

# 東海第二発電所

## 火災防護について

(非難燃ケーブルの防火措置による  
難燃性能向上について)

平成28年8月31日

日本原子力発電株式会社

# 目次

---

1. はじめに
2. ケーブルに対する規制要求事項
3. ケーブルの難燃性要求に対する対応方針
4. 難燃ケーブルの引替えに対する検討
5. 防火措置を施さない範囲の対応

# 1. はじめに

東海第二発電所で敷設されるケーブルの総延長は約1,400kmにのぼり、使用されている非難燃ケーブルには、運転開始時には延焼防止対策として、延焼防止塗料が施されている。なお、運転開始以降の改造工事等では、難燃ケーブルを使用している。

## ○東海第二のケーブル配線の特徴

### 【安全区分】

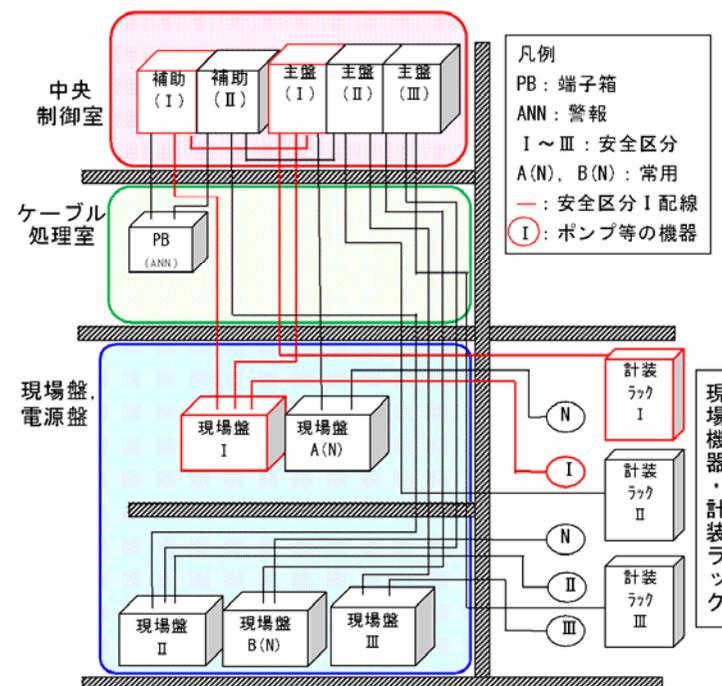
- ・安全機能を有する機器に設置されるケーブルは安全区分Ⅰと安全区分Ⅱ又はⅢに分離され、電線管又はケーブルトレイの形態で配線されている。

### 【計装・制御ケーブル】

- ・中央制御室からの計装・制御ケーブルの配線状況を表すと、右図に示すようにケーブル処理室から壁等を貫通し、各現場盤及び電源盤並びに現場の計器ラック等へケーブルは1本で繋ぐ設計となっている。

### 【電力ケーブル】

- ・電力ケーブルは負荷の電圧や電流容量に応じた電源盤に分配され、その間、幾多の壁貫通部を通して電動機等の端子箱まで、ケーブルを1本で繋ぐ設計となっている。



東海第二発電所 ケーブル配線イメージ図

## 2. ケーブルに対する規制要求事項

### 【設置許可基準規則(抜粋)】

#### 第八条 火災による損傷の防止

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、(後文略)

### 【設置基準規則の解釈(抜粋)】

設置許可基準規則に定める技術的要件を満足する技術的内容は、本解釈に限定されるものではなく、設置許可基準規則に照らして十分な保安水準の確保が達成できる技術的根拠があれば、設置許可基準規則に適合するものと判断する。

#### 第8条(火災による損傷の防止)

- 1 (略)
- 2 第8条について、別途定める「实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」(中略)に適合するものであること。

### 【实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)】

#### ○火災の発生防止

不燃性材料又は難燃性材料を使用した設計であること。

- ・ケーブルは難燃ケーブル※を使用すること。

※: 火災により着火し難く、著しい燃焼をせず、また、加熱源を除去した場合はその燃焼部が広がらない性質を有するケーブル

### 3. ケーブルの難燃性要求に対する対応方針(1/3)

東海第二発電所の計装・制御ケーブル及び電力ケーブルには、建設時に非難燃ケーブルが採用され、ケーブルトレイに敷設された非難燃ケーブルには延焼防止塗料が施されている。

