



第19回 制振構造

耐震と制振はどっち違う？

- 制振構造が耐震構造と異なる点は、制振部材で地震エネルギーを吸収して、大地震時にも柱・梁の骨組みを損傷させない弾性範囲にとどめることだ。
- 制振構造をうまく機能させるには、強い柱や連層壁を併用して建物全体をスムーズに変形させる。この部材構成が五重塔の構造に似ているという。

——制振構造だと建物の変形量が少なくなるのはなぜですか？

和田 耐震と制振の違いは、柱・梁の骨組みの壊れ方にあります。

一般的な耐震構造の建物では、大地震時、柱や梁の骨組み自体が塑性化してエネルギーを吸収します。この場合、骨組みの弾性変形に、塑性化による変形が加わるので、建物は大きく変形してしまう。一方、柱・梁の骨組みを強くして、大地震でも弾性範囲にとどまるように設計すると、骨組みの揺れはいつまでも止まりません。地震のエネルギーを吸収する部材がないからです。

制振部材はブレーキのようなもので、この揺れを早く止め、揺れ幅を小さくします。制振構造の建物では、柱や梁の骨組みができるだけ弾性変形範囲にとどまるように、エネルギー吸収装置として制振部材を用いる。鉛直荷重を支える柱・梁は弾性変形するだけで壊れず、制振部材で地震のエネルギーを吸収するのです。

制振構造の場合、水平力は柱・梁の骨組みと制振部材で受け持つので、柱・梁の負担を減らすことができます。つまり、柱や梁の断面せいを小さくできるのです。耐震設計と比較すると、80%くらいの費用で骨組みはできてしまう。余った20%を制

振部材にまわしても、ちょっとおつりがくる。安くて性能も良くなるので、超高層では流行っているわけです。

ただし、どのような建物でも適用できるということではありません。現行の建築基準法では、エネルギー法でも設計できますが、時刻歴応答計算のような特殊な方法でなければ制振構造はできません。

——制振構造をうまく機能させるための設計上の注意点はありますか？

和田 制振構造では、骨組みの弾性変形範囲を広くすることが重要です。

制振部材をバランスよく配置することも大切です。建物の使い勝手を優先すると発揮する力の大きい制振部材を少ない個所に設置したいと考えがちです。しかし、それでは制振部材を取り付けた柱・梁に大きな負担がかかり、効率的ではありません。

それぞれの装置がきちんと力を負担するような工夫も重要です。そのためには、柱・梁の骨組み、特に柱がしっかりしている必要があります。これは、五重塔に似ています。建物の中央を貫く心柱が建物高さ方向に均一な変形を生じさせ、周囲に取り付く木組みに変形を生じさせる。制振構造の建物では、同じような機能を追加してほしいものです。



東京工業大学教授 和田章（わだ あきら）  
1946年生まれ。70年に東京工業大学大学院を修了。日  
建設計勤務を経て、82年に東京工業大学助教授に就任。日  
年から現職 89 日

## 耐震構造と制振構造の違い

耐震構造と制振構造の大きな違いは、大地震時に柱・梁の骨組みが塑性化するかどうかだ。

耐震構造では、骨組み自体が塑性化して地震のエネルギーを吸収する。この結果、骨組みの弾性変形に加えて、塑性化による変形が生じるため、建物全体の変形量が大きくなる。一方、制振構造では地震のエネルギーを制振部材で吸収することで骨組みの変形を弾性範囲にとどめている。

制振部材には、わずかな変形でもエネルギーを吸収するものが求められている。

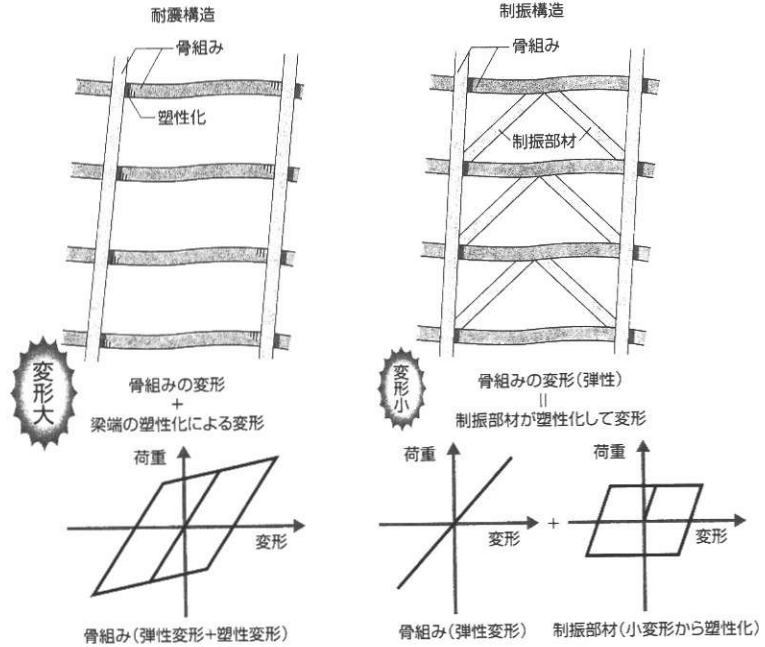
例えば、低降伏点鋼は、層間変形角が1/600から1/400程度のわずかな変形で塑性化する鋼材だ。オイルダンパーや粘弾性ダンパーの場合、

オイルや粘弾性体に変形が生じた段階でエネルギー吸収が始まる。いずれも繰り返し変形が生じると、相当熱くなる。地震のエネルギーを熱エネルギーに変換しているのである。

制振部材のエネルギー吸収能力を

高めるには、低降伏点鋼なら断面を大きくし、オイルダンパーならオイルの流れる抵抗値を大きくする。粘性体なら粘性抵抗の大きな材を用い、摩擦系なら摩擦力を大きくするのがひとつの方法だ。

### ● 耐震構造と制振構造の違い



## 骨組みの弾性変形範囲を広げる

制振構造をうまく機能させるためには、柱・梁の骨組みの弾性変形範囲を広げることが重要だ。つまり、大きな変形が生じても骨組みを塑性化させないようにする。

弾性変形範囲を広げる方法には、強度の高い材を使う、柱・梁の部材寸法を細くするなどがある。右のグラフは、荷重と変形の関係を示した

グラフだ。強度を高めると現在のグラフの弾性範囲が延長される。部材を細くすると、グラフの傾きが緩やかになり、同じ荷重を加えても変形しやすくなり、弾性変形範囲が広がるのである。

また、特定の階に変形を集中させないためにも、建物に心棒が必要である。そのためには、梁より柱が強くなるように設計する。連層耐震壁や連層筋かいの設置も役立つ。せっかく制振部材を取り付けても、変形が生じなければ効果を発揮しない。

すべての部材が建物の揺れに対応するように、考えて設計する必要がある。

### ● 骨組みの弾性変形性能を高める

