

MENSHIN

1999 No.23 冬号



JSSI

Japan Society of Seismic Isolation

日本免震構造協会

CONTENTS

Preface	The Future Vision of Incorporated JSSI	3
	Shouichi YAMAGUCHI Vice President of JSSI	
Highlight	DESIGN OF A BUILDING WITH SEISMIC ISOLATION SYSTEM AT THE MID-STORY	4
	Katsuhide MURAKAMI NIKKEN SEKKEI Ltd. Tomohiko YAMANASHI NIKKEN SEKKEI Ltd. Haruyuki KITAMURA NIKKEN SEKKEI Ltd. Hitoshi OZAKI NIKKEN SEKKEI Ltd. Takayuki TERAMOTO Science Univ. of Tokyo	
Highlight	Grand Eagle wing KAWASAKI	9
	Takaaki SUGIE SATO KOGYO Co.,Ltd. Kouichi HAYAKAWA SATO KOGYO Co.,Ltd. Yutaka FUSHIMI SATO KOGYO Co.,Ltd.	
Highlight	ROJU DOGO	13
	Yasuyuki FUKUSHIMA FUJITA Corp. Satoshi YOSHIDA FUJITA Corp. Takeru SAKAI CHATEAU KIKAKU ARCHITECTS & ENGINEERS Co.,Ltd.	
Highlight	SAINTS TOWER KOFU	18
	Yutaka FUKUDA T.R.A	
Report 23	Chubu University No.9	22
	Youji HOSOKAWA Maeda Corp. Hirokuni KATO Nippon Steel Corp.	
Series-Damper 10	Oil Damper (Part 2)	28
	Yasuo TSUYUKI Kayaba Corp.	
Special Contribution	Inspection of Seismic Isolated Building in Italy	34
	Hirokuni KATO Nippon Steel Corp.	
Special Report	Risk Management and Earthquake Insurance	42
	Akinobu NAKAZAWA Seismic Isolated House Committee	
Special Report	Inquiry Result on Separate Test Subject	44
	Separate Test Subject Equipment W.G. Tecnorogy Committee	
Report	.....	48
	Corporate Planning Committee	
Report	.....	50
	Public Information Committee	
Inspection	.....	52
	Public Information Committee	
Technical Terms of Seismic Isolation Structure 2	.....	54
	Technology Committee	
List of Seismic Isolated Buildings in Japan	.....	64
	Media W.G. Public Information Committee	
Back Number	.....	69
Committees and Their Activity Reports	.....	75
	○ Technology ○ Maintenance Management ○ Standardization ○ Basis Arrangement ○ Incorporation Preparatory ○ Public Information ○ Corporate Planning ○ Seismic Isolated House	
New Member	.....	78
Application Guide	.....	86
Information	.....	91
Secretariat • Postscript	.....	94

目次

巻頭言	新しい協会の設立に向けて……………	3
	日本免震構造協会副会長 山口 昭一	
免震建築紹介	中間階に免震層を持つ建物の設計……………	4
	―後楽二丁目東地区第一種市街地再開発―	
	日建設計 村上 勝英・山梨 知彦	
	同 北村 春幸・小崎 均	
	東京理科大学 寺本 隆幸	
免震建築紹介	グランイーグルwing川崎……………	9
	佐藤工業 杉江 隆昭・早川 行一	
	同 伏見 裕	
免震建築紹介	ロージュ道後……………	13
	フジタ 福島 泰之・吉田 聡	
	シャトー企画設計事務所 酒井 猛	
免震建築紹介	セイントタワー甲府……………	18
	T・R・A 福田 豊	
免震建築訪問記―②③	中部大学 9 号館……………	22
	前田建設工業 細川 洋治	
	新日本製鐵 加藤 巨邦	
シリーズ「ダンパー」⑩	オイルダンパ（その2）……………	28
	カヤバ工業 露木 保男	
特別寄稿	イタリアにおける免震構造物の視察報告概要……………	34
	新日本製鐵 加藤 巨邦	
免震住宅委員会特別報告	リスクマネジメントと地震損害保険について……………	42
	免震住宅委員会委員長 中澤 昭伸	
技術委員会特別報告	別置試験体に関するアンケート結果報告……………	44
	技術委員会 別置き試験体整備WG	
日本地震工学シンポジウム報告	第10回日本地震工学シンポジウムの概要と免震展示コーナーの出版報告……………	48
	事業企画委員会	
第3回震災対策技術展シンポジウム報告	免震シンポジウムの報告……………	50
	広報委員会	
工場見学会報告	横浜ゴム平塚製造所見学会報告……………	52
	広報委員会	
免震構造用語集	免震構造設計編……………	54
	技術委員会	
国内の免震建物一覧（追加）	……………	64
	広報委員会 メディアW.G.	
会誌バックナンバー目次	……………	69
委員会の動き	○ 技術委員会 ○ 維持管理委員会……………	75
	○ 規格化・標準化委員会 ○ 基盤整備特別委員会 ○ 法人化委員会	
	○ 広報委員会 ○ 事業企画委員会 ○ 免震住宅委員会	
委員会活動報告	……………	77
新入会員	……………	78
入会のご案内	……………	86
インフォメーション	……………	91
事務局便り・編集後記	……………	94

新しい協会の設立に向けて

日本免震構造協会副会長 山口昭一



会員の皆様、明けましておめでとうございます。

21世紀を目前にして、今経済危機に見舞われ公私にわたり皆様きびしい環境で頑張っておられることと想います。

最近のはやり言葉のように、企業のリストラが報じられています。なぜ今になって、一斉にこのような事態が起こるのでしょうか。なぜもっと前にこのようなことを予想できなかったのでしょうか。経済大国などと言われていた頃に、このような危機にそなえて、何等かの手を打てなかったのか、残念です。

都市を自然災害から守ることもこれと似ているように思えます。事が起こってからではおそい。不確実であってもある危機を予想し、それへの防備を実行することが、規模が大きく、高度化した社会には必要なことでしょう。誰もいつくるのか分からない地震などにそなえて、お金をかけることは望まないとはいえませんが、必要なことです。また、このことを社会に積極的に説く必要があります。

その必要性を最も認識しているのが我が協会の人でしょう。だから優れた耐震性能を持つ免震の発展のために皆様方の貴重なお金と人を提供して、協会の活動を支えているのです。

誇りをもって前進しましょう。

さて、当協会は1993年6月に設立され、以後今日に至るまで皆様方の強いご支援を受け、順調に進展してきました。その間1994年1月にはノースリッジ地震、1995年1月には兵庫県南部地震が、近代都市を襲い大きな被害が生じましたが、そこにあったいくつかの免震建物が予期された通りの優れた耐震性能を発揮したことが実証されました。

