

東海第二発電所におけるケーブルの系統分離について

1. はじめに

東海第二発電所は、1978年（昭和53年）運転開始したプラントであり、ケーブルの系統分離については、旧技術基準に基づき設計されており、工事等の実施における当社の要求も、旧技術基準としていた。その後、2013年（平成25年）に新技術基準が施行されており、ケーブルの系統分離についての要求事項が見直された。

一方、平成28年1月6日に原子力規制委員会より発出された指示文書「東京電力株式会社柏崎刈羽原子力発電所で確認された不適切なケーブル敷設に係る対応について（指示）」（原規規発第1601063号）（以下、「指示文書」という。）に従い調査を行った結果、建設時の技術基準（旧技術基準）に対して不適切なケーブルは確認されなかったが、計装及び制御ケーブルについては、新規制基準へ適合させるための対策が必要なケーブルが確認された。（添付-1）

対応方針、状況は以下のとおりである。

2. 新旧の技術基準要求の比較

「発電用原子力設備に関する技術基準を定める省令（昭和40年通商産業省令第62号）」（以下「旧技術基準という。」）と、平成25年6月に施行された「実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則」（以下「新技術基準」という。）のケーブルの系統分離の要求事項は第1表のとおり。

第1表 技術基準の要求事項とその適合性

敷設パターン	イメージ図	旧技術基準 適合性	新技術基準 適合性
(i) 非安全系と 安全系全てが分 離	<p>安全系トレイ (C系) 非安全系トレイ 安全系トレイ (D系)</p>	○	○
(ii) 非安全系ー 安全系 1 区分跨 ぎ	<p>安全系トレイ (C系) 非安全系トレイ 安全系トレイ (D系)</p>	○	○
(iii) 非安全系ー 安全系複数跨ぎ	<p>安全系トレイ (C系) 安全系トレイ (D系) 非安全系トレイ</p>	○ 〔電力ケーブルは ×〕	×
(iv) 安全系異区 分跨ぎ	<p>安全系トレイ (C系) 安全系トレイ (D系)</p>	○ 〔電力ケーブルは ×〕	×

