

柏崎刈羽原子力発電所における不適切なケーブルの敷設に係る対応について（概要版）

1. 事象の概要（6号機の発見当時）

2015年9月18日、柏崎刈羽原子力発電所6号機において、計測設備電路耐震強化工事の敷設ルート確認のため、当社工事監理員と協力企業作業員が中央制御室床下内（フリーアクセス）の調査を行ったところ、床下内ケーブルピットの区分を分離する分離板（垂直分離板4枚）が倒れ、計装・制御ケーブルが異なる区分間を跨いで敷設されており、ケーブルの敷設ルートが誤った状態であることを確認した。

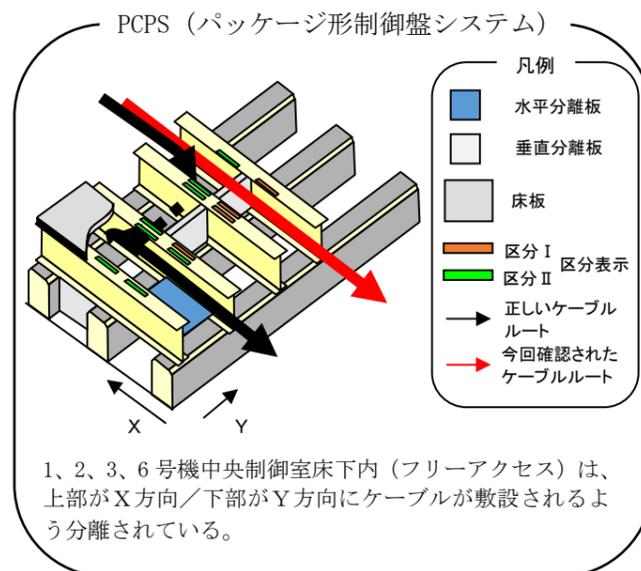
本件に関して、原子力規制委員会より、2015年11月4日に指示文書「東京電力株式会社柏崎刈羽原子力発電所第6号機における不適切なケーブルの敷設に係る対応について（指示）」が発出され、全号機の調査方針・計画を策定し調査を実施した。

2. ケーブル敷設状況に関する調査方法・調査結果

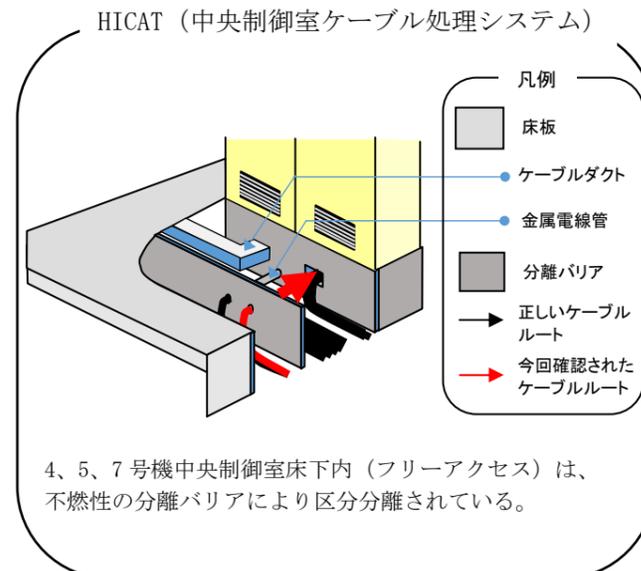
このたびの事象を受けて、ケーブルの敷設状態に誤りがないかを確認するため、各号機において異区分の混在の可能性がある電線管～中央制御室床下までの敷設ルートについて実施した。

また、ケーブルの敷設状況調査に合わせて区分を分離するために必要となる中央制御室床下の分離板及び分離バリアの状態についても調査を実施した。

なお、中央制御室の床下構造はプラントメーカーにより異なり概要は以下の通り。



1、2、3、6号機 中央制御室床下構造（概要）



4、5、7号機 中央制御室床下構造（概要）

(1) 調査方法

- 中央制御室床下の分離板、分離バリアの調査
中央制御室床下ケーブルピットについて、分離板及び分離バリアの設置状況（破損・欠損）、及び異区分間のケーブル跨ぎの有無を確認する。
- 中央制御室床下のケーブル跨ぎ調査
分離板及び分離バリア調査時に確認された異区分間を跨ぐケーブルについて、ケーブルの発着点及びケーブルルートを調査すると共に、ケーブル用途、ケーブル仕様を特定する。
- 現場ケーブルトレイ調査結果
「電線管～ケーブルトレイ～中央制御室床下入口」までの敷設ルートについて、跨ぎケーブルの有無を確認する。

