

島根原子力発電所2号機

内部火災防護 (審査会合における指摘事項の回答)

平成27年11月19日
中国電力株式会社

1. これまでの審査状況

新規制基準では、発電所建物の内部・外部で起こりうる火災を考慮し、火災防護対策の強化が求められている。

発電所内部の設備(重大事故等対処設備※を除く)の火災防護については、火災により原子炉施設の安全性が損なわれないよう、火災の発生防止、火災の早期感知および消火、火災の影響軽減といった対策が求められている。

※ 重大事故等対処設備から発生する火災の影響評価および防護対策については、別途、審査が行われる。

これまでの審査の状況等

当社からの説明内容(H26.12.4 審査会合)	主なコメント(論点)
・発電所内部の設備(重大事故等対処設備を除く)から火災が発生した場合でも、防護対策により、安全上重要な設備に影響を及ぼさないことを説明	・火災防護対策の考え方などについて、整理して説明すること

2. 主な指摘事項への回答(その1)

(指摘事項)

格納容器内の火災防護に関し、①格納容器内は窒素パージしているため火災は生じないとした上で、窒素パージしていない期間の消火対応等について特別に考えているのか、それとも、②格納容器外と同様に機器抽出、火災区画等の設定、対策を検討した上で、窒素パージしている期間は火災が発生することはほとんど無いと考えているのか、基本的な考え方のアプローチがわかるように説明すること。 等

(回答)

格納容器内の火災防護の考え方は、格納容器外と同様に機器抽出、火災区画等の設定、対策を実施する。

具体的な、格納容器内の火災防護対策は、審査資料の資料9に整理。

窒素封入をしていない施設定期検査期間中、格納容器内には「煙感知器」及び「熱感知器」を設置し、火災を早期感知する。

また、火災発生源となりうる潤滑油を内包する原子炉再循環ポンプ用電動機及び主蒸気内側隔離弁並びに露出ケーブルが敷設されているペDESTALのエリアには、火災の影響範囲を最小限にできるように、微少な発煙段階から火災を感知できる「吸引式の高感度煙感知器」を設置する。

上記対策により、格納容器内の火災は局所火災に限定することができることから、原子炉再循環ポンプ用電動機、主蒸気内側隔離弁及びペDESTAL並びに格納容器入口に粉末消火器を設置する。

2. 主な指摘事項への回答(その2)

(指摘事項)

火災発生時に原子炉冷却材喪失事象が発生しないため、原子炉格納容器隔離弁等には機能要求がなく火災防護の対象として選定しない(多重化された系統の同時喪失を許容する)とすることについて、判断の根拠と基準適合性の考え方を説明すること。
等

(回答)

安全機能を有する設備について、火災による当該設備の破損だけでは異常な過渡変化及び設計基準事故に至らないことを理由に、当該設備を火災防護の対象外としないよう見直した。

火災起因で安全系以外の設備が破損することによる異常な過渡変化及び設計基準事故発生時の安全機能の維持については、「内部火災により想定される事象の確認結果」に示す。

「内部火災により想定される事象の確認結果」

内部火災により原子炉に外乱が及ぶ場合について重畳事象も含め、どのような事象が起こる可能性があるかを分析し、発生する事象に対して単一故障を想定した場合においても収束が可能であるか、また、安全停止が可能であるかについて解析的に確認を行った。

2. 主な指摘事項への回答(その2)

