

## 第 4 2 回技術情報検討会の結果概要等について

令和 2 年 1 0 月 2 8 日  
原 子 力 規 制 庁

本年 8 月 1 9 日に開催された第 4 2 回技術情報検討会の結果概要について報告する（別紙 1 参照）<sup>1</sup>。また、同技術情報検討会において報告された「スクリーンを通過したデブリが炉心に与える影響」については、同報告に加え、海外で発生した非常用炉心冷却設備等に係るろ過装置の閉塞事象とその後明らかになった課題に関し国内外で行われた一連の対応についてもとりまとめた（別紙 2 参照）。

なお、2 ヶ月に 1 回程度の頻度で開催している技術情報検討会の結果は、これまで、緊急を要する事案を除き原子炉安全専門審査会・核燃料安全専門審査会（以下「炉安審・燃安審」という。）の助言を経て、原子力規制委員会に報告することとしていた<sup>2</sup>。しかしながら、国内外の事故・トラブルに係る情報や最新の科学的・技術的知見を規制に反映させる必要性の有無について検討するとの技術情報検討会の重要性を踏まえ、その結果を原子力規制委員会に迅速に報告することが重要との観点から、今後は、炉安審・燃安審への報告と並行して原子力規制委員会に報告することとしたい。

炉安審・燃安審の助言については、炉安審・燃安審の結果を原子力規制委員会に報告する際に併せて報告することとしたい。

別紙 1 第 4 2 回技術情報検討会 結果概要

別紙 2 非常用炉心冷却設備等に係るろ過装置の閉塞事象及びその後明らかになった課題への対応について

<sup>1</sup>[https://www.nsr.go.jp/disclosure/committee/yuushikisya/gijyutu\\_jyouhou/120000076.html](https://www.nsr.go.jp/disclosure/committee/yuushikisya/gijyutu_jyouhou/120000076.html)

<sup>2</sup><https://www.nsr.go.jp/data/000291231.pdf>

## 第 42 回技術情報検討会 結果概要

## 1. 開催日：

令和 2 年 8 月 1 9 日（水）

## 2. 出席者：

山中委員、石渡委員、櫻田技監、山田総括審議官、山形対策監、大村審議官、金子審議官、市村部長、技術基盤 G：遠山技術基盤課長・各安全技術管理官、原子力規制部：各課長・安全規制管理官、放射線防護 G：関係課長ほか、JAEA：西山室長・中塚 Gr リーダー

## 3. 主な内容

(1) 安全研究及び学術的な調査・研究から得られる最新知見（期間：R2. 1. 18－R2. 7. 3）

以下の 4 件について報告及び議論を行った。

① サンプスクリーンを通過したデブリが炉心に与える影響

（米国の対応状況）

- ・ NRC は炉内の下流側影響についての問題を解決するための 4 つのオプションを承認（SECY-12-0093）。
- ・ BWR は事業者の自主的取組としてリスク評価を行い、2017 年に安全上問題がないとの評価結果を NRC へ提出<sup>1</sup>。NRC はこの評価結果を受け 2018 年に規制上のアクションは不要と結論<sup>2</sup>。
- ・ PWR は NRC と事業者で協議中。

（国内の経緯及び対応状況）

- ・ 高浜 3/4 号炉の新規制基準適合審査において、事業者は PWR 共通の中長期的な安全性向上の取組として炉内下流側の影響を検討する旨表明（平成 26 年 3 月 13 日）。
- ・ 産業界では炉内下流側影響についての試験が行われており 9 月の日本原子力学会で発表予定。

（今後の対応）

- ・ 新規制基準において引用している旧原子力安全・保安院の内規では下流側機器の機能を損なうことのない設計であることを要求しているが、下流側の影響評価は求められていないので、内規等への反映の要否を検討する必要があるのではないかと。
- ・ 国内事業者が日本原子力学会で発表する情報をフォローする。
- ・ 国内外の情報収集を継続して実施する。

② 北海道西部、岩内平野の地形発達史－泊原発の敷地内断層と関連して－（学会論文）

（概要）

- ・ 海成段丘の分布及び発達過程を明らかにし、それを踏まえ、泊発電所内の堆積物の年代を解釈し、F-1 断層の 125Ka 以降の活動を否定できない（新規制基準による活断層とみなされる）

<sup>1</sup> BWROG Letter, BWROG17-3-381r0, “Final Resolution of Potential Issues Related to Emergency Core Cooling Systems (ECCS) Strainer Performance at Boiling Water Reactors”, November 20, 2017.

