

件名	回路の故障が2次火災又は設備の損傷を誘発させる可能性 (IN2014-10)		
型式	—	国名	USA
プラント名/会社名	Browns Ferry, Clinton, Nine Mile Point	発生日月日 (発行日)	2014.9.16
事象概要 (経緯)	<p>米国原子力規制委員会 (NRC) は、回路の故障が 2 次火災事象又は設備の損傷を誘発させる可能性に関連した最近の運転経験を知らせるために、情報通知 (IN2014-10) を発行した。NRC は、通達の受領者がこの情報をレビューして各自の施設に当てはまるか検討し、適宜、措置を検討することを期待している。</p> <p>【Browns Ferry 原子力プラント】</p> <p>2011年10月25日、全米火災防護協会 (NFPA) 基準805 “軽水型原子炉を設置した原子力発電所の火災防護に関するパフォーマンスベース基準” への移行に関する事業者のレビュー中において、電池盤1、2、及び3のために中央制御室 (MCR) に配置されている電流計が電氣的に隔離されず、それらの電池盤で安全関連の250 V DC母線に電氣的に接続されていたことを認可取得者が確認した。この条件は、当該電流計に影響を及ぼす火災の際、接地されていない共通電源回路の2つの故障が発生すれば、2次火災を引き起こす可能性がある。</p> <p>この状態は、MCRの電流計に対する電氣的隔離の要件が維持されていなかったため、3基の原子力ユニット全てに影響していた。これは火災防護プログラムの欠陥で、可能性が低いMCRでの火災事象において、プラントの安全な停止を達成し維持する能力に悪影響を及ぼす可能性があった。発見時、火災監視者は既に配置されており、確認された状態が解消されるまでその配置を維持する予定である。是正措置には電流計回路へのヒューズの追加が含まれた。</p> <p>[注：火災の影響でbattery boardsに至る電流計回路で“hot short”が生じ、ケーブルを伝播してbattery board (安全関連) を危険に晒す可能性がある。(LERより)]</p> <p>【Clinton 発電所】</p> <p>2011年12月8日、同発電所の電池の電流計回路のオリジナルのプラント設計が、発電所の各電池からの電流経路にシャント (分流器) を含んでいると確定した。シャントバーにはMCRの電流計に至る2本のリード線が取り付けられていた。シャントに取り付けられた電流計回路にはヒューズが無く、電流計回路と同じ電池の反対極性から発する他のDC回路が同時に地絡した場合に、ヒューズなしの電流計回路を通した接地ループが発生する。この回路は、2次火災の自己着火の可能性から隔てられていることを試験により確認された。しかしながら、過負荷になった電流計回路が当該電流計回路と物理的に直接接触している安全停止回路の熱的損傷を発生させ、関連する安全停止機能又は能力を喪失させる可能性がある。[注：この直流回路は非接地型 (“Ungrounded control Circuit”) であり、地絡 (“short-to-Ground”) が一箇所であれば耐えられるが、複数同時地絡の場合は、影響を受ける。(LERより)]</p> <p>【Nine Mile Point 原子力発電所 1号機】</p> <p>2014年5月8日、DC電動機制御回路によって2次火災が引き起こされる可能性に関する産業界の運転経験をレビューした際、当該号機にも該当する可能性があった。</p> <p>格納容器隔離弁に対するオリジナルのプラント設計と構成は、動力回路に対する過電流の保護だけを含んでいた。制御回路には独立した適切な大きさ (容量) のヒューズ保護が行われていなかった。制御回路に対する唯一の保護は、動力回路のヒューズによって与えられていた。想定事象の際、DC電動機駆動弁における原子炉建屋内部の火災が制御回路の1つを短絡させ、短絡回路から引き出される電流が動力回路のヒューズを溶断させるほど十分大きくないとされるため、潜在的に過熱を引き起こし、異なる火災ゾーンで2次火災を発生させる可能性を生じた。この2次火災は安全停止設備に悪影響を及ぼし、10 CFR パート 50、附則 R によって要求されるような安全停止を達成する能力に潜在的に影響を及ぼす可能性があった。</p> <p>[注：火災により”hot short”と同等の直流地絡が発生すると過大な電流が流れるが、保護装置の容量が不適切であるため遮断できない。(LERより)]</p>		