3. 区分跨ぎが発生した原因

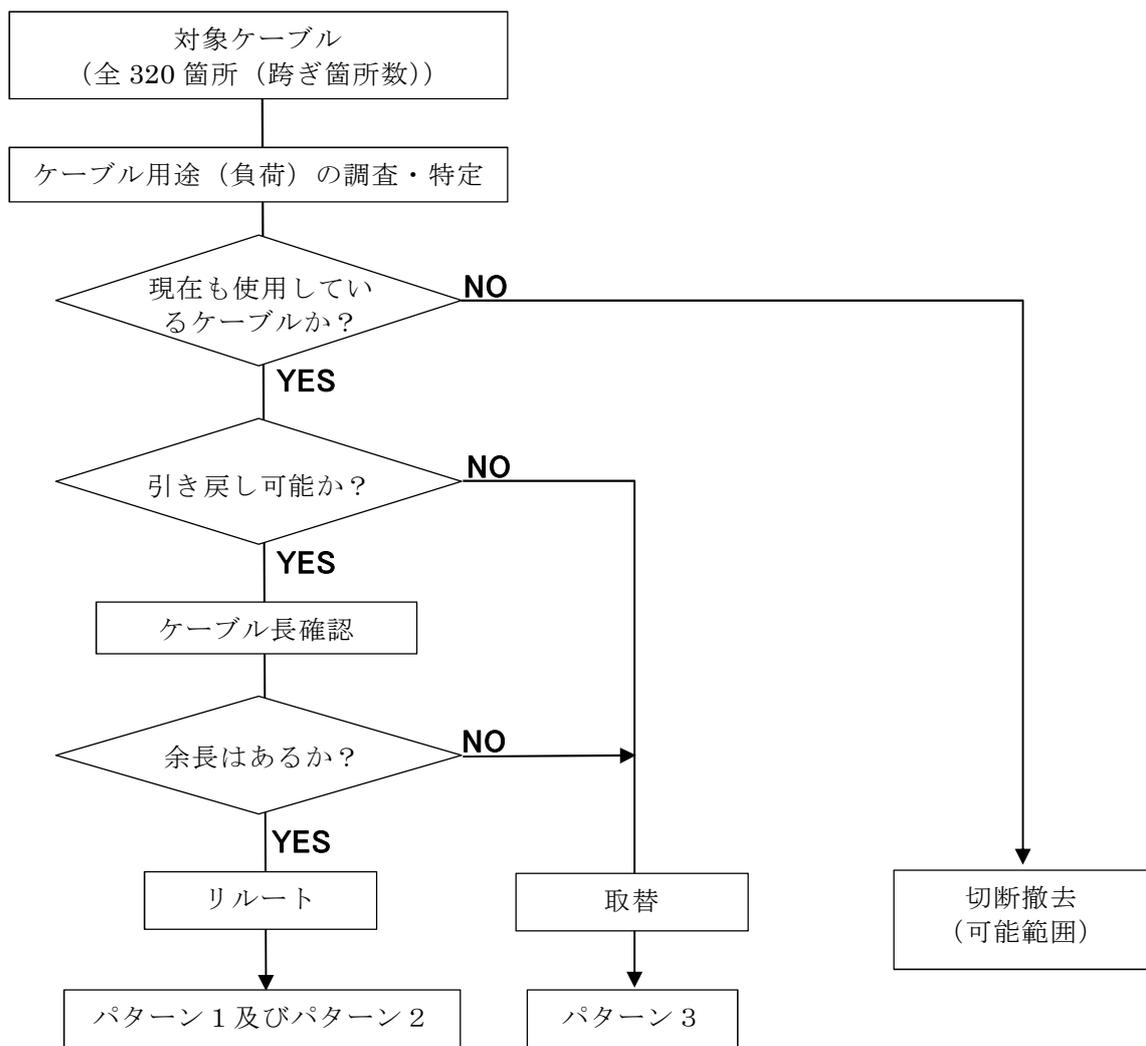
東海第二発電所では、発注における当社の要求事項を明記した工事等仕様書で旧技術基準を満足するよう要求していた。このため、要求事項を満足するよう、電力ケーブルは区分分離を行ったものの、制御及び計装ケーブルについては、区分分離の要求は無かったことから、区分を跨ぐケーブルが敷設されたものである。

4. 現時点での対応状況

指示文書に従い、東海第二発電所でのケーブル敷設状況を確認した結果、当社の要求事項である旧技術基準は満足しているが、新規制基準に適合させるための対策が必要な制御・計装ケーブルが320箇所確認され、このうち168箇所の用途(負荷)が平成29年4月末現在において特定されている。
(添付-2)

4. 対応方針

以下のフローに従い対応を行う。(添付-3)



第2表 対応方針

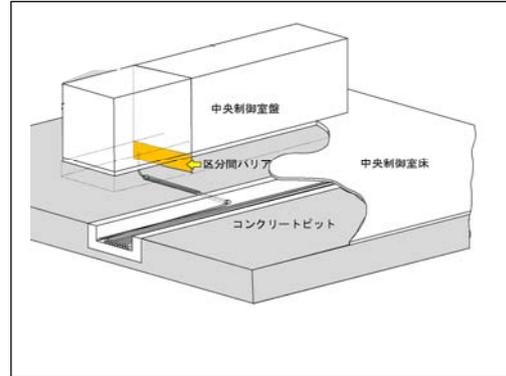
異区分跨ぎパターン	状況イメージ図	取替に伴う安全上の課題	対応方針	跨ぎ箇所数※	用途特定済数 (H29.4末現在)
パターン1 異区分の制御盤間の跨ぎ (中央制御室)		なし	<ul style="list-style-type: none"> 制御盤間の始点～終点間のケーブルを撤去し、新ケーブルを敷設 <p>〔中央制御室側にケーブルの始点終点がない場合にはパターン2、又はパターン3の対応が必要〕</p>	159	71
パターン2 制御盤入線部の跨ぎ (ケーブル処理室)		なし	<ul style="list-style-type: none"> ケーブルに余長があるため、制御盤入線部までケーブルを引き戻してリルート (正規のルートに引き直し) 	72	30
パターン3 ケーブルトレイ間跨ぎ (ケーブル処理室、現場)		既設ケーブルが残存 (可燃物量増加)	<ul style="list-style-type: none"> ケーブル用途 (負荷) を特定して新ケーブルに取替 可燃物を減らすため、可能な範囲で旧ケーブルを撤去 	89	67
合計				320	168