<sup>2</sup> “Closure of Potential Issues Related to Emergency Core Cooling Systems Strainer Performance at Boiling Water Reactors,” U.S. Nuclear Regulatory Commission, Washington, DC, June 29, 2018, ADAMS Accession No. ML18078A061.

としている。

(対応の方向性)

- ・敷地内及び敷地周辺の地質・地質構造調査に係る審査ガイドでは、本知見の段丘面等に関連した内容を検討対象としていることを確認することとされているため、規制等に反映すべき事項はない。また、現在審査中の原子力発電所の断層の活動性評価に関連する情報であるため、審査部門に情報提供・共有した。
- ・規制へ反映すべき事項、安全研究の観点から新たな知見はなく、スクリーニング終了。

### ③南海トラフ沿いで発生する大地震の確率論的津波評価（地震調査研究推進本部発表）

(概要)

- ・南海トラフ沿いで発生する大地震を対象に確率論的津波評価を初めて実施し、今後 30 年以内に海岸の津波高が 3m、5m、10m 以上になる確率を公表したもの。
- ・100 年～200 年で繰り返し発生する M8～M9 クラスの大地震を対象とし、内閣府の最大クラスの地震については発生頻度の定量的な評価ができないとして対象外としている。

(対応の方向性)

- ・基準地震動及び耐震設計方針に係る審査ガイド並びに基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイドでは、南海トラフを含むプレート間地震を対象とすること、基準津波の超過確率を参照することとされているため、規制等に反映すべき事項はない。また、現在審査中/審査済の原子力発電所の基準津波の策定に関連する情報であるため、審査部門に情報提供・共有した。
- ・規制へ反映すべき事項、安全研究の観点から新たな知見はなく、スクリーニング終了。

### ④12 世紀に北海道南西沖で発生した地震の断層モデル（産総研等が科学ジャーナルに発表）

(概要)

- ・北海道南西沖、奥尻島海岸に沿った津波堆積物調査の結果及び津波浸水域の計算結果を用いて日本海における 12 世紀の地震の断層モデルを推定したもの。
- ・断層モデル F17（長さ 135km、平均すべり量 6m、Mw7.8）を 12 世紀の津波堆積物の分布を説明できるよう修正を行い、断層モデルの長さは少なくとも 104km、すべり量は最大 18m、Mw7.9 と算出。地震規模は日本海で知られている他の地震よりも大きい。

(対応の方向性)

- ・基準地震動及び耐震設計方針に係る審査ガイド並びに基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイドでは、海域の活断層で発生する地震及び津波を検討対象とすること、津波堆積物等の地質学的証拠を用いて基準津波の選定結果を検証することとされているため、規制等に反映すべき事項はない。また、現在審査中の原子力発電所の基準地震動及び基準津波の策定に関連する情報であるため、審査部門に情報提供・共有した。
- ・津波堆積物調査は地形調査と一心同体、地形に関する情報に特に注意しつつ調査研究することが大事との指摘があり、担当よりその点に留意し調査・研究すると回答した。
- ・規制へ反映すべき事項、安全研究の観点から新たな知見はなく、スクリーニング終了。

## (2) 技術基準・制度への反映に向けた進捗状況

今回報告事項なし。

### (3) 放射線防護から得られた知見について

- ・放射線安全規制研究戦略的推進事業の概要及び成果の活用状況並びに令和元年度放射性同位元素等取扱事業者における事故・故障等に係る評価について情報を共有した。今後も年1回程度の頻度で情報共有する。

### (4) 国内外の原子力施設の事故・トラブル情報

#### ①スクリーニングと要対応技術情報の状況

- ・今回の1次スクリーニング対象案件（65件、うち新規情報60件）
- ・3件が2次スクリーニングへ、2件暫定評価、60件は調査終了。
- ・要対応技術情報の状況
  - i) 回路の故障が2次火災または設備の損傷を誘発させる可能性
    - ・令和元年度目途に NRA 技術ノートとして調査結果をまとめ、令和2年度上期公表予定。
  - ii) NRA 技術報告「原子力発電所における高エネルギーアーク損傷（HEAF）に関する分析」
    - ・HEAFの第二段階で発生するアーク火災の防止対応は終了。
    - ・第一段階の爆発現象について、米国での試験によりメカニズムの解明はできた。現在、爆発の影響範囲の研究を実施中。OECD/NEAのHEAFプロジェクト（令和3年12月まで）、それ以降の規制庁独自のHEAF試験と合わせて最終報告を行う予定。

