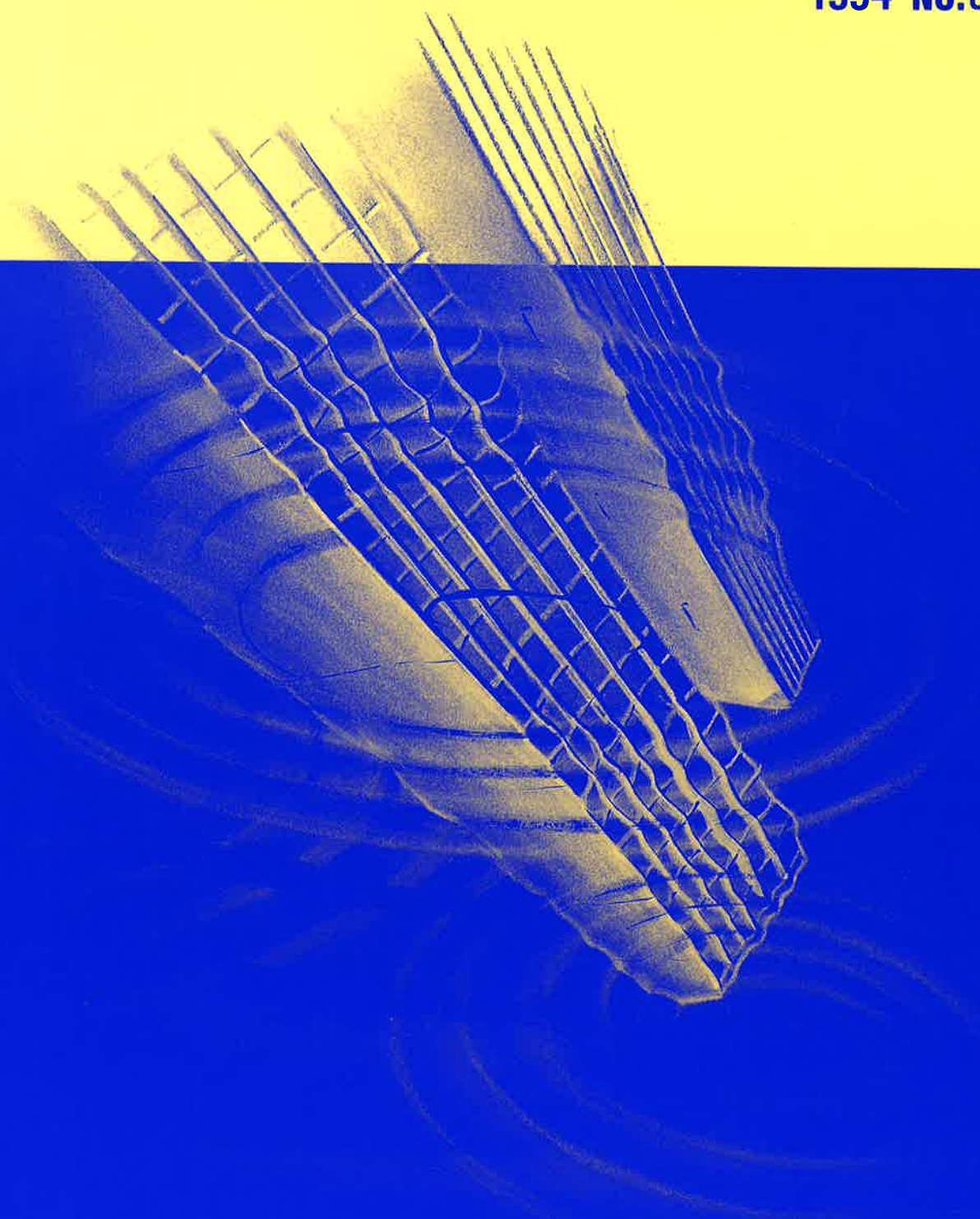


# MENSHIN

1994 NO.5 夏号



**JSSI**

Japan Society of Seismic Isolation

日本免震構造協会

## CONTENTS

<b>Preface</b>	The Hope of Seismic Isolated Buildings .....3 Yutaka INOUE Professor, Osaka Univ.
<b>Highlight</b>	Seismically Isolated Office Bldg harmonized with ...4 its Environments "SHINGAKUSHA Tokyo Building" Mitsuo Miyazaki et al. Sumitomo Construction Co.Ltd.,
<b>Report</b>	Company housing with 2types of Seismic Isolation Devices .....11 "Nishi-Funabashi Company House" Youji HOSOKAWA Takeyoshi FUJINAMI Maeda Corp.
<b>Series-Laminated Rubber Bearing 4</b>	The Characteristics of The Laminated Rubber .....15 Toshikazu YOSHIZAWA Bridgestone Corp.
<b>General Meeting Report</b>	Annual General Meeting of 1994 .....19 Mitsuru SUGISAWA Nippon Steel Corp.
<b>Special Contribution</b>	Northridge Survey Report .....21 Shouichi YAMAGUCHI Vice Chairman
<b>Inspection Report</b>	Seismic Isolator Manufacturing Plant .....22 Makoto TSUBOI Showa Wire & Cable Corp.
<b>Committee</b>	Technology Akira WADA .....24 Chairman of Committee Standardization Takayuki TERAMOTO Chairman of Committee Public Information Masaru SUKAGAWA Chairman of Committee Steering+Office Letter Shouichi YAMAGUCHI Vice Chairman
<b>New Member</b>	.....26
<b>Application Guide</b>	.....27
<b>Application Sheet</b>	.....28
<b>Information·Postscript</b>	.....29

# 目次

巻頭言	免震建築物への期待 .....	3
	大阪大学教授 井上 豊	
最近の免震構造紹介	～周辺環境との融合めざした免震オフィス～ 「新学社東京支社ビル」 .....	4
	住友建設 宮崎 光生 他	
免震建築訪問記④	「2種類の免震装置を持つ社宅」..... ～前田建設工業西船橋社宅～	11
	前田建設工業 細川 洋治 藤波 健剛	
シリーズ	積層ゴムの特徴 .....	15
「積層ゴムのおはなし」④	ブリヂストン 芳沢 利和	
総会報告	平成6年度総会報告 .....	19
	新日本製鐵 杉沢 充	
特別寄稿	米国における免震建物の現況調査について .....	21
	副会長 山口 昭一	
見学会報告	免震支承製造工場見学会を終えて .....	22
	昭和電線電纜 坪井 信	
委員会の動き	●技術委員会 和田 章 委員長 .....	24
	●規格化・標準化委員会 寺本 隆幸 委員長	
	●広報委員会 須賀川 勝 委員長	
	●運営委員会・事務局 山口 昭一 副会長	
新入会員	.....	26
入会のご案内	.....	27
入会申込書	.....	28
インフォメーション・編集後記	.....	29

# 免震建築物への期待

大阪大学 井上 豊



間もなく北海道南西沖地震が発生してから1年を迎えようとしている。この地震では、津波と云う現状では何とも制御し難い災害によって、約半世紀前の福井地震以来の二百名を超す犠牲者などの被害が生じた。津波の発生、伝播、遡上状況とともに、その後の余震観測における1Gを超える加速度記録などの話題を提供している。

その半年前には釧路沖地震が起こり、地震直後の発表としては恐らく初めてと思われるが気象庁震度階VI(烈震)が発表となり、また、その釧路気象台で900Galもの地動最大加速度が観測された。幸いなことに、建築物被害は地動の大きさにも拘らず比較的少なく、日本建築学会では観測された地震記録と建築物被害との予想に反する相互関係について、学術研究会を設置して総合的に検討を進めている。

さらに今年の1月には、米国ロスアンジェルスでノースリッジ地震が発生し、建築物、橋梁をはじめ多くの被害が生じたこと、地盤及び建築物内で大量の地震観測記録が得られたことなどは記憶に新しい。このように、地震は何時、如何なる様相で我々に襲いかかって来るか、極めて予測の困難なことは言を俟たない。来るべきnext big oneを前にして、我々は多くのことに考えを巡らせておかなければならないと考える。

このような中であって、ノースリッジ地震では、南カリフォルニア大学の最近新築された免震構造の病院で、ユニークな地震記録が得られた。地動最大加速度が0.49Gであったものが、免震層を経て7階建の免震建築物内に入ると0.10Gから頂部で0.21Gであった。また、記録波形自体も地動の短周期成分の激しい動きは抑えられ、減衰の大きい1秒程度の応答波形となって現われている。まさに、免震建築物の面目躍如と云った結果を示している。

この建築物については、たまたま建設中に訪ねる機会があり、構造設計者から、鉄骨造であるが極めて不整形な平面形を持っており、構造的にも弱点を生じ易いことから、免震構造を採用したものと説明を受けていた。免震建築物がこのように大きい地震を受けた最初のものであり、地動に対して実に良い対応ぶりを示したものとして大変興味深く、今後の詳細な調査結

果や記録波形の解析検討の成果が楽しみである。

我が国における免震建築物は現在70棟余りとなり、その数は世界最大であろう。用途としては居住の用に供するものが最も多く、ついで電算センターや研究施設等となっている。免震建築物は免震層を建築物下部に設けることにより、建築物全体の1次周期を長周期化して地震動によるエネルギー入力の高減を計るとともに、免震層に大きい変形能力を持たせて、ここに入力されたエネルギーを集中させ、さらにこれをダンパー機能によって消費させようとするものである。

したがって、上部構造には地震エネルギーが伝わり難く、構造物の耐震安全性を高め得ることが最大の目的であるが、同時に、前述の建築物用途にも現われているように、中程度までの地震に対しても、機能性や居住性についても優れた性能を与えるものとなっている。このように、免震建築物は極めて稀な大地震時における構造安全性に対する信頼度を増すのみならず、建築物の日常的な状況においても高品質化がなされているものと云える。

免震建築物についての今後の研究開発の方向は、免震層を構成する新しい免震デバイスの開発を進めること、免震建築物の構造形式や免震層、免震部材の設計について新しい試みを検討することなどを始め、病院や高齢者施設など、本来免震建築物に適する用途にもっと用いられるよう、さらに、重要文化財や古い建築物などの保存や補強対策へも適用されるよう、より積極的な開発戦略をたてることが望まれる。

昨今の社会における経済的な状況から、免震建築物の建設は低調と云わざるを得ないが、居住性、機能性を併せた高付加価値をも持つ、免震建築物の普及を計るために設立された日本免震構造協会の果たすべき役割は大変大きい。免震建築物に対する一般の認識・評価がますます高められ、その建設が大いに進められるとともに、本協会の一層の発展を期待するものである。

周辺環境との融合めざした「新学社東京支社ビル」  
免震オフィス

住友建設株式会社



斜森 宏



山田 寛



宮崎光生

1. 計画地の特徴

都心の西方30kmの多摩ニュータウン内にある本建物計画地へは、新宿から約40分、小田急多摩線唐木田駅から徒歩7分である。

多摩ニュータウンは、多摩の豊かな自然環境と調和した良好な居住環境を備えた「住」機能と共に、教育文化、業務、商業の機能も備えた活力ある新市街地の形成を目指している。その中で本計画地周辺は、通称「唐木田カルチャーバレー地区」と呼ばれており、教育研究・文化・業務機能と、周辺の優れた自然環境を保つ住宅地との調和のとれた共存コミュニティの形成をめざしている。

2. 設計コンセプトと建築計画

この良好な立地条件の敷地に教育出版事業を行なう企業のオフィスビルを計画するもので、本建物は2棟で構成される総合計画の内の第1期工事である。その設計においては、多摩市の街づくりのスローガン「水と緑に映える街」を基本に、周辺環境と調和する洗練されたデザインを目標とした。

建物の平面形状を平行四辺形とし、シャープで清楚な外観を目指している。立面形状は、日影規制から北側をセットバックさせる必要があるため、大きさの異なるガラス製菱餅を積み重ねたような造形としている。また、長方形の敷地に平行四辺形の建物を配置することによって、水と緑のためのまとまった外部空間を確保し、建物南側半分には建物とかみ合うような形で三角形の池を配置している。(図2参照)

熱線反射ガラスの外壁が周辺の敷地内外の緑を映し、また緑を映した垂直のガラス壁面とその直下の三角池の水面を相互干渉させることによって「水と緑に映える」というテーマを具象化している。建物内から三角池とそれに水を落とす3段の滝を望むと、その水しぶき、周りの木の葉や水面のゆらぎが光のきらめきを生みだし、その反射光が建物内部に射し込んで建物内外が渾然一体となった空間を創出する。カフェテリアに憩う人にひとときの安らぎを醸し出すことを意図している。



