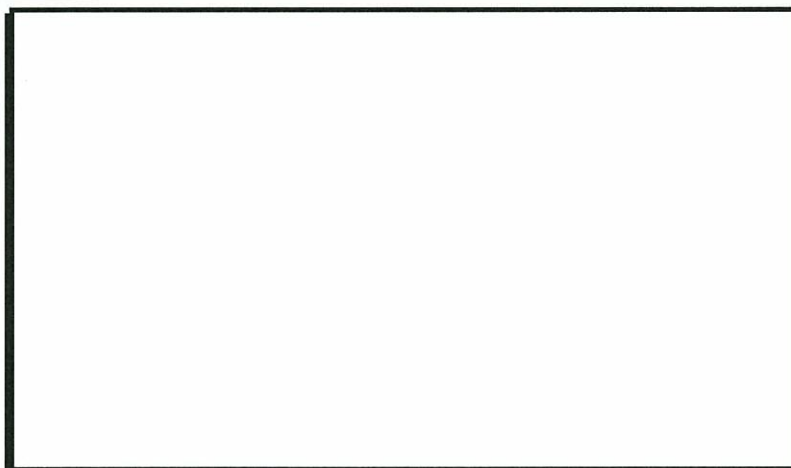
(1) R/B B2階 通路

R/B B2 階通路に設置している機器は、通路上部に電動弁があり、ケーブルは電線管又は可とう式電線管に布設されている。これらは不燃材、難燃材で構成されており、可燃物は設置していない。

また、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ため、消火器または消火栓による消火が可能である。

なお、通路部に一部布設されるケーブルトレイについては、局所ガス消火設備を設置する設計とする。

エリアレイアウト



設置されている主な機器等

通路部



通路部上部の電動弁，電線管他



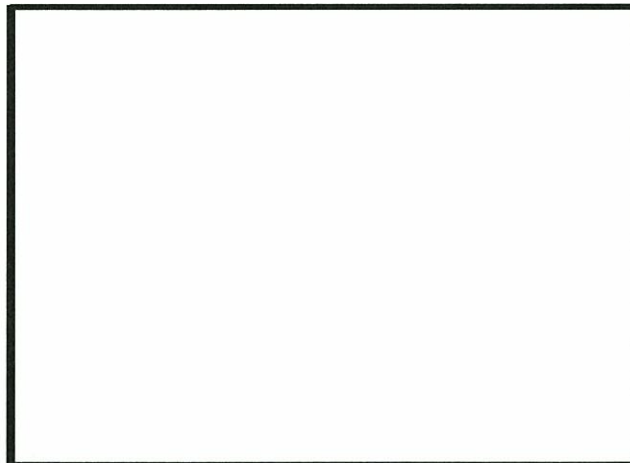
(2) R/B B1階 東側通路

R/B B1階東側通路に設置している機器は、計器ラックや通路上部に電動弁があり、ケーブルは電線管又は可とう式電線管に布設されている。これらは不燃材、難燃材で構成されており、可燃物は設置されていない。

また、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ため、消火器または消火栓による消火が可能である。

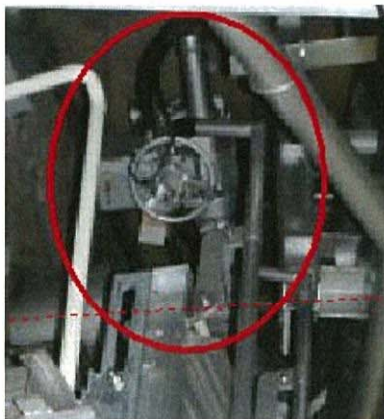
なお、通路部に設置される電源盤や、通路上部に設置されるケーブルトレイには、局所ガス消火設備を設置する設計とする。

エリアレイアウト



設置されている主な機器等

通路上部の電動弁，電線管他



計器ラック



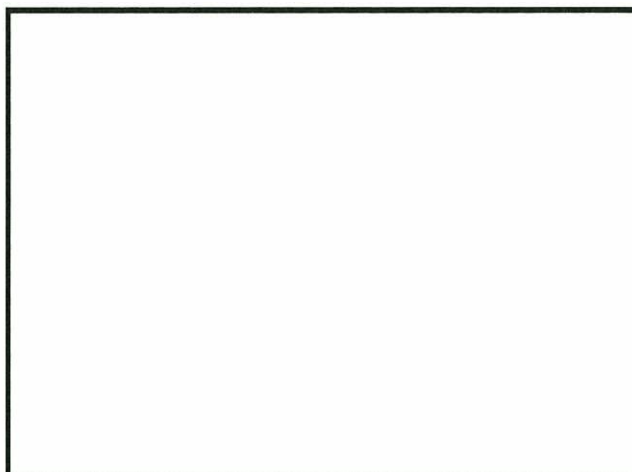
(3) R/B B1階 西側通路

R/B B1階 西側通路に設置している機器は、計器ラックや電動弁があり、ケーブルは電線管又は可とう式電線管に布設されている。これらは不燃材、難燃材で構成されており、可燃物は設置されていない。

また、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ため、消火器または消火栓による消火が可能である。

なお、通路部に設置されるCRDポンプや電源盤、通路上部に設置されるケーブルトレイには、局所ガス消火設備を設置する設計とする。

エリアレイアウト



設置されている主な機器等

電動弁



計器ラック

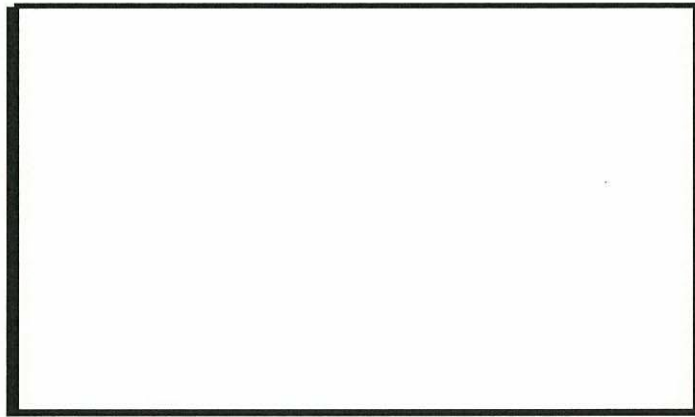


(4) R/B B1階 RHR 熱交換器 B 室

R/B B1階 RHR 熱交換器 B 室に設置している機器は、熱交換器や電動弁等があり、ケーブルは電線管又は可とう式電線管に布設されている。これらは不燃材、難燃材で構成されており、可燃物は設置していない。

また、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ため、消火器または消火栓による消火が可能である。

エリアレイアウト



設置されている主な機器等

熱交換器



電動弁他



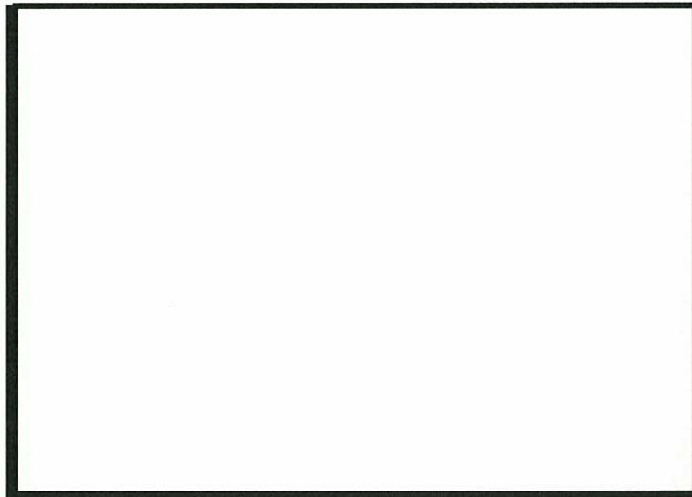
(5) R/B 1階 東側通路

R/B 1階 東側通路に設置している機器は、計器ラックや電動弁などがあり、ケーブルは電線管または可とう式電線管に布設されている。これらは不燃材、難燃材で構成されており、可燃物は設置していない。

また、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ため、消火器または消火栓による消火が可能である。

なお、通路上部布設にされるケーブルトレイについては、局所ガス消火設備を設置する設計とする。

エリアレイアウト



設置されている主な機器等

計器ラック



電動弁



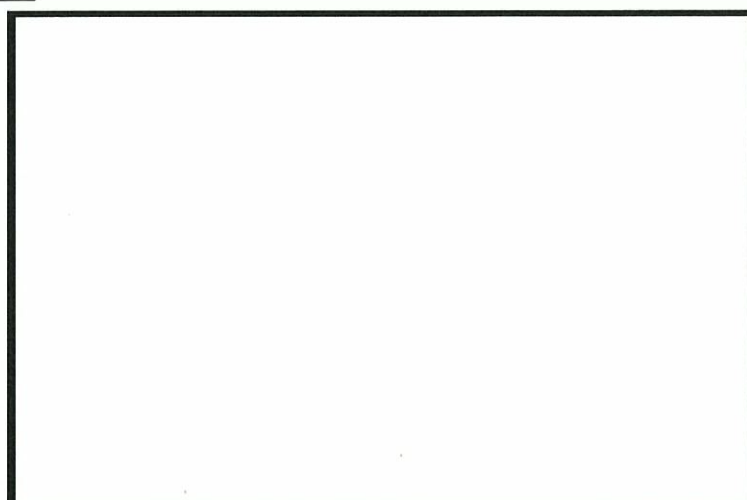
(6) R/B 1階 西側通路

R/B1階 西側通路に設置している機器は、配管や配管サポート、電動弁などがある。ケーブルは電線管または可倒式電線管に布設されている。これらは不燃材、難燃材で構成されており、可燃物は設置していない。

また、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ため、消火器または消火栓による消火が可能である。

なお、通路上部に布設されるケーブルトレイについては、局所ガス消火設備を設置する設計とする。

エリアレイアウト



設置されている主な機器等

通路上の機器設置状況



電動弁及び電線管他



(7) R/B 2階 MS トンネル室

MS トンネル室に設置している機器は、主蒸気隔離弁、電動弁、主蒸気管トンネル冷却ファンが設置されている。これらは不燃材、難燃材で構成されており、可燃物としては駆動部に潤滑油を使用している。駆動部は不燃材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。その他に可燃物は設置しておらず、ケーブルは電線管または可とう式電線管に布設されている。

また、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ため、消火器または消火栓による消火が可能である。

エリアレイアウト

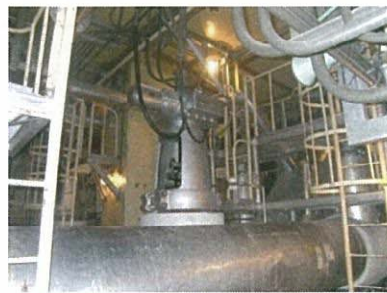


設置されている主な機器等

主蒸気隔離弁



電動弁



冷却ファン

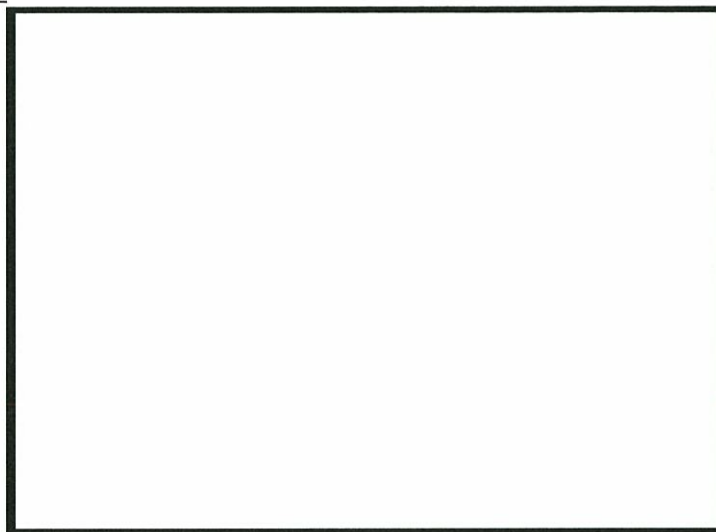


(8) R/B 2階 CUW 弁操作室

CUW 弁操作室に設置している機器は、電動弁や配管などが設置されている。これらは不燃材、難燃材で構成されており、ケーブルは電線管または可とう式電線管に布設されている。

また、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ため、消火器または消火栓による消火が可能である。

エリアレイアウト



設置されている主な機器等

電動弁他



可とう式電線管他



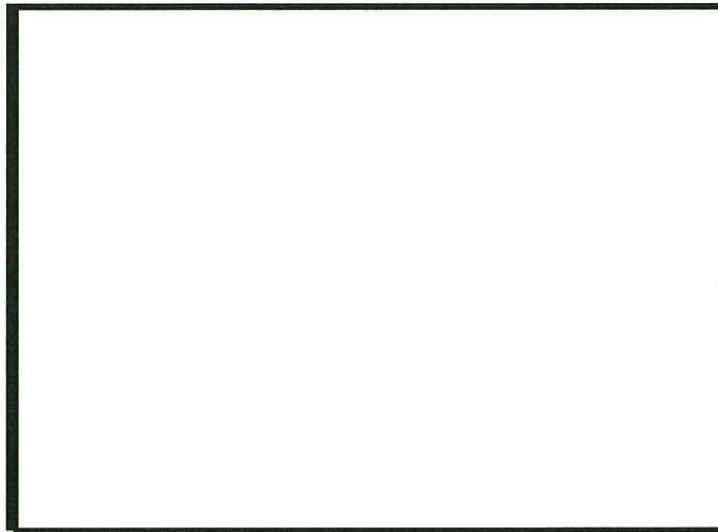
(9) R/B 2階 東側通路

R/B 2階 東側通路に設置している機器は、計器ラックや通路上部の電動弁、作業用台車などがあり、ケーブルは電線管または可とう式電線管に布設されている。これらは不燃材、難燃材で構成されており、可燃物は設置していない。

また、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ため、消火器または消火栓による消火が可能である。

なお、通路上部に布設されるケーブルトレイについては、局所ガス消火設備を設置する設計とする。

エリアレイアウト



設置されている主な機器等

計器ラック



通路上部の電動弁



作業用台車他



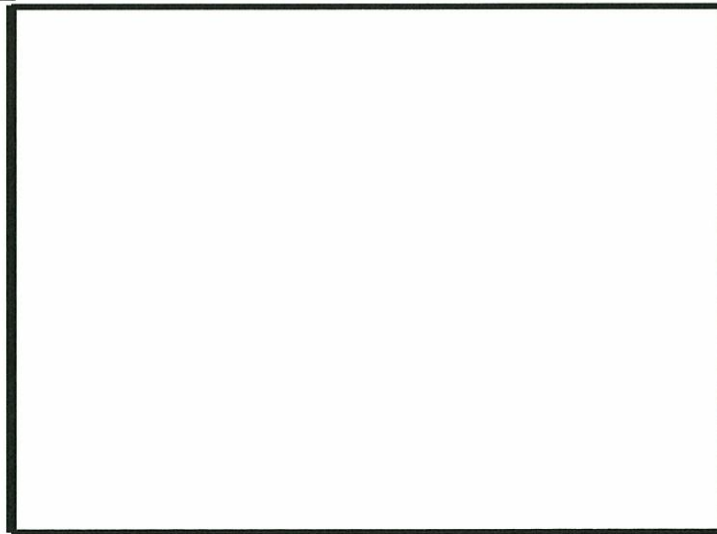
(10) R/B 2階 西側通路

R/B 2階 西側通路に設置している機器は、空気作動弁、作業用台車、制御盤等などがある。これらは不燃材、難燃材で構成されており、ケーブルは電線管または可とう式電線管に布設されている。制御盤は不燃材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。

また、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ため、消火器または消火栓による消火が可能である。

なお、通路上部に布設されるケーブルトレイについては、局所ガス消火設備を設置する設計とする。

エリアレイアウト



設置されている主な機器等

空気作動弁



作業用台車



制御盤等



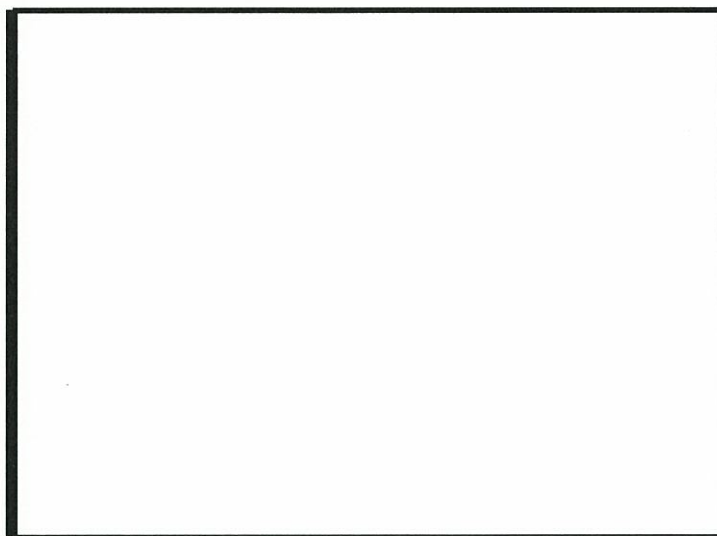
(11) R/B 3階 東側通路

R/B3 階東側通路に設置している機器は、電動弁、計器、制御盤、水圧制御ユニット (HCU) 等などがある。これらは不燃材、難燃材で構成されており、ケーブルは電線管または可とう式電線管に布設されている。

また、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ため、消火器または消火栓による消火が可能である。

なお、通路上に設置される HPU (制御油発生装置)、電源盤、通路上部のケーブルトレイには局所ガス消火設備を設置する設計とする。

エリアレイアウト

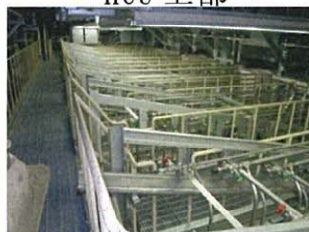


設置されている主な機器等

電動弁



HCU 上部



HCU



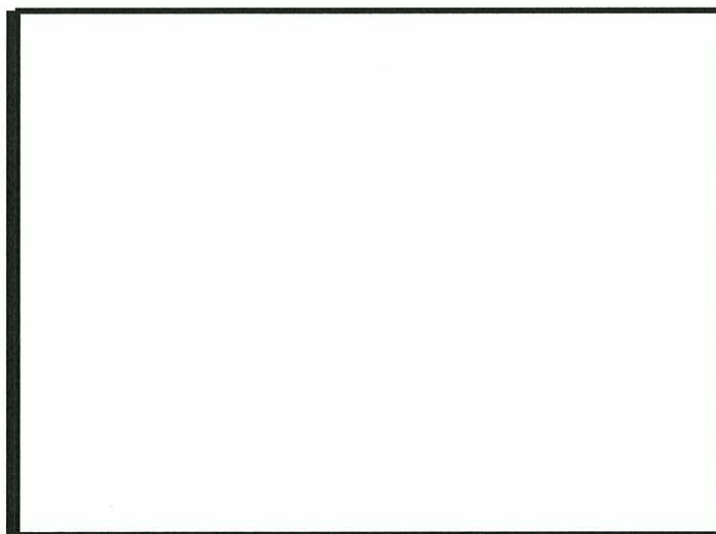
(12) R/B 3階 西側通路

R/B3 階西側通路に設置している機器は、東側同様に水圧制御ユニット(HCU)が設置されており、この他計器や通路上部に電動弁などがある。これらは不燃材、難燃材で構成されており、ケーブルは電線管または可とう式電線管に布設されている。

また、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ため、消火器または消火栓による消火が可能である。

なお、通路上に設置される制御油発生装置(HPU)、電源盤、通路上部のケーブルトレイには局所ガス消火設備を設置する設計とする。

エリアレイアウト



設置されている主な機器等

計器



通路上部の電動弁



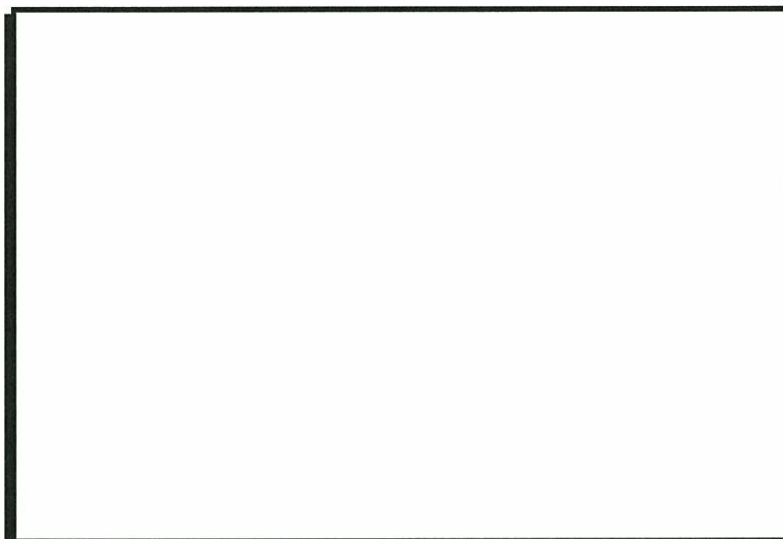
(13) R/B 4階 東側通路

R/B 4階東側通路に設置している機器は、計器や手動弁、電動弁、クレーンなどがある。これらは不燃材、難燃材で構成されており、ケーブルは電線管または可とう式電線管に布設されている。

また、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ため、消火器または消火栓による消火が可能である。

なお、通路上に設置される電源盤、通路上部の一部のケーブルトレイには局所ガス消火設備を設置する設計とする。

エリアレイアウト



設置されている主な機器等

計器



電動弁



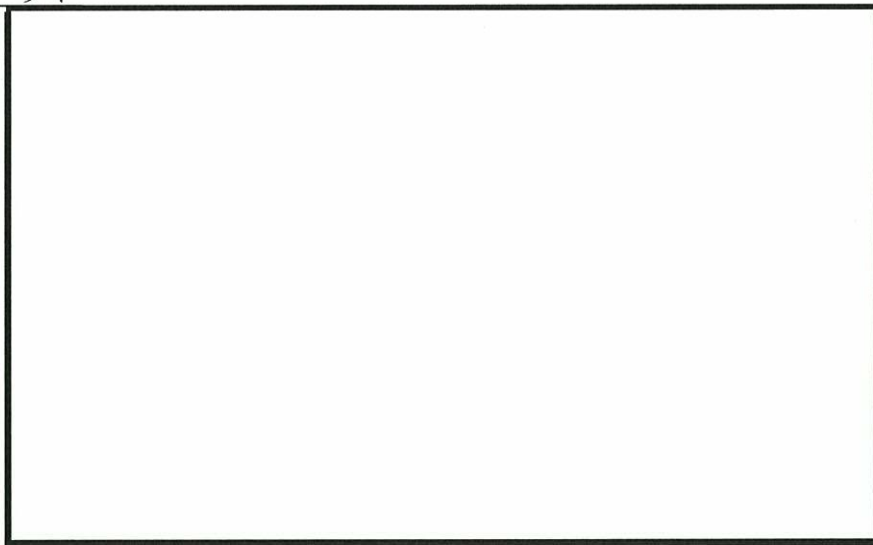
(14) R/B 4階 西側通路

R/B 4階東側通路に設置している機器は、計器ラックやモニタ盤などがある。モニタ盤は不燃性の筐体で覆われており、ケーブルは電線管または可とう式電線管に布設されている。

また、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ため、消火器による消火が可能である。

なお、通路上に設置される油内包機器のPLR-MGセット(低速度用電源装置)、冷凍機、電源盤、通路上部のケーブルトレイには局所ガス消火設備を設置する設計とする。

エリアレイアウト



設置されている主な機器等

計器ラック，モニタ盤等



(15) R/B 5 階 西側通路

R/B5 階西側通路に設置している機器は、計器ラック，制御盤などがある。

ケーブルは電線管または可とう式電線管に布設されている。

また，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ため，消火器による消火が可能である。

なお，通路上に設置される油内包機器の SLC ポンプ，通路上部のケーブルトレイには局所ガス消火設備を設置する設計とする。

エリアレイアウト



設置されている主な機器等

計器，計器ラック等



東海第二発電所における
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. 火災防護対象機器等の選定
 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等を分離する耐火壁等
 6. 中央制御盤の火災の影響軽減対策
 - 6.1 中央制御盤内の分離対策
 - 6.2 中央制御室床下の分離対策
 - 6.3 中央制御室火災時の原子炉の安全停止に係る影響評価
- 添付資料 1 東海第二発電所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 東海第二発電所における系統分離に使用する障壁等の耐火性能について
- 添付資料 3 東海第二発電所における中央制御盤内の分離について
- 添付資料 4 東海第二発電所における中央制御室のケーブルの分離状況
- 添付資料 5 東海第二発電所における中央制御室の制御盤の火災を想定した場合の対応について

東海第二発電所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

東海第二発電所では、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(以下「火災防護対象機器等」という。)の重要度に応じ、それらを設置する火災区域(区画)内の火災及び隣接する火災区域(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行う。

2. 要求事項

火災防護対象機器等の系統分離は、「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わる安全機能を有する構築物、系統及び機器は、その相互の系統分離及びこれらに関連する非安全系のケーブルとの系統分離を行うために、火災区画内又は隣接火災区画間の延焼を防止する設計であること。

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

a. 互いに相違する系列の火災防護対象機器及び火災防護対象ケーブルについて互いの系列間が3時間以上の耐火能力を有する隔壁等で分離されていること。

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

c. 互いに相違する系列の火災防護対象機器及び火災防護対象ケーブルについて、互いの系列間が1時間の耐火能力を有する障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. 火災防護対象機器等の選定

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冷温停止できることを求め、また、原子炉の高温停止及び冷温停止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、原子炉を高温停止及び冷温停止するためには、プロセス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、このためには手動操作に期待してでも、以下の機能を達成するための機器を少なくとも一系統確保することが必要である。

[原子炉の安全停止に必要な機能]

- (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、原子炉の安全停止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」より抽出し、これらの機能に対し、火災によってこれらの機能に影響をおよぼす系統、及びこれらの系統に対する原子炉の安全停止に必要な機器を、資料 2「東海第二発電所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安全停止に影響をおよ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動作または制御するケーブル(電源盤、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冷温停止に係る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)の発生により、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、安全区分Ⅰ、Ⅱ、Ⅲそれぞれの境界を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。(第7-1図)

| | 安全区分Ⅰ | 安全区分Ⅱ | 安全区分Ⅲ |
|------|---|----------------------------------|---|
| 高温停止 | 原子炉隔離時冷却系 自動減圧系(A) 低圧注水(A) 低圧炉心スプレイ (LPCS)系 | 自動減圧系(B) 低圧注水系(B) 低圧注水系(C) | 高圧炉心スプレイ (HPCS)系 |
| 冷温停止 | 残留熱除去系(A) 残留熱除去系海水系(A) | 残留熱除去系(B) 残留熱除去系海水系(B) | — |
| 電源 | 非常用ディーゼル発電 機(C)系 直流電源(A)系 | 非常用ディーゼル発電 機(D)系 直流電源(B)系 | 高圧炉心スプレイ系 ディーゼル発電機 (HPCS)系 直流電源(HPCS)系 |

安全区分ⅠとⅡ、Ⅲの境界を3時間以上の耐火能力を有する隔壁等で分離

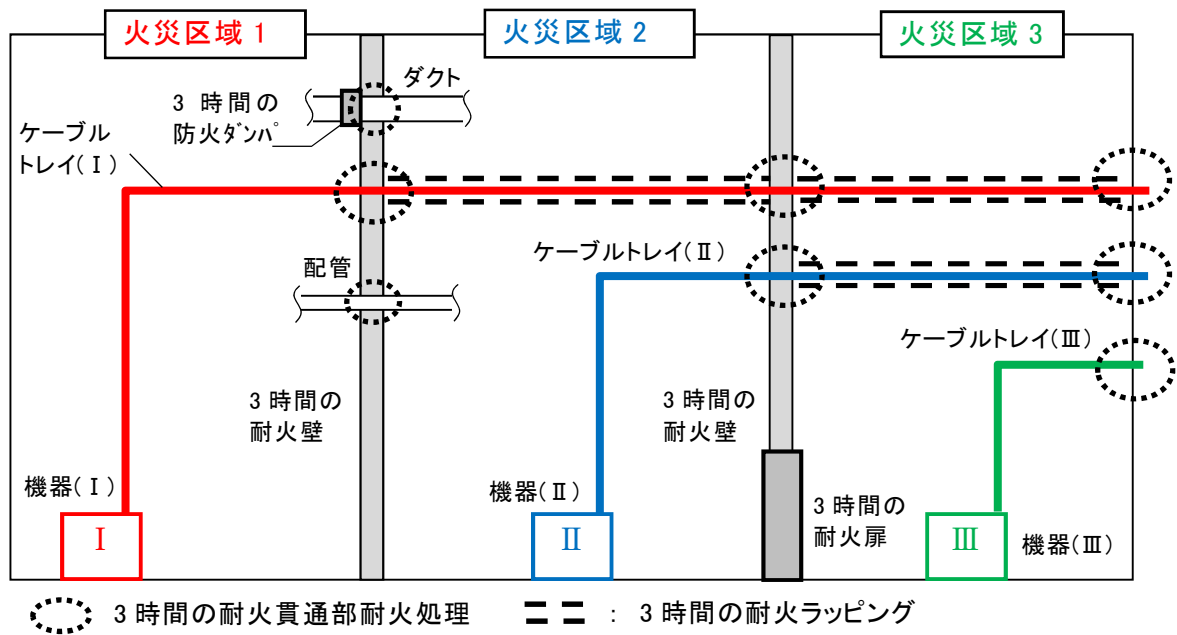
第7-1図 3時間耐火能力を有する隔壁等による系統分離の概要

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.では、「原子炉の高温停止及び冷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等の系列間」を、3時間以上の耐火能力を有する耐火壁または隔壁等により分離することが要求されている。

東海第二発電所では、相互の系統分離が必要な箇所については、「3時間以上の耐火壁又は隔壁」によって分離することとしている。東海第二発電所で実施する「3時間以上の耐火壁又は隔壁」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、火災耐久試験により3時間以上の耐火性能が確認できたものは、「3時間以上の耐火能力を有する耐火壁又は隔壁等」として使用する設計とする。(添付資料1)



第 7-2 図 火災の影響軽減対策のイメージ

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(壁，貫通部シール，扉及びダンパ)・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，コンクリート壁は，建築基準法を参考に国内の既往文献にて確認した結果，3時間耐火に必要な最少壁厚以上の壁厚が確保されていること確認した。コンクリート壁以外の耐火壁・障壁等については，火災耐久試験により3時間以上の耐火性能を確認したものを使用する。耐火壁等の設置に係る現場施工では，火災耐久試験の試験仕様に基づき，耐火性能を確保するために必要な施工方法及び検査項目を定める。

また，屋外に設置している以下の火災防護対象機器等については，「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。

○軽油貯蔵タンクエリア

○非常用ディーゼル発電機燃料移送ポンプエリア

5.2 互いに相違する系列の火災防護対象機器等を分離する耐火壁等

互いに相違する系列の火災防護対象機器等は，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(ラッピング材等。添付資料 2)で系統分離する。

6. 中央制御盤の火災の影響軽減対策

6.1 中央制御盤内の分離対策

中央制御室の火災防護対象機器等は，運転員の操作性及び視認性向上をもくめ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。

したがって，中央制御盤内の火災防護対象機器等は，以下に示す実証試験結果に基づく離隔距離等による分離対策，高感度煙感知器の設置による早期の火災感知及び常駐する運転員による早期の消火活動を行う設計とする。

a. 離隔距離による分離

中央制御室の火災防護対象機器及び火災防護対象ケーブルである操作スイッチ及びケーブルは，IEEE384-1992に基づく分離対策を実施するとともに，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}に基づき，以下の分離対策を講じる。(添付資料3)

※1 出典：「ケーブル，制御盤及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。

8条-別添1-資料7-7

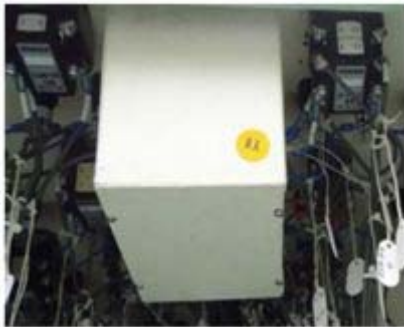
(b)安全系異区分が混在する制御盤内では、区分間に厚さ 3.2mm 以上の金属製バリアを設置するとともに盤内配線ダクトの離隔距離を 3cm 以上確保する設計とする。

(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、ビニル電線、テフゼル電線及び難燃ケーブルを使用する設計とする。

厚さ 1.6mm の金属製筐体の例



金属製筐体：厚さ 1.6mm 以上
(約 3.2mm)

() : 実機計測値

厚さ 3.2mm の金属バリアと 3cm 以上の離隔距離の例



金属製バリア：厚さ 3.2mm 以上
(約 4mm)

離隔距離 : 3cm 以上
(約 3cm 以上)

第 7-2 図 中央制御盤内のバリア状況

b. 火災感知設備

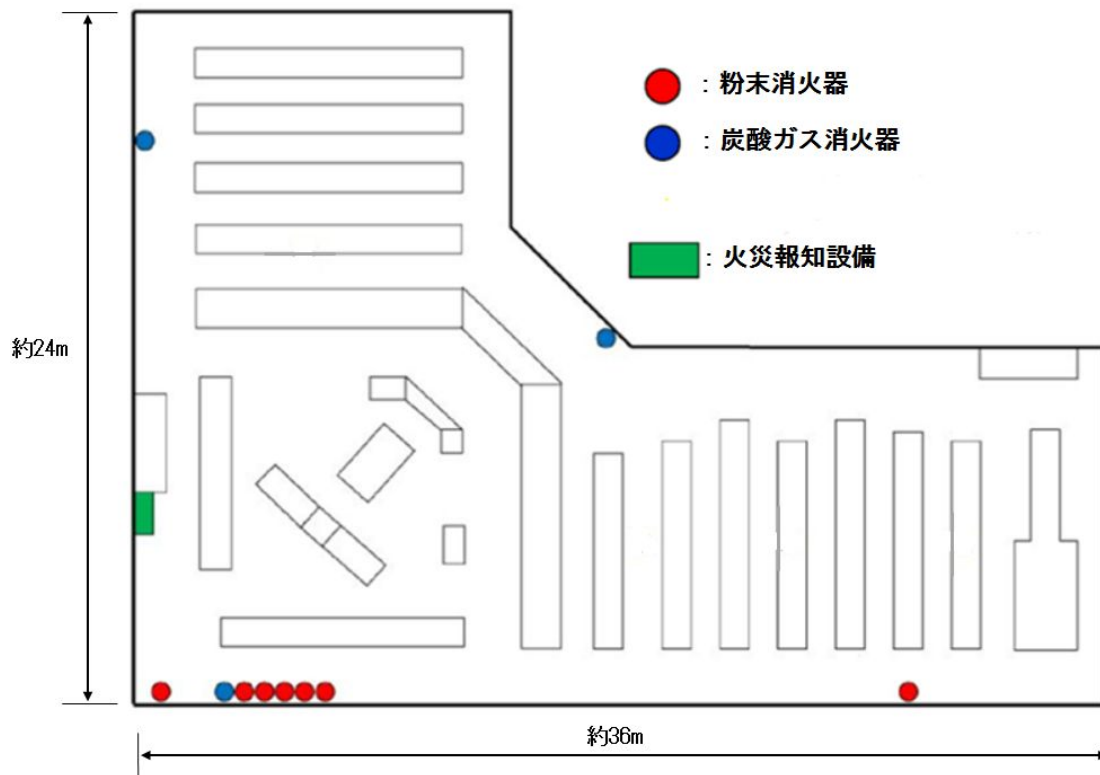
中央制御室の制御盤のうち、一つの制御盤内に複数の安全区分のケーブルや機器が設置されているものや、中央制御室のみで監視可能な火災防護対象機器が設置されているものの盤には、制御盤内の火災の早期感知のため、高

8 条-別添 1-資料 7-8

感度の煙感知器を設置する設計とする。(資料5 添付3)

c. 消火設備

中央制御盤の制御盤内の火災は、電気機器に影響がない二酸化炭素消火器を使用し、運転員による消火を行う設計とする。中央制御室のエリア概要を第7-3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7-4図に示す。さらに、火災の発生箇所の特定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設計とする。



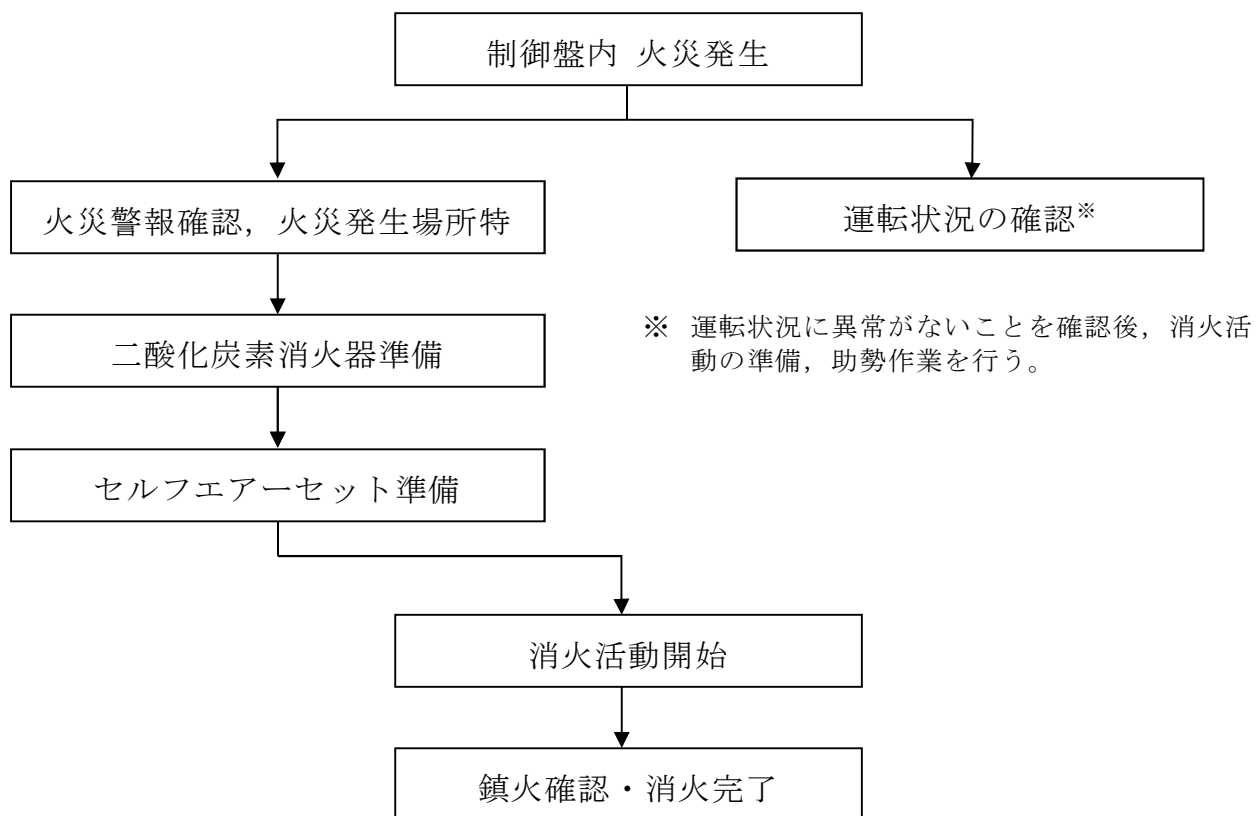
第7-3図 中央制御室について

火災が発生した場合、運転員は受信機盤により、火災が発生している区画
8条-別添1-資料7-9

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。

制御盤内での消火活動を行う場合は、セルフエアーセットを装着し消火活動を行う。

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



第7-4図 運転員による制御盤内の消火活動概要

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し酸素濃度を低下するおそれがあることから、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・訓練を行うとともに、制御盤内で消火活動を行う場合は、セルフエアーセットを装着する等消火手順を定める。

6.2 中央制御室床下の分離対策

中央制御室の床下は、以下の分離対策を実施する。

a. 分離板等による分離

中央制御室床下に布設する安全系区分の異なるケーブルは、1 時間以上の耐火能力を有する分離板または障壁で分離する設計、または実証試験等において火災により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設計とする。(第 7-5 図)また、ある区分の安全系ケーブルが布設されている箇所に別区分のケーブルを布設する場合は、1 時間以上の耐火能力を有する耐火材で覆った電線管に布設する設計とする。(添付資料 4)

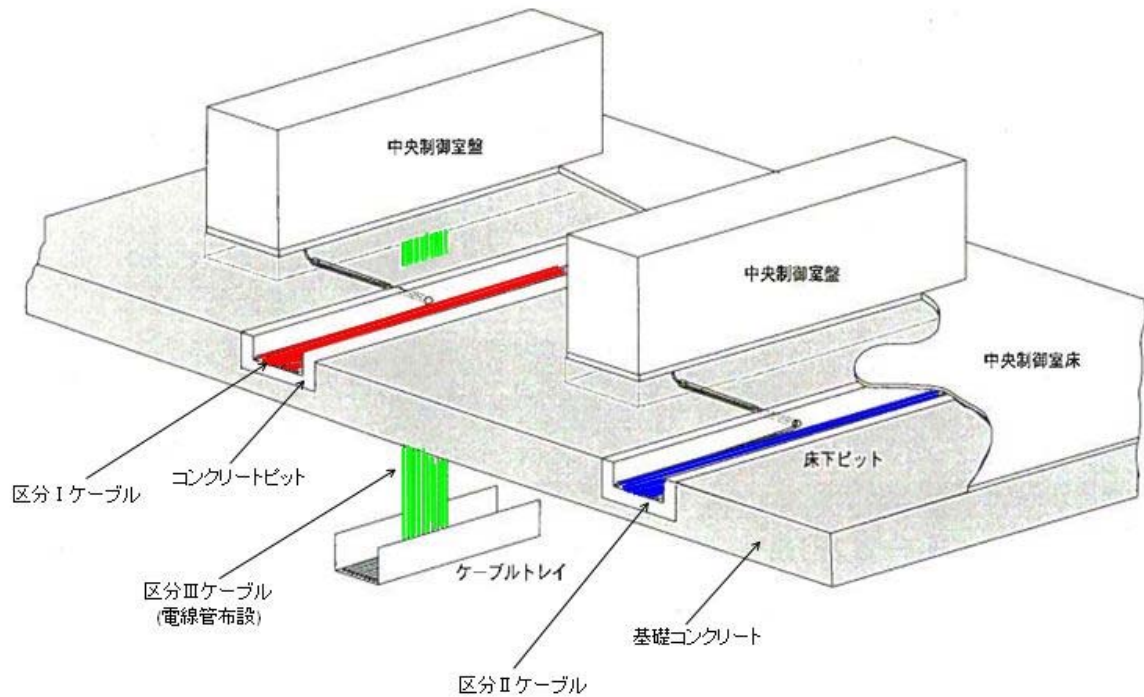
b. 火災感知設備

中央制御室床下には、固有の信号を発する異なる 2 種類の煙感知器、熱感知器を組合わせて設置する設計とする。これらの火災感知設備は、アナログ機能を有するものとする等、誤作動を防止する設計とする。また、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

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中央制御室には、ハロゲン化物消火設備、局所ガス消火設備は設置せず、粉末消火器または二酸化炭素消火器で消火を行う設計とする。中央制御室の床下コンクリートピット内は、粉末消火器または二酸化炭素消火器を使用し、運転員による消火を行う設計とする。

さらに、火災の早期消火を図るために、中央制御室床下の消火活動の手順を定めて、訓練を実施する。



第 7-5 図 中央制御室床下の構造図

6.3 中央制御室火災時の原子炉の安全停止に係る影響評価

中央制御室の火災により、中央制御室内の一つの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により、原子炉の安全停止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、中央制御室については、当該制御室を 3 時間以上の耐火能力を有する隔壁等で囲うことにより、中央制御室内で火災が発生し原子炉緊急停止後、中央制御室が万が一機能喪失しても、制御室外原子炉停止装置からの操作により、原子炉の安全停止を達成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についても、当該装置を 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、火災で当該装置が万が一機能喪失し

ても、中央制御室からの操作により原子炉の安全停止を達成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・操作可能 | 中央制御室のみ 監視・操作可能 |
|-----------|--|--------------------------|
| 設置場所 | | C/S 3階 |
| 原子炉減圧系 | 主蒸気逃がし弁3弁 | 自動減圧系 |
| 高圧炉心注水系 | 原子炉隔離時冷却系 | 高圧炉心スプレイ系 |
| 残留熱除去系 | 残留熱除去系 (A) | 残留熱除去系 (B) |
| 低圧注水系 | 残留熱除去系 (A) | 残留熱除去系 (B) |
| 残留熱除去系海水系 | 残留熱除去系海水系ポンプ (A), (C) | 残留熱除去系海水系ポンプ (B), (D) |
| 非常用交流電源系 | 非常用高圧母線 (2C) | 非常用高圧母線 (2D, HPCS) |
| 非常用直流電源系 | 非常用直流電源 (2A) | 非常用直流電源 (2B, HPCS) |
| 監視計器 | 原子炉水位・圧力 サプレッションプール水位・ 温度 ドライウェル温度・圧力 残留熱除去系流量 原子炉隔離時冷却系流量 復水貯蔵タンク水位 残留熱除去海水系流量 | 左記パラメータは監視可能 |

上記のとおり、中央制御室を3時間以上の耐火能力を有する隔壁等で囲うことにより、中央制御室内で火災が発生し、原子炉緊急停止後、中央制御室が万が一機能喪失しても、制御室外原子炉停止装置からの操作により、原子炉の安全停止を達成することが可能である。

添付資料 1

東海第二発電所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

東海第二発電所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冷温停止に係る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」をする際には、単一の火災(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全ての安全機能が喪失することがないように、安全区分Ⅰ、Ⅱ、Ⅲそれぞれ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。

| | 安全区分Ⅰ | 安全区分Ⅱ | 安全区分Ⅲ |
|------|---|----------------------------------|---|
| 高温停止 | 原子炉隔離時冷却系 自動減圧系(A) 低圧注水(A) 低圧炉心スプレイ(LPCS)系 | 自動減圧系(B) 低圧注水系(B) 低圧注水系(C) | 高圧炉心スプレイ(HPCS)系 |
| 冷温停止 | 残留熱除去系(A) 残留熱除去系海水系(A) | 残留熱除去系(B) 残留熱除去系海水系(B) | — |
| 電源 | 非常用ディーゼル発電機(C)系 直流電源(A)系 | 非常用ディーゼル発電機(D)系 直流電源(B)系 | 高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機(HPCS)系 直流電源(HPCS)系 |

安全区分Ⅰ、Ⅱ、Ⅲの境界を3時間以上の耐火能力を有する耐火壁・隔壁等で分離

第1図 系統分離の概要

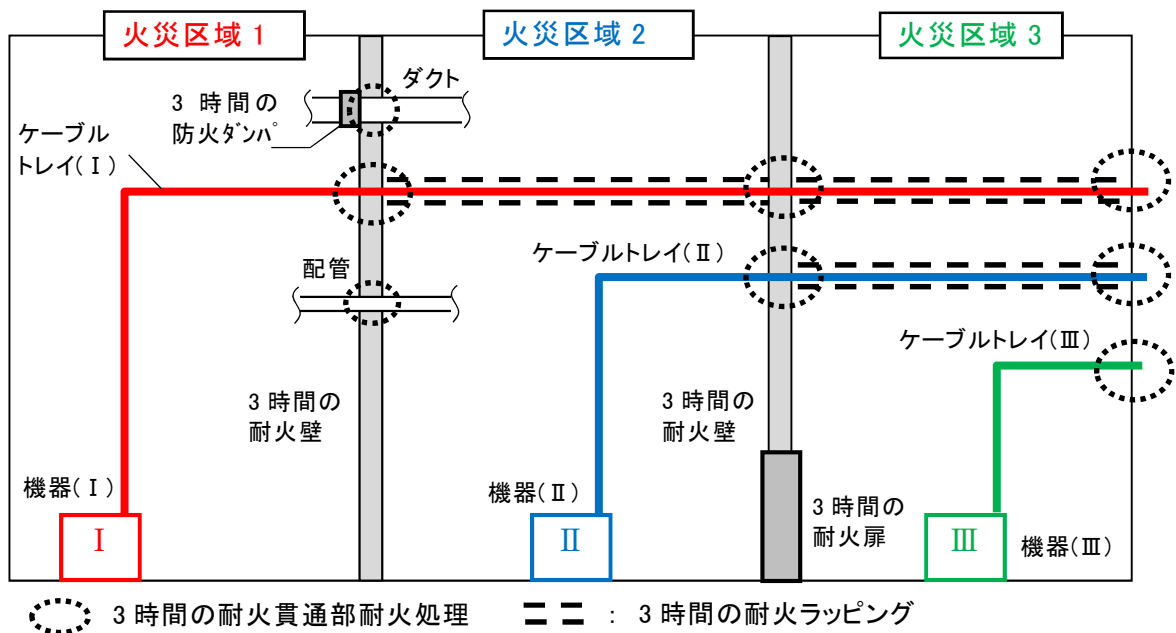
2. 系統分離のための具体的対策

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における単一の火災により機能喪失しないように、当該ケーブルが布設されたケーブルトレイ等を3時間以上の耐火性能を有する耐火ラッピング材で囲うこととする。

(第2図)



第7-2図 ケーブルラッピングによる系統分離概要

(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) |
|------------------------------------|--|
| RHR 最小流量バイパス弁 | 耐火間仕切り設置 |
| RHR 停止時冷却外側隔離弁 | RHR 停止時冷却系は原子炉の安全停止時における機能要求まで時間的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 |
| RCIC TURBINE CONTROL BOX (LCP-105) | 耐火間仕切り設置 |
| HPCS CST 側吸込弁 | |
| HPCS 注入隔離弁 | |
| HPCS S/P 側試験用調節弁 | |
| RHR 注入隔離弁 | |
| 中央制御室外原子炉停止装置 | |

添付資料 2

東海第二発電所における系統分離に使用する障壁等の耐火性能について

東海第二発電所における系統分離に使用する障壁等の耐火性能について

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時間耐火の耐火性能の確認結果を以下に示す。

2. コンクリート壁の耐火性能について

東海第二発電所におけるコンクリート壁の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。

3. 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、建設省告示^{※1}の講習会テキストによりコンクリート壁の屋内火災保有耐火時間の算定方法が以下の式のとおり示されている。これにより壁の最少壁厚を算出することが可能である。

※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式等を定める件」講習会テキスト(国土交通省住宅局建築指導課)）

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

t : 保有耐火時間(分)

α : 火災温度上昇係数(標準加熱曲線:460)^{※2}

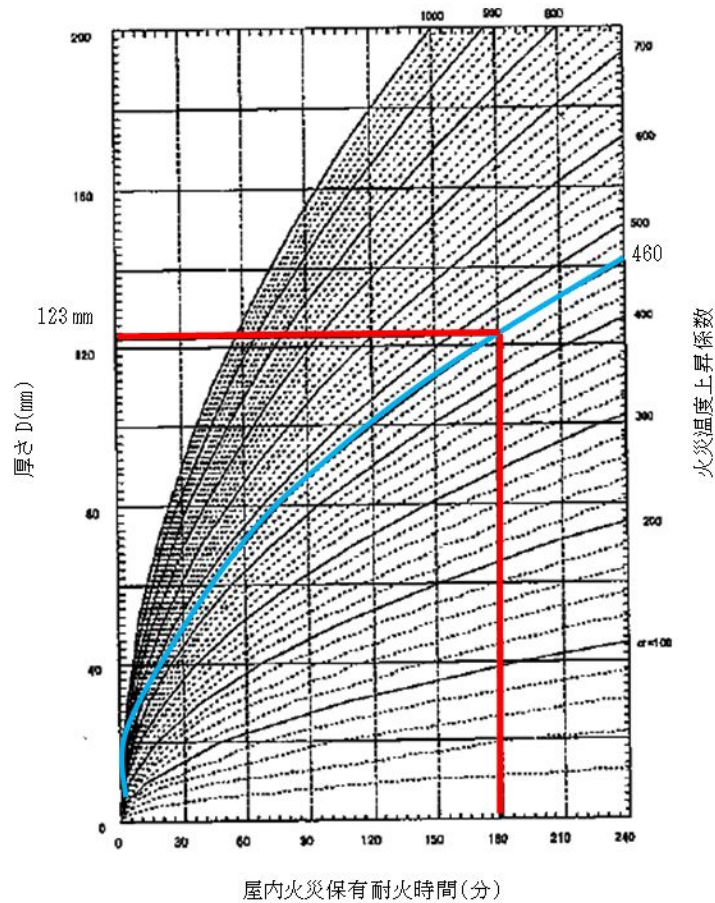
C_D : 遮熱特性係数

D : コンクリート壁の厚さ(mm)

※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ISO834となり、火災温度係数 α は460となる

ここで、建築基準法の構造形式や認定耐火構造は、IS0834の標準加熱温度曲線に従って加熱され、非損傷性、遮熱性、遮煙性等について確認したものであり、標準加熱温度曲線の火災温度上昇係数 α は460となる。

遮熱特性係数は、普通コンクリートで1.0、軽量コンクリートで1.2であり、ここでは、普通コンクリートの1.0となる。



第1図 普通コンクリート壁の屋内火災保有耐火時間(遮熱性)の算定図

(「建設省告示第1433号 耐火性能検証法に関する算出方式等を定める件」講習会テキストに加筆)

上記式より、屋内火災保有耐火時間が180分(3時間)の場合に必要なコンクリート壁の厚さは、123mmと算出できる。また、第7-1図のとおり、屋内火災保有耐火時間240分(4時間)までの算定図が示されている。

なお、東海第二発電所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150mmあることから、3時間耐火性能を有している。

4. 耐火障壁の耐火性能について

東海第二発電所における火災区域のうち、中央制御室非常用換気空調系、原子炉建屋ガス処理系を設置する火災区域に対し、当該火災区域内で互いに相違する系列の火災防護対象機器等の系列間を、3時間又は1時間以上の耐火能力を有する障壁等によって分離する。耐火隔壁としては、現地の施工性等を考慮し、鉄板＋発泡性耐火被覆を選定する。

選定した3時間及び1時間耐火障壁に対し、耐火障壁の基本設計の妥当性を確認するため、火災防護対象機器等を設置する場所で想定される火災を模擬した火災耐久試験等を実施する。火災耐久試験等の結果より、機器間に施工する3時間又は1時間耐火障壁としての実現性を評価する。

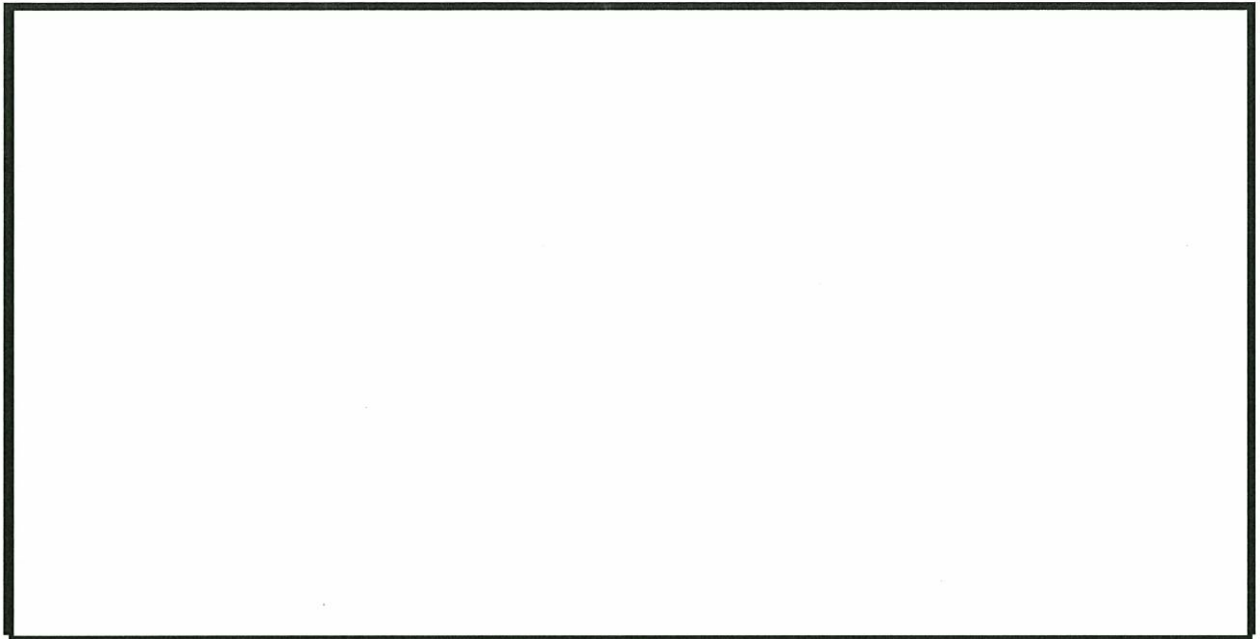
4.1 試験概要

4.1.1 耐火障壁の試験体・判定基準

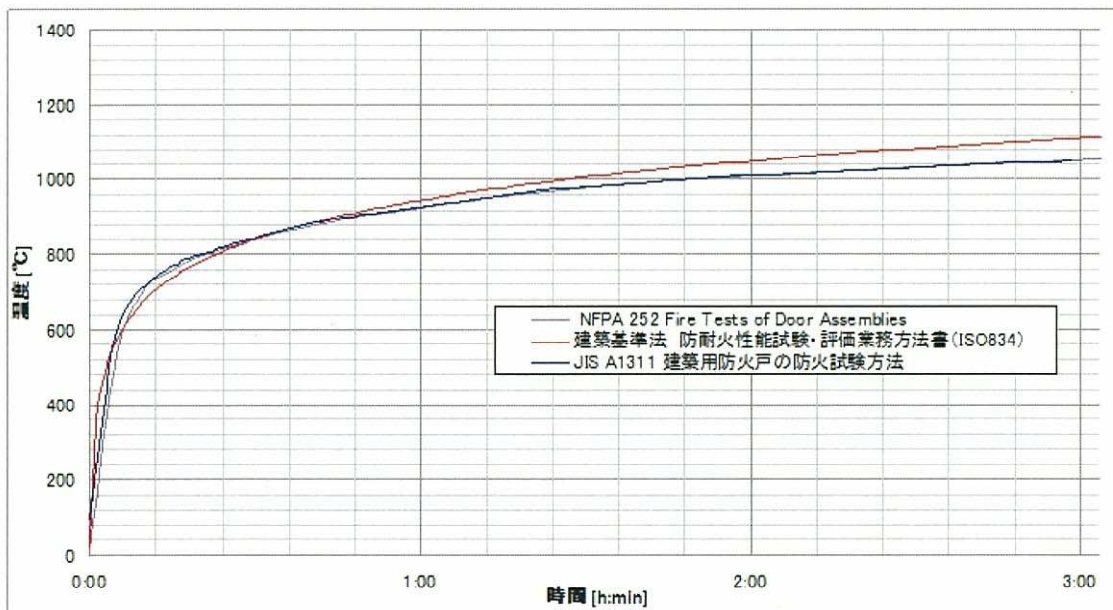
耐火試験は、鋼板に耐火被覆材を加工した試験体に対し、加熱温度が温度が最も厳しい建築基準法(IS0834)の加熱曲線を用いて加熱し、判定基準を満足するかを確認する。判定基準を第1表に、試験体仕様を第2表に、加熱曲線の比較を第2図に示す。

第1表 判定基準

| 確認項目 | 遮炎性の確認 |
|------|---|
| 判定基準 | <ul style="list-style-type: none">・火炎がとおる亀裂等の損傷及び隙間が生じないこと。・非加熱面側に10秒を超えて発炎を生じないこと。・非加熱面側に10秒を超えて火炎が噴出ししないこと。 |



第 2 表 試験体仕様



第 2 図 加熱曲線の比較

4.1.2 試験結果

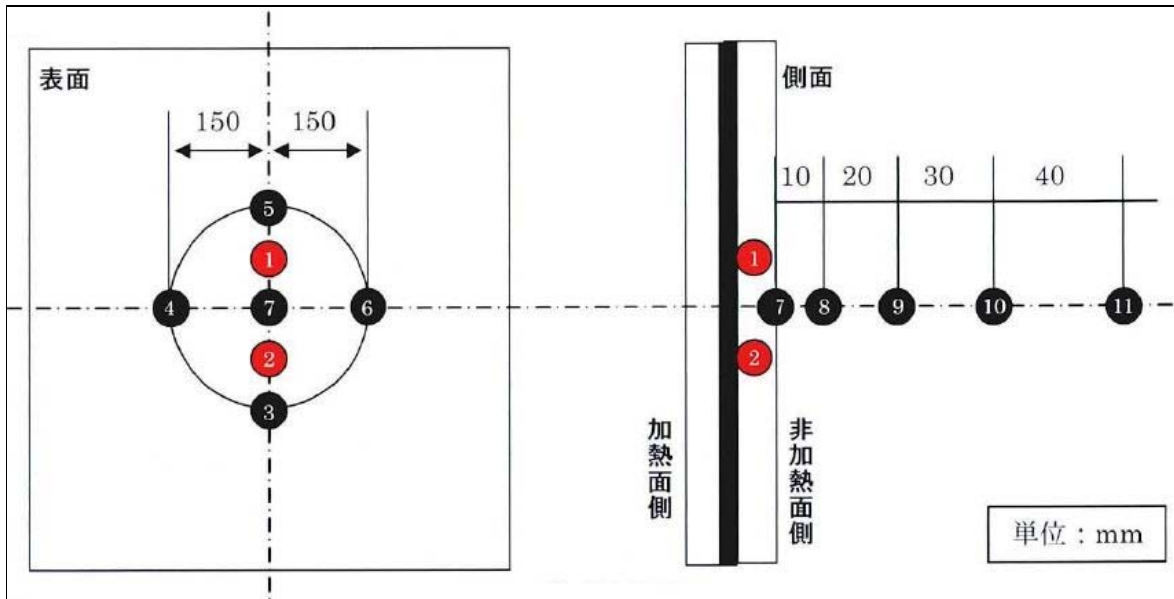
機器の分離を模擬した試験体による試験結果を第3表に示す。試験結果は、いずれの試験体においても非加熱面側への発炎、火炎の噴出、火炎がとおる亀裂等の損傷等がなく、建築基準法に基づく防火設備性能試験の判定基準を満足している。したがって、耐火障壁は3時間又は1時間の耐火性能を有している。試験前後の写真等を別紙1に示す。

第3表 耐火被覆材による耐火障壁の火災耐久試験結果

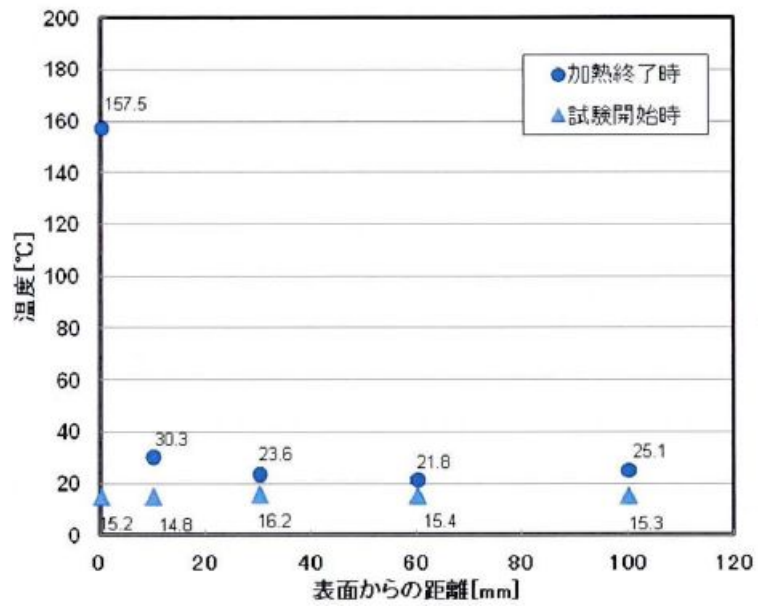
| 試験体 | 判定基準 | | | 試験結果 |
|------|------------------------|-------------------------|-------------------------|------|
| | 非加熱面側に10秒を超えて発炎を生じないこと | 非加熱面側に10秒を超えて火炎が噴出しないこと | 火炎がとおる亀裂等の損傷及び隙間が生じないこと | |
| 試験体① | 良 | 良 | 良 | 合格 |
| 試験体② | 良 | 良 | 良 | 合格 |

試験体①については、10mm 離れていれば 30.3℃までしか上昇しないことを確認した。試験体②については、10mm 離れていれば 44.5℃までしか上昇しないことを確認した。第3図に非加熱面側の表面温度及び空間温度の測定位置を示す。また、非加熱面側の表面からの距離と温度変化を第4図に示す。

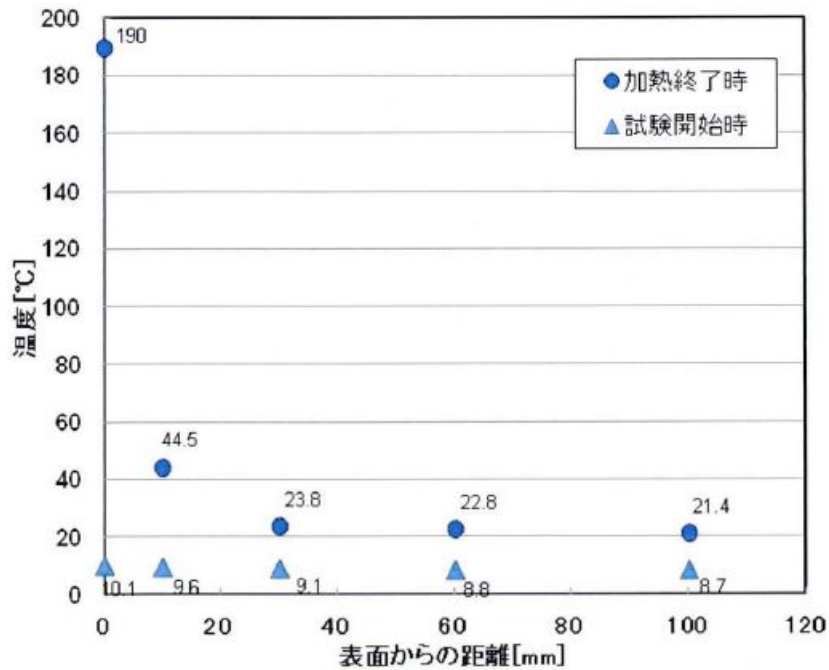
以上のことから、耐火被覆材による耐火障壁の施工については、耐火障壁表面から機器等までの最低離隔距離を10mm以上確保する設計とする。



第 3 図 非加熱面側の表面温度及び空間温度の測定位置



第 4 図 非加熱面側の表面からの距離と温度 (試験体①)



第4図 非加熱面側の表面からの距離と温度（試験体②）

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は、3 時間又は 1 時間耐火障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およぶかを確認し、その影響範囲について耐火隔壁による分離がなされるよう施工を行う。

4.2.1 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。

4.2.2 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隔壁の高さを火炎高さ以上とする。

4.2.3 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およぼす。耐火隔壁によって輻射熱の影響を緩和するため、耐火隔壁の幅については、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。

5. 貫通部シール，防火扉及び防火ダンパなどの耐火性能について

東海第二発電所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 時間以上の耐火性能を確認できたものは，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として適用する。

5.1 試験概要

貫通部シール，防火扉及び防火ダンパの試験は，建築基準法，JIS 及び NFPA があるが，加熱温度が最も厳しい建築基準法にて試験を実施した。

5.1.1 加熱温度

第2図に示すとおり、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、火災耐久試験は建築基準法の加熱曲線にしたがい加熱する。

5.1.2 判定基準について

第3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4表 遮炎性の判定基準

| 試験項目 | 遮炎性の確認 |
|------|--|
| 判定基準 | <ul style="list-style-type: none">・ 火炎がとおる亀裂等の損傷及び隙間が生じないこと・ 非加熱面側に10秒を超えて発炎を生じないこと・ 非加熱面側に10秒を超えて火炎が噴出しないこと |

5.2 貫通部シールの耐火性能

東海第二発電所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、火災耐久試験にて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。

5.2.1 配管貫通部の火災耐久試験

5.2.1.1 試験体の選定

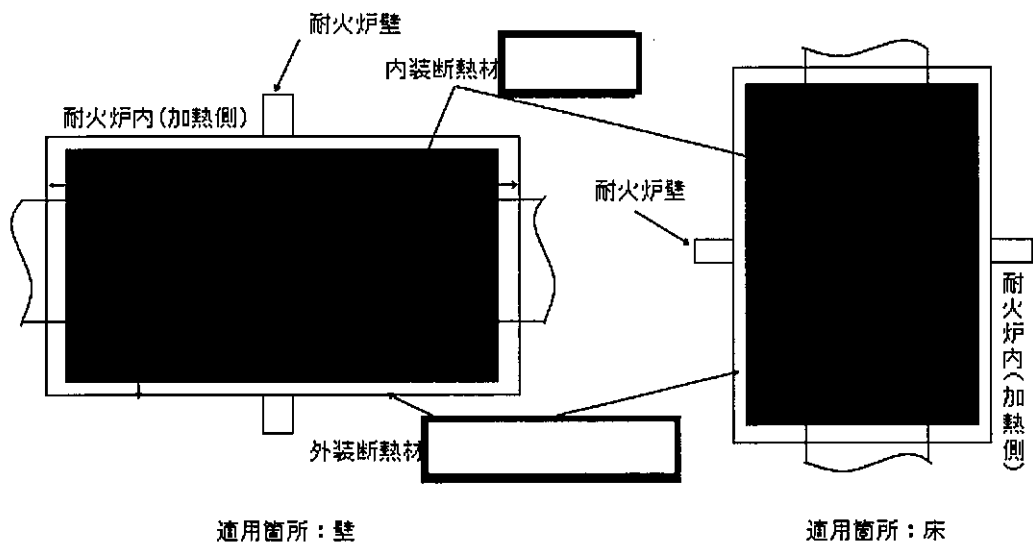
配管貫通部の試験体仕様は、東海第二発電所の火災区域の境界を構成する配管貫通部の仕様を考慮し、第5表に示す配管貫通部を選定する。