※跨ぎ箇所数であるため、ケーブル本数としては重複あり

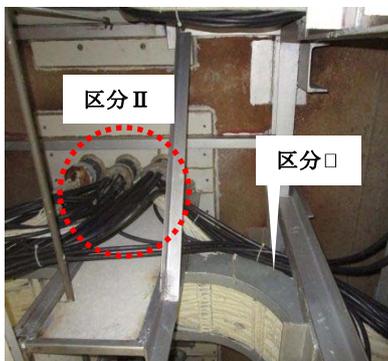
パターン1の例



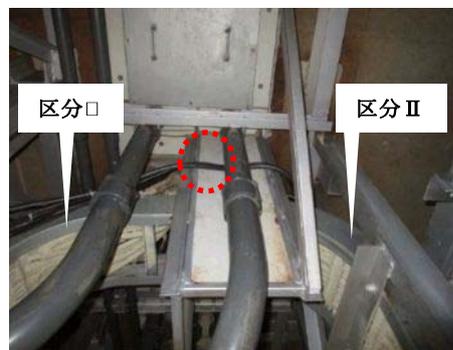
区分間バリアのイメージ



パターン2の例



パターン3の例



東海第二発電所における跨ぎケーブルの調査方法

原子力規制委員会より平成28年1月6日に発出された指示文書「東京電力株式会社柏崎刈羽原子力発電所で確認された不適切なケーブル敷設に係る対応について（指示）」（原規規発第1601063号）に従い、当社は、安全系ケーブルトレイに不適切なケーブル敷設がなされていないことを以下の方法により調査した。

- ・ 異区分跨ぎケーブルの調査は、中央制御室においてはコンクリートピットの蓋を開放し、盤下のケーブルに対しては盤の扉を開放して、目視にて確認できるような状態としてから跨ぎ箇所を調査した。
- ・ ケーブル処理室及び現場については、全てのトレイに対し確認漏れがないように、ケーブルトレイ配置図を確認しながら、ケーブル処理室及び現場のケーブルトレイを追跡し、目視にて跨ぎ箇所を調査した。
- ・ 高所、暗所等の視認しづらい箇所に対しては、双眼鏡、脚立、投光器等を用いることで、目視にて確認できるような状態とすることで跨ぎ箇所の見落としを防止した。
- ・ 調査は2名以上の調査員で行い、跨ぎ箇所をの見落としがないよう、相互に確認を行い、また、跨ぎ箇所が確認された場合は、調査員とは別の調査責任者も確認を行い、信頼性を確保している。なお、調査員及び調査責任者は、現場経験等から作業に必要な力量を有していると認められた者を選任している。

