

高浜発電所3号機及び4号機

デジタル安全保護回路の
ソフトウェア共通要因故障緩和対策
に関する要件整合報告書(詳細設計)(改訂2)

関西電力株式会社

本資料のうち、枠囲みの内容は商業機密あるいは防護上の観点から公開できません。

改訂来歴

番号	年月日	内容	備考
初版	2023/4/21	・新規作成	
1	2023/8/18	・2023年8月2日送付文書 「ATENA 運第37号」の気づき事項に対する反映	
2	2026/1/30	・高浜3号機 原子炉安全保護装置取替 工事に伴う変更に係る反映 ・「原子力発電所におけるデジタル安全 保護回路のソフトウェア共通要因故障緩 和対策に関する技術要件書(ATENA 20-ME05 Rev.1)」の Rev2.への改定に 係る反映	
—以下余白—			

高浜発電所3号機及び4号機 デジタル安全保護回路の
ソフトウェア共通要因故障緩和対策に関する要件整合報告書(詳細設計)(改訂2) 目次

I. 本文

II. 添付書類

I . 本文

高浜発電所3号機におけるデジタル安全保護回路のソフトウェア共通要因故障(以下、「ソフトウェア CCF」という。)緩和対策について、「高浜3号機 原子炉安全保護装置取替工事」に伴い、「原子力発電所におけるデジタル安全保護回路のソフトウェア共通要因故障緩和対策に関する技術要件書(ATENA 20-ME05 Rev.2)」(以下、「ATENA 技術要件書」という。)が定める「3. 多様化設備要件」及び「4. 有効性評価」の各要求内容に対する要件整合性の確認を行った。

なお、高浜4号機については、「高浜4号機 原子炉安全保護装置取替工事」の設計進捗に応じて別途要件整合確認を行うこととし、別途確認するまでの要件整合性については「デジタル安全保護回路のソフトウェア共通要因故障緩和対策に関する要件整合報告書(詳細設計)(改訂1)(2023年8月18日提出)」の通りとする。

1. 確認方法

ATENA 技術要件書に記載された要求内容に対して、各要件に対応する設計図書、有効性評価図書等の記載内容を確認し、要求内容ごとに要件整合性の判定及びその理由を記載する。

2. 確認結果

(1) 「3. 多様化設備要件」

多様化設備に対する要件整合性について、以下に示す ATENA 技術要件書の各要求内容に対して、各設計図書の記載内容を確認した結果、全ての要求内容に対して整合していることを確認した。各要求内容に対する確認結果については表1に示す。

また、表1のうち変更が生じる部分について赤字とし、技術要件に対する変更の有無を確認した。

【ATENA 技術要件書の各要求内容】

- 3.1 設置要求
- 3.2 機能要求
- 3.3 多様化設備の範囲
- 3.4 設計基本方針
- 3.5 多様化設備への要求事項

(2) 「4. 有効性評価」

有効性評価に対する要件整合性について、以下に示す ATENA 技術要件書の各要求内容に対して、有効性評価図書(「三菱PWR デジタル安全保護回路のソフトウェア共通要因故障対策に係る有効性評価について※」MHI-NES-1075, 三菱重工業, 令和4年)の記載内容を確認した結果、全ての要求内容に対して整合していることを確認した。各要求内容に対する確認結果については表 2 に示す。

なお、有効性評価については、原子炉安全保護装置取替工事の実施に伴い変更となる箇所はない。

※:本図書では代表 3,4 ループの解析結果及びそれらを基にした PWR プラントの有効性評価の検討結果を記載しており、高浜3号機の有効性評価は包含される。

【ATENA 技術要件書の各要求内容】

4.2 評価すべき事象

4.3 判断基準

4.4 解析に当たって考慮すべき事項

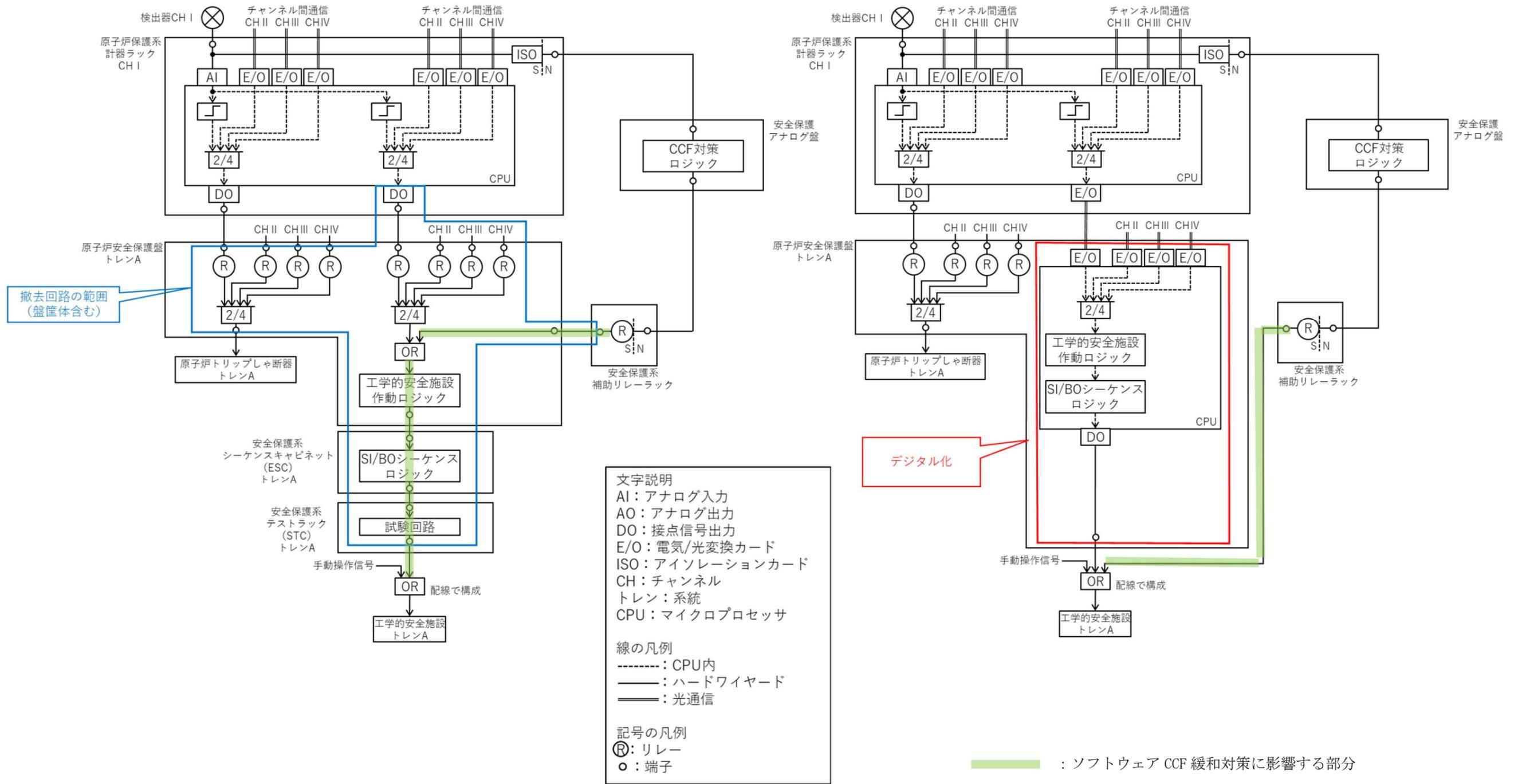


図1 高浜3号機 原子炉安全保護装置取替工事に伴うソフトウェア CCF 緩和対策への影響 (左：更新前、右：更新後)

表1 「3. 多様化設備要件」に関する要件整合性確認表(1/8)

ATENA 技術要件書	ソフトウェア CCF 対策設備設計図書の要件整合性			
	記載内容(概要)	要件整合性		設計図書
		判定	理由	
要求内容				
3.1 設置要求				
デジタル安全保護回路を設ける場合には、代替機能を有する多様化設備を設置しなければならない。	デジタル安全保護回路の代替機能を有する、多様化設備である共通要因故障対策設備を設置する。	○	デジタル安全保護回路がソフトウェアに起因する共通要因故障によってその機能をすべて喪失し、かつ運転時の異常な過渡変化、又は設計基準事故が発生した場合でも設計基準事故の判断基準を概ね満足することができる設備を共通要因故障対策設備として設けていることを、設計図書により確認した。 具体的な代替機能は 3.2 項にて、共通要因故障対策設備の範囲は 3.3 項にて確認した。 なお、共通要因故障対策設備のうち設計基準対象施設及び重大事故等対処設備を兼ねる設備については、機器仕様に変更がないため、既存設備状態を示す図書により確認した。	<ul style="list-style-type: none"> デジタル安全保護系共通要因故障対策基本方針書 3.2 章(38/55) 共通要因故障対策設備基本設計方針書 1 章
ただし、ソフトウェア CCF が発生するおそれがない場合、若しくは運転時の異常な過渡変化又は設計基準事故が発生し、かつ安全保護回路の一部がソフトウェアにより作動するものがある場合で、当該ソフトウェアが機能しない場合を想定しても、他の安全保護回路の安全機能が作動することにより設計基準事故の判断基準を概ね満足することが有効性評価により確認できる場合には、多様化設備を設けなくてもよい。	-	-	多様化設備を設置する計画であるため、該当しない。	<ul style="list-style-type: none"> デジタル安全保護系共通要因故障対策基本方針書 3.2 章(38/55)