第5表 試験体の配管貫通部の仕様

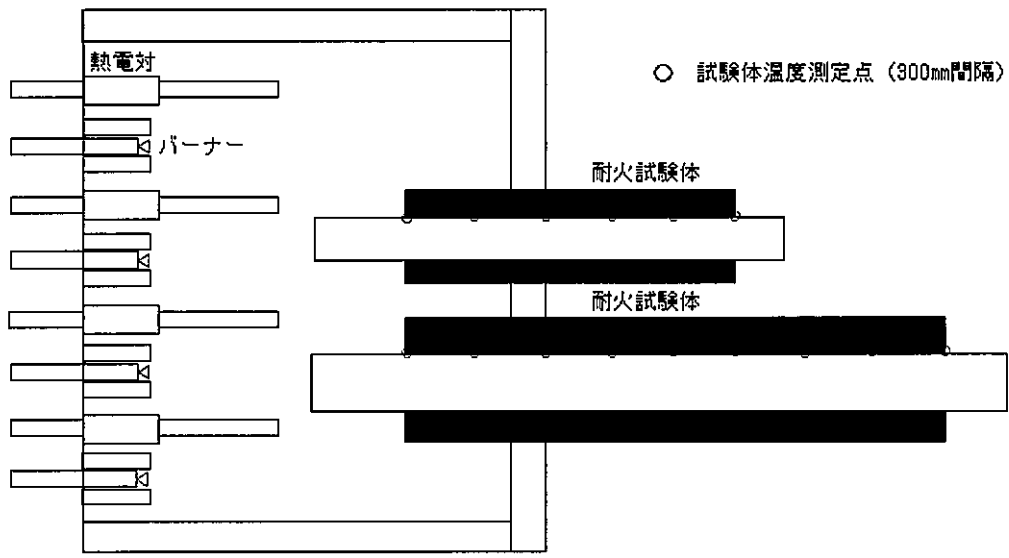
| 試験体 | 配管径 | 適用箇所 | 貫通部シール |
|--------|------|------|--------|
| 配管貫通部① | 50A | 壁 | |
| 配管貫通部② | 100A | | |
| 配管貫通部③ | 150A | | |
| 配管貫通部④ | 250A | | |
| 配管貫通部⑤ | 300A | | |
| 配管貫通部⑥ | 350A | | |
| 配管貫通部⑦ | 450A | | |
| 配管貫通部⑧ | 550A | | |
| 配管貫通部⑨ | 600A | | |
| 配管貫通部⑩ | 50A | 床 | |
| 配管貫通部⑪ | 100A | | |
| 配管貫通部⑫ | 150A | | |
| 配管貫通部⑬ | 250A | | |
| 配管貫通部⑭ | 600A | | |
| 配管貫通部⑮ | 900A | | |
| 配管貫通部⑯ | 50A | | |
| 配管貫通部⑰ | 250A | | |

試験体は、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。本試験体は、コンクリート壁は吸熱効果により貫通配管の温度伝達を考慮すると、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モデルとした。

試験体概要を第5図に、耐火試験炉の概要を第6図に示す。



第 5 図 断熱材取付部の耐火試験体



第 6 図 耐火試験炉の概要

5. 2. 1. 2 試験方法・判定基準

第 4 図の建築基準法の規定に基づく加熱曲線を用い、第 5 図、第 6 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 4 表に示す判定基準を満足することを確認する。

5.2.1.3 試験結果

第6表に試験結果を示す。試験結果は、いずれの試験体においても非加熱面側への発炎、火炎の噴出、火炎がとおる亀裂等の損傷等がなく、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。したがって、配管貫通部シールは3時間の耐火性能を有している。試験前後の写真等を別紙1に示す。

第 6 表 配管貫通部の火災耐久試験結果

| 試験体 | 判定基準 | | | 試験結果 |
|--------|--------------------------|----------------------------|-------------------------|------|
| | 非加熱面側に 10 秒を超えて発炎を生じないこと | 非加熱面側に 10 秒を超えて火炎が噴出ししないこと | 火炎がとおる亀裂等の損傷及び隙間が生じないこと | |
| 配管貫通部① | 良 | 良 | 良 | 合格 |
| 配管貫通部② | 良 | 良 | 良 | 合格 |
| 配管貫通部③ | 良 | 良 | 良 | 合格 |
| 配管貫通部④ | 良 | 良 | 良 | 合格 |
| 配管貫通部⑤ | 良 | 良 | 良 | 合格 |
| 配管貫通部⑥ | 良 | 良 | 良 | 合格 |
| 配管貫通部⑦ | 良 | 良 | 良 | 合格 |
| 配管貫通部⑧ | 良 | 良 | 良 | 合格 |
| 配管貫通部⑨ | 良 | 良 | 良 | 合格 |
| 配管貫通部⑩ | 良 | 良 | 良 | 合格 |
| 配管貫通部⑪ | 良 | 良 | 良 | 合格 |
| 配管貫通部⑫ | 良 | 良 | 良 | 合格 |
| 配管貫通部⑬ | 良 | 良 | 良 | 合格 |
| 配管貫通部⑭ | 良 | 良 | 良 | 合格 |
| 配管貫通部⑮ | 良 | 良 | 良 | 合格 |
| 配管貫通部⑯ | 良 | 良 | 良 | 合格 |
| 配管貫通部⑰ | 良 | 良 | 良 | 合格 |

5.2.1.4 配管貫通部のシール施工

配管貫通部の施工にあたり，断熱材料は，耐火試験に用いた材料と同じロスリム及びファイフレックスを組合わせて使用することとし，ロスリムを内装断熱材に，ファイフレックスを外装断熱材として設置する。

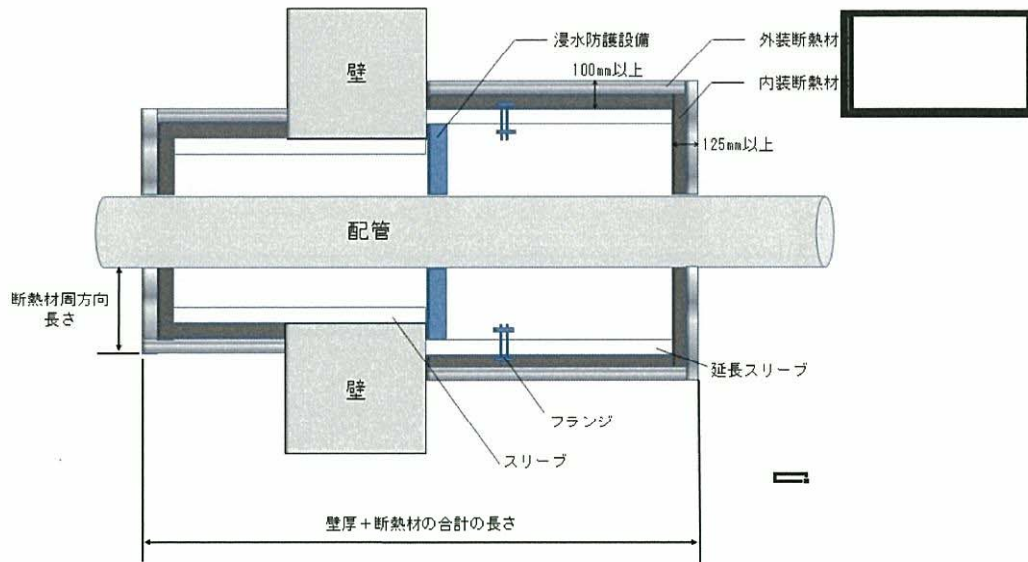
また，遮熱性の観点から貫通口の口径が大きくなるほど管を伝わる熱量が大きくなり，熱を遮断するための耐熱量が多くなる。したがって，耐火試験では火災区域を構成する配管貫通部の最大となる配管口径以下の代表口径を定めて，口径に応じて遮熱性を有するよう断熱材寸法を定めて耐火試験を実施した。

なお，配管に設置する断熱材は，耐火試験にて確認された当該配管口径を上回る寸法以上となるように設置し，耐火試験より保守的な設計とする。

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が想定される。この場合は，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。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。なお，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(壁厚)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おいては，耐火試験と同様のモルタ

ル材料を用い、施工時のお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で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7図 干渉物がある場合の断熱材施工例

5. 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」では、火災時に考慮する消火水系統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浸水防護設備が設置される場合がある。浸水防護設備はその特性上、熱に対する耐性が乏しく火災時に浸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、東海第二発電所は、火災によって浸水防護設備の機能喪失するようなおそれがある箇所は、設置許可基準規則第九条「溢水による損傷の防止等」のうち、「内部溢水影響評価ガイド」（以下「溢水評価ガイド」とい

う。)2.1.2(1)b. で要求される「建屋内の消火活動のために設置される消火栓からの放水」(消火装置が作動する時間を保守的に 3 時間と想定して溢水量を算出)を評価し,浸水防護設備の機能喪失する箇所には,耐火材の追設設置を行い,消火までの間,止水機能を維持し安全機能を有する設備に影響をおよぼすことがない設計とする。

5.2.2 ケーブルトレイ及び電線管貫通部の火災耐久試験

5.2.2.1 ケーブルトレイ貫通部の試験体選定

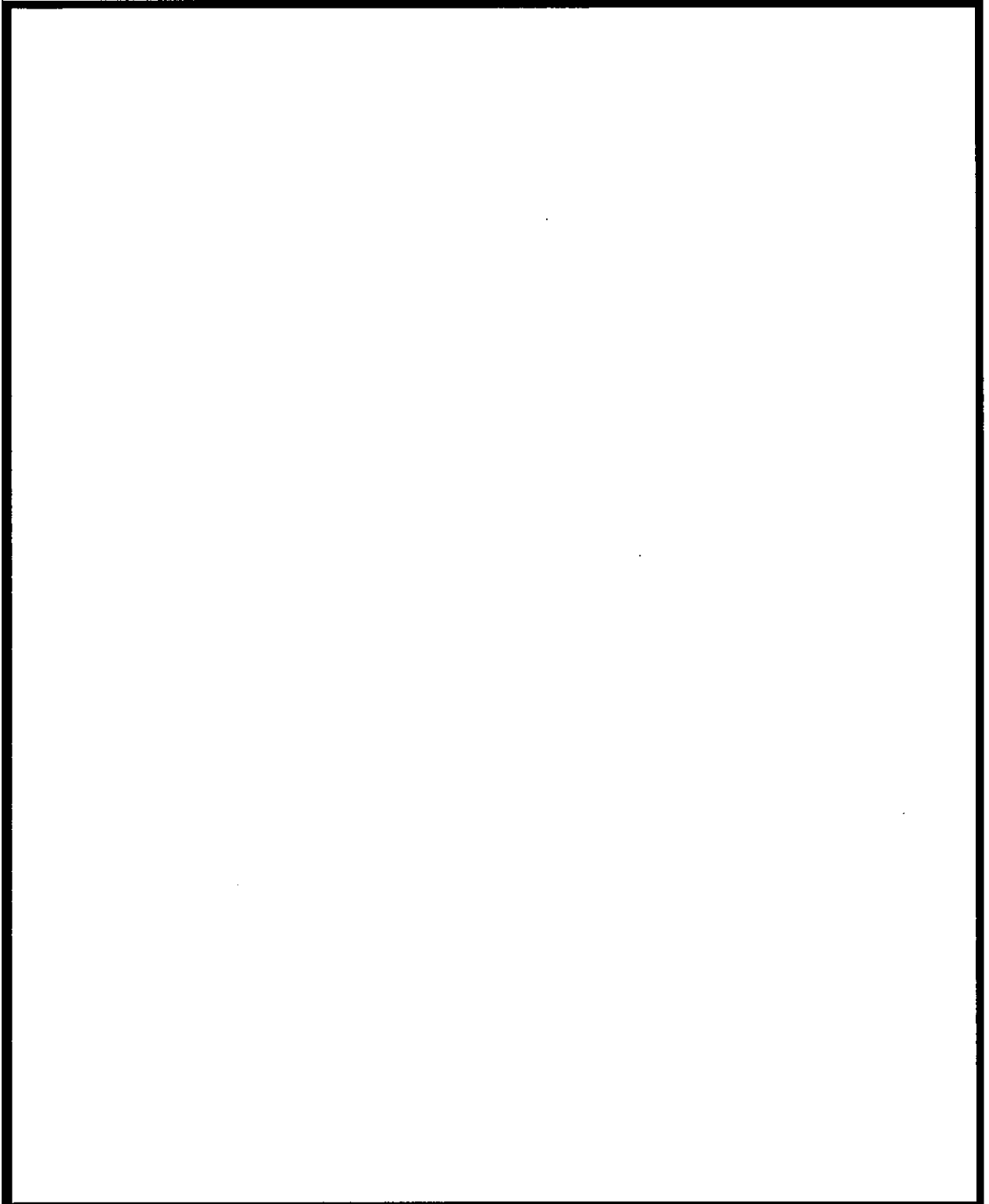
ケーブルトレイ貫通部の試験体の仕様は、東海第二発電所のケーブルトレイ貫通部の仕様を考慮し選定しており、第7表に示すケーブルトレイを選定している。試験体の概要を第8図に示す。

第7表 試験体となるケーブルトレイの仕様

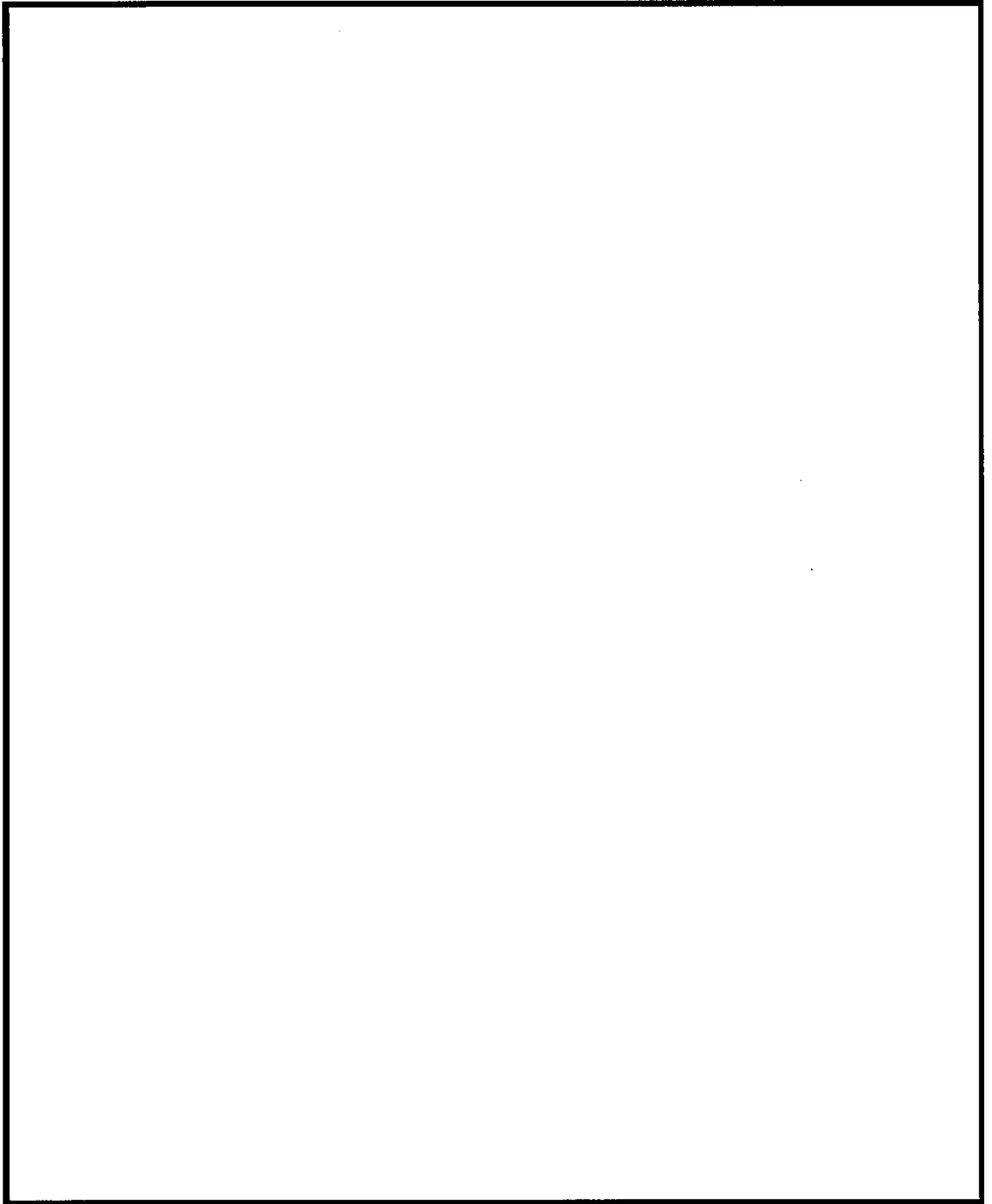
| 項目 | ケーブルトレイ | | | |
|-------------|---------|-----|-----|-----|
| | (1) | (2) | (3) | (4) |
| 開口部 寸法 | | | | |
| 貫通部 シール材 | | | | |
| ケーブル 占積率 | | | | |

5.2.2.2 ケーブルトレイ貫通部の試験方法・判定基準

第4図で示す加熱曲線で片面を加熱し、非加熱面側が第4表に示す判定基準を満足することを確認する。



第8図 ケーブルトレイ貫通部の耐火試験体（1 / 2）



第8図 ケーブルトレイ貫通部の耐火試験体（2 / 2）

5.2.2.3 ケーブルトレイ貫通部の試験結果

第8表に試験結果を示す。いずれの試験体においても非加熱面側への発炎，火炎の噴出，火炎がとおる亀裂等の損傷等がなく，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。したがって，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8表 ケーブルトレイ貫通部における火災耐久試験結果

| 試験体 | | ケーブルトレイ貫通部 | | | |
|------|-------------------------|------------|-----|-----|-----|
| | | (1) | (2) | (3) | (4) |
| 判定基準 | 非加熱面側に10秒を超えて発炎を生じないこと | 良 | 良 | 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 | 良 | 良 |
| | 火炎がとおる亀裂等の損傷及び隙間が生じないこと | 良 | 良 | 良 | 良 |
| 試験結果 | | 合格 | 合格 | 合格 | 合格 |

5.2.2.4電線管貫通部の試験体の選定

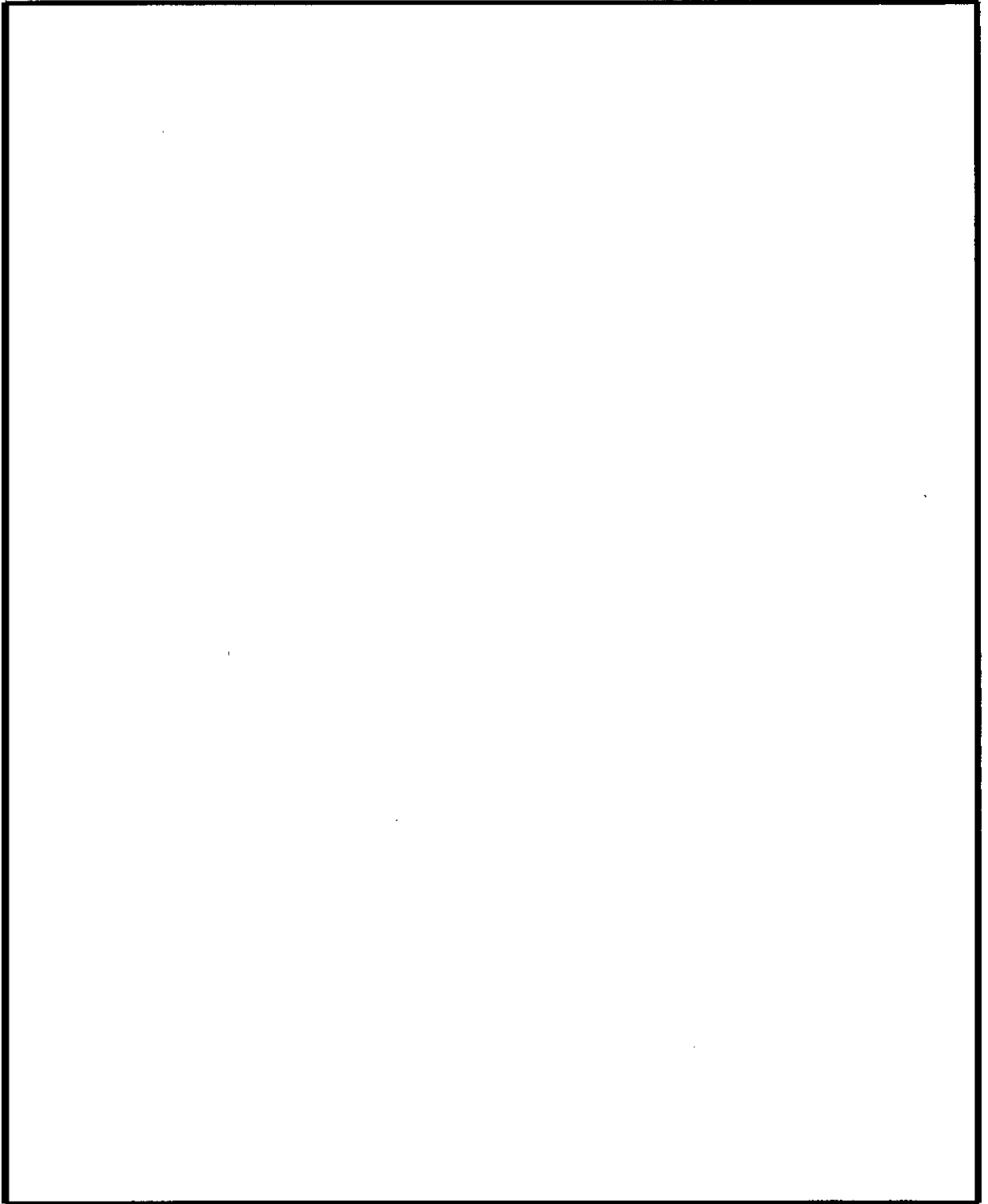
電線管貫通部の試験体の仕様は、東海第二発電所の電線管貫通部の仕様を考慮し選定しており、第9表に示す電線管を選定している。試験体の概要を第9図に示す。

第9表 試験体となる電線管の仕様

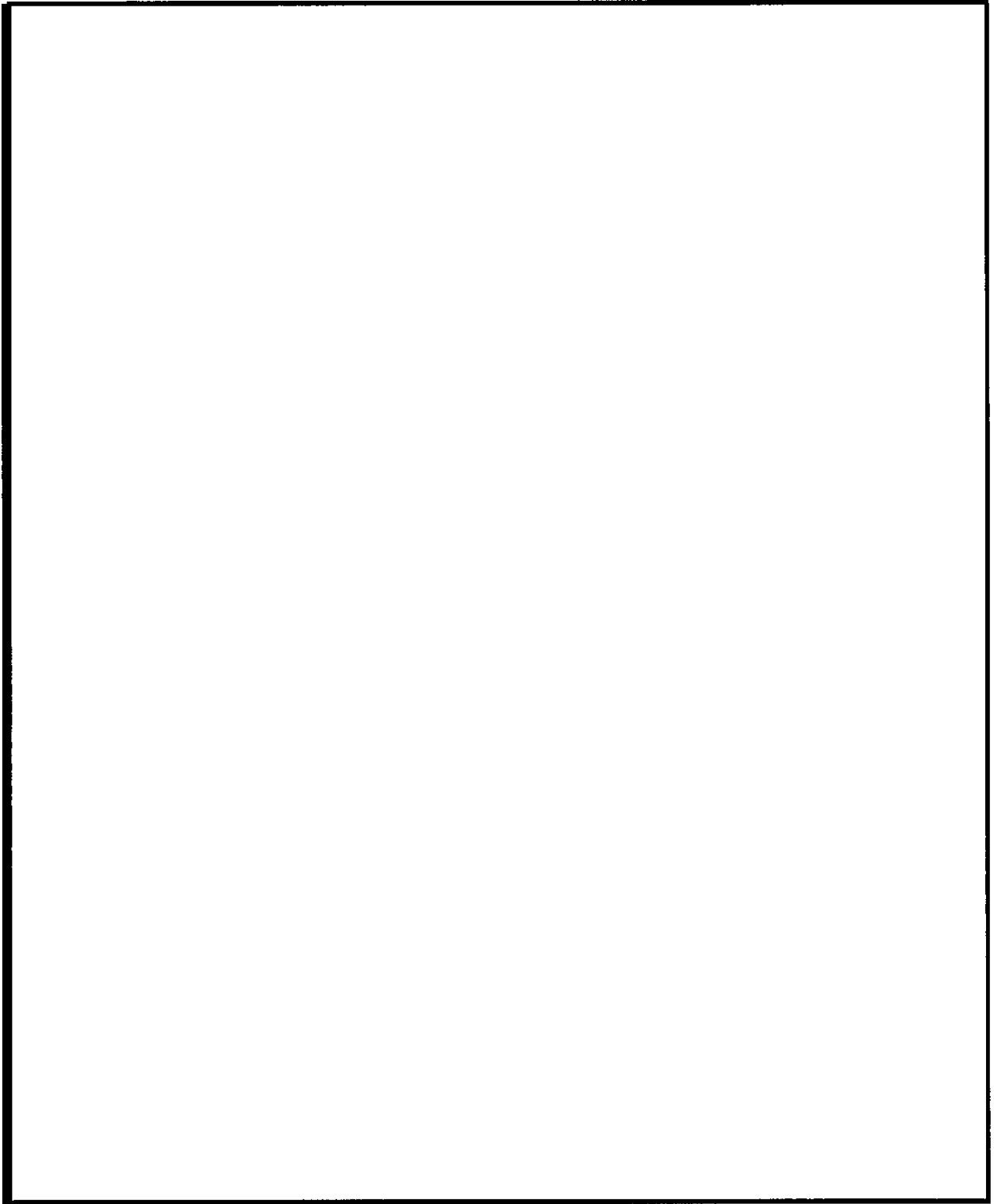
| 項目 | 電線管 | | | |
|-------------|-----|-----|-----|-----|
| | (1) | (2) | (3) | (4) |
| 開口部 寸法 | | | | |
| 貫通部 シール材 | | | | |
| ケーブル 占積率 | | | | |

5.2.2.5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、非加熱面側が第4表に示す判定基準を満足することを確認する。



第9図 電線管貫通部の耐火試験体（1 / 2）



第9図 電線管貫通部の耐火試験体（2 / 2）

5.2.2.6電線管貫通部の試験結果

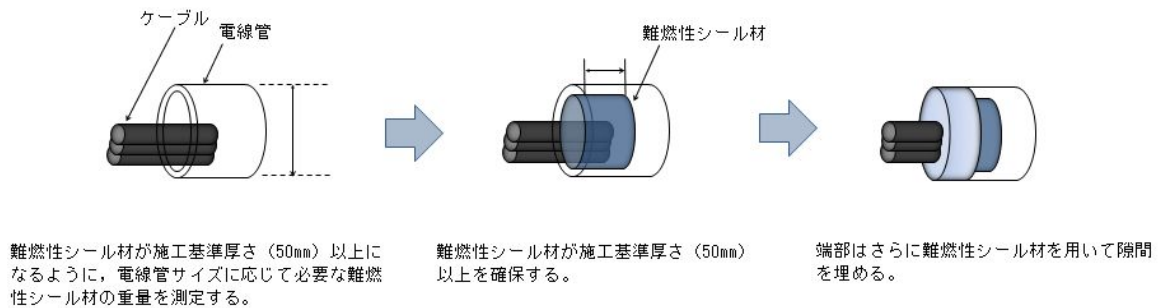
第10表に試験結果を示す。いずれの試験体においても非加熱面側への発炎，火炎の噴出，火炎がとおる亀裂等の損傷等がなく，建築基準法に基づく防火設備性能試験の判定基準を満足している。したがって，配管貫通部シールは3時間の耐火性能を有している。試験前後の写真を別紙1に示す。

第10表 電線管貫通部における火災耐久試験結果

| 試験体 | | ケーブルトレイ貫通部 | | | |
|------|-------------------------|------------|-----|-----|-----|
| | | (1) | (2) | (3) | (4) |
| 判定基準 | 非加熱面側に10秒を超えて発炎を生じないこと | 良 | 良 | 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 | 良 | 良 |
| | 火炎がとおる亀裂等の損傷及び隙間が生じないこと | 良 | 良 | 良 | 良 |
| 試験結果 | | 合格 | 合格 | 合格 | 合格 |

5.2.2.7 ケーブルトレイ及び電線管貫通部のシール施工

ケーブルトレイ及び電線管貫通部のシール施工にあたり、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(ロックウール、ケイ酸カルシウム板、難燃性パテ(SFエコシール、ペネシール)等)を設置するよう管理を行う。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・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10図に示す。



第10図 電線管貫通部処理時の管理方法

5.3 防火扉の耐火性能について

東海第二発電所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、火災耐久試験にて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。

5.3.1 試験体の選定

試験体の仕様は、東海第二発電所の火災区域境界に用いられる防火扉の仕様を考慮し、第11表に示す防火扉を選定する。

第11表 試験体となる防火扉の仕様

| 扉種別 | 両開き |
|-----|-----|
| 扉寸法 | |
| 板厚 | |
| 扉姿図 | |
| | |

5.3.2 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，非加熱面側が第4表に示す判定基準を満足することを確認する。

5.3.3 試験結果

第12表に試験結果を示す。3時間耐火性能を有することが確認された。なお，ドアクローザーは，不燃又は難燃品に変更する。試験前後の写真を別紙1に示す。よって，防火扉は3時間の耐火性能を有している。

第12表 防火扉における火災耐久試験結果

| 試験体 | | 防火扉 |
|------|-------------------------|-----------------|
| | | 両開き |
| 判定基準 | 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 ^{※1} |
| | 火炎がとお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 |

※1 ドアクローザー部を除く

5. 4防火ダンパの耐火試験について

東海第二発電所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、火災耐久試験にて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。

5. 4. 1試験体の選定

試験体の仕様は、東海第二発電所に設置される防火ダンパの仕様を考慮し、第13表に示す防火ダンパを選定する。

第13表 試験体となる防火ダンパの仕様

| 試験体 | ダンパ① | ダンパ② | 備考 |
|--------|------|------|----|
| 板厚 | | | |
| 羽根長さ | | | |
| ダンパサイズ | | | |

5. 4. 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、非加熱面側が第4表に示す判定基準を満足することを確認する。

5.4.3 試験結果

第14表に試験結果を示す。いずれの試験体においても非加熱面側への発炎，火炎の噴出，火炎がとおる亀裂等の損傷等がなく，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。したがって，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14表 防火ダンパにおける火災耐久試験結果

| 試験体 | | 防火ダンパ① | 防火ダンパ② |
|------|-------------------------|--------|--------|
| 判定基準 | 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 |
| | 火炎がとお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 |

5.5 耐火間仕切りの火災耐久試験

5.5.1 試験体の選定

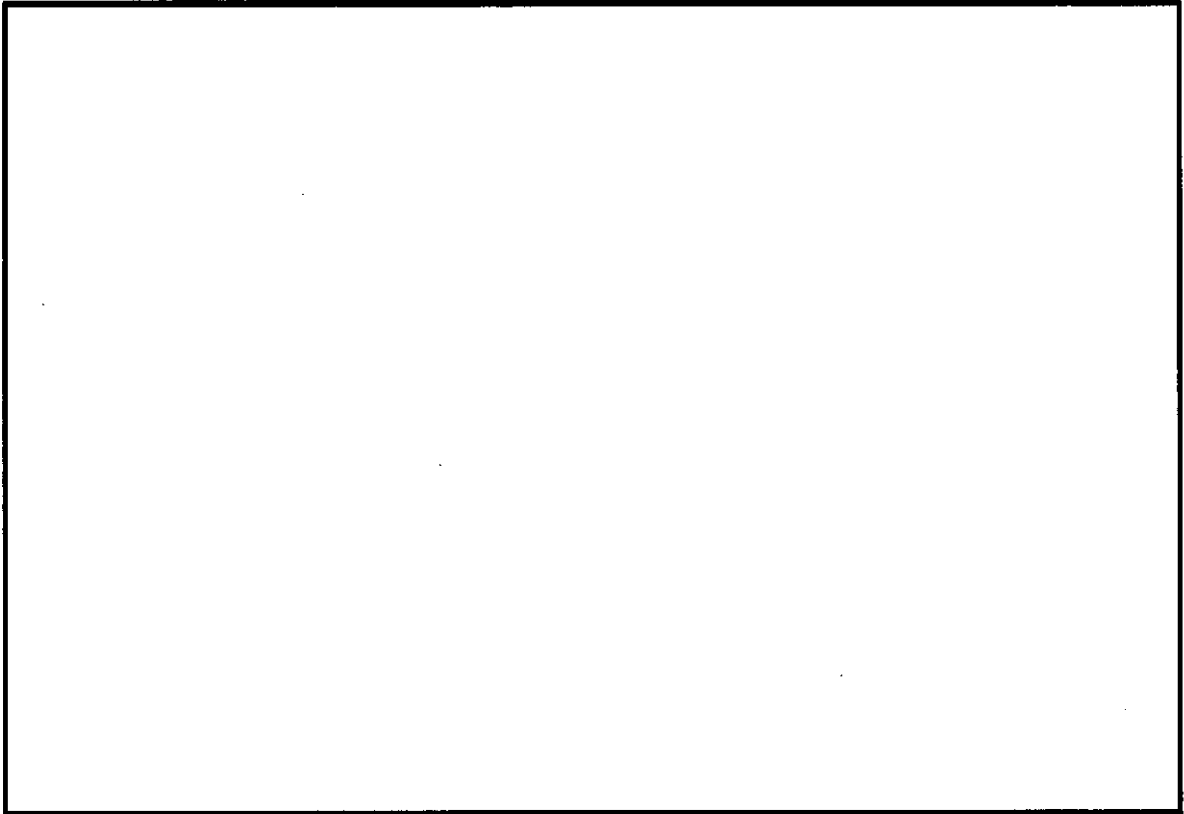
耐火間仕切りは，東海第二発電所の火災防護対象設備に応じて適するもの選定し，第15表に示す仕様としている。試験体の概要を第11図に示す。

第15表 試験体となる耐火間仕切りの仕様

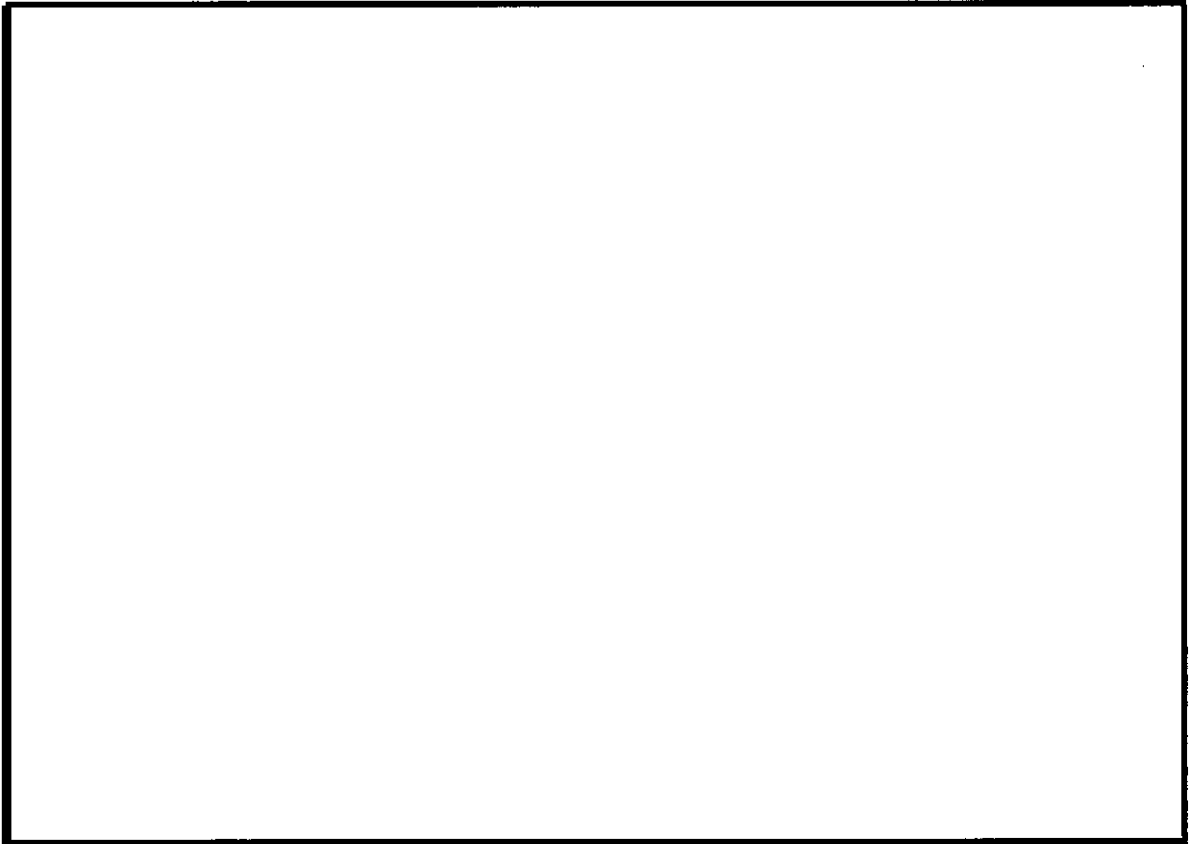
| 項目 | 耐火間仕切り | | |
|--------|----------------|-----------------------------|------------------|
| 試験体 | ① | ② | ③ |
| 主な使用用途 | 電動弁・電気ペネトレーション | 計装品（現場制御盤，計装ラック）・電気ペネトレーション | 計装品（現場制御盤，計装ラック） |
| 形状 | 箱形 | | |
| 材料 | | | |

5. 5. 2耐火間仕切りの試験方法・判定基準

第2図で示す加熱曲線で片面を加熱し，非加熱面側が第4表に示す判定基準を満足することを確認する。



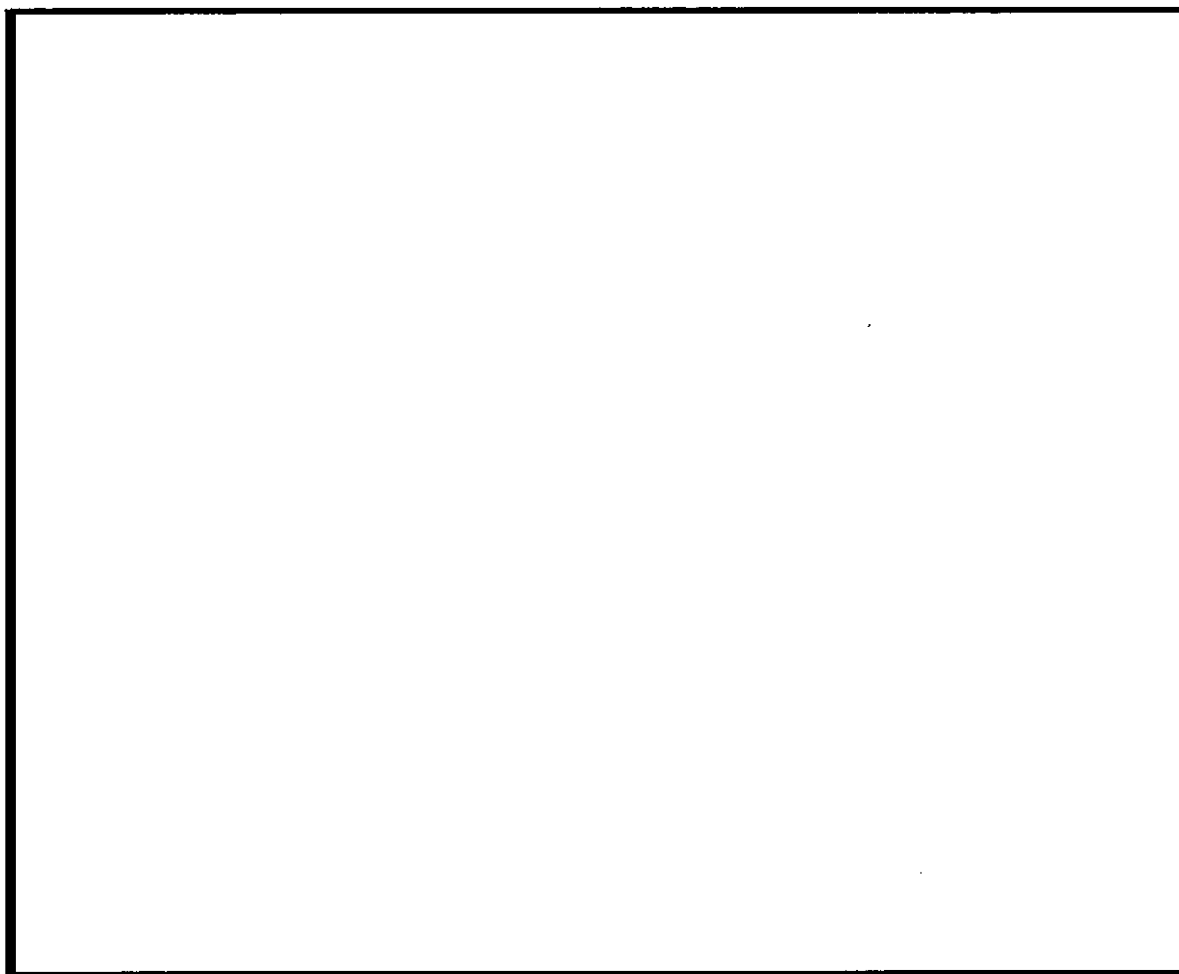
耐火間仕切り①



耐火間仕切り②

第11図 耐火間仕切りの試験体(1 / 2)

8条-別添1-資料7-添付2-32



耐火間仕切り③

第11図 耐火間仕切りの試験体（2 / 2）

5.5.3 試験結果

第16表に試験結果を示す。いずれの試験体においても非加熱面側への発炎，火炎の噴出，火炎がとおる亀裂等の損傷等がなく，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。したがって，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1に示す。

第16表 耐火間仕切りにおける火災耐久試験結果

| 試験体 | | ① | ② | ③ |
|------|-------------------------|----|----|----|
| 判定基準 | 非加熱面側に10秒を超えて発炎を生じないこと | 良 | 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 | 良 |
| | 火炎がとおる亀裂等の損傷及び隙間が生じないこと | 良 | 良 | 良 |
| 試験結果 | | 合格 | 合格 | 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，煤等の付着が無いことを確認し試験結果良と判定した。

5.6 ケーブルトレイ耐火ラッピングの火災耐久試験

東海第二発電所におけるケーブルトレイ等を系統分離するために用いるケーブルラッピングが3時間又は1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。

なお、今後の火災耐久試験により3時間又は1時間以上の耐火性能を有することが確認されたケーブルラッピングについても、系統分離に使用する。

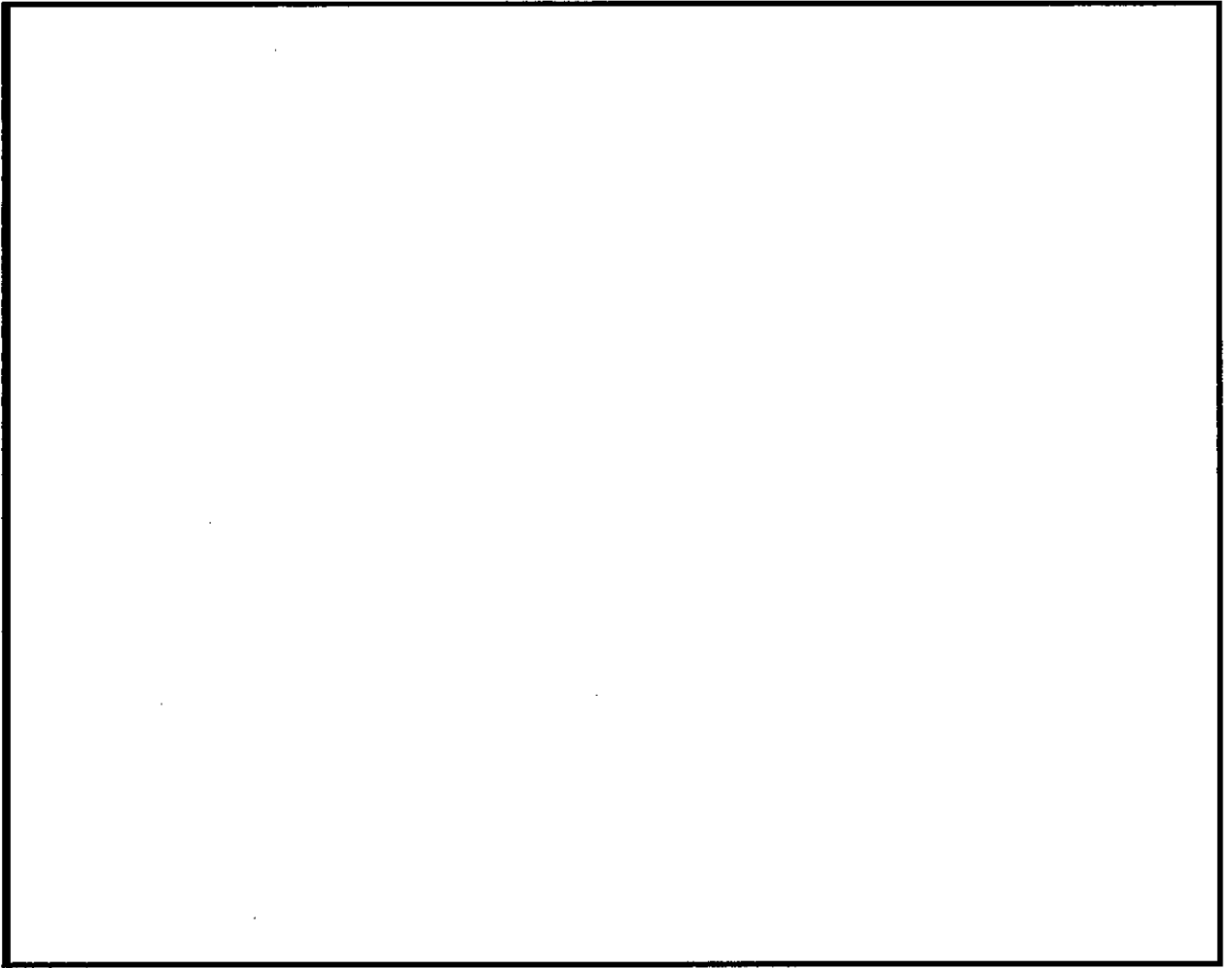
5.6.1 試験体の選定

5.6.1.1 耐火ラッピングタイプ（3時間耐火）

3時間耐火ラッピングタイプは、ケーブルトレイに直接巻き付けるタイプの耐火方法である。東海第二発電所で使用しているケーブルトレイの仕様を考慮し、以下のケーブルトレイを選定した。第17表に仕様、試験体の概要を第12図に示す。

第17表 試験体となるラッピングタイプの仕様

| 型式 | ケーブルトレイ | 構成材料 |
|------------|---------|------|
| 3時間耐火ラッピング | | |



第12図 ラッピングタイプの試験体概要

5.6.1.5 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、外観、電気特性 (導通、絶縁抵抗) 確認を行い、判定基準を満足するかを確認する。(第18表)

第18表 判定基準

| 項目 | 確認内容 | 判定基準 |
|------------|---|-----------------------------|
| 外観確認 | 耐火試験中，ケーブルラッピングの著しい変化，破壊，脱落等の変化がないことを目視で確認する。 | 著しい変化が生じないこと |
| | 耐火試験後，ケーブル表面及びケーブルトレイ表面に延焼の痕跡がないことを目視で確認する。 | 延焼の痕跡がないこと |
| | 放水試験後，ケーブルラッピングにケーブル及びケーブルトレイが見える貫通口が生じないことを目視確認する。 | 貫通口が生じないこと。 |
| 電気特性 確認 | 耐火試験後にケーブルの導通を確認する。 | 導通があること |
| | 耐火試験前後にケーブルの導体－大地間の絶縁抵抗測定する。 | 試験後に絶縁抵抗の著しい低下がないこと(10MΩ以上) |

5.6.1.6試験結果

第19表に試験結果を示す。本試験においてケーブルラッピングは，著しい変化が生じず，ケーブル及びケーブルトレイに延焼の痕跡もなかった。また，試験後，導通，絶縁抵抗を満足している。なお，耐火試験後，放水試験を行い，ケーブルラッピングにケーブル及びケーブルトレイが見える貫通口が生じないことを確認した。

したがって判定基準を満足しているため，3時間耐火ラッピングは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19表 3時間耐火ラッピングにおける火災耐久試験結果

| 判定基準 | | 判定 | 備考 |
|------------|-----------------------------|----|----|
| 外観確認 | 著しい変化が生じないこと | 良 | |
| | 延焼の痕跡がないこと | 良 | |
| | 貫通口が生じないこと。 | 良 | |
| 電気特性 確認 | 導通があること | 良 | |
| | 試験後に絶縁抵抗の著しい低下がないこと(10MΩ以上) | 良 | |
| 試験結果 | | 合格 | |

5.6.1.7耐火ラッピングタイプ（1時間耐火）

1時間耐火ラッピングタイプは、ケーブルトレイに直接巻き付けるタイプの耐火方法である。東海第二発電所で使用しているケーブルトレイの仕様を考慮し、以下のケーブルトレイを選定した。第20表に仕様に示す。

第20表 試験体となるラッピングタイプの仕様

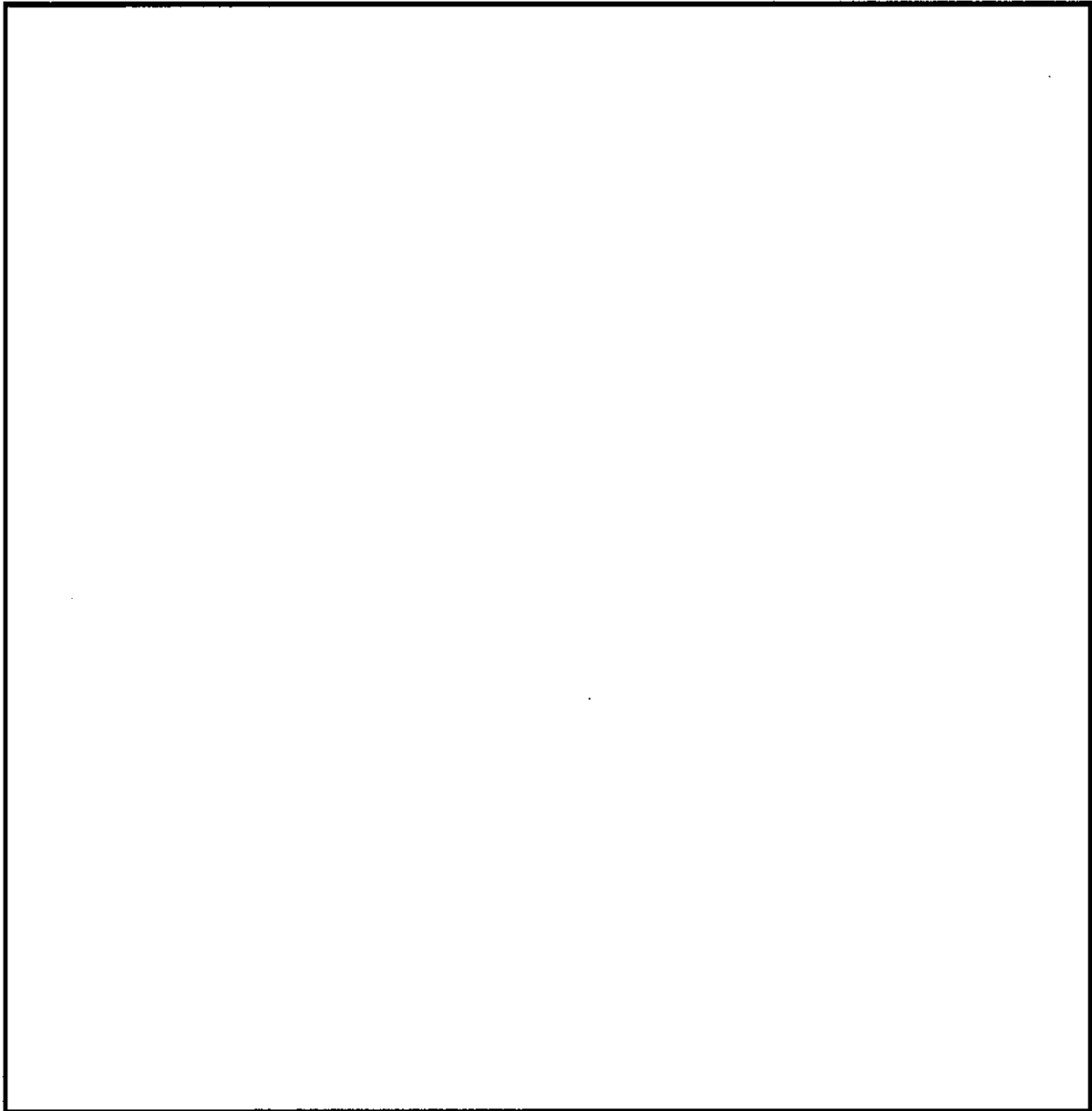
| 型式 | ケーブルトレイ | 構成材料 |
|------------|---------|------|
| 1時間耐火ラッピング | | |

5.6.1.8試験方法・判定基準

試験方法は、①火災防護対象ケーブルの延焼による異区分のケーブルへの影響と、②異区分のケーブル延焼による火災防護対象ケーブルへの影響を考慮し、試験を実施した。試験体概要を第13図に示す。

判定基準は、水平及び垂直方向に分離された電路内の評価対象ケーブルにつ

いて、電気特性（導通、絶縁抵抗）を確認し、判定基準を満足するかを確認する。（第20表）



第13図 試験体概要

第21表 判定基準

| 試験項目 | 確認内容 | 判定基準 |
|--------|------------------------------------|-------------|
| 導通試験 | テスタを用いて、ケーブルの導通を確認する | 導通があること |
| 絶縁抵抗試験 | 絶縁抵抗計を用いて、導体相互間、及び導体と大地間の絶縁抵抗を測定する | 10MΩ以上であること |

5.6.1.9 試験結果

第22表に試験結果を示す。1時間耐火試験後の水平及び垂直方向に分離された電路内の評価対象ケーブルについて、導通、絶縁抵抗を満足していることを確認した。したがって判定基準を満足しているため、1時間耐火ラッピングは1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22表 1時間耐火ラッピングにおける火災耐久試験結果

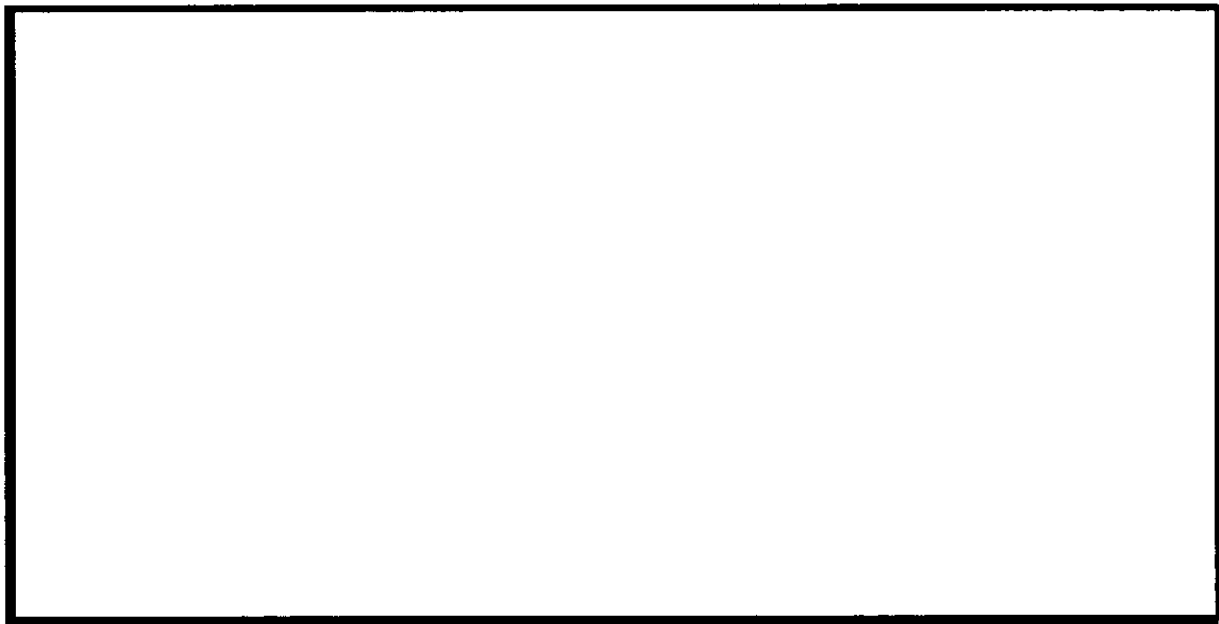
| 判定基準 | 判定 | 備考 |
|------------|----|----|
| 導通があること | 良 | |
| 10MΩ以上あること | 良 | |
| 試験結果 | 合格 | |

5.6.1.10 電線管ケーブルラッピング（3時間耐火）

電線管ケーブルラッピングは、電線管に直接巻き付けるタイプの耐火方法である。また、東海第二発電所で使用している電線管の仕様を考慮し、以下の電線管を選定した。第22表に仕様、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ケーブルラッピングの仕様

| 型式 | 電線管 | 構成材料 |
|------------|-----|------|
| 3時間耐火ラッピング | | |



第14図 電線管ケーブルラッピングの試験体概要

5.6.1.11試験方法・判定基準

試験方法はケーブルトレイラッピングと同じく、加熱温度が最も厳しい建築基準法 (IS0834) の加熱曲線を採用し、判定基準を満足することを確認する。

判定基準もケーブルトレイラッピングと同様に、外観、電気特性 (導通、絶縁抵抗) 確認を行い、判定基準を満足するかを確認する。(第23表)

第23表 判定基準

| 項目 | 確認内容 | 判定基準 |
|--------|---|------------------------------|
| 外観確認 | 耐火試験中、ケーブルラッピングの著しい変化、破壊、脱落等の変化がないことを目視で確認する。 | 著しい変化が生じないこと |
| | 耐火試験後、ケーブル表面及びケーブルトレイ表面に延焼の痕跡がないことを目視で確認する。 | 延焼の痕跡がないこと |
| | 放水試験後、ケーブルラッピングに電線管が見える貫通口が生じないことを目視確認する。 | 貫通口が生じないこと。 |
| 電気特性確認 | 耐火試験後にケーブルの導通を確認する。 | 導通があること |
| | 耐火試験前後にケーブルの導体-大地間の絶縁抵抗測定をする。 | 試験後に絶縁抵抗の著しい低下がないこと (10MΩ以上) |

5.6.1.12試験結果

第24表に試験結果を示す。本試験において電線管ケーブルラッピングは、著しい変化が生じず、ケーブルに延焼の痕跡もなかった。また、試験後、導通、絶縁抵抗を満足している。なお、耐火試験後、放水試験を行い、電線管が見える貫通口が生じないことを確認した。

したがって判定基準を満足しているため、3時間耐火電線管ケーブルラッピングは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24表 3時間耐火電線管ケーブルラッピングにおける火災耐久試験結果

| 判定基準 | | 判定 | 備考 |
|------------|-----------------------------|----|----|
| 外観確認 | 著しい変化が生じないこと | 良 | |
| | 延焼の痕跡がないこと | 良 | |
| | 貫通口が生じないこと。 | 良 | |
| 電気特性 確認 | 導通があること | 良 | |
| | 試験後に絶縁抵抗の著しい低下がないこと(10MΩ以上) | 良 | |
| 試験結果 | | 合格 | |

5.6.1.13電線管ケーブルラッピング（1時間耐火）

1時間耐火ラッピングタイプは、電線管に直接巻き付けるタイプの耐火方法である。東海第二発電所で使用している電線管の仕様を考慮し、以下の電線管を選定した。第25表に仕様に示す。

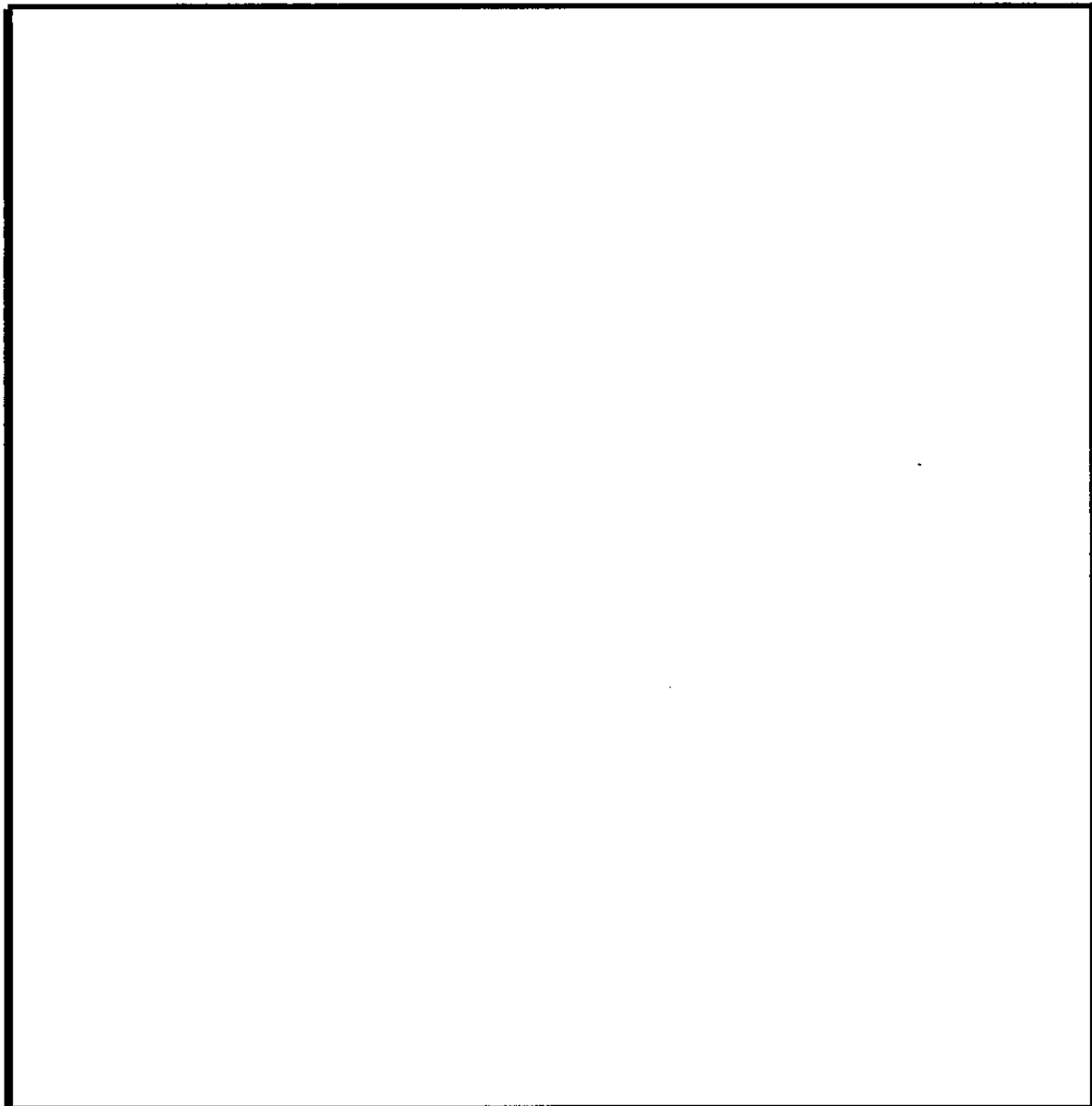
第25表 試験体となるラッピングタイプの仕様

| 型式 | 電線管 | 構成材料 |
|------------|-----|------|
| 1時間耐火ラッピング | | |

5.6.1.14試験方法・判定基準

試験方法は、ケーブルトレイ1時間耐火ラッピングと同様に①火災防護対象ケーブルの延焼による異区分のケーブルへの影響と、②異区分のケーブル延焼による火災防護対象ケーブルへの影響を考慮し、試験を実施した。試験体概要を第15図に示す。

判定基準も、ケーブルトレイ1時間耐火ラッピングと同様に水平及び垂直方向に分離された電路内の評価対象ケーブルについて、電気特性（導通、絶縁抵抗）を確認し、判定基準を満足するかを確認する。（第25表）



第15図 試験体概要

第25表 判定基準

| 試験項目 | 確認内容 | 判定基準 |
|--------|------------------------------------|----------------------|
| 導通試験 | テスタを用いて、ケーブルの導通を確認する | 導通があること |
| 絶縁抵抗試験 | 絶縁抵抗計を用いて、導体相互間、及び導体と大地間の絶縁抵抗を測定する | 10M Ω 以上であること |

5.6.1.15試験結果

第26表に試験結果を示す。1時間耐火試験後の水平及び垂直方向に分離された電路内の評価対象ケーブルについて、導通、絶縁抵抗を満足していることを確認した。したがって判定基準を満足しているため、1時間耐火ラッピングは1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26表 1時間耐火ラッピングにおける火災耐久試験結果

| 判定基準 | 判定 | 備考 |
|------------|----|----|
| 導通があること | 良 | |
| 10MΩ以上あること | 良 | |
| 試験結果 | 合格 | |

6. ケーブルラッピングに伴う許容電流低減率の評価について

東海第二発電所では、ケーブル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。)を踏まえ、管理基準を設定する。

5.6.2.1 許容電流率の評価

東海第二発電所で使用するケーブル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」

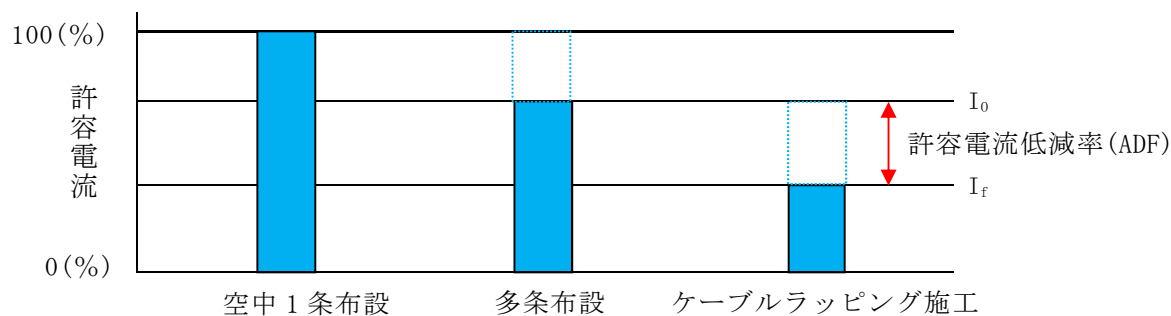
【許容電流低減率(ADF)】

$$ADF = \frac{I_0 - I_f}{I_0} \times 100 (\%)$$

I_0 ：導体温度が90℃まで到達するのに必要な電流(ケーブルラッピング前)

I_f ：導体温度が90℃まで到達するのに必要な電流(ケーブルラッピング後)

以下、第16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ケーブルラッピング施工により影響を受け、低減される。ケーブル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。



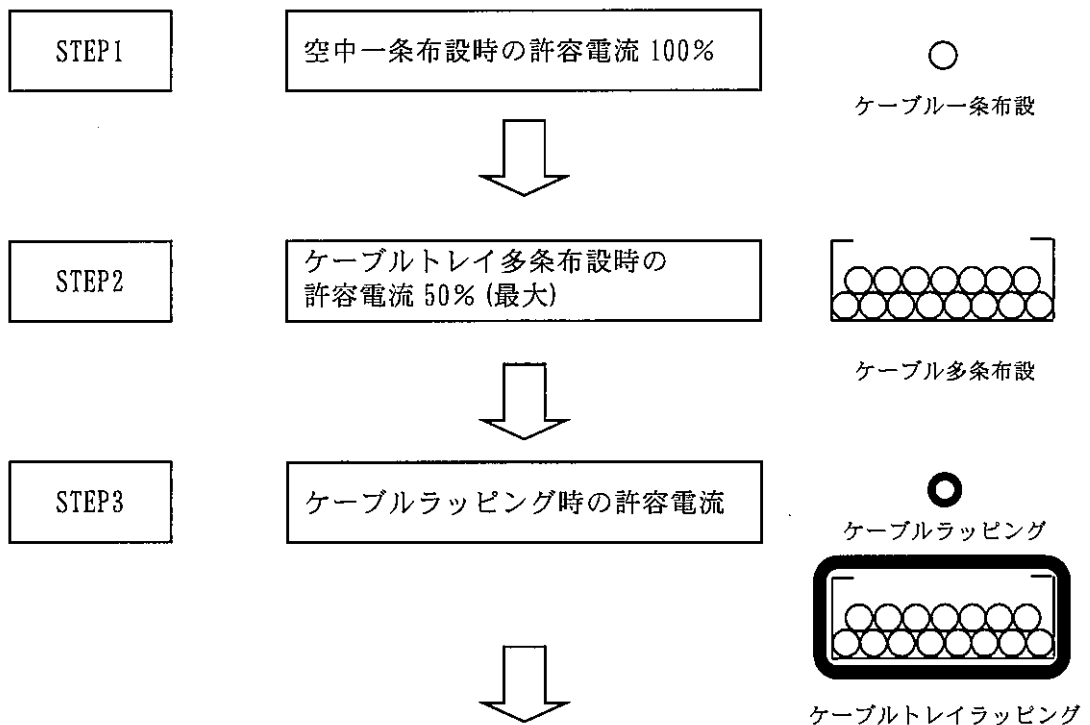
第16図 ケーブルの許容電流と許容電流低減率(ADF)

6.1 許容電流の管理基準

次に、東海第二発電所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、東海第二発電所におけるケーブル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17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

第17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

6.2 ケーブルラッピングにおける許容電流低減率の評価

ケーブルラッピング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試験を行う。

6.3 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ケーブルラッピングを施工し、許容電流の評価を実施した。

6.4 試験方法

ケーブル1条及びケーブルトレイに対してケーブルラッピングを施工し、その施工の前後において、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' は下式(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。

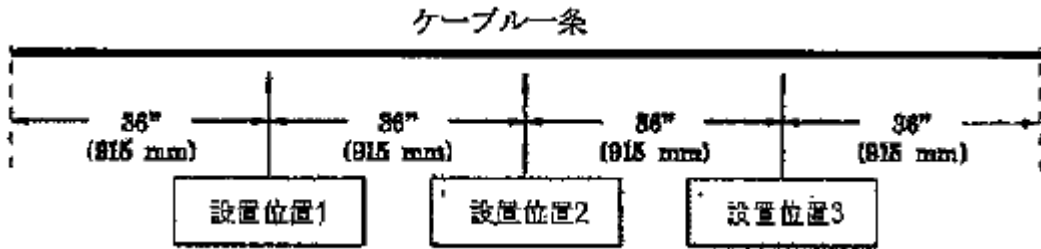
試験体概要図を第18図に示す。

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

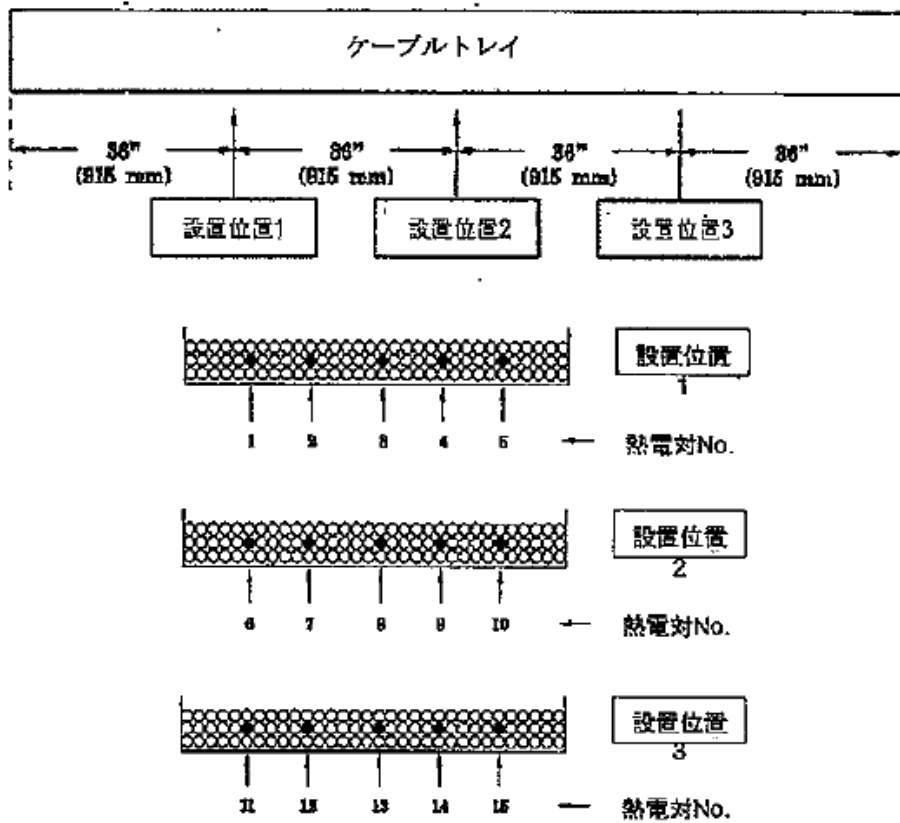
I : 試験時の通電電流 (A) I' : 試験時の通電電流 (A)
 T_1 : 試験時の導体温度 (°C) T_2 : 試験時の周囲温度 (°C)
 T_1' : 試験体の導体温度 (90°C) T_2' : 試験時の周囲温度 (25°C)

$$\text{許容電流低減率 } ADF = \frac{I_0 - I_f}{I_0} \times 100 (\%) \quad (2)$$

I_0 : 導体温度が 90℃まで到達するのに必要な電流(ケーブルラッピング前)
 I_f : 導体温度が 90℃まで到達するのに必要な電流(ケーブルラッピング後)