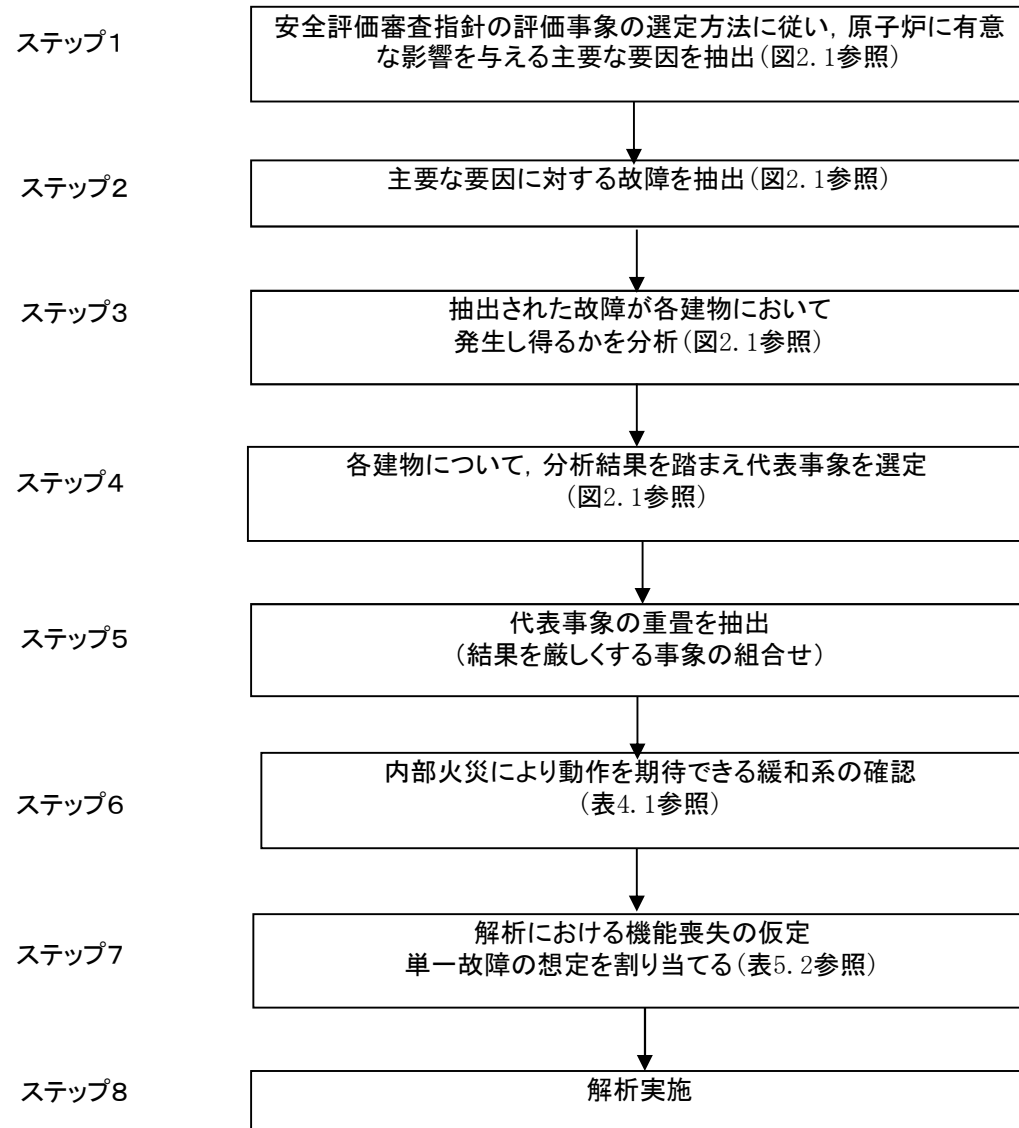


図1.1 評価プロセス

2. 主な指摘事項への回答(その2)

