

耐震構造・制振構造・免震構造の比較

	耐震構造	制振構造		免震構造	
		鋼材系・粘性系ダンパー併用		基礎免震・一階床下免震	中間層免震
構造概要	本体柱梁やブレースの強度により耐力を確保。 大地震時には大梁・柱・ブレースの塑性変形でエネルギーを吸収するため、大梁・柱に損傷が生じる。	ダンパーと本体柱梁を合わせて耐力を確保。 大地震時は鋼材系ダンパーが先に塑性化するよう設定し、大梁・柱の損傷発生リスクを低減する。 中小地震から大地震まで、粘性系ダンパーがエネルギーを吸収し、大梁・柱の損傷発生リスクを低減する。		免震装置を基礎部分に配置することにより、地震エネルギーの入力を低減する。 一般的に同じ建物を耐震構造とした場合の応答の約1/2に揺れを制御できる。	免震装置を中間層部分に配置することにより、地震エネルギーの入力を低減する。 免震の下部は耐震構造と同様の応答性となる。
主な装置など	純ラーメン構造もしくは座屈拘束ブレース併用構造	鋼材系ダンパー（座屈拘束ブレース、制振間柱、摩擦ダンパーなど） 粘性系ダンパー（オイルダンパー、粘性制振壁、粘弾性ダンパーなど）		アイソレータ（積層ゴム、弾性すべり支承、転がり支承など） ダンパー（オイルダンパー、鋼材ダンパー、鉛ダンパーなど）	
耐震安全性	若干の変形は残るが、余震には耐える。 骨組の補修を要するが緊急性は低い。補修により耐力の回復が可能。	ダンパーがエネルギーを吸収するため、大梁・柱の損傷（降伏）が少なく変形が残りやすい。層間変形角を1/150程度以下に抑えられれば、骨組の補修はほとんど不要。		中小規模から大地震まで免震効果を発揮し、建物全体の損傷（降伏）は生じない。	中小規模から大地震まで免震効果を発揮し、免震上部構造の損傷（降伏）は生じない。 免震層下部は耐震構造となるが、大地震時には大梁・柱に損傷させない設計は可能。
非構造部材の損傷による業務継続性	最大層間変形角で 1/100 程度。 天井・間仕切壁・避難ドアなどが損傷する可能性がある。	最大層間変形角で 1/150~1/100 程度。 耐震構造に比べて天井・間仕切壁・避難ドアなどの損傷を抑制できる。 建築計画と整合する範囲でできる限りダンパーを設けたとしても、層間変形角1/300以下にすることは非常に困難。		最大層間変形角で 1/300~1/250 程度。 天井・間仕切壁・避難ドアなどの被害は最も軽微。	最大層間変形角で 1/300~1/250 程度。 天井・間仕切壁・避難ドアなどの被害は最も軽微。 免震層下部は耐震構造だが、低層階のため変形は小さく、損傷への影響は低い。
家具・什器の転倒などによる業務継続性	大地震時の揺れの強さは応答加速度で 500~800gal 程度。 家具・什器が転倒しないレベルまで低減することは難しい。	大地震時の揺れの強さは応答加速度で 300~500gal 程度。上層階は 500gal を超える可能性が高い。 数多くダンパーを設けても、免震構造程度まで加速度を抑えることは困難である。 耐震構造に比べて揺れの強さを軽減することはできるが、全階にわたり家具・什器が転倒しないレベルまで低減することは難しい。		大地震時の揺れの強さは応答加速度で 150~300gal 程度。 全階にわたり家具・什器が転倒しにくいレベルまで揺れの強さを低減できる。	大地震時の揺れの強さは応答加速度で 150~300gal 程度。 免震層上部は家具・什器が転倒しにくいレベルまで揺れの強さを低減できる。 免震層下部は耐震構造と同様の揺れの大きさとなるため、家具・什器が転倒しないレベルまで低減することは難しい。
サーバーなどの業務継続性	サーバー機器の停止が想定される。	一般階は簡単な点検で正常動作を開始できる。上層階はサーバーの停止が想定される。		サーバーは正常動作を継続する可能性が高い。最大応答加速度の設計目標を250galとすることにより、サーバーの動作継続を担保することが可能。	サーバーは正常動作を継続する可能性が高い。ただし、免震層下部はサーバーの停止が想定される。
サーバーのメーカー社内耐震基準の例 250ガル以下で、正常動作を継続する。500ガル以下で、物理的に損傷しない（簡単な点検で正常動作を開始できる）					
長周期地震動への対応	長周期地震に対して、建物の安全性は確保できる。 ゆっくり長い時間続く後揺れを止めることは難しい。	長周期地震に対して、建物の安全性は確保できる。 粘性系ダンパーによって、後揺れを減衰させることもできる。		長周期地震に対して、建物の安全性は確保できる。 粘性系ダンパーによって、後揺れを減衰させることもできる。	
維持管理	【地震後の点検】点検を行うためには、仕上材や耐火被覆を一度壊す必要があり、大規模かつ長期の作業が発生する。 【地震後の補修】大地震時に大梁・柱に破断などの損傷を生じ、構造体の補修が必要となる可能性がある。 【経年劣化】コンクリート、鉄筋、鉄骨は長期にわたって使用してきた材料であり、耐久性は高い。	【地震後の点検】ダンパーの変形状態などを確認することで維持管理ができる。アンボンドブレースやオイルダンパーでは、地震後の健全性を評価できる。 【地震後の補修】大梁・柱の補修リスクは低い。 鋼材系ダンパーは大地震時の脆性化によって取り替えが必要となる可能性がある。粘性系ダンパーは大地震後も継続利用ができる。 【経年劣化】使用しているオイル、シール材は 60年 の使用に耐えられる材料となっている。大地震後の応急点検が必要。定期的な維持管理は不要。		【地震後の点検】免震装置の健全性（残留変形などで評価）を点検することで維持管理を行う。 【地震後の補修】大梁・柱の補修リスクは低い。鋼材系ダンパーは大地震時の脆性化によっては取り替えが必要となる可能性がある。大地震直後、残留変形が最大5cm程度生じることがあるが、余震などで変形は元に戻る。 【経年劣化】積層ゴムや鉛入り積層ゴムなどに使用されているゴムは 60年 の使用に耐えられる材料となっているが、代替可能な納まりとすることが確認申請上求められている。 免震装置の維持管理も5年から10年の周期で行う必要があり、1回の維持管理点検で100~150万円の費用がかかる。	
建築計画上の制約	平面的にバランスよく耐震要素（鉄骨ブレースなど）を設置する必要があるため、平面計画上の制約となるデッドスペースが発生する。	平面的にバランスよく制振装置（ダンパー）を設置する必要があるため、平面計画上の制約となるデッドスペースが発生する。		地下部分に免震層があり、耐震構造や制振構造に比べて3m程度根切が深くなる。 1階の建物に入りする箇所にエキスパンションジョイントが必要となる。 長周期地震を押えるために、制振装置（ダンパー）を設置する場合は、平面計画上の制約となるデッドスペースが発生する。	基礎免震に比べて根切深さは浅くなる。 建物の中間部分に免震層を設けるため、建物高さが3m程度高くなる。 免震層以下のエレベータ出入口にエキスパンションジョイントが必要となる。 長周期地震を押えるために、制振装置（ダンパー等）を併用する場合は、平面計画上の制約となるデッドスペースが発生する。
コスト比	100	102~110		107~115	105~110