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18図 試験体概要図

6.5 試験結果

(1) ケーブル1条

| ケーブルラッピングの有無 | 通電電流 (A) | 周囲温度 (°C) | 導体温度 (°C) |
|--------------|----------|-----------|-----------|
| 無 | 1500 | 31.34 | 91.00 |
| 有 | 1000 | 25.67 | 91.87 |

① ラッピング施工前 許容電流(補正後)

$$I_0 = 1566 \text{ (A)}$$

② ラッピング施工後 許容電流(補正後)

$$I_r = 991 \text{ (A)}$$

③ 許容電流低減率

$$\text{許容電流低減率 } ADF = \frac{1566 - 991}{1566} \times 100 = 36.7\%$$

(2) ケーブルトレイ

| ケーブルラッピングの有無 | 通電電流 (A) | 周囲温度 (°C) | 導体温度 (°C) |
|--------------|----------|-----------|-----------|
| 無 | 29.20 | 38.63 | 90.20 |
| 有 | 14.20 | 27.48 | 89.75 |

① ラッピング施工前 許容電流(補正後)

$$I_0 = 32.8 \text{ (A)}$$

② ラッピング施工後 許容電流(補正後)

$$I_r = 14.5 \text{ (A)}$$

③ 許容電流低減率

$$\text{許容電流低減率 } ADF = \frac{32.8 - 14.5}{32.8} \times 100 = 55.8\%$$

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55.8%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また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1に示す。

7. ケーブルトレイ等ケーブルラッピング施工時の耐震性について

東海第二発電所では、ケーブルトレイ等へケーブル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、基準地震動発生後に機能を維持できる設計とする。

7.1 耐火ラッピング施工による耐震性評価

耐火ラッピング施工については、耐火ラッピングを施工することにより重量が増加することから、耐火ラッピングを施工した場合には、耐火ラッピング施工後の状態において、基準値震動が発生しても、機能を維持できるよう、個別に耐震性を評価し、必要に応じサポートを行う。

8. 放水活動時の被水による影響についての考慮

東海第二発電所で使用するケーブルラッピング材の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。

一方、東海第二発電所においては、耐火ラッピングを施工する火災区域(区画)の消火設備として、ハロゲン化物消火設備、二酸化炭素消火設備、局所ガス消火設備、消火器を設置する設計としており、火災時の消火手段として優先的に使用することにより、放水活動時の被水の影響を考慮している。




9. ケーブルトレイラッピングの耐環境性について

東海第二発電所で使用する耐火ラッピング材について、第23表に示す。





第23表 ケーブルトレイラッピングの構成材料

| 構成材料 | 耐環境性の 考慮要否 | 確認結果 |
|---------------------------|---------------|------------------------|
| | 否 | 無機材料であり、熱・放射線の影響はない。 |
| 鉄板, 番線, アルミシート, アルミテープ | 否 | 金属材料であり、熱・放射線の影響は受けない。 |


火災耐久試験状況(耐火被覆材による耐火障壁)

| 項目 | 試験状況写真 | | |
|-------|---|--|---|
| | 耐火被覆材による耐火障壁 | | |
| | 1時間耐火 | 3時間耐火 | |
| 試験開始前 |  | | |
| 試験終了後 |  |  | |
| 判定基準 | ・火炎がとお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 | 良 | 良 |
| 試験結果 | 合格 | 合格 | |



火災耐久試験状況(配管貫通部)

| 項目 | 試験状況写真 | | |
|-----------------|--|---|---|
| | 断熱材取付け | モルタル充填 | |
| 試験開始前 |  |  | |
| 試験終了後 (3時間後) |  |  | |
| 判定基準 | ・火炎がとおる亀裂等の損傷及び隙間が生じないこと。 | 良 | 良 |
| | ・非加熱側に10秒を超えて発炎を生じないこと。 | 良 | 良 |
| | ・非加熱側に10秒を超えて火炎が噴出しな | 良 | 良 |
| 試験結果 | 合格 | 合格 | |





火災耐久試験状況(ケーブルトレイ貫通部)

| 項目 | | 試験状況写真 | |
|-----------------|----------------------------|---|--|
| | | ケーブルトレイ | |
| 試験開始前 | |  | |
| 試験終了後 (3時間後) | |  | |
| 判定基準 | ・火炎がとお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うこと。 | 良 | |
| 試験結果 | | 合格 | |

火災耐久試験状況(電線管貫通部)




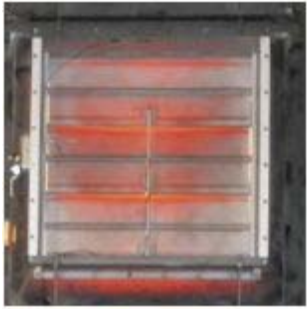
| 項目 | | 試験状況写真 | |
|-----------------|----------------------------|---|--|
| | | 電線管 | |
| 試験開始前 | |  | |
| 試験終了後 (3時間後) | |  | |
| 判定基準 | ・火炎がとおる亀裂等の損傷及び隙間が生じないこと。 | 良 | |
| | ・非加熱面側に10秒を超えて発炎を生じないこと。 | 良 | |
| | ・非加熱面側に10秒を超えて火炎が噴出しないうこと。 | 良 | |
| 試験結果 | | 合格 | |

火災耐久試験状況(防火扉)



| 項目 | 試験状況写真 | | |
|-----------------|--|---|-----------------|
| | 室内加熱 | 室外加熱 | |
| 試験開始前 |  |  | |
| 試験終了後 (3時間後) |  |  | |
| 判定基準 | ・火炎がとお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 ^{※1} |
| | ・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 | |

※1 ドアクローザー一部除く

火災耐久試験状況(防火ダンパ)



| 項目 | 試験状況写真 | | |
|-----------------|--|--|---|
| | 防火ダンパ① | 防火ダンパ② | |
| 試験開始前 |  |  | |
| 試験終了後 (3時間後) |  |  | |
| 判定基準 | ・火炎がとお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 | |

火災耐久試験状況(耐火間仕切り)

| 項目 | | 試験状況写真 |
|-----------------|---------------------------|---|
| | | 耐火間仕切り① |
| 試験開始前 | |  |
| 試験終了後 (3時間後) | |  |
| 判定基準 | ・火炎がとお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、媒等の付着がないことを確認し、試験結果良と判定した。

火災耐久試験状況(耐火間仕切り)

| 項目 | 試験状況写真 | |
|-----------------|---|-----------------|
| | 耐火間仕切り② | |
| 試験開始前 |  | |
| 試験終了後 (3時間後) |  | |
| 判定基準 | ・火炎がとお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、媒等の付着がないことを確認し、試験結果良と判定した。

火災耐久試験状況(耐火間仕切り)



| 項目 | 試験状況写真 | |
|-----------------|---|-----------------|
| | 耐火間仕切り③ | |
| 試験開始前 |  | |
| 試験終了後 (3時間後) |  | |
| 判定基準 | ・火炎がとお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、媒等の付着がないことを確認し、試験結果良と判定した。





火災耐久試験状況(3時間耐火ケーブルトレイラッピング)

| 項目 | | 試験状況写真 | |
|-----------------|---------------------------|--|---|
| | | 耐火ラッピング (外観, ケーブル) | |
| 試験開始前 | |  |  |
| 試験終了後 (3時間後) | |  |  |
| 判定基準 | ・火炎がとお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 | |




火災耐久試験状況(1時間耐火ケーブルトレイラッピング)

| 項目 | 試験状況写真 | |
|--------------------------|--|-----------|
| <p>試験開始前 (試験体全体)</p> |  | |
| <p>試験終了後 (1時間後)</p> | <p>火災防護対象ケーブルの延焼による異区分のケーブルへの影響</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div data-bbox="639 882 997 1144">  <p>垂直方向外観</p> </div> <div data-bbox="1032 882 1390 1144">  <p>水平方向外観</p> </div> </div> | |
| | <p>異区分のケーブル延焼による火災防護対象ケーブルへの影響</p> <div style="text-align: center;">  <p>奥：水平 手前：垂直</p> </div> | |
| <p>判定 基準</p> | <p>導通があること。</p> | <p>良</p> |
| | <p>10MΩ以上であること。</p> | <p>良</p> |
| <p>試験結果</p> | | <p>合格</p> |



火災耐久試験状況(3時間耐火電線管ラッピング)

| 項目 | | 試験状況写真 | |
|-----------------|---------------------------|--|---|
| | | 電線管 | |
| 試験開始前 | |  |  |
| 試験終了後 (3時間後) | |  |  |
| 判定基準 | ・火炎がとお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 | |

火災耐久試験状況(1時間耐火電線管ラッピング)

| 項目 | 試験状況写真 | |
|--------------------------|---|---|
| <p>試験開始前 (試験体全体)</p> |  | |
| <p>試験終了後 (1時間後)</p> | <p>火災防護対象ケーブルの延焼による異区分のケーブルへの影響</p>  <p>奥：水平 手前：垂直</p> | <p>異区分のケーブル延焼による火災防護対象ケーブルへの影響</p>  <p>奥：水平 手前：垂直</p> |
| | <p>判定基準</p> | <p>導通があること。</p> |
| | <p>10MΩ以上であること。</p> | <p>良</p> |
| <p>試験結果</p> | <p>合格</p> | |

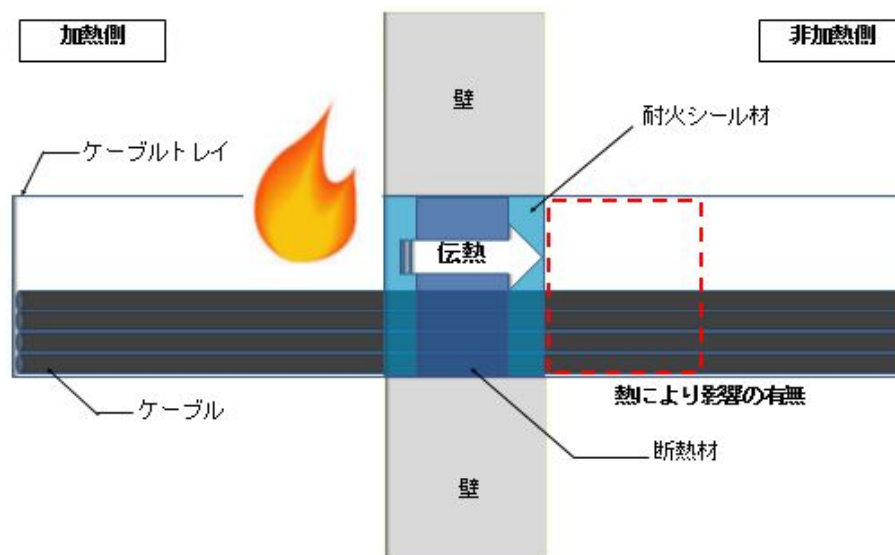
火災耐久試験状況（放水試験）について

| 項目 | 試験状況写真 |
|-------------------------|--|
| | 放水試験 |
| 試験開始前 (3時間耐火試験 後) |  |
| 試験後 |  |

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

1. はじめに

火災区域(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では、火災が発生した区域(加熱側)の隣接区域(非加熱側)に炎の噴出等は発生しない。しかしながら、第1図のとおり、火災が発生した区域から、ケーブル及び断熱材を介し隣接区域(非加熱側)に伝搬する熱量が大きい場合には、非加熱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。したがって、東海第二発電所で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(非加熱側)に火災の影響が生じないことを確認している。



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時間火災耐久試験の適合判定条件

東海第二発電所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、第1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)から(3)としている。東海第二発電所の標準施工方法については、5.2.2.3第5表示すとおり、以下、(1)から(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) 非加熱面側に 10 秒を超えて発炎を生じないこと。
- (2) 非加熱面側に10秒を超えて火炎が噴出しないこと。
- (3) 火炎がとおる亀裂等の損傷及び隙間が生じないこと。

さらに、非加熱面側のへの熱影響を考慮し、東海第二発電所のケーブルトレイ貫通部の3時間耐火試験の判定基準としては、「防耐火性能試験・評価業務方法書」に基づき、耐火壁に対する判定基準を準用し、非加熱面側温度上昇が 180K(°C)を超えないことを規定する。東海第二発電所においてケーブルトレイ貫通部を施工するエリアの設計環境温度が最大 40°Cであることを踏まえると、上記判定基準を満足すれば、非加熱側の最大温度は 220°C(40°C+180K)となるが、難燃ケーブルが自然発火する温度は概ね 300°C以上であることから、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。

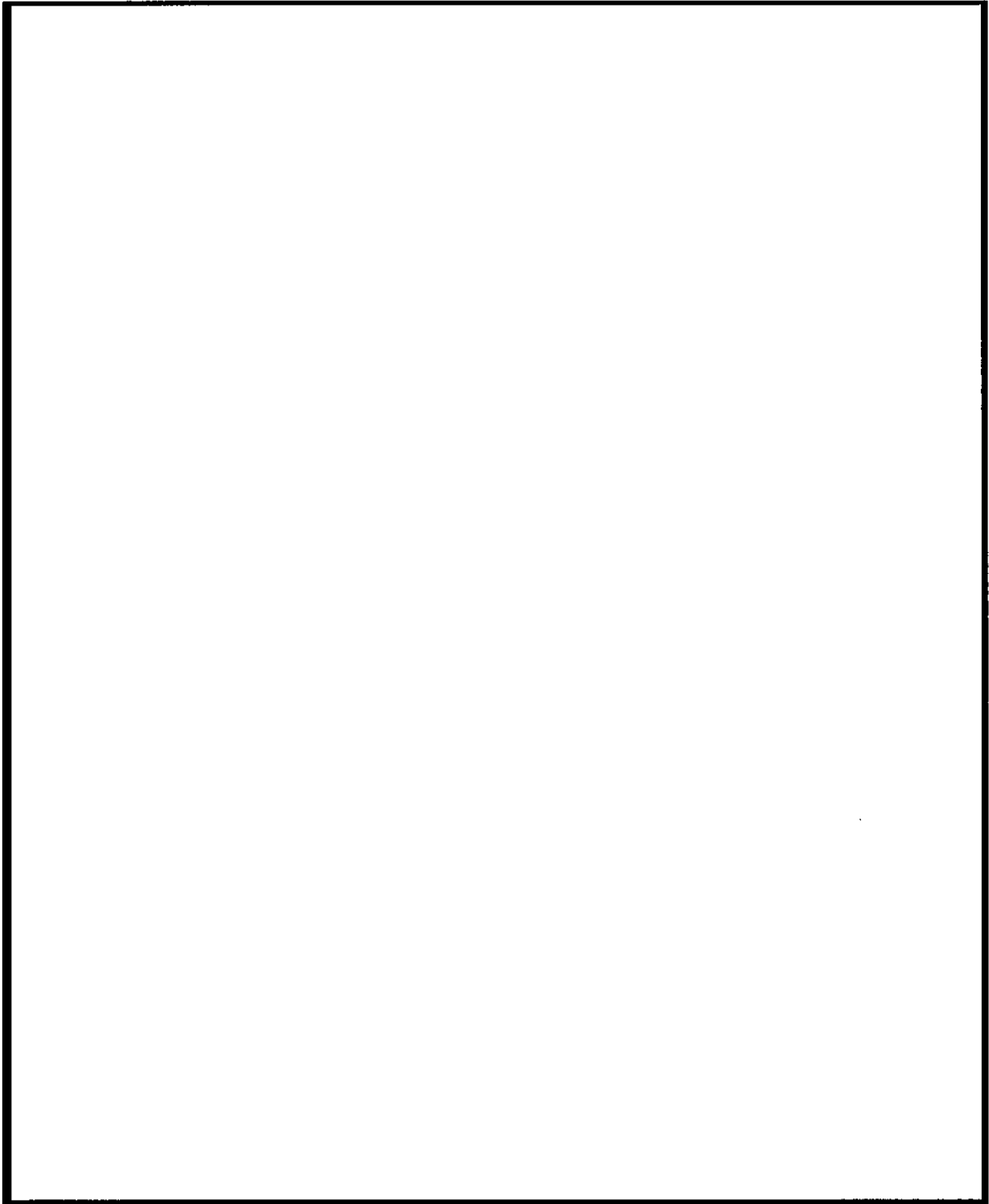
以下、東海第二発電所のケーブルトレイ貫通部の標準施工方法について 3 時間耐火試験を行った際の非加熱側の温度の測定結果を示す。

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

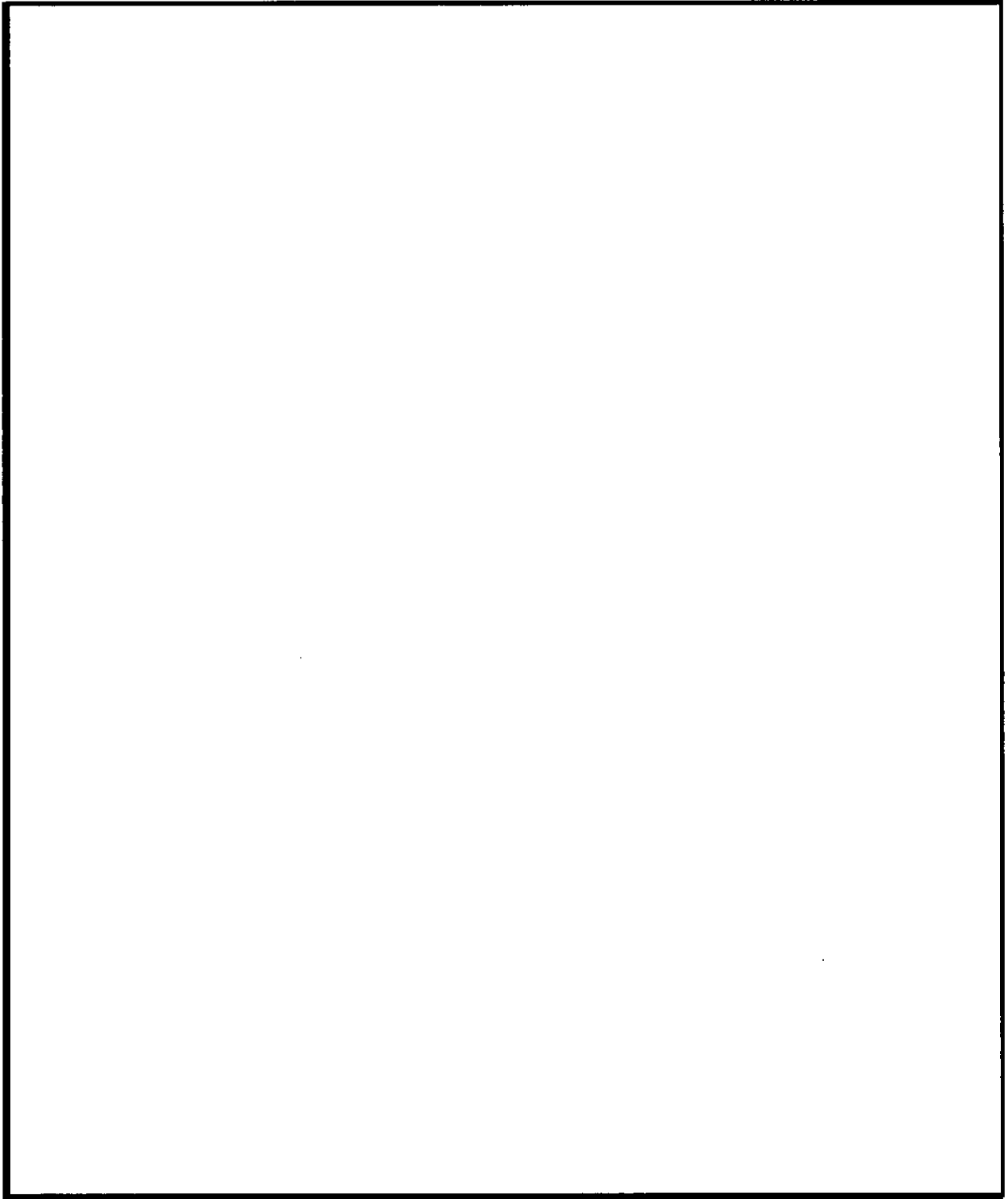
施工方法(1)から(4)のいずれの場合においても、非加熱側でケーブルが外部に剥き出しとなる点（図中、赤色×で表記）においては、温度上昇が 180K を下回っており、ケーブルが発火することはない。

一方、近接しているケーブル同士の隙間においては、高温によりケーブルシース同士が相互に融着する現象が観測されており、当該箇所において最大 241K の温度上昇が見られた。しかしながら、3 時間耐火試験中の非加熱側のケーブルは発火していないことから、ケーブル同士の隙間にケーブル以外の可燃物がなければ延焼は生じないと考える。

東海第二発電所の実機におけるケーブルトレイ貫通部の 3 時間耐火施工箇所においては、ケーブル同士の隙間にケーブル以外の可燃物が存在しない設計とすることから、火災が発生する区域の熱が 3 時間耐火処理を施したケーブルトレイ貫通部を通じて隣接区域に影響を及ぼすおそれはないと考える。



第 2 図 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 (その 1)



第 2 図 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 (その 2)

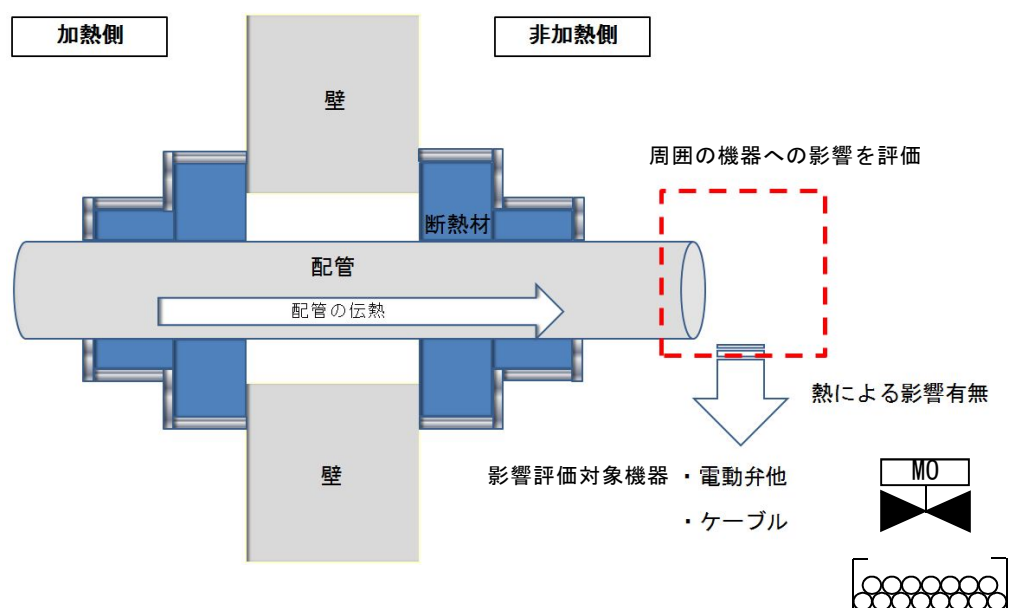
東海第二発電所 配管貫通部における非加熱側の機器への影響について

1. はじめに

火災区域(区画)を構成する配管貫通部が火災時に配管が加熱されると、配管の伝熱により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付けられている機器に影響をおよぼす可能性がある。したがって、非加熱側の機器への影響について配管の設置状態に応じ評価を行う設計とする。

2. 非加熱面側の貫通配管周囲の機器への影響

非加熱面側の貫通配管周囲の機器(第1図)への影響は、貫通している配管の断熱材からの先の状態(保温材の設置有無、配管の種類(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する設計とする。また、評価は最も周辺機器への影響が大きいと考えられる気体を内包する配管を代表として詳細な評価を行う設計とする。



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、口径に係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。したがって、火災時においても加熱面側からの加熱及び非加熱面側の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などへの輻射熱の影響が抑制される。

したがって、保温材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は、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倍近い熱容量を持つ配管径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囲に設置する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、軽油は、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径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。

したがって、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。

2.3 気体を内包する配管

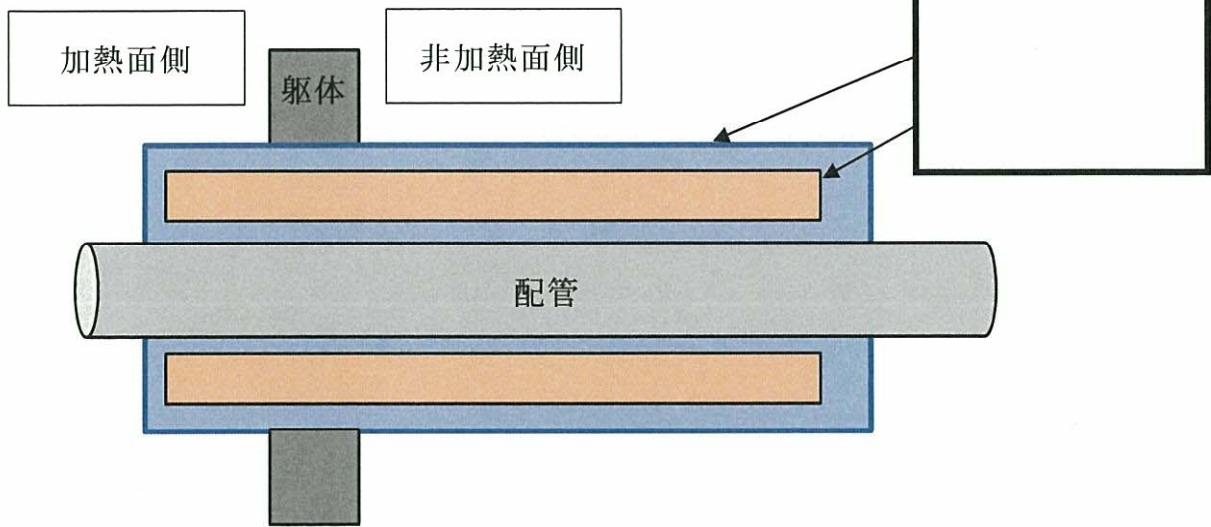
気体を内包する配管は、配管内部が気体であることから、液体を内包する配管に比べ配管自体の熱容量が小さく、非加熱面側の貫通配管の温度が上昇することが想定されるため、非加熱面側の周辺機器への影響軽減を目的として、基準値以上の温度範囲については断熱材で覆う設計とする。

また、このための確認として、IS0834の加熱曲線により3時間加熱した火災耐久試験を実施し、気体を内包する貫通配管表面の温度を測定した。試験体概要を第2図、温度測定点を第3図に示す。周辺機器へ影響をおよぼす温度の基準として、非加熱面側の配管表面について最高温度 173°C^{*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。配管径ごとに必要となる断熱材長さの確認結果を第4図に示す。

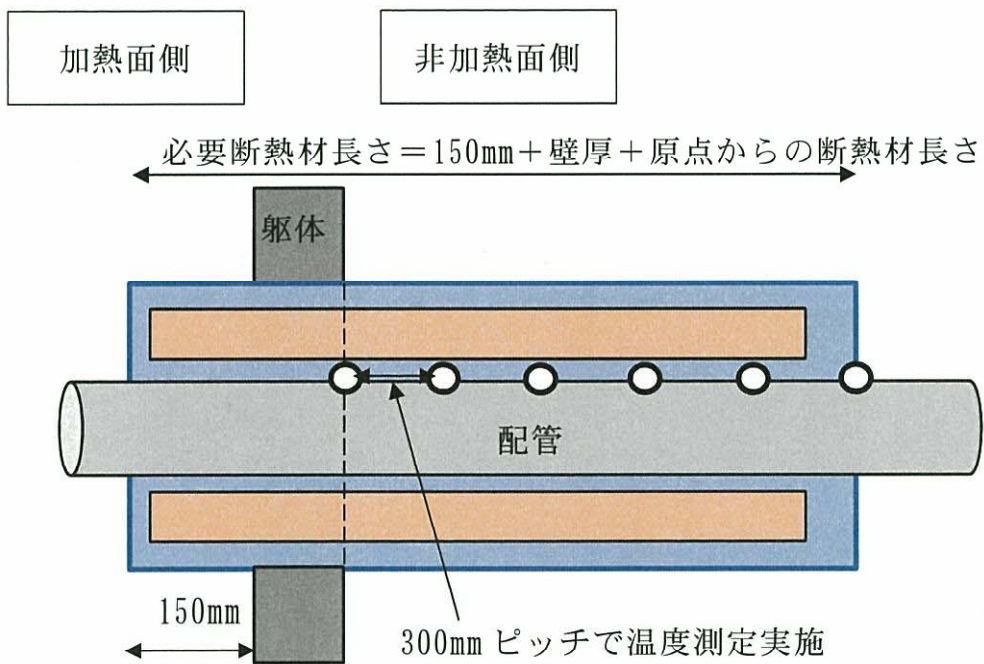
なお、ケーブルについては、「内部火災影響評価ガイド」表8.2「ケーブルの損傷基準」のとおり、いずれのケーブルタイプもケーブルの損傷基準温度が示されており、 200°C を上回っていることから、配管貫通部の非加熱側の最高温度である 173°C の温度環境となった場合においても損傷に至ることはない。

※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に影響をおよぼさぬよう、周囲の環境温度に対して最高点で 163°C 若しくは平均 121°C 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°C ～ 40°C であるため、最高点の温度上昇は 173°C ～ 203°C 以下、エリア平均では、 131°C ～ 161°C 以下であることが求められる。

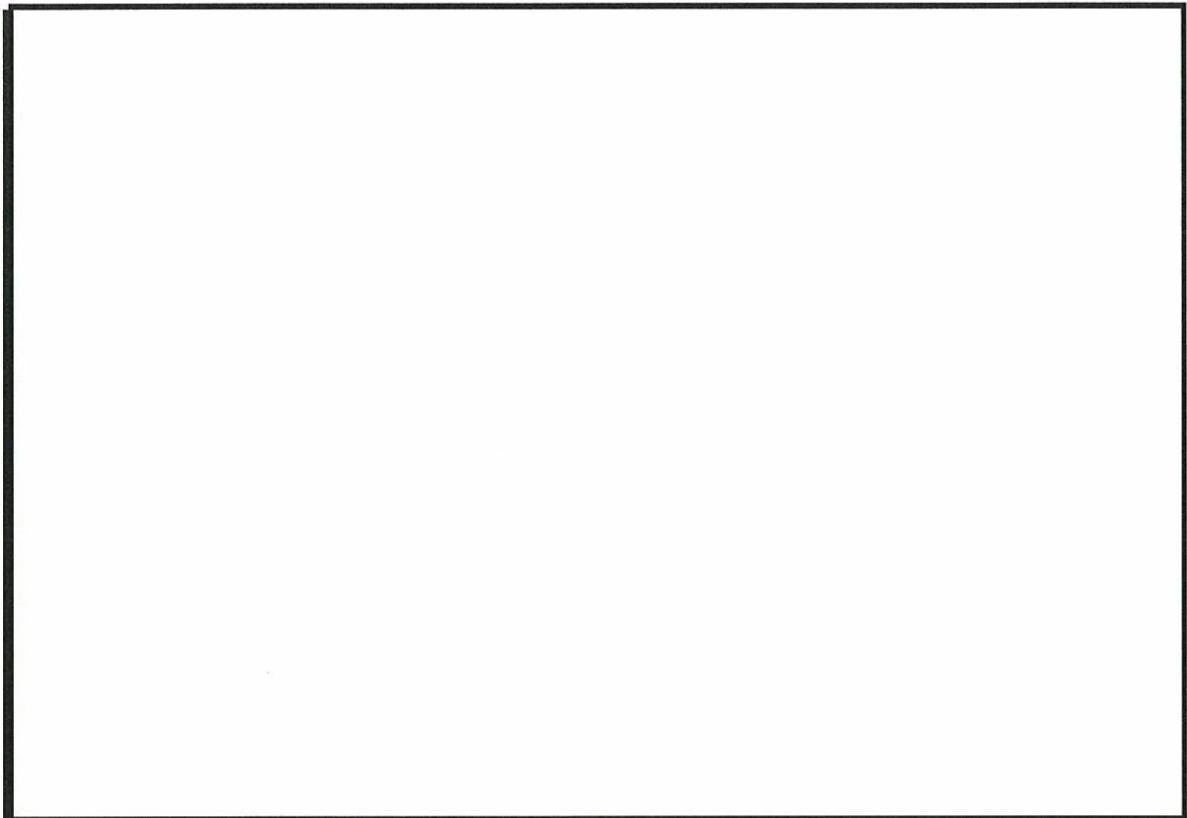
したがって、これらの範囲のうち保守的な条件として、非加熱面側の最高点の温度は 173°C 以下、エリア平均の温度は 131°C 以下を基準値とする。



第2図 試験体概要

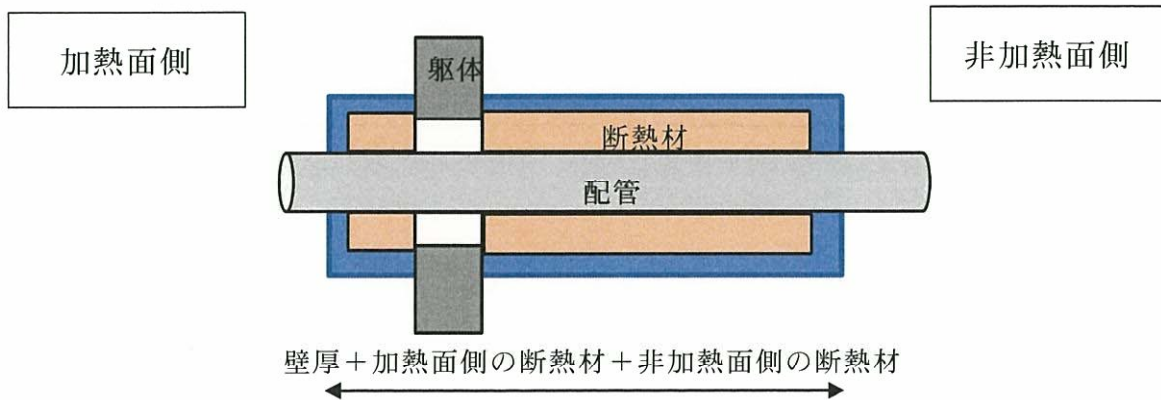


第3図 温度測定点



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

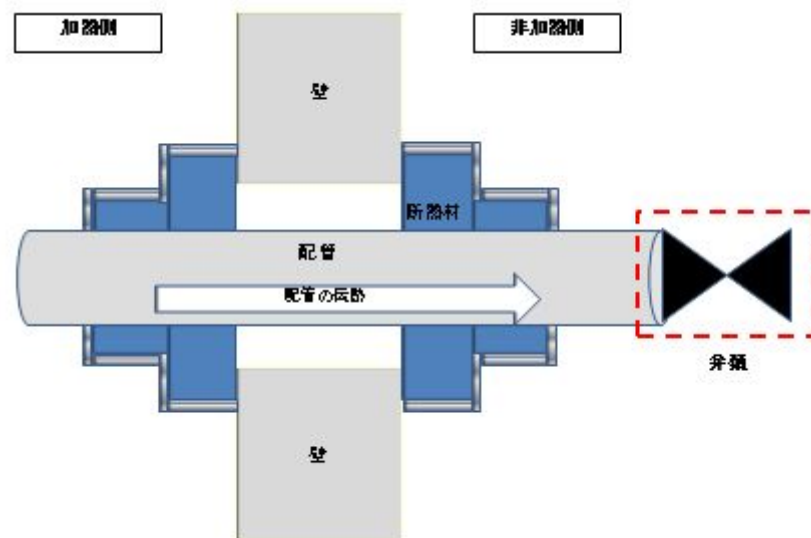
第4図に示す配管口径毎の必要な断熱材長さの確認結果を踏まえ、ハイ貫通部に対して、壁厚+加熱面側の断熱材+非加熱面側の断熱材の合計長さが、基準温度以下となる断熱材長さ以上とするように断熱材を設置することで、非加熱面側に露出する配管の温度を基準値以下とし、貫通配管周辺の機器への影響が生じない設計とする。対策イメージを第5図に示す。



第5図 耐火対策イメージ

3. 非加熱面側の貫通配管に接続される機器への影響

配管貫通部の非加熱面側の貫通配管に接続される機器への影響（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する。



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えられること、また、保温材付配管は直接取り付く機器の耐熱温度も耐火設計となっている。

したがって、非加熱面側の貫通配管に直接取り付く機器に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 液体を内包する配管にて評価したとおり、内部流体の熱吸収により非加熱面側の温度上昇を抑えることができ、こ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されることが想定される。東海第二発電所にて3時間耐火による貫通部処理を行う気体を内包する配管は、以下のとおりである。

- 非常用ガス処理系
- 不活性ガス系
- 非常用ディーゼル発電機始動空気及び給気系
- 計装用圧縮空気系
- 所内用圧縮空気系
- 高圧窒素ガス供給系

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。

3 時間耐火壁及び隔離壁の厚さについて

「実用発電用原子炉及びその附属施設の火災に係る審査基準」には、耐火壁、隔壁等の設計の妥当性が耐久試験によって確認されることが要求されている。

耐火区域を構成する壁についての 3 時間耐火性能を確保するための壁厚について、対応方針を以下に示す。

1. 対応方針とその考え方

(1) 対応方針

3 時間耐火性能を必要とする壁厚については、150 mm 以上を確保する方針とする。

(2) 考え方

- ・ 建築基準法では 2 時間を超える耐火壁の規定はないが、関連する告示の講習会資料にて 2 時間を超える耐火壁厚の算出式及び算出結果がグラフとして提示されており、これによれば一般コンクリートの場合、3 時間耐火に必要な壁厚は 123 mm である。
- ・ 火災防護審査指針(JEAC4607-2010)では、火災影響評価での火災区域、区画の火災荷重評価は米国 NFPA(National Fire Protection Association)ハンドブックを参照しており、これによれば、3 時間の耐火壁の必要壁厚は約 150 mm である。
- ・ 以上より、3 時間耐火壁の厚さは、より保守的な評価である 150 mm 以上を採用する。

2. コンクリート壁の耐火性能について

(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）の算定式及び 4 時間までの算定図（普通コンクリート）が示されており、これにより最小壁厚を算出することができる。

※1 2001 年版耐火性能の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定方法等を定める件）講習会テキスト（国土交通省住宅局建築指導課）

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

ここで、 t : 保有耐火時間 [min]

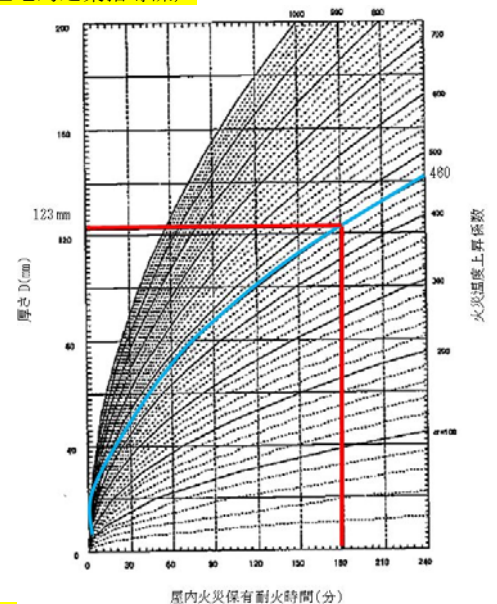
D : 壁の厚さ [mm]

α : 火災温度上昇係数

[460 : 標準加熱曲線]^{※2}

C_D : 遮熱特性係数

[1.0 : 普通コンクリート]^{※3}



※2 : 建築基準法の防火規定は 200 年に国際的な調査を図るため、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。

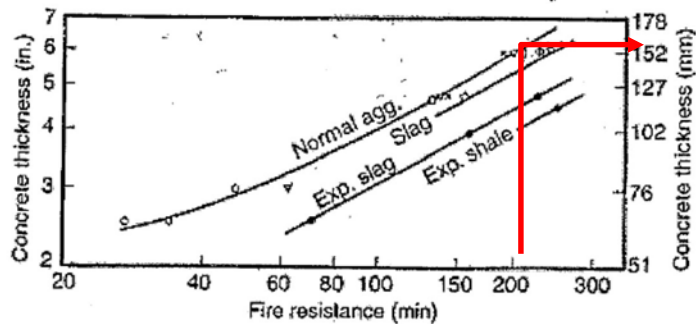
※3 : 普通コンクリート(1.0)、軽量コンクリート(1.2)

上記式より、屋内火災保有耐火時間 180min（3 時間）に必要な壁厚は 123 mm である。

(2) 海外規定による壁厚

コンクリート壁の耐火性を示す海外規格として、米国の NFPA ハンドブックがあり、3 時間耐火に必要な壁の厚さは約 150 mm^{※4}と読み取れる。

※ 4 3時間耐火に必要なコンクリート壁の厚さとしては、「原子力発電所の火災防護指針 JEAG4607-2010」に例示された、米国 NFPA ハンドブックに記載される耐火壁の厚さと耐火時間の関係より、3時間耐火に必要な厚さが約 150 mm である。



- NORMAL AGGREGATE : 普通骨材
- SLAG : スラグ骨材
- EXPANDED SHALE : 膨張頁 (けつ) 岩骨材
- EXPANDED SLAG : 膨張スラグ骨材

図 4-d 耐火壁の厚さと耐火時間の関係
(米国 NFPA Handbook Twentieth Edition より)

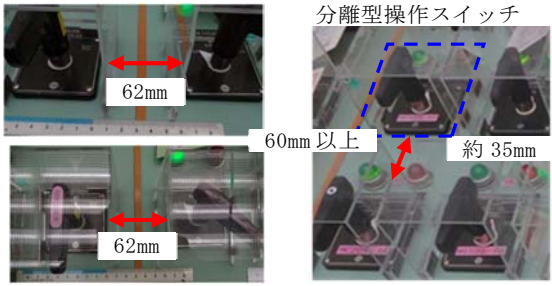
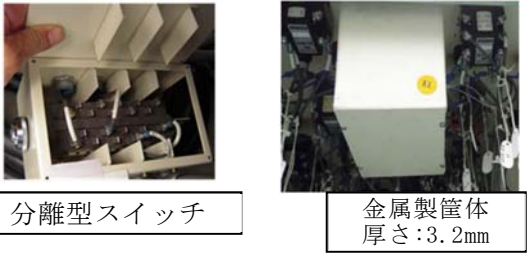
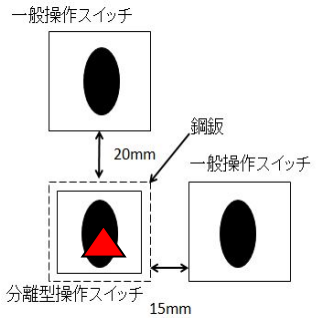
Reproduced with permission from NFPA's *Fire Protection Handbook*®,
Copyright©2008, National Fire Protection Association.

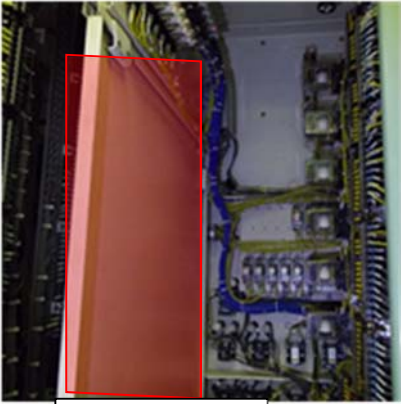
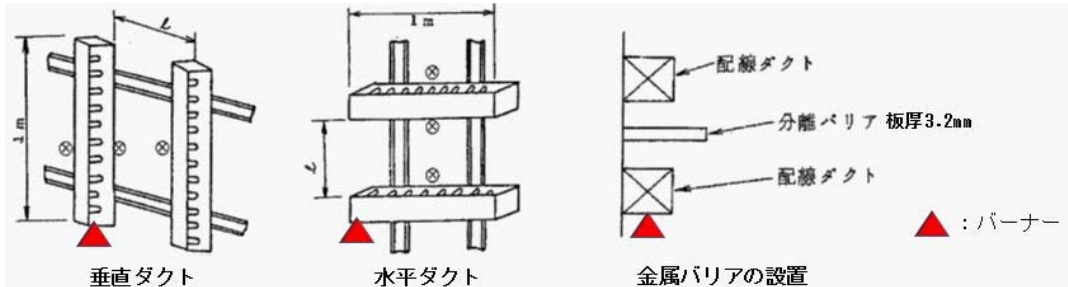
添付資料 3

東海第二発電所における
中央制御盤内の分離について

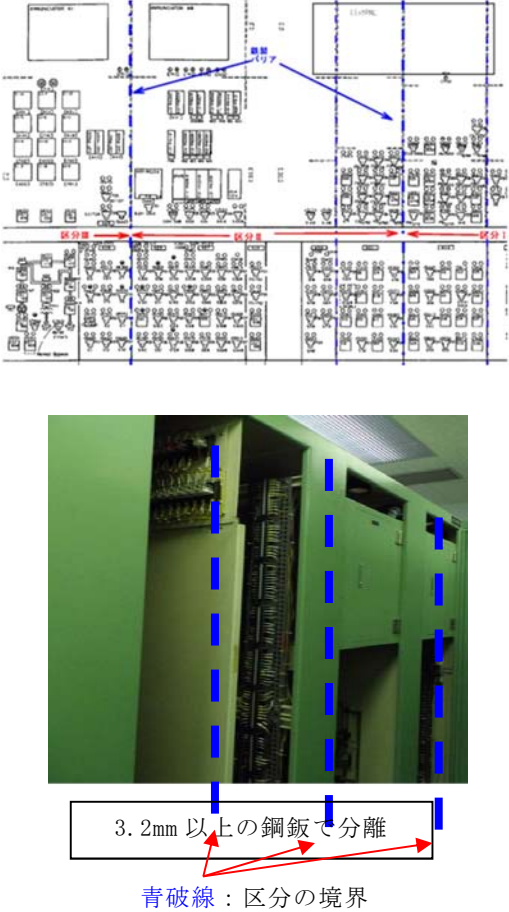
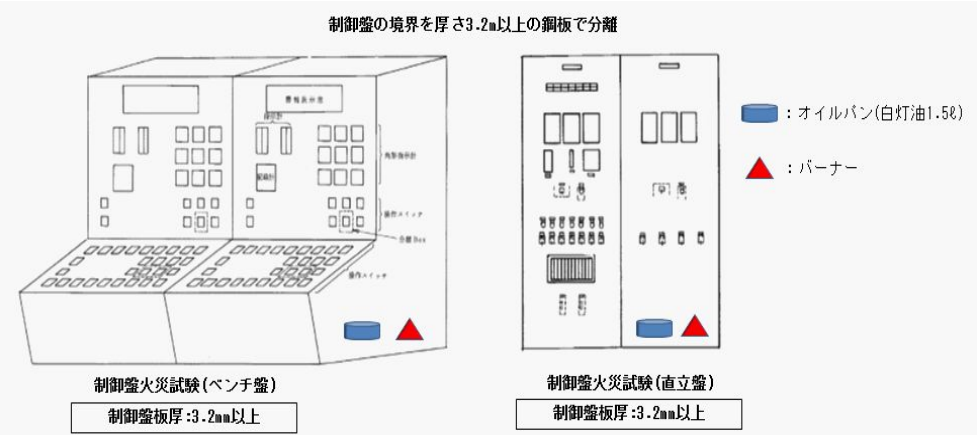
中央制御室制御盤内の分離について

中央制御室の制御盤のスイッチ、配線などの構成部品に単一火災を構成しても、近接する他構成部品に影響がおよばないことを確認した実証試験の知見を踏まえ十分な分離を行う設計とする。以下に実証試験概要を示す。

| 対象 | 盤内状況の例 | 実証試験概要 |
|-------------------------|--|---|
| <p>操作 スイ ッチ</p> | <p>【操作スイッチ表面】</p>  <p>【操作スイッチ裏面】</p>  <p style="text-align: center;">上記は全て実機計測値</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およばないことを確認する。</p> <p>2. 試験内容</p> <p>(1) 過電流による火災（内部火災） 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内部火災を模擬し、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】 a. 絶縁抵抗測定 b. 通电確認(ランプ点灯にて確認) c. 操作性の確認</p> <div style="text-align: center;">  <p style="text-align: right;">▲ :バーナー</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> <p>スイッチ分離距離 上下方向：20mm 水平方向：15mm</p> </div> </div> <p>2. 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 | 盤内状況の例 | 実証試験概要 |
|--|--|--|
| <p style="text-align: center;">盤内配線ダクト</p> | <div style="text-align: center;">  <p>鋼板による分離</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px auto; width: fit-content;"> <p>金属バリア：厚さ 4mm 分離距離：3cm 以上</p> </div> <p style="text-align: right;">上記は全て実機計測値</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およばないことを確認する。</p> <p>2. 試験内容</p> <p>(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> <div style="text-align: center;">  <p>垂直ダクト 水平ダクト 金属バリアの設置</p> </div> <p>2. 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、3 cm の距離があっても、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 | 実証試験概要 |
|----------|---|
| 金属外装ケーブル | <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部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。</p> <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が見られなかった。フレキシブル電線管も塩化ビニル電線の被覆は、一部表面が溶着するが、難燃性電線には変化が見られなかった。 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> |

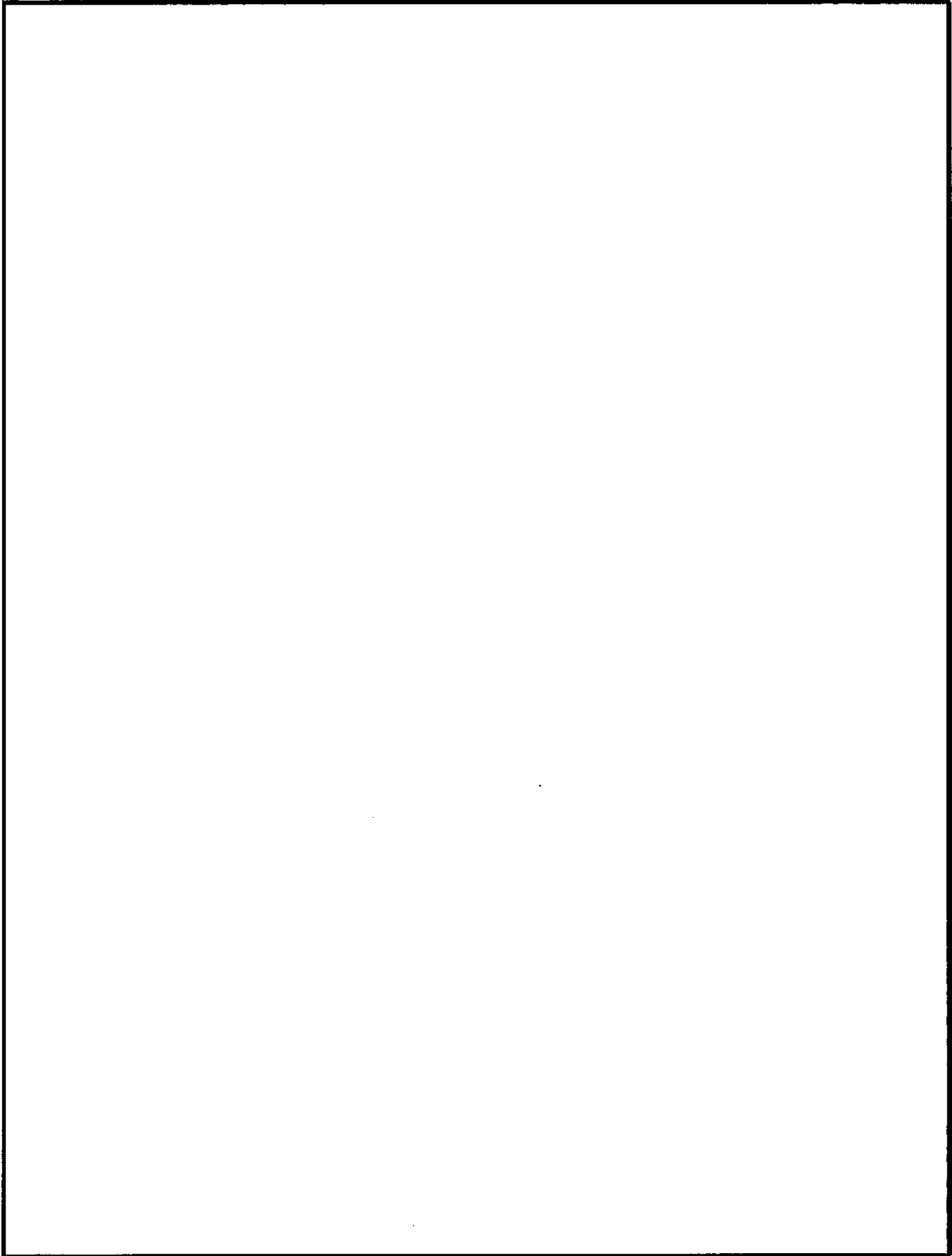
| 対象 | 盤内状況 | 実証試験概要 |
|------------|--|--|
| <p>制御盤</p> |  <p>3.2mm以上の鋼板で分離</p> <p>青破線：区別の境界</p> | <p>1. 目的 中央制御室に設置している制御盤に火災が発生しても、隣接する制御盤に火災の影響がおよぼんしことを確認する。制御盤は、ベンチ盤、直立盤の2種類で確認する。</p> <p>2. 試験内容</p> <p>(1) 制御盤バーナー着火試験 制御盤内の外部ケーブルの立ち上がり部をバーナーにより強制着火し、隣接制御盤への火災の影響を確認した。なお、隣接盤への影響は、以下の判定基準にて確認した。</p> <p>(2) 制御盤油点火試験管 制御盤内にオイルパンを設置し、白灯油1.5ℓに強制着火させ、制御盤内の全面火災による隣接制御盤の火災の影響を確認した。隣接制御盤への影響は、以下の判定基準にて確認した。</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お確認 ・火災鎮火後の隣接制御盤の絶縁抵抗測定  <p>制御盤の境界を厚さ3.2mm以上の鋼板で分離</p> <p>○：オイルパン(白灯油1.5ℓ) ▲：バーナー</p> <p>制御盤火災試験(ベンチ盤) 制御盤板厚:3.2mm以上</p> <p>制御盤火災試験(直立盤) 制御盤板厚:3.2mm以上</p> <p>2. 試験結果 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。したがって、隣接制御盤に火災の影響はなく、分離性が確保されることを確認した。</p> |

| 対象 | 実証試験概要 |
|--------|---|
| 盤内絶縁電線 | <p>1. 目的 中央制御室の制御盤内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およ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倍～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、以下の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 ○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 <p>【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> |

添付資料 4

東海第二発電所における中央制御室の
ケーブルの分離状況について

東海第二発電所における中央制御室のケーブルの分離状況について



添付資料 5

東海第二発電所における中央制御室の
制御盤の火災を想定した場合の対応
について

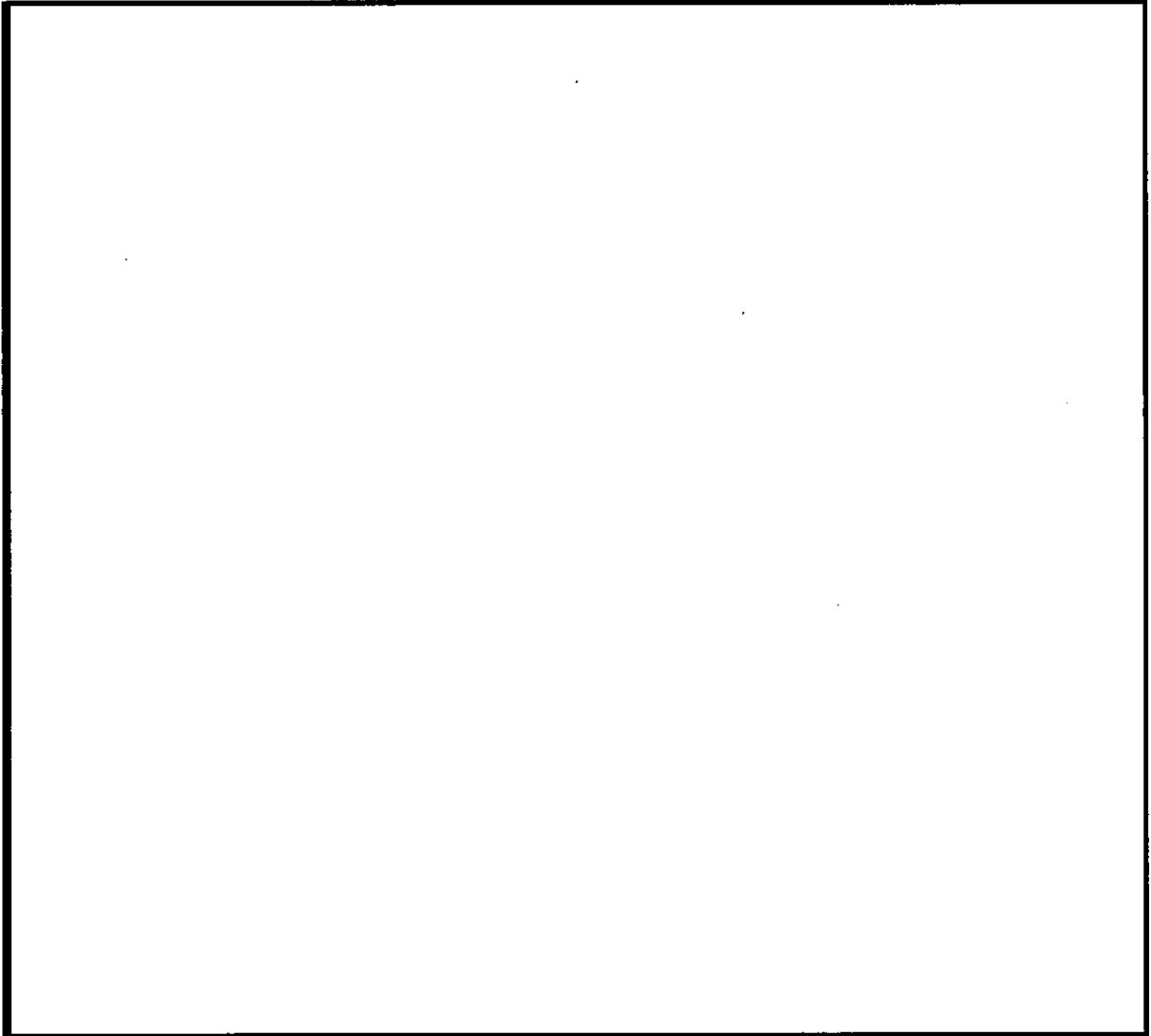
東海第二発電所における中央制御室の制御盤の火災を想定した場合の
対応について

1. 目的

火災により、中央制御室の制御盤 1 面の安全機能が喪失したとしても、他の制御盤により、原子炉の高温停止及び冷温停止・維持ができることを確認する。

2. 中央制御室の制御盤の配置

中央制御室には、第 1 図のとおり制御盤を配置しており、区分毎または系統毎に分離した設計としている。



第1図 東海第二発電所 中央制御室

3. 中央制御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。

- ・ 保守的に当該制御盤に関連する機能は火災により全喪失する。
- ・ 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、制御盤内部の影響軽減対策を行うことから同居する区分の機能が火災により同時に喪失する可能性は低いが、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、1 時間以上の耐火能力を有する耐火措置がなされた電線管又はトレイに布設する設計とすることから、中央制御室床下には延焼する可能性は低い。

4. 中央制御室の制御盤の火災発生に対する評価結果

中央制御室の制御盤の火災により、制御盤 1 面の機能が全喪失した場合を想定した評価について、結果を第 1 表に示す。

例えば、中央制御盤において、安全区分毎に分離・独立している制御盤では、区分 I の制御盤の火災による機能喪失を想定しても、他の安全区分の制御盤と分離・独立していることから、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。

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する可能性がある。しかしながら、これらの制御盤については、運転員の目の前に設置されていること、高感度煙感知器を設置する設計としており、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、原子炉の安全停止は達成可能である。

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喪失しても、制御室外原子炉停止装置からの操作により、原子炉の安全停止が達成可能である設計とする。

第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

| 位置 | 盤番号 | 盤名称 | 安全機能 (○:機能有り) | | | | | 備考 |
|----|-----------|--------------------------|---------------|-----------------|--------|-------------|--------------|----|
| | | | 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 | H13-P615A | 制御棒位置指示系盤 A | | | | | | |
| 2 | P625 | HPCS RELAY CAB | | | ○ | ○ | ○ | |
| 3 | H13-P615B | 制御棒位置指示系盤 B | | | | | | |
| 4 | H13-P615C | 制御棒位置指示系盤 C | | | | | | |
| 5 | H13-P616 | 制御棒操作補助盤 | | | | | | |
| 6 | H13-P613 | PROCESS INST CAB | | | | | ○ | |
| 7 | H13-P634A | 再循環流量制御系制御盤 | | | | | | |
| 8 | H13-P634B | 同上 | | | | | | |
| 9 | H13-P929 | ATS ECCS DIV-III CAB | | | ○ | ○ | ○ | |
| 10 | H13-P617 | PROCESS INST CAB | | | | | ○ | |
| 11 | H13-P634 | PLR-FCV HPU CONT CAB | | | | | | |
| 12 | H13-P612 | FEEDWATER CAB (1) & (2) | | | | | | |
| 13 | H13-P609 | 原子炉保護系“A”継電器盤 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | |
| 14 | H13-P610 | スクラム試験盤 | | | | | | |
| 15 | H13-P611 | 原子炉保護系“B”継電器盤 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | |
| 16 | CP-35 | DUST MONITOR CAB | | | | | | |
| 17 | H13-P614 | NSSS TEMP RECORDER CAB | | | | | | |
| 18 | H13-P608 | 出力領域モニタ盤 | | | | | | |
| 19 | H13-P636 | RADIATION MON “B” CAB | | | | | | |
| 20 | D21-P600 | AREA RAD MONITOR CAB | | | | | | |
| 21 | H13-P600 | PROCESS RAD RECORDER CAB | | | | | ○ | |
| 22 | H13-P604 | PROCESS RAD MONITOR CAB | | | | | | |
| 23 | H13-P607 | TIP 制御盤 | | | | | | |
| 24 | H13-P619 | ジェットポンプ計装盤 | | | | | | |
| 25 | H13-P635 | RADIATION MON “A” CAB | | | | | ○ | |
| 26 | H13-P601 | REACTOR CORE COOLING | | ○ | ○ | ○ | ○ | |
| 27 | H13-P602 | CUW & PLR CONTROL | | | | | | |
| 28 | H13-P603 | REACTOR CONTROL | ○ | | | | ○ | |
| 29 | CP-3 | タービン補機制御盤 | | | | | | |
| 30 | CP-2 | タービン・発電機制御盤 | | | | | | |
| 31 | CP-1 | 所内電源制御盤 | | ○ | ○ | ○ | ○ | |

| 位 置 | 盤番号 | 盤名称 | 安全機能 (○：機能有り) | | | | | 備考 |
|--------|-----------|-------------------------------|---------------|-----------------|--------|-------------|--------------|----|
| | | | 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 | NR91-P052 | 廃棄物処理設備監視盤 | | | | | | |
| 33 | CP-50 | 現場設備監視盤 | | | | | | |
| 34 | CP-37 | 火災受信盤 | | | | | | |
| 35 | CP-33 | 環境監視盤 | | | | | | |
| 36 | CP-30 | 送・受電系統制御盤 | | | | | | |
| 37 | CP-9 | AUX RELAY CAB | | | | | | |
| 38 | CP-8 | T-G RECORDER CAB | | | | | | |
| 39 | CP-7 | T-G TEST & CEECK CAB | | | | | | |
| 40 | CP-10A | GENETOR&MAIN TRANSF | | | | | | |
| 41 | CP-10B | GENETOR&UNIT AUX TRANSF | | | | | | |
| 42 | CP-10C | STANDBY TRANSF | | | | | | |
| 43 | CP-11 | タービン補機盤 | | | | | | |
| 44 | CP-4 | タービン試験盤 | | | | | | |
| 45 | CP-25 | スチームシール系制御盤 | | | | | | |
| 46 | CP-39 | タービン振動監視盤 | | | | | | |
| 47 | CP-21 | タービン監視補助盤 | | | | | | |
| 48 | CP-20F | EHC 制御盤(インターロック) | | | | | | |
| 49 | CP-20E | EHC 制御盤(共通Ⅱ) | | | | | | |
| 50 | CP-20D | EHC 制御盤(共通Ⅰ) | | | | | | |
| 51 | CP-20C | EHC 制御盤(システムⅢ) | | | | | | |
| 52 | CP-20B | EHC 制御盤(システムⅡ) | | | | | | |
| 53 | CP-20A | EHC 制御盤(システムⅠ) | | | | | | |
| 54 | CP-31 | OFF-GAS CONTROL CAB | | | | | | |
| 55 | CP-5 | VENT&DRY WELL INERTING CAB | | | ○ | ○ | ○ | |
| 56 | H13-P926 | ATS ECCS DIV-Ⅱ CAB | | | ○ | ○ | ○ | |
| 57 | H13-P642 | LEAK DETECTION DIV-Ⅱ CAB | | | | | | |
| 58 | H13-P618 | RHR “B” & “C” RELAY DIV-Ⅱ CAB | | | ○ | ○ | | |
| 59 | H13-P925 | ATS ECCS DIV-Ⅰ CAB | | | ○ | ○ | ○ | |
| 60 | H13-P927 | 同 上 | | | ○ | ○ | ○ | |
| 61 | CP-34A | RFP-T(A) 制御盤 | | | | | | |
| 62 | CP-34B | RFP-T(B) 制御盤 | | | | | | |

| 位 置 | 盤番号 | 盤名称 | 安全機能 (○:機能有り) | | | | | 備考 |
|--------|----------|------------------------------|---------------|-----------------|--------|-------------|--------------|----|
| | | | 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 | |
| 63 | H13-P640 | TRANSIEMNT TEST PANEL | | | | | | |
| 64 | H13-P621 | RCIC RELAY CAB | | | ○ | ○ | | |
| 65 | H13-P632 | LEAK DETECTION DIV-I CAB | | | | | | |
| 66 | H13-P629 | LPCS&RHR "A" RELAY DIV-I CAB | | | ○ | ○ | ○ | |
| 67 | H13-P924 | ATS RPS "D" CAB | ○ | | | | | |
| 68 | H13-P922 | ATS RPS "B" CAB | ○ | | | | | |
| 69 | H13-P622 | INBOARD VALVE NS4 DIV-II CAB | | | | | | |
| 70 | H13-P631 | ADS "B" RELAY CAB | | | | | | |
| 71 | H13-P690 | S/P TEMP MON" B" CAB | | | | | | |
| 72 | CP-16 | FCS" B" CAB | | | | | | |
| 73 | H13-P639 | CAMS" B" CAB | | | | | | |
| 74 | CP-14 | MSIV-LCS" B" CAB | | ○ | | | | |
| 75 | CP-6B | SGTS&FRVS "B" CAB | | ○ | | | ○ | |
| 76 | CP-41 | STATION AUX POWER CAB | | | | | | |
| 77 | H13-P623 | INBOARD VALVE NS4 DIV-I CAB | | | | | | |
| 78 | H13-P628 | ADS" A" RELAY CAB | | | | | | |
| 79 | H13-P689 | S/P TEMP MON "A" CAB | | | | | | |
| 80 | CP-15 | FCS" A" CAB | | | | | | |
| 81 | H13-P638 | CAMS" A" CAB | | | | | | |
| 82 | CP-13 | MSIV-LCS" A" CAB | | | | | | |
| 83 | CP-6A | SGTS&FRVS "A" CAB | | ○ | | | ○ | |
| 84 | H13-P921 | ATS RPS "A" CAB | ○ | | | | | |
| 85 | H13-P923 | ATS RPS "C" CAB | ○ | | | | | |
| 86 | CP-42A | PSVR 盤(1) | | | | | | |
| 87 | CP-42B | PSVR 盤(2) | | | | | | |
| 88 | CP-32 | 開閉所保護盤 | | | | | | |
| 89 | CP-36 | 保守用 | | | | | | |
| 90 | CP-40 | 275KV 系統 | | | | | | |
| 91 | CP-43 | 潮位記録計 | | | | | | |
| 92 | H13-P660 | スクラムタイミンクレコーダ盤 | | | | | | |
| 93 | H13-P650 | アクションマネージメント盤 | | | | | | |

東海第二発電所における
格納容器内の火災防護について

【目次】

1. はじめに
2. 格納容器内の状態について
3. 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

東海第二発電所における格納容器内の火災防護について

1. はじめに

東海第二発電所の格納容器内は、プラント運転中については窒素が封入され、雰囲気の不活性化となることから、火災の発生は想定されない。

しかしながら、窒素が封入されていない期間のほとんどは、原子炉が冷温停止に到達している期間であるが、わずかではあるものの原子炉が冷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行う。

2. 格納容器内の状態について

格納容器内の窒素置換(窒素封入・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)

- ・ 制御棒引抜き(原子炉の高温・冷温停止状態へ移行)
- ・ 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)
- ・ 格納容器内点検
- ・ 窒素封入
- ・ 制御棒引抜き・出力上昇(原子炉の高温・冷温停止状態へ移行)

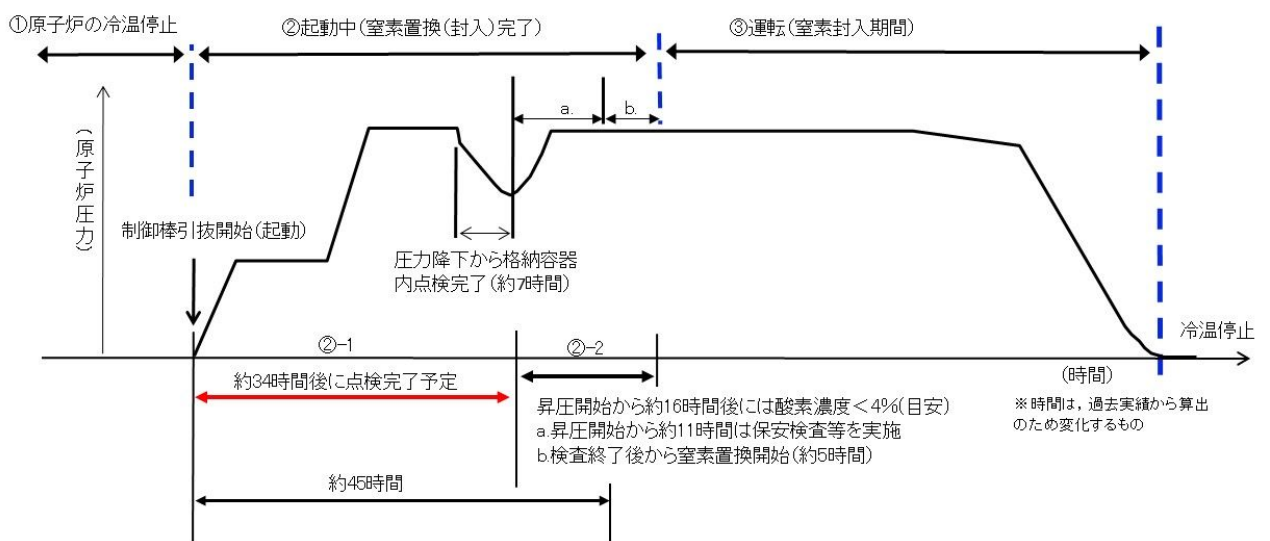
(プラント停止時)