図1 建物完成予想図

3. 建物概要

●所在地	東京都多摩市大字落合字土橋3176-1
●主用途	事務所
●建築主	株式会社新学社
●設計施工	住友建設株式会社
●工期	1993年4.19～1994年8.20 (16カ月)
●面積	敷地面積 5,430.52(m <sup>2</sup> ) 建築面積 1,062.43(m <sup>2</sup> ) 延床面積 5,282.41(m <sup>2</sup> )
●階数	地下1階、地上5階
●高さ	軒高 SGL+20.85m 最高高さ SGL+21.64m 基準階階高 4.10m
●構造種別	免震構造
●免震装置	主免震装置 PRB=18体、HDB=2体 バックアップ装置 LLRB=4体
●構造体種別	上部構造体 鉄筋コンクリート構造 一部 プレストレストコンクリート構造 下部構造体 鉄筋コンクリート構造 基礎・地業 場所打コンクリート杭
●仕上概要	外壁 ガラスカーテンウォール および御影石張り 床仕上 アクセスフロア+タイル カーペット



水頭一紀



八月朔日敏男



長谷山幸好

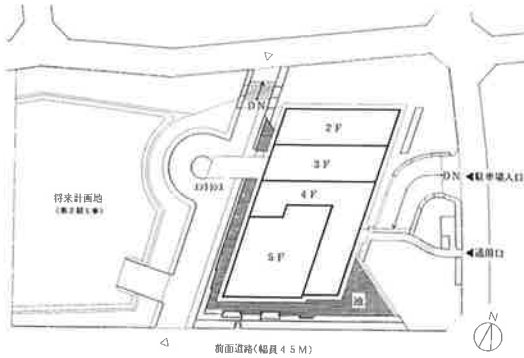


図2 建物配置図

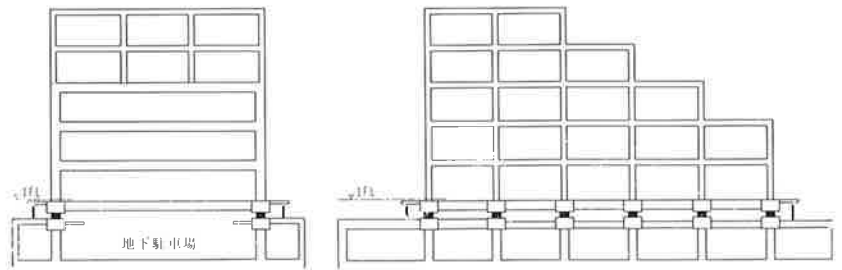


図3 建物断面構成図

#### 4. 構造設計概要

本建物は、平面が平行四辺形、立面はセットバックしており、駐車場に使用される地下階を有している。また敷地には南北両側で4 m 弱の高低差がある。

##### (1) どこでどう免震するか

まず、地下階を有する建物の場合どこで“免震する”（“免震”を動詞として使用。免震装置を配置し建物を上下構造体に分離して免震構造にするという意味）かが第一の課題となる。通常の免震ビルのように基礎部分（地下階の下）で免震する場合、勾配を有する周囲地盤から免震建物へ車を導入することになり、地盤と建物との境界部分におけるサイズミックギャップ（地震時相対変位用クリアランス）の処理が複雑になる。また、せっかく免震されている建物に導入車両による振動を引き込むことにもなる。主としてこの2点の理由から、本建物では地下階の上部、1階の床下で免震している。

従って、本建物は中間階免震建物に該当し、免震構造評定の他に防災性能評定を受けている。わが国では4棟目、私達としては3棟目の中間階免震ビルである。点検が確実且つ容易に行えること、駐車場火災に対する安全を確保することのために、免震装置は、完全に防火区画された免震装置設置区域内に配置している。この区域は通常は出入りができない管理区域となっているが、建物中央の階段室からアクセスできる。また免震装置の交換は実質的には不要と判断しているが、必要な場合には地下駐車場から出し入れできるように設計されている。（図3参照）

##### (2) 構造体骨組みの設計

基本設計段階では、構造体骨組みも平面形状に合わせて平行四辺形の立体フレームとしていたが、最終的な建築計画では内部各室平面形状を矩形としたため、これに合わせて構造体骨組みも直交フレームに変更している。

上部構造体は、両方向共に建物中央のコア部耐力壁を有するRC造ラーメン構造骨組みとしている。また地下駐車場および地上階オフィス空間を使いやすくするために、上部構造体短辺方向にはスパン21.6mのプレレストレストコンクリート梁を採用している。

免震装置を支持する下部構造体は、両方向共に建物周囲側壁および中央部コア周りの耐力壁により剛性・耐力共に高いRC造骨組みとしている。

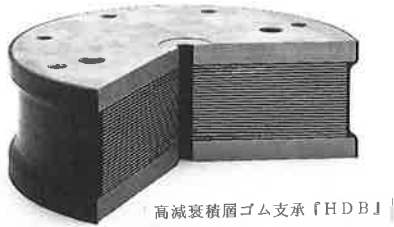
地業には場所打ちコンクリート杭を使用し、GL-31 m 以深の上総層群を支持層としている。

設計用地震力は、上部構造体では1階の層せん断力係数を0.15、4階を0.20としその中間は直線補間、最上階の5階は0.25としている。下部構造体の地下1階は、レベル2入力時の最大せん断力係数0.21（水平震度0.34相当）に対して許容応力度設計を行っている。

#### 5. 免震構造設計概要

##### (1) 免震装置の設計概要

本建物には、主免震装置として2種類の高減衰ゴム系積層ゴム PRB18体と HDB 2体の計20体、バックアップ装置として LLRB 4体を使用している。



高減衰積層ゴム支承「HDB」

写真1 HDB 免震装置



周囲拘束型積層ゴム支承「PRB」

写真2 PRB 免震装置



写真3 バックアップ装置 LLRB



写真4 免震装置取付状況

(主免震装置)

HDB 免震装置は、通常タイプの高減衰積層ゴムで減衰定数15%程度の減衰性能を有している。PRB 免震装置は、HDB 免震装置の減衰性能を更に高めるために装置中央部にエネルギー吸収性能の高い硬質の母体ゴムを封入したもので、減衰定数20%程度の性能を有している。

免震装置が支える上部建物の総重量は約5800トンであり、これを20体の積層ゴム免震装置で支えるので、1体当たりの平均荷重は290トン、最小160トン～最大440トンの荷重を支えている。この荷重に対して、直径80cmの積層ゴム9体、直径90cmのもの11体とし、ゴム層は、全て1層7mmx30層、総ゴム厚210mmとしている。2次形状係数は、3.8～4.3である。

(バックアップ装置)

私たちは、免震建物の安全性を高めるために何らかのバックアップ装置を付加することを2号物件以来の慣習としており、しかもその装置は毎回異なる新しいものであることをこれまでのモットーとしている。今回は、レベル3以上の入力に対する変形抑制を図るために減衰付加装置 LLRB を使用している。これは、コンパクトで大容量のエネルギー吸収装置を得るために、従来の鉛プラグ入り積層ゴム支承 LRB を改造したもので、アイソレータとしての荷重支持機能を省略し、エネルギー吸収性能を拡大した大径鉛ダンパーとも呼ぶべきものである。本建物には LLRB 4 体を使用している。

(免震装置の配置および取り付けディテール)

本建物は、各階が徐々にセットバックしており、建物重心が平面中央からずれているが、上記アイソレータ20体と LLRB 4 体との配置により、建物重心と免震装置の剛心およびエネルギー吸収中心を殆ど完全に一致させている。

アイソレータには、浮き上がり変形が作用しないように設計しているが、万一浮き上がり変位が発生した場合にもアイソレータのゴム層に直接引張力が作用しないような取付ディテールを採用している。(写真4参照)

(2) 免震構造目標性能

本免震建物では、「大地震時レベル2 (最大入力速度  $V_{max} = 50\text{cm/s}$ ) の入力地震動に対して無損傷設計を行う」ことを基本的設計目標としている。その際の目安としている目標性能値を表1に示す。

レベル2入力時の上部建物各階の応答加速度を200ガル程度までに、免震装置の変形量をレベル2入力時でせん断歪度150%程度、レベル3に対して200%程度に抑えることにしている。

表1 免震性能の目標値

入力レベル ( $V_{max}$ )	各階の最大 応答加速度	免震装置	
		水平変形量	せん断歪度
レベル2 (50cm/s)	$A_{max} \leq 200\text{cm/s}^2$	$d_{max} \leq 31.5\text{ cm}$	$\gamma \leq 150\%$
レベル3 (75cm/s)	$A_{max} \leq 300\text{cm/s}^2$	$d_{max} \leq 42.0\text{ cm}$	$\gamma \leq 200\%$

6. 地震応答解析概要

(1) 基本方針

免震建物はほぼ1自由度系に近い挙動を示すので、単純な振動解析モデルで精度よく地震時挙動を把握できる。但し、その応答特性の殆どは免震装置の性能によって決定されるので、免震装置の復元力特性はできるだけ精度よく評価する必要がある。

通常どの免震システムもその復元力特性は非線形性を有している。高減衰ゴム系の免震装置は、周波数依存性・温度依存性などを有しているが、中でも加力1波目と3波目以降では履歴ループがかなり異なるという経験履歴依存性が顕著である。設計上その特性をどう評価するかによって、応答評価にかなりの相違が発生する。また、通常の積層ゴムもせん断歪度150%以上ではハードニング領域に入るので、大変位領域におよぶ応答解析では当然その特性を評価すべきである。

本解析では、上記の経験履歴依存性やハードニング特性、面圧依存性などの特性を反映し、免震装置の実試験性能に近い復元力特性のモデル化によって、地震応答特性を評価することを基本方針としている。

(2) 応答解析モデル

本建物では、建物全体の応答特性を把握するために1層1質点に集約した7質点せん断型モデル (Sモデル) を、建物のねじれ振動を把握するためには擬似立体モデル (Rモデル) を採用した。(図4参照)

上部構造体各階の復元力特性は、Sモデルは建物全体の、Rモデルはフレーム毎の、静的増分解析より求めた弾塑性復元力特性としている。

免震装置の復元力特性は、免震装置の種類毎に図5に示すようにモデル化している。Rモデルでは同じ履歴特性をもつMSSバネにより各装置を表現している。PRB及びHDBの高減衰ゴム系装置では、未経験の歪領域は加力1波目のループに対応した初期履歴ループ上を、経験済みの領域では加力3波目以降を表現した定常履歴ループ上を走ることで経験履歴依存性を評価している。初期および定常履歴ループの試験性能とモデル化ループの対応関係を図6に示す。

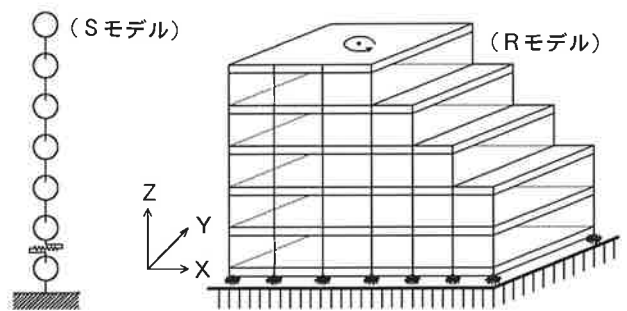


図4 応答解析モデル

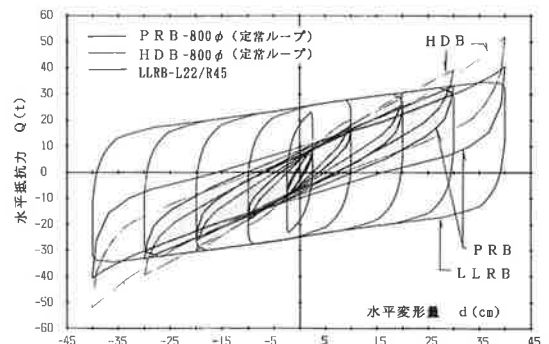


図5 各装置1体の設計復元力特性



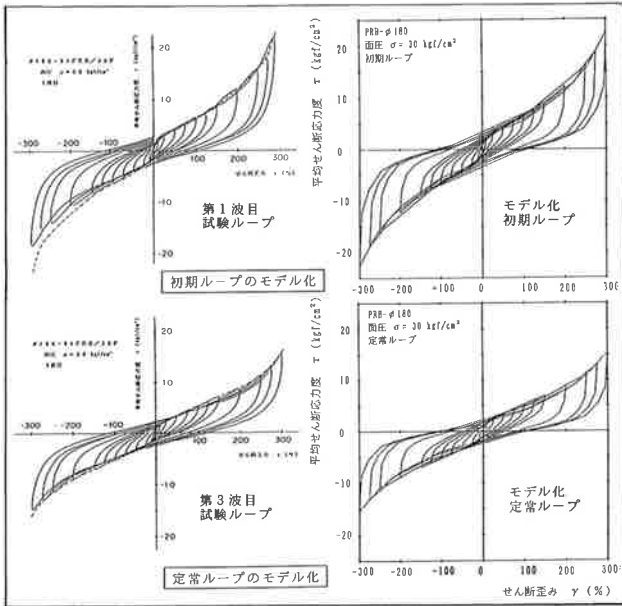


図6 試験ループとモデル化ループの対応

(3) 入力地震動

入力地震動として7波を選定し、入力レベルは、地震動の強さに応じた応答特性を観るために最大速度で  $V_{max} = 5, 25, 50, 75$  (cm/s) の4段階としている。

