

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

Fundamental Study of Seismic Response for Three-Dimensional Isolation System Including Beyond Design Basis Ground Motions

*内田 昌人¹, 宮川 高行¹, 深沢 剛司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) の原子炉容器等の耐震性向上に資するとして著者らが提案する 3 次元免震装置を対象に、基準地震動を上回る地震動の入力に対する地震応答性状を地震応答解析により示すとともに、2 次元免震装置との比較によりその地震応答低減効果を明らかにする。

キーワード：タンク型ナトリウム冷却高速炉、原子炉容器、3 次元免震装置、地震応答低減効果、基準地震動を上回る地震動

1. 緒言

タンク型 SFR の原子炉構造を対象に国内への適用を踏まえた耐震性向上の検討を行っている^[1]。プラント大型化には更なる耐震性の向上が必要であるため、1000MWe 級を想定したプラント概念を概略で用意し、その耐震性向上策の一つとして、3 次元免震装置 (以下、3 次元免震) の研究開発を行っている^[2]。装置は、図 1 に示す積層ゴムと皿ばね及び上下オイルダンパを組み合わせたもので、現在その要素試験を実施している。装置の地震応答低減効果を明らかにする目的で、基準地震動及びそれを上回る地震動の入力に対して、原子炉建屋の地震応答性状を地震応答解析により示すとともに、2 次元免震装置 (以下、2 次元免震) と地震応答を比較した。

2. 検討条件

地震応答解析では 3 次元免震の終局荷重近傍の非線形特性を再現可能な解析モデルを用いた。基準地震動は「原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-2015」の距離減衰式によって求めたマグニチュード 8.5 時の解放基盤面の応答スペクトル (コントロールポイント) とし、これに 2 倍から 4 倍までの係数を乗じて基準地震動を上回る地震動を設定した。また、比較のための 2 次元免震は、図 1 の積層ゴムとした。

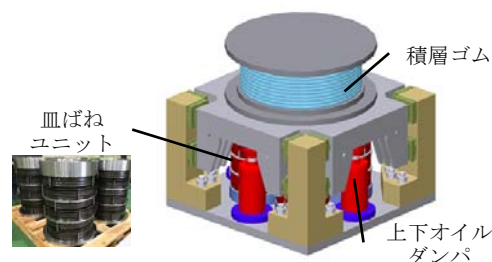


図 1 3 次元免震装置

3. 地震応答解析結果

原子炉建屋の床応答は、鉛直方向で図 2 に示すとおり入力の地震動が増大するにつれて、3 次元免震の地震応答低減効果が概ね係数倍に大きくなることが確認された。また、応答加速度と入力の地震動の大きさとの相関は線形の傾向にあり、基準地震動を上回る地震動に対しても安定した地震応答低減効果が確保できる見通しが得られた。次に、装置を構成する要素について、試験データ等を基に終局荷重を暫定し、入力地震動に対する各要素の履歴ループの荷重を評価した結果、基準地震動の 4 倍の入力地震動下でも終局荷重に至らず、十分な終局耐力を有する見通しが得られた。これにより、提案する 3 次元免震装置は、基準地震動を上回る地震動の入力に対しても構成する各要素の構造健全性が確保され、上下地震応答低減効果が期待できることが確認された。

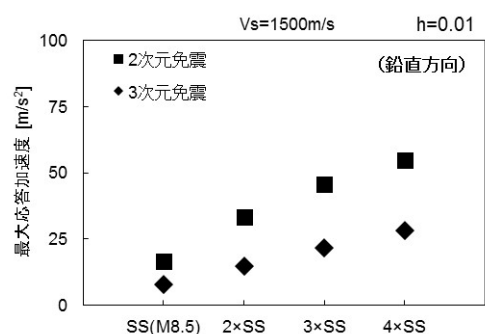


図 2 固有振動数 10 Hz での床応答加速度

本報告は、経済産業省からの受託事業である「平成 30 年度高速炉の国際協力等に関する技術開発」の一環として実施した成果である。

＜参考文献＞

- [1] 内田ら, “耐震強化型ナトリウム冷却タンク型炉の検討 (1) 原子炉構造の検討”, 原子力学会 2018 年秋の大会 予稿集, 岡山大学, 2018 年 9 月
- [2] Fukasawa, T, et al. “Research and Development of Three-Dimensional Isolation System for Sodium-Cooled Fast Reactor: (Part 1) Proposal of Analytical Models Based on Loading Tests”, Proc. of the ASME 2018 PVP, PVP2018-84532, Prague, Czech Republic

*Masato Uchida¹, Takayuki Miyagawa¹, Tsuyoshi Fukasawa², Tomohiko Yamamoto³

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