その後の増改良工事においては難燃ケーブルが採用され、延焼防止塗料が施された非難燃ケーブルの上に敷設されている。

「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」では、難燃ケーブルを使用することが要求されているが、ケーブル1本1本の全長にわたる特定、ケーブルの敷設、壁・床貫通スペースの確保が困難である。このため、以下の方針で対応する。

#### <対応方針>

- 不燃材の防火シートでケーブル及びケーブルトレイを覆った複合体(以下「複合体」という)を形成することで、火災防護上十分な難燃性能を確保できる一手段として実証する。  
安全機能を有する機器に使用される非難燃ケーブル(以下「非難燃ケーブル」という)については、複合体を形成する設計とする。
- また、安全性向上の観点でリスクを低減するため、以下の範囲については複合体を形成せずに難燃ケーブルに引替える。
  - ・ 不燃材の防火シート施工によるリスクが生じる可能性のある範囲
  - ・ ケーブル自体による火災発生からリスクが低減できる範囲

### 3. ケーブルの難燃性要求に対する対応方針(2/3)

---

基本方針フロー図(追而)

### 3. ケーブルの難燃性要求に対する対応方針(3/3)

#### 【難燃ケーブルと複合体のメリット・デメリット】

➤難燃ケーブルの引替え及び複合体形成のメリット・デメリットから、安全性のリスクを整理する。

	施工		設計				維持管理	その他
	建屋躯体強度	電氣的影響	電氣的機能	耐久性	耐震性	波及的影響	保守	作業安全
難燃ケーブルへの取替	●ケーブル引替えをするため、新たな電路確保として建屋躯体に開口部を設ける必要性から、躯体強度が低下する可能性があり	●ケーブル引替えは回路切替が膨大のため、誤配線による機器損傷など電氣的影響あり	—	—	—	—	—	●ケーブル引替え時の干渉設備の移設、及び作業スペース確保が多大 ●延焼防止塗料に含まれるアスベスト対策が多大
防火シートによる複合体の形成(防火措置の施工※)	—	●常時通電される高圧ケーブルの発火による延焼リスクあり	* 防火シートによるケーブルの蓄熱及び絶縁性能への影響を確認	—	* 防火シートの重量増加分をサポート評価に反映	●PCV内は、LOCA時に防火シートがデブリとなり、ECCS吸込み配管を閉塞させる可能性あり	●ケーブルピットにおいて複数の複合体が積層される場合の複合体の管理、ケーブルの保守性に影響あり	—

注記：○メリット、●デメリット

※：防火措置方法の選定については、次頁に記載

## (参考) 非難燃ケーブルの防火措置

### 【防火措置の比較評価】

➤ 防火措置の方法として、防火塗料と防火シートを比較検討し選定する

防火措置	難燃性能	品質管理	施工管理	耐久性	保守性
防火塗料	○ 塗料塗布により難燃性能を確保可能	△ 均一な膜厚の施工管理及び全ての施工範囲の膜厚測定が困難	△ 施工に関して力量が必要	○ 使用環境下の耐久性を確認済	△ 目視で容易に確認困難
防火シート	○ シート巻により難燃性能を確保可能	○ 工業製品であるため均一な品質が確保可能	○ 比較的容易	○ 使用環境下の耐久性を確認済	○ 目視で容易に確認可能