また、ねじれ振動解析には、水平2方向の同時記録波形を採用し、入力強さは2方向速度の合成ベクトル値で基準化している。

表2 各入力レベル毎の最大加速度値  $A_{max}$  (cm/s<sup>2</sup>)

入力地震動	入力速度 V 毎の最大加速度値				解析時間 (sec)
	(V=5)	(V=25)	(V=50)	(V=75)	
1 EL CENTRO NS(1940)	51	255	510.8	766	40.0
2 TAFT EW(1952)	50	248	496.8	745	40.0
3 HACHINOHE NS(1968)	33	165	330.1	495	35.0
4 HACHINOHE EW(1968)	26	128	255.4	383	35.0
5 TOKYO 101 NS(1956)	49	242	484.9	727	11.0
6 AW-2(第2種地盤用)	33	166	332.4	499	20.0
7 WSB-21 EW(1992)	72	361	721.7	1082	40.0

(4) 地震時応答性能

図7にレベル2入力時の最大応答加速度を示す。各階とも120~200ガルの応答に抑制されており、内部収容物の安全確保に対する目標値を達成している。

図8にレベル1及びレベル2入力時の最大応答せん断力係数を示す。設計用地震力は、レベル1の応答を大きく上回っており、レベル2の応答に対応する地震

力となっている。レベル2入力時の応答層間変形角は1/420以下であり無損傷と判断できる。

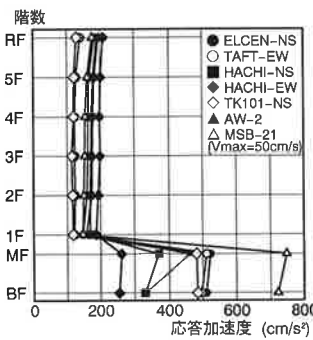


図7 最大応答加速度(レベル2)

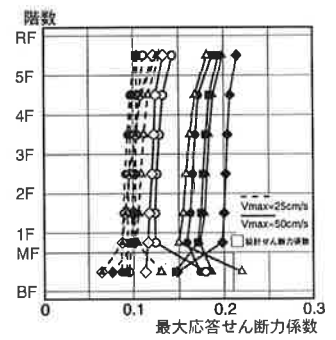


図8 応答せん断力係数(レベル1&2)

図9は最大入力加速度と1階の応答加速度の関係を示したものである。また、図10は免震装置の変形量と建物の応答加速度の関係を示したものである。入力加速度が同じでも、地震動により建物の応答加速度や応答変位は異なるが、図10に示すとおり免震装置の変形量に対する応答加速度は入力地震動の種類に拘らず殆ど一致しており、免震装置の復元力特性が免震建物の応答加速度をコントロールしていることがよく判る。

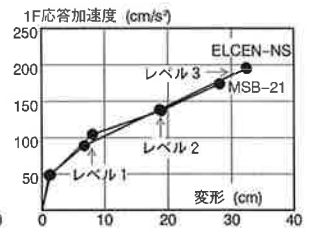
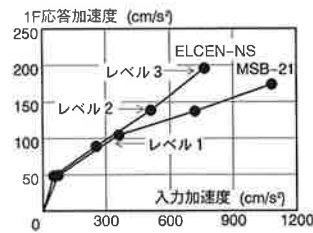
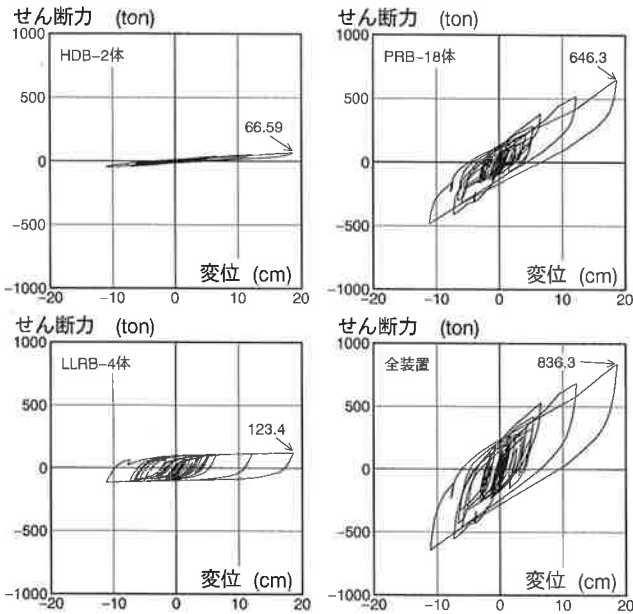


図9 応答加速度 vs 入力加速度 図10 応答加速度 vs 装置変形量

図11に、免震装置の種類毎の応答履歴ループの例を示す。高減衰ゴム系の免震装置では、最大歪経験後の応答はかなり良くなるが、最大応答変形は必ず未経験の歪領域であるので、最大応答加速度は初期履歴ループによって発生する。高減衰積層ゴムを使用する設計において、1波目と3波目の履歴ループを平均化した性能で応答解析を行う例が多いと聞けが、その方法では応答加速度を過小評価することになる。



(入力：EL CENTRO NS, Vmax=50cm/s)

図11 各装置の応答履歴ループ

図12は、本建物の加速度応答の違いを従来の耐震構造と本免震構造で比較したものである。在来耐震構造では1Gを上回る揺れが、本免震構造では最大で0.15G前後、地震の継続時間中の殆どは0.1G以下の揺れとなっている。ノースリッジ地震でも実証されたとおり、免震建物では収容物も含めて建物全体の安全性が飛躍的に高められることが一目瞭然である。

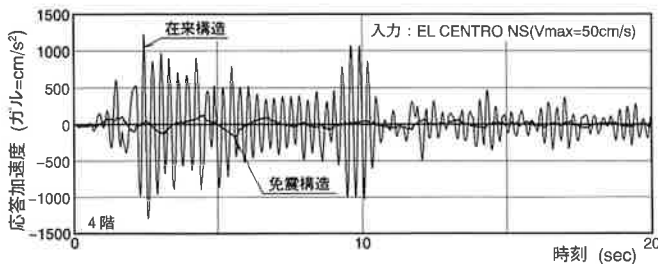


図12 免震・非免震構造による本建物(4階)の揺れの相違

尚、紙面の関係上ねじれ応答解析結果については省略するが、建物の重心と免震装置の抵抗力中心を一致させているため、水平2方向の同時入力に対しても大きなねじれ振動は発生しないことを確認している。

## 7. 施工概要

本建物の施工は当社として6棟目の免震建物であり東京支店としては3棟目である。これまで免震建物の施工担当者は誰もが初めてというのが通り相場であったが、本建物では所長・主任・設備担当者のいずれも免震建物の経験者という珍しい作業所となった。

そのため、免震建物の特殊性や勘所を熟知しており、工事は高度の品質管理の下に効率的且つ順調に進んでいる。所長や主任が免震構造の良さを時折、一席ぶつてくれるのもうれしく楽しい現場である。



写真5 免震装置設置直後の現場状況

### (1) 免震装置の設置およびその工程

写真5に、全免震装置を設置した直後の免震装置設置区域の状況を示す。

免震装置の設置精度及びその後の上部建物の施工精度は、アンカープレートの設置精度で決まると言ってもよい。基礎コンクリート硬化後のアンカープレートの傾き角度は、1/813以下であった。

免震装置基礎部コンクリートの1週強度確認後に装置セットを行うので、アンカープレートの準備からセット完了までの期間は11日となっている。但し、全免震装置24体の取付作業は1日で完了している。

表3 免震装置の取付工程

① アンカープレート取付準備	1日
② アンカープレート セット	2日
③ 装置基礎部コンクリート打設	1日
④ コンクリート養生	1週間
⑤ 免震装置全数(24体)セット	1日

(2) 工事中における免震装置の鉛直変位量

図13は、工事期間中における建物4隅の免震装置の鉛直沈下量を示したものである。免震装置設置直後の無荷重時を基準レベルとし、コンクリートの打設毎にダイヤルゲージによる鉛直変位を記録したものである。横軸の荷重は打設したコンクリートの累計重量を示したもので、鉄筋および積載重量は含めていない。また温度による補正も行っていない。全コンクリート打設後における4隅の平均沈下量は2.74mmである。工事期間中における総沈下量約3mm弱は妥当な値である。

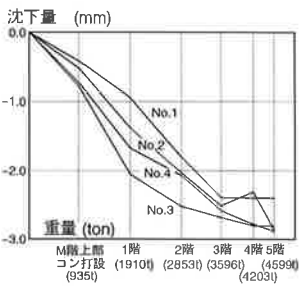


図13 免震装置の沈下量

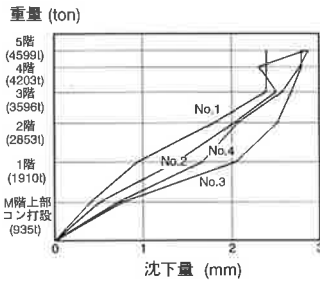


図14 免震装置の鉛直剛性

図14は、免震装置の鉛直剛性を評価しやすいように図13の縦軸横軸を入れ換えたものである。沈下量2mm以降における見かけの鉛直剛性は、25000t/cm (No.2, 4) ~60000t/cm (No.3) 程度になっている。現場における簡易な測定記録から正確な性能評価を行うことは難しいが、これらの値は全免震装置による鉛直剛性の設計値： $\Sigma K_v = 40700$  (t/cm)と比較してほぼ妥当なものと判断できる。これらの測定は、異常な装置の混入や施工中における何らかの異常の発見・チェックという観点で意味のある管理方法の一つであると考えている。



写真6 免震部の階段・手摺

(3) 施工上注意すべきポイントやディテール

免震建物の施工上、水平・鉛直両方向のサイズミックスギャップの確保が最も基本的かつ重要なポイントである。建物周囲の犬走りや地盤側との鉛直クリアランス、設備ダクトと構造体間等で問題が発生しやすい。

また中間階免震ビルでは、上下構造体を継ぐ動線部分などに、収まり上の工夫が要求される。特に、エレベータや階段部分は注意すべきポイントであろう。写真6は、上下構造体間で不連続としている階段および手摺の一例である。



写真7 完成間近の「新学社東京支社ビル」

8. おわりに

写真7は平成6年7月、竣工1カ月前における本建物の外観である。平行四辺形の建物が姿を現し、ガラスのファサードが周囲の緑を映している。この建物が当初の設計の意図どおり、良好な周囲の環境に調和し、建物使用者にも地域社会からも愛されるオフィスとなることを、また万一の災害時には免震構造ビルとして存分にその性能を発揮してくれることを願っている。

最後に、本建物の計画・設計に際し免震構造の採用を英断された株式会社新学社に対して、心よりの敬意と感謝を申し上げます。

# 「2種類の免震装置を持つ社宅」

—前田建設工業西船橋社宅—

前田建設工業(株)



細川洋治



藤波健剛

免震建物訪問記は今回で4回目を数え、今度はどんな建物かと読者の方々は期待しておられることと思います。

今回の訪問先は、JR 総武線「西船橋」駅より北方約900mに位置した閑静な住宅街に建つ建設会社の社宅で、敷地6,930㎡に社宅・寮が6棟建設されており、このうちRC造地上4階建て、延べ面積640㎡の家族向け建物2棟が免震建物になっています。

この建物の特徴は、基礎底盤で一体化された同一基礎構造上に、独立したA1棟、A2棟の二つの建物が建てられ、各棟で異なった免震装置を採用していることにあります。免震装置の種類は、写真1の左側A1棟では鉛入り積層ゴム(LRB)、右側A2棟では高減衰積層ゴム(MRB-HD)となっています。これらA1棟、A2棟は、免震装置が異なるだけで上部構造はまったく同一の形状となっています。従って、同一地震入力の免震建物間の特性が比較できるようになっ

ています。

上部構造部は地上4階建ての鉄筋コンクリート造(RC造)で、軒高11.65m、X方向12.0m、Y方向12.4mの整形な建物です。構造骨組はX方向が純ラーメン構造、Y方向が耐力壁構造となっています。

敷地地盤の地質は、洪積世に堆積した成田層群と、これを覆う関東ローム層等の洪積層からなっています。本建物の基礎構造は、GL-37mのN値50以上の細砂層を支持地盤とする場所打ちコンクリート杭とし、杭頭を基礎梁で繋ぎ基礎スラブで一体化されています。

免震装置としては、A1棟には高さ42.5cm、ゴム径50cmおよび55cmの2種類のLRBを使用し、総数は10基となっています。一方A2棟は、高さ22.2~22.5cm、外径60cmおよび79cmの3種類の高減衰積層ゴムを使用し、総数は10基となっています。