#### ②トピックス：電源システムの1相開放に対する規制取り入れ

##### (概要)

- ・事業者から国内原子力発電所等の対応について公開の意見聴取会を実施（8月5日）。
- ・設置許可基準規則の解釈により国内原子力発電所及び再処理施設においては、1相開放故障事象（OPC）の対応が求められている。
- ・事業者は2020年度に代表プラント（高浜原子力発電所）の共用予備変圧器にOPC検知器を設置して試運用を開始し、実機環境での誤検知の有無等の検証を行う計画。
- ・ATENAは国内電力会社と製造事業者からなるOPC対応等検討WGを作り取組をリード。ATENAが取りまとめの上事業者の取組状況を規制当局へ報告する。

##### (対応の方向性)

- ・事業者の検討が比較的長期にわたるため、事業者は、検討内容、進捗を自発的、自立的に公開してもらいたいとの指摘があった。
- ・事業者の対応におけるATENAの役割如何。いくつかある検知方法についてどの方法が誤検知が少ないとか、どういう方法が各プラントに適切かという判断はどこでされるのかとの指摘があった。
- ・事業者によるOPC対応状況、米国のOPC対応状況を継続してフォローし、今後の国内規制対応について更に検討を続ける際には上記の指摘に留意する。

#### ③2次スクリーニングの検討状況

以下の3件について報告及び議論を行った。

##### i) さらなる調査を要する要対応技術情報：

##### 安全関連システムに組み込まれたデジタル装置

- ・米国では組み込み型デジタル装置（EDD）を適用する際には原子力安全系に要求されるQAプロセス（10CFR 50 Appendix B）に則りソフトウェア品質管理、共通要因故障解析等が必要。

- ・汎用品 EDD を原子力発電所の安全系に適用する際、米国 NEI が発行する図書を NRC がエンドースする計画が立てられ、2020 年 6 月エンドースする REGULATORY GUIDE 1.187, Revision2 が発行された。同ガイドの分析が終わり次第、本検討会に報告する。

ii) 2次スクリーニング継続案件：

海外原子力発電所におけるサーマルスリーブのフランジの摩耗による制御棒固着

(海外の情報)

- ・仏フラマトム社は世界で70プラントを検査し、32本以上のサーマルスリーブを修理・交換している。
- ・米 WH 社の報告によれば、2019 年の計画停止中に米国 PWR の CRDM のサーマルスリーブが破断して外れているのが確認された（プラント名不明）。
- ・仏ではフランジ部分が摩耗していたが、米ではその下のカラー部の直下部分が破断した。WH 社は、その形状変化部に応力集中が生じ、長期間の頂部プレナム内の流動振動による荷重が作用し疲労割れに至ったと推定。

(国内の状況)

- ・国内 PWR 事業者は、サーマルスリーブの使用期間※1や構造※2、サーマルスリーブ降下速度が仏国のそれと異なる※3、摩耗に対する裕度が高い※4との説明。

※1 上蓋と CRDM を含めて交換しており一番長く運転している玄海3号でも16年で米国の評価する25年と比べて余裕がある。

※2 国内のサーマルスリーブは振れ止め金具構造（リング式）が米、仏のものより強固で動きにくい。

※3 国内プラントのカメラによる目視調査（複数本）ではサーマルスリーブの有意な降下・落下は認められない。

※4 国内 PWR のカラー部は有意な応力集中が生じないよう大きい丸みに製作している。

(対応の方向性)

- ・事象の発生メカニズムや原因が特定されていないことから、引き続き国内外の検討状況をフォローする。

iii) 新規2次スクリーニング案件：

安全障壁の劣化による原子炉停止と自動システム起動

- ・BWR の水位計の配管が冷やしばめ継手部で破断した事象。当該冷やしばめは水素脆化感受性が高いことが知られていたが継続使用していた。引き続き国内発電所の状況を調査する。