表1 「3. 多様化設備要件」に関する要件整合性確認表(2/8)

ATENA 技術要件書	ソフトウェア CCF 対策設備設計図書の要件整合性			設計図書
	記載内容(概要)	要件整合性		
		判定	理由	
3.2 機能要求				
多様化設備は、運転時の異常な過渡変化又は設計基準事故が発生し、かつソフトウェア CCF により安全機能が喪失した場合においても、設計基準事故の判断基準を概ね満足できるよう、原子炉停止系統、工学的安全施設等を自動、又は手動で作動させることができなければならない。	<p>デジタル安全保護回路が共通要因故障によってその機能をすべて喪失し、かつ運転時の異常な過渡変化、又は設計基準事故が発生した場合でも設計基準事故の判断基準を概ね満足することができる設備を共通要因故障対策設備として設ける。</p> <p>多様化設備である共通要因故障対策設備には、ソフトウェア CCF 対策として、原子炉停止系統及び工学的安全施設等の以下の機能を設ける。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・自動作動機能 <ul style="list-style-type: none"> 自動原子炉トリップ 自動安全注入作動 他 (別表1「共通要因故障対策設備が有する自動作動機能一覧表」参照) ・手動操作機能 <ul style="list-style-type: none"> 手動原子炉トリップ 手動安全注入作動 他 (別表2「共通要因故障対策設備が有する手動作動機能一覧表」参照) ・警報機能 <ul style="list-style-type: none"> 安全保護アナログ盤作動警報 加圧器圧力異常低安全注入作動警報 他 (別表3「共通要因故障対策設備が有する警報機能一覧表」参照) ・指示機能 <ul style="list-style-type: none"> 蒸気発生器狭域水位指示 加圧器水位指示 他 (別表4「共通要因故障対策設備が有する指示機能一覧表」参照) 	○	<p>デジタル安全保護回路がソフトウェア CCF によってその機能をすべて喪失し、かつ運転時の異常な過渡変化又は設計基準事故が発生した場合でも設計基準事故の判断基準を概ね満足できるように、多様化設備である共通要因故障対策設備には自動作動機能、手動操作機能、警報機能及び指示機能を設けていることを、設計図書により確認した。</p> <p>なお、共通要因故障対策設備のうち設計基準対象施設及び重大事故等対処設備を兼ねる設備については、機器仕様に変更がないため、既存設備状態を示す図書により確認した。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・共通要因故障対策設備基本設計方針書 6.1 章 ・原子炉制御保護系ファンクナルダイアグラム シート 21 ・安全保護アナログ盤ブロック図 ・補機インターロック線図 SHEET NO.4-7,NO.2-8,NO.2-9,NO.2-12,NO.3-5,NO.3-7,NO.4-1,NO.5-3,NO.5-4,NO.5-11,NO.7-7,NO.7-8,NO.7-10,NO.12-6 ・格納容器減圧設備補機インターロック線図 SHEET NO.1,NO.2 ・放射線監視設備インターロック線図 SHEET NO.2 ・タービン補機ブロック図 SH.71-1, SH.71-2 ・各補機 EWD
さらに、原子炉停止系統、工学的安全施設等を手動により作動させる場合には、運転員が必要な時間内に操作を開始し、判断基準を概ね満足した状態で事象を収束させることができるよう、運転時の異常な過渡変化又は設計基準事故の発生時に安全保護回路の安全機能動作の異常の発生を認知し、必要な操作の判断を行える機能を設けなければならない。	<p>多様化設備である共通要因故障対策設備を用いて原子炉停止系統、工学的安全施設等を手動操作する場合に、運転員が必要な時間内に開始できるよう、ソフトウェア CCF 対策として必要なパラメータの監視及び共通要因故障対策設備から作動させた原子炉停止系統及び工学的安全施設等の機器の状態の監視が可能な設計とするとともに、ソフトウェア CCF 時に必要な原子炉停止系統及び工学的安全施設等の手動操作ができる設計とする。また、共通要因故障対策設備が自動作動したことを、吹鳴装置を設け表示灯点灯と共に吹鳴音にて告知する設計とする。</p>	○	<p>多様化設備である共通要因故障対策設備の自動作動機能が動作すると、中央制御室に「安全保護アナログ盤作動警報」が発信する。これにより、デジタル安全保護回路がソフトウェア CCF によりすべて機能喪失し、かつ運転時の異常な過渡変化又は設計基準事故が発生したことを検知できる。検知後は、運転員が必要な時間内に手動操作を開始できることを、設計図書により確認した。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・デジタル安全保護系共通要因故障対策基本方針書 3.2 章 (38/55)

(判定記号) ○：整合有 -：該当なし

表1 「3. 多様化設備要件」に関する要件整合性確認表(3/8)

ATENA 技術要件書	ソフトウェア CCF 対策設備設計図書の要件整合性			設計図書
	記載内容(概要)	要件整合性		
		判定	理由	
3.3 多様化設備の範囲	<p>多様化設備である共通要因故障対策設備の範囲は以下の①～⑦である。</p> <p>①検出器 蒸気発生器狭域水位検出器 加圧器圧力検出器 他 (別表4「共通要因故障対策設備が有する指示機能一覧表」参照)</p> <p>②操作器 原子炉トリップ操作器 手動安全注入操作器 他 (別表2「共通要因故障対策設備が有する手動作動機能一覧表」参照)</p> <p>③論理回路 安全保護アナログ盤 (個別の論理回路については別表1「共通要因故障対策設備が有する自動作動機能一覧表」参照)</p> <p>④指示計 蒸気発生器狭域水位指示 加圧器水位指示 他 (別表4「共通要因故障対策設備が有する指示機能一覧表」参照)</p> <p>⑤警報 安全保護アナログ盤作動警報 加圧器圧力異常低安全注入作動警報 他 (別表3「共通要因故障対策設備が有する警報機能一覧表」参照)</p> <p>⑥表示灯 自動作動及び手動操作による弁・補機動作状態の表示灯</p> <p>⑦その他 原子炉保護系計器ラック(炉外核計測装置含むアナログ回路部) 補機制御設備(原子炉安全保護装置、安全保護系補助リレーラック、安全保護系シールドキャビネット)</p>	○	<p>多様化設備である共通要因故障対策設備の対象範囲について、当該プラントの安全保護回路のデジタル化の範囲に応じて選定されたことも含めて、設計図書にて明確化されていることを確認した。</p>	<p>・共通要因故障対策設備基本設計方針書 2章、6.1.1章、6.1.2章、6.1.4章、6.1.5章、図6-1</p>

(判定記号) ○：整合有 -：該当なし

表1 「3. 多様化設備要件」に関する要件整合性確認表(4/8)

ATENA 技術要件書	ソフトウェア CCF 対策設備設計図書の要件整合性			設計図書
	記載内容(概要)	要件整合性		
		判定	理由	
要求内容				
3.4 設計基本方針				
<p>デジタル安全保護回路は、十分に高い信頼度でソフトウェア設計がなされており、ソフトウェア CCF が発生する可能性は極めて小さく抑えられているため、多様化設備は、運転時の異常な過渡変化又は設計基準事故が発生し、かつソフトウェア CCF により安全機能が喪失するという設計基準を超える事象に対応する設備であることから、多様化設備に対しては、設計上、単一故障を考慮しない。</p> <p>多様化設備は、設計上、火災・溢水あるいは外的影響(地震を除く)とソフトウェア CCF との重畳を考慮しない。</p> <p>多様化設備は、ソフトウェア CCF 発生時に安全保護回路の代替機能を有する設備であることから、耐環境性、耐震性、供給電源等は、安全保護回路と同等の条件で機能を発揮できる設計とする。</p>	-	-	<p>本項は基本方針を述べたものであり、具体的には「3.5 多様化設備への要求事項」で、耐環境性、耐震性、供給電源等について個別に確認した。</p> <p>なお、共通要因故障対策設備のうち設計基準対象施設及び重大事故等対処設備を兼ねる設備については、機器仕様に変更がないため、既存設備状態を示す図書により確認した。</p>	-

表1 「3. 多様化設備要件」に関する要件整合性確認表(5/8)

