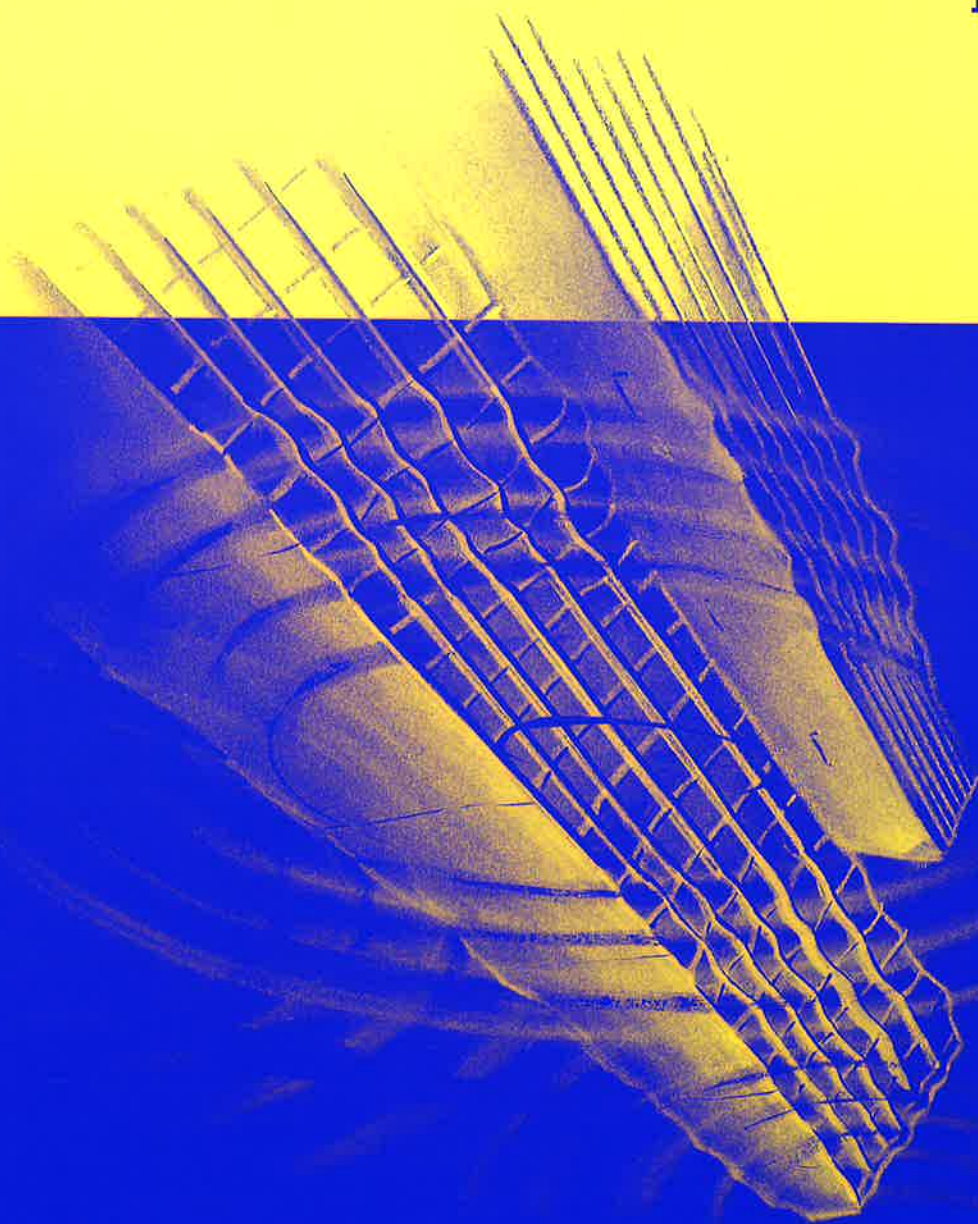


MENSHIN

1995 No.10 秋号



JSSI

Japan Society of Seismic Isolation

日本免震構造協会

CONTENTS

Preface	“Seismic Isolation is First Choice”	3
	Akira WADA Professor, T.I.T.	
Highlight	Structural Design of T-Project	5
	Kazuya SEMBA Tomihisa UCHITA Kume Sekkei Satoru FUJIMORI MHS Planners,architects & engineers	
Report 9	Obayashi Corp. Hi-Tech. R&D Center	10
	Yoshinao YAMATAKE Takumi ORIMOTO Structural Design Institute	
Series-Laminated Rubber Bearing 9		13
	The Durability of The Natural Rubber Bearings Ichiro NISHIKAWA Showa Electric Wire & Cable Corp.	
Special Contribution		17
	○The Surroundings of Seismic-Isolated Structural Design Tadaki KOU Professor, Meiji Univ.	
	○An Analytical Hysteresis Model for Seismic Isolation Bearings Masaru KIKUCHI Shimizu Corp.	
Forum Report		22
List of Seismic Isolated Buildings in Japan		23
Committee	○ Technology ○ Standardization	26
	○ Collaborative Housing ○ Basis Arrangement	
	○ Maintenance Management ○ Corporative Planning + Office Letter	
	○ Public Information	
New Member		28
Application Guide		29
Application Sheet		30
Information · Postscript		32

目次

巻頭言	「免震構造は始めの選択」	3
	東京工業大学 教授 和田 章	
免震建築紹介	T計画の構造設計	5
	(株)久米設計 千馬 一哉 (株)松田平田 内田 富久 藤森 智	
免震建築訪問記-⑨	大林組ハイテクR&Dセンター	10
	(株)織本匠構造設計研究所 山竹 美尚	
シリーズ	天然ゴム系積層ゴムの経年変化、クリープ特性について	13
「積層ゴムのおはなし」⑨	昭和電線電纜(株) 西川 一郎	
特別寄稿	○免震構造の周辺	17
	明治大学 理工学部 教授 洪 忠喜	
	○積層ゴムの復元モデルに関する研究	
	清水建設(株) 和泉研究室 菊地 優	
フォーラム報告		22
国内の免震建物一覧表		23
委員会の動き	○技術委員会 ○規格化・標準化委員会	26
	○共同住宅特別委員会 ○基盤整備特別委員会	
	○維持管理事業委員会 ○事業企画委員会・事務局	
	○広報委員会	
新入会員		28
入会のご案内		29
入会申込書		30
インフォメーション・編集後記		32

「免震構造は始めの選択」

東京工業大学 教授 和田 章



多田英之先生に誘われて免震構造に関わるようになったのは15年ほど前のことと思います。今でも大きな関心事の一つ新耐震設計法が纏められつつあった頃です。それまで0.2の震度を用いて許容応力度法によって設計されてきた一般の建物に対して、高層建築の設計で使われている地震応答解析を行うと、作用する地震力はかなり大きく、構造物の塑性化を真面目に取り入れなければ、耐震設計そのものがごまかしになってしまうことがはっきりしてきた頃です。

せん断形の簡単な振動応答解析のプログラムを用いて普通の建物の1階の下にもう一つのばね要素を入れ、そのばねに多田先生の言われる免震層としての数値を入れて、応答解析を行うと確かに上部構造への免震効果があることがはっきりしました。上部構造や建物の中の耐震性を高めるためには免震構造しかないと思い始めたわけではあります。

この30年間の間、新潟地震の経験による液状化問題、十勝沖地震を経験した柱のせん断破壊の防止、宮城県沖地震を経験して建物の高さ方向および平面的な剛性と耐力の滑らかな釣り合いの良い分布が重要であること、そして、先にも述べたように本格的な大地震に対しては、今の作られ方のできる建物は骨組そのものが壊れることを覚悟しなければ設計が成り立たないことをはっきりさせたことなど、多くの耐震工学上の進展がありました。新潟地震の年に大学に入学しそれから30年以上が過ぎ多くのことを学んだように思います。この度の兵庫県南部地震を受けてさらに改良すべき点や、今までの考えをさらに徹底しなければならない点もあるでしょうが、先達の引いた大きな方向は正しかったように感じます。ただ、実際に震度7を受けてみると、それが1000年に一度だから諦めると言われても、やはりその後の生活や建物の財産価値を考え、建物は壊れないほうがよいと思う人が多くなっているのも理解できます。

建築基準法でうたわれているように頻度の非常に少ない大地震に対しては人命の安全は確保するとして建物そのものは壊れて再利用できなくてもよいという考え方を前提に、耐震工学の研究が行われ、材料強度の

向上や構造技術の進歩はすべて経済性の追求に捧げてしまうという必要はないように思います。これらの技術の進歩を耐震性の向上のために使うことも考えなければ、耐震工学の研究をしているとはいえません。全ての技術開発の成果を建物そのものが壊れないことに注ぎ込んだとしても、一方で常識となっているように、大地震の際に建物内部に生じる加速度は1Gを越え、室内はかなりひどい状況になることは防げません。これらも含めて、免震構造の研究とその実用化は、耐震工学の研究の大きな成果と言えると思います。

兵庫県南部地震の地震災害で建築構造を支える杭の被害が多く報告されています。細かい一つづつの被害に基づいた調査や研究が重要ですが、今までの報告によると、杭に大きな被害がある場合、上部構造の被害が非常に少なくなることが言われています。結果的に杭構造が免震装置の役目をしたと言っている人もいます。しかし、被害を受けた杭は鉛直支持能力が低下し、建物を支えられなくなり、建物が傾いてしまうことになっています。その結果、杭の被害は建物内の人命は救いますが、災害後の復旧に多くの労力と費用が必要になることが問題となります。

地震時に上部構造より先に大きく変形し鉛直荷重の支持能力も失わないような杭が開発できれば良いことになります。ただ、目を大きく開いてみると、これこそ免震構造ということが出来ます。建物の高さ方向の剛性や強度の分布について、ある1層だけ他の層より圧倒的に小さく作っておくとそこに大きく変形が集中し、他の層の損傷はほとんど無くなると言われてきました。これらの杭の被害によりこの現象が実証されたこととなります。要するに免震構造の原理が証明されたこととなります。積層ゴムを用いた免震構造や滑りの仕組みを用いた免震構造では、免震部材の鉛直支持能力は数十cmの水平変形を生じて失わないことが保証されていますから、杭の被害のように地震後建物が傾いてしまうような心配はありません。

免震の話は具体化しようとするコストの問題がでてきます。良いものだから高くてもよいという方、上手に設計すれば高くなることはないという方がいらっし

やいますが、建物の大きさがある程度の規模を越えると、免震構造のインシヤルコストを基礎固定の建物より安くすることもできるそうです。たとえ若干高くなってしまうとしても、持っている耐震性が両者の間で圧倒的に異なり、中小地震、大地震の後の機能保持、建物の再建コストを考えたら免震構造が割高であるということにはなりません。

建築学会の免震構造設計指針に書かれているように、免震構造の上部構造は免震層を通り過ぎて上がってくる小さな水平加速度に対して強度で抵抗すればよいこととなります。そのため、一般の建築構造の設計で苦勞している骨組の変形能力確保のための条件に、あまり神経を尖らせる必要がなくなります。例えば、鉄筋コンクリート構造の場合、部材のせん断耐力は曲げ降伏耐力を上回ることで、耐震壁に多くの水平力を分担させると大きな耐力が建物全体にも必要になること、柱のせん断破壊を防止するために腰壁にスリットを切ることなどが要求されています。これらは免震構造では必要なくなります。鉄骨構造の場合では、鋼部材の幅厚比を弾性設計用の値まで自由に使えること、筋違の設計において地震時に生じる力より強い部材を用いれば、座屈で最終耐力が決まるような部材も使えること、筋違の分担率の大きな構造は建物全体にも大きな水平耐力が要求されていますが、免震構造では必要な強度を満たせば筋違の分担率と関係なく、自由に設計できることとなります。これらの変形能力確保のための条件は基礎固定の建物の設計では重要なことですが、免震構造ではある程度忘れても構わないこととなります。これらによるコストダウンを上手に取り入れれば、インシヤルコストそのものを基礎固定の建物より安くすることも可能と思います。最も靱性があるとされる鋼構造の骨組でも、建物全体に必要な水平耐力は建物重量の25%以上です。免震構造では靱性の必要のない強度型設計を用いることができ、その必要耐力は建物重量の12%から大きくても18%程度で良いこととなります。強度型の設計で靱性型の設計より小さな強度で構わないことは、上部構造の設計が如何に簡単なるかということを知って戴きたいと思ひます。

米国の耐震基準書であるUBCには免震構造の設計の項が既に設けられています。我が国では、基準法には定義されていない特殊な構造として扱われており、一つ一つ特別な申請を行い、建設許可を取らなければならないことになっています。専門外のことなので、基準法施行令に取り込んで戴くのがよいかどうか、どのような形が望ましいのか分かりませんが、日本全国で免震構造を建てたい人達が抵抗なくその採用に踏み切れるような仕組みを作って戴けると良いと思ひます。そして建築家や構造家の方々には一つ一つのプロジェクトについて免震構造の採用を考えてから、RC造、SRC造、S造などの構造形式の検討に入って戴けるようお願いしたいと思ひます。

(日本免震構造協会技術委員会委員長)

T計画の構造設計

(株)久米設計 千馬一哉

同 内田富久

(株)松田平田 藤森 智



1. はじめに

T計画は地上7階、塔屋2階の事務センターの建設計画である。

将来起こる可能性のある大地震によって事務センターとしての機能が停止しないように、さらに建物内の事務、設備機器の保全を目的として、1階梁と基礎梁間に鉛入り積層ゴムを配置した免震構造を採用した。

本誌面では、本計画に採用した免震構造の概要、設計方針、解析結果、実大試験結果、施工概要について説明する。

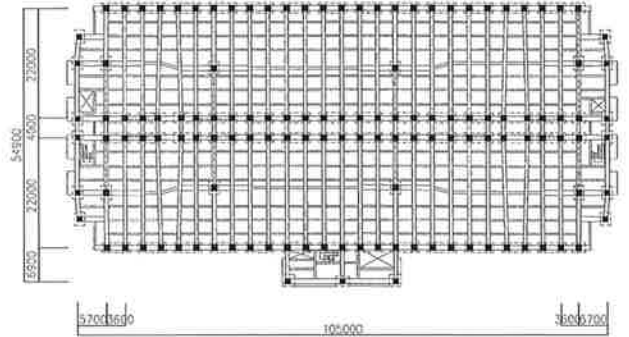


図-1 1階床伏図

2. 建築概要

建築概要を以下に示す。1階の床伏図を図-1に、短辺方向の代表的な軸組図を図-2に示す。

建築場所	東京都多摩市
敷地面積	12,555m ²
建築面積	5,480m ²
延床面積	37,050m ²
階数	地上7階 塔屋2階
軒高	36.05m
最高部の高さ	48.05m
基準階高	4.7m
構造種別	鉄骨鉄筋コンクリート造(免震構造)
基礎形式	直接基礎
工期	26ヶ月