○防火措置として難燃性能を確保可能な「防火塗料」と「防火シート」を比較検討し、品質管理、施工管理及び保守性に優位な「防火シート」を選定

## 4. 難燃ケーブルの引替えに対する検討(1/6)

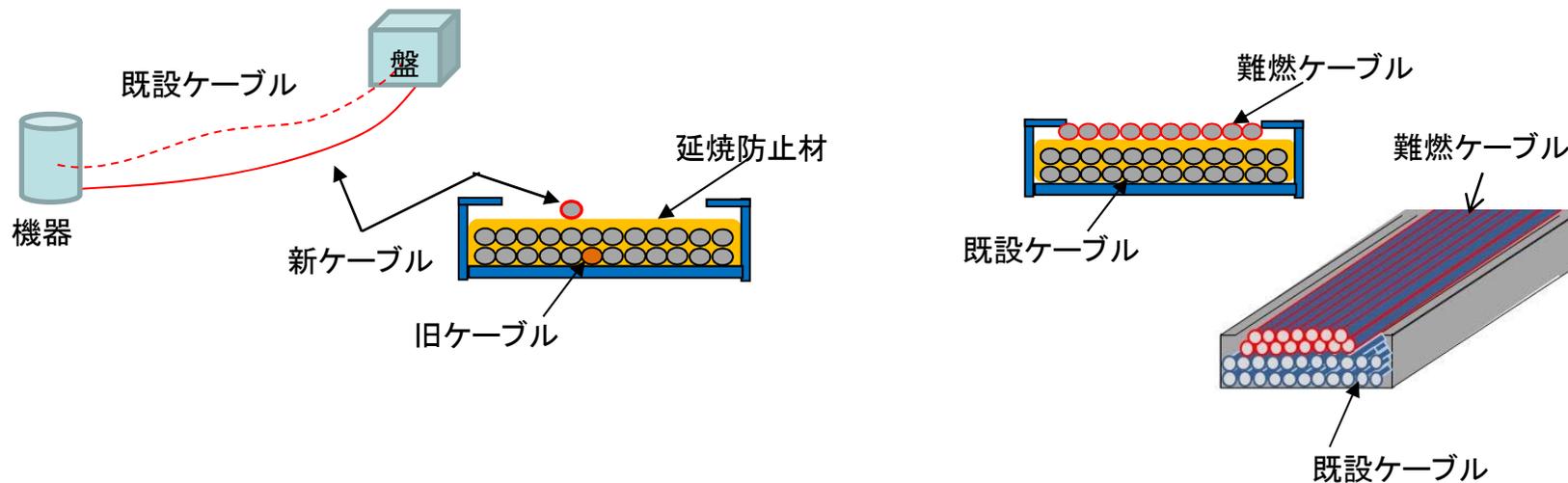
### 【現在のケーブル敷設状況】

- 増改良工事において、既設ケーブルトレイの上のスペースに新しく難燃ケーブルが敷設されている

○既設ケーブルトレイの上は、てんこ盛りの状態、これ以上の敷設スペース(既設ケーブルトレイの上及びトレイ貫通部スペース)の確保は困難

#### 作業の流れ

- ①新ケーブル敷設&機器接続 →トレイの余裕スペースを利用して敷設
- ②既設ケーブル機器接続を切断 →トレイの中に据置き

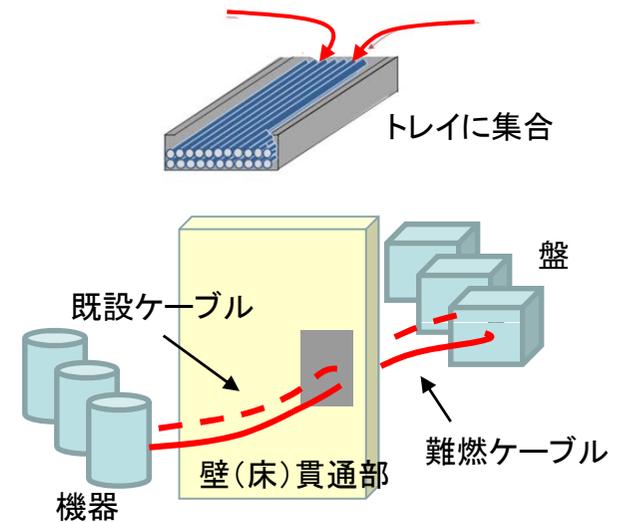


## 4. 難燃ケーブルの引替えに対する検討(2/6)

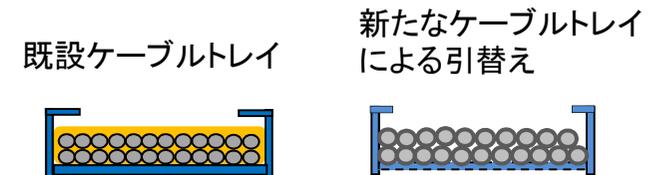
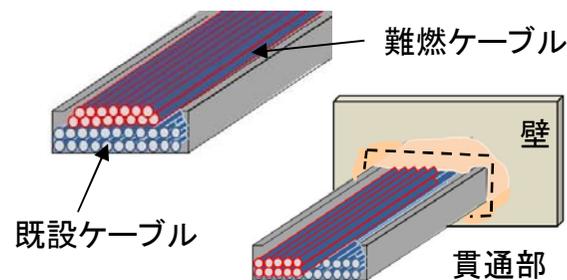
### 【ケーブルトレイに敷設された非難燃ケーブルの引替え】

