

鹿島静岡ビル

鹿島建設
斎藤 一



1. はじめに

鹿島静岡ビルは、予想される東海地震時の防災活動の拠点としての性格も併せ持たせ、より一層の安全性向上を目的に高付加価値を備えた建物として、寮棟に滑り支承併用免震システムを、事務所棟にはAVD（可変減衰）制震システムを設置している。

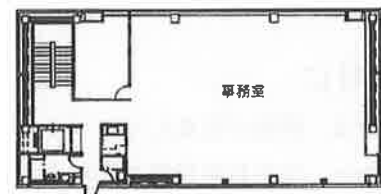
免震構造の寮棟の下層階（食堂、駐車場、他）は、耐震壁付きラーメン構造、上層階（寮室）は壁式構造である。制震構造の事務所棟はブレース付きラーメン構造で、下端をフリーにしたV字型ブレース下端に可変オイルダンパを設けている。僅かな電力で高い効果を発揮する本システムは重要建築物や高層建物から一般建物まで適用可能であり、建物に求められる様々な性能を実現する今後の有力な技術の一つである。



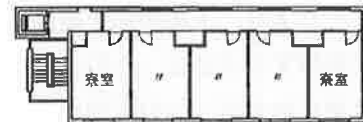
鹿島静岡ビル

建築物概要

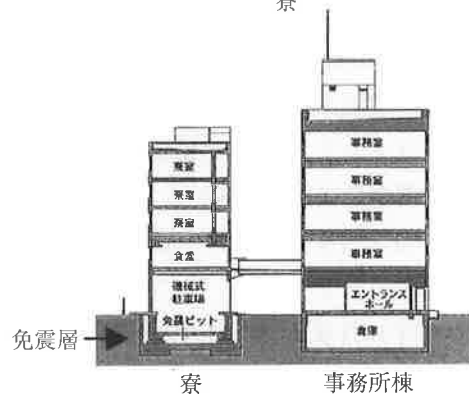
建設地	静岡県静岡市稲川3丁目
建築主	鹿島建設株式会社
設計・監理	鹿島建設株式会社横浜支店
施工	鹿島建設株式会社横浜支店
用途	寮棟、事務所棟
建物規模	寮棟：5階、事務所棟：5階
延床面積	寮棟：713㎡、事務所棟：1,685㎡
軒高	寮棟：15.9m、事務所棟：19.0m
基準階階高	寮棟：2.70m、事務所棟：3.60m
構造種別	寮棟：RC造、事務所棟：S造
構造形式	寮棟：(3～5階) 壁式構造 (1,2階) 耐力壁付ラーメン構造 事務所棟：ブレース付ラーメン構造
工期	1997年10月～1998年11月



事務所棟



寮



図一1 基準階平面図&断面図

2. 寮棟“滑り支承併用免震システム”

2-1 工法の目的

これまでの積層ゴムを用いた免震構造の固有周期は3秒程度になるように設計されている。一般的に、建物が長周期になるほど、地震に対する応答が減る傾向にある為、固有周期をさらに伸ばすことによって、免震効果を一層高めることが出来る。ところが、現状より長周期にしようとする、積層ゴムの建物支持能力が低下していく為、無理な長周期化が出来ない。この周期の限界は、塔状建物や比較的軟弱な地盤に建つ建物などへの免震構造の適用を難しくしている。本工法は5秒程度まで周期を伸ばし、免震構造の適用拡大を可能にした。

2-2 特徴

積層ゴムの建物支持能力を低下させることなく長周期化できる。また、滑り支承と積層ゴムの重量分担化を調整することで、最適な周期と減衰が得られる。さらに、低摩擦であるため、建物の振動特性の調整範囲が広く、設計が容易である。