また、免震と非免震の効果を比較するために、40m程度離れた地点に免震建物と同一構造の非免震建物が



写真1 免震建物

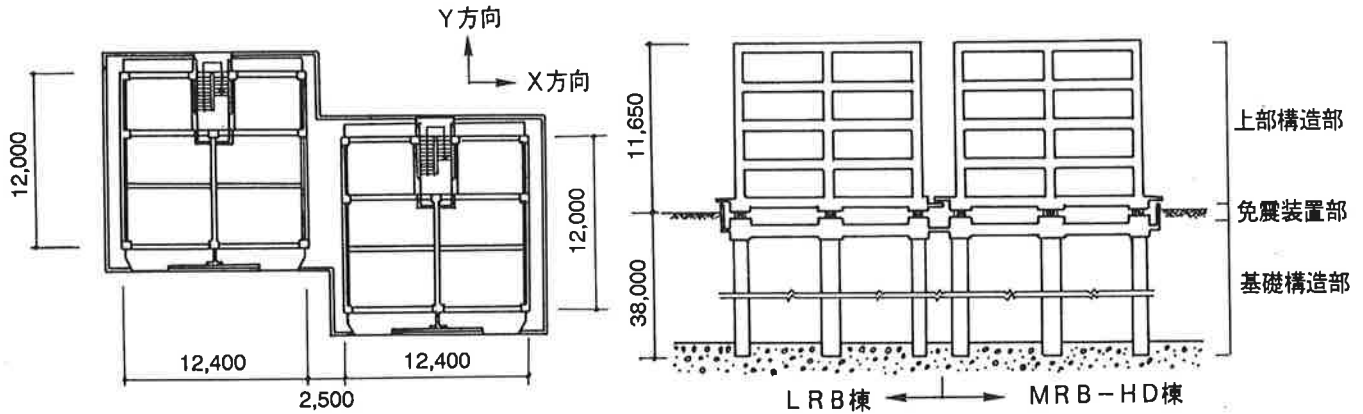
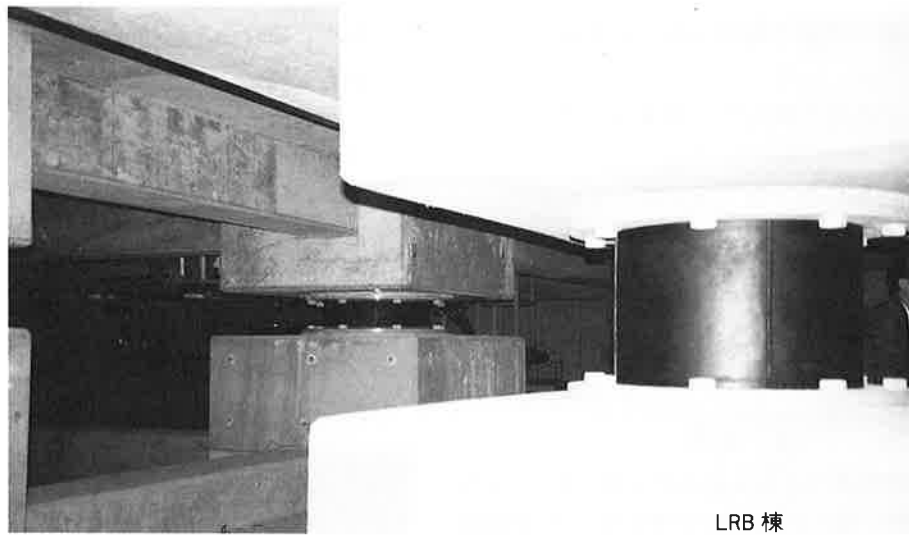


図-1 免震建物構造概要



MRB-HD 棟

LRB 棟

写真-2 免震装置

建設されています。

今回は、建設会社の家族向け社宅ということで、免震建物に対するモニターの役割を果たしておられると思われまので、各棟にお住いの方々にお集まり頂き、質問形式の座談会を開き、免震建物に関する御意見を頂きましたので、その内容の概要を報告致します。

[出席者]：免震棟4家族、非免震棟2家族

[座談会内容]

1. 免震という言葉を入居前からご存知でしたか。
  - ・聞いたことがなかった、入居して初めて知った：3名。
  - ・社内技術資料、社報で入居以前から知っていた：3名。
2. 免震建物に住んでいることをいつ知りましたか。
  - ・入居してから、今あなたが住んでいるところは免震建物であることを社内の人から知らされた：1名。
  - ・入居前、入居時に知らされた：3名。
3. 免震建物（非免震建物）へ入る動機は何でしたか。
  - ・偶然に入居した：1名。
  - ・その建物しか空いていなかった：1名。
  - ・関東は地震が多いので、望んで入居した：2名。
4. 免震建物へ住んだ印象はいかがですか。

- ・得をした気持ちである。
- ・特に免震を意識することはあまりない。
- ・地震の時でもここは大丈夫という安心感を持っている。
- ・いいところに入っていると思っており、不安はない。

5. 免震建物へ入って迷惑または困ったと思ったことはありますか。

例えば、

- ① 見学者が多いですか。
  - ・特にない。
- ② アンケート等の調査について御意見がありますか。
  - ・アンケートに対して観察すべき点などの事前情報がほしい。
  - ・特に多いとは思わないが、アンケートする場合としない場合があり、拍子抜けの時がある。
- ③ 維持管理の面で負担や制約がありますか。
  - ・特にない。
- ④ 社内で何かと注目されることがありますか。
  - ・特にない。

6. 免震装置をご覧になったことがありますか。

- ・見たことがない：全員

7. 最近ノースリッジ（アメリカロスアンゼルス）で大きな地震があったことはご存知ですか、この地震で免震建物の被害が少なく、免震効果が実証されたことはご存知ですか。

- ・地震のことは知っている：全員
- ・免震についての被害のことはまったく知らない：全員

8. (非免震建物に住んでおられる方に対して)免震建物についてどんな印象をお持ちですか。

- ・自分たちも機会があったら入居したい。
- ・特に特別な意識で考えたことがない、技術的に大丈夫かという不安もある。

以上が座談会の概要ですが、皆さん免震には大変興味をお持ちで、自分たちの建物を支えている装置を是非見学したいという希望で、簡単な説明会を装置を前に行いました。写真-3の方々に協力頂きました。あらためて御協力に感謝致します。

なお、この建物では、地震時の居住者に与える感覚を評価し、今後の免震建物設計の参考資料とするため、比較的大きな地震について、免震棟2棟および非免震棟の居住者を対象に地震時の体感に関するアンケート

を実施しています。1993.5.21に発生した地震(東京震度IV)についてアンケートを各戸に配布しましたが、対象地震が昼間であったため外出者が多く、回答率は29%(回答数7件)に留りました。

内訳は、①A1棟(LRB)：2件3階居住、②A2棟(MRB-HD)：3件(1、2、4階居住)、③非免震棟：2件(2、4階居住)でした。

これらをまとめると、

- ①水平方向の揺れに関して「ゆっくり」から「小刻みにはやく」の間を5段階に分けた場合、「ゆっくり」側に揺れたと答えたのは5件中3件、残りは「真ん中」を選択しています。「ゆっくり」と答うた中に「船に乗っているような感じがした」と記載したものがありました。
- ②非免震棟では水平方向の揺れは、1件は「比較的にやく」揺れたと感じ、残り1件はよくわからないと答えました。



写真-3 免震装置の見学者

本原稿の作成中に、千葉県南部を震源とする地震が発生しました。タイムリーでもあり、地震観測によって免震効果が確認されましたので、報告致します。発生地震の諸元を表一に示します。

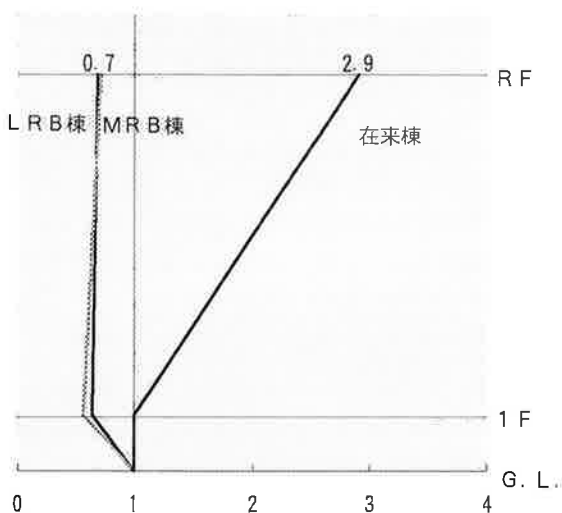
表一 地震諸元

発生日時		震央位置			諸元	
月日	時間	震央名	緯度	経度	深さ	規模
6月29日	11:01	千葉県南部	N34°57'	E139°53'	60Km	M5.2

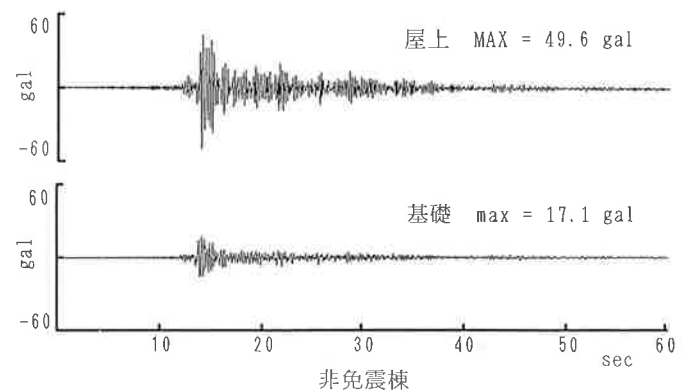
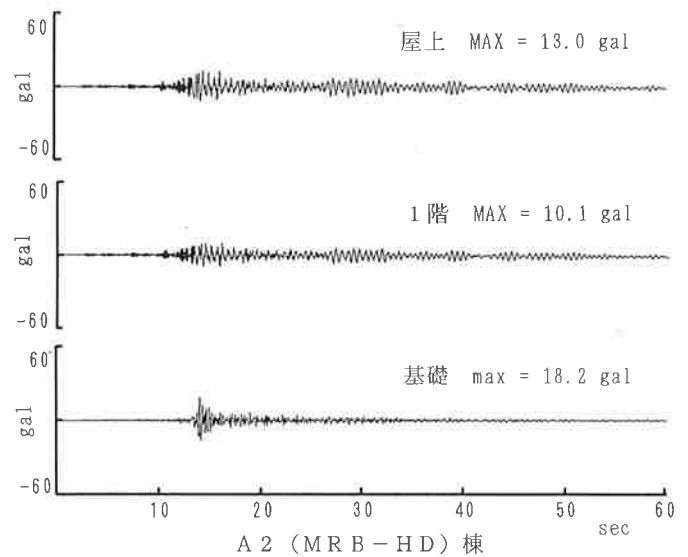
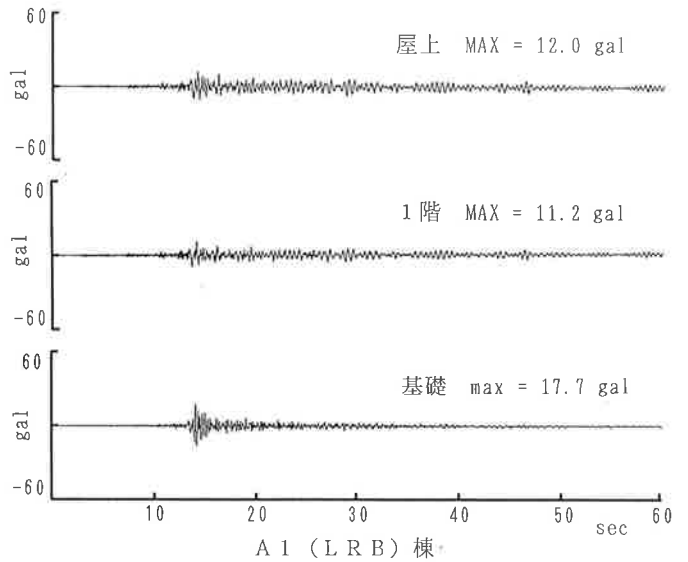
図一に A1、A2 および非免震棟での地震記録を示します。また、最大加速度で求めた各棟の応答倍率を図一に示します。基礎レベルでの入力最大加速度で17~18gal であるのに対し、免震棟では1階床レベルで10~11gal に低下しています。さらに建物は剛体的に動き、屋上階で12~13gal にしかありません。一方、非免震棟では高さ方向に増幅し、屋上階では50gal と、約2.9倍の応答倍率を示しています。

同時に実施したアンケートに対して、現時点で回収された回答は9件となっています。それによると、免震棟ではややゆっくりまたはゆっくりとした振動であり、不安は感じなかったとの回答であったのに対し、非免震棟で唯一の回答者である2階の居住者は、揺れの周期はふつうであるが不安に感じたとの回答しています。ただし、継続時間に関しては、免震棟の方が長く感じた居住者が多かったようです。

今後、さらにデータを詳細に検討していく予定です。



図一 基礎に対する応答倍率



図一 地震観測記録 (1994.6.29)

