

# NACHI-BUSINESS

Components **news**

Vol. **1** C1  
December/2003  
創刊号

機能部品事業

■ トピックス

新規分野への取り組み

## 「一般住宅用免震システム」

Seismic Isolation System  
for Private Dwellings

〈キーワード〉 耐震・免震・風揺れ固定  
支承体・自動再ロック機構

開発本部／開発二部

渡辺 孝一



## 要 旨

一般住宅の地震対策には耐震と免震がある。耐震だけでは建物外枠は守れても、内部にある家具等は護ることができない。

ナチ不二越は建物に適用できる免震装置を大和ハウス工業と共同で開発。軸受技術と油圧技術のシナジ効果により、比較的廉価な免震装置の商品化を図ることができた。

## Abstract

There are two types of earthquake countermeasures for private dwellings: earthquake proofing and seismic isolation. Earthquake proofing alone can protect the exterior of a structure, but it cannot protect the furniture and other items inside the structure from damage. Nachi-Fujikoshi has developed a seismic isolation system in cooperation with Daiwa House Industry Co., Ltd. Through the synergy of bearing technology and hydraulic technology, we have made a seismic isolation system available to the market at a comparatively low price.

## 1. はじめに

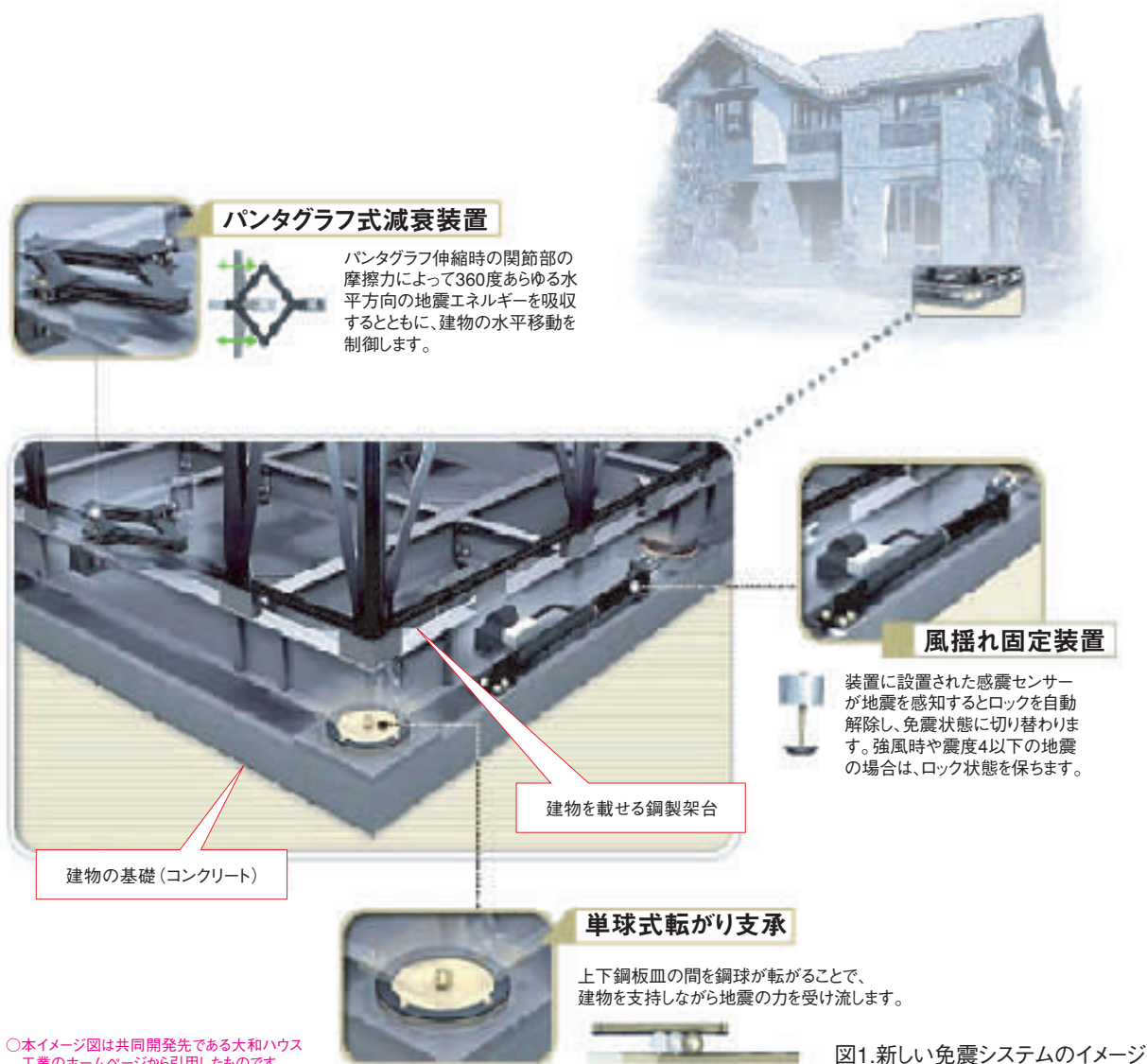
建物への地震対策は 表1のように3つに分類されるが、その中でも免震構造は地面の揺れを、直接、建物には伝えないシステムであるため、建物の保護ばかりでなく家具などの倒壊防止にも効果的であり一般住宅には最も適した構造と言える。