これを契機として、我が国では免震構法が注目され、免震建物が急増し、また土木施設でも橋桁の支承部に免震部材が利用されるようになりました。これらが追い風になって、免震構法の健全な普及を大きな目標にかかげてきた当協会の活動が、社会に受け入れられ、また活動が期待されるようになりました。

当協会が進展し、活動が拡大するに従って、運営の基盤となる組織の充実が必須です。これをふまえて2年程前より、社団法人格の取得について、皆様方の合意を得て、進めてまいりました(法人化委員会設置)。これも皆様方の努力で実を結ぶことの見通しが確実になってきています。

この新年のご挨拶に、このことを皆様に申し上げられることを大変幸に感じています。

勿論当協会は当初より、公益法人への移行は念頭にあり、定款や会計基準等も、これとの整合をとるようにしてありますので、公益法人への移行で大変革が起こるというようなことはありません。しかし、申し上げるまでもありませんが、公益法人としての社会的責務も問われることになり、今まで以上の様々な努力が求められると思います。その反面、私達の活動が、何となく表に出にくいと言ったことが、解消され、様々な活動に弾みがつくでしょう。

何はともあれ、当協会の発展についての大きな節目を迎えることになります。

この機会を逃すことなく、当協会の一層の飛躍を期待します。皆様の一層のご支援を重ねてお願い申し上げます。

追記 本年2月23日に新法人設立についての総会開催の通知を受けました。いよいよ新法人の実現です。

中間階に免震層を持つ建物の設計

—後楽二丁目東地区第一種市街地再開発—

日建設計 村上勝英

同 山梨知彦

同 北村春幸

同 小崎 均

東京理科大学 寺本隆幸



1. 中間階に免震層をもつ建物の建築計画

後楽二丁目東地区第一種市街地再開発は、JR飯田橋駅より北方に約400mに位置する東京都文京区後楽二丁目地区の再開発事業である。本地区は、交通利便性の高い都心地区でありながら古くからの低層個別住宅・店舗が混在して今日まで共栄してきた地域である。

本再開発では地区に隣接する都市計画道路の事業決定も考慮して、このような地域に密着した中小の店舗・住宅の環境や景観と、新たに導入する都心業務機能としてのオフィスとの調和・共存ができる個性豊かな地区として整備することを最大の特徴としている。そこで図-1の計画概念図に示すように、一建物内で各種用途を明確に区分して立体的に積み重ねて配置する事により、事務所・住宅・店舗等のそれぞれにふさわしくかつ共存できる環境が得られる複合機能ビルを計画した。

本建物内の用途配置を以下に示す。

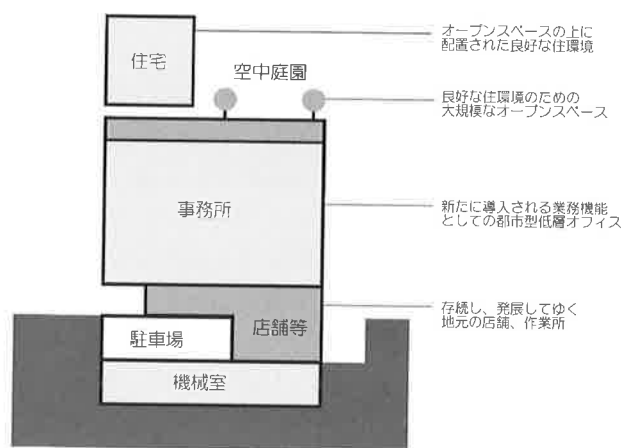


図-1 計画概念図

- 地下階は駐車場・機械室・倉庫等の建物内のサービスゾーンを配置する。また周辺からアプローチできる地表面の1階（一部地下1階）には、店舗・作業所を配置することにより、地上面に良好なオープンスペースを確保して周辺の商業施設と一体となったにぎわいのある街並みを形成し、存続・発展するようにする。
- 新たに導入される事務所機能は、低層オフィスとし

て2階から9階に配置する。また基準階では本社ビルとしても対応できるように、最大約5000m²の大部屋利用が可能となる大規模な無柱空間を形成する。

- 住宅は、良好な都市型住環境が得られるように高層部分の10階から14階に配置する。各住戸は、プライバシー・採光・通風・眺望等の確保が可能な階段室型集合住宅形式を採用する。また永住型の都市型住宅とするために居住者の日常動線となる10階には、大規模なオープンスペースの空中庭園を配置する。この空中庭園は、居住者のコミュニティの中心地としても活用されるばかりでなく、災害時における一時避難・消火活動拠点ともなり防災上も安全性を高めた計画となる。

このように立体的に各用途を構成した建物内で、各々に必要な建築性能を最大限に得るには、一つの建物においても各用途毎に最適な構造計画の採用が必要となる。特に低層部分にある事務所機能に要求される無柱空間に対しては、ロングスパンを用いた構造形式が必要であり、高層の住宅部分に要求される各住戸毎の明確な分割と遮音・居住性に対しては、コンクリートを用いた柱・梁型の出ない壁式構造が最善の構造形式となる。しかし一般的には、同一建物内にこのように異なる構造形式を双方とも採り入れるのは難しい。なぜならば、通常の中高層建物の耐震設計では、建物全体の構造特性を均質にして特定階に被害が集中しないようにすることが一般的であり、そのため同一建物内に異種構造形式を取り入れることは、架構の弾塑性性状を考慮しなければならない地震力の入力レベルである日本では極めて難しいからである。

そこで本計画では、高層部分の住宅階と低層部分の事務室階との境界となる中間階に免震層を設けることにより、柱の代わりに積層ゴムアイソレータで異なる構造形式同士をつなぐ計画とした。また中間階に免震層を設けることで、地盤レベルにおける周辺施設との一体性に対しては建築計画上に制約を与えない。このように計画された地下2階・地上14階・塔屋1階の建物

