

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5回委員会 議事録（案）

日 時：2017年7月14日（火）13：30～17：00

場 所：建築会館 301+302 会議室

出席者：31名（敬称略）

高田毅士（東大）、成宮（関電）、安中（東設）、飯田（東北）、伊神（三菱）、糸井（東大）、井上（CTC）、内山（大成）、梅木（電中研）、神谷（原電）、蔵増（中国）、楠（東大）、小林（電発）、酒井（電中研）、神保（東芝）、鈴木（中部電）、高橋（鹿島）、田中（鉄道総研）、中村いずみ（防災科研）、中村隆夫（阪大）、林（関電）、藤本（神大）、古屋（電大）、鈎（関西）、美原（鹿島）、山田（電中研）、渡辺（大成）、蛭澤（電中研）、亀田（電中研）、宮野（法大）、松岡（宇都宮大）

配布資料：

- 5-0 第5回委員会 議事次第
- 5-1 第4回委員会 議事録（案）
- 5-2-1 企画 G からの報告
- 5-2-2 原子力発電所の地震安全の基本原則（目次案）
- 5-3-1 地震安全基本原則 重要な用語及び1～4章（案）
- 5-3-2 地震安全基本原則 用語の定義リスト
- 5-4-1 原子力発電所の地震時の性能確保のため設計体系（案）
- 5-4-2 深層防護レベル「内の事象と地震」の場合について
- 5-4-3 深層防護を踏まえた耐震安全性及び地震安全評価について
- 5-5 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」の活動予定

（参考資料）

- 5-参考1 委員名簿
- 5-参考2 日本地震工学会「地震安全基本原則研究委員会」第5回幹事会議事録（案）
- 5-参考3 地震安全基本原則案 論点整理表
- 5-参考4 原子力発電所の地震安全の基本原則に関わる委員会 第4回資料（松岡先生（宇都宮大）：委員会内講演資料）

議 事：

1. 委員会議事録確認（資料 5-1）

高橋委員より、前回（第 4 回）委員会議事録（案）の説明があった。特にコメント等なく原案通り承認された。

2. 幹事会、企画 G からの報告

2.1. 幹事会議事録（資料 5-参考 2）

神谷幹事より、第 5 回幹事会議事録（案）の説明があった。高田委員長より「使用性」については「供用性」で統一する旨コメントがあった。また、蛭沢顧問より免震技術について、当該委員会で議論を深めた方が良いとのコメントがあった。

2.2. 企画 G からの報告（資料 5-2-1）

山田幹事より、企画 G 開催状況として、2017 年 3 月 7 日の親委員会以降の 4 回（第 8 回：4 月 25 日、第 9 回：5 月 24 日、第 10 回：6 月 15 日、第 11 回：7 月 7 日）の主な議論事項について説明があった。亀田顧問より企画 G の出席者を記載していただくよう要望があり修正することとした。関連して、宮野顧問より、委員会メンバー表（資料 5-参考 1）に「企画 G メンバー」を追記するようコメントがあり修正することとした。

2.3. 報告書目次案（資料 5-2-2）

林幹事より、報告書の目次案に基づき、各章の内容と繋がりなどについて説明があった。

- ・高田委員長より「基本原則は長文としない」、「議論した内容を報告書に追加しておきたい」、などまとめ方の基本的な姿勢について確認があった。

Q：6 章の取り扱いについて、実践は基本原則にあてはまるのか、細かいことを書くと基本原則にならないのでは。

A：指摘のとおり。6 章については流動性を持って対応できるようにしたい。

C：「実際どうするのか」、「どこまで書くか」という大きな骨子を示して欲しい。詳細については別途記載することが望ましい。

Q：詳細は、付録にまとめるのか

A：事例を入れることを考えている。付録の詳細についても今後の課題とする。

Q：例えば WG2 の内容は実践になるがどうするか。

A：付録という位置付けになるが内容的には非常に重要なものになる。

- ・表紙、地震工学会+原子力学会、両方の確認の中で報告書を刊行していくことを考えている。

C：土木学会原子力委員会の協力が得られるようであれば他の学会との協力体制、支援が得られているなど記載することを考える。役割を提案いただければ土木学会に持ち帰

って議論する。シンポジウムを一緒にやるなど積極的な支援をしたい。

- ・ 7章の緊急時対策、基本原則自体はどこに向けたものなのか、事業者がどうしたら良いのか、自治体への提言などになるのかなどの観点を検討すべき。また、「順番に避難」や「一時に避難」など段階的な避難まで書くと複雑になる。

A：事業者でなく学会がまとめているので学術的な観点でまとめることになる。

C：事業者向けでなく原子力安全に関わる規制、推進、自治体などの関係者に向けてもまとめる必要がある。「すべき」とは誰がすべきなのか明確にする。敷地内、敷地外など書き分けなければならない。