# 積層ゴムの特徴

(株)ブリヂストン 芳沢 利和



## 1. はじめに

はじめて積層ゴムを用いて免震建築を検討される方は、ゴムで建物を支えて大丈夫だろうか？ 長い間にへたってしまわないだろうか？ 大地震の時に大きな変形を受けて破壊しないだろうか？ など不安に思われることでしょう。これはけして大げさなことではなく、ごく自然の考え方だと思います。我々も積層ゴムの開発に着手した頃（1980年）にはこの疑問に直面したものです。我々にとって幸運だったのは、多くの建設会社の研究者、設計者の方々とさまざまなディスカッションが出来たことと、当時積層ゴムを用いた免震建物が既に海外で2～3建てられていたことでした。このことは、我々に大きな自信（地震？）を与えてくれたが、しかし何分にも外国のことで、その積層ゴムの設計法や特性、さらに耐久性などのデータについて十分確信を持つことが出来なかった、これでは、なかなか日本では受け入れてもらえそうにないと思われる、そこで我々はなんとか積層ゴムの特性や耐久性に定量性をもたせ、積層ゴムの信頼性を証明しようと開発をスタートさせたのです。

話は長くなってしまいましたが、これらの特性や耐久性の話はおいおい次項で紹介されると思いますが、ここではその基本となる積層ゴムの特徴と原理を紹介したいと思います。

## 2. ゴムの特徴

多くの方々とディスカッションのなかで、私達は積層ゴムこそが免震装置のデバイスとして最適であると確信しました。その理由は次のとおりです。

- (1)積層ゴムは面で荷重を支えることが出来ること。
- (2)さらにゴムは圧縮に対して非常に強靱であること。  
(圧壊応力は1000kgf/cm<sup>2</sup>以上ある)
- (3)変形については自分の長さの6倍以上の変形能力を有し、かつ元に戻る復元性能を保有していること（図-1にゴムのひずみ応力曲線を示す）。
- (4)適度な剛性（ばね機能）を有し、材料によって剛性を変えることが可能なこと。

これらの機能はプラスチックなどで代替出来ないものである。

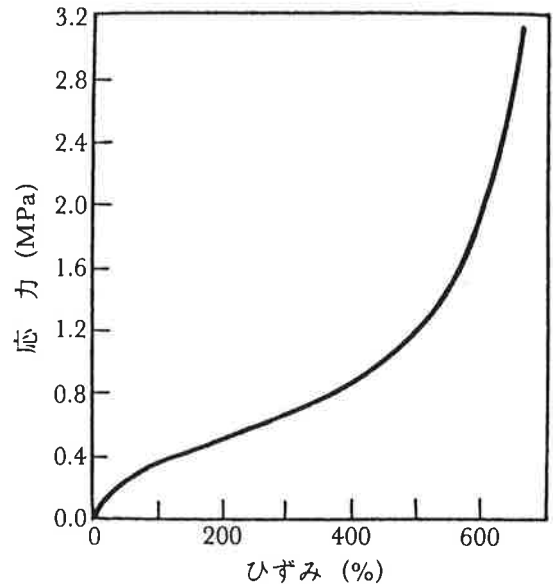


図-1 ゴムのひずみ-応力曲線

## 3. 積層ゴムとは

積層ゴムとは図-2に示すとおり、薄いゴムと鋼板が交互に積層されているもので、構造はいたって単純なものなのですが、この構造がじつは驚くべき性質を発揮するのです。図-3にその原理を示すと、一般的なゴムブロック単体のものは、鉛直方向に圧縮した場合、ゴムは周方向へ凸状に膨らみ出す。しかし、1層のゴムを薄くし、ゴムとゴムの間に鋼板を加硫接着させることにより、圧縮変形に対するゴムの周方向の動きが鋼板によって拘束されるため、ゴム自体の膨らみ出しが非常に小さくなる。この結果積層ゴムの圧縮変形はゴムブロックよりも小さくなり、鉛直方向に対して高い剛性（ばね定数）が得られる。これに対し、水平方向の変形に対しては、接着が拘束条件とならないため、両者とも同じ剛性となる。したがって、積層ゴムでは鉛直方向に高い剛性、水平方向には柔らかい剛性が得られ、その比率はゴムのせん断弾性係数とゴムの一層当りの厚さによって変化させることが出来る。その関係式は以下のとおりである。

- a. 水平方向剛性（ばね定数）

$$K_H = A \cdot G / H \quad (1)$$



b. 鉛直方向剛性

$$K_V = A \cdot E_C / H \quad (2)$$

ここで、A：積層ゴムの受圧面積

G：ゴムせん断弾性係数(表1-1)

H：ゴムの総厚さ(1層の厚さ(tr)×積層数)

$E_C$ ：ゴムの圧縮性を考慮した縦弾性係数

$$E_C = E_{ap} \cdot E_{\infty} / (E_{ap} + E_{\infty}) \quad (3)$$

$E_{\infty}$ ：ゴムの体積弾性率(表1-1)

$E_{ap}$ ：形状効果による見掛けの縦張性係数

$$E_{ap} = E_0 (1 + 2 k S^2) \quad (4)$$

$E_0$ ：ゴムの弾性係数(表1-1)

k：ゴム硬さによる補正係数(表1-1)

S：1次形状係数

$$(\text{円形の場合}) S = (D - D_i) / (4 \cdot \text{tr}) \quad (5)$$

$$(\text{角形の場合}) S = a \cdot b / \{2 \cdot (a + b) \cdot \text{tr}\} \quad (6)$$

D：積層ゴムの外径

$D_i$ ：積層ゴムの内径

a：短辺長

b：長辺長

従って水平と鉛直の剛性比は、(1)、(2)式より

$$K_V / K_H = E_C / G \quad (7)$$

また、ここで $E_C$ は(3)、(4)、(5)式に示すとおりゴムの体積弾性係数 $E_{\infty}$ と形状効果を考慮した見掛けの縦弾性係数 $E_{ap}$ によって決る。さらに、 $E_{ap}$ はゴムの直径と1層当りのゴム厚さによって決る。すなわちゴムの直径が非常に大きく、また1層のゴムの厚さが非常に小さい場合、 $E_C$ はゴムの体積弾性係数に近付くことになるため(7)式は(8)式のように置き換えることができる。すなわち鉛直と水平の剛性比の最大値はゴムの体積弾性係数とせん断弾性係数の比によって決る。

$$K_V / K_H = E_{\infty} / G \quad (8)$$

#### 4. 積層ゴムの種類

積層ゴムの基本構造は図-2に示すとおり、ゴムと鋼板を交互に積層したものに、上下に基礎および建物側に取り付けるためのフランジが付いている。この積層ゴムにはゴム部に天然ゴムを使用した天然ゴム系積層ゴムと、減衰の大きいゴム材料を使用した高減衰積層ゴム、また、同じ天然ゴム系積層ゴムでも減衰を得るために中心部に鉛を円筒状に挿入した鉛入り積層ゴムなどがある。以下に各積層ゴムの特徴を示す。

##### (1)天然ゴム系積層ゴム

天然ゴム系積層ゴムはゴム部に天然ゴムを使用して

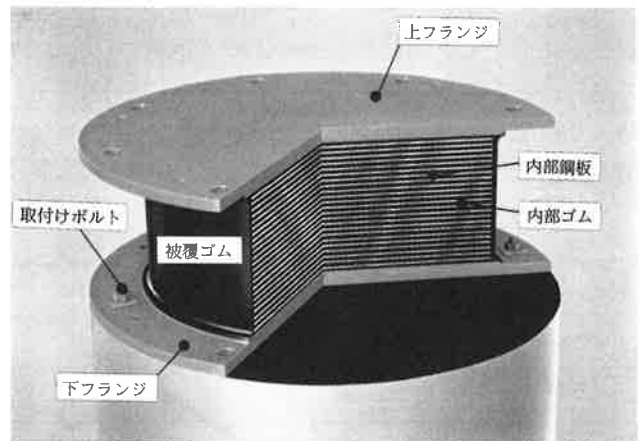


図-2 積層ゴムの構造図

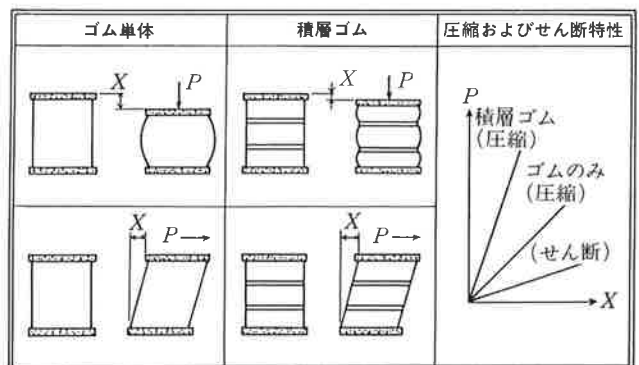


図-3 積層ゴムの原理

いるため、水平方向の剛性が比較的線形で、伸び(せん断ひずみ)も大きく、さらに耐クリープ性能や環境温度に対する弾性率の変動も少ない。しかし、ゴム自体の減衰が少ないため、免震装置としては他のダンパーと組み合わせて使用する。図-4に天然ゴム系積層ゴムの水平変形時の履歴特性を示す。

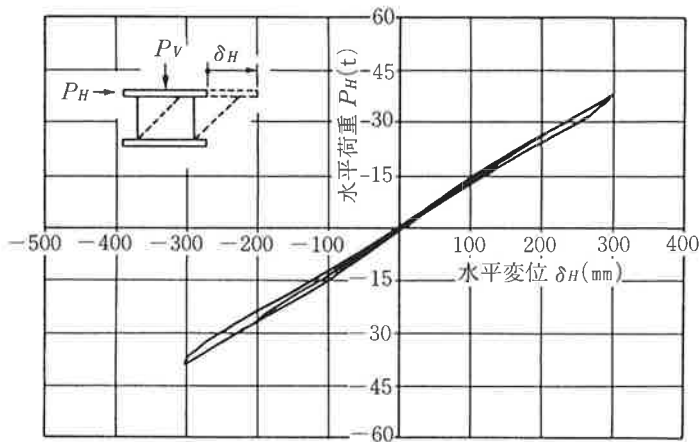
##### (2)高減衰積層ゴム

高減衰積層ゴムは積層ゴムのゴム部分に減衰性能の高い材料(合成ゴム)を用いることにより、積層ゴム変形時にばね機能と減衰機能も発揮させるようにしたものである。したがって他のダンパー装置が必要なく、高減衰積層ゴムだけで免震装置として使用することができる。しかし、その反面ばね特性には非線形性状がある。図-5に高減衰積層ゴムの水平変形時の履歴特性を示す。

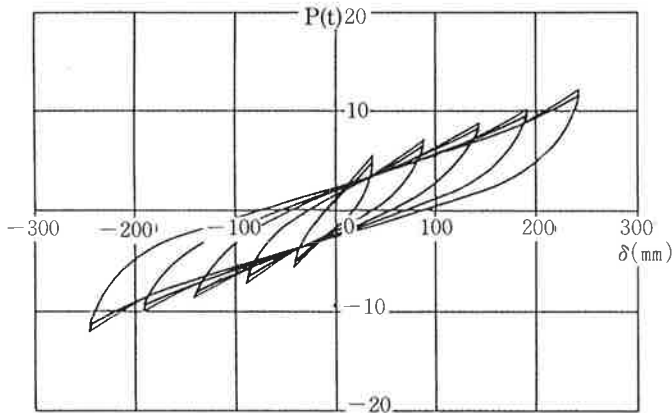
##### (3)鉛入り積層ゴム

鉛入り積層ゴムは天然ゴム系積層ゴムの中央部に鉛

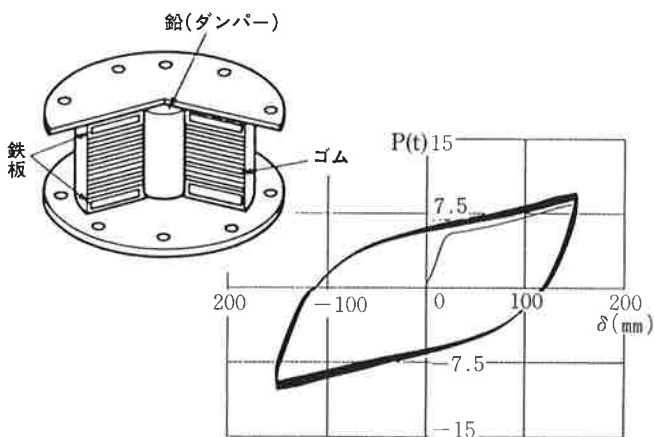
を筒状に挿入することにより、周囲の積層ゴムと内部鋼板が変形すると同時に鉛がせん断変形をし、その時の変形による履歴減衰を得るものである。したがって鉛入り積層ゴムも単独で免震装置として使用できる。図一六、に形状と水平変形時の履歴特性を示す。