ATENA 技術要件書	ソフトウェア CCF 対策設備設計図書の要件整合性			
	記載内容(概要)	要件整合性		設計図書
		判定	理由	
3.5 多様化設備への要求事項				
3.5.1 多重性				
多様化設備には、多重性は要求しない。	多様化設備である共通要因故障対策設備自体には多重性は不要である。	○	多様化設備である共通要因故障対策設備は、設計想定外の設備であるため、作動機能の維持について構成機器もしくはチャンネルに単一故障もしくは試験または保守のための使用状態からの取り外しを想定する必要はない設計方針としていることを、設計図書により確認した。	<ul style="list-style-type: none"> デジタル安全保護系共通要因故障対策基本方針書 3.2 章(38/55) 共通要因故障対策設備基本設計方針書 5.2 章
3.5.2 多様性				
多様化設備自体には、多様性は要求しない。	多様化設備である共通要因故障対策設備自体には多様性は不要である。	○	多様化設備である共通要因故障対策設備自体には多様性不要とする設計方針としていることを設計図書により確認した。	<ul style="list-style-type: none"> デジタル安全保護系共通要因故障対策基本方針書 3.2 章(39/55) 共通要因故障対策設備基本設計方針書 5.16 章
多様化設備は、ソフトウェアを用いた安全保護回路に対して多様性を有した設備とすること。なお、多様性を有した設備とは、アナログ設備等、ソフトウェア CCF によってデジタル安全保護回路と同時にその機能を喪失するおそれがないものをいう。	多様化設備である共通要因故障対策設備は、デジタル安全保護回路とは独立、かつ多様性のある別設備で構成し、ソフトウェア CCF の影響で各機能の遂行が阻害されることが無いようにする。	○	多様化設備である共通要因故障対策設備は、デジタル安全保護回路の共通故障要因によって機能が阻害されないように、ハード回路を用いた設計としていることを、設計図書により確認した。	<ul style="list-style-type: none"> デジタル安全保護系共通要因故障対策基本方針書 3.2 章(39/55) 共通要因故障対策設備基本設計方針書 5.3.1 章
また、多様化設備に用いられるソフトウェア及びデジタル安全保護回路に用いられるソフトウェアにおいて、それらのソフトウェアに不具合が共通して内在する可能性がなく、かつその他ソフトウェア CCF が発生するおそれがないことが明らかである場合には、多様化設備にもソフトウェアを用いることができる。	—	—	ハード回路を用いた設計とする計画であるため、考慮しない。	<ul style="list-style-type: none"> 共通要因故障対策設備基本設計方針書 5.3.1 章 技術連絡書「高浜3号機 CCF 対策設備へのデジタル回路使用有無の確認結果について」
3.5.3 耐環境性				
多様化設備は、4. 有効性評価で対象とする運転時の異常な過渡変化又は設計基準事故とソフトウェア CCF が重畳する状態で想定される環境条件において、その機能を発揮できる設計とすること。	多様化設備である共通要因故障対策設備は、「運転時の異常な過渡変化」又は「設計基準事故」とソフトウェア CCF が重畳する状態で想定される環境条件において、その機能を発揮できる設計とする。	○	多様化設備である共通要因故障対策設備は、設置場所における「運転時の異常な過渡変化」又は「設計基準事故」とソフトウェア CCF が重畳する環境下で所定の機能が果たせる設計としていることを設計図書により確認した。	<ul style="list-style-type: none"> デジタル安全保護系共通要因故障対策基本方針書 3.2 章(39/55) 共通要因故障対策設備基本設計方針書 5.9 章

(判定記号) ○：整合有 -：該当なし

表1 「3. 多様化設備要件」に関する要件整合性確認表(6/8)

ATENA 技術要件書	ソフトウェア CCF 対策設備設計図書の要件整合性			
	記載内容(概要)	要件整合性		設計図書
		判定	理由	
3.5.4 耐震性				
多様化設備は、基準地震動 Ss による地震力に対し、機能維持する設計とすること。	多様化設備である共通要因故障対策設備は、基準地震動 Ss による地震力に対し、機能維持する設計とする。	○	多様化設備である共通要因故障対策設備は、基準地震動 Ss による地震力に対し機能維持するものとしている。多様化設備のうち設計基準対象施設と兼用しておらず、個別の耐震評価が必要な安全保護アナログ盤については、基準地震動 Ss による地震力に対し機能維持できることを設計図書(耐震計算書)により確認した。	<ul style="list-style-type: none"> デジタル安全保護系共通要因故障対策基本方針書 3.2 章 (39/55) 共通要因故障対策設備基本設計方針書 5.8 章 安全保護アナログ盤 耐震計算書
3.5.5 供給電源				
多様化設備は、外部電源が利用できない場合においても、非常用電源系又は重大事故等対処設備電源系 のどちらか一方 から給電できる設計とすること。	多様化設備である共通要因故障対策設備は、外部電源が利用できない場合においても、非常用電源系又は重大事故等対処設備電源系 のどちらか一方 から給電される設計とする。	○	多様化設備である共通要因故障対策設備は、安全系計器用無停電電源母線に接続される計器用電源装置(インバータ)から給電される設計としていることを設計図書により確認した。	<ul style="list-style-type: none"> デジタル安全保護系共通要因故障対策基本方針書 3.2 章 (39/55) 共通要因故障対策設備基本設計方針書 5.14 章 所内単線結線図 計器用電源単線結線図
3.5.6 設備の共用				
多様化設備は、二以上の発電用原子炉施設において共用しない設計とすること。また、相互に接続しない設計とすること。	多様化設備である共通要因故障対策設備は、2つ以上の発電用原子炉施設において共用しない設計とすること。また、相互に接続しない設計とする。	○	多様化設備である共通要因故障対策設備は、二以上の発電用原子炉施設にて共用及び相互接続しないものとしていることを設計図書により確認した。	<ul style="list-style-type: none"> デジタル安全保護系共通要因故障対策基本方針書 3.2 章 (39/55) 共通要因故障対策設備基本設計方針書 5.17 章
3.5.7 試験可能性				
多様化設備は、原子炉の運転中又は停止中に、試験又は検査ができる設計とすること。	多様化設備である共通要因故障対策設備は、原子炉の運転中又は停止中に、試験又は検査ができる設計とする。	○	多様化設備である共通要因故障対策設備は、定期事業者検査時において、模擬信号あるいは実動作によって設定値・ロジックなどの機能が確認できる設計としていることを設計図書により確認した。	<ul style="list-style-type: none"> デジタル安全保護系共通要因故障対策基本方針書 3.2 章 (39/55) 共通要因故障対策設備基本設計方針書 5.5 章
3.5.8 安全保護回路への波及的影響防止				
多様化設備は、多様化設備の故障影響により安全保護回路の安全機能を喪失させない設計とすること。なお、電气的分離を行うためのインレーションデバイス は、安全保護回路に属すること。	多様化設備である共通要因故障対策設備は、共通要因故障対策設備の故障影響により安全保護系の安全機能が喪失しない設計とする。	○	安全保護回路と共通要因故障対策設備が部分的に設備を共用する場合には、共通要因故障対策設備の影響により安全保護機能を失わないように、安全保護回路は共通要因故障対策設備に対して隔離デバイス(アイソレータ等)を 安全系設備に設置すること による電气的分離及び異なる筐体に設備を収納する等の物理的分離を考慮した設計であることを設計図書により確認した。	<ul style="list-style-type: none"> デジタル安全保護系共通要因故障対策基本方針書 3.2 章(39/55) 共通要因故障対策設備基本設計方針書 5.4 章 原子炉保護系ブロック図 炉外核計装装置機能ブロック線図 安全保護系補助リレーラック EWD 各補機 EWD

(判定記号) ○ : 整合有 - : 該当なし

表1 「3. 多様化設備要件」に関する要件整合性確認表(7/8)

ATENA 技術要件書	ソフトウェア CCF 対策設備設計図書の要件整合性			
	記載内容(概要)	要件整合性		設計図書
		判定	理由	
3.5.9 火災防護及び溢水防護				
多様化設備が、火災・溢水の影響を受けたとしても、安全保護回路の安全機能を喪失させない設計とすること。	多様化設備である共通要因故障対策設備は、火災・溢水の影響を受けたとしても、安全保護系の安全機能が喪失しない設計とする。	○	多様化設備である共通要因故障対策設備が仮に火災・溢水の影響を受けて機能喪失したとしても、多重性を有した安全保護回路の安全機能を喪失させない設計であることを、設計図書により確認した。 また、多様化設備である共通要因故障対策設備は、実用上可能な限り不燃性または難燃性材料を設備構成品に使用し、内部火災等への耐性を可能な限り有する設計であることを、設計図書により確認した。	<ul style="list-style-type: none"> デジタル安全保護系共通要因故障対策基本方針書 3.2 章 (39/55) 共通要因故障対策設備基本設計方針書 5.12 章
3.5.10 外的事象に対する防護				
多様化設備は、想定される自然現象(地震を除く)、人為による事象、蒸気タービン、ポンプ、その他の機器又は配管の損壊に伴う飛散物等に対して、多様化設備がそれらの影響を受けない設計とすること又は多様化設備がそれらの影響を受けたとしても、安全保護回路の安全機能を喪失させない設計とすること。	多様化設備である共通要因故障対策設備は、想定される自然現象(地震を除く)、人為による事象及び蒸気タービン、ポンプ、その他の機器又は配管の損壊に伴う飛散物等に対して、共通要因故障対策設備が影響を受けない設計とする、又は、共通要因故障対策設備が影響を受けても安全機能が喪失しない設計とする。	○	発電所で考慮する自然現象及び外部人為事象等に対して、共通要因故障対策設備の受ける影響評価を行った結果、これらの事象に対して多様化設備である共通要因故障対策設備が影響を受けない、または影響を受けたとしても、安全保護系の機能を喪失しないことを確認した。 各事象に対する共通要因故障対策設備への影響評価を別表5「共通要因故障対策設備の自然現象、外部人為事象等に対する影響評価整理表」に示す。	<ul style="list-style-type: none"> デジタル安全保護系共通要因故障対策基本方針書 3.2 章 (39/55) 共通要因故障対策設備基本設計方針書 5.10 章
3.5.11 操作性				
多様化設備として手動操作設備が必要になる場合は、原子炉制御室に設置すること。 また、原子炉制御室に設置する場合には、誤操作防止を考慮した設計とするとともに、操作結果が確実に確認できるよう配慮した設計とすること。 なお、有効性評価により、原子炉制御室以外での操作で対応可能であることが確認できた場合はこの限りではない。	多様化設備である共通要因故障対策設備のうち手動操作器は、原則として中央制御室に設置する。また、手動操作器は誤操作防止を考慮した設計とする。	○	誤操作防止を考慮した手動操作器及び表示を3.3項の操作スイッチ及び表示として中央制御室に設置する設計としていることを設計図書により確認した。	<ul style="list-style-type: none"> デジタル安全保護系共通要因故障対策基本方針書 3.2 章 (39/55) 共通要因故障対策設備基本設計方針書 5.13.1 章、6.1.2 章
		-	手動操作器は中央制御室に設置済みであるため考慮しない。	<ul style="list-style-type: none"> デジタル安全保護系共通要因故障対策基本方針書 2.3 章 (18/55) 共通要因故障対策設備基本設計方針書 6.1.2 章