の建物外観を図-2に、図-3に1階平面図、図-4～5に基準階平面図、図-6に免震層平面図、図-7に断面図を示す。

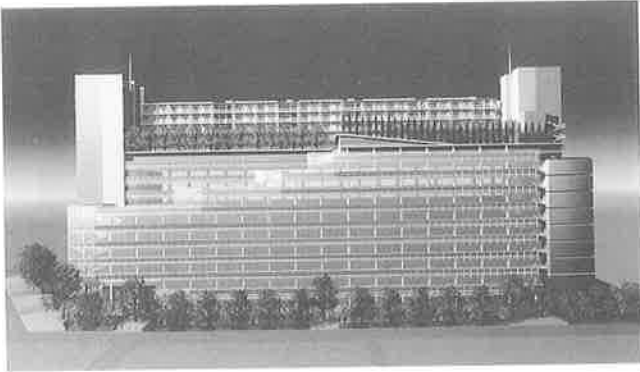


図-2 建物外観

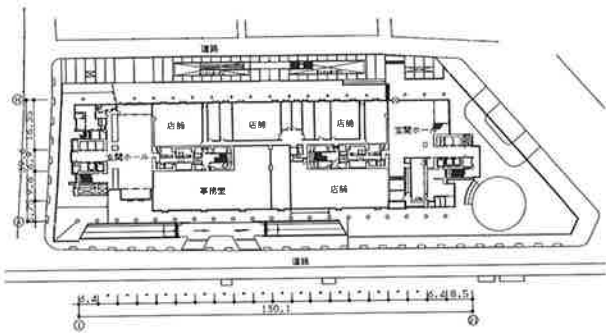


図-3 1階平面図

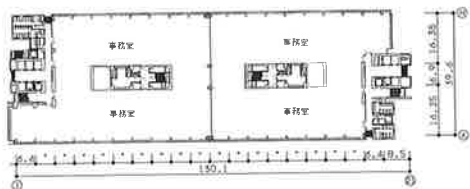


図-4 下部基準階平面図(事務室階)

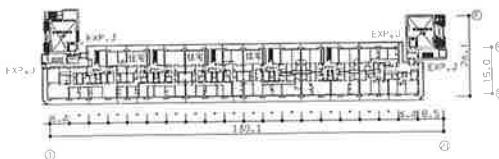


図-5 上部基準階平面図(住宅階)

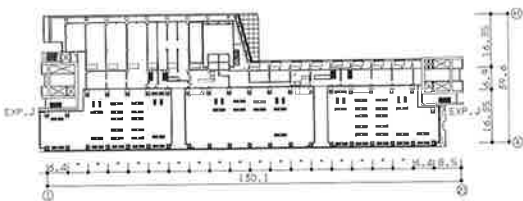


図-6 免震層平面図

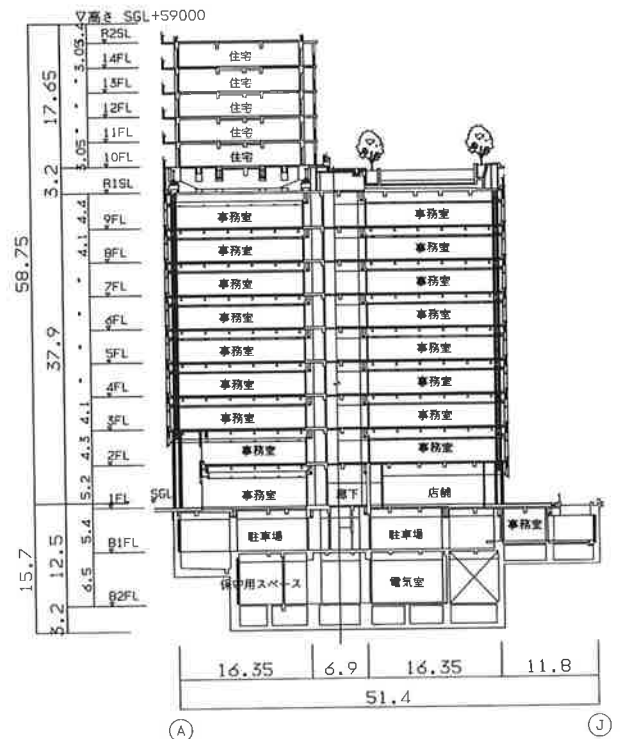


図-7 断面図

一般に建物の中間階に免震層を設ける場合には、免震層上部の用途(ここでは集合住宅)に対する避難動線となる階段・エレベーター等の計画が重要となる。それは、階段・エレベーターが大変形を許容する免震層を直接貫通してしまうと、その周辺に大変形を吸収するための防火区画を考慮したエキスパンション・ジョイント等の措置が必要となり、建築計画上問題となるからである。しかし本建物の住宅部は、10階に設けた大規模なオープンスペースの空中庭園を介して地上から各住戸に通じる動線となっており、さらにこのオープンスペースが防災計画としても安全性を高めている。そこで、免震層上部にある住宅用の必要最小限の非常用エレベーター・特別避難階段のみを、事務所部分となる下部構造から直接立ち上がるエレベーター塔として建物両端に配置することで免震層を直接貫通しないようにし、屋外廊下のみがエキスパンション・ジョイントを介して住宅に避難動線としてつながる計画とした。図-8にエレベーター動線概念図を示す。

また10階下部の免震層は、免震層全体を防火区画することにより防災上の安全性を高めた。さらに図-9に示すように、防火区画された免震層をガス管等の火種となる設備配管が直接貫通しない計画とすることにより積層ゴムアイソレータを無耐火被覆にして維持管理点検を行いやすくしている。またこの免震層は、隣