④ 1次スクリーニング結果報告

時間切れのため、資料配付のみ

## 非常用炉心冷却設備等に係るろ過装置の閉塞事象及び その後明らかになった課題への対応について

### 1. はじめに

実用発電用原子炉施設の非常用炉心冷却設備又は格納容器熱除去設備には、冷却材中の異物を除去するためにろ過装置（以下「ストレーナ」という。）が使用されている（図1参照）。

1992年に、スウェーデンのバーセベック原子力発電所2号機で発生したストレーナの閉塞<sup>1</sup>を契機に、ストレーナ閉塞のリスクが世界的に認識された。例えば、ストレーナが閉塞すると、圧損の増加によりポンプ入口吸込水頭が低下し、ポンプのキャビテーションの発生、冷却材流量の減少により冷却機能が喪失する恐れがある。異物の組成（繊維、粒子、化学的生成物など）の影響、ストレーナを通過した異物が下流側の機器や燃料に与える影響等の課題が明らかとなり、ストレーナの閉塞を防止するため、ストレーナの拡大などの対応がなされた。

バーセベック原子力発電所2号機で発生したストレーナ閉塞を端緒として明らかになった課題（以下「ストレーナ閉塞事象」という。）に関する過去の技術情報検討会報告<sup>2</sup>に続いて調査を行い、8月19日の技術情報検討会<sup>3</sup>において報告したので（別添1参照）、これらを取りまとめて報告する。

### 2. ストレーナ閉塞事象の背景と概要

実用発電用原子炉施設において冷却材喪失事象（以下「LOCA」という。）が発生した場合、保温材の破損、格納容器内の塗料片の剥落等により様々な物質が発生し、これらの物質をデブリと呼ぶ。デブリには繊維デブリ、粒子デブリ、化学デブリ<sup>4</sup>などいくつかの形態がある。

デブリは、破断流や格納容器スプレイにより流されて一部はストレーナに到達し、以下の影響を及ぼす可能性がある。

○ストレーナ表面に蓄積した場合、ストレーナの圧損が増加しポンプ入口吸込水頭が確保できなくなり、非常用炉心冷却系のポンプにキャビテーションが発生する。

<sup>1</sup> 配管断熱材（保温材）の落下によるサプレッション・プールのストレーナ閉塞によって、同ストレーナが予想より遙かに短時間で閉塞したことなどの安全上の問題が判明した。

<sup>2</sup> 原子力規制庁 第26回技術情報検討会及び第28回技術情報検討会

<sup>3</sup> 原子力規制庁 第42回技術情報検討会

<sup>4</sup> 化学デブリは主にPWRの格納容器内の材料とpH調整剤等との化学反応によって生成される。

○上記によりポンプ性能が低下した場合、炉心冷却に必要な流量を確保できなくなる。

ストレーナ閉塞事象については、既に日本、米国及び欧州において、保温材の変更、pH調整剤の変更、ストレーナの大型化等の対策が取られ、国内外のストレーナ閉塞のリスクは減少した（詳細は別添2のとおり。）。

### 3. ストレーナを通過したデブリによる下流側影響

上記2.の対策で、ストレーナ閉塞事象は解決のための措置が講じられているものの、米国において包括的な検討<sup>5</sup>を進める中で、ストレーナを通過したデブリが下流側機器や燃料等に影響を与える可能性についても検討課題とされた（以下「下流側影響」という。）。日本では、事業者による下流側影響の検討及び重大事故において海水注入した場合等のストレーナを介した再循環運転について検討されており、事業者の対応方針は、審査会合等において説明されている。

#### 3.1 米国の検討状況

##### （1）米国 PWR の検討状況

##### ①ストレーナを通過したデブリによる下流側機器の閉塞・摩耗

NRCは、デブリによる流路の狭い部位（ポンプ内部の流路、弁など）の閉塞やポンプ回転部、熱交換器の伝熱管等の摩耗（以下「下流側機器の閉塞・摩耗」という。）を考慮することを求めた<sup>6</sup>。米国のPWR事業者は産業界の評価ガイド<sup>7</sup>を用いて評価を行い、解決済みとしている。

