

3次元免震装置を適用したタンク型SFRの原子炉構造概念の検討 -大型原子炉構造の検討-

A Study on Structures of Reactor Vessel of Pool-type Sodium-cooled Fast Reactor
adopting Three-dimensional seismic isolation system

- A Study on Large-sized Reactor Structures -

*内田 昌人¹, 宮川 高行¹, 嶋田 廉², 鈴野 哲司²

¹日本原子力発電, ²三菱FBRシステムズ

大型化したタンク型ナトリウム冷却高速炉(SFR)の原子炉建屋に3次元免震装置を適用した場合の原子炉構造概念の耐震設計の見通しを明らかにした。

キーワード: タンク型ナトリウム冷却高速炉、3次元免震装置、大型原子炉構造、耐震設計

1. 緒言

これまでの検討^[1]において、電気出力60万kWe級のタンク型SFR(以下、「60万kWe級概念」という)の原子炉建屋に3次元免震装置を適用した場合における原子炉構造概念の耐震性が示された。一方、プラント大型化に伴い原子炉構造概念の耐震性が厳しくなることが予想される。そこで、本検討では、電気出力100万kWe級のタンク型SFR(以下、「100万kWe級概念」という)の原子炉構造概念について、耐震設計の見通しを明らかにした。

2. 100万kWe級概念

原子炉構造概念は、1次系ポンプ3基と中間熱交換器6基の容器内配置によって容器径を最小化している。原子炉建屋に適用する3次元免震装置は、水平/鉛直方向の免震要素として積層ゴム/皿ばねに各々オイルダンパを加えた構成で、1/2縮尺試験等による機能検証が進められている^[2]。3次元免震装置を適用した100万kWe級概念を図1に示す。

3. 大型原子炉構造の耐震性検討

検討に用いる床応答曲線は60万kWe級概念の解析評価にて代替し、簡易的に設計成立性を見通すこととした。原子炉構造の耐震設計のクライテリアは、容器円筒胴の座屈の防止、下部鏡部の過大な塑性変形の防止、炉心構成要素の跳び上がり防止とし、主要な構造(容器円筒胴及び下部鏡部、ストロングバック(炉心支持構造)等)の厚さ等を検討した。

100万kWe級概念の原子炉容器径は約19mと大きく、60万kWe級概念より剛性確保が必要となる。ストロングバックの厚さ等により剛性を確保することで、円筒胴と下部鏡の厚さを過大に増加させることなく耐震性を確保できる見通しを得た(表1)。

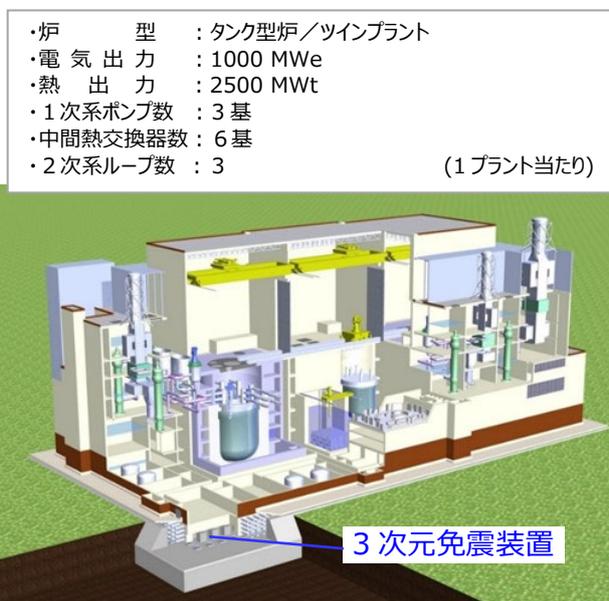


図1 3次元免震装置を適用した100万kWe級概念

表1 原子炉構造主要部位の剛性確保に必要な厚さ

| 部位 | 60万kWe級概念 容器径: 約16m | 100万kWe級概念 容器径: 約19m |
|---------------------------------|------------------------|-------------------------|
| 原子炉容器 ・円筒胴 ・下部鏡 | 50 mm程度* 120 mm程度 | 55 mm程度 120 mm程度 |
| ストロングバック ・半径/周方向ウェーブ、円筒胴、リブ等 | 40~60 mm程度 | 60~80 mm程度 |

※: 耐震評価上必要な厚さは35 mm程度であるが、熔融炉心による機械的エネルギーによる荷重対応により、円筒胴は50 mm程度としている。

<参考文献>

[1]内田ら,「3次元免震装置を適用したタンク型SFRの原子炉構造概念の検討」,日本原子力学会2021年秋の大会予稿集

[2]宮川他,「3次元免震装置の研究開発(その33)」,2021年日本建築学会大会梗概集

*Masato Uchita¹, Takayuki Miyagawa¹, Ren Shimada², Tetsuji Suzuno²

¹Japan Atomic Power Company, ²Mitsubishi FBR Systems Inc.