- ・ 制御棒挿入・出力低下
- ・ 高温停止状態へ移行
- ・ 冷温停止状態へ移行

・窒素排出

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。

- ① 原子炉の冷温停止（制御棒引抜きまで）
- ② 起動中（制御棒引抜きから窒素封入完了まで）
 - ②-1 格納容器内点検（原子炉圧力降下開始から点検完了まで：約7時間）
 - ・制御棒引抜きから点検完了までの消火活動の概要を別紙2の第2図に示す。（所員用エアロックは仮閉鎖）
 - ②-2 格納容器点検完了（所員用エアロック最終閉鎖、圧力上昇再開）から窒素置換完了（酸素濃度4%未満確認）まで：約16時間
 - ・格納容器点検完了から窒素置換完了までの消火活動の概要を別紙2の第3図に示す。
- ③ 運転（窒素置換完了（封入期間）から冷温停止まで）



第8-1図 原子炉起動時のプラント状態

火災の発生リスクを低減するためには、原子炉の起動中において窒素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。

3. 格納容器内の火災防護対策

3.1 火災区域の設定

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。

格納容器内の火災防護対象設備を別紙 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原子炉の冷温停止、②起動中(窒素封入前)、③起動及び運転(窒素封入期間)のそれぞれの状態に応じて、以下のとおり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(窒素封入期間)については、窒素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) 格納容器内の状態に応じた対策

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

- 原子炉の冷温停止時及び起動中(窒素封入前)に実施する発生防止対策
 - ・発火性又は引火性物質に対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の蓄積防止対策
- ・過電流による過熱防止対策
- ・不燃性材料また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

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。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，溶接構造また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，万が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，受け入れられる堰等を設け拡大防止対策を行う設計とする。

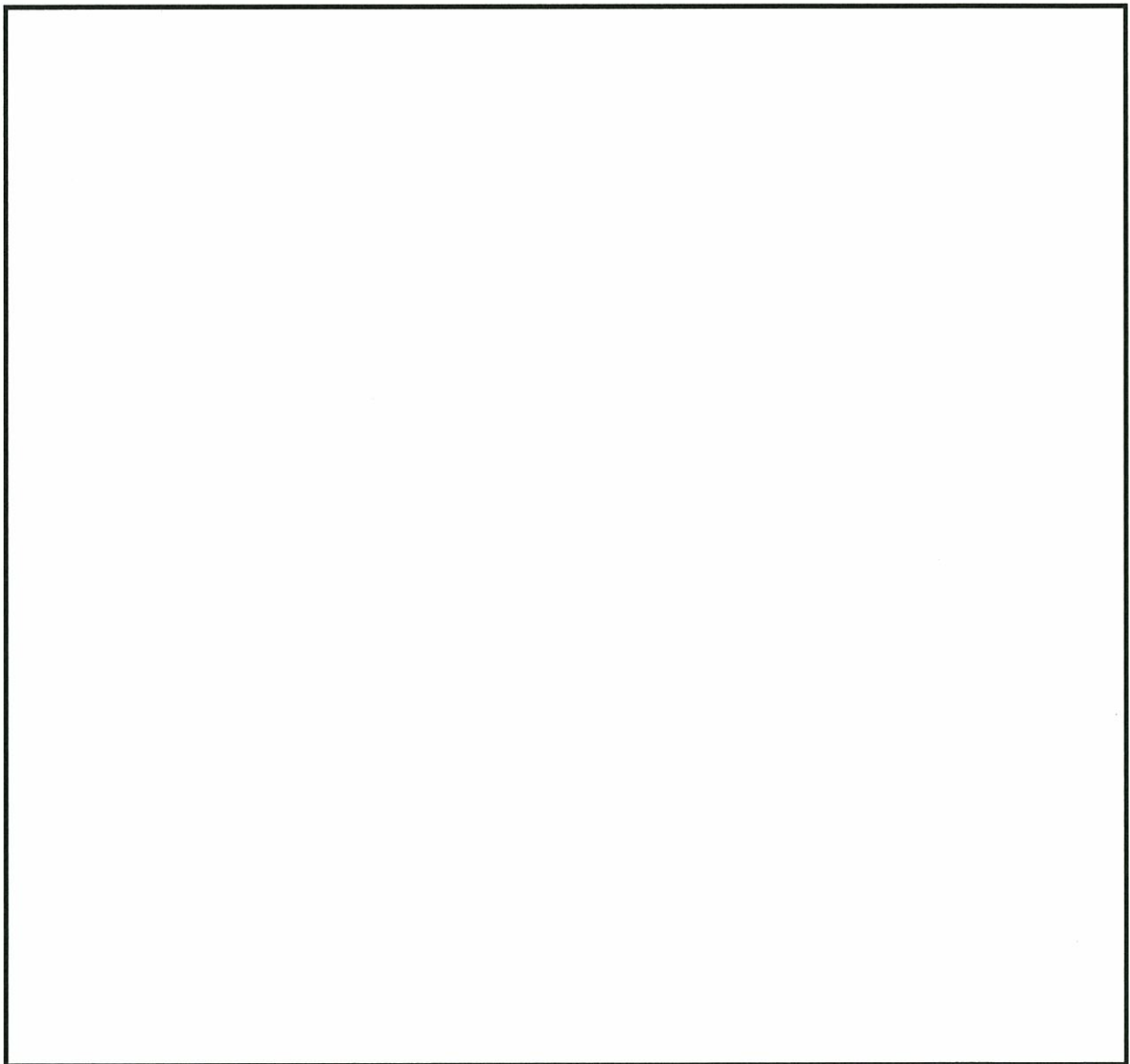
また，主蒸気内側隔離弁及び原子炉再循環系流量制御弁，原子炉再循環ポンプの潤滑油は，漏えいしても可燃性ガスを発生しないよう，機器の最高使用温度及び格納容器内の設計温度よりも引火点が十分高い潤滑油を使用する設計とする。

なお，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(水素含む)はない。

第 8-1 表 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 | 潤滑油等引火点 | 格納容器内設計最高温度 | 最高使用温度 | 内包量 (L) | 堰容量 (L) |
|----------------------|---------------------|--------------|---------|-------------|--------|---------|------------|
| 原子炉再循環系流量制御弁 (A, B) | ファイケル EHC | 堰 | 254℃ | 約 66℃ | 171℃ | 約 450/台 | (A) 約 1000 |
| | | | | | | | (B) 約 770 |
| 原子炉再循環ポンプ用電動機 (A, B) | タービン油 | —※ | 250℃ | | | | |
| 主蒸気内側隔離弁 (A~D) | GE SILICON 462HA500 | | 204℃ | | | 約 9/台 | |

※格納容器内に設置されているため、内包量以上の堰を設置する



第 8-2 図 格納容器内の油内包機器の配置

②配置上の考慮

格納容器内の油内包機器である主蒸気内側隔離弁及び原子炉再循環系流量制御弁，原子炉再循環ポンプは，付近に可燃物を置かないよう配置上の考慮を行う設計とする。

③換気

格納容器内は，原子炉の冷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，格納容器内の換気は行わない設計とする。

④防爆

火災区域内に設置する油内包機器は，①漏えい防止，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，万が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，可燃性蒸気となることはない。

⑤貯蔵

格納容器内には，発火性又は引火性物質を貯蔵する容器は設置しない設計とする。

(3) 可燃性の蒸気・微粉への対策

格納容器内には、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**設置しない設計としており**、可燃性の蒸気を発生するおそれはない。

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。

(4) 発火源への対策

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、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、可燃性の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 | | |
| 残留熱除去系配管 | | |
| 高圧注水系配管 | | |
| 低圧注水系配管 | | |
| 原子炉隔離時冷却系配管 | | |
| 原子炉冷却材浄化系配管 | | |
| 原子炉給水系配管 | | |

(5) 水素対策

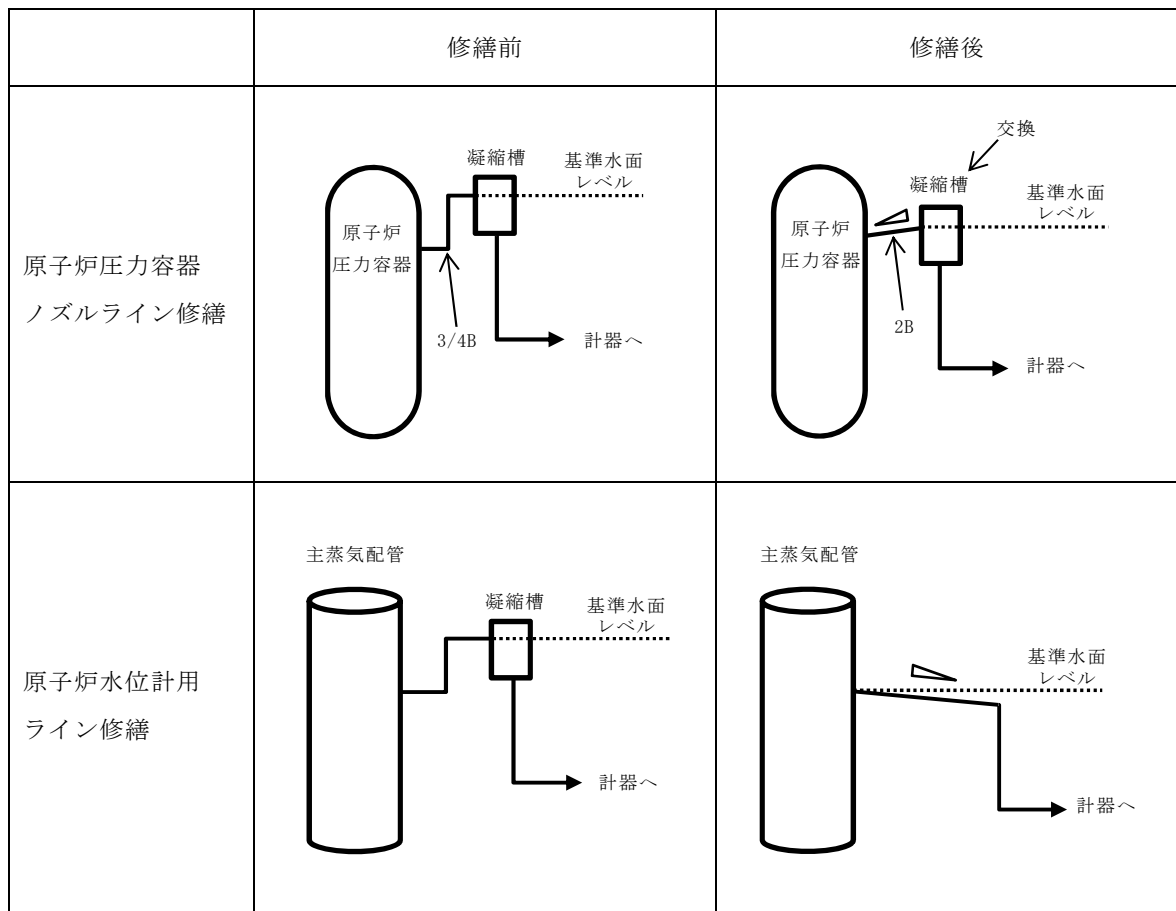
格納容器内には水素を内包する設備を設置しない設計とすることから、火災防護に係る審査基準に適合しているものとする。

(6) 放射線分解等により発生する水素の蓄積防止対策

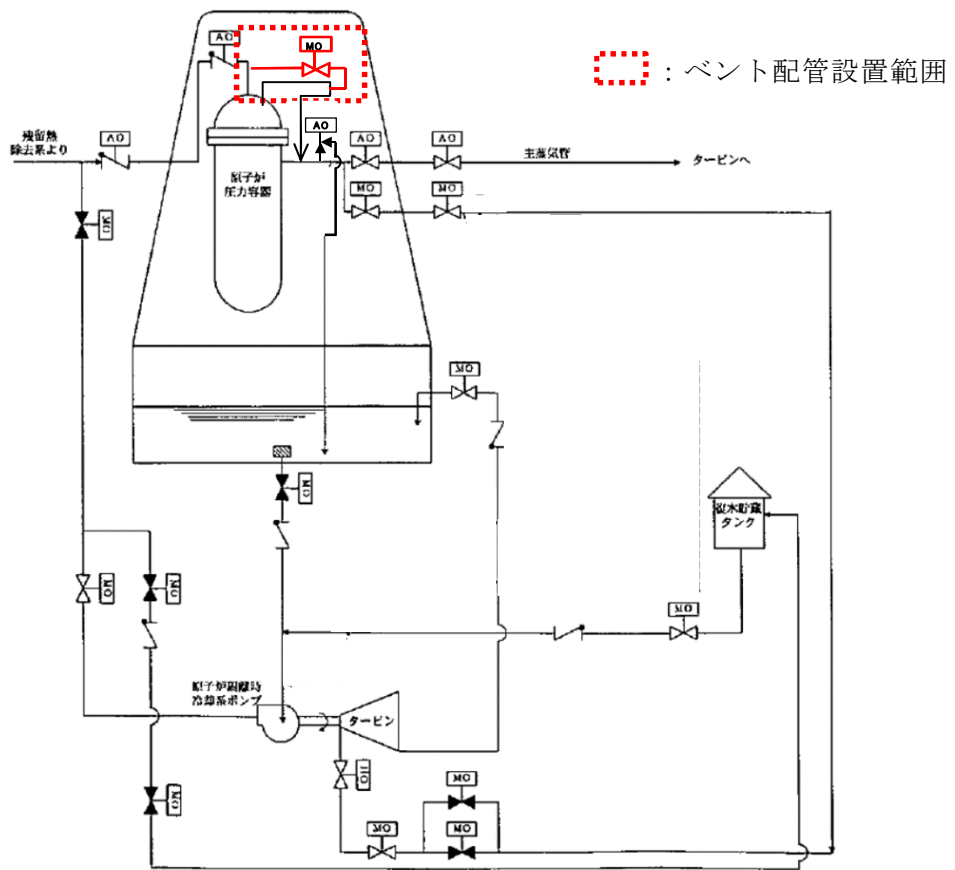
放射線分解により水素が発生する火災区域における、水素の蓄積防止対策としては、経済産業省指示文書「中部電力株式会社浜岡原子力発電所 1 号機の余熱除去系配管破断に関する再発防止対策について(平成 14 年 5 月)」を受け、水素の蓄積のおそれがある箇所に対して対策を実施している。また、社団法人火力原子力発電技術協会「BWR 配管における混合ガス(水素・酸素)蓄積防止に関するガイドライン(平成 17 年 10 月)」に基づき実施しており、その実施状況を第 8-3 表に示す。蓄積防止対策箇所は、ガイドラインに基づき第 8-5 図のフローに従い選定し対策している。

第 8-3 表 放射線分解による水素蓄積防止対策の実施状況

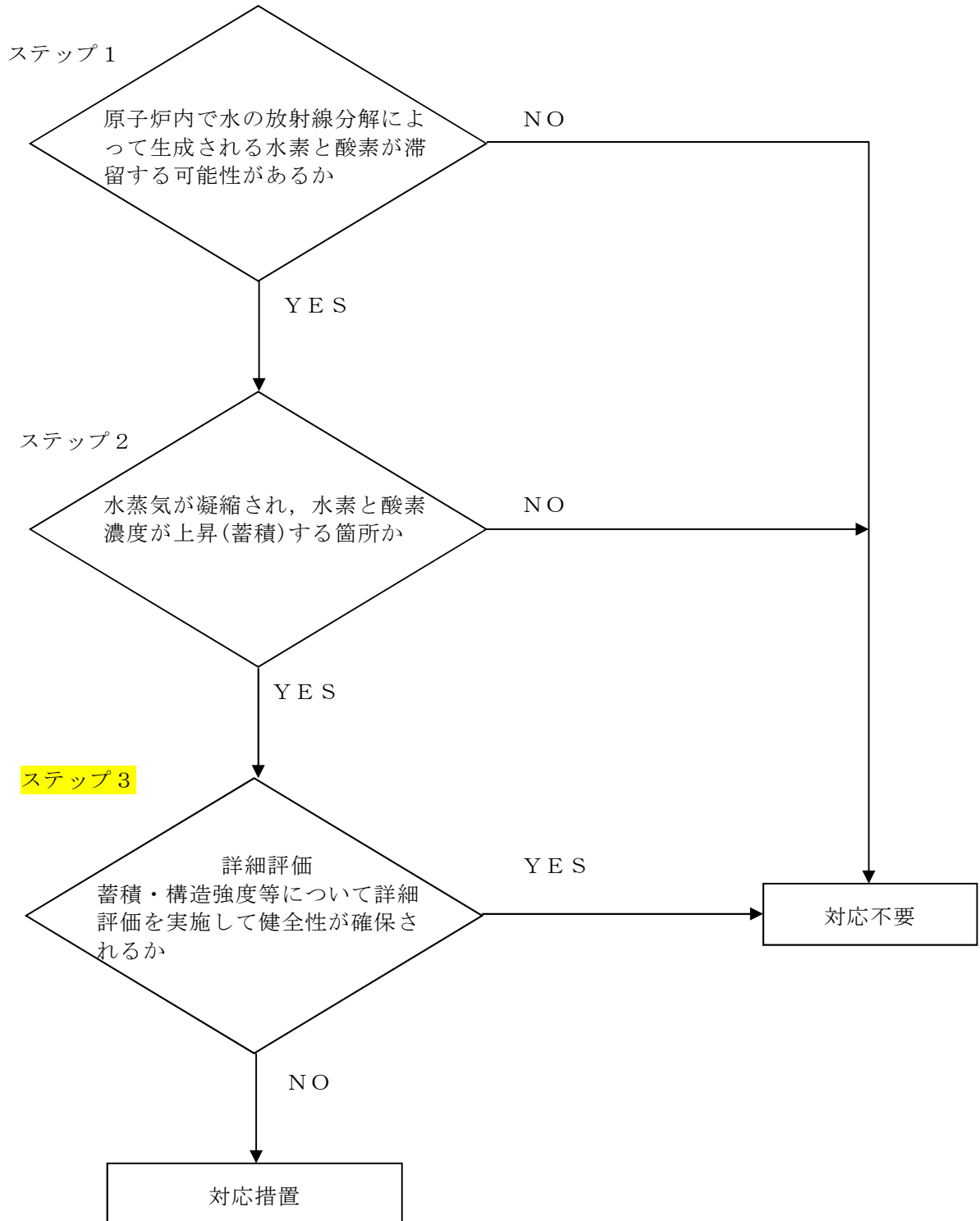
| 対策箇所 | 対策内容 | 対策実施根拠 | 実施状況 |
|---------------------------|------------|--|------|
| ・ 残留熱除去系蒸気凝縮系配管 ・ 計装配管 | ・ 配管撤去及び取替 | 経済産業省指示文書 「中部電力株式会社浜岡原子力発電所第 1 号機の余熱除去系配管破断に関する再発防止対策について」(平成 14 年 5 月) | 実施済 |
| ・ 原子炉圧力容器頂部スプレイ配管 | ・ ベント配管を設置 | (社)火力原子力発電技術協会 「BWR 配管における混合ガス(水素・酸素)蓄積防止に関するガイドライン」(平成 17 年 10 月) | 実施済 |



第 8-3 図 原子炉水位計等計装配管修繕の概要



第 8-4 図 原子炉圧力容器頂部スプレイ配管追設の概要



第 8-5 図 水素対策の対象選定フロー

(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を参照)

(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。

(8) 不燃性材料又は難燃性材料の使用

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、不燃性材料及び難燃性材料と同等以上の性能を有するものを使用する。または、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

格納容器内にある、機器、配管、ダクト、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上で不燃性材料の使用が困難であるが、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. 難燃ケーブルの使用

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に延焼することを防止するため、第8-6図に示すとおり、金属製の電線管、可とう電線管に敷設する設計とする。

核計装ケーブルは、微弱電流・微弱パルスを扱うため、耐ノイズ性の高い絶縁抵抗を有する同軸ケーブルを使用している。このケーブルは、自己消火性を確認する UL 垂直燃焼試験は満足するが、耐延焼性を確認する IEEE383 垂直トレイ燃焼試験の要求事項を満足するのは困難であることから、不燃性である電線管に敷設する設計とする。ただし、原子炉压力容器下部における核計装ケーブルは第8-7図に示すとおり、周囲の環境が極めて狭隘であり電線管に敷設すると曲げ半径を確保できないこと、機器点検時にケーブルを解線して機器を取り外す必要があることから、一部ケーブルを露出する設計とする。

核計装ケーブルに通常流れる電流は数 mA の微弱電流であり、万が一、過電流が流れた場合には、上流の電源装置の保護機能(電流制限機能)により、電流値は設定値上限(数 10mA)に抑えられることから、過電流過熱によるケーブル火災の発生の可能性は低い。

しかしながら、万が一、核計装ケーブルから火災が発生した場合を考慮しても、火災が延焼しないように、核計装ケーブルの露出部分の長さは、ケーブルの曲げ半径の確保及び機器点検時の解線作業に影響のない

範囲で極力短くしている。また、核計装ケーブルの周囲に敷設するケーブルは、自己消火性及び耐延焼性が実証されたケーブルを採用する。原子炉压力容器下部の核計装ケーブルは、囲うように敷設していることから、核計装ケーブルの火災が拡大するおそれは小さい。

制御棒引抜きから格納容器内への窒素封入までの期間は約 45 時間であり、万が一、この期間に火災が発生した場合においても、格納容器内に設置した火災感知器(アナログ機能を有する煙感知器及び熱感知器)による早期の火災感知を行うことに加え、核計装ケーブルが火災によって断線、地絡が生じた場合には中央制御室に異常を知らせる警報(SRNM 下限、LPRM 下限等)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、消火活動を行うことが可能である。

また、格納容器内に設置する油内包機器である主蒸気内側隔離弁及び原子炉再循環系流量制御弁、原子炉再循環ポンプについては、冷温停止中は通常電源を切る運用とし、保守点検後の試運転などを含めたプラント初期起動時のケーブル通電時には、運転確認のための監視員などを配置することで、万が一火災が発生しても近傍に設置する消火器等により速やかに消火を行うことが可能である。原子炉起動後(起動から窒素封入完了まで)は、原子炉出力上昇操作により監視員の配置はしない。

さらに、第 8-4 表に示すように、格納容器内に設置する他の機器としては、常用系及び非常用系ケーブル、作業用分電盤、中継端子箱等があるが、これらは電線管や金属製の筐体に収納することで、原子炉の状態にかかわらず火災の発生を防止する。

第 8-4 表 格納容器内に設置する機器等の火災発生防止対策

| 種別 | 具体的設備 | 火災発生防止の対策方法 |
|-------|----------------------------------|---|
| ケーブル | 常用系及び非常用系ケーブル | <ul style="list-style-type: none"> 電線管に敷設する。 (核計装ケーブルは原子炉压力容器下部に一部露出) |
| 分電盤 | 作業用分電盤 照明用分電盤 | <ul style="list-style-type: none"> 金属製の筐体に収納する |
| 油内包機器 | 主蒸気内側隔離弁及び原子炉再循環系流量制御弁，原子炉再循環ポンプ | <ul style="list-style-type: none"> 潤滑油は機器の最高使用温度及び格納容器内の雰囲気温度よりも十分に引火点の高いものを使用する。潤滑油を内包する軸受部は溶接構造，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。 |
| その他 | 中継端子箱 | <ul style="list-style-type: none"> 金属製の筐体に収納する |



機器へのケーブル取合状況
(格納容器貫通部と電線管との取合)



電線管



機器へのケーブル取合状況
(主蒸気内側隔離弁との取合)



機器へのケーブル取合状況
(PLR との取合)

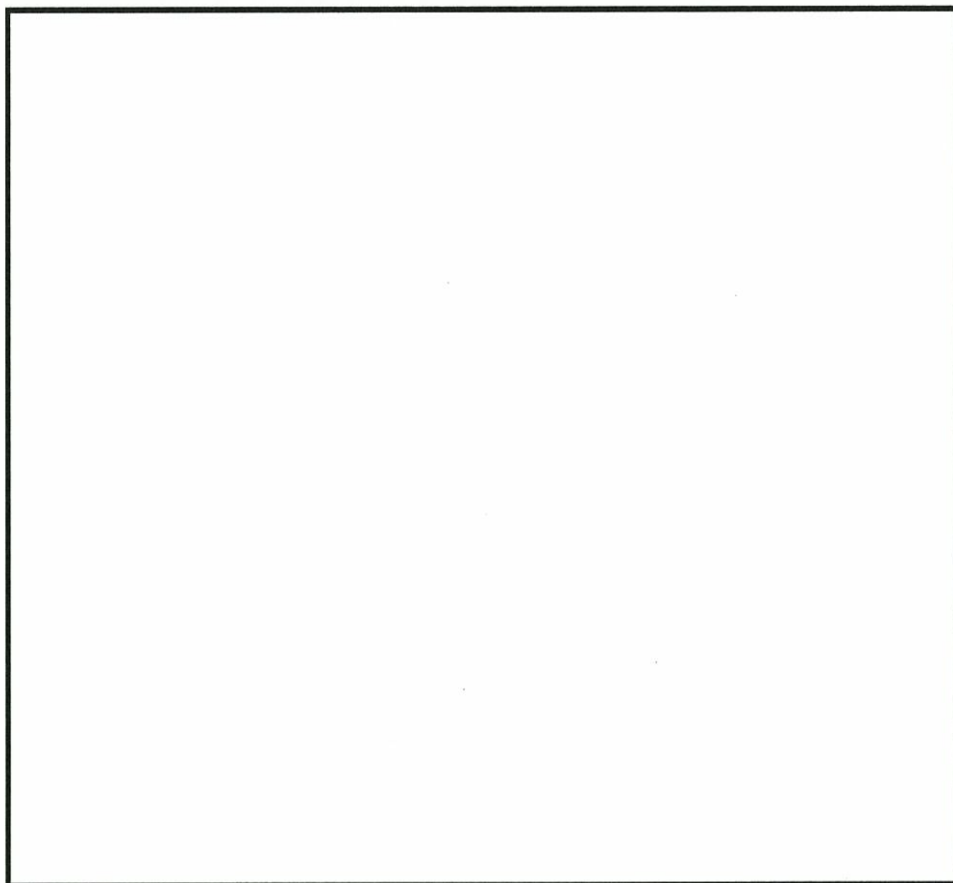


機器へのケーブル取合状況
(電動弁との取合)

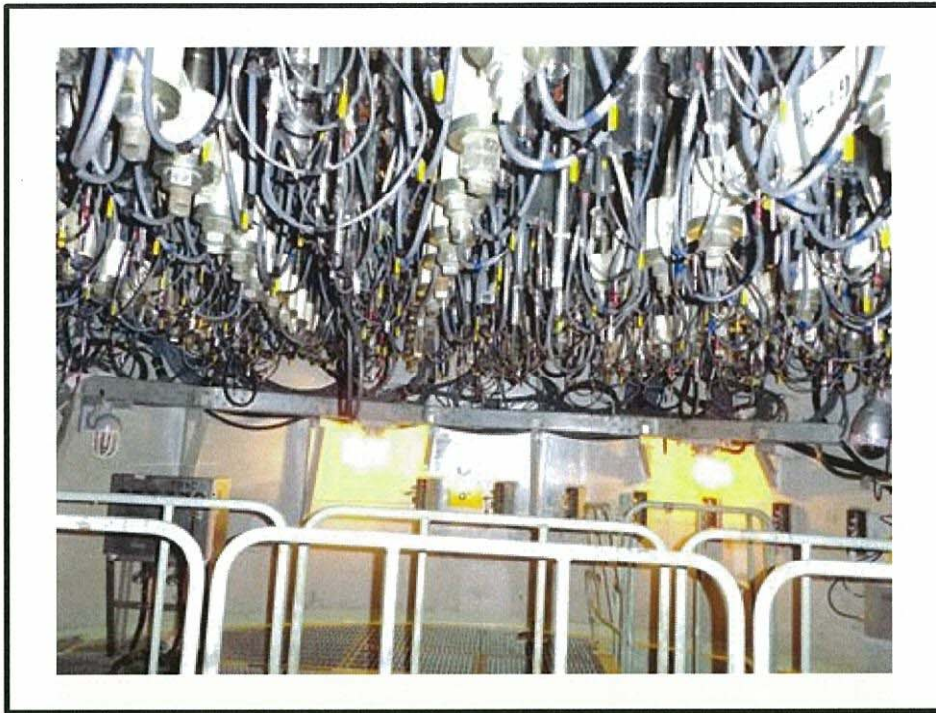
第 8-6 図 格納容器内の電線管の敷設状況



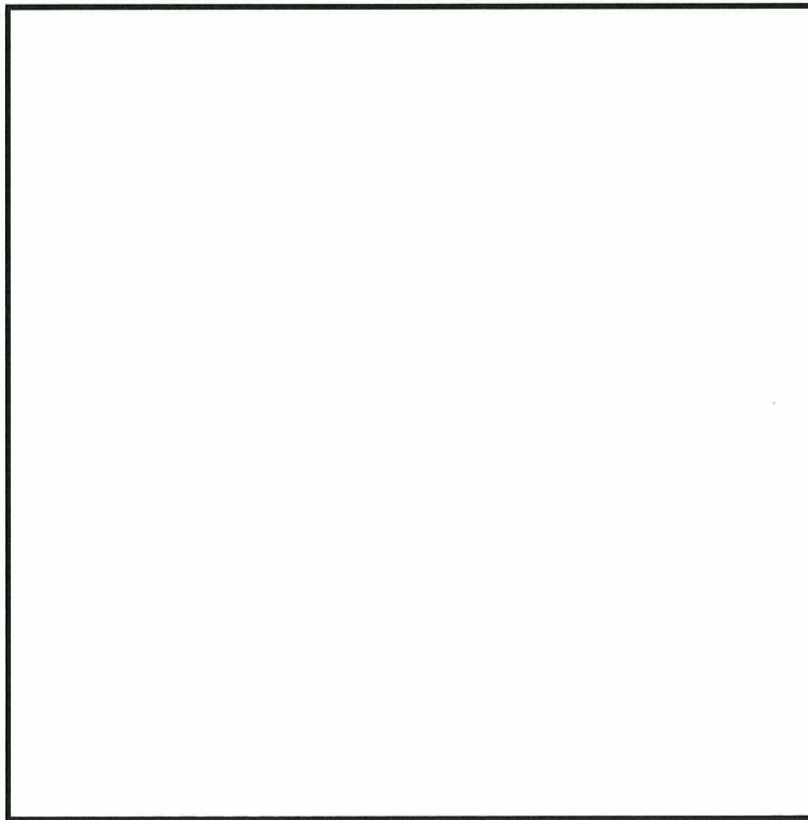
第 8-7 図 原子炉圧力容器下部の核計装ケーブルの一部露出状況



第 8-8 図 中性子計装系炉心配置図



第 8-9 図 原子炉圧力容器下部の核計装ケーブルの敷設状況



第 8-10 図 原子炉圧力容器下部の核計装ケーブルの敷設概要

c. 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

格納容器内のドライウェル冷却用送風機に取付ける仮設フィルタについては、「JACA No.11A-2003(空気洗浄装置用ろ材の燃焼性試験方法方針)」を満足する難燃性のものを使用する。

d. 保温材に対する不燃性材料の使用

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。

e. 格納容器内に対する不燃性材料の使用

格納容器内の床、壁には、耐腐食性、耐放射線性、除染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、旧建設省告示第 1231 号第 2 試験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の防止

東海第二発電所の安全を確保する上で設計上考慮すべき自然現象を網羅的に抽出するために、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、海外での評価手法を参考とした基準から設計上考慮すべき自然現象として、地震、津波、洪水、風(台風)、竜巻、凍結、降水、積雪、落雷、地滑り、火山の影響、生物学的事象、森林火災及び高潮を選

定した。

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絡される。このため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とお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持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、油内包機器である主蒸気内側隔離弁及び原子炉再循環系流量制御弁、原子炉再循環ポンプは、使用時以外は電源を遮断し、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・消火については、格納容器内の状態に応じて以下のとおり実施する。

(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したがって設置する設計とする。

b. 冷温停止中

冷温停止中は，上記①a.と同様，アナログ機能を有する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種類の感知器の設置

a. 起動中

起動中における格納容器内の火災感知器は，上記①a.のとおり環境条件や予想される火災の性質を考慮し，格納容器内には異なる2種類の感知器としてアナログ機能を有する煙感知器及び熱感知器を設置する設計とする。

格納容器内は，通常運転中，窒素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，運転中の格納容器内は，閉鎖した状態で長期間にわたり高温，高線量の環境となることから，火災感知器が故障するおそれがある。このため，格納容器内の火災感知器は，起動時の窒素封入後に中央制御室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. 冷温停止中

冷温停止中における格納容器内の火災感知器は，上記②a.と同様，アナログ機能を有する煙感知器と熱感知器を設置する設計とする。

格納容器内に設置する火災感知器の仕様及び誤作動防止方法について，第8-5表に示す。

第 8-5 表 格納容器内に設置する火災感知器の特徴と誤作動防止方法

| 型式 | 特徴 | 誤作動防止方法 |
|------|---|---|
| 煙感知器 | <ul style="list-style-type: none"> ・感知器内に煙が入ることで感知 ・炎が生じる前の発煙段階からの煙の早期感知が可能 <p>【適応高さの例】 20m 以下</p> <p>【設置範囲の例】^{※1} 75m² 又は 150m² あたり 1 個</p> | <ul style="list-style-type: none"> ・アナログ機能を有するものを選定し誤作動防止を図る。なお、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。 |
| 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 ・防爆型の検定品有り <p>【適応高さの例】 8m 以下</p> <p>【設置範囲の例】^{※1} 15m² 又は 70m² あたり 1 個</p> | <ul style="list-style-type: none"> ・アナログ機能を有するものを選定し誤作動防止を図る。なお、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。

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」、TR10241、能美防災㈱
平成 11 年 2 月

③火災感知設備の電源確保

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、アナログ機能を有する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、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、プラント停止後に取外した感知器については、プラント起動までの間に点検を行う設計とする。

(2) 消火設備

格納容器内において万が一火災が発生した場合でも、格納容器内の空間体積(約 9800m³)に対して、パージ用排風機の容量が 16980m³/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。

したがって、格納容器内の消火は、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

格納容器内の火災に対して設置する消火器は、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。格納容器の主要構造部が耐火構造であり、壁及び天井のコーティング剤が旧建設省告示第 1231 号第 2 試験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、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 本設置する。

※消防法施行規則抜粋

(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、格納容器内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8-6表に示す。なお、消火器の本数については、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ることから、消火設備の独立性を確保するため、電気火災に適応する消火器の必要本数とは別に1本を設置し、さらに予備1本を追加することで、単一故障により必要量を下回らない設計とする。

第8-6表 格納容器内で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 適応する消 火器 | 重大事故等対処 設備の独立性確 保のための本数 | 合計 (予備) | 消火器設置場所 |
|------|--------------------------|--------------------|----------------------|-------------------------------|------------|-------------------|
| 格納容器 | 527 | (10型粉末消火 器1本相当) | 6 | 1 | 7 (1) | 所員用エアロック 機器ハッチ |

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、FDTS^{※1}により算出すると、3100kW 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 となる。したがって、漏えい火災が想定される潤滑油を内包する機器でその油量が 1.8L を超えるものは、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 1002kW)を包絡していることを確認した。ケーブルについては、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、自己発火のおそれは小さい。さらに、金属製の電線管に敷設する設計であることから、他の機器・ケーブルからの延焼するおそれがない。

※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)

a. 起動中

原子炉の起動中は格納容器内の環境が高温となり、消火器の使用温度(-30℃~40℃)を超える可能性があることから、原子炉起動前に格納容器内に設置した消火器を撤去し、格納容器内の窒素置換作業が完了するまでの間は、消火器を所員用エアロック近傍(格納容器外)に設置する。

また、起動中に格納容器内の火災感知器が作動した場合は、初期消火要員、自衛消防隊員が所員用エアロック近傍(格納容器外)に設置する消火器を用いて消火活動を実施する。

b. 冷温停止中

冷温停止中の格納容器内に設置する消火器は、第 8-6 表に示す消火能力を満足する消火器を配備する。設置位置は、格納容器内に対して、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。

定期検査期間中における、格納容器内での点検において、火気作業、危険物取扱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したがって消火器を配備する。(別紙 2)

一方、格納容器全体漏えい率検査時は格納容器内を窒素で加圧するため、消火器が破損する可能性があることから、検査前に格納容器内の消火器を所員用エアロック近傍に移動し、検査終了後に必要に応じて格納容器内に再度設置する。

②消火栓

起動中及び冷温停止中の格納容器内の火災に対しては、格納容器入口近傍の消火栓の使用を考慮し、格納容器の入口となる所員用エアロック及び機器ハッチから最も遠い位置にある火災源まで届く消火ホースを配備する。消火ホースは、消火栓内に保管するものの他、所員用エアロック及び機器ハッチ近傍にそれぞれ配備し、消火活動を可能とする。(別紙 2)

③消火活動

a. 起動中

起動中に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、以下のとおりとする。

(a) 制御棒引抜きから格納容器内点検完了後まで（所員用エアロックは仮閉鎖）

制御棒引抜きから格納容器内点検開始前（約 27 時間）の間、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（出力降下）操作を行い、原子炉出力が SRNM レジ 3 以下を確認した後に所員用エアロックより進入し、現場確認及び消火活動を行う。

(b) 格納容器内点検完了後から窒素置換完了まで（所員用エアロック最終閉鎖）

格納容器内点検完了後から窒素封入開始前までの間で、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（出力降下）操作を行い、原子炉出力が SRNM レジ 3 以下を確認した後に所員用エアロックより進入し、現場確認及び消火活動を行う。また、消火栓使用を考慮し固定ギャグ（外扉、内扉）を取り外し、開閉可能な状態とする。

窒素封入開始から窒素置換完了までの間で、封入開始後、約 1.5 時間を目安に格納容器内の火災感知器が作動した場合、火災による延焼防止の観点から封入停止を判断する。なお、窒素封入作業継続により、消火することも可能である。

また、窒素封入開始から酸素濃度 4% 程度となるまでの時間は、実績から約 5 時間である（格納容器の酸素濃度は、原子炉の状態が運転になってから 24 時間以内に 4% 以下とすることを保安規定に定めている）。

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こととする。

b. 冷温停止中

冷温停止中において、格納容器内の火災感知器が作動した場合で、保守点検作業中においては、作業エリアに配備している消火器により第1発見者等による初期消火活動（通報・連絡含む）となる。作業が無い時間帯においては、初期消火要員、自衛消防隊員が建屋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

東海第二発電所の安全を確保する上で設計上考慮すべき自然現象を網羅的に抽出するために、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、海外での評価手法を参考とした基準から設計上考慮すべき自然現象として、地震、津波、洪水、風(台風)、竜巻、凍結、降水、積雪、落雷、地滑り、火山の影響、生物学的事象、森林火災及び高潮を選定した。

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絡される。このため格納容器については、地震による火災防護対策を以下のとお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(区画)の火災感知設備及び消火設備は、安全機能を有する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おり、格納容器内の火災防護対象機器には、耐震Sクラス機器があるため、格納容器内の火災感知設備は、火災防護対象機器の耐震クラスに応じて機能維持できる設計とする。

3.4 火災の影響軽減対策

東海第二発電所の格納容器内は、プラント運転中については、窒素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、窒素が封入されていない期間のほとんどは原子炉が冷温停止に到達している期間であるが、わずかではあるものの原子炉が冷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

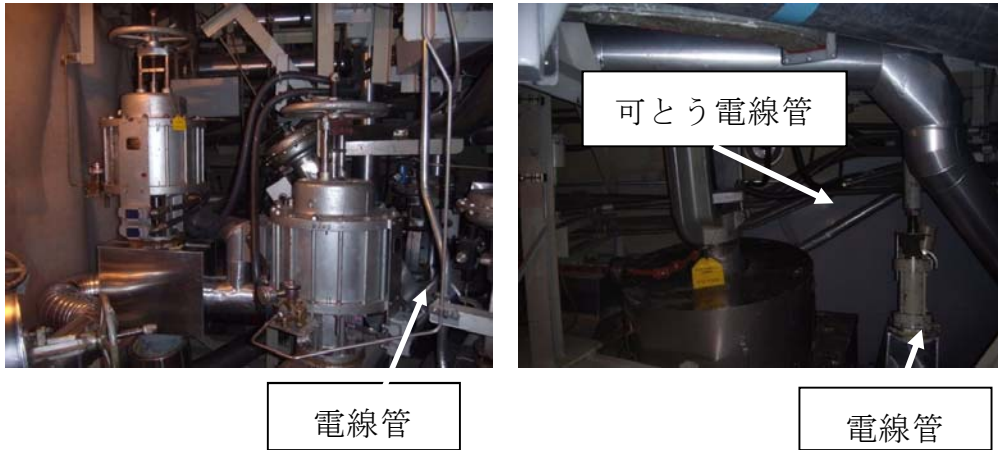
格納容器内での作業に伴う持込み可燃物について、持込み期間・可燃物量・持込み場所等を管理する。格納容器内への持込み可燃物の仮置きは禁止とするが、やむを得ず仮置きする場合には、不燃シートで覆うまたは金属箱の中に収納するとともに、その近傍に消火器を準備する。

(2) 原子炉の安全停止に係る火災区域の分離

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) 火災防護対象機器等の系統分離

火災防護対象機器等の系統分離は、火災によっても多重化された安全停止機能が同時に喪失しないことを目的に行うことから、格納容器内の状態に応じて以下のとおり行う。格納容器内は、第8-11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ケーブルについては、金属製の電線管の使用等により火災の影響軽減を行う設計とする。



第 8-11 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対象機器の分散配置

格納容器内の火災防護対象ケーブルは、格納容器外から格納容器貫通部を経て格納容器内へ敷設されており、格納容器内の火災防護対象ケーブルは全て電線管に敷設する設計とする。電線管は、第 8-7 表に示すとおり、実証試験の結果から 20 分以上の耐火障壁としての性能を有することを確認している*。なお、電線管に敷設された異なる区分のケーブル間にある機器は、電線管に敷設されたケーブル、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、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の区分の火災防護対象ケーブルが、火災により同時に機能を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 ㈱東芝
H25 年 3 月

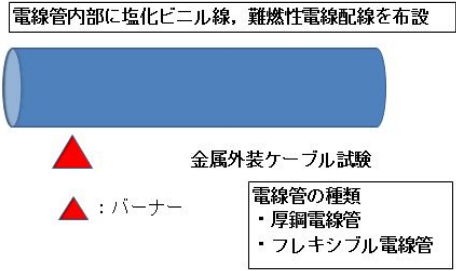
原子炉圧力容器下部においては、火災防護対象設備である起動領域モニタ (SRNM) の核計装ケーブルを一部露出して敷設するが、火災の影響軽減の観点から、起動領域モニタ (SRNM) はチャンネル毎に位置的分散を図って設置する設計とする。起動領域モニタ (SRNM) は、合計 8 チャンネルを有しているが、原子炉の未臨界監視機能は、最低 4 チャンネルが健全であれば達成可能である。各チャンネル毎の離隔間においては、介在物として、起動領域モニタ (SRNM) 及び出力領域モニタ (LPRM) の核計装ケーブルがある。核計装ケーブルは自己消火性を有していることから、万一、過電流等により火源になったとしても、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いないが、1 チャンネルの起動領域モニタ (SRNM) 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、未臨界性機能を確保できるものと考えられる。

格納容器内の区分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 8-8 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。

格納容器内の火災防護対象機器を別紙 1 に示す。

第 8-7 表 電線管の耐火性能について

| 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 (1) 金属外装ケーブル 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。 ・加熱装置 ブンゼンバーナー ・30 分間</p> <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;"> <p>電線管内部に塩化ビニル線, 難燃性電線配線を布設</p>  <p>金属外装ケーブル試験</p> <p>▲ : バーナー</p> <p>電線管の種類 ・厚鋼電線管 ・フレキシブル電線管</p> </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が見られなかった。 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が見られなかった。 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、電線管または可とう電線管が 30 分間の耐火性能を有することを確認した。</p> |

第 8-8 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 | 火災発生防止の対策方法 |
|-------|----------------------------------|--|
| ケーブル | 常用系及び非常用系ケーブル※ | ・電線管に敷設する。 (核計装ケーブルは原子炉圧力容器下部に一部露出) |
| 分電盤 | 作業用分電盤 照明用分電盤 | ・金属製の筐体に収納する |
| 油内包機器 | 主蒸気内側隔離弁及び原子炉再循環系流量制御弁，原子炉再循環ポンプ | ・潤滑油は機器の最高使用温度及び格納容器内の雰囲気温度よりも十分に引火点の高いものを使用する。潤滑油を内包する軸受部は溶接構造，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。 |
| その他 | 電動弁，電磁弁※ | ・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2種類の火災感知器(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

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、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、消防隊)の訓練を実施する。

b. 冷温停止中

a) 火災防護対象ケーブルの分離及び対象機器の分散配置

原子炉起動中と同様に、格納容器内の区分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、電線管に敷設することや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、格納容器内の火災防護対象ケーブルは、格納容器外から格納容器貫通部を経て格納容器内に敷設されており、可能な限り距離的分散を図る設計とする。また、単一の火災によって複数区分が機能喪失することがないように、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に敷設する。

冷温停止中は、原子炉の安全停止が達成・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た機械品であること、制御棒駆動機構については、燃料交換等で一時的に制御棒を操作する時以外は電源を切る運用とし誤作動を防止することから、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。

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2種類の火災感知器(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、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、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、消防隊)訓練を実施する。

(3) 火災の影響軽減対策への適合について

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障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の使用等により火災の影響軽減対策を行う設計とする。

格納容器内の区分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、離隔間にある介在物(ケーブル、電磁弁)については、電線管に敷設することや、金属製の筐体に収納することで延焼防止対策を行う。

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の機能が喪失することのないように、消火活動を開始するまでの間(20分間)の耐火性能を確認した電線管に敷設する。

一方、火災防護審査基準の「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、格納容器内の火災に対し、原子炉の高温停止及び冷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冷温停止の達成及び維持が、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)

原子炉圧力容器下部においては、火災防護対象設備である起動領域モニタ(SRNM)の核計装ケーブルを一部露出して敷設するが、火災の影響軽減の観点から、起動領域モニタ(SRNM)は、第 8-8 図に示すとおり、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。起動領域モニタ(SRNM)は、合計 8 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 4 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、介在物として起動領域モニタ(SRNM)及び出力領域モニタ(LPRM)の核計装ケーブルがあるが、核計装ケーブルは自己消火性を有しており、万が一、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。

一方、火災防護審査基準の「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、格納容器内の火災に対し、原子炉の高温停止及び冷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。

万が一、原子炉圧力容器下部で火災が発生した場合においても、格納容器内に設置した火災感知器(アナログ機能を有する煙感知器及び熱感知器)による早期の火災感知を行うことに加え、核計装ケーブルが火災によって断線、地絡が生じた場合には中央制御室に異常を知らせる警報(SRNM 下限, LPRM 下限等)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・冷温停止を達成することが可能である。

東海第二発電所における格納容器内の
火災防護対象機器について

| 機能 | 機器番号 | 機器名称 | 種類 | 火災防護対策要否 | 火災による機能への影響評価 |
|--------------------|------|----------------|-------|----------|---|
| 原子炉压力容器 バウンダリ機能 | | 主蒸気内側隔離弁 (A) | 空気作動弁 | 否 | 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を満足する。万が一、不動作を想定しても異なる電源区分の電磁弁が多重化されていること、下流の格納用容器外側に隔離弁があり二重化されていることから、系統機能に影響をおよぼすものではない。 |
| | | 主蒸気内側隔離弁 (B) | 空気作動弁 | 否 | |
| | | 主蒸気内側隔離弁 (C) | 空気作動弁 | 否 | |
| | | 主蒸気内側隔離弁 (D) | 空気作動弁 | 否 | |
| | | 主蒸気ドレンライン内側隔離弁 | 電動弁 | 要 | 冷温停止時は機能要求なし |
| | | CUW 吸込ライン内側隔離弁 | 電動弁 | 否 | 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でも下流に隔離弁があり二重化されていること、また、CUW 系は閉じた系であることから、系統機能に影響をおよぼすものではない。 |
| 原子炉停止後の 除熱機能 | | 逃がし安全弁 (A) | 空気作動弁 | 否 | 逃がし安全弁は ADS 機能付電磁弁により、安全停止に必要な機能を確保する。なお、当該電磁弁は冷温停止時に機能要求がなく、逃がし安全弁自体は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。 |
| | | 逃がし安全弁 (D) | 空気作動弁 | 否 | |
| | | 逃がし安全弁 (E) | 空気作動弁 | 否 | |
| | | 逃がし安全弁 (G) | 空気作動弁 | 否 | |
| | | 逃がし安全弁 (J) | 空気作動弁 | 否 | |
| | | 逃がし安全弁 (M) | 空気作動弁 | 否 | |
| | | 逃がし安全弁 (N) | 空気作動弁 | 否 | |
| | | 逃がし安全弁 (P) | 空気作動弁 | 否 | |
| | | 逃がし安全弁 (S) | 空気作動弁 | 否 | |
| | | 逃がし安全弁 (U) | 空気作動弁 | 否 | |
| | | 逃がし安全弁 (V) | 空気作動弁 | 否 | |
| | | 逃がし安全弁 (B) * | 空気作動弁 | 要 | |
| | | 逃がし安全弁 (C) * | 空気作動弁 | 要 | |
| | | 逃がし安全弁 (F) * | 空気作動弁 | 要 | |
| | | 逃がし安全弁 (H) * | 空気作動弁 | 要 | |

※ADS 機能付

| 機能 | 機器番号 | 機器名称 | 種類 | 火災防護対策要否 | 火災による機能への影響評価 |
|----------------------|--------|-----------------|----------|----------|--|
| 原子炉停止後の除熱機能 | | 逃がし安全弁 (K) * | 空気作動弁 | 要 | 逃がし安全弁は ADS 機能付電磁弁により、安全停止に必要な機能を確保する。なお、当該電磁弁は冷温停止時に機能要求がなく、逃がし安全弁自体は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。 ※ADS 機能付 |
| | | 逃がし安全弁 (L) * | 空気作動弁 | 要 | |
| | | 逃がし安全弁 (R) * | 空気作動弁 | 要 | |
| | | RCIC 蒸気ライン内側隔離弁 | 電動弁 | 要 | 冷温停止時は機能要求なし |
| 原子炉停止後の除熱機能 / 炉心冷却機能 | | RHR 停止時冷却内側隔離弁 | 電動弁 | 要 | |
| プロセス監視 | | 起動領域計装 (検出器) | 中性子束計装設備 | 要 | |
| | | 起動領域計装 (検出器) | 中性子束計装設備 | 要 | |
| | | 起動領域計装 (検出器) | 中性子束計装設備 | 要 | |
| | | 起動領域計装 (検出器) | 中性子束計装設備 | 要 | |
| | | 起動領域計装 (検出器) | 中性子束計装設備 | 要 | |
| | | 起動領域計装 (検出器) | 中性子束計装設備 | 要 | |
| | | 起動領域計装 (検出器) | 中性子束計装設備 | 要 | |
| | | 起動領域計装 (検出器) | 中性子束計装設備 | 要 | |
| | | 起動領域計装 (検出器) | 中性子束計装設備 | 要 | |
| | | 原子炉水位 (広帯域) | 水位計装設備 | 要 | 冷温停止時は機能要求なし |
| | | 原子炉水位 (広帯域) | 水位計装設備 | 要 | 冷温停止時は機能要求なし |
| | | 原子炉水位 (燃料域) | 水位計装設備 | 要 | 冷温停止時は機能要求なし |
| | | 原子炉水位 (燃料域) | 水位計装設備 | 要 | 冷温停止時は機能要求なし |
| | | 原子炉圧力 | 水位計装設備 | 要 | 冷温停止時は機能要求なし |
| | | 原子炉圧力 | 水位計装設備 | 要 | 冷温停止時は機能要求なし |
| | | サブプレッション・プール水温度 | 温度計装設備 | 要 | |
| | | サブプレッション・プール水温度 | 温度計装設備 | 要 | |
| サブプレッション・プール水温度 | 温度計装設備 | 要 | | | |

| 機能 | 機器番号 | 機器名称 | 種類 | 火災防 護対策 要否 | 火災による機能への影響評価 |
|--------|------|--------------------|------------|------------------|---------------|
| プロセス監視 | | サプレッション・ プール水温度 | 温度計装 設備 | 要 | |

東海第二発電所における格納容器内の
消火活動の概要について

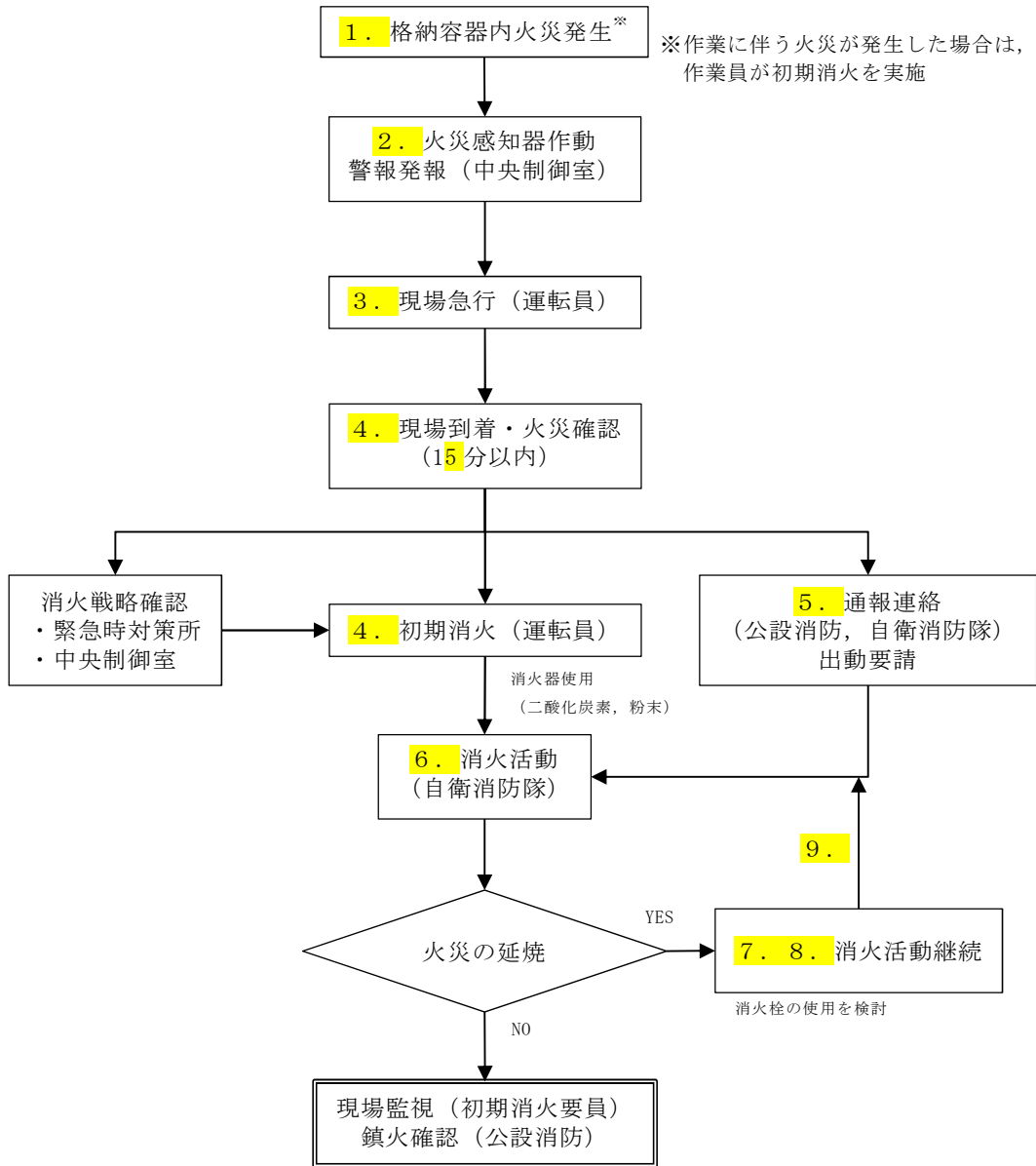
1. はじめに

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. 格納容器内の消火活動について

(1) 格納容器内における火災発生時の対応

格納容器内において、冷温停止中及び起動中の状態に火災が発生した場合の対応フローを第 1 図から第 3 図に示す。また、格納容器内における消火活動の成立性について、中央制御室から最も遠い距離にある格納容器内の油を内包する火災源で火災発生を想定した消火活動の確認を行う。各対応フローの消火活動において確認する概要を第 1 表から第 3 表に、現場のホース敷設状況を第 4 図に示す。

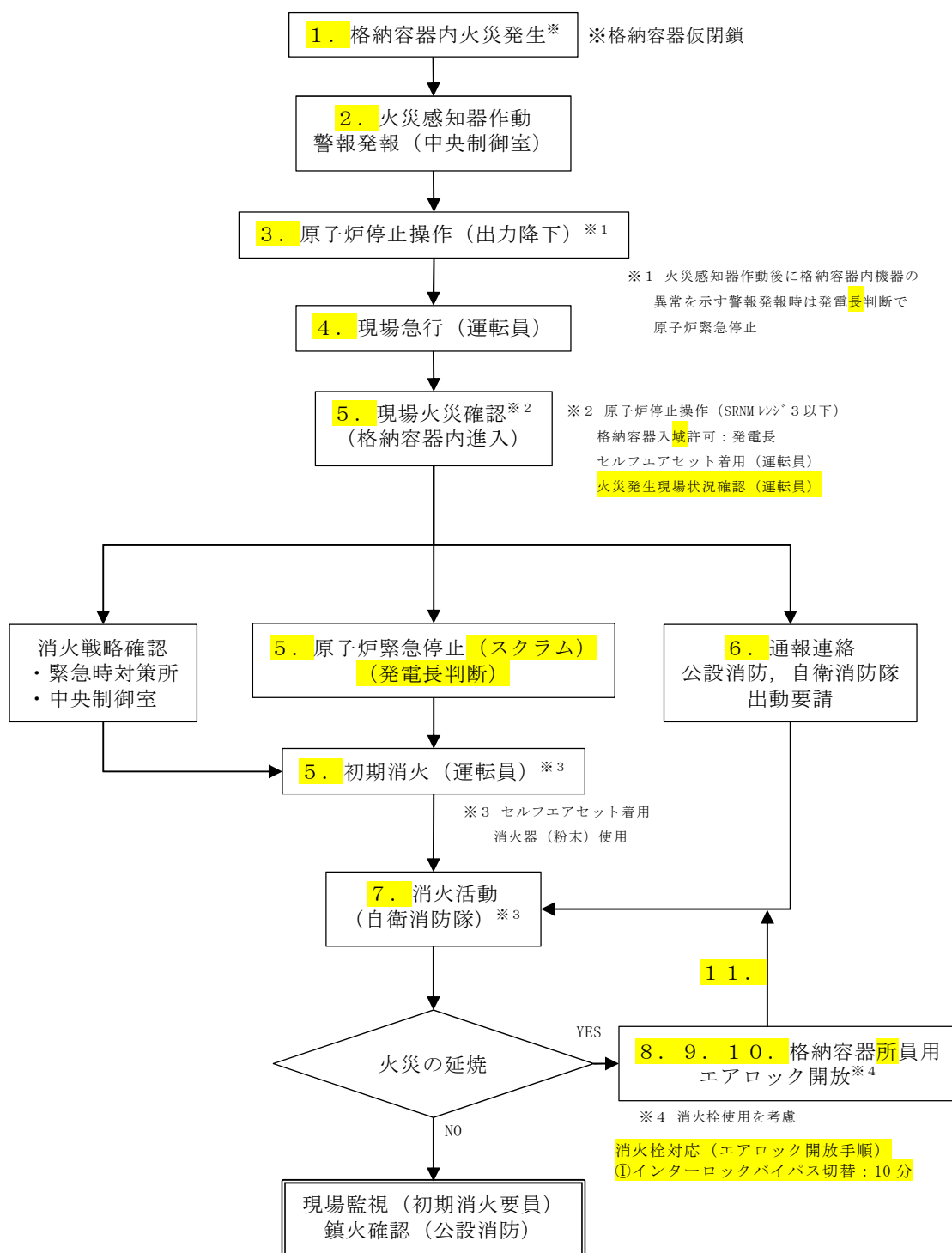


第1図 格納容器内での火災発生に対する対応フロー(冷温停止中)

第1表 消火活動確認概要（冷温停止中）

（中央制御室から最も遠い距離にある格納容器内の油内包機器で火災を想定）

| No. | 消火活動(模擬) | 確認事項 |
|-----|----------------------------------|------------------------|
| 1 | 格納容器内の火災感知器作動 | 起点 |
| 2 | 中央制御室の受信機にて格納容器内の火災発生場所を確認（警報発報） | — |
| 3 | 中央制御室の運転員（初期消火要員）が現場に急行 | 15分以内に現場到着（現場確認）が可能 |
| 4 | 火災発生確認（中央制御室へ連絡）及び初期消火活動（消火器）を実施 | 現場確認後、直ちに消火器による消火活動を開始 |
| 5 | 後続（応援）の消火要員（自衛消防隊）が現場到着 | 所要時間：出動要請から現場到着約15分 |
| 6 | 自衛消防隊による消火活動（消火器）開始 | |
| 7 | 消火栓から格納容器入口（機器ハッチ等）までホース敷設を実施 | 所要時間：約2分 |
| 8 | 機器ハッチから消火対象までホース敷設～放水開始 | 所要時間：約2分 |
| 9 | 自衛消防隊による消火活動（消火栓）開始 | 所要時間：現場到着後約5分 |

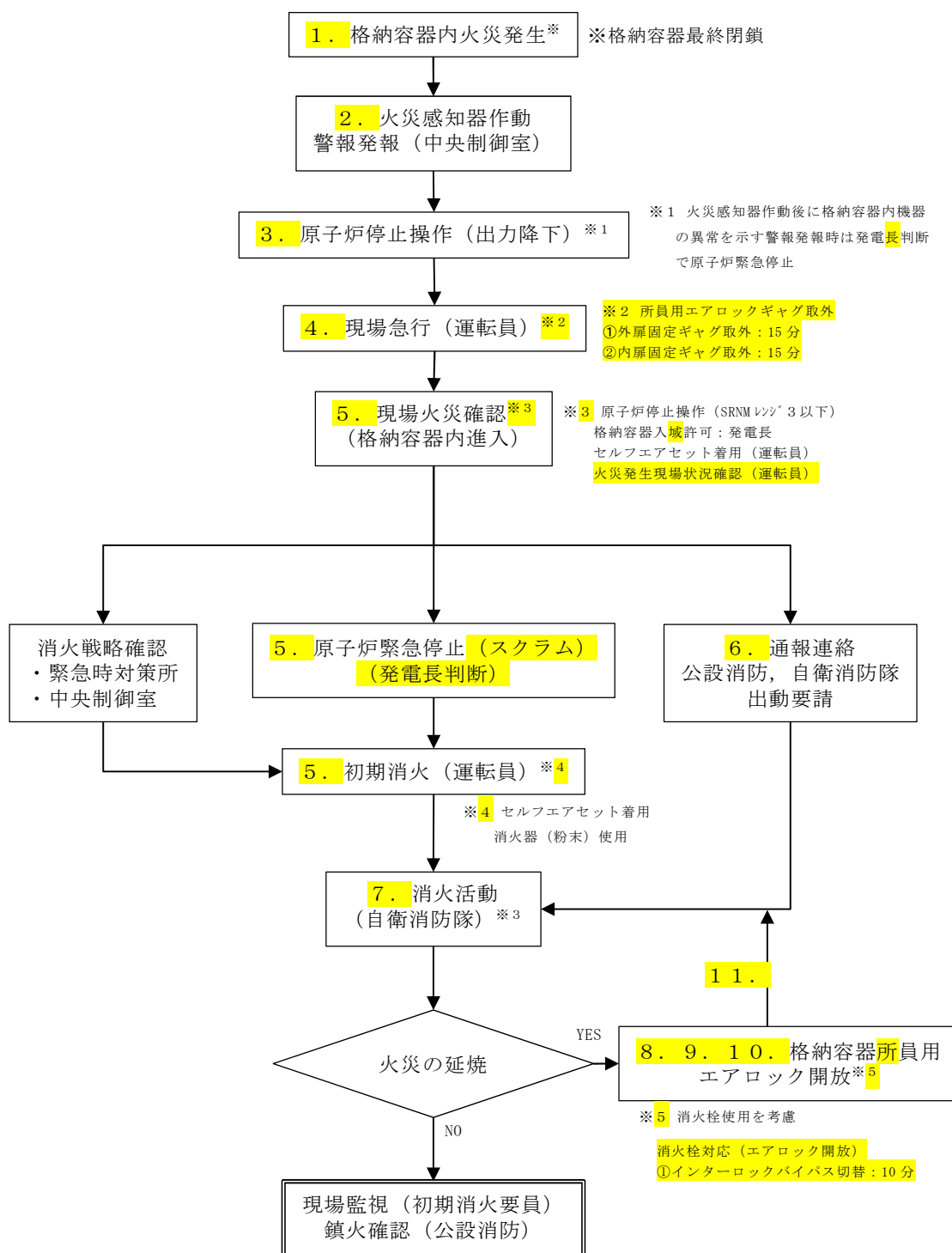


第2図 格納容器内での火災発生に対する対応フロー
(起動中: 制御棒引抜き～格納容器内点検完了後まで)

第2表 消火活動確認概要（起動中：制御棒引抜き～格納容器内点検完了後まで）

（中央制御室から最も遠い距離にある格納容器内の油内包機器で火災を想定）

| No. | 消火活動(模擬) | 確認事項 |
|-----|----------------------------------|---|
| 1 | 格納容器内の火災感知器作動 | 起点 |
| 2 | 中央制御室の受信機にて格納容器内の火災発生場所を確認（警報発報） | — |
| 3 | 原子炉停止操作（出力降下） | |
| 4 | 中央制御室の運転員（初期消火要員）が現場に急行 | 15分以内に現場到着（現場確認）が可能 （所員用エアロックより入域） |
| 5 | 火災発生確認（中央制御室へ連絡）及び初期消火活動（消火器）を実施 | 現場確認後、直ちに消火器による消火活動を開始 発電長判断により原子炉緊急停止（スクラム） |
| 6 | 後続(応援)の消火要員(自衛消防隊)が現場到着 | 所要時間：出動要請から現場到着約15分 |
| 7 | 自衛消防隊による消火活動（消火器）開始 | |
| 8 | エアロック開放 | ①インターロックバイパス切替：10分 |
| 9 | 消火栓から格納容器入口（機器ハッチ等）までホース敷設を実施 | 所要時間：約2分 |
| 10 | 機器ハッチから消火対象までホース敷設～放水開始 | 所要時間：約2分 |
| 11 | 自衛消防隊による消火活動（消火栓）開始 | 所要時間：現場到着後約5分 |

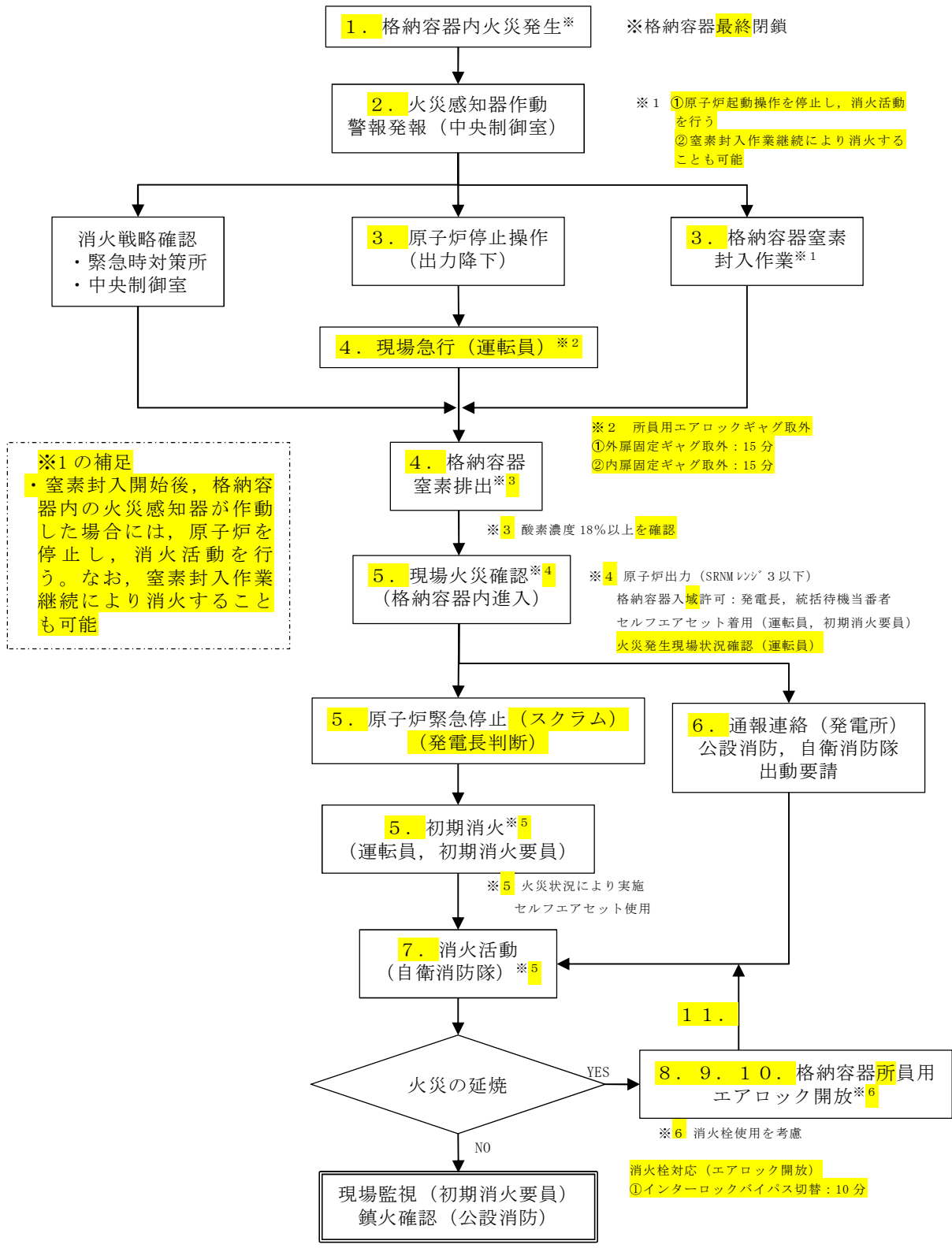


第 3-1 図 格納容器内での火災発生に対する対応フロー
(起動中：格納容器内点検完了後～窒素封入作業開始まで)

