

標準委員会 リスク専門部会 外的事象 PRA 分科会 地震 PRA 作業会
第 11 回地震 PRA 作業会 議事録

1. 日時：2018 年 2 月 26 日（月）13 時 30 分～17 時 20 分
2. 場所：原子力安全推進協会 13F B 会議室
3. 出席者（敬称略）：
 - 【出席委員】平野主査（電中研）、高田副主査（東大）、成宮幹事（原安進）、岩谷委員（中電 CTI）、蛭澤委員（電中研）、倉沢委員代理（中部電 尾之内委員代理）、黒岩委員（MHINS エンジ）、高橋委員（鹿島）、谷口委員（日立 GE）、堤委員（電中研）、豊嶋委員（NEL）、中島委員（電中研）、原口委員（MHI）、樋口委員（東芝 ESS）、平田委員（原安進）、前田委員代理（東電 HD 喜多委員代理）、村松委員（都市大）、吉田委員（大林組）【18 名】
 - 【欠席委員】内山委員（大成）、小倉委員（電中研）、中村委員（日大）、皆川委員（埼玉工大）、美原委員（鹿島）、山崎委員（原安進）
 - 【出席常時参加者】上甲（四電）、野田（原安進）、喜多（東電 HD）
 - 【欠席常時参加者】根岸（原電エンジ）
 - 【出席委員候補】佐々木委員候補（関電）、生野委員候補代理（関電 国政委員候補代理）、林委員候補（関電）、内山委員候補（CSAJ）
 - 【欠席委員候補】宇賀田委員候補（大成）、藪内委員候補（鹿島）
 - 【欠席常時参加者候補】桐本（電中研）
 - 【その他】中村レベル 2PRA 分科会幹事（電中研）
4. 配布資料
 - RK6WG1-11-1 第 10 回地震 PRA 作業会議事録（案）
 - RK6WG1-11-2 人事について
 - RK6WG1-11-3-1 停止時地震 PRA 検討チーム実施体制案
 - RK6WG1-11-3-2 地震ハザード評価サブタスクにおける検討課題と分担（案）
 - RK6WG1-11-3-3 建屋機器フラジリティ評価サブタスクにおける検討課題と分担（案）
 - RK6WG1-11-3-4 事故シーケンス評価サブタスクにおける検討課題と分担（案）
 - RK6WG1-11-4 地震レベル 2PRA 標準策定の進捗について
 - RK6WG1-11-5 地震 PRA 標準 2007/2015 附属書・解説 新旧項目比較表
 - RK6WG1-11-6 地震 PRA 作業会 検討スケジュール（案）
 - RK6WG1-11-参考 1 地震 PRA 作業会 委員・常時参加者名簿
 - RK6WG1-11-参考 2 地震 PRA 作業会 検討チーム メンバー構成
 - RK6WG1-11-参考 3 リスク専門部会 5 カ年計画案（2/16 リスク専門部会版）

5. 議事内容

議事に先立ち、平野主査より、定足数の確認が行われ、18名の出席により作業会が成立することが確認された。

5.1. 前回議事録の確認 (RK6WG1-11-1)

成宮幹事より、前回議事内容の確認が行われた。委員からのコメントはなく、議事録は承認された。

5.2. 人事について (RK6WG1-11-2)

成宮幹事より、6名の委員の新任（承認事項）、2名の委員の所属変更（報告事項）、2名の常時参加者登録（承認事項）及び2名の常時参加者の登録解除（報告事項）が紹介され、承認事項は全会一致で承認された。

委員の新任【承認事項】（6名）

佐々木 泰裕（関西電力株式会社）

宇賀田 健（大成建設株式会社）

藪内 耕一（鹿島建設株式会社）

国政 武史（関西電力株式会社）

内山 智曜（株式会社シー・エス・エー・ジャパン）

林 健太郎（関西電力株式会社）

委員の所属変更【報告事項】（2名）

岩谷 泰広（中部電力株式会社 → 株式会社中電シーティーアイ）

成宮 祥介（関西電力株式会社 → 一般社団法人原子力安全推進協会）

常時参加者の登録【承認事項】（2名）

桐本 順広（一般財団法人電力中央研究所）

倉沢 弘樹（中部電力株式会社）

常時参加者の登録解除【報告事項】（2名）

国政 武史（関西電力株式会社）

林 健太郎（関西電力株式会社）

5.3. 停止時地震 PRA 標準策定 (RK6WG1-11-3)

