

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 9 回地震 PRA 作業会 議事録

1. 日時：2017 年 10 月 10 日（水）13 時 25 分～17 時 30 分

2. 場所：原子力安全推進協会 13F A 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（関電）、蛭澤委員（電中研）、尾之内委員（中部電）、谷口委員（日立 GE）、堤委員（電中研）、豊嶋委員（NEL）、原口委員（MHI）、樋口委員（東芝）、平田委員（原安進）、皆川委員（埼玉工大）、美原委員（鹿島）、村松委員（都市大）、吉田委員（大林組）【15 名】

【代理出席委員】茂木（喜多委員（東電）の代理）【1 名】

【委員候補】岩谷（中部電）、黒岩（MHI NS エンジ）、高橋（鹿島）、中島（電中研）【4 名】

【欠席委員】内山（大成建設）、小倉（電中研）、中村（日大）、山崎（JANSI）【4 名】

【出席常時参加者】林（関電）、野田（JANSI）【2 名】

4. 配布資料

RK6WG1-9-1 第 8 回地震 PRA 作業会議事録（案）

RK6WG1-9-2 人事について

RK6WG1-9-3-1 停止時地震 PRA 標準の新規制定について

RK6WG1-9-3-2 停止時地震 PRA 標準の検討項目と実施体制（案）

RK6WG1-9-4-1 地震 PRA 標準階層化/性能規定化サンプル作業の状況報告について

RK6WG1-9-4-2 地震 PRA 標準 2015/地震 PRA 標準階層化版/ASMEANS RA-Sb-2013 比較表

RK6WG1-9-5 地震 PRA 標準 2015 英訳 用語の統一案

RK6WG1-9-6 リスク専門部会 5 カ年計画更新案

RK6WG1-9-7 地震レベル 2PRA における論点

RK6WG1-9-8 2017 年 9 月 ASME/ANS JCNRM 参加報告

RK6WG1-9-9 地震 PRA 作業会 検討スケジュール（案）

5. 議事内容

議事に先立ち、平野主査より代理出席委員の承認がなされた。成宮幹事より、定足数の確認が行われ、16 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（RK6WG1-9-1）

成宮幹事より、「第 8 回地震 PRA 作業会議事録（案）（RK6WG1-9-1）」を用いて、「停止

時地震 PRA 標準策定趣意書案について (RK6WG1-8-3)」「地震 PRA 標準 2015 の英訳について (RK6WG1-8-4-1~3)」「階層化及び性能規定化の検討状況 (RK6WG1-8-5-1~5)」などについて前回議事内容の確認が行われ、事前に配布しており、特にコメントはなく、議事録は承認された。

## 5.2. 人事について (RK6WG1-9-2)

成宮幹事より、「人事について (RK6WG1-9-2)」を用いて、4名の新任委員候補及び常時参加者登録解除が紹介され、以下のとおり全会一致で承認された。

### 【新任委員並びに常時参加者登録解除】

岩谷 泰広 (中部電力株式会社)

黒岩 克也 (MH ニュークリアシステムズ<sup>®</sup>・ソリューションエンジニアリング<sup>®</sup>株式会社)

高橋 容之 (鹿島建設株式会社)

中島 正人 ((一社) 電力中央研究所)

## 5.3. 停止時地震 PRA 標準策定の趣意書案について (RK6WG1-9-3)

林常時参加者より、RK6WG1-9-参考 3-1~3 を用いて 8/4 第 8 回外的事象 PRA 分科会、8/30 第 43 回リスク専門部会において新規制定に向けて検討を開始することが承認され、8/30 の第 70 回標準委員会に報告されたことが紹介された。岩谷委員より「停止時地震 PRA 標準の新規制定について (案) (RK6WG1-9-3-1)」を用いて、上記委員会の意見も踏まえ停止時地震 PRA 標準を新規制定する方向でレベル 1PRA などの他の標準等の整合性に配慮して検討を進めたいこと、「停止時地震 PRA 標準の検討項目と実施体制 (RK6WG1-9-3-2)」を用いてソースターム、地震随件事象、プラント状態 (POS) など、プラント停止時の特性に着目した検討項目及び検討・作成・レビュー・支援する人員の提案を含めた実施体制の説明がなされ、審議を行い、候補に挙げられた方々に作業チームから協力を打診し進めることとなった。本件に関する主な議論は以下のとおりである。

- ・ タイトルを地震PRAとするか地震動PRAとするか、検討を進め最終的に判断したい。
- ・ 村松先生にレビュー・支援をお願いすることに賛成する。必要な人員等の体制は、新知見の量にもよるが標準の大枠を詰めた上でないと判断できないのではないかと判断された。  
⇒出力時地震PRA標準の新知見も調査する必要があると、現時点でもある程度の人員が必要と考えた。また、事故シーケンスに関する人員は検討・作成欄の人員で当面、実施できるが、地震ハザード評価及び建屋・機器フラジリティ評価に関する検討人員が不足している。
- ・ 停止時PRAの課題は、3つあると考えている。①POSの検討でいろいろなバリエーションがあり、点検作業を見据えた複数の構成管理を選定する必要があること、②余震や可搬設備の繋ぎこみ作業等を考慮したより高度化された人間信頼性解析が必要なこと、③ソースタームに関連したPOSの分類の検討が必要なこと、が挙げられる。これらの