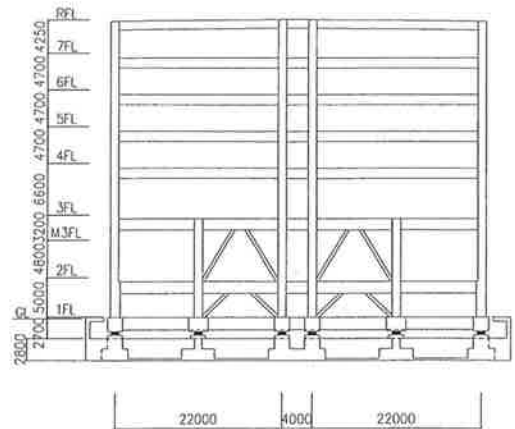


図-2 短辺方向軸組図

3. 地盤概要

地層構成は地表より盛土・稲城砂層・固結シルト・連光寺上部層砂質土・礫質土および下部層砂質土となっている。支持層はN値50以上の固結シルトとし、長期支持力度を現場での平板載荷試験結果を基に75 (tonf/m²)とした。なお、支持地盤のS波速度は430 (m/sec)で第1種地盤相当である。地盤の物理検層総合柱状図を図-3に、平板載荷試験結果を図-4に示す。

4. 構造計画概要

本建物の主体構造は、柱と1階梁を鉄骨鉄筋コンクリート造、2階以上の梁を鉄骨造とした。短辺方向の

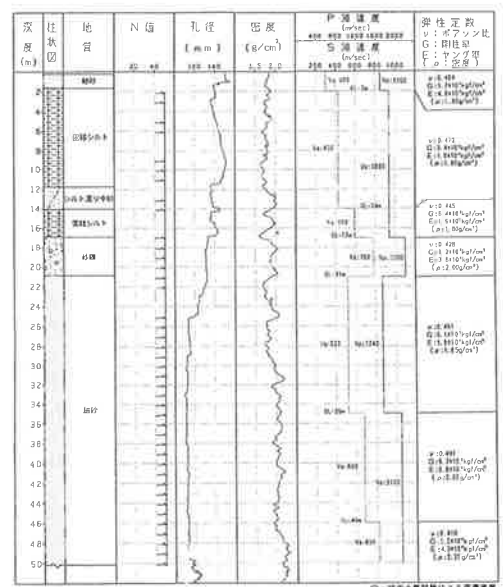


図-3 地盤の物理検層柱状図

構造形式は、22,4,22 (m) スパンのフレームを3.6 (m) 間隔に配置した鉄骨ブレース付きラーメン構造とした。長辺方向は標準スパン3.6 (m) の鉄骨ブレース付きラーメン構造とした。本建物の基礎底位置はGL-5.3 (m) (TP+93.2m) で、基礎形式は直接基礎とした。

基礎の上端レベル、各柱位置に免震装置 (鉛入り積層ゴム) を、基礎外周部に土圧を受けるため擁壁を配置した。擁壁と上部構造物との間に50cmのクリアランスを設けた。

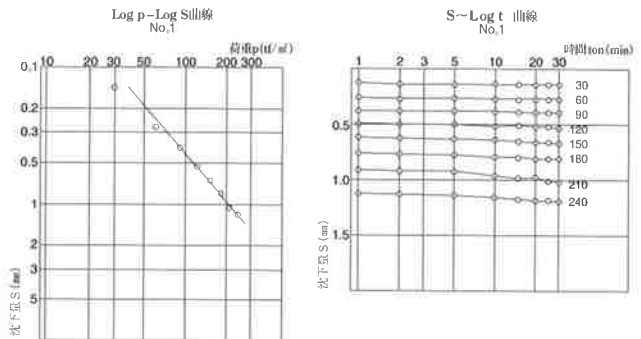


図-4 地盤の平板載荷試験結果

5. 構造設計概要

構造設計の流れ、設計方針を図-5にフローチャートで示す。

5. 1 免震建物の要求性能

本建物には、大地震において、建物が健全であることのみならず、事務センターとしての機能が停止しない構造性能が要求されている。さらには、建物内部の事務、設備機器の保全も必要とされている。大地震の大きさを入力エネルギースペクトルで $V_E=150$ (cm/sec) とし、建物を短期許容応力度以下に設計した。さらに免震装置は $V_E=150$ (cm/sec) の1.5倍の地震に対して余裕をもつように設計した。なお $V_E=150$ (cm/sec) の地震は、地表面の最大速度で50 (cm/sec) に基準化した地震波 (レベル2地震) と設計上同等と考えた。

また、建物内の機器が正常に作動するための床の使用性能目標は、機器メーカーからのヒアリングにより応答加速度で 300 (cm/sec²) 以下とした。

5. 2 免震装置の設計

本建物では免震装置として鉛入り積層ゴムを採用した。使用する円形積層ゴムの直径は、長期面圧 80 (kgf/cm²) を目安にして柱下に1台ずつ配置することで決定し、合計131台設置した。図-6に免震装置の配置図を示す。

アイソレーターの固有周期は応答せん断力の低下を目的に、できる限り長周期化をめざした。ただし、今回設計の免震装置は、現在までに施工実績や実験データが十分にあり、耐震安全性が確保可能な範囲で設計することを前提にした。免震層 (ダンパー) の降伏耐

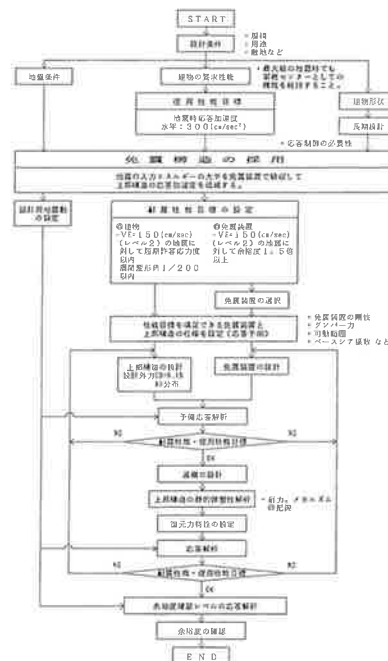


図-5 設計のフローチャート

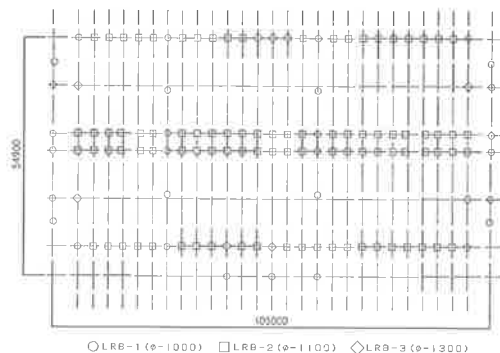


図-6 免震装置配置図

力は、「免震構造設計指針（日本建築学会）」に示されている応答予測法で応答せん断力が最小となる値とし、ベースシア換算で5%を目安に設定した。以上より設計した免震装置の特性値を表-1に示す。

表-1 免震装置の特性

項目	単位	免震装置タイプ (G=6 kg ¹ /cm ²)		
		LRB1	LRB2	LRB3
ゴム直径	mm	1000	1100	1300
鉛プラグ直径	mm	170	190	220
フランジ外形	mm	1400	1500	1700
ゴム厚×層数	mm	8.0×32層	8.0×32層	8.0×32層
ゴム層総厚	mm	256	256	256
1次形状係数	mm	31.2	34.4	40.6
2次形状係数	mm	3.9	4.3	5.1
内部鋼板厚さ×枚数	mm	3.1×31枚	3.1×31枚	3.1×31枚
連結鋼板厚さ	mm	40	40	40
取り付けプレート厚さ	mm	32	32	32
LRB高さ	mm	432	432	432
初期水平剛性	kg ¹ /cm	14386	17501	24275
降伏後水平剛性 (50%歪み)	kg ¹ /cm	2213	2693	3735
降伏荷重 (50%歪み)	kgf	22800	28483	38186
等価剛性 (50%歪み)	kg ¹ /cm	3720	4575	6259
鉛直剛性	ton ¹ /cm	3496	4549	7109

5. 3 地震応答解析

性能の確認のため、各階を質点とし、免震層と上部構造の復元力特性を折れ点置換した8質点系等価せん断型モデルで応答解析を行った。免震層は修正バイリニアで、上部構造は剛性逓減型トリリニアで復元力特性をモデル化した。減衰は、剛性比例型とし上部構造はh=0.02、免震層はh=0とした。表-2に免震層のせん断歪み毎の固有周期を示す。用いた地震波は、観測波5波と「免震構造設計指針（日本建築学会）」で提案されている「設計用エネルギースペクトルに適合した模擬地震波」4波である。

表-2 固有周期

	単位 (sec)								
	柱脚ピン支持			せん断歪み50%			せん断歪み100%		
	1次	2次	3次	1次	2次	3次	1次	2次	3次
長辺方向	0.82	0.29	0.18	2.47	0.50	0.25	2.99	0.51	0.25
短辺方向	0.85	0.30	0.19	2.48	0.51	0.26	3.00	0.52	0.26

レベル2地震時と余裕度確認レベル（レベル2地震の1.5倍）の観測波の応答結果を表-3に示す。応答結果として、各波の最大応答値と総入力エネルギーの速度換算値V_Eの値を載せている。いずれの場合も耐震性能目標を満足することを確認した。

表-3 応答解析結果

レベル2地震時					
	El Centro NS	Taft EW	Tokyo101NS	Hatinohe NS	Th030 EW
入力速度 (cm/sec)	50	50	50	50	50
等価速度V _E (総入力) (cm/sec)	111.5	110.2	59.2	164.3	149.3
等価速度V _E ,B(免震層) (cm/sec)	108.9	107.6	58.0	162.8	145.7
免震層/総入力エネルギー(%)	95.4	95.3	95.9	98.2	95.3
最大変形量(免震層) (cm)	17.1	18.6	10.0	20.1	19.5
最大せん断歪み(%)	66.8	72.7	39.1	78.5	76.2
最大せん断力係数(免震層)	0.103	0.106	0.081	0.110	0.108

余裕度確認レベル地震時					
	El Centro NS	Taft EW	Tokyo101NS	Hatinohe NS	Th030 EW
入力速度 (cm/sec)	75	75	75	75	75
等価速度V _E (総入力) (cm/sec)	162.8	146.5	88.3	220.8	205.9
等価速度V _E ,B(免震層) (cm/sec)	159.9	143.6	86.2	218.2	202.4
免震層/総入力エネルギー(%)	96.4	96.0	95.4	97.6	96.6
最大変形量(免震層) (cm)	39.2	30.9	18.1	33.8	31.9
最大せん断歪み(%)	153.1	120.7	70.7	132.0	124.6
最大せん断力係数(免震層)	0.114	0.130	0.105	0.135	0.133

5. 4 地震時の上下動対策

本建物の設計用上下方向地震動の大きさは敷地近傍の活断層と過去の地震より、地動加速度の最大値で海洋性地震の場合250 (cm/sec²)、直下型地震の場合400 (cm/sec²)とした。地震波は、海洋性地震としてEL CENTRO 1940 UD,TAFT 1952 UDの2波、直下型地震としてROMA PRIETA 1989 UD (Ucsc/Lick)を用いた。なお、ROMA PRIETA 波には敷地の表層地盤の影響を考慮している。

地震時の上下方向の応答に対し、建物内の事務、設備機器の正常可動のため、TMD形式の制振装置を22mスパンの梁中央に設置した。機器の上下地震時応答加速度の使用性能目標は、メーカーからのヒアリングより1000 (cm/sec²)以下である。制振装置が、梁の応答加速度を2割程度低減することが解析で確認され、機器の使用性能目標を満たす値となっている。今後、現場で性能の確認を行う予定である。

6. 免震装置の実大試験と製品管理

6.1 鉛入り積層ゴムの復元力特性

免震装置の製作は、積層ゴム製作工程と、鉛詰め行程を別会社で行った。製品の量産に先立ち、最多数である直径φ1100の鉛入り積層ゴムで実大試験を行った。油圧式2軸載荷試験装置により、試験体の鉛直方向に長期荷重相当の一定軸力(750tonf)を加力し、水平方向に一定振幅の交番繰返し載荷を最大振幅せん断歪みで最大200%まで行った。加振速度は試験装置の制限により1.47 (cm/sec)とした。

鉛入り積層ゴムの復元力特性を実験結果と設計値と比較して図-7に示す。歪み50%の復元力特性は設計値と実験値がほぼ一致しているのに対し、歪みが増大すれば差異が大きくなる結果となった。そこで、実験結果をバイリニアで折れ線置換したモデルで再度振動解析を行い、耐震性能目標を満足していることを確認した。

6.2 免震装置の品質管理

免震装置の製品性能の検査項目と判定基準を表-4に示す。製品検査は、寸法、積層ゴムの剛性(50%歪み)について全数検査とした。鉛入り積層ゴムの剛性、減衰(50%歪み)については、約30%の抜き取り検査

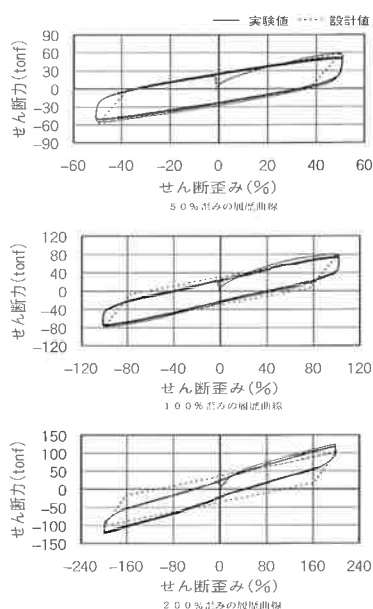


図-7 鉛入り積層ゴムの復元力特性

とした。φ1100の場合の検査結果をヒストグラムで図-8に示す。積層ゴムについては、水平せん断剛性の許容値を一般の製作標準より厳しい範囲に定め、これを達成した。

表-4 免震装置の検査項目と判定基準

RBの性能検査の項目、測定方法、判定基準		
項目	測定方法	判定基準
圧縮剛性	圧縮載荷試験 長期鉛直荷重を与えた状態から、その±25%の荷重振幅を5サイクル与え、4サイクル目の履歴特性の変位最大値と最大荷重の交点およびその最小値を結び、ばね定数を求める。	設計値±20%以内
せん断剛性	水平載荷試験 長期鉛直荷重を与えた状態で±50%の水平せん断歪を5サイクル与え、4サイクル目の履歴特性の変位最大値と最大荷重の交点およびその最小値を結び、ばね定数を求める。	設計値の -20~+10%以内 (目標値) -10~0%
LRBの性能検査の項目、測定方法、判定基準		
項目	測定方法	判定基準
等価せん断剛性	水平載荷試験 長期鉛直荷重を与えた状態で±50%の水平せん断歪を5サイクル与え、4サイクル目の履歴特性の変位最大値と最大荷重の交点およびその最小値を結び、ばね定数を求める。	設計値の -20~+10%以内
等価粘性減衰	水平載荷試験 長期鉛直荷重を与えた状態で±50%の水平せん断歪を5サイクル与え、4サイクル目の履歴特性の履歴面積から等価粘性減衰を求める。	設計値±20%以内

