

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の 自律的対応について

2023年 3月20日
原子力エネルギー協議会

1. はじめに
2. 要件整合確認結果（詳細設計）の公開について
3. 産業界としての基本方針
4. 要件整合確認（詳細設計）以降の対応方針について
 - （添付1）川内1,2号機 要件整合報告書（詳細設計）
 - （添付2）ATENAによる要件整合確認要領（詳細設計）
 - （添付3）要件整合確認（手順書）の確認内容

- (1) 2020年1月29日の原子力規制委員会（NRA）公開会合において、産業界として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（以下、「デジタルCCF対策」という。）を自律的かつ計画的に取り組む旨表明。また、2020年10月6日のNRA公開会合において、産業界として対策を自律的に進めていくための基本方針、ATENAの関与（技術要件書発刊、要件整合確認、進捗確認等）、事業者の対策実施時期等について説明した。
- (2) ATENAは、2020年12月24日に「原子力発電所におけるデジタル安全保護回路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」（以下、「技術要件書」という。）を発刊するとともに事業者に対して対策の実施を要求し、半期に一度事業者の対策実施状況を公開するとともに、NRAに報告を行っている状況である。
- (3) 現在、事業者は計画通りに対策を進めており、2023年1月に最早プラントの要件整合報告書（詳細設計）がATENAに提出されるとともに、対策設備の工事・検査の段階にきている。
- (4) 2023年2月17日のNRA公開会合では、要件整合確認と事業者の自主検査等に関する産業界の方針について説明した。
- (5) ATENAは、2023年3月14日に川内1,2号機の要件整合確認結果（詳細設計）を公開した。
- (6) 今回の公開会合では、2023年2月17日のNRA公開会合での議論を踏まえ、要件整合確認（詳細設計）以降のATENAの対応方針について説明する。

2. 要件整合確認結果（詳細設計）の公開について

- (1) デジタルCCF対策に係る安全対策のうち基本設計、詳細設計及び有効性評価について、ATENAは、2023年1月末に、川内1,2号機、大飯3,4号機、柏崎刈羽7号機の要件整合報告書（詳細設計）を受領した。
- (2) 最早プラントである川内1,2号機（川内1号機は3月末に工事完了・検査開始予定）の要件整合報告書（詳細設計）（添付1参照）について、ATENAによる要件整合確認（添付2参照）を実施した結果、**技術要件書の各要求事項に対して全て整合していることを確認した。**
- (3) 以上を踏まえて、ATENAは、川内1,2号機の基本設計、詳細設計及び有効性評価について、ATENA技術要件書の各要求事項に基づき適切に実施されていると評価し、ATENAの確認結果及び川内1,2号機の要件整合報告書（詳細設計）を2023年3月14日に公開した。

ATENAと事業者は、デジタルCCF対策を以下の基本方針に基づき自律的かつ計画的に進めている。

(1) ATENAは、技術要件書を事業者に提示し、デジタルCCF対策の実施を要求する。

(2) 事業者は、技術要件書に基づき、事業者の責任において以下の対応を行う。

①設備設計及び有効性評価の実施

②工事・検査の実施

(3) 事業者は、ATENAに対して以下の報告を行い、ATENAは確認結果を公開する。

①要件整合報告書

②工事・検査等完了報告書

- (1) ATENAは、要件整合確認（詳細設計）以降の検査、手順書の整備、運用開始後の管理体制等についても、**ATENAのガバナンスの下で**、事業者に対して追加対応を要求する。
- (2) ATENAは、事業者に要求した追加対応に関して、事業者から提出された記録等の確認を行い、確認結果を公開する。
- (3) 安全保護回路への波及的影響防止については、その重要性に鑑み、事業者自主検査にATENAまたは第3者機関が現場で同席する。
- (4) ATENAは、ホールドポイントを設けて事業者のプロセスを管理する。
- (5) ATENAは、デジタルCCF-WGにおいて、対応全般に関わる改善事項や良好事例を抽出し技術要件書や要領書への反映を行うことにより、CCF対策が自主対策として継続的に実施されるようPDCAを回す。

