

原子力発電施設に適用する制振装置開発に向けた基盤整備
(1) 全体概要

Establishment of the technical basis for applying viscous dampers in nuclear power plants
(1) Project outline

*檜原 由樹子¹，片山 洋¹，樋口 智一¹，伊東 亮¹，松永 圭司¹，室伏 正¹
¹ (株) 東芝

粘性ダンパの導入に向けた技術基盤を整備することを目的に、原子力特有の使用条件に対する粘性ダンパの減衰特性を把握するとともに、粘性ダンパを適用する際の地震応答解析手法を構築し、適用時の設計規格案及び保守・管理指針案を整備した。
キーワード：制振装置，粘性ダンパ，耐震，動的加力試験，地震応答解析

1. 緒言

一般産業分野において使用実績がある粘性ダンパを原子力発電所に活用することにより、既存施設や今後追加設置される施設の耐震性向上が期待されるが、原子力機器に粘性ダンパを適用する設計手法は整備されていない。そこで原子力特有の使用条件での試験及び地震応答解析手法の構築を行い、それらを踏まえた設計の考え方を整理した。

2. 実施内容

図1に実施内容を示す。一般産業分野で使用されている粘性ダンパから試験対象のダンパ（表1）を選定し、特性確認試験を行った。表2に試験項目を示す。力学的特性試験では原子力機器にダンパを設置した時の応答を想定した振幅・振動数条件で加力した。一方、環境条件試験ではプラント運転中に想定される温度及び放射線等の影響を考慮して加力した。試験時の減衰特性をダンパ設計値と比較することにより粘性ダンパの適用性を評価した。
また、粘性ダンパを適用した場合の地震応答解析手法として、ダンパの高減衰特性を考慮した複素モーダル解析を用いた応答スペクトル法を構築した。この手法による応答加速度と時刻歴解析による応答加速度を比較した結果、良好に一致することを確認した。
さらに、試験結果及び構築した地震応答解析手法をもとに粘性ダンパを用いる場合の原子力機器の設計フロー及び設計で考慮すべき留意点を整理し、粘性ダンパ適用時の機能検証、製品検査、保守のプロセスにおける考え方を示した。

3. 結論

エネルギー吸収特性、繰返し耐久性、温度依存性、耐放射線性（ γ 線）試験において、減衰特性に変化がみられた粘性ダンパが存在するものの、原子力機器へ粘性ダンパを適用できる見通しが得られた。また、粘性ダンパを適用した場合の地震応答解析手法として、複素モーダル解析を用いた応答スペクトル法の有効性を確認した。さらに、粘性ダンパ適用時に必要となる設計規格案及び保守・管理指針案を整備した。

本件は経済産業省「平成24年度～平成27年度発電用原子炉等安全対策高度化技術基盤整備事業（原子力発電施設に適用する制振装置開発に向けた基盤整備）」の成果の一部である。

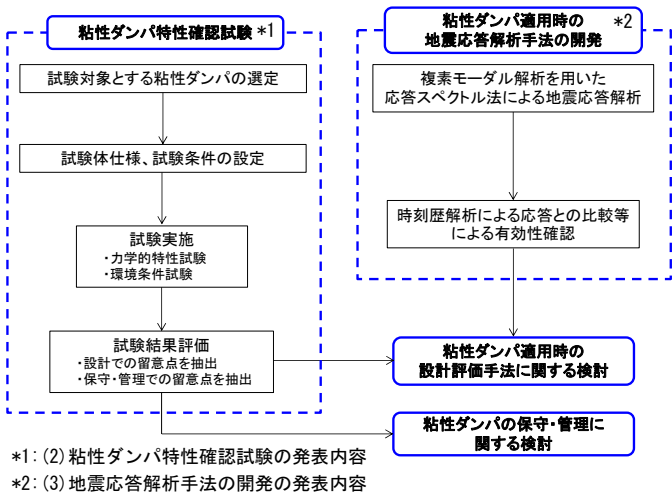


図1 実施内容

表1 試験体

型式	①単軸線形タイプ	②単軸非線形タイプ	③三軸線形タイプ
最大減衰力	250 (kN)	200 (kN)	100 (kN)
概略寸法	1020(L)×170(D) L:ダンパービン間長	1020(L)×150(D) L:ダンパービン間長	540(W)×540(L) ×500(H)

表2 試験項目

分類	試験項目	試験条件	単軸線形	単軸非線形	三軸線形
力学的特性試験	エネルギー吸収特性	振幅(変位、速度)	○	○	○
		振動数	○	○	○
	低速移動時抵抗力	移動速度	○	○	○
	繰返し耐久性	波数	○	○	○
環境条件試験	温度依存性	温度	○	○	○
	高温履歴効果	保持温度・時間	○	—	—
	圧力負荷効果	保持圧力・時間	○	—	—
	加圧状態特性	保持圧力・時間	○	—	—
	耐放射線性(γ線)	γ線照射量	○	○	○
	耐水性	水没時間	○	—	—
—	耐粉塵環境	粉塵種類・量	○	—	—
	TMD試験	TMD応答振幅	—	—	○

○試験実施，—試験なし

*Yukiko Narahara¹, Hiroshi Katayama¹, Tomokazu Higuchi¹, Ryo Ito¹, Keiji Matsunaga¹ and Tadashi Murofushi¹

¹Toshiba Corporation