免震装置の寸法精度

項目	精度	検査数
側面被覆層厚さ	± 4.0 mm	全数
積層部有効ゴム厚	± 4.0 mm	
平面寸法	± 4.0 mm	
全体高さ	± 4.0 mm	
平行度	傾斜 1/500以下	

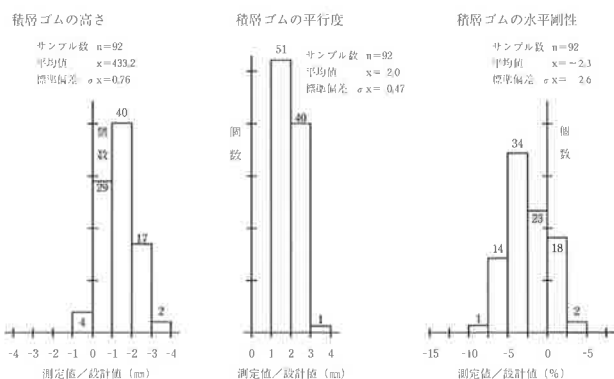


図-8 製品性能のばらつき

7. 免震装置の設置工事

各免震装置は、全数寸法と水平剛性を検査し、それらの検査結果を設置工事にフィードバックした。水平剛性の検査結果を用いてバランスの良い配置計画を行い、免震層の剛心、重心を求め、偏心しないことを確かめた。その後、免震装置の高さ寸法の測定結果をもとにして、装置の天端を設計値 $\pm 1\text{mm}$ 以内にそろえるようにアンカーフレームをレベル調整した。

設置工事の状況を写真-1、2に示す。免震装置のRC造基壇部分には、充填性と施工性の向上のため、ハイパフォーマンス（超高性能AE減水剤入り）コンクリートを採用した。

8. おわりに

本計画に携わって約2年になる。建築センターの研究委員会を経ずに、直接個別評定に持ち込むことが決まり、大車輪で、計画、解析、設計を進めた時期を懐かしく思う。設計を終わり、施工が順調に進む今、免震構造が現在のところもっとも明確に、耐震性能を示すことができる構造システムであることをますます確信している。

謝辞

設計、施工を通じてご協力いただいた関係者一同に感謝の意を表します。

「参考文献」

「大規模免震構造の設計例（その1～3）」建築学会
大会学術講演梗概要（構造Ⅱ）,P573～578,1995年8月



写真-1 免震装置の取り付け



写真-2 免震装置の基壇コンクリート打設

大林組ハイテクR&Dセンター

(株)織本匠構造設計研究所 山竹美尚



1. はじめに

今回は1986年に竣工した大林組技術研究所のハイテクR&Dセンターを訪問しました。案内と説明を下されたのは技研の鈴木哲夫氏(写真左側)と同社設計部の橋本康則氏(写真右側)です。両氏は免震構造のパイオニアとして、免震構造を研究し、実現に向け苦勞された方々です。初期の免震に対する考えと、本建物に試みられたことなどを伺いました。



写真-1 玄関先にて

2. アプローチ

1968年の十勝沖地震などの被害経験を通じ、構造物の耐震設計技術が進展する一方、古くからアイデアあるいは理論として存在する構造物の免震構法を先端技術として確立する研究が開始されました。大林組でも三次元床免震システムを開発し、1976年には電算室への適用を実現しました。その後、電算機の急速な発展、建築物の動的設計の進展、積層ゴムの構造特性研究の進展と製造技術の確立を踏まえ、建築物の免震構造の研究に発展していきました。

最初に研究対象とされたのは、ニュージーランド西海岸で実験的研究が精力的に行われていた免震構造でした。ニュージーランドでは、鉛入り積層ゴムを使用したビルや、弾塑性ダンパーを使用した橋脚、地下二重柱と鋼材ダンパー併用の建物が実現していました。

3. 免震構造研究委員会

免震構造は新構工法であり、設計のための基準や規格等が整備されていないことにより、建設大臣の特別認定が必要です。認定は、日本建築センターの免震構造評定委員会で審査を受け、評定を受けて行われますが、その前に研究的観点から日本建築センター内に設置された免震構造研究委員会で検討が行われました。

この技術検討に、大林組は現在考えられている主要な3つの方式の免震装置を出しています。すなわち、①天然ゴム系積層ゴム支承+鋼棒ダンパー、②鉛入り積層ゴム支承、③高減衰積層ゴム支承です。

ここでは、設計のクライテリア、免震装置等を評価し、安全性がトータルシステムとして一定に達しているかどうかを確認されますが、事例がほとんどないことでもあり検討に1年間を費やしています。しかし、この間に検討され、評価された内容は、その後の免震構造評定の基本となっています。

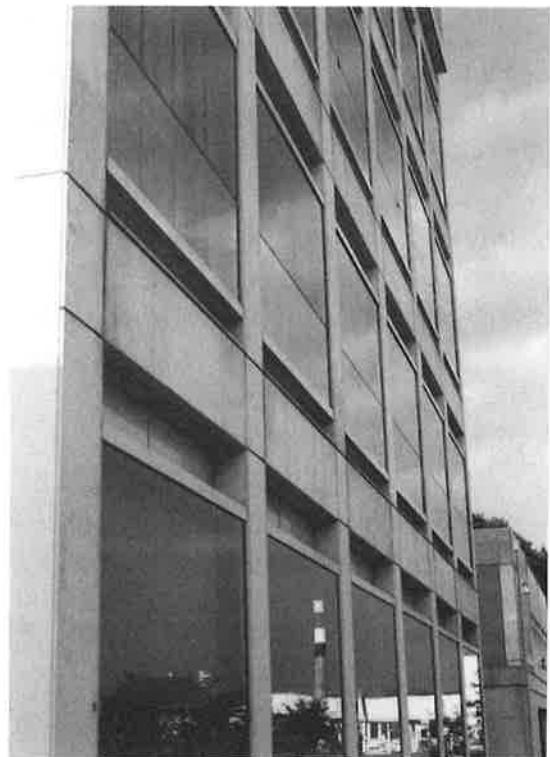


写真-2 ファサード ガラスをシリコンで躯体に直付け(SGS工法)

4. ハイテクR&Dセンター個別評定

大林組が技術評価されたものを最初に実用化した建物が、自社の技術研究所ハイテクR&Dセンターです。

3タイプの免震装置から選択されたものは、性能が良く、かつ、コストダウンにつながるものという視点から、天然ゴム系積層ゴム支承+鋼棒ダンパーが選ばれました。当時、高減衰積層ゴム支承は米国のBIC社が製造していましたが、日本の注文についてこれないところがあったようです。鋼棒ダンパーは、じん性の高いクロムモリブデン鋼(90kg/mm²)で作られました。建物が水平変位したときに、鋼棒が引き抜かれながら曲げられるため、ディテールには相当な工夫がされています。

本建物の主要な設計クライテリア等をあげると、

4. 1 固有周期

固有周期が2秒、3秒と長いほど免震効果が高くなります。ここでは、実験・解析を裏づけに大変形時で3秒としています。(長周期化することで支承のプロポーションは悪くなっていますが。)ただし、弾塑性ダンパーを使用していることにより小変形時の固有周期は1.3秒と比較的短いため、小さな地震でも免震効果が発揮されるよう補助ダンパーを配置しています。

4. 2 面圧

現在は面圧、100~150kg/cm²が一般的ですが、当時は安全性に余裕をみて、40~50kg/cm²に抑えられました。

4. 3 設計用層せん断力係数

0.15としています。0.12位で設計したかったそうですが、建設省の意見で振動特性係数で示されている低減値「4分の3を乗じた値」に抑えられました。免震装置は、地盤の一種と判断されたようです。

4. 4 支承の耐用年数

支承は、ブリヂストンが耐久性60年を売り物にして製品化している一連の支承のひとつであり、技研でも劣化促進試験を行い確認しています。



写真-3 ゴム支承と鋼棒ダンパー
 ゴム支承は直径756mm、高さ406mm
 鋼棒ダンパーは直径32mm、8本で一組

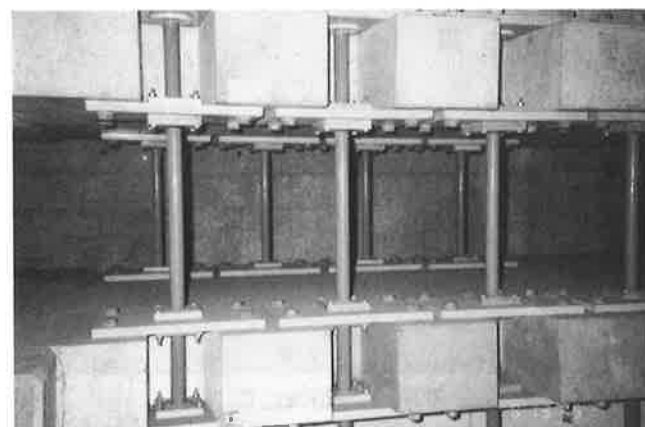


写真-4 鋼棒ダンパー
 水平変位時は鋼棒下部が架台から
 引抜かれながら曲がる

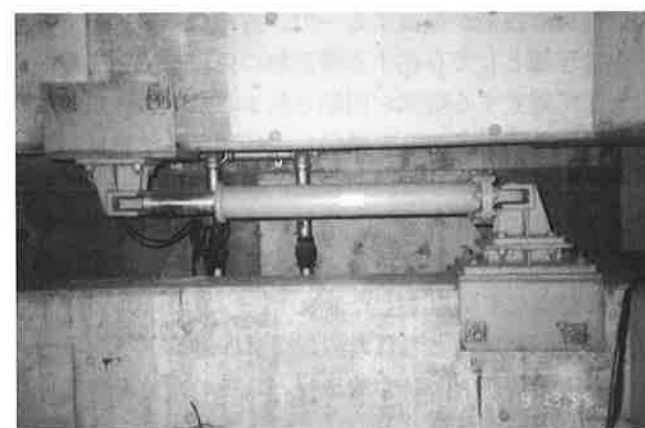


写真-5 補助ダンパー
 オイルダンパーで、水平変位3cmの
 間を補助

5. 免震建築での試み

免震構造とすることにより、いくつかの試みがなされています。

○地震力が低減するため張り間方向14.4mスパンを大

梁なしのリップ付きスラブとし、内部空間を大きくしています。

○設計用せん断力係数を0.20から0.15とすることにより、躯体寸法を1サイズダウンしています。

○層間変位と加速度が低減できるため、外壁のガラスは、シリコンで直接躯体にとりつけたSGS工法を採用しています。

○屋上設備機器用支持架台は、通常、震度1.0で設計しますが、0.6とし、部材をサイズダウンしています。

○エレベーターレール受け金物は、通常、震度0.6で設計しますが、0.36とし、部材をサイズダウンしています。

6. おわりに

建設場所が清瀬市ということで、幸か不幸か今までに強い地震に遭遇していません。竣工から9年経っていますが、外壁にクラックもなく、窓回りにも異常は見られず、建物は新鮮に見受けられます。阪神大震災後、ここに防災情報センターを設置し、情報の収集、発進の中心的基地として活動を開始しています。

本日説明して下さった大林組の方々は、免震構造のパイオニアとしての自負を持たれ、熱っぽく語られていたのが印象に残りました。

なお、今回の訪問者は、山竹美尚、尾関美紀（織研）、笠原康宏（ブリヂストン）でした。

建物概要

名称	大林組ハイテクR&Dセンター
所在地	東京都清瀬市下清戸4-640
設計・施工者	大林組
工事期間	1986年3月～9月
建築面積	352m ²
延べ面積	1624m ²
構造・階数	RC造、地下1階、地上5階

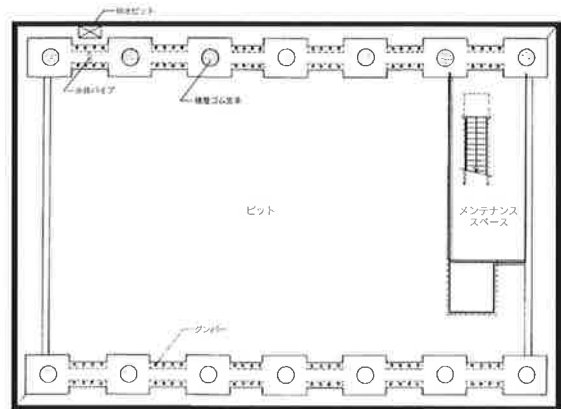


図-1 地階平面図 (1/300)

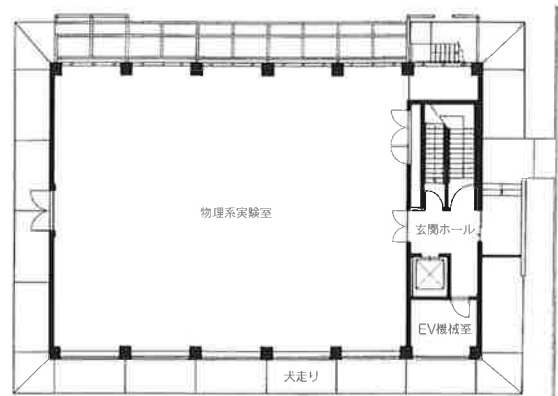


図-2 1階平面図 (1/300)

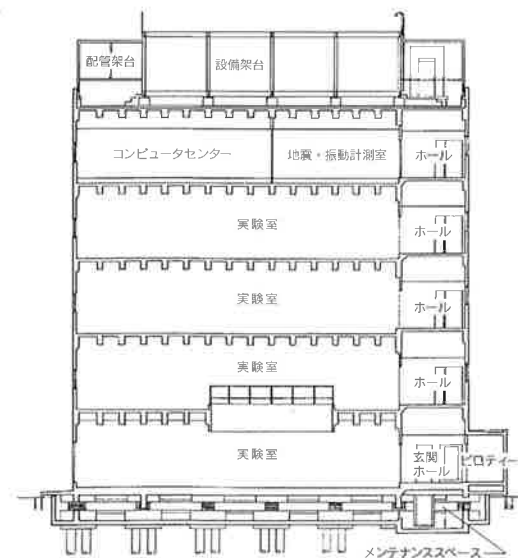


図-3 断面図 (1/300)

天然ゴム系積層ゴムの経年変化、クリープ特性について

昭和電線電纜(株) 西川一郎



1. はじめに

免震アイソレータに使用される積層ゴムは建物寿命に相当する長い年月に渡って重い上部構造を安定に支持し、かつ大地震時、水平に柔かく動き、期待する免震効果を発揮しなければならない。ゴム材料中、最も弾性に優れた天然ゴム系材料が主に使用されており、建築用免震アイソレータとしての国内実績は既に10年程を経過している。当初、コンクリートに代ってゴム材料を使用するという事で、耐久性に関して不安が持たれていたが、天然ゴムの構造体としての使用実績、および最近の調査研究によって優れた耐久性を有する事が確認されつつある。ここでは、天然ゴム系積層ゴムの耐久性に関し、最も重要な経年変化と耐クリープ性に関し、現在得られている知見を示す。