以上により、調査の信頼性を高めている。なお、新技術基準適合のため、原子炉建屋内は高圧ケーブルを除くケーブルトレイに複合体を施工すること

としていることから，万一，本調査で発見されなかった異区分間トレイ跨ぎケーブルがあった場合でも，複合体施工時に発見できる。

東海第二発電所における跨ぎケーブルの用途（負荷）特定方法

東海第二発電所では、跨ぎケーブルを新規制基準に適合させるため、跨ぎケーブルの用途（負荷）の特定作業を以下の方法により行っている。

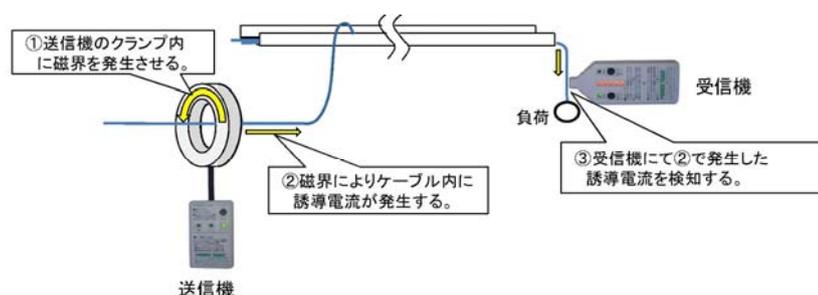
a. 目視による確認

対象ケーブルを目視にてケーブル端まで追跡し、ケーブル用途（負荷）を特定する。

b. 電氣的信号による確認（探査機による確認）【今後実施予定】

トレイ内で対象ケーブルの上に他のケーブルが敷設されている等の理由で上記 a. での確認ができない場合においては、調査対象ケーブルをクランプ等で挟み込み、送信機より信号を入力し、ケーブル端部で入力信号を受信することで、ケーブル用途（負荷）を特定する。

- ① 送信機のクランプ(又はクリップ)内に磁界を発生させる。
- ② 磁界によりケーブル内に誘導電流が発生する。
- ③ 受信機にて②で発生した誘導電流を検知する。



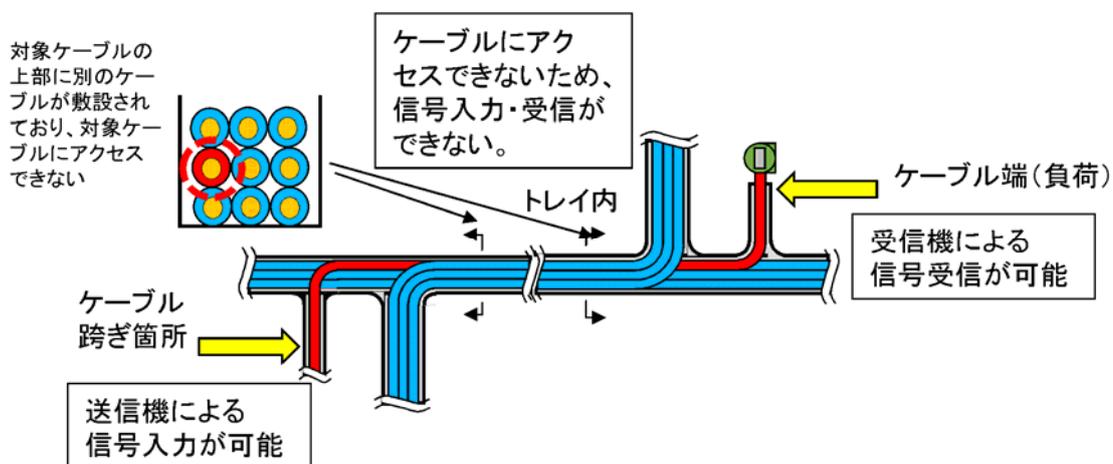
第 1 図 電氣的信号による確認（探査機による確認）の概要

本調査方法のメリット・デメリットは以下のとおり（メーカー資料による）。

メリット	デメリット
通電中のケーブルに対しても調査可能（送信機で発生させる誘導電流は非常に微弱であり、既設設備へ悪影響を与えることはない）。	ケーブルが密集している場所等，調査対象ケーブルにアクセスできない場合はケーブルの識別はできない。

本調査方法は，多数のケーブルが密集するトレイ内では，対象ケーブルにアクセスできない[※]ため，対象ケーブルの識別はできないが，ケーブル跨ぎ箇所とケーブル端においてケーブル用途（負荷）の特定が可能であり，本調査結果から取替対象ケーブルを特定する。

※： 多数のケーブルが密集するトレイ内では，上部に長く敷設された多数のケーブルの重量及びケーブル同士の接触抵抗により，トレイ内部に敷設されているケーブルから特定のケーブルをトレイ上層部に引き出すことができない。