図一四 天然ゴム系積層ゴムの履歴特性



図一五 高減衰積層ゴムの履歴特性



図一六 鉛入り積層ゴムの形状と履歴特性

## 5. 積層ゴムの特性

### (1)鉛直特性

鉛直特性については天然ゴム系、高減衰系および鉛入り積層ゴムとも同様な特性を示し、その履歴特性はおおむね図一七に示すとおりである。

### (2)水平特性

水平特性は図一四～図一六に示すとおり、高減衰ゴム系および鉛入り積層ゴムではループ自体に面積をもっており、等価粘性減衰定数に換算すると、天然ゴム系で2～3%程度、高減衰ゴムで12～16%、鉛入り積層ゴムは挿入する鉛の径によって変化させることが可能で、おおむね10～20%程度である。

### (3)破断特性

積層ゴムの限界変形性能は天然ゴム、高減衰ゴム、鉛入りの各積層ゴムともほぼ同様な特性を示し、小変形領域ではソフトスプリング傾向を示し、おおむねゴムのせん断ひずみが250%からハードニング現象が起こり、急激に応力が増大し、やがて破断する。この時の破断ひずみは400～500%程度、また破断応力は50～60kgf/cm<sup>2</sup>程度である。破断特性の特性例を図一八に示す。

### (4)経年変化

積層ゴムは建物に使用されることから、建物と同程度の耐久性が要求される。したがって、ゴムの経年変化を充分予測しておく必要がある。ゴムの経年変化は化学反応速度論により、ゴムの活性化エネルギーを求めることにより高温促進試験が可能である。図一九、図一〇に温度80℃で60年相当促進試験を行なった場合の水平特性の変化例を示す。

## 6. おわりに

積層ゴムの特徴についてできるだけ解り易く書いたつもりであるが、後で読み返してみると、所々専門的な表現を使用している所も見受けられ、ご理解いただけたか些か心配である。今後号を重ねる毎にこれら詳細については解説がなされると思いますが、紙面の都合もあり全ては困難であると思われます。もしゴムに興味のある方は(株)日本ゴム協会編「ゴム工業便覧」(第4版)の御一読をおすすめします。

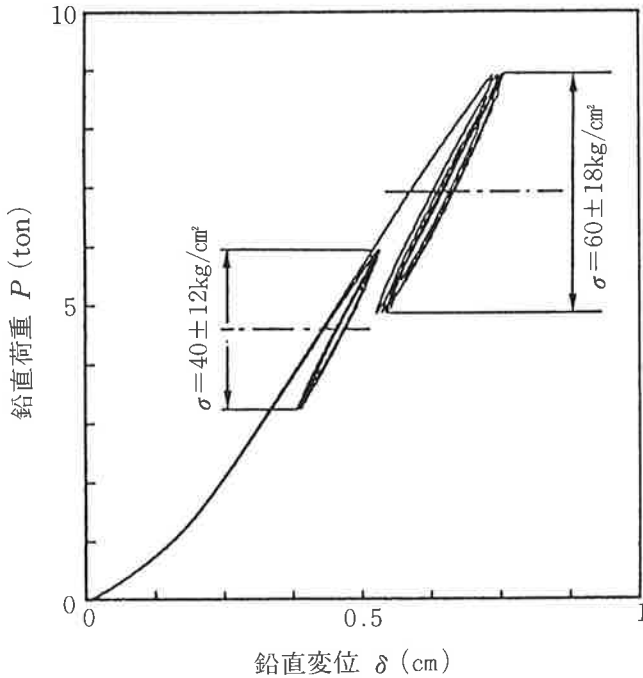


図-7 積層ゴムの鉛直特性

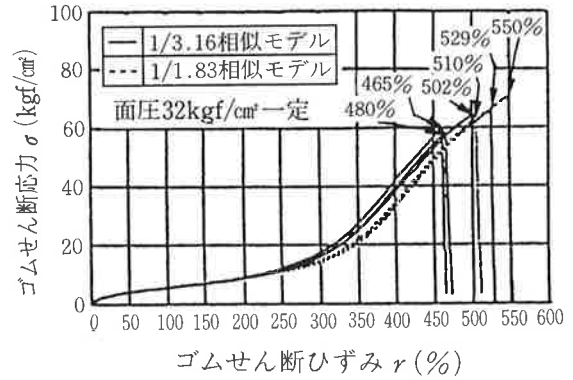


図-10 限界特性経年変化 (高減衰積層ゴム)

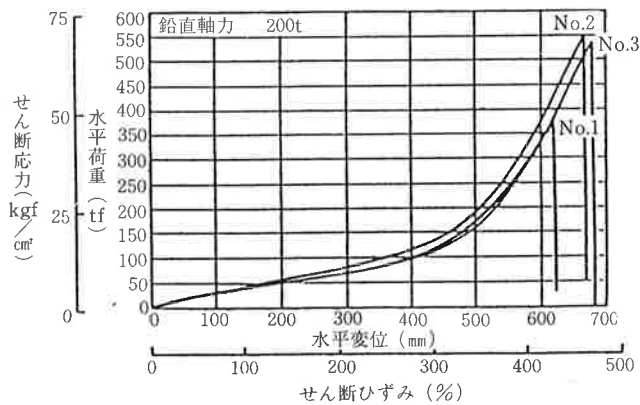


図-8 積層ゴムの限界特性 (天然ゴム系積層ゴム)

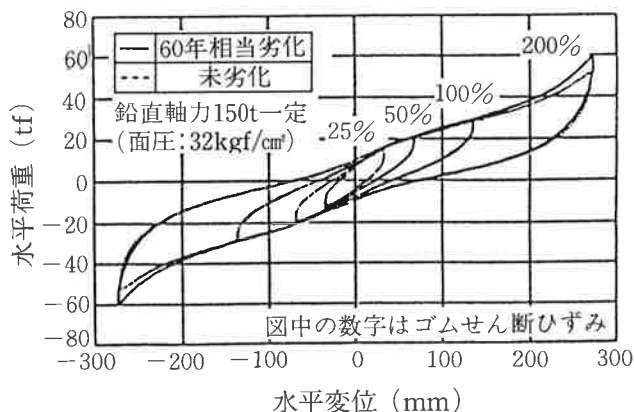


図-9 積層ゴムの経年変化特性 (高減衰積層ゴム)

表-1 一般的なゴムの弾性定数

硬 さ IRHD(±2)	ゴム弾性 係数 $E_0$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	せん断 弾性係数 $G$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	補正係数 $\kappa$	体積弾性 係数 $E_\infty$ (Kg/cm <sup>2</sup> )
30	9.4	3.1	0.93	$1.02 \times 10^4$
35	12.0	3.8	0.89	1.02
40	15.3	4.6	0.85	1.02
45	18.4	5.5	0.80	1.02
50	22.4	6.5	0.73	1.05
55	33.1	8.3	0.64	1.11
60	54.5	10.8	0.57	1.17
65	59.7	14.0	0.54	1.23
70	74.9	17.6	0.53	1.30
75	95.9	22.6	0.52	1.36

日 時 平成 6 年 6 月 16 日 (木) 16 時 30 分より 17 時 30 分

会 場 ホテルグランドパレス

(東京都千代田区飯田橋1-1-1)

議 案 第 1 号議案 1993 年度事業報告書 (案)  
 第 2 号議案 1993 年度収支計算書 (〃)  
 第 3 号議案 1994 年度事業計画書 (〃)  
 第 4 号議案 1994 年度収支予算書 (〃)  
 その他

出席者 第 1 種正会員 57 社 (委任状提出 20 社を含む)  
 第 2 種正会員 30 名 (委任状提出 23 名を含む)

### 1. 開会の挨拶

可児長英氏 (大成建設株) の司会による開会の宣言の後、梅村会長による開会の挨拶がおこなわれた。「本日は御多忙中のところ、御出席ありがとうございます。1 年の間に皆様の御協力・御努力でしっかりした基礎を作られたこと、改めて御礼を申し上げたいと存じます。

耐震構造はなかなか面倒なことがありますが、超高層がはじまる頃からダイナミックアナリシスの技術の開発が進みまして、地震の経験の無いものでもなんとか設計ができ、どういうふうになりそうかという地震の時の様子もいくらか推定できるようになり、免震の建物の設計もできるようになりました。

地震のことはわからないところが多く、実際の経験を理論と突合せながら少しずつ完全なものにしていくことではないかと思えます。不幸が幸いしてという言葉を使ってどうかと思うのですが、この 1 年の間にアメリカでの免震の経験がございまして、関係の方々が見察に行き、今日立派な報告書が出来ております。この様なことを少しずつ経ながら本当に安全なしっかりした免震構造を作り、新しい構法を作って頂くのに役立てるをお願いしたいと存じます。

本日は 1 年間の事業報告・決算、本年度の事業計画の御審議をお願いしたいと存じます。」

### 2. 定足数の確認

6/16 現在における正会員数は第 1 種正会員 59 社、第 2 種正会員 35 名、表決権総数は 385。出席者および委任状提出者の表決権合計は 342 であり、当総会の成立が確認された。

### 3. 総会議長選出

総会議長には梅村会長が選任され、議事に入った。

### 4. 議事録署名人選出

議事録署名人として、須賀川勝 (清水建設株) および酒井哲郎 (オイレス工業株) の両氏が選任された。

### 5. 議事

第 1 号議案「1993 年度事業報告書」および第 2 号議案「1993 年度収支計算書」が提議され、質疑を求めた



が特に異議なく、満場一致で承認された。

第 3 号議案「1994 年度事業計画書 (案)」および第 4 号議案「1994 年度収支予算書 (案)」が提議され、山口事務局長より特別委員会設置および免震フォーラムの開催に関する補足説明が行われた後、質疑を求めたが特に異議なく、満場一致で承認された。

### 6. 技術委員会報告

技術委員会和田委員長より委員会活動報告が行われた。平成 6 年度刊行予定の「わかりやすい免震構法の設計 (抜粋)」が提出された。

### 7. 米国における免震建物現況調査報告

技術委員会可児委員より調査報告が行われた。平成 6 年度刊行予定の「米国に於ける免震建物現況報告書」が提出された。

### 8. 閉会

予定された議案は全て提議され、承認可決されたので議長は出席者全員の協力に感謝し、閉会した。

議事録署名人 須賀川勝  
 酒井哲郎

解散 17 時 30 分

総会終了後、懇親会が行われた。

救仁郷副会長 (財日本建築センター理事長)、建設省住宅局越海氏、大成建設副社長北村氏、日本建築構造技術者協会専務理事阿部氏のご挨拶を交え、楽しい懇談の場を持つことができた。





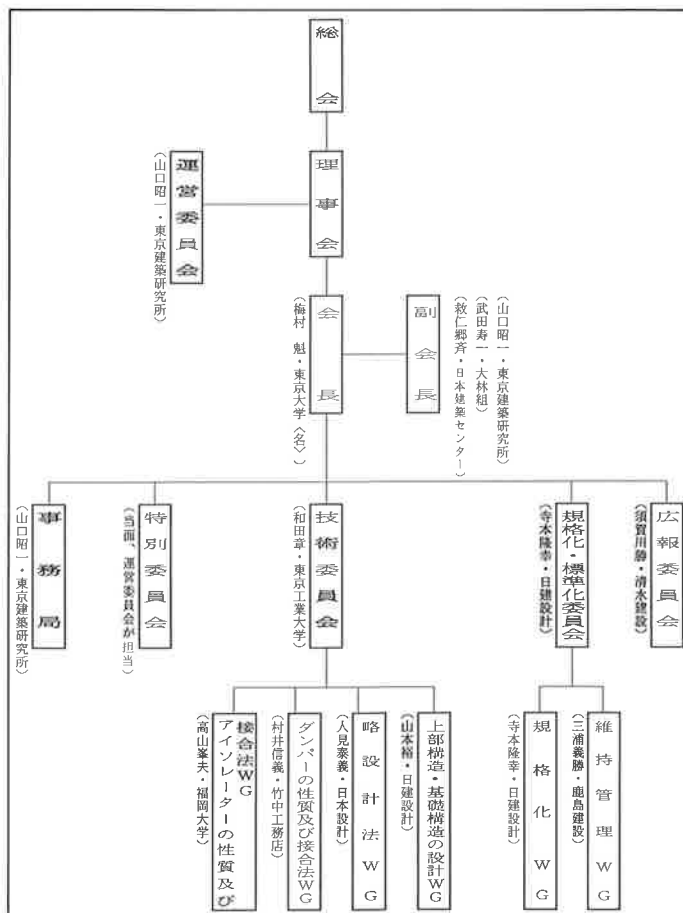
平成 6 年度事業計画

1. 免震構造の普及活動
  - (1)一般建築主に対する普及活動を積極的に推進するとともに、建築主への技術協力活動を行う。
  - (2)公益法人化を目指し、組織・財政基盤の強化と充実を図る。
  - (3)免震構造の許認可に関して、設計者への協力を行う。
  - (4)免震構造の維持管理に関する事業を行う。
  - (5)免震構造に関する受託および委託研究を行う。
  - (6)上記諸課題に対処するために、新たに「特別委員会」を設置する。
2. 免震構造技術に関する調査研究
  - (1)免震構造の設計、施工または装置に関する技術的課題を調査し研究を行う。
  - (2)免震建物の用途毎にプロトタイプを提案する。
  - (3)委員会成果については積極的に発表する。
3. 免震構造に関する規格化・標準化
  - (1)免震構造の設計、施工、装置、性能評価または維持管理に関する技術水準の維持向上を推進するとともに、迅速な公的認知化を図る。
  - (2)「免震関連用語の定義」および「性能評価方法」について提案を行う。
  - (3)「維持管理体制」についての提案を行う。
4. 会誌、図書の刊行等
  - (1)会誌「MENSHIN」を継続して刊行する(年4回)。
  - (2)「わかりやすい免震構造の設計(仮題)」の刊行。
  - (3)「米国における免震建物の現況調査報告」の刊行。
5. 「免震フォーラム」の開催
 

