

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等
 - 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隔壁等
 6. 中央制御室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隔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隔壁等で分離されており、かつ、火災感知設備及び自動消火設備が当該火災区画に設置されていること。

3. 火災防護対象機器等の選定

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と安全区分Ⅱ、Ⅲの境界を火災防護に係る審査基準2.3.1(1)、(2)a,c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と安全区分Ⅱ，Ⅲの境界を火災防護に係る審査基準 2.3.1(1)，(2)a, c で分離し，単一火災によっても安全区分Ⅰ，安全区分Ⅱが同時に機能喪失することを回避し，高温停止，冷温停止を達成

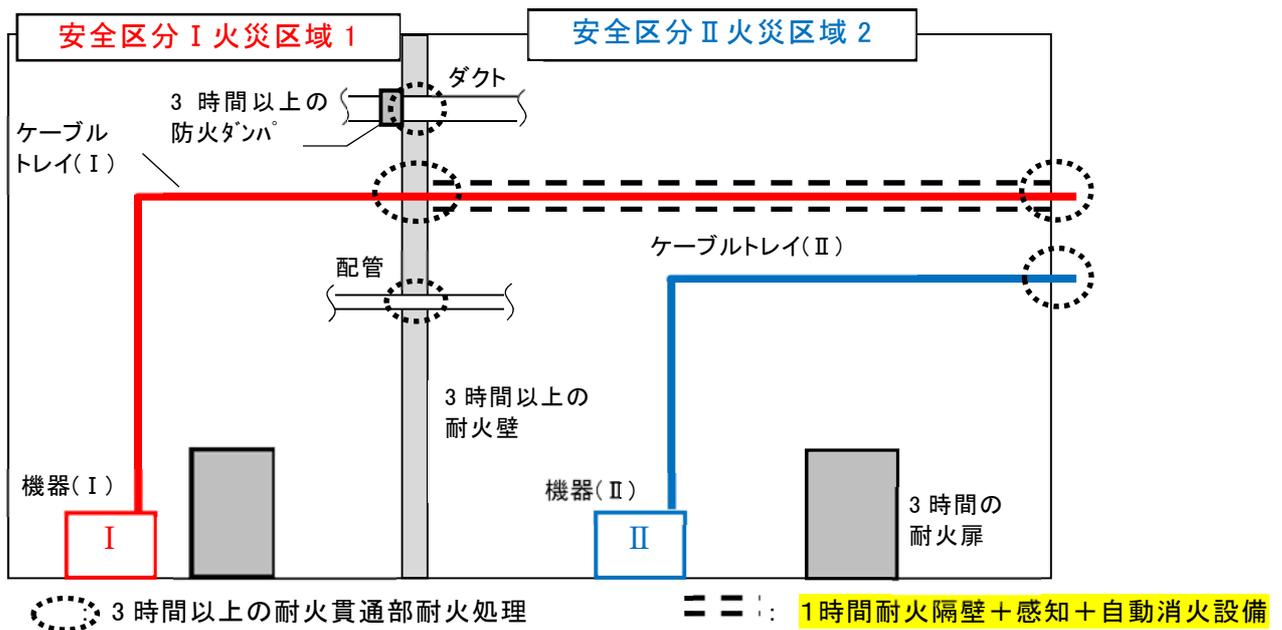
第7-1図 互いに相違する系列の系統分離の概要

5. 火災の影響軽減対策

火災防護に係る審査基準の「2.3 火災の影響軽減」(1)及び(2)a, c では，「原子炉の高温停止及び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，1時間の耐火能力を有する隔壁等で分離し，かつ，火災感知設備及び自動消火設備の設置が要求されている。

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中央制御室制御盤及び格納容器を除き，「3時間以上の耐火壁又は隔壁等」及び「1時間の耐火能力を有する隔壁等で分離し，かつ，火災感知設備及び自動消火設備の設置」によって分離する設計とする。(第7-2図，添付資料1)

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



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等

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

耐火壁のうち、コンクリート壁は、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・隔壁等については、火災耐久試験に
より3時間以上の耐火性能を確認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(地下)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。

○原子炉建屋付属棟屋上区域

○海水ポンプ区域

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隔壁等

互いに相違する系列の火災防護対象機器，火災防護対象ケーブルは，火災耐久試験により 3 時間以上の耐火能力を確認した隔壁，1 時間の耐火能力を有する隔壁等で分離し，かつ，火災感知設備及び自動消火設備の設置することで系統分離する。（隔壁等の火災耐久試験の結果については，添付資料 2 参照）

また，火災防護に係る審査基準の「2.3 火災の影響軽減」(2)の要件の適用が困難な中央制御盤については，実証試験，運転員による確実な早期消火等の対応策を総合的に勘案した火災の影響軽減対策を行う設計とする。

なお，中央制御盤と同様に火災防護に係る審査基準の「2.3 火災の影響軽減」(2)の要件の適用が困難な格納容器内の火災の影響軽減対策については，資料 8 に示す。

6. 中央制御室の火災の影響軽減対策

6.1 中央制御盤内の分離対策

中央制御盤内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目的として近接して設置することから，互いに相違する系列の水平距離を 6m 以上確保することや互いに相違する系列を 1 時間の耐火能力を有する隔壁等で分離することが困難である。

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。

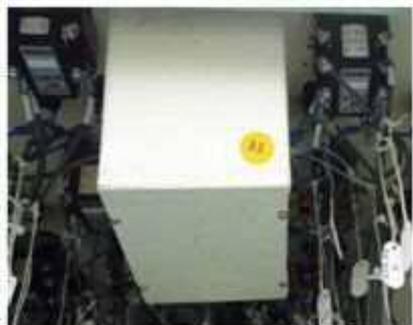
a. 離隔距離による分離

中央制御盤内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，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

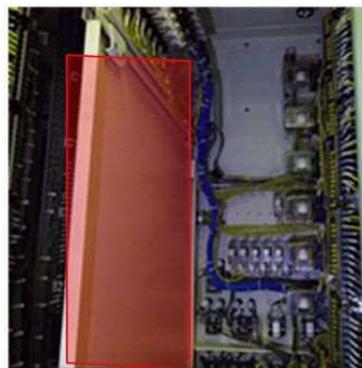
- (a) 中央制御盤は厚さ 3.2mm 以上の金属製筐体で覆う設計とする。
- (b) 安全系異区分が混在する制御盤内では，区分間に厚さ 3.2mm 以上の金属製バリアを設置するとともに盤内配線ダクトの離隔距離を 3cm 以上確保する設計とする。
- (c) 安全系異区分が混在する制御盤内にある操作スイッチは，厚さ 1.6mm 以上の金属製筐体で覆う設計とする。
- (d) 安全系異区分が混在する制御盤内にある配線は，金属製バリアにより覆う設計とする。
- (e) 当該ケーブルに火災が発生しても延焼せず，また，周囲への火災の影響を与えない金属外装ケーブル，耐熱ビニル電線，難燃仕様テフゼル（ETFE）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

厚さ 3.2mm の金属バリアと 3cm 以上の
離隔距離の例



金属バリア：厚さ 3.2mm 以上
(約 4mm)
離隔距離：3cm 以上
(約 3cm 以上)

()：実機計測値

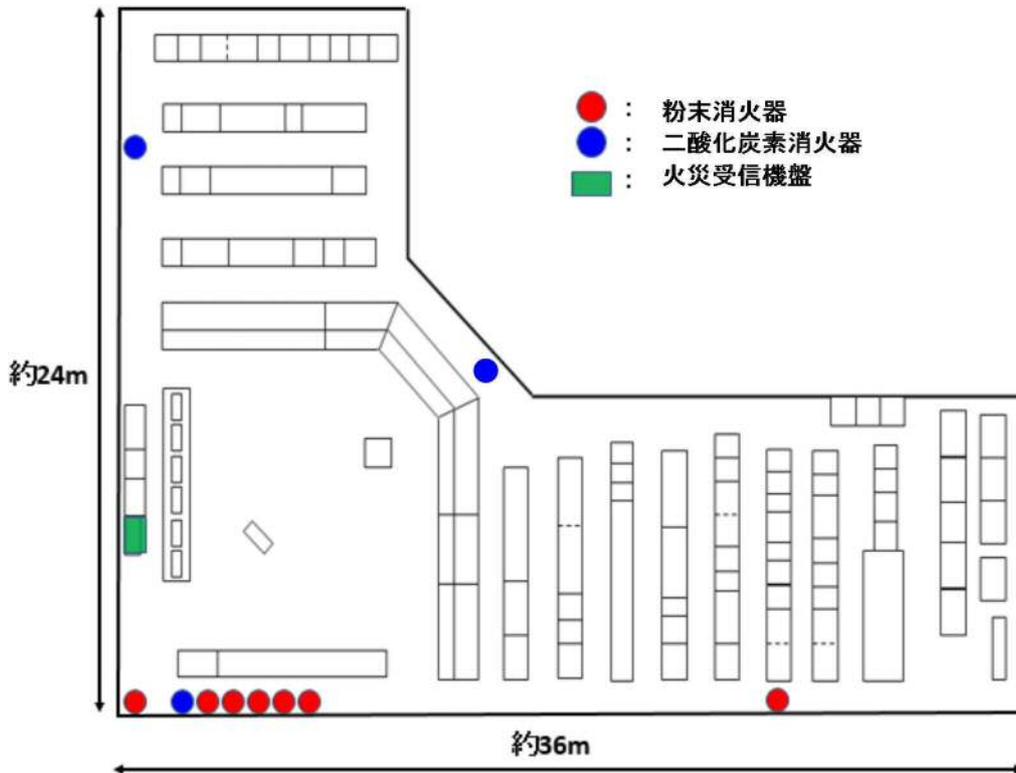
第 7-3 図 中央制御盤内のバリア状況

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盤には、制御盤内の火災の早期感知のため、高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

中央制御室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 7-4 図に示す。また、運転員による制御盤内の火災に対する二酸化炭素消火器による消火の概要を第 7-5 図に示す。さらに、火災の発生箇所の特定制が困難な場合も想定し、サーモグラフィカメラを配備し、火災の発生箇所を特定できる設計とする。

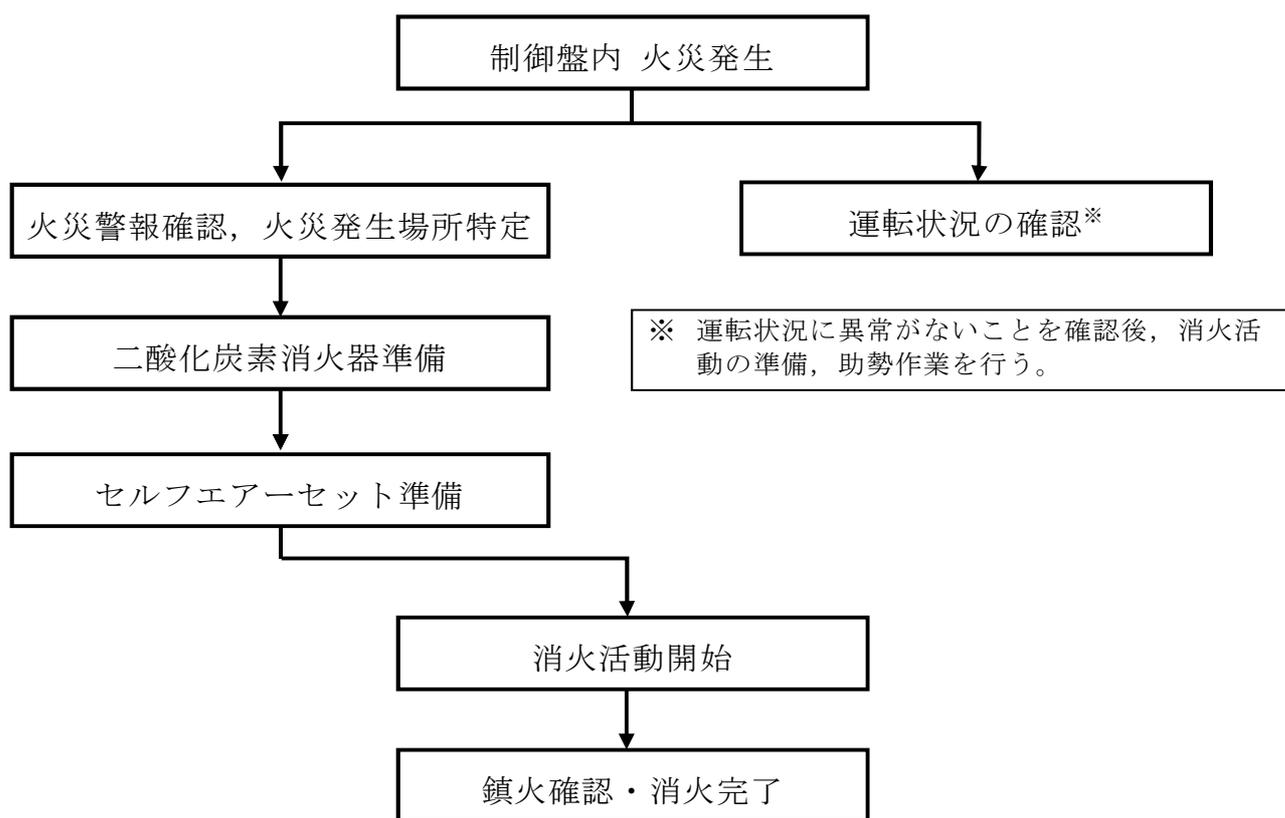


第 7-4 図 中央制御室について

火災が発生した場合、運転員は火災受信機盤により、火災が発生している区画を特定する。消火活動は 2 名で行い、1 名は直ちに至近の二酸化炭素消火器を準備する。

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、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。

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可能であるため速やかな消火活動が可能である。



第 7-5 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の消火手順を定める。

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. コンクリートピット等による分離

中央制御室床下コンクリートピット内には安全区分の異なるケーブルを敷設しない設計とし、1 時間の耐火能力を有するコンクリートピット構造（原子力発電所の火災防護指針 JEAG4607-2010 〔解説-4-5〕「耐火壁」

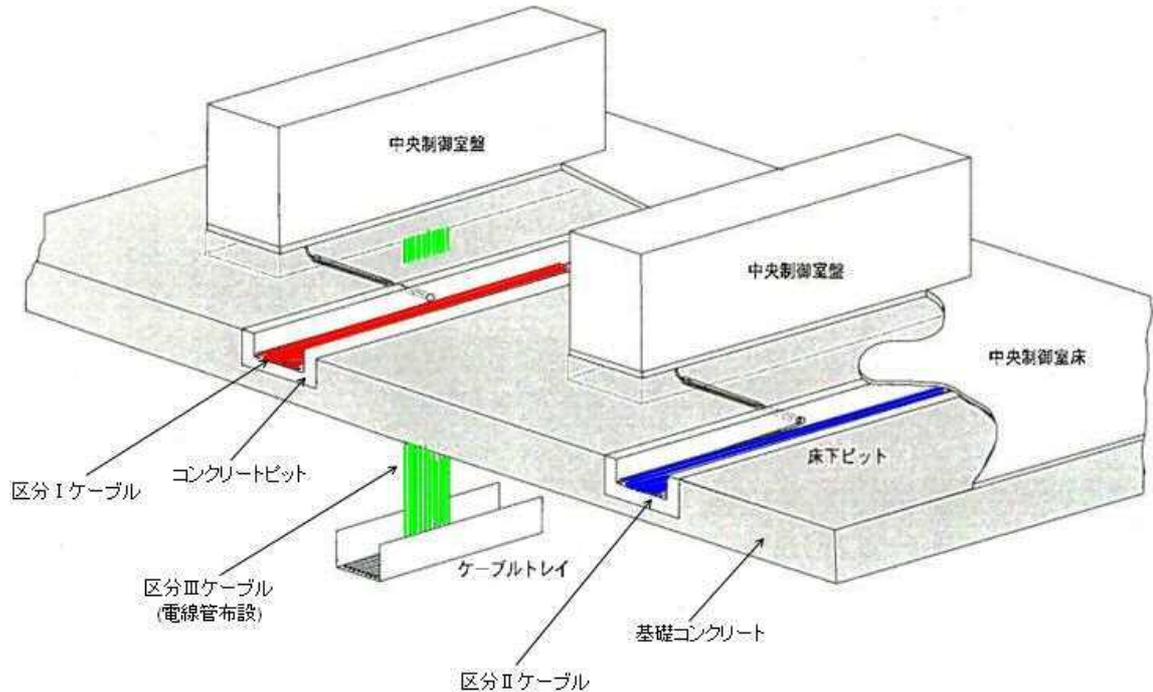
(2)仕様を引用)として分離する設計とする。(第7-6図)(添付資料4)

b. 火災感知設備

中央制御室床下コンクリートピット内には、固有の信号を発する異なる2種類の火災感知器として、煙感知器、熱感知器を組み合わせる設計とする。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、火災感知設備は、外部電源喪失時においても火災の感知が可能となるよう、非常用電源から受電するとともに、火災受信機盤は中央制御室に設置し、常時監視できる設計とする。火災受信機盤は、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ように中央制御室床下コンクリートピット内には、ハロゲン化物自動消火設備で消火を行う設計とするため、火災の規模が拡大する前に消火が可能であること、万一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可搬型の排煙設備により排煙が可能な設計とする。



第 7-6 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	中央制御室のみで 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
高压炉心注水系	原子炉隔離時冷却系	高压炉心スプレイ系
残留熱除去系	残留熱除去系 (A)	残留熱除去系 (B)
低压注水系	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	非常用高压母線 (2C)	非常用高压母線 (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 ドライウエル温度・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耐火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)の発生により，相互に分離された安全区分の全ての安全機能が喪失することのないよう，安全区分Ⅰと安全区分Ⅱ，Ⅲの境界を火災防護に係る審査基準 2.3.1(1)，(2)a, c で分離する。(第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と安全区分Ⅱ，Ⅲの境界を火災防護に係る審査基準 2.3.1(1)，(2)a, c で分離し，単一火災によっても安全区分Ⅰ，安全区分Ⅱが同時に機能喪失することを回避し，高温停止，冷温停止を達成

