

【F】制震・免震

皆の広場 素人の地震・耐震考⑦ 「制震・免震」

- * **【1】耐震・制震・免振とは(構造形式)**
- * **【2】耐震・制震・免震の地震応答**
- * **【3】免震・制震装置**
- * **【4】免震・制震設置場所**
- * **【5】免震・制震の効果**

2025.5.10 自文科 永野 徹

【1】耐震・制震・免振とは(構造形式)

1) 耐震構造分類(耐震・制震・免振)

構造形式の比較



2) 構造支障分類(耐震／免震・制振)

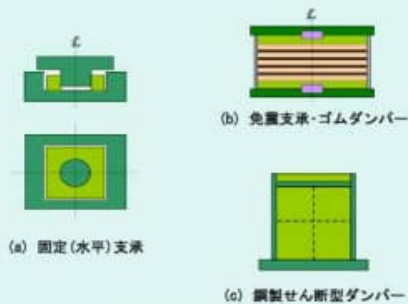
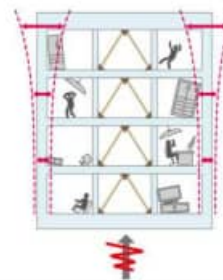


図-5.3 固定支承と免震・制震装置

3) 制震構造

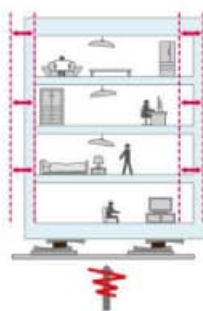
耐震・制振構造



建物の柱や梁の主要構造部材へ「制振装置」を設置し、地震エネルギーを「制振装置」が吸収することで主要構造部材の損傷を防ぎ、建物の揺れを早期に収束させます。

4) 免震構造

免震構造



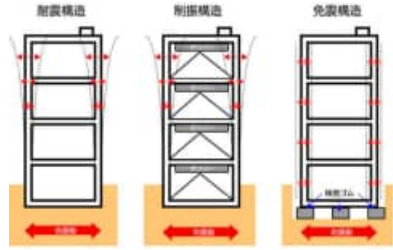
建物と地盤の間に免震層として「免震装置」を設置し、地震エネルギーを免震層で集中的に吸収することで免震層より上部の建物への地震エネルギーの伝達を遮断し、建物の揺れを大幅に低減します。大地震でも建物被害はほとんどなく、建物内部の被害(家具の転倒、収容物の損傷)を最小限に留めることができます。

【2】耐震・制震・免震の地震応答

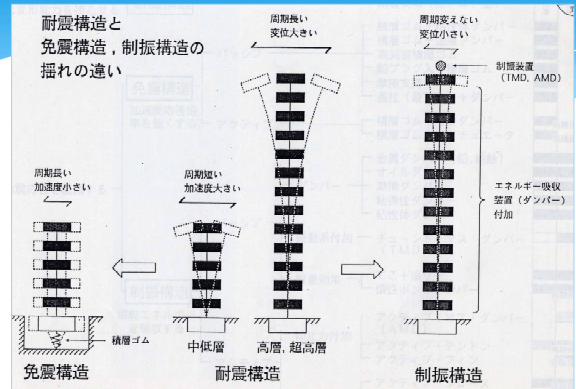
耐震構造(耐震・制震・免振)

- (1) 構造形式による揺れ方
- (2) 耐震構造別の地震応答イメージ
- (3) 免振・制震の応答
- (4) 免振・制振装置

(1) 構造形式による揺れ方

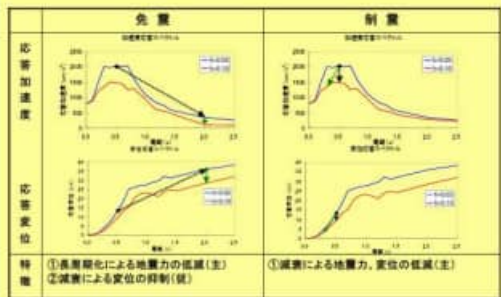


(2) 耐震構造別の地震応答イメージ



(3) 免振と制震の応答比較

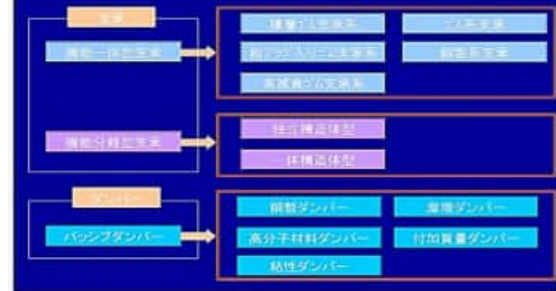
免震と制震の違い



[3] 免震・制振装置

(1) 免震・制振装置分類

(1) 免震・制振装置の種類



(2) 制振装置

制振装置の分類

目的	種類	制振装置
地震動抑制	摩擦系	摩擦ダンパー 鋼材ダンパー 鉛ダンパー
	粘性系	オイルダンパー 粘性ダンパー 粘弾性ダンパー
	摩擦系	摩擦ダンパー
風揺れ小地震抑制	質量系	バッシブ: TMD (チューンド・マス・ダンパー) アクティブ: AMD (アクティブ・マス・ダンパー) ハイブリッド: HMD (ハイブリッド・マス・ダンパー)
	粘性系	粘性体ダンパー 粘弾性ダンパー

1) 履歴系・粘性系・質量系 (例)

制振装置の分類

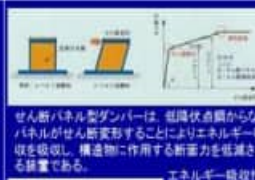
履歴系	粘性系	質量系
鋼材ダンパー (振動器)	オイルダンパー	HMD
K型ブレースダンパー (普通鋼)	粘弾性ダンパー	TMD