平成6年9月の防災の日に合わせて、「免震フォーラム(仮称)」を開催する。
6. 日本建築学会との連携および国際活動
  - (1)日本建築学会との連携、相互交流を深める。

- (2)技術の国際化に備え、諸外国の技術者および関連団体との交流に努める。
- 関連する国際会議等に積極的に参加し、免震構造に関する国際会議開催の準備を行う。
7. その他協会の目的を達するために必要な事業
  - (1)免震構造の普及と会員の相互啓発のための研究発表会、講習会、免震建築見学会、装置製作工場見学会等の開催
  - (2)関連諸団体との相互交流
  - (3)会員相互の情報交流の促進
  - (4)海外視察等の開催

日本免震構造協会組織



# 米国における免震建物の現況調査について

日本免震構造協会副会長 山口 昭一



1994年1月17日、ロスアンゼルス市北西部のノースリッジ地区に震源を持つM=6.7のいわゆる直下型のノースリッジ地震が発生した。ここでの被害状況はTV等で中広く報道され、多くの人の関心を集めた。

一方速報として発表された、いくつかの強震観測記録(加速度)が私達の手もとに数日を経ずして届いた。

この中に免震建物であるUSC大学病院の記録があった。基礎部の最大加速度0.37gに対して上部は0.10~0.21gと一見して免震効果が読みとれる記録である。このとき建物の内部では？ 入院患者は？ 医師団、看護団の行動は？ などいくつかの知りたい情報が多いのだが、“何も変わりはない”と聞かされるだけであった。何となく実感が伴わない。やはり自らの目で確かめる外ないと考え、会員の皆さんにお諮りしたところ、多くの方に賛意をいただき、25名の調査団が組織された。

このところ、カリフォルニアでは免震に対する関心が高まってきたように思える。特にサンフランシスコ地区では、1989年のロマプリエータ地震で被害を受けた2つの歴史的建物が免震構法を用いて、レトロフィットの工事中であり、また新築中のサンフランシスコ市中央図書館も免震構造を採用している等から、これらの建物も調査の対象に含めた。現在計画中の建物を含めると、免震建築は26棟を超えるようである。全部までは届かなかったが、殆どどの概要をつかむことができた。

土曜日に出て、日曜日に帰るきびしい旅程にもかかわらず、全員得るべきものを得て調査を終ることができ「米国に於ける免震建物の現況調査報告」としてまとめあげた(当報告書は64年度通常総会で報告され、その後会員の皆さんにはお送りしてあります。また、8月31日には建築会館ホールにて行われるフォーラムで紹介されます。)



調査団全員(Kaiser Computer Centerの玄関)

調査日程、調査地および訪問先の概要は次の通り

- 4月4日(月) EERC ミーティング  
Walnut Creek Viaduct  
Oakland City Hall  
San Francisco Main Library
- 4月5日(火) U. S. Court of appeals  
Dr. Hawley's Marian Apartments
- 4月6日(水) Kaiser Computer Center  
USC University Hospital  
Emergency Operation Center  
Fire Command & Control Facility
- 4月7日(木) Veterans Affairs Medical Center  
Sepulveda  
Olive View Hospital  
California State University Northridge  
David Lowe's two Residences  
Kerckhoff Hall UCLA Campus
- 4月8日(金) Loug Reach Hospital  
Rockwell International  
EERI Annual Meeting at Pasadena

なお「米国に於ける免震建物の現況調査報告」(A 4版100頁)は実費で頒布しております。

# 免震支承製造工場見学会を終えて

昭和電線電纜(株) 坪井 信

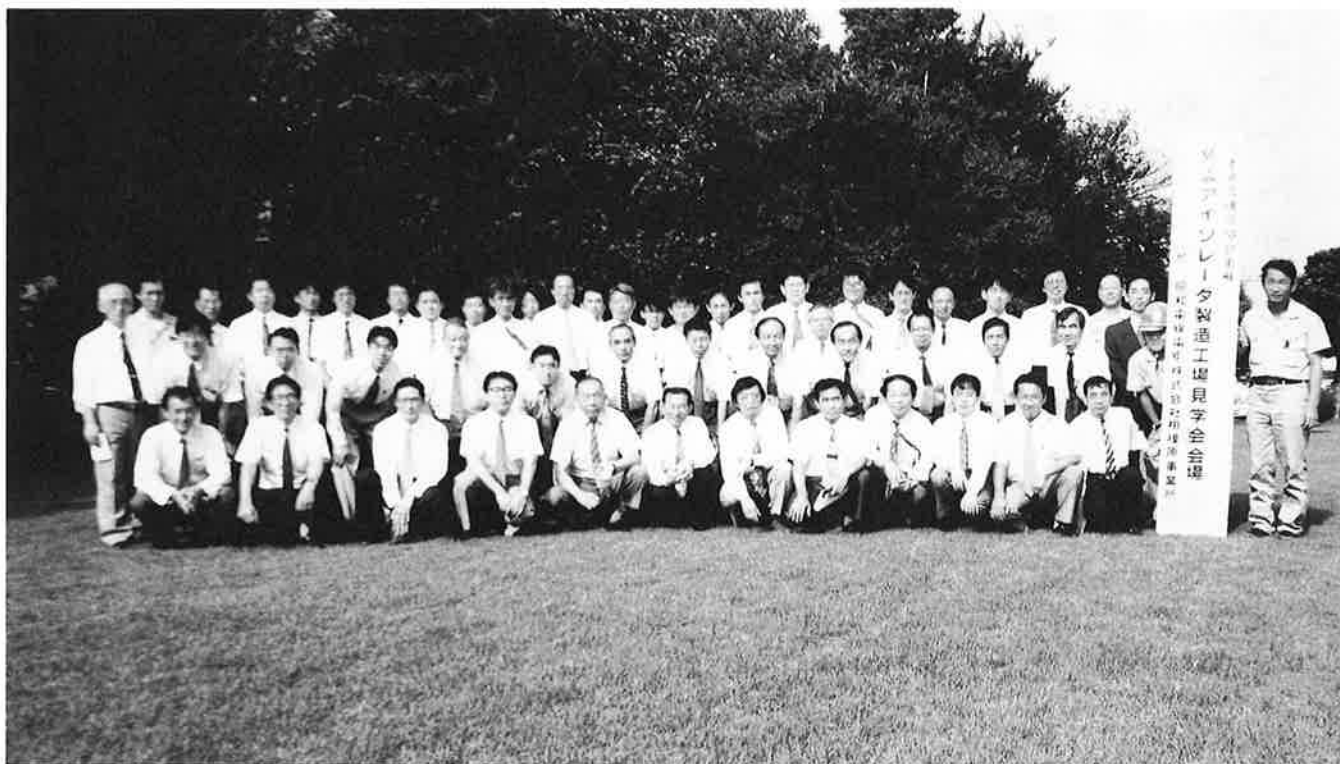
7月14日日本免震構造協会主催による免震支承製造工場見学会が、弊社相模原事業所に於いて実施されました。当日は猛暑にもかかわらず官庁、大学、設計事務所、建設会社、各研究所及び施工関連社等幅広い分野にわたる関係者44名の参加者が有り盛況に終わることができました。

免震支承の製造方法が、短時間の見学で参加者の皆様に理解して頂くにはどの様にすればよいかと知恵をしばり、下記のように進めました。

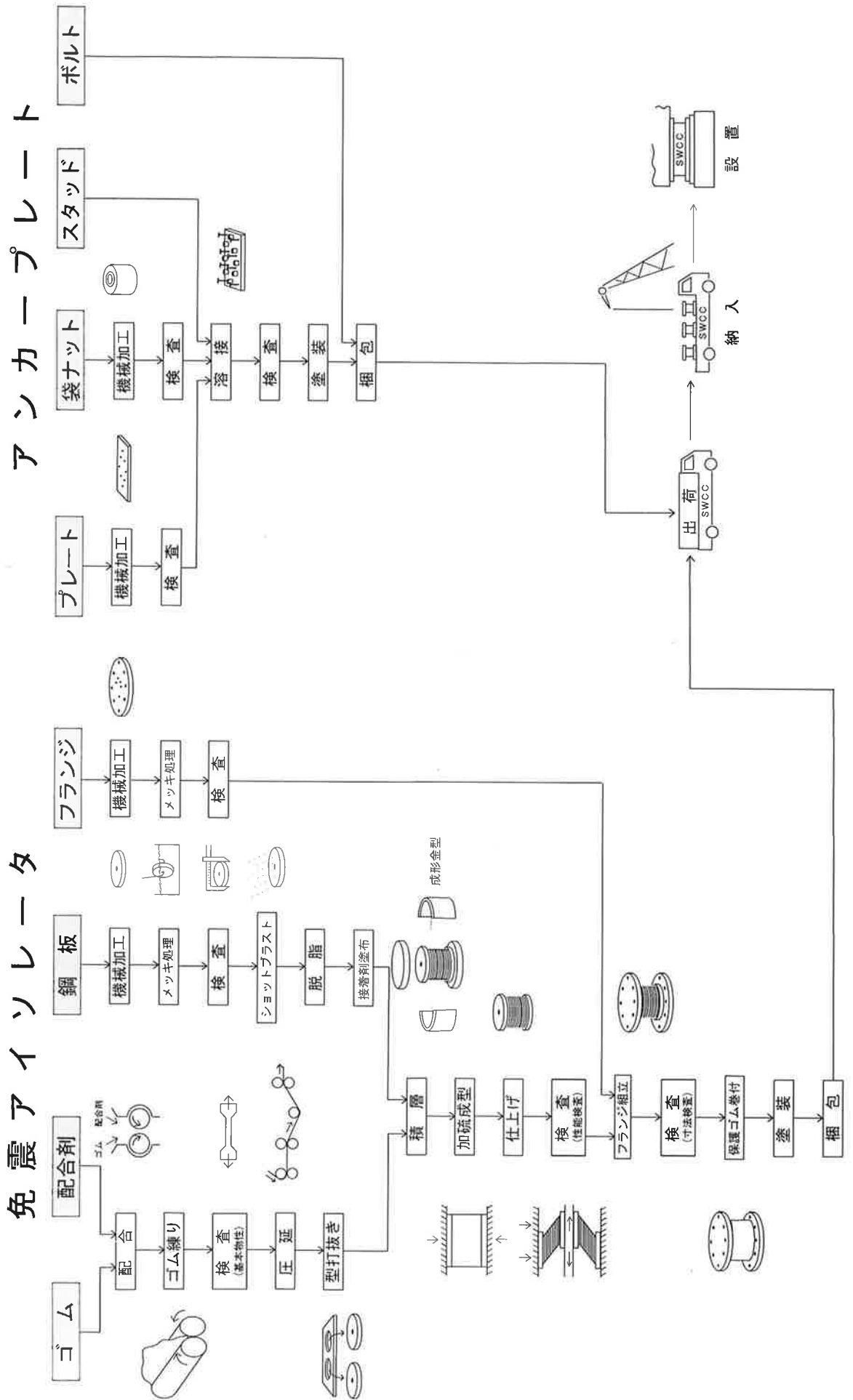
- ①免震構造、限界特性、新免震支承…ビデオで紹介
  - ②免震使用ゴム材料の特性 ……………OHPで紹介
  - ③免震製造工程について  
……OHP、工程図(図1参照)で紹介
  - ④工場見学
  - ⑤質疑応答
- ゴム素材、金具、成型金型、成型方法及び性能試験の

見学場所の各セクションに於いて、初めてご覧になる方々に理解をして頂けるよう工夫を凝らしました。加振試験場では「免震支承が地震時にこんなに効果を発揮するとは思わなかった」との声も聞かれ免震構造に対する理解に多少なりとも役にたった、との実感を得ることができました。全般的にはどれだけ理解されたか心配ですが、免震支承の製造方法及び免震支承の信頼性を理解していただき免震建築の計画に役立て頂けたらばと期待します。

最後に、暑い見学コースにもかかわらず熱心に見学頂き、見学後の質疑応答にも活発なご質問を頂き意義ある見学会で終わる事ができましたことを見学者の皆様に深く感謝致します。又、見学会の準備に当たり日本免震構造協会関係者の絶大なご協力に謝辞を申し上げます。