(1) ATENAが事業者に要求する追加対応

ATENAは、事業者に以下の追加対応を要求する。

① 要件整合報告（手順書）

事業者は、技術要件書「5. 手順書の整備と教育及び訓練の実施」の要求事項について、要件整合報告書(手順書)を提出すること。

② 事業者自主検査

事業者は、工事完了後に実施する事業者自主検査を、使用前事業者検査と同等の内容及び体制にて実施し、検査記録を提出すること。

③ 運用開始後の管理体制

事業者は、デジタルCCF対策に係る保全計画、手順書、教育訓練、故障時の措置等について、保安規定に基づく規定文書及び保安管理体制で管理し、管理文書を提出すること。

④ 品質保証体制

事業者は、設計管理について、設工認対象の工事と同等のプロセスで管理し、管理記録を提出すること。

(2) ATENAによる確認

ATENAは、(1) で事業者に要求した追加対応について、下記の確認を行う。

① 要件整合確認（手順書）

事業者から提出された要件整合報告書(手順書)及びエビデンス(手順書、訓練方針書)について、要件整合確認（詳細設計）と同様の確認を行う。（添付3参照）

② 事業者自主検査結果の確認

事業者自主検査の記録により、以下を確認する。

- ・使用前事業者検査と同等のプロセスで検査項目が抽出されていること。
- ・使用前事業者検査と同等の検査体制で実施されていること。
- ・全ての検査が完了し、合格していること。

③ 運用開始後の管理体制の確認

保全計画、手順書、教育訓練、故障時の措置等について、保安規定に基づく規定文書及び保安管理体制で管理することが規定されていることを確認する。

④ 品質保証体制の確認

設計管理方法について、設工認対象の工事と同等のプロセスで管理されていることを確認する。

(3) 安全保護回路への波及的影響防止への対応

事業者は、技術要件書「3.5.8安全保護回路への波及的影響防止」の要求事項に対して、設計上考慮している多様化設備と安全保護回路の電氣的・物理的分離を、以下の方法で確認を行う。

- ① 事業者は、事業者自主検査において責任を持って以下の確認を行う。
 - ・安全保護系盤内でアイソレーターが所定の位置に設置されていること。
 - ・多様化設備がデジタル安全保護系と独立した盤に設置されていること。
 - ・多様化設備の自動作動阻止機能が正常に動作すること。（PWRの場合）

