

日本地震工学会 原子力発電所の地震安全の基本原則に関わる研究委員会
第7回委員会 議事録（案）

1. 日 時：2018年3月20日（火）13：30～17：00
2. 場 所：田町スクエアビル J会議室
3. 出席者：高田委員長（東大）、成宮副委員長（原安進）、高田幹事・WG1主査（JAEA）、藤本幹事・WG2主査（神大）、糸井幹事・WG3主査（東大）、林幹事（関電）、伊神幹事（三菱）、神谷幹事（原電）、樋口幹事（東芝 ESS）、山田幹事（電中研）、安中委員（東電設計）、飯田委員（東北電）、井上委員（CTC）、内山委員（大成）、小林委員（電発）、酒井委員（電中研）、佐々木委員（関電）、白井委員（関電）、鈴木委員（中部電）、田中委員（鉄道総研）、田村委員（中国電）、坪田委員（構造計画）、中村委員（防災科研）、中村委員（阪大）、野元委員（関電）、前原委員（関電）
(計 26 名)
4. 資 料：7-1 第6回委員会議事録（案）
 - 7-2-1 企画グループ第17回打合せ議事概要
 - 7-2-2 地震安全基本原則の今後の進め方について（案）
 - 7-3-1 原子力発電所の地震安全の基本原則（180320版）
 - 7-3-2 「用語の定義」の検討フレームワーク、用語の定義リスト（案）
 - 7-3-3 地震安全基本原則 171221版へのコメント対応表
 - 7-4 WG2 検討状況資料（耐震設計体系概要、深層防護の考え方、耐震安全性評価法の考え方、地震ハザードを考慮した耐震設計体系、耐震設計手法の適用事例、耐震設計体系まとめ）
 - 7-5 WG3 検討状況資料（地震ハザード評価の体系）
 - 7-6 活動予定
 - 7-7 第15回日本地震工学シンポジウム（15JEES）におけるオーガナイズドセッションの募集
 - 7-参考1 委員名簿
 - 7-参考2 第7回幹事会兼第18回企画グループ議事録（案）

5. 議事概要：

(1) 人事について

新たな委員として、佐々木氏（関電）、蔵増氏（中国電）の就任について審議され、承認された。

(2) 議事録確認等

- ・資料 7-1 に基づき、林幹事から前回委員会議事録（案）の説明があり、特にコメント等はなく、原案どおり承認された。
- ・資料 7-2-1 に基づき山田幹事から、資料 7-参考-2 に基づき樋口幹事から、企画グループ及び

幹事会での議論の状況について報告があった。

(3) 委員会の今後の進め方について

高田委員長および高田幹事から、資料 7-2-2 に基づき本委員会の今後の活動について、期間を 1 年間延長すること、原子力学会側との議論も踏まえた検討体制の見直しについて説明があり、特に異議はなく、了承された。

進め方等の詳細については、引き続き詰めていくこととした。

なお、委員会の期間延長等に伴い、委員の継続については、各委員に対してあらためて確認を行うこととする。

(4) 各 WG での検討状況について

① WG1

資料 7-3-1～7-3-3 に基づき、高田 WG1 主査から、基本原則、用語の定義等の検討状況について説明があった。主に以下の議論があり、引き続き検討していくこととした。

C：資料 7-3-3 の 1 頁のコメント No.4 について、「地震」と「地震ハザード」という用語の使い分けに関しては、PRA では、地震起因の火災や溢水はフラジリティ側で扱っている。一方、火災 PRA では、火災は「ハザード」としている。

A：地震動と、断層変位や斜面崩壊などのいわゆる地震随件事象は、丁寧に書いていく必要がある。ご指摘の観点からは、「地震ハザード」は使わない方がよいのかも知れない。

C：地震を起因として、建屋に発生する応力は地震ハザードとなるので、地震による「作用」として考えると、かなりのものが「ハザード」として入ってくるのではないかと。ここで地震による「作用」を定義するかによる。

C：幅広いものがハザードとなってしまうので、「地震」と「地震ハザード」を両方使うことに無理があるのかも知れない。

A：「ハザード」は元来「危険源」であるが、危険源側として扱うか、壊れる側まで含めて扱うか、整理していく必要がある。PRA を専門としている人と、一般の人との捉え方も異なるので、その点も考慮していくことも必要。

