

配管及び支持構造の塑性を考慮した地震応答評価に関する基礎的研究

A basic study on seismic response evaluation considering the plasticity of piping and support structures

*奥田 貴大¹, 高橋 英樹², 森下 正樹¹

¹日本原子力研究開発機構, ²株式会社 NESI

配管本体と支持構造の塑性変形を考慮した地震応答解析を実施し、それらが配管系全体の地震応答に与える影響について整理した。

キーワード：耐震評価, 配管系, 配管支持構造, 塑性変形

1. 緒言

近年、弾塑性応答解析を取り入れた合理的な配管系耐震評価手法の開発ニーズが高まっている。配管本体については日本機械学会の事例規格^[1]により弾塑性応答解析を適用した合理的な設計評価が可能となった。より合理的な評価手法の開発を目的に支持構造の塑性変形も考慮した場合、配管系全体の応答低減にどの程度寄与するのかを確認する必要があった。そこで本研究では配管本体と支持構造の材料特性が(1)支持構造のみ弾塑性、(2)配管のみ弾塑性、(3)両方が弾塑性の3ケースについて地震応答解析を実施し、配管応答（ひずみ）と支持構造応答（支持点荷重）の観点からそれぞれ整理した。

2. 解析方法・条件

解析対象は3つのエルボを有する比較的単純な3次元配管系である^[2]。解析モデルを図1に示す。使用要素は直管部がはり要素、エルボ部がシェル要素である。配管及び支持構造の弾塑性特性はそれぞれ2直線近似とした。地震荷重はアンカー点と2個の支持点に対し、3方向同時入力とした。減衰はRayleigh 減衰 0.5%である。なお使用した解析コードはFINAS ver21.3である。

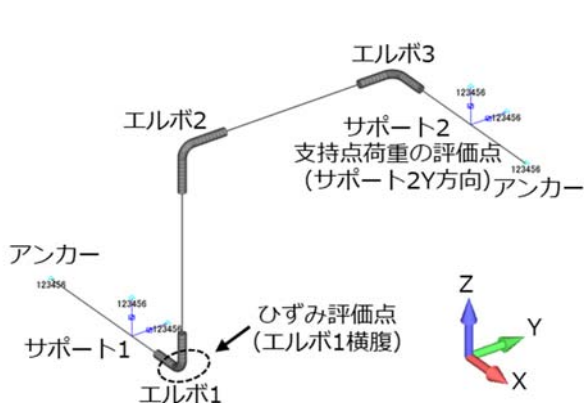


図1 解析モデル

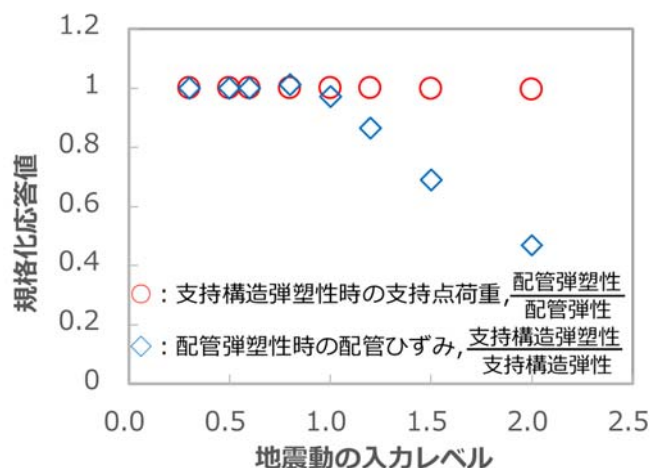


図2 塑性の有無で規格化した地震応答

3. 解析結果

解析結果を図2に示す。ここで、入力レベル1.0倍は配管及び支持構造が降伏する地震入力約2倍である。配管の応答については、配管のみ弾塑性にした場合、エルボにおけるひずみは弾性応答解析と比較して低減するが、配管に加えて支持構造も弾塑性にすることでさらに低減する（図2 ◇印）。また、支持構造の応答については、支持構造のみを弾塑性にした場合、支持荷重は有意に低減していた。しかしながら、支持荷重は支持構造に加えて配管も弾塑性にしても更なる低減は見られなかった（図2 ○印）。

4. 結言

配管応答については配管と支持構造の塑性変形による応答低減効果がそれぞれ重畳することがわかった。一方、支持構造応答については配管の弾性／弾塑性の影響はほとんどなかった。総合的に配管系全体の合理的な耐震評価を実施するためには配管と支持構造両方の塑性変形を考慮する必要があると考えられる。

参考文献

- [1] 「発電用原子力設備規格 事例規格 弾塑性応答解析に基づく耐震Sクラス配管の耐震設計に関する代替規定」（一社）日本機械学会
- [2] 「配管系の弾塑性地震応答評価に対するベンチマーク解析」, 防災科学技術研究所研究資料 第429号, 2019年3月

*Takahiro Okuda¹, Hideki Takahashi², Masaki Morishita¹

¹Japan Atomic Energy Agency, ²NESI Co. Ltd.