当事国の対応	<p>米国では、1975年3月22日に発生したブラウンズフェリー1号機 (BF1) の火災を契機として、深層防護を充実させることを目的として1981年に10CFR50.48(b)及びAppendix Rが制定された。その後、2004年に10CFR50.48(c)を施行し、NFPA805をエンドースした。米国における事業者はAppendix RかNFPA805のどちらかを選択することになっており、約半数の事業者がNFPA805に移行している。その両者とも電気回路に関する火災影響評価を実施しているが、米国においても試行錯誤的な部分がある。</p> <p>本INは、回路の隔離不足に起因する2次火災または設備への熱的損傷を誘発させる問題を取上げている。更に、産業界の運転経験に関する追加レビューに基づき、認可取得者は各自の既存の決定論的防火防護プログラムの要件とDC電流計回路を含む解析要件に関して、未解析の状態が存在するだろうと断定していることを示した上で、NRCは下記のように述べている。</p> <p>『認可取得者はこのINで提供される情報をレビューし、適切な場合、産業界の類似した内部の運転経験をレビューすることを推奨される。NFPA805への移行評価の際に得た教訓は、他のサイトを検討するためにも有益であろう。認可取得者の“extent of condition”に関するレビューは、プラントの安全性の保証を助けるために、他の類似した潜在的な高温短絡の懸念に対して適切と思われる。』</p>
国内での状況	<p>国内では、実用発電炉に対する火災防護対策として、設置許可基準第8条および技術基準第11条で、①火災の発生防止、②早期の火災発生感知及び消火、③火災の影響軽減を求めている。また、「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」において、その具体的な基準が定められている。</p> <p>この中で、電気系統の火災に関しては、①火災の発生防止として、2.1.1(6)で『電気系統は、地絡、短絡等に起因する過電流による過熱防止のため、保護継電器と遮断器の組合せ等により故障回路の早期遮断を行い、過熱、焼損を防止する設計であること』を求めている。</p> <p>また、③火災の影響軽減として、2.3.1(2)で『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。』を求めており、さらに、2.3.2で『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低温停止できる設計であること。また、原子炉の高温停止及び低温停止が達成できることを火災影響評価により確認すること』が求められている。この火災影響評価については「原子力発電所の内部火災影響評価ガイド」に評価手順の一例が示されているが、回路解析までは言及していない。</p> <p>従って、米国と同様、国内でも『火災時に地絡、短絡等が生じても炉停止機能及び崩壊熱除去機能を喪失しないこと』は、基準上の要求事項になっており、系統分離や難燃性ケーブルの使用等が要求されている。しかし、米国における今回の情報のような電気回路の火災影響評価は実施されていない。</p> <p>なお、PRAでは、日本原子力学会「原子力発電所の内部火災を起因とした確率論的リスク評価に関する実施基準 (AESJ-SC-RK007:2014)」の付属書Mには、「火災によって影響を受ける回路及びケーブルの同定の例」が示されており、回路故障解析の手順等が記載されており、民間レベルでの基準は存在している。</p>
スクリーニングの結果/理由 (案)	<p>『火災時に地絡、短絡等が生じても炉停止機能及び崩壊熱除去機能を喪失しないこと』は、米国と同様、国内でも基準上の要求事項になっており、基本的には系統分離の徹底によって担保されるものと考えられる。</p> <p>なお、今回の米国における情報は、火災影響評価の高度化に関する重要性を示すものである。そこで、本件は要対応技術情報とし、米国情報を引き続き調査するとともに、更に高度なレベルで火災による回路故障の影響を確認することについて、その要否も含めて検討を行っていくものとする。</p>