

基調講演 (2) ダンパ・制振装置の開発の現状と特徴

鈴木 浩平

東京都立大学工学研究科 (東京都八王子市南大沢 1-1)

k-suzuki@ecomp.metro-u.ac.jp

1. まえがき

日本機械学会に制振材料やダンパ・制振装置に関する研究会(ダンピング研究会)が設置されたのは1992年である。それ以前に数年間、非公式の研究会活動を行ってきたので、10数年間、研究活動を進めてきたことになる。制振装置やダンパに関していえば、研究対象を基本的にはパッシブ型、セミアクティブ型に絞っているのが、アクティブダンパは対象から外している。(アクティブ型については別個の研究会がある。)著者は研究会の発足時から、とりまとめを担ってきたので、この研究会活動中で提案、開発されたダンパ等のうち、耐震、免震技術に関連するものについて、動向と展望を示してみる。

建築物や土木構造物に対するダンパは、本研究発表会でも多数紹介されることを前提に、ここでは機械系の設備、機器・配管系を対象としたダンパ・制振装置を扱う。

2. 各種ダンパの開発動向

2.1 オイルダンパ・粘弾性ダンパ

最も広範囲に使われるオイルダンパは、小容量から大容量のものまで各種開発されるが、高速領域でも減衰力の速度比例を維持するようにオリフィス弁やバイパス弁に工夫を凝らす技術が発展した。また、オイルではなく、粘性と弾性のあわせもつVEMを用いて減衰能とばね機能とを共有させるものも実用化している。さらに、原子力の大型機器の耐震ダンパとして、オイルダンパの機能と弾塑性エネルギー吸収能をあわせもつハイブリッドダンパも提案された。

2.2 メカニカルダンパ

火力発電、原子力発電用の大型機器、配管系の耐震・制振用には、メカニカルスナッパという、回転運動置換型のものが多く使われている。最近はこの機能をさらに発展させ、電磁効果を加味したダンパの開発が盛んである。渦電流抵抗を利用した電磁誘導型ダンパ、超磁歪アクチュエータなどによるセミアクティブダンパ、さらには、軸の回転運動を活用して発電機能をもたせ、その逆起電力で減衰力を発生させるものなど多様である。

2.3 エネルギー吸収ダンパ(弾塑性ダンパ)

金属の曲げや回転変形による弾塑性エネルギーの吸収作用を積極的に活用しようとするダンパであり、メンテナンスフリーであるところに特徴がある。

原子力機器や配管の耐震ダンパとして弾塑性鋼板や鉛を使用するものが実用化されつつある。

2.4 摩擦ダンパ

ピストンロッドを用いるものとしては、鉄道車両用ダンパの機能を活用したものが開発された。内側と外のシリンダ面を摺動部として、特殊なオイルレスメタルを採用している。メカニカルダンパの発展型としては、永久磁石の磁気摩擦を利用するものがある。

2.5 電気・磁気粘性流体ダンパ

電界、磁界場におけるウィンズロウ効果を利用したもので、ERダンパ、MRダンパと通称されている。近年、大型で耐震用のものを三和テッキ(社)が設計・製作している。セミアクティブ・ダンパとして導入される。

2.6 特殊合金ダンパ

超塑性合金の有する卓越した塑性変形能、超弾性を有する形状記憶合金を用いたダンパが提案されている。いずれも合金自体の強度に難点があり、耐震用としては用途が限定されていた。しかし、強度も保障され、温度依存性も少ない耐震ダンパ用の超塑性合金も開発されている。

3. 各種ダンパの適用区分と特性

2.でとりあげたダンパの耐震用としての適正、適用条件などの概要についてまとめると以下のようになる。

- 1) オイルダンパ;適用可. 振幅1mm以上, 周波数0.1~500Hz. 耐熱, 耐湿性良好.
- 2) 粘弾性ダンパ;適用可. 振幅 μm ~50cm. 周波数0.01Hz~5kHz, 耐久性に特徴, 高温に難点.
- 3) メカニカルダンパ;適用可. オイルダンパとほぼ同様の特性. 大振幅に有利.
- 4) エネルギー吸収ダンパ;耐震用が主体, 振幅 μm ~50cm, 周波数500Hz以下, 耐熱, 耐湿性に特徴, 耐久性に弱点.
- 5) 電磁ダンパ;本来は微震動や機械振動用だが, 耐震用も可, μm 以上の振幅, 0.1~500Hz, 耐熱, 耐湿に優れている.
- 6) 合金ダンパ;耐震用に開発, 大振幅に適用, 他のダンパとの併用に適する. 温度特性に注意が必要.