接するオープンスペース下部の設備ピットとあわせて、住宅用設備トレンチ部分のみでなく下部の事務室・店舗用設備トレンチ部分としても利用する計画とした。

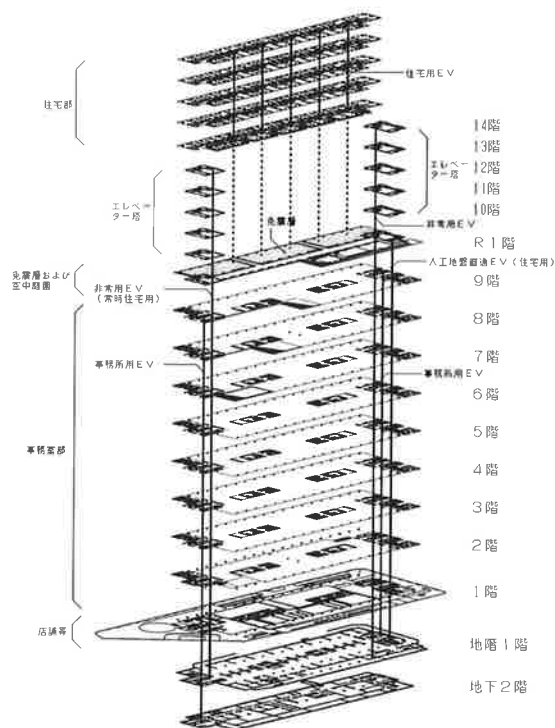


図-8 エレベーター動線計画図

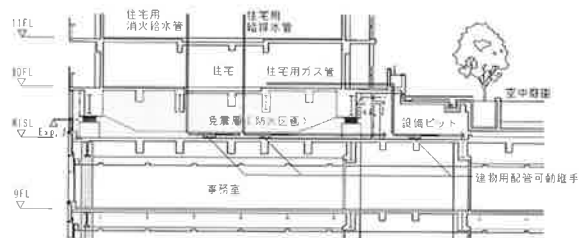


図-9 免震層に対する住宅用設備配管ルート計画図

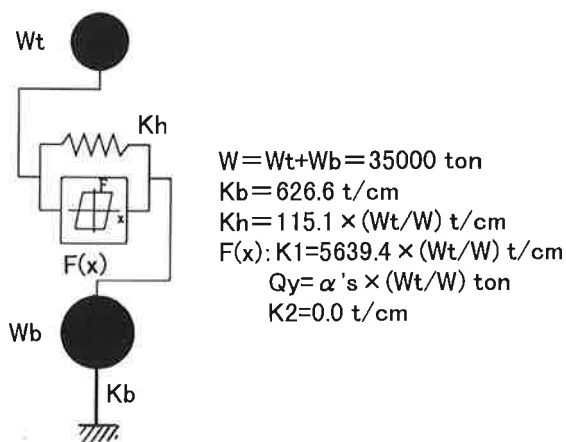


図-10 2質点解析モデル図

2. 中間階に免震層をもつ構造の振動特性

中間階に免震層をもつ建物の振動特性を把握するために、建物全体の弾性一次固有周期が約1.5秒、上部構造重量が全体重量の5%から50%を想定した下部構造1質点・上部構造1質点となるせん断型振動解析モデル(図-10参照、下部構造の減衰は剛性比例型で $h=0.02$)を用いて、大地震時の地震応答解析を行なった。なお建物中間部に想定するダンパー量は、 $\alpha's$ (ダンパーの降伏耐力/全体重量)をパラメーターとした。また検討用地震動波形は、レベル2地震動を想定した設計用人工地震動波形を用いた。この人工地震動波形は、加速度応答スペクトル形状を建築基準法施行令における第2種地盤の振動特性係数 R_t とみなし、長周期領域における速度応答スペクトルを $S_v=100\text{cm/sec}$ ($h=0.05$)と設定して観測地震動の位相特性を用いて作成したものである。

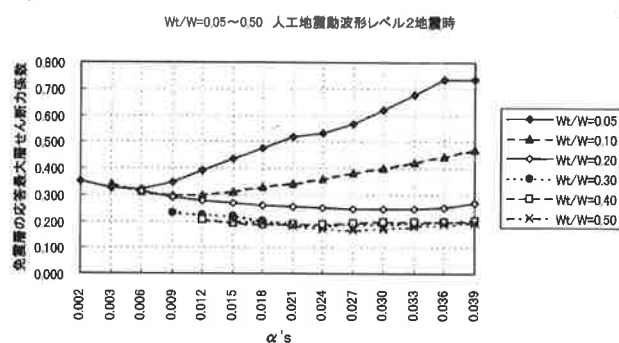


図-11 2質点モデルによる免震層の応答最大層せん断力係数

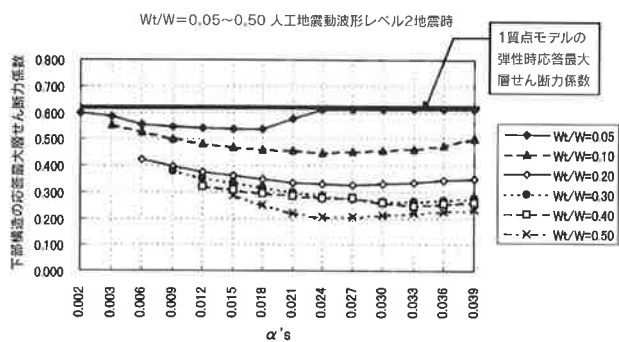


図-12 2質点モデルによる下部構造の応答最大層せん断力係数

応答解析結果を図-11~12に示す。これらによると上部構造における最下部(10階部分)の応答最大層せん断力係数は、一般の1階に免震層を配置した免震構造の場合と比較するとやや大きい値を示すが、その値は上部構造重量の全体重量に対する比率(W_t/W)が0.20以上では十分免震効果がある範囲である。また W_t/W が0.20以上では、ダンパー量の増加に伴い下部構造の最大

応答層せん断力係数が小さく、ばらつきが少なく安定した値を示している。この値は、通常の架構の塑性化を考慮した同規模の耐震構建造物の場合と比較すると小さい。したがって、建物の中間階に免震層を配置することで上部構造のみならず下部構造も含めた全体の応答層せん断力を小さくでき、建物全体に高い耐震性能を有することができる。これをエネルギー論的な視点から見直すと、地震による構造体の変形を免震層に集約して水平方向に大きく変形させ、それにより貯えたエネルギーを免震層に配置したダンパーで吸収するエネルギー集中型制震構造とも考えられる。

3. 中間階に免震層をもつ建物の構造計画

前述した中間階に免震層を持つ建物の振動特性から、中間階に免震層を設けることの利点は、単に積層ゴムアイソレータを介することで構造形式の異なる架構を容易に積み重ねることを可能にするだけでなく、建物全体の耐震性能を安定して格段に向上する点もある。したがって本建物では、各用途に応じた適材適所な構造形式を採用した構造計画を行った。

図-13の軸組図に示すように、10階下部に免震層を設定して800φの天然ゴム系積層ゴムアイソレータと鉛ダンパーからなる免震部材を設けた構造とした。本来、設計用地震荷重が大きくかつ全体架構が安定した剛性配分と塑性変形能力を求められる日本の耐震設計手法では、構造特性の異なる鉄骨鉄筋コンクリート造と鉄骨造等の混合構造の採用は難しいものがある。しかし中間層に免震層を持つ構造とすることにより、建物全体の設計用地震力が低減されて、大地震時にも下部構造を弾性状態に保つことが可能となる。そこで図-14の床梁伏図に示すように9階以下の事務室・店舗部分にあたる下部構造では、コア部分は鉄筋コンクリート造耐震壁を持つ鉄骨鉄筋コンクリート造とし、事務室空間および外周部は無耐火被覆化したCFT柱（コンクリート充填鋼管柱）と鉄骨梁を用いた鉄骨造とした混合構造による耐震壁付ラーメン構造を採用した。