(判定記号) ○：整合有 -：該当なし

表1 「3. 多様化設備要件」に関する要件整合性確認表(8/ 8)

ATENA 技術要件書	ソフトウェア CCF 対策設備設計図書の要件整合性			
	記載内容(概要)	要件整合性		設計図書
		判定	理由	
3.5.12 監視性				
多様化設備には、運転時の異常な過渡変化又は設計基準事故とソフトウェア CCF が重畳した事象の発生を認知できる警報、事象の判定及び対応操作の判断に必要な監視設備を原子炉制御室に設置すること。	多様化設備である共通要因故障対策設備のうち、事象発生の認知や、事象の判定及び対応操作の判断に必要な警報機能や監視機能は、中央制御室に設置する。	○	<p>運転時の異常な過渡変化又は設計基準事故とソフトウェア CCF が重畳した事象を認知できる警報として、3.2 項、3.3 項及び別表3「共通要因故障対策設備が有する警報機能一覧表」で示した安全保護アナログ盤作動警報を中央制御室に告知する設計としていることを、設計図書により確認した。</p> <p>事象の判定及び対応操作に必要な監視設備として、3.2 項、3.3 項及び別表4「共通要因故障対策設備が有する指示機能一覧表」で示した指示計を中央制御室に設置する設計としていることを、設計図書により確認した。</p>	<ul style="list-style-type: none"> デジタル安全保護系共通要因故障対策基本方針書 3.2 章 (39/55) 共通要因故障対策設備基本設計方針書 5.13.1 章、6.1.4 章、6.1.5 章
また、多様化設備が自動で作動した場合には、その作動要因が原子炉制御室に表示される設計とすること。	多様化設備である共通要因故障対策設備の論理回路(安全保護アナログ盤)が自動作動した場合には、中央制御室の安全保護アナログ盤の表示パネルに警報が表示される設計とする。	○	安全保護アナログ盤が自動で作動した場合には、3.2 項、3.3 項及び別表3「共通要因故障対策設備が有する警報機能一覧表」で示したとおり、各警報が中央制御室に表示される設計としていることを、設計図書により確認した。	<ul style="list-style-type: none"> 共通要因故障対策設備基本設計方針書 5.13.1 章、6.1.4 章、6.1.5 章

(判定記号) ○ : 整合有 - : 該当なし

表 2 「4. 有効性評価」に関する要件整合性確認表(1/ 13)

ATENA 技術要件書	ソフトウェア CCF 対策有効性評価図書の要件整合性			
	記載内容(概要)	要件整合性		有効性評価図書
		判定	理由	
要求内容				
4.2 評価すべき事象				
運転時の異常な過渡変化及び設計基準事故の全事象を対象に評価する。 なお、安全保護回路の一部にソフトウェアにより作動するものがある場合で、多様化設備の設置が不要であることを確認する場合は、運転時の異常な過渡変化及び設計基準事故の全事象のうち、当該部のソフトウェア CCF により影響を受ける事象を対象とする。	多様化設備は安全保護回路の代替機能を有する設備であるため、「運転時の異常な過渡変化」及び「設計基準事故」の全事象を有効性評価の対象とする。	○	運転時の異常な過渡変化及び設計基準事故の全事象を対象としている。	3.2 事象選定の基本的考え (P.8)
ソフトウェア CCF が同じ影響を与える事象はグルーピングすることができる。なお、グルーピングを行う場合は、代表シナリオの包絡性を確認し、その妥当性を示すこと。	—	—	評価すべき事象において、グルーピングは考慮していない。	3.3 有効性評価事象 (P.9)
以下に該当する場合は解析を省略できる。 ・判断基準に対して影響の程度が軽微である事象	以下の事象は判定基準に対して影響が軽微であるため、解析を省略する。 ・運転時の異常な過渡変化 ・蒸気発生器伝熱管破損 ・可燃性ガスの発生 ・被ばく評価全般	○	対象事象は判定基準に対して影響が軽微であることを示している。	3.3.1 運転時の異常な過渡変化 (P.9) 3.3.2 設計基準事故 (P.10) 4.4 運転時の異常な過渡変化 (P.22, P.30)

表 2 「4. 有効性評価」に関する要件整合性確認表(2/ 13)

ATENA 技術要件書	ソフトウェア CCF 対策有効性評価図書の要件整合性			
	記載内容(概要)	要件整合性		有効性評価図書
判定		理由		
要求内容	<p>「運転時の異常な過渡変化」にソフトウェア CCF が重畳した場合、アナログ回路で構成される現行措置の多様化設備の作動により原子炉トリップに至るため、「重大事故等対策の有効性評価」の1つである原子炉停止機能喪失(ATWS)の有効性評価(原子炉トリップしない仮定)よりも事象進展が緩和される。したがって、この場合、判断基準に照らし合わせて影響の程度が軽微であり、解析を省略する。</p> <p>蒸気発生器伝熱管破損について、ソフトウェア CCF の重畳を考慮し、多様化設備等を用いて事象対応を行う場合における運転操作や操作時間が許可処分済みの設置変更許可申請書添付書類+解析と同等であり、判断基準に照らし合わせて影響の程度が軽微であるため解析を省略する。</p> <p>また、当該事象に関する定性的な検討について述べている。</p> <p>「可燃性ガスの発生」及び「環境へ</p>			<p>4.5.7 蒸気発生器伝熱管破損 (P181, P. 189)</p> <p>4.6.2.3 可燃性ガスの発生 (P. 217)</p> <p>4.6.3 被ばく評価への影響 (P. 228～P. 233)</p>

(判定記号) ○：整合有 -：該当なし

表2 「4. 有効性評価」に関する要件整合性確認表(3/ 13)

ATENA 技術要件書	ソフトウェア CCF 対策有効性評価図書の要件整合性			
	記載内容(概要)	要件整合性		有効性評価図書
		判定	理由	
要求内容				
	の放射性物質の異常な放出」に分類される事象の被ばく評価については、ソフトウェア CCF の重畳を考慮した場合でも、許可処分済みの設置変更許可申請書添付書類十解析に対して、判断基準に照らし合わせて影響の程度が軽微であるため解析を省略する。また、これら評価への影響について述べている。			
・グルーピングしたグループ内の代表事象に包絡される事象	—	—	評価すべき事象において、グルーピングは考慮していない。	3.2 事象選定の基本的考え (P.9)
・デジタル安全保護回路の動作を期待しない事象	下記事象については、デジタル安全保護回路の動作を期待していないプラントでは、解析を省略する。 ・燃料集合体落下 ・放射性気体廃棄物処理施設の破損	○	デジタル安全保護回路の動作を期待していない事象については解析を省略している。	4.6.3.1 放射性気体廃棄物処理施設の破損 (P.228) 4.6.3.3 燃料集合体の落下 (P.230)

(判定記号) ○：整合有 -：該当なし

表2 「4. 有効性評価」に関する要件整合性確認表(4/ 13)

ATENA 技術要件書	ソフトウェア CCF 対策有効性評価図書の要件整合性			
	記載内容(概要)	要件整合性		有効性評価図書
判定		理由		
要求内容				
4.3 判断基準				
全事象に対して判断基準は設計基準事故において使用される判断基準を準用し、その判断基準を概ね満足することの確認を行う。	全事象に対する判断基準として設計基準事故において使用される判断基準を準用する。 また、解析等により判断基準を概ね満足することを確認している。	○	設計基準事故において使用される判断基準を準用し、その判断基準を概ね満足することの確認を行うこととしている。	4.1 判断基準(P.11) 4.4 運転時の異常な過渡変化 4.5 設計基準事故
設備の健全性が別途確認されている原子炉格納容器の限界圧力、温度等の条件、及び炉心の著しい損傷防止が達成できることを適切に確認できる他の判断基準を用いてもよい。	原子炉格納容器の最高使用圧力/温度を上回る場合の判断基準として、既許認可で確認された原子炉格納容器の限界圧力(最高使用圧力の2倍)/限界温度(200℃)を設定している。	○	健全性が別途確認されている原子炉格納容器の限界圧力/限界温度を判断基準として設定している。	4.1 判断基準(P.11)

(判定記号) ○ : 整合有 - : 該当なし

表 2 「4. 有効性評価」に関する要件整合性確認表(5/ 13)

ATENA 技術要件書	ソフトウェア CCF 対策有効性評価図書の要件整合性			
	記載内容(概要)	要件整合性		有効性評価図書
判定		理由		
要求内容				
4.4 解析に当たって考慮すべき事項				
最適評価コードにより, 運転時の異常な過渡変化又は設計基準事故に対する評価を行うこと。	「原子炉冷却材喪失」以外の事象については, 最適評価コードを適用する。	○	最適評価コードの適用を示している。	4.2 解析に使用する計算プログラム (P.12)
保守的評価によって解析した結果が余裕をもって判断基準を満足する場合には, 保守的評価を採用してもよい。	解析対象とする「原子炉冷却材喪失」については, 現行措置及び追加措置の多様化設備により, 設置変更許可申請書 添付書類十解析(設計基準事故)と同様の過渡応答になると考えられ, 最適評価を適用する必要はないと判断されるため, 添付書類十解析と同じ保守的評価を適用する。	○	保守的な評価コードの適用を示すとともに, その理由を記載している。	4.2 解析に使用する計算プログラム (P.12)
4.4.1 解析にあたって考慮する範囲				

