

PWR 炉内構造物点検評価ガイドライン

[一般点検]

(第2版)

平成27年3月

一般社団法人 原子力安全推進協会
炉内構造物等点検評価ガイドライン検討会

はじめに

我が国の原子力発電所では、安全・安定運転を確保するため、炉内構造物等の健全性を確認あるいは保証することが、重要な課題となっています。本ガイドラインは、このような重要性に鑑み、損傷発生の可能性のある構造物について、点検・評価・補修等に関する要領を提案するものです。

平成 12 年に（社）火力原子力発電技術協会に発足した「炉内構造物等点検評価ガイドライン検討会」は、平成 19 年より日本原子力技術協会に継承され、さらに平成 24 年 11 月の日本原子力技術協会の改組に伴い、炉内構造物点検評価ガイドライン検討会は、原子力安全推進協会に発展的に継承され、活動を継続しています。また、検討会での審議を経て制定する「炉内構造物等点検評価ガイドライン」は、関係者の利便性向上を図るため、関連情報と併せ協会ホームページより公開しています。

本ガイドラインの策定にあたっては、常に最新知見を取り入れ、見直しを行っていくことを基本方針としています。この方針に則り、現行版の発行後も最新知見の調査および収集に努めることと致します。本ガイドラインが原子力産業界で活用され、原子力発電所の安全・安定運転の一助になることを期待しております。

最後に、本ガイドラインの制定にあたり、絶大なご助言を賜りました学識経験者、電力会社、メーカーの方々等、関係各位に深く感謝いたします。

平成 27 年 3 月

炉内構造物等点検評価ガイドライン検討会
委員長 野本敏治

PWR 炉内構造物点検評価ガイドライン

改訂履歴

ガイドライン名：一般点検

改訂年月	版	改訂内容	備考
平成 14 年 3 月	初版発行		
平成 27 年 3 月	第 2 版発行	点検範囲図の追加、表現等の見直し	

※ 改訂の詳細は参考資料 1 参照

ガイドラインの責任範囲

このガイドラインは、原子力安全推進協会に設置された炉内構造物等点検評価ガイドライン検討会において、専門知識と関心を持つ委員と参加者による審議を経て制定されたものである。

原子力安全推進協会はガイドライン記載内容に対する説明責任を有するが、ガイドラインを使用することによって生じる問題に対して一切の責任を持たない。またガイドラインに従って行われた点検、評価、補修等の行為を承認・保証するものではない。

従って本ガイドラインの使用者は、本ガイドラインに関連した活動の結果発生する問題や第三者の知的財産権の侵害に対し補償する責任が使用者にあることを認識して、このガイドラインを使用する責任を持つ。

炉内構造物等点検評価ガイドライン検討会 委員名簿

(平成 27 年 3 月現在, 順不同, 敬称略)

委員長	野本 敏治	東京大学名誉教授
副委員長	関村 直人	東京大学教授
委員	安藤 博	元(財)発電設備技術検査協会
委員	辻川 茂男	東京大学名誉教授
委員	西本 和俊	大阪大学名誉教授 福井工業大学教授
委員	橋爪 秀利	東北大学教授
委員	望月 正人	大阪大学教授
幹事	村井 荘太郎	東京電力(株)
幹事	中野 守人	関西電力(株)
幹事	小林 広幸	日本原子力発電(株)
委員	勝海 和彦	北海道電力(株)
委員	清水 敬輔	東北電力(株)
委員	吉田 伸司	東京電力(株)
委員	鈴木 俊一	東京電力(株)
委員	庄司 卓	中部電力(株)
委員	新屋 和彦	北陸電力(株)
委員	桑田 賢一郎	中国電力(株)
委員	松浦 正幸	四国電力(株)
委員	大久保 康志	九州電力(株)
委員	堂崎 浩二	日本原子力発電(株)
委員	浦辺 守	日本原子力発電(株)
委員	枅 明彦	電源開発(株)
委員	増田 稔	日立GEニュークリア・エナジー(株)
委員	磯 敦夫	(株)東芝
委員	小山 幸司	三菱重工業(株)
委員	太田 丈児	電力中央研究所
委員	杉江 保彰	原子力安全推進協会
事務局	関 弘明	原子力安全推進協会

PWR 炉内構造物点検評価ガイドライン
[一般点検]

目 次

第 1 章 基本的な考え方.....	1
第 2 章 点検対象.....	1
2.1 対象部位.....	1
2.2 点検範囲.....	1
2.3 機器毎の具体的な点検範囲.....	4
第 3 章 点検方法及び周期.....	15
3.1 点検方法.....	15
3.2 初回点検時期.....	15
3.3 点検周期.....	15
第 4 章 評価.....	15
解説	
(解説 1-1) 一般点検を規定する設備.....	16
(解説 1-2) 本ガイドラインの適用にあたって.....	16
(解説 1-3) 安全上重要な機能.....	16
(解説 1-4) 定点サンプリング.....	16
(解説 1-5) 点検実績の反映.....	16
(解説 2-1) 点検対象部位.....	17
(解説 2-2) 点検対象部位の代表範囲.....	17
(解説 3-1) 点検方法.....	18
(解説 3-2) 初回点検時期及び点検周期.....	18
参考資料	
参考資料-1 改訂経緯.....	参 1-1
参考資料-2 PWR 炉内構造物点検評価ガイドライン[一般点検]の概要.....	参 2-1
参考資料-3 引用文献.....	参 3-1

第1章 基本的な考え方

- (1) 本ガイドラインは、加圧水型原子力発電所（PWR : Pressurized Water Reactor）の炉内構造物における一般点検の点検対象、点検周期、点検方法等について規定したものである（解説 1-1, 1-2）。
- (2) 一般点検は、その部位の損傷が炉内構造物の安全上重要な機能に直接影響を与える場合について、当該部位に対して個別点検を補足する目的で実施するものである（解説 1-3）。
- (3) 一般点検は、定点サンプリングの考え方に基づいて実施する（解説 1-4）。
- (4) 一般点検は、原則として10年を単位とした点検計画とし、営業運転開始以降実施する。ただし、個別点検または一般点検において実績もしくは新たな知見が得られたときはそれらを以降の点検や後続のプラントの点検に反映することができる（解説 1-5）。

第2章 点検対象

2.1 対象部位

炉内構造物のうち、その部位の損傷が、炉内構造物の安全上重要な機能に影響を与える可能性のある部位（安全上重要な部位）を対象とする。炉内構造物の構造を図 2.1-1 に、点検対象部位を表 2.1-1 に示す（解説 2-1）。

2.2 点検範囲

点検範囲は点検対象の代表となる部位を対象とし、形状・寸法および使用条件が類似の部位が複数ある場合には、代表箇所の接近可能な範囲を点検範囲とすることができる。なお、点検の範囲は運転期間中に変更せず、定点サンプリングとする。具体的な点検対象部位及び点検範囲を 2.3 節に示す（解説 2-2）。

No.	部位	No.	部位	No.	部位
①	上部炉心板	②	燃料集合体案内ピン(上)	③	上部炉心支持柱
④	上部炉心支持板	⑤	下部炉心板	⑥	燃料集合体案内ピン(下)
⑦	下部炉心支持柱	⑧	下部炉心支持板	⑨	炉心そう
⑩	制御棒クラスタ案内管	⑪	支持ピン	⑫	たわみピン
⑬	制御棒クラスタ案内管カバー	⑭	バッフル板	⑮	フォーマ板
⑯	バッフルフォーマボルト	⑰	バレルフォーマボルト	⑱	炉内計装案内管
⑲	押えリング	⑳	熱遮へい体	㉑	たわみ金
㉒	原子炉容器蓋用管台	㉓	原子炉容器炉内計装筒		