技術支援者として桐本氏（人間信頼性関連）、構成管理では電力の方、また、柏崎刈羽原子力発電所は中越沖地震で停止時に地震を経験しており、東京電力の方が必要と考えられる。

⇒2020年からの新検査制度導入により順次PRAが活用・拡張されることとなっていることから、実情に即したPOS分類の検討に電力の人員は必要である。また、柏崎刈羽原子力発電所の経験を反映するため東京電力の方、さらにPWRとBWR両炉型への配慮も必要で喜多委員、関西電力の方に入っていただきたい。さらに、米国におけるHRAの高度化に精通したCSAJの内山氏、ソースタームに関連するレベル2分科会の情報にも精通された小倉委員に技術サポートしてもらおうのがよいと考えている。

- ・ フラジリティ評価関連では建屋よりも機器の検討が中心となる。プラントメーカーからの参加がよいが、現状のメンバーは原口委員（MHI）と樋口委員（東芝）だけなので、日立GEからの参加があるとよい。
- ・ “1 適用範囲”の記載では、①一般事項は燃料損傷に対して支配的な事故シナリオを想定した上で評価対象を設定することとし、現状記載の“・ソースタームまでを視野に入れて行う。”“・供用期間中のプラントの定検時を対象にする。”は順序を逆転させること。また、使用済み燃料プール内燃料とその建屋の損傷の扱いは検討するが、地震起因溢水、地震随件事象はスコープ外であることを記載すること。
- ・ “6 プラント状態（POS）の分類”の記載では、停止時は補修や改修作業が想定されるが、プラント毎に多様であることから留意事項を記載することとし、基本は標準的な構成管理を対象として規定すること。
- ・ “7 事故シナリオの概括的分析”の記載では、停止時には格納容器のふたが仮置きされ地震で飛ぶ可能性があり、また可搬設備についても飛ぶことが考えられ現場操作を行う作業員、緩和操作員の負傷等のリスクを人間信頼性解析で考慮すべきであり、シナリオ、スコープを明確にして標準を作成すること。
- ・ “8 地震ハザード評価”の記載では、伊方3号機のSSHACが新知見となる。また、地震ハザード評価については、“距離減衰式を用いた地震ハザード評価手法”、“震源断層モデルを用いた地震ハザード評価手法”などを規定することとなり、地震の再来周期を更新過程、非更新過程で評価するかにも留意すること。
- ・ “9 建屋・機器フラジリティ評価”の記載では、基礎浮き上がりが新知見となることに留意すること。
- ・ プラントの停止期間は運転時より短いですが、地震ハザードの評価期間を年平均としてよいか。安全目標は年単位で表されることから、運転時・停止時の評価結果の枠組み、停止時の評価結果の示し方を考えておく必要がある。

⇒停止期間は3ヶ月程度であり、この期間の地震ハザード評価を用いることが妥当であるが、運転時の地震ハザード評価は年超過確率であり、例えば3ヶ月間当たりの地震ハザード評価に換算して与えるやり方が考えられるが（例えば、3ヶ月の地震ハザード評

価＝年超過確率/12ヶ月×3ヶ月)、停止期間の地震ハザード評価の与え方について検討が必要と考えている。

- ・ 停止時ではプラント状態を時間、分単位で管理していることにも配慮が要る。
- ・ なお、事故時対応の有効性及び可能性を評価する際には作業員のリスクを考慮する必要があるが、作業員リスク評価はスコープ外とする。

#### 5.4. 階層化及び性能規定化の検討状況 (RK6WG1-9-4-1～2)

林常時参加者より、「地震 PRA 標準階層化/性能規定化サンプル作業の状況報告について (RK6WG1-9-4-1)」を用いて、現行標準規定の手順的構成を維持しつつ ASME/ANS PRAstandard の HLR、SR、等に該当する現行標準規定の記載を抽出、表現の手直しを行ったことが報告された。続いて林常時参加者、平田委員、高橋委員より、「地震 PRA 標準 2015/地震 PRA 標準階層化版/ASMEANS RA-Sb-2013 比較表 (RK6WG1-9-4-2)」を用いて現行標準規定、ASME/ANS PRAstandard と比較しつつ階層化版標準規定の記載内容が説明され、10/23 までにコメントを貰うこととした。本件に関する主な議論は以下のとおりである。