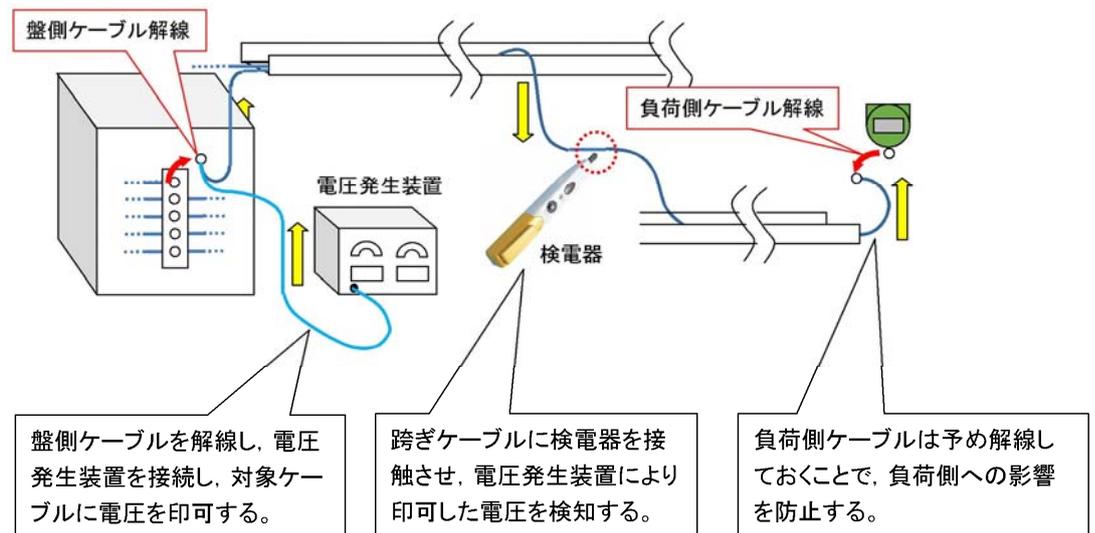


第2図 電氣的信号による確認（探査機による確認）の適用箇所

本方法については、当社での使用実績がないことから、念のため調査を開始する前に、停止中のタービン系設備のケーブルで試験的にノイズ等による既設機器への悪影響が無いことを確認する。

c. 電氣的信号による確認（負荷隔離による確認）【今後実施可能性あり】

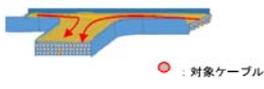
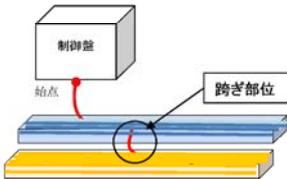
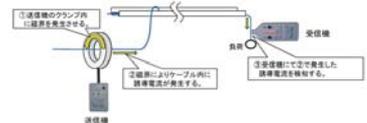
上記 b. の方法については当社での実績がなく、ノイズ等による既設機器への悪影響の可能性が否定できないと判断した場合においては、図面や現場の状態により調査対象ケーブルの用途（負荷）の範囲を可能な限り限定したうえで、個別の負荷単位で隔離することにより、電流発生装置及びクランプ型電流系を用いてケーブル用途（負荷）を特定する。



第3図 電氣的信号による確認（負荷隔離による確認）の概要

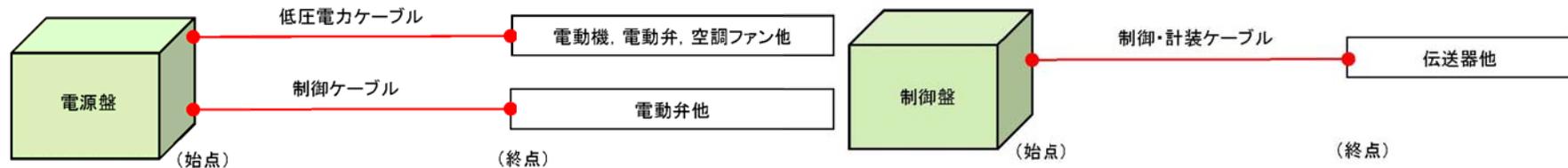
(参考) ケーブル特定方法の比較

- ◆ 非難燃ケーブル対応での対象ケーブル特定と跨ぎケーブルの特定方法について比較
- ◆ 両者ともにケーブル群内から全長にわたる対象ケーブルの識別はできないが、ケーブル負荷(始点(跨ぎ部)と終点)は特定可能

