
(12/17ドラフト版)

デジタル安全保護系のCCFを前提とした 影響評価と対策検討

2019年××月××日
原子力エネルギー協議会

目次（案）

- 安全保護回路のソフトCCF対策検討の位置付け

- 影響評価
 - （１） BWRのCCF影響評価
 - （２） PWRのCCF影響評価

- デジタル安全保護回路ソフトCCF対策
 - （１） 対策の検討
 - （２） 対策の選択

- まとめ

デジタル安全保護回路のソフトCCF対策については、

①ソフトCCFは、ソフトウェアに対する信頼性向上の取り組み（高信頼性設計・製作V&V、定期試験等）により、十分な発生防止対策が取られており、ソフトCCFが発生する可能性は極めて低く抑えられていること

②過渡及び事故の発生時に、ソフトCCFの重畳発生の可能性は極めて低いこと

以上の理由により、安全上の緊急性は高くないと考えるものの、深層防護を重視し、影響評価と対策の検討を実施した。

後 報

- (1) BWRのCCF影響評価
- (2) PWRのCCF影響評価

(1) 対策の検討 (案)

・影響評価の結果、ソフトウェアCCFと過渡・事故が重畳した場合でも、事象の収束は可能である。

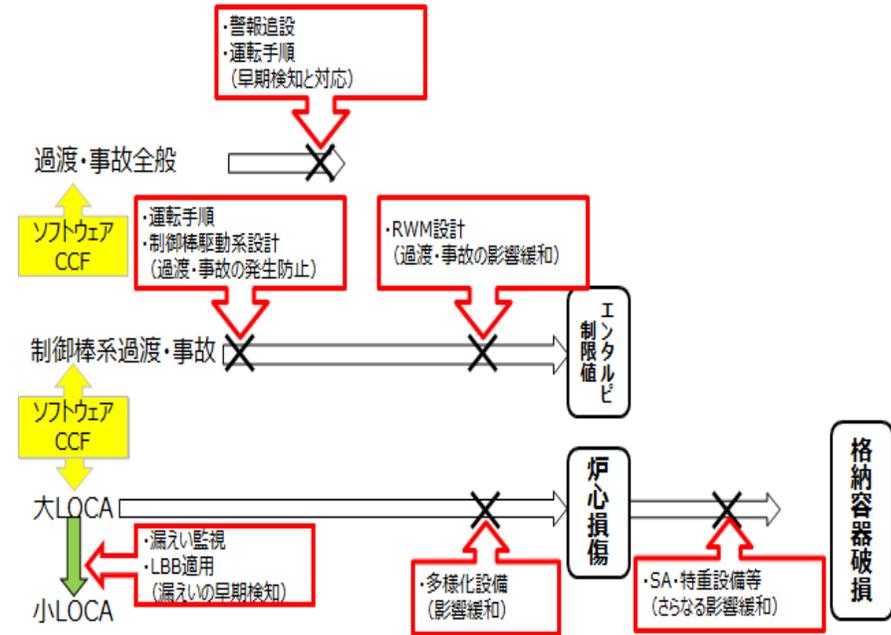
・評価の仮定で抽出された対策は以下のように、深層防護の幅広い階層に渡るものとなる

【対策1】警報等の事象発生時の認知手段の充実（早期検知）

【対策2】事象発生時の手順の整備（認知・判断・行動）

【対策3】BWRの停止時の制御棒引き抜きの発生防止・緩和（運転員対応による防止、設備対応による緩和）

【対策4】PWRの大LOCAの発生防止・緩和
（LBB適用、注水系自動起動、SA設備による格納容器破損防止）



(2) 対策の選択 (案)

- 抽出した対策の選択に当たっては、以下のような観点を考慮する
 - a. 事象シナリオの発生頻度に応じた防護レベルを有すべきこと
 - b. 深層防護のバランスに配慮すべきこと
 - c. 最終的な目標は大規模放出を防止する能力があること
 - d. 実行可能な対策であること (コスト効果的であること)
 - e. 当該対策の実施により安全性を阻害する要因を持ち込まないこと

○これらを考慮した場合の代表プラントに対する対策 (案) は以下ようになる
【対策1】【対策2】は警報発信と早期検知の観点から重要であり、上記の観点を満足する必須の対策となる