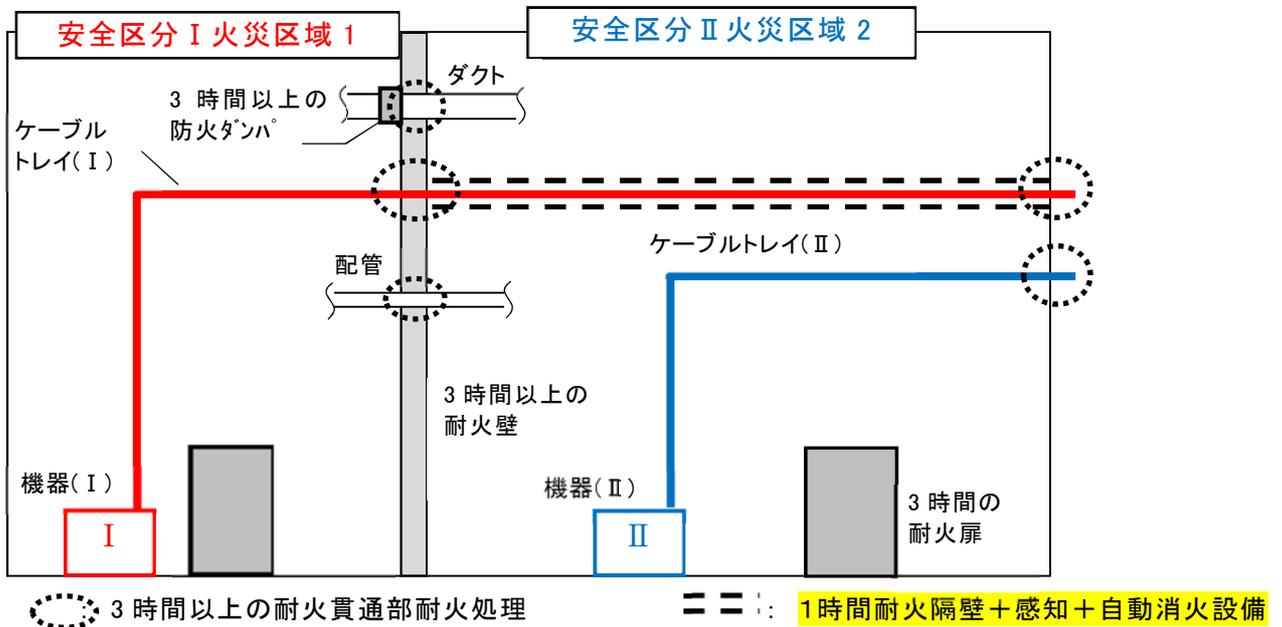
第1図 系統分離の概要

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敷設している場合、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、当該ケーブルが敷設されたケーブルトレイ等を1時間の耐火性能を有する耐火ラッピング材で囲い、かつ、火災感知設備及び自動消火設備を設置する。(第2図)



第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，1時間の耐火能力を有する間仕切り等で分離し，かつ，火災感知設備及び自動消火設備を設置することとする。(第1表)

ただし，火災により駆動源が喪失した場合でも状態は保持され，火災発生後に機能要求まで時間余裕があり，消火活動後に手動操作によって機能を復旧できる電動弁やフェイルセーフ設計等により機能に影響を及ぼさない機器については，分離対策を必要としない。

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（例）

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 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復旧できるため対策不要
RCIC TURBINE CONTROL BOX (LCP-105)	耐火間仕切り設置
中央制御室外原子炉停止装置	
ほう酸水注入ポンプ A, B	耐火障壁設置
MCR 給気処理装置 A, B 入口ダンパ	フェイルオープン設計であり，給気を可能とする側の設計であため対策不要

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
隔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隔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、国内外の既往の文献より確認した結果を以下に示す。

3. 建築基準法及び海外規格による壁厚

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)）

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

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}

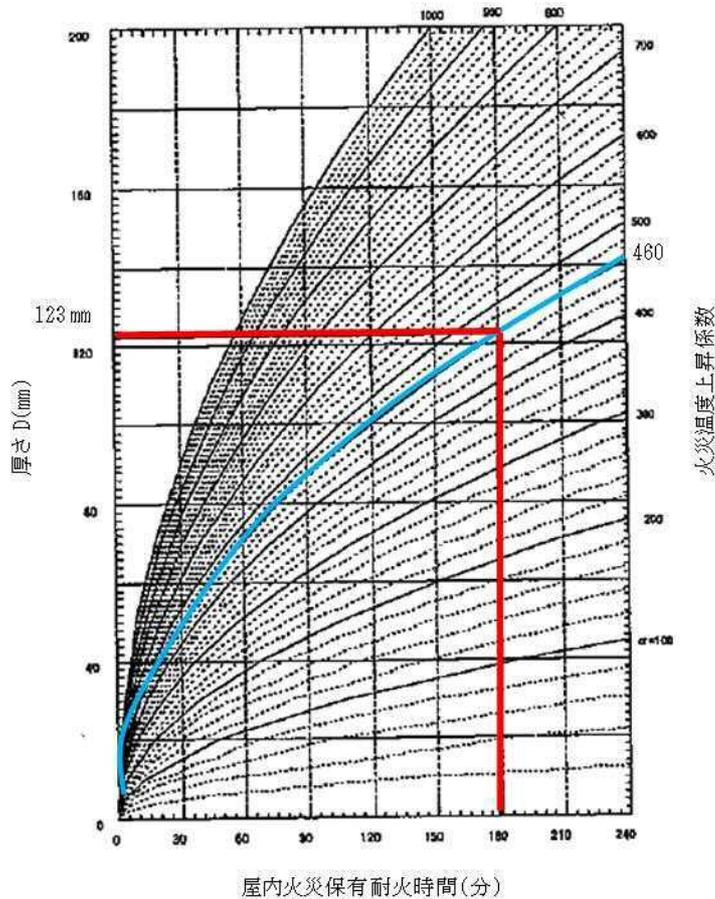
C_p : 遮熱特性係数

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)

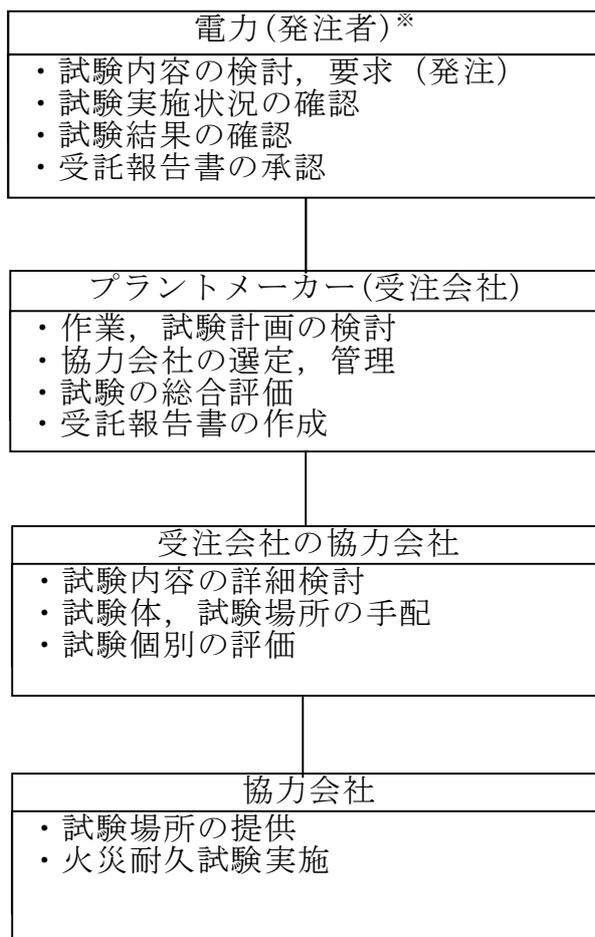
上記式より、屋内火災保有耐火時間が180分(3時間)の場合に必要なコンクリート壁の厚さは、123mmと算出できる。また、第1図のとおり、屋内火災保有耐火時間240分(4時間)までの算定図が示されている。

また、コンクリート壁の耐火性を示す海外規格として、米国 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150mmである。3時間耐火壁及び隔壁の厚さの考え方について別紙5に示す。

以上により、3時間耐火に必要なコンクリート壁の厚さを150mm以上とする。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、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. 火災耐久試験の試験体系

火災耐久試験は、以下の試験体系により実施し、隔壁等の設計の妥当性を確認した。



※ 電力間で火災耐久試験結果を有償開示契約により共有し適用する場合は上記同様の確認を実施

5. 耐火隔壁の耐火性能について

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隔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時間耐火隔壁に対し、耐火隔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時間耐火隔壁としての実現性を評価する。

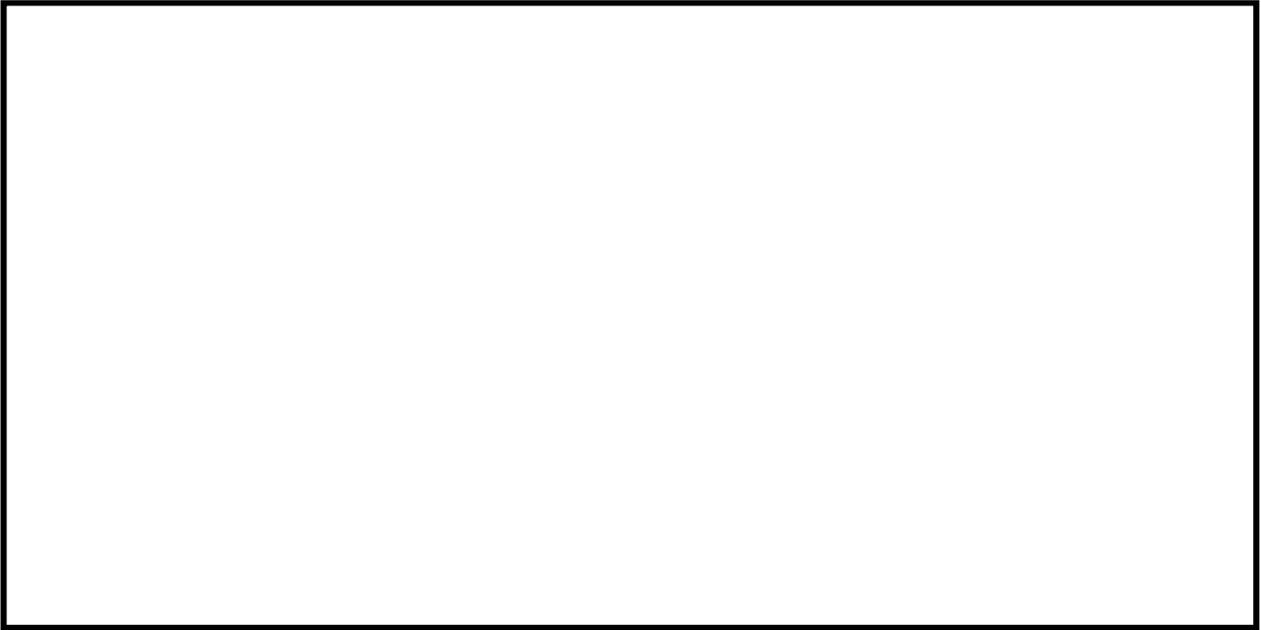
5.1 試験概要

5.1.1 耐火隔壁の試験体・判定基準

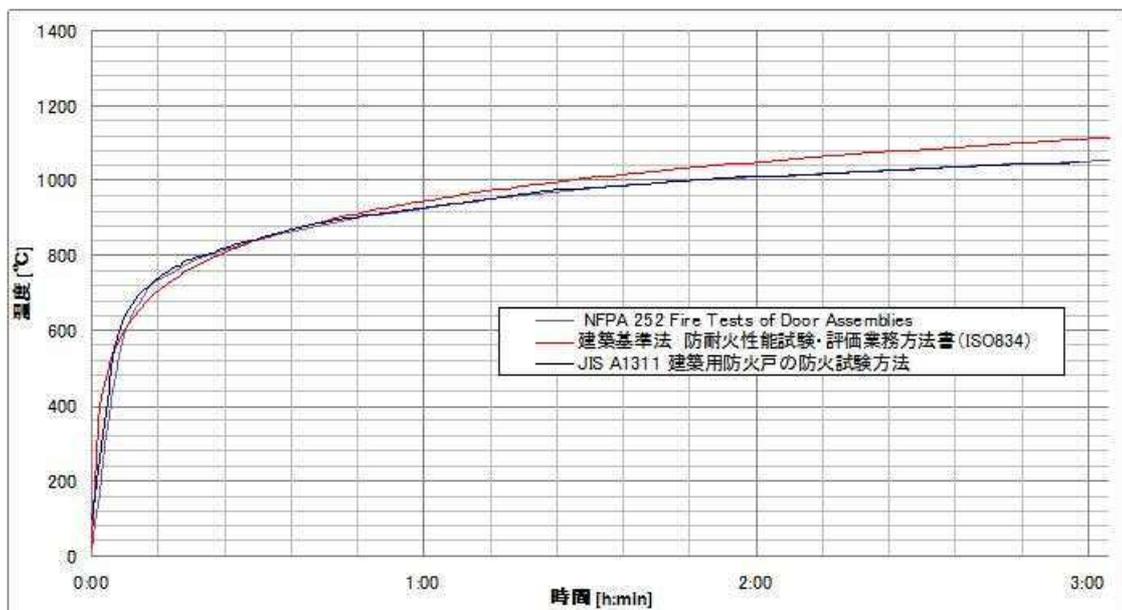
耐火試験は、鋼板に耐火被覆材を加工した試験体に対し、加熱温度が温度が最も厳しい建築基準法(IS0834)の加熱曲線を用いて加熱し、判定基準を満足するかを確認する。判定基準を第1表に、試験体仕様を第2表に、加熱曲線の比較を第2図に示す。

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

5.1.2 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、建築基準法第2条第7号耐火構造を確認するための防火設備性能試験(防耐火性能試験・評価業務方法書)に基づく以下の判定基準を満足している。したがって、耐火隔壁は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隔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。

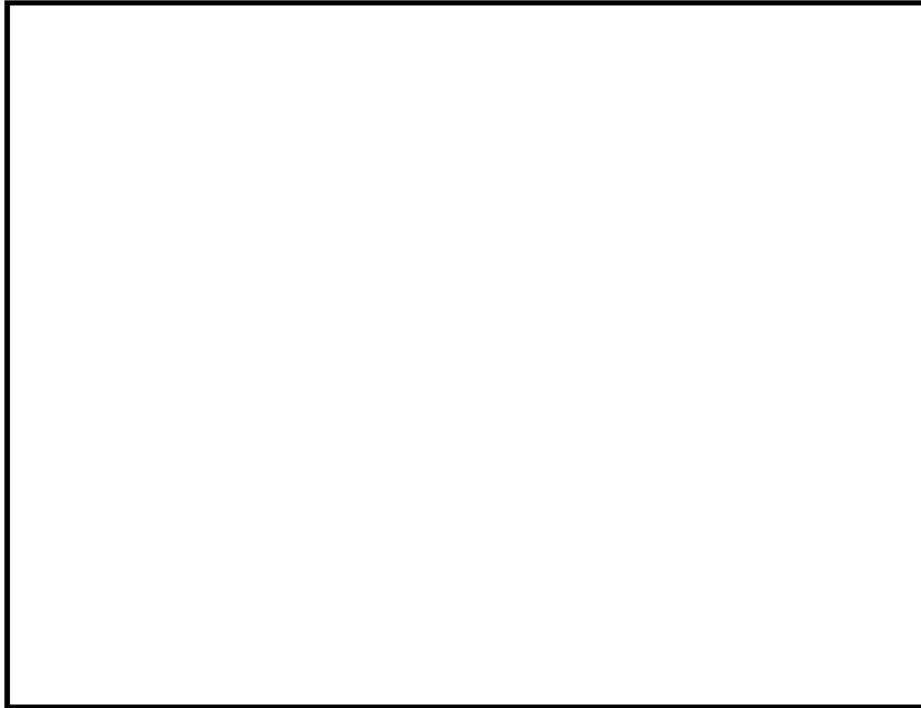
以上のことから、耐火被覆材による耐火隔壁の施工については、耐火隔壁表面から機器等までの最低離隔距離を10mm以上確保する設計とする。



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）

5.2 耐火隔壁の施工範囲

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

5.2.1 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。

5.2.2 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。

5.2.3 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、火災防護対象機器の幅に内部火災影響評価ガイドに基づき算出した輻射影響範囲の距離を加えたものとする。

6. 貫通部シール、防火扉及び防火ダンパの耐火性能について

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。

6.1 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。

6.1.1 加熱温度

第 2 図に示すとおり、建築基準法 (IS0834) の加熱曲線は、他の試験法に比べて厳しい温度設定となっていることから、火災耐久試験は建築基準法の加熱曲線に従い加熱する。

6.1.2 判定基準について

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

6.2 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。

6.2.1 配管貫通部の火災耐久試験

6.2.1.1 試験体の選定

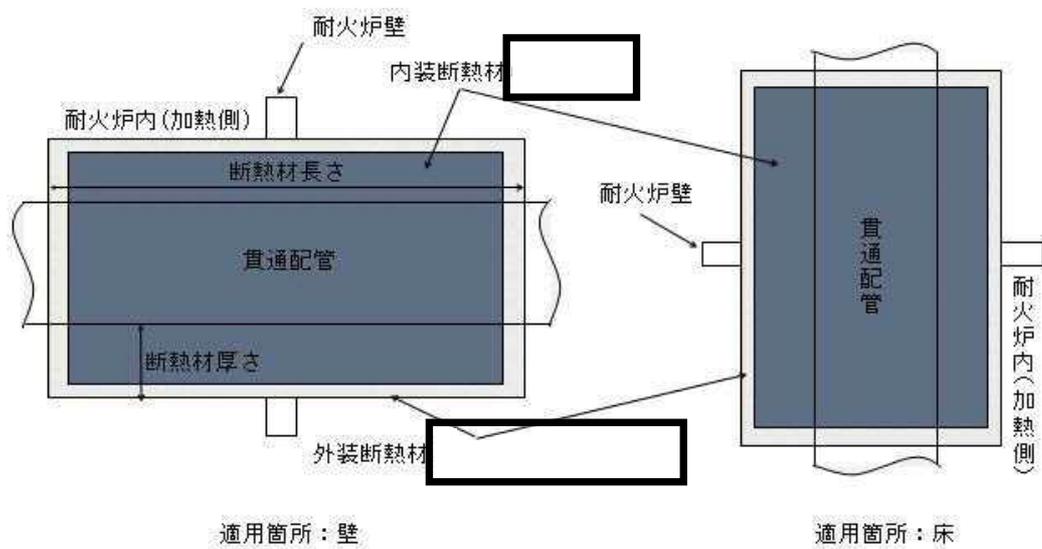
配管貫通部の試験体仕様は、東海第二発電所の火災区域の境界を構成する配管貫通部の仕様を考慮し、第 5 表に示す配管貫通部を選定する。