(判定記号) ○ : 整合有 - : 該当なし

表 2 「4. 有効性評価」に関する要件整合性確認表(6/ 13)

ATENA 技術要件書	ソフトウェア CCF 対策有効性評価図書の要件整合性			
	記載内容(概要)	要件整合性		有効性評価図書
		判定	理由	
有効性評価においては、事象発生前の状態として、通常運転範囲及び運転期間の全域を対象とすること。	設置変更許可申請書 添付書類十解析(設計基準事故)では、「発電用軽水型原子炉施設の安全評価に関する審査指針」の要求に従い、異常状態の発生前の状態として通常運転範囲及び運転期間の全域について考慮し、判断基準に照らして最も厳くなる初期状態(解析条件)を選定している。ソフトウェア CCF 対策の有効性評価についても、この方針に従い解析条件を設定している。	○	添付書類十解析と同様に、全ての運転範囲及び運転期間を包絡する解析条件を設定している。	4.3 基本解析条件 (P.14)
解析は、想定した事象が、判断基準を概ね満足しながら、過渡状態が収束し、その後原子炉は支障なく安定状態へ移行できることが合理的に推定できる時点までを包含すること。	添付書類十解析と同様、事象発生から安定状態へ移行できると合理的に判断できる時点までの解析結果(グラフ)を示している。	○	事象発生から、注水等によりプラント状態が安定状態へ移行できると判断でき、かつ主要パラメータの傾向が事象収束の方向にあると判断できる時点まで解析を実施している。	4.4 運転時の異常な過渡変化 (各グラフ) 4.5 設計基準事故 (各グラフ)
4.4.2 解析で想定する現実的な条件等				

(判定記号) ○ : 整合有 - : 該当なし

表 2 「4. 有効性評価」に関する要件整合性確認表(7/ 13)

ATENA 技術要件書	ソフトウェア CCF 対策有効性評価図書の要件整合性			
	記載内容(概要)	要件整合性		有効性評価図書
		判定	理由	
要求内容				
事象発生前のプラント初期条件は、設計値等に基づく現実的な値を用いること。その場合には、安全設計の妥当性確認に用いる安全解析における解析条件との差異及び根拠を明確にすること。	プラント初期条件及び設定根拠を、解析条件として示している。また、添付書類十解析と異なる条件を用いたものは、差異及び根拠を示している。	○	プラント初期条件及び設定根拠が示されている。	4.3 基本解析条件 (P.14) 4.4 運転時の異常な過渡変化 (各主要解析条件表) 4.5 設計基準事故 (各主要解析条件表) 添付 1-1、添付 1-2
事象発生によって生じる外乱の程度、炉心状態(出力分布、反応度係数等)、機器の容量等は、設計値等に基づく現実的な値を用いること。その場合には、安全設計の妥当性確認に用いる安全解析における解析条件との差異及び根拠を明確にすること。	事象発生による外乱の程度、炉心状態、機器容量等の解析条件及び設定根拠を示している。また、添付書類十解析と異なる条件を用いたものは、差異及び根拠を示している。	○	解析条件及び根拠が示されている。	4.3 基本解析条件 (P.14) 4.4 運転時の異常な過渡変化 (各主要解析条件表) 4.5 設計基準事故 (各主要解析条件表) 添付 1-1、添付 1-2
作動設定点等については計装上の誤差は考慮しなくともよい。	—	—	技術要件書の緩和既定の適用は必須ではなく、計装上の誤差の考慮は保守的な設定としている。	4.3 基本解析条件 (P.16,P.17)

(判定記号) ○：整合有 -：該当なし

表 2 「4. 有効性評価」に関する要件整合性確認表(8/ 13)

ATENA 技術要件書	ソフトウェア CCF 対策有効性評価図書の要件整合性			
	記載内容(概要)	要件整合性		有効性評価図書
		判定	理由	
要求内容				
誤操作が起因事象となる評価では、運転手順に基づく現実的な操作条件を用いること。その場合には、現実的な操作条件の根拠を明確にすること。	—	—	誤操作が起因の一つとなる「運転時の異常な過渡変化」の評価では、「主給水流量喪失」を代表として有効性評価を実施している。「主給水流量喪失」はポンプ等の故障が起因事象であり、誤操作が起因ではないため、現実的な操作の条件を仮定する必要はない。	4.4 運転時の異常な過渡変化 (P.18)
4.4.3 安全系機能に対する仮定				
ソフトウェア CCF によりデジタル安全保護回路の機能が喪失し、原子炉停止系統及び工学的安全施設が自動作動しない。	各事象においてデジタル安全保護回路の機能喪失に伴い、本設の原子炉停止系統及び工学的安全施設が動作しないことを解析条件としている。	○	ソフトウェア CCF による機能喪失を解析条件に反映している。	4.3 基本解析条件(P.14) 4.4 運転時の異常な過渡変化 (各主要解析条件表) 4.5 設計基準事故 (各主要解析条件表)
デジタル安全保護回路を経由しない、自動起動信号又は運転員が事象の発生を認知した場合の手動起動信号により、原子炉停止系統及び工学的安全施設は作動可能とする。	「原子炉格納容器健全性評価」において、デジタル安全保護回路の機能喪失に伴い自動起動しない格納容器スプレイ設備について、手動起動操作を解析条件としている。	○	ソフトウェア CCF による機能喪失への対応操作として、手動起動を解析条件として反映している。	4.3 基本解析条件(P.14) 4.5.8 原子炉格納容器健全性評価(P.196) 添付 1-3 運転員操作条件

(判定記号) ○ : 整合有 - : 該当なし

表 2 「4. 有効性評価」に関する要件整合性確認表(9/ 13)

ATENA 技術要件書	ソフトウェア CCF 対策有効性評価図書の要件整合性			
	記載内容(概要)	要件整合性		有効性評価図書
		判定	理由	
自動起動信号又は運転員の手動操作による、最も確からしいプラント応答を評価するため、安全機能を有する機器の単一故障は想定しない。	各事象において、起因事象による影響を受けない、安全機能を有する機器の単一故障は仮定していない。	○	起因事象の影響を受けない安全機能を有する機器の単一故障を解析条件としていない。	4.3 基本解析条件 (P.14) 4.4 運転時の異常な過渡変化 (各主要解析条件表) 4.5 設計基準事故 (各主要解析条件表)
安全機能のサポート系(電源系、冷却系、空調系等)は、起因事象との従属性がなく、かつソフトウェア CCF の影響を受けない場合は、起因事象が発生する前の作動状態を維持する。	起因事象との従属性がなく、かつソフトウェア CCF の影響を受けない安全機能のサポート系(電源系、冷却系、空調系等)の作動状態を想定する。また、これらのサポート系を利用した原子炉停止系統及び工学的安全施設の作動を仮定する。	○	必要な安全機能に対するサポート系について、起因事象及びソフトウェア CCF の影響を受けないことを確認している。	4.3 基本解析条件 (P.14) 添付 2 多様化設備が作動させる設備に対するサポート系の有効性
4.4.4 常用系機能に対する仮定				
起因事象として外部電源の喪失を仮定する事象以外は、外部電源は利用可能とする。	起因事象が外部電源喪失である事象以外では、外部電源喪失は仮定していない。	○	起因事象が外部電源喪失である事象以外は、外部電源喪失を解析条件としていない。	4.3 基本解析条件 (P.14)
事象発生前から機能しており、かつ事象発生後も機能し続ける設備は、故障の仮定から除外する。	事象発生前から機能している常用系設備は、機能喪失は仮定していない。	○	起因事象の影響を受けない常用系設備の機能喪失を解析条件としていない。	4.3 基本解析条件 (P.14)

(判定記号) ○：整合有 -：該当なし

表2 「4. 有効性評価」に関する要件整合性確認表(10/ 13)

ATENA 技術要件書	ソフトウェア CCF 対策有効性評価図書の要件整合性			
	記載内容(概要)	要件整合性		有効性評価図書
		判定	理由	
要求内容				
常用系機能の喪失が起因となる事象が前提である場合は、当該事象を評価する際にはその機能を期待しない。	常用系機能の喪失が前提となる事象では、当該常用系の機能には期待していない。	○	常用系である各種制御系等の故障を起因とする事象では、事象発生後、その機能には期待していない。	4.3 基本解析条件 (P.15)
4.4.5 多様化設備に関連する条件				
(1) 機器条件				
・多様化設備がもつ緩和機能の有効性を確認する観点から、多重性を要求しない多様化設備の単一故障は想定しない。	多様化設備を含めて単一故障は想定していない。	○	多重性が要求されない多様化設備の単一故障を想定していない。	4.4 運転時の異常な過渡変化 (各主要解析条件表) 4.5 設計基準事故 (各主要解析条件表)
・多様化設備がもつ緩和機能の有効性を確認する観点から、多様化設備が代替作動させる原子炉停止系統、工学的安全施設等の故障及び誤動作が起因となる事象は想定しない。	多様化設備が作動させる原子炉停止系統、工学的安全施設等は、そのサポート系が使用できない場合を除き作動を仮定しており、多様化設備が作動させる原子炉停止系統、工学的安全施設等の故障及び誤動作が起因となる事象は想定していない。	○	多様化設備が代替作動させる設備の故障及び誤動作が起因となる事象は想定していない。	4.3 基本解析条件 (P.14)