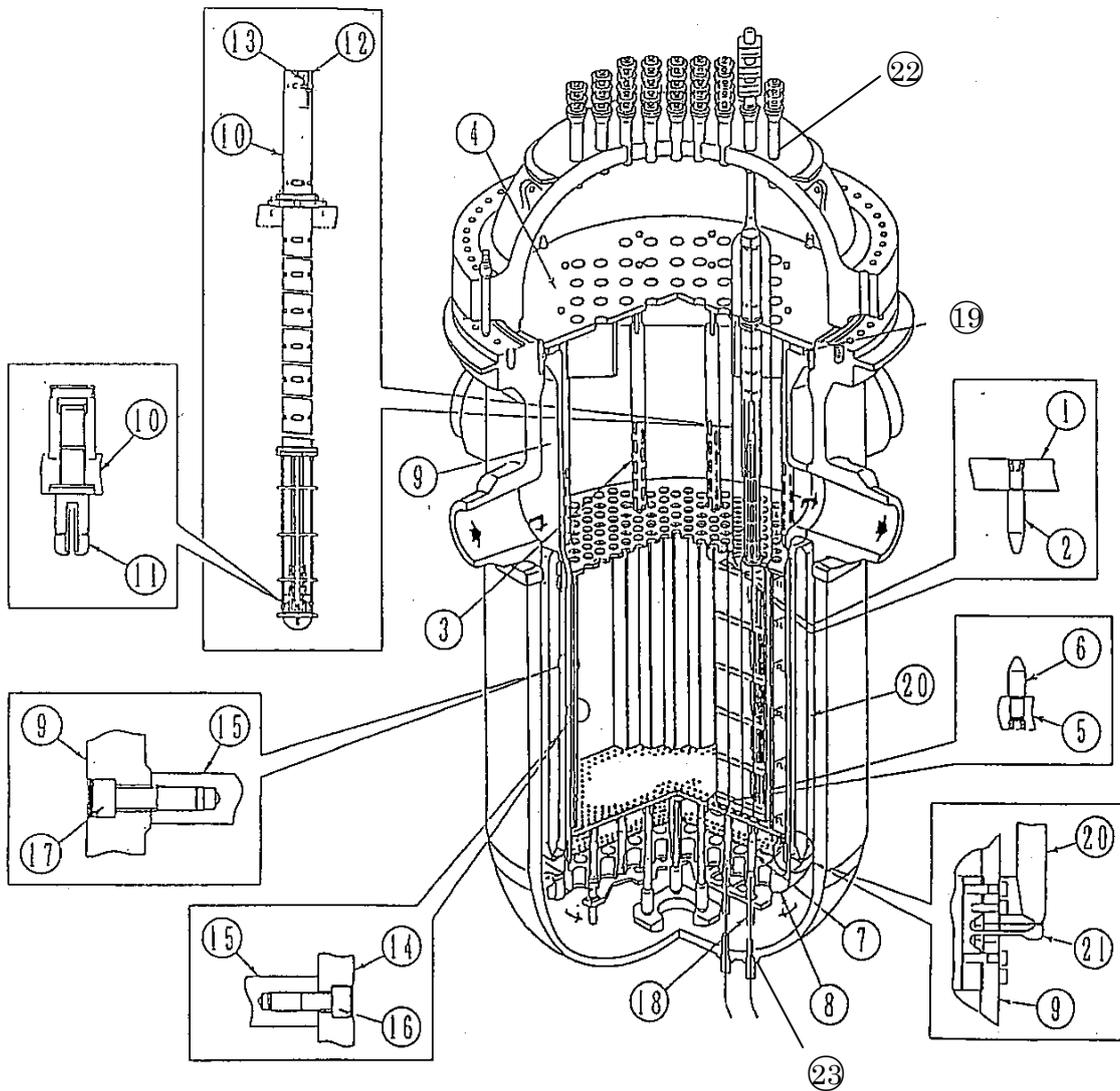


図 2.1-1 PWR 炉内構造物構造図

表 2.1-1 点検対象部位

主に関連する安全機能	部位	安全重要度*1	構造図 (図 2.1-1)の 部品番号
①炉心支持及び位置決め	上部炉心板	PS-1	①
	上部炉心支持柱	PS-1	③
	上部炉心支持板	PS-1	④
	炉心そう	PS-1	⑨
	下部炉心板	PS-1	⑤
	下部炉心支持柱	PS-1	⑦
	下部炉心支持板	PS-1	⑧
	燃料集合体案内ピン	—	②, ⑥
	押えリング	—	⑱
②制御棒挿入性の確保	制御棒クラスタ案内管	MS-1	⑩
③冷却水流路の維持及び 流量適正配分	バッフル板	—	⑭
④炉内計装の案内	炉内計装案内管	—	⑱
	原子炉容器蓋用管台*2	PS-1	⑳
	原子炉容器炉内計装筒*2	PS-1	㉑
(中性子遮へい)*3	熱遮へい体	—	㉒

- * 1: 「発電用軽水型原子炉施設の安全機能の重要度分類に関する審査指針」^[1]における重要度分類を示す。
- PS-1: その損傷又は故障により発生する事象によって、(a)炉心の著しい損傷、または(b)燃料の大量の破損を引き起こすおそれのある構築物、系統及び機器。
- MS-1: 1)異常状態発生時に原子炉を緊急に停止し、残留熱を除去し、原子炉冷却材圧力バウンダリの過圧を防止し、敷地周辺公衆への過度の放射線の影響を防止する構築物、系統及び機器。又は、2)安全上必須なその他の構築物、系統及び機器。
- * 2: 原子炉容器蓋用管台、原子炉容器炉内計装筒については炉内構築物ではないものの、個別点検対象としていることから、一般点検においても対象とする。
- * 3: 中性子遮へい機能は安全機能ではないが、損傷した場合には、その他の安全機能に影響することから、併せて記載する。