第4表 試験体の配管貫通部の仕様

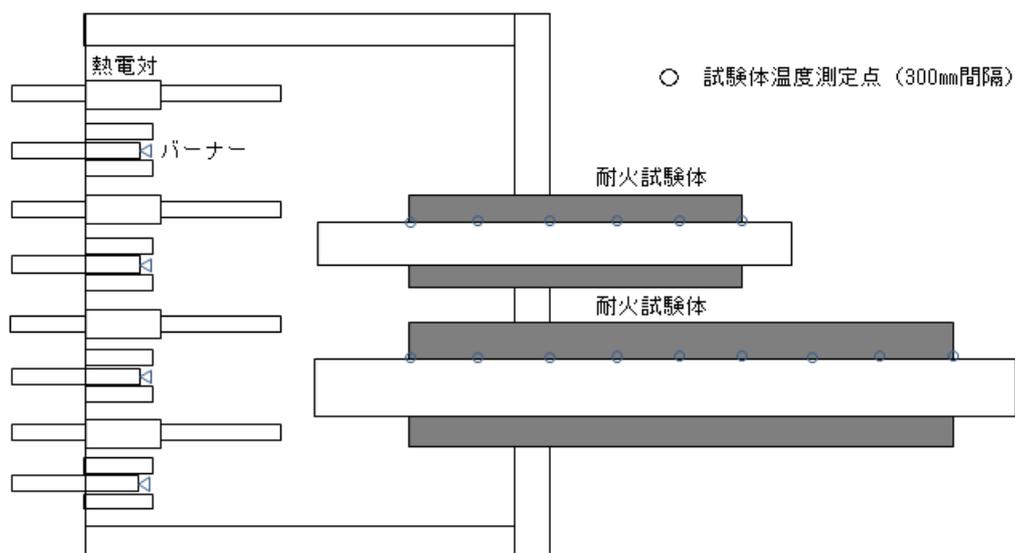
試験体	配管径	適用箇所	貫通部シール
配管貫通部①	50A	壁	
配管貫通部②	100A		
配管貫通部③	150A		
配管貫通部④	250A		
配管貫通部⑤	300A		
配管貫通部⑥	350A		
配管貫通部⑦	450A		
配管貫通部⑧	550A		
配管貫通部⑨	600A		
配管貫通部⑩	50A		
配管貫通部⑪	100A	床	
配管貫通部⑫	150A		
配管貫通部⑬	250A		
配管貫通部⑭	600A		
配管貫通部⑮	900A		
配管貫通部⑯	50A		
配管貫通部⑰	250A		

本試験体は、貫通壁（コンクリート壁）を耐火材で模擬した。貫通部が火炎により熱せられた場合のコンクリート壁の吸熱効果は、配管からの温度伝達を考慮すると断熱材の吸熱効果に比べて高いことから、コンクリート壁を断熱材に置き換えた試験体は保守的な試験体とした。

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

6.2.1.2 試験方法・判定基準

第 2 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 3 時間以上加熱し、非加熱面が第 1 表に示す判定基準を満足することを確認する。

6.2.1.3 試験結果

第 5 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5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

6.2.1.4 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内装断熱材 及び外装断熱材 を組合わせて使用する。

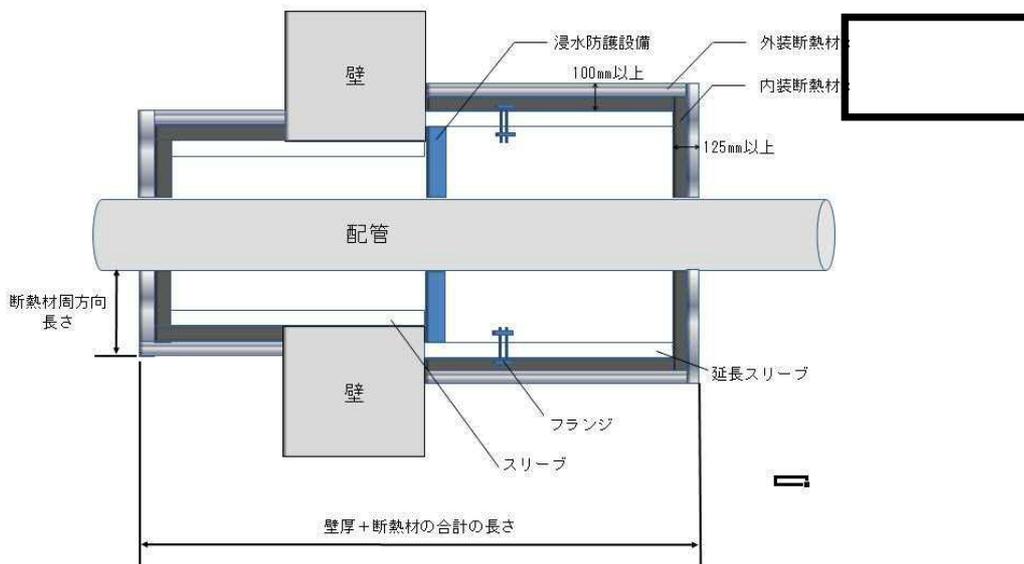
また、遮熱性の観点から貫通口の口径が大きくなるほど管を伝わる熱量が大きくなり、熱を遮断するための耐熱量が多くなる。したがって、耐火試験では火災区域を構成する配管貫通部の最大となる配管口径以下の代表口径を定めて、口径に応じて遮熱性を有するよう断熱材寸法を定めて耐火試験を実施した。

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で、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、施工時の貫通部外面に設置するシールプレート上端に設けるべ

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

6.2.1.5 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。

6.2.2 ケーブルトレイ及び電線管貫通部の火災耐久試験

6.2.2.1 ケーブルトレイ貫通部の試験体選定

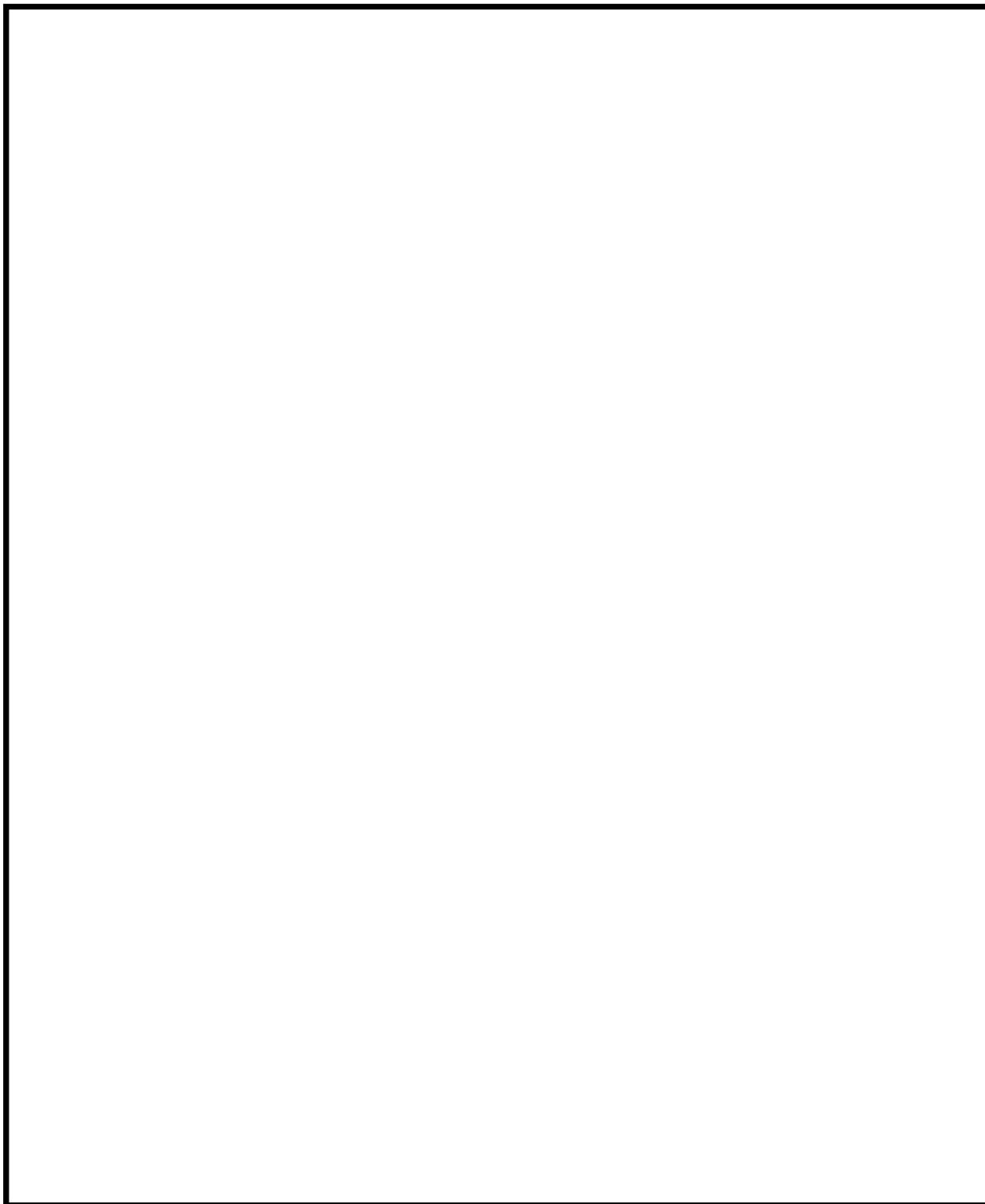
ケーブルトレイ貫通部の試験体の仕様は、東海第二発電所のケーブルトレイ貫通部の仕様を考慮し選定しており、第6表に示すケーブルトレイを選定している。試験体の概要を第8図に示す。

第6表 試験体となるケーブルトレイの仕様

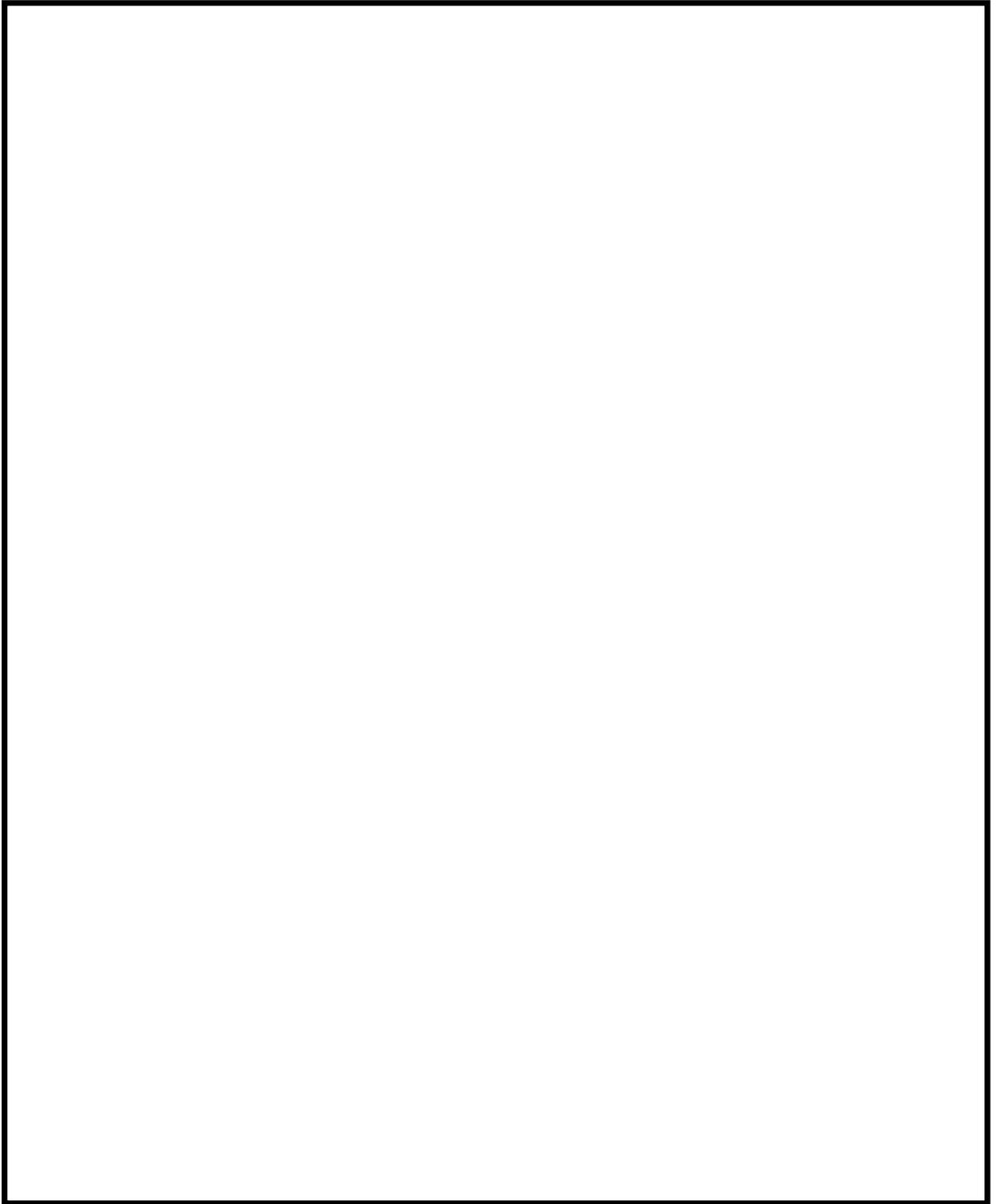
項目	ケーブルトレイ			
	(1)	(2)	(3)	(4)
開口部 寸法				
貫通部 シール材				
ケーブル 占積率	40%	40%	40%	40%

6.2.2.2 ケーブルトレイ貫通部の試験方法・判定基準

第2図で示す加熱曲線で試験体の片面を3時間以上加熱し、非加熱面側が第1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）

6.2.2.3 ケーブルトレイ貫通部の試験結果

第7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7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

6.2.2.4電線管貫通部の試験体の選定

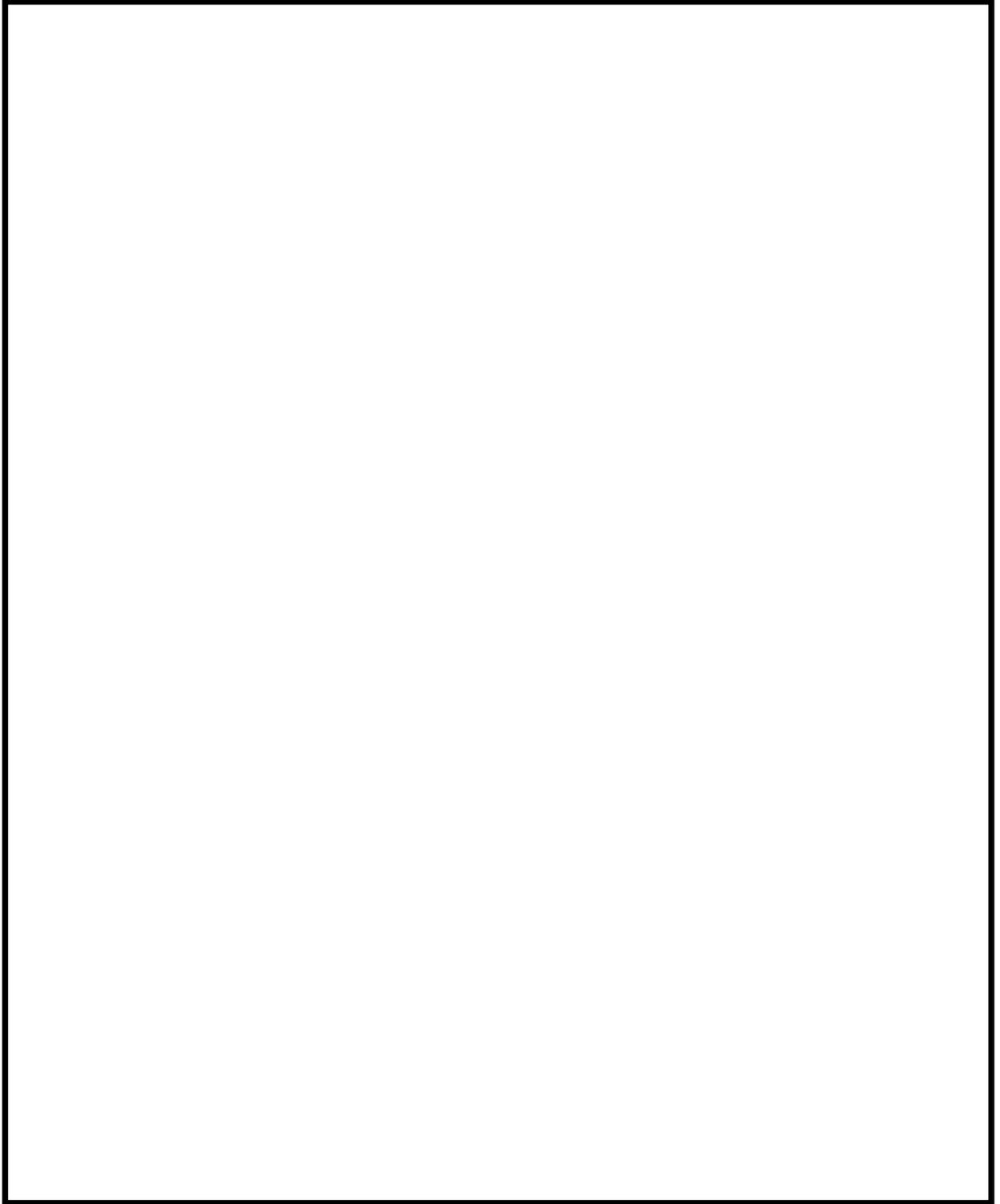
電線管貫通部の試験体の仕様は、東海第二発電所の電線管貫通部の仕様を考慮し選定しており、第8表に示す電線管を選定している。試験体の概要を第9図に示す。