2) パッシブダンパー

パッシブダンパー

大分類	中分類	小分類
パッシブダンパー	鋼製ダンパー	低降伏点鋼によるせん断パネル型ダンパー
		軸降伏型ダンパー
	高分子ダンパー (ゴムダンパー)	ゴムダンパー (鉛プラグ入り系)
		ゴムダンパー (高減衰系)
		熱可塑性エラストマーを用いたダンパー
	粘性ダンパー	特殊充填剤によるダンパー
	摩擦ダンパー	高粘性体によるダンパー
	摩擦ダンパー	オイルによるダンパー
	摩擦ダンパー	動摩擦抵抗を利用したダンパー
	付加質量ダンパー	TMD

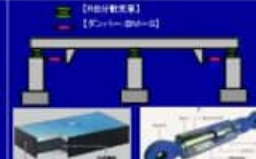
① 鋼製ダンパー

概要	低降伏点鋼によるせん断パネル型ダンパー	軸降伏型ダンパー
	 せん断パネル型ダンパーは、低降伏点鋼からなるパネルがせん断変形することによりエネルギー吸収を吸収し、構造物に作用する地震力を低減させる装置である。 エネルギー吸収性が高い。地震時にける水平変位は小さい。地震時応答水平変位が小さいため他の装置 (伸縮装置ほか) がコンパクトとなる。	 軸降伏型ダンパーはダンパー両端部のダンパー部の鋼材が座屈しない状態で安定的に塑性化し地震エネルギーを吸収する装置である。 ダンパーの履歴曲線はバイリニア型である。弾塑性履歴エネルギー吸収による減衰効果および部材の塑性化による等価剛性低下に伴う長周期化の効果が期待される。設置場所としては、構造物の隅部などに用いられる。

② ゴムダンパー

概要	ゴムダンパー (鉛プラグ入り系)	ゴムダンパー (高減衰系)
	 水平弾性機能による長周期化。慣性機能により、地震後に構造物を元の位置に戻す。 振動減衰機能により、地震エネルギーの吸収し、振動をすみやかに減衰。 スリッパ機能により、交通騒音や車震などによる揺れを防ぎます。	 ゴムダンパー本体は、種々の構造を採用することにより安定した性能を確保できる。 水平剛性、減衰定数は、超高減衰ゴム (HDBR) 共振設計式に準拠する。
機能	①水平力支持、②水平力分散、③変位追従、④履歴減衰	①水平荷重伝達機能、②変位 (水平・回転) 追従機能、③減衰機能、④アイソレート機能

③ 粘性ダンパー

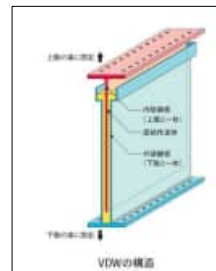
概要	特殊充填剤によるダンパー	高粘性ダンパー
	 BM-Sは、履歴曲線が長方形の摩擦減衰型で表され、エネルギー吸収効率が極めて高いダンパーです。	 IVダンパーは、高粘性性 (シリコンオイル) を用いたダンパーであり、減衰抵抗は速度のべき乗に比例する。温度依存性などの特性は少なく、速度応答に大変優れた。
機能	・RB支保: 鉛直力、水平力、水平力分散、変位追従、回転・ダンパー (BM-S) 水平力支持、変位追従、履歴減衰、水平力分散	①水平荷重伝達、②地震時水平変位追従、③減衰性能減衰力 150kN~2000kN、スローク±350mm、最大速度150cm/sec

④ 摩擦ダンパー・付加質量ダンパー

概要	摩擦ダンパー	TMD
	 KFBの本体構造は、ステンレス板を型鋼材で挟み、ボルトに軸を回して摩擦面に摩擦力を発生させて地震力、変位を減衰させる装置である。ボルト軸力を調整することにより、任意の摩擦減衰が設定できる。スリッパの働きによって、安定した軸力を保持でき、基本的にメンテナンスフリーである。	 TMDは、おもり、ばね、ダンパーからなるパッシブダンパーである。TMDを構造物の揺れやすい周期に合わせておくと、おもりと構造物の間のダンパーによって、エネルギーが吸収される仕組みである。構造物は、一部には風による振動、交通振動を抑制するために設けられている場合が多いようである。
機能	①水平荷重伝達、②地震時水平変位追従、③減衰性能減衰力 200kN~1500kN、スローク±350mm	①減衰機能、②振動抑制機能

2) 代表的な制振装置

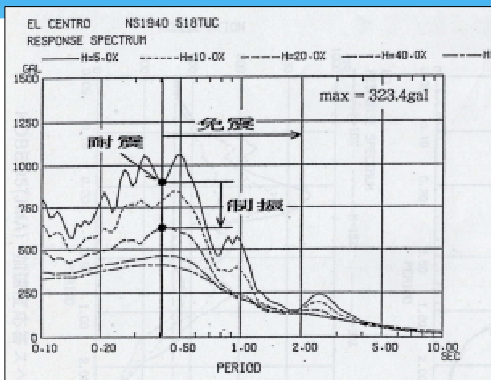
①粘性ダンパー



②制震ダンパー (鹿島)



【5】耐震・免振・制震の効果 (1) 加速度応答値の比較



(2) 制振装置効果1 (変形角・塑性率)

地震応答解析結果の比較表 (制震装置の有無)

	層間変形角			塑性率		
	レベル1	レベル2	サイト波	レベル1	レベル2	サイト波
ラーメン	1/202	1/100	1/81 [✓]	—	1.65	2.05 [✓]
制震付加	1/257	1/127	1/89	—	1.39	1.75

(3) 制振装置効果2 (層間変形角)