C：資料 7-3-3 の 2 頁のコメント No.11 について、この修正案だと、前文にある「統合的に判断」には、後文にある「良好事例、経済的事項、社会的事項」は含まれていないように読めるので、不整合だと考える。この後文にあることがまさに RIDM の要素となる。

A：ご指摘のとおりで、誤解のないように、後文にある要素を前文に移行するなどして修文する。

C：原則案の目次でいうと 5.3.1 で「決定論的評価」、5.3.2 で「確率論的評価」というかたちで出てきているが、そのように区別している意味合いはよく吟味する必要があるのではないかと。

A：根本的に異なる評価手法ということではなく、評価に際しての拘束条件をどうしておくかに違いがあるという整理ができる。

Q：米国の FLEX のような対応についても扱っているか？また、防災についてもしっかり検

討して欲しい。

A：FLEXはサイト内の対応となるので、プラント側の要求性能の中で扱っている。防災についても対象として扱い、原則案の4.2.3や6に記載して議論を進めている。

Q：深層防護について、WG2の検討では、レベル1～レベル5のように数字の名称も与えているが、原則案では「次に…」というような記載としている。合わせていく必要はないか。

A：原則として記載していくところと、実務への適用のところでは、記載の仕方が異なることはあり得ると考える。考え方として整合しているかのチェックはしていく必要はあるが、すべからず数字を与えた名称が必要ということではないと考える。

② WG2

資料7-4に基づき、藤本WG2主査から、地震ハザードを考慮した設計体系等の検討状況について説明があった。主に以下の議論があり、引き続き検討していくこととした。

Q：付表2-2-1や付図2-4-2に関して、提案している設計体系では、レベル3に対してもフラジリティとして評価するということか。

A：基本的にそう考えている。相関性の課題など、検討・検証を進めていくことは必要。

Q：規制で見られるようなSsの α 倍で設備の耐震安全性を見ていくようなアプローチは安全性検討用地震動（設備単体の設計）に入るのか、入らないのか。

A：付図2-4-2に含まれていると個人的には理解している。

A：安全性検討用地震は1つで設備単体の「要求性能に応じた許容値」を個別に設定するという考え方もできる。その上で、そのように与えた設計上の余裕を、システム評価の中で見ていく。

Q：決定論的な評価でSA設備も守らないといけないという要請がある中で、設備の数で対応するか、分散配置で勝負するしかないのが現状。それに対して、フラジリティ評価を取り込んでいきたいと思いますという提案か。

