

JASMiRT 第1回WS
設計基準を超える地震・津波等自然外
的ハザードに対する安全性
ワークショップサマリー

JASMiRT 代表
高田毅士(東京大学教授)

代表挨拶（東京大学・高田毅士）

- 本日のWSおよび本連絡会の重要性
 - 原子力の構造工学に特化した集団は他にはない
 - 福島事故は地震と津波が大きな原因。これから解決しなければならない重要な問題
 - SMiRTに関する活動を国内外で本格的に行っていく国内の集団

電中研挨拶（材料研・曾根田）

- JASMiRTの役割
 - SMiRTの日本招致を実現するための組織
 - 機関を超えたお互いに成長するという観点からの人材育成をするためのプラットフォーム
- 電中研としてもこれらの活動に貢献したい

JASMiRT及びSMiRT24ポストセミナー紹介（JASMiRT・安部）

- SMiRTの概要
 - 原子力の構造工学、耐震／計算を重ね合わせた点に特徴
- SMiRT27（2023年）の招致のために体系的・組織的な活動
- SMiRT24（2017年、韓国）のポストセミナーを日本で開催
 - 本日の国内WSと同じテーマ
 - 2017年8月28日－30日、東京大学
- 設立主旨
 - 長期的かつグローバルな基盤強化のためのコア組織
 - 将来的には、原子力各分野の連携組織へ
- 今後の活動内容、組織等

(1)設計基準を超える外的ハザード に対する考え方(東京大学・糸井)

- 課題と今後の対応
 - 個々の設備機器ごとの評価から、システムの観点からのプラント全体の評価とその機能の最適化
 - 「安全であることを目指す」PRA評価から「発電所の効果的な運用」のためのPRAへ
 - 設計情報ではなく、現実的評価に基づくPRAの開発・実施
 - 活用目的に応じた品質を確保する解析、そのための学協会ガイドライン
 - 津波・溢水(浸水)・火災等の地震随件事象PRA、そのための個々の現象の理解
- SMiRT24ポストセミナーで打ち出すべき内容
 - 設計基準を超える外的ハザードに対する対処も含めたシステムの観点からの安全の原理・原則
 - 様々な目的に応じた合理的な意思決定に資するPRA手法とそれを支える学協会のガイドラインを含めた産官学の協働
 - 地震随件事象の重畳を考慮した地震PRA手法

(2) 過酷事故に対するリスク評価の 考え方（東京大学・岡本）

- 課題と今後の対応
 - シビアアクシデント解析における境界条件の不確実さの低減、それによるレベル2PRA、レベル3PRAの高精度化
 - 設計状態の破損モードから、設計を超える状態における現実的な破損モード評価へ
 - 格納容器の健全性評価(安全であることを示す)から、効果的な安全性向上策を検討するための格納容器挙動評価へ
 - 再現解析としてのシビアアクシデント解析に加え、将来予測のための境界条件が不確実であることを踏まえた解析
 - 地震や隣接ユニット事象などと重畳した格納容器の挙動評価
 - オフサイトの緊急時対応(防災)への入力となるような格納容器の挙動評価
- SMiRT24ポストセミナーで打ち出すべき内容
 - 深層防護第4層(影響緩和)の信頼性を高めるための、限界状態の定量的把握
 - 深層防護第5層(防災)への入力の緩和と不確かさ低減

(3)福島事故を受けた規制基準 (JASMiRT・安部)

- 課題と今後の対応

- 各事業者が、現行の規制基準に対応して行く中で、このセッションで浮かんだ技術課題は、以下の2点である

- ① 断層変位の設備側への影響評価手法、
- ② 竜巻評価の地域依存性、

※①、②は、いずれも今後のデータ積み上げと手法の検証が待たれる段階。

- また、事故時の対応に関し、以下が注目された

- ③ 状況把握・指揮命令系統についての改善の試み

- SMiRT24ポストセミナーで打ち出すべき内容

- ①、②はSMiRT24 ポストセミナーでトピックとして提起し、各セミナーで継続してフォローすべき重要テーマである

(4)設計基準を超える外的ハザードに対する最新技術 -竜巻対策- (電中研・大鳥)