##### ②ストレーナを通過したデブリが燃料及び炉心に与える影響

NRCは、デブリが燃料の冷却材流路を閉塞する可能性（以下「炉内下流側影響」という。）に関し、米国規制ガイドRG1.82<sup>8</sup> Rev.4において、燃料被覆管の許容最高温度、燃料被覆管の酸化膜及び付着物厚さの制限値並びに繊維デブリの炉内流入量の制限値として、産業界（PWROG）の報告書<sup>9</sup>による評価を認めている。しかし、繊維デブリ炉内流入量の制限を満たせないプラント

<sup>5</sup> Generic Safety Issue (GSI)-191, “Assessment of Debris Accumulation on PWR Sump Performance”

<sup>6</sup> GL2004-02（別添1 2. 参照）

<sup>7</sup> WCAP-16406-P-A, “Evaluation of Downstream Sump Debris Effects in Support of GSI-191,” Revision 1, Westinghouse Electric Company, LLC, Pittsburgh, PA. (Not publicly available.)

<sup>8</sup> Regulatory Guide 1.82 Revision 4, “Water Source for Long-Term Recirculation Cooling Following a Loss-of-Coolant Accident”, March 2012.

<sup>9</sup> WCAP-16793-NP-A, Revision 2, “Evaluation of Long-Term Cooling Considering Particulate, Fibrous and Chemical Debris in the Recirculation Fluid”, July 2013.

が複数あり、事業者は NRC が示した他の方法<sup>10</sup>を用いて解決を図ろうとしている。

一方、2019年6月にNRCは、炉内下流側影響の技術評価レポート<sup>11</sup>を発行し、問題を引き起こす大量のデブリを発生させる大破断LOCAは発生頻度が低く、仮に炉心入口が完全に閉塞しても、バレル/バッフル領域の流路等の代替流路により炉心が冷却できると考えられることなどから、炉内下流側影響問題は、LOCA後の長期冷却を損なうことはなさそうであるとする見解を示した<sup>12</sup>。産業界（PWROG）は、燃料集合体流路の閉塞についての対応は2020年中に解決する見通しと述べている<sup>13</sup>。

## （2）米国 BWR の検討状況

BWRプラントについては、上記（1）の①下流側機器の閉塞・摩耗、②炉内下流側影響に関してPWRから得られた知見に対して、事業者が自主的に解決に取り組んだ。炉内下流側影響の課題については、リスク情報に基づく評価により、2017年に安全上問題が無いとの評価結果をNRCに提出した。NRCは事業者の評価結果を受け、デブリが長期炉心冷却を妨げるリスクは低いと判断し、2018年に規制上のアクションは不要と結論づけている<sup>14</sup>。

## 3.2 日本の検討状況

日本の事業者は、高浜3及び4号機の新規制基準適合性審査において、PWR共通の中長期的な安全性向上の取組みとして、下流側影響について検討する旨を表明している<sup>15</sup>。また、BWR事業者は面談において、ストレーナ下流に設置されているポンプ、配管等への摩耗による影響などの検討項目について、今後議論が進展した際には、改めて情報交換を行いたいとしている。なお、重大事故時に海水注入した場合及び炉心損傷した場合におけるストレーナを介した再循環運転

<sup>10</sup>各プラント固有の情報を用いて、追加試験や解析することで制限値を定める決定論的方法、もしくは、炉心入口閉塞によるリスク増分を評価し、リスクが小さいことを示す確率論（リスク・インフォームド）的方法。

<sup>11</sup> “TECHNICAL EVALUATION REPORT OF IN-VESSEL DEBRIS EFFECTS”, June 2019.

<sup>12</sup> CLOSURE OF GENERIC ISSUE GI-191, “ASSESSMENT OF DEBRIS ACCUMULATION ON PWR SUMP PERFORMANCE”, July 2019.

<sup>13</sup> PWROG September 2019 Newsletter,

(<https://pwrogpublic.westinghousenuclear.com/Pages/PWROG-News.aspx>)

<sup>14</sup> “Closure of Potential Issues Related to Emergency Core Cooling Systems Strainer Performance at Boiling Water Reactors,” , June 2018.

