

資料 1 - 1

「電源系統の設計における脆弱性」に係る対応方針について（案）

平成26年6月4日
原子力規制委員会

1. 背景

2012年1月30日、米国のByron2号機において、外部から所内電源系に給電している架線の碍子が脱落し、当該3相交流電源に1相開放故障が発生した。その結果、原子炉がトリップし、安全系補機が起動した。しかし、この故障が検知されなかったため、非常用ディーゼル発電機が起動せず、電圧が不平衡となって安全系補機類が過電流トリップした。米国においてこの事象は新しい知見であり、対応策について規制当局と事業者が会合を重ねている。

本件に関して国内事業者に報告を求め、2013年12月24日付けで報告書を受領した。その結果、国内でも新しい知見であり、何らかの措置が必要であることが確認された。

2. 新知見への対応に関する基本的な考え方(別紙1参照)

本件に限らず、安全に関わる新知見(*)が得られた場合、施設の現状の確認やリスクの評価を行い、必要に応じて新知見を基準や解釈に反映した上で、新たな知見に照らして施設の基準適合性を確認することを基本的な考え方とする。

具体的には、新知見の内容に応じて以下に相当する対策が必要となる。

- ① 基準そのものに新知見を反映する必要があることが明らかとなった場合、基準を改定した上で新基準への適合性を確認する。
- ② 新知見により従来審査等で確認していない観点基準適合性に影響を与えることが明らかとなった場合、その旨を明確にするために解釈を改定した上で、基準への適合性を確認する。
- ③ 特定の施設に関わる新知見が得られた場合、必要に応じ新知見を踏まえて当該施設の基準適合性を確認する。

なお、新知見を踏まえて基準や解釈を改定する場合、それらへの適合を求めるまでに一定の期間を設けることを基本とする。

(*)新知見には、国内外のトラブル情報からのみならず、将来的な規制への反映を目的に規制庁で実施している安全研究の成果等も含まれる。

3. 現時点での規制庁の見解

① 事業者からの報告

日本においては、変圧器の1次側(外部電源系側)の電路は、接地された筐体・管路内に配線が収納された構造のプラントが多く、Byron2号機のような架空

線の断線による1相開放故障が発生する可能性は小さくなっているが、日本においてもその発生を否定できない設備箇所があり、不足電圧等を検知する保護継電器が設けられていても、その動作特性により、1相開放故障の発生が検知できない場合もあり得る。しかしながら、その場合でも適切な運転操作等により事態の収束が可能である。

② 基準との関係について

外部電源と非常用母線に直接接続している変圧器の1次側(外部電源側)において、1相開放故障が発生した場合、変圧器の構成、負荷の状態により、当該故障の検知ができない可能性がある。その際、手動により当該変圧器を外部電源から切り離さなければ、非常用母線に接続された安全性を確保するために必要な装置への電力の供給が停止することが考えられる。また、手動による非常用母線の外部電源からの切り離しを行わなければ、非常用DGが自動起動しない、非常用母線の非常用DGへの切り替えが行われなれないといったことにより非常用母線に電力が供給されないことも考えられる。

この状況を現行の設置許可基準※1及び技術基準※2に照らしてどのように解釈するかを明確にするため、基準の解釈を改定し、変圧器一次側において3相のうち1相の開放が生じた場合においても、安全施設への電力の供給が停止することがないように求め、基準への適合性を確認する必要がある。

4. 今後の進め方

上記の見解を踏まえ、以下の通り、基準の解釈改定を行い、その後、適合性を確認していくものとする。

1) 発電用原子炉

- ① 解釈を改定し、1相開放故障が発生した場合においても、安全施設への電力の供給が停止しないような設計になっていることを要求する。
- ② 当該改定は新知見への対応であり、適合を求めるまでに一定の期間を設けることが基本である。しかしながら、本件については、運転操作等により対応可能であると考えられることから、特段の経過措置を設けず、改定解釈の施行と同時に、同解釈に基づく規制基準への適合を求める。また、上記と併せて運転管理面での対応が必要な場合は、その内容の妥当性についても所用の審査の中で確認を行うこととする。なお、原子炉の起動に必要な燃料の装荷については、以上の確認が行われた後にこれを行うこととする。
- ③ より信頼性を向上させる対策として、1相開放故障を直接検知するための装置の設置を別途求めるための解釈改定について、その開発状況を踏まえて検討する。