- 課題と今後の対応
 - 審査が先行するPWR電力と電中研提案の竜巻評価手法では、評価方法・評価結果が異なっている。
 - 地域性を考慮した確率論的津波評価を実施する。
- SMiRT24ポストセミナーで打ち出すべき内容
 - 竜巻飛来物に対する重要機器の損傷評価法及び評価法結果に基づく具体的な対策手法

(5) 設計基準を超える地震動へのリスク対策（中部電力・梅木）

- 課題と今後の対応
 - 免震・制振を採用することによって、地震応答が低減し、安全性が向上する
 - 福島第一、第二発電所の免震重要棟において、免震の有効性が証明されている
 - 免震・制振についても新たな要素技術の検討が進められている
 - 免震・制振を採用することによって、設計の多様性が得られる
 - 今後も免震・制振技術の信頼性向上に関わる継続的な研究開発が望まれる
- SMiRT24^oポストセミナーで打ち出すべき内容
 - 本日の発表を基本として、今後検討する

(6)地震動リスク評価(日本大学・中村)

- 課題と今後の対応
 - 地震動ハザード評価からフラジリティ評価へのつなぎの部分に関しては今後高度化する必要がある。
 - 機器・配管の非線形応答を考慮したフラジリティ評価法に関しては要素技術の開発に着手しはじめた段階である。
 - 斜面崩壊リスク評価法については、要素技術を統合した手法が構築され、今後高度化する必要がある。
 - SSHAC日本版の構築に関しては、専門家委員の構成手順を含めて、現在開発途上である。
- SMiRT24ポストセミナーで打ち出すべき内容
 - 国内における従来の地震PRA手法の課題と今後の展開

(7) 津波リスク評価 (鹿島・美原)

- 課題と今後の対応
 - 地震と津波の重畳を考慮したPRA手法は、まだ専門家間での合意が得られた段階であり、今後は実機への適用も含めて、成熟していく必要である。
 - 手法の合意形成にあたっては、規制側とのディスカッションも必要である。
 - 津波設計と津波PRAとのインターアクションが今後必要である。
- SMiRT24^oポストセミナーで打ち出すべき内容
 - 地震と津波の重畳を含めたマルチハザードのPRA手法の国際間議論

(8)設計基準を超える津波に対する リスク対策(東京大学・吉村)

- 課題と今後の対応
 - 余震との重畳、津波漂流物等より、多様な影響を考慮したより現実的な荷重設定の考え方
 - 屋内の安全設備(機器・電気設備等)の耐津波設計の構築
 - 津波PRAとも整合した(あるいは補完的な)設計法の開発
- SMiRT24ポストセミナーで打ち出すべき内容
 - 設計基準を超えた津波に対する設計の考え方等、将来の耐津波設計の方向性に関する議論

(9) 設計基準を超える荷重組合せ (JANSI・山崎)

- 課題と今後の対応
 - 重大事故対処施設の耐震設計の取組みが紹介され、SA荷重と地震荷重の組み合わせの考え方が紹介された。組み合わせた荷重に対して、SSCの機能維持評価を具体的にどうするかが今後の課題
 - 原子カプルの地震時クリフエッジ評価手法と回避技術について紹介された。発電所敷地全体の地震時挙動からクリフエッジを同定する具体的な方法論、そのうえで、個々の施設に必要な性能を議論する等、クリフエッジを回避する技術の具体化が課題
- SMiRT24ポストセミナーで打ち出すべき内容
 - ハザードの一つである地震について整理されているが、他のハザードとの組み合わせの考え方に対して適用を提案
 - 地震による重大事故発生時の具体的なシナリオと、クリフエッジを避けるために必要な対応に関する議論

まとめ

- 本日の第1回国内WS

- JASMiRTが、原子力分野の構造工学に関して、多様な情報交換、意見交換が可能な、原子力構造工学の議論を進めることができる重要な場としてゆく
 - 地震動、その随伴事象である津波・溢水(浸水)・火災、竜巻等様々なハザードに対する議論
 - 原子力安全・機械・建築・土木など様々な分野の専門家
 - 若手、ベテランも含めた様々な参加者

- 来年のSMiRT24ポストセミナー

- 本サマリーを踏まえて、具体的内容の検討を行う
- このような知見を海外に発信し、海外の専門家と議論する貴重な場とする