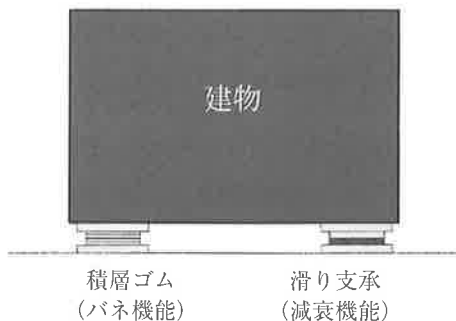


図-2 工法概念図

2-3 滑り支承の特徴

潤滑材には含油ポリアセタール樹脂を用いて、低摩擦特性を実現した。弾性パッドは潤滑材の確実な面接触を確保するほか、中小地震に対する免震効果を改善し、高次振動を制御する。

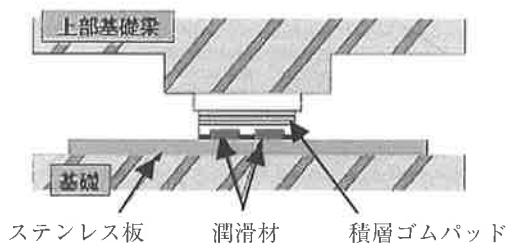


図-3 滑り支承概念図

2-4 検討結果

積層ゴムだけの場合と滑り支承を併用した時の比較を図-4に示す。免震層の変形は積層ゴム単独の従来工法と同程度であるが、建物に作用する地震力は大地震になるほど小さくなる傾向がある。(図-4-1、2参照)

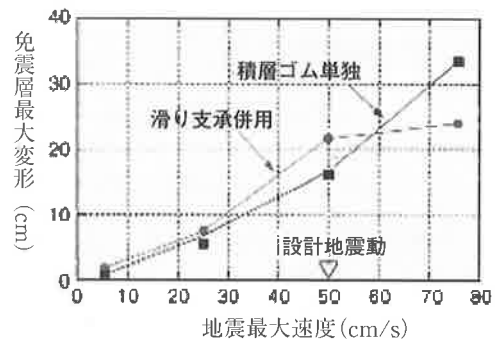


図-4-1 免震層の変形

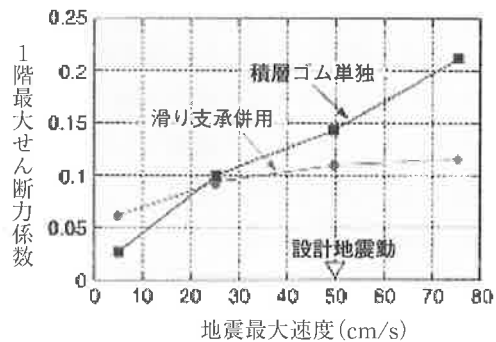


図-4-2 建物に作用する地震力

2-5 免震装置の配置

積層ゴム (850φ) を四隅に配置し、2種類の滑り支承 (650φ) を図-5のように設けている。

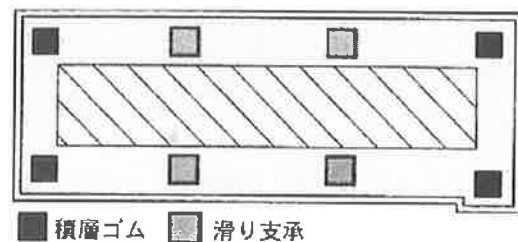


図-5 免震装置配置図



写真-1 “滑り支承” 取付け状況

3. 事務所棟“AVD(可変減衰)制震システム”

3-1 工法の目的

不意に襲ってくる地震に対してAVD(可変減衰)システムは、建物の複雑な揺れを最も効果的にコントロールして揺れを最小に抑え、建物の安全と機能を確実に守る。

僅かな電力で稼動する可変オイルダンパが、建物の揺れを大幅に低減する。

3-2 システム概要

AVDシステムは、地震時の建物の揺れを計測するセンサ、制御コンピュータ、可変減衰力により揺れを抑える可変オイルダンパ、無停電電源装置から構成される。建物短辺方向を制御対象とし、可変オイルダンパを建物両妻面に設置した。可変オイルダンパは、最大100tfまでの減衰力の制御が可能である。その為に必要な電力は1台当り70W程度と極めて僅かなため、大地震に対する建物の制御を効率的に行うことが出来る。センサは各階床下に設置されているが、特に建物の使用条件を考慮して、建物内で想定される電磁波に対して耐ノイズ性が確保されている。尚、建物長辺方向には鋼製弾塑性ダンパのハンカムダンパを設置した。