➤ 中央制御室に近づくにつれ、ケーブルが各機器から集まってくることにより、トレイ内にケーブルが集中する。かつ、ケーブルには延焼防止材が厚く塗布されている。

- その中から1本1本、どの機器・用途のケーブルであるかを全長にわたり特定することは困難
- 難燃ケーブルに引替える作業を行う場合、ケーブルの特定が困難であることから、既設ケーブルを残したまま、既設ケーブルと同量のケーブルを新規に敷設した後、既設ケーブルから新設ケーブルに切替える

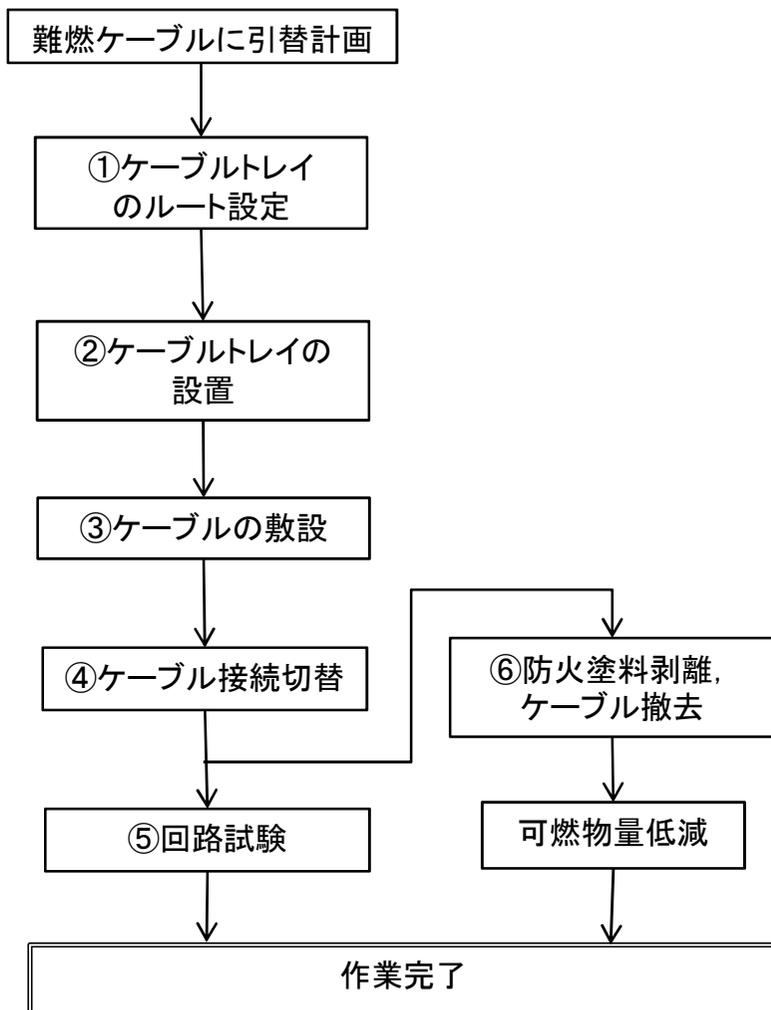


○ケーブルトレイに敷設された非難燃ケーブルの引替えは困難



## 4. 難燃ケーブルの引替えに対する検討(3/6)

### 【全てのケーブルの引替手順】

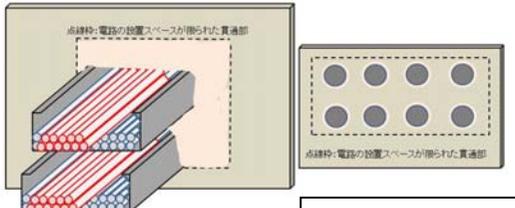
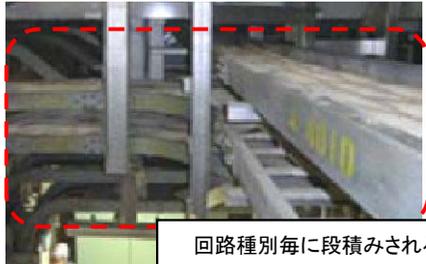
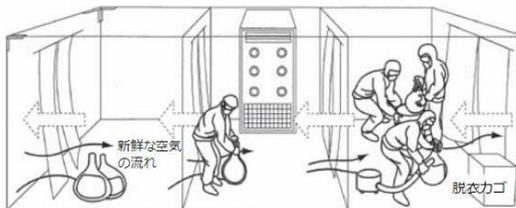