<p>第8条 非難燃ケーブル対応</p>	<p>第12条 ケーブル使用用途特定(系統分離)</p>
<ul style="list-style-type: none"> ◆ ケーブル取替は、1本ごと全長に渡りケーブルを識別することを念頭にしているが、ケーブル始点から区画を跨いで終点となる負荷までの間には、ケーブルトレイ内に多量のケーブルが敷設されケーブル群となるため、この中から対象ケーブルを識別し撤去する方法が取れない ◆ 始点終点は確認可能(次頁参照) 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 跨ぎ部が外部に出ているがケーブルが区画を跨いでケーブル群になる場合は、電気的信号による確認においても全長に渡り対象ケーブルを識別することはできないが、ケーブル使用用途(負荷)の特定は可能 ◆ 跨ぎ部と始点(負荷)の確認が可能  <p>【電気的信号による確認の例】</p> 

ケーブル取替方法①: 既設トレイ内で対象ケーブル取替検討結果

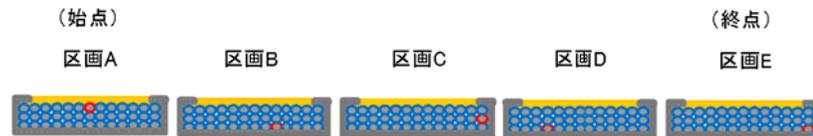
(1) ケーブルの始点、終点は識別可能



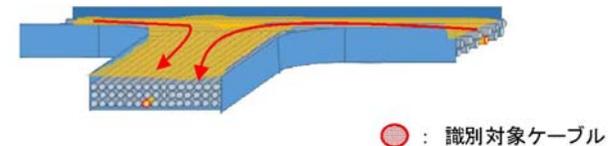
(2) ケーブルの始点、終点は識別できても、ケーブルの始点となる電源盤又は制御盤から各負荷までの距離は長く、ケーブル自体の重量もあり、ケーブルトレイ内に多量のケーブルが敷設されるとケーブル同士の接触抵抗が大きい。

(3) このため、対象ケーブルを撤去するためには、ケーブルを識別し、細断することが必要となるが、以下の理由により、識別、細断以外の方法として、既存ケーブルを残存させる方法を選択する必要がある。

- ・ケーブルトレイ内に多量のケーブルが敷設され、ケーブル群となること
- ・上記ケーブル群が複数区画に跨ること



ケーブルトレイ内のケーブル敷設位置が不規則に変わるイメージ



ケーブルの合流によりケーブル群となるケーブルトレイのイメージ

➡ 既設ケーブルトレイ内におけるケーブルの取替えは、ケーブルトレイ内に多量のケーブルがあり、複数区画を跨ぐため、既存ケーブルを残存させる方法を選択

東海第二発電所の対応スケジュール

	平成28年度			平成29年度												平成30年度							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
ケーブル調査																							
計画書作成		■	■																				
足場組立				■	■	■																	
調査																							
①現場及びケーブル処理室 目視による調査 (足場が不要な範囲)			■	■	■																		
②現場及びケーブル処理室 目視による調査 (足場が必要な範囲)					■	■																	
③中央制御室 目視による調査						■	■	■															
④その他 電氣的信号による調査							■	■															
対策工事※									■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

※対策工事は、社内手続き、詳細設計、資材調達、現場工事を含む
(状況によりスケジュールは変更にあることがある。)

320 箇所の跨ぎケーブルに対し、用途（負荷）が特定できていない
197 箇所について、用途（負荷）の特定を実施中であり、平成 29 年 4 月
末現在の状況及びその後の見通しは以下のとおり。

	平成 29 年 4 月末 現在の状況	今後の見通し
現場及びケーブル処理室（①及び②） 目視による調査	全 64 箇所中 41 箇所 のケーブル用途 （負荷）特定済み	足場組立ができた箇所から 残り 23 箇所の調査を行う
中央制御室（③） 目視による調査	全 133 箇所中 4 箇所 のケーブル用途 （負荷）特定済み	中央制御室は作業エリアが 限定的であることから 6 月 から集中的に調査を行う
その他（④） 電氣的信号による調査	未実施	上記でケーブル用途（負荷） の特定ができなかった箇所 に対して実施予定

以上