【対策3】の設備対応による緩和は核計装系をアナログ化することになり安全性を阻害する要因となること、運転員による制御棒操作手順の順守で確実に発生防止が図られることから発生防止対策をとる

【対策4】は既に格納容器破損対策がとられているものの、より前段の炉心損傷防止を重視するならば、SI自動化が対策となる

1. 対策方針

デジタル安全保護回路のソフトウェアCCFと過渡・事故の重畳を想定し、デジタル安全保護回路が機能喪失した場合においても、バックアップ設備により安全停止機能を損なうおそれのない設計とする。

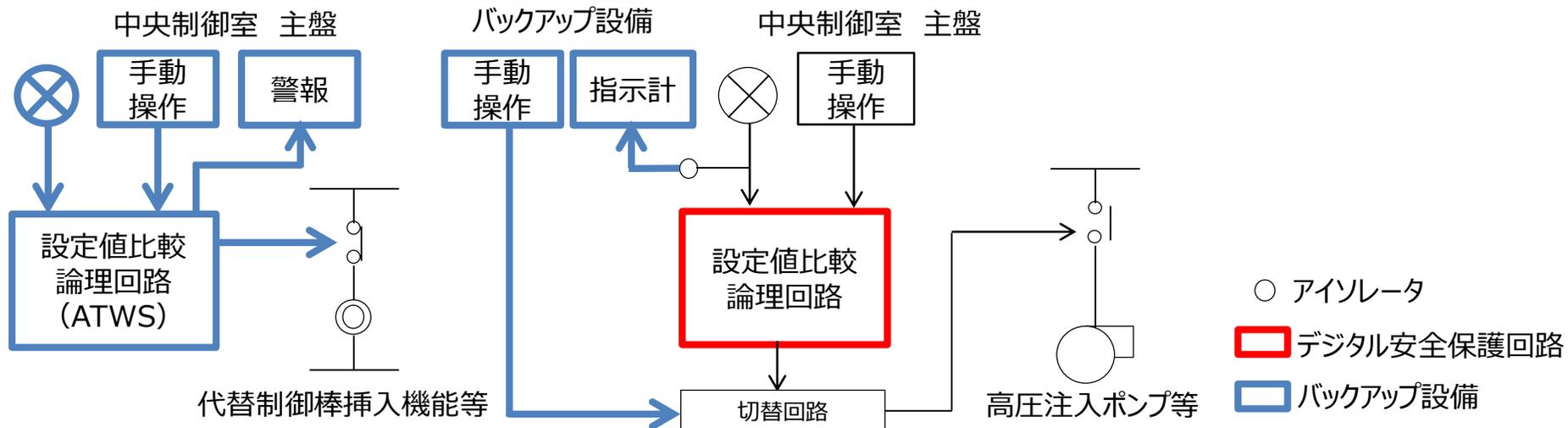
2. 対策案

既設のバックアップ設備に以下の機能を追加する。

警報機能： ARI作動
 原子炉水位低
 原子炉圧力高

指示機能： D/W圧力（耐震強化）

BWR (ABWR) の設備対策案



自動機能	手動操作	指示計	警報
<ul style="list-style-type: none"> 原子炉スクラム※ 原子炉再循環ポンプトリップ※ 	<ul style="list-style-type: none"> 原子炉スクラム 主蒸気隔離弁閉止 主要な隔離弁閉止 高圧炉心注水系起動 	<ul style="list-style-type: none"> 原子炉水位 原子炉圧力 ドライウェル圧力 (耐震強化) 主蒸気隔離弁の状態 主要な隔離弁の状態 高圧炉心注水系起動状態 高圧炉心注水系系統流量 	<ul style="list-style-type: none"> ARI作動 原子炉水位低 原子炉圧力高

黒字：既設のバックアップ機能

赤字：追加が必要な機能

※：新規制基準施行後は、重大事故等対処設備として扱っている。

1. 対策方針

デジタル安全保護回路のソフトウェアCCFと過渡・事故の重畳を想定し、デジタル安全保護回路が機能喪失した場合においても、バックアップ設備により安全停止機能を損なうおそれのない設計とする。