(判定記号) ○：整合有 -：該当なし

表 2 「4. 有効性評価」に関する要件整合性確認表(11/ 13)

ATENA 技術要件書	ソフトウェア CCF 対策有効性評価図書の要件整合性			有効性評価図書
	記載内容(概要)	要件整合性		
要求内容		判定	理由	
•多様化設備が作動させる原子炉停止系統, 工学的安全施設等は, そのサポート系(電源系, 冷却系, 空調系等)が利用可能であることを確認し, 使用できない場合原子炉停止系統, 工学的安全施設等は利用できないものとする。	多様化設備が作動させる原子炉停止系統、工学的安全施設等は、そのサポート系が使用できない場合には利用できないものとする。	○	多様化設備が作動させる設備は、そのサポート系が起因事象及びソフトウェア CCF の影響を受けず利用可能であることを確認している。	4.3 基本解析条件 (P.14) 添付 2 多様化設備が作動させる設備に対するサポート系の有効性
(2) 操作条件				
•運転員による手動操作をソフトウェア CCF 対策として期待することができる。ただし, 有効性評価において運転員による手動操作を期待する場合には, 原子炉制御室において運転員による事象の認知が可能であり, それに基づく操作手順書が整備され, 運転操作訓練が適切に行われることによって, 手動操作が適切に実施されることが前提となる。	有効性評価で期待している手動操作は、ハード対策(追加措置)完了までに整備される操作手順書に従い操作が適切に行われること、及び運転操作訓練が適切に行われることを前提としている。	○	解析上の運転員の手動操作の成立性が、運転員操作手順書、教育訓練により裏付けられることを示している。	4.3 基本解析条件(P.15) 添付 1-3 運転員操作条件

(判定記号) ○：整合有 -：該当なし

表 2 「4. 有効性評価」に関する要件整合性確認表(12/ 13)

ATENA 技術要件書	ソフトウェア CCF 対策有効性評価図書の要件整合性			
	要求内容	記載内容(概要)	要件整合性	
判定			理由	
•原子炉制御室での運転操作開始時間を現実的な想定としてもよい。その場合においては、運転員による事象の認知から運転操作開始までの時間を適切に考慮し、その根拠を明確にすること。	—	—	中央制御室での原子炉停止系統及び工学的安全施設の手動操作はない。	—
•原子炉制御室外における運転員による現場操作を考慮してもよい。その場合においては、原子炉制御室における運転員による事象の認知から現場操作場所までの移動時間、及び現場操作場所に到着してから操作開始までの時間は適切に考慮し、その根拠を明確にすること。	有効性評価で期待している中央制御室以外での現場操作は、現場への移動時間、現場での操作時間の各所要時間に基づき、解析条件として設定している。	○	移動や操作に係る所要時間を計測し、根拠を明確にした上で、中央制御室以外での現場操作の成立性を確認している。	4.3 基本解析条件(P.15) 添付 1-3 運転員操作条件
4.4.6 解析に使用する計算プログラム及びモデル				

(判定記号) ○：整合有 -：該当なし

表2 「4. 有効性評価」に関する要件整合性確認表(13/ 13)

ATENA 技術要件書	ソフトウェア CCF 対策有効性評価図書の要件整合性			
	記載内容(概要)	要件整合性		有効性評価図書
判定		理由		
要求内容				
有効性評価を行う場合は、運転時の異常な過渡変化又は設計基準事故の解析で用いる計算プログラム及びモデル、又は最適評価コード及び現実的な計算モデルを使用すること。	有効性評価に用いた計算プログラム及びモデルについて詳述した他の資料を引用している。「原子炉冷却材喪失」は設置変更許可申請書 添付書類十(設計基準事故)解析で用いているコードを使用、「原子炉冷却材喪失」以外の事象は SPARKLE-2 コードを使用)	○	解析で用いた計算プログラム及びモデルは、引用した他の資料から確認できる。	4.2 解析に使用する計算プログラム(P.12,13) 6. 参考文献(P.240)
許認可での使用実績の無い計算プログラム及びモデルは、適用範囲(プラント型式、対象事象、事象進展に関わる現象等)について、妥当性確認及び検証が行われたものであること。なお、許認可での使用実績により、計算プログラム及びモデルの確認が行われている場合であっても、ソフトウェア CCF 事象の評価実績が無い場合は、上記に示した適用範囲について、妥当性確認及び検証が行われたものであること。	有効性評価に用いた計算プログラム及びモデルの適用妥当性については、設置変更許可申請書 添付書類十解析(設計基準事故、重大事故等対策の有効性評価)での使用実績を記載するとともに、詳述した他の資料を引用している。	○	解析で用いた計算プログラム及びモデルの妥当性や許認可使用実績は、引用した他の資料から確認できる。	4.2 解析に使用する計算プログラム(P.12) 6. 参考文献(P.240)

別表1 共通要因故障対策設備が有する自動作動機能一覧表

高浜3号機

1. 原子炉非常停止信号

原子炉非常停止信号の種類	検出器		及び		作動条件		原子炉非常停止信号を発生させない条件	備考
	検出器の種類	個数	取付箇所	原子炉非常停止信号の個数	設定値			
蒸気発生器水位異常低 (CCF)	A 蒸気発生器狭域水位検出器 (Ch. I)	1	系統名 (ライン名)	A 蒸気発生器 —	2	計器スパンの7%以上、かつ、11%以下	正常に原子炉トリップした場合には、共通要因故障対策設備からの作動信号をブロックする。	各検出器は設計基準対象施設と共用 設定値根拠は添付2参照
			設置床					
	B 蒸気発生器狭域水位検出器 (Ch. II)	1	系統名 (ライン名)	B 蒸気発生器 —				
			設置床					
	C 蒸気発生器狭域水位検出器 (Ch. III)	1	系統名 (ライン名)	C 蒸気発生器 —				
			設置床					

別表1 共通要因故障対策設備が有する自動作動機能一覧表

原子炉非常 停止信号の 種類	検 出 器		及 び		作 動 条 件		原 子 炉 非 常 停 止 信 号 を 発 信 さ せ な い 件	備 考
	検 出 器 の 種 類	個 数	取 付 箇 所	原 子 炉 非 常 停 止 信 号 の 個 数	設 定 値			
加圧器 圧力低 (CCF)	加圧器圧力 検出器 (Ch. I)	1	系 統 名 (ラ イ ン 名)	加圧器 —	2	12.42MPa[gage] 以上、かつ、 12.72MPa[gage] 以下	正常に原子炉トリ ップした場合には、共 通要因故障対策設 備からの作動信号 をブロックする。	各検出器は設計基 準対象施設と共用 設定値根拠は添付2 参照
			設 置 床					
	加圧器圧力 検出器 (Ch. II)	1	系 統 名 (ラ イ ン 名)	加圧器 —				
			設 置 床					
加圧器 圧力高 (CCF)	加圧器圧力 検出器 (Ch. I)	1	系 統 名 (ラ イ ン 名)	加圧器 —	2	16.60MPa[gage] 以上、かつ、 16.90MPa[gage] 以下	正常に原子炉トリ ップした場合には、共 通要因故障対策設 備からの作動信号 をブロックする。	各検出器は設計基 準対象施設と共用 設定値根拠は添付2 参照
			設 置 床					
	加圧器圧力 検出器 (Ch. II)	1	系 統 名 (ラ イ ン 名)	加圧器 —				
			設 置 床					

別表1 共通要因故障対策設備が有する自動作動機能一覧表

2. 工学的安全施設等の作動信号

工学的安全施設等の作動信号種	工学的安全施設等の作動信号の種別	検出器及び作動条件			工学的安全施設等の作動に要する信号の個数	設定値	工学的安全施設等の作動信号を信じて発せない条件	備考
		検出器の種類	個数	取付箇所				
補助給水ポンプ起動信号	蒸気発生器水位異常低 (CCF)	A 蒸気発生器狭域水位検出器 (Ch. I)	1	系統名 (ライン名) A 蒸気発生器 -	2	計器スパンの 7%以上、かつ、11 % 以下	正常に補助給水ポンプが起動した場合、自動で補助給水ポンプ起動信号が阻止される。	各検出器は設計基準対象施設と共用 設定値根拠は添付2参照
				設置床				
		B 蒸気発生器狭域水位検出器 (Ch. II)	1	系統名 (ライン名) B 蒸気発生器 -				
				設置床				
		C 蒸気発生器狭域水位検出器 (Ch. III)	1	系統名 (ライン名) C 蒸気発生器 -				
				設置床				

別表1 共通要因故障対策設備が有する自動作動機能一覧表

工学的 安全施設等 の 動作信号 の種類	検出器及び作動条件				工学的 安全施設等 の 動作信号 を 発せ ない 条件	備 考
	検出器 の種類	個 数	取 付 箇 所	工学的 安全施設等 の 動作に 要する 信号の 個数		
主蒸気 ライン 隔離信号	(注1)				正常に原子炉トリップした場合には自動で主蒸気ライン隔離信号が阻止される。	(注1)
主給水 ライン 隔離信号	(注1)				正常に原子炉トリップした場合には自動で主給水ライン隔離信号が阻止される。	(注1)

