

3次元 FEM モデルを用いた地震応答評価における モード法の打ち切り振動数の影響

Influence of Cut-off Frequency of Modal Superposition Method for Seismic Response Evaluation
Using Three-Dimensional Finite Element Method Model

*熊谷 貴仁¹, 廣坂 和馬¹, 丸山 直伴², 皆川 祐輔²

¹株式会社日立製作所, ²日立 GE ニュークリア・エナジー株式会社

耐震/強度のシームレス評価では、局所の強度評価向けに細密なメッシュが必要となり、計算負荷が増大する。計算負荷低減策としてモード法が有効だが、打ち切り振動数と計算精度の関係を把握することが課題となる。本研究では、打ち切り振動数の設定法の構築を目的に、累積有効質量比に基づく設定の適用性検討を行った。

キーワード：3次元 FEM, モード法, 打ち切り振動数, 地震応答

1. 緒言 本報では、3次元 FEM モデルによる地震時応力評価にて、ハイブリッド減衰を用いたモード法の打ち切り誤差評価法^[1]を用いて、累積有効質量比（90%）に基づく打ち切り振動数設定法の適用性を検討した。

2. モード法の打ち切り振動数の影響検討

2-1. 検討方針 ハイブリッド減衰を用いたモード法の打ち切り誤差評価法^[1]の概要を Fig. 1 に示す。ハイブリッド減衰法は、打ち切り振動数を境にモード減衰と比例減衰（本報では質量比例減衰）を定義するモデル化手法であり、打ち切り振動数以下のモード法の応答と、打ち切り振動数以上の直接法の応答を組合せた時刻歴応答を算定できる。ハイブリッド減衰による応答を正解と仮定し、モード法の応答と比較することにより、打ち切り振動数以上の高次振動モードの省略によって生じる打ち切り誤差を推定することができる。本打ち切り誤差評価法を用いて、打ち切り振動数の設定による地震応答への影響を確認する。

2-2. 検討条件 複数の減衰特性を有する系を対象とし、Fig. 2 に示す解析モデルを用いて地震応答解析を行った。本解析の入力波として、高次振動モードも励起されるように硬質地盤を想定した地震動を用いた。

2-3. 検討結果 モード法とハイブリッド減衰法による最大応力発生個所のミーゼス応力波形を Fig. 3 に示す。両手法のミーゼス応力波形は良好に一致し、時刻歴最大値は誤差 1%と小さいことを確認した。

3. 結論 3次元 FEM モデルを用いた応力評価において、累積有効質量比（90%）に基づく打ち切り振動数設定法を適用できる見通しを得た。

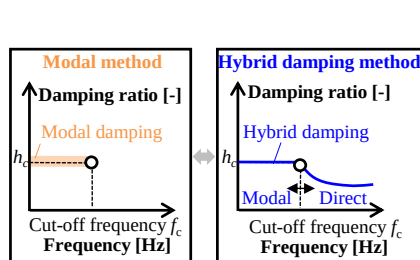


Fig. 1 Schematic drawings of error estimation method with hybrid damping

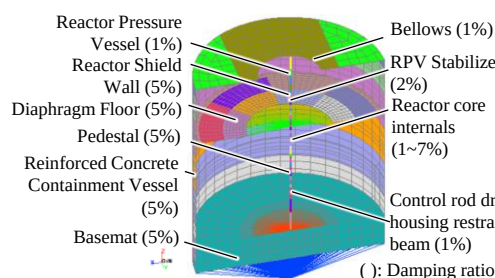


Fig. 2 Analysis model with multiple damping properties

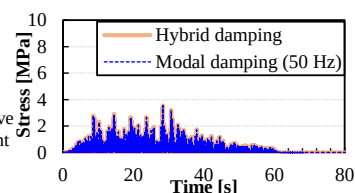


Fig. 3 Time histories of von Mises stress

参考文献

[1] Y. Iga et. al, "INFLUENCE OF CALCULATION CONDITIONS ON REACTOR BUILDING VIBRATION DUE TO AIRCRAFT IMPACT LOAD", Proceedings of ICONE-23, (2015).

*Takahito Kumagai¹, Kazuma Hirosaka¹, Naotomo Maruyama² and Yusuke Minakawa²

¹Hitachi, Ltd., ²Hitachi-GE Nuclear Energy, Ltd.