<sup>15</sup> 第93回原子力発電所の新規制基準適合性に係る審査会合資料1-2,

(<https://warp.da.ndl.go.jp/info:ndl.jp/pid/10953979/www.nsr.go.jp/data/000035481.pdf>)



の検討課題<sup>16</sup>については、事業者が再循環運転の有効性を確認している（重大事故における検討の詳細は別添 1 のとおり。）。

#### 4. 今後の対応（案）

上記 3.1 ストレーナを通過したデブリによる下流側影響について、米国における対応状況等海外の動向について引き続き注視するとともに、国内事業者の検討内容と今後の対応方針について、事業者から意見聴取することとしたい。

また、「非常用炉心冷却設備又は格納容器熱除去設備に係るろ過装置の性能評価等について（内規）」<sup>17</sup>では、下流側影響について「ストレーナの網目の粗さは、ECCS ポンプ下流のスプレイノズル、ECCS ポンプシール部等、下流側機器の機能を損なうことのない設計であること。」を要求しているが、規定内容はストレーナの網目の粗さに関するものであり、下流側影響の評価について具体的に記載されていない。今後、事業者からの意見聴取の結果を踏まえ、対応を検討することとしたい。

---

<sup>16</sup> 原子力規制庁 第 26 回技術情報検討会及び第 28 回技術情報検討会

<sup>17</sup> 平成 20・02・12 原院 5 号 「非常用炉心冷却設備又は格納容器熱除去設備に係るろ過装置の性能評価等について（内規）」

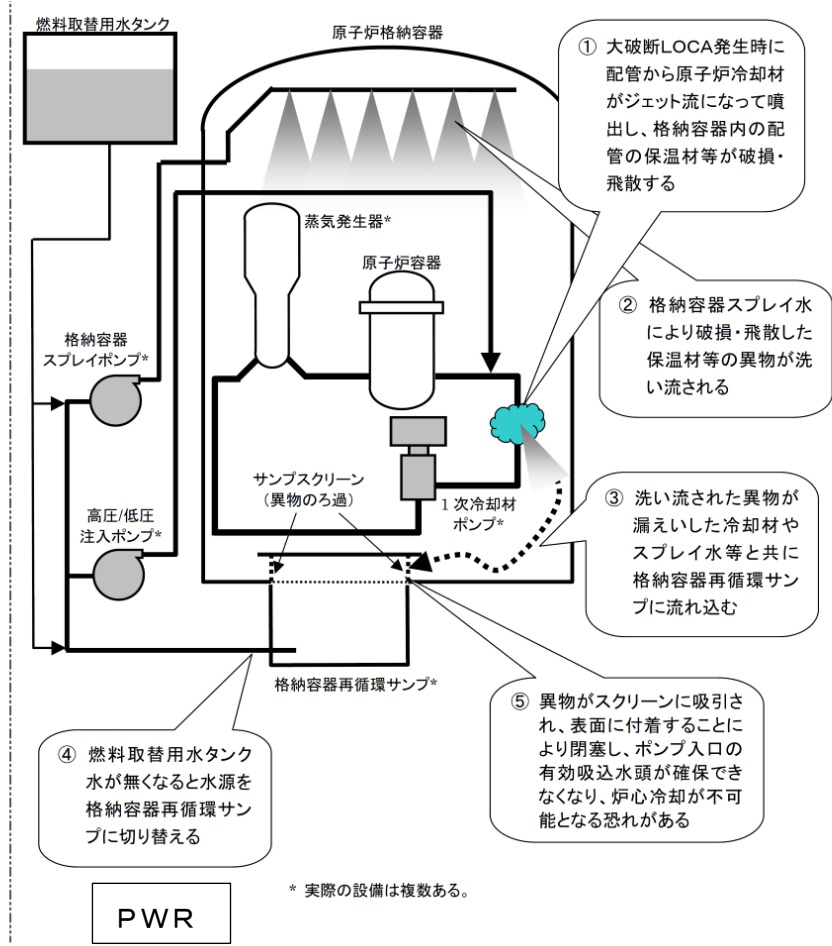
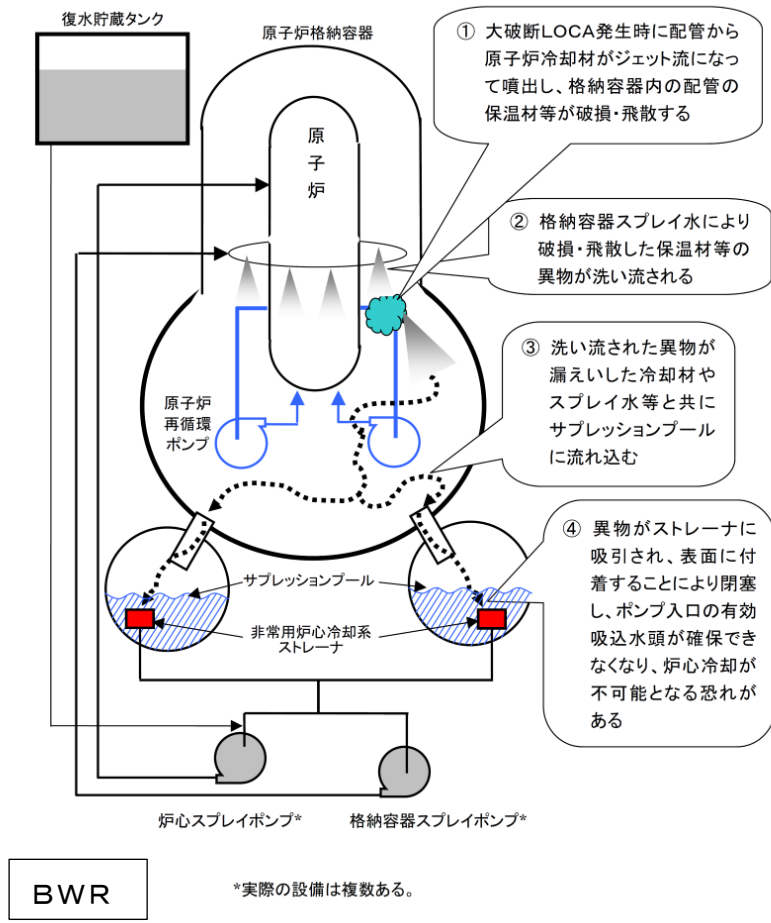