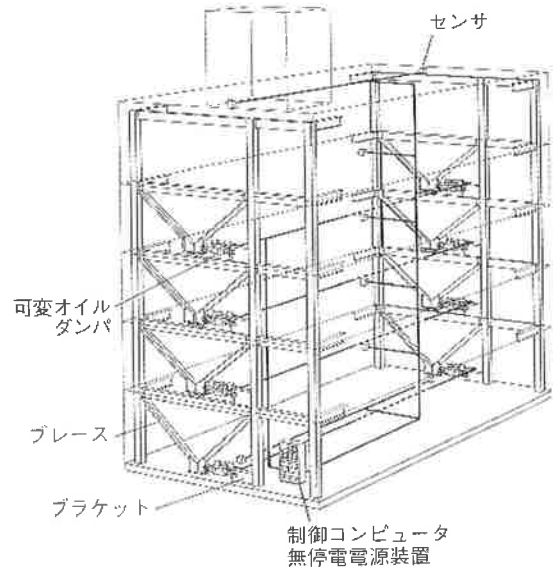


図-7 AVDシステムの構成

3-3 建物加振実験による検証

竣工後、屋上に最大起振力10tfの大型起振機を設置して強制加振実験を実施した。目的は、建物振動特性の確認及び本システムの性能確認である。無制御から制御へ切り換えた実験では、無制御での建物の揺れが16gal(震度3)であったものを、制御することにより2~3gal(震度1)に低減する優れた効果が確認された。また、図-9の共振曲線からも本システムの大きな減衰付加効果が確認されている。