第 3-1 表 消火活動確認概要（起動中：格納容器内点検完了後～窒素封入作業開始まで）

（中央制御室から最も遠い距離にある格納容器内の油内包機器で火災を想定）

| No. | 消火活動(模擬) | 確認事項 |
|-----|----------------------------------|--|
| 1 | 格納容器内の火災感知器作動 | 起点 |
| 2 | 中央制御室の受信機にて格納容器内の火災発生場所を確認（警報発報） | — |
| 3 | 原子炉停止操作（出力降下） | |
| 4 | 中央制御室の運転員（初期消火要員）が現場に急行 | 15分以内に現場到着（現場確認）が可能 所員用エアロックのギャグ取外を含め、 45分以内に現場到着（現場確認）が可能 |
| 5 | 火災発生確認（中央制御室へ連絡）及び初期消火活動（消火器）を実施 | 現場確認後、直ちに消火器による消火活動を開始 発電長判断により原子炉緊急停止（スクラム） |
| 6 | 後続（応援）の消火要員（自衛消防隊）が現場到着 | 所要時間：出動要請から現場到着約 15 分 |
| 7 | 自衛消防隊による消火活動（消火器）開始 | |
| 8 | エアロック開放 | インターロックバイパス切替：10分 |
| 9 | 消火栓から格納容器入口（機器ハッチ等）までホース敷設を実施 | 所要時間：約 2 分 |
| 10 | 機器ハッチから消火対象までホース敷設～放水開始 | 所要時間：約 2 分 |
| 11 | 自衛消防隊による消火活動（消火栓）開始 | 所要時間：現場到着後約 5 分 |



第 3-2 図 格納容器内での火災発生に対する対応フロー

(起動中: 窒素封入作業開始~窒素置換完了まで)

第 3-2 表 消火活動確認概要（起動中：窒素封入作業開始～窒素置換完了まで）

（中央制御室から最も遠い距離にある格納容器内の油内包機器で火災を想定）

| No. | 消火活動（模擬） | 確認事項 |
|-----|-----------------------------------|--|
| 1 | 格納容器内の火災感知器作動 | 起点 |
| 2 | 中央制御室の受信機にて格納容器内の火災発生場所を確認（警報発報） | — |
| 3 | 原子炉停止操作（出力降下）及び窒素封入作業継続判断 | 封入開始後約 1.5 時間を目安に封入停止を判断 |
| 4 | 中央制御室の運転員（初期消火要員）が現場に急行及び格納容器窒素排出 | 15 分以内に現場到着（現場確認）が可能 所員用エアロックのギャグ取外を含め、 45 分以内に現場到着（現場確認）が可能 |
| 5 | 火災発生確認（中央制御室へ連絡）及び初期消火活動（消火器）を実施 | 現場確認後、直ちに消火器による消火活動を開始 発電長判断により原子炉緊急停止（スクラム） |
| 6 | 後続（応援）の消火要員（自衛消防隊）が現場到着 | 所要時間：出動要請から現場到着約 15 分 |
| 7 | 自衛消防隊による消火活動（消火器）開始 | |
| 8 | エアロック開放 | インターロックバイパス切替：10 分 |
| 9 | 消火栓から格納容器入口（機器ハッチ等）までホース敷設を実施 | 所要時間：約 2 分 |
| 10 | 機器ハッチから消火対象までホース敷設～放水開始 | 所要時間：約 2 分 |
| 11 | 自衛消防隊による消火活動（消火栓）開始 | 所要時間：現場到着後約 5 分 |

この消火活動の確認においては、初期消火要員（運転員）は格納容器機器ハッチ

チ（入口）まで、消火器を確保しても 15 分以内に到着可能であることを確認した。さらに、自衛消防隊が格納容器機器ハッチ（入口）到着後、消火栓からの消火ホース敷設開始から 5 分程度で消火栓による消火が可能であることを確認した。したがって、格納容器の機器ハッチが開放された状態において、格納容器内の油内包機器で火災が発生しても、15 分以内に消火器による消火活動が開始可能であり、さらに自衛消防隊は出動要請から 25 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(5 分)、所員用エアロックの開放(約 40 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可能であることから、窒素排出開始後、約 1.5 時間以内に消火活動が開始可能である。また、格納容器下部の火災に対する確認について、第 4 図に示す。初期消火要員が消火器を確保して、格納容器内の所員用エアロックまで 15 分以内に到着し、セルフエアセットを着用しても約 20 分以内に消火活動が可能であることを確認したことから、格納容器内下部に敷設された露出ケーブルで火災が発生した場合でも、火災発生から 20 分以内に消火器による消火活動が可能である。さらに、格納容器所員用エアロックを開放することにより、消火栓により消火活動が可能である。また、入域が困難である場合の消火活動（窒素封入、排出による排煙など）については、運用を含め社内規定に別途定めることとする。

3. 資機材

(1) 消火器

冷温停止中の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。

配備箇所については、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以内の距離に配備する。

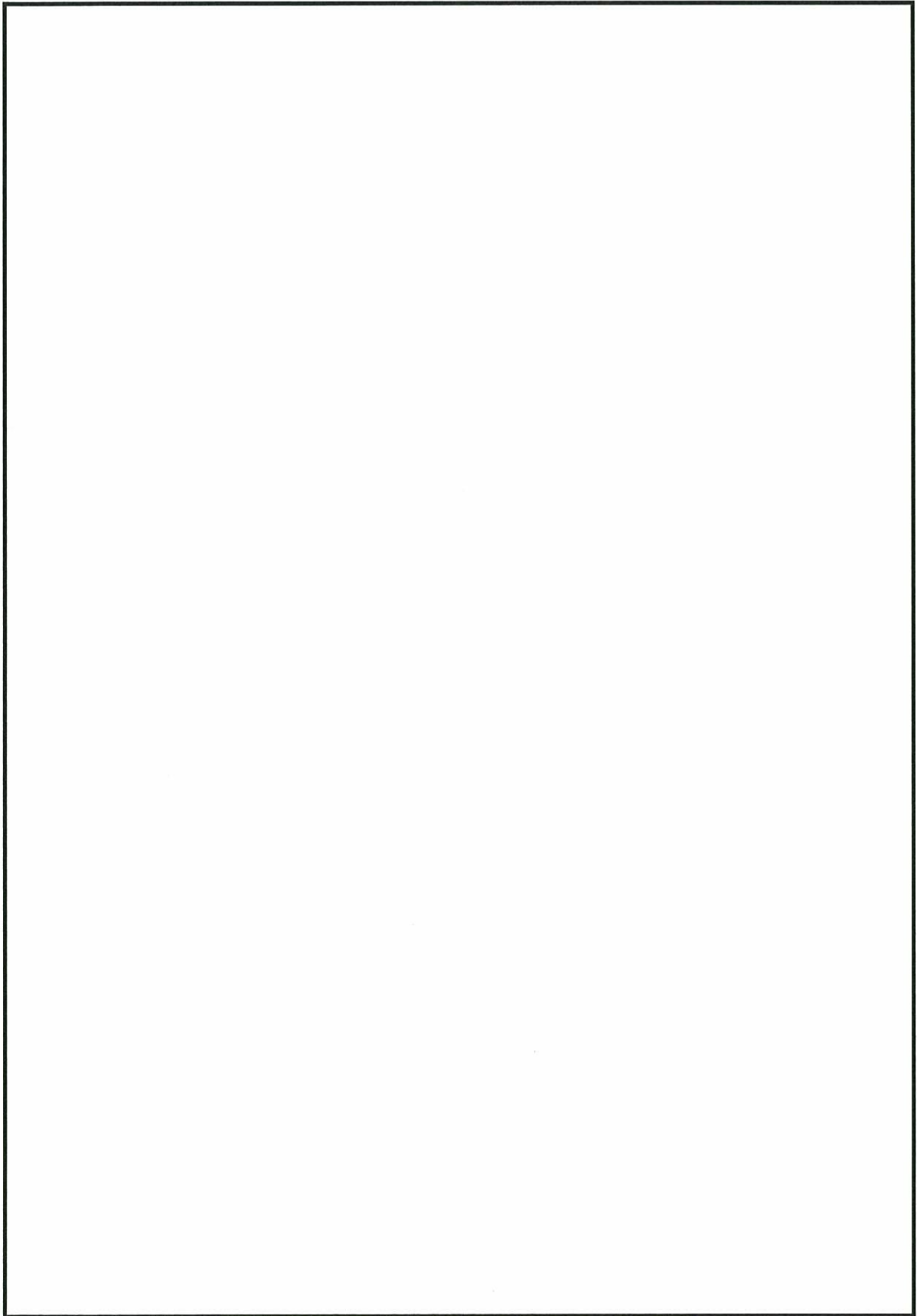
起動中については、格納容器内点検までの間は、所員用エアロック内に消火器を配備する。

一方、格納容器内部点検以降は、所員用エアロックを閉鎖することから安易に扉開放ができないため、原子炉運転中も含め所員用エアロック（外扉）近傍（格納容器外）に消火器を配備する。

(2) 消火ホース

格納容器内の火災に対しては、格納容器入口近傍の消火栓の使用を考慮し、格納容器の入口となる所員用エアロック及び機器ハッチから最も遠い位置にある火災源（油内包機器）まで届く消火ホースを配備する。消火ホースは、消火栓内に保管するものの他、所員用エアロック及び機器ハッチ近傍にそれぞれ配備し、消火活動を可能とする。

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、資機材の配備、所要時間を基に、今後も格納容器内の火災を想定した消火活動訓練を行う。



第4図 格納容器内の消火活動の確認状況

8条-別添1-資料8-55

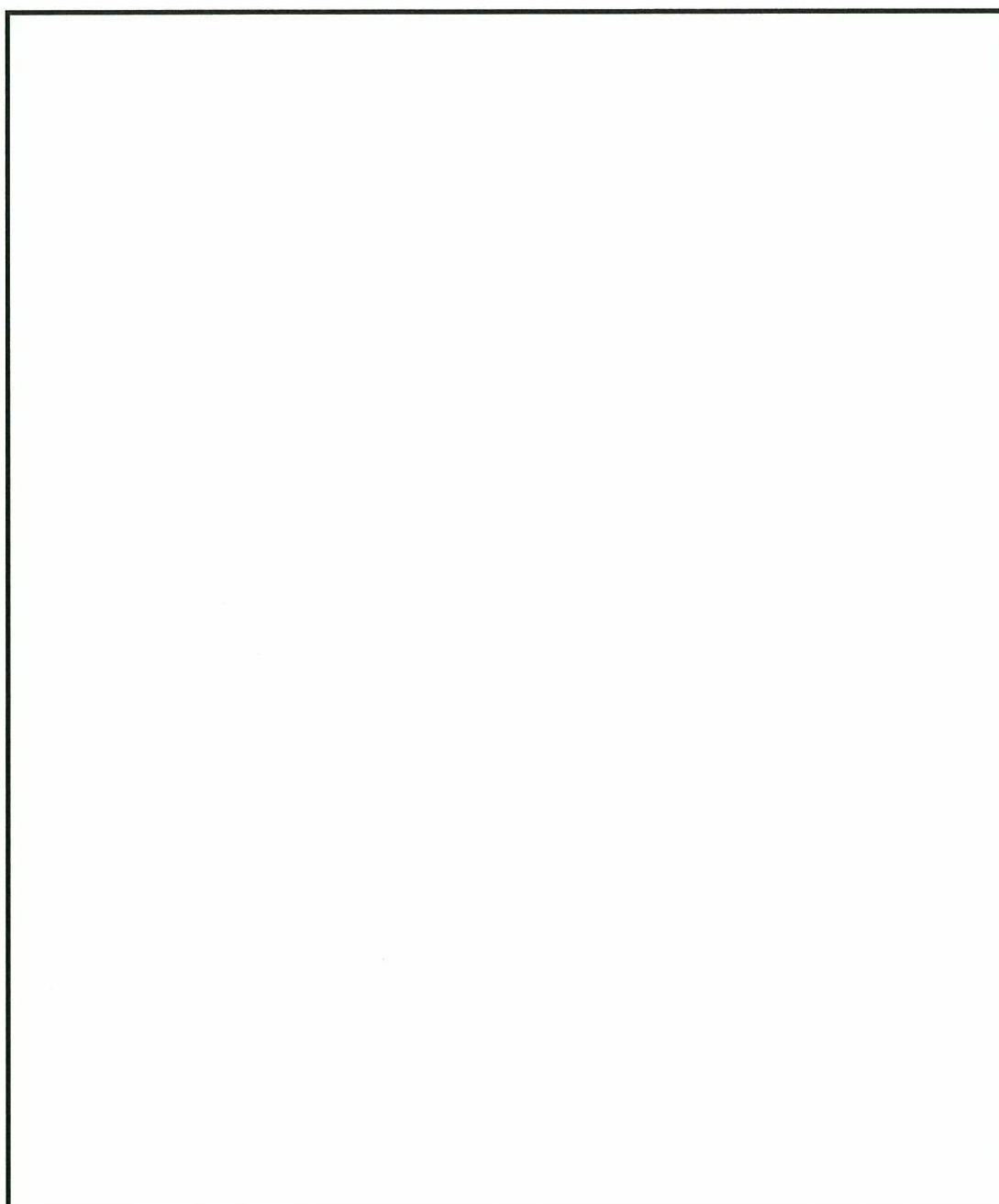
4. 格納容器内の消火器設置位置及び消火ホースの敷設

冷温停止時及び起動中における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。

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敷設確認結果を第 5 図に示す。

格納容器内消火活動時のホース敷設図 (R/B 西消火栓~機器ハッチルート)



第 5 図 消火器の配置及び消火栓の敷設確認結果 (1/2)

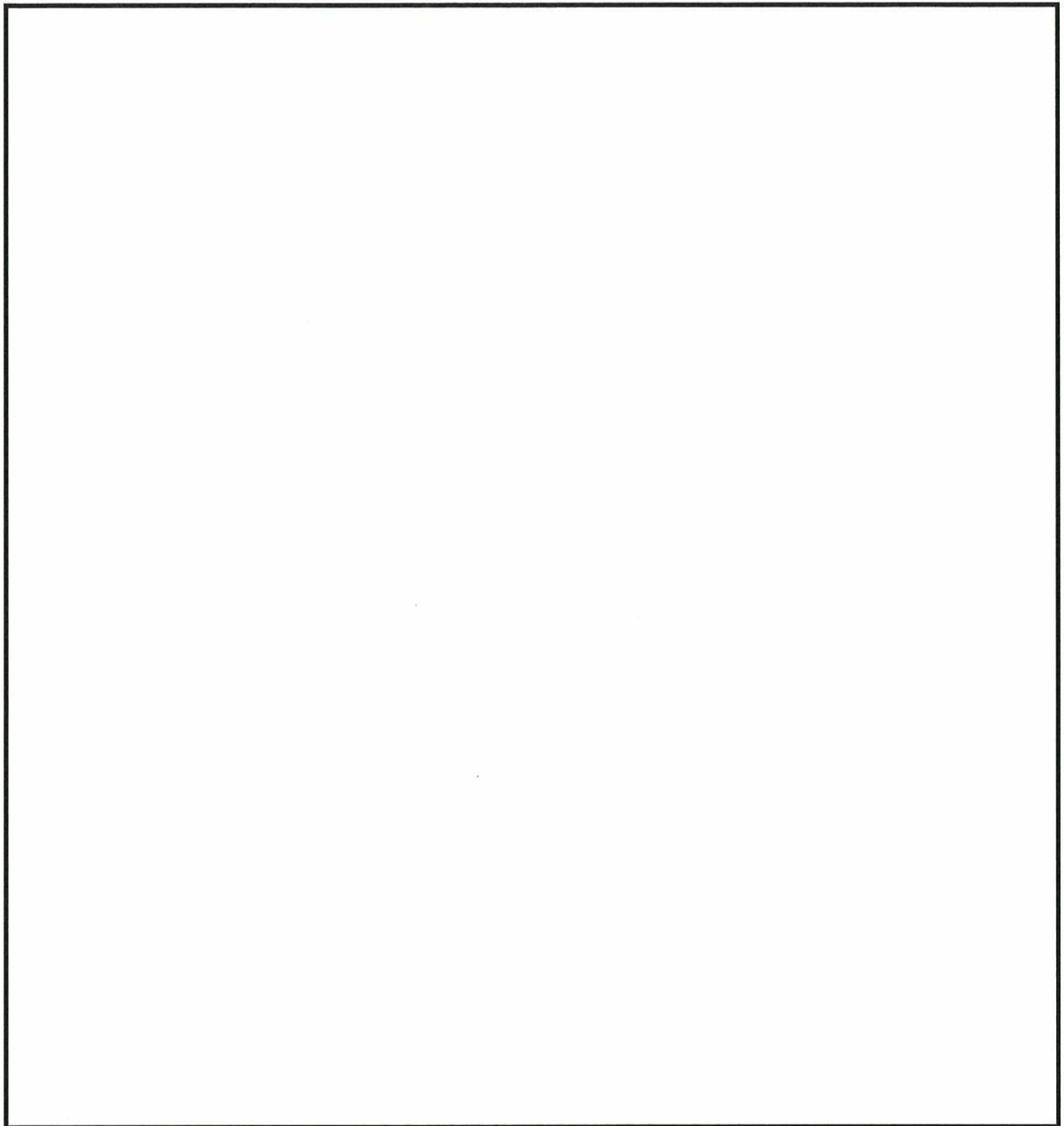
 : R/B 2 階 (PCV 内 EL.14M) ホース敷設

 : PCV 内 EL.17 M ホース敷設

ホース敷設距離

- ①消火栓（NO.9）～FCV(A)消火位置まで「4 1 m」
- ②消火栓（NO.9）～PLR(A)モーター消火位置まで「3 2 m」
- ③消火栓（NO.9）～PLR(B)モーター消火位置まで「3 2 m」
- ④消火栓（NO.9）～MS I V消火位置まで「4 7 m」

格納容器内消火活動時のホース敷設図（R/B 東消火栓～所員用エアロックルート）



第5図 消火器の配置及び消火栓の敷設確認結果（2/2）

 : R/B 2階（PCV内 EL.14M）ホース敷設

 : PCV内 EL.17M ホース敷設

ホース敷設距離

- ② 消火栓 (NO.10) ~MS I V消火位置まで「47 m」
- ②消火栓 (NO.10) ~FCV(A), PLR(A)モーター消火位置まで「71 m」
- ③消火栓 (NO.10) ~PLR(B)モーター, FCV(B)消火位置まで「71 m」

東海第二発電所における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置換(格納容器内酸素濃度<4%)が完了していない時期において、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冷温停止を達成し、維持することが可能か否か確認する。

2. 格納容器内火災による影響の想定

起動中の格納容器内の火災による影響を以下のとおり想定する。

(1)火災発生は、原子炉起動中において窒素置換されていない期間である

「制御棒引抜き」から「格納容器内点検完了」(以下「起動～格納容器内点検完了」という。)及び「点検完了後」から「窒素置換完了」(以下「格納容器内点検終了～窒素置換完了」という。)までの期間に発生すると想定する。

(2)火災源は、油内包機器である原子炉再循環系流量制御弁、原子炉再循環ポンプ用電動機、主蒸気内側隔離弁のうち、火災により主蒸気系統の閉止が想定される主蒸気内側隔離弁として、4台のうち、いずれかの弁の単一火災を想定する。

(3)油内包機器である、原子炉再循環系流量制御弁、原子炉再循環ポンプ用電動機については、原子炉起動中も含め使用していない時は電源を遮断する。

(4)格納容器内に設置している逃がし安全弁などの主要な材料は金属製であること、及び格納容器内に敷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，火災の進展は時間の経過とともに，徐々に格納容器内全域におよぶものとする。

(5) 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。

(6) 電動弁は，火災の影響により接続するケーブルが断線し，作動させることができないが，火災発生時の開度を維持するものとする。

(7) 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配置されていること」，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冷温停止の達成，維持について

3.1 起動～格納容器内点検完了

(1) 高温停止の達成

原子炉起動中において窒素置換されていない期間である「起動～格納容器内点検完了」までの期間については，主蒸気内側隔離弁は“開”状態（第1図）となっているが，主蒸気内側隔離弁の閉止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およぶおそれはない。

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ュームレータ、窒素容器、スクラム弁・スクラムパイロット弁は、格納容器内とは別の火災区域に設置されているため火災の影響はない。当該ユニットの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2図)

以上より、主蒸気内側隔離弁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) 冷温停止の達成，維持

冷温停止の達成，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、残留熱除去系(原子炉停止時冷却モード)(第3図)、高圧炉心スプレイ系(第4図)、原子炉隔離時冷却系(第5図)、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)(第6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格納容器内とは別の火災区域に設置されているため、主蒸気内側隔離弁の火災の影響はないが、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。

起動～格納容器内点検完了までの間は、格納容器内には窒素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原子炉の停止操作(出力降下)を行うとともに、初期消火要員が現場に急行(15分以内)し、格納容器内への進入可否(未臨界状態)を確認した後に、所員用エアロックを開放(15分以内)し、格納容器内に入り消火活動を行うことが可能である。

したがって、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

弁の火災影響により全て機能喪失したとしても、消火活動後には格納容器内に設置された残留熱除去系停止時冷却内側隔離弁(E12-M0-F009：通常閉)にアクセスし、運転員による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)による原子炉の冷温停止の達成、維持は可能である。

3.2 格納容器内点検終了～窒素置換完了

原子炉起動中から窒素置換を行っている期間(格納容器内の酸素濃度<4%まで)である「格納容器内点検終了～窒素置換完了」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

原子炉の起動工程において、格納容器内点検完了後から窒素封入開始前までの間で、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(出力降下)操作を行い、原子炉出力が SRNM レジ 3 以下を確認した後に所員用エアロックより進入し、現場確認及び消火活動を行う。また、消火栓使用を考慮し固定ギャグ(外扉、内扉)を取り外し、開閉可能な状態とする。

窒素封入開始から窒素置換完了までの間で、封入開始後、約 1.5 時間を目安に格納容器内の火災感知器が作動した場合、火災による延焼防止の観点から封入停止を判断する。なお、窒素封入作業継続により、消火することも可能である。

格納容器内の消火活動については、上記を踏まえた窒素排出作業後に格納容器の開放及び内部での消火活動を行うこととなる。

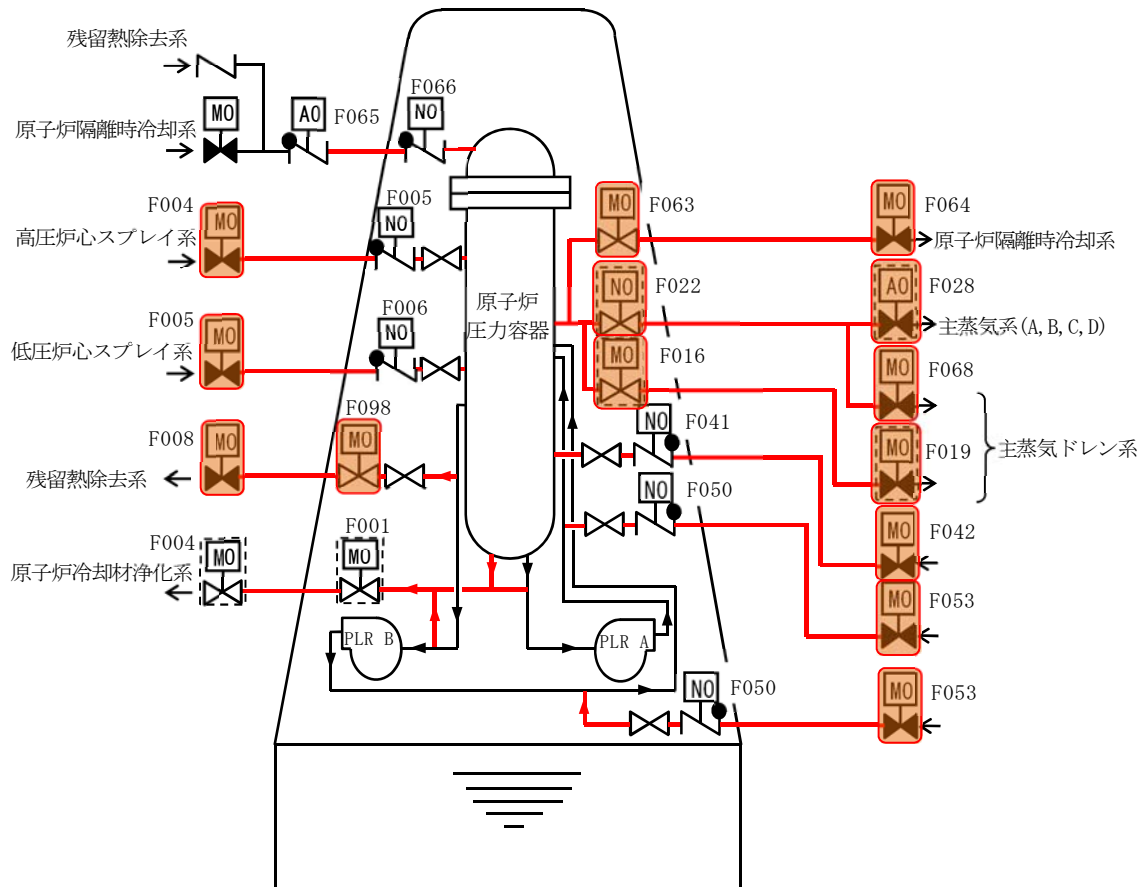
原子炉の冷温停止の達成、維持は、3.1(2)に示すとおり、手動開操作を行う

ことで可能である。

4. まとめ

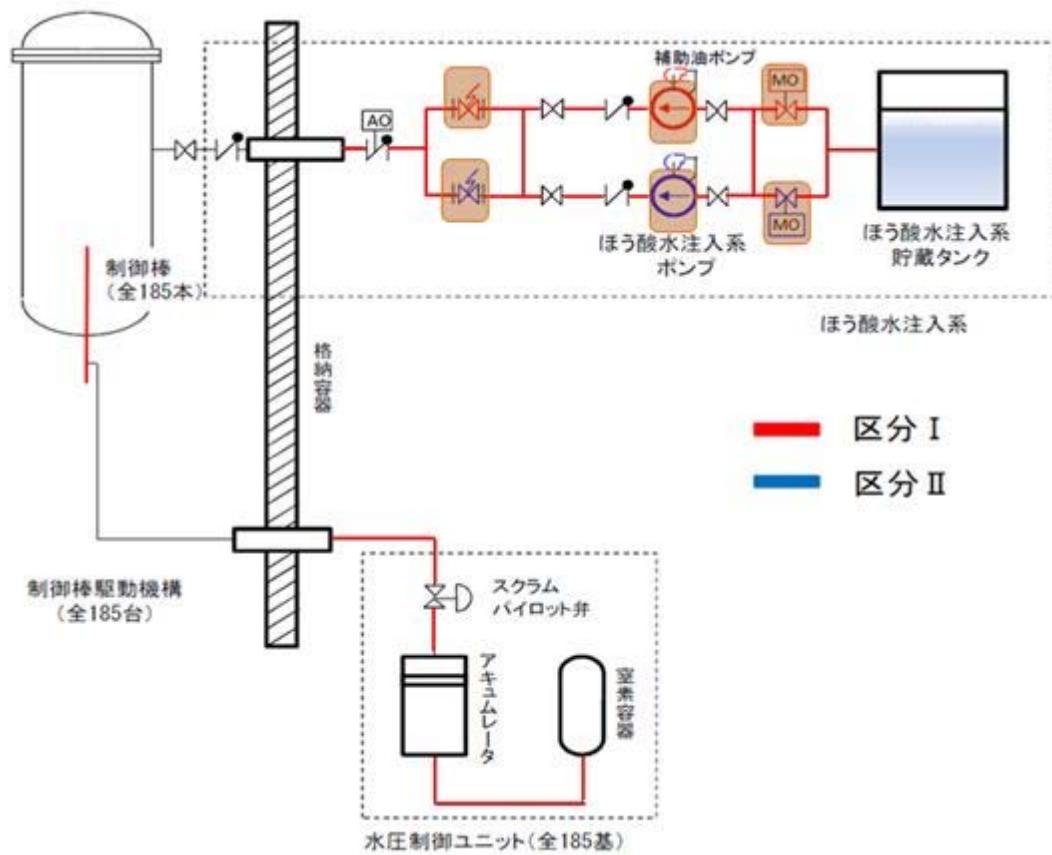
保守的に、起動中の格納容器内の火災発生により、原子炉の安全機能が全喪失したと想定しても、運転操作、現場操作により原子炉の高温停止及び冷温停止を達成し維持することが可能である。

- [HO] 油圧作動弁
- [MO] 電動弁
- [AO] 空気作動弁
- [NO] 窒素作動弁



- 原子炉の安全停止に必要な系統機能を発揮するために必要なライン
- 原子炉の安全停止に必要な機器
- 他系統との境界の弁 (AO 弁、MO 弁)

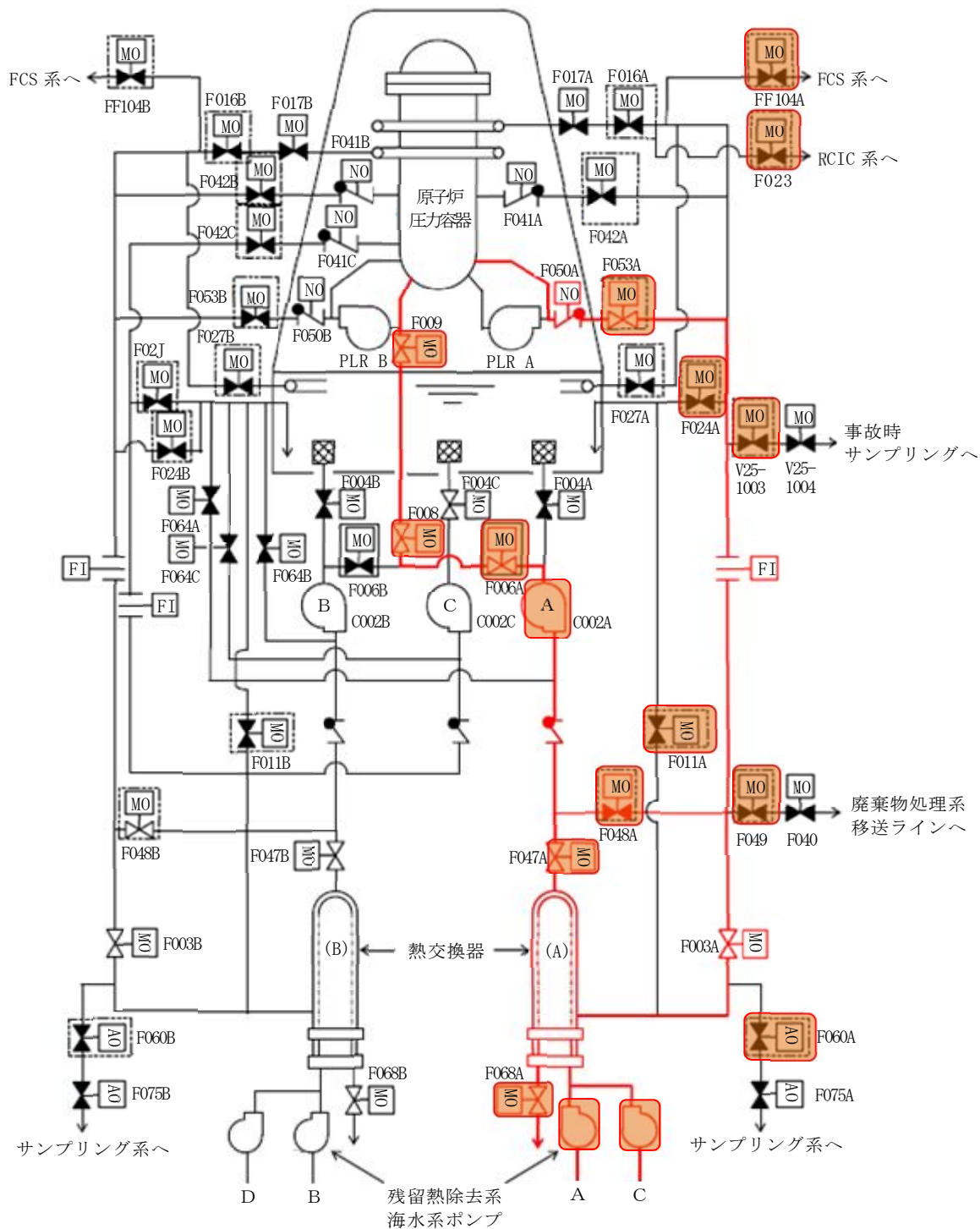
第 1 図 原子炉冷却材圧力バウンダリ



- 原子炉の安全停止に必要な系統機能を発揮するために必要なライン
- 原子炉の安全停止に必要な機器
- 他系統との境界の弁(AO弁、MO弁)

第2図 ほう酸水注入系及び制御棒による系の概要

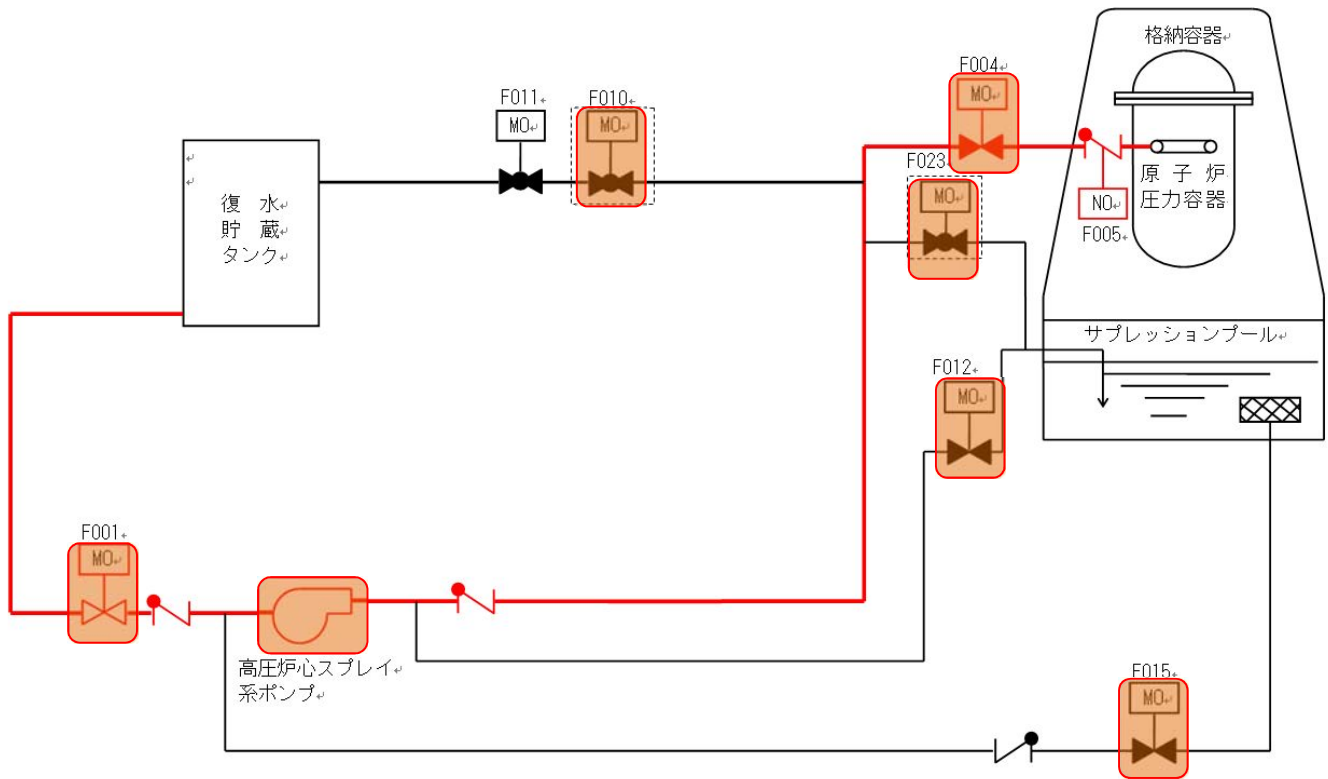
- HO 油圧作動弁
- MO 電動弁
- AO 空気作動弁
- NO 窒素作動弁



- 原子炉の安全停止に必要な系統機能を発揮するために必要なライン
- MO 原子炉の安全停止に必要な機器
- MO 他系統との境界の弁 (AO 弁、MO 弁)

第3図 残留熱除去系

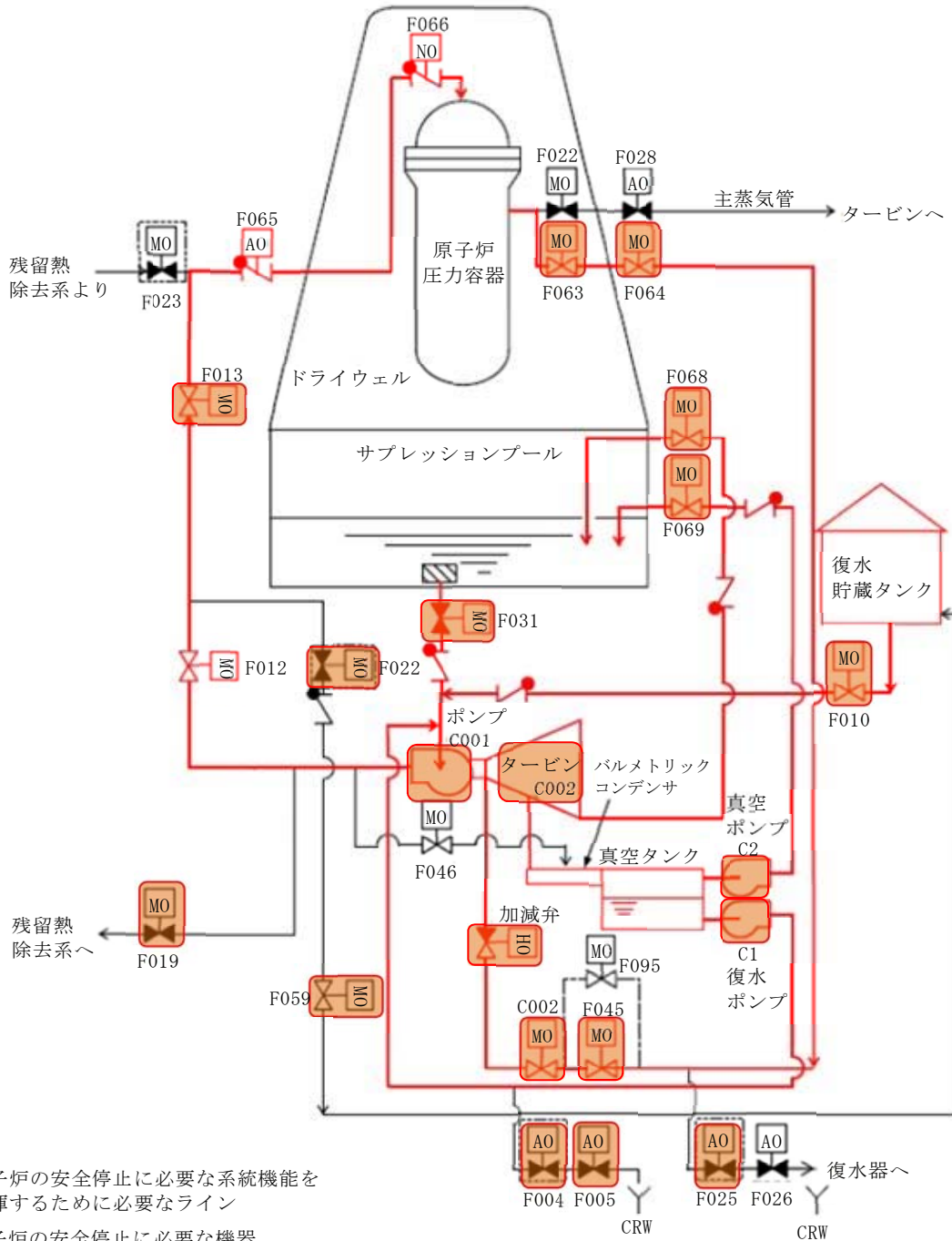
- HO 油圧作動弁
- MO 電動弁
- AO 空気作動弁
- NO 窒素作動弁



- 原子炉の安全停止に必要な系統機能を発揮するために必要なライン
- 原子炉の安全停止に必要な機器
- [---] 他系統との境界の弁 (AO 弁、MO 弁)

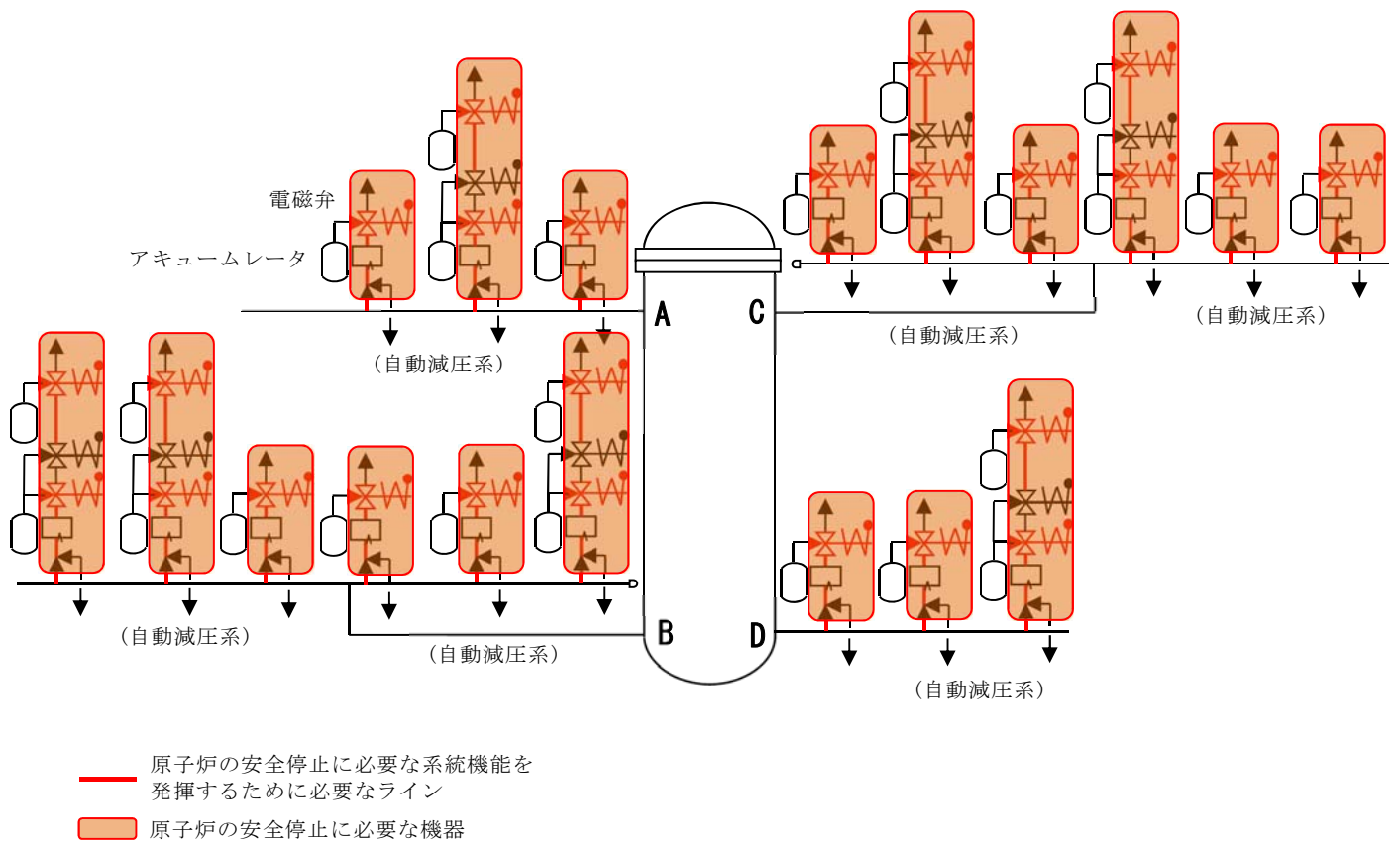
第 4 図 高圧炉心スプレイ系

| | |
|----|-------|
| HO | 油圧作動弁 |
| MO | 電動弁 |
| AO | 空気作動弁 |
| NO | 窒素作動弁 |



- 原子炉の安全停止に必要な系統機能を発揮するために必要なライン
- 原子炉の安全停止に必要な機器
- [---] 他系統との境界の弁 (AO 弁、MO 弁)

第 5 図 原子炉隔離時冷却系



第 6 図 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)

東海第二発電所における
放射性物質貯蔵等の機器等の火災防護対策
について

【目次】

1. 概要
 2. 要求事項
 3. 放射性物質貯蔵等の機器等の選定について
 - 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，放射線の遮蔽及び放出低減機能
 - 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機器等の特定
 4. 放射性物質貯蔵等の機器等の火災区域設定
 5. 火災感知設備の設置
 6. 消火設備の設置
- 添付資料 1 東海第二発電所における安全上の機能別重要度分類に係る定義及び機能
- 添付資料 2 東海第二発電所における重要度分類指針に基づく放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能を有する設備並びに火災防護対象機器リスト
- 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）

放射性物質貯蔵等の機器等の火災防護対策について

1. 概要

東海第二発電所において、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「放射性物質貯蔵等の機器等」を抽出し、その抽出された機器等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貯蔵等の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造物、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. 放射性物質貯蔵等の機器等の選定について

設計基準対象施設のうち、単一の内部火災が発生しても、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機器である「放射性物質貯蔵等の機器」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、冷温停止及び燃料交換（ただし、全燃料全取出の期間は除く。）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達成し、維持するために必要な構築物、系統及び機器について、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およぼす系統を、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。)より抽出する。

放射性物質貯蔵等の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、第9-1表のとおりとなる。

第9-1表 放射性物質貯蔵等の機能を達成するための系統

| 放射性物質貯蔵等の機能 | 機能を達成するための系統 |
|---|--|
| 放射性物質の閉じ込め機能、放射線の遮蔽及び放出低減機能 | <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 ・原子炉建屋 ・非常用ガス処理系 ・非常用再循環ガス処理系 ・可燃性ガス濃度制御系 |
| 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) ・使用済燃料プール(使用済燃料貯蔵ラック含む) |
| 燃料プール水の補給機能 | <ul style="list-style-type: none"> ・非常用補給水系 |
| 放射性物質放出の防止機能 | <ul style="list-style-type: none"> ・放射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) ・燃料集合体落下事故時放射能放出を低減する系 |
| 放射性物質の貯蔵機能 | <ul style="list-style-type: none"> ・サプレッション・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が小さいもの) |

次に、上記の系統から、火災による放射性物質貯蔵等の機能への影響を考慮

し、火災防護対策の要否を評価した。

3.2.1 放射性物質の閉じ込め機能、放射線の遮蔽及び放出低減機能

重要度分類指針では、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、原子炉建屋、非常用ガス処理系、非常用再循環ガス処理系、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屋はコンクリート・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、資料2で示した火災により影響をおよぼさないものに該当すると考えられることから、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※。

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、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、非常用再循環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、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。

ただし、非常用ガス処理系は、原子炉棟換気系送風機・排風機とともに、原子炉建屋を負圧にする機能を有しており、火災発生時に原子炉建屋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屋を負圧維持することができる。このため、原子炉建屋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。

合わせて、非常用ガス処理系の機能確保のため、原子炉建屋給排気隔離弁の閉操作が必要となるが、原子炉建屋給排気隔離弁はフェイルセーフ設計であり、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、万が一の不動作で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。

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

重要度分類指針では、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）、使用済燃料プール（使用済燃料ラックを含む）」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）である放射性気体廃棄物処理系の系統概略図を第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、排ガス減衰管、排ガス前置、後置フィルタ、排ガス後置除湿器再生装置、メッシュ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い*。

万が一、排ガス系弁が誤動作した場合であっても、下流側に設置された排ガス減衰管、排ガス前置、後置フィルタ、活性炭ベッド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、放射性物質が外部へ漏えいするおそれはない*。

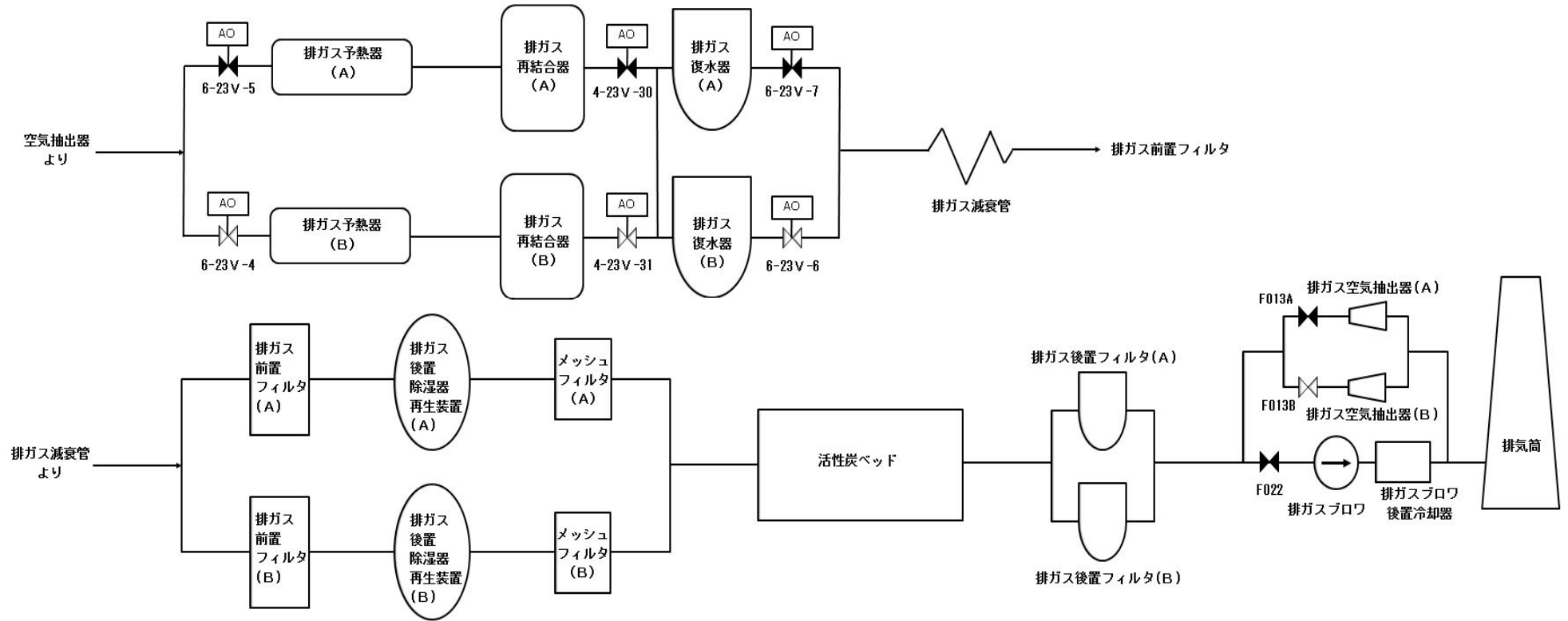
以上より、気体廃棄物処理系は火災によって放射性物質を貯蔵する機能に影響がおよぶおそれはない。

主排気筒モニタ放射線モニタについては、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、東海第二発電所においては設計基準事故時に中央制御室の主排気筒モニタに係る盤で監視する設計としていることから、火災発生時に主排気筒モニタに係る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、中央制御室の主排気筒モニタに係る盤については、火災の発生防止対策、火災の感知・消火対策、火災の影響軽減対策を実施する設計とする。

また、使用済燃料プール（使用済燃料ラックを含む）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いことから、火災によって放射性物質を貯蔵する機能に影響がおよぶおそれはない*。

さらに、使用済燃料プールの間接関連系である燃料プール冷却浄化系については、火災により当該機能が喪失しても、使用済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（使用済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およぶおそれはない。

したがって、放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能に影響を及ぼす系統はない。



第9-1図 放射性気体廃棄物処理系の系統概略図

3.2.3燃料プール水の補給機能

重要度分類指針では、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」である。

非常用補給水系である残留熱除去系が火災により機能喪失しても、使用済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、放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能に影響を及ぼす系統はない。

3.2.4放射性物質放出の防止機能

重要度分類指針では、放射性物質放出の防止機能に該当する系統は「放射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）、燃料集合体落下事故時放射能放出を低減する系」である。

放射性気体廃棄物処理系の排ガス予熱器入口、排ガス再結合器出口、排ガス復水器出口の空気作動弁は、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。また、弁本体は、金属等の不燃性材料で構成されており、火災により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。

排気筒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*。

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。したがって、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ことから、燃料集合体落下事故時放射能放出

を低減する系としての原子炉建屋等については、火災発生時には機能要求がない。

したがって、放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能に影響を及ぼす系統はない。

3.2.5 放射性物質の貯蔵機能

重要度分類指針では、放射性物質の貯蔵機能に該当する系統は「サブプレッション・プール・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）」である。これらの系統は以下のとおり整理する。

・サブプレッション・プール排水系

サブプレッション・プール排水系の系統概要図を第9-2図に示す。

サブプレッション・プール排水系は、残留熱除去系の一部を介し液体廃棄物処理系（機器ドレン系及び床ドレン系）と接続されているが、残留熱除去系(A)系はサブプレッション・プール排水ラインに電動弁(E12-M0-F049)があり、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、万が一当該弁が誤動作した場合であっても、電源区分の異なる弁(E12-M0-F040)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。残留熱除去系(B, C)系は、サブプレッション・プール排水ラインに手動弁を二重化(F072, F070)としている。手動弁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*。

以上より、サブプレッション・プール排水系は、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。

・復水貯蔵タンク

復水貯蔵タンクについては、金属等の不燃性材料で構成するタンクであるた

め、火災による機能喪失は考えにくいと考えられることから、火災によって放射性物質の貯蔵機能に影響がおよぶおそれはない*。

- ・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）

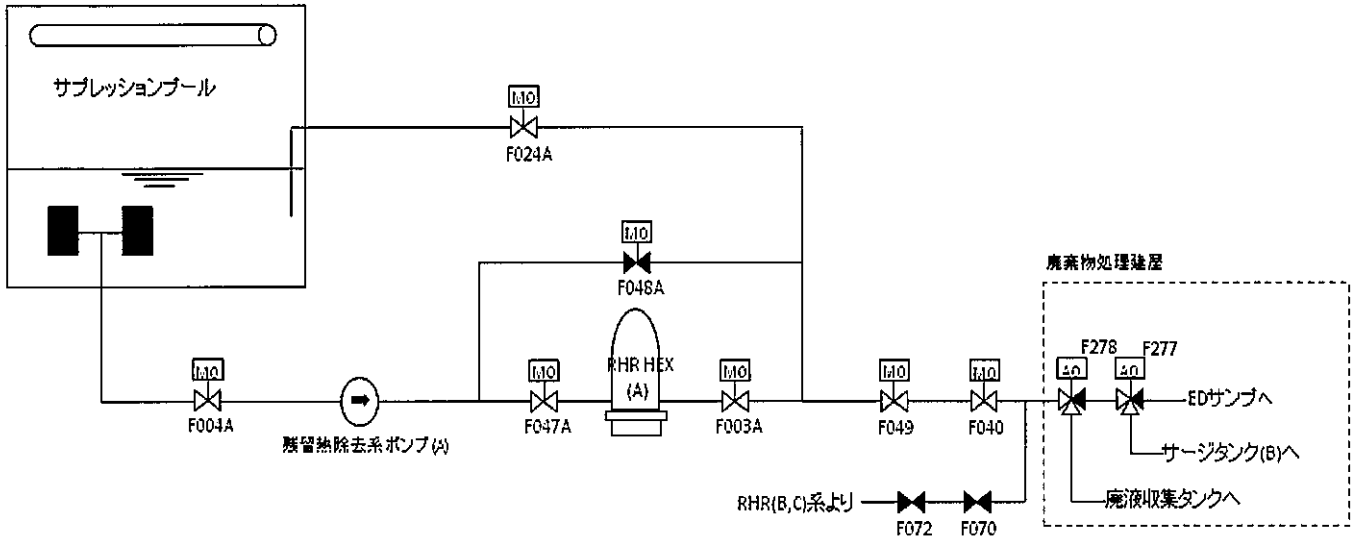
放射性廃棄物処理施設（放射能インベントリの小さいもの）である液体廃棄物処理系，固体廃棄物処理系，関連する系統も含めて，系統概要図を第9-4図～第9-9図に示す。

液体廃棄物処理系（機器ドレン，床ドレン，高電導ドレン）のうち，配管，手動弁，復水器，加熱器，脱塩器，濃縮器，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*。

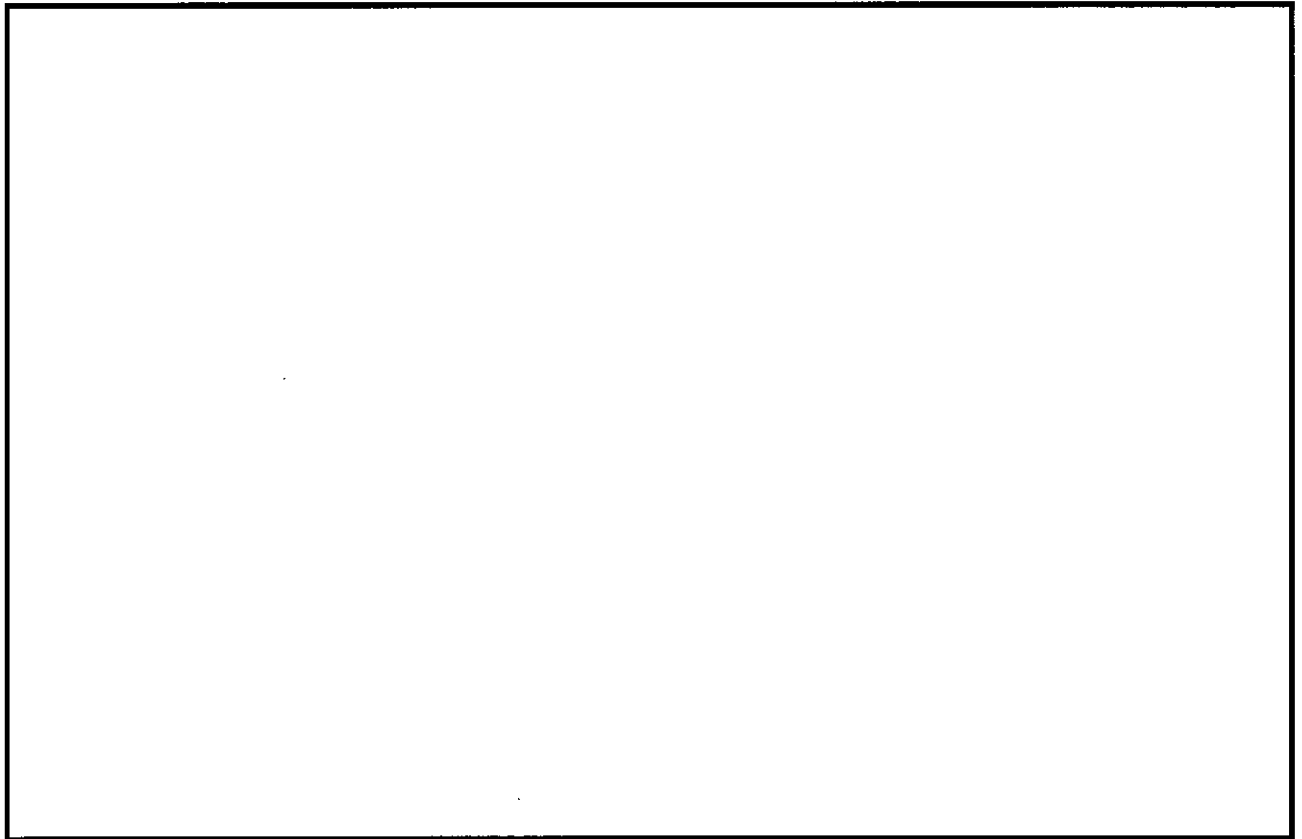
また，各空気作動弁はフェイル・クローズ設計であり，火災によって当該弁の電磁弁のケーブルが機能喪失すると電磁弁が無励磁となり当該弁が自動的に閉止する。機器ドレン系，床ドレン系については，廃液サンプルポンプ出口及び床ドレンサンプルポンプ出口に空気作動弁（A0-F462A, B , A0-F468A, B）を設置しており，カナル放出ラインにも（A0-F465A, B）空気作動弁を設置している。これらの空気作動弁は単一の弁の誤動作では放射性物質が放出されない設計としている。仮に空気作動弁が誤動作により開となっても，廃液サンプルポンプ及び床ドレンサンプルポンプの誤起動が空気作動弁の誤動作と同時に発生しない限り放射性物質が放出されることはない。（第9-4図，第9-5図）高電導度ドレン系については，万一，空気作動弁が誤動作した場合であっても，移送先が濃縮廃液タンク及び凝縮水収集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。（第9-6図）

したがって，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。

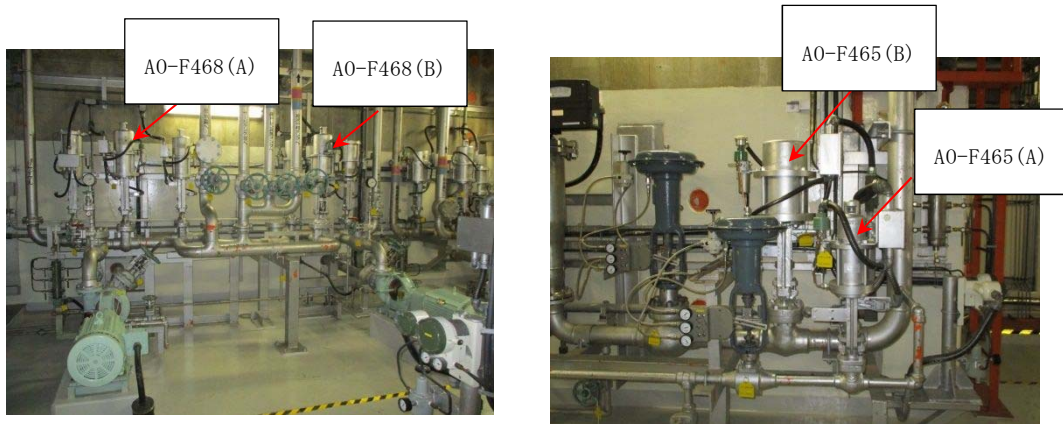
以上より、液体廃棄物処理系は火災によって放射性物質を貯蔵する機能に影響がおよぶおそれはない。



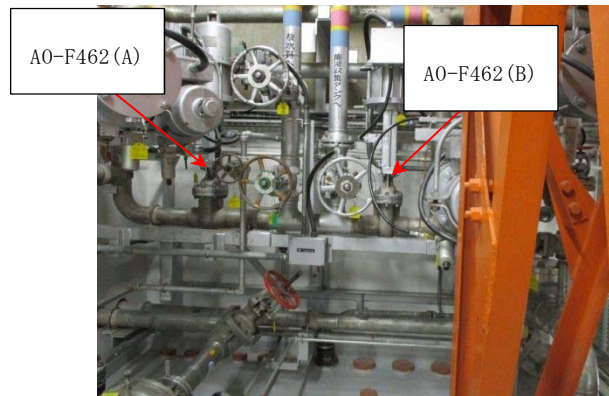
第9-2図 サプレッション・プール排水系の系統概略図



第9-3図 放射性廃棄物処理系(機器ドレン系, 床ドレン系)機器配置



床ドレンサンプルポンプエリアのバルブの配置



廃液サンプルポンプエリアのバルブの配置

第9-4図 放射性廃棄物処理系(機器ドレン系, 床ドレン系)の弁配置状況

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庫（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、雑固廃棄物については、第9-5図に示すフローに従い分別し、「可燃」「難燃」については、焼却炉で焼却した後に「不燃」の焼却灰の状態でドラム缶に保管することから、ドラム缶内部での火災によって放射性物質貯蔵等の機能の喪失は考えにくい。

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

不燃物であること、ポリエチレンの発火点は400℃より高いこと、固体廃棄物貯蔵庫(ドラム缶)内には高温となる設備はないことから、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の喪失は考えにくい。また、固体廃棄物貯蔵庫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、固体廃棄物貯蔵庫を1週間に1階巡視するとともに、3ヵ月に1階保管量を確認する。

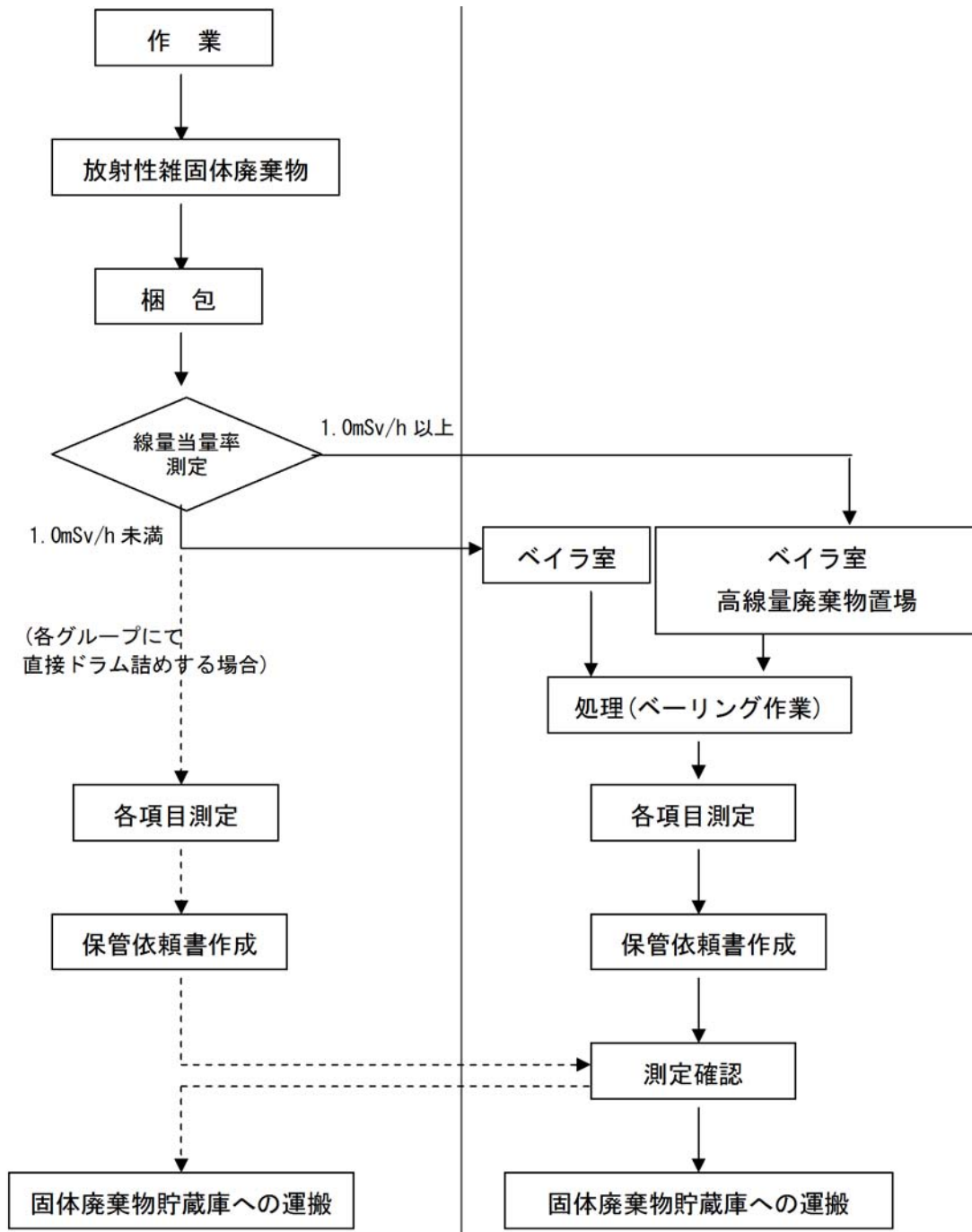
さらに、固体廃棄物貯蔵庫はコンクリートで構築された建屋内に設置されている。

したがって、放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能に影響を及ぼす系統はない。

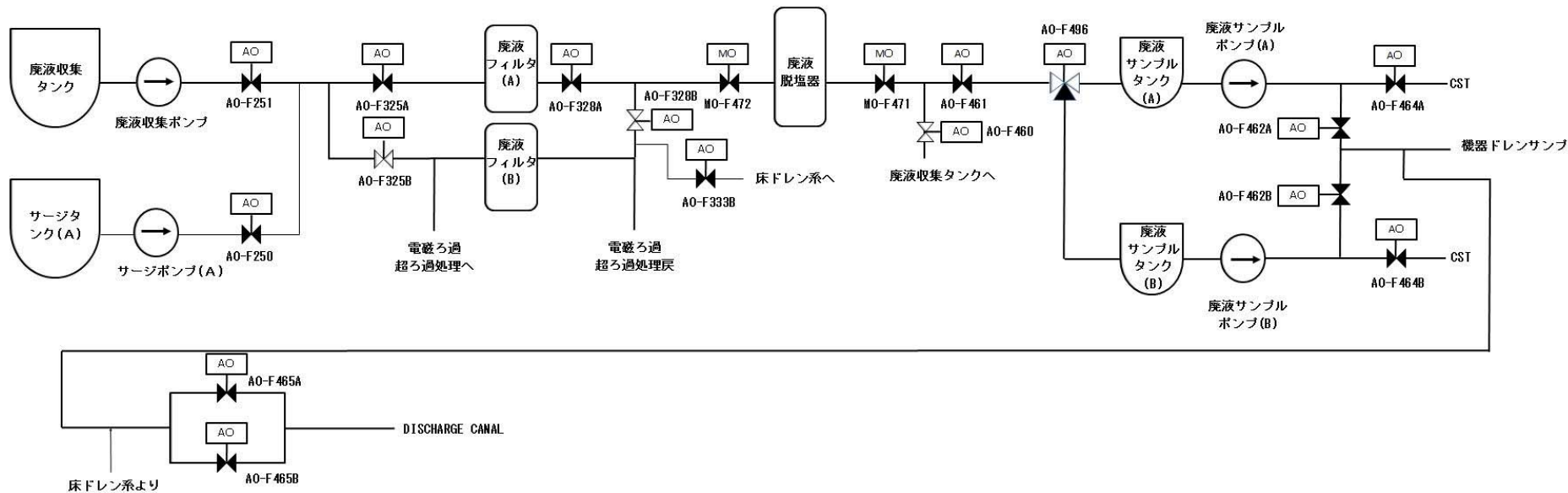
※火災の影響で機能喪失のおそれがないもの

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炎に晒されて加熱されると、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、万が一、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。

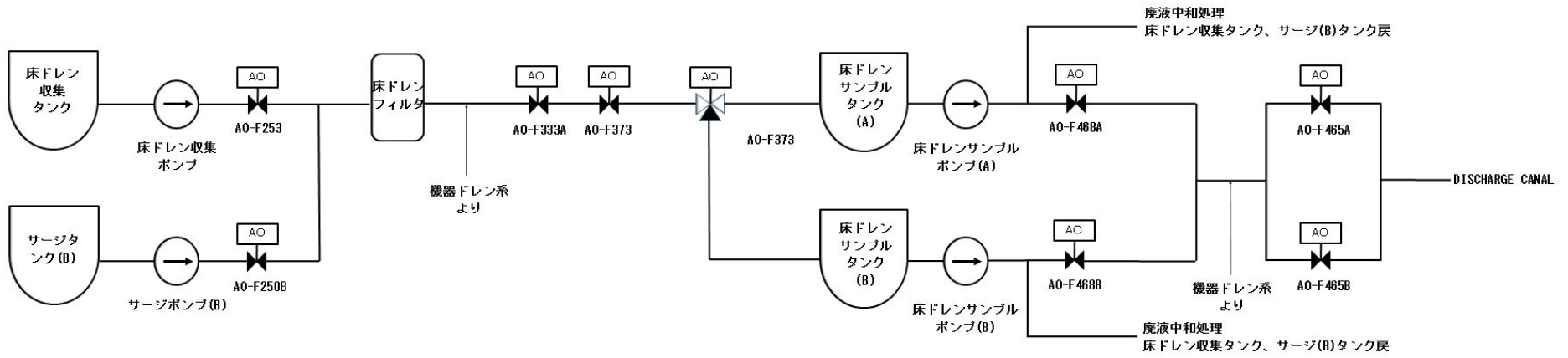
以上より、不燃性材料のうち、金属製の配管、タンク、手動弁、逆止弁等やコンクリート製の構造物等で構成されている系統については、火災によっても放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能に影響をおよぼす系統はない。