岩谷委員より、検討チームの実施体制案が以下のごとく説明された。

事前配布した実施体制案では各サブタスク間の技術的な調整の場として幹事会（統括者、全体レビューア、各サブタスクのリーダーで構成される幹事会）を設置していたが、現時点で事業者の作業会委員から統括者を選任して幹事会を設置するのが難しい状況等の理由から、実施体制案は作業会傘下に各サブタスクが直結する体制に見直している。見直しの実施体制案では、各サブタスクの技術的な内容の調整の場がないことから、準備会合を設けて作

業会前に各サブタスクの実施内容、調整事項を確認するようにしている。準備会合はあくまでも作業会前の各サブタスクの技術的な内容の調整を確認する場であることから、実施体制案の示し方としては実線ではなく一点鎖線で示している（実施体制の重層構造を回避する対応）。

続いて、各サブタスクリーダーより、各サブタスクでの検討課題案が説明された。

停止時地震 PRA 検討チームの実施体制案は一部修正があるものの概ね承認された。

各サブタスクの実施内容案、実施スケジュール案についてはドラフトを作成しているが各サブタスクの確認が十分にされていないため、各サブタスクで検討した上で次回の作業会以降で報告・審議することとした。

主な議論は以下のとおりである。

C:作業会としては当面停止時地震 PRA を対象として作業を進めていくが、フラジリティ又は事故シーケンスのサブタスクは個別の実施内容だけでなく、他のサブタスクの実施内容とも調整をはかりながら進めていく必要がある。

A:提案した実施体制案は各サブタスクの技術的な調整を議論する場を設けていないため、ご指摘の点は重要と考えている。ジャストアイデアだが、各サブタスクリーダー同士がメール等でやりとりをして密に情報共有して調整していくこととなると思う。事故シナリオの検討ではフラジリティと事故シーケンスで連携が必要ですし、事故シーケンスの定量化では地震ハザードと事故シーケンスの連携が必要となる。今後検討を進めていく過程で、横通しのための幹事会を設けるという案も考えられる。

C:当面はサブタスクで検討を進めてもらって、ある程度作業が進んだところで必要に応じて幹事会の設置を作業会に諮る流れになると考えている。

C:地震ハザード評価のサブタスクではスケジュール感が議論となった。サブタスクの議論では、サブタスクのメンバーを2, 3人で構成することを議論していたが、過去（出力時地震 PRA2015 の改定検討の際）はスケジュールに押されて人数を追加していった経験があった。停止時地震 PRA の作成の具体的なスケジュール感と、出力時地震 PRA の定例改定（性能規定化／階層化）との兼ね合いを示してほしい。

A:前回作業会でも議論したが、出力時地震 PRA の定例改定（2019年1月以降に検討開始の予定）をすることとなったら実施体制を新たに設置するか、又は本停止時地震 PRA 実施体制を見直し、拡充することとし、出力時地震 PRA 改定のためのメンバー補充は現時点ではしないこととする。

C:現在、NRC が地震 PRA で重点をおいて検討しているのは“基礎の浮き上がり”である。NRC が独自にプロジェクトを設定して研究を進めているため、当作業会でもウォッチしておいてすばやく対応できるようにする必要がある。

C:停止時地震 PRA の作成のスケジュールについて、2018年12月のリスク専門部会への中間報告は異議がなければ決定としたい。基本的には規定文案ができあがっている形で中間報告をしたい。附属書（参考）の内容等は中間報告に間に合わなくてもよく、リストと

その骨子だけを示せばよい。規定文案がないと、中間報告に満たない内容として差し戻される事例が見受けられるため、各サブタスクでしっかり対応してほしい。(→委員から異議なし。)

C:入力地震動のばらつきに相関を与える方法はいくつか実践されているが、地震ハザード評価の不確かさと脆弱性評価の不確かさの要因が重複している可能性がある。各不確かさの要因の重複を避けるための考え方は十分整理されていないと思われる。

A:出力時地震 PRA の 2015 年版では明記がないが、各不確かさの要因の重複についての知見は整理されていて国際会議等の論文が参考となる。地震ハザード評価では、このような知見を次回の出力時地震 PRA の定例改定で反映する方針である。また、停止時地震 PRA の作成では、原子炉が停止しており出力運転時と運転状態が異なるため、応答や耐力はもちろん、相関も出力運転時と停止時で大きく異なるはずである。私の感覚では出力運転時の相関の 5 割も使えないであろうと考えている。