の曲線がほぼ一致したヒステリシスロスの少ない弾性的な特性を示すようになる。¹⁾

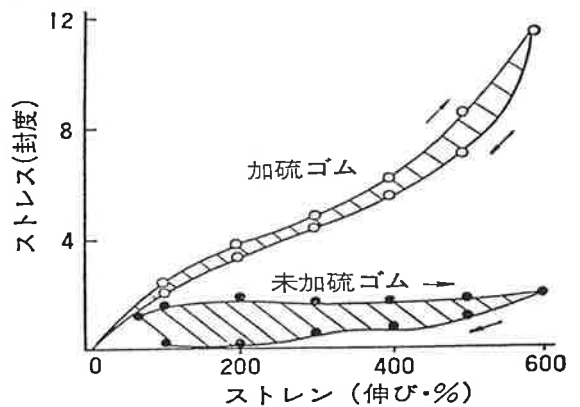


図-1 600%伸長ゴムのS-S曲線 (Vanderbilt News)

2. 天然ゴム材料の経年変化について

積層ゴムの耐久性を論ずる前に、天然ゴム材料の特性および経年的劣化について示す。

2.1 天然ゴムの特徴

天然ゴムはゴム状弾性には非常に優れているが、劣化という点からは、各種合成ゴムに比して劣るという事が一般的に認められている。表-1に天然ゴム材料の略配合例を示す。天然ゴムは表-1のような化学構

2.2 天然ゴムの劣化特性

天然ゴム分子は酸素、オゾンの影響を受け易い分子構造をしているため、架橋、切断などの分子構造変化(図-2)を生じその結果脆化する。しかし積層ゴムの

表-1 天然ゴムの配合例(重量比)

	内部ゴム	備考
天然ゴム	66	$\text{-(CH}_2\text{-CH=C(CH}_3\text{)-CH}_2\text{)-}_n$ (上記分子単位が多数個複雑に結合した鎖状高分子)
補強材	12	カーボンブラックなど
可塑剤	15	石油オイル
加硫材 他	7	硫黄・加硫促進剤・老化防止材
合計	100	

造を有し、硫黄などの加硫剤を加え加熱処理する事によって加硫し、その結果優れたゴム状弾性体に変化する。さらに補強剤としてのカーボンブラックや各種配合剤を添加する事によって実用可能な天然ゴム材料となる。図-1に天然ゴム材料の加硫前後の応力-歪(S-S)曲線を示す。加硫によってS-S曲線は行き帰り

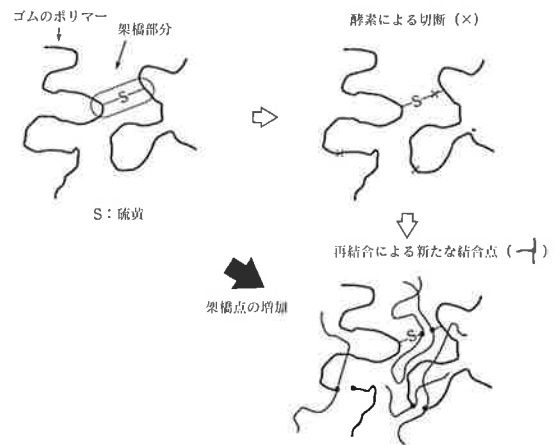


図-2 ゴム分子の酸化による影響

ように厚肉の製品の場合には状況は異なる。本特集③「積層ゴムの歴史」に記述されているように、天然ゴム支承で既に敷設後100年を経過したものがあり、その製品の劣化状況を調査した結果、表面部は極端に劣化しているが、内部は物性的にもほとんど変化しておらず、表面の劣化部分も5~10mm程度の深さまでと報告されている。又、肉厚のゴムブロックの促進熱劣化

試験の結果、表面部が極端に酸化劣化するとその酸化層が内部への酸素拡散を防ぐ遮散層として働き、その結果内部はほとんど劣化しないという報告もある。²⁾ さらに最近の報告として、積層ゴムに使用されている天然ゴム材料の厚肉ゴムブロックを使用した詳細な加熱促進劣化試験の結果から室温における酸化到達深さを図-3のように求めそれが60~100mm程度と示唆している。そして積層ゴムの加熱促進劣化による性能変化の原因として表面部分の酸化劣化と残留加硫剤の働きによって生じる二次加硫による内部ゴムの物性変化があげられている。³⁾

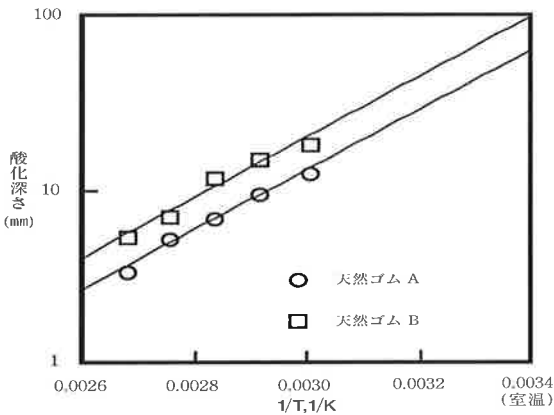


図-3 伸び特性から評価した酸化深さ (伸びが初期から5%低下する深さ)

3. 積層ゴムの必要性能と経年変化

前述の如く天然ゴム材料はオゾンや酸素の影響で劣化しやすい材料だが、積層ゴムのような形状ではその劣化は表面部に限られ、しかも積層ゴムは表面に内部ゴムの劣化を防ぐための保護ゴムが5~10mm程度被覆されている。従って積層ゴムの経年変化はそれほど深刻に考える必要はないと考えるが、免震アイソレータの使用実績が短い事、そして長期に渡って重い建物を支持する構造部材故に、より慎重にその経年変化が評価されている。

積層ゴムの経年変化予測は、図-4に示すアウレニウスプロットを使用し長期寿命に相当する加速熱劣化条件を定め、その条件で積層ゴムの熱劣化させ、その前後の性能評価結果より求めている。図-5に積層ゴ

ム性能と関連材料特性の関係を示す。ゴム材料の熱劣化試験によりこれら関連材料特性が一定レベルに低下する時間より図-4の直線の傾きに相当する活性化エ

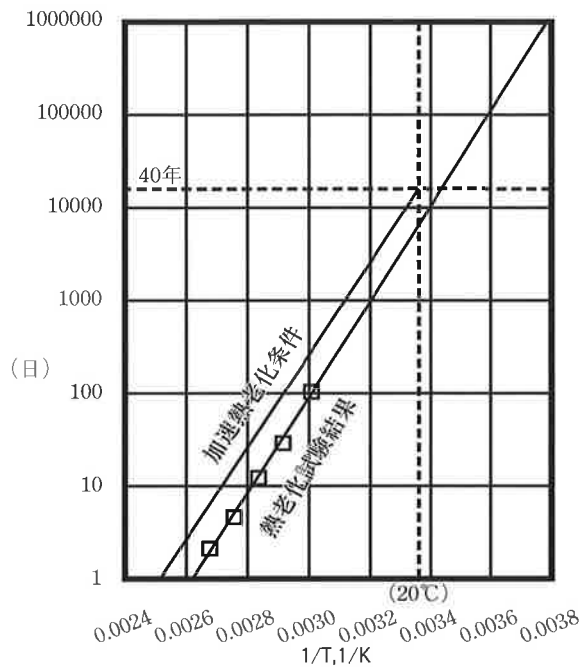
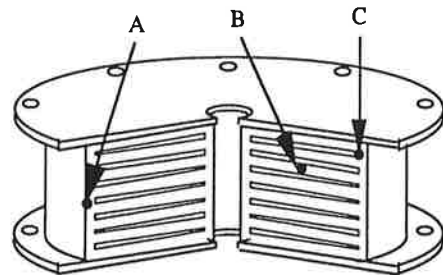


図-4 長期寿命に相当する加速熱劣化条件



積層ゴムの必要性	主な関連部位	関連材料特性
○ 載荷性能 (鉛直剛性)	積層部分 (B)	ゴム硬度
○ 復元性能 (水平剛性)	積層部分 (B) (二次加硫)	引張応力
	表面部分 (A) (酸化劣化)	
○ 破断性能 (水平変形)	外表面部分 (A)	引張強さ 伸び
	鋼板の端部 (C)	

図-5 積層ゴム構造と材料特性の関連

エネルギーを求め、この傾きを使って想定する長期寿命に相当する加速熱劣化条件を定める。このようにして求めた活性化エネルギーを使用して直径500mmの実大の天然ゴム系積層ゴムの促進熱劣化させた結果を表-2に示す。本結果では40年相当の促進熱劣化(60℃×

表-2 天然ゴム系積層ゴムの加速熱老化試験結果

供試体 G=5.5kg ^f /cm ² φ500-3.6-19 S ₁ =31 S ₂ =7.3						
鉛直剛性 (ton/cm)						
軸力 (kg ^f /cm ²)	熱老化前		熱老化後		熱老化前/熱老化後	
25	2612		2760		1.06	
125	2576		2703		1.05	
250	2558		2822		1.10	
水平剛性 (ton/cm)						
軸力 (kg ^f /cm ²)	せん断歪み 100%			せん断歪み 200%		
	熱老化前	熱老化後	熱老化前 熱老化後	熱老化前	熱老化後	熱老化前 熱老化後
25	1.58	1.65	1.04	1.53	1.74	1.14
125	1.57	1.69	1.08	1.52	1.72	1.13
250	1.56	1.71	1.10	1.51	1.74	1.16
水平破断試験						
軸力 (kg ^f /cm ²)	破断歪 (%)			破断応力 (kg ^f /cm ²)		
25	352			51.2		
125	342			44.9		
250	363			62.3		
初期値 破断歪400~450% 破断応力60~70kg ^f /cm ²						

269日)で鉛直水平剛性が10%程度増加し、破断歪が初期値の400%以上から約50%低下している。前述の如くこの変化は内部ゴムの二次加硫と外表面ゴムの酸化劣化の複合した結果と考えるが、この変化に対しどちらがどの程度影響しているかは不明である。³⁾

このように積層ゴムの加速熱劣化では天然ゴム材料で一般的に考えられているような大きな特性低下は示さない。しかしこれはあくまで短時間の促進熱劣化より長期の経年劣化を予測した結果なので、現在維持管理の一環として真の経年変化を調査する目的で建物に設置された積層ゴムと同じ環境に別置き試験体と呼ばれる積層ゴムの同等の軸力を載荷した状態で放置し経

年的にその性能変化を追跡調査する事が行われている。積層ゴムが使用され始めほぼ10年が経過し、5年あるいは10年という比較的長期を経過した積層ゴムの性能が調査される時期にきている。これらの結果が報告される事によりある程度経年劣化を改善した積層ゴムについては経年変化について心配しないでよい状況にしたいものである。

4. 耐クリープ性

クリープとは圧縮や伸長などにより永久的な塑性変形が生じる現象である。天然ゴム材料は非常に弾性に優れたクリープを起しづらい材料ではあるが完全な弾性体ではない。従って積層ゴムとしての耐クリープ性は検討しておく必要がある。表-3の2種の天然ゴム系積層ゴムに対し225tonの圧縮力(軸力で100kg^f/cm²以上)を載荷してクリープ試験を行った結果を図-6、図-7に示す。図-6に見られるように積層ゴムは約1年の間に外気温度変化に追従した膨張、収縮に伴う鉛直変位を示す。図-7に示すようにこの鉛直変位に温度補正を行い長期クリープ量を外挿により予測すると100年後でもクリープ量は1~2mm程度である。⁴⁾この量は年間を通じた鉛直変位とほぼ同等である。このように2次形状係数が5程度の安定な構造の積層ゴムであれば実用上問題になるような大きなクリープは生じていない。

5. まとめ

天然ゴム系積層ゴムの経年変化およびクリープ特性に関してはここに示した知見以外にも多くの報告がなされており、実用的に問題ないであろうという事はわかってきている。しかし現状これら評価も各社各様で又どの程度にその変化を抑えればよいかという基準もあいまいである。今後免震建築の普及につれて積層ゴムへの要求性能も多様化してくる可能性も考えられる。このような状況の中で積層ゴムに関して耐久性に不安をもたずに使用できるようになるためにもその評価法および良否判定の基準などに関しある程度の統一が必要かと考える。

参考文献

- 1) 金子秀男：応用ゴム物性論20構 P.101
- 2) Clough,R.L.,and Gillen,K.T.,1992,“Oxygen Diffusion Effects in Thermally Aged Elastomers,” *Polymer*

- Degradation and Stability*, Vol.38, pp.47-56.
- 3) Fujita et al. ASME 95 PVP-Vol.319 Seismic Shock and Vibration Isolation pp.197-203.
- 4) 秋山他：免震構造設計指針（93改訂版）P313-314

表-3 クリープ試験体形状

試験体名	直径	ゴム厚	ゴム厚数	S1	S2
NR-500×7-14	500mm	7mm	14	17.9	5.1
NR-435×4-25	435mm	4mm	25	27.2	4.4

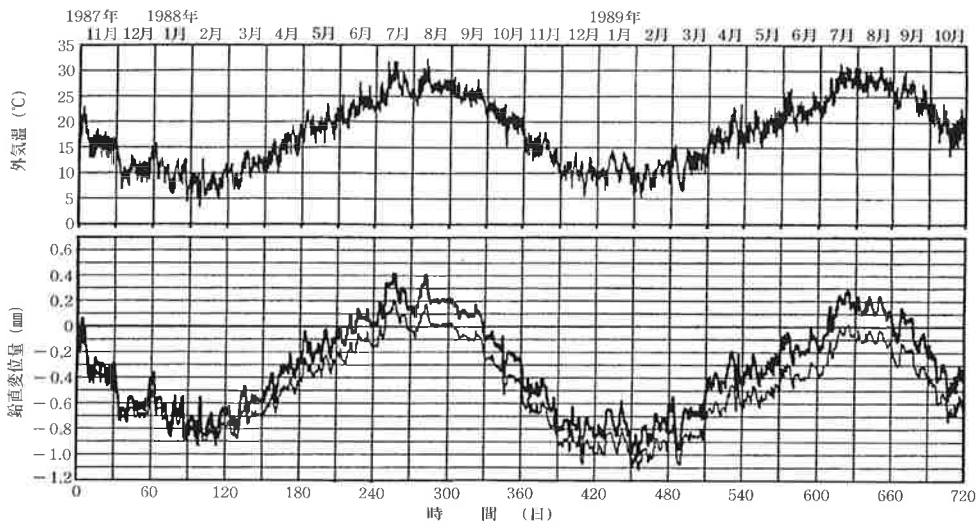


図-6 鉛直変位量と外気温の変化

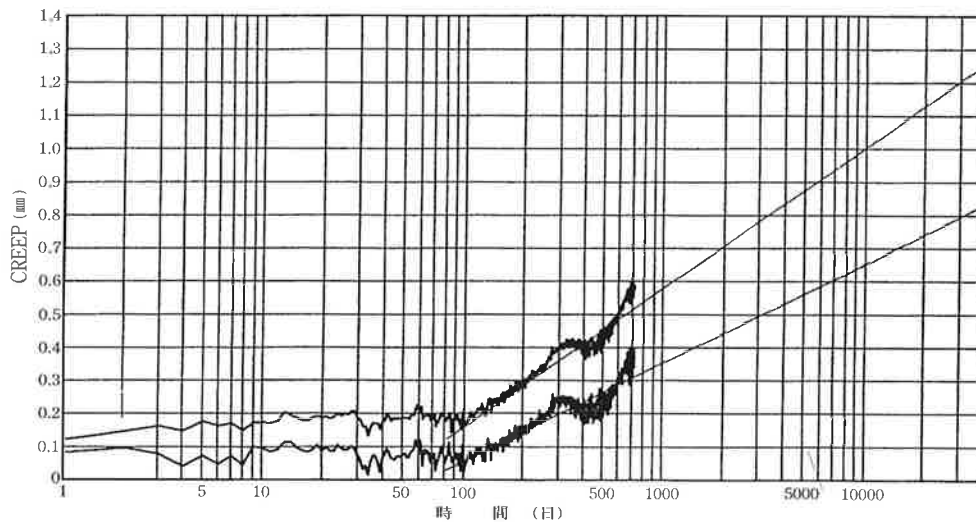


図-7 クリープ量の変化

免震構造の周辺

明治大学理工学部 洪 忠憲



1. はじめに

高密度化、高機能化した今日の都市の、地震に対するもろさは、1978年の宮城県沖地震（震度5の大きい方、6に近い）のとき指摘され、もう少しこの地震が大きかったらどうなるかなど、我々仲間で話し合ったものである。本年1月17日の兵庫県南部地震は、一部で震度7にも達し、被害はあらゆる意味で予測を越えるものとなった。特に、5千人を上廻る崩壊建物による圧死者は、我々耐震構造に関与してきたものとして、言葉を失うものである。この地震被害の実相の中に、我々は何を学びとるか、学びとれるかが、これからの耐震技術の内容、水準を決定することになる。