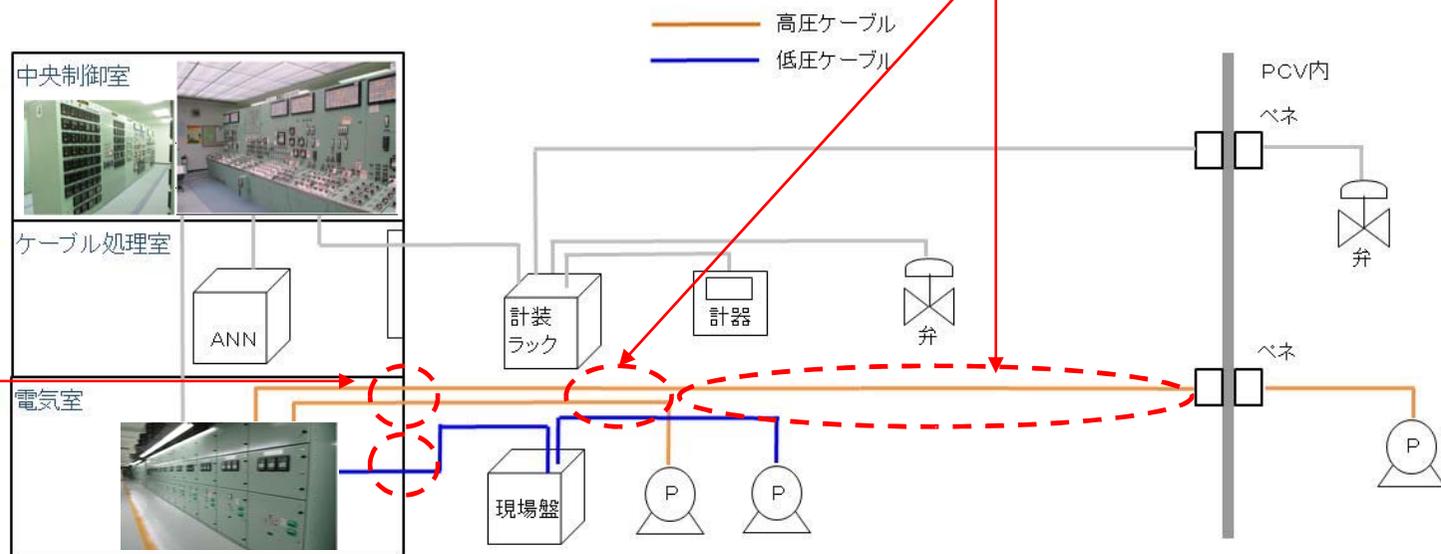
### ＜難燃ケーブルの引替作業条件＞

作業ステップ	作業条件
①ケーブルトレイのルート設定	・引替えに必要な新たなケーブルトレイのルート設定のため、建屋躯体貫通部、干渉物対策など設置スペースの確保
②ケーブルトレイの設置	・ケーブルトレイ及びトレイサポートの設置スペースの確保
③新設ケーブルトレイにケーブル敷設	・回路種別で段積みされるトレイに対するケーブル敷設のスペース確保
④ケーブルの接続切替	・狭隘な制御盤内での十分な安全性の確保
⑤回路試験	・機器の機能維持が要求される中での複雑な制御回路を持った回路試験の実施
⑥防火塗料の剥離及び非難燃ケーブルの撤去	・ケーブルトレイ全長にわたる防火塗料に含まれるアスベストの管理

# 4. 難燃ケーブルの引替えに対する検討(4/6)

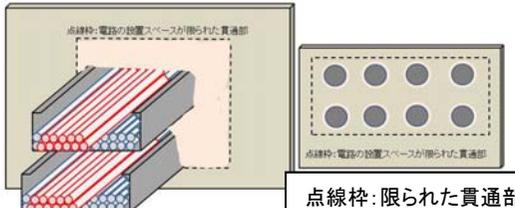
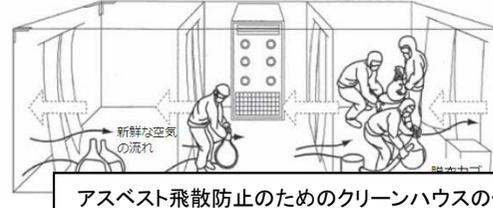
## 全ケーブル引替えの困難性: 実機における電力ケーブルの敷設状況