(注1) 蒸気発生器水位異常低 (CCF)、加圧器圧力低 (CCF)、加圧器圧力高 (CCF) 及び補助給水ポンプ起動信号と同じ

別表1 共通要因故障対策設備が有する自動作動機能一覧表

工学的安全施設等の作動信号の種類		検 出 器 及 び 作 動 条 件				工学的安全施設等の作動に要する信号の個数	設 定 値	工学的安全施設等の作動信号を発信させない条件	備 考
		検出器の種類	個数	取 付 箇 所					
非常用炉心冷却設備作動信号	加圧器圧力異常低 (CCF)	加圧器圧力検出器 (Ch. I)	1	系 統 名 (ライン名)	加圧器 —	2	11.30MPa[gage]以上、かつ、11.42MPa[gage]以下	正常に安全注入が作動した場合には、共通要因故障対策設備からの作動信号をブロックする。	各検出器は設計基準対象施設と共用 設定値根拠は添付2参照
				設 置 床					
		加圧器圧力検出器 (Ch. II)	1	系 統 名 (ライン名)	加圧器 —				
				設 置 床					
B 余熱除去ポンプミニマムフロー弁開信号	B 余熱除去ポンプ吐出流量低 (CCF)	B 余熱除去ポンプ吐出流量検出器 (Ch. IV)	1	系 統 名 (ライン名)	B 余熱除去ポンプミニマムフローライン	1	94m ³ /h以上、かつ134m ³ /h以下	正常に安全注入が作動した場合には共通要因故障対策設備からの作動信号をブロックする。	検出器は設計基準対象施設と共用 設定値根拠は添付2参照
				設 置 床					
B 余熱除去ポンプミニマムフロー弁開信号	B 余熱除去ポンプ吐出流量高 (CCF)	B 余熱除去ポンプ吐出流量検出器 (Ch. IV)	1	系 統 名 (ライン名)	B 余熱除去ポンプミニマムフローライン	1	217m ³ /h以上、かつ237m ³ /h以下	正常に安全注入が作動した場合には、共通要因故障対策設備からの作動信号をブロックする。	検出器は設計基準対象施設と共用 設定値根拠は添付2参照
				設 置 床					

別表2 共通要因故障対策設備が有する手動作動機能一覧表

高浜3号機

操 作 器 の 種 類		個数	取 付 箇 所 (設 置 床)	備 考
原子炉トリップ (システムレベル 操作器)		2		各操作器は設計 基準対象施設と 共用
主給水隔離 (個別操作器)	A ループ	1		
	B ループ	1		
	C ループ	1		
主蒸気隔離 (個別操作器)	A ループ	1		
	B ループ	1		
	C ループ	1		
安全注入作動 (個別操作器)		1/補機		
格納容器隔離 (個別操作器)		1/補機		
補助給水流量調整・隔離 (個別 操作器)		1/補機		
主蒸気逃がし弁 (個別操作器)		1/補機		
加圧器逃がし弁 (個別操作器)		1/補機		

別表3 共通要因故障対策設備が有する警報機能一覧表

高浜3号機

警 報 の 種 類				個 数	取 付 箇 所 (設 置 床)	備 考
安 作	全 動	保 警	護 盤	1		設計基準対象施設の警報設備とは異なる設備として、安全保護アナログ盤の表示パネルに設置する。
		加 圧	器 低	1		
フ ア 警	ス ト 報	加 圧	器 高	1		
		蒸 水	器 低	1		
蒸 水 警	気 位	発 異	器 高	1		
加 安	圧 全	器 注	器 作	1		

別表4 共通要因故障対策設備が有する指示機能一覧表

高浜3号機

名 称	検 出 器 の 種 類	計 測 範 囲	個 数	取 付 箇 所	備 考
中間領域 中性子束 (Ch. I)	γ線補償型 電離箱	$10^{-11} \sim 5 \times 10^{-3} \text{A}$ ($1.3 \times 10^2 \sim 6.6 \times 10^{10} \text{n/cm}^2\text{s}$)	1	系 統 名 (ラ イ ン 名)	—
				設 置 床	
1次冷却材圧力 (Ch. II)	弾性圧力 検出器	0~20.6MPa[gage]	1	系 統 名 (ラ イ ン 名)	B ループ
				設 置 床	
1次冷却材 低温側温度 (広域) (Ch. II)	測温 抵抗体	0~400℃	3	系 統 名 (ラ イ ン 名)	A,B,C ループ
				設 置 床	
加圧器水位 (Ch. I)	差圧式 水位検出器	0~100%	1	系 統 名 (ラ イ ン 名)	加圧器 —
				設 置 床	
蒸気発生器 蒸気圧力 (Ch. III)	弾性圧力 検出器	0~8.3MPa[gage]	1	系 統 名 (ラ イ ン 名)	C 主蒸気管
				設 置 床	
蒸気発生器 蒸気圧力 (Ch. IV)	弾性圧力 検出器	0~8.3MPa[gage]	2	系 統 名 (ラ イ ン 名)	A,B 主蒸気管
				設 置 床	

各検出器～指示計
は設計基準対象施
設と共用

別表4 共通要因故障対策設備が有する指示機能一覧表

名 称	検 出 器 の 種 類	計 測 範 囲	個 数	取 付 箇 所	備 考
蒸気発生器 狭域水位 (Ch. I)	差圧式 水位検出器	0~100%	1	系 統 名 (ラ イ ン 名)	A 蒸気発生器
				設 置 床	
蒸気発生器 狭域水位 (Ch. II)	差圧式 水位検出器	0~100%	2	系 統 名 (ラ イ ン 名)	B,C 蒸気発生器
				設 置 床	
格納容器 広域圧力 (Ch. I)	弾性圧力 検出器	0~345kPa[gage]	1	系 統 名 (ラ イ ン 名)	—
				設 置 床	
燃料取替用水 タンク水位 (Ch. II)	差圧式水位 検出器	0~100%	1	系 統 名 (ラ イ ン 名)	燃料取替用水 タンク
				設 置 床	
格納容器再循環 サンプル広域水位 (Ch. IV)	差圧式水位 検出器	0~100%	1	系 統 名 (ラ イ ン 名)	格納容器再循環 サンプル B
				設 置 床	

各検出器～指示
計は設計基準対
象施設と共用

別表5 共通要因故障対策設備の自然現象、外部人為事象等に対する影響評価整理表

(判定記号) ○：影響なし -：該当なし

高浜3号機 設置(変更)許可において想定される自然事象等		(参考)設置許可での想定/対策の概要	各事象に対する共通要因故障対策設備への影響評価	
			結果	理由
想定される自然現象 (地震除く)	津波	津波防護対象設備(津波防護施設等を除く)を内包する建屋及び区画の設置された敷地において、基準津波による遡上波を地上部から到達又は流入させない等により、安全施設が安全機能を損なうおそれのない設計とする。	○	多様化設備である共通要因故障対策設備は、当該事象の影響を受けないことを確認した建屋内に設置していることから、本設備への影響はない。
	森林火災	気象条件及び植生等を用いた森林火災影響評価結果を踏まえ、18m以上の防火帯幅を確保すること等により安全施設が安全機能を損なうことのない設計とする。	○	多様化設備である共通要因故障対策設備は、当該事象の影響を受けないことを確認した建屋内に設置していることから、本設備への影響はない。
	竜巻	最大風速100m/sの竜巻が発生した場合においても安全機能を損なわないために、飛来物の発生防止対策及び竜巻防護対策を行う。	○	多様化設備である共通要因故障対策設備は、当該事象の影響を受けないことを確認した建屋内に設置していることから、本設備への影響はない。
	火山	将来の活動性が否定できない火山について評価した結果、想定される降下火砕物による直接的影響及び間接的影響のそれぞれに対し、安全機能を損なわないこと。	○	多様化設備である共通要因故障対策設備は、当該事象の影響を受けないことを確認した建屋内に設置している等から、本設備への影響はない。

別表5 共通要因故障対策設備の自然現象、外部人為事象等に対する影響評価整理表

(判定記号) ○：影響なし -：該当なし

高浜3号機 設置(変更)許可において想定される自然事象等		(参考)設置許可での想定/対策の概要	各事象に対する共通要因故障対策設備への影響評価	
			結果	理由
想定される自然現象 (地震除く)	風(台風)	敷地付近での過去の風速を踏まえて、風荷重を建築基準法に基づき設定し、それに対して機械的強度を有することにより、安全機能を損なうことのない設計とする。	○	多様化設備である共通要因故障対策設備は、当該事象の影響を受けないことを確認した建屋内に設置していることから、本設備への影響はない。
	凍結(低温)	敷地付近での最低気温を考慮し、屋外機器で凍結のおそれのあるものに保温等の凍結防止対策を行うことにより、安全機能を損なうことのない設計とする。	○	多様化設備である共通要因故障対策設備は、当該事象の影響を受けないことを確認した建屋内に設置していることから、本設備への影響はない。
	降水	森林法に基づき観測記録を上回る降雨強度 86mm/h を設定し、敷地内に構内排水施設を設けて海域に排水することにより、安全機能を損なうことのない設計とする。	○	多様化設備である共通要因故障対策設備は、当該事象の影響を受けないことを確認した建屋内に設置していることから、本設備への影響はない。
	積雪	安全施設は、積雪荷重を建築基準法に基づき設定し、それに対し機械的強度を有することにより、安全機能を損なうことのない設計とする。	○	多様化設備である共通要因故障対策設備は、当該事象の影響を受けないことを確認した建屋内に設置していることから、本設備への影響はない。