いづれの震害報告においても、1981年から始まった新耐震設計法（新耐法とする）の建物に、崩壊、大破は少なく、新耐法は、よく機能したと分析されている。しかし本誌（No.9）で中野清司会長が、金井清先生の論稿を引用して、言及しているが、新耐法で想定している地動の、時には2倍以上の地動があった筈なのに、何故、崩壊、大破をまぬがれたかという疑問に至る。この問題は、新耐法以前（特に1971年の基準法施行令改正以前）の、いわゆる既存（適格または不適格）建物の耐震性の診断とその補強設計に直結しており、特に、どの程度まで補強すべきか（強度と塑性）に強く関連してくる。

超高層建築に対しても、激震地区の地震動は、設計時の想定レベル（地動速度40cm/sec）を越している。カーテンウォール、ガラスその他、外観的には目立った被害はないが、骨組内部の降伏、損傷については、現在調査中であり、樂觀も悲観もひかえない。今後の超高層にとって、兵庫県南部地震の体験は、重要なステップであることは確かである。真夜中の事務所では、人間は不在となるが激震地区の超高層内の家具その他の転倒、住居性（不安感）など、調査、報告が待たれる。

2. 超高層・新耐法・免震

超高層の設計理念は良好かつ堅固な地盤に、単純かつ明快な骨組というところにあったが、実際の巨大な

構造物の剛性（復元力）、減衰性等の振動特性の評価は、大仕事で、地道な振動実験、地震時観測の結果によっている。強大かつ曖昧な地震入力を含め、超高層の地震時挙動の不確実性に対して、設計では常に、その動特性に大きな巾を見込んで慎重を期してきたといえる。

中・低層を対象とした新耐法は、数々の地震被害経験（構造、部材の破壊モードの研究、例えばRC造のせん断破壊）、および動力学研究（弾塑性地震応答解析、理論）に基づき、開発、立案されたが、つきつめると、強大かつ曖昧な地震入力に対して、十分な強度余力と塑性の確保を基本とした。超高層も新耐法も、その耐震設計の成立基盤が、曖昧さのなかの（曖昧さをみとめた）バランスの探求にあるように思える。

かつて、明治の大砲では、その発射の反動で人間その他のが、すっ飛び、それはある種の、解析・評価不能の人間ダンパーとなった。しかし、今日、運動、振動を正確に計量し、コントロールしようとする傾向は、力学工学全分野（機械系、構造系を含め）の大きな流れと言えよう。

建築物の基部（免震層）に、アイソレータ、ダンパーを装備してその構造全体を絶縁した免震構造では、その構造（振動）特性は、大いに単純化かつ十分調整可能となる。免震構造のシステムを、どのような建築物に、何の目的で適用するかにもよるが、少なくとも一つ、耐震設計における曖昧さが消える。一方、構造技術者には、強大かつ曖昧な地震入力と、免震層の終局（限界）耐力・変形に関し、これまで以上に明確な判断（工学的）が要求されるようになるが、このことは今後の耐震技術の向上のためにも歓迎すべきであろう。免震構造の今後の発展のためにも、今回の地震被害に関して、その全体の被害調査、評価の総括が待たれる。

洪「免震・制震技術の今日的意義」耐震防火建築ハンドブック
洪その他「高層均等フレームの周波数伝達関数と制震特性」
第9回日本地震工学シンポジウム（1994）

積層ゴムの復元力モデルに関する研究

清水建設(株)和泉研究室 菊地 優



1. はじめに

免震構造物は、地震時における変形の大部分が免震装置部に集中し、1次モードの非常に卓越した振動性状を示す。免震構造物は、基礎固定である従来の構造と比較して単純な振動系に置換することが可能であり、極端な場合には免震装置のみをせん断ばねで表現し上部構造を剛体とした1質点振動系に置換しても良好な応答予測が可能である。したがって、免震構造物の地震時応答予測には、変形の集中する免震装置の復元力特性を適切にモデル化することが重要となる。

免震装置として最も一般的に用いられている積層ゴムには、最近、性能向上を目的とした様々な工夫が施されるようになり、高減衰積層ゴムや鉛入り積層ゴム等の減衰性能内包型の積層ゴムが開発されている。これらの積層ゴムには、別途、減衰装置を設置する必要がなく、工期の短縮やコストの削減といった効果が期待できることから適用例が急速に増大している。減衰性能内包型の積層ゴムが有する減衰性能は履歴減衰によって発揮される。一般的に、荷重変形関係は非線形となり、復元力特性はせん断ひずみに大きく依存して変化し、大変形時にはハードニングを生じるなど、従来の復元力モデルの適用は困難な場合がある。

以上のような現状を踏まえ、著者は減衰性能内包型の積層ゴムが有する復元力特性を適切に表現できる復元力モデルの提案を行い、具体的に国内外の数種類の積層ゴムに対する適用を試みた¹⁾。本報告では、提案した復元力モデルの概要について記すとともに、これまでに本復元力モデルの適用を試みた積層ゴムの静的加力実験ならびに免震構造物の振動台実験のシミュレーション解析の結果について紹介する。

2. 復元力モデルの概要

初めに、既往の復元力モデルについて概観する。先述のように、積層ゴムの復元力特性がせん断ひずみに依存して変化することを表現するために、Bi-LinearモデルあるいはROモデル等のパラメーターをせん断ひずみに応じて刻々と更新する方法が提案されている。復元力モデルを規定するパラメーターをせん断ひずみ

に応じて更新することには、パラメーターを固定するより履歴ループの形状を実験結果に適合させ易いという利点があり、既往の復元力モデルでは多用されている方法である。しかし、Bi-LinearモデルやROモデルにおける荷重変形関係を表す数学的表現では、例えば高減衰積層ゴムに見られる大変形時のハードニングを適切に評価することは困難である。そこで、既往の復元力モデルで採用されているパラメーター更新の手続きを踏襲しながらも、積層ゴムの荷重変形関係をより適切に表現することが可能となる数学的表現について考えた。以下に、その概要について記す。

スケルトンカーブと履歴ループは独立に与える。スケルトンカーブにおける変位 X と復元力 F の関係は(1)式のように表現する。

$$F = \frac{G_{eq}A}{T_r} X \quad (1)$$

ここに、 G_{eq} はゴムの等価せん断弾性率、 A は積層ゴムの断面積、 T_r はゴムの総厚である。 G_{eq} はせん断ひずみの関数となる評価式をあらかじめ用意しておく。

履歴ループは(2)式のように F_1 と F_2 の和とし、それぞれ(3)～(5)式のように表現する。

$$F = F_1 + F_2 \quad (2)$$

$$F_1 = \frac{1}{2} (1-u) F_m \{x + \text{sgn}(X)|x|^n\} \quad (3)$$

$\dot{X} > 0$ の場合

$$F_2 = u F_m \{1 - 2e^{-a(1+x)} + b(1+x)e^{-c(1+x)}\} \quad (4)$$

$\dot{X} < 0$ の場合

$$F_2 = -u F_m \{1 - 2e^{-a(1-x)} + b(1-x)e^{-c(1-x)}\} \quad (5)$$

ここに、

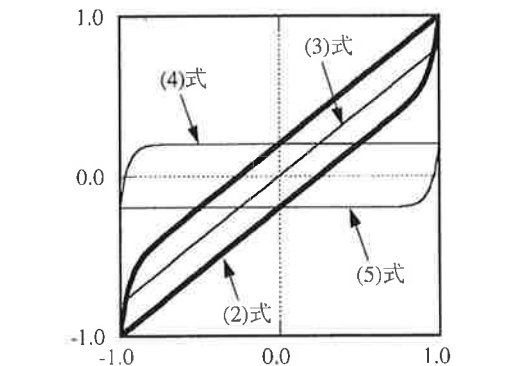
$$u = \frac{F_u}{F_m} X, q = \frac{\pi h e q}{2}, x = \frac{X}{X_m}$$

である。 X_m, F_m はスケルトンカーブからの除荷時の変位、荷重である。 n, a, b, c は履歴ループの形状を規定するパラメータである。 h_{eq} は等価粘性減衰定数、 F_u は荷重切片である。 n, h_{eq}, u については、 G_{eq} と同様にせん断ひずみの関数として用意しておく。 a, b, c は(2)~(5)式により表現される履歴ループの等価粘性減衰定数を実験値と等価にする条件から決定する。提案した復元力モデルの概念を明確にするために、特定のパラメータの組み合わせに対して得られる履歴ループの形状を無次元化して図-1に示す。

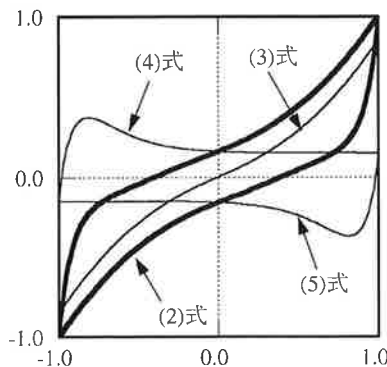
地震応答解析に適用するためには、Masing則を適用することによってランダムな変位の変化に対する復元力を規定する。さらに、繰り返しによる剛性低下を表現するための非線形ばねを別途考慮することによって、一部の積層ゴムで顕著に見られる荷重履歴に依存した復元力の変化に対処することができる。

3. 静的加力実験のシミュレーション解析

これまでに国内外7種類の積層ゴムに対して本復元



(a) 低ひずみレベル ($u=0.2, n=1.0, a=20, b=0$)



(b) 高ひずみレベル ($u=0.2, n=2.5, a=20, b=25, c=6.0$)

図-1 復元力モデルより得られる無次元化ループ

力モデルの適用を試みた。ここでは、積層ゴムの静的加力実験をシミュレーションした結果を紹介する。

積層ゴム単体の静的正負漸増交番繰り返し荷重による実験結果と解析結果を対比させて図-2~8に示す。ここで解析の対象とした積層ゴムは、高減衰積層ゴム4種類、鉛入り積層ゴム1種類、シリコーン積層ゴム1種類、周囲拘束型高減衰積層ゴム1種類の合計7種類の積層ゴムである。鉛入り積層ゴムのみがダボピン方式を採用し、他の積層ゴムはフランジ固方式を採用している。いずれの積層ゴムについても、実験より得られた履歴ループが本復元力モデルによって忠実に表現されていることがわかる。

以上に示した積層ゴムのうち、高減衰積層ゴムとシリコーン積層ゴムについては均質のゴム材料で構成さ

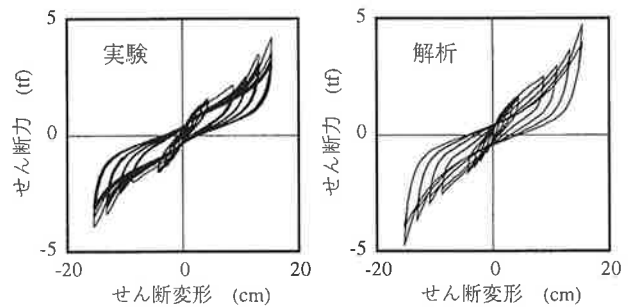


図-2 高減衰積層ゴム (A社、低硬度タイプ)

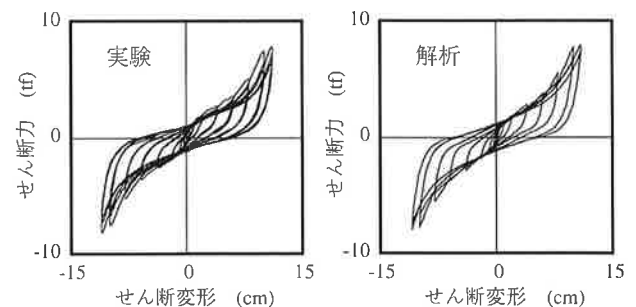


図-3 高減衰積層ゴム (A社、高硬度タイプ)

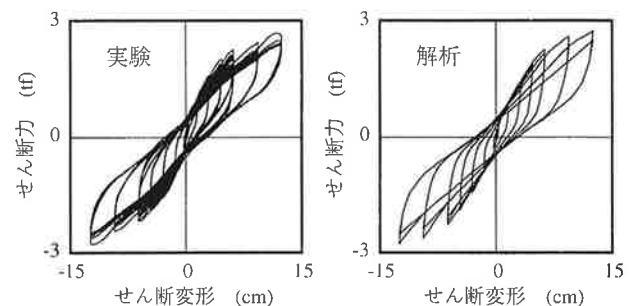


図-4 鉛入り積層ゴム

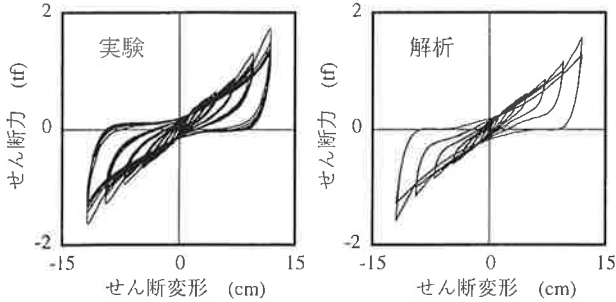


図-5 高減衰積層ゴム (B社)