2.3 機器毎の具体的な点検範囲

2.3.1 上部炉心板

上部炉心板の点検範囲は以下に示す範囲とする。

- ・任意の 45° 領域

点検範囲を図 2.3-1 に示す。

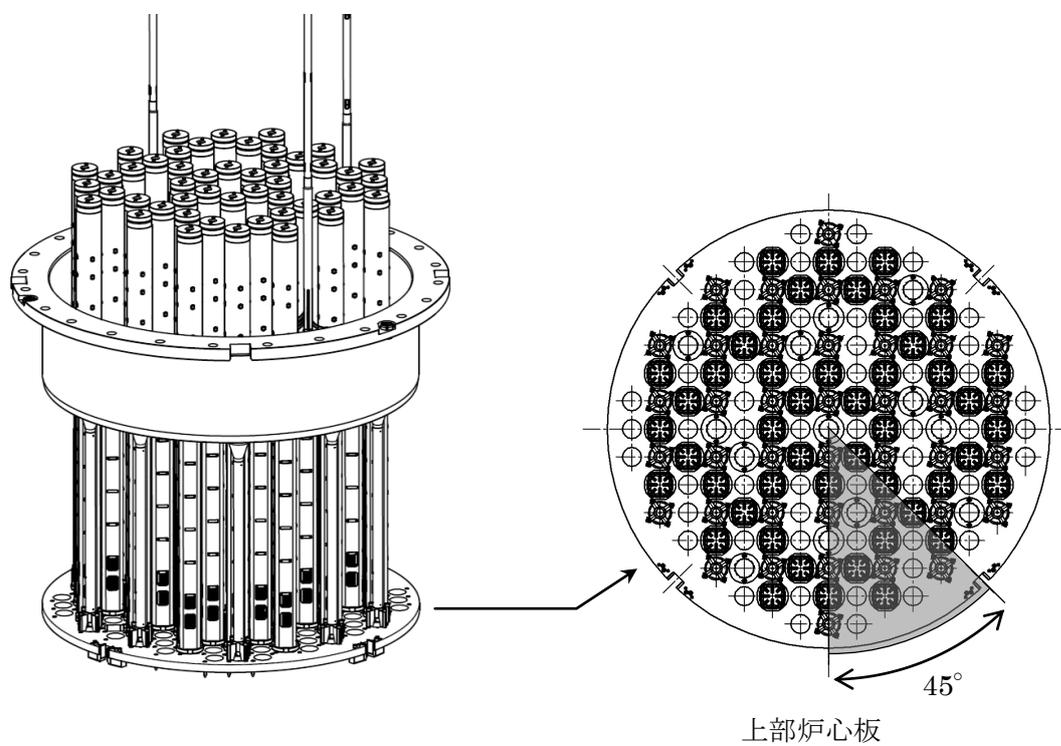


図 2.3-1 上部炉心板の点検範囲

2.3.2 上部炉心支持柱

上部炉心支持柱の点検範囲は以下に示す範囲とする。

- ・任意の 45° 領域

点検範囲を図 2.3-2 に示す。

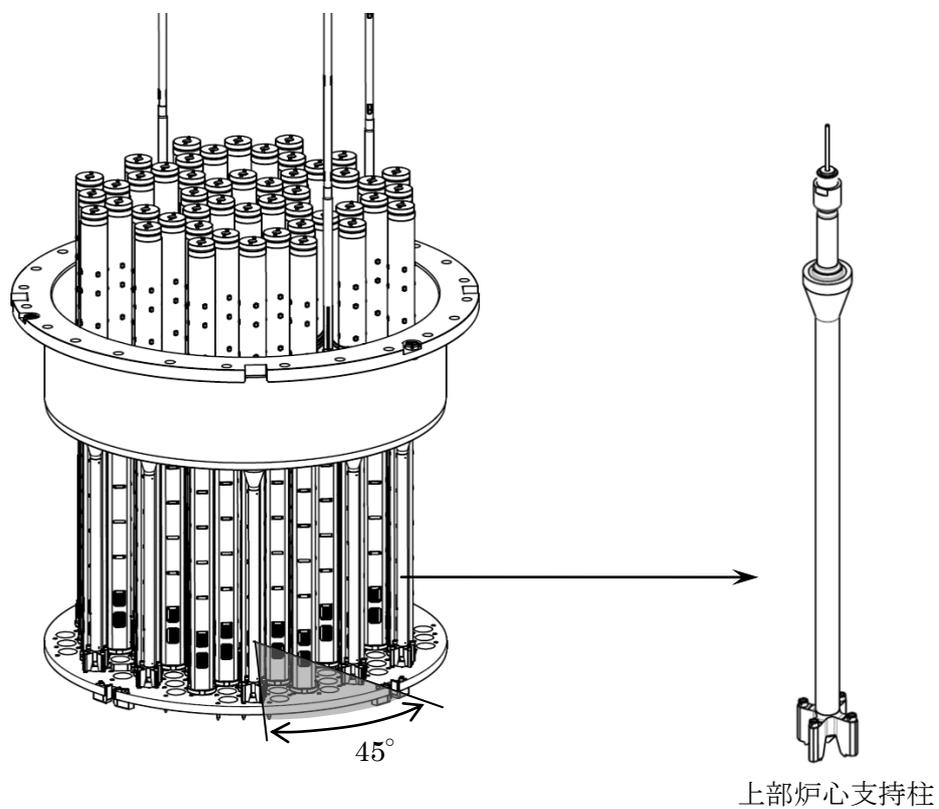


図 2.3-2 上部炉心支持柱の点検範囲

2.3.3 上部炉心支持板

上部炉心支持板の点検範囲は以下に示す範囲とする。

- ・任意の 45° 領域

点検範囲を図 2.3-3 に示す。

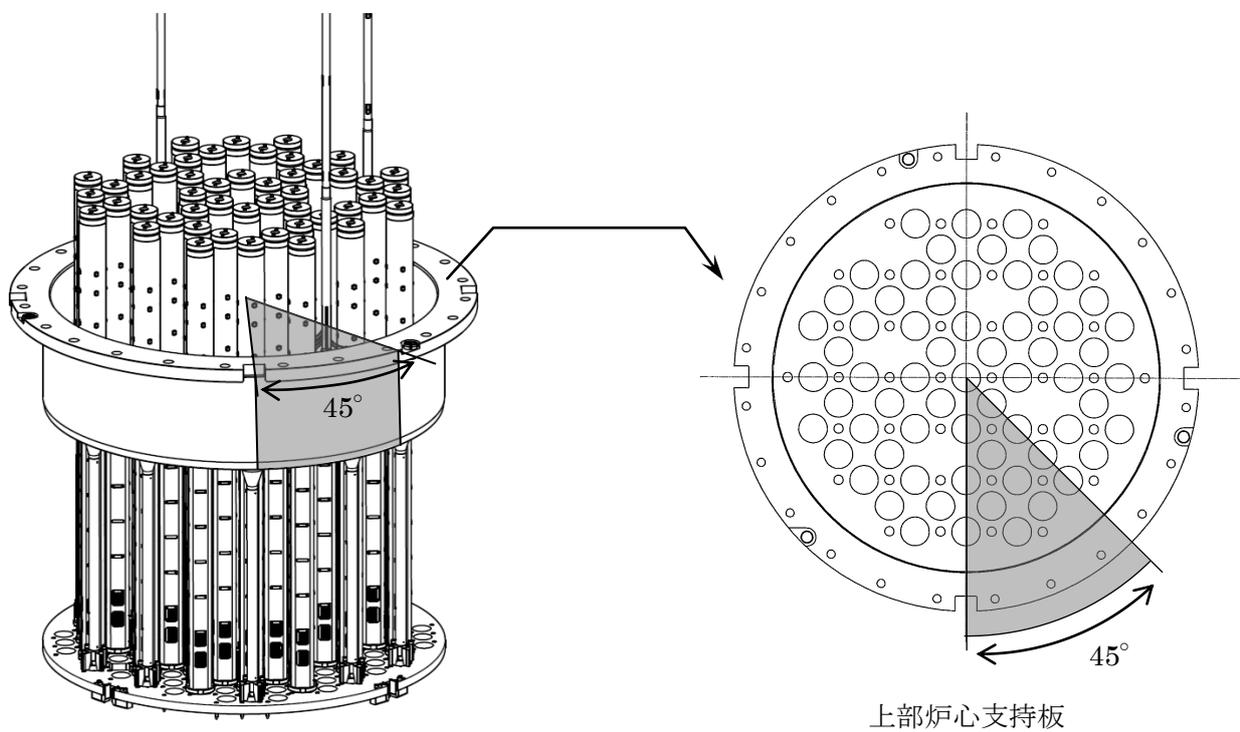


図 2.3-3 上部炉心支持板の点検範囲

2.3.4 炉心そう, 熱遮へい体

炉心そう, 熱遮へい体の点検範囲は以下に示す範囲とする。

- ・任意の 45° 領域

なお, 出口ノズルの代表 1 体を点検範囲に含める。

点検範囲を図 2.3-4 に示す。