- ・ 現行標準は2011東北太平洋沖地震の知見を入れることが重要事項であったため、これに配慮した構成となっている。階層化により見直すことは良いが、M9の地震発生による余震の評価でフラジリティが変わることや断層モデルによる地震動評価、基礎浮き上がり解析の進展の知見は重要である。
- ・ 断層モデルによる地震動ハザード評価の審査実績は米国ダイアブロキャニオン原子力発電所にあり、標準で読めるようにしておく。
- ・ ASME/ANS PRAstandardを正とする必要はないが、そのHLR、SRは階層化標準と対応しているか。  
⇒おおむね対応していることを確認している。ASME/ANS PRAstandardと対応していても階層化標準では前段のHLR規定で読めるようにしている。
- ・ ASME/ANS PRAstandardでコアとなるHLR、SRは重要と考えるが、必ずしもこれにこだわる必要はない。また、検討チームで議論のあった作業フローは手順的に見えるがイタレーションも実施されることを考えると、拘束するものでなく、かえって実施項目の関連が明確になってよい。
- ・ ASME/ANS PRAstandardのSection 5-2に断層変位、地滑り、等の地震随伴事象も必要に応じて評価するように記載されているが、表だけでなく本文も比較した方がよい。  
⇒今回の作業では地震動ハザード評価に限定したため対象外としたが、比較表にすることを検討したい。

#### 5.5. 地震 PRA 実施基準 2015 の英訳 (RK6WG1-9-5、RK6WG1-9-9)

林常時参加者より、「地震 PRA 標準 2015 英訳 用語の統一案 (RK6WG1-9-5)」「地震 PRA 作業会 検討スケジュール (案) RK6WG1-9-9)」を用いて前回作業会以降のこ

ントを踏まえた用語の統一案、今年度末に英訳完成を目標に作業する提案が説明され、全体を林常時参加者、ハザードに関するところは堤委員を中心に作業することとなった。本件に関する主な議論は以下のとおり。

- ・ nuclear fuel、nuclear fuel damage はこれ以外にないと思うので、基本的にこの訳を用いることとした上で、文脈に応じて変えてもよいこととする。
- ・ sever fuel damage も許容するが基本的には nuclear fuel damage と使う。
- ・ earthquake ground motion は ISO から採用しているが ASME PRA Standard では seismic ground motion としており ASME に統一してはどうか。  
⇒ 採承、ただし、地震活動では earthquake、seismic の使い分けは必要。

#### 5.6. リスク専門部会 5 ヶ年計画の更新について

成宮幹事より、「リスク専門部会標準策定 5 ヶ年計画 (RK6WG1-9-6)」を用いて、各標準の策定工程を見据えて本作業会も活動していくことが説明され、提案された工程で承認された。本件に関する主な議論は以下のとおり。

- ・ 川内原子力発電所の SAR を念頭に項目ごとにアップデートしてゆく方向で、SSHAC の具体的進展、断層モデルの地震動評価、不確実さ ( $\beta_r$ 、 $\beta_u$  分離) の評価の知見、非線形解析評価、建屋と基礎の浮き上がり解析、レベル 2PRA に対応した配管のフラジリティ評価、などを取り込むべき。
- ・ 性能規定化の方向を念頭に置く必要がある。

#### 5.7. 地震レベル 2PRA 標準の検討状況

美原委員より、「地震レベル 2PRA における論点 (RK6WG1-9-7)」を用いて地震レベル 2PRA 標準策定に向けた検討状況と現状の論点が説明された。また、リスク専門部会への本報告は当初 2018 年 2 月から 2018 年 8 月としたいことが説明された。追加のコメントは美原委員に連絡し、具体的検討はドラフト案が出来た段階で議論を進めることとした。本件に関する主な議論は以下のとおり。

- ・ 格納容器は鋼製と RC 造とで扱いが違い、初期クラックが本震、地震でどのように進展するかは李・他の論文がある。同論文は破壊力学に基づき高圧力下でも評価できるので参照するとよい。
- ・ 余震の影響は無視できず、人間信頼性を含めた感度解析等で評価すべきでないか。  
⇒ BWR では人的過誤のストレスファクターを 5 とし評価している。事故シナリオ、設備の損傷頻度に着目し何を感度解析していくかなどが課題である。
- ・ 余震のハザードで余震が何回来るか、1 日 2 日のモデルが必要となり難しいと考えたが定性的な評価は考慮している。  
⇒ 月単位のモデルは策定しているのである程度評価できる。

#### 5.8. JCNRM の開催結果報告 (RK6WG1-9-8)

林常時参加者より「2017年9月 ASME/ANS JCNRM 参加報告 (RK6WG1-9-8)」を用いて日本の標準階層化の動向・要望を伝えた際の議論や ASMEPRASstandard の改定状況のうち地震 PRA に関する部分の報告がなされた。

#### 5.9. 次回作業会日程の確認他

成宮幹事より、次回作業会の日程を調整し、12月18日午後を実施することとした。

#### 5.10. 倫理教育

成宮幹事より、原子力学会の倫理規定等の講習がなされた。

以 上