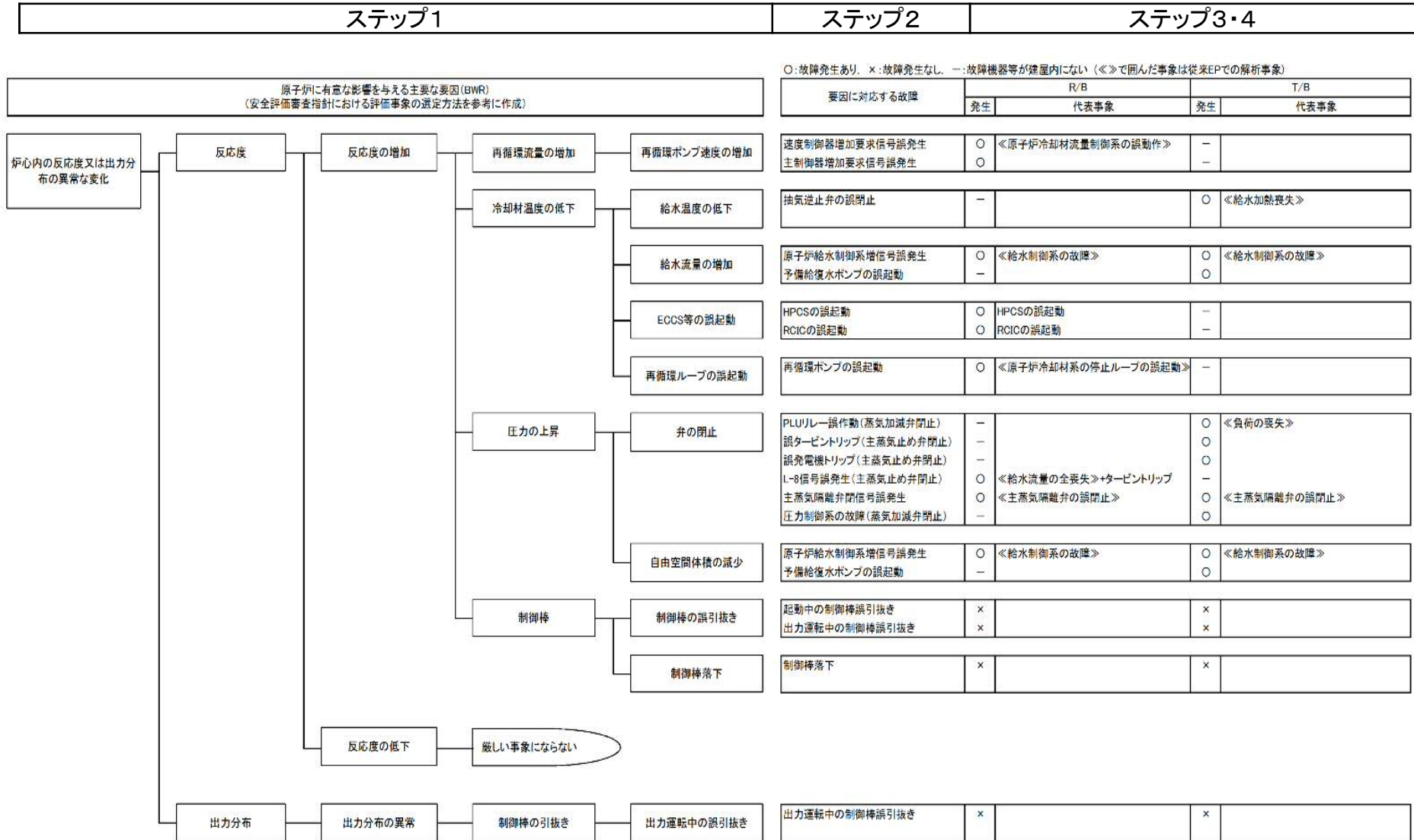


図2.1 外乱分析図(抜粋)

2. 主な指摘事項への回答(その2)

表3.1 R/Bにおける抽出事象及び重畳考慮の要否

抽出された事象	重畳	重畳を考慮しない理由※
原子炉冷却材の停止ループの誤起動	—	部分出力状態での発生事象であり重畳による影響が小さい
原子炉冷却材流量の喪失	—	①
原子炉冷却材流量制御系の誤動作	考慮	—
給水流量の全喪失+タービントリップ	考慮	—
主蒸気隔離弁の誤閉止	考慮	—
逃がし弁開放	—	①
給水制御系の故障(流量減少)	—	①
給水制御系の故障(流量増加)	考慮	—
HPCSの誤起動	—	②(上部プレナムへの注水で蒸気が凝縮し圧力が低下)
RCICの誤起動	考慮	—

表3.2 T/Bにおける抽出事象及び重畳考慮の要否

代表事象	重畳	重畳を考慮しない理由※
給水加熱喪失	考慮	—
原子炉冷却材流量の喪失	—	①
負荷の喪失	考慮	—
主蒸気隔離弁の誤閉止	考慮	—
原子炉圧力制御系の故障	—	②
給水流量の全喪失	—	③
給水制御系の故障(流量増加)	考慮	—