2)再処理施設

再処理事業者においても、昨年12月に新規制基準を施行したところであり、事業指定基準※3、再処理技術基準※4及び性能基準※5に同様の規定を設けており、外部電源系に1相開放故障が発生した場合の検知の可否及び検知後の対応を含め、事業者を確認する必要がある。このため、再処理事業者に対しては、平成25年10月24日に発電用原子炉設置者に指示した文書と同様の趣旨の報告を求めるとともに、外部電源系の1相開放故障が検知できない場合にあっては、発電用原子炉と同様の対応を行うこととする。

※1 設置許可基準(保安電源設備)第33条第3項

保安電源設備(安全施設へ電力を供給するための設備をいう。)は、電線路、発電用原子炉施設において常時使用される発電機及び非常用電源設備から安全施設への電力の供給が停止することがないように、機器の損壊、故障その他の異常を検知するとともに、その拡大を防止するものでなければならない。

※2 技術基準(保安電源設備)第45条第3項

保安電源設備(安全施設へ電力を供給するための設備をいう。)には、第一項の電線路、当該発電用原子炉施設において常時使用される発電機及び非常用電源設備から発電用原子炉施設の安全性を確保するために必要な装置への電力の供給が停止することがないように、機器の損壊、故障その他の異常を検知するとともに、その拡大を防止するために必要な措置を講じなければならない。

※3 事業指定基準(保安電源設備)第25条第3項

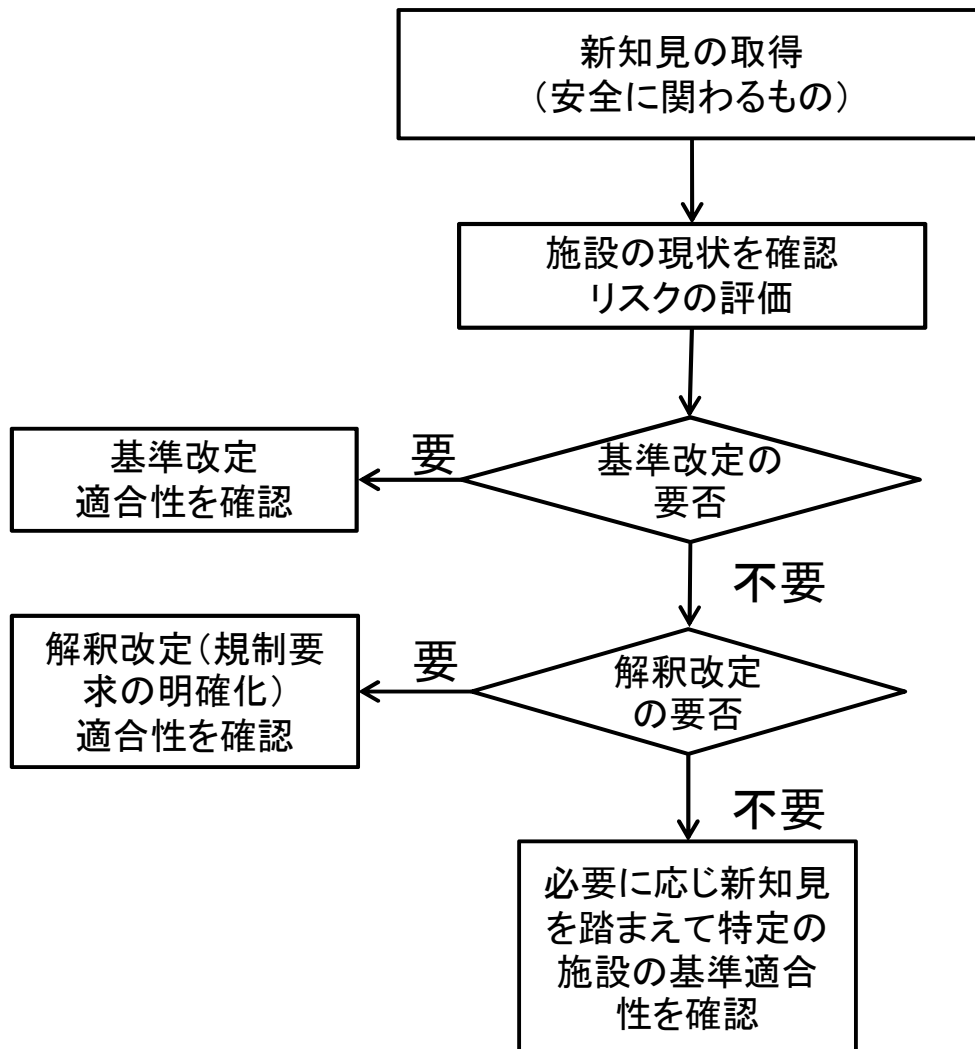
保安電源設備(安全機能を有する施設へ電力を供給するための設備をいう。)は、電線路及び非常用電源設備から安全機能を有する施設への電力の供給が停止することがないように、機器の損壊、故障その他の異常を検知するとともに、その拡大を防止するものでなければならない。