図1 BWR及びPWRプラントにおけるストレーナ閉塞事象

(日本原子力発電株式会社, 「非常用炉心冷却システムストレーナ閉塞事象に関する報告について」, 平成17年10月17日より抜粋)

## これまでの技術情報検討会の報告概要

### 1. 日本における重大事故時における再循環運転に係る検討状況

重大事故対策の有効性評価では、炉心損傷に至らない重大事故の場合は海水注入に期待しておらず、また、炉心損傷に至る重大事故の場合は、ストレーナを介した再循環運転には期待していない。しかしながら、PWR 事業者は今後の知見拡充の観点から、「海水注入時の再循環運転」及び「炉心損傷時の再循環運転」についての検討を行っている。技術情報検討会において、重大事故環境下に係る検討状況について、以下のとおり報告した。

#### ○第 26 回技術情報検討会（平成 29 年 4 月 10 日）

海水注入時の再循環運転においては、海水注入による腐食等による生成物（錆などの粒子デブリと想定）が発生する可能性はあるものの、酸化物は比重が大きく、再循環プール内で沈殿すると考え、ストレーナの圧損に著しく寄与するとは考えがたい。また、ストレーナの構成材料であるステンレス鋼 SUS304 の場合、海水環境における腐食速度は遅く、粒子状異物発生量は少ないと考えられることから、PWR 事業者は、重大事故対策有効性評価では期待していない海水注入した場合でもストレーナを介した再循環による注水が炉心損傷時においても有効に機能し得るとしている。

#### ○第 28 回技術情報検討会（平成 29 年 10 月 25 日）

炉心損傷時の再循環運転においては、格納容器下部に溜まった水中に炉心溶融物成分（FP）が移行し、格納容器内温度低下において析出する量、FP 析出や海水腐食性生物を考慮した格納容器スプレイポンプの圧損及び想定した重大事故シナリオ（加圧破損）で機能不能となる格納容器スプレイポンプを復旧するための格納容器スプレイポンプ室の線量について検討し、炉心損傷時においても再循環運転が有効に機能することを示した。