これまでは免震装置は、高級自動車並の価格が一般的であったが、このたび、大和ハウス工業と共同で大衆自動車並みの価格で設置できる装置を開発し、7月から大和ハウス工業を通して発売を開始した。

(表1)地震対策

分 類	特 徴
耐震構造	建物の強度を大きくする
制振構造	建物内部に揺れ吸収機構を設けて揺れを緩和する
免震構造	建物と地面の縁を切り、揺れを直接的に建物へ伝えないようにする

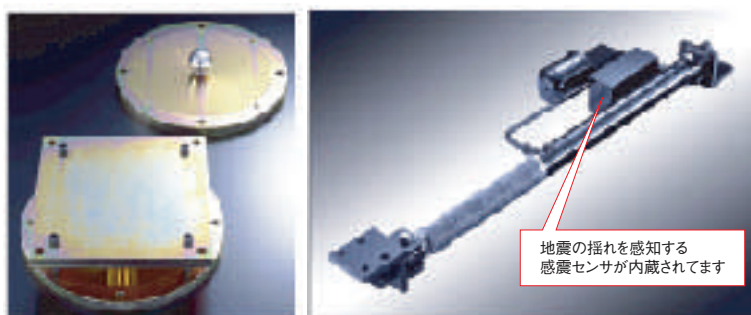
## 2. 免震システムの構成と概要



建物を免震状態にすると強風などの横力を受けた場合、建物は移動してしまう。この為、免震システムは、建物固定機能を有する風揺れ固定装置と、地震時に免震機能を発揮する支承体、摩擦ダンパで構成されている。

新しい免震システムのイメージと各装置の概略機能を図1、図2および図3に示す。これらの装置は、建物と基礎(地面)の間に設置されている。

ナチ不二越では、支承体と風揺れ固定装置を商品化、大和ハウス工業では、摩擦ダンパを開発し、これらを組み合わせることで一般住宅へ免震システムを低コストで提供することができた。



## 3. 装置の概要

### (支承体)

各地域に適用できるように、地震時の建物と地面の相対変位として300、330、360mmの3種類、また、建物重量に応じて、主に2階建て用、3階建て用の2種類、合計3×2=6種類の支承体を商品化した。また、材料には、転がり軸受並の熱処理により、表面摩耗、圧痕などの対策を施し、転がり摩擦係数は0.01程度になっている。

通常の建物では、これらの支承体は12～15ヶ／軒使用される。

### (風揺れ固定装置)

この装置は両端を基礎と建物の梁に取り付けられる油圧シリンダと、制御回路を備えたバルブユニットと、感震センサで構成されている。

感震センサはバルブユニットに油圧回路の開閉の指示を与え、平常時は閉状態となっていて、建物が台風など強風の横荷重を受けても移動しないように、シリンダで建物が支えられている。