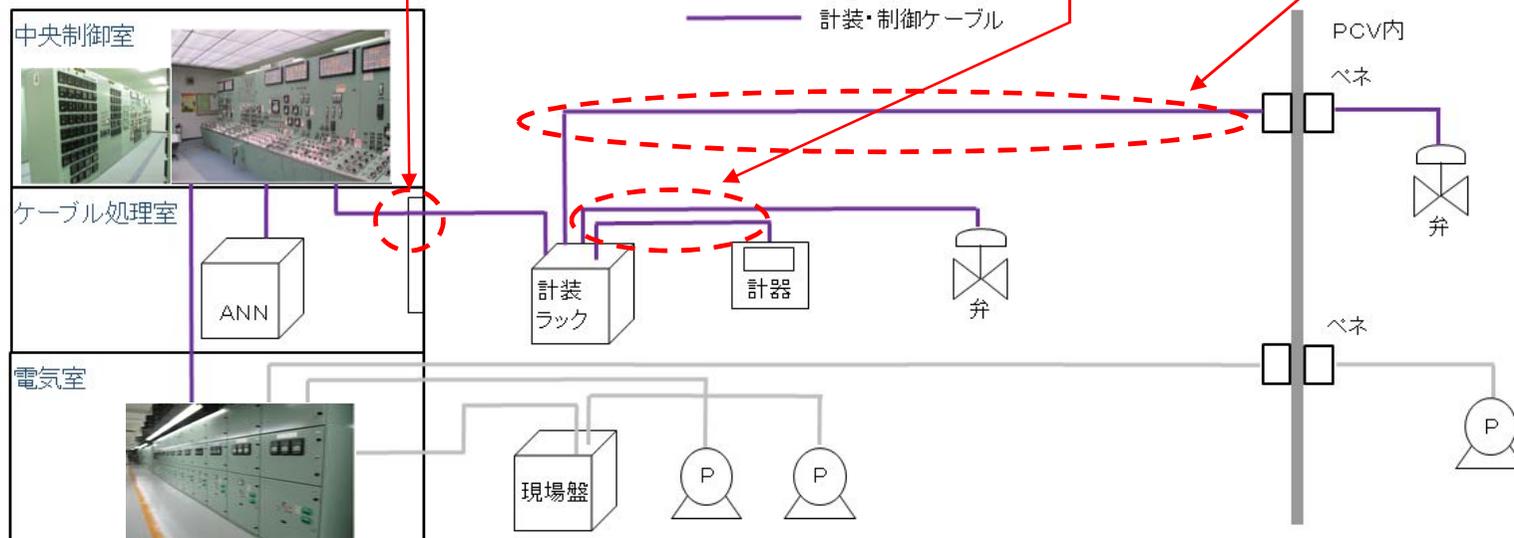
①貫通部	②③スペース確保	⑥アスベスト
<ul style="list-style-type: none"> <li>・限られた電路貫通部スペースで引替え用の新貫通部スペースを確保することが困難</li> <li>・引替え用の新貫通部を全て設けると建屋躯体の強度を低下するため新貫通部の確保が困難</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ケーブル引替え用段積みトレイ及びトレイサポートを設置するスペースを確保することは困難</li> <li>・ケーブル引替え作業に必要な作業スペースの確保が困難(重機の設置等)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ケーブルトレイ全長にわたって防火塗料に含まれるアスベストを管理することが困難</li> </ul>
 <p>点線枠: 限られた貫通部</p>	 <p>回路種別毎に段積みされるトレイ</p>	 <p>アスベスト飛散防止のためのクリーンハウスの例</p>