A：その趣旨であり、対応策としては、多重性や位置分散も含めた多様性が重要となる。

C：システム目標をどのように設定するかにもよる。FVシステムだけの目標を設定するか、他のベント方策も合わせての目標とするかによって変わってくる。

C：付図2-3-2で、どこまでを評価するとするとフラジリティカーブが右に移るとできるのかの共通理解が必要ではないか。

C：フローとしては、設計に用いる地震動や許容値の設定にも立ち返ることができるフローとしている。

C：システム設計・評価において、安全性検討用地震を超えた領域も含めて、システムとしての要求を満たしているかをPRA的に見ていこうとしているところがポイント。

Q：安全性検討用地震の決め方はどうするのか。

A：例えば、目標との関連で、超過頻度を基に決めていくことになる。

C：そうであれば、従来からの考え方と何も変わっていない気がする。

A：システムトータルで見ようとしている。要求を満たしているかどうか、設備の組合せや

システムの最適化で要求を満たしていく。

- C：付録 2-3 の付図 2-3-1 で「今回提案の考え方」としているが、従来から設計者はこういうことを考えてやってきている。決定論でも、「今回提案の考え方」を基に、それを決定論に落とし込んで設計活動をしている。
- C：ご指摘の点は、許容値の決め方ということではそのとおりだと思う。ただ、今は、決めたあとの話をしようとしているので、議論がかみ合っていないと思う。
- C：普通に、PRA をやりましょう、と言えればいいだけのことではないか。
- Q：例えば、安全性検討用地震に対して S クラスの設備がもたない場合でも、システム設計・評価の方で要求を満足できればよしとするということか。
- A：基本的にはそれでよいと考えている。
- Q：レベル 3 までは設計の範囲ではないのか。
- C：すべての設備がそれでよいかは、棲み分けはいるのではないか。設計の線引きは、設計の運用として議論もあるだろう。
- C：耐震のクラス分類も、要求に応じてあらためて見直すことができるフローとなっている。
- C：ここまでの議論を踏まえると、付図 2.4.1 の現行の体系の書き方がよくないのではないか。現行で、PRA をやって安全性向上対策の実施までのやっていないのなら、右側を書くのはおかしいのではないか。
- C：PRA がすべてではなく、設計者がシンプルに活動できることも必要である。
- C：設計はボトムアップ、PRA トップダウンのアプローチとも言える。そのような観点での書き方の工夫も要るのではないか。
- C：適用事例の検討が、設備単体に近い形でとどまっているので、そこをシステムまで広げて考えた場合どうかという検討が必要ではないか。
- A：WG2 での検討を中心に、2 年間でようやくここまで辿り着いたということ。
- C：設備単体の設計で要求を満足できなくても、システムとしての要求を満足できればよいというのがポイントである。
- C：例えば、消防ポンプ単体を見たら設計では全然だめだが、システム全体の中に取り込んだら有効に機能できる評価ができるということ。
- C：これまで時間を掛けてここまで積み上げていただいた。本日の議論も含めて、更にブラッシュアップ、きっちりとした整理をしたい。

③ WG3

資料 7-5 に基づき、糸井 WG3 主査から、地震ハザード評価の体系等の検討状況について説明があった。主に以下の議論があり、引き続き検討していくこととした。

- C：これまでに指摘のあった震源を特定せずの扱いについても、設計用地震を決めていく際に含めて見ていく考え方としている。
- C：従来は地震動作成側が設計用の地震動を作って、ハザードカーブは不要だったのだが、プラントの性能をベースに、どのレベルの地震動に対して設計していくのかというアプ

ローチになると、地震動作成側はハザードカーブを作り、この議論はむしろ WG1 や WG2 のスコープとなるという理解でよいか。

C：米国では年超過確率 10^{-5} レベルの地震動に対してというのがあある。

C：ハザードカーブを作って、あるレベルを決めてそれに対して設計しましょうとなると、いわば確率論的な仕様規程となってしまう。ある範囲の年超過確率の範囲に入る地震動に対して個別設備の設計する、それは技術者が決めるというアプローチではないか。また、地震動作成側としては地震ハザード評価に用いたデータに関する情報も提供する必要があるのではと考えている。

C：WG3 には、プラントの性能確保という枠組みの中で、どのような地震動の決め方があるのかを検討することを期待している。例えば、供用性に対してはこういう決め方があるという提案である。WG1、WG2 とも議論して欲しい。

C：ハザード評価のやり方だけを検討すればよいのかも論点である。例えば、SSHAC でいいのかということ。決めていく手順はあるが、決め方がない。SSHAC の結果から、どう決めていくかということ。

C：安全性検討用の地震は論理的に決めることができるだろうが、むしろ供用性の方が難しい。そこはまさに個々の事業者の判断として、経済性や社会性などの様々な考慮事項が入ってくる。

C：その点はそのとおりで、だからこそ、そこも含めて記述することを検討したい。

C：供用性に関しての目標を考えようとすると、当該事業者の他電源や他事業者の電源の活用の考慮、立地地点と消費地との関係の考慮など複雑な要素が多い。供用性を強調し過ぎることには違和感がある。

C：供用性の概念は、安全上重要ではない発電所内の施設の耐震設計を行う際に必要となる。

C：現在の枠組みにおける Sd 地震動の意味をどう捉えるのかという問題意識もある。これまでもそのような指摘があり、踏まえて議論を積み重ねてきた。引き続き、議論を積み重ねていくことが必要。

(5) その他

- ・来年度の活動として、これまでと同様に、本委員会の検討状況を学会等で紹介し、対外的な意見交換を進めていく。その一環として、本年 12 月 6 日～8 日開催予定の第 15 回日本地震工学シンポジウム（15JEES）のオーガナイズセッションに申し込むこととする。

6. 次 回：第 8 回委員会 2018 年 5 月 17 日（木）13:30～17:00（場所は別途連絡）

以上