

原子力施設における建築物の耐震性能評価手法の現状と今後の展開

主旨説明

北山和宏¹⁾, 大河内靖雄²⁾

1)東京都立大学, 教授, 工学博士, (kitak@tmu.ac.jp)

Tokyo Metropolitan University, Professor, Doctor of Engineering

2)中部電力株式会社, 課長, 工学修士 (Ookouchi.Yasuo@chuden.co.jp)

Chubu Electric Power Company, Incorporated, Senior Manager of Civil & Architectural Engineering Department, Master of Engineering

1. 目的

2011年東北地方太平洋沖地震以降, 原子力施設における建築物(以下、原子力建築物)の耐震性能評価は広く社会の関心事となっている。原子力建築運営委員会では原子力建築物の耐震性能を解りやすく説明することの重要性を認識している。しかし, 余裕を含む耐震性能の評価手法はあるものの, それらの評価手法を解りやすく説明した解説書がないことが課題であった。そこで, 「原子力施設における建築物の耐震性能評価ガイドブック」(以下、ガイドブック)の作成に取り組んできた。

今回ガイドブックとしてとりまとめた耐震性能評価手法の現状を説明する。また, それらの手法に基づく評価結果を社会に対して説明する際に生じる諸課題および耐震性能評価の今後のあるべき姿について議論を行う。

2. パネルディスカッションの主旨

ガイドブックが対象とする原子力建築物とは, 原子力施設における建築物のうち耐震壁を主体とする鉄筋コンクリート造の建築物である。原子炉建屋など主要な原子力建築物は, 部材断面寸法が大きいことが特徴である。

過去に発生した地震では, 一部の原子力発電所において, 設計用の地震動を部分的に超える地震記録が観測された事例があるが, いずれの事例においても安全機能は保持されていたことが地震後の調査により明らかとなった。これは, 実際の原子力建築物は耐震性能以外の様々な安全性に対する要求などを考慮した構造設計を実施しており, 耐震設計上の余裕を保有している可能性があるためと考えられる。

これらの余裕も含めた原子力建築物の耐震性能を解りやすく説明するための耐震性能評価手法をとりまとめて解説書を作成したため, 内容について説明する。さらに, 原子力建築物における耐震性能評価手法の高度化の取組みについても説明し, 原子力施設の安全性について議論し, さらなる安全性の向上に向けた今後の取組みへの参考とさせていただくことが本パネルディスカッションの

意義である。

3. ガイドブックの内容

ガイドブックでは, 一般建築物および原子力建築物の耐震設計の規準類を参考にして耐震性能を定量的に評価する手法として4つの既往手法を取り上げて, 以下の内容でとりまとめている。

第1章 概要

1.1 目的

1.2 対象とする建築物

1.3 耐震性能を評価するための手法

1.4 耐震性能評価の限界値の考え方

1.5 本ガイドブックの構成

1.6 まとめ

付 1.1 原子力建築物の耐震設計の概要

付 1.2 原子力建築物に関する耐震設計基準類の変遷

第2章 耐震性能の評価手法

2.1 評価手法の概要

2.1.1 耐震性能の評価手順

2.1.2 評価手法の比較

2.1.3 応答値と限界値との比較による評価手法

2.1.4 保有耐震性能指標による評価手法

2.1.5 損傷確率による評価手法

2.1.6 フラジリティ曲線による評価手法

2.2 まとめ

付 2.1 各評価法の関係

付 2.2 確率論的地震リスク評価

第3章 地震動

3.1 地震動の選定

3.2 入力地震動の設定

3.3 まとめ

付 3.1 原子力発電所建築物の耐震設計で用いられる基準地震動

付 3.2 立地サイトや建築物で観測された地震動

付 3.3 一様ハザードスペクトルから策定する地震動
付 3.4 耐震性能評価用の地震動から建築物への入力
地震動を求める方法

第4章 構造解析

4.1 構造解析の方針

4.2 解析条件の設定

4.3 まとめ

付 4.1 応答評価の精度向上を目的とした検討事例

第5章 限界状態と限界値の設定

5.1 限界状態の設定

5.2 限界値の設定

5.3 まとめ

付 5.1 評価クライテリアに関する知見の整理

付 5.2 各種要求機能と許容限界

第6章 耐震性能の評価

6.1 応答値と限界値との比較による評価手法

6.2 保有耐震性能指標による評価手法

6.3 損傷確率による評価手法

6.4 フラジリティ曲線による評価手法

6.5 まとめ

付 6.1 耐震性能の評価例

4. パネルディスカッションの内容

具体的なパネルディスカッションの内容は次のとおりである。

(1) 主題解説

① 耐震性能評価ガイドブックの概要・構成

耐震性能評価ガイドブックの目的や耐震性能評価手法、限界値の設定等について概要を示す。併せて、原子力建築物の特徴についても説明する。

② 耐震性能評価手法

4つの耐震性能評価手法は、①評価方針の設定、②建築物解析評価、および③耐震性能評価の明示、の3ステップで実施することとしており、各ステップにおいて、各評価手法の比較等を行いながら、各評価手法の特徴を体系的に整理し説明する。

③ 耐震性能評価の事例

耐震性能評価手法をモデル建物に適用した場合の結果の提示方法や説明方法についての事例を示す。

④ 耐震性能評価技術の高度化のための取組みの紹介

安全性向上の一環としての耐震性能評価技術の高度化の取組みとして、近年実施している研究成果の概要を紹介する。

(2) 討論

上記の主題解説に加えて、一般建築物における耐震性

能評価の事例、および確率論的リスク評価（PRA）の活用事例などを提供する。これらの情報を交えながら、原子力建築物における耐震性能評価で特に考慮すべきことながらや、ガイドブックでとりまとめた耐震性能評価手法を用いて評価された耐震性能の余裕度をどのような形で利活用していけばよいか、また、耐震性能の評価結果を社会に対して説明する際に生じる諸課題などについて討論する。

5. まとめ

原子力施設においては、その安全性向上を目指して耐震性能評価技術の高度化に向けた取り組みが継続的に実施されている。その結果として当該施設の安全性をこれまで以上に分かりやすく精緻に説明できることが期待される。

今後もこのテーマの検討が継続して実施されることが重要である。また、原子力建築物の耐震安全性やその定量的な評価方法について、弛まなく議論および対話を重ねていくことが期待される。

6. おわりに

本会・原子力建築運営委員会において、「原子力施設における建築物の耐震性能評価ガイドブック」をとりまとめ、本年度中の発刊を予定している。今後も最新知見等の取り込みなど、ガイドブックの継続的な見直し検討を進める必要があるため、会員諸氏の忌憚のないご意見や提案をお願いする。