C:まずは問題点の整理が重要となる。不確かさの設定の重複を避けるとしても方法は単純ではないため、現実的な不確かさの設定となるよう検討する必要がある。

C:出力時地震 PRA の定例改定を早く実施することで停止時地震 PRA の作成も書きやすくなるため、全体の進め方の中で検討してほしい。

C:停止時地震 PRA の地震ハザード評価の年超過確率の示し方としては、単純に 24/365 という比例関係の設定にはならない。

A:サブタスクの実施内容の検討の中では、地震ハザード評価の年超過確率の示し方は既に含まれている。“各サブタスクにおける検討課題と分担”の資料では、新たな課題、知見を記載している。

C:承知した。

Q:事故シーケンス評価のサブタスクの検討課題には、中長期検討の課題が 2 つある。中長期課題だが、ある程度検討して今回の停止時地震 PRA に取り入れるとの理解でよいか。

A:他のサブタスクとの取り合いが生じるころは中長期としているが、今回の停止時地震 PRA の作成でも検討を進める予定である。

C:出力時地震 PRA の定例改定で見直し・追加をしたい箇所は、“各サブタスクにおける検討課題と分担”の中で整理しておき、停止時地震 PRA の作成の中間報告となる 12 月頃に、出力時地震 PRA の定例改定の実施体制案を構築して検討すればよいと考えている。出力時地震 PRA の定例改定に係わる検討課題は、検討開始するまでキープするイメージとなる。

C:設置変更許可申請、安全性向上評価等、事業者の評価事例が公開されているものは、停止時地震 PRA の作成、出力時地震 PRA の定例改定に反映してもらいたい。特に NRA からコメント等議論になった点は是非とも検討対象としてほしい。

A:NRRC の共通研究、NRA から指摘を受けた階層型イベントツリーの詳細化（炉心損傷直結事象ではなく、現実的に事故シナリオを展開する）なども、可能な範囲で 12 月までに

検討していくこととなる。

C:停止時地震 PRA の作成では、地震時レベル 2PRA 標準、内的事象停止時レベル 1PRA 標準との調整も必要となるため、現時点の実施体制案の構成からは、まず成宮幹事を中心に停止時地震 PRA 標準に係る準備会合メンバーが、他の PRA 分科会の利害関係者とメール等でやり取りしながら調整、確認することとなる。(停止時地震 PRA の検討を進めながら実施体制案の見直しが必要となれば柔軟に対応することとなる。)

5.4. 地震レベル 2PRA 標準策定 (レベル 2PRA 分科会から報告) (RK6WG1-11-4)

レベル 2PRA 分科会幹事の中村氏より、地震時レベル 2PRA 標準策定の進捗について報告があり、地震 PRA 作業会へのフォアコメント内容が示された。作業会後にメールベースでコメントを受け付けることとなった。主な議論は以下のとおり。

Q:文書化について。ピアレビューの観点でとあるが、要求内容を細かくブレイクダウンする必要があるのか。

A:日本語の文書化は **Reporting** と取られがちだが **Documentation** と捉えて、逐一文書化することが後で役に立つものになる。

C:この問題はレベル 2 に限らない。安全性向上評価のレビューを見ていると、PRA 内容が専門家から見て分からないことを規制庁が指摘している。標準としても大きな問題を投げかけられていると感じる。

Q:標準構成について。ASME/ANS 標準は PART を設定しているが、JIS の観点とは合わないのか。

A:その通り。

C:JIS で要求しているのは、国際標準との整合が前提である。「部」は別冊扱いになるので、別冊では利便性が悪いため分科会としては通し番号を採用した。

Q:中身は変わらないと理解してよいか。

A:その通り。

C:格納容器の損傷モードやエージングを考えると、まず格納容器の構造上の分類が必要である。格納容器のクラックも、金属かコンクリートかでエージングもクラックも進展が全く異なる。初期クラックは設計基準地震動の 3, 4 倍の地震があっても進展しないという知見がある。建屋の損傷も格納容器とセットで考えなければいけない。対策孔まで含めるか含めないかも決めなければならない。いずれにしても分類が明確でない。

C:リレーチャタリングは米国に比べてフラジリティの中央値が大きく、あまり CDF に効かない。米国はいつも不思議がるが、耐力が違うというのが答え。ただし、日本でも弱い継電器などが全くないことはない。

C:余震について。極端に言えば巨大余震以外の余震は CDF には効かないだろう。ただし、説明上、余震の影響を考慮するのであれば検討が必要。余震の何を評価するのかを明確にするべき。