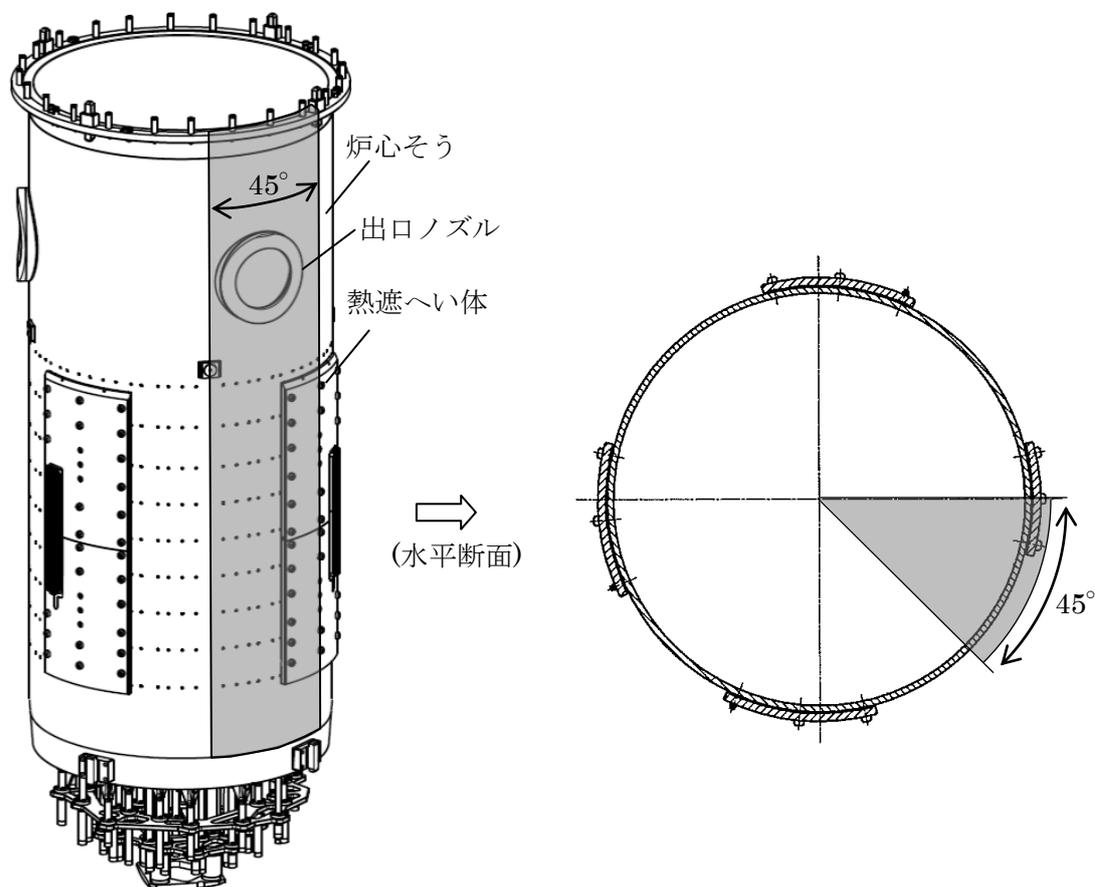


図 2.3-4 炉心そう, 熱遮へい体の点検範囲

2.3.5 下部炉心板, 下部炉心支持柱

下部炉心板, 下部炉心支持柱の点検範囲は以下に示す範囲とする。

- ・任意の 45° 領域

点検範囲を図 2.3-5 に示す。

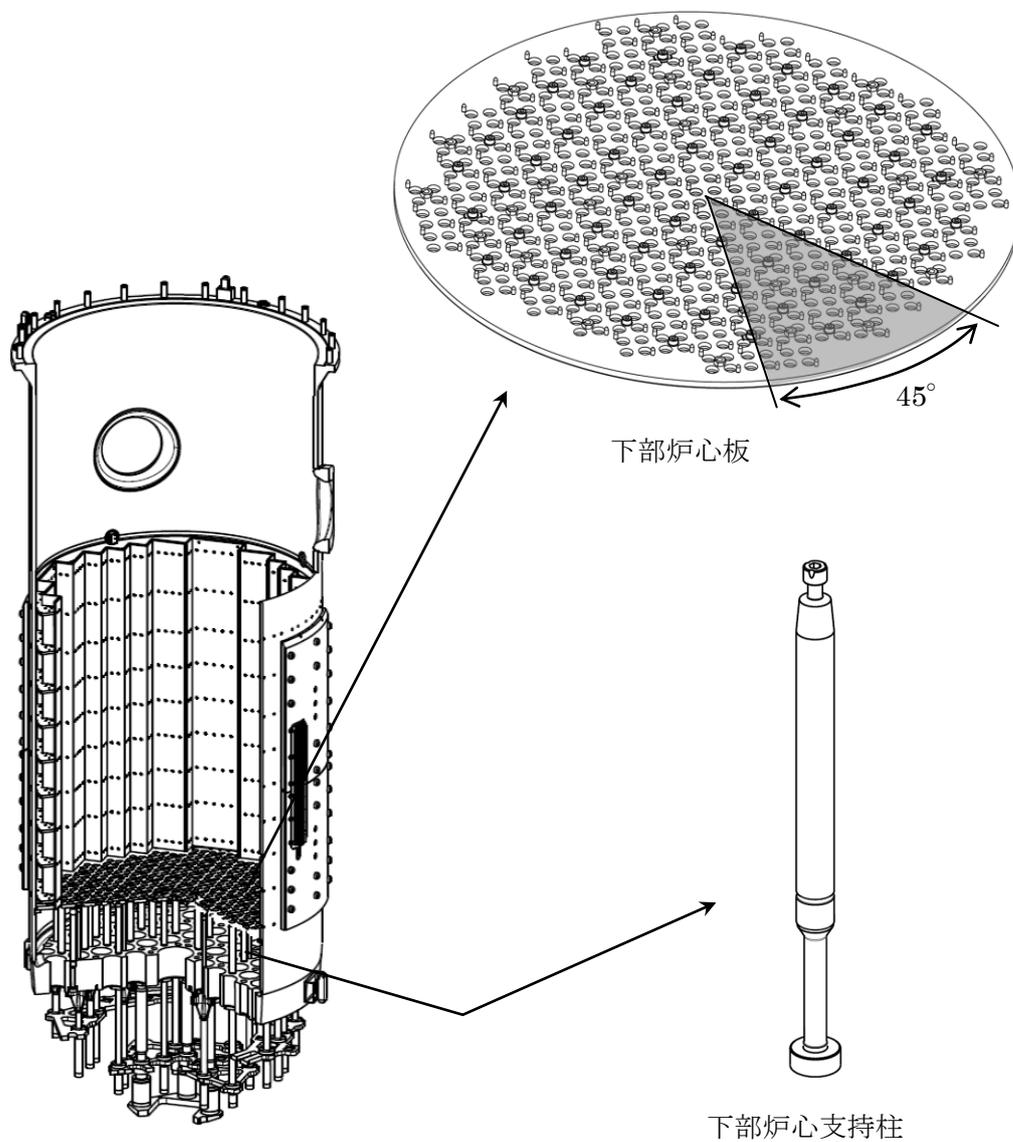


図 2.3-5 下部炉心板, 下部炉心支持柱の点検範囲

2.3.6 下部炉心支持板

下部炉心支持板の点検範囲は以下に示す範囲とする。

- ・任意の 45° 領域

点検範囲を図 2.3-6 に示す。

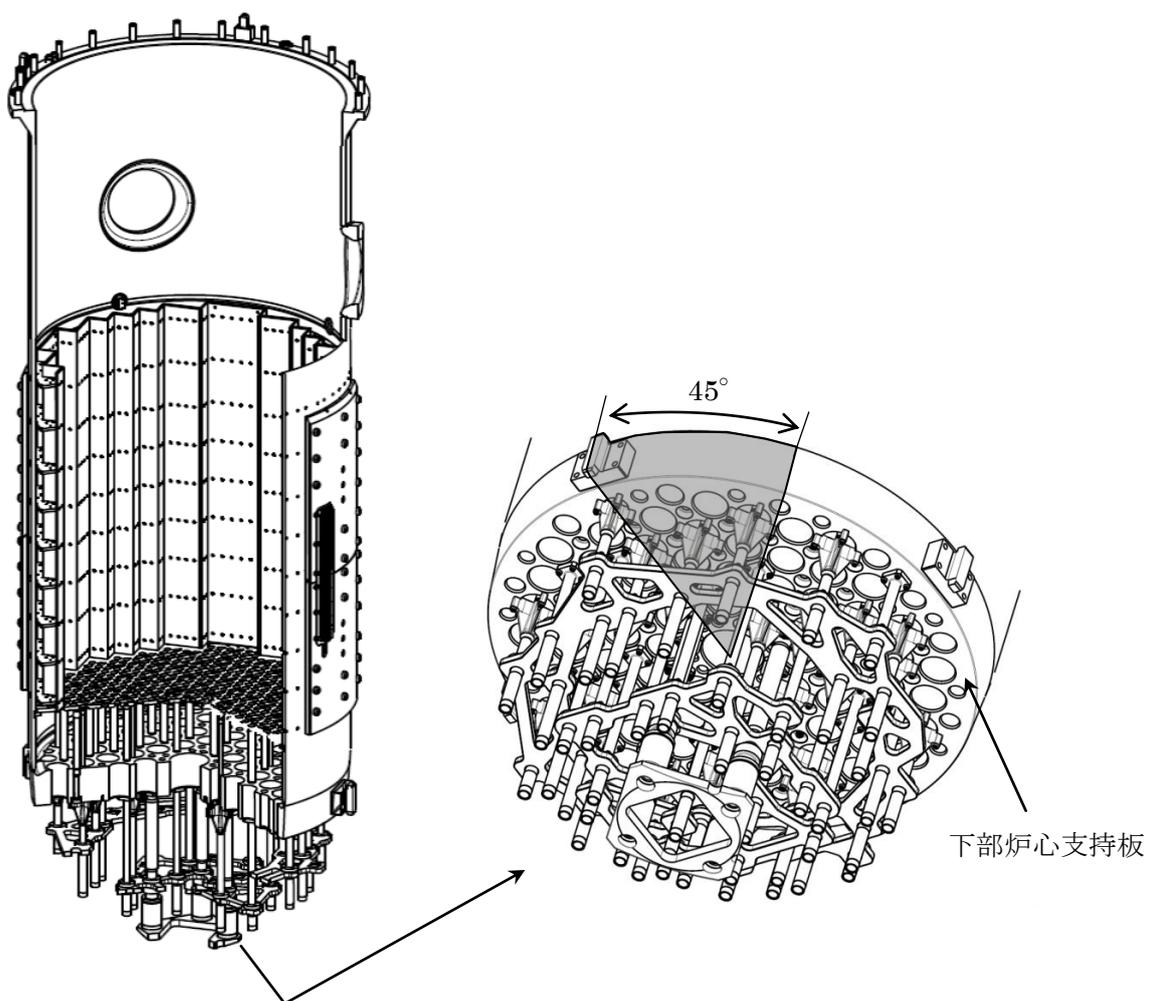


図 2.3-6 下部炉心支持板の点検範囲

2.3.7 燃料集合体案内ピン

燃料集合体案内ピンの点検範囲は以下に示す範囲とする。

- ・ 上部燃料集合体案内ピン：任意の 45° 領域
- ・ 下部燃料集合体案内ピン：任意の 45° 領域

点検範囲を図 2.3-7 に示す。

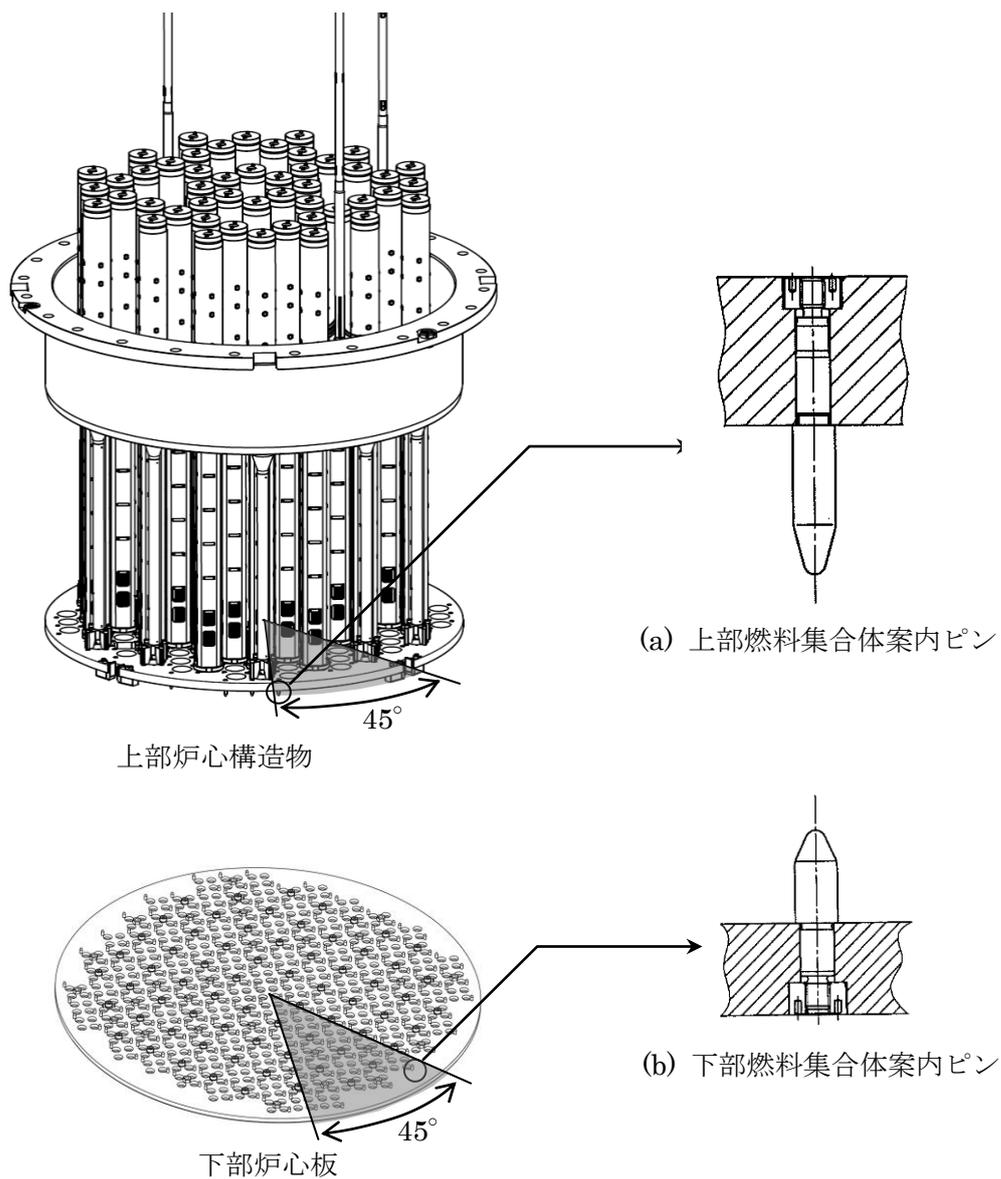


図 2.3-7 燃料集合体案内ピンの点検範囲

2.3.8 押えリング