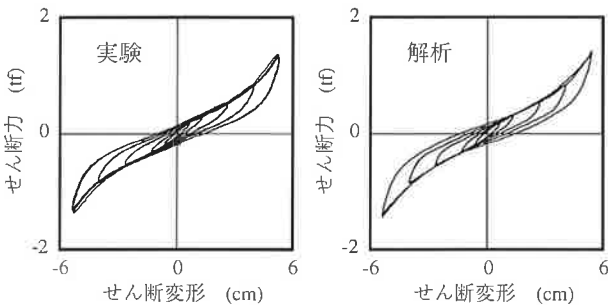


図-6 シリコン積層ゴム

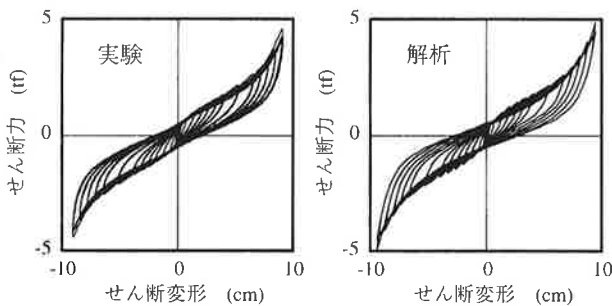


図-7 高減衰積層ゴム (C社)

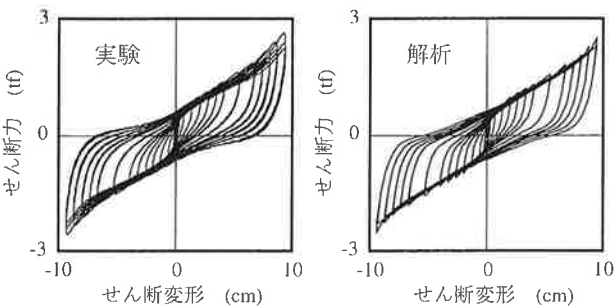


図-8 周囲拘束型高減衰積層ゴム

れていることから、他の形状の積層ゴムに対してはゴムの断面積と総厚の違いを考慮することにより、実験に使用した積層ゴムと同程度の形状係数を有するという条件の下で適用が可能である。鉛入り積層ゴムと周囲拘束型高減衰積層ゴムは異種の材料で構成されたコ

ンポジット型の積層ゴムであることから、他の形状に対する本復元力モデルの適用には注意を要する。

4. 振動台実験のシミュレーション解析

本復元力モデルの動的適用性について示すために、免震建造物の振動台実験をシミュレーションした結果を紹介する。実験は図-2と図-5に荷重変形関係を示した高減衰積層ゴム（以下、図中にてHDR-1, HDR-2と略記）、ならびに図-4に荷重変形関係を示した鉛入り積層ゴム (LRBと略記) を免震装置とし、図-9に示す鉄筋コンクリート造3階建てラーメン構造を上部構造とする免震試験体を用いて行った²⁾。

シミュレーション解析では、上部構造を平面フレー

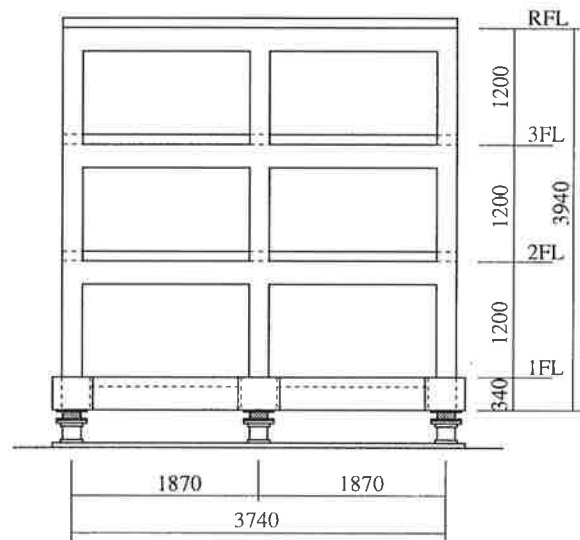


図-9 振動台実験に用いた免震試験体

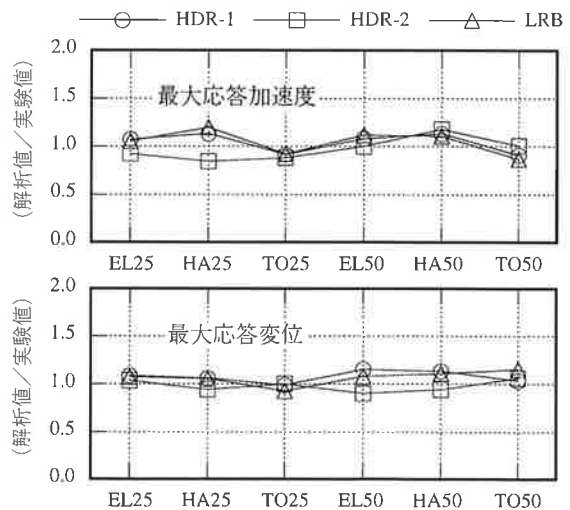


図-10 最大応答値の比較

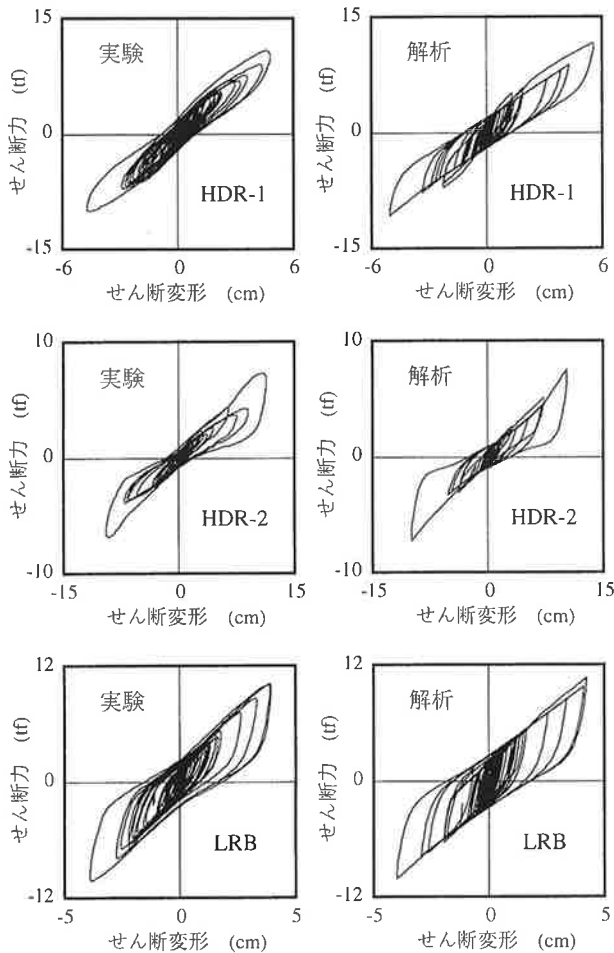


図-11 免震層の荷重変形関係の比較
(El Centro $V_{max}=50\text{cm/sec}$ 加振)

ムに、積層ゴムをせん断ばねと軸ばねに置換し、積層ゴムのせん断ばねに対して本復元力モデルを適用した。加振は、El Centro (図中ELと略記、1940年Imperial Valley地震)、八戸 (HA、1968年十勝沖地震)、東北大学 (TO、1978年宮城県沖地震) を $V_{max}=25\text{cm/sec}$ 、 50cm/sec に基準化して用いた。解析では、振動台上で計測した加速度波形を入力地震動として用いた。

図-10に最大応答値の比較として、屋上階応答加速度および免震層の応答変位の実験値に対する解析値の比を示す。加速度、変位ともに、入力地震動および積層ゴムの種類に拘わらず、20%以内の差で実験値を再現している。図-11に示す免震層の荷重変形関係の比較によれば、静的加力実験と同様に、積層ゴムの種類を問わず良好な対応が得られている。図-12に示す床応答スペクトルの比較では、実験結果と解析結果はほぼ一致しており、免震構造の周波数応答特性に関しても高い再現性が得られている。この他に、図-6に荷重変形関係を示したシリコン積層ゴムを用い

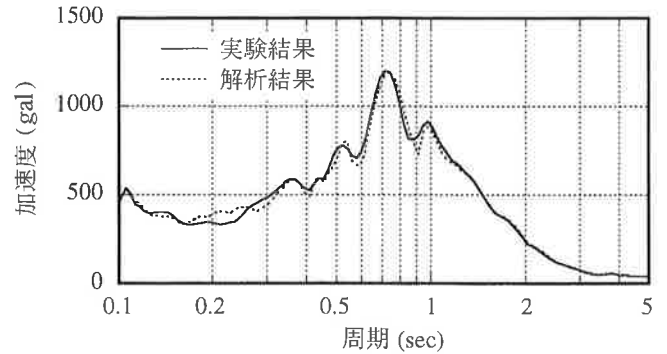


図-12 床応答スペクトルの比較
(HDR-1, El Centro $V_{max}=50\text{cm/sec}$ 加振)

た免震試験体の振動台実験についても、ここで紹介した振動台実験と同様に、本復元力モデルを用いることによって良好な再現結果を得ている³⁾。

5. まとめ

本報告では、積層ゴムの復元力特性を統一的に表現できる復元力モデルについて紹介し、静的加力実験および振動台実験のシミュレーション解析を行うことで復元力モデルの妥当性について検討した。本復元力モデルは、積層ゴム単体の加力実験による定常の履歴ループを精度良く模擬したに留まらず、振動台実験における免震構造物の地震時挙動についても高い精度で再現することができた。本復元力モデルを免震構造物の地震応答解析に適用することで、高い信頼性をもって応答予測が可能になると考えられる。本復元力モデルは、既に実際の免震建物の設計に適用されており、本誌1995年No.8春号に適用例が紹介されている。

謝辞

積層ゴムの加力実験データを提供して頂いた(株)ブリヂストン、信越化学工業(株)、住友ゴム工業(株)の関係各位に感謝致します。

参考文献

- 1) 菊地ほか：建物免震用積層ゴムの復元力特性に関する研究、構造工学論文集、Vol.40B、1994年3月
- 2) 菊地ほか：鉄筋コンクリート造免震構造物の振動台実験、日本建築学会構造系論文集、第462号、1994年8月
- 3) 菊地ほか：免震・防振システムの振動特性に関する研究、構造工学論文集、Vol.41B、1995年3月

第2回免震フォーラム開催の報告

第2回免震フォーラムが9月4日(月)13時15分から新宿工学院大学で250名を越える参加者を集め開催されました。

昨年第一回免震フォーラムでは米国ノースリッジ地震での免震建築の威力が話題になったことから、米国のエンジニアが参加し、国際色豊かなフォーラムでした。今年は一年後の全く同じ日に起こった阪神・淡路大震災を教訓とすべく下記のようなテーマ、講師、パネリストのかたがたで行われましたので、その概要をお知らせします。

プログラム 概要

テーマ 「ユーザー・オーナー向け・阪神・淡路大震災を経て免震構造をさらに考える」

開会挨拶 山口 昭一 副会長
東京建築研究所社長

趣旨説明 可児 長英 協会事務局長
東京建築研究所

講演 “兵庫県南部地震の特徴と地震に関する諸々の情報”……翠川三郎東京工業大学教授
地震被害の大きさ、東京で予想される地震“実際の免震建物”……
……宮崎光生ダイナミックデザイン社長
免震構造の歩み、直下地震にあった免震建築、地震対策、免震タウン

討論会 “免震建物の魅力”
司会

寺本隆幸会員 日建設計構造設計室長
ユーザー、オーナーの立場から語る

鈴木正美氏 末広サービス社長

吉本和彦氏 富士銀行システム開発部副部長

木原 茂氏 郵政省建築部課長補佐

建築家の立場から語る

村尾成文氏 日本設計副社長

学識経験者の立場から語る

神田 順氏 東京大学工学部助教授

構造設計者の立場から語る

山本 裕氏 日建設計構造部

まとめ

山口昭一副会長



写真-1 パネリストのみなさん



写真-2 満員の会場風景

講師の先生方が有意義なお話を分かりやすくされた後、討論会はそれぞれパネリストから異なった立場の話題が提供され活気に満ちた雰囲気が進められました。

大震災以後免震構造がマスコミに盛んに採り上げられるようになり、J.I.A.でも「免震構造に関する提言」を発表する等話題を集めているためか、当日の会場は満席で、追加の椅子を用意しなくてはならないほどの盛況振りでした。

また会場前のロビーには免震関係のパネル、実践の見本、パンフレットが展示され、休憩時間を利用して、参加者に協会委員から説明がなされる等有意義なフォーラムとすることができました。フォーラム開催にご協力戴いた講師、パネリスト、委員の方々に謝辞を申し上げます。

(広報委員会 須賀川 勝 記)

国内の免震建物一覽表

(日本建築センター評定終了の免震建物)