- ②安全保護回路への波及的影響防止については、その重要性に鑑み、事業者自主検査にATENAまたは第3者機関が現場で同席する。

(4) ATENAによるプロセス管理

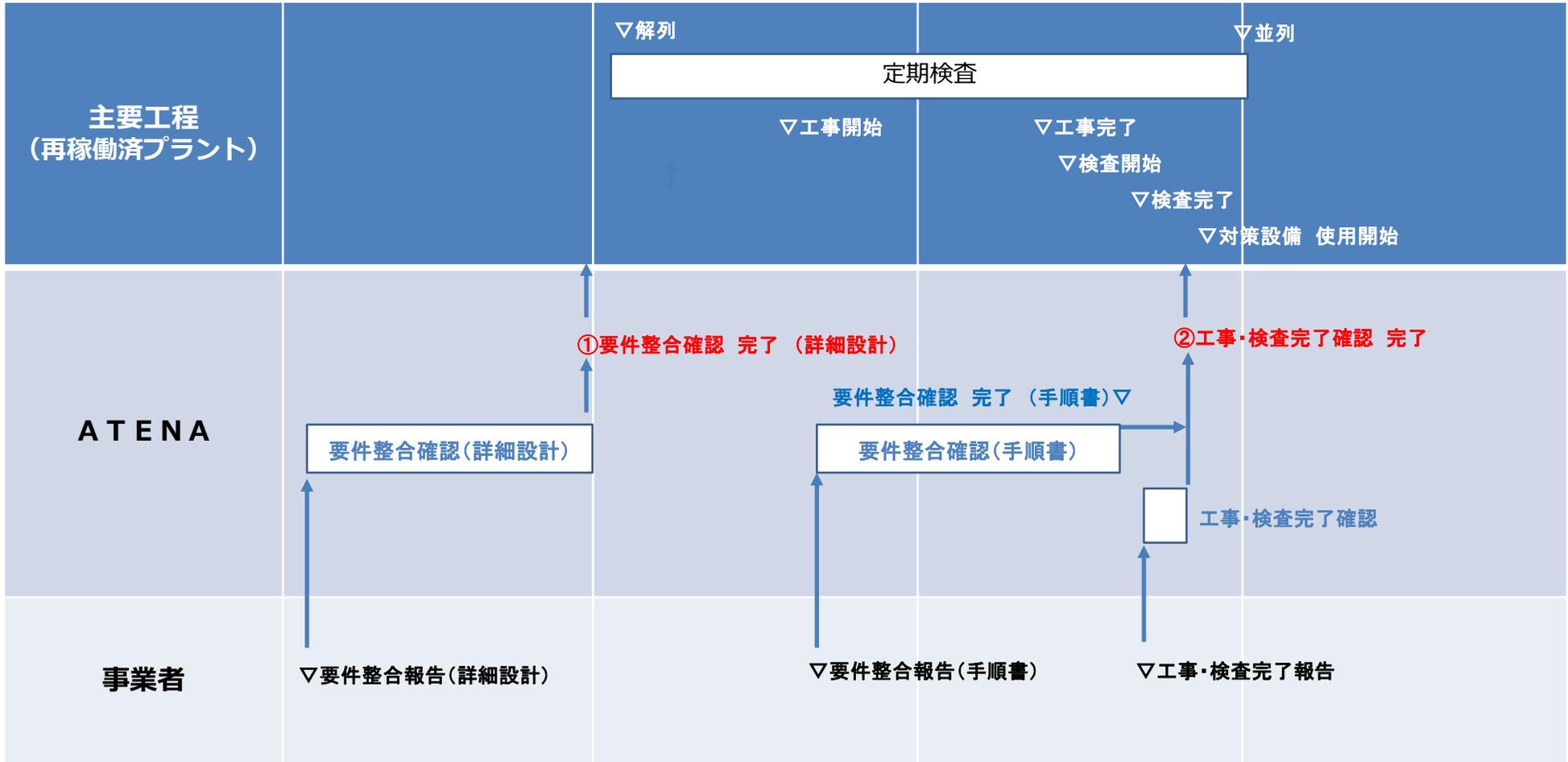
ATENAは、今後、以下のホールドポイントを設けて事業者のプロセスを管理する。

- ① ATENAは、工事開始前までに、要件整合確認(詳細設計)を実施する。
（ATENAは、確認結果を事業者に通知するとともに速やかに公開する。）
- ② ATENAは、対策設備の使用開始前までに、要件整合確認（手順書）及び工事・検査完了確認を実施する。（ATENAは、確認結果を事業者に通知するとともに速やかに公開する。）

ATENAは、事業者に対して年・月ベースの実施計画の提出と計画変更時の速やかな報告を求め管理する。

ATENAは事業者の工事・検査開始や使用開始を中止する権限を有していないが、事業者は上記①及び②のホールドポイントを経て対策設備の使用を開始することとする。

①② : ホールドポイント



(5) デジタルCCF対策に係る継続的改善について

ATENAは、設計段階や設計段階以降の事業者の現場での活動で得られた気づきを、デジタルCCF-WGで定期的に抽出し、改善事項として技術要件書への反映等を行う。
(定期的な活動としてルール化し、定着を図る。)

① 設計段階

詳細設計・有効性評価における気づき事項については、既にCCF-WGで抽出し技術要件書Rev1(2022.10.05改定発刊)に反映している。

② 設計段階以降

手順書整備・検査・訓練・運用段階における気づき事項についても、定期的にCCF-WGで抽出し、改善事項や良好事例として技術要件書や要件整合確認要領への反映、他プラントへの水平展開を行う。(ATENAは、必要に応じて現場にも出向き、意見交換を行う。)

(6) ATENAの力量と独立性について

ATENAは事業者に対する第三者性を有しておらず、かつ審査・検査を行う組織ではない。

ATENAは、要件整合確認や工事・検査完了確認において、設計図書の技術要件書に対する整合性や検査記録などの確認結果を公開することにより、透明性を確保する。

要件整合確認や工事・検査完了確認を行うATENAの要員は、以下とする。

- ・ 業務経歴を基に力量を確認し、確認要員リストに登録して管理する。
- ・ 確認要員リストの中から、当該工事の設備設計等に直接関わっていない者を選定する。
- ・ 確認要員には、必要に応じてデジタルCCF-WGメンバーも含める。

