

基本検査運用ガイド

設備の系統構成

(B01020_r1)

原子力規制庁
原子力規制部
検査監督総括課

1. 監視領域

大分類:「原子力施設安全」

小分類:「発生防止」「拡大防止・影響緩和」「閉じ込めの維持」「重大事故等対処及び大規模損壊対処」(実用炉、研開炉)

検査分野:「運転管理」

2. 検査目的

核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律(以下「法」という。)第61条の2の2第1項第4号ロで規定されている事項(保安のために必要な措置)のうち、表1に示す原子力施設の種別ごとの保安のための措置に係る規則条項で規定される、原子力施設の運転における設備の系統構成の活動状況を確認する。当該事項は、法第61条の2の2第1項3号イで規定されている事項(保安規定)のうち、表1に示す保安規定記載事項に係る規則条項で規定される原子力施設の運転に係る活動状況の確認と併せて行う。

これらの確認対象となる事業者の活動は、運転管理の検査分野における体制、訓練・教育及び設備の保全の他、運転員能力等にも関連することから、当該活動に関連する他の検査運用ガイドの適用も踏まえて確認する。

3. 検査要件

3.1 検査対象

系統構成に係る検査の項目には、短期的なリスク変動に対応する標準的な検査と、系統構成の範囲を拡張し関連する系統を包括的に検査する2種類がある。

(1) 標準的系統構成

(2) 包括的系統構成

検査対象は、施設の全てのシステム・機器が対象となるが、検査ではリスク情報を考慮し限られた数の検査対象を選定し、それらの対象についてサンプリングにより検査を実施する。サンプルの選定に際しては、安全系・非安全系の区分にかかわらず、検査実施時点でのシステム・機器の安全重要度を考慮することとし、これを評価する上で、リスク情報を含むプラント情報を活用する。

検査目的に照らし検査が必要と判断される場合には、上記検査対象以外から選定してもよい。

3.2 検査の体制、頻度及びサンプル数

検査は、表2の検査要件まとめ表に示す検査体制、頻度、サンプル数及び時間を目

安に行う。

4. 検査手順

4.1 検査対象の選定

検査対象の選定に当たっては、許認可関連文書、事業者等のマニュアル、安全活動状況及び不適合の是正処置状況等を調査するとともに、ウォークダウンやリスク情報等の活用により、検査対象(サンプル)並びに検査方法等を決定する。

(1) 標準的系統構成確認

a. 検査対象は、プラントの状況を考慮して検査実施の都度を選定する。対象とするサンプルの選定に際して、システム・機器の安全重要度の短期的な変動に着目し、リスク評価での個々のシステム・機器のリスクに対する寄与度の変化、事故シーケンスのリスクに対する寄与度の変化を考慮する。これに必要なプラント情報は、日常的に実施するプラント監視活動に加え、必要に応じて事業者から以下に示す情報を収集する。

収集するデータの例

- (a) プラント運転状態とこれの対応するリスク情報
- (b) 各システム・機器の状態、信頼性及びリスクに対する寄与度
- (c) リスクの高まりに対応し、事業者が行っている補完的措置
- (d) 運転、試験、保守、改造等系統構成の変更を伴う作業の履歴

b. 上記データに基づき各システム・機器の安全重要度を総合的に評価し、検査対象とするシステム・機器を選定する。なお重要度の評価に際しては、「5.3検査対象選定の際のリスク情報活用に関する留意事項」を参考にする。

(2) 包括的系統構成確認

システム・機器の安全重要度の短期的な変動以外にも、他の要因(例えば、工学的解析・判断、運転経験、パフォーマンス履歴、運転モード、検査官による監視活動の履歴及び結果)を考慮し、検査対象とするシステム・機器を2つ選定する。なおサンプルの内、1つは異常発生防止の機能又は異常の影響緩和の機能を有する系統を選定する。

4.2 検査の実施

検査の実施に当たっては、関連文書の調査、ウォークダウン、インタビュー等により以下を確認する。

(1) 標準的系統構成確認

a. 検査対象に選定したシステム・機器について、作業に応じて計画された系統構成について最新版の系統図、単線結線図等を参照して確認する。次に、設計図書(許認可関連文書)や運用に関する図書(保安規定、運転手順書など)を参照し、こ