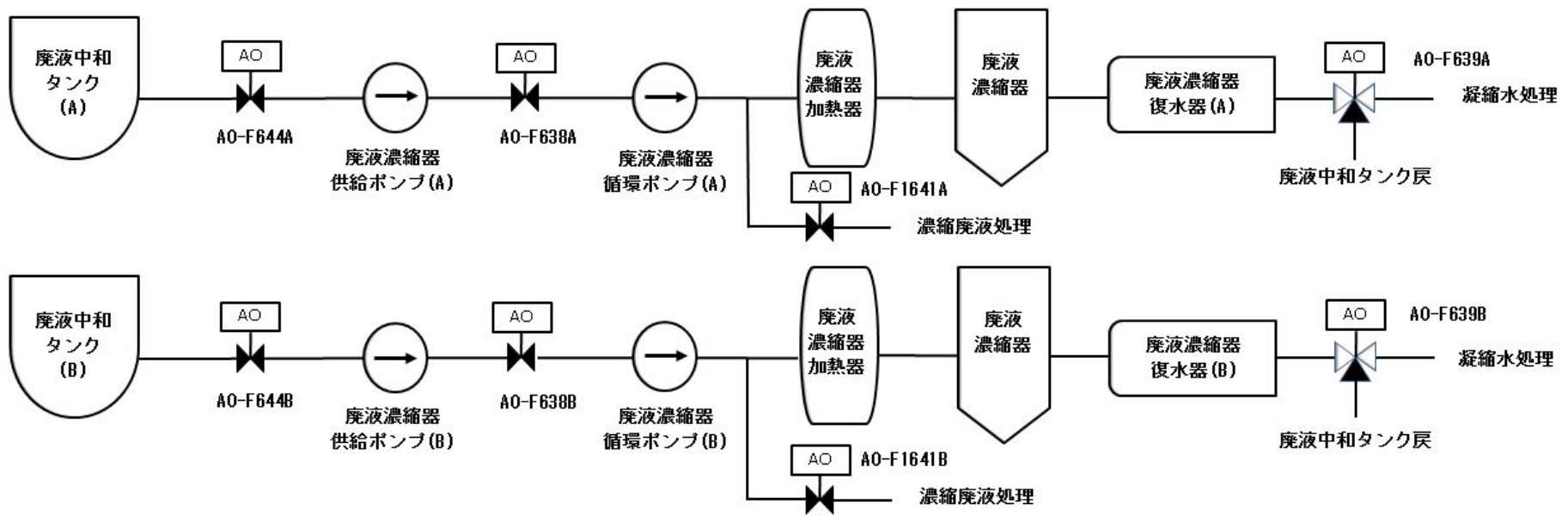
固体廃棄物処理フローチャート



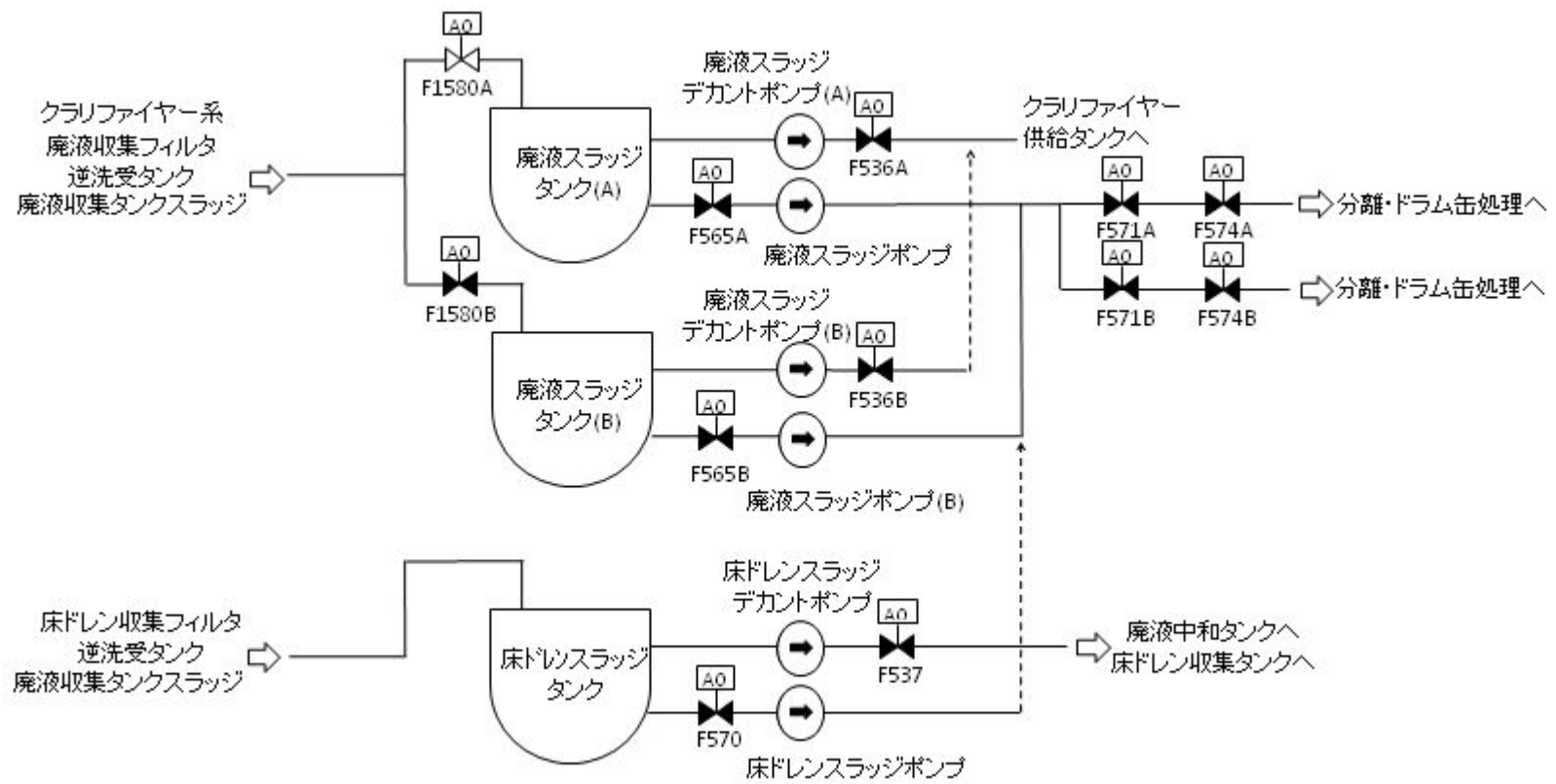
第9-4図 液体廃棄物処理系(機器ドレン系)系統概略図



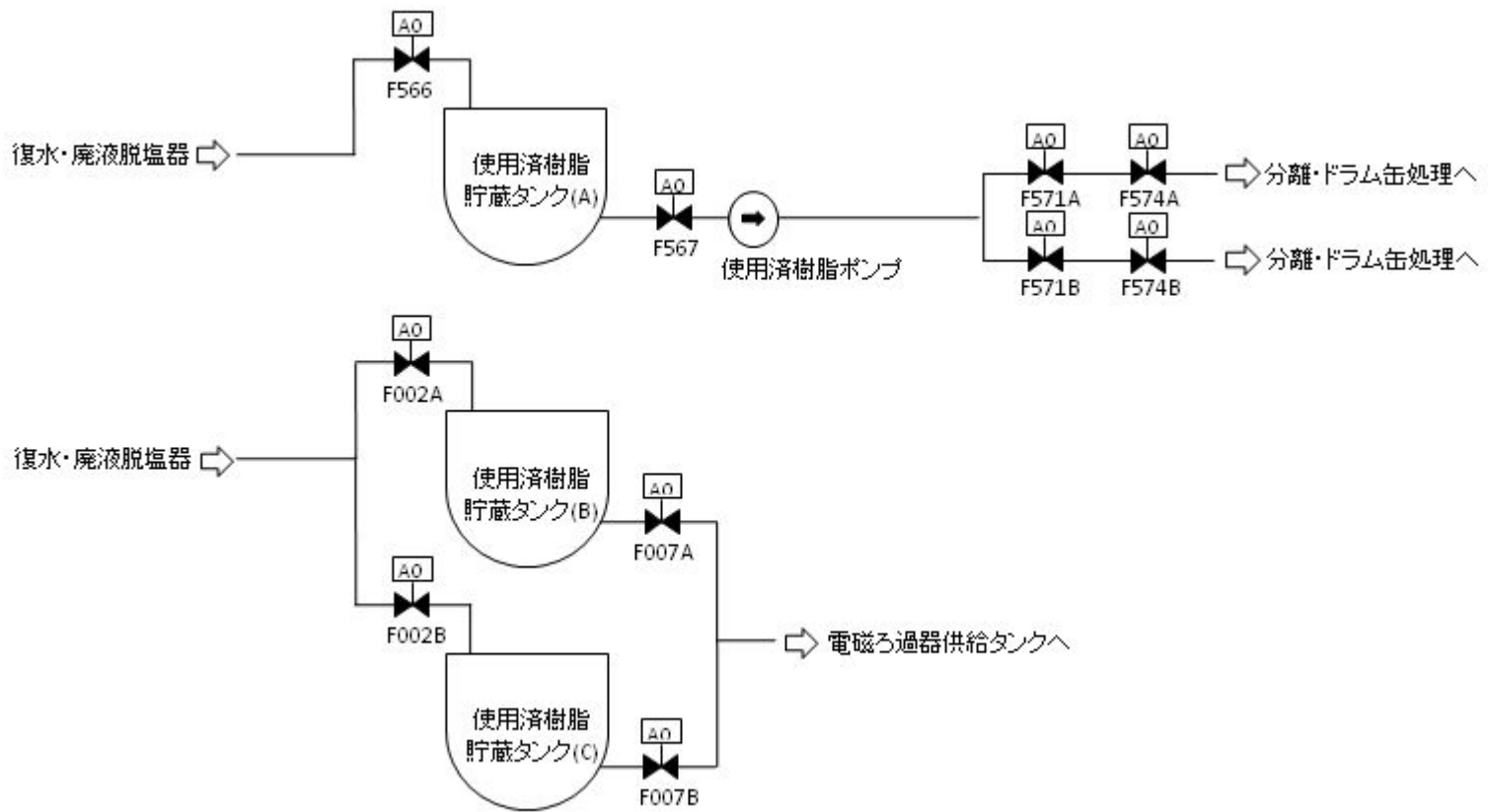
第9-5図 液体廃棄物処理系(床ドレン系)系統概略図



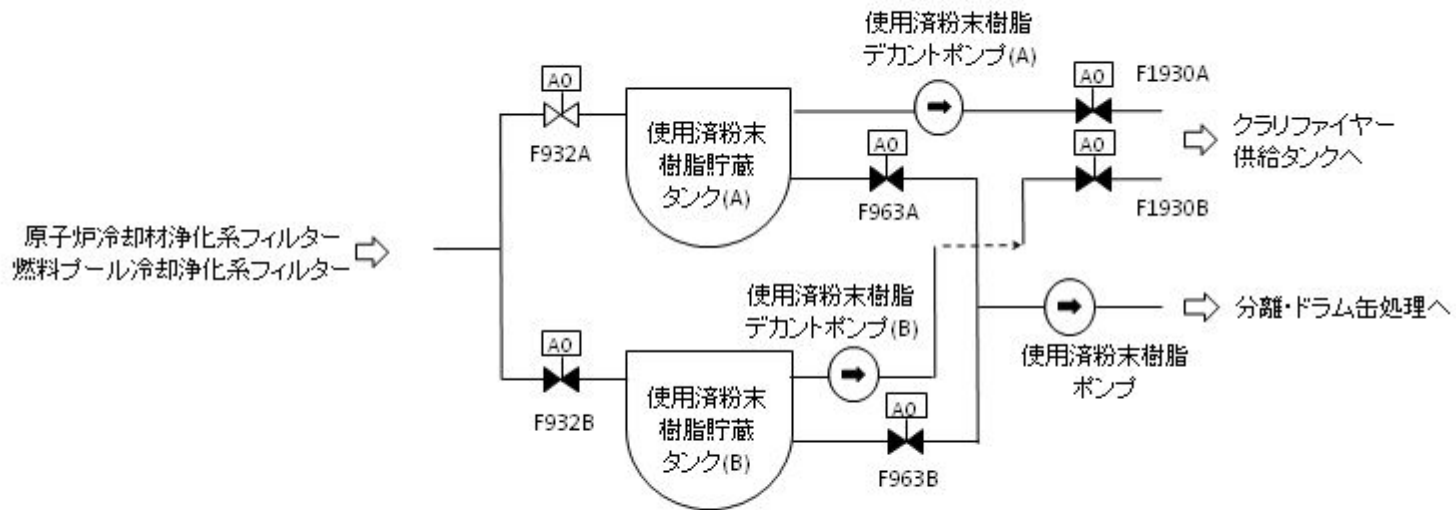
第9-6図 液体廃棄物処理系(高電導度ドレン系)系統概略図



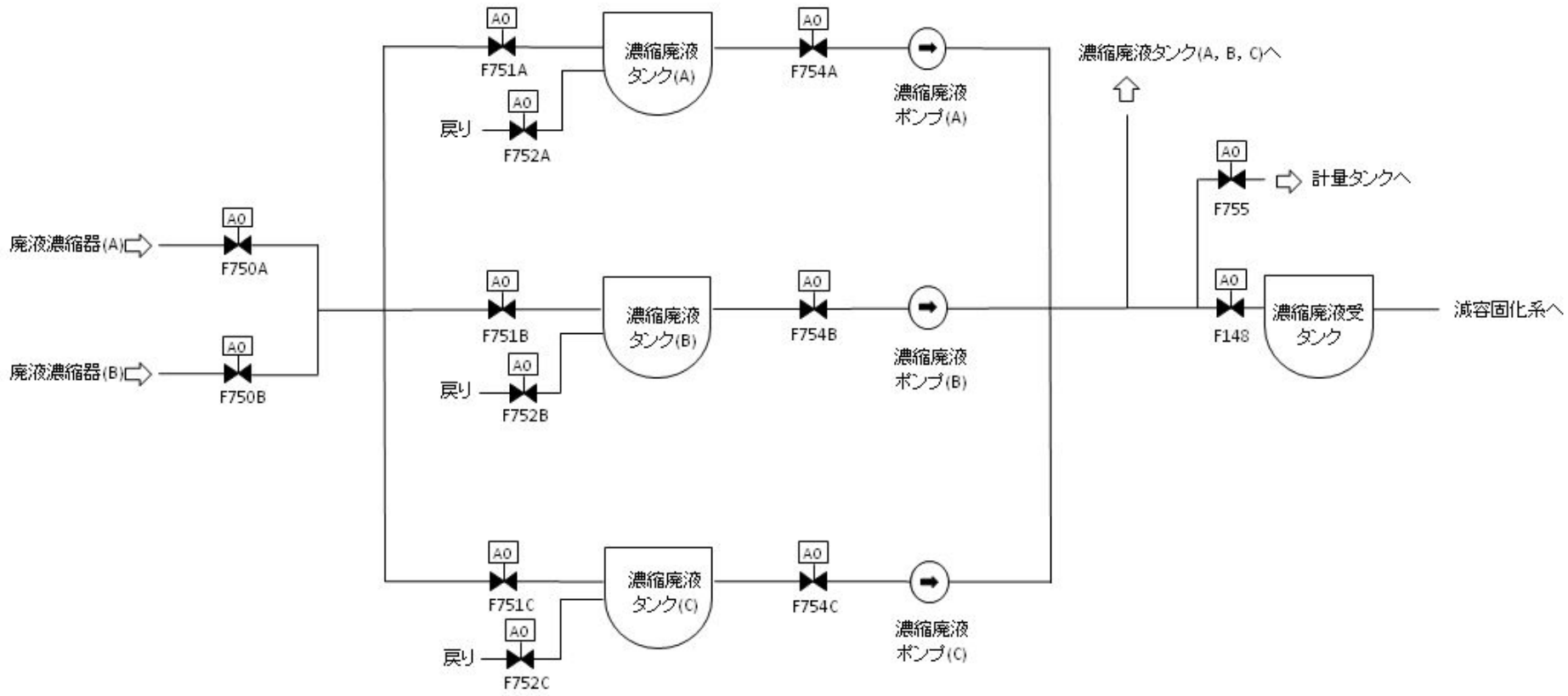
第9-7図 廃液スラッジ系 系統概略図



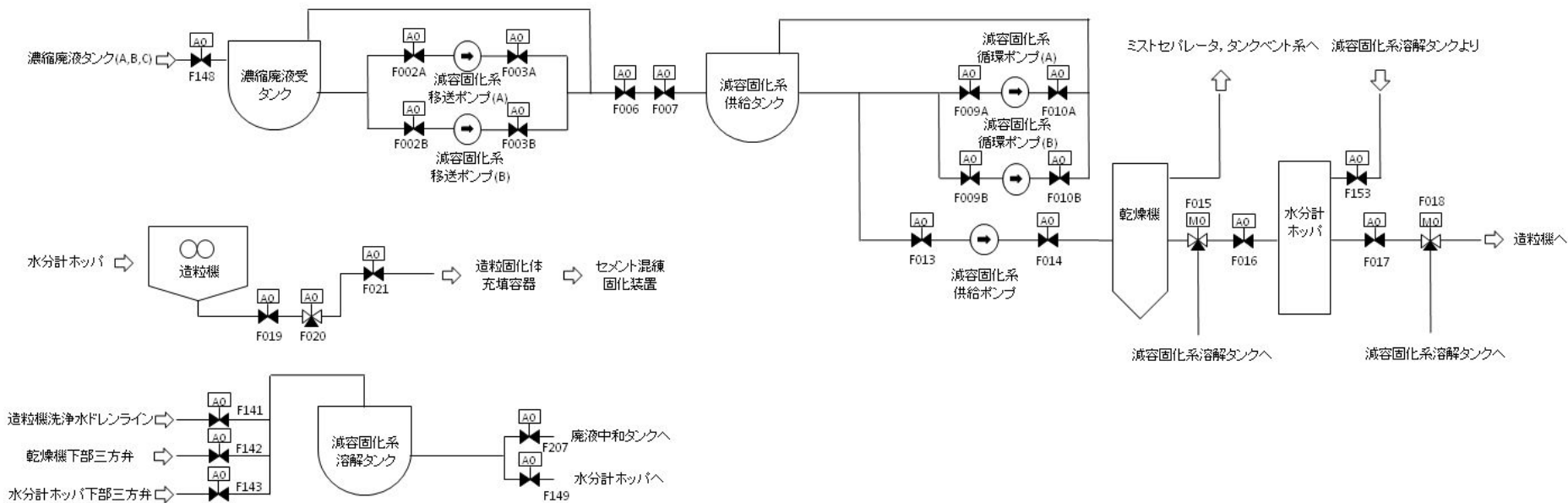
第9-8図 廃液スラッジ系（使用済樹脂系）系統概略図



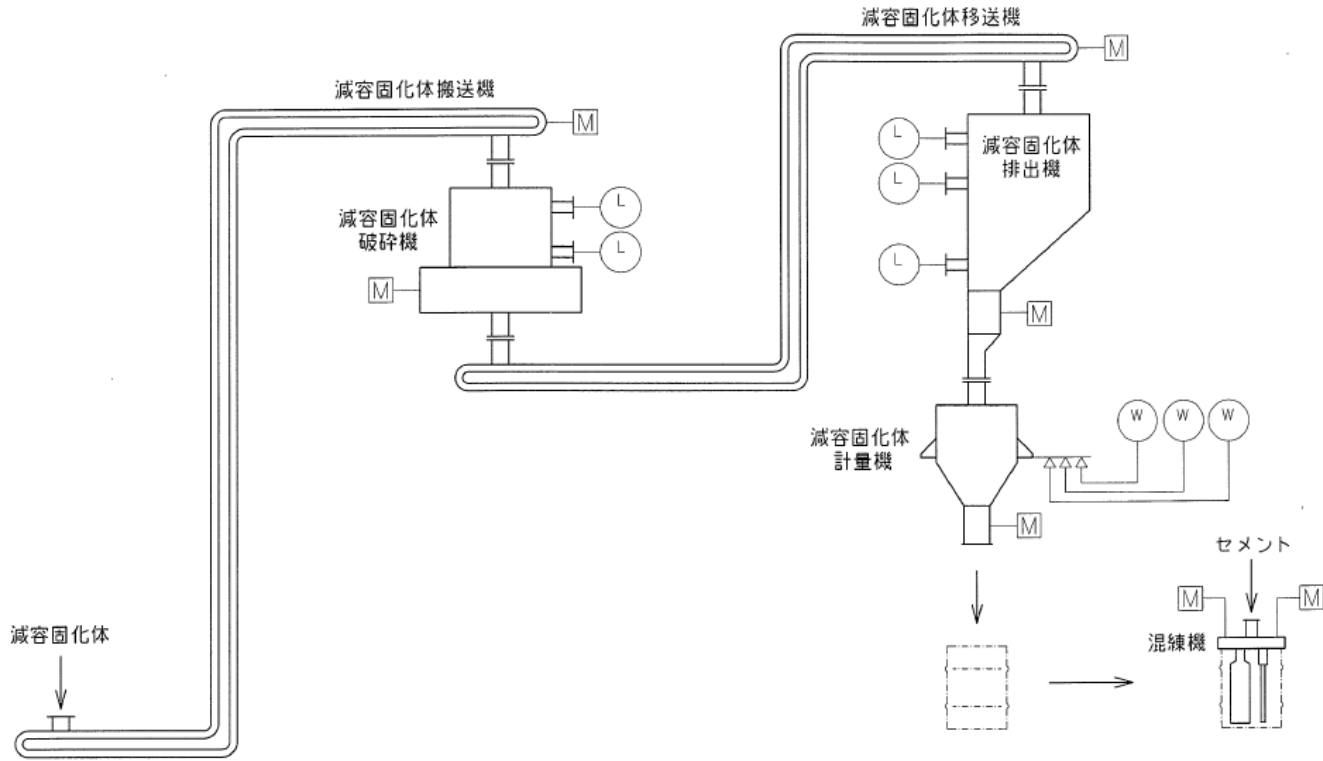
第9-9図 廃液スラッジ系(使用済粉末樹脂系) 系統概略図



第9-10図 濃縮廃液系 系統概略図



第9-11図 雑固体減容処理設備(減容固化系) 系統概略図



第9-12図 雑固体減容処理設備(セメント混練固化装置) 系統概略図

3.3放射性物質の貯蔵又は閉じ込めに必要な機器等の特定

3.2での検討の結果、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ことから、火災防護対象として放射性物質の貯蔵等に必要な機器等に該当するものはない。

ただし、火災時における原子炉建屋の負圧維持の観点から、原子炉建屋ガス処理系に対しては、「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。

4. 放射性物質貯蔵等の機器等の火災区域設定

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が、原子炉建屋の負圧維持の観点から、原子炉建屋ガス処理系について火災防護対策を実施する。

原子炉建屋ガス処理系を設置する建屋について火災区域として設定するとともに、原子炉建屋ガス処理系設置区域に対して、以下の要求事項にしたがって3時間以上の耐火性能を有する耐火壁で囲うことにより、火災区域を設定する。また、原子炉建屋給排気隔離弁についてはフェイルセーフ設計であり、火災により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、万が一の不動作の場合も多重化されていることから、原子炉建屋ガス処理系の機能に影響しない。

「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」（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

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が、原子炉建屋の負圧維持の観点から、原子炉建屋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。設置する火災感知設備については、資料5に記載のものと同等とする。

「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場所に設置すること。
- ② 火災を早期に感知できるよう固有の信号を発する異なる種類の感知器又は同等の機能を有する機器を組合せて設置すること。また、その設置にあたっては、感知器等の誤作動を防止するための方策を講じること。
- 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 中央制御室等で適切に監視できる設計であること。

6. 消火設備の設置

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が、原子炉建屋の負圧維持の観点から、原子炉建屋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局所ガス消火設備を設置する。設置する局所ガス消火設備については、資料6に記載のものと同等とする。

「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。

添付資料 1

東海第二発電所における「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

東海第二発電所における「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 | | | 東海第二発電所 | | | |
|------------------|---|--------------------|---|---------------|----------------------|---------------------------|
| 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-1 | その損傷又は故障により発生する事象によって、 (a) 炉心の著しい損傷、又は (b) 燃料の大量の破損を引き起こすおそれのある構築物、系統及び機器 | 1) 原子炉冷却材圧力バウンダリ機能 | 原子炉冷却材圧力バウンダリを構成する機器・配管系(計装等の小口径配管・機器は除く。) | 原子炉圧力容器 | - | (放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能に係らない機能) |
| | | | | 原子炉再循環ポンプ | | |
| | | | | 配管、弁 | | |
| | | | | 隔離弁 | | |
| | | | | 制御棒駆動機構ハウジング | | |
| | | | | 中性子束計装管ハウジング | | |
| | | 2) 過剰反応度の印加防止機能 | 制御棒カップリング | 制御棒カップリング | - | (放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能に係らない機能) |
| | | | | 制御棒駆動機構カップリング | | |
| | | 3) 炉心形状の維持機能 | 炉心支持構造物(炉心シュラウド, シュラウドサポート, 上部格子板, 炉心支持板, 燃料支持金具, 制御棒案内管), 燃料集合体(ただし, 燃料を除く。) | 炉心シュラウド | - | (放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能に係らない機能) |
| | | | | シュラウドサポート | | |
| | | | | 上部格子板 | | |
| | | | | 炉心支持板 | | |
| | | | | 燃料支持金具 | | |
| | | | | 制御棒案内管 | | |
| | | | | 制御棒駆動機構ハウジング | | |
| 燃料集合体(上部タイププレート) | | | | | | |
| 燃料集合体(下部タイププレート) | | | | | | |
| 燃料集合体(スパーサ) | | | | | | |
| 燃料集合体 | チャンネルボックス | | | | | |

※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、火災防護対象の可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 | | | | 東海第二発電所 | | | | |
|---------|---|-------------------------|--|---------|--|------------|---|--------------------------------|
| 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築物、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 | | | | | |
| | | 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 | | | | | |
| | | | 制御棒カップリング | | | | | |
| | | | 制御棒駆動機構カップリング | | | | | |
| | | 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(安全弁としての開機能) | | 逃がし安全弁(安全弁開機能) | | - | - (放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能に係らない機能) |
| | | | 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)) | | 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及び弁) 残留熱除去系 熱交換器バイパス配管及び弁 | | - | - (放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能に係らない機能) |
| | | 4) 原子炉停止後の除熱機能 | 原子炉隔離時冷却系(ポンプ、サブプレッション・プール、タービン、サブプレッション・プールから注水先までの配管、弁) | | 原子炉隔離時冷却系(ポンプ、サブプレッション・プール、タービン、サブプレッション・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機能に係らない機能) |

※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 | | | 東海第二発電所 | | | | |
|-----------------|---|----------------|--|--|-------------------------|------------|---------------------------|
| 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築物、系統及び機器 | 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)) | 原子炉隔離時冷却系 | タービンへの蒸気供給配管, 弁 | - | (放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能に係らない機能) |
| | | | | | ポンプミニマムフローライン配管, 弁 | | |
| | | | | | サブプレッション・プールストレート | | |
| | | | | | 復水貯蔵タンク | | |
| | | | | | 復水貯蔵タンク出口水源切替弁 | | |
| | | | | | ポンプの復水貯蔵タンクからの吸い込み配管, 弁 | | |
| | | | | | 潤滑油冷却器及びその冷却器までの冷却水供給配管 | | |
| | | | | 高圧炉心スプレイ系(ポンプ, サプレッション・プール, サプレッション・プールからスプレイ先までの配管, 弁, スプレイヘッド) | ポンプミニマムフローライン配管, 弁 | | |
| | | | | 高圧炉心スプレイ系 | サブプレッション・プールストレート | | |
| | | | | | 復水貯蔵タンク | | |
| 復水貯蔵タンク出口水源切替弁 | | | | | | | |
| 逃がし安全弁(手動逃がし機能) | ポンプの復水貯蔵タンクからの吸込配管, 弁 | | | | | | |
| 逃がし安全弁(手動逃がし機能) | 原子炉圧力容器から逃がし安全弁までの主蒸気配管 | | | | | | |
| | 駆動用窒素源(アキュムレータ, アキュムレータから逃がし安全弁までの配管, 弁) | | | | | | |
| 自動減圧系(手動逃がし機能) | | | | | | | |
| 自動減圧系(手動逃がし機能) | 原子炉圧力容器から逃がし安全弁までの主蒸気配管 | | | | | | |
| | 駆動用窒素源(アキュムレータ, アキュムレータから逃がし安全弁までの配管, 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 | | | 東海第二発電所 | | | | |
|---------|---|-----------|--|--|----------------------|---------------------------|--|
| 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築物、系統及び機器 | 5) 炉心冷却機能 | 非常用炉心冷却系(低圧炉心スプレイ系, 低圧注水系, 高圧炉心スプレイ系, 自動減圧系) | 低圧炉心スプレイ系 (ポンプ, サプレッション・プール, サプレッション・プールからスプレイ先までの配管, 弁, スプレイヘッド) | - | (放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能に係らない機能) | |
| | | | | 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 サプレッション・プールストレート |
| | | | | 残留熱除去系 (低圧注水モード) (ポンプ, サプレッション・プール, サプレッション・プ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), 注水ヘッド) | | | |
| | | | | 残留熱除去系 | | | ポンプミニマムフローライン配管, 弁 サプレッション・プールストレート |
| | | | | 高圧スプレイ系 (ポンプ, サプレッション・プール, サプレッション・プールからスプレイ先までの配管, 弁, スプレイヘッド) | | | |
| | | | | 高圧スプレイ系 | | | ポンプミニマムフローライン配管, 弁 サプレッション・プールストレート 復水貯蔵タンク 復水貯蔵タンク 出口水源切替弁 ポンプの復水貯蔵タンクからの吸込配管 |
| | | | | 自動減圧系 (逃がし安全弁) | | | |
| | | | | 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 駆動用窒素源 (アキュムレータ, アキュムレータから逃がし安全弁までの配管, 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、火災防護対象の可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 | | | 東海第二発電所 | | | | |
|--|---|---|---|---|----------------------|---|--|
| 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 | 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、原子炉建屋、非常用ガス処理系、非常用再循環ガス処理系、可燃性ガス濃度制御系 | 格納容器（格納容器本体、貫通部、所員用エアロック、機器搬入ハッチ） | — | （格納容器及び原子炉建屋はコンクリート・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） | |
| | | | | 格納容器 | | | ダイヤフラムフロア |
| | | | | | | | ベント管 |
| | | | | | | | スプレイ管 |
| | | | | | | | ベント管付き真空破壊弁 |
| | | | | 逃がし安全弁排気管のクエンチヤ | | | |
| | | | | 原子炉建屋（原子炉建屋原子炉棟） | — | （非常用ガス処理系は、原子炉棟換気系送風機・排風機とともに、原子炉建屋を負圧にする機能を有しており、火災発生時に原子炉建屋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屋を負圧維持することができる。このため、原子炉建屋の負圧を維持する観点から、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） | |
| | | | | 原子炉建屋 | | | 原子炉建屋常用換気空調系隔離弁 |
| | | | | 格納容器隔離弁及び格納容器バウンダリ配管 | — | （非常用ガス処理系は、原子炉棟換気系送風機・排風機とともに、原子炉建屋を負圧にする機能を有しており、火災発生時に原子炉建屋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屋を負圧維持することができる。このため、原子炉建屋の負圧を維持する観点から、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） | |
| | | | | 格納容器隔離弁及び格納容器バウンダリ配管 | | | 主蒸気隔離弁駆動用空気又は窒素源（アキュムレータ、アキュムレータから主蒸気隔離弁までの配管、弁） |
| | | | | 主蒸気流量制限器 | — | （非常用ガス処理系は、原子炉棟換気系送風機・排風機とともに、原子炉建屋を負圧にする機能を有しており、火災発生時に原子炉建屋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屋を負圧維持することができる。このため、原子炉建屋の負圧を維持する観点から、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） | |
| | | | | 残留熱除去系（格納容器スプレイ冷却モード）（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・プールからスプレイ先（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、スプレイヘッダ（ドライウエル及びサブプレッション・プール） | | | |
| | | | | 残留熱除去系 | — | （非常用ガス処理系は、原子炉棟換気系送風機・排風機とともに、原子炉建屋を負圧にする機能を有しており、火災発生時に原子炉建屋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屋を負圧維持することができる。このため、原子炉建屋の負圧を維持する観点から、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） | |
| | | | | | | | ポンプミニマムフローラインの配管、弁 |
| | | | | サブプレッション・プールのストレーナ | | | |
| 原子炉建屋ガス処理系（乾燥装置、排風機、フィルタ装置、原子炉建屋原子炉棟吸込口から排気筒頂部までの配管、弁） | — | （格納容器及び原子炉建屋はコンクリート・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） | | | | | |
| 原子炉建屋ガス処理系 | | | 乾燥装置（乾燥機能部分） | | | | |
| 可燃性ガス濃度制御系 | — | （格納容器及び原子炉建屋はコンクリート・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） | | | | | |
| 可燃性ガス濃度制御系 | | | 残留熱除去系（再結合装置への冷却水供給を司る部分） | | | | |
| 排気筒（非常用ガス処理系排気筒の支持機能） | | | | | | | |
| 遮蔽設備（原子炉遮蔽壁、一時遮蔽壁、二次遮蔽壁） | — | （格納容器及び原子炉建屋はコンクリート・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） | | | | | |
| 遮蔽設備（原子炉遮蔽壁、一時遮蔽壁、二次遮蔽壁） | | | | | | | |

※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、火災防護対象の可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 | | | 東海第二発電所 | | | |
|---------|-------------------------|-------------------------------|---|---|----------------------|--------------------------------|
| 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 | 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 | 原子炉緊急停止の安全保護回路 ・非常用炉心冷却系作動の安全保護回路 ・原子炉格納容器隔離の安全保護回路 ・原子炉建屋ガス処理系作動の安全保護回路 ・主蒸気隔離の安全保護回路 | — | — (放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能に係らない機能) |
| | | 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、発電機から非常用負荷までの配電設備及び電路) 燃料系 始動用空気系 (機関～空気だめ) 吸気系 冷却水系 中央制御室及び中央制御室遮蔽 中央制御室換気空調系 (放射線防護機能及び有毒ガス防護機能) (非常用再循環送風機、非常用再循環フィルタ装置、空調ユニット、送風機、排風機、ダクト及びダンパ) 残留熱除去系海水系 (ポンプ、熱交換器、配管、弁、ストレーナ (MS-1 関連)) ディーゼル発電機海水系 (ポンプ、配管、弁、ストレーナ) 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)) 計装制御電源 (MS-1 関連) | — | — (放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能に係らない機能) |

※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、火災防護対象の可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 | | | 東海第二発電所 | | | | |
|--|--|--|---|------------------------|-----------------------------|------------------------------------|--|
| 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 | 1) 原子炉冷却材を内蔵する機能 | 主蒸気系、原子炉冷却材浄化系（いずれも、格納容器隔離弁の外側のみ） | | — | — (放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能に係らない機能) | |
| | | | 原子炉冷却材浄化系（原子炉冷却材圧力バウンダリから外れる部分） 主蒸気系 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） | | | | |
| | | 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 | 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）、使用済燃料プール（使用済燃料貯蔵ラックを含む。） | | 放射性廃棄物処理系（活性炭式希ガスホールドアップ装置） | — | — (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、排ガス減衰管、排ガス前置、後置フィルタ、排ガス後置除湿器再生装置、メッシュ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、万が一、排ガス系弁が誤動作した場合であっても、下流側に設置された排ガス減衰管、排ガス前置、後置フィルタ、活性炭ベッド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。それ以外の空気作動弁については、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、放射性物質が外部へ漏れいするおそれはない) |
| | | | 使用済燃料プール（使用済燃料貯蔵ラックを含む） | | 使用済燃料プール（使用済燃料貯蔵ラックを含む） | | |
| | | | 新燃料貯蔵庫（臨界を防止する機能）（新燃料貯蔵ラック） | | 新燃料貯蔵庫（臨界を防止する機能）（新燃料貯蔵ラック） | | |
| 3) 燃料を安全に取り扱う機能 | 燃料取扱設備 | | 燃料交換機 原子炉建屋クレーン 使用済燃料乾式貯蔵建屋天井クレーン 燃料取扱設備 | 原子炉ウエル | — | — (放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能に係らない機能) | |
| 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 | 1) 安全弁及び逃がし弁の吹き止まり機能 | 逃がし安全弁（吹き止まり機能に関連する部分） | | 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機能に係らない機能) | |

| 重要度分類指針 | | | 東海第二発電所 | | | | | |
|---------|---|-----------------|---|---|----------------------|------------|---|--|
| 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) 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) 燃料プール水の補給機能 | 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) | | ○ | — (火災によって残留熱除去系が機能喪失しても、使用済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り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) | |
| | | | | 残留熱除去系 | ポンプミニマムフローラインの配管、弁 | | | |
| | | | | | サブプレッション・プールストレート | | | |
| | | 2) 放射性物質放出の防止機能 | 放射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) | 放射性気体廃棄物処理系(オフガス系) 隔離弁 | | ○ | — (放射性気体廃棄物処理系の排ガス予熱器入口、排ガス再結合器出口、排ガス復水器出口の空気作動弁は、誤動作した場合であっても、下流側に設置された排ガス減衰管、排ガス前置、後置フィルタ、活性炭ベッドによって放射性物質が除去されることから火災によって放射性物質が放出されるおそれはない。また、弁本体は、金属等の不燃性材料で構成されており、火災により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。 | |
| | | | | 排気筒 | | | | |
| | | | 燃料集合体落下事故時放射能放出を低減する系 | 燃料プール冷却浄化系の燃料プール入口逆止弁 | | ○ | — (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) | |
| 原子炉建屋 | 原子炉建屋原子炉棟 | 原子炉建屋常用換気空調系隔離弁 | | | | | | |

※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 | | | 東海第二発電所 | | | |
|----------------|---|----------------------------------|-------------------------------|---|----------------------|-------------------------------|
| 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) 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 | 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能放出を低減する系 | 原子炉建屋ガス処理系 | ○ | - |
| | | | | 原子炉建屋ガス処理系 | | |
| | 2) 異常状態への対応上特に重要な構築物、系統及び機器 | 1) 事故時のプラント状態の把握機能 | 事故時監視計器の一部 | ・中性子束（起動領域計装） ・原子炉スクラム用電磁接触器の状態 ・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・プール水温度 ・原子炉格納容器エリア放射線量率（高レンジ） | | |
| 2) 異常状態の緩和機能 | 3) 制御室外からの安全停止機能 | BWRには対象機能なし | — | - | - | |
| | | | 制御室外原子炉停止装置（安全停止に関連するもの）の操作回路 | | | 制御室外原子炉停止装置（安全停止に関連するもの）の操作回路 |
| PS-3 | 1) 異常状態の起因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） | 計装配管、弁 | - | - | |
| | | | 計装配管、試料採取管 | | | 試料採取管、弁 |
| 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）、ジェットポンプ | ドレン配管、弁 | - | - | |
| | | ベント配管、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 | | | 東海第二発電所 | | | |
|---------|---|--------------------|---|---|----------------------|---|
| 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 | 3) 放射性物質の貯蔵機能 | サプレッション・プール水排水系、復水貯蔵タンク、放射性廃棄物処理施設(放射性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(低電導度廃液収集槽、高電導度廃液収集槽) 固体廃棄物処理系(CUW 粉末樹脂沈降分離槽、使用済樹脂槽、濃縮廃液タンク、固体廃棄物貯蔵庫(ドラム缶)) 新燃料貯蔵庫 新燃料貯蔵ラック 給水加熱器保管庫 セメント混練固化装置及び雑固体減容処理設備(液体及び固体の放射性廃棄物処理系) | - | (復水貯蔵タンクについては、金属等の不燃性材料で構成するタンクであるため、火災による機能喪失は考えにくく、液体廃棄物処理系の各機器も金属等の不燃性材料で構成される機械品であり、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。また、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が自動的に閉止する。これらの空気作動弁は、ポンプの出口と、カナル放出ラインに多重化して設置しているため、空気作動弁の単一の弁の誤動作では放射性物質が放出されることはなく、放射性物質の貯蔵機能に影響が及ぶおそれはない。固体廃棄物処理系、給水加熱器保管庫については、コンクリート・金属等の不燃性材料で構成する構築物であるため、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) |
| | | 4) 電源供給機能(非常用を除く。) | 蒸気タービン 発電機及びその励磁装置 復水系(復水器を含む。) 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(発電機、励磁機) 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) 主蒸気系(主蒸気/駆動源) タービン制御系 タービン潤滑油系 復水系(復水器を含む)(復水器、復水ポンプ、配管/弁) 復水器空気抽出系(蒸気式空気抽出系、配管/弁) 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) 駆動用蒸気 循環水系(循環水ポンプ、配管/弁) 取水設備(屋外トレンチを含む) | - | (放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能に係らない機能) |

※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 | | | 東海第二発電所 | | | |
|---------|---|----------------------------|---|--|----------------------|--------------------------------|
| 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) 異常状態の起因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 | 4) 電源供給機能(非常用を除く。) | 蒸気タービン 発電機及びその励磁装置 復水系(復水器を含む。) 給水系 循環水系 送電線 変圧器 開閉所 | 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関連以外)) 直流電源系(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関連以外)) 計装制御電源系(電源装置から常用計装制御装置までの配電設備及び電路(MS-1関連以外)) 送電線 変圧器(所内変圧器、起動変圧器、予備変圧器、電路) 変圧器 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機能に係らない機能) |
| | | 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。), 原子炉核計装, 原子炉プラントプロセス計装 | ・原子炉制御系(制御棒価値ミニマイザを含む。) ・原子炉核計装 ・原子炉プラントプロセス計装 | - | - (放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能に係らない機能) |
| | | 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) 補助ボイラ設備 電気設備(変圧器) 所内蒸気系及び戻り系(ポンプ, 配管/弁) 計装用圧縮空気設備(空気圧縮機, 中間冷却器, 配管, 弁) 計装用圧縮空気設備 後部冷却器 気水分離機 空気貯槽 原子炉補機冷却水系(原子炉補機冷却ポンプ, 熱交換器, 配管/弁) タービン補機冷却水系(タービン補機冷却ポンプ, 熱交換器, 配管/弁) タービン補機冷却水系 サージタンク | - | - (放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能に係らない機能) |

※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 | | | 東海第二発電所 | | | |
|-----------------|--|--|--|--|----------------------|------------|
| 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) 異常状態の起因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 | タービン補機冷却海水系（タービン補機冷却海水ポンプ、配管/弁、ストレーナ） | - | - |
| | | | | 復水補給水系（復水移送ポンプ、配管/弁） | | |
| | | | | 復水補給水系 復水貯蔵タンク | | |
| | 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散防止機能 | 燃料被覆管 | 燃料被覆管 | - | - |
| 上/下部端栓 タイロッド | | | | | | |
| 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 | 原子炉冷却材浄化系（再生熱交換器、非再生熱交換器、CUWポンプ、ろ過脱塩装置、配管、弁） | 原子炉冷却材浄化系（再生熱交換器、非再生熱交換器、CUW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） | | | |
| 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、事象を和する構築物、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の逃がし安全弁までの主蒸気配管 | | |
| | | | | 駆動用窒素源（アキュムレータ、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 | | |
| | タービンバイパス弁 | 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 | - | - | | |
| | | 駆動用油圧源（アキュムレータ、アキュムレータからタービンバイパス弁までの配管、弁） | | | | |
| 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） | 原子炉再循環系 ・制御棒引き抜き阻止回路 ・選択制御棒挿入回路 | 原子炉再循環系（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） | - | - | |
| | | | 制御棒駆動水圧系 | | | |
| 3) 原子炉冷却材の補給機能 | 制御棒駆動水圧系、原子炉隔離時冷却系 | 制御棒駆動水圧系 | ポンプサクションフィルタ | - | - | |
| | | | ポンプミニマムフローライン配管、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、火災防護対象の可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 | | | 東海第二発電所 | | | | | | |
|--|---|---------------------------|--|---|--|------------|--|---|--------|
| 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-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、事象を和する構築物、系統及び機器 | 3) 原子炉冷却材の補給機能 | 制御棒駆動水圧系, 原子炉隔離時冷却系 | 原子炉隔離時冷却系 (ポンプ, タービン, 復水貯蔵タンク, 復水貯蔵タンクから注水先までの配管, 弁) | - | - | | | |
| | | | | 原子炉隔離時冷却系 | | | タービンへの蒸気供給配管, 弁 ポンプミニマムフローライン配管, 弁 潤滑油冷却系及びその冷却器までの冷却水供給配管 | | |
| MS-3 | 2) 異常状態への対応上必要な構築物、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 | 原子力発電所緊急時対策所, 試料採取系, 通信連絡設備, 放射能監視設備, 事故時監視計器の一部, 消火系, 安全避難通路, 非常用照明 | 緊急時対策所 | - | - | | | |
| | | | | 緊急時対策所 | | | 情報収集設備 | | |
| | | | | | | | 通信連絡設備 | | |
| | | | | | | | 資料及び機材 | | |
| | | | | | | | 遮蔽設備 | | |
| | | | | 試料採取系 (異常時に必要な下記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, 原子炉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) | | | | | |
| | | | | 放射線監視設備 | | | | | |
| | | | | 事故時監視計器の一部 | | | | | |
| | | | | 消火系 (水消火設備, 泡消火設備, 二酸化炭素消火設備, 等) | | | | | |
| | | | | 消火系 | | | | | 消火ポンプ |
| | | | | | | | | | ろ過水タンク |
| 火災検出装置 (受信機含む) 防火扉, 防火ダンパ, 耐火壁, 隔壁 (消火設備の機能を維持担保するために必要なもの) | | | | | | | | | |
| 安全避難通路 | - | - | | | | | | | |
| 安全避難通路 | | | 安全避難用扉 | | | | | | |
| 非常用照明 | | | | | | | | | |
| | | | | | 一部○ (主排気筒放射線モニタについては, 設計基準事故時に中央制御室の主排気筒モニタに係る盤で監視する設計としていることから, 重要性を踏まえ火災防護対象機器及び火災防護対象ケーブルとして選定する。) | | | | |
| | | | | | - (放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能に係らない機能) | | | | |

*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、火災防護対象の可否を個別に評価した結果を添付資料 2 に示す

添付資料 2

東海第二発電所における重要度分類指針に
基づく放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能
を有する設備並びに火災防護対象機器リス
ト

東海第二発電所における

重要度分類指針に基づく放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能を有する設備

| 分類 | 機能 | 東海第二発電所 | | |
|------------------|---|---|--|---------------------------|
| | | 構築物, 系統又は機器 | | |
| 異常の発生防止の機能を有するもの | PS-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 | <ol 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) <ul style="list-style-type: none"> 放射性気体廃棄物処理系(活性炭式希ガスホールドアップ装置) 使用済燃料プール(使用済燃料貯蔵ラック含む) <ul style="list-style-type: none"> 使用済燃料プール(使用済燃料貯蔵ラック含む) 新燃料貯蔵庫(臨界を防止する機能)(新燃料貯蔵ラック) 使用済燃料乾式貯蔵容器 | | 燃料プール冷却浄化系 |
| | PS-3 放射性物質の貯蔵機能 | <ol style="list-style-type: none"> サプレッション・プール水排水系 <ul style="list-style-type: none"> 残留熱除去系の一部 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) <ul style="list-style-type: none"> 液体廃棄物処理系 固体廃棄物処理系 新燃料貯蔵庫、新燃料貯蔵ラック 給水加熱器保管庫 セメント混練固化装置及び雑固体減容処理設備 | | |
| 異常の影響緩和の機能を有するもの | MS-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 | <ol style="list-style-type: none"> 原子炉格納容器 原子炉建屋(原子炉建屋原子炉棟) 原子炉建屋常用換気空調系隔離弁 格納容器隔離弁及び格納容器バウンダリ配管 主蒸気流量制限器 残留熱除去系(格納容器スプレイ冷却モード) 残留熱除去系 <ul style="list-style-type: none"> ポンプミニマムフローラインの配管, 弁, サプレッション・プールストレーナ 原子炉建屋ガス処理系 <ul style="list-style-type: none"> 乾燥装置, 排風機, フィルタ装置, 原子炉建屋原子炉棟吸込口から排気筒頂部までの配管, 弁 乾燥装置(乾燥機能部分) | | 原子炉建屋ガス処理系に対する原子炉建屋給排気隔離弁 |

| 分類 | 機能 | 東海第二発電所 | |
|------------------|------|------------------------------|---|
| | | 構築物，系統又は機器 | 特記すべき関連系 |
| 異常の影響緩和の機能を有するもの | MS-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 | 9. 可燃性ガス濃度制御系 <ul style="list-style-type: none"> ・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 ・残留熱除去系（再結合装置への冷却水供給を司る部分） 10. 排気筒（非常用ガス処理系排気筒の支持機能） 11. 遮蔽設備（原子炉遮蔽壁，一次遮蔽，二次遮蔽壁） |
| | MS-2 | 燃料プール水の補給機能 | 1. 残留熱除去系 <ul style="list-style-type: none"> ・ポンプミニマムフローラインの配管，弁， ・サプレッション・プールストレナ |
| | | 放射性物質放出の防止機能 | 1. 放射性気体廃棄物処理系（オフガス系）隔離弁 2. 排気筒 3. 燃料プール冷却浄化系の燃料入口逆止弁 4. 原子炉建屋原子炉棟 5. 原子炉建屋常用換気空調系隔離弁 6. 原子炉建屋ガス処理系 <ul style="list-style-type: none"> ・乾燥装置 ・排気筒 |

東海第二発電所 放射性物質の貯蔵又は閉じ込め機能に関する火災防護対象機器リスト

| 系統又は設備番号 | 系統又は設備名称 | 機種 | 機能 | 火災防護対策要否 | 火災による機能への影響評価 |
|--------------|-----------------|--|---|----------|--|
| OG OGC | 放射性気体廃棄物処理系 | 空気作動弁 | 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 | 否 | 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。万が一、当該弁が誤動作した場合であっても、下流側に設置された排ガス減衰管、排ガス前置、後置フィルタ、活性炭ベッド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。 |
| | | 配管、手動弁、排ガス予熱器、排ガス再結合器、排ガス復水器、排ガス減衰管、排ガス前置、後置フィルタ、排ガス後置除湿器再生装置、メッシュフィルタ | | 否 | 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。 |
| | | 主排気筒放射線モニタ | | 要 | 主排気筒放射線モニタに係る盤について、火災防護対策を実施する。なお、モニタ検出器については多重化して異なるエリアに設置しており、火災によって気体廃棄物処理系の放射線監視機能が同時に機能喪失することは考えにくい。 |
| — | 使用済燃料プール | 使用済燃料プール(使用済燃料貯蔵ラック含む) | | 否 | 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。 |
| — | 新燃料貯蔵庫 | 新燃料貯蔵庫 | | 否 | 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。 |
| — | 使用済燃料乾式貯蔵容器 | 容器 | | 否 | 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。 |
| E12 | サブプレッション・プール排水系 | 配管、手動弁、サブプレッション・プール | 放射性物質の貯蔵機能 | 否 | 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。 |
| | | 電動弁 | | 否 | 当該弁は通常閉かつ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、万が一当該弁が誤動作した場合であっても、電源区分の異なる弁で二重化されていることから、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。 |
| CST-VSL-A(B) | 復水貯蔵タンク | 容器 | | 否 | 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。 |

| 系統又は設備番号 | 系統又は設備名称 | 機種 | 機能 | 火災防護対策要否 | 火災による機能への影響評価 |
|------------------------------|---|---|-----------------------------|---|---|
| R/W | 液体廃棄物処理系(機器ドレン系) | 配管, フィルタ, 脱塩器, タンク | 放射性物質の貯蔵機能 | 否 | 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 | | 否 | 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, 万が一, 誤動作を想定した場合であっても, ポンプの出口, カナル放出ラインに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ない設計としていることから, 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。 |
| | 液体廃棄物処理系(床ドレン系) | 配管, フィルタ, タンク | | 否 | 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 | | 否 | 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, 万が一, 誤動作を想定した場合であっても, ポンプの出口, カナル放出ラインに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ない設計としていることから, 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。 |
| - | 固体廃棄物処理系 | 固体廃棄物貯蔵庫(ドラム缶) | 否 | 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。 | |
| - | 給水加熱器保管庫 | 給水加熱器保管庫(給水加熱器) | 否 | 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。 | |
| SOL IM | セメント混練固化装置及び雑固体減容処理設備(液体及び固体の放射性廃棄物処理系) | 貯蔵容器, 粉碎機, 排出機, 計量機, セメントサイロ, 計量機, 配管, ドラム缶 | 否 | 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。 | |
| - | 原子炉格納容器 | 容器 | 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 | 否 | 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。 |
| - | 原子炉建屋 | 建屋 | 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 | 否 | 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。 |
| A0-SB2-1A ~D A0-SB2-2A ~D | 原子炉建屋 原子炉建屋常用換気 空調系隔離弁 | 空気作動弁 | 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 | 否 | 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, 万が一, 不動作を想定しても二重化されていることから, 系統機能に影響をおよぼすものではない。 |
| - | 原子炉格納容器隔離 弁 | 空気作動弁, 電動弁 | 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 | 否 | 原子炉の安全停止機能を有する機器等に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。 |

| 系統又は設備番号 | 系統又は設備名称 | 機種 | 機能 | 火災防護対策要否 | 火災による機能への影響評価 |
|---------------|-------------------------|----------------------------------|---------------------------------------|----------|---|
| E12 | 格納容器スプレイ冷却モード | 配管, 電動弁, ポンプ | 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 | 否 | 原子炉の安全停止機能を有する機器等に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。 |
| FRVS SGTS | 原子炉建屋ガス処理系 | 空気作動弁, 電動弁, 空調機, 乾燥装置, 放射線モニタ | ※原子炉建屋及び原子炉建屋ガス処理系は, 放射性物質の放出防止機能も有する | 要 | 火災時における原子炉建屋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。 |
| T49 | 可燃性ガス濃度制御系 | ブローア, 加熱器, 再結合器, 冷却器, セパレータ, 電動弁 | | 否 | 原子炉の安全停止機能を有する機器等に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。 |
| E12 | 非常用補給水系 (残留熱除去系) | 配管, ポンプ, 熱交換器, 空気作動弁, 電動弁 | 燃料プール水の補給機能 | 否 | 当該系統の機能が喪失しても, 使用済み燃料プールの水位が遮へい水位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。 |
| 6-23V-6, 7 | 放射性気体廃棄物処理系 (オフガス系) 隔離弁 | 空気作動弁 | 放射性物質の放出の防止機能 | 否 | 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。万が一, 当該弁が誤動作した場合であっても, 下流側に設置された排ガス減衰管, 排ガス前置, 後置フィルタ, 活性炭ベッド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 | | 否 | 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。 |

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)

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

「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 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また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。
- 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。
- ③ 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。
- ④ 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。
- ⑤ 消火設備は、火災の火炎、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。

- ⑥ 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。
- ⑦ 移動式消火設備を配備すること。
- ⑧ 消火剤に水を使用する消火設備は、2 時間の最大放水量を確保できる設計であること。
- ⑨ 消火用水供給系をサービス系また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。
- ⑩ 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。
- ⑪ 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。
- ⑫ 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。
- ⑬ 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。
- ⑭ 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。
- ⑮ 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。

東海第二発電所における
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搬経路
 - 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 隣接火災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搬評価)

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 東海第二発電所における火災区域番号について

添付資料 2 東海第二発電所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 東海第二発電所の火災区域特性表の例

添付資料 4 東海第二発電所 隣接火災区域への火災伝搬評価結果

添付資料 5 東海第二発電所 隣接火災区域に影響を与える火災区域

添付資料 6 東海第二発電所における火災区域内の影響評価結果

添付資料 7 東海第二発電所における火災区域の詳細な火災影響評価について

参考資料 1 東海第二発電所における火災により想定される事象の確認結果

東海第二発電所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、「火災防護審査基準」という。）は、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」では、これら要求に基づく火災防護対策により、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。

本資料で、「原子力発電所の内部火災影響評価ガイド」を参照し、内部火災影響を行い、原子炉の安全停止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)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性が生じた場合、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。大規模な地震等の苛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

「原子力発電所の内部火災影響評価ガイド」を参照して実施した東海第二発電所の内部火災影響評価の手順の概要（第10-1図）を示す。

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が設置されている建屋に、これら設備の設置状況を考慮し、火災区域を設定する。（資料3）

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、各火災区域内の可燃性物質、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安全停止パス（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。

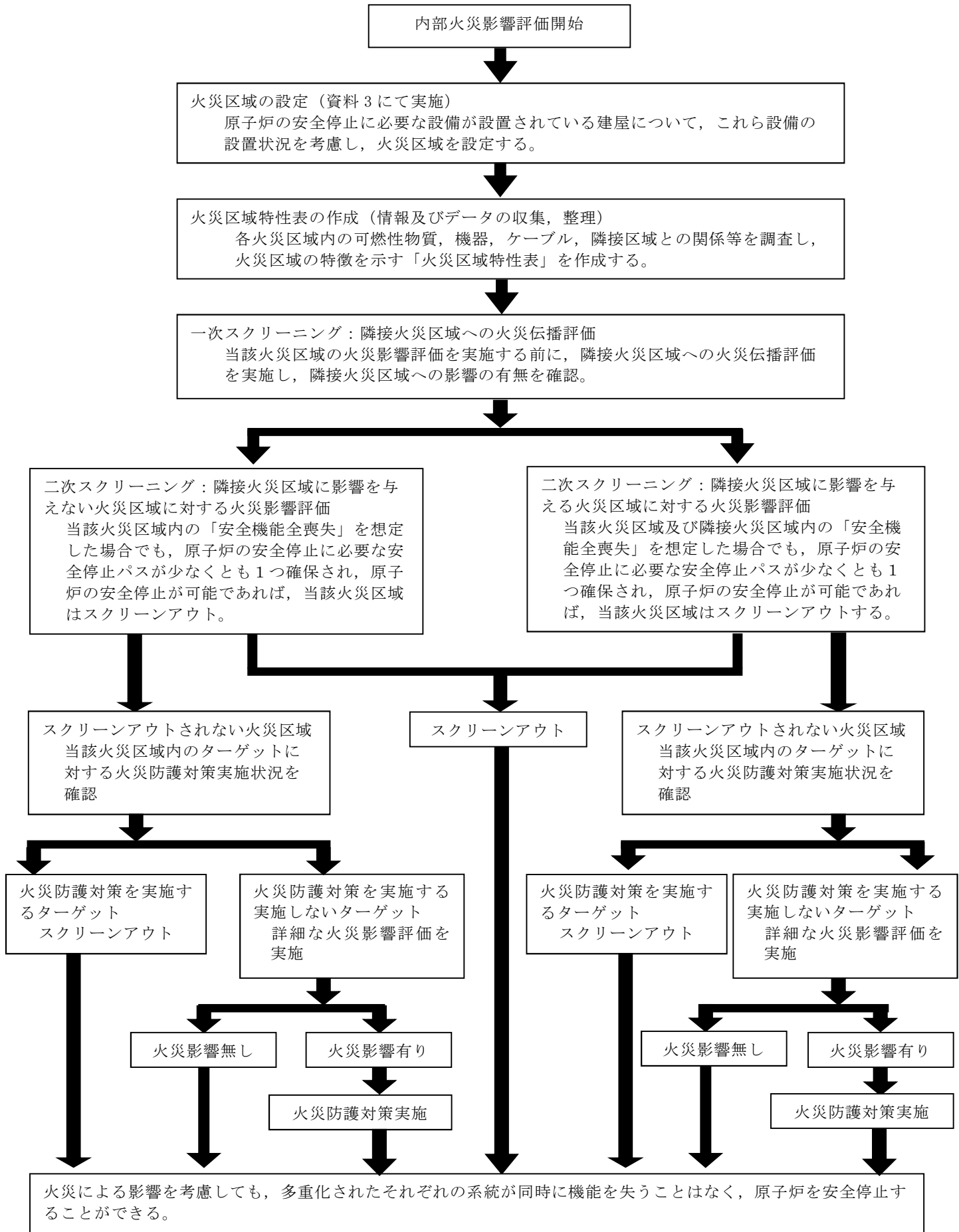
スクリーンアウトされない火災区域については、当該火災区域に設置されたターゲットが「火災防護に係る審査基準」の「2.3 火災の影響軽減」に基づく火災防護対策の対象か否かを確認する。火災防護対策の対象となっていないターゲットが存在する場合には、詳細な火災影響評価を行い、原子炉の安全停止機能への影響の有無を確認する。詳細評価により原子炉の安全停止に影響を与える場合には、火災防護対策を実施する。

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内のター

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る火災区域」と同様に，当該火災区域の火ターゲットが，「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，原子炉の安全停止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以降に示す。



第 10-1 図 内部火災影響評価の手順概要フロー

4. 火災区域特性表の作成(情報及びデータ収集, 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, これらの評価の前に, 以下のとおり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) 建屋
- (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(単位面積当たりの発熱量)／燃焼率(単位時間単位面積当たりの発熱量)

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、左右、前後の6面のうち、一部でも隣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、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 「東海第二発電所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」により選定した火災防護対象機器が、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1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敷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搬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

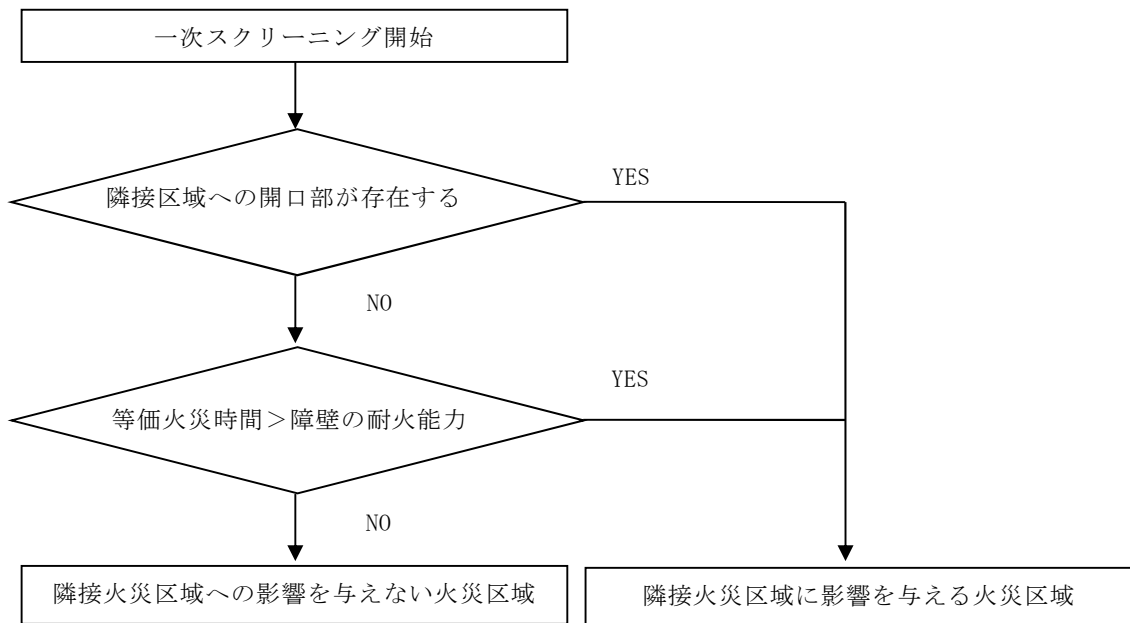
当該火災区域に火災発生時に，隣接火災区域に影響を与える場合は，隣接火災区域も含んだ火災影響評価を行う必要があることから，当該火災区域の火災影響評価を実施する前に，隣接火災区域への火災伝搬評価を実施する。（第10-2図）

5.1 隣接火災区域との境界の開口の確認

隣接火災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はないことから，火災区域特性表により，隣接火災区域との境界の障壁について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、当該火災区域内の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1つ確保される場合には、当該火災区域の火災を想定しても、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1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、以下の手順にしたがって評価する。（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を少なくとも1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、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)

(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により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)

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、高温停止の成功パスの確認において単一故障を考慮する。

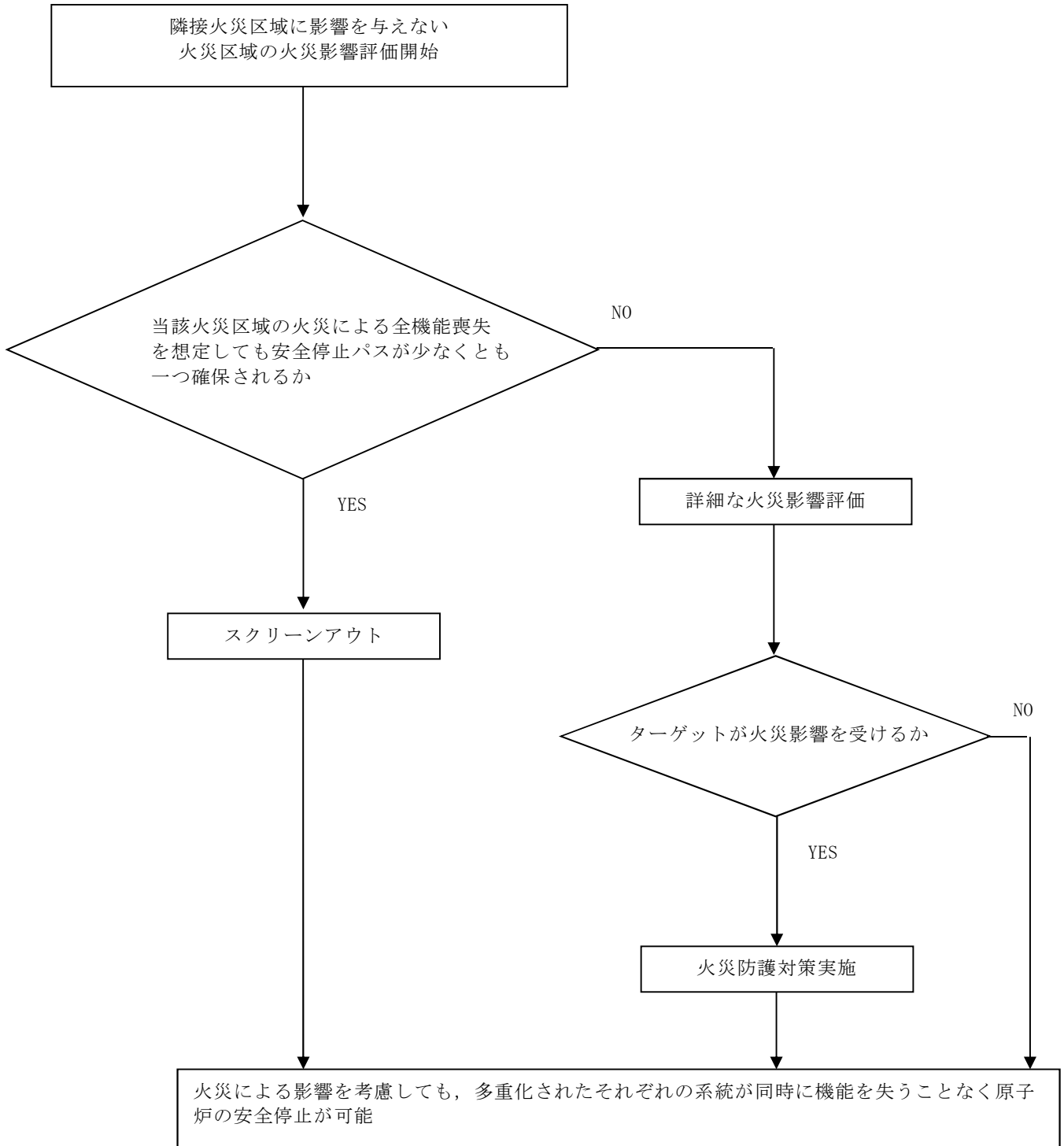
6.1.2スクリーンアウトされる火災区域

安全停止パスを少なくとも1つ確保できる当該火災区域は、当該火災区域に火災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、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

安全停止パスを1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因となった部屋に対し、「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、安全停止パスを少なくとも1つ確保される場合には、当該火災区域及び隣接火災区域の火災による原子炉の安全停止に影響はない。

しかし、安全停止パスを1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は、以下の手順にしたがって評価する。（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は、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

当該火災区域に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1つ確保されるか否かを確認する。確認は、6.1.1安全停止パスの確認と同様に行う。

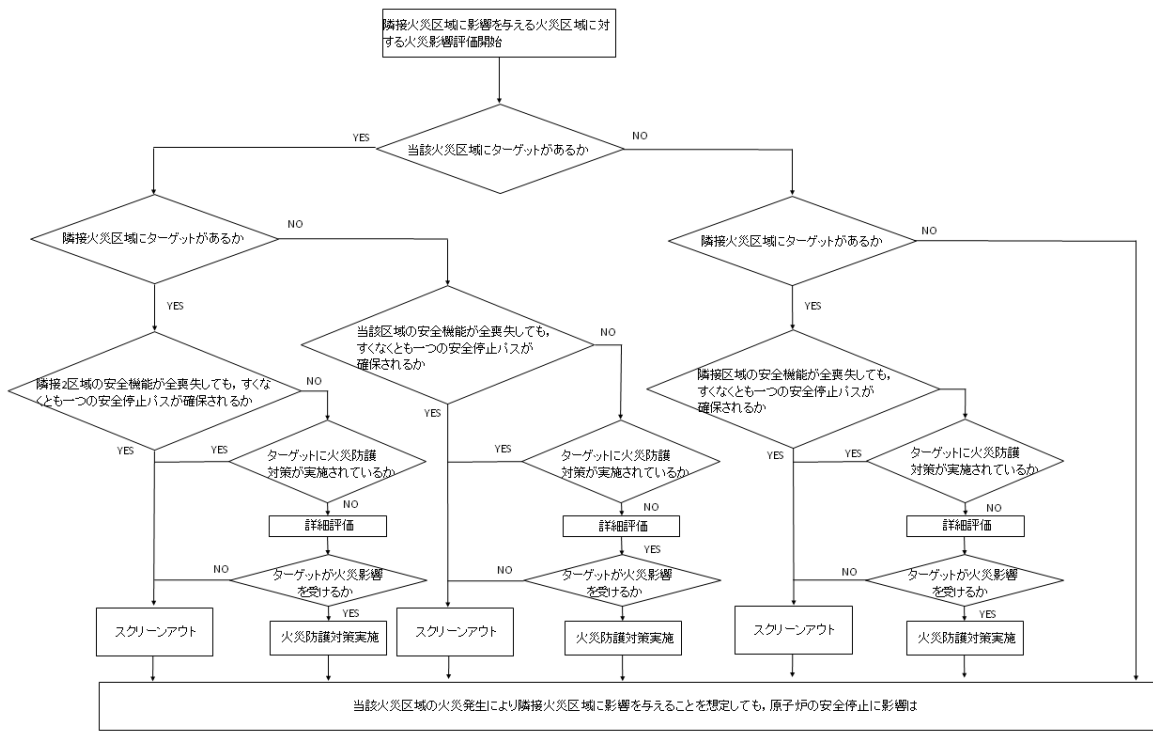
6.2.4スクリーンアウトされる火災区域

原子炉の安全停止に必要な安全停止パスを少なくとも一つ確保できる当該火災区域は、当該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、以下の火災影響評価を行った。