また図-15の床梁伏図に示すように10階以上の住宅部分にあたる上部構造では、鉄筋コンクリート造で壁式構造に近い耐震壁付ラーメン構造を採用した。これにより、事務室である下部構造では16mスパンの無柱空間を実現し、上部構造では住宅としての機能と居住性に適した柱・梁型が表に出ない構造を可能にした。

さらに建物中間階の免震層の設計目標は、レベル2地震時の応答最大変位で40cm以下とし、 $\alpha's$ （鉛ダンパーの降伏耐力/地上部建物全体重量）=0.02~0.03にな

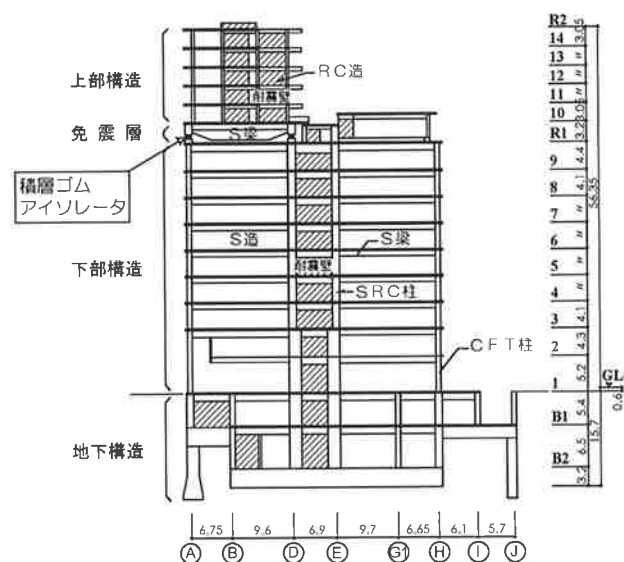


図-13 軸組図(短辺方向)

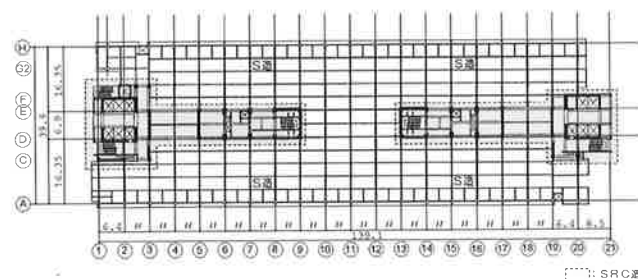


図-14 下部基準階床梁伏図

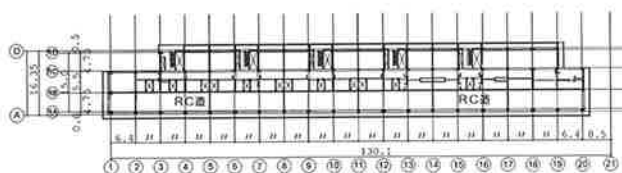
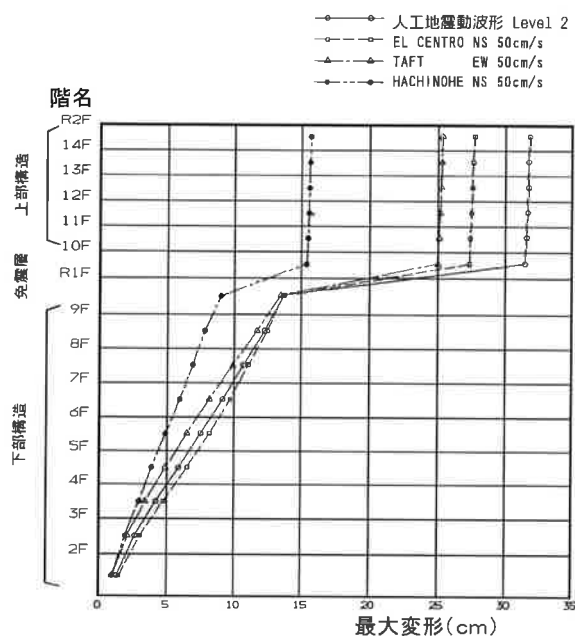


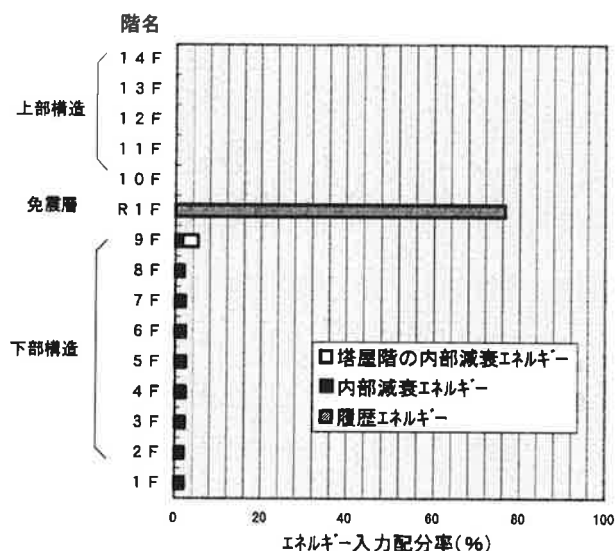
図-15 上部基準階床梁伏図

るように設計を行なった。最終的な建物全体の1次固有周期は、積層ゴムアイソレータと鉛ダンパーを考慮した場合で1.4秒、積層ゴムアイソレータのみを考慮した場合で3.5秒である。また建物短辺方向におけるレベル2地震時の応答解析結果を図-16~17に示す。地震時の建物の変形のはんは約30cmの変形をする免震層に集中し、住宅階での最大層間変位は0.20cmで階高の1/1530程度、事務室階での最大層間変位は2.1cmと階高の1/195程度と通常の耐震建物の場合に比べて1/5~1/2と格段に小さい。また建物へ入力した地震エネルギーの約8割は、免震層の鉛ダンパーが吸収するため、構造

骨組は塑性化して地震エネルギーを吸収する必要がなく、上部・下部構造とも弾性範囲内に留まり損傷を受けない。上部構造の重量は地上部全体重量の約22%であるため、最終的な鉛ダンパーの降伏耐力は、上部構造の重量と比較すると14%と大きい。建物全体の重量と比較して考えると3%であり、この値から推測すると積層ゴムアイソレータのみの周期が3.5秒の一般的な基礎免震の場合とはほぼ同じダンパー量を確保したと同等であると考えられる。



図一16 建物短辺方向の応答最大変形(レベル2地震時)



図一17 建物短辺方向における各階へのエネルギー入力配分
(人工地震動波形 レベル2地震時)