押えリングの点検範囲は以下に示す範囲とする。

- ・任意の 45° 領域

点検範囲を図 2.3-8 に示す。

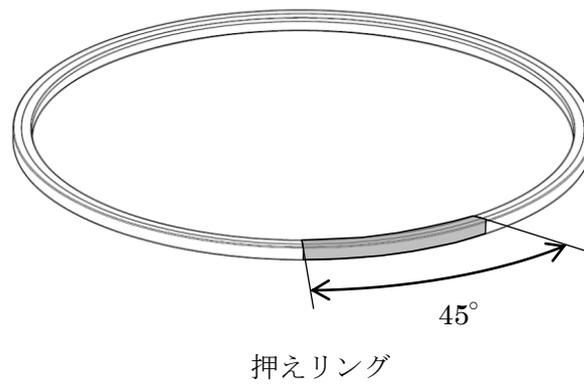


図 2.3-8 押えリングの点検範囲

2.3.9 制御棒クラスター案内管

制御棒クラスター案内管の点検範囲は以下に示す範囲とする。

- ・任意の 45° 領域

点検範囲を図 2.3-9 に示す。

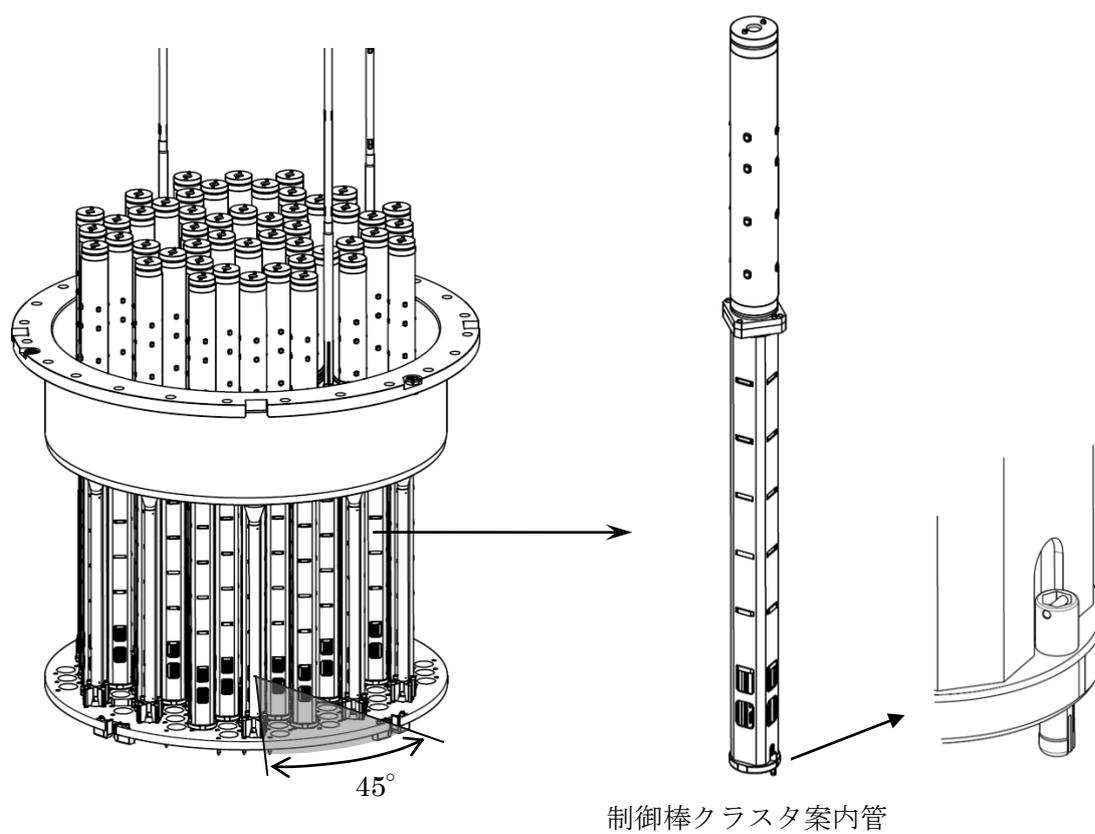


図 2.3-9 制御棒クラスター案内管の点検範囲

2.3.10 バッフル板

バッフル板の点検範囲は以下に示す範囲とする。

- ・任意の 45° 領域

点検範囲を図 2.3-10 に示す。

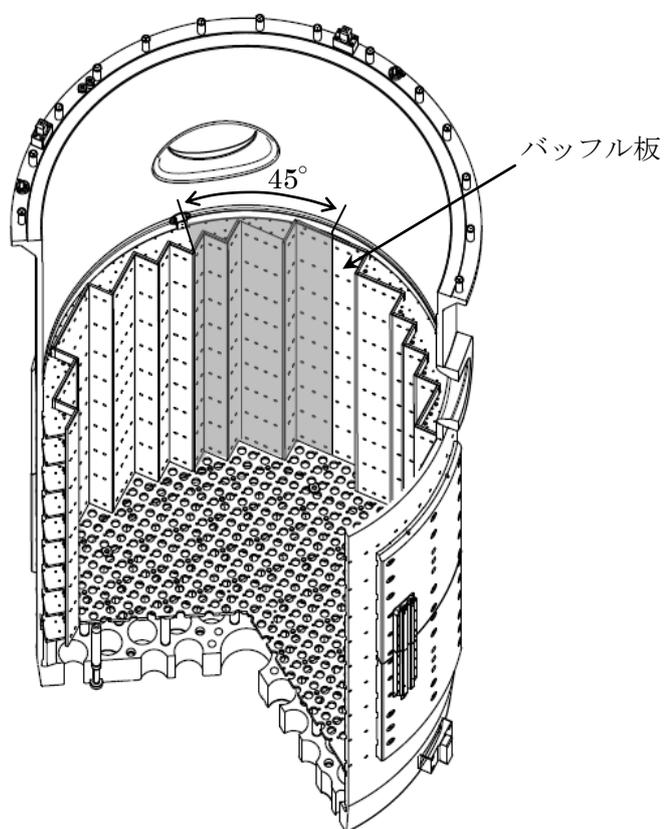


図 2.3-10 バッフル板の点検範囲

2.3.11 炉内計装案内管

炉内計装案内管の点検範囲は以下に示す範囲とする。

- ・任意の 45° 領域

点検範囲を図 2.3-11 に示す。

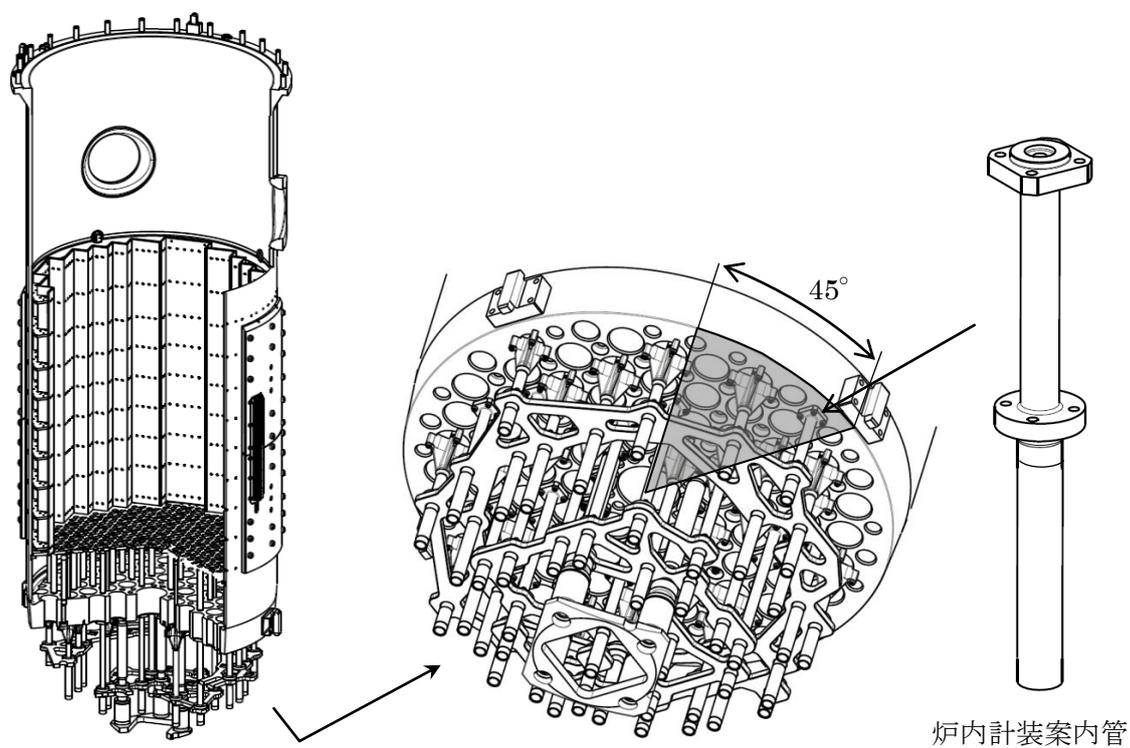


図 2.3-11 炉内計装案内管の点検範囲

第3章 点検方法及び周期

