

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

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

*内田 昌人¹, 宮川 高行¹, 村上 久友², 鈴野 哲司², 山本 智彦³

¹日本原子力発電, ²三菱FBRシステムズ, ³日本原子力研究開発機構

タンク型ナトリウム冷却高速炉(SFR)の原子炉建屋に著者らが提案する3次元免震装置を適用した場合の原子炉構造概念を検討するとともに、水平免震装置の場合との比較によりその地震応答低減による原子炉構造の耐震裕度向上等の効果を明らかにした。

キーワード：タンク型ナトリウム冷却高速炉、原子炉構造、3次元免震装置、地震応答低減効果

1. 緒言

タンク型SFRの国内への適用を踏まえたプラント概念の検討を行っている^[1]。また、国内適用において重要となる耐震性に関して、その向上策の一つとして3次元免震装置の研究開発を行っている^[2]。

本検討では、3次元免震装置を原子炉建屋に適用した場合(3次元免震プラント)の原子炉構造について、地震応答解析による耐震検討を行うとともに、地震応答低減効果を明らかにするため、水平免震装置の場合(水平免震プラント)の原子炉構造と比較した。

2. 耐震検討

電気出力60万kWeのタンク型SFRの原子炉構造において、地震応答解析を行い、地震動に起因する原子炉容器円筒胴の座屈の防止と原子炉容器下部鏡部の過大な塑性変形の防止の観点から、原子炉容器剛性に係る主要な荷重伝達経路となる構造(容器支持構造物、ルーフスラブ、容器円筒胴及び下部鏡部、炉心支持構造物(ストロングバック))の形状・寸法等を検討した。なお、水平免震装置は積層ゴム、3次元免震装置はそれに鉛直方向の免震要素として皿ばねと上下オイルダンパを加えた構成としている。

3. タンク型SFRの原子炉構造概念

3次元免震プラントでは、水平免震プラントと比べ、鉛直方向の地震荷重が低減することから、原子炉容器の鉛直方向の剛性を緩和でき、原子炉構造の各板厚などを削減できた。また、原子炉容器の厚さ等、熔融炉心による機械的エネルギーによる荷重の観点から削減できない部位では耐震裕度向上の程度を確認した。3次元免震プラントでの原子炉構造概念を図1に、各部位の構造比較結果を表1に示す。

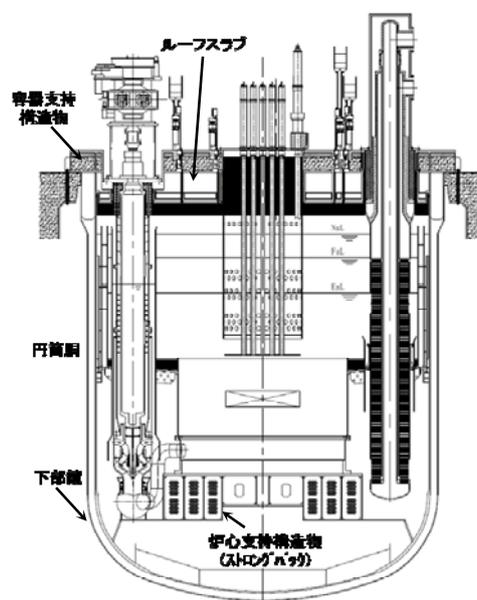


図1 3次元免震プラントの原子炉構造概念

表1 水平免震プラントと3次元免震プラントの構造比較結果

部位	水平免震プラント	3次元免震プラント
容器支持構造物	鋼製ボックス構造によるフランジ型の支持構造	ルーフスラブからの吊り下げ構造 (左記構造よりも容器全長を約1.5m削減)
ルーフスラブ	構成する鋼板の必要厚さ:50mm程度	構成する鋼板の必要厚さ:40mm程度
炉心支持構造物 (ストロングバック)	構成する鋼板の必要厚さ:50mm程度	構成する鋼板の必要厚さ:40mm程度
原子炉容器 円筒胴/下部鏡	許容値に対する裕度:1.2/3.2	許容値に対する裕度:2.5/4.8

本報告は、経済産業省からの受託事業である「令和2年度高速炉に係る共通基盤のための技術開発」の一環として実施した成果である。

<参考文献>

【1】宮川ら,“タンク型SFRの主要機器概念の検討”, 原子力学会2018年春の年会予稿集, 東海大学

【2】内田ら,“基準地震動を上回る入力に対する3次元免震装置の地震応答に関する基礎的研究”, 原子力学会2019年秋の大会予稿集, 富山大学

*Masato Uchita¹, Takayuki Miyagawa¹, Hisatomo Murakami², Tetsuji Suzuno², Tomohiko Yamamoto³

¹Japan Atomic Power Company, ²Mitsubishi FBR Systems Inc., ³Japan Atomic Energy Agency