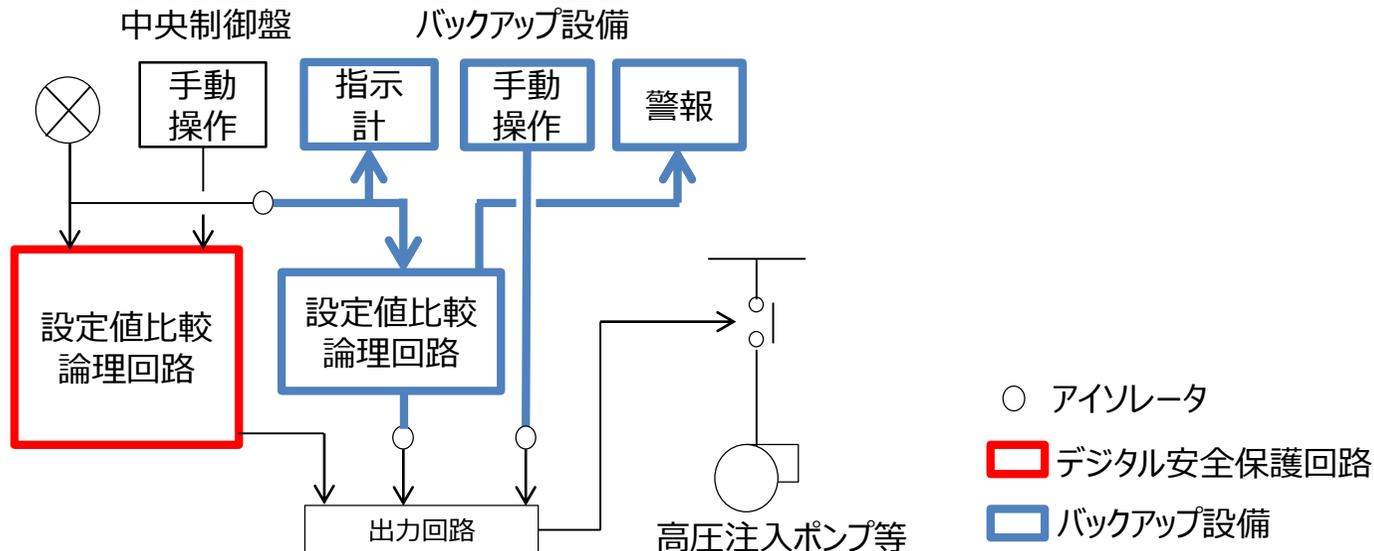
2. 対策案

既設のバックアップ設備に以下の機能を追加する。

自動機能： 自動SI信号

警報機能： SI動作

PWRの設備対策案



自動機能	手動操作	指示計	警報機能
<ul style="list-style-type: none"> 原子炉トリップ タービントリップ※ 主給水隔離 補助給水起動※ 主蒸気隔離※ 高圧／低圧注入系起動 	<ul style="list-style-type: none"> 原子炉トリップ タービントリップ 主給水隔離 補助給水隔離／流量調節 主蒸気隔離 高圧注入系起動 格納容器隔離 	<ul style="list-style-type: none"> 中間領域中性子束 加圧器圧力 1次冷却材圧力 1次冷却材低温側温度（広域） 加圧器水位 主蒸気ライン圧力 蒸気発生器水位（狭域） 格納容器圧力 蒸気発生器2次側放射線 対象補機の状態 	<ul style="list-style-type: none"> バックアップ設備作動 加圧器圧力低（原子炉トリップ等） 加圧器圧力高（原子炉トリップ等） 蒸気発生器水位低（原子炉トリップ等） 蒸気発生器水位異常高 加圧器圧力異常低（高圧／低圧注入系作動）

黒字：既設のバックアップ機能

赤字：追加が必要な機能

※：新規規制基準施行後は、重大事故等対処設備として扱っている。

デジタル安全保護回路のソフトCCF対策については、

- ①ソフトCCFが発生する可能性は極めて低く抑えられており、
- ②過渡及び事故の発生時に、ソフトCCFの重畳発生の可能性は極めて低くなっている。

今回実施した、ソフトCCFが発生することを前提とした影響評価の結果として

- ③自主で備えた多様化設備は、殆どの過渡事象及び事故に対し、有効であるとの結果が得られ
- ④さらに、既存の多様化設備により炉心損傷が防止できない場合でも、格納容器破損防止対策により環境への大量の放射性物質の放出は防止できる。

以上より、デジタル安全保護回路のソフトCCFは、安全上の切迫性がないことを踏まえ、本検討に基づく対策は計画的に取り組んでいく。