3.1 点検方法

点検は目視試験（VT-3）で実施する（解説 3-1）。

3.2 初回点検時期

一般点検は、原則としてプラント営業運転開始後暦年で10年以内の定検期間等にあわせて実施する（解説 3-2）。

3.3 点検周期

初回点検後の点検周期は、原則として暦年で10年以内とする（解説 3-2）。

第4章 評価

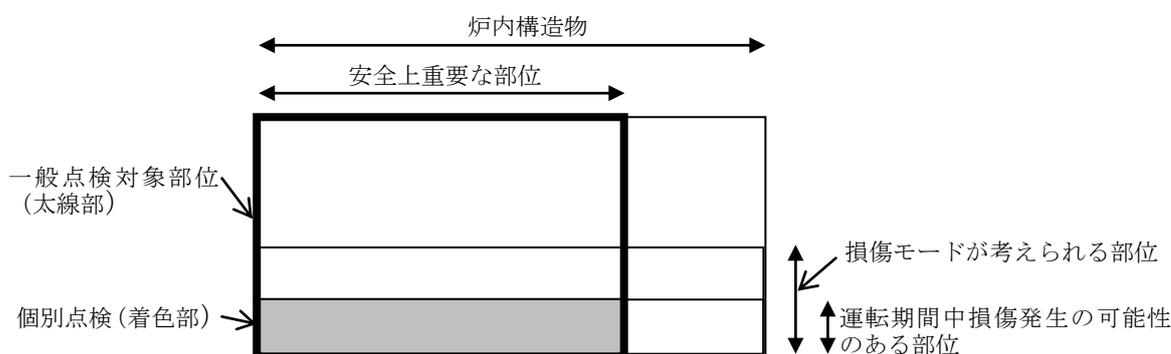
点検の結果は、以下により評価を行うこと。

- (1) 点検対象部位に異常が発見されない場合、継続使用をすることができる。
- (2) 点検対象部位に異常が発見された場合、異常の状況を詳細調査し、その結果により継続運転への影響評価を行い、異常（損傷）がその部位に対して機能上の影響を与える可能性がないと判断された場合には、継続使用をすることができる。また、継続運転への影響評価の結果、異常（損傷）がその部位に対して直接影響を与える可能性があるとして判断された場合には、該当部位に対して補修・取替えを実施しなければならない。
- (3) 詳細調査及び検討評価で得られた新たな知見は、必要に応じて、個別点検ガイドラインへ反映し、既存個別点検ガイドラインの改訂、又は、新たな点検ガイドラインの開発を行う。