4. まとめ

後楽二丁目東地区第一種市街地再開発事業においては、各用途が必要とする異なった構造形式をどのように融合させていくかが最大の問題点であった。この解決方法として中間階に免震層を設置することで、異なる構造形式を合理的につなぎ合わせることが可能となり、さらに建築計画に自由度が増えることがわかった。また中間階に免震層を持つ建物の特性として、免震層上部の構造の地震応答のみを低減するだけでなく、下部構造を含めた建物全体の地震応答が低減することにより、上部構造は免震建物としての性能を保持することに加え、下部構造の耐震性能も格段に向上することができた。

参考文献

- 1) 日本建築学会：免震構造設計指針
- 2) 秋山宏：建築物の耐震極限設計、第2版、東京大学出版会、1987
- 3) 北村春幸他：観測地震動の位相特性を用いた設計入力時振動について(その1～2)、日本建築学会大会学術講演梗概集、1996
- 4) 村上勝英他：中間階に免震層を持つ建物の設計、日本建築学会技術報告集 第7号、1999(掲載予定)

グランイーグルwing川崎

佐藤工業 杉江隆昭



同 早川行一



同 伏見 裕



1. はじめに

本建物は、JR川崎駅から徒歩7分、京急川崎駅から4分という好立地、神奈川県川崎市川崎区に建てられる15階建て総戸数166戸の集合住宅である。

在来工法で実現の難しい複雑な形状に対して免震構造という付加価値を付けたいという施主の要望から、入念な構造計画を行ない免震構造を採用し、現在工事中である。

2. 建物概要

本建物は、平面的には雁行タイプのA棟と、立面的にはセットバックタイプのB棟を組合せた複雑な形状をした鉄筋コンクリート構造である。A棟とB棟は、2階床までは一体であるが、3階床から上はエキスパンションジョイントにより分離独立した構造となっている。また、本建物の各柱直下の1階床下部と基礎との間に、高減衰積層ゴム支承を用いた免震構造である。

建物概要を以下に示す。

建設地	神奈川県川崎市川崎区本町2-2-5
建築主	株式会社 グランイーグル
構造設計	佐藤工業(株)一級建築士事務所
主用途	共同住宅
敷地面積	2,969.77m ²
建築面積	1,532.82m ²
延床面積	15,645.78m ²
階数	地上15階
軒高	43.63m
最高高さ	46.95m
構造種別	鉄筋コンクリート造
基礎構造	場所打ちコンクリート杭

3. 地盤概要

本敷地は、上層に沖積層である砂質土層および粘性土層が堆積し、約21m以深より洪積層である相模層群の砂礫層(層厚約5.7~6.7m)、その下部にN値50以上を示す上総層が堆積している。地盤種別としては第2種地盤に相当する。基礎形式は場所打ちコンクリート杭(アースドリル工法)とし、支持層はGL-23.5m以深の

砂礫層としている。

4. 構造計画概要

本建物は規模が大きい割に上部が2棟に分かれ、特にA棟が雁行形状となっているために、上部構造の剛性も低くアスペクト比も3.1と大きくなり免震構造としてもより詳細な設計を要求される形状となっている。逆に、在来構造で設計したとしても、偏心率の調整が容易でなく、雁行形状のくびれ部分でスラブがせん断力を伝えきれないといった問題が生じてくる。

つまり、極論的には本建物は、免震構造として設計することにより、成立する形状であるといえる。

基準階平面図に示すA棟とB棟を1階床から完全に別棟とした場合、アスペクト比が4以上となり免震部材に引抜き力が生じ、免震効果を十分発揮させることができない。そこで、両棟の境界部分に意匠上の条件である採光を確保すると同時に免震効果も発揮させることができる構造形式として、2階床までを一体とし3階床より分離独立させ2~3階部分で柱を斜めに広げる構造形式を採用し、アスペクト比を3.1以下に収めている。

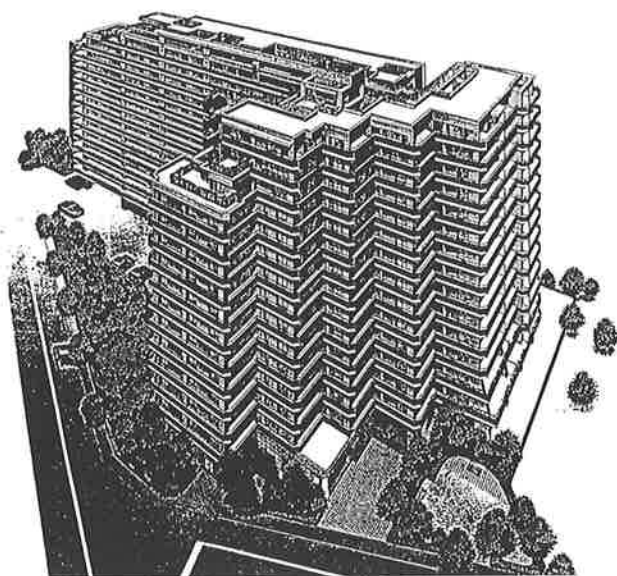


図-1 建物全景

5. 構造設計概要

5.1 設計用入力地震動

地震応答解析に用いる入力地震動は、「標準的な地震動」、「長周期成分を含む地震動」、「地域特性を表すような地震動」を考慮して表-1に示す4波を採用した。特に地域特性を表すような地震動としてMOGIHA HおよびMOGIHA Vは建設地内の地盤条件に基づき「日本建築センター：設計用入力地震動作成手法技術指針（案）」にしたがって作成した模擬地震波を採用している。

また、確認申請時には、追加検討として「川崎市地震被害想定調査報告書（昭和63年）」に基づいて作成され公表されている模擬地震動の内、最も建設地の地盤に近いと思われるポイントで作成された模擬波2波についてレベル1、レベル2の応答解析を行なった。