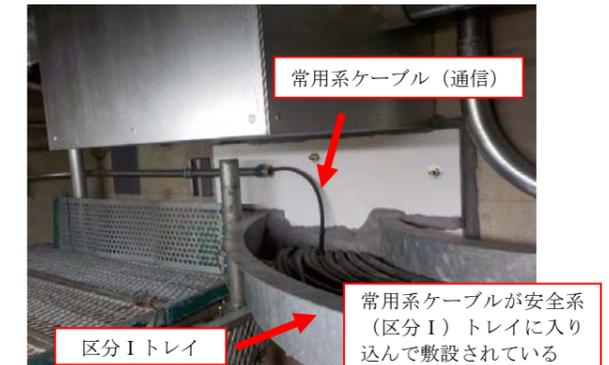
(2) 現場の調査結果

調査により確認されたケーブル敷設ルートが誤っていた箇所数

号機	中央制御室床下			現場ケーブルトレイ	
	異区分跨ぎのケーブル	分離板	分離バリア	異区分跨ぎしている箇所	特定できていない箇所（今後詳細調査）
1号機	167本	142枚		88箇所	58箇所
2号機	174本	145枚		29箇所	37箇所
3号機	199本	226枚		2箇所	125箇所
4号機	50本		1箇所	22箇所	65箇所
5号機	163本		0箇所	122箇所	93箇所
6号機	175本	234枚		24箇所	83箇所
7号機	121本		0箇所	24箇所	73箇所



中央制御室床下
6号機 分離板・ケーブル敷設状況



現場ケーブルトレイ
7号機 ケーブル敷設状況

3. 業務の実施状況に関する調査方法・調査結果（施工管理の問題点）

ケーブルルートを誤って敷設したことに関して、設計・調達・施工に関わる業務の実施状況を調査し、区分間のケーブル跨ぎに至った問題点を以下の通り抽出した。

- (工事の調達段階)
 - ・当社は、調達（発注）時に、仕様書上でケーブル敷設における既設設備の区分分離の維持に関して具体的な記載をしていなかった。
- (工事の実施段階)
 - ・当社は、現場や図書の確認において、ケーブルルートが適切に施工されていることを確認していなかった。
- (プラントメーカー施工の事例)
 - ・現場施工部門と設計部門間において、適切なケーブルルートの相互チェックが十分に行われていなかった。
- (現場ケーブルトレイにおける事例)
 - ・施工企業は、現場調査等を踏まえ、既設ケーブルトレイの選定について当社に相談していたが、その際に、当社が適切な敷設ルートを示していなかった。

4. 原因・対策

ケーブル跨ぎ及び分離板・分離バリアの区分分離が誤った状態に至った原因とその対策は以下の通り。なお、対策は全号機を対象に速やかに着手し、順次展開していく。6/7号機については2016年2月を目途に実施する。

	原因	対策
直接要因	① 当社は、調達（発注）時に工事追加仕様書で区分分離に関して具体的な記載をしていなかった。	当社は、工事共通仕様書にケーブルの区分分離に関する要求事項を記載する。
	② 当社は、施工企業に具体的なケーブルルートの明示を行わなかった。	当社は、工事実施前に工事施行要領書等により、ケーブルルート図が区分分離されていることを確認する。
	③ 中央制御室床下の分離板・分離バリアに安全系と常用系の区分分離についての表示が分かりづらかった。	当社は、中央制御室床下の安全系・常用系ケーブルの区分及び分離板について着色を施すなど明確に表示する。
	④ 分離板が倒れていたために、容易に区分を跨いでケーブルが敷設出来る状態であった。	当社は、分離板が容易に外れないよう構造の見直しを実施する。
	⑤ 当社は、施工企業に対して分離バリアの貫通処理方法に関して指示をせず、施工企業が誤った施工方法で貫通処理を実施した。	当社は、分離バリアに関する施工方法についてルールを定める。
	⑥ 当社は、工事の実施段階において、敷設したケーブルルートが安全系・常用系の区分に対して適切に施工されていることを確認していなかった。	当社は、計画通りにケーブル敷設が実施されたことを立会い確認する。
	⑦ プラントメーカーの現場施工部門は、設計部門の指示通りに施工出来なかった場合、施工したケーブルルートが適切であるか設計部門に確認をしていなかった。	プラントメーカーは、ケーブル敷設工事において、設計の意図通り確実に施工されるようにする。当社は、これを確認する。
背景要因	① 当社は、ケーブル敷設工事に関して、既設設備の安全設計への影響についてチェックする仕組みがなく、レビューをしていなかった。	当社は、常用系も含む全てのケーブル敷設工事に関して、既設設備の安全設計への影響についてチェックする仕組みを構築し、レビューを実施する。
	② プラントメーカーの設計部門と現場施工部門の間で、設計の意図通りに現場が施工されていることを確実にする仕組みが弱かった。	プラントメーカーは、ケーブル敷設工事において、設計の意図通り確実に施工されるようにする。当社は、これを確認する。
	③ 一部の施工企業においては、現場の協力企業に対して当社の設備を加工する際に相談するよう指導していなかった。	当社と施工企業に対して、安全系の系統分離に関する教育を実施する。
	④ プラントメーカーは、中央制御室床下の区分分離に関する設備図書を当社へ提出しておらず、当社も要求していなかったことから、施工時に設備図書を参照することが出来なかった。	施工企業は、中央制御室床下へのケーブル敷設工事を実施する場合には、ケーブルルート図に従い確実に施工し、当社に報告する。
	⑤ 当社及び施工企業の双方において、中央制御室床下及び現場ケーブルトレイにおける区分分離に関する仕組みや方法についての教育が不足していた。	当社と施工企業に対して、安全系の系統分離に関する教育を実施する。
知見	① 分離板が外れやすい構造であった。	当社は、分離板が容易に外れないよう構造の見直しを実施する。
	② 当社は、分離板に対する定期的な点検等の維持管理を実施していなかった。	当社は、分離板に対する点検計画を策定し、計画的に維持管理を行う。