C：「こうあるべき」という学術の役割、海外への発信も含めて在り方を示す必要がある。シームレスにしないといけないのが3.11の教訓である。

C：「誰が」などしっかり踏み込んだ状態で書かなければならない。

3. 各WGの検討状況

3.1. WG1の検討状況（資料5-3-1、資料5-3-2）

林WG1幹事より、各章の原則案、「供用性」、「安全目標」などの重要な用語についての取り扱いについて説明があった。また、用語の定義リストについて構成内容など含め説明があった。名詞だけでなく動詞についても追加していく予定である旨説明があった。

C：供用性の書き方について注意が必要である。

C：原子力学会でまとめられているものとの整合性はどうか。供用性が地震安全の中でどう位置付けられているのかなど安全の考え方を位置付ける必要がある。目標値AとBを地震安全の中でどう定義するのかを考える必要がある。また、どう使っていくのかを議論する必要がある。地震安全の考え方については学術的な書き方が望ましい。

A：幹事会レベルでも踏み込み方については議論している。地震に対する安全性については、原子力学会SF1基本原則よりももう少し要求性能など含め踏み込んで書いた方が良い。

Q：安全目標を許容される中で位置付ける必要があるのではないか。

A：安全な施設を作っても発電してないのでは意味がない。安全を確保する施設ではない、安全は当然で供用性を無視して安全原則を作るのはおかしいという発想を持つべきである。

C：安全確保が重要で目標値Aがある。青天井ではなく許容される中で安全の考え方をしっかり示す。目標値Aが了解されなければ発電所は作れない。10⁻⁸レベルのリスクは世の中にない。

A：供用性と安全目標については、リスクレベルの小さいところを考えていく。火力よりも安価でなくても良いので原子力の安全性をしっかりと高める考え方が必要である。

C：供用性がないものはゼロリスクでなければならない。供用性があるからリスクをどこで収めるのか考えなければならない。

- C：脚注の言葉が足りないのもう一度検討する必要がある。
- C：原則の範囲はどうか。行動にどう移すのかを4章に入れると良い。現段階で、そのような主旨の内容は入っているのか、また、議論されているかを確認したい。
- C：SF1を受けつつ作っているイメージがある。安全文化についても良く考えなければならない。
- C：お題目だけになっては意味がない。地震安全の特徴とはなんなのかを考え、また、具体的に何をするのかをしっかりと記載する。現段階では、概念だけで使いものにならない。より具体的に地震安全に特化して示す必要がある。
- A：実際については事例で示していく
- C：行動に移さないといけない。4章の Appendix で良い文章で表現し、いい規範になって欲しい。

3.2. WG2の検討状況（資料5-4-1、資料5-4-2）

藤本 WG2 主査より、WG2 の活動状況について以下の説明があった。

- ・現在、設計体系（案）を検討している。設計フローを提出した。
 - ・許容応力体系による現状の設計体系と残余のリスクの評価の関連性がこれまでなかった。実務レベルでの安全原則の考え方を反映していくかを議論している。
 - ・資料5-4-2では、深層防護レベルとして、「内的事象と地震」の組み合わせについての考え方、特にレベル3～4での設計の考え方について議論をしている。
 - ・資料5-4-3では、深層防護を踏まえた耐震安全性、及び、地震安全評価について、多重性と多様性の考え方を設計に活かすことを検討している。具体的には、プラントシステムとしての安全設計、耐震設計の妥当性を確認するための安全評価を行う。システム目標としてリスク許容値を設定する。多重性と多様性でリスク許容値内に収めてくような設計フローを提案していく。Sdでは供用性検討用設計用地震動、Ssでは安全性検討用設計地震動として考える。
 - ・システム設計・評価はPRAで行う旨の提案について説明があった。なお、周辺地域の防災対応については今後の課題とする。
- C：多重性という言葉は消した方が良い。資料5-4-3にあるように式(1)は、地震の場合では成立しない。極論としては多様性のみにした方が良い。
- A：多重性と多様性の定義を明確にするべき。
- Q：検討の進め方として、機能を持たせるときに地震動が決まったときに先に進めるプロセスになっているが、WG3とWG2のまとまりが別の方向性になっていないか。
- C：フローにすると複雑になるので細かな注釈を加えていくようにする必要がある。
- A：WG2では地震動が決まった後の設計体系についての安全を考えている。
- C：従来、動的な機器と構造の設計の考え方の中でSdが定義された。Sdありきで議論すると矛盾する。供用性はどうあるべきかを考えるべきである。