(解説 1-1) 一般点検を規定する設備

炉内構造物の点検は、「個別点検」の実施のみで、機器が担う安全機能が常に維持されていることを確認できると考えられる。しかしながら、念のため、「個別点検」を補足する点検として一般点検を規定した。

PWR の場合、現時点までの国内外の運転経験から損傷事例が比較的少なく、損傷の可能性は低いため、「個別点検」は、安全上重要な部位で、かつ、運転期間中に現状知見により経年変化事象による損傷発生可能性がある場合について個別点検のガイドラインを定めている。それ以外の安全上重要な部位については個別点検として損傷の可能性を検討するのではなく、「一般点検」で対応することとしている。PWR の「個別点検」と「一般点検」の範囲の考え方を下図に示す。



(解説 1-2) 本ガイドラインの適用にあたって

本ガイドラインで適用する点検及び評価は、日本電気協会の「原子力安全のためのマネジメント規程 (JEAC4111)」及び「原子力発電所の保守管理規程 (JEAC4209)」に基づき実施されることを前提としている。

本ガイドラインでは、引用する学協会規格の改訂年度を記載していない。学協会規格は新知見反映等の理由で定期改訂されるため、利用者は最新版の適用可否を確認するとともに、原子力規制委員会による技術評価等の状況を総合的に勘案して、適切に判断する必要がある。

(解説 1-3) 安全上重要な機能

安全上重要な機能とは、「①炉心支持及び位置決め」、「②制御棒挿入性の確保」、「③冷却水流路の維持及び流量適正配分」、「④炉内計装の案内」をいう^[2]。

(解説 1-4) 定点サンプリング

一般点検は、対象設備に対して、念のため実施する点検であり、経年変化の有無を確認するためには、同一箇所を繰り返し点検することが重要である。従って、定点として代表部位を選定し、繰り返し点検を行う「定点サンプリング」の考え方を導入することが合理的であると考えられる。

(解説 1-5) 点検実績の反映

個別点検または一般点検における実績の反映とは、類似プラントもしくは類似の使用環境、応力下における同一材料の部位について長年にわたり注目すべき劣化事象が見られない場合等におい

て、後続プラント等でその期間内の個別点検または一般点検の開始、点検周期を見直すことを言う。

(解説 2-1) 点検対象部位

点検対象部位およびその主要構成部品を表解説 2-1 に示す。

表解説 2-1 点検対象部位

部位	主要構成部品
上部炉心板	上部炉心板
上部炉心支持柱	上部炉心支持柱, 同取付ボルト (上, 下)
上部炉心支持板	上部炉心支持板, 補強梁, 同取付ボルト
炉心そう	炉心そう (フランジ, 上部胴, 下部胴, 出口ノズル部)
下部炉心板	下部炉心板
下部炉心支持柱	下部炉心支持柱, 同取付ボルト
下部炉心支持板	下部炉心支持板
燃料集合体案内ピン	燃料集合体案内ピン
押えリング	押えリング
制御棒クラスタ案内管	制御棒クラスタ案内管, 同カバー, たわみピン, 支持ピン
バッフル板	バッフル板, フォーマ板, バッフルフォーマボルト, バレルフォーマボルト
炉内計装案内管	炉内計装案内管, 同取付ボルト
原子炉容器蓋用管台	原子炉容器蓋用管台, 溶接部
原子炉容器炉内計装筒	原子炉容器炉内計装筒, 溶接部
熱遮へい体	熱遮へい体, 同取付ボルト, たわみ金

* 主要構成部品のうちプラント型式によってないものは除く

(解説 2-2) 点検対象部位の代表範囲

点検可能な範囲についてその代表部位を点検範囲とし、代表部位としては複数個数があるものは 1 個、対称性があるものは対称性の最小範囲を最小の点検範囲とする。

(解説 3-1) 点検方法

一般点検は、特定の経年変化事象や部位に対する点検ではなく、念のために実施する点検であるため、大きな異常（対象部位の変形、心合せ不良、傾き、隙間の異常、ボルト締め付け部の緩み、破損、脱落および部位表面における大きな亀裂等）を発見することを目的とし、VT-3 で実施する。

(解説 3-2) 初回点検時期及び点検周期

- ・PWR の場合、一般点検は炉内構造物全体を取り出す計画にあわせて行うのが望ましい。ただし、上部炉心構造物などは実施可能な機会に行うこともできる。
- ・過去の点検実績など、一般点検と同等な点検が実施されている場合、一般点検と読み替えることができる。
- ・個別点検または一般点検において実績もしくは新たな知見が得られた場合、その内容が以降の点検や後続のプラントの点検に反映することが妥当であると判断できる場合は、それらを反映した初回点検時期及び点検計画を策定できる。

