

# 原子力プラントの包括的安全性向上のための 地震時クリフエッジ回避技術の開発 その3：免震構造の解析モデル

Development of seismic counter measures against cliff edges for enhancement of comprehensive safety of nuclear power plants Part 3: Analytical model of seismic isolated structure

\*皆川 佳祐<sup>1</sup>, 藤田 聡<sup>2</sup>, 古屋 治<sup>2</sup>, 高田 毅士<sup>3</sup>

<sup>1</sup>埼玉工業大学, <sup>2</sup>東京電機大学, <sup>3</sup>東京大学大学院工学系研究科

積層ゴムに代表される免震装置はプラント施設の地震時クリフエッジを回避する技術として期待できる一方、過大な変形量に対し非線形特性を有し、上部構造は擁壁との衝突の恐れもある。ここでは、それらの非線形挙動を表現する解析モデルを報告する。

**キーワード**：地震時要求性能、クリフエッジ、プラント地震時挙動、免震化、衝突

## 1. 緒言

原子炉建屋や重要棟を積層ゴムで免震した場合、一般建物と同様に耐震構造に比べてその応答は極めて小さくなるのが期待される。一方で、入力地震動の規模が大きくなると、積層ゴムの特性は非線形性を示し、また、上部建物が免震層下部の擁壁に衝突する可能性もある。そこで、本研究では、大地震入力時の免震構造における非線形性を考慮した解析モデルを構築する。

## 2. 免震装置の非線形解析モデルの作成

積層ゴムは、水平、上下方向ともに、通常使用の範囲においては復元力が変形量に比例する線形挙動を示す。しかしながら、大変形時には、水平方向にはハードニング、鉛直方向（特に引張り側）にはソフトニングし、さらにはそれらが連成することが知られている。そこで、図1に示す積層ゴムの非線形解析モデルを構築した。

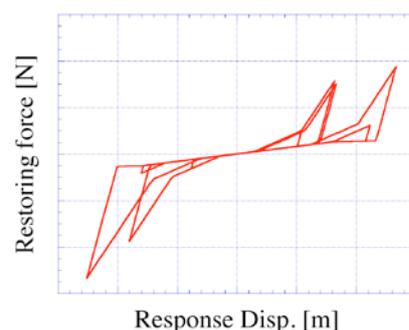


図1 積層ゴムの非線形モデル

## 3. 免震構造の擁壁衝突モデルの作成

免震装置を構造体直下に配した基礎免震構造においては、通常、免震構造は周囲の地面や擁壁と衝突しないように、十分な隙間を設けているが、想定以上の強大地震動を考慮した場合、擁壁と衝突することが考えられる。そこで、図2に示す免震構造物が擁壁と衝突した際の衝突モデルを作成した。ここでは、衝突により擁壁が弾塑性変形すると仮定し、衝突後に擁壁が崩れることも考慮して、一度経験した塑性変形分は衝突しないようなモデルとした。

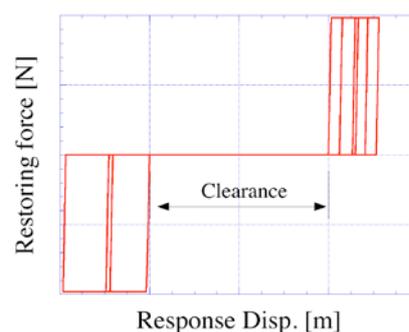


図2 擁壁衝突モデル

## 3. 結論

ここでは、免震構造の非線形性を考慮した解析モデルを構築した。今後、本モデルを使用して、様々な条件下でのシミュレーションを実施する。

## 謝辞

本研究報告は、文部科学省国家課題対応型研究開発推進事業英知を結集した原子力科学技術・人材育成推進事業の成果である。関係各位に記して謝意を表す。

\*Keisuke Minagawa<sup>1</sup>, Satoshi Fujita<sup>2</sup>, Osamu Furuya<sup>2</sup> and Tsuyoshi Takada<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Saitama Institute of Technology, <sup>2</sup> Tokyo Denki University, <sup>3</sup> The University of Tokyo