5. 是正処置の状況

6号機中央制御室床下内（フリーアクセス）については、2015年11月6日までにケーブルの区分分離を正常な状態に復旧した。

（分離板）

・誤った状態の分離板を修理し、現状に復帰。

（跨ぎケーブル）

・跨ぎケーブルについて、ケーブルの区分分離を正常な状態に復旧。

6. 今後の対応

(1) 中央制御室床下及び現場ケーブルトレイの不明ケーブル調査
現段階で不明なケーブルについては、2016年1月末を目途に調査を実施する。

(2) 中央制御室床下及び現場ケーブルトレイの跨ぎケーブルの是正
既に判明した跨ぎケーブルについては順次着手し速やかに是正を行う。
7号機中央制御室床下内（フリーアクセス）については、2015年12月中旬を目途にケーブルの区分分離を正常な状態に復旧する。

7. 類似事例に関する検討

今回のケーブル敷設ルートが誤っていた事例は、当該工事施工により、周辺設備の火災防護のためにとられた安全設計（区分分離）に間接的な影響を及ぼし機能喪失に至る可能性があった。今回の事例と同様の評価が必要な類似事例としては、火災防護の他、竜巻、地震、溢水対策等が該当する。

(1) 地震による低耐震クラス機器の安全設備への影響
現場調査及び机上検討により、波及的影響の有無を確認し、必要に応じて対策を実施している。

(2) 竜巻による屋外設置機器の安全設備への影響
現場調査により、必要な安全機能に影響を与えないよう対策を実施している。

(3) 火災の安全設備への影響
原子炉施設における建屋内のあらゆる単一火災に対しても、安全系の全区分が機能喪失しないことを確認するため、安全系の区分の境界にある設備の現場調査を実施した。対策が必要な境界部については貫通部の耐火処理、電路のラッピング等を実施している。また、火災の発生防止対策として現場調査を行い、難燃材への取替、感知器の設置等を実施している。
なお、今回の事例の対象である中央制御室床下ケーブルについては今後の調査対象となっていた。

(4) 溢水による安全設備への影響
現場調査を実施し、全防護対象設備の調査を行い、その上で影響評価、対策を実施している。

柏崎刈羽原子力発電所 6/7号機においては、新規基準に基づく安全対策を講じる上で、上記の影響を受ける可能性のある範囲を対象とした広範な現場実態調査を実施し、防護対策を策定し、施工完了までの検査で現場の実設備を確認してきている。

したがって、今回の事例と類似する事例が、他の安全対策において、多数発生する可能性は小さいものと考えられる。

しかしながら、今回の事象も踏まえて、現在安全対策中の工事に対し、すべての対策工事の完了までに、現場において前述の影響がないことの再確認を行う。

柏崎刈羽原子力発電所 1～5 号機については、今後、安全対策工事を実施していく中で、6/7 号機と同様の観点で現場調査・確認を実施していく。

8. ケーブル敷設に対する対策への「設備工事における設計管理の不備」に関する問題点の影響

ケーブル敷設に対する対策は、仕事の進め方（以下「業務プロセス」という）に対する対策、施工管理に対する対策、教育に対する対策の3つからなる。このうち「設備工事における設計管理の不備」においては、施工管理は該当しないため、業務プロセスの問題と教育の問題について対策を検討した。