- C:ハザードは対象外とする前に、なぜ対象外とするかのイメージが必要。SSC への影響が支配的な周波数が特定されれば対応するハザードが必要になる。順番が逆。
- C:リレーチャタリングはフラジリティの箇条には記載していないかもしれないが、低頻度でも格納容器バイパスになり環境への直接放出となる可能性があるため、箇条 5 か 8 に除外しないようにと記載した記憶がある。耐力は大きい影響の大きさを記載した。
- C:有接点と無接点の継電器で耐力は異なる。米国に聞く前にまずはレベル 1 の標準を見てほしい。附属書参考には感度解析の評価例もある。
- C:2014 の Trial Use は、まだ事業者から適用した事例は聞いていない。国内の標準で仕様規定を作ることになるのであれば、相当書き込んでいなければならない。
- C:「地震 PRA 作業会で検討する予定はあるか?」という質問があるが、停止時地震 PRA 作成で検討し出来ることは取り入れていく。一方、レベル 1 とレベル 2 の取り合いが生じるところがある。例えば、格納容器の主な損傷には地震と内圧起因があるが、後者はレベル 1 では対象としていない。このようにレベル 1/2 の取り合いを整理した方がよい。レベル 1 に何を期待するのか、レベル 2 としてどのような情報が欲しいのか。地震に起因する津波、火災、溢水を評価するときも、地震ハザード評価や地震に起因するフラジリティ評価は出力時地震 PRA の規定を適用するよう整理している。もちろん、出力時地震 PRA 標準作成以後の新知見を採用することは奨励される。
- C:レベル 1/2 のインターフェースで重要な点は、福島第一のように、温度や内圧による破損。格納容器は地震動には非常に強い。時間軸を整理したうえで、レベル 2 でカバーする範囲を明確にする。レベル 1 では範囲を明記している。
- C:建屋が破損したときのリークパスなどを考慮するのであれば、レベル 1/2 で一貫した評価が必要であるため、基本的にレベル 1 でやってレベル 2 に受け継ぐ、といった整理が必要。
- C:破損規模や破損位置についてはレベル 1 でも規定していない。レベル 2 から、どういうアウトプットが必要か示してほしい。
- C:建屋影響からの間接メカニズムは、レベル 1 でも考慮するよう要求している。具体例などは記載していない。
- C:今後のやりとりはどうか、スケジュールはどうか、も考えてほしい。
- A:レベル 2 標準は 5 月を目処に執筆しているので、そこまでにコメントがあれば頂きたい。
- A:承知した。
- C:比較的最近の余震の扱いについて昨日情報を共有したが、レベル 2 でも扱いはまだ議論をしておらず、情報自体をもう少し集めたいという印象を持っている。他に情報を持っている方がいたら共有してほしい。アクシデントマネジメント策の意志決定という点ではレベル 2 の情報が参考になる。
- C:巨大な余震発生の条件付確率は本震発生後の時間に大きく依存する。M8.6 以下の余震は影響が小さいとして 2015 年版は省略しているが、NRA が否定するのであれば至急取りか

かる必要がある。

C:停止時でも影響が大きい。ハザードのサブタスクで検討してほしい。

A:承知した。

C:スマトラ島沖地震の最大余震は、本震発生3年後に起こっている。

A:その通り。余震の定義が重要。2015年版で誘発地震や余震について記載している。

CDF/LERF への影響を考慮するのか、余震のシナリオを把握したいのか、その整理がまずあるべき。そうでないと、標準にあらゆる要求を記載することになる。

C:現状要求はあるが、仕様規定にするのであれば、最新の知見を入れて検討する必要がある。

C:核燃料サイクル実施基準のように、事前に再処理施設におけるシビアアクシデント事象を検討する特別研究委員会を設置して、その成果を実施基準に取り入れた例もあるが、現状では余震の問題は本作業会で扱うしかない。

C:アクシデントマネジメント策の意志決定についても、確率を定量的に評価することだけにこだわらず、余震によりどのような事故シナリオが発生するかに重点を置いた方がよい。

Q:SFPの規定はないのか。福島第一以降、注目されている。

A:マルチユニットリスクと同様に対象外としている。ただし、指摘のとおり無視することは出来ないで、情報を共有することとしている。

C:幹事間で調整し、コメント対象資料、箇所はコメント締め切り期日とともに、追ってメールで連絡する。

5.5. 地震 PRA 実施基準 2015 の英訳 (RK6WG1-11-5)

成宮幹事より、発行形態の検討状況、ネイティブチェックの手続き状況等に関して口頭で報告があった。

続いて林委員より、附属書の改定内容調査について依頼があった。作業用ファイルとともに改めてメールで依頼する。

5.6. 次回作業会の日程

成宮幹事より、次回作業会の日程調整があった。次回作業会は 2018 年 4 月 23 日 (月) 13:30~17:00 (予定)。

以 上