地震動の入力レベルは、レベル1（25cm/sec）、レベル2（約50cm/sec）、余裕度レベル（65～70cm/sec）に基準化している。

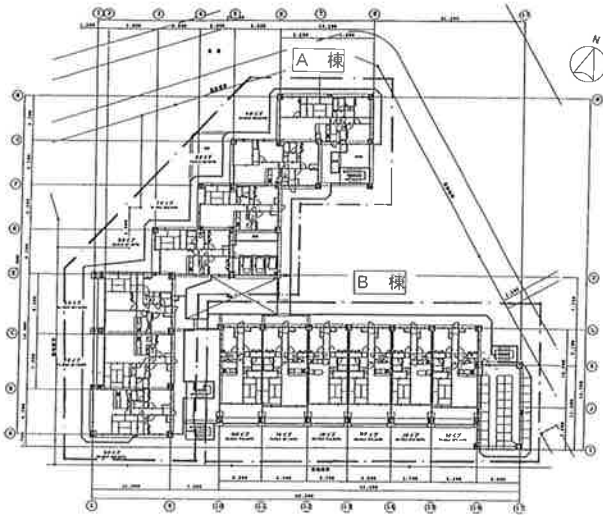


図-2 基準階平面図

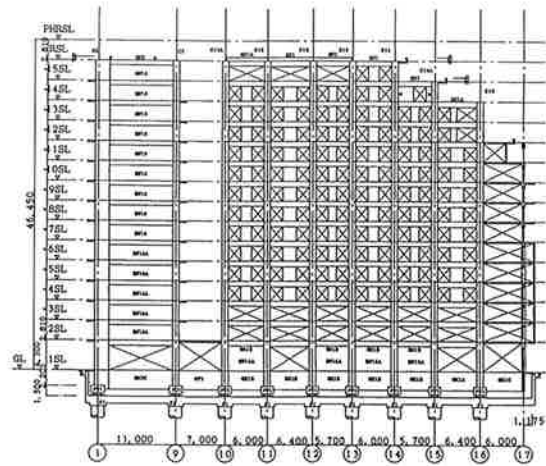


図-3 B通り-J通り軸組図

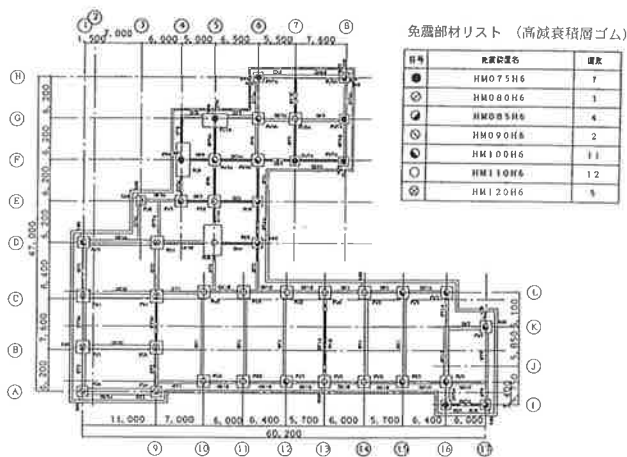


図-4 免震部材配置図

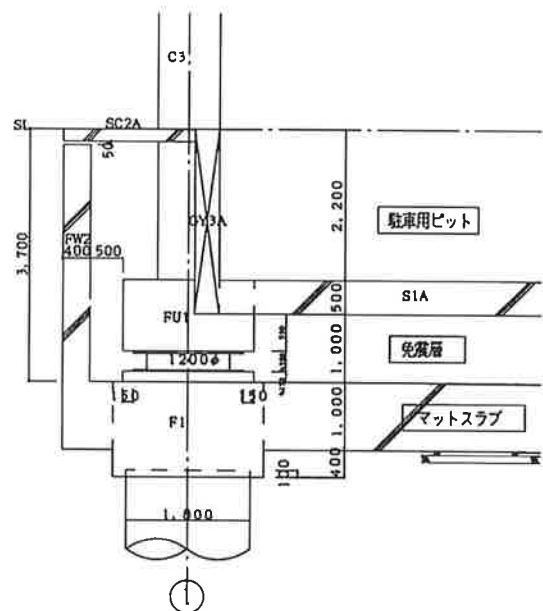


図-5 免震層断面図

5. 2 耐震性能目標

耐震性能目標は、各レベルに対して表-2のように設定した。

5. 3 免震部材の設計

免震部材は、せん断歪 $\gamma = 100\%$ 時におけるせん断弾性係数が 6.2kgf/cm^2 の高減衰積層ゴムを用いた。積層ゴムの長期面圧は 100kgf/cm^2 以下で、免震層の重心と剛心が一致するように1階床下の柱直下に $750\phi \sim 1200\phi$ の7種の径で総計42基配置した(図-4)。

5. 4 上部構造の検討

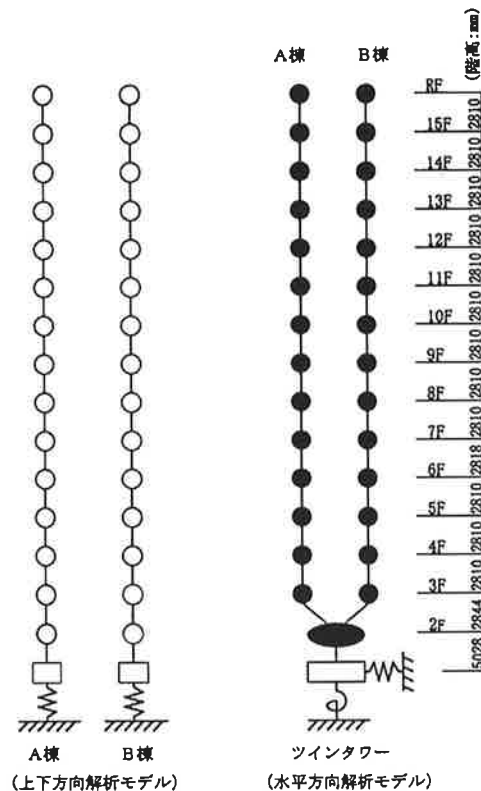
上部構造の設計用層せん断力係数は、予備応答解析の結果から最下層0.14、最上層0.26の直線分布とした。

6. 地震応答解析

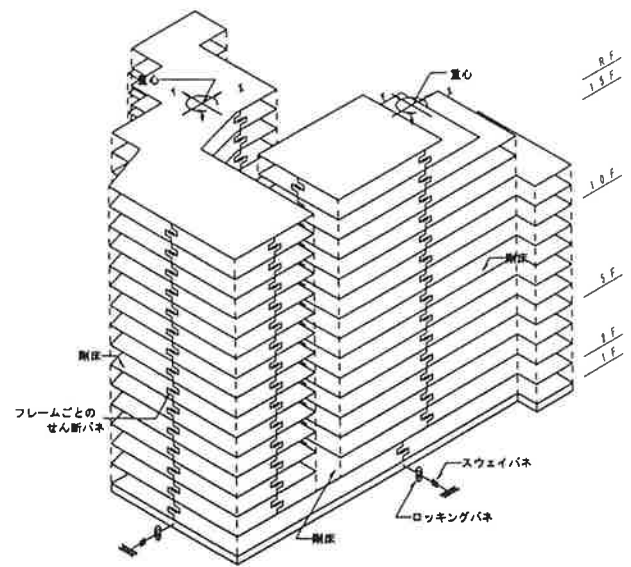
6. 1 解析モデル

建物形状が複雑なため、通常の串団子モデルによる「質点系並進解析」(図-6a)に加えてねじれを考慮した「擬似立体解析」(図-6b)を行なった。また、2階床まで一体でそこから上で2棟に分離しているため水平振動解析モデルは3階より分離したモデルとしている。加力方向も通常のX、Y方向に加えて45度、135度方向についても検討し建物の耐震安全性の確認を行なっている。