免震アイソレータ製作フローチャート





## 技術委員会

委員長 和田章

免震構造の上部構造の設計せん断力係数は、構造設計者が最も注目している値の一つであり、最近では0.15以下の数値が用いられるようである。しかし、この数値を従来の構造に用いられている0.2と比べて、免震効果はあまり大きくないと感じる設計者が多いのも確かである。しかし、この0.2は100cm/sec<sup>2</sup>以下の中小の入力地震動を対象にしている値であり、あまり意味のある比較とはいえない。

構造物の強度が十分であれば、大地震時に1gを越える加速度が建物およびその内部に作用することは、1978年宮城県沖地震の際に東北大学で採られた記録、本年1月のノースリッジ地震の多くの記録から、我々の常識であるし、施行令の2次設計でもこの大きさの応答を考えている。

これらの大きな応答に対して構造物を弾性に保ち強く作るかわりに、構造物がある程度弱く作り、構造物が塑性変形してもすぐには壊れない性質、つまり構造物の靱性に期待して、耐震設計を成り立たせているのが、従来からの構造設計法である。要するに、建物本体を程々に壊すことを認めていることになる。この弱く作る度合いをDsと呼んで、我が国では0.25から0.55の値が用いられ、米国でも式と数値は異なるが、同じ考え方が用いられている。

免震構造の場合は、上で述べたと同じ強さの入力に対して上部構造の弾性応答を0.1gから0.2g程度に小さくすることが出来る。つまり、1/5以下の応答にすることが出来ることになる。山口昭一副会長は、「従来の建物は1gの弾性応答に対し、建物の強さを0.25から0.55と弱くして構造体を壊すことにしていたのに比べ、免震構造の0.10から0.20は正真正銘の応答値である」と言っている。

この免震構造のもつ劇的な免震効果が多くの方々に理解され、免震構造の設計が益々増えることを期待して、このたび、技術委員会では「分かりやすい免震構造の設計」を纏め、発行することになりました。8月31日(木)の免震フォーラムの会場にて配られると思いますが、さらに良いものにしたいと思しますので、ご意見を戴けるようお願い致します。

## 規格化・標準化委員会

委員長 寺本隆幸

「規格化」「維持管理」両WGは、年初以降月1回の頻度で開催され、総論から各論へと討議の密度を高めている。各WGの方向性の確認、或いは軌道修正を行うべく、7月13日(木)に規格化・標準化委員会を開催した。

今年11月に竣工を迎える免震建物のオーナーより、当協会宛に維持管理業務の実施を打診されていること

もあり、協会として維持管理業務を行う意義、及び維持管理体制のあり方に関する討議に、多くの時間が充てられた。協会が維持管理業務を行うことのメリットは、①業務の集約化により効率を高めると共に、設計者・施工者・メーカーの負担を軽減する②点検の過剰部分を見直し、適正内容・適正コストを提示して、オーナーの費用負担を軽減する③協会内に維持管理に関するデータを集約し、点検内容へのフィードバックを行うことであり、今回の業務受託に関しては、基本理念を念頭に置いて作業を進めることが確認された。その他討議内容を持ち帰り、両WGの活動を再開する。

## 広報委員会

委員長 須賀川 勝

免震構造普及活動の一環として当委員会で企画していた協会主催初の「免震支承製造工場見学会」が7月14日(木)昭和電線電纜相模原工場で行われました。猛暑の中定員を越える多数の方々に参加され、最後まで熱心な質疑応答が続き、予定の時間を超過するほどの盛会でした。

色々和无理なお願いをしたにも拘らず快く対応していただいた工場関係の皆様方の積極的なご協力に感謝しています。

尚、今回は別紙にご案内のように11月8日(火)に実施される予定ですが、多数の方が参加されることを期待します。

別途ご案内の通り8月31日(木)にはフォーラムが建築会館で実施されます。多数の皆様が参加され有意義な会としたいと思いますのでご協力をお願い致します。

会誌第5号編集担当委員は跡部・杉沢・中川・細川氏のみなさんでした。

連日の猛暑と多忙の日々が続く中頑張っていたきました。

## 運営委員会・事務局

副会長 山口昭一

平成6年6月16日(木)に平成6年度の総会が無事行われました。

総会に先立ち、第1回の運営委員会が開かれ、平成6年度事業計画等につき審議が行われました。連絡が遅くなり、委員の皆様にご迷惑をおかけしたことをお詫び致します。

事務局では、総会の準備に大奮でした。懇親会への招待状発送なども6月に入ってからになってしまいましたが、建設省住宅局越海氏を始めとする方々に来賓として出席して戴くことができました。

平成6年度は、各委員会の活動に加えて、新たに免震フォーラムの開催や特別委員会の設置等が控えており、また忙しくなろうと思えます。皆様方のご協力をお願い致します。

## 委員会の動き

### ■委員会等活動状況

(1994.4.28~1994.7.8)

月日	委員会名簿	場所	出席者
4.28	技術委員会「ダンパーの性質及び接合法」	住友建設	7名
5.06	米国に於ける免震建物の現況調査報告書作成	事務局	6名
5.10	広報委員会	同	12名
同	広報委員会 WG	同	6名
5.13	米国に於ける免震建物の現況調査報告書作成	同	8名
5.17	第7回事務局会議	同	8名
5.20	5月通信理事会		41名
5.23	技術委員会「略設計法」WG	事務局	6名
5.23	米国に於ける免震建物の現況調査報告書作成	同	6名
5.24	技術委員会「上部構造・基礎構造の設計」	同	10名
5.25	広報委員会 WG	同	6名
5.26	規格化・標準化委員会「規格化」WG	同	14名
5.27	規格化・標準化委員会「維持管理」WG	同	14名
5.30	技術委員会「上部構造・基礎構造の設計」	同	9名
5.31	米国における免震建物の現況調査報告書作成	同	8名
同	運営委員会	鉄綱会館	12名
6.01	技術委員会「略設計法」WG	事務局	9名
6.02	技術委員会「ダンパーの性質及び接合法」	住友建設	7名
6.06	米国に於ける免震建物の現況調査報告書作成	事務局	7名
6.07	技術委員会「アイソレータの性質及び接合法」	同	8名
同	第4回技術委員会	鉄綱会館	29名
6.16	第1回通常総会	グランドパレス	56名
同	懇親会	同	51名
6.21	第8回事務局会議	事務局	7名
6.29	免震フォーラム打ち合せ	同	4名
6.30	技術委員会「ダンパーの性質及び接合法」	住友建設	13名
7.04	技術委員会「略設計法」WG	事務局	6名
7.05	技術委員会「上部構造・基礎構造の設計」	同	10名
7.06	広報委員会 WG	同	7名
7.07	7月通信理事会		41名
7.08	技術委員会「アイソレータの性質及び接合法」	事務局	6名
7.13	第5回規格化・標準化委員会	同	11名
7.14	免震アイソレータ製造工場見学	昭和電線電纜	44名
7.15	規格化・標準化「維持管理」WG	事務局	11名

# 新入会員

	氏名	所属
第2種正会員 (個人)	井上 豊	大阪大学工学部建築工学科 教授
	洪 忠憲	明治大学理工学部 教授
	桜井 譲爾	早稲田大学専門学校 教授
	藤田 聡	東京電機大学工学部機械工学科 助教授
	藤本 一郎	関東学院大学工学部建築学科 教授
	翠川 三郎	東京工業大学大学院総合理工学研究科 社会開発工学専攻 助教授
	横田 和恕	法政大学工学部建築学科 講師

	社名	入会代表者	所属・役職
賛助会員 (法人)	(有) RAC 佐々本豊喜建築事務所	佐々木豊喜	代表取締役
	(株)井上博設計事務所	井上 博	代表取締役
	(株)岩佐産業	岩佐 亨	代表取締役
	(有)酒井構造設計事務所	酒井 貞雄	代表取締役
	(株)佐野建築構造事務所	佐野 元昭	代表取締役
	(株)翔設計	貴船 美彦	代表取締役
	(有)STEP 構造設計	陣川 好高	取締役
	(株)関田構造設計事務所	関田 政道	代表取締役
	(株)MAS 構造設計事務所	前谷 満歳	代表取締役
	(有)山辺構造設計事務所	山辺 豊彦	代表取締役

	氏名	社名
賛助会員 (個人)	新谷 真人	(株)オーク設計事務所
	池田 栄司	(株)ピー・エス
	大塚 功一	川田工業(株)
	桑原 達夫	(株)環境工学研究所
	高橋 正夫	(株)日構設計
	寺脇 巖	東海鉄骨工業(株)
	林 繁樹	東亜建設(株)
	山田 雄司	(株)U 構造設計
	和田 勉	(株)和田建築技術研究所
	GOOWIN, Frank E	INTERNATIONAL LEAD ZINC RESEARCH ORGANIZATION, INC

日本免震構造協会会員数 (94年7月20日現在)	第1種正会員 (法人)	59社
	第2種正会員 (個人)	43名
	特別会員	4名
	賛助会員 (法人)	43社
	賛助会員 (個人)	33名

# 入会のご案内

入会ご希望の方は、右頁の申し込み書に所定事項をご記入の上、下記宛にご連絡下さい。

	入 会 金	年 会 費
第1種正会員(法人)	200,000円	1口 200,000円
第2種正会員(個人・学会会員)	5,000円	5,000円
特別会員(団体・協会)	別 途	
賛助会員(個人・法人)	5,000円	5,000円

定款により、会員種別は下記の通りとなります。

- (1) 第1種正会員  
免震構造に関する事業を行うもので、本協会の目的に賛同して入会した法人
- (2) 第2種正会員  
免震構造に関する学識経験を有するもので、本協会の目的に賛同して入会した個人
- (3) 特別会員  
免震構造に関連する学会及び団体で、本協会の目的に賛同して入会したもの
- (4) 名誉会員  
免震構造に関し、特に功績のあったもの又は本協会に特に功労があったもので、総会において推薦されたもの
- (5) 賛助会員  
本協会の主旨に賛同して入会した個人又は法人

ご不明な点は、事務局までお問い合わせ下さい。

## 日本免震構造協会事務局

東京都新宿区信濃町20  
(株)東京建築研究所内  
事務局長 山口昭一  
Fax:03-3359-7173  
Tel:03-3359-6151





## インフォメーション

日本免震構造協会

免震建築フォーラム

「免震建築物の現状と将来」

日時：平成6年8月31日(水)午前10時～午後5時

会場：日本建築学会「建築会館ホール」

参加費：無料

定員：150名

建築家、建築主（午前）と構造技術者（午後）を対象として日米の免震構造技術者の討論を中心に当協会の技術委員会の成果の紹介も行われます。

問合せ先：当協会事務局

(社)日本ゴム協会主催 当会協賛

「免震用積層ゴムの利用技術に関する研究報告講演会」

日時：平成6年10月28日(金)

場所：化学会館ホール

問合せ先：(社)日本ゴム協会

免震ゴム利用技術特別委員会 松丸徹

TEL03-3401-2957 FAX03-3401-4143

## 編集後記

7月になると例年より2週間も早く次々と梅雨明け宣言が出され、中旬には日本全国を夏空が覆い猛暑の日々が続きました。昨年の冷夏とは裏腹の好天気続きに早くも水不足を警戒する声が出てきました。テレビに写るニュースの画面を見て20年程前四国高松で自衛隊の給水車の前にバケツを持った人々が並んでいる光景を見たことが思い出されました。今年も真っ先にこの高松が話題に上っているのを知って、自然の厳しさと人間社会の弱さ等に改めて思いを巡らしてしまいました。

自然が人間に対して常に平均値で接してくれるとは限りません。平均を外れた異常値の夏が2年続いて米不足（飢え）と水不足（渇き）を教えてくれたのかもし

れません。

—「賢い者は歴史に学び、愚かな者は経験に学ぶ。」—  
と言われていています。我々の手で防ぐことの出来る自然災害は2度と起こらないように最善を尽くすべきではないでしょうか。この様な視点からも防災に役立つ免震構造が社会的に十分認知されるまで実証の紹介等を通して普及活動を着実に続けるべきではないかと考えております。

さて昨年の夏「会誌創刊号」の発行作業を始めてから1年が過ぎました。関係者の方々の暖かいご支援のお陰で2年目になり第5号を発行するまでになりました。今後ともご指導のほど宜しくお願いします。

広報委員会 須賀川 勝

1994 No.5夏号 平成6年8月20日発行

発行所 日本免震構造協会

編集者 広報委員会

協力 (株)経済選広

東京都新宿区信濃町20

(株)東京建築研究所内

日本免震構造協会事務局

Tel:03-3359-6151

Fax:03-3359-7173



**JSSI**

Japan Society of Seismic Isolation

日本免震構造協会

事務局 〒160 東京都新宿区信濃町20 株式会社 東京建築研究所内  
TEL.03-3359-6151 代 FAX.03-3359-7173