の系統構成がプラントの設計・運用と整合していることを確認する。

b. 現場・中央制御室における確認や事業者への聞き取りを実施し、選定したシステム・機器について計画した系統構成と計画に従い現場で実施した後の系統構成が一致していることを確認する。同時に、「5.1標準系統構成確認」を参考に、選定したシステム・機器の健全性を確認する。

c. 上記の検査行為を通じて、当該システム・機器が動作可能な状態に維持されていることを確認する。なお、当該システム・機器の動作可能性が疑われる場合には、その後の事業者の適切な対応を確認する。

(2) 包括的系統構成確認

a. 包括的系統構成では上記(1)、(a)より確認範囲を広げ、設備が機能するための系統全てを対象範囲にして確認するとともに、電源系、圧縮空気系等の関連する付属設備の系統構成についても確認する。また「5.2 包括的系統構成確認」を参考に選定したシステム・機器の健全性を確認する。その他は上記 b.及び c.と同じ。

(3) 共通事項

検査に当たっては、安全機能を含むプラントの性能を維持・確保するために、システム・機器の系統構成が適切に管理されている必要があることから、以下の点に着目し、事業者がシステム・機器の系統構成を適切に管理していることを確認する。その結果、システム・機器について要求機能を満足しない状態が確認された場合については、その後の事業者の適切な対応を確認する。

a. 計画した系統構成が、安全性・信頼性を確保するための様々な要求事項・前提条件と整合していること

b. 計画した系統構成と計画に基づき実施した後の系統構成が一致していること

c. 系統構成において生じた不適合は、不適合管理により安全上の問題が特定され適切な是正処置が講じられていること

4.3 問題点の特定と解決に関する確認

(1) 本検査に関連する原子力安全に影響を及ぼす問題が特定された場合、不適合管理等において是正処置が適切に講じられていることを確認する。

(2) 本検査に関連する不適合の履歴からサンプルを抽出し、当該不適合が適切な期間内に適切な是正処置が講じられ、問題点の特定と解決が行われていることを確認する。

(3) 検査官が日常の巡視等で検知した本検査に関連する気づき事項等が、不適合管理等において適切に処理されていることを確認する。

5. 検査手引

5.1 標準的系統構成確認に関する留意事項

- a. システム・機器の構成部品(配管、サポート、弁、ポンプ、熱交換器、タンク、電気計装等)に劣化を示す兆候がないか、特に、構成部品の動作原理を踏まえ、発生する可能性のある劣化モードによる外観上の変化がないこと。
- b. 系統構成上、弁の開閉が正しい状態にあること及び弁から漏えいがないこと(発錆、滴下痕等にも注意)。
- c. 弁の開閉状態が、施錠、状態タグ等により正しく維持管理されていること。
- d. システム・機器の状態に応じて必要な電源が確保できるようになっていること。
- e. 電動機、ポンプ軸受等の回転部分のように、潤滑及び冷却が必要な機器について潤滑及び冷却機構が動作していること。
- f. 現場の系統及び機器の設置・施工状況が、事業者の関連文書(手順書、技術図書、図面等)と一致していること。
- g. システム・機器のサポート、ダンパー等が適切に設置され、所定の機能を満足する状態になっていること。
- h. 当該システム・機器が動作するために、動作していることが前提となる系統及び機器(制御用空気等)の機能が維持されていること。
- i. 計測器の指示値が正常であること。
- j. 機器から異音、異臭、異常な振動等がないこと。
- k. 当該システム・機器の周辺において、動作に影響を及ぼすような状況(一時的な作業による障害、扉の可動範囲の阻害、大物の仮置等)がないこと。
- l. 高エネルギー配管の破断による波及影響の防止、溢水防護、火災防護等の目的で設置されている壁、扉等が必要に応じて機能する状態にあること。
- m. 保全等の理由により系統及び設備の一部が隔離されているような場合、これにより要求される系統・設備の動作に影響を及ぼさないこと。
- n. 高エネルギー配管の破断等により厳しい環境にさらされる可能性のある系統及び設備が、厳しい環境下(高温高圧の蒸気にさらされる等)においても動作可能な性能を有していること。
- o. 竜巻等による飛来物により損傷を受けるおそれがある系統及び機器が適切に保護されていること。
- p. アクセシ性が悪く危険が伴う場所(例えば暗渠の配管など)の状況について確認する