- (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

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1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

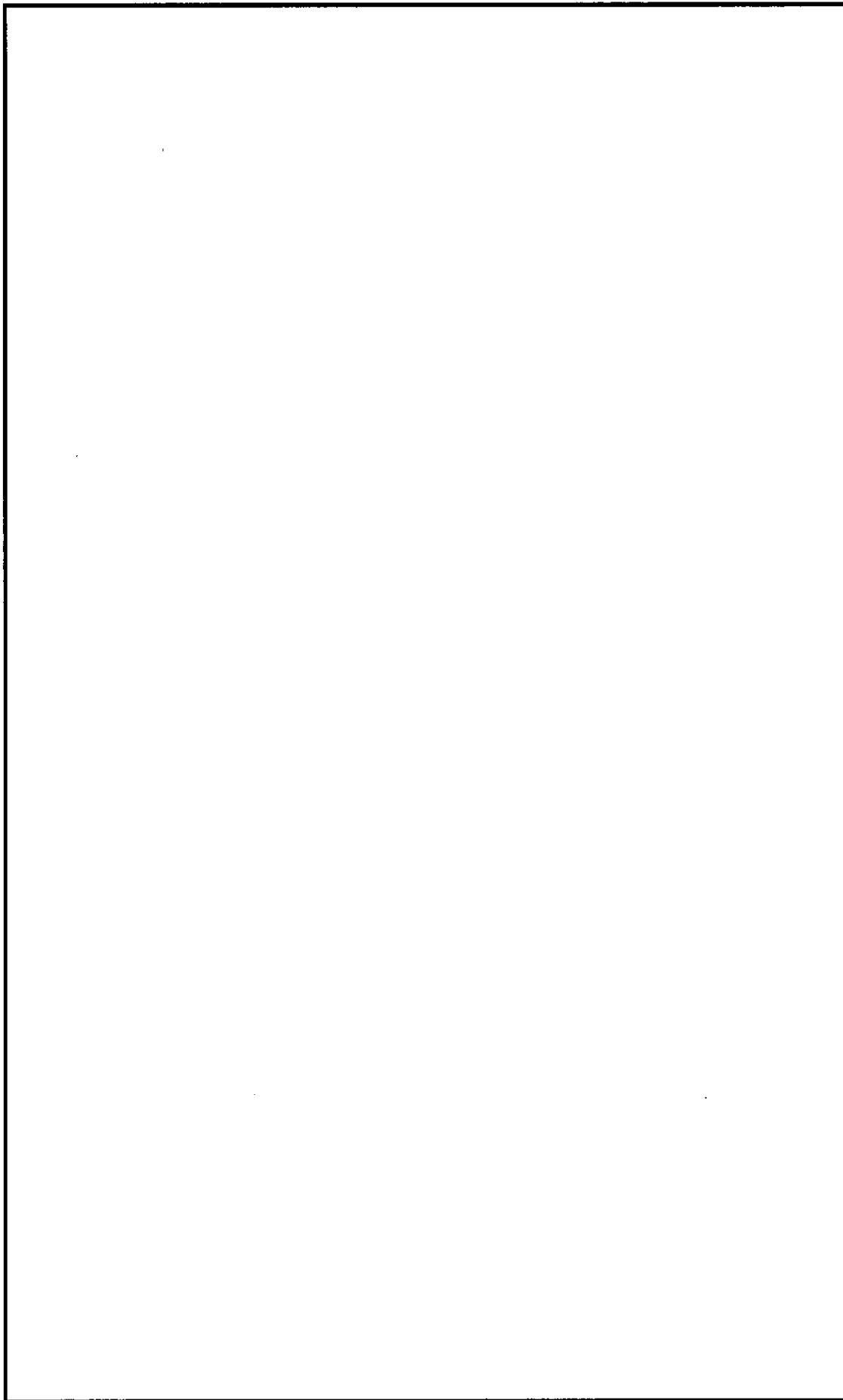
隣接火災区域に影響を与えない火災区域について、第10-3図に示すフローに基づき評価を行った結果、火災防護対策により安全停止パスを少なくとも1つ確保可能であることを確認したことから、原子炉の安全停止に影響はない。（添付資料5, 7）

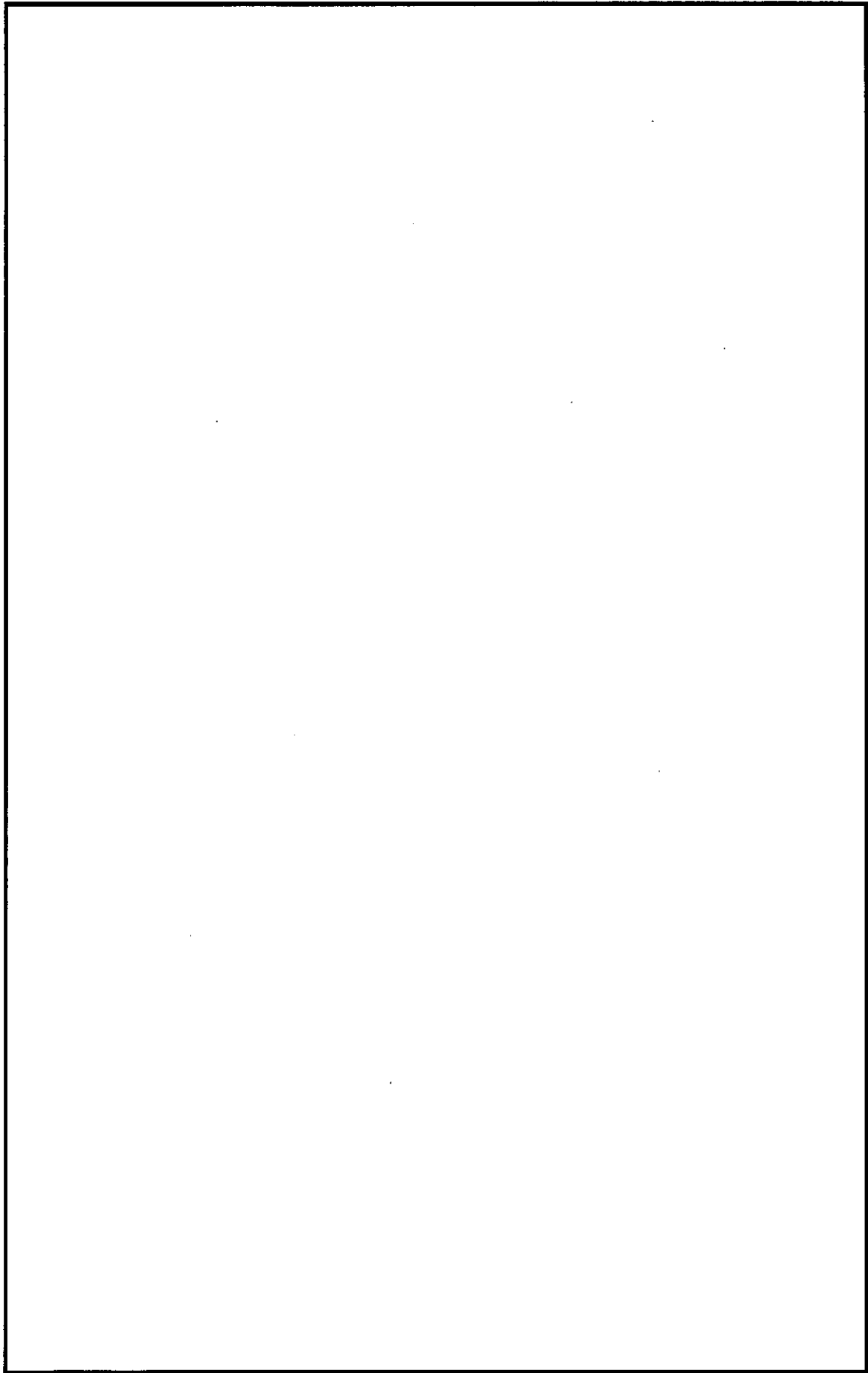
8. 火災により想定される事象の確認結果

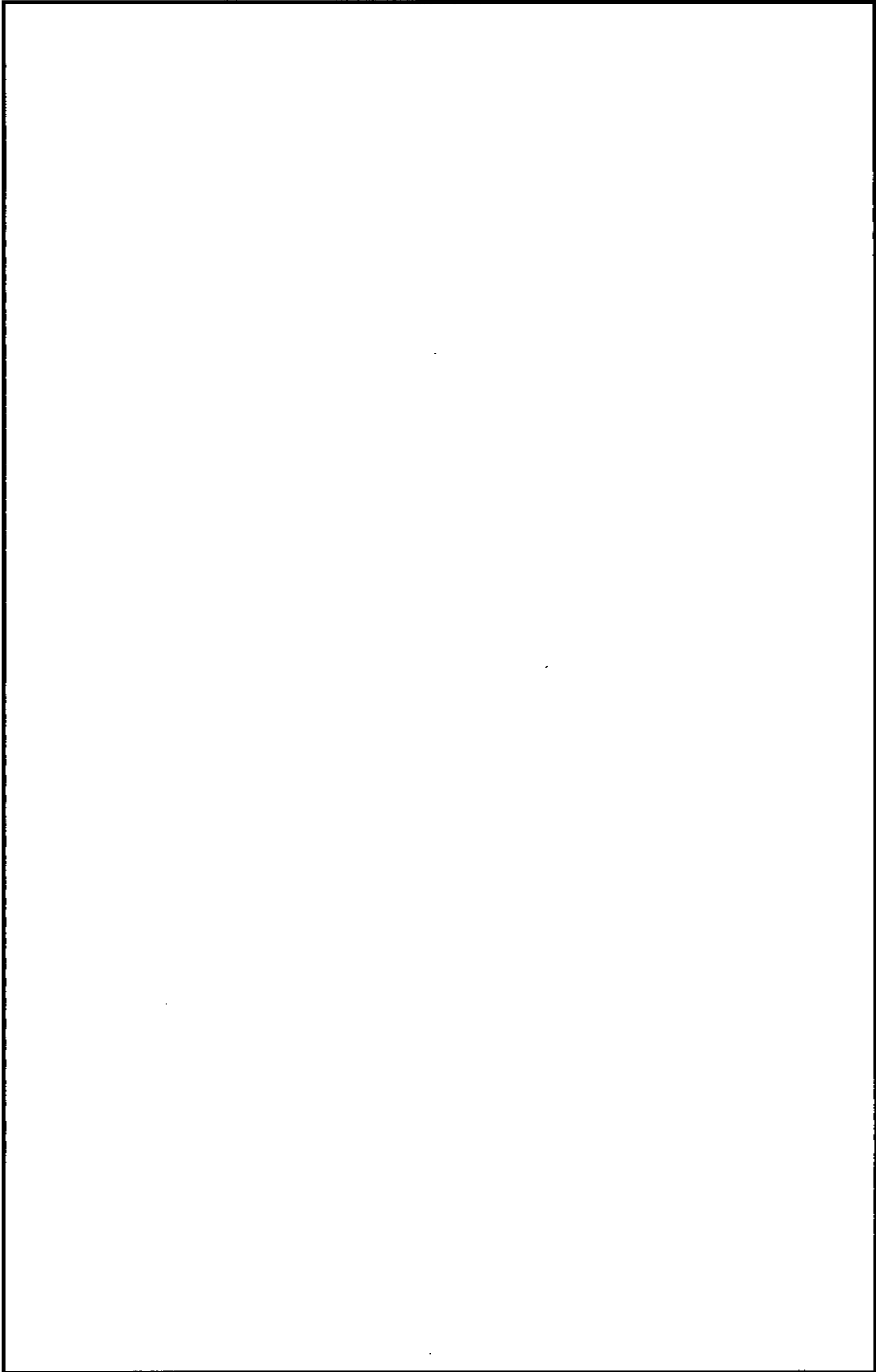
「7. 内部火災影響評価結果」に示したとおり，各火災区域で火災発生を想定した場合において，安全停止が可能であることを確認した。

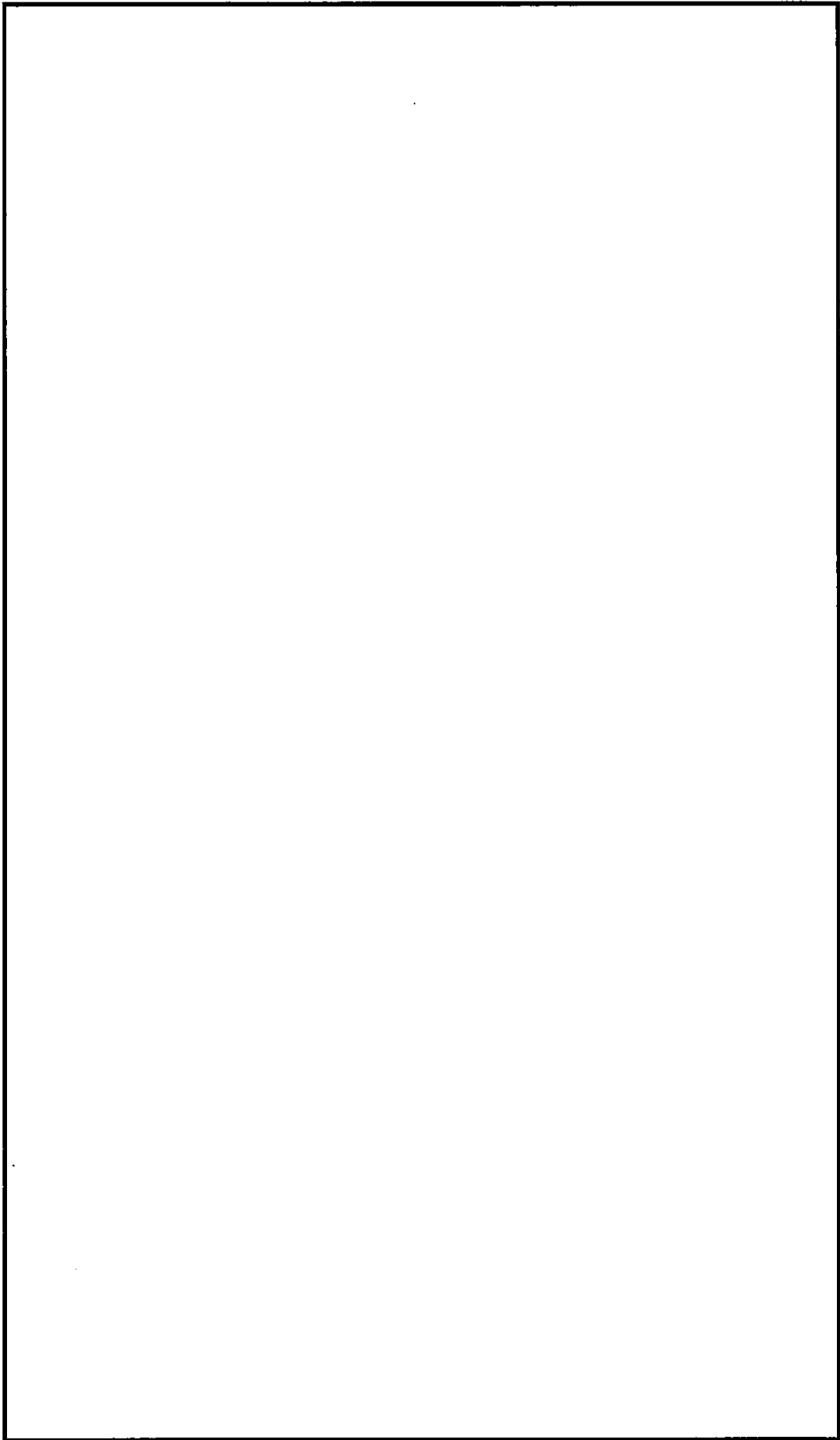
添付資料 1

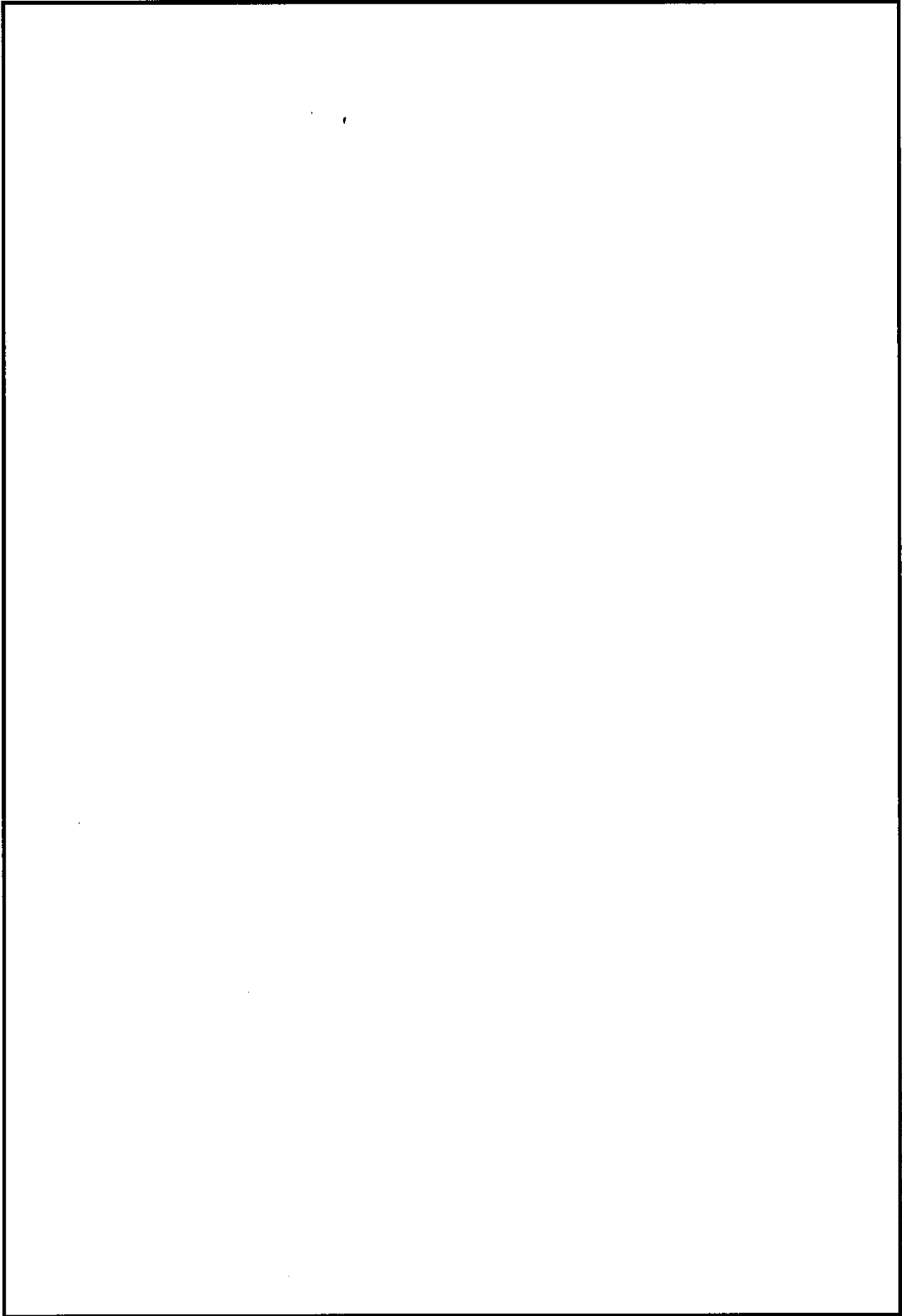
東海第二発電所における火災区域番号 について

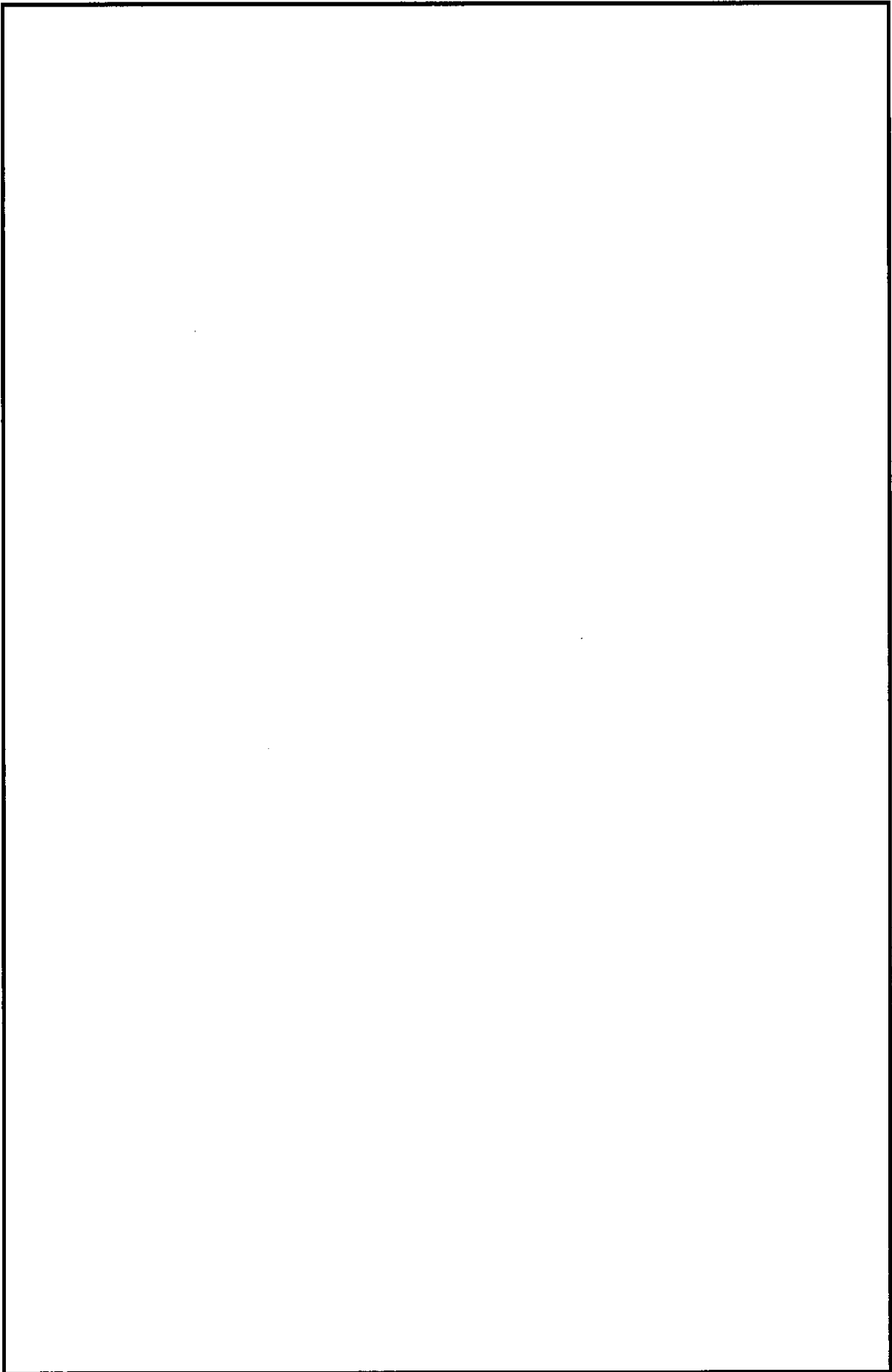


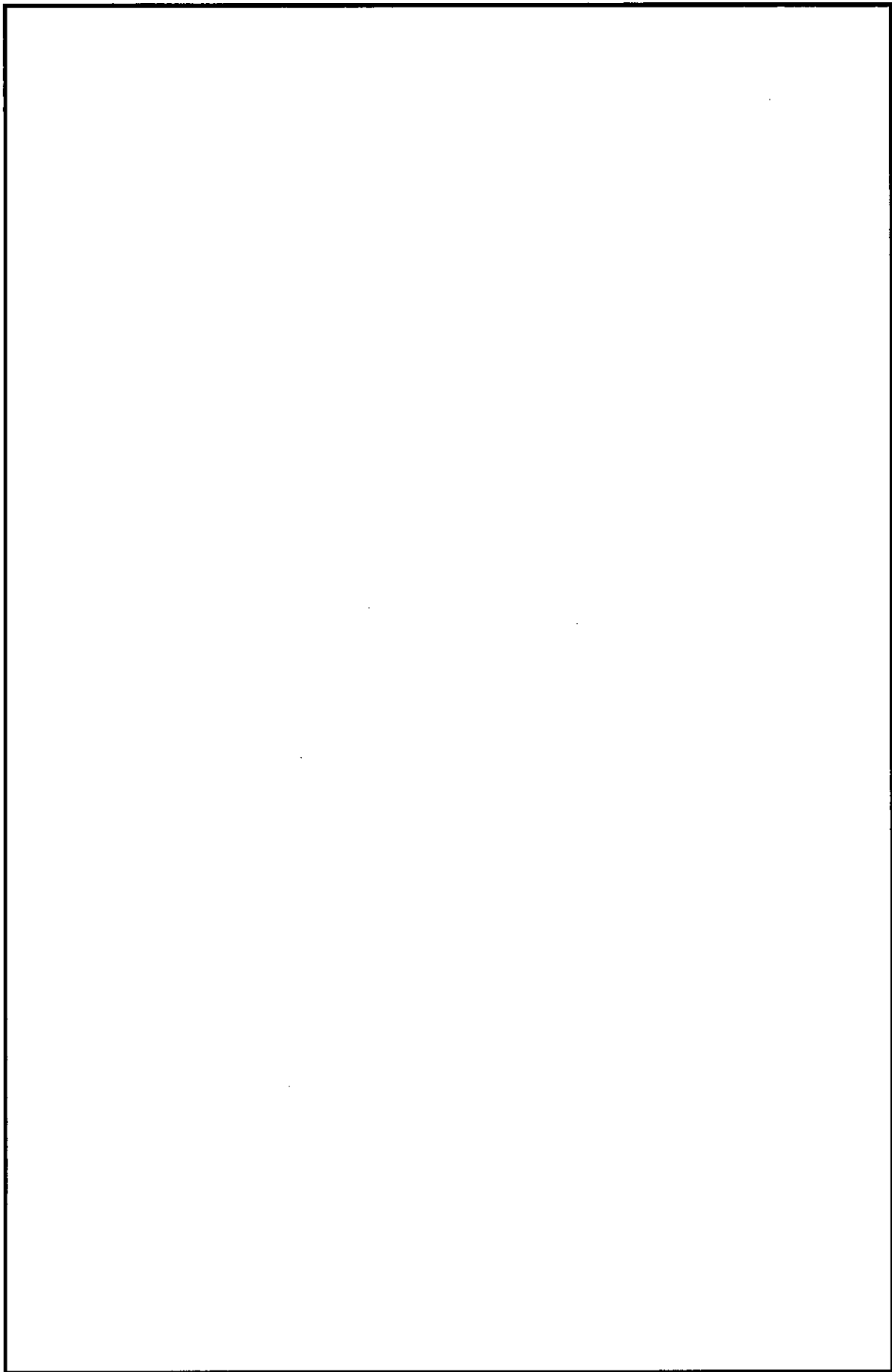


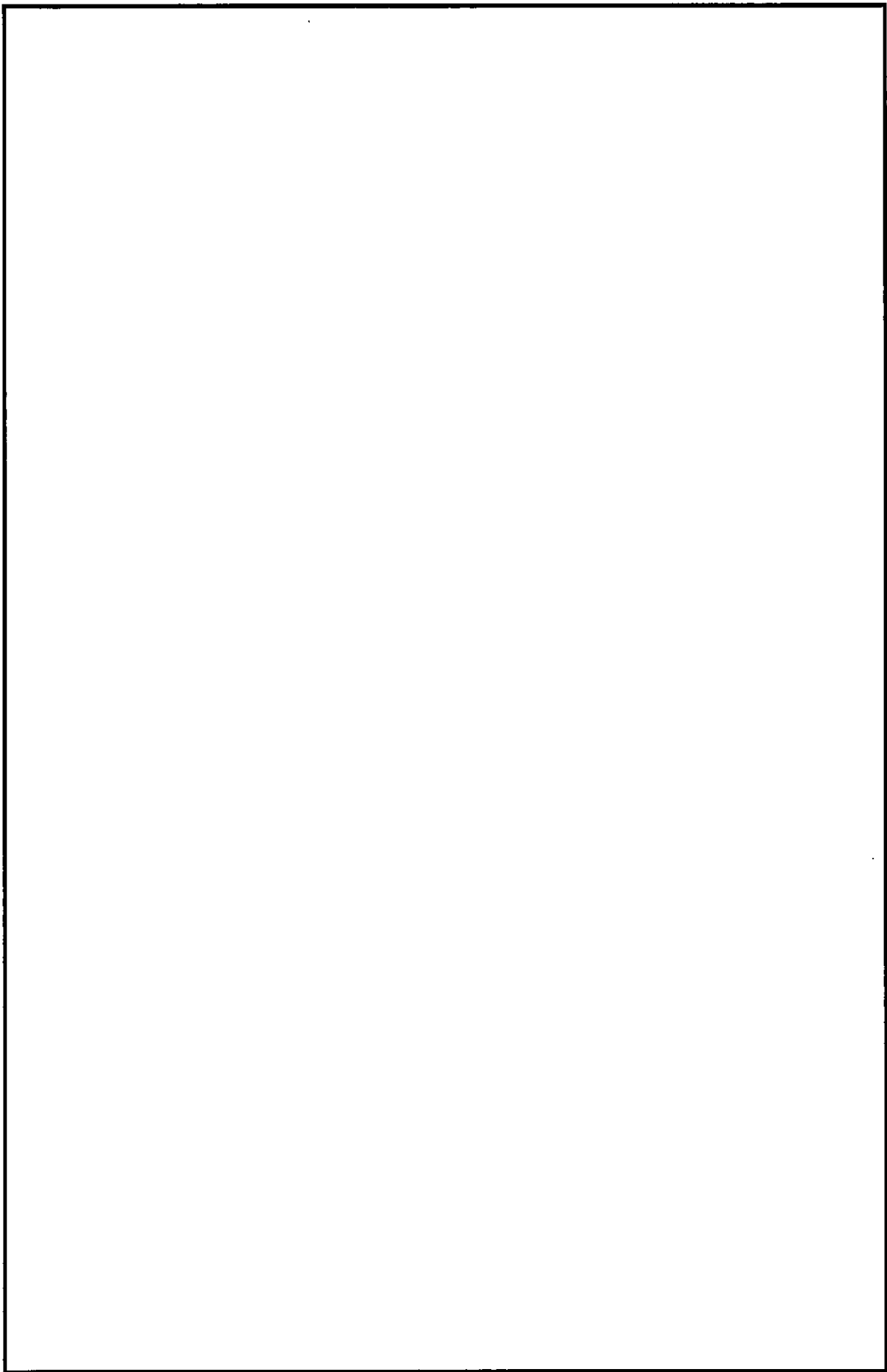


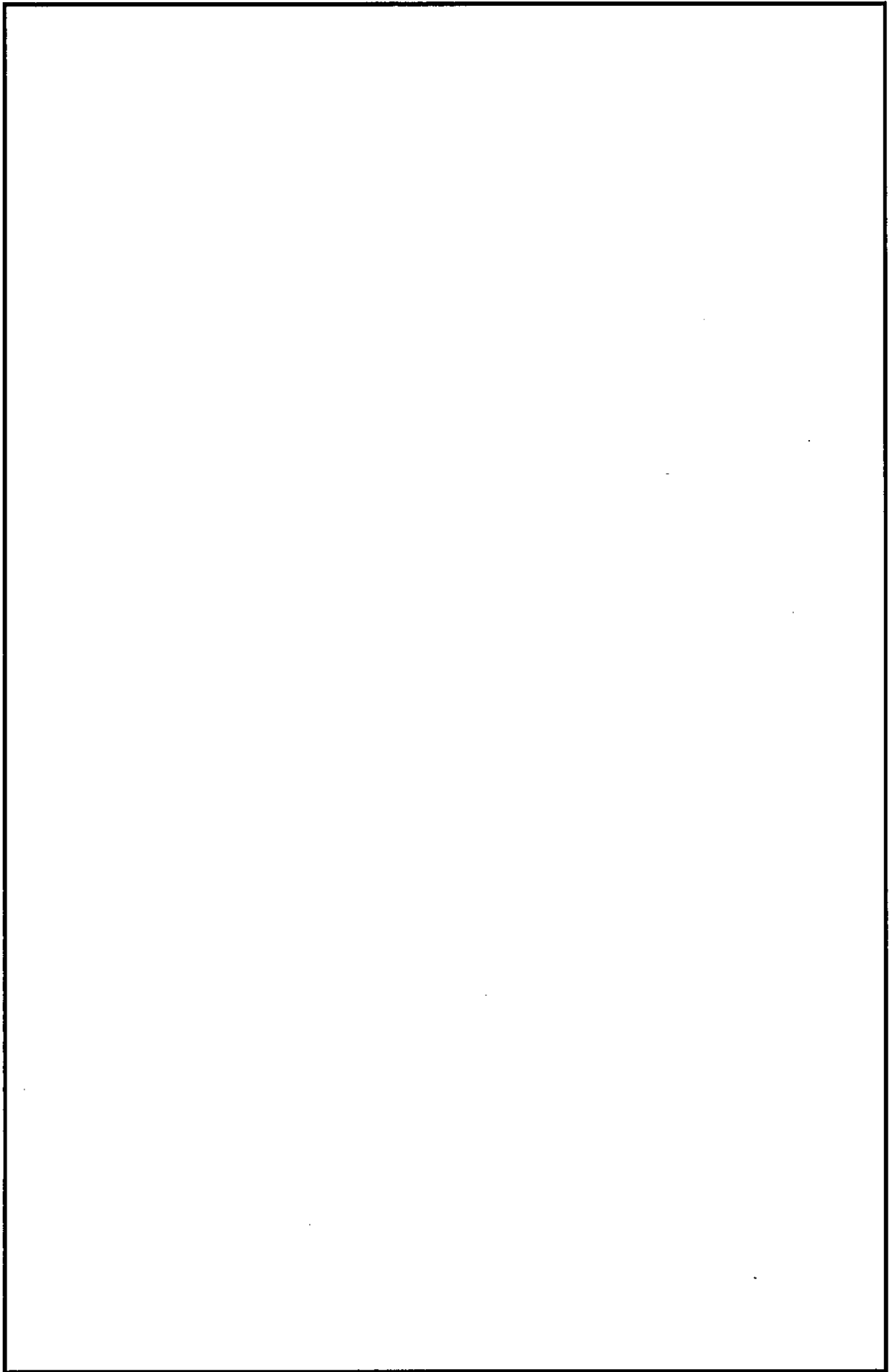


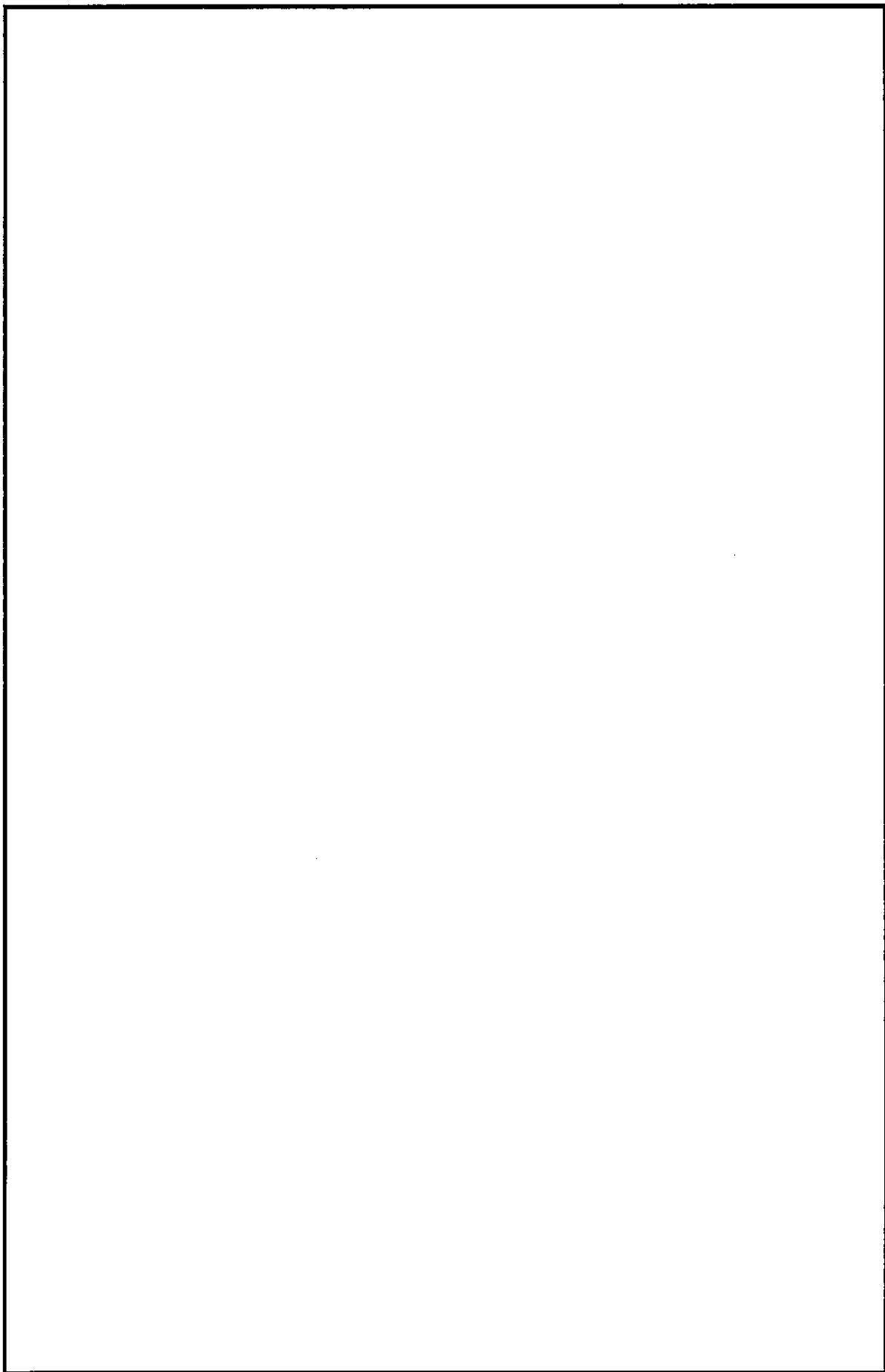


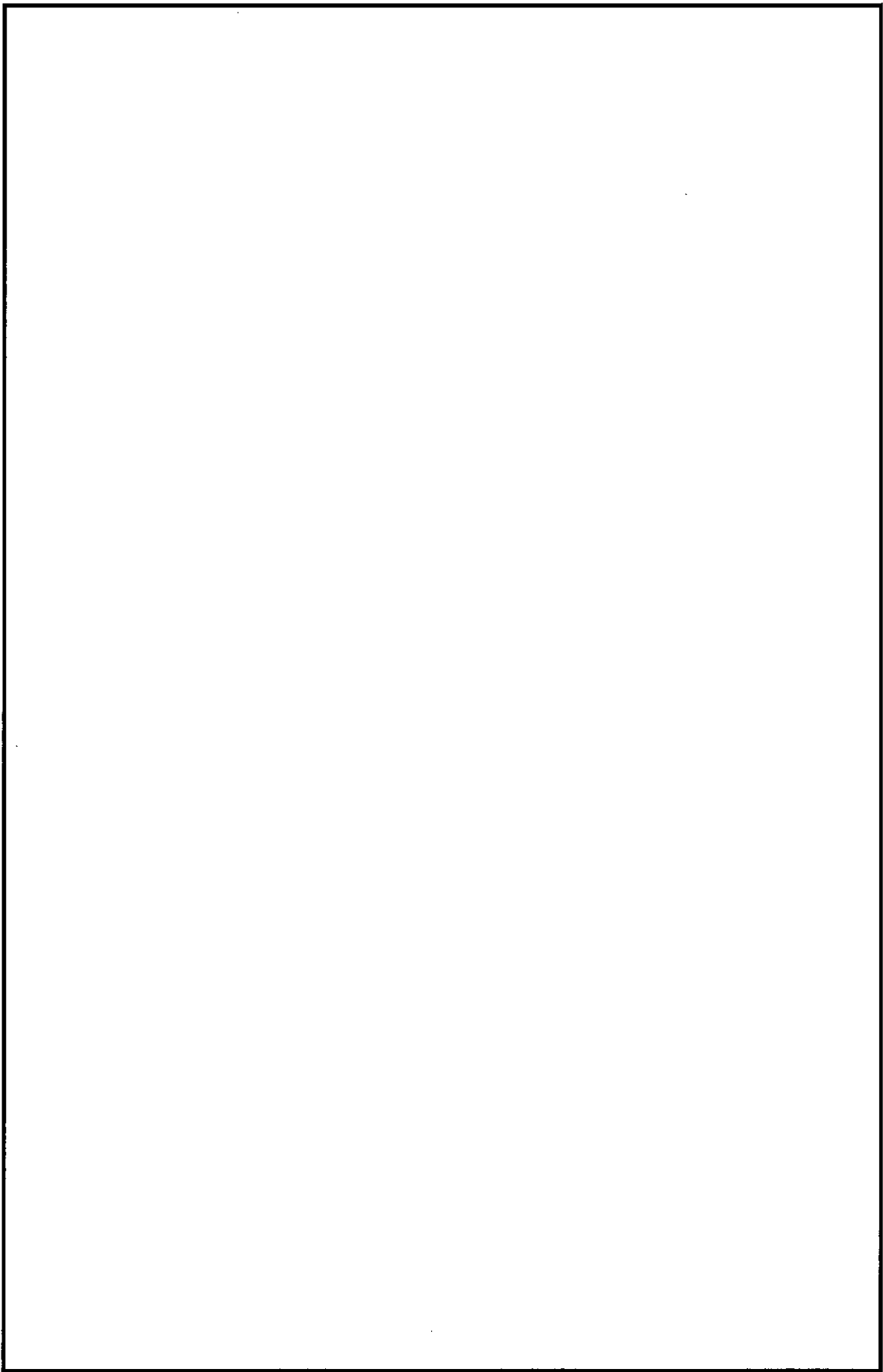


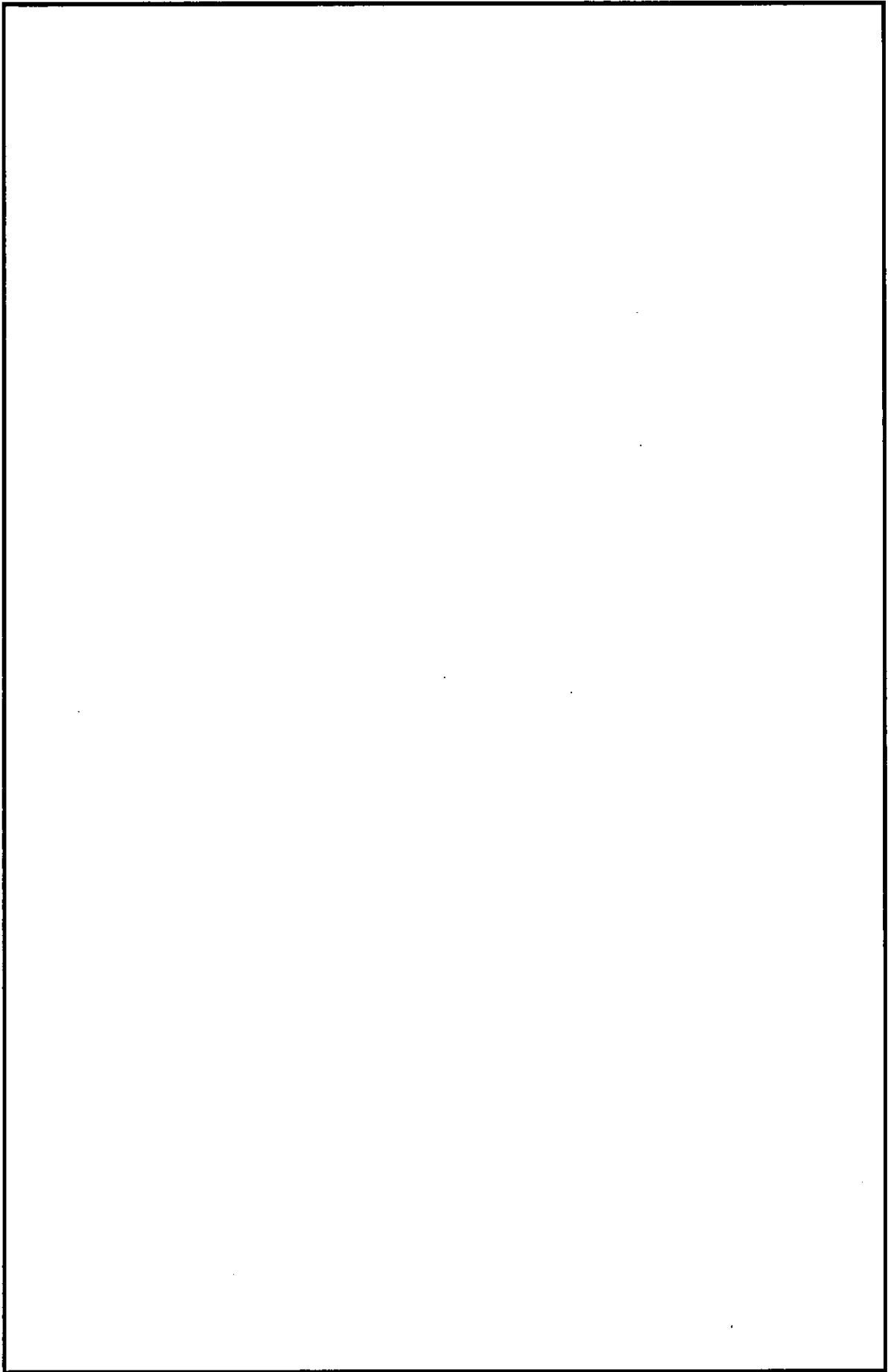












添付資料 2

東海第二発電所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

東海第二発電所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設備
- 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、東海第二発電所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1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1つも確保できない場合は、「火災防護審査基準」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1つ確保されるか確認する。

第1表 安全停止パスを構成する系統

| 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 | | |
| | 工学的安全施設の作動回路 | | |
| b. 原子炉停止系 | スクラム | | |
| | SLC(A) | SLC(B) | - |
| c. 工学的安全施設 (原子炉補給水機能をもつ系統) | RCIC | - | HPCS |
| | ADS(A) | ADS(B) | - |
| | RHR(LPCI)(A) | RHR(LPCI)(B) | - |
| | LPCS | RHR(LPCI)(C) | - |
| d. 非常用所内電源系 | D/G(2C) | D/G(2D) | D/G(HPCS) |
| | 非常用交流電源(2C) | 非常用交流電源(2D) | 非常用交流電源(HPCS) |
| | 直流電源(Ⅰ) | 直流電源(Ⅱ) | 直流電源(Ⅲ) |
| e. 事故時監視計器 | 中性子束(Ⅰ) | 中性子束(Ⅱ) | - |
| | 原子炉水位(Ⅰ) | 原子炉水位(Ⅱ) | - |
| | 原子炉圧力(Ⅰ) | 原子炉圧力(Ⅱ) | - |
| | S/C水温(Ⅰ) | S/C水温(Ⅱ) | - |
| f. 残留熱除去系 | RHR(A) | RHR(B) | - |
| g. 最終的な熱の逃がし場へ熱を輸送する系統 | RHRS(A) | RHRS(B) | - |
| | - | - | - |
| h. 補助設備 | DG(2C)HVAC | DG(2D)HVAC | DG(HPCS)HVAC |
| | スイッチギア室HVAC(A) | スイッチギア室HVAC(B) | - |
| | バッテリー室HVAC(A) | バッテリー室HVAC(B) | - |
| | MCR-HVAC(A) | MCR-HVAC(B) | - |
| | RHR(A)/LPCSポンプ室HVH | RHR(B)/(C)ポンプ室HVH | HPCSポンプ室HVH |
| | DGSW(2C) | DGSW(2D) | DGSW(HPCS) |

添付資料 3

東海第二発電所の火災区域特性表の例

東海第二発電所の火災区域特性表の例

東海第二発電所の火災区域特性表の内部火災影響評価では、資料 3 にて設定した火災区域の情報(部屋番号, 床面積, 等価時間, 隣接火災区域等)を火災区域特性表に記載し, 整理する。

火災区域特性表においては, 当該火災区域に設置される原子炉の安全停止に係る機器等(ケーブル含む)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全てを機能喪失したと仮定した場合に受ける緩和系を明確にし, 残る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, その結果について火災区域特性表として整理する。

ここで, 東海第二発電所における火災区域の代表例として「R-1(RCIC ポンプ室他)」の火災区域特性表を以下のとおり示す。(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 にて示す。

火災区域特性表 I

| 火災区域特性表の本とめ | | | | | 1/1 |
|-------------|------|----|-------|--------|-----|
| プラント | NT-2 | 建屋 | 原子炉建屋 | 火災区域番号 | R-1 |
| | | | | | |

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 | | NT-2 | | | 火災区域番号 | | R-1 | | | |
| No. | 火災区域内の部屋番号 | | 火災源 | | | 防火設備 | | | | |
| | 火災区域内の部屋名称 | | 床面積 (m ²) | 発熱量 (MJ) | 火災荷重 (MJ/m ²) | 準備時間 (h) | 火災検知器 | 主要消火設備 | 消火方法 | 消火設備の バックアップ |
| | | | | | | | | | | |

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 | | | | | | 1/1 |
|--|----------|--------------|--------|-------------------|---------------|--------|
| プラント | | NT-2 | 火災区域番号 | | R-1 | |
| No. | 隣接火災区域番号 | 隣接火災区域内の部屋番号 | 火災伝播経路 | 隣壁の耐火能力 (h(+)) | 隣接部屋の 消火形式 | 伝播の可能性 |
| | | 隣接火災区域内の部屋名称 | | | | |
| This area is intentionally left blank for data entry | | | | | | |

火災区域特性表Ⅳ

| | | | | | |
|---------------|------------|------|------|--------|-----------------------|
| 火災により影響を受ける設備 | | | | | 1/1 |
| プラント | | NT-2 | | 火災区域番号 | R-1 |
| No | 火災区域内の設置番号 | 系統名 | 機器番号 | 機器名称 | 安全区分 影響を受ける 緩和系 |

| | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|
| | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|

添付資料 4

東海第二発電所 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
について

東海第二発電所における隣接火災区域への火災伝搬評価結果

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搬評価を実施した。

2. 前提条件

火災伝搬評価においては、火災の影響軽減対策(3時間以上の耐火能力を有する耐火壁または隔壁等による分離)の実施を前提として、火災の伝搬の有無を評価する。(8条-別添1-資料7参照)

3. 評価

全ての火災区域について、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、火災伝搬評価を実施した。

火災伝搬“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、火災伝搬

“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。

東海第二発電所 隣接火災区域への火災伝搬評価結果

| 火災区域 | 火災区域内の 主な部長名 | 等価火災 時間 | 隣接火災区域 | 耐火時間 | 火災伝搬の可能性 | 備考 |
|------|-----------------|------------|--------|------|----------|----|
| | | | | | | |

東海第二発電所 隣接火災区域への火災伝搬評価結果

| 火災区域 | 火災区域内の 主な部屋名称 | 等価火災 時間 | 隣接火災区域 | 耐火時間 | 火災伝搬の可能性 | 備考 |
|------|------------------|------------|--------|------|----------|----|
| | | | | | | |

東海第二発電所 隣接火災区域への火災伝搬評価結果

| 火災区域 | 火災区域内の 主な部屋名称 | 等価火災 時間 | 隣接火災区域 | 耐火時間 | 火災伝搬の可能性 | 備考 |
|------|------------------|------------|--------|------|----------|----|
| | | | | | | |

添付資料 5

東海第二発電所における隣接火災区域に
影響を与える火災区域の火災影響評価
について

東海第二発電所 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

| 当該火災区域 | | | 隣接火災区域 | | | 安全停止パス | | 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 | 安全区分 | |
| | | | | | | | | |

添付資料 6

東海第二発電所における

火災区域内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 |
| | | | | | | | | | | | |

○：火災影響なし（成功パスあり）、 ー：火災影響あり（成功パスなし）

| 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 |
| | | | | | | | | | | | |

○：火災影響なし（成功パスあり）、 ー：火災影響あり（成功パスなし）

| 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 |
| | | | | | | | | | | | |

○：火災影響なし（成功パスあり）、 ー：火災影響あり（成功パスなし）

| 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 |
| | | | | | | | | | | | |

○：火災影響なし（成功パスあり）、 —：火災影響あり（成功パスなし）

| 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 |
| | | | | | | | | | | | |

○：火災影響なし（成功パスあり）、　－：火災影響あり（成功パスなし）

| 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 |
| | | | | | | | | | | | |

○：火災影響なし（成功パスあり）、 —：火災影響あり（成功パスなし）

| 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 |
| | | | | | | | | | | | |

○：火災影響なし（成功パスあり）、－：火災影響あり（成功パスなし）

| 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 |
| | | | | | | | | | | | |

○：火災影響なし（成功パスあり）、 —：火災影響あり（成功パスなし）

添付資料 7

東海第二発電所における火災区域の詳細な
火災影響評価について

東海第二発電所における火災区域の詳細な火災影響評価について

1. 概要

隣接火災区域に影響を与えない火災区域において、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、安全停止パスが少なくとも一つ確保されることを確認した結果、火災区域 については、単一火災及び単一故障を想定した場合、安全停止パスが確保できないことが確認された。

そこで、当該火災区域については、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安全停止が可能なように火災防護対策を実施する。

2. 安全停止パスが確保できない火災区域の確認結果

安全停止パスが確保できない火災区域の確認結果を第 1 表に示す。安全停止パスが確保できない火災区域については、火災により影響を受ける設備を抽出し火災防護対策を実施する設計とする。火災により影響を受ける設備及びそれらに対する火災防護対策は以下のとおりである。

第1表 安全停止パスが確保できない火災区域の確認結果

| |
|--|
| |
|--|

凡例 ○火災影響なし △間接的(電源喪失)な火災影響あり ×直接の火災影響あり

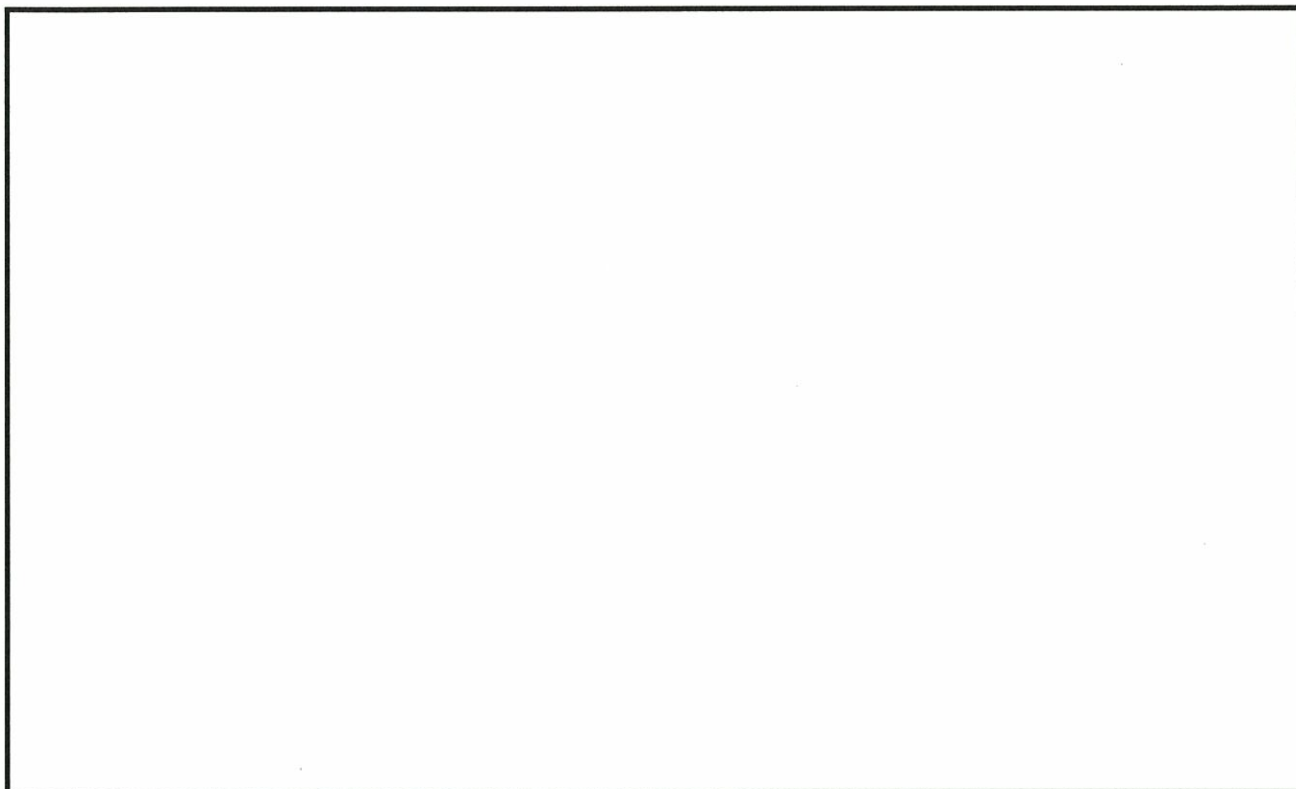
第1表 安全停止パスが確保できない火災区域の確認結果

| |
|--|
| |
|--|

(1) 火災により影響を受ける設備及びそれらに対する火災防護対策

a. 火災区域 R-3

安全区分Ⅱの設備がメインとなるため、安全区分Ⅰ及び安全区分Ⅲの設備を火災防護対策することにより、安全停止パスを確保する。



以上の対策を実施することにより、高温停止として「RCIC」「ADS (A)+LPCI (A)」「ADS (A)+LPCS」での高温停止が可能となり、単一故障を考慮しても安全停止パスが確保可能である。また、「RHR (A)」による冷温停止も可能である。なお、RHR 停止時冷却内側隔離弁の電源区分Ⅱであり、非常用交流電源 (2D) の機能喪失により当該弁も機能喪失し、停止時冷却モードは使用できなくなるが、この場合、「ADS (A)+RHR (A) S/C 冷却モード」により冷温停止を達成する。

また、個別設備については、原則、3時間以上の耐火能力を有する耐火壁または隔壁により系統分離する設計とし、多重化されたそれぞれの系統が同時に機能を失うことのない設計とする。

b. 火災区域 R-9

当該区域は安全区分Ⅰの設備がメインであるが、高温停止に係る安全区分Ⅱの設備があり、当該設備に対する火災影響及び単一故障を考慮すると高温停止の安全停止パスが確保できなるため、当該設備に以下の火災防護対策を行う設計とし、安全停止パスを確保する。

| 火災により影響を受ける設備 | 想定する機能喪失 | 火災防護対策 | 備考 |
|---------------|----------|--------|----|
| | | | |

以上の対策を実施することにより、高温停止として「HPCS」「ADS (B) +LPCI (B)」「ADS (B) +LPCI (B)」での高温停止が可能となり、単一故障を考慮しても安全停止パスが確保可能である。

3. 火災区域の詳細な火災影響評価結果

上記 2. にて火災による影響を受ける設備に対する火災防護対策を実施すれば、安全停止パスが少なくとも一つ確保されることを確認した。したがって、原子炉の安全停止に影響はない。評価結果を第 2 表に示す。

第2表 東海第二発電所 火災影響評価

| 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 |
| | | | | | | | | | | | |

第2表 東海第二発電所 火災影響評価

| 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 |
| | | | | | | | | | | | |

参考資料 1

東海第二発電所における火災により想定される事象の確認結果

内部火災により想定される事象の確認結果

内部火災により原子炉に外乱が及ぶ場合にどのような事象が起こる可能性があるかについて、重畳事象を含めて分析し、発生する可能性のあ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否か、また、安全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。

- ・内部火災発生を想定する区画及びその影響範囲の防護対象設備は内部火災発生により機能が喪失するが、それ以外の区画の防護対象設備は機能が維持される。
- ・原子炉建屋又はタービン建屋において内部火災が発生することを仮定し、当該建屋内の防護対象設備以外のものは火災影響を仮定する（火災により機能を喪失する設備は機能喪失を仮定する）。
- ・原子炉建屋又はタービン建屋において発生した内部火災は、当該建屋以外に影響は及ばない。

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。

発生する事象の抽出に当たっては、ある火災区画において火災が発生した

場合に火災影響を受ける設備を抽出し、どのような外乱が発生し得るのか、外乱発生後に事象がどのように進展するののかについて、安全停止パスの確認と同様に全ての火災区画について評価することが考えられる。そのためには、常用系設備等の防護対象設備に該当しない設備に対してそれらの配置を網羅的に整理し、火災区画毎に火災影響を詳細に分析することが必要である。しかしながら、このような詳細な分析を実施することは現実的で無いことから、防護対象設備に該当しない常用系設備等は、設置された火災区画によらず火災影響を受ける可能性があるという保守的な仮定を用いた代替の評価手法により評価することとする。以上を踏まえ、原子炉建屋及びタービン建屋で内部火災により発生すると考えられる外乱の抽出を行い、内部火災により誘発される過渡事象等の起因事象（以下「代表事象」という）を特定する。さらに代表事象が重畳することも考慮する。

また、代表事象の重畳の組合せの評価については、代表事象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することにより、より厳しい評価結果となり得る組合せを選定し、選定した重畳事象の収束が可能であるかについて解析的に確認を行う。

以下に、内部火災により想定される事象の抽出から解析評価までのプロセス及びプロセスの各ステップの概要を示す。（第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要因を抽出する。（第2図参照）

【ステップ 2】

原子炉に有意な影響を与える要因を誘発する故障を抽出する。（第 2 図参照）

【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画を分析する。ここでは、常用系設備等の防護対象設備に該当しない設備は、設置された火災区画によらず、火災影響を受ける可能性があるとして仮定する。その際、原子炉建屋及びタービン建屋の一方の建屋における火災の影響は他方の建屋に及ばないとする。（第 2 図参照）

【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、各建屋で発生する代表事象として扱う事象を特定する。代表事象の特定に当たっては、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、再循環ポンプのトリップについては、火災の規模により 1 台トリップ又は 2 台トリップが考えられるが、最も厳しくなる 2 台トリップを想定する。）
（第 2 図参照）

【ステップ 5】

各建屋で発生する代表事象の解析結果等を踏まえ、代表事象の組合せ毎に、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】

各建屋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】

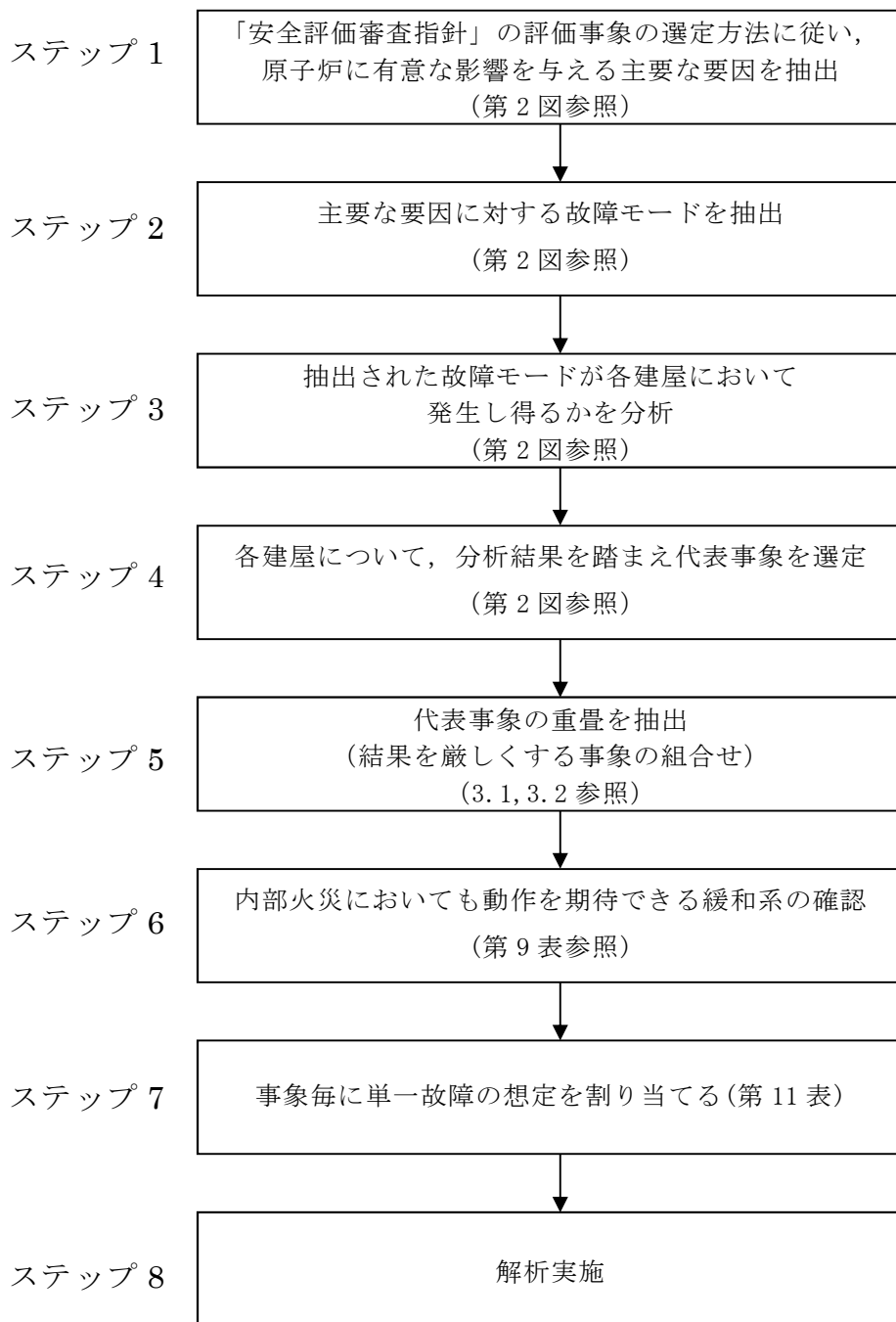
原子炉停止機能及び炉心冷却機能に単一故障を想定する。

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画にある設備に単一故障を更に重ねる。

※：本資料「東海第二発電所 内部火災の影響評価について」にて評価されている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，事象収束できることを確認する。



第1図 評価プロセス

2. 代表事象の抽出

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図に示す。また、同図において、抽出した故障が、原子炉建屋及びタービン建屋において発生し得るかを分析し、各建屋において抽出した代表事象を示す。

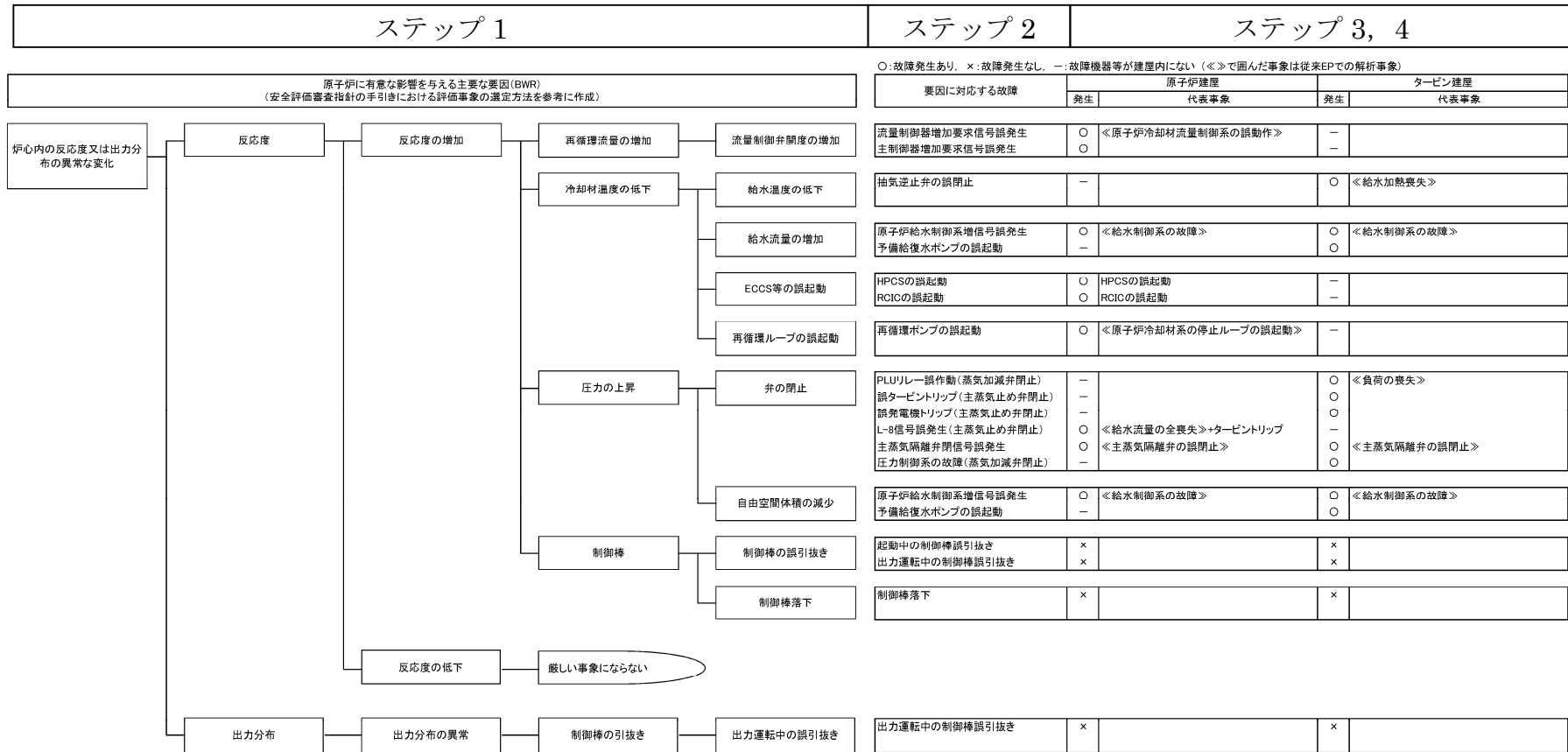
第2図において抽出された、原子炉建屋及びタービン建屋における内部火災により発生する可能性のある代表事象を第1表に示す。