地震時には、感震センサがバルブユニットに開状態の指示を与え、油圧シリンダは自由に伸び縮みして、建物と地面の相対運動を可能にする。

装置には、自動再ロック機構がついており、地震終了約30分後には、再び閉状態になり、建物を固定する。本装置は原則として4ヶ／組として使用され、建物の大きさにより4～8ヶ使用される。

## 4. 免震効果の時刻歴応答解析による確認

これらの装置を使用した、2階建て建物に阪神大震災相当の地震波を入力したときの建物に発生する加速度波形の時刻歴解析結果を図4に示す。

入力波形が最大800ガル(約0.8G)に対し、建物

に発生する加速度は、その1/8程度に小さくなる事が分かる。なお、この検証は、実際の建物に地震波を与えた実物大試験により確認されている。

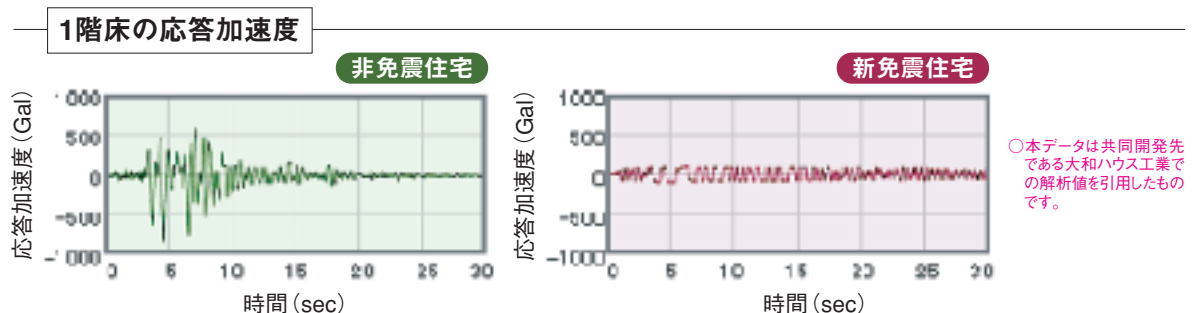


図4.神戸波入力時の建物の応答加速度解析値

## 5. コスト



### プレハブ住宅の例

本体／約2100万円  
(標準的な建物価格帯として不二越が想定したもの)

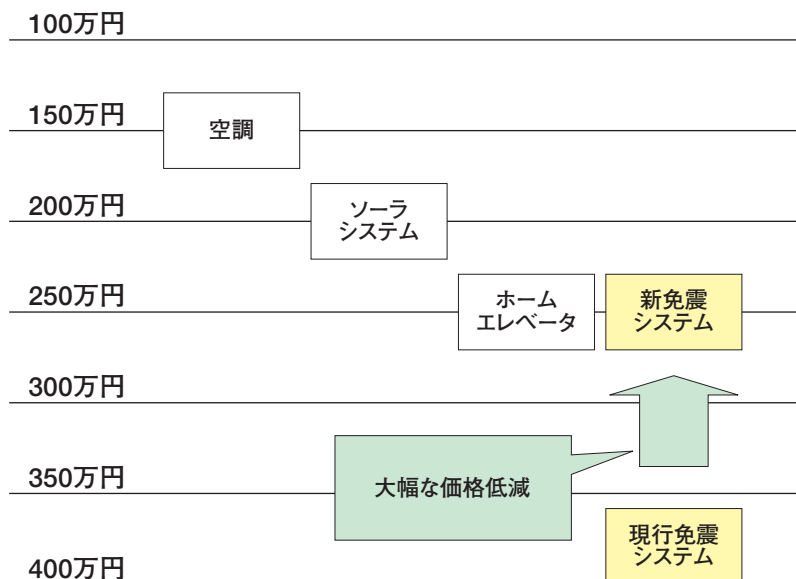
○本プレハブ住宅の写真は大和ハウス工業殿のホームページより引用したものです。

一般住宅の付帯設備として「あればいいなあ」と希望される設備と価格帯を図5に示す。

これまでの免震システムは、最も高価な付帯設備に位置付けられていたが、今回の開発により、250万円前後となり、ソーラシステムに次ぐ価格までに引き下げることができた。