※4 再処理技術基準(保安電源設備)第19条第3項

保安電源設備には、外部電源系統及び非常用電源設備から再処理施設の安全性を確保するために必要な設備への電力の供給が停止することがないように、機器の損壊、故障その他の異常を検知するとともに、その拡大を防止するために必要な措置を講じなければならない。

※5 性能基準(保安電源設備)第28条第3項

保安電源設備は、外部電源系統及び非常用電源設備から再処理施設の安全性を確保するために必要な設備への電力の供給が停止することがないように、機器の損壊、故障その他の異常を検知するとともに、その拡大を防止するために必要な措置が講じられたものでなければならない。



本フロー図は新知見を取得した場合の
対応の原則を概念的に提示したもので
ある。

※新知見を踏まえて基準や解釈を変更する場合、それらへの適合を求めるまでに一定の期間を設けることを基本とする。

米国 Byron2 号機の事象の概要及び昨年の指示文書に対する事業者報告概要

米国 Byron2 号機の事象の概要

平成 24 年 1 月 30 日、米国 Byron2 号機において、定格出力運転中、以下の事象が発生した。

- ① 起動用変圧器の故障(架線の碍子の破損)により、3 相交流電源の 1 相が開放故障した状態が発生した。
- ② このため、一次冷却材ポンプの電源電圧が低下し、「一次冷却材ポンプ電源電圧低」信号により原子炉がトリップした。
- ③ 3 相交流電源の 1 相開放故障状態が検知されなかったため、非常用母線の外部電源への接続が維持され、非常用母線各相の電圧が不平衡となった。
- ④ 原子炉トリップ後に起動した安全系補機が、非常用母線の電圧不平衡のために過電流によりトリップした。
- ⑤ 運転員が 1 相開放故障状態に気付き、外部電源の遮断機を手動で動作させることにより、外部電源系から非常用母線が開放され、非常用ディーゼル発電機が自動起動し、電源を回復した。

国内の事業者からの報告書の概要

(1)外部電源系に 1 相開放故障が発生した場合の検知の可否及び検知後の対応について

事業者からの報告によれば、変圧器の 1 次側で 1 相開放故障が発生した場合、設置されている低電圧を検知する交流不足電圧継電器により、検知電圧がある程度低下すると、1 相開放故障も含め、電源系の異常を検知することが可能である。しかし、変圧器の結線方法や鉄心構成、負荷の状態より、変圧器 2 次側の電圧降下が小さく交流不足電圧継電器が動作せず、1 相開放故障を検知できない場合もあり得る。

しかしながら、変圧器の 1 次側(外部電源系側)の接続部位は、架線ではなく、接地された筐体・管路内に配線が収納された構造のものが多く、このような構造の場合、破損が想定される碍子は存在せず、また、仮に導体の断線による 1 相開放故障が発生したとしても、接地された筐体・管路を通じ完全地絡となることで地絡継電器による検知が可能である。

1 相開放故障が検知された場合には、運転員が故障の影響のある変圧器を切り離し、故障による影響を局所化するとともに、待機側の変圧器に切り替えるか、非常用ディーゼル発電機の起動により非常用母線に給電するなどの措置を講じることにより、事象を収束することが可能である。

(2)外部電源系における 1 相開放故障の状態が検知されない場合、発生すると予想される状態及び安全上の問題

1相開放故障が検知されなかった場合には、動作中の補機類の異常振動や異音の発生などの挙動を示すことがあり、運転員が実施している日常受電経路の巡視点検の中で、1相開放故障も含め電源系の異常を発見できる場合がある。また給電されているポンプや空調ファンなどの補機類が過負荷トリップし、機器によっては待機中の補機類が自動起動するが、これらも過負荷トリップすることが予想され、これらの事象が発生した際には運転員は電源系の異常と判断し、電源の切り替えや非常用ディーゼル発電機の起動の措置を講じることで安全施設への電力供給を維持し、安全上の問題に至る前に事象を収束することが可能である。