第8表 試験体となる電線管の仕様

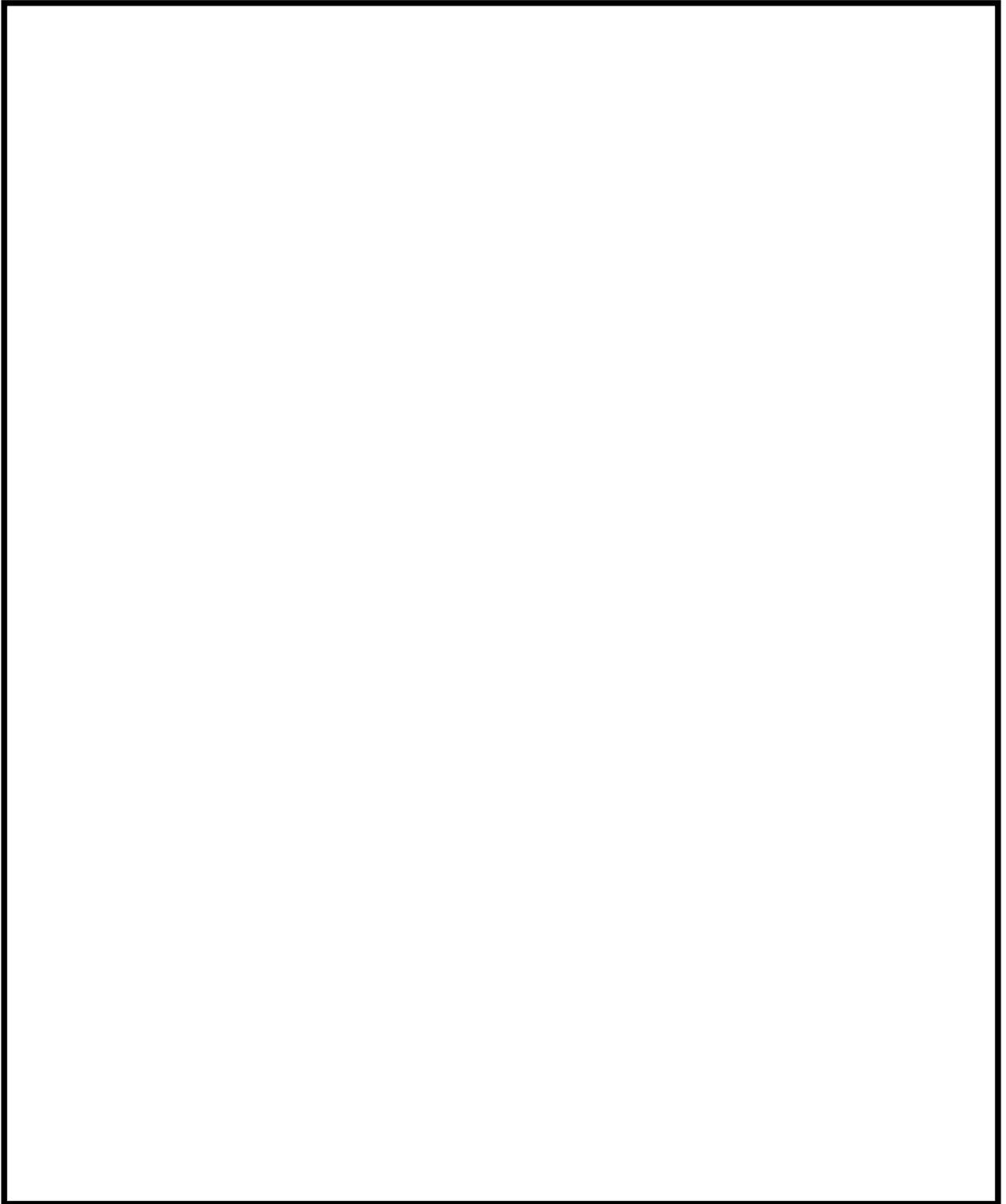
項目	電線管			
	(1)	(2)	(3)	(4)
開口部 寸法				
貫通部 シール材				
ケーブル 占積率	40%	40%	40%	40%

6.2.2.5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試験体の片面を3時間以上加熱し、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）

6.2.2.6電線管貫通部の試験結果

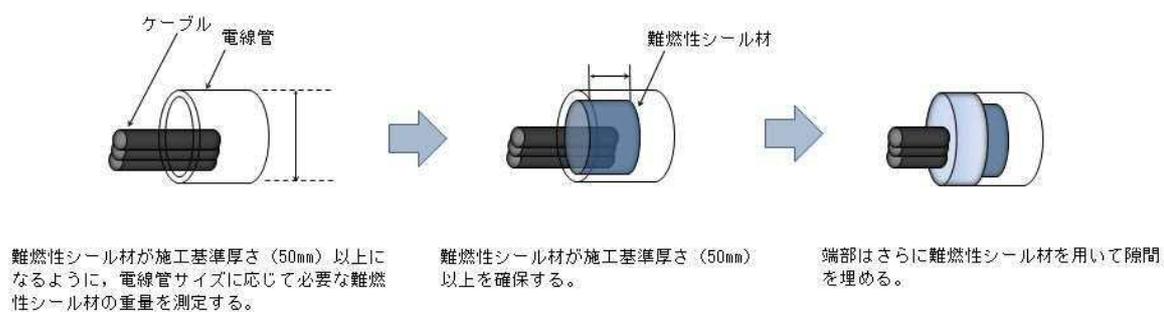
第9表に試験結果を示す。いずれの試験体においても非加熱面側への発炎，火炎の噴出，火炎がとおる亀裂等の損傷等がなく，建築基準法に基づく防火設備性能試験の判定基準を満足している。したがって，配管貫通部シールは3時間の耐火性能を有している。試験前後の写真を別紙1に示す。

第9表 電線管貫通部における火災耐久試験結果

試験体		電線管貫通部			
		(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

6.2.2.7 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。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

6.3 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。

6.3.1 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10表に示す防火扉を選定する。

第10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	

6.3.2 試験方法・判定基準

第2図で示す加熱曲線で試験体の片面を3時間以上加熱し、非加熱面側が第1表に示す判定基準を満足することを確認する。

6.3.3 試験結果

第11表に試験結果を示す。この結果、ドアクローザーの一部を除き、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11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 ドアクローザー一部を除く

6.4 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。

6.4.1 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12表に示す防火ダンパを選定する。

第12表 試験体となる防火ダンパの仕様

試験体	防火ダンパ①	防火ダンパ②	備考
板厚			プラントで使用する最大の防火ダンパ及び一般的なサイズのダンパを考慮。
羽根長さ			
ダンパサイズ			
ズ			
外形図			

6.4.2 試験方法・判定基準

第2図で示す加熱曲線で試験体の片面を3時間以上加熱し、非加熱面側が第1表に示す判定基準を満足することを確認する。

6.4.3 試験結果

第13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13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

6.5 耐火間仕切りの火災耐久試験

6.5.1 試験体の選定

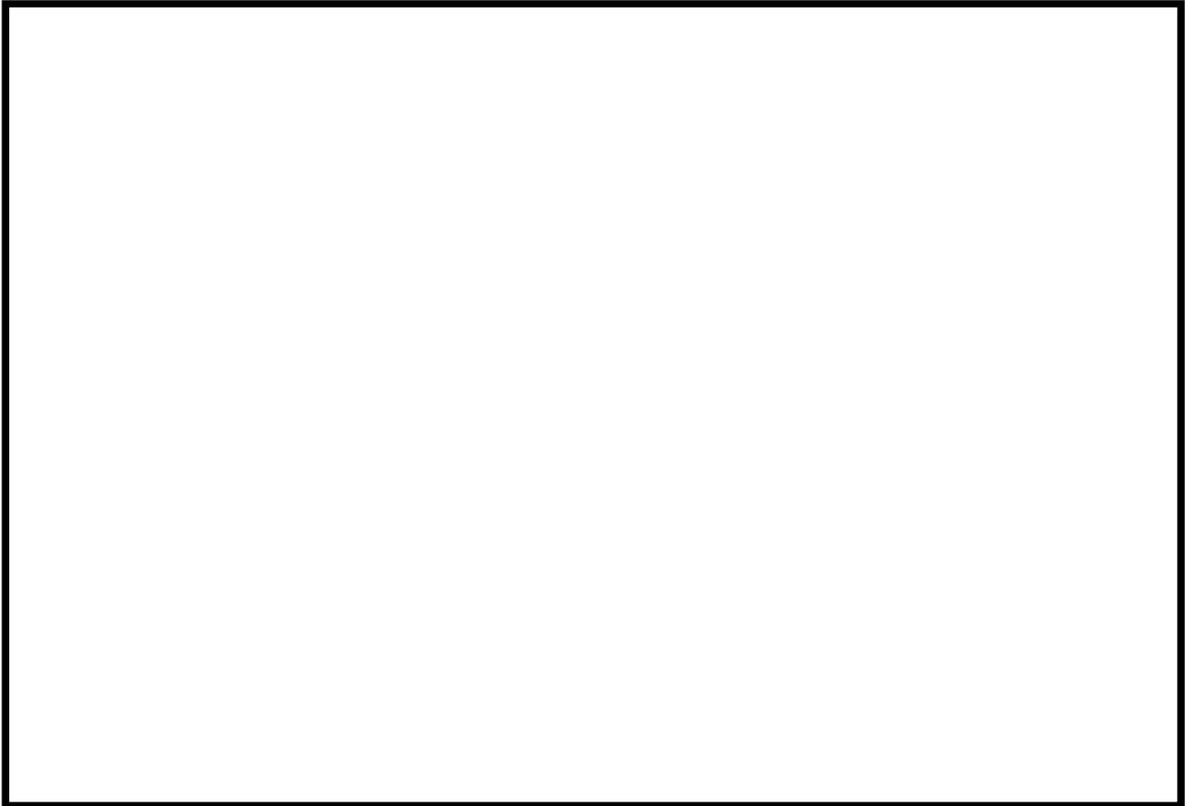
耐火間仕切りは、東海第二発電所の火災防護対象設備に応じて適するもの選定し、第14表に示す仕様としている。試験体の概要を第11図に示す。

第14表 試験体となる耐火間仕切りの仕様

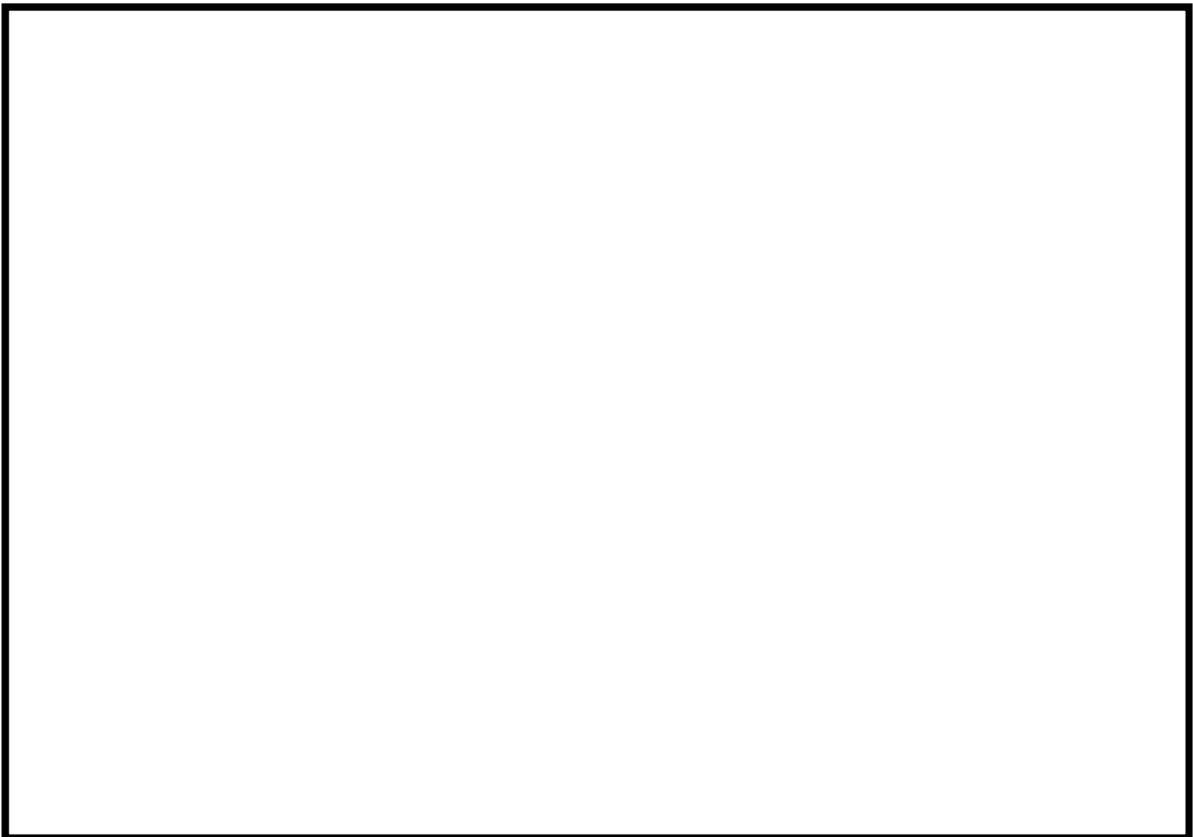
項目	耐火間仕切り		
試験体	①	②	③
主な使用用途	電動弁・電気ペネトレーション	計装品（現場制御盤，計装ラック）・電気ペネトレーション	計装品（現場制御盤，計装ラック）
形状	箱形		
材料			

6.5.2 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試験体の片面を3時間以上加熱し、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）

6.5.3 試験結果

第15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15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。

6.6 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、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ケーブルラッピングについても、今後、系統分離に使用することも可能とする。

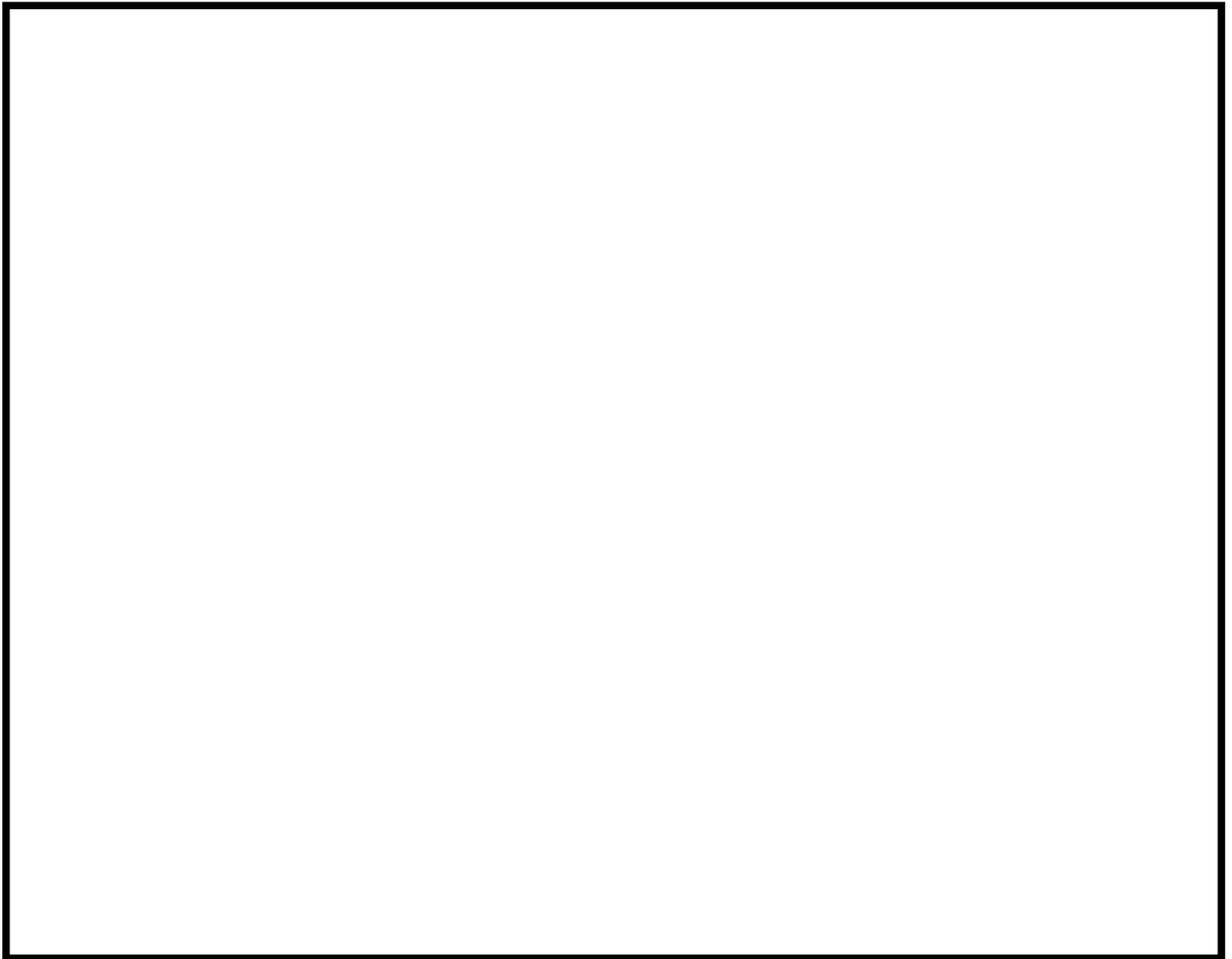
6.6.1 試験体の選定

6.6.1.1 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16表に仕様、試験体の概要を第12図に示す。

第16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

6.6.1.2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17表)

第17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)

6.6.1.3 試験結果

第18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18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	

6.6.1.4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19表に仕様に示す。

第19表 試験体となるラッピングタイプの仕様

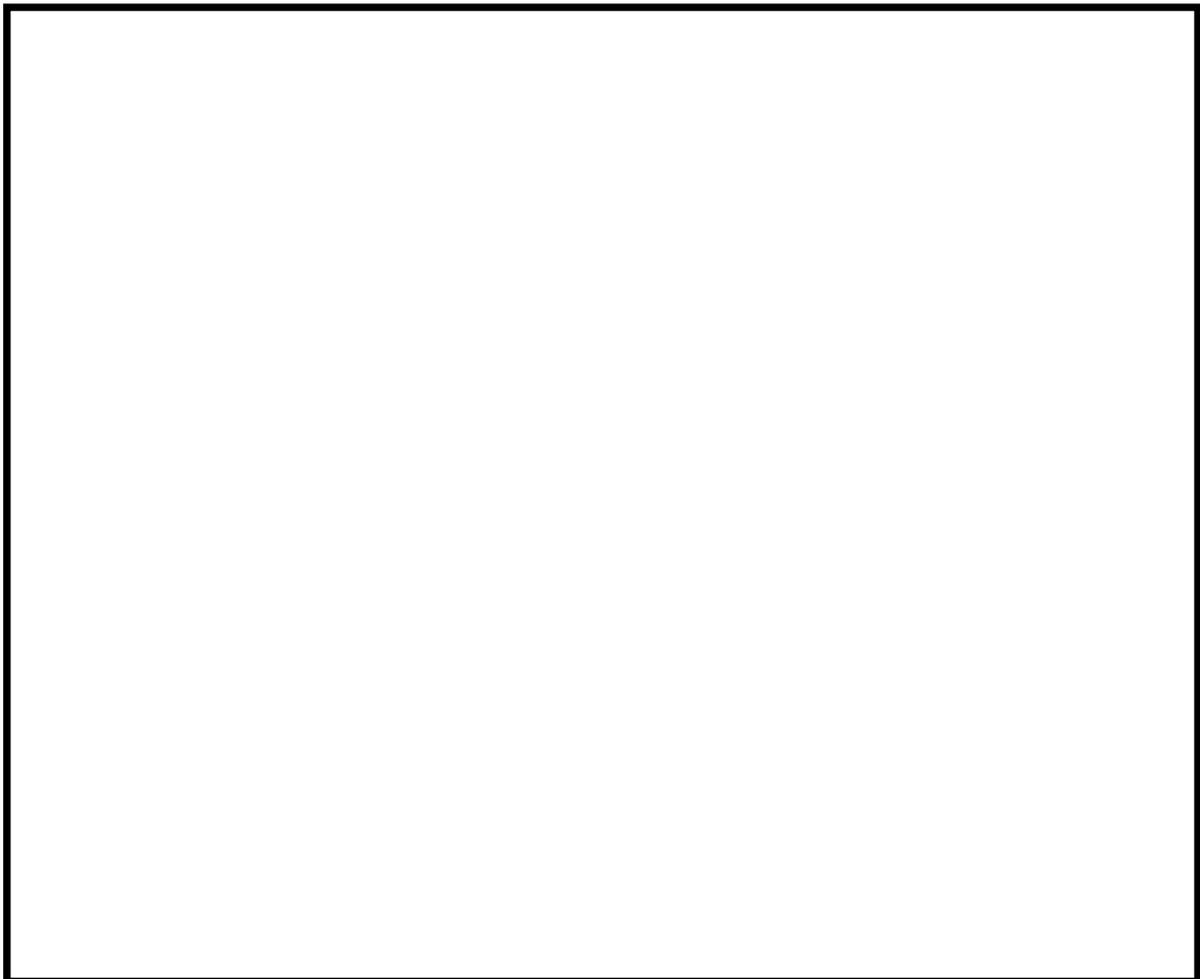
型式	ケーブルトレイ	構成材料
1時間耐火ラッピング		

6.6.1.5 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。また、加熱条件はケーブルトレイ間の延焼を考慮し、IEEE383 ケーブルトレイ燃焼試験及び電気学会技術報告書(Ⅱ部)第139号を参考に、バーナは加熱源となるケーブルトレイ全体を強制燃焼させるため、ケーブルトレイに合ったバーナサイズを選定した。