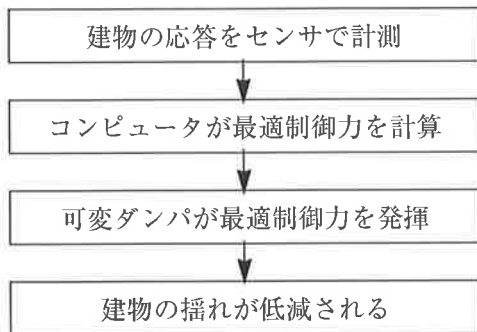


図-6 制御方法



写真-2 可変オイルダンパ



写真-3 屋上の10tf起振機

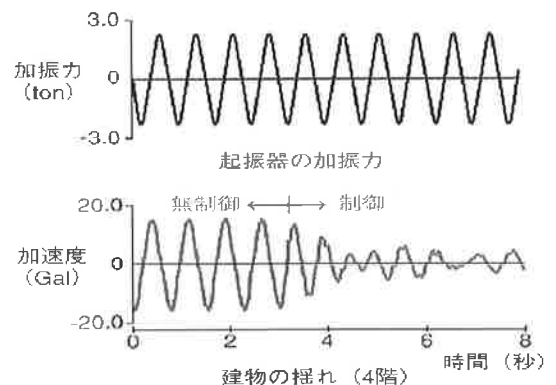


図-8-1 屋上に設置された10tf起振機の効果

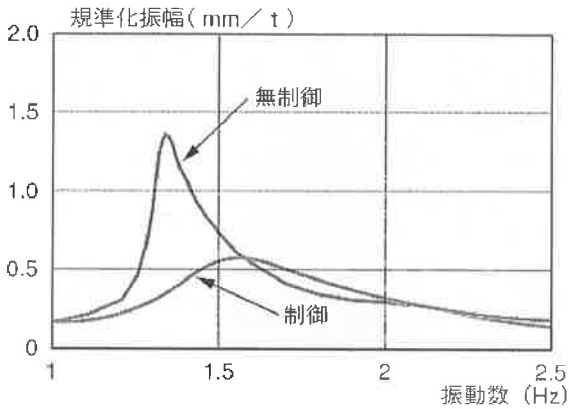


図-8-1 建物加振実験による共振曲線

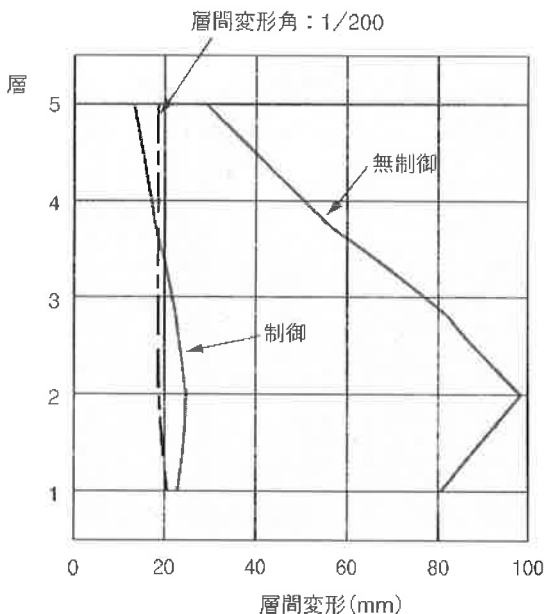
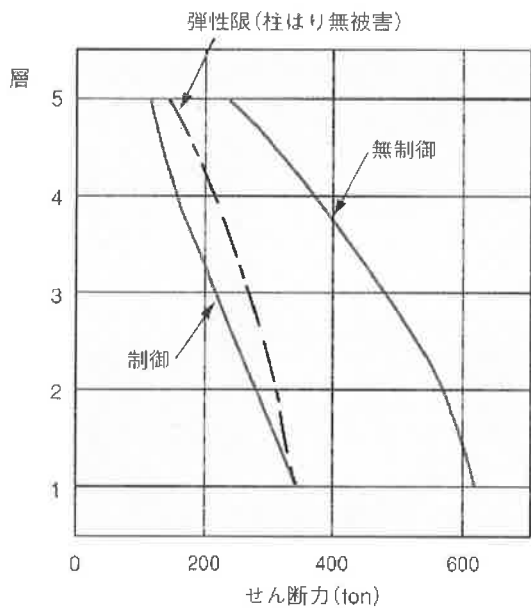


図-9 仮想東海地震による解析結果

3-4 大地震時の制御効果シミュレーション

仮想東海地震 (M8.4) を想定して建物への入力地震動 (最大速度71kine) を作成し、大地震時のシミュレーション解析を行った。その結果、フレームのせん断力は無制御の1/2程度に低減され、柱はり骨組みは弾性範囲に納まった。また、層間変形も無制御の1/4程度にまで低減され、建物に損傷がほとんど生じない層間変形角1/200程度に納まった。これより、本システムが大地震に対して構造安全性を向上させ、建物の機能を守る上で有効であることが分かる。

3-5 システムのメンテナンス

可変オイルダンパは、建物の長期間の使用を前提に高い耐久性を有しているが、システムの健全性を維持して行く為、制震装置も含め3年に1度、軽微な点検を点検を行う。

4. おわりに

4-1 寮棟

免震構造のさらなる長周期化を目的として“滑り支承併用免震システム”を採用しているが、外周に滑り支承を配置している為、地震動によるロッキング振動や2方向同時入力、上下動等による複雑な挙動を把握する目的で、要素実験、振動台実験およびシミュレーション解析を行い、新しい設計手法を提案している。

4-2 事務所棟

竣工後に発生した静岡県中部地震 (1999.5.7) で、静岡県地方は震度3を観測したが、AVD (アクティブ・バリアブル・ダンピング) システムを採用した事務所棟は、地震を感知すると同時に起動し、建物の変位を無制御時に比べ、約1/2 (震度1) に低減していることを確認している。また、M8.4の仮想東海地震によるシミュレーション解析では、フレームのせん断力は1/2程度、層間変位は1/4程度まで低減され、建物にほとんど損傷が生じないことも確認している。