# 4. 難燃ケーブルの引替えに対する検討(5/6)

## 全ケーブル引替えの困難性: 実機における計装・制御ケーブルの敷設状況

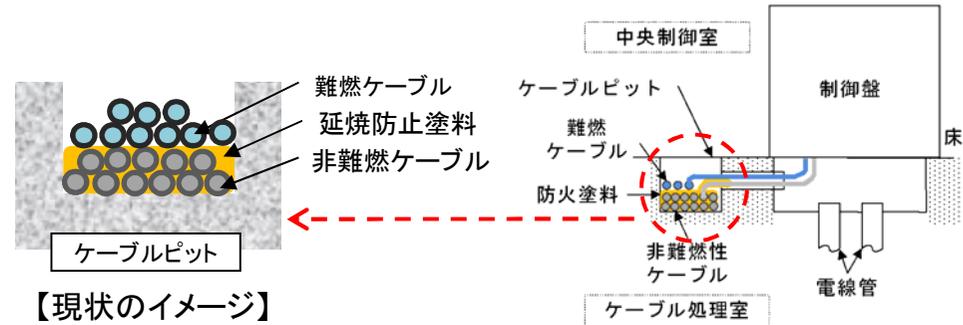
①貫通部	②③スペース確保	⑥アスベスト
<ul style="list-style-type: none"> <li>限られた電路貫通部スペースで引替え用の新貫通部スペースを確保することが困難</li> <li>引替え用の新貫通部を全て設けると建屋躯体の強度を低下するため新貫通部の確保が困難</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ケーブル引替え用段積みトレイ及びトレイサポートを設置するスペースを確保することは困難</li> <li>ケーブル引替え作業に必要な作業スペースの確保が困難(重機の設置等)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ケーブルトレイ全長にわたって防火塗料に含まれるアスベストを管理することが困難</li> </ul>
 <p>点線枠: 限られた貫通部</p>	 <p>回路種別毎に段積みされるトレイ</p>	 <p>アスベスト飛散防止のためのクリーンハウスの例</p>



# 4. 難燃ケーブルの引替えに対する検討(6/6)

## 【中央制御室の床下ケーブルピット】

- ケーブルピットの盤間連絡ケーブルに防火シートを施工する場合、盤間のケーブル毎に複合体が形成されるため、ケーブルが集中する箇所は複合体が積層する。
- そのため、下部の複合体の防火シートの状態確認やケーブルの追設、取替えなど保守性に影響がでることから、難燃ケーブルに引替える。



ピット内の作業工程	上層の難燃ケーブルの取外し	既塗布防火塗料の剥離	非難燃ケーブル取外し	複合体形成準備	複合体形成	ピットにケーブル敷設(作業完了)
難燃ケーブルへ引替え				—	—	
複合体形成				盤間連絡ケーブル、感知器設置 		

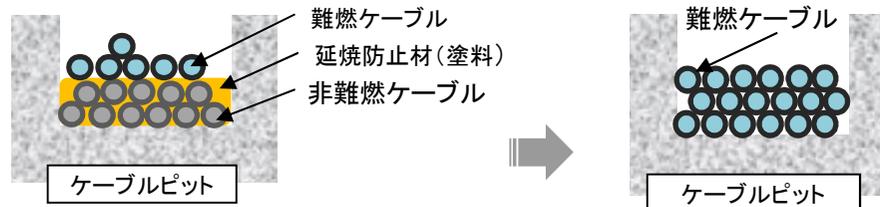
## 5. 防火措置を施さない範囲の対応

### 【複合体(防火措置)としない範囲】

○原子炉施設の安全性向上の観点から、以下の範囲については複合体を形成せずに難燃ケーブルとする。

安全性向上要素	考え方	対象ケーブル	対応
(1)不燃材の防火シート施工によるリスクが生じる可能性のある範囲			
ケーブルピット内ケーブルの保守性向上	複合体が複数できることによる、防火シートの外観確認のケーブル等の保守性低下を改善	中央制御室の床下ケーブルピットの盤間連絡ケーブル	・難燃ケーブルに引替え ・非難燃ケーブルは可燃物低減のため撤去
防火シートによる波及的影響回避	LOCA発生時の防火シートデブリ化によるECCS系ストレーナ閉塞回避	PCV内ケーブル	取替済及び電線管で敷設
(2)ケーブル自体による火災発生からリスクが低減できる範囲			
過電流発火による延焼リスク低減	安全機能を有する機器で通常運転時に常時運転される機器のケーブルで、絶縁耐力が厳しい高圧電力ケーブルの発火による延焼リスク低減	高圧電源系の安全機能を有する機器の中で、常時通電されるケーブル	対象ケーブルなし

### 【中央制御室ケーブルピットのケーブル引替イメージ】



【現状のケーブルピット】

【取替後のケーブルピット】