(IEEE383 に準じたりボンバーナの出力 70,000BTU/hr (20kw) の約 2 倍の出力)

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20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

6.6.1.6試験結果

第21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21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	

6.6.1.7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

6.6.1.8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)

6.6.1.9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	

6.6.1.10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。

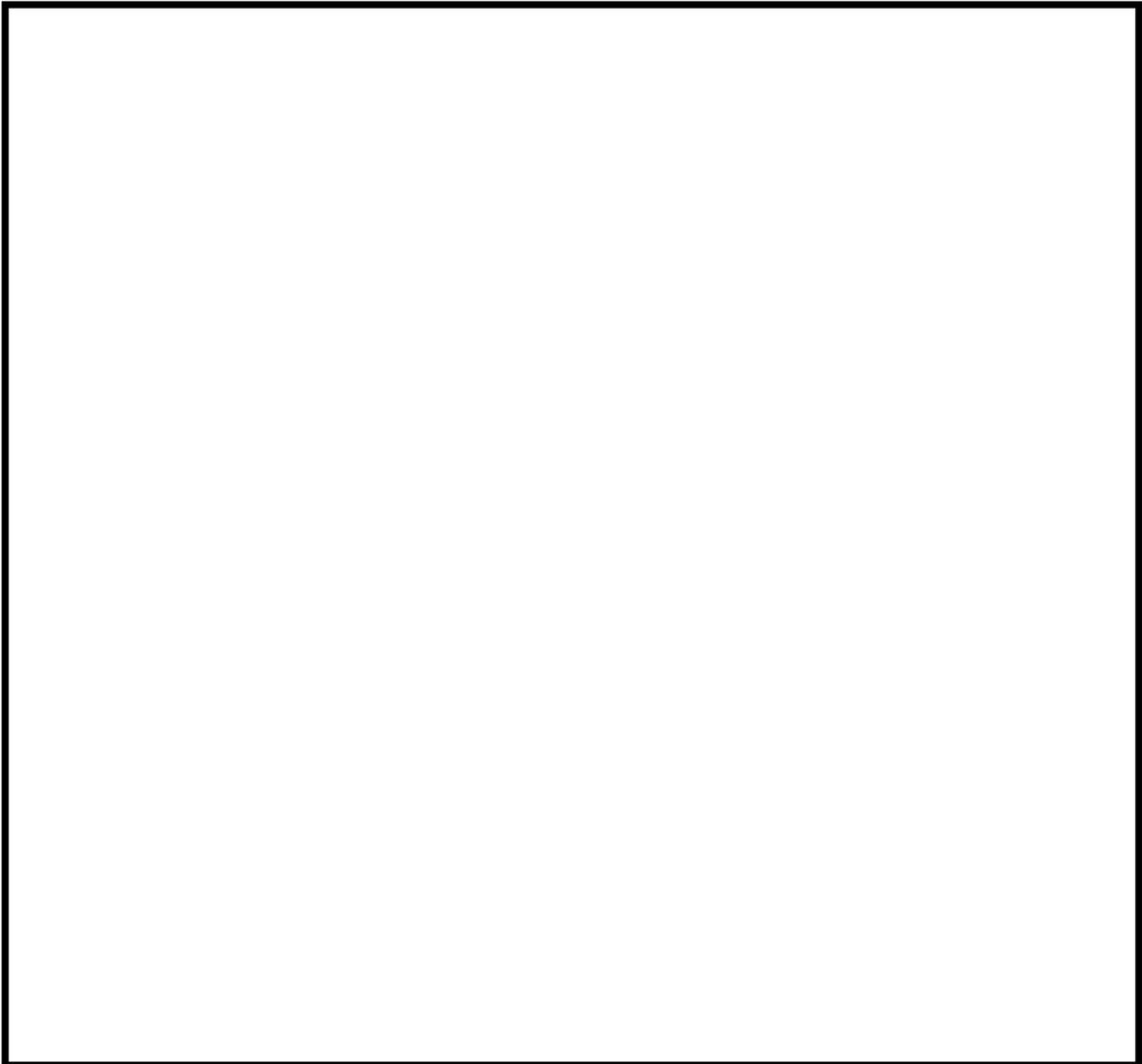
第25表 試験体となるラッピングタイプの仕様

型式	電線管	構成材料
1時間耐火ラッピング		

6.6.1.11 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26表）



第15図 試験体概要

第26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

6.6.1.12試験結果

第27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27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	

7. 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。

7.1 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」

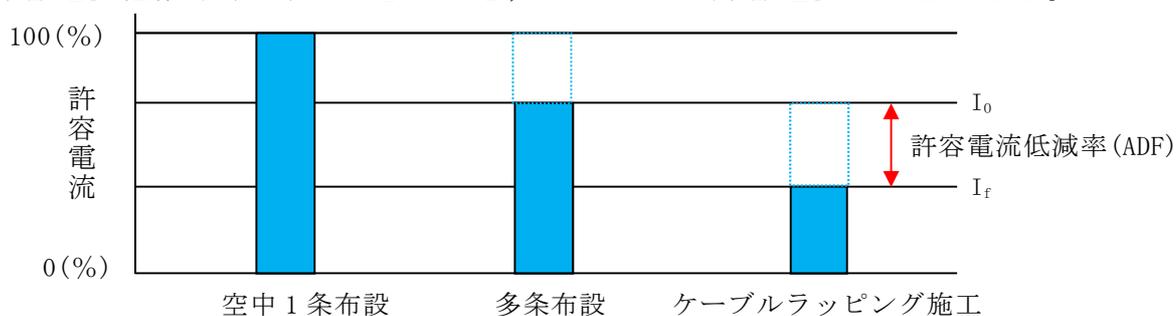
【許容電流低減率(ADF)】

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

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。



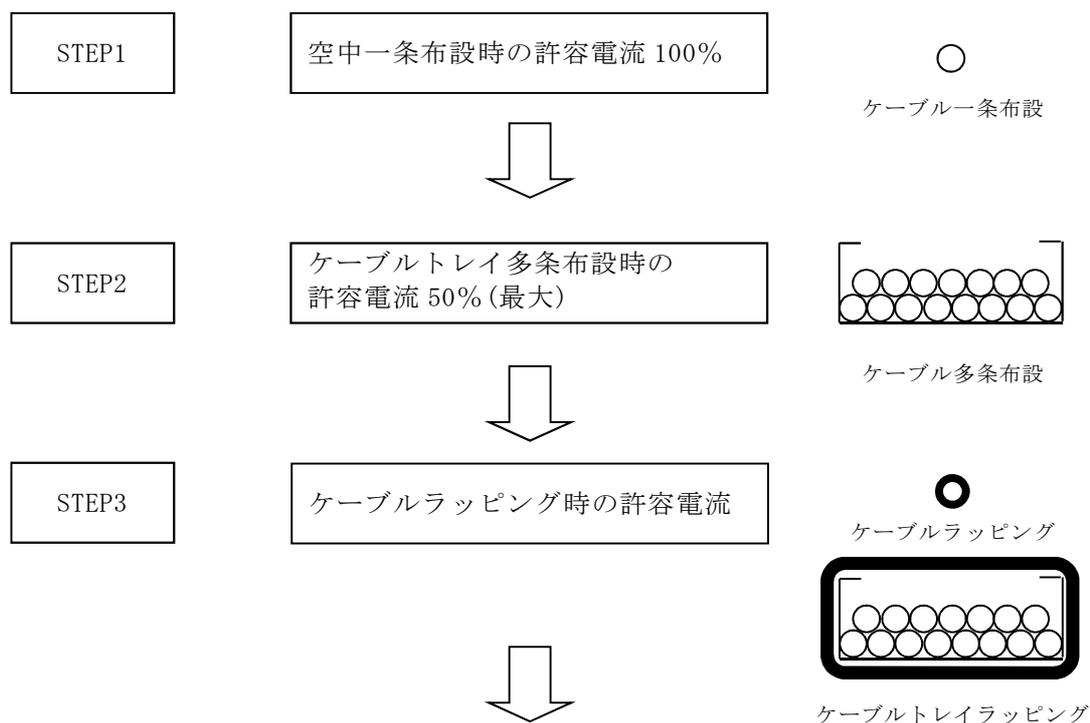
第16図 ケーブルの許容電流と許容電流低減率(ADF)

7.2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

7.3 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。

7.4 許容電流評価試験

許容電流評価試験は、IEEE848-1996「IEEE Standard Procedure for the Determination of the Ampacity Derating of Fire-Protected Cables」を参考に、ケーブル1条及びケーブルトレイに対して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。

7.5 試験方法

ケーブル1条及びケーブルトレイに対して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。

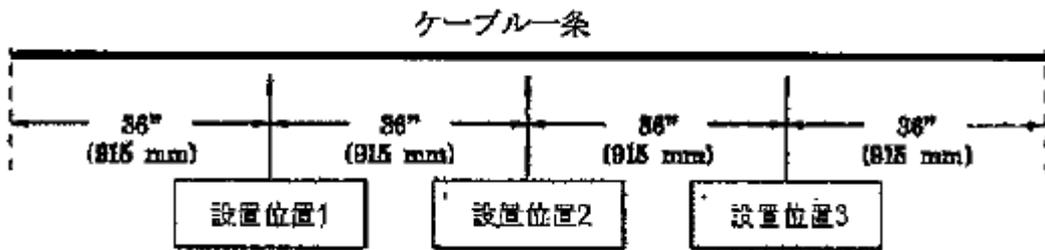
試験体概要図を第18図に示す。

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

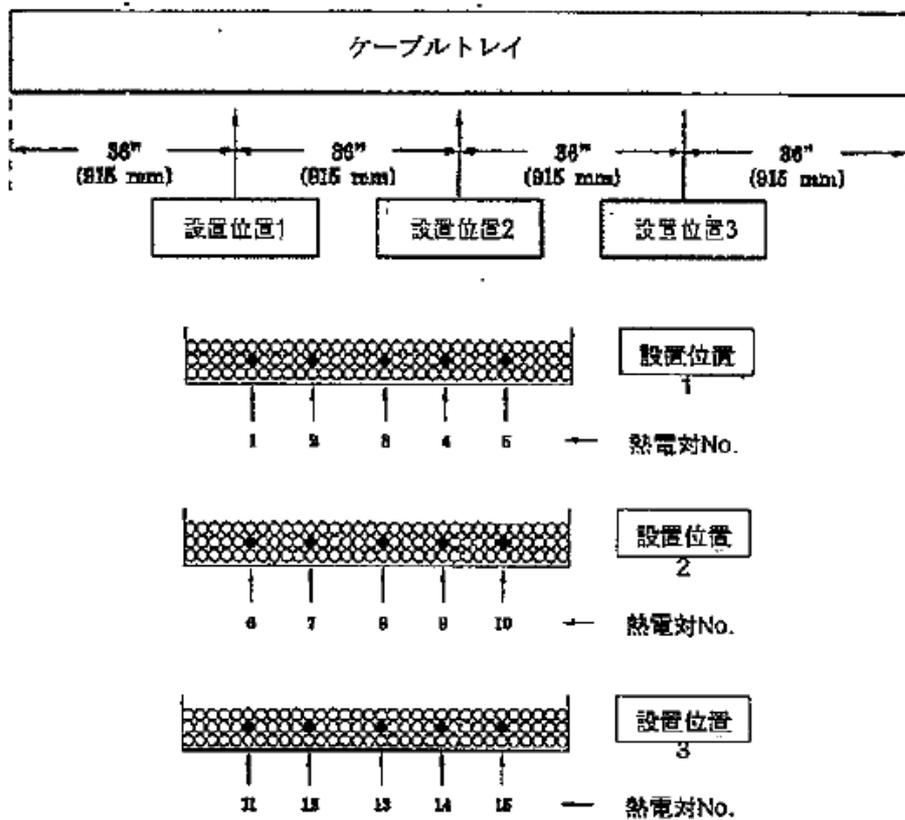
I : 試験時の通電電流 (A) I' : 試験時の通電電流 (A)
 T_1 : 試験時の導体温度 (°C) T_2 : 試験時の周囲温度 (°C)
 T_1' : 試験体の導体温度 (90°C) T_2' : 試験時の周囲温度 (25°C)

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

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

7.6 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。

8. 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。

8.1 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、基準地震動が発生しても、耐火ラッピングの損傷、脱落により耐火ラッピングの機能低下させないように、個別に耐震性を評価し、必要に応じサポート等の補強を行う。

9. 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断熱材（FFブランケット等）は吸水性があることから、放水活動時に断熱材（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、ハロゲン化物自動消火設備（全域）、二酸化炭素自動消火設備（全域）、ハロゲン化物自動消火設備（局所）、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。

10. 耐火隔壁等の耐久性について

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28表に示す。

ケーブルトレイ等ラッピングの構成材料は、無機材料材料及び金属材料であるため、熱、放射線の影響を受けることなく、長期使用による経年劣化により耐火性能が低下することはないと考える。

第28表 ケーブルトレイ等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。

また、ケーブルトレイ等ラッピングの取付状況は、保守点検にて確認し、性能維持管理する。

なお、耐火隔壁の耐久性については、別紙6に示す。

火災耐久試験状況(発泡性耐火被覆による耐火隔壁)

項目	試験状況写真		
	発泡性耐火被覆材による耐火隔壁		
	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(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)

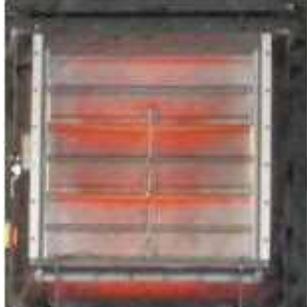
項目		試験状況写真	
		電線管	
試験開始前			
試験終了後 (3時間後)			
判定基準	・火炎がおおる亀裂等の損傷及び隙間が生じないこと。	良	
	・非加熱面側に10秒を超えて発炎を生じないこと。	良	
	・非加熱面側に10秒を超えて火炎が噴出しないうこと。	良	
試験結果		合格	

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①)

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②)

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③)

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> <p style="text-align: center;">垂直方向外観 水平方向外観</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 style="text-align: center;">奥：水平 手前：垂直</p>	
<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
試験開始前 (試験体全体)		
試験終了後 (1時間後)		<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>
判定基準	導通があること。	良
	10MΩ以上であること。	良
試験結果		合格

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
<p>試験開始前 (3時間耐火試験 後)</p>	
<p>試験後</p>	

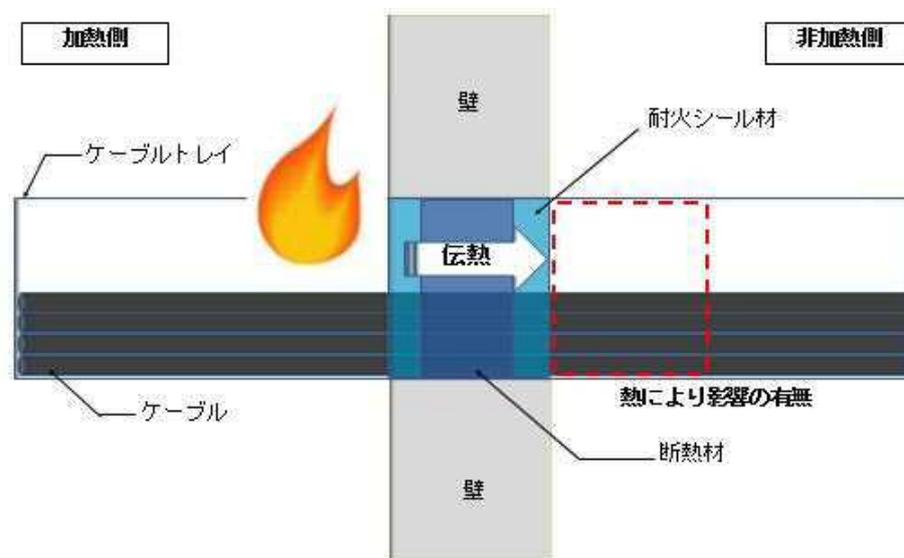
許容電流評価試験 (ケーブルトレイ試験及び1条試験)

種類	試験状況写真 (トレイ)	試験状況写真 (1条)
ラッピング 無し		
ラッピング 有り		

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、6.2.2.3第8表に示すとおり、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)を超えないこととする。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。