No	評定 B/C	年月	物件名	設計者 (構造)	施工者	建物の概要			用途	建設地	免震装置		
						階	延べ床面積(㎡)	階					
1		'83.3	八千代台住宅	東京建築研究所・ユニチカ	ユニチカ	RC	2	115	住宅	千葉県八千代台	積層ゴム 摩擦ダンパー (P C板)	6基	
2	-免1		キリシタン資料館	東京建築研究所・ユニチカ	計画変更	RC	2	1	547	資料館	神奈川県大磯町	積層ゴム 鋼棒ダンパー	32基 8組
3	-免2	'85.11	奥村組筑波研究所管理棟	東京建築研究所・奥村組	奥村組	RC	4		1,330	事務所	茨城県つくば市	積層ゴム 鋼棒ダンパー	25基 12組
4	-免3	'86.1	大林組技術研究所61実験棟	大林組	大林組	RC	5	1	1,624	実験室	東京都清瀬市	積層ゴム 鋼棒ダンパー	14基 96組
5	-免4	'86.3	オイレス工業藤沢事業場TC棟	住友建設・安井建築設計事務所	住友建設	RC	5		4,765	実験室・事務所	神奈川県藤沢市	鉛入り積層ゴム 積層ゴム	31基 4基
6	-免5	'86.4	船橋竹友寮	竹中工務店	竹中工務店	RC	3		1,530	寄宿舎	千葉県船橋市	積層ゴム 粘性ダンパー	14基 8組
7	-免6	'86.5	鹿島建設技術研究所 西調布音響実験棟	鹿島建設	鹿島建設	RC	2		655	実験室	東京都調布市	積層ゴム 鋼棒ダンパー	14基 8組
8	-免7	'86.6	キリシタン資料館(再申請)	東京建築研究所・ユニチカ	白石建設	RC	2		150	資料館	神奈川県大磯町	積層ゴム 鋼棒ダンパー	12基 6組
9	-免8	'86.12	グライムプレイス	東京建築研究所・奥村組	奥村組	RC	4		652	共同住宅	東京都中野区	積層ゴム 鋼棒ダンパー	12基 7組
10	-免9	'87.2	渋谷清水第1ビル	大林組	大林組・青木J V	RC	5	1	3,385	事務所	東京都渋谷区	積層ゴム 鋼棒ダンパー	20基 108組
11	-免10	'87.2	フジタ技術研究所第6実験棟	フジタ	フジタ	RC	3		395	実験室	横浜市	鉛入り積層ゴム	14基
12	-免11	'87.6	無機材研無振動棟	建設大臣官庁官庁・大林組	大林組	RC	平屋		616	実験室	茨城県つくば市	積層ゴム 鋼棒ダンパー	32基 48組
13	-免12	'87.6	清水建設土浦営業所	清水建設	清水建設	RC	4		637	事務所・寄宿舎	茨城県土浦市	鉛入り積層ゴム	14基
14	-免13	'87.7	大成建設技術研究所J棟	大成建設	大成建設	RC	4		1,173	事務所	横浜市	すべり支承 復元パネ	8個 8個
15	-免14	'87.7	ラ・フォーラムベル石神井三番館	東京建築研究所・奥村組	奥村組	RC	3		476	共同住宅	東京都練馬区	積層ゴム 鋼棒ダンパー	10基 7組
16	-免15	'87.12	ブリヂストン虎ノ門ビル	清水建設	清水・大林J V	RC	8		3,360	事務所	東京都港区	積層ゴム 鋼棒ダンパー	12基 25組
17	-免16	'88.2	南越谷マンション	住友建設	住友建設	RC	10		3,534	事務所・住宅	埼玉県越谷市	鉛入り積層ゴム	14基
18	-免17	'88.2	熊谷道路 一之江寮	熊谷組	熊谷組	RC	3		771	寄宿舎	東京都江戸川区	積層ゴム 鋼棒ダンパー	12基 14組
19	-免18	'88.6	(仮)14F-P R免震構造物	東京建築研究所	未建設	RC	14		16,395	共同住宅	神奈川県藤沢市	積層ゴム 鋼棒ダンパー	84基 164組
20	-免19	'88.6	竹中技術研究所クリーンルーム棟	竹中工務店	竹中工務店	S	2		406	実験室	東京都江東区	多段積層ゴム 粘性ダンパー	6基 6組
21	-免20	'88.6	日本原子力発電(株) 熱川保養所プール棟	大成建設	大成建設	RC	1		141	プール	静岡県東伊豆町	すべり支承 復元パネ	8個 4個
22	-免21	'88.6	小川マンション	熊谷組	熊谷組	RC	4		1,187	共同住宅	東京都八王子	高減衰積層ゴム	14基
23	-免22	'88.6	アサノビルディング	住友建設	住友建設	RC	7		3,141	事務所・店舗	名古屋市中区	鉛入り積層ゴム	10基
24	-免23	'88.8	楠田ビル	間組	間組	RC	4	1	1,048	事務所・店舗・住宅	東京都渋谷区	高減衰積層ゴム	8基
25	-免24	'88.12	鴻池組市川免震社宅	東京建築研究所・鴻池組	鴻池組	RC	2		149	共同住宅	千葉県市川市	積層ゴム 鋼棒+鉛ダンパー	14基 4組
26	-免25	'88.12	東北電力・泉電力ビル	清水建設・大崎総合研究所	清水 関三美 橋本 千田 J V	RC	6		10,032	電算センター	宮城県仙台市	高減衰積層ゴム	40基
27	-免26	'88.12	東急建設相模原機材センター事務所棟	東急建設	東急建設	RC	3		256	事務所	神奈川県相模原市	高減衰積層ゴム	6基
28	-免27	'88.12	(仮)東京都老人総合研究所	東京都・大林組・久米建築事務所	大林組	RC	2	1	1,113	実験室	東京都板橋区	積層ゴム 鋼棒ダンパー	20基 108組
29	-免28	'89.2	三井ホーム [M300] オイレス工業保養所	三井ホーム	三井ホーム	2×4	2		310	保養所	静岡県伊東市	鉛入り積層ゴム	10基
30	-免29	'89.2	ハーベストヒルズ	奥村組	奥村組	RC	6	1	2,066	共同住宅・店舗	静岡県浜松市	積層ゴム 鋼棒ダンパー	20基 22組
31	-免30	'89.2	鹿島建設技術研究所 西調布音響実験棟(改修)	鹿島建設	鹿島建設	RC	2		656	実験室	東京都調布市	積層ゴム 鋼棒ダンパー	18基 14組
32	-免31	'89.4	東伸24大森ビル	鹿島建設	鹿島建設	SRC	9	1	7,574	事務所	東京都大田区	積層ゴム 鋼棒ダンパー	19基 12組
33	-免32	'89.4	長谷工住宅性能試験棟	長谷工コーポレーション・東京建築研究所	長谷工コーポレーション	RC	3		681	実験室	神奈川県厚木市	積層ゴム 鋼棒ダンパー	13基 9組
34	-免33	'89.4	南大塚2丁目共同ビル	住友建設	住友建設	RC	12	2	6,020	事務所	東京都豊島区	鉛入り積層ゴム	13基
35	-免34	'89.4	飛鳥建設技研 風洞実験棟	飛鳥建設	飛鳥建設	RC	3		478	実験室	千葉県東葛飾郡	高減衰積層ゴム (ラバーダンパー付)	6基
36	-免35	'89.6	C・P福住ビル	日建設計	戸田建設	RC	6		4,407	事務所	東京都江東区	積層ゴム 鉛ダンパー 摩擦ダンパー	27基 28組 12組
37	-免36	'89.6	前田建設社員施設	前田建設	前田建設	RC	4		653*2棟	共同住宅	千葉県船橋市	A棟:鉛入り積層ゴム B棟:高減衰積層ゴム	10基 10基
38	-免37	'89.7	東邦ガス四日市工場管理棟	大成建設	大成建設	RC	3		1,750	事務所	三重県四日市市	すべり支承 復元パネ	18個 12個
39	-免38	'89.7	戸田建設津田沼寮	戸田建設	戸田建設	RC	2		202	寄宿舎	千葉県船橋市	積層ゴム 鋼棒ダンパー	8基 30組
40	-免39	'89.10	三井ホーム [M-300] 山田邸	三井ホーム	未建設	2×4	2		214	住宅	神奈川県秦野市	鉛入り積層ゴム	6基
41	-免40	'89.10	小金井社宅	フジタ	フジタ	RC	3		714	共同住宅	東京都小金井市	鉛入り積層ゴム 積層ゴム	16基 4基

No	評 定		物 件 名	設 計 者 (構 造)	施 工 者	建 物 の 概 要			用 途	建 設 地	免 震 装 置		
	B/C	年 月				階	延べ床面積(㎡)	延べ床面積(㎡)					
42	-免41	'89.10	日産火災オペレーションセンター	フジタ	フジタ	SRC	2	1	8,660	事務所	宮城県仙台市	鉛入り積層ゴム 積層ゴム	32基 6基
43	-免42	'89.12	浦和工業園久喜工場(増築)	間組	間組	RC	5		1,525	工場	埼玉県久喜市	高減衰積層ゴム	12基
44	-免43	'90.2	日本国土開発技研管理棟	日本国土開発	日本国土開発	RC	3		955	事務所・研究所	神奈川県愛甲郡	積層ゴム 粘性ダンパー	10基 4組
45	-免44	'90.2	広島県農協情報センター	全国農協設計・東京建築研究所	大成・間JV	RC	3		5,424	電算センター	広島県東広島市	鉛入り積層ゴム	27基
46	-免45	'90.2	(仮称)C-1ビル	日本設計	清水・鹿島・フジタ・三井	SRC	7	1	45,419	電算センター	東京都府中市	鉛入り積層ゴム	68基
47	-免46	'90.2	計算流体力学研究所	竹中工務店	竹中工務店	RC	3		628	事務所・機械室	東京都日野区	積層ゴム 粘性ダンパー	9基 4組
48	-免47	'90.4	三井機械部柏工場事務所棟	三井建設	未建設	RC	4		2,187	事務所	千葉県流山市	高減衰積層ゴム M型ダンパー	16基 8組
49	-免48	'90.4	筑波研究所音響実験棟	間組	間組	RC	2		908	研究施設	茨城県つくば市	積層ゴム 摩擦ダンパー	8基 8組
50	-免49	'90.6	西松建設大和寮	西松建設	西松建設	RC	8		1,922	家族寮	神奈川県大和市	積層ゴム 鋼リングダンパー	18基
51	-免50	'90.6	川口家族寮	大末建設	大末建設	RC	4	1	659	家族寮	埼玉県川口市	鉛入り積層ゴム	8基
52	-免51	'90.6	動燃情報センター	日建設計	清水・大林JV	RC	4		3,310	電算センター	茨城県鹿島郡	積層ゴム 鉛ダンパー	32基 34組
53	-免52	'90.6	安藤建設技術研究所	安藤建設	安藤建設	RC	3		1,930	研究所	埼玉県入間市	鉛入り積層ゴム	8基
54	-免53	'90.8	東洋ゴム工業・柴又社宅	熊谷組・高橋上田設計事務所	熊谷組	RC	7		3,520	社宅	東京都葛飾区	積層ゴム 鋼棒ダンパー オイルダンパー	22基 22組
55	-免54	'90.11	青木建設研究所・管理棟	青木建設・東京建築研究所	未建設	RC	4	1	9,335	研究所	茨城県つくば市	鉛入り積層ゴム	30基
56	-免55	'90.11	糸九ビル	鹿島建設	鹿島建設	RC	8	1	2,183	事務所・社宅	名古屋市中	積層ゴム 鋼棒ダンパー	8基 6組
57	-免56	'90.11	大日本土木・市ヶ尾独身寮	日建設計	大日本土木	RC	4		1,186	寄宿舎	横浜市	積層ゴム 鉛ダンパー	15基 18組
58	-免57	'90.11	ENICONコンピュータセンター	新日鉄・東京建築研究所	新日鉄・奥村JV	RC	6		10,962	電算センター	東京都板橋区	積層ゴム 56基(2基使い) 鋼棒ダンパー+鉛ダンパー	
59	-免58	'91.5	中部電力・火力センタービル(西棟)	清水建設	清水・フジタJV	SRC	6		6,805	事務所	名古屋市中	高減衰積層ゴム	27基
60	-免58	'91.5	中部電力・火力センタービル(東棟)	鹿島建設	鹿島・東急JV	SRC	6		6,768	事務所	名古屋市中	鉛入り積層ゴム	27基
61	-免59	'91.5	DOMANI 武蔵野	西松建設	西松建設	RC	3		742	共同住宅	東京都武蔵野市	積層ゴム 鋼リングダンパー	12基 4組
62	-免60	'91.7	オイレス・新井住宅	日本建設業経営協会	未建設	木造	2		100	住宅	東京都大田区	鉛入り積層ゴム	4基
63	-免61	'91.7	佐藤工業・浦和住宅	佐藤工業	佐藤工業	RC	6		2,607	共同住宅	埼玉県浦和市	積層ゴム 鋼棒ダンパー	6基 8組
64	-免62	'91.7	信越化学松井田工場守衛所	清水建設	清水建設	RC	2		142	守衛所	群馬県碓氷郡	シリコン積層ゴム	4基
65	-免63	'91.7	三井建設・柏大室社宅	三井建設	三井建設	RC	3		3,745	社宅	千葉県柏市	高減衰積層ゴム Mスリットダンパー	18基 8組
66	-免64	'91.7	三井物産・ニュータウン科ビルコンピュータセンター棟	日建設計	三井・清水・東急・大林JV	SRC	5	2	19,757	電算センター	千葉県印旛郡	積層ゴム 鋼棒ダンパー+鉛ダンパー	88基
67	-免65	'91.10	フジタ第6実験棟(改築)	フジタ	フジタ	RC	3		307	実験棟	横浜市	鉛入り積層ゴム (改良型)	4基
68	-免66	'92.5	オイス工業会足利工場3号ハウス	日本建設業経営協会・中央技術研究所	竹中工務店	S	2		281	事務所	栃木県足利市	鉛入り積層ゴム (人工地盤)	8基
69	-免67	'92.7	WESTビル	郵政大臣官房建築部・東京建築研究所 構造計画研究所	竹中・住友・奥村・ナカノ・三菱JV	SRC	6		55,254	事務所	神戸市	鉛入り積層ゴム 積層ゴム 鋼棒ダンパー	54基 66基
70	-免68	'92.10	府中マンション	竹中工務店	竹中工務店	RC	5	1	3,012	分譲マンション	東京都府中市	積層ゴム 粘性ダンパー	24基 16基
71	-免69	'93.3	(仮称)新学社 東京支店	住友建設	住友建設	RC	5	1	5,282	事務所	東京都多摩市	高減衰積層ゴム 鉛入り積層ゴム (バンクアップ装置)	20基 4基
72	-免70	'93.3	柳田邸	日本建設業経営協会	常濃建設	木造	2		195	住宅	東京都町田市	鉛入り積層ゴム	6基
73	-免71	'93.3	五洋建設・技研・展示実験棟	五洋建設	五洋建設	RC	5		2,106	実験棟	栃木県那須郡	高減衰積層ゴム	12基
74	-免72	'93.11	松村組・技研新築工事	松村組	松村組	RC	3		480	事務所	神戸市	高減衰積層ゴム	8基
75	-免73	'93.11	東北シティ開発連坊ビル(仮称)	東北開発コンサルタント・大林組	大林組	S	6	2	17,318	電算センター	仙台市	高減衰積層ゴム	64基
76	-免74	'94.5	ニッパ平城山新研究所	久米設計	大林組	RC	2		486	事務所	奈良県奈良市	鉛入り積層ゴム	12基
77	-免75	'94.5	(仮)富士銀行多摩電算センター1階西新築工事	松田平田・久米設計	大成・竹中・鹿島・五洋・西松・大木・牧野・東亜・前田・長井JV	SRC	7		37,050	電算センター	東京都多摩市	鉛入り積層ゴム	131基
78	-免76	'94.7	(仮)東洋銀行銀行作業・ニュータウン本部ビル新築工事	大林組	大林・清水・銭高・東洋・長谷JV	SRC	8		12,880	電算センター	千葉県印旛郡	高減衰積層ゴム	35基
79	-免77	'94.7	(仮)Sビル新築工事	清水建設	清水建設	SRC	6		22,987	電算センター	静岡県清水市	高減衰積層ゴム	84基
80	-免78	'94.9	(仮)梅瀬川RSマンション(A棟,B棟)	鹿島建設	鹿島建設	RC	14		12,120	分譲マンション	埼玉県志木市	高減衰積層ゴム	48基
81	-免79	'94.11	報徳二宮神社拝殿(修復工事)	竹中工務店	竹中工務店	木造	1		112	神社	神奈川県小田原市	積層ゴム 粘性ダンパー	5基
82	-免80	'95.1	静岡新聞社 Tプラン	大成建設	大成・住友・鹿島JV	RC	5		21,920	新聞製作センター	静岡県静岡市	弾性すべり支承 積層ゴム	28基 56基