**川内原子力発電所 1号機及び2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)**

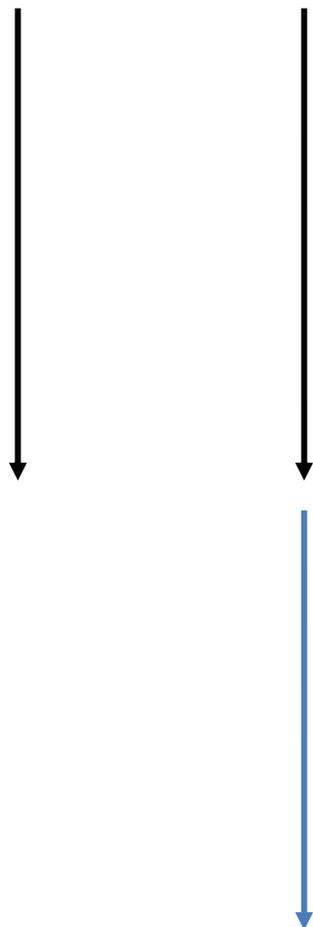
別冊資料参照

- ATENAは、事業者から提出された要件整合報告書 (詳細設計) 及びエビデンス(有効性評価書、設計図書)に対して要件整合確認を行う。
- 確認方法は、下記の確認項目によるチェックシート形式とし、不十分な点があれば事業者に改定指示を出し、反映されたことを確認後、要件整合確認書 (詳細設計) として取りまとめる。
 - ① 技術要件書の要求事項が漏れなく抽出されていること。
 - ② 記載内容 (概要) の欄に、具体的な設備仕様や有効性評価結果が記載され、要求事項への整合性が明確になっていること。
また、設計仕様や解析条件等が小項目に細分化されて記載されていること。
 - ③ 要件整合判定が全て「○」で、かつ、その合理的な理由が記載されていること。
 - ④ エビデンスに上記②の欄の内容が具体的に記載されていること。
 - ⑤ 多様化設備設計と有効性評価の関連する項目が紐づけられていること。
- ATENAは、ATENAの確認結果及び事業者の要件整合報告書 (詳細設計) を速やかにHPで公開するとともに、NRAに報告する。

【川内1,2号機での確認内容 (例)】

技術要件書目次

3.2 機能要求 3.5.8 安全保護回路への波及的影響防止



設計図書

基本方針書

多様化設備
基本設計方針書

ファンクショナルダイヤグラム

補機インターロック線図

原子炉保護系
ブロック図

多様化自動作動設備
ブロック図

安全保護系補助リレーラック
展開接続図

【改定指示の内容】
実際に隔離デバイス
(アイソレーションカード、リレー) が回路図
に記載されていること
を確認項目に追加す
ること。

多様化設備に要求される以下の機能が記載されていることを確認。

- ・自動作動機能/手動操作機能
- ・警報機能/指示機能
- ・分離・独立 (波及的影響防止)

ロジック回路に多様化設備の自動安全注入作動、手動安全注入作動等のロジックが追加されていることを確認。

補機インターロに多様化設備からの起動、停止信号が追加されていることを確認。

原子炉保護系の盤にアイソレーションカードが組み込まれていることを確認。

多様化設備の盤にアイソレーションカードが組み込まれていることを確認。

多様化設備と安全系の機器等がリレーを介して接続されていることを確認。

○技術要件書「5.手順書の整備と教育及び訓練の実施」の要求項目に対して、事業者から提出された要件整合報告書(手順書)及びエビデンス(手順書、訓練方針書)の確認を行う。

技術要件書の要求内容	確認内容
<p>5.1 手順書の整備 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の重畳による事象が発生した場合に、その要因がソフトウェアCCFの重畳によることを判断した上で必要な運転操作を実施し、判断基準を概ね満足した状態で事象を収束することができるための手順書を整備すること。</p>	<ul style="list-style-type: none">・デジタル安全保護回路の自動作動が要求されたときに原子炉停止系統及び工学的安全系施設が作動していないことを認知する手段を特定し、ソフトウェアCCF事象を判断する手順が整備されていること。・必要な手順書への移行の方法が明確になっていること。・運転操作を行う場合の判断条件及び操作場所が記載されていること。・プラント状態を監視するための計器及びその設置場所が手順書に記載されていること。
<p>5.2 教育及び訓練の実施 整備された手順書に従いた的確な対処をするために必要な力量を付与させるための教育及び訓練を、その対象・実施頻度を含め適切に計画し、実施すること。</p>	<ul style="list-style-type: none">・運転員に対して、整備された手順書の内容について習熟を図ることができるよう、教育及び訓練が計画されていること。