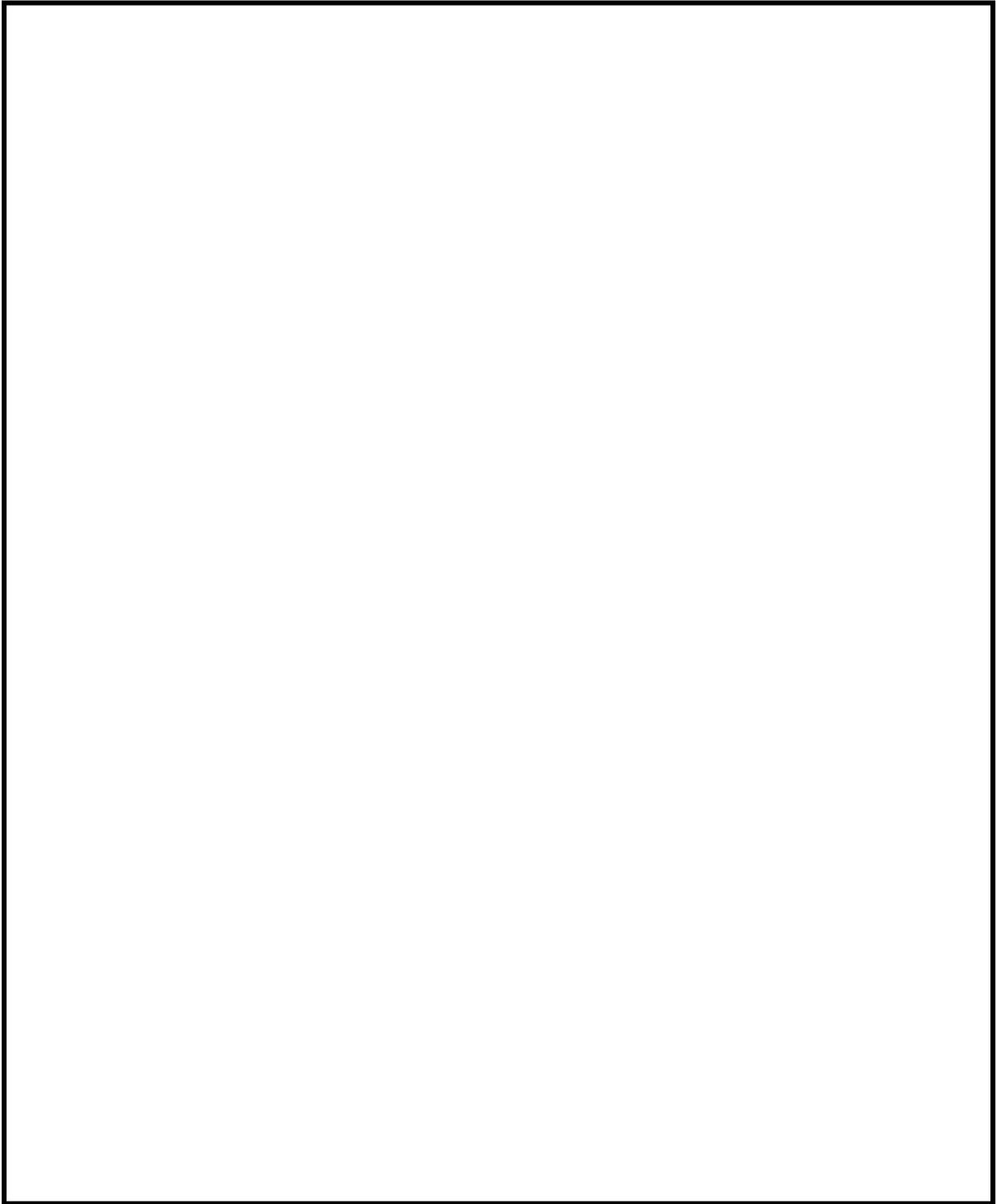
以下、東海第二発電所のケーブルトレイ貫通部の標準施工方法について 3 時間耐火試験を行った際の非加熱側の温度の測定結果を示す。

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

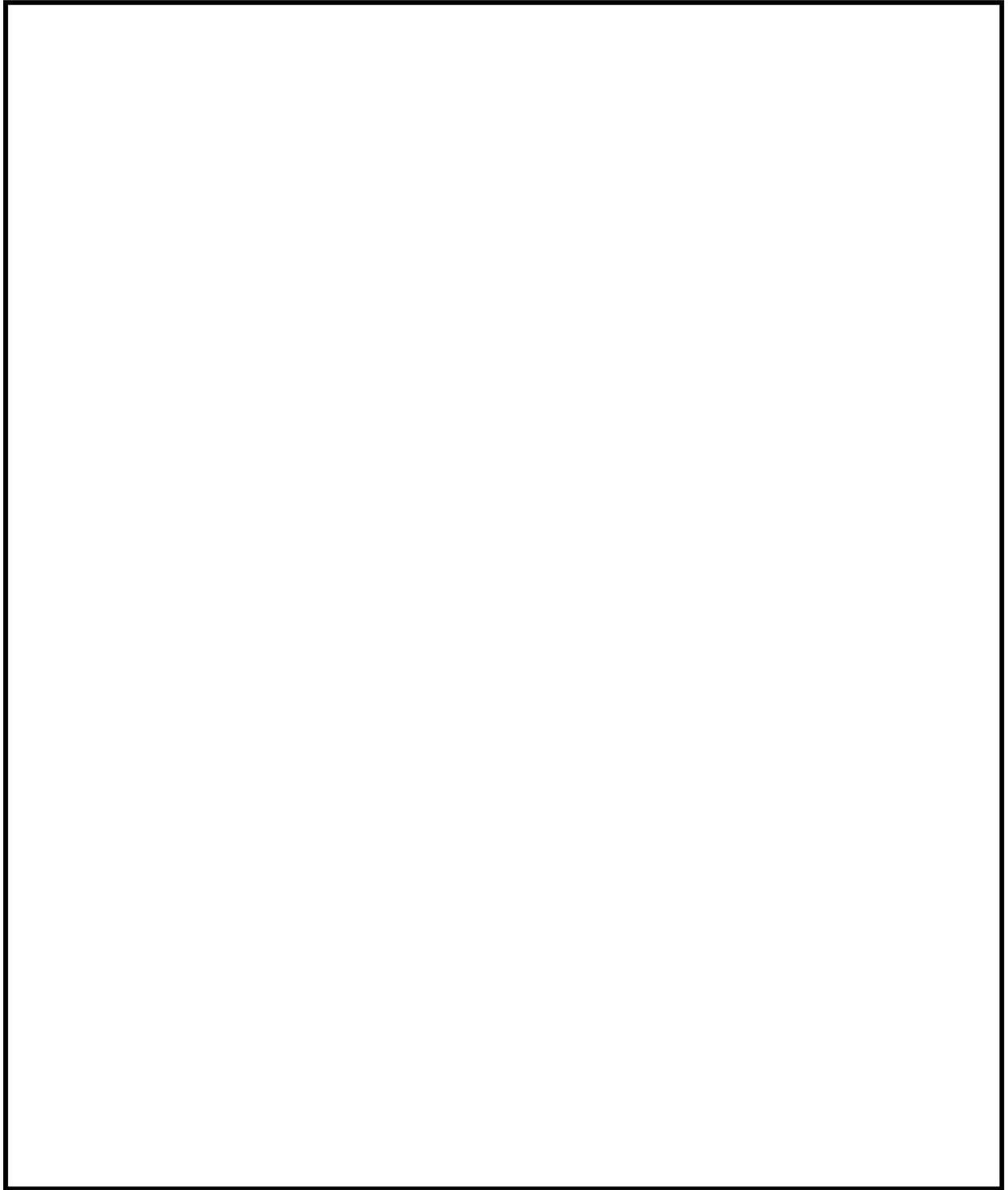
第 2 図に示す施工方法(1)から(4)のいずれの場合においても、非加熱側でケーブルが外部に剥き出しとなる点(図中、赤色×で表記)においては、温度上昇が 180K を下回っており、ケーブルが発火することはない。

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)

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った。

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した。

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。

よって、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

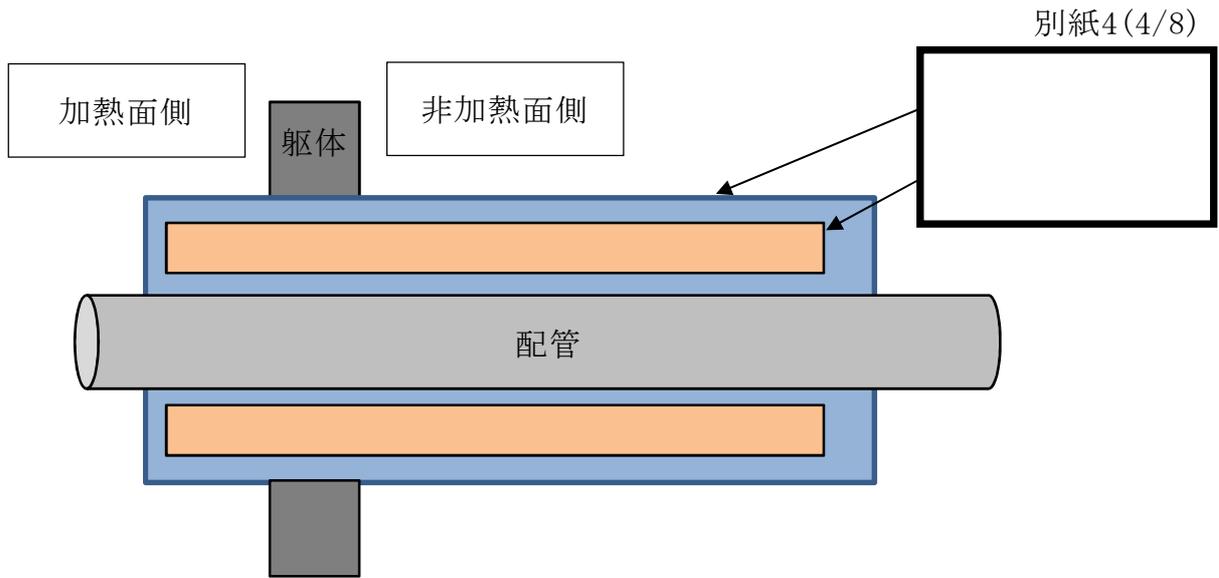
気体を内包する配管は、配管内部が気体であることから、液体を内包する配管に比べ配管自体の熱容量が小さく、非加熱面側の貫通配管の温度が上昇することが想定されるため、非加熱面側の周辺機器への影響軽減を目的として、基準値以上の温度範囲については断熱材で覆う設計とする。

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℃^{*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。

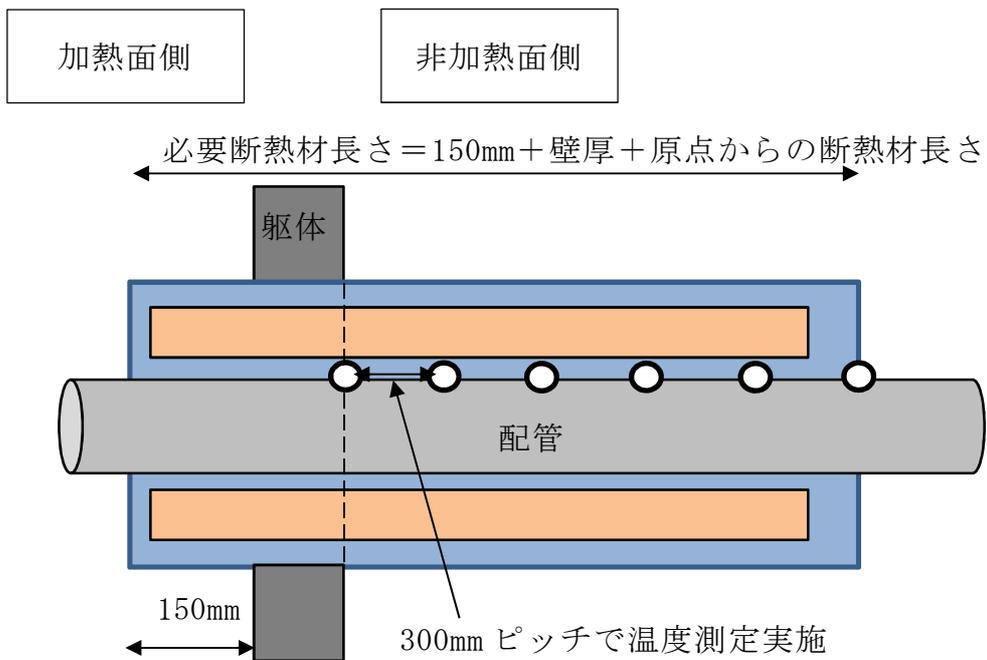
なお、ケーブルについては、「内部火災影響評価ガイド」表8.2「ケーブルの損傷基準」のとおり、いずれのケーブルタイプもケーブルの損傷基準温度が示されており、200℃を上回っていることから、配管貫通部の非加熱側の最高温度である173℃の温度環境となった場合においても損傷に至ることはない。

※1 米国Regulatory Guide 1.189では、配管貫通部非加熱面側の温度が周囲の機器等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℃若しくは平均121℃を超えて上昇しないことが求められている。非加熱面側の周囲の環境温度は、通常雰囲気は換気空調系の設計温度10℃～40℃であるため、最高点の温度上昇は173℃～203℃以下、エリア平均では、131℃～161℃以下であることが求められる。

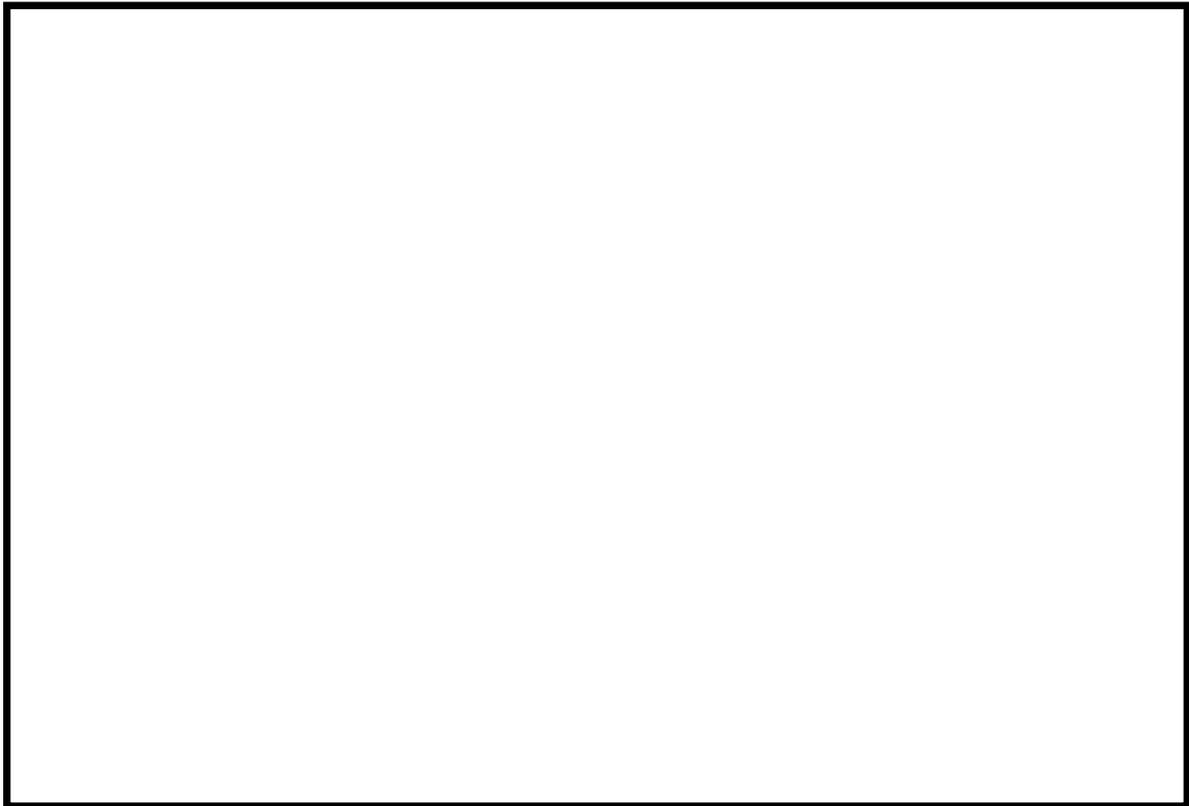
したがって、これらの範囲のうち保守的な条件として、非加熱面側の最高点の温度は173℃以下、エリア平均の温度は131℃以下を基準値とする。



第1図 試験体概要

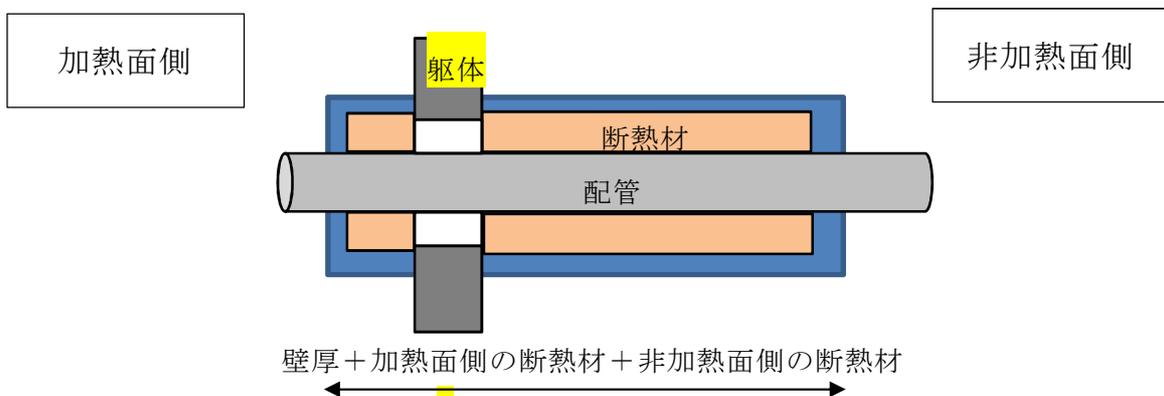


第2図 温度測定点



第3図 口径毎の温度基準値（最高点温度）を満たす耐火材長さ

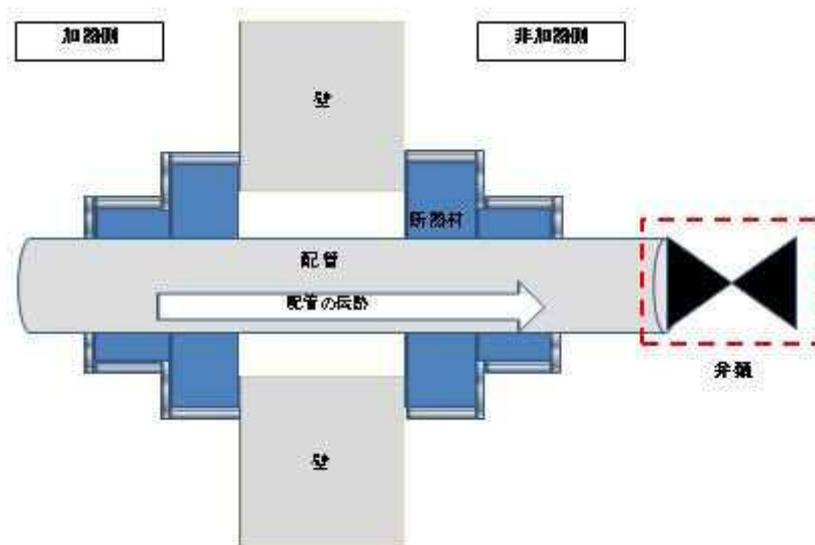
第3図に示す配管口径毎の必要な断熱材長さの確認結果を踏まえ、配管貫通部に対して、壁厚+加熱面側の断熱材+非加熱面側の断熱材の合計長さが、基準温度以下となる断熱材長さ以上とするように断熱材を設置することで、非加熱面側に露出する配管の温度を基準値以下とし、貫通配管周辺の機器への影響が生じない設計とする。対策イメージを第5図に示す。



第4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5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，隔壁の厚さについて

「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。

火災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}

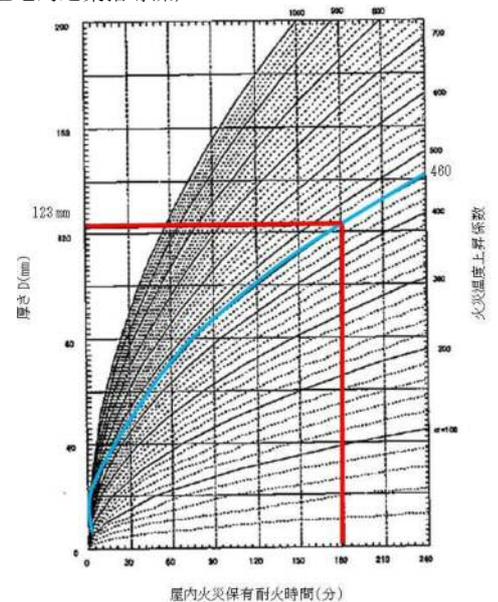
C_D : 遮熱特性係数

[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 ISO834 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)

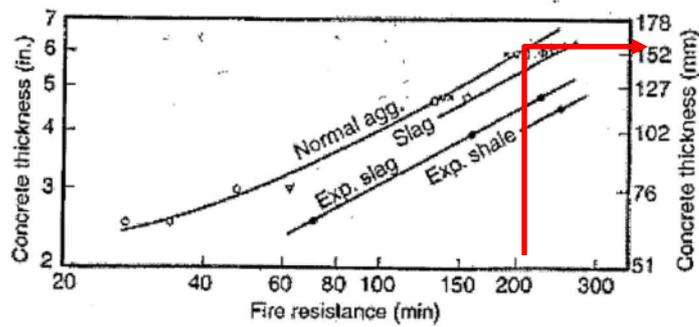
上記式より、屋内火災保有耐火時間 180min（3 時間）に必要な壁厚は 123 mm である。



(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.