No	評 定		物 件 名	設 計 者 (構 造)	施 工 者	建 物 の 概 要			用 途	建 設 地	免 震 装 置
	BIC	年月				階	延べ床面積(㎡)				
83	-免81	'95.3	(仮称) 動燃再処理施設 ユーティリティ施設	日建設計	未定	RC	5	5,738	プランド	茨城県那珂郡	積層ゴム 鋼棒ダンパー 32基
84	-免82	'95.3	(仮称) 三井不動産㈱ 大森本町マンション新築工事	鹿島建設	鹿島建設	RC	15	20,328	分譲マンション	東京都大田区	高減衰積層ゴム 67基
85	-免83	'95.5	チュリス我孫子新築工事	住友建設	住友建設	RC	11	2,514		千葉県我孫子市	
86	-免84	'95.5	メゾンヴァンベール広沢A棟	ダイナミックデザイン	住友建設	RC	3	1,006		静岡県浜松市	
87	-免85	'95.5	メゾンヴァンベール広沢B棟	ダイナミックデザイン	住友建設	RC	5	3,258		静岡県浜松市	
88	-免86	'95.5	日本基督教団熊谷協会	ダイナミックデザイン	住友建設	RC	4	752		埼玉県熊谷市	
89	-免87	'95.7	大成・技研環境実験棟	大成建設	大成建設	RC	4	1,145		横浜市戸塚区	
90	-免88	'95.5	医療法人孝仁会星が浦病院	間組	田中組・間組JV	RC	3	4,960		北海道釧路市	
91	-免89	'95.6	(仮称) 深野ビル建設工事	鹿島建設	鹿島建設	RC	14	7,651		東京都豊島区	
92	-免90	'95.3	住友商事(仮称) 戸田ハイムB棟	日建ハウジングシステム ダイナミックデザイン	住友建設	RC	8	6,200		埼玉県戸田市	
93	-免91	'95.3	番町一番館新築工事	住友建設	住友建設	RC	7	2,362		青森県八戸市	
94	-免92	'95.6	(仮称) グリーンレイジ沼田大野ビルズ	ダイナミックデザイン	三平建設	RC	7	5,212		千葉県市川市	
95	-免93	'95.6	(仮称) 府中白糸台マンション	鹿島建設	鹿島建設	RC	9	3,123		東京都府中市	
96	-免94	'95.7	チュリス横内新築工事	住友建設 ダイナミックデザイン	住友建設	RC	5	2,151		静岡市	
97	-免95	'95.7	チュリス本山新築工事	住友建設 ダイナミックデザイン	住友建設	RC	5	2,839		神戸市東灘区	

技術委員会—————委員長 和田 章

2年間の活動の成果として「免震構造入門」が刊行されました。10月30日からはこの本をテキストとして講習会も始まりました。東京では200人の定員を越える申込があり、もう一度開くことになったそうです。

免震構造が実用的に使われるようになって10年以上になると思います。日本全体は広い国ですから、免震構造のことに良くご存じない方もまだ沢山いらっしゃると思います。それでも毎日の生活は建築の中で営まれ、ほとんどの建物は固定された基礎の上に建てられています。免震構造のあることは知っていても、まだ眉唾物とっていたり、とても難しいと思っている方も多と思います。耐震設計の難しさで比べれば、基礎固定の建物より免震構造の方がやさしいはずです。

この度の講習会のために分かりやすい説明用のスライドを作りました。日本免震構造協会から貸し出して戴けると思います。多くの人々に免震構造のことを良く知って戴くために活用して下さい。

規格化・標準化委員会—————委員長 寺本隆幸

阪神・淡路大震災以降、免震構造評定物件が急増していると聞きます。設計側に新しい顔ぶれが出できたり、メーカー側に新規参入もあることでしょう。免震部材、特にその保有性能について、ユーザー・メーカー双方が共通の物差しを持つべく作成しているのが「免震部材のJSSI規格」です。天然ゴム系積層ゴムアイソレータに関しては、8月末発刊の「免震構造入門」に載せています。多くの方々に使われてこそ、その用を成すものと言えます。是非ご活用下さい。なお、他の免震部材（高減衰、鉛入り、履歴型・摩擦型・粘性型ダンパー）についても、協会規格を作成中です。会員各社において、規格作成のご要望がありましたら、委員会宛ご連絡下さい。

免震建物の維持管理については、協会が行う維持管理事業のPR・説明用パンフレットの作成に着手しました。A4見開きに料金表を綴じ込んだ体裁を考えています。

共同住宅特別委員会—————委員長 山竹美尚

免震構造の集合住宅リーフレットはお陰様で好評で、4000部増刷しました。9月の免震フォーラムで配布しましたが、10月末からの「免震構造入門」講習会でも配布する予定です。なお、会員の方からの追加注文も事務局で受付けております。

住宅・都市整備公団からの調査研究依頼は、内容の詰めを行い、ワーキング・グループで作業を進めています。本委員会は当初14社でスタートしましたが、現在は18社に増え、それぞれの分担作業を精力的に行っ

ています。この作業が終わると、免震の集合住宅への適用の全般がまとめられることになると思います。

基盤整備特別委員会—————委員長 鈴木哲夫

本年活動計画のひとつである当協会の公益法人化に関して、現在、月1回のペースで委員会を開催しています。法人化に当たっては、財政基盤や事業計画の充実はもとより、定款の見直しを含めた必要関係書類の作成など諸業務が山積しており、新たに、上田（住友建設）、上野（鹿島）、中山（鴻池組）および佐藤（東京建築）の4氏に参画してもらいました。

今後、既存法人協会の資料調査と共に、技術委員会をはじめ各委員会の意見を吸収・集約し、本委員会としての原案を作成する予定です。ご協力の程、宜しくお願いします。

維持管理事業委員会—————委員長 三浦義勝

WESTビルの維持管理業務は、とりあえず、一年目の定期点検業務を受託することになった。実施は11月下旬。

今回の実働チームは、事業委員会のメンバーと免震装置メーカーおよび、関西地区在住のコンサルタントから最少人数に絞って実施し、この実績を今後の参考にする予定である。

事業企画委員会・事務局—————委員長 可児長英

10月30日から「免震構造入門」講習会が東京を皮切りに始まりました。第1回目を建築会館ホールにて大盛況に終える事ができました。9月のフォーラムが終わると同時くらいに講習会の案内を各方面にアピールし、東京会場では、予想を上回るほどの関心度が高く定員が一杯になっても問い合わせの電話が絶えず、急遽12月4日東京にて第2回目を開催することを決めました。それに比べると北海道、仙台、名古屋、福岡会場ではなかなか人が集まりにくく定員にみたないところもあり関係者を悩ませました。「本を持っているけれど安くなりませんか？」とか「それなら買わなければよかった」と言うご意見もありましたが、健全な免震構造の普及をめざし、今後このような講習会を年に2回くらい行いたいと考えております。

広報委員会—————委員長 須賀川 勝

会誌の発行も早いもので10号を数えるまでになりました。多忙な仕事の合間を縫ってこれまで執筆にご協力頂いた方々にあらためて感謝している次第です。9号の編集担当は山竹、鳥居、古畑、有田のみなさんでした。毎号担当されるメンバーがあと1名は必要ということで、11月初めの広報委員会でも話題に出ましたが、委員に新しい方の参加をお願いすることにしたいと思っています。4名程増員したいのでご協力お願いします。

委員会の動き

■委員会等活動状況

(1995.7.21～1995.11.06)

月 日	委員会名	場所	出席者
7. 21	事務局会議	事務局	10名
同	事業企画委員会第4回	同	12名
8. 1	広報委員会WG	同	4名
同	広報委員会委員会	同	12名
8. 3	共同住宅特別委員会第5回	同	15名
8. 4	技術委員会WGリーダー会議	建築学会	6名
8. 9	事業企画委員会第5回	事務局	13名
同	事務局会議	同	13名
8. 10	規格化・標準化委員会	同	9名
8. 24	事業企画委員会第6回	同	12名
同	事務局会議	同	12名
9. 4	第2回免震フォーラム	工学院大学	262名
9. 7	技術委員会「上部構造・基礎構造の設計」第16回	事務局	4名
9. 8	規格化・標準化委員会「規格化」WG第12回	同	10名
同	共同住宅特別委員会	同	11名
9. 11	基盤整備特別委員会第2回	同	8名
9. 14	共同住宅特別委員会	同	17名
9. 18	基盤整備特別委員会第3回	同	10名
9. 19	技術委員会「ダンパーの性質及び接合法」第11回	同	5名
同	事務局会議	同	12名
同	事業企画委員会第7回	同	12名
9. 20	規格化・標準化委員会「維持管理」WG第15回	同	9名
9. 26	共同住宅特別委員会「免震集合住宅の新しい提案」WG	日本設計	4名
9. 29	共同住宅特別委員会「コスト」WG	事務局	5名
10. 4	基盤整備特別委員会第4回	同	10名
10. 12	基盤整備特別委員会WG	同	6名
10. 17	事務局会議	同	12名
同	事業企画委員会第8回	同	12名
10. 18	共同住宅特別委員会「免震集合住宅の新しい提案」WG	久米設計	3名
10. 20	「免震入門講習会」リハーサル会議	事務局	15名
10. 27	規格化・標準化委員会「規格化」WG第13回	同	9名
10. 30	「免震構造入門」講習会 東京会場 (1)	建築会館ホール	185名
11. 1	広報委員会WG	事務局	5名
同	広報委員会	同	9名
11. 6	「免震構造入門」講習会 札幌会場	建設会館	29名
同	基盤整備特別委員会第5回	事務局	11名

新入会員

	社名	代表者	所属・役職
第1種正会員（法人）	株式会社 I.N.A.新建築研究所	小嶋 敏夫	代表取締役社長
	株式会社 浅沼組	森口 五郎	技術研究所取締役所長
	コーナン建設 株式会社	鈴木 正人	常務取締役技術開発本部長
	西武建設 株式会社	馬場 豊	営業本部技術部常務取締役
	株式会社 ダイナミックデザイン	宮崎 光生	取締役社長
	中村建設 株式会社	中村 信吾	代表取締役社長
	株式会社 日建ハウジングシステム	金野 寛	技術部長
	バンドー化学 株式会社	田村 紀元	取締役産業資材事業部長
	藤倉ゴム工業 株式会社	佐藤 雄治	技術開発部取締役部長
	ユニチカ 株式会社	迫 和成	建設事業本部 本部長

	社名	代表者	所属・役職
賛助会員（法人）	株式会社 入江三宅設計事務所	増野 宏	代表取締役所長
	有限会社 鏡設計	鏡 田一	代表取締役
	有限会社 ゲンプラン構造設計事務所	神農 岳	代表取締役
	サムシング 株式会社	仲盛 昭二	代表取締役社長
	株式会社 塩見設計	平元 義明	広島事務所 取締役所長
	株式会社 創造社	八矢 英世	代表取締役
	株式会社 琢建築構造設計	内藤 俊一	代表取締役
	中村鋼鉄 株式会社	芦立 道夫	代表取締役社長
	株式会社 東畑建築事務所	市川 宏	取締役社長
	株式会社 2・1建築研究所	高橋 孝幸	代表取締役
	有限会社 柊設計	橋本 洋文	代表取締役
	株式会社 パル設計	片岡 節男	代表取締役
	株式会社 山下設計 中部支社	吉村 和彦	支社長
	株式会社 山下設計 九州支社	木戸 弘勝	取締役支社長
	ヨハネ建設 株式会社	藤本 博	代表取締役
	有限会社 ワイエス設計	横内雄三郎	代表取締役

	氏名	社名
賛助会員（個人）	飯嶋 睦夫	株式会社 正興建築設計事務所
	岩木 耕一	伊藤建設 株式会社
	岡本 憲尚	岡本建築構造研究室
	小野 利晴	北野建設 株式会社
	黒澤 隆志	旭化成工業 株式会社
	河野 哲夫	株式会社 富士昭
	徳留 幸成	都市空間構造研究所
	得丸 正英	九州建設 株式会社
	中野 春彦	ジェイアール西日本コンサルタンツ 株式会社
	古田 智基	矢作建設工業 株式会社
	松尾 譲	九州建設 株式会社
	松林 孝仁	株式会社 正興建築設計事務所
	山内 哲理	株式会社 T&Aアソシエイツ
	山田 健	株式会社 山田健構造計画

日本免震構造協会会員数 (95年11月20日現在)	第1種正会員（法人）	81社
	第2種正会員（個人）	49名
	特別会員	4団体
	賛助会員（法人）	74社
	賛助会員（個人）	72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 可児長英
Fax:03-3359-7173
Tel:03-3359-6151

日 本 免 震 構 造 協 会 入 会 申 込 書

会員コード*		申込日	199 年 月 日
会員種別 ○をつける	特別会員 第1種正会員(法人) 賛助会員(法人)	第2種正会員(個人) 賛助会員(個人)	
入 会 者 (法人会員の 場合担当者)	フリガナ	印	
	所属		
勤 務 先	(☎ -)	☎ - -	FAX - -
自 宅	(☎ -)	☎ - -	
↓ 以下は法人会員のみ記入ください。			
法 人 名 (法人会員)	フリガナ	第1種正会員の場合のみ	
		口数	口
入会代表者	フリガナ	印	
	役職		
住 所	(☎ -)	☎ - -	FAX - -

*本協会で記入いたします。

郵政省WESTビルにおける兵庫県南部地震の地震波観測データを希望者へ提供します。

郵政省WESTビルは免震構造で建築され、昨年11月に神戸市北区に完成したものです。本年1月17日に兵庫県南部地震において、免震構造の建物として日本で初めて、大地震に遭遇し大きな効果を発揮しました。その効果は建物に取り付けられた地震計で観測されています。

郵政省は今後の免震構造の発展のために地震計による観測データを一般公開することとし、下記の要領で希望者にデータを提供します。

記

提供データ：基礎、1階床、6階床の各東西、南北、上下方向の加速度記録

申込み方法：希望者は、氏名、所属、連絡先を記入した申込み書、コピー用フロッピーディスク（3.5インチ）、返信用切手を貼った封筒を同封して郵便にて申込む。折り返し、コピーして返送する。

申込み：〒100-90 郵政大臣官房建築部設計課 長田あて

問い合わせ：TEL 03-3504-4317 長田まで

編集後記

会誌10号の最終チェックが終る頃には早いもので立冬を迎えました。今年もあとわずかになってきたわけです。この会誌を皆さんが手にする頃には忘年会が始まる頃ではと思うと、色々な出来事があった今年一年を振り返りたくなりました。そして会員の誰もが思い浮かべるのがあの大地震ではないでしょうか。免震構造が急激に増加した年でもあります。震災が追い風になったことは否定できません。しかしちょうどその1年前に起こった米国ノースリッチ地

震の例をテーマにした当協会のフォーラムがあったのが、震災の約4ヶ月前でした。当時の関係者の方々の熱意が今各所に行き渡り成果の出ていることも事実です。今年もまたフォーラム、入門講習会と普及活動が活発に展開されてきました。免震構造の増々の普及発展が来年もまた一段と期待できるものと信じて本年最後の編集作業を終わりたいと思います。

広報委員会 須賀川 勝

1995 No.10号 平成7年11月25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