別表5 共通要因故障対策設備の自然現象、外部人為事象等に対する影響評価整理表

(判定記号) ○：影響なし -：該当なし

高浜3号機 設置(変更)許可において想定される自然事象等		(参考)設置許可での想定/対策の概要	各事象に対する共通要因故障対策設備への影響評価	
			結果	理由
想定される自然現象 (地震除く)	落雷	安全施設は、発電所の雷害防止対策として、建屋等に避雷設備を設け、接地網の布設による接地抵抗の低減等の対策を行うことにより、安全機能を損なうことのない設計とする。	○	多様化設備である共通要因故障対策設備は、当該事象の影響を受けないことを確認した建屋内に設置していることから、本設備への影響はない。
	生物学的影響(小動物等)	生物学的事象に対して、クラゲ等の海生生物の発生、小動物の侵入を考慮する。安全施設は、クラゲ等の海生生物の発生に対して、原子炉補機冷却海水設備に除塵装置を設け、また、小動物の侵入に対して、屋外装置の端子箱貫通部等にシールを行うことにより、安全機能を損なうことのない設計とする。	○	多様化設備である共通要因故障対策設備は、当該事象の影響を受けないことを確認した建屋内に設置していることから、本設備への影響はない。
	地滑り	地すべり地形分布図等に示された地形の地滑りに対して、安全施設の安全機能を損なうことのない設計とする。(地滑り防護対策として、当該土石流危険区域に土石流が流れ込むことを防止するための堰堤を土石流危険溪流に設置する。)	○	多様化設備である共通要因故障対策設備は、当該事象の影響を受けないことを確認した建屋内に設置していることから、本設備への影響はない。

別表5 共通要因故障対策設備の自然現象、外部人為事象等に対する影響評価整理表

(判定記号) ○：影響なし -：該当なし

高浜3号機 設置(変更)許可において想定される自然事象等		(参考)設置許可での想定/対策の概要	各事象に対する共通要因故障対策設備への影響評価	
			結果	理由
想定される自然現象 (地震除く)	高潮	安全施設は、敷地高さ[]に設置し、高潮により安全機能を損なうことのない設計とする。	○	多様化設備である共通要因故障対策設備は、当該事象の影響を受けないことを確認した建屋内に設置していることから、本設備への影響はない。
外部人為行為	近隣工場等の火災	<ul style="list-style-type: none"> ・発電所の近くには、火災により安全施設に影響を及ぼすような石油コンビナート施設はない。 ・発電所敷地内に存在する危険物タンク火災発生時の輻射熱による外部火災防護施設の建屋表面温度等を許容温度以下とすることにより、安全施設が安全機能を損なうことのない設計とする。 ・発電所敷地内への航空機墜落等に伴う火災発生時の輻射熱による外部火災防護施設の建屋表面温度等を許容温度以下とすることにより、安全施設が安全機能を損なうことのない設計とする。 ・発電所港湾内に入港する船舶の火災発生時の輻射熱による外部火災防護施設の建屋表面温度等を許容温度以下とすることにより、安全施設が安全機能を損なうことのない設計とする。 	○	多様化設備である共通要因故障対策設備は、当該事象の影響を受けないことを確認した建屋内に設置していることから、本設備への影響はない。

別表5 共通要因故障対策設備の自然現象、外部人為事象等に対する影響評価整理表

(判定記号) ○：影響なし -：該当なし

高浜3号機 設置(変更)許可において想定される自然事象等		(参考)設置許可での想定/対策の概要	各事象に対する共通要因故障対策設備への影響評価	
			結果	理由
外部人為行為	船舶の衝突	発電所周辺海域の船舶の航路としては、舞鶴から小樽(北海道)までのフェリー航路があり、また、小浜湾には景勝地蘇洞門めぐりの遊覧船と小浜湾を周遊する観光船の定期航路があるが、フェリーについては、発電所と航路までの距離が離れており、発電所がその航路の針路上にないこと、遊覧船及び観光船については、仮に漂流したとしても取水路に船舶が漂着する可能性は低いこと等の理由により、船舶の衝突によって取水路が閉塞することはない。	○	多様化設備である共通要因故障対策設備は、当該事象の影響を受けないことを確認した建屋内に設置していることから、本設備への影響はない。
	電磁的障害	安全機能を有する原子炉保護設備は、原子炉施設で発生する電磁干渉や無線電波干渉等により機能が喪失しないよう、計測制御回路を構成する原子炉保護系計器ラック及びケーブルは、ラインフィルタや絶縁回路の設置により、サージ・ノイズの侵入を防止するとともに、鋼製管体等の適用により電磁波の侵入を防止する設計としているため、電磁的障害により安全施設が安全機能を損なうことはない。	○	多様化設備である共通要因故障対策設備は、ラインフィルタや絶縁回路の設置により、サージ・ノイズの侵入を防止するとともに、鋼製管体等の適用により電磁波の侵入を防止する設計としている。

別表5 共通要因故障対策設備の自然現象、外部人為事象等に対する影響評価整理表

(判定記号) ○：影響なし -：該当なし

高浜3号機 設置(変更)許可において想定される自然事象等		(参考)設置許可での想定/対策の概要	各事象に対する共通要因故障対策設備への影響評価	
			結果	理由
その他	タービン等の飛来物	蒸気タービン及び発電機は、破損防止対策を行うことにより、破損事故の発生確率を低くするとともに、飛散物の発生を仮に想定しても安全機能を有する構築物、系統及び機器への到達確率を低くすることによって、原子炉施設の安全性を損なうことのない設計とする。	○	回転機器側で飛散物の発生防止等を行う設計であり、問題ない。

なお、自然事象のうち洪水に関しては、高浜発電所の施設への影響がないことから、影響を及ぼす事象から除外している。また、外部人為事象のうちダムの崩壊、有毒ガス、爆発に関しては、高浜発電所の施設への影響がないことから、影響を及ぼす事象から除外している。

航空機落下については、高浜発電所3号機について航空機落下確率評価を行った結果、防護設計の要否判断の基準を超えないため、航空機落下による防護設計を考慮しないこととしている。

以上

II. 添 付 書 類

目 次

(1) 添付資料

添付1 「3. 多様化設備要件」における設計図書

添付1-1 高浜3, 4号機 デジタル安全保護系共通要因故障対策

基本方針書

添付1-2 高浜3号機 共通要因故障対策設備基本設計方針書

添付1-3 高浜3号機 原子炉制御保護系ファンクショナルダイヤグラム

添付1-4-1 高浜3号機 補機インターロック線図

添付1-4-2 高浜3号機 格納容器減圧設備 補機インターロック線図

添付1-4-3 高浜3号機 放射線監視設備 補機インターロック線図

添付1-4-4 高浜3号機 タービン補機ブロック図

添付1-4-5 高浜3号機 各補機 EWD

添付1-5 高浜3号機 安全保護アナログ盤 耐震計算書

添付1-6 高浜3号機 原子炉保護系ブロック図

添付1-7 高浜3号機 炉外核計装装置機能ブロック線図

添付1-8 高浜3号機 安全保護系補助リレーラック EWD

添付1-9 高浜3号機 所内単線結線図

添付1-10 高浜3号機 計器用電源単線結線図

添付1-11 高浜3号機 安全保護アナログ盤ブロック図

添付1-12 高浜3号機 CCF 対策設備へのデジタル回路使用有無の確認

結果について

添付2 共通要因故障対策設備の設定値根拠に関する説明書

添付3 「4. 有効性評価」における有効性評価図書

(1) 添付資料

添付1 「3. 多様化設備要件」における設計図書

添付1-1 高浜3, 4号機 デジタル安全保護系共通要因故障対策基本方針書

本資料は、商業機密あるいは防護上の観点から
公開できません

添付1-2 高浜3号機 共通要因故障対策設備基本設計方針書

本資料は、商業機密あるいは防護上の観点から
公開できません

添付1-3 高浜3号機 原子炉制御保護系ファンクショナルダイヤグラム

本資料は、商業機密あるいは防護上の観点から
公開できません

添付1-4-1 高浜3号機 補機インターロック線図

本資料は、商業機密あるいは防護上の観点から
公開できません

添付1-4-2 高浜3号機 格納容器減圧設備 補機インターロック線図

本資料は、商業機密あるいは防護上の観点から
公開できません

添付1-4-3 高浜3号機 放射線監視設備 補機インターロック線図

本資料は、商業機密あるいは防護上の観点から
公開できません

添付1-4-4 高浜3号機 タービン補機ブロック図

本資料は、商業機密あるいは防護上の観点から
公開できません

添付1-4-5 高浜3号機 各補機 EWD

本資料は、商業機密あるいは防護上の観点から
公開できません

添付1-5 高浜3号機 安全保護アナログ盤 耐震計算書

本資料は、商業機密あるいは防護上の観点から
公開できません

添付1-6 高浜3号機 原子炉保護系ブロック図

本資料は、商業機密あるいは防護上の観点から
公開できません

添付1-7 高浜3号機 炉外核計装装置機能ブロック線図

本資料は、商業機密あるいは防護上の観点から
公開できません

添付1-8 高浜3号機 安全保護系補助リレーラック EWD

本資料は、商業機密あるいは防護上の観点から
公開できません

添付1-9 高浜3号機 所内単線結線図

本資料は、商業機密あるいは防護上の観点から
公開できません

添付1-10 高浜3号機 計器用電源単線結線図

本資料は、商業機密あるいは防護上の観点から
公開できません

添付1-11 高浜3号機 安全保護アナログ盤ブロック図

本資料は、商業機密あるいは防護上の観点から
公開できません

添付1-12

高浜3号機 CCF 対策設備へのデジタル回路使用有無の確認結果について

本資料は、商業機密あるいは防護上の観点から
公開できません

添付2 共通要因故障対策設備の設定値根拠に関する説明書

本資料は、商業機密あるいは防護上の観点から
公開できません