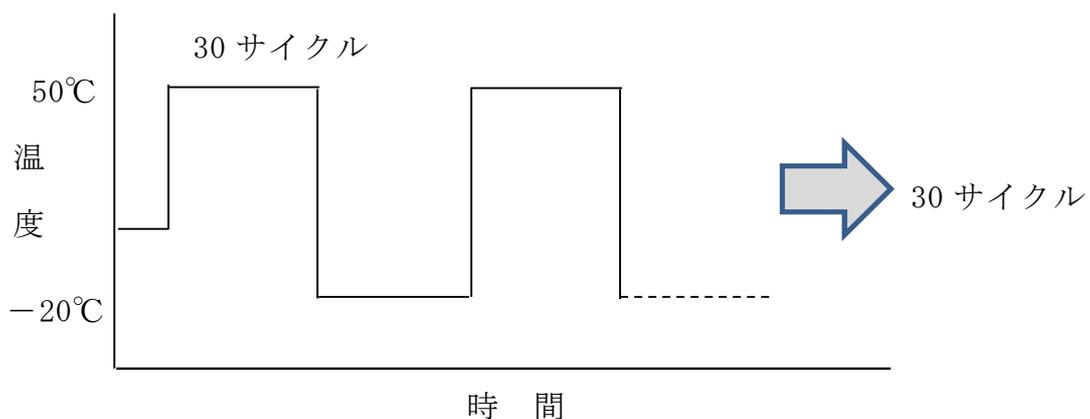
耐火隔壁の発泡性耐火被覆，耐火ボンドの経年劣化確認について

耐火隔壁に使用する発泡性耐火被覆，耐火ボンドは，経年的な劣化により性能が変化することは考え難いが，主な組成が樹脂系の成分であるため，高温環境での樹脂の熱分解が考えられる。したがって，樹脂の熱分解の影響により各々の性能に有意な影響を及ぼさないことを製造メーカーの試験結果で確認している。

1. 経年劣化の確認

高温(温度変化)を経験させた発泡性耐火被覆，耐火ボンドの性能変化を製造メーカーが実施した試験にて確認した。温度変化は， -20°C から 50°C の範囲で試験体を高温用と低温用の恒温器に交互に入れることで実施している。また，温度サイクルは一般建築物が経験する温度変化を考慮されたものである。

火災防護対象機器，火災防護対象ケーブルを設置している建屋温度は，通常運転時において 0°C ～ 40°C の範囲内で設計，制御しており，試験条件と比較しても厳しい温度変化はない。第1図に試験の温度変化の概要を示す。



第1図 試験の温度変化の概要

2. 性能確認結果

前項にて温度変化させた発泡性耐火被覆及び耐火ボンドの性能確認結果を、新品のものと比較させた結果を第 1 表に示す。

第 1 表に示すとおり、発泡性耐火被覆及び耐火ボンドの性能に有意な変化がないことを確認した。

第 1 表 確認結果

項目及び試験体仕様	温度変化させた試験体	新品
発泡性耐火被覆 鋼材に発泡性耐火被覆を貼り付けた供試体 (70mm×150mm×3.0mm)	発泡性：36 倍	発泡性：35 倍
耐火ボンド メーカー仕様値：0.1N/mm ² 以上	0.15N/mm ²	0.15N/mm ²

3. 経年劣化の確認結果

前項の試験結果から、発泡性耐火被覆及び耐火ボンドは高温による樹脂の熱分解を考慮しても、有意な経年変化はないことを確認した。

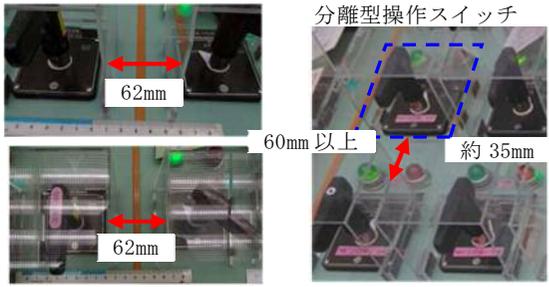
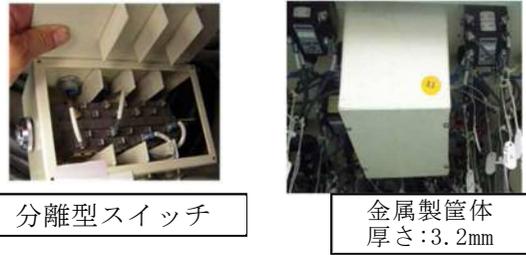
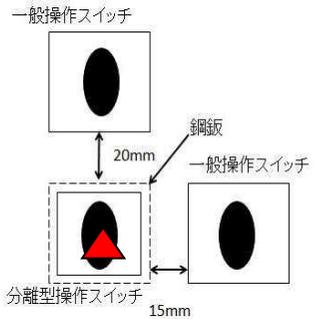
なお、耐火隔壁の据付状況は、保守点検にて確認し、性能維持管理する。

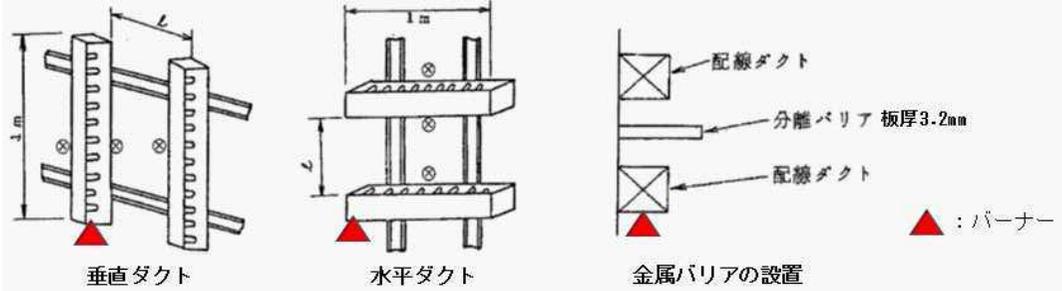
添付資料 3

東海第二発電所における
中央制御盤内の分離について

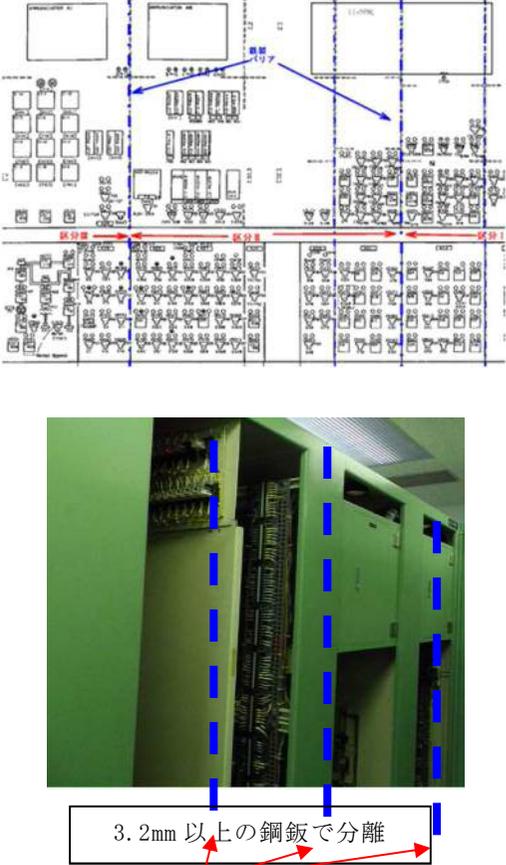
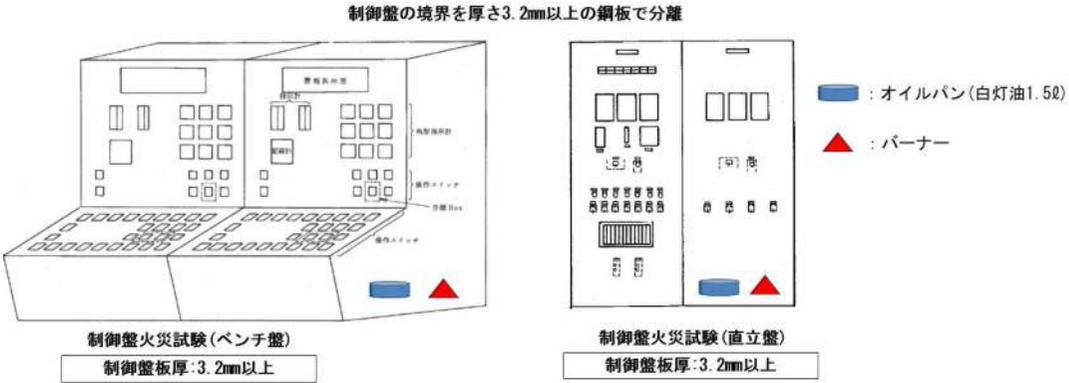
中央制御室制御盤内の分離について

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
操作スイッチ	<p>【操作スイッチ表面】</p>  <p style="text-align: center;">62mm 60mm 以上 約 35mm 62mm</p> <p>【操作スイッチ裏面】</p>  <p style="text-align: center;">分離型スイッチ 金属製管体 厚さ:3.2mm</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、制御盤内での火災を模擬し、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. 通電確認(ランプ点灯にて確認) c. 操作性の確認</p> <div style="text-align: right; margin-top: 20px;">  <p style="text-align: right;">▲ :バーナー</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin-left: auto;"> スイッチ分離距離 上下方向：20mm 水平方向：15mm </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 style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 10px auto;"> <p>金属バリア：厚さ 4mm 隔離距離：3cm 以上</p> </div> <p>上記は全て実機計測値</p> </div>	<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>▲：バーナー</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 の距離であっても、もう一方へのダクトへの影響がないことを確認した。なお、塩化ビニル電線と難燃性電線の相違はなかった。</p>

対象	実証試験概要
<p>金属外装ケーブル</p>	<p>1. 目的 制御盤内に設置している金属外装ケーブルが制御盤内の火災により影響を受けないことを確認する。</p> <p>2. 試験内容 (1) 金属外装ケーブル ケーブルを収納した電線管及びフレキシブル電線管を外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 data-bbox="1003 592 1464 852" 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。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>

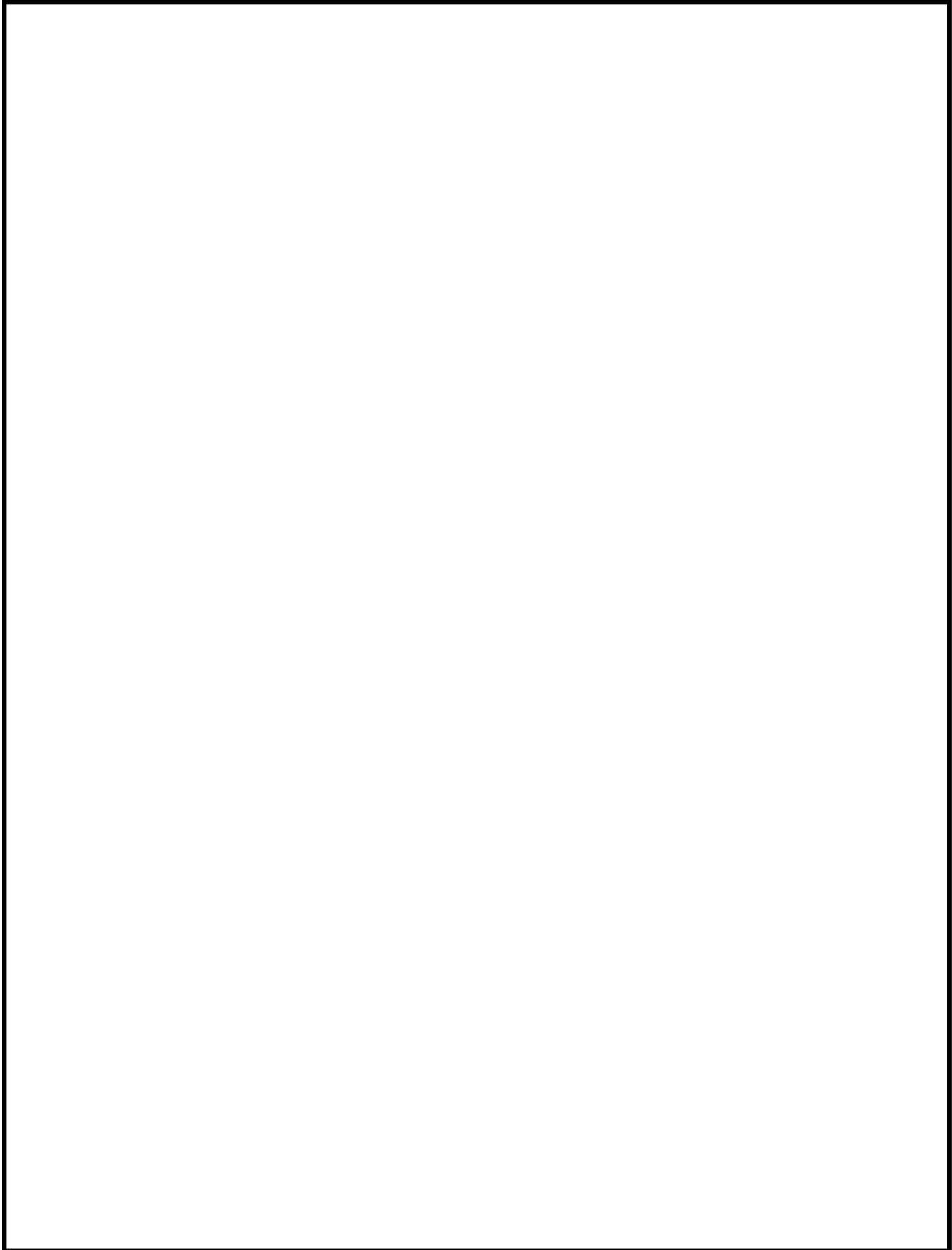
対象	盤内状況	実証試験概要
<p style="text-align: center;">制 御 盤</p>	 <p style="text-align: center;">3.2mm以上の鋼板で分離 青破線：区別の境界</p>	<p>1. 目的 中央制御室に設置している制御盤に火災が発生しても、隣接する制御盤に火災の影響がおよばないことを確認する。制御盤は、ベンチ盤、直立盤の2種類で確認する。</p> <p>2. 試験内容</p> <p>(1) 制御盤バーナー着火試験 制御盤内の外部ケーブルの立ち上がり部をバーナーにより強制着火し、隣接制御盤への火災の影響を確認した。なお、隣接盤への影響は、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 <div style="text-align: center;"> <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> </div> <p>3. 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) 空中一条敷設過電流試験 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>空中一条敷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