第1表 抽出された代表事象

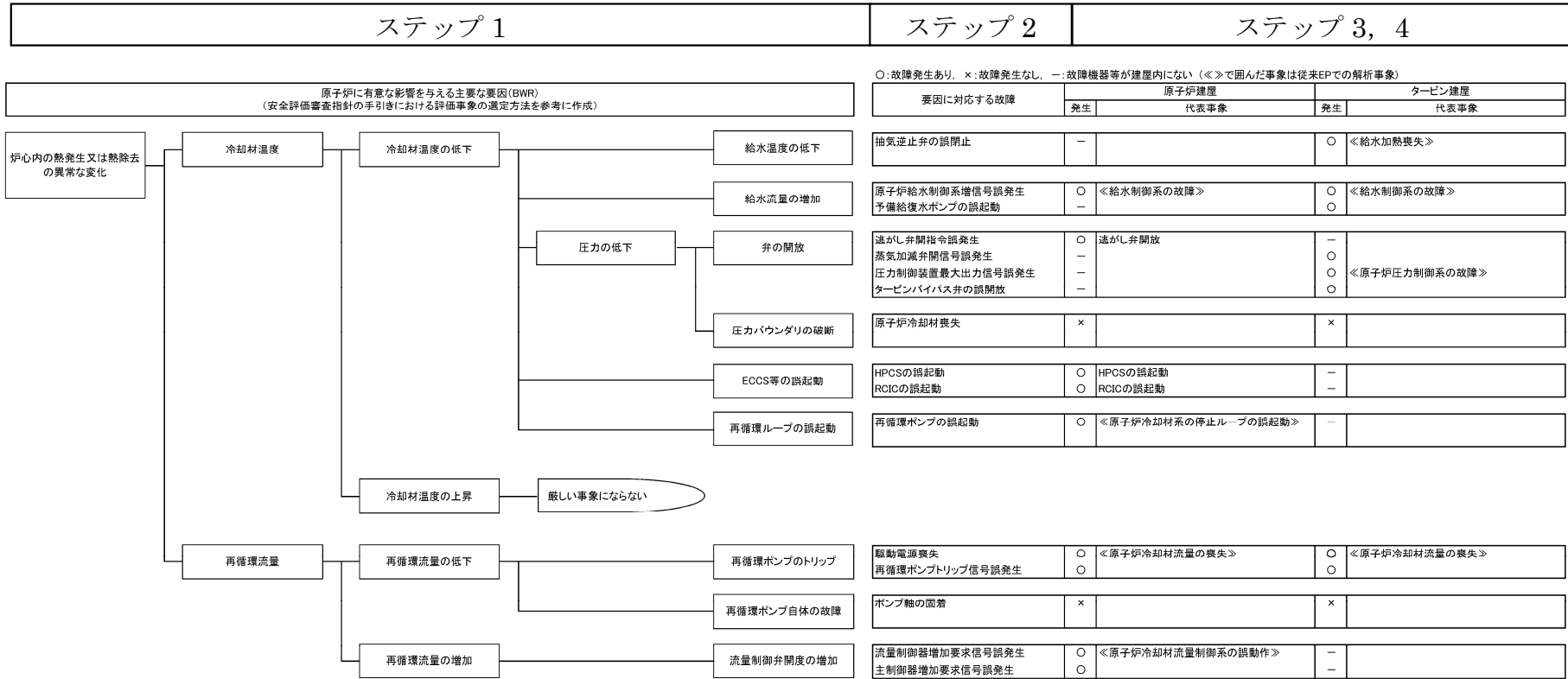
| 抽出された代表事象 | 原子炉建屋 | タービン建屋 |
|-------------------|-------|--------|
| 原子炉冷却材の停止ループの誤起動 | ○ | — |
| 原子炉冷却材流量の喪失 | ○ | ○ |
| 原子炉冷却材流量制御系の誤動作 | ○ | — |
| 給水流量の全喪失+タービントリップ | ○ | — |
| 主蒸気隔離弁の誤閉止 | ○ | ○ |
| 逃がし弁開放 | ○ | — |
| 給水制御系の故障（流量減少） | ○ | —※1 |
| 給水制御系の故障※2 | ○ | ○ |
| HPCS の誤起動 | ○ | — |
| RCIC 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：タービン建屋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誤信号等により、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。



第 2 図 外乱分析図 (1/3)



第 2 図 外乱分析図 (2/3)



第 2 図 外乱分析図 (3/3)

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.にて抽出した原子炉建屋及びタービン建屋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。結果を第2表及び第3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4表に示す。

第2表 原子炉建屋における抽出事象及び重畳考慮の要否

| 抽出された事象 | | 重畳 | 重畳を考慮しない理由* |
|---------|-------------------|----|-----------------------------|
| 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する） |
| X | RCICの誤起動 | — | ②（ドーム部への注水で蒸気が凝縮し圧力が低下する） |

第3表 タービン建屋における抽出事象及び重畳考慮の要否

| 代表事象 | | 重畳 | 重畳を考慮しない理由* |
|------|-------------|----|-------------|
| 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 | — |

※ 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の再循環ポンプは慣性が大きく、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、重畳を考慮しても結果を厳しくしない。
- ② 圧力が低下する事象は重畳を考慮しても結果を厳しくしない。
- ③ 再循環流量の減少を伴わず、出力が低下する事象は重畳を考慮しても結果を厳しくしない。

第4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、給水制御器の誤動作等により、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。 |
| 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、電力系統事故等により、発電機負荷遮断が生じ、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 で抽出され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、重畳の組合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つの事象の組合せについて、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合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、厳しくなる組合せが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。

3.2.1 原子炉建屋における代表事象の重畳

第2表にて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5表に示す。これを踏まえ、重畳を考慮した場合について検討した結果を第7表に示す。

第2表に示すとおり、原子炉建屋における内部火災を想定した場合、10の事象が想定されるが、検討の結果、「給水制御系の故障」の解析を行うこととする。

3.2.2 タービン建屋における代表事象の重畳

第3表にて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6表に示す。これを踏まえ、重畳を考慮した場合について検討した結果を第8表に示す。

第3表に示すとおり、タービン建屋における内部火災を想定した場合、7つの事象が想定されるが、検討の結果、「給水制御系の故障+給水加熱喪失」の解析を行うこととする。

第 5 表 解析結果（原子炉建屋）

| | スクラム | 事象発生時の影響 | | 事象発生時の出力/ 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 1.5 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 172% 圧力：約 6.66MPa [gage] | 初期条件：定格出力 の 59%，定格炉心流量 の 41%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 0.075 秒) | 原子炉圧力上昇に伴う ボイド率減少により 出力増加 | 再循環ポンプトリップにより低下 | 出力：約 157% 圧力：約 7.87MPa [gage] | タービンバイパス弁 不作動時は出力約 232 %，圧力約 8.04MPa [gage] |
| Ⅴ 主蒸気隔離弁の誤閉止 | 主蒸気隔離弁閉 (約 0.3 秒) | 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：約 220% 圧力：約 7.99MPa [gage] | |
| Ⅷ 給水制御系の故障 | 主蒸気止め弁閉 (約 9 秒後) (原子炉水位高→タービントリップ→) | 炉心入口サブクール 増大より出力増加 | — (タービントリップに伴う再循環ポンプトリップにより低下) | 出力：約 207% 圧力：約 7.91MPa [gage] | |

※：給水流量の全喪失は、事象発生後約 6.3 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での解析結果）。

第 6 表 解析結果（タービン建屋）

| | スクラム | 事象発生時の影響 | | 事象発生時の出力／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 96 秒） | 炉心入口サブクール増大により出力増加 | — | 出力：約 122% 圧力：約 7.11MPa [gage] | |
| III 負荷の喪失 | 蒸気加減弁急閉 （約 0.075 秒） | 原子炉圧力上昇に伴うボイド率減少により出力増加 | 再循環ポンプトリップにより低下 | 出力：約 157% 圧力：約 7.87MPa [gage] | タービンバイパス弁不作動時は出力約 232 % ， 圧力約 8.04MPa [gage] |
| IV 主蒸気隔離弁の誤閉止 | 主蒸気隔離弁閉 （約 0.3 秒） | 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：約 220% 圧力：約 7.99MPa [gage] | |
| VII 給水制御系の故障 | 主蒸気止め弁閉 （約 9 秒後） 原子炉水位高→タービントリップ→ | 炉心入口サブクール増大により出力増加 | — （タービントリップに伴う再循環ポンプトリップにより低下） | 出力：約 207% 圧力：約 7.91MPa [gage] | |

※：給水加熱器 1 段の機能喪失時の解析結果。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、スクラム後の事象進展は同様となると考えられる。

第7表 重畳を考慮した場合の事象進展の分析（原子炉建屋）

| | 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 | × | × | × |
| | 事象発生直後にスクラムに至るIVに 包絡される。 | 事象発生直後にスクラムに至るVに 包絡される。 | 炉心流量の増加及び給水流量の増加 に伴う炉心入口サブクールの増加に より、原子炉出力は増加する。IIIの 要因については早期にスクラムに至 るため、VIIIの単独事象の方が厳しい 結果となると考えられる。 |
| IV 給水流量の全喪失 +タービントリップ | — | × | — |
| | | どちらも弁閉止による圧力増加事象 である。より急速な圧力上昇をもた らすIVに包絡される。 | （給水流量の全喪失と給水制御系の 故障（流量増加）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 | — | — | × |
| | | | 事象発生直後にスクラムに至るVに 包絡される。 |

○：重畳事象が厳しい ×：単独事象に包絡されるまたは単独事象が厳しい —：重畳の考慮不要

第8表 重畳を考慮した場合の事象進展の分析（タービン建屋）

| | 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 | × | × | ○ |
| | 事象発生直後にスクラムに至るⅢに包絡される。 | 事象発生直後にスクラムに至るⅣに包絡される。 | Ⅰの要因でのスクラムまでに、Ⅶの炉心入口サブクールの増加による出力上昇の影響で結果を厳しくする可能性あり。 |
| Ⅲ 負荷の喪失 | — | × | × |
| | | どちらも弁閉止による圧力上昇事象である。より急速な圧力上昇をもたらすⅢに包絡される。 | 事象発生直後にスクラムに至るⅢに包絡される。 |
| Ⅳ 主蒸気隔離弁の誤閉止 | — | — | × |
| | | | 事象発生直後にスクラムに至るⅣに包絡される。 |

○：重畳事象が厳しい ×：単独事象に包絡されるまたは単独事象が厳しい —：重畳の考慮不要

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】

原子炉建屋又はタービン建屋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9表に示す。

第9表 内部火災発生時に期待できる緩和系

| 緩和機能 | 火災発生建屋 | |
|---------|--|------------------------|
| | 原子炉建屋 | タービン建屋 |
| 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、かつ2区分機能維持できる設計) | 原子炉保護系 (原子炉建屋側 RPS) |
| 炉心冷却機能 | 原子炉隔離時冷却系等* | 原子炉隔離時冷却系等* |
| 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 | |

※：本資料「東海第二発電所 内部火災の影響評価について」にて評価されている設備の機能喪失が発生することを前提としている。

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

原子炉建屋又はタービン建屋における内部火災により機能喪失を仮定する緩和機能を第10表に示す。

MS-3機能については、内部火災が発生する建屋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・加減弁急閉スクラム）については、タービン建屋における内部火災に対して機能喪失すると仮定する。

第10表 機能喪失を仮定する緩和機能

| 緩和機能 | 火災発生建屋 | |
|--------------------|--------|--------|
| | 原子炉建屋 | タービン建屋 |
| 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、原子炉停止機能及び炉心冷却機能に対し、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11表に示す。なお、原子炉建屋及びタービン建屋での解析を実施する事象発生時に期待する緩和系は第9表のとおりである。

第 11 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"> ・安全保護系に単一故障を仮定する。 ・安全保護系は多重化されているため影響はない。 |
| 炉心冷却機能 | <ul style="list-style-type: none"> ・内部火災影響及び更に単一故障により炉心冷却機能が喪失したとしても、残りの区分により炉心冷却が可能であるため解析には影響しない。 |

6. 解析の実施【ステップ8】

6.1 使用する解析コード

解析に当たっては、第12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12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 | REDY |
| 単チャンネル熱水力挙動 ・燃料被覆管温度 | SCAT |

6.2 解析条件

プラントの初期状態などについて、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。主要な解析条件を第13表に示す。

第13表 主要な解析条件

| 項目 | 解析条件 |
|--------|-------------------------|
| 原子炉出力 | 3,440 MW |
| 炉心入口流量 | 41.06×10^3 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は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 14 表及び第 15 表、第 3 図及び第 5 図に、事象推移のフローチャートを第 4 図及び第 6 図に示す。

6.4.1 原子炉建屋での内部火災に起因する事象

原子炉建屋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。

(1) 給水制御系の故障

(a) 原子炉停止状態

給水制御系故障による炉心入口サブクールの増加により、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。主蒸気止め弁の閉信号により、原子炉はスクラムする。

(b) 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増加するが、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。

(c) 安全停止状態

原子炉スクラム及び原子炉冷却により原子炉の安全停止の維持は可能である。

6.4.2 タービン建屋での内部火災に起因する事象

タービン建屋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。

(1) 給水制御系の故障+給水加熱喪失

(a) 原子炉停止状態

給水制御系故障と給水加熱喪失による炉心入口サブクールの増加によって、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、主蒸気止め弁が閉止する。主蒸気止め弁閉信号によるスクラム機能は喪失を仮定しているため、主蒸気止め弁閉ではスクラムに至らない。ただし、主蒸気止め弁の閉止により原子炉圧力が上昇するため中性子束が上昇して中性子束高スクラムに至る。

(b) 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増加するが、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。

(c) 安全停止状態

原子炉スクラム及び原子炉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は収束し、原子炉が安全停止を維持できることを確認した。

第 14 表 解析結果まとめ表

| 重畳事象 | 項目 | 解析結果 ()内は判断目安 |
|-------------------------------|----------------------------------|-------------------|
| 給水制御系の故障 (主蒸気止め弁閉 スクラム) | 中性子束 (%) | 262 (—) |
| | 原子炉冷却材圧力バウンダリ 圧力 (MPa [gage]) | 8.66 (10.34) |
| | 燃料被覆管温度 (°C) | 約 632 (1200) |

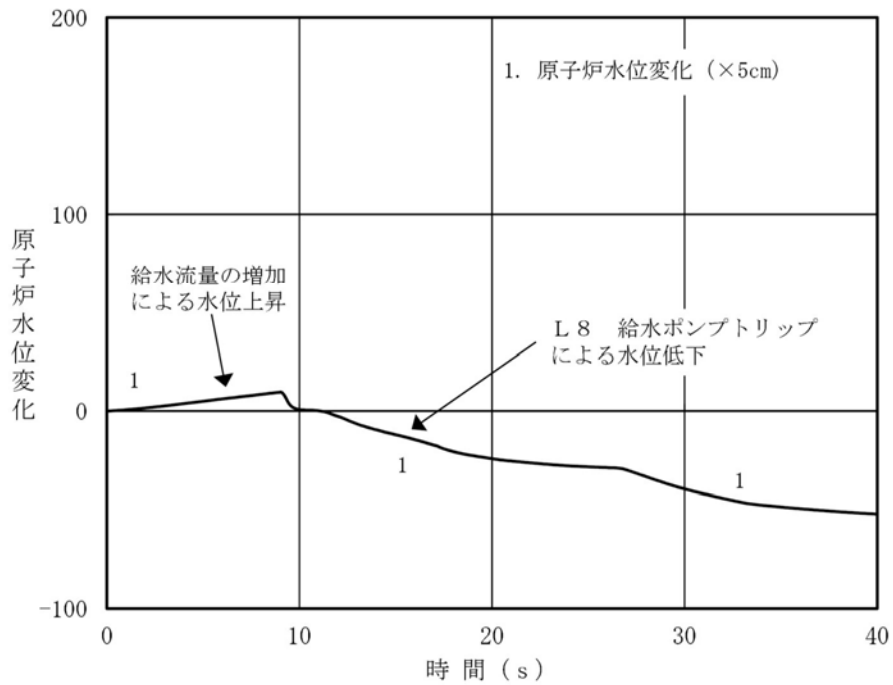
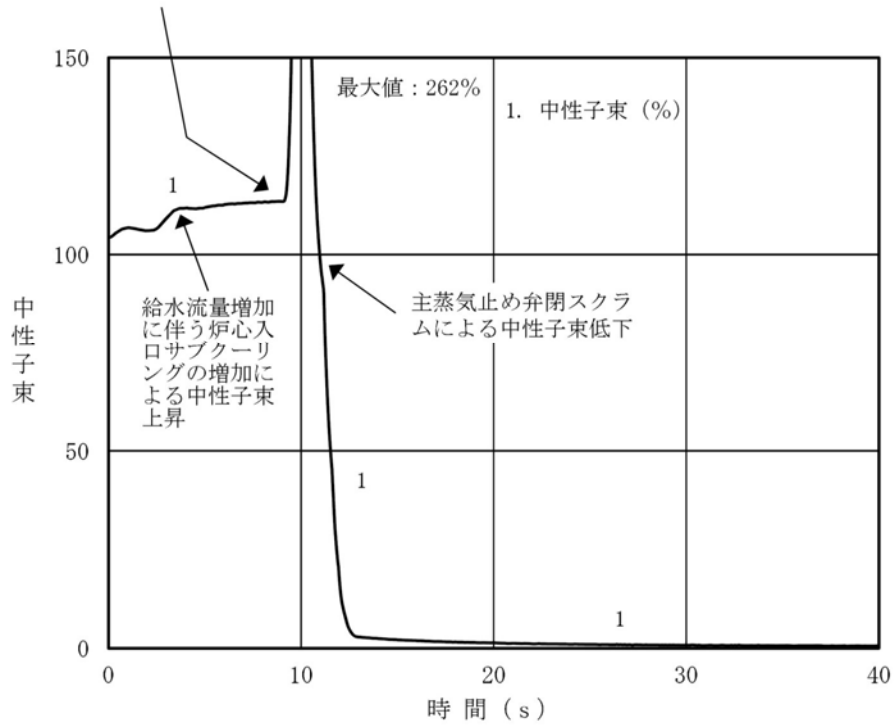
| 発生事象 | 時刻 (秒) |
|-------------------|--------|
| 給水制御系故障発生 | 0 |
| 原子炉スクラム (主蒸気止め弁閉) | 8.9 |
| 安全弁開開始 | 10.7 |

第 15 表 解析結果まとめ表

| 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 (中性子束高スク ラム) | 中性子束 (%) | 443 (—) |
| | 原子炉冷却材圧力バウンダリ 圧力 (MPa [gage]) | 8.45 (10.34) |
| | 燃料被覆管温度 (°C) | 約 662 (1200) |

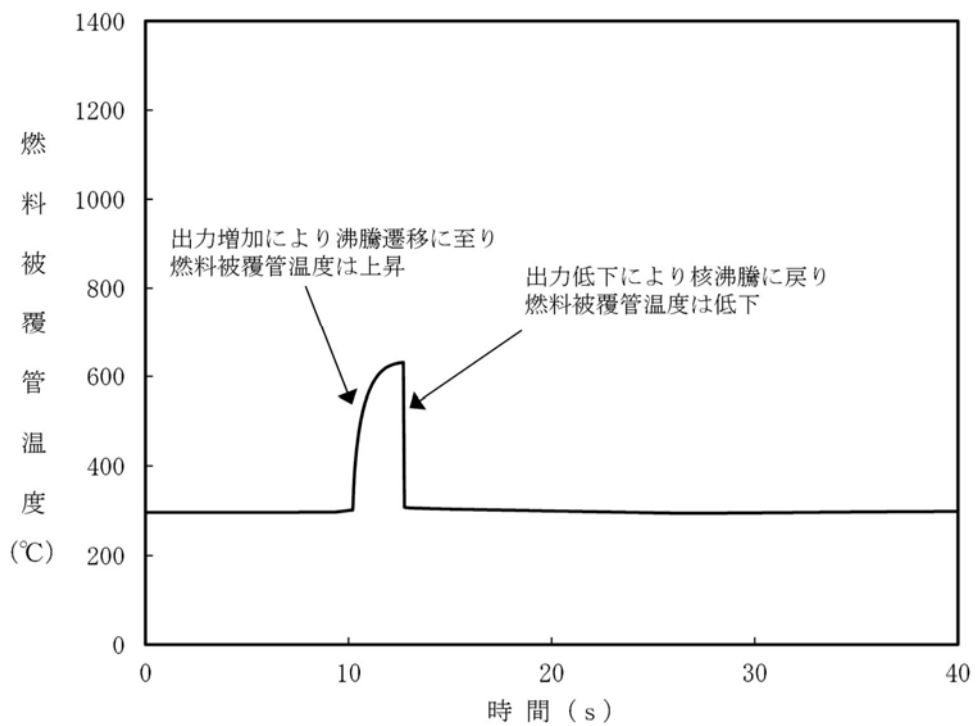
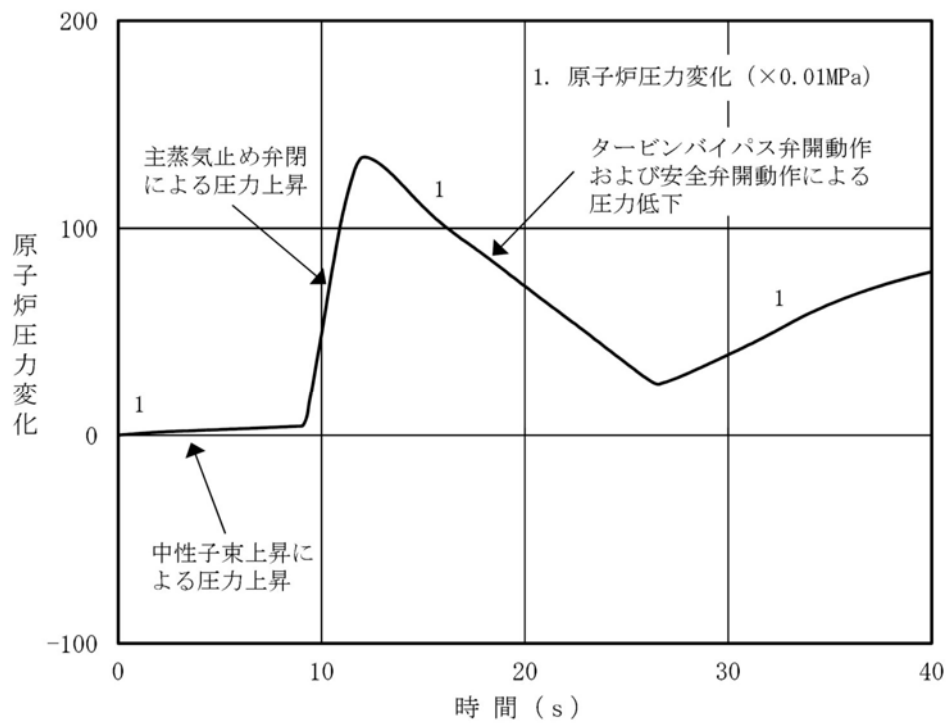
| 発生事象 | 時刻 (秒) |
|----------------------|--------|
| 給水制御系故障 + 給水加熱喪失発生 | 0 |
| 原子炉水位 L8 (給水ポンプトリップ) | 9.0 |
| 原子炉スクラム (中性子束高) | 9.4 |
| 逃がし弁開開始 | 9.9 |

主蒸気止め弁閉に伴う圧力上昇
による中性子束上昇



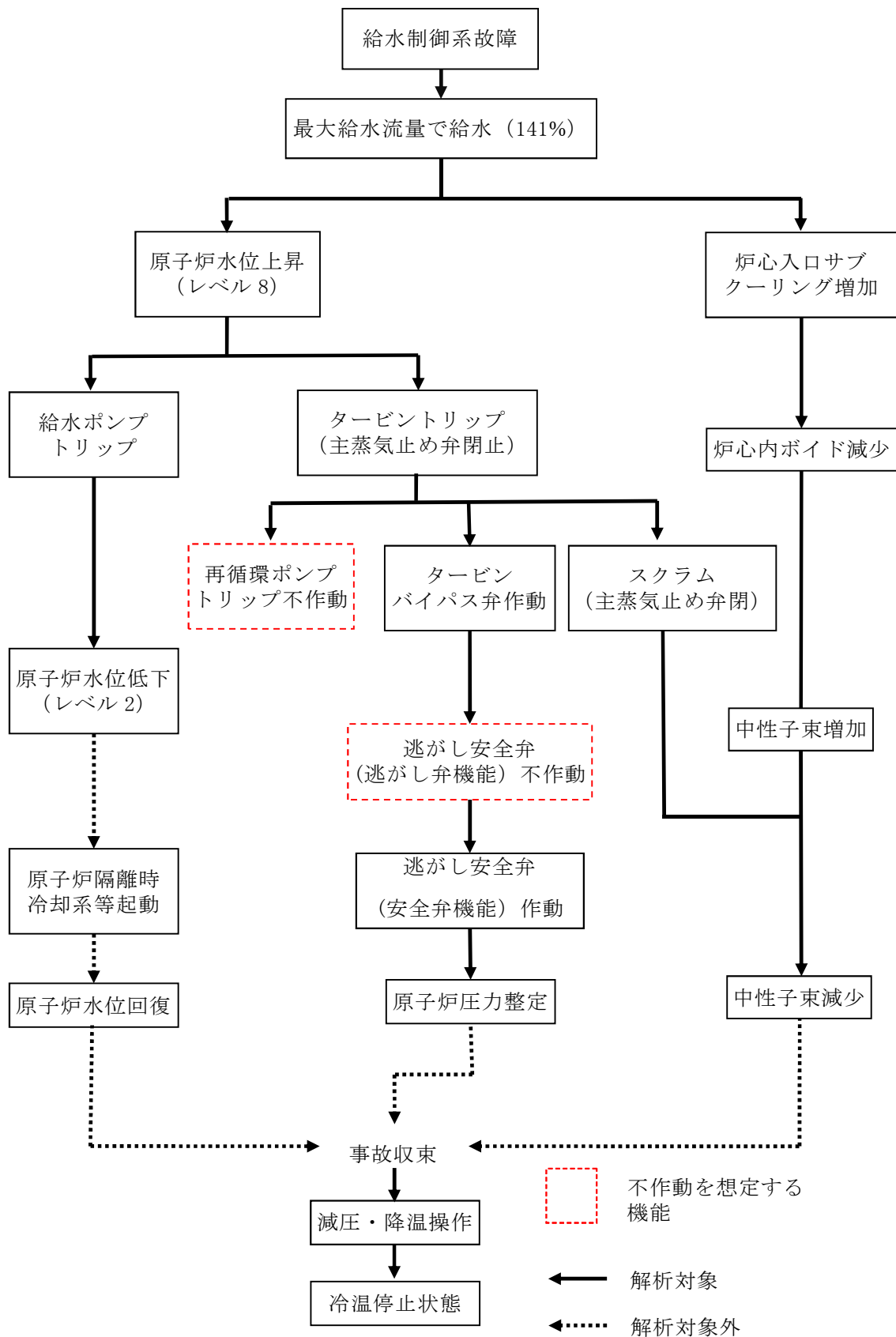
第3図 給水制御系の故障解析結果 (原子炉建屋起因)

(1/2)

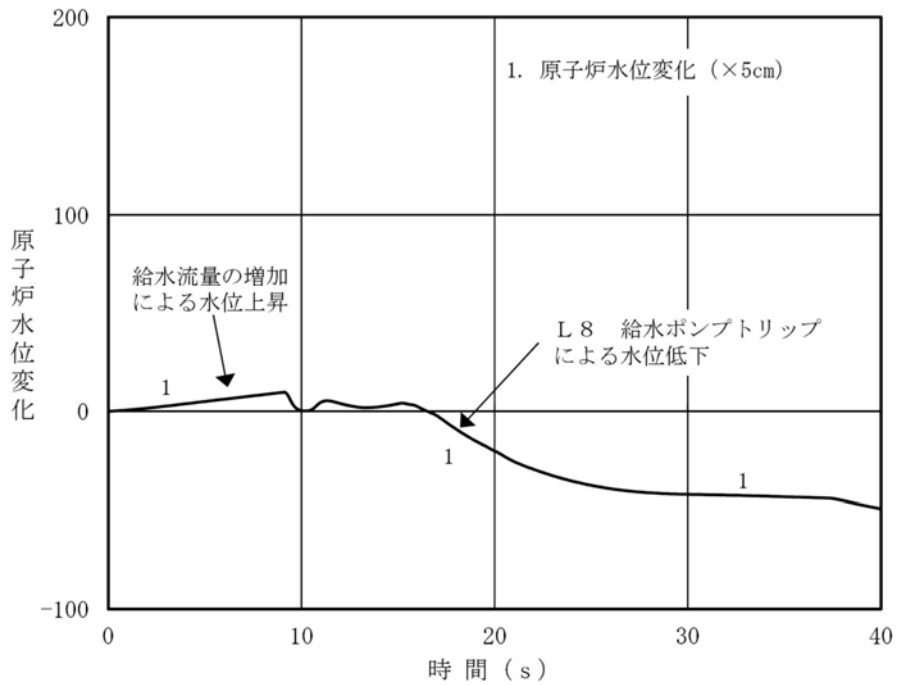
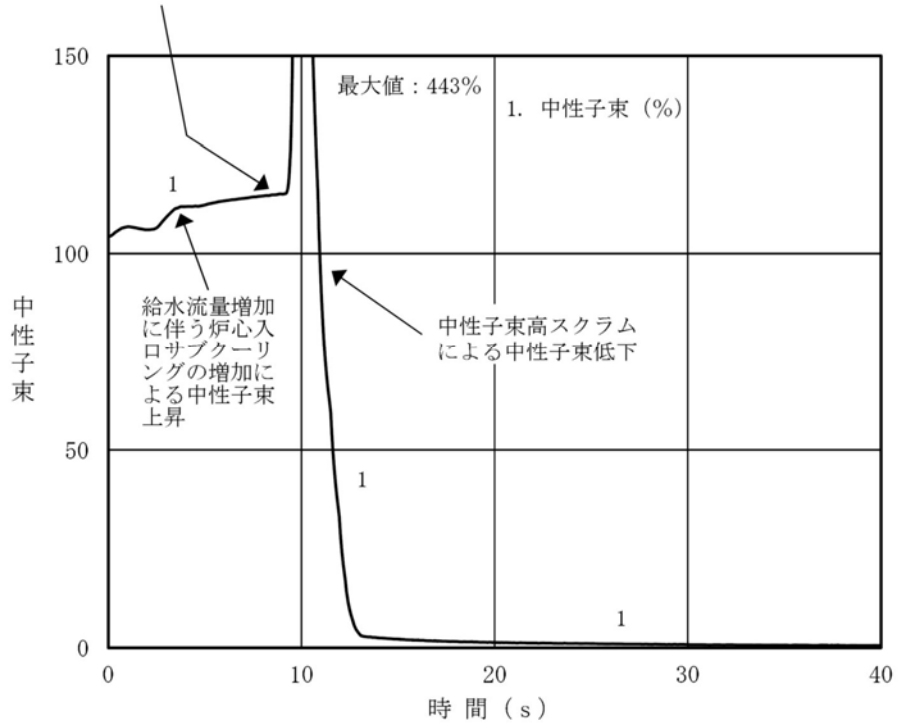


第3図 給水制御系の故障解析結果 (原子炉建屋起因)

(2/2)

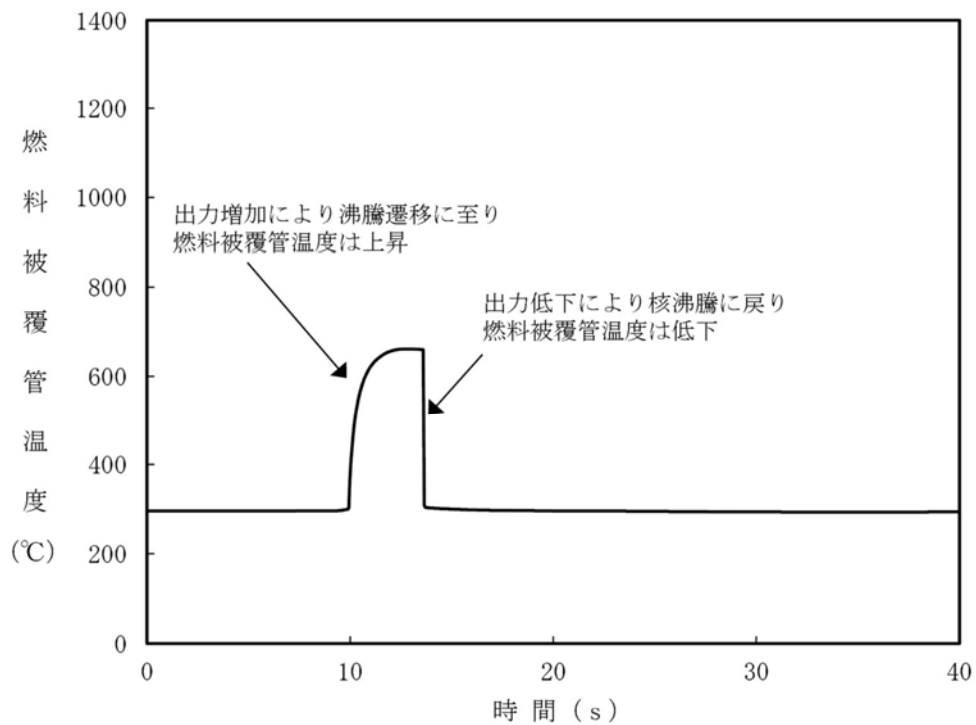
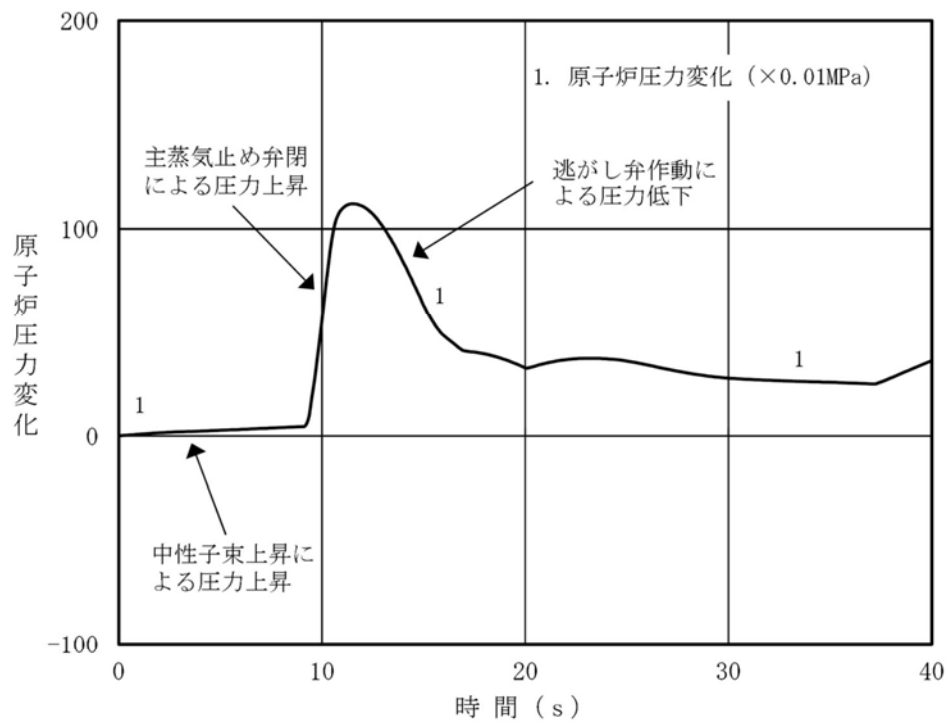


主蒸気止め弁閉に伴う圧力上昇
による中性子束上昇



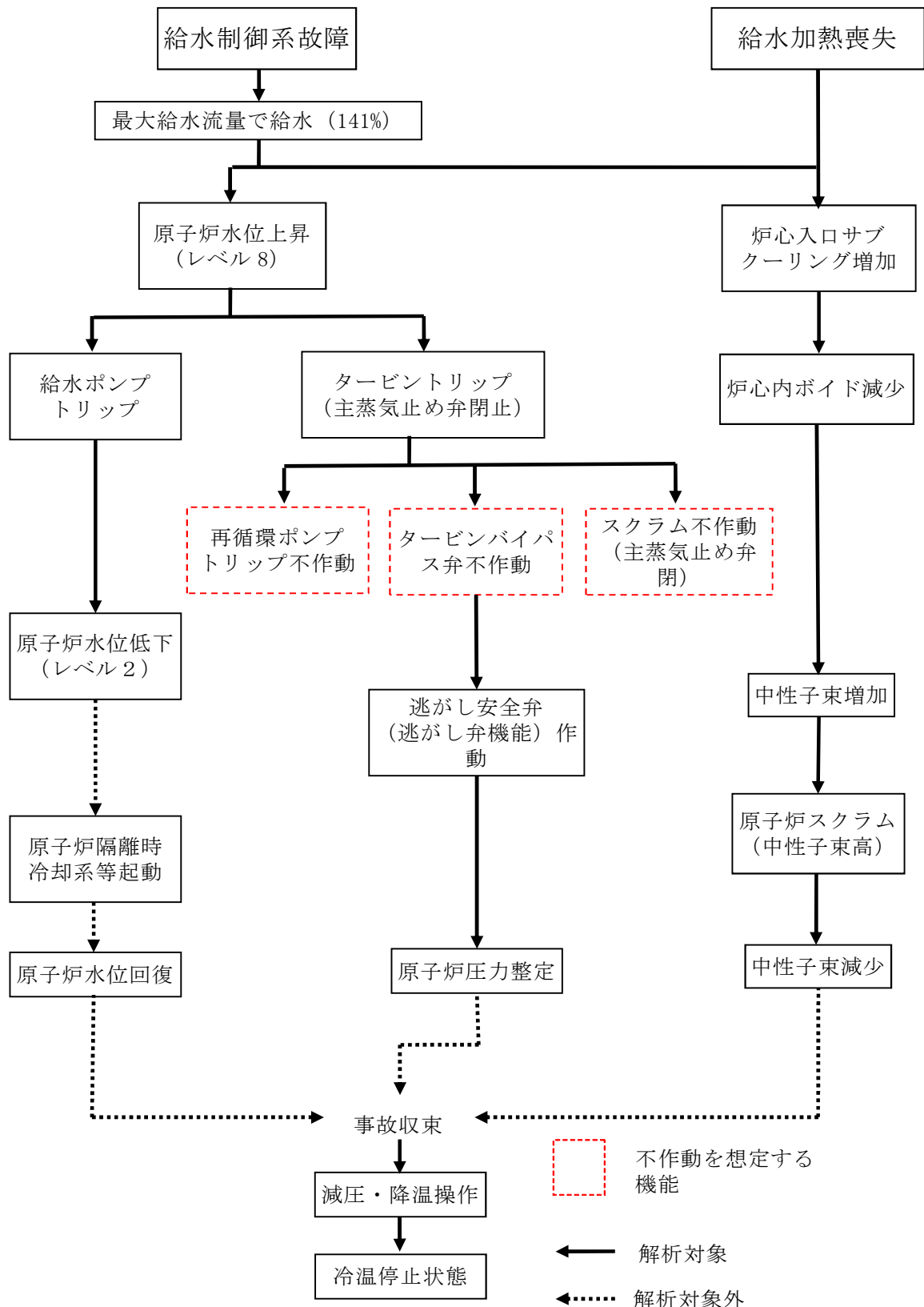
第5図 給水制御系の故障+給水加熱喪失解析結果 (タービン建屋起因)

(1/2)



第5図 給水制御系の故障+給水加熱喪失解析結果 (タービン建屋起因)

(2/2)



第6図 給水制御系の故障+給水加熱喪失事象進展フロー
(タービン建屋起因)

東海第二発電所

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。

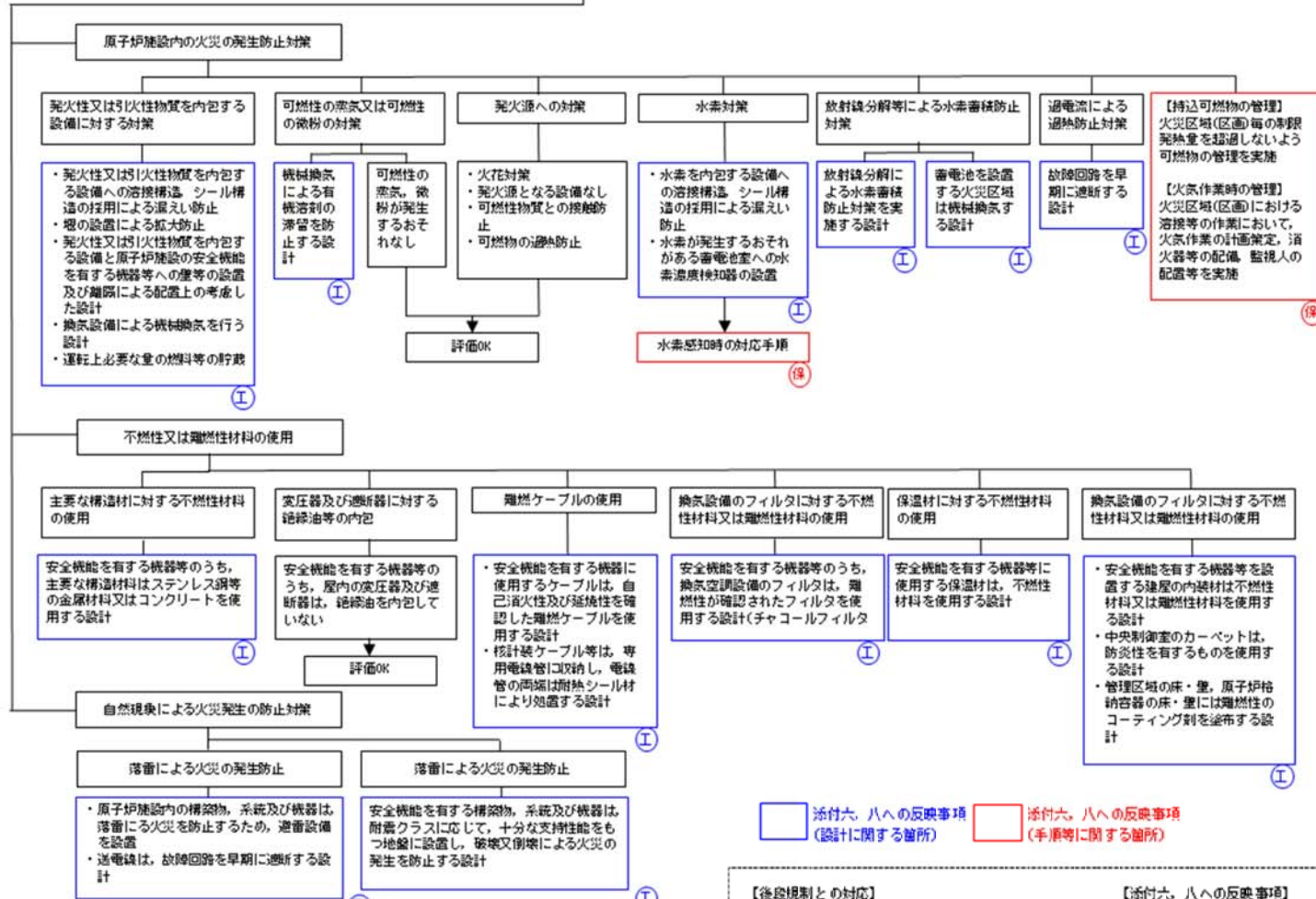
「実用発電用原子炉及びその附属施設の火災防護に係る審査基準」(原規発第1306195号(平成25年6月19日原子力規制委員会決定))に適合するものであること。



第8条 火災による損傷の防止(2/6)

(1/6へ)より

火災発生防止



添付六、八への反映事項 (設計に関する箇所) 添付六、八への反映事項 (手順等に関する箇所)

【後発規制との対応】
 (I) : 工認(基本設計方針、添付書類)
 (保) : 保安規定(運用、手順に係る事項、下位文書含む)
 (移) : 核防規定(下位文書含む)

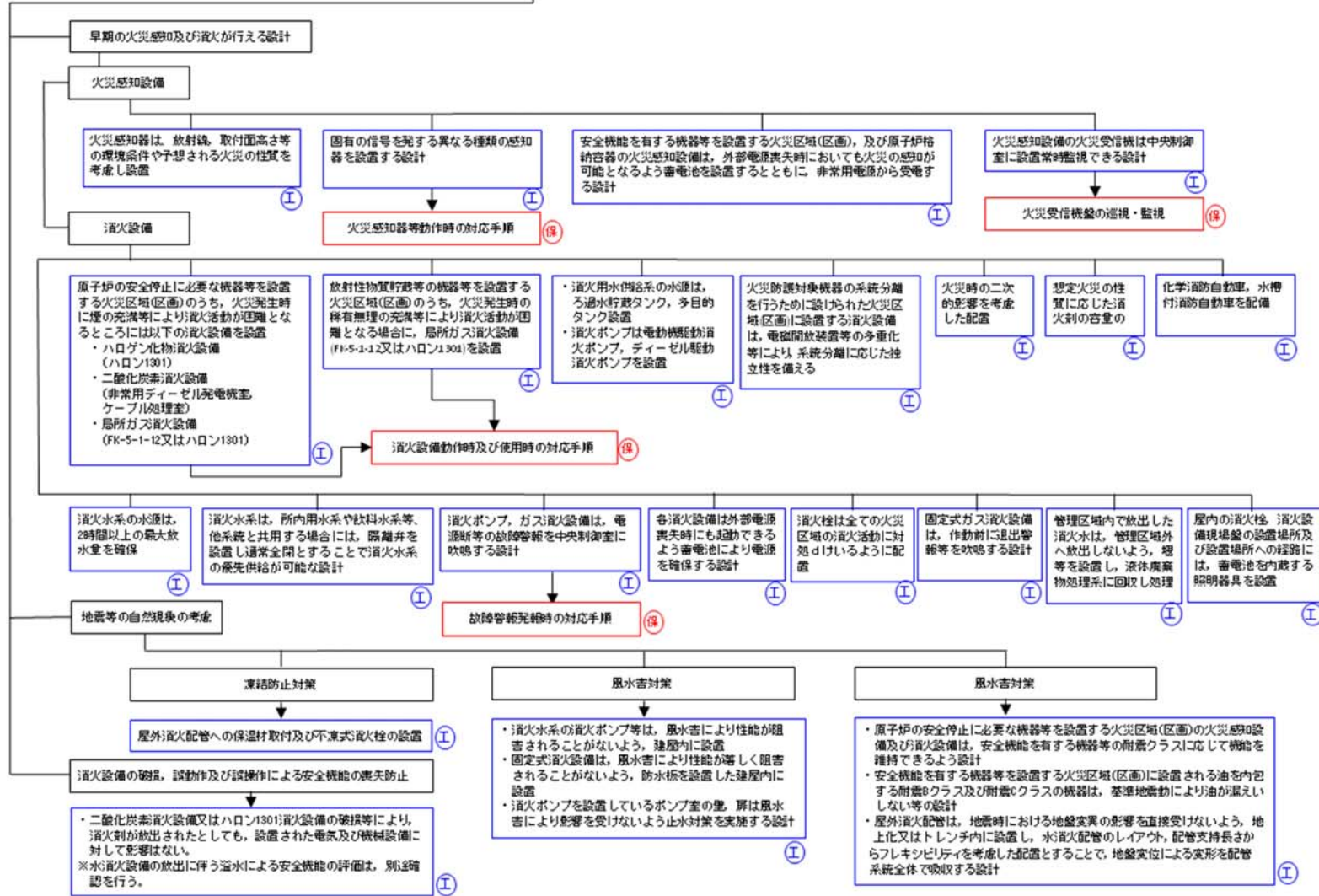
【添付六、八への反映事項】
 □ : 添付六、八に反映
 □ (点線) : 当該条文に該当しない(他条文での反映事項他)

8 条-別添 2-2

第8条 火災による損傷の防止(3/6)

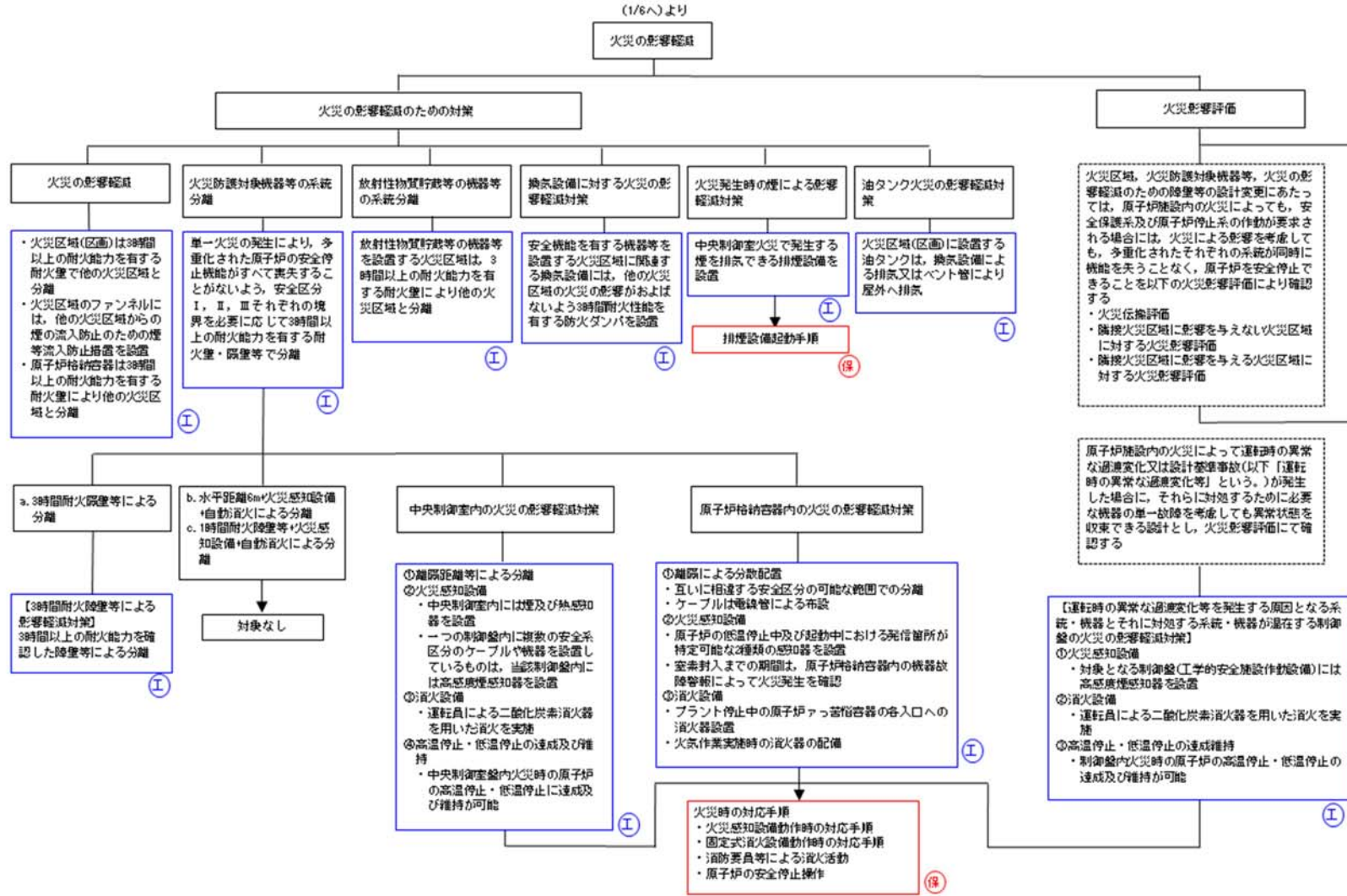
イロハニホフ

火災の感知、消火



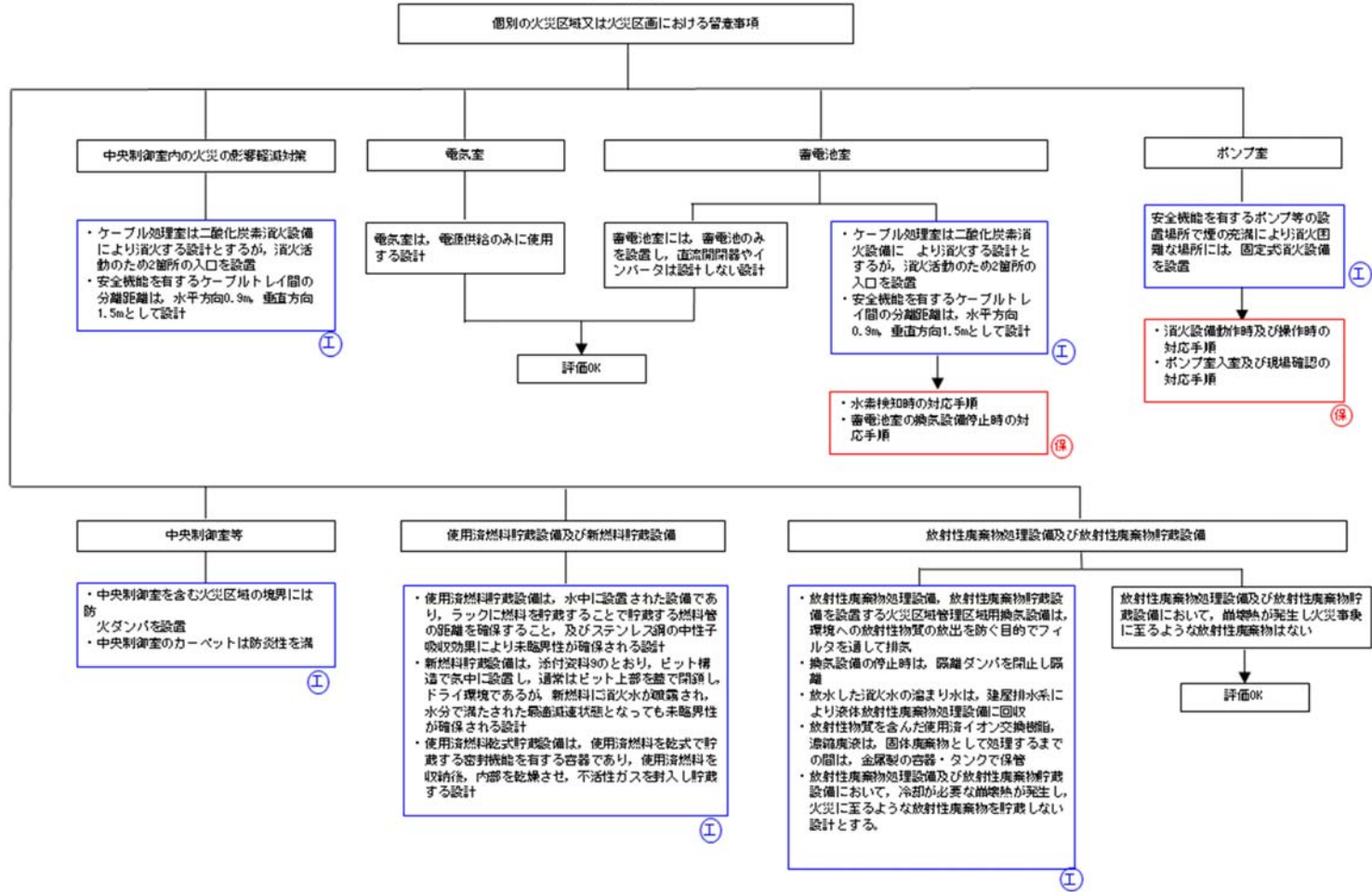
8条-別添2-3

第8条 火災による損傷の防止(4/6)

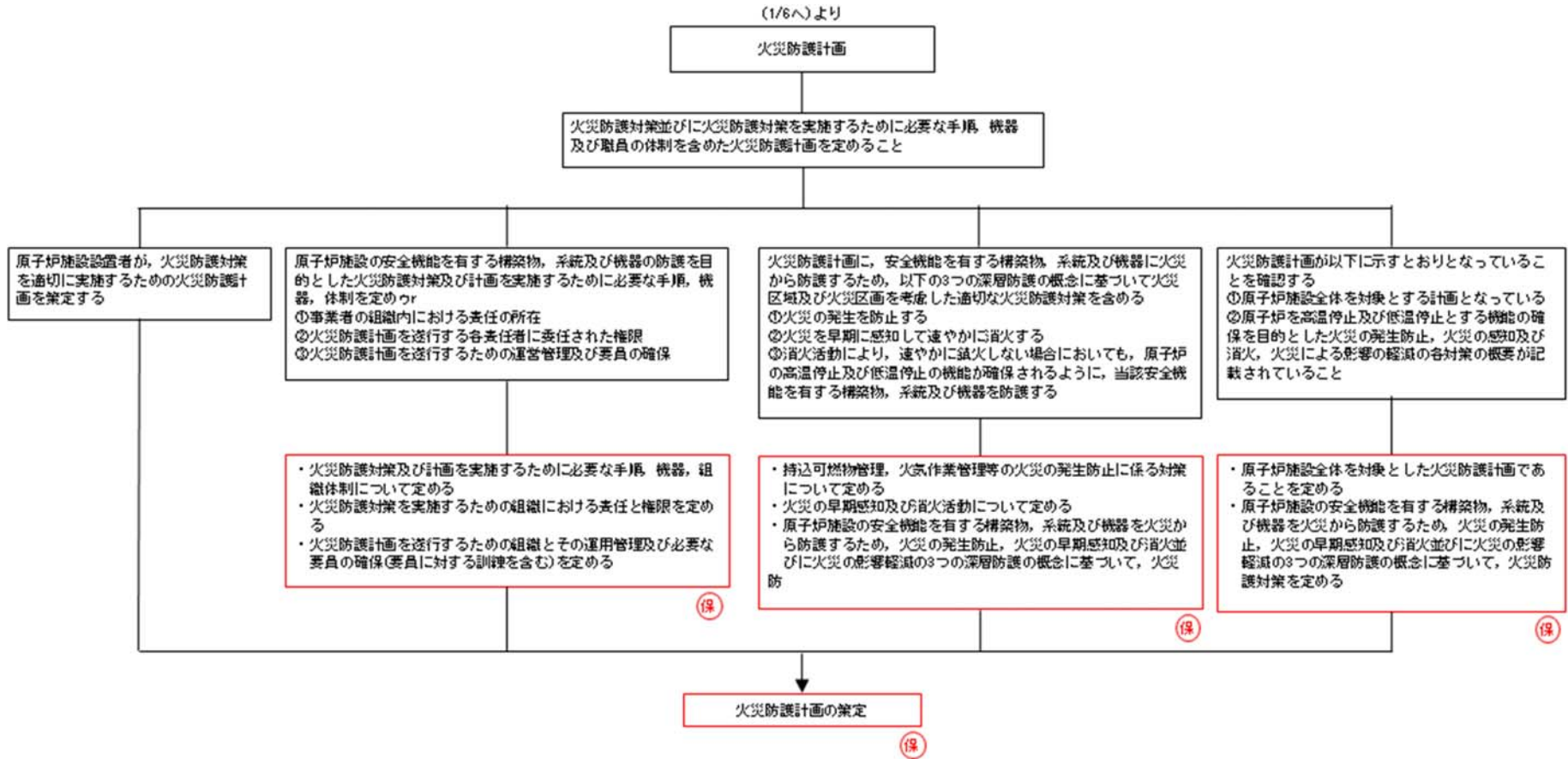


第8条 火災による損傷の防止(5/6)

(1/6へ)より



第8条 火災による損傷の防止(6/6)



第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 ^ρ |
|------------|--|-------|---|
| 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 | ・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 | ・(運転員の当直体制) |
| | | 保守・点検 | — |
| | | 教育・訓練 | ・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 | ・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 | ・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 | ・火災受信機盤の巡視・監視(手順整備含む) |
| | | 体制 | ・(運転員の当直体制) |
| | | 保守・点検 | — |
| | | 教育・訓練 | ・運転員による運転操作等の訓練 |
| | ○故障警報発報時の対応手順 | 運用・手順 | ・故障警報発報時の対応手順(手順整備含む) |
| | | 体制 | ・(運転員の当直体制) |
| | | 保守・点検 | — |
| | | 教育・訓練 | ・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 | ・火災感知器作動時の対応手順(手順整備含む) |
| | | 体制 | ・(運転員の当直体制) |
| | | 保守・点検 | — |
| | | 教育・訓練 | ・運転員による運転操作等の訓練 |
| | ○消火設備作動時及び使用時の対応手順 | 運用・手順 | ・消火設備作動時及び使用時の対応手順(手順整備含む) |
| | | 体制 | ・(運転員の当直体制) |
| | | 保守・点検 | — |
| | | 教育・訓練 | ・火災防護に関する教育 |
| | 【原子炉格納容器内火災の影響軽減対策】 ○可能な限りの離隔による分散配置 ○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 | ・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 | ・(運転員の当直体制) ・(消防要員等による体制) |
| | | 保守・点検 | ・設備の点検 ・設備の故障時の補修 |
| | | 教育・訓練 | ・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 | <p>【中央制御室内の火災の影響軽減対策】</p> <p>○離隔距離等による分離</p> <p>○運転員による二酸化炭素消火器を用いた消火を実施</p> <p>○中央制御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</p> | 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訓練 ・消防要員等による総合的な訓練 |
| | ○排煙設備の起動手順 | 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) ・(消防要員等による体制) |
| | | 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 | 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) ・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) |
| | | 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) ・(自衛消防組織) |
| | | 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 | ●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 ○管理権限者の役割として、必要な要員を確保し、配置することを定める。 | 運用・手順 | ・対象項目のとおり(手順整備含む) |
| | | 体制 | — |
| | | 保守・点検 | — |
| | | 教育・訓練 | ・火災防護に関する教育 |
| | ○持込み可燃物管理、火気作業管理等の火災の発生防止に係る対策について定める ○火災の早期感知及び消火活動について定める ○原子炉施設の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ため、火災の発生防止、火災の早期感知及び消火並びに火災の影響軽減の 3 つの深層防護の概念に基づいて、火災防護対策を定める | 運用・手順 | ・対象項目のとおり(手順整備含む) |
| | | 体制 | — |
| | | 保守・点検 | — |
| | | 教育・訓練 | ・火災防護に関する教育 |
| | ○原子炉施設全体を対象とした火災防護計画であることを定める ○原子炉施設の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ため、火災の発生防止、火災の早期感知及び消火並びに火災の影響軽減の 3 つの深層防護の概念に基づいて、火災防護対策を定める | 運用・手順 | ・対象項目のとおり(手順整備含む) |
| | | 体制 | — |
| | | 保守・点検 | — |
| | | 教育・訓練 | ・火災防護に関する教育 |

東海第二発電所

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「火災防護に係る審査基準」という。）では、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、原子炉施設内で火災が発生しても、原子炉の安全停止に関わ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、東海第二発電所に対して「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』、『火災伝搬評価』というステップで実施する」ということが示されている。(第1図参照)

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。

(1) 火災区域(区画)の設定

原子炉の安全停止に必要な機器等(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(区画)の設定にあたっては、原子炉の安全停止に必要な機器等の設置箇所、建屋の間取り、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(区画)内の可燃物の選定

a. 可燃物量調査範囲について

可燃物量の調査範囲は、火災影響評価の信頼性向上を図るために建屋内の全ての場所について網羅的に把握する観点から、以下のとおりとした。

- ・ 原子炉建屋全域
- ・ タービン建屋全域
- ・ 廃棄物処理建屋全域
- ・ 取水口廻り

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(区画)内の可燃物調査

火災区域(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、火災影響評価を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(区画)の面積については、設計図書から算出した。

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、新規性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(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(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(区画)にケーブルトレイ、電源盤、油内包機器について、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 NEPA 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NEPA(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を確認し、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

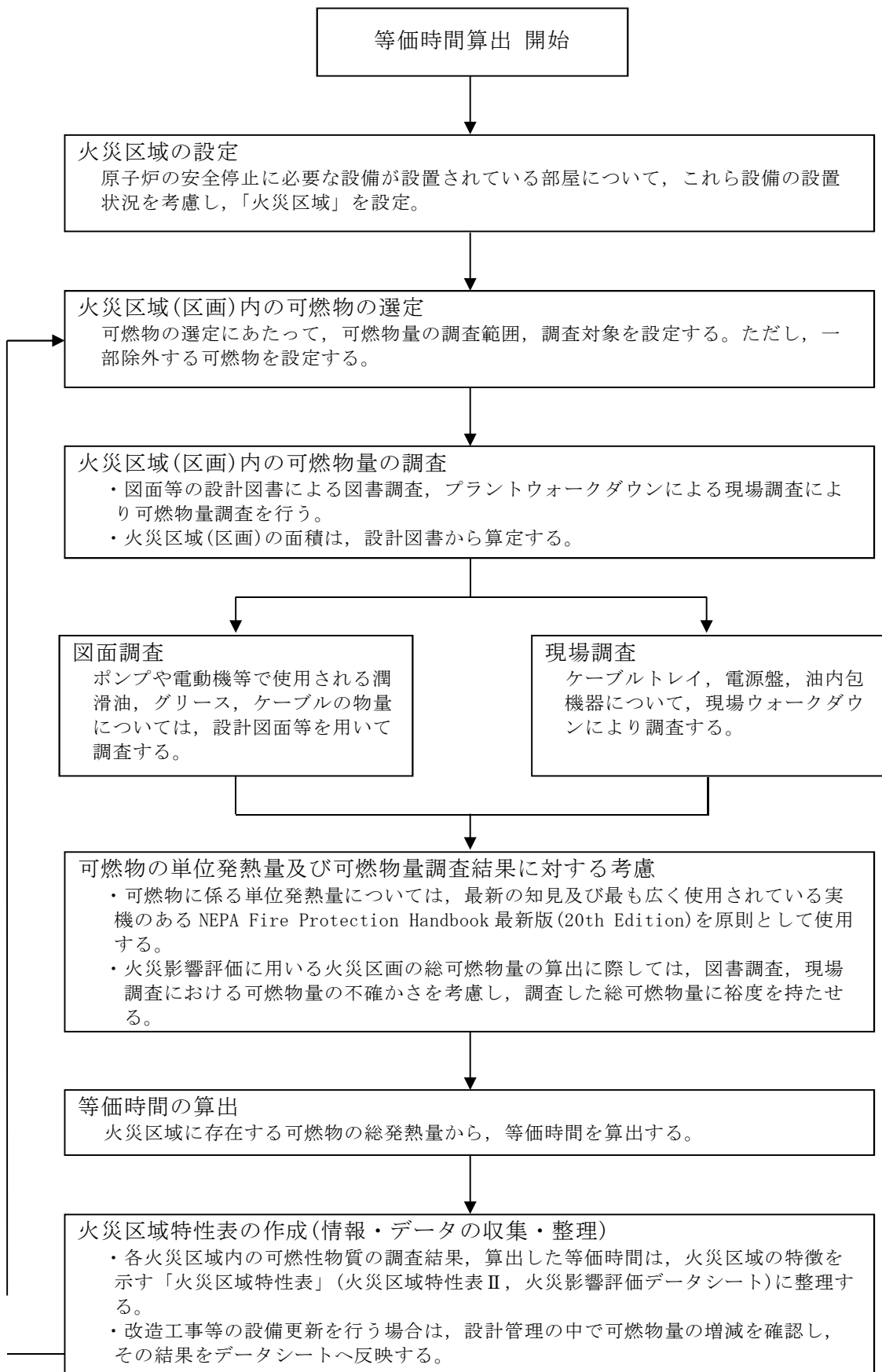
火災荷重・等価時間の管理については、「火災区域特性表」を用いて内部火災影響評価の一環として実施する。等価時間の算出手順を含めた内部火災影響評価の手順及び実施頻度については、火災防護計画で定める。

また、改造工事等の設備更新を行う場合は、設備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火災防護計画に定める。

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含む)の管理を含む。

具体的には、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

東海第二発電所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 | | | | | | 1/1 |
|-------------|------|----|-------|--------|-----|-----|
| プラント | NT-2 | 建群 | 原子炉建群 | 火災区域番号 | R-1 | |
| | | | | | | |

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 | N7-2 | 火災区域番号 | R-1 |
| | | | |

火災区域特性表Ⅲ

| 火災区域に隣接する火災区域(部置)と伝播経路 | | | 1/1 |
|------------------------|------|--------|-----|
| プラント | NT-2 | 火災区域番号 | R-1 |
| | | | |

火災区域特性表IV

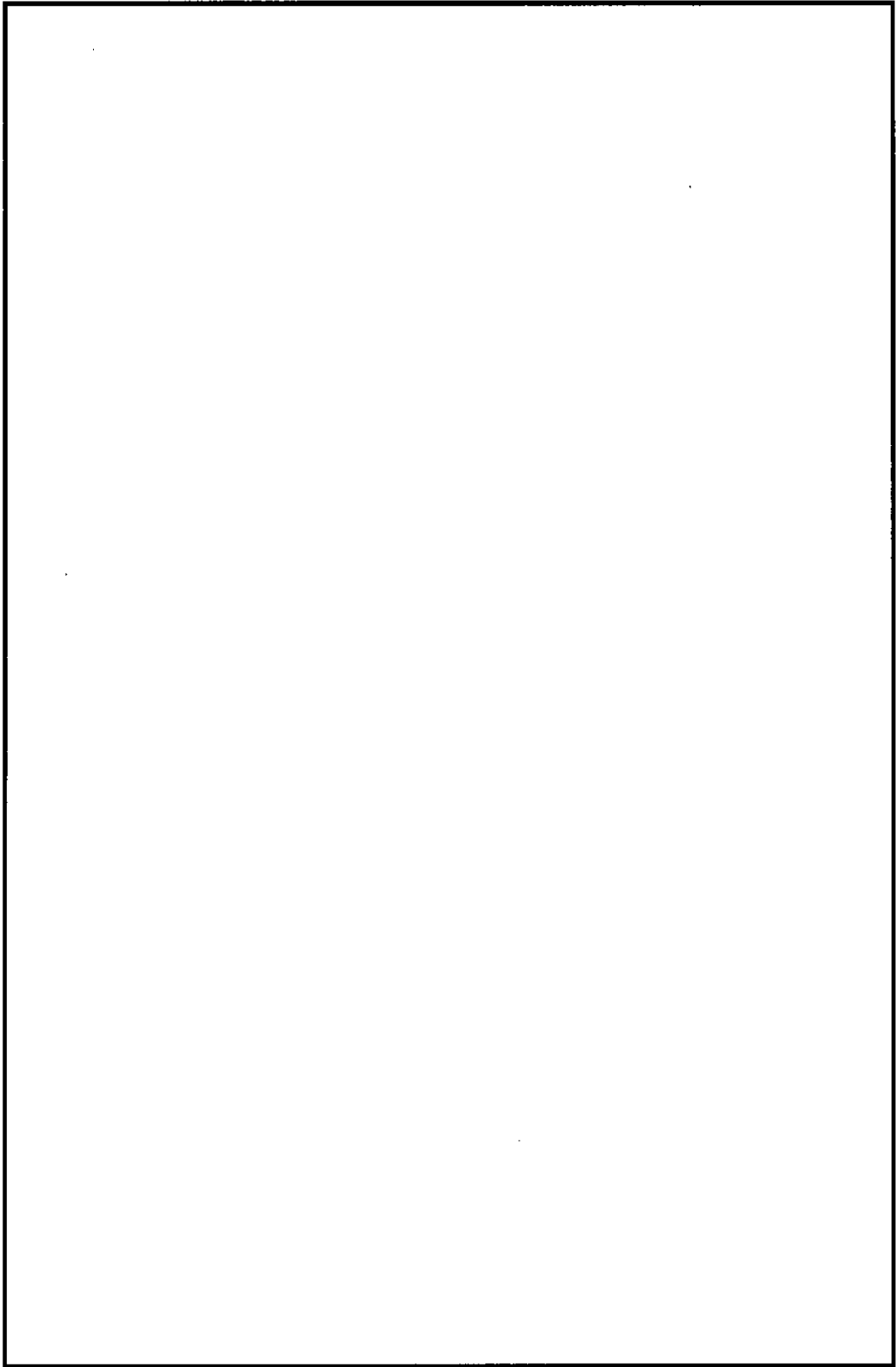
| 火災により影響を受ける設備 | | | 1/1 |
|---------------|------|--------|-----|
| プラント | NT-2 | 火災区域番号 | R-1 |
| | | | |

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 | NT-2 | 火災区域番号 | R-1 |
| | | | |

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 | NT-2 | 火災区域番号 | R-1 |
| | | | |



8 条-別添 3-添付 1-8