際には、無理に現場確認を行わず、代替手段で対応する。

5.2 包括的系統構成確認に関する留意事項

- a. 選定したシステム・機器の機能に影響を及ぼす可能性のある不適合（故障含む）の取り扱いや保守作業が、規制要求及びマニュアルに沿ってかつ適切な技術的検討に基づき、計画・実施されていることを確認する。
- b. 一時的な設備変更を含む設計上の問題、代替的な運転操作及び技術検討部門が継続的に取り組んでいる課題について、規制要求及びマニュアルに沿ってかつ適切な技術的検討に基づき、計画・実施されていることを確認する。
- c. 現場・中央制御室における点検や事業者への聞き取りなどを行い、対象システム・機器について、計画された系統構成と計画に従い現場で実施した後の系統構成の状態が一致していることを確認する。
- d. 上記の検査行為を通じて、当該システム・機器が動作可能な状態に維持されていることを確認する。なお、当該システム・機器の動作可能性が疑われる場合には、その後の事業者の適切な対応を確認する。

5.3 検査対象選定の際のリスク情報活用に関する留意事項

- a. 各システム・機器の安全重要度に影響する現在のプラント状態について

ある状況において、機器の機能喪失等により特定のシステム・機器の安全重要度が高まる。以下にその例を挙げる。

 - (a) ある安全システムについて、A系統がメンテナンスなどで運転できない状況において、B系統の安全重要度が、通常状態に比較して高まる。
 - (b) PWRのミッドループ運転やBWRの原子炉ドレンといったプラント停止時の水位低下を伴う特殊な運転状況において、冷却材の漏えい等なんらかの事象発生防止の観点から、関連する系統の安全重要度が高まる。
 - (c) プラント停止時には、外部電源喪失の観点で電源系統の安全重要度が高まる。
 - (d) 出力運転中は、燃料被覆管損傷のリスクが高まることからバリア健全性の観点で反応度制御系統の安全重要度は高まる。同時に格納容器隔離機能を有するシステム・機器の安全重要度も高まる。
- b. 系統構成変更に関わる履歴について

系統構成変更時には、ヒューマンエラー等により系統構成に関する問題が発生する可能性が高まるため、検査対象選定の際に系統構成変更に関わる履歴を調査する。具体的には、試験、保守、改造等の理由から最近、系統構成が変更されたシステム・機

器をリストアップし、検査対象選定の際にこれを考慮する。

6. 参考資料

- (1) 実用発電用原子炉、核燃料施設等の規則、審査基準、許認可関連文書

7. 改訂履歴

| 改訂 | 改訂日 | 改訂の概要 | 備考 |
|----|------------|---------|----|
| 0 | 2020/04/01 | 施行 | |
| 1 | 2023/05/24 | ○記載の適正化 | |

表 1 関連する施行規則条項

| 原子力施設の種別 | 規則名 | 保安のために必要な措置に係る規則条項 | 保安規定記載事項に係る規則条項 |
|----------------|---------------------------|--------------------|--------------------------|
| 実用発電用原子炉施設 | 実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則 | 第 81 条及び第 87 条 | 第 92 条第 1 項第 8 号及び第 18 号 |
| 研究開発段階発電用原子炉施設 | 研究開発段階発電用原子炉の設置、運転等に関する規則 | 第 76 条及び第 82 条 | 第 87 条第 1 項第 8 号及び第 18 号 |

表2 検査要件まとめ表

本検査はユニット(原子炉)を対象にサンプルを選定する。

01 実用炉

| ID | 検査項目 | 検査頻度 | サンプル数 | 合計時間[h] | 検査体制 |
|----|---------|------|-------|---------|------|
| 01 | 標準的系統構成 | 1年 | 12以上 | 80 | 日常 |
| 02 | 包括的系統構成 | 1年 | 2 | | |

02 研開炉

| ID | 検査項目 | 検査頻度 | サンプル数 | 合計時間[h] | 検査体制 |
|----|---------|------|-------|---------|------|
| 01 | 標準的系統構成 | 1年 | 12以上 | 80 | 日常 |
| 02 | 包括的系統構成 | 1年 | 2 | | |