### 2. ストレーナを通過したデブリによる下流側影響

#### ○第 42 回技術情報検討会（令和 2 年 8 月 19 日）

ストレーナを通過したデブリが炉心に与える影響に関する米国の対応状況及びこれを踏まえた国内の対応について報告した。

## 欧州、米国及び日本におけるストレーナ閉塞事象への対応状況

### 1. 欧州での事例と対応状況

1992年7月28日、スウェーデンのバーセベック原子力発電所2号機（BWR、615MWe）で発生した、配管断熱材（保温材）の落下<sup>18</sup>によるサプレッション・プールのストレーナ閉塞によって、同ストレーナが予想より遙かに短時間で閉塞したことなどの安全上の問題が判明した。また、上記事象はLOCA時においても同様に、保温材のデブリによりストレーナ閉塞が起こりうるとして、各国で検討する契機となった。

その結果、同プラントと同様の設計の他のBWRの4プラント<sup>19</sup>が、スウェーデン原子力発電検査庁<sup>20</sup>から、改善措置を実施するまでプラント停止の指示を受けた。各プラントは対策案を提出したが、共通する内容として、ストレーナろ過面積の大幅な増加、配管断熱材の材質変更等が挙げられた。スウェーデンのPWR<sup>21</sup>については、その後、約3年かけて解析・実験が実施された。その結果、設計上不十分な点が明らかになり、1995年夏にリングハルス原子力発電所2号機で改善措置が実施された。また、ドイツ及びフランスにおいても、小さい網目粗さのストレーナや大きな面積のストレーナへの変更がなされた。

### 2. 米国での事例と対応状況

米国NRCは、1992年の米ペリー発電所及びスウェーデンのバーセベック発電所でのトラブルを踏まえて、BWR認可取得者に対応を求めた<sup>22</sup>。その後、BWR認可取得者が大容量受動式ストレーナ設置等の措置を取ることで、BWRでのストレーナ閉塞問題は、2001年に一旦終結した。

NRCは、PWRについて1996年に検討を開始<sup>23</sup>し、2004年に文書を発行した<sup>24</sup>。

<sup>18</sup> 逃がし安全弁が誤って開いたことによる蒸気で保温材が落下。

<sup>19</sup> バーセベック原子力発電所1号機（615MWe）、オスカーシャム原子力発電所1及び2号機（それぞれ487MWe、630MWe）及びリングハルス原子力発電所1号機（910MWe）

<sup>20</sup> SKI：1992年当時の原子力規制機関、現在の放射線安全庁（SSM）の前身

<sup>21</sup> リングハルス原子力発電所2～4号機（それぞれ900MWe1, 117MWe、1, 171MWe）

<sup>22</sup> BL93-02, Supplement 1, “Debris Plugging of Emergency Core Cooling Suction Strainers、BL95-02, “Unexpected Glogging of a Residual Heat Removal (RHR) Pump Strainer While Operating in Suppression Pool Cooling Mode”、BL96-03, “Potential Plugging of Emergency Core Cooling System Suction Strainers by Debris in BWRs “

<sup>23</sup> Generic Safety Issue (GSI)-191, “Assessment of Debris Accumulation on PWR Sump Performance”

<sup>24</sup> GL2004-02, “Potential Impact of Debris Blockage on Emergency Recirculation during

これを受けて、全PWR認可取得者はストレーナ面積を増加させ、ストレーナ閉塞のリスクを減少させた。また、一部の認可取得者は繊維質又は粒子状保温材の撤去、pH 調整剤の変更、デブリ捕獲装置の設置などの対策を実施した。

### 3. 日本の対応状況

2004年6月に、旧原子力安全・保安院は、電気事業者に対して保温材の実態調査やストレーナの有効性評価を行うよう指示するとともに、総合資源エネルギー調査会原子炉安全小委員会の下に設置した安全評価ワーキンググループにおいて、原子炉冷却材喪失時のストレーナの閉塞事象に関して審議・検討を行った。

その検討結果を踏まえ、2008年2月に、BWR及びPWRを対象とした内規<sup>25</sup>を制定した。

電気事業者は、工事計画手続きにおいて、上記内規に基づきストレーナの有効性評価を行い、必要に応じて保温材の取替えやストレーナの大型化などの対策を実施した。

---

Design Basis Accidents at Pressurized-Water Reactors”

<sup>25</sup> 平成20・02・12 原院5号 「非常用炉心冷却設備又は格納容器熱除去設備に係るろ過装置の性能評価等について（内規）」