改訂経緯

平成 14 年 3 月 初版発行

平成 27 年 3 月 第 2 版発行

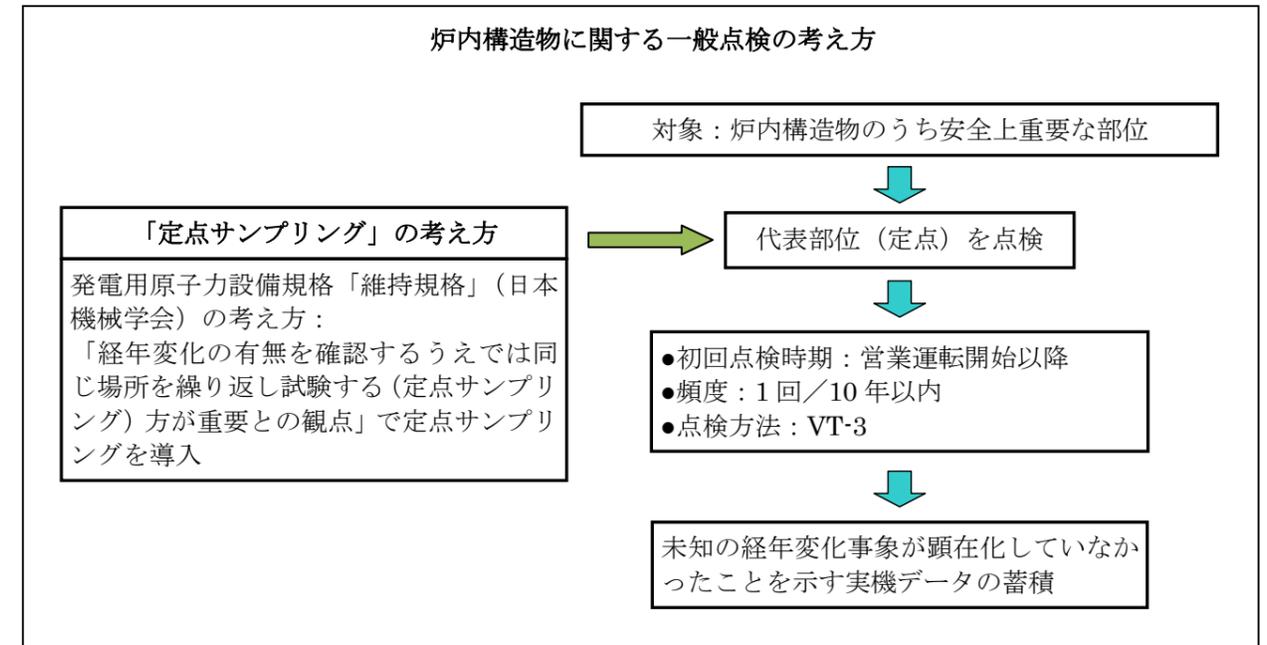
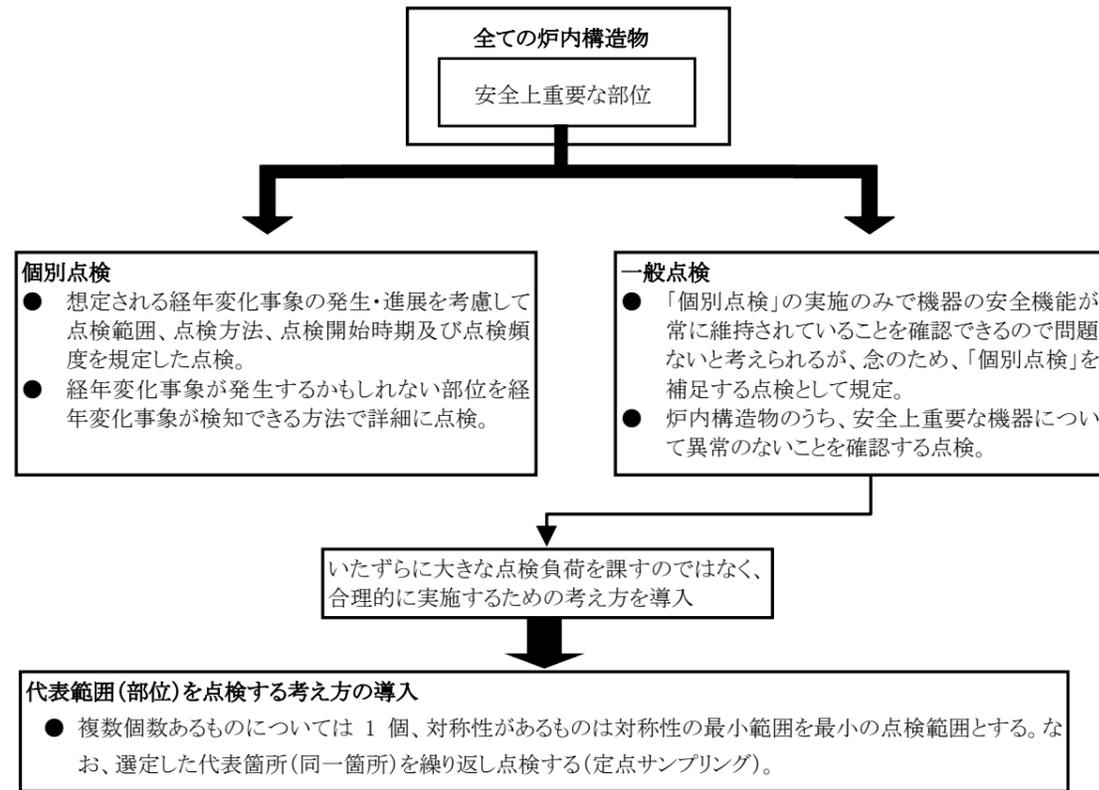
本文の表 2.1-1「点検対象部位」に関連する安全機能を追加した。また、2.3 節に機器毎の具体的な点検範囲を追加した。解説 1-2 に学協会規格および年度版の扱いを追加した。その他、全体として表現の見直しを行った。

1. 「一般点検」の位置付け

- (1) 「一般点検」とは、念のため「個別点検」を補足する点検として、炉内構造物のうち安全上重要な部位に対して行う点検である。
- (2) 一方、安全上重要な部位で、かつ、運転期間中に現状知見により経年変化事象による損傷発生の可能性がある箇所について、当該機器が担う原子炉安全機能を常に維持できるように、必要な範囲を必要な頻度で詳細点検する。これが「個別点検」である。
- (3) 従って、現状で知見のある全ての経年変化事象は、機器が担う原子炉安全機能が喪失する前に「個別点検」により検出されることになるので、各機器は常に原子炉安全機能を維持出来る状態で運転されることになる。すなわち、「個別点検」を実施し、必要に応じて適切な補修等を行っていけば、技術的には原子炉安全は確保できると考えられる。
- (4) 上記のように、「一般点検」は「個別点検」を補足する点検として位置付けられる。この「一般点検」で、想定外の損傷や経年変化事象が発見された場合には、個別点検ガイドラインの見直し又は新規策定を行う。

2. 「一般点検」の基本的な考え方

「個別点検」によって、安全機能上重要な部位に想定される経年変化事象は全て詳細に点検されることとなる。従って、念のために実施する「一般点検」は、各機器の代表部位（定点）において異常がないことを確認することで、十分にその目的が達成されると考えられる。



3. 一般点検の具体例

部位	一般点検の内容
上部炉心板	① 初回点検時期: 営業運転開始後 10 年以内 ② 点検範囲: 任意の 45°領域(対称性の最小範囲)(図 1) ③ 頻度 : 1 回 / 10 年以内 ④ 点検方法 : VT-3

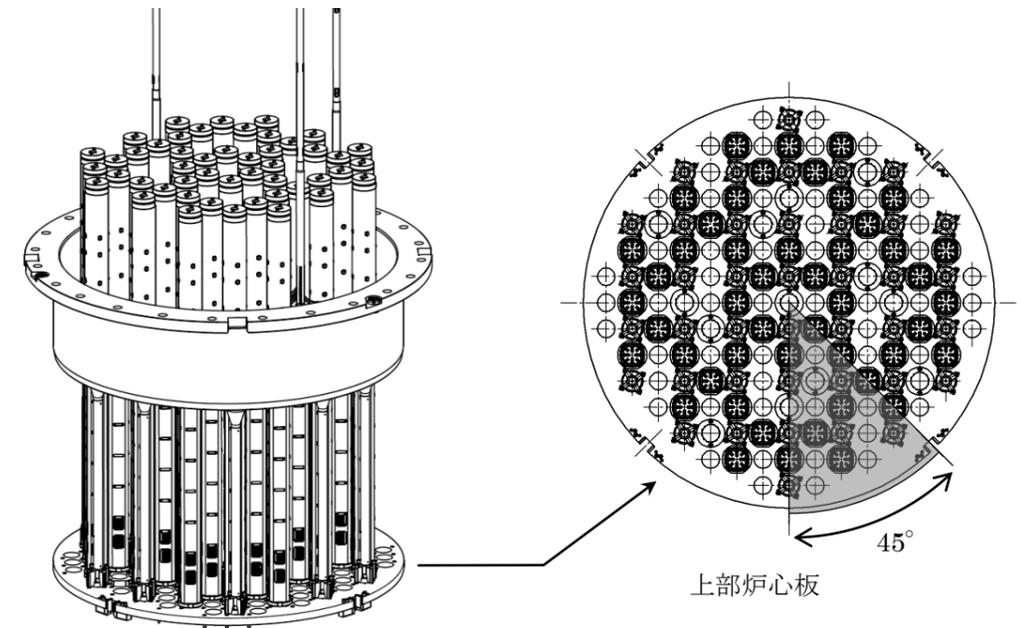


図 1 上部炉心板の点検範囲

引用文献

- [1] 原子力安全委員会, 発電用軽水型原子炉施設の安全機能の重要度分類に関する審査指針, 平成21年3月9日(一部改訂).
- [2] IAEA-TECDOC-1557, Assessment and Management of Ageing of Major Nuclear Power Plant Components Important to Safety: PWR Vessel Internals, 2007 Update, June 2007.

PWR 炉内構造物点検評価ガイドライン
[一般点検]
(第2版)

編集者 一般社団法人 原子力安全推進協会
炉内構造物等点検評価ガイドライン検討会
発行者 一般社団法人 原子力安全推進協会
〒108-0014 東京都港区芝 5-36-7 三田ベルジュビル 13～15 階
TEL 03-5418-9312 FAX 03-5440-3606

©原子力安全推進協会，2015

本書に掲載されたすべての記事内容は、原子力安全推進協会の許可なく、
転載・複写することはできません。