※重畳を考慮しない理由

- ① 再循環流量が減少する事象は、BWR-5では再循環ポンプの慣性が大きく、炉心流量の減少による炉心の冷却能力低下に対し、原子炉出力の減少が早めに作用するため、重畳しても結果は厳しくならない。
- ② 圧力が低下する事象は重畳しても結果は厳しくならない。
- ③ 出力が低下する事象は重畳しても結果は厳しくならない。

2. 主な指摘事項への回答(その2)

表4.1 内部火災発生時に期待できる緩和系

		R/B火災発生時	T/B火災発生時
MS-1 機能	原子炉 停止機能	原子炉保護系 (中性子束高等のスクラム機能は多重化され、機能維持できる設計としている。)	原子炉保護系 (中性子束高等のスクラム機能は多重化され、機能維持できる設計としている。)
	炉心 冷却機能	RCIC, ECCS (単一火災及び単一故障を考慮しても、高温停止できる設計としている) (資料10 添付資料3)	RCIC, ECCS (3区分とも機能維持)
	その他 機能	主蒸気隔離弁 逃がし安全弁(安全弁機能)	主蒸気隔離弁 逃がし安全弁(安全弁機能)
MS-3機能		タービン・バイパス弁	逃がし安全弁 (逃がし弁機能)

表5.2 単一故障の仮定と解析への影響

単一故障を 仮定する機能	解析への影響
原子炉停止機能	<ul style="list-style-type: none"> 原子炉保護系に単一故障を仮定する。 原子炉保護系は多重化され機能喪失しないため影響はない。
炉心冷却機能	<ul style="list-style-type: none"> 単一故障により1区分の炉心冷却機能が喪失したとしても、残りの区分により炉心冷却が可能であるため解析には影響しない。
放射能閉じ込め機能	<ul style="list-style-type: none"> 評価事象において燃料は破損しない。

2. 主な指摘事項への回答(その2)

表6.3 R/B, T/Bにおける内部火災発生時の解析結果

項目	単位	R/Bでの事象		T/Bでの事象	判断の 目安
		主蒸気隔離弁の誤閉止	給水制御系の故障	給水制御系の故障 + 給水加熱喪失	
中性子束	%	初期値を 超えない	117	660	—
燃料被覆管温度 ピーク値	°C	沸騰遷移に 至らない	沸騰遷移に 至らない	約710	1,200以下
原子炉冷却材 圧力バウンダリ 圧力ピーク値	MPa [gage]	8.52	7.47	8.68	10.34以下
不作動を仮定 する緩和機能		RPT,逃がし弁機能		タービン系RPS, RPT, タービン・バイパス弁	—

2. 主な指摘事項への回答(その3)

10

(指摘事項)

中央制御室の制御盤内の火災について、盤内に火災感知器を設置し早期感知・消火を行うとしているが、感知器の感度設定の妥当性を含め、系統分離の成立性に係る具体的な評価を示すこと。

(早期感知・消火でどの程度の焼損まで許容するのか、また、影響をその範囲内に限定するとの観点から対策が十分か、定量的に説明すること。)

(回答)

中央制御室及び補助盤室の制御盤には、感度0.2%/mの吸引式の高感度煙感知器(以下「感知器」という。)を設置する。

(非常用系の制御盤及び隣接する常用系の制御盤:制御盤1面に対し1個)

感知器の感度については、最も大きい非常用系の制御盤内を模擬し、その中で感知器から最も遠い場所において煙の発生し難いテフロンケーブルを加熱した試験を行った結果、加熱開始後約3分で警報が発報することを確認した。

警報は中央制御室に発報する。中央制御室には常時運転員がいるため、制御室内に配備している二酸化炭素消火器により早期に消火可能である。

吸引式の高感度煙感知器の感度試験



(装置全体の状況)



(火災源の発煙状況)

2. 主な指摘事項への回答(その4)

12

(指摘事項)

耐火ラッピングの耐火性能試験について、消火後の水の吹き付けによる確認の要否について説明すること。

(回答)

米国のNUREGを参考に3時間耐火試験後のケーブルラッピングに対し放水試験を実施し、放水により耐火ラッピングにケーブル及びケーブルトレイが見える貫通口が生じないことを確認した。



放水試験(3時間耐火試験後)



試験後