今日では、空調設備はかなりの家庭に行きわたるようになっているが、免震システムも、遠からず一般的な付帯設備として普及していくものと予想される。

+



○本価格帯は不二越が市場を上記のように想定したものです。

図5. 一般住宅と免震価格帯

## 6. 住宅免震技術の応用展開の取り組み

転がり支承を用いた住宅免震装置の基本原理は、建物を支える支承体、地震時のダンパ機能と、強風対策よりなる。建物では強風対策としての固定機能が必要だが、建物内部に設置される免震構造体には、これは必要ではない。

建物内部の一部を免震化するには、免震性能の効果確認ができれば、比較的容易にこれらの技術を展開することが可能となる。

その代表例として、<sup>※9</sup>免震床と<sup>※10</sup>免震台がある。

例えば、病院の手術室などは手術の最中に地震により装置が不能になると患者さんの生死そのもの問題になるし、劇薬棚などが転倒すると、そのときの災害は大きいものが予想される。また、コンピュータのサーバなどは、地震時にはたとえ倒れなくても、地震時の大きい加速度に比例した力が内部に発生し、回線が不通になることがある。

このように、免震技術の必要とされる機器は潜在的には多くあり、いずれも免震効果が得られないと何らかの形で我々の健康、生活に影響を及ぼすものばかりである。

ナチ不二越では、これらの市場の要求にもとづいて、住宅免震の技術を活かして、機器などの局所的な広さに対応する免震台と、多くの機器が載るような広い範囲に対する免震床の開発に取り組んでいる。

その適用として、不二越情報システムのコンピュータルームに、今回開発した装置を適用し、従来装置に較べて大幅な低コストを計りながら、免震床を構成することができた。

## 7. おわりに

この免震装置は、ナチ不二越のベアリング技術と油圧技術のシナジーを活かして開発したもので、今まで取り扱ってなかった新しい領域を手がけたものである。

おわりに、本稿を書くに当たり、大和ハウス工業からは、写真・データの掲載のご協力をいただいたことをお礼申し上げます。

### 用語解説

#### ※1 風揺れ固定装置

建物が強風などの横力を受けると支承体の上に設置されているので、移動しがちになる。この時に建物が移動しないように固定するものが、風揺れ固定装置。

#### ※2 支承体

建造物等の重量を支えるもので、機械分野の軸受に相当する。建築業界では軸受とは呼ばず、支承（もしくは支承体）と呼ばれている。

#### ※3 摩擦ダンパ

地震時の揺れのエネルギーを摩擦で吸収するダンパのことで、鋼製の板をバタグラフ状に重ねて造られている。

#### ※4 バルブユニット

油圧シリンダの中で油が効率よく移動できるようにしたり、移動させないようにしたい為に油圧回路に栓（バルブ）を内蔵したブロックのことを指す。

#### ※5 感震センサ

地震時の地面の揺れをとらえるセンサ。

#### ※6 自動再ロック機構

建物が免震状態になったあと地震終了後は強風に備えて建物を再び固定（ロック）しなければならない。これを人の手を煩わすことなく、自動的に固定（ロック）する機構のことをいう。