(1) 業務プロセスの問題

「ケーブル敷設ルートが誤っていた事例」に対する業務プロセスに関する対策では、既設設備の安全設計への影響を設計計画段階で、安全設計に係る設備への影響を施工段階でチェックする仕組みを構築し、レビューを行うこととしている。

一方、「設備工事における設計管理の不備」では、マニュアルの誤解や理解不足が原因となって発生した設計管理不備であることから、この2事案の間に明確な関係は認められず、業務プロセスに関しては、直接的な影響はないものとする。しかしながら、当該2事案はいずれも設計管理プロセスに関係するものであり、対策を安全系全般に一般化した上で網羅的に行っていく必要があると考えられる。

(1) -1 業務プロセスに対する対策

既設安全設備の改造工事や新規設備追加工事を行うにあたり、技術基準の関連法令への適合性の影響評価を行う業務プロセスを2015年内までに見直していく。また、チェックを強化する為に発電所および本社に各安全系システムの設計要件、共通設計要件、技術基準及び関連法令に精通したエキスパートを配置しサポートする。

(2) 教育の問題

「ケーブル敷設ルートが誤っていた事例」、「設備工事における設計管理の不備」のいずれにおいても、当社及び協力企業社員が業務プロセスを理解するための教育に対して問題が指摘されている。

当社、協力企業においては、各種教育が実施されているものの、ルールへの適合性や原子力安全を確保するために必要な業務知識等は、各職場におけるOJTを主体として実施しており、教育内容の抽出や教育の実施、評価等が各職場に委ねられている。より確実な再発防止のためには、ルールへの適合性や原子力安全を確保するために必要な業務知識等重要な知識の習得は、OJTのみに委ねず、定期的な教育と習熟度の確認が必要である。

(2) -1 教育に対する対策

当社社員と協力企業社員それぞれについて以下の対策を実施していく。

a. 当社社員に対する教育

①今回の事案のような他の安全設備への間接的な影響を及ぼすことを防止する為に注意すべき法令や規格基準等について、その目的や要求事項への適合方法も含め、2015年12月末までに教育を実施する。

②法令、規格基準、保安規定、マニュアル等に関する、教育プログラムを充実・強化して、継続的に実施する。

③教育プログラムの有効性並びに知識、技能向上の効果について定期的に評価する。

④ルールへの適合性や原子力安全確保を保證する専門的知識を有するエキスパートを育成する。また、育成状況を人材育成のデータベースによって管理し、継続的に計画的な育成を行う。

b. 協力企業社員に対する教育

当社社員と同様に、今回の事案のような他の安全設備への間接的な影響を及ぼすことを防止するために、法令や規格基準等について、その目的や要求事項への適合方法も含め、年内目途で教育を実施する。

本教育について、反復教育にて継続的に実施し、原子力安全確保に関する知識の定着化を図る。

9. まとめ

今回の問題は、業務プロセスの問題と施工管理の問題、それらを背景で支える教育の問題の3つの観点に整理され、取りまとめた対策を確実に実施していく。

当社は、2013年度から原子力改革監視委員会の監督の下、福島第一原子力発電所事故の総括から定められた原子力安全改革プランに従って、原子力安全を高めるために「安全意識」「技術力」「対話力」の向上を図って来ている。その取り組みの中でPDCAを回して、改革プラン自身も改善進化させてきているところである。

「安全意識」については、原子力の業務に関わる全ての社員が、自ら原子力安全に責任を持つ立場であるとの意識を浸透させてきた。中央制御室に設置する一般設備の保守管理箇所の中には、常日頃原子力発電所の技術的な業務と関わりが薄い部署もある。今回のケーブル敷設ルートが誤っていた工事の一部は、そのような部署が担当している。改めて、原子力安全は全ての社員の責任であることを再認識した。

「技術力」については、設備の設計根拠や安全設計の背景に精通したシステムエンジニアの育成に努めている。また、プラントメーカーや協力企業と協働することで、自ら現場において設備に触れて、直営技術力を高めようと努めている。今回のケーブル敷設ルートが誤っていた事例の発見者が当社社員によるものであったことについて、原子力改革監視委員会からは改革の成果の現れとの評価も頂いたところである。しかしながら一方で、同時に問題のある工事が進められていたことは、「技術力」の向上もまだ緒に就いた程度であると厳粛に受け止めて、原子力安全確保のための「技術力」の向上に一層注力していく必要がある。

以上の通り、原子力安全の継続的な向上のために、本報告書で述べた改善のための対策に留まらず、日々の業務点検や教育を常に繰り返し実施して、「安全意識」「技術力」の向上に努めてまいります。

以上