- C: Ss や Sd の名称を変えた方が良い。
- A: 検討している Ss や Sd は、規制庁が扱っているものとは異なる。資料の※7にあるようにシステムとして考えると地震動に戻る。単体設計で地震動の見直しについて求められると現実には難しい。
- Q: 設計上では資料中の左表は可能であるが、右表は難しい。示されている表の内容は、現状でも行なっているプロセスではないか。フローを使って現実的な設計ができるのは難しく、評価を遡って設計に戻っていることはほとんどない。
- A: 代表的な機器については検討している。
- Q: 可搬型の位置付けについて、時間軸との関係を体系の中でどう活かしていくか。4層含めて設計体系に取り込んでいるのか。
- A: レベル4については可搬型を入れるとシステム全体として右表で確認する。
- C: レベル3までは設計を担保できる。評価として、可搬型を持ってくるとシステムの観点では良いが、設計に組み込むのはおかしい
- C: 既存炉で床免震、機器免震は有効であるので検討に入れて欲しい
- A: 免震でフラジリティを調整して安全を調整できる。
- C: 上下動に対する免震の有効性について議論をして欲しい。
- C: 設計要求とは機能を含む。システムとして評価しているのは現状と一緒である。
- C: リスク論でいくと CDF に寄与する機器は5~6個になるので手厚く強化するような考え方が重要である。耐震重要度との整合を測る必要がある。
- A: 機能として何が必要であるかが右表に示されている。
- C: 評価して残余のリスクを見ながらコストダウンも考慮していく必要がある。
- A: 実効的に何をするかを提案していく必要がある。
- C: 提案されている表に戻るラインを入れないと使えない。満足しすぎる時がある。条件を満足する時に戻る場合を入れ込む必要がある。そこが供用性になるのではないか。
- A: 全体のシステムとしてバランスをよく設計できるよう検討すべきである。安全余裕があるところは削っていく。入力ではなくて設計で考慮していく。
- C: 海外進出的には、余裕を削ったバランス良い設計に基づくプラント設計が重要である。
- C: 論理的安全性が担保しながら合理的な設計がなされる必要がある。
- Q: どういうシステム設計をしてリスク評価をしなければならないのかが最適設計につながるのではないか。
- A: そのような場合、安全設計を根本から見直さないとなくなる。
- C: 現在の安全システムの中で構造上アンバランスになっているところがいかに変更できるのかといった観点が必要である。
- C: リスク重要度と機能において、フローそのものを改善していくような検討が必要である。
- C: 検討する上では、 β_r が重要となる。

C：合理化、最適化の観点で検討を継続して欲しい。

3.3. WG3の検討状況

糸井 WG3 主査より、現状の検討事項について説明があった。

C：防災を考慮した重畳について議論を深めていく必要がある。

C：タスクごとに動いている印象。企画 G で各 WG 間の間を取り持って欲しい。

4. 話題提供（資料 5-参考 4）

日本学術会議における安全目標の考え方について、次の観点で松岡先生（宇都宮大学）より講演が行われた。

- ・ リスクの大きさは整合性を持って合理的な水準に達成されているのか
- ・ 日本学術会議における安全目標の検討経緯
- ・ 安全目標とリスクの考え方
- ・ 工学システムに関する規制・研究開発・設計製造・運営
- ・ 許容できるリスクのバランスの在り方（社会的に合意を得ることで安全目標が決まる）
- ・ 安全の定義（許容不可能なリスクがないこと）
- ・ 安全目標の対象となる事項
- ・ 避けることの可能なハザード
- ・ 安全目標の要件／タイプ
- ・ 基準値の提案
- ・ 受け入れ可能／不可能なリス
- ・ 安全基準の設定について
- ・ 経済的／社会的損失についての基準値
- ・ 工学システムに関する安全に関する役割分担

Q：今日は基準値の設定の話であったが、基準値 B は達成できるレベルではない。ALARP であることを示すには、コストベネフィット解析を行うのか。安全目標（基準値 B）を目指して努力を継続しなければならないということ。

Q：従来の安全目標と性能目標の流れ、そして、現在の流れがあるが、あまりこれまでの経緯にとらわれず検討しているのか。安全目標と工学システムの PRA が含まれているのか。

A：システム解析の信頼性がなければならない。不確かさの幅は議論中であり基本的な検討を積み重ねている段階で、まだ、詳細は詰めている。

C：原子力発電所は発電することが第一目標である。供用性と安全性二つの要求の考え方があるが、まずは基準値 A をクリアする必要がある。

Q：規制に関して何か活動されている中でメッセージはあるか。

A：基準値 A と規制とが関連している。

C：A 基準と B 基準の意味合いが同じように読める。最終的には社会の合意が必要である
C：規制では、高度化・機能化を常に反映することは難しい、規制が全てではない。

5. 今後の予定（資料 5-5）

林幹事から今後の活動予定について説明があった。秋の企画セッションに向けて原則案の一次案をまとめていくことを確認した。

6. 次回日程

次回以降の日程を以下のとおり確認した。

第 6 回 2017 年 12 月 21 日（木）13:30～17:00 於 建築会館

第 7 回 2018 年 3 月 20 日（火）13:30～17:00 於 建築会館

以上