#### ※7 時刻歴解析

建物に地震波が入力されるときに、建物に発生する変位、加速度を免震装置を含めて微小時間間隔で運動方程式を解いて求める解析手法。

#### ※8 ガル

地震の分野で建造物等に作用する加速度の単位を示し、1ガル＝1cm/sec<sup>2</sup>。980ガルは重力加速度の1Gに相当する。

#### ※9 免震床

免震構造を建物の或る階の或るフロアのみ適用した場合、そのフロアのことを示す。病院の手術室、コンピュータサーバを多く設置するフロアなどに適用される。

#### ※10 免震台

美術品などを設置する台だけを免震化した場合の台のことを示す。規模的には免震床は、5m×5mとかで、免震台は1m×1mといったレベル。

<b>本 社</b>	本社・富山事業所 東京本社	富山市不二越本町1-1-1 東京都港区東新橋1-9-2 汐留住友ビル17F <a href="http://www.nachi-fujikoshi.co.jp/">http://www.nachi-fujikoshi.co.jp/</a>	〒930-8511 〒105-0021	Tel.076-423-5111 Tel.03-5568-5111	Fax.076-493-5211 Fax.03-5568-5206	
<b>生産拠点</b>	富山事業所	富山市不二越本町1-1-1	〒930-8511	工具 マシナリー ロボット ベアリング	Tel.076-423-5100 Tel.076-423-5140 Tel.076-423-5135 Tel.076-423-5120	Fax.076-493-5221 Fax.076-493-5242 Fax.076-493-5251 Fax.076-493-5231
	東富山事業所	富山市米田町3-1-1	〒931-8511	マテリアル 油圧機器	Tel.076-438-4411 Tel.076-438-8970	Fax.076-438-6313 Fax.076-438-8978
	滑川事業所	富山県滑川市大掛176	〒936-0802	プレジジョン カーハイドロリクス クリーンサーモ コーティング 精密成形	Tel.076-471-2101 Tel.076-471-2320 Tel.076-471-2981 Tel.076-471-2985 Tel.076-471-2991	Fax.076-471-2630 Fax.076-471-2324 Fax.076-471-2987 Fax.076-471-2989 Fax.076-471-2992
	水橋事業所	富山市水橋伊勢屋193	〒939-3524	ベアリング	Tel.076-478-2098	Fax.076-479-1081
<b>営業拠点</b>	東日本支社 北関東支店 北海道営業所 東北営業所	東京都港区東新橋1-9-2 汐留住友ビル17F 群馬県太田市下浜田町1087-7 札幌市東区本町1条10-4-10 福島県郡山市桑野2-33-1 ワン・ブリッジビル2F	〒105-0021 〒373-0821 〒065-0041 〒963-8025	Tel.03-5568-5280 Tel.0276-46-7511 Tel.011-782-0006 Tel.024-991-4511	Fax.03-5568-5290 Fax.0276-46-4599 Fax.011-782-0033 Fax.024-935-1450	
	中日本支社 東海支店 北陸支店	名古屋市名東区高社2-120-3 ナチ名古屋ビル 浜松市砂山町353-3 大協土地ビル7F 富山市石金2-3-60 ナチ北陸ビル	〒465-0095 〒430-0926 〒930-0966	Tel.052-769-6811 Tel.053-454-4160 Tel.076-425-8013	Fax.052-769-6830 Fax.053-454-4845 Fax.076-493-5215	
	西日本支社 中国四国支店 広島営業部 九州支店	東大阪市本庄西2-73-14 ナチ大阪ビル 岡山市西古松2-2-30 広島市安佐南区西原8-25-10 福岡市博多区山王1-10-30	〒578-8522 〒700-0927 〒731-0113 〒812-0015	Tel.06-6748-2510 Tel.086-244-0002 Tel.082-832-5111 Tel.092-441-2505	Fax.06-6748-1955 Fax.086-243-4346 Fax.082-832-5114 Fax.092-471-6600	
<b>海 外</b>	国際営業部	東京都港区東新橋1-9-2 汐留住友ビル17F	〒105-0021	Tel.03-5568-5240	Fax.03-5568-5236	
<b>生産拠点</b> Overseas Manufacturing Companies	AMERICA	Indiana, Michigan / U.S.A. BRASIL				
	EUROPE	SPAIN CZECH				
	ASIA and OCEANIA	SINGAPORE THAILAND TAIWAN KOREA CHINA				
<b>営業拠点</b> Overseas Sales Companies	AMERICA	U.S.A. CANADA MEXICO				
	EUROPE	GERMANY SPAIN U.K. ITALY				
	ASIA and OCEANIA	SINGAPORE VIETNAM MALAYSIA INDONESIA PHILIPPINES CHINA TAIWAN THAILAND KOREA AUSTRALIA				