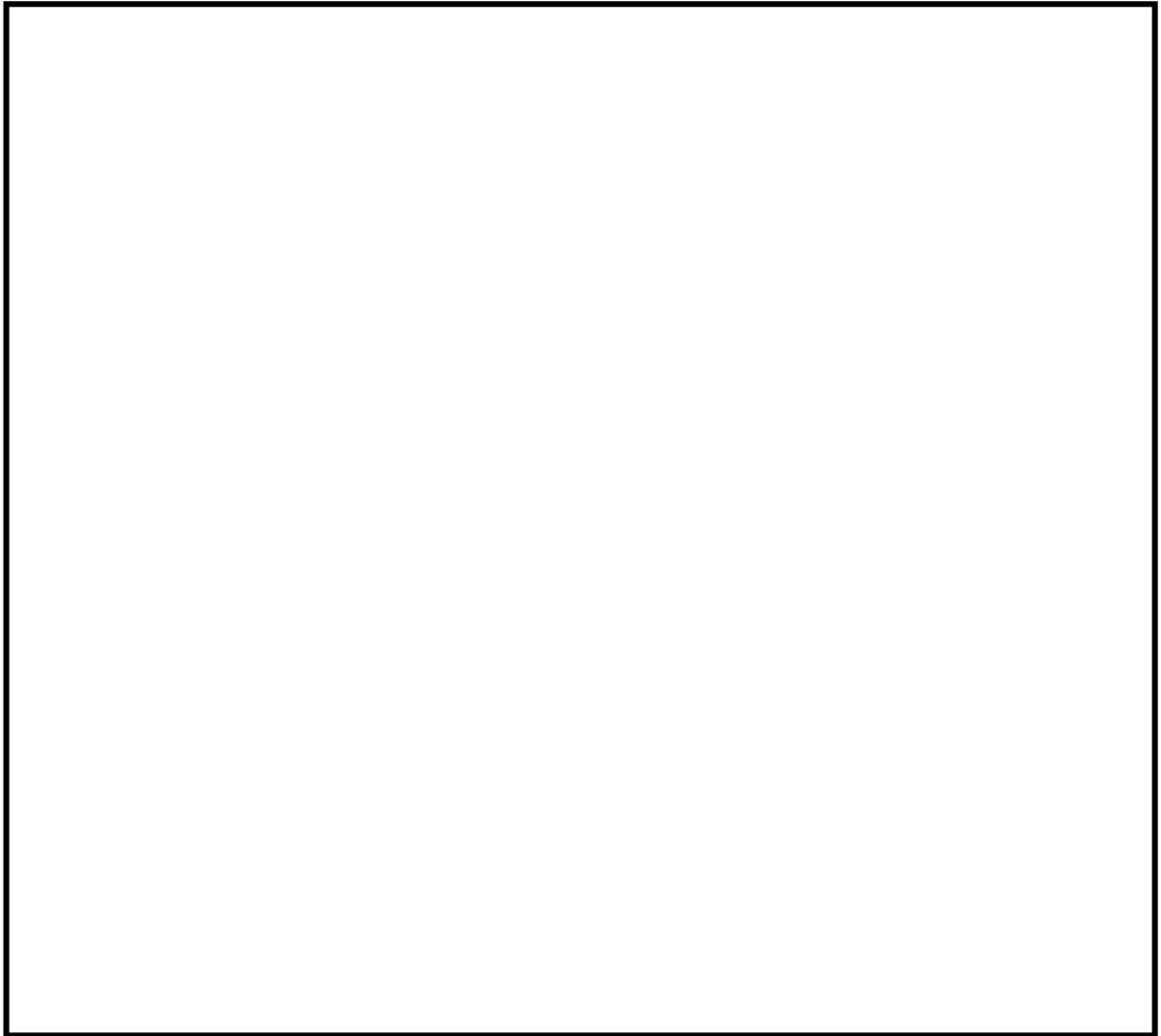
東海第二発電所における中央制御室の制御盤の火災を想定した場合の
対応について

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

第 1 図に中央制御盤の配置を示す。

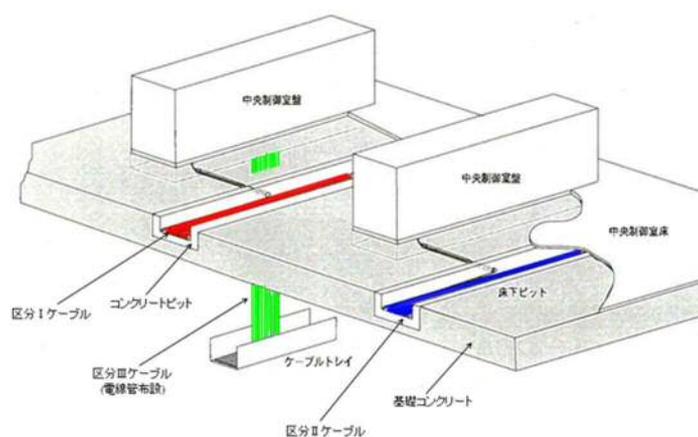


第 1 図 東海第二発電所 中央制御室

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。
- ・ 制御盤に接続のため入線されるケーブルは、ケーブル処理室からの電線管により敷設されるものと、床下コンクリートピットからのケーブルがある。ケーブル処理室では1時間の耐火材、かつ、火災感知器と自動消火設備が設置され、コンクリートピットは1時間の耐火能力を有するコンクリートピット構造、かつ火災感知器及びハロゲン化物自動消火設備を設置するため、延焼する可能性は低い。



第2図 中央制御盤へのケーブル配線

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、安全区分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されている制御盤については、複数の安全区分の安全機能が同時に喪失しないように異区分の機器は鋼板や離隔距離による対策がされている。また、これらの制御盤については、運転員が常駐し監視する場所に設置されており、高感度煙感知器の設置などにより、火災の早期感知と運転員による早期消火が可能なことから、複数区分の監視機能が同時に喪失することはない。よって、原子炉の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)					評価
			原子炉の緊急停止機能	原子炉冷却材圧力バウンダリ機能	炉心冷却機能	原子炉停止後の除熱機能	安全上特に重要な関連機能	
1	H13-P615A	制御棒位置指示系盤 A						
2	H13-P625	HPCS RELAY CAB			○	○	○	当該盤において火災を想定した場合、安全区分Ⅲの高圧炉心スプレイス系が機能喪失するおそれがあるが、安全区分Ⅰ、Ⅱの低圧炉心スプレイス系、低圧注水系、自動減圧系とは盤が独立し分離されていることから、多重化、多様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。
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			○	○	○	当該盤において火災を想定した場合、安全区分Ⅲの高圧炉心スプレイス系が機能喪失するおそれがあるが、安全区分Ⅰ、Ⅱの低圧炉心スプレイス系、低圧注水系、自動減圧系とは盤が独立し分離されていることから、多重化、多様化された安全機能が同時に喪失することはない。よって、原子炉の安全停止は達成可能である。
10	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	○	○	○	○	○	当該盤で火災を想定した場合、原子炉スクラム、主蒸気隔離弁閉等の論理回路の安全区分Ⅰが喪失するおそれがあるが、フェイル・セーフ設計であること、同機能を有する安全区分Ⅱの盤とは独立し分離されていることから、安全機能が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。
14	H13-P610	スクラム試験盤						
15	H13-P611	原子炉保護系“ B ”継電器盤	○	○	○	○	○	当該盤で火災を想定した場合、原子炉スクラム、主蒸気隔離弁閉等の論理回路の安全区分Ⅱが喪失するおそれがあるが、フェイル・セーフ設計であること、同機能を有する安全区分Ⅰの盤とは独立し分離されていることから、安全機能が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。
16	CP-35	DUST MONITOR CAB						
17	H13-P614	NSSS TEMP RECORDER CAB						
18	H13-P608	出力領域モニタ盤					○	当該盤において火災を想定した場合、出力領域モニタの機能が喪失するおそれがあるが、各安全区分は盤内にて独

位置	盤番号	盤名称	安全機能 (○:機能有り)					評価
			原子炉の緊急停止機能	原子炉冷却材圧力バウンダリ機能	炉心冷却機能	原子炉停止後の除熱機能	安全上特に重要な関連機能	
								立し分離されていることから、多重化された安全機能が同時に喪失することはない。よって、原子炉の安全停止は達成可能である。
19	H13-P636	RADIATON MON "B" CAB					○	当該盤において火災を想定した場合、安全区分Ⅰ又は安全区分Ⅱの起動領域モニタ、原子炉建屋排気放射線モニタ等の機能が喪失するおそれがあるが、安全区分Ⅰと安全区分Ⅱは盤内にて独立し分離されていることから、多重化された安全機能が同時に喪失することはない。よって、原子炉の安全停止は達成可能である。
20	D21-P600	AREA RAD MONITOR CAB						
21	H13-P600	PROCESS RAD RECODER 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	RADIATON MON "A" CAB					○	当該盤において火災を想定した場合、安全区分Ⅰ又は安全区分Ⅱの起動領域モニタ、原子炉建屋排気放射線モニタ等の機能が喪失するおそれがあるが、安全区分Ⅰと安全区分Ⅱは盤内にて独立し分離されていることから、多重化された安全機能が同時に喪失することはない。よって、原子炉の安全停止は達成可能である。
26	H13-P601	REACTOR CORE COOLING SYS. B・B		○	○		○	複数の安全区分の機器・ケーブル等が一つの盤内に設置されているが、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、複数安全区分の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。
27	H13-P602	CUW & PLR CONTROL B・B						
28	H13-P603	REACTOR CONTROL B・B	○				○	複数の安全区分の機器・ケーブル等が一つの盤内に設置されているが、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、複数安全区分の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。
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		○	○		○	複数の安全区分の機器・ケーブル等が一つの盤内に設置されているが、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。
32	NR91-P052	廃棄物処理設備監視盤						

位置	盤番号	盤名称	安全機能 (○：機能有り)					評価
			原子炉の緊急停止機能	原子炉冷却材圧力バウンダリ機能	炉心冷却機能	原子炉停止後の除熱機能	安全上特に重要な関連機能	
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	GENERATOR&MAIN TRANSF PROTECTION RELAY CAB						
41	CP-10B	GENERATOR&UNIT AUX TRANSF PROTECTION RELAY CAB						
42	CP-10C	STANDBY TRANSF PROTECTION RELAY CAB						
43	CP-11	タービン補機盤						
44	CP-4	タービン補機盤						
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			○	○	○	複数の安全区分の機器・ケーブル等が一つの盤内に設置されているが、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、複数安全区分の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。
56	H13-P926	ATS ECCS DIV-Ⅱ CAB			○	○	○	当該盤において火災を想定した場合、安全区分Ⅱの低圧注水系、自動減圧系が機能喪失するおそれがあるが、安全区分Ⅰの低圧炉心スプレイ系、低圧注水系、自動減圧系の盤、安全区分Ⅲの高圧炉心スプレイ系の盤とは独立し分離されていることから、多重化された安全機能が同時に喪失することはない。よって、原子炉の安全停止は達成可能である。
57	H13-P642	LEAK DETECTION DIV-Ⅱ CAB						
58	H13-P618	RHR “B” & “C” RELAY DIV-Ⅱ CAB			○	○		当該盤において火災を想定した場合、安全区分Ⅱの残留熱除去系が機能喪失するおそれがあるが、安全区分Ⅰの残留熱除去系の盤とは独立し分離されていることから、多重化された安全機能が同時に喪失することはない。よって、原子炉の安全停止は達成可能である。

位置	盤番号	盤名称	安全機能 (○：機能有り)					評価
			原子炉の緊急停止機能	原子炉冷却材圧力バウンダリ機能	炉心冷却機能	原子炉停止後の除熱機能	安全上特に重要な関連機能	
59	H13-P925	ATS ECCS DIV-I CAB			○	○	○	当該盤において火災を想定した場合、安全区分Ⅰの低圧炉心スプレイ系、低圧注水系、自動減圧系が機能喪失するおそれがあるが、安全区分Ⅱの低圧注水系、自動減圧系の盤、安全区分Ⅲの高圧炉心スプレイ系の盤とは独立し分離されていることから、多重化された安全機能が同時に喪失することはない。よって、原子炉の安全停止は達成可能である。
60	H13-P927	同上			○	○	○	同上
61	CP-34A	RFP-T(A)制御盤						
62	CP-34B	RFP-T(B)制御盤						
63	H13-P640	TRANSIEMNT TEST PANEL						
64	H13-P621	RCIC RELAY CAB			○	○		当該盤において火災を想定した場合、安全区分Ⅰの原子炉隔離時冷却系が機能喪失するおそれがあるが、安全区分Ⅱの残留熱除去系の盤とは独立し分離されていることから、多重化された安全機能が同時に喪失することはない。よって、原子炉の安全停止は達成可能である。
65	H13-P632	LEAK DETECTION DIV-I CAB						
66	H13-P629	LPCS&RHR "A" RELAY DIV-I CAB			○	○	○	当該盤において火災を想定した場合、安全区分Ⅰの低圧炉心スプレイ系、低圧注水系が機能喪失するおそれがあるが、安全区分Ⅱの低圧注水系の盤、安全区分Ⅲの高圧炉心スプレイ系の盤とは独立し分離されていることから、多重化された安全機能が同時に喪失することはない。よって、原子炉の安全停止は達成可能である。
67	H13-P924	ATS RPS "D" CAB	○					当該盤において火災を想定した場合、原子炉スクラム機能等の安全区分ⅡのチャンネルDが機能喪失するおそれがあるが、安全区分ⅡのチャンネルBの盤とは独立し分離されていることから、多重化された安全機能が同時に喪失することはない。よって、原子炉の安全停止は達成可能である。
68	H13-P922	ATS RPS "B" CAB	○					当該盤において火災を想定した場合、原子炉スクラム機能等の安全区分ⅡのチャンネルBが機能喪失するおそれがあるが、安全区分ⅡのチャンネルDの盤とは独立し分離されていることから、多重化された安全機能が同時に喪失することはない。よって、原子炉の安全停止は達成可能である。
69	H13-P622	INBOARD VALVE NS4 DIV-II CAB					○	当該盤において火災を想定した場合、安全区分Ⅱの原子炉格納容器隔離機能が喪失するおそれがあるが、同機能を有する安全区分Ⅰの盤とは独立し分離されていることから、多重化された安全機能が同時に喪失することはない。よって、原子炉の安全停止は達成可能である。
70	H13-P631	ADS "B" RELAY CAB			○	○	○	当該盤において火災を想定した場合、安全区分Ⅱの自動減圧系が機能喪失するおそれが

位置	盤番号	盤名称	安全機能（○：機能有り）					評価
			原子炉の緊急停止機能	原子炉冷却材圧力バウンダリ機能	炉心冷却機能	原子炉停止後の除熱機能	安全上特に重要な関連機能	
								あるが、同機能を有する安全区分Ⅰの盤とは独立し分離されていることから、多重化された安全機能が同時に喪失することはない。よって、原子炉の安全停止は達成可能である。
71	H13-P690	S/P TEMP MON" B" CAB						
72	CP-16	FCS" B" CAB					○	当該盤において火災を想定した場合、安全区分Ⅱの可燃性ガス濃度制御系が機能喪失するおそれがあるが、同機能を有する安全区分Ⅰの盤とは独立し分離されていることから、多重化された安全機能が同時に喪失することはない。よって、原子炉の安全停止は達成可能である。
73	H13-P639	CAMS" B" CAB					○	当該盤において火災を想定した場合、安全区分Ⅱの格納容器雰囲気監視系が機能喪失するおそれがあるが、同機能を有する安全区分Ⅰの盤とは独立し分離されていることから、多重化された安全機能が同時に喪失することはない。よって、原子炉の安全停止は達成可能である。
74	CP-14	MSIV-LCS" B" CAB		○				当該盤において火災を想定した場合、安全区分Ⅱの主蒸気隔離弁漏えい抑制系が機能喪失するおそれがあるが、同機能を有する安全区分Ⅰの盤とは独立し分離されていることから、多重化された安全機能が同時に喪失することはない。よって、原子炉の安全停止は達成可能である。
75	CP-6B	SGTS&FRVS "B" CAB		○			○	当該盤において火災を想定した場合、安全区分Ⅱの原子炉建屋ガス処理系が機能喪失するおそれがあるが、同機能を有する安全区分Ⅰの盤とは独立し分離されていることから、多重化された安全機能が同時に喪失することはない。よって、原子炉の安全停止は達成可能である。
76	CP-41	STATION AUX POWER CAB						
77	H13-P623	OUTBOARD VALVE NS4 DIV-I CAB					○	当該盤において火災を想定した場合、安全区分Ⅰの原子炉格納容器隔離機能が喪失するおそれがあるが、同機能を有する安全区分Ⅱの盤とは独立し分離されていることから、多重化された安全機能が同時に喪失することはない。よって、原子炉の安全停止は達成可能である。
78	H13-P628	ADS" A" RELAY CAB			○	○	○	当該盤において火災を想定した場合、安全区分Ⅰの自動減圧系が機能喪失するおそれがあるが、同機能を有する安全区分Ⅱの盤とは独立し分離されていることから、多重化された安全機能が同時に喪失することはない。よって、原子炉の安全停止は達成可能である。
79	H13-P689	S/P TEMP MON "A" CAB					○	当該盤において火災を想定した場合、安全区分Ⅰのサブレーション・プール水温度監視系が機能喪失するおそれがあるが、同機能を有する安全区分Ⅱの盤とは独立し分離されていることから、多重化された安全機能が同時に喪失する

位置	盤番号	盤名称	安全機能 (○：機能有り)					評価
			原子炉の緊急停止機能	原子炉冷却材圧力バウンダリ機能	炉心冷却機能	原子炉停止後の除熱機能	安全上特に重要な関連機能	
								ことはない。よって、原子炉の安全停止は達成可能である。
	H13-P690	S/P TEMP MON "B" CAB					○	当該盤において火災を想定した場合、安全区分Ⅱのサブプレッション・プール水温度監視系が機能喪失するおそれがあるが、同機能を有する安全区分Ⅰの盤とは独立し分離されていることから、多重化された安全機能が同時に喪失することはない。よって、原子炉の安全停止は達成可能である。
80	CP-15	FCS" A" CAB					○	当該盤において火災を想定した場合、安全区分Ⅰの可燃性ガス濃度制御系が機能喪失するおそれがあるが、同機能を有する安全区分Ⅱの盤とは独立し分離されていることから、多重化された安全機能が同時に喪失することはない。よって、原子炉の安全停止は達成可能である。
81	H13-P638	CAMS" A" CAB					○	当該盤において火災を想定した場合、安全区分Ⅰの格納容器雰囲気監視系が機能喪失するおそれがあるが、同機能を有する安全区分Ⅱの盤とは独立し分離されていることから、多重化された安全機能が同時に喪失することはない。よって、原子炉の安全停止は達成可能である。
82	CP-13	MSIV-LCS" A" CAB		○				当該盤において火災を想定した場合、安全区分Ⅰの主蒸気隔離弁漏えい抑制系が機能喪失するおそれがあるが、同機能を有する安全区分Ⅱの盤とは独立し分離されていることから、多重化された安全機能が同時に喪失することはない。よって、原子炉の安全停止は達成可能である。
83	CP-6A	SCTS&FRVS "A" CAB		○			○	当該盤において火災を想定した場合、安全区分Ⅰの原子炉建屋ガス処理系が機能喪失するおそれがあるが、同機能を有する安全区分Ⅱの盤とは独立し分離されていることから、多重化された安全機能が同時に喪失することはない。よって、原子炉の安全停止は達成可能である。
84	H13-P921	ATS RPS "A" CAB	○					当該盤において火災を想定した場合、原子炉スクラム機能等の安全区分ⅠのチャンネルAが機能喪失するおそれがあるが、安全区分ⅠのチャンネルCの盤とは独立し分離されていることから、多重化された安全機能が同時に喪失することはない。よって、原子炉の安全停止は達成可能である。
85	H13-P923	ATS RPS "C" CAB	○					当該盤において火災を想定した場合、原子炉スクラム機能等の安全区分ⅠのチャンネルCが機能喪失するおそれがあるが、安全区分ⅠのチャンネルAの盤とは独立し分離されていることから、多重化された安全機能が同時に喪失することはない。よって、原子炉の安全停止は達成可能である。
86	CP-42B	PSVR 盤(2)						

位置	盤番号	盤名称	安全機能 (○:機能有り)					評価
			原子炉の緊急停止機能	原子炉冷却材圧力バウンダリ機能	炉心冷却機能	原子炉停止後の除熱機能	安全上特に重要な関連機能	
87	CP-42A	PSVR 盤(1)						
88	CP-32	開閉所保護盤						
89	CP-36	保守用通信ジャック盤						
90	CP-40	275KV 系統周波数記録盤						
91	CP-43	潮位記録計盤						
92	H13-P660	スクラムタイミングレコーダ盤						
93	X60-P001	光ファイバー設備監視装置制御盤						
94	C98-P001-1	定検時燃料移動監視装置						
95	C98-P001-2	定検時燃料移動監視装置						
96	—	PLR ポンプ振動監視装置盤						