上部構造の復元力特性は、ひび割れを考慮した荷重増分解析によるスケルトンカーブからDegrading-TriLinear型修正武田モデルとした。免震層の復元力特性はスウェイばねを修正BiLinear型とし、積層ゴムの鉛直ばねによるロッキングばねを弾性とした。水平方向解析時の上部構造の減衰は内部粘性系を仮定し減衰定数は1次振動に対して3%の瞬間剛性比例型としている。



a 並進モデル



b 擬似立体モデル

図-6 振動解析モデル

表-1 入力地震動一覧

方向	地震波	原波形		最大加速度 (cm/sec^2)			継続時間 (sec)
		最大加速度 (cm/sec^2)	最大速度 (cm/sec)	レベル1	レベル2	余裕度レベル	
水平	EL CENTRO NS	341.70	33.59	237.95	475.91	666.27	53.74
	TAFT EW	175.90	17.49	273.14	546.27		54.38
	HACHINOHE NS	225.00	33.80	165.93	331.86	464.60	35.99
	MOGIHA H	403.10	75.84	128.87	246.24	360.83	119.99
鉛直	EL CENTRO UD	206.30	10.64	95.18	190.36	266.51	53.78
	TAFT UD	102.90	6.73	109.26	218.51		54.26
	MOGIHA V	200.50	35.31	51.55	98.50	144.33	119.99

鉛直方向解析時は免震層も含めて内部粘性系を仮定し、1次振動に対して5%の瞬間剛性比例型としている。

免震層の復元力特性には、積層ゴム製造時のばらつき・経年変化・温度依存性による変動も考慮した。変動量は表-3に基づいて、水平剛性を0.78~1.28Kh、粘性減衰係数を1.09~0.88Heqとした。

6. 2 解析結果

上部構造・免震部材の応答が耐震性能目標を満足していることを確認した。

また、水平方向解析時の応答転倒モーメントより算出した軸力と鉛直方向解析時の応答軸力の同時刻の組合せにより積層ゴムに生じる軸力を確認した結果、レベル2では積層ゴムに引抜きは生じていない。余裕度レベルにおいては最大10kgf/cm²程度の引抜きが生じているが許容引抜き応力度14kgf/cm²以下の許容範囲内に収まっていることを確認した。

表-2 耐震性能目標

	レベル1	レベル2	レベル3
カテゴリー	C1	C2	C2
上部構造	A	B	C
免震部材	A	B	C
基礎構造	A	A	B

注) 上部構造と基礎構造のAは許容応力度以内、Bは弾性限耐力以内、Cは終局耐力以内

免震部材のAは安定変形(22cm)以内、Bは性能保証変形(36cm)以内、Cは限界変形(48cm)以内

表-3 積層ゴムの特性変動

(製品誤差、経年変化、温度依存性による剛性・減衰のばらつき)

変動要因	剛性増加時		剛性低下時	
	剛性	減衰	剛性	減衰
製造ばらつき	+ 5%	- 5%	-15%	+15%
経年変化	+13%	-12%	0%	0%
環境温度*1	+10%	+ 5%	- 7%	- 6%
合計	+28%	-12%	-22%	+ 9%

※1 東京地域：平均環境温度15度とした場合

7. おわりに

本建物を免震構造としたことによる耐震性能アップの一例として図-7に最大応答加速度を比較した結果を示す。免震構造では、家具の転倒しない程度の加速度250cm/sec²以内(最大213cm/sec²)で収まっているが、在来構造では転倒してしまう最大730cm/sec²となっていることがわかる。

本建物は、平成9年12月に着工し、平成11年6月の竣工に向けて現在施工中である。

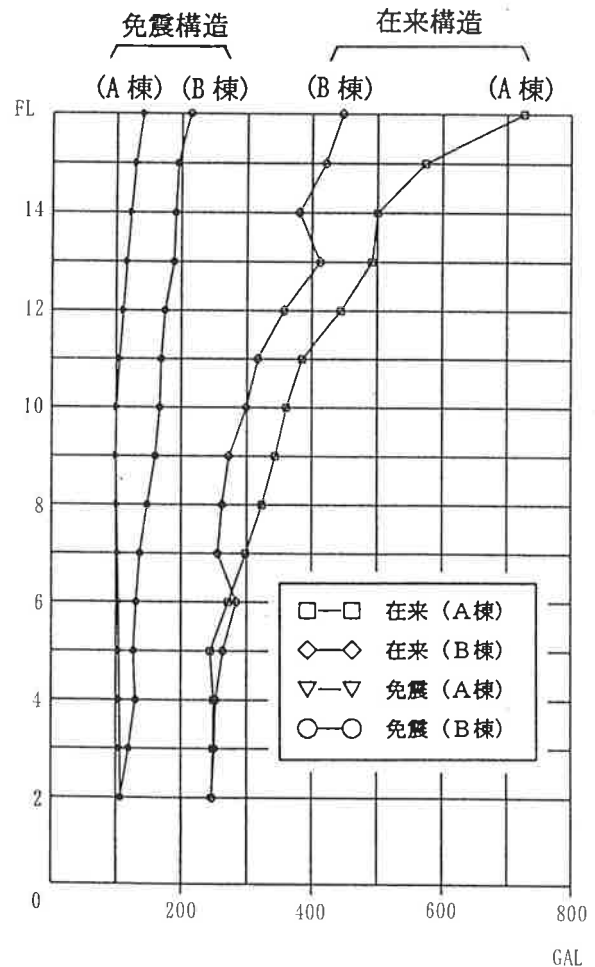


図-7 最大応答加速度比較図
(模擬地震動 レベル2)

ロージュ道後

フジタ 福島泰之



同 吉田 聡



シャトー企画設計事務所 酒井 猛



1. はじめに

本建物は愛媛県松山市に建設中の地上15階、塔屋1階の共同住宅である(図-1)。免震部材は1階と基礎の間に設置している。

建築主の危機管理に対する関心の高さや安全性向上の要求などにより、免震構法を採用している。

本建物は塔状比が張間方向で4.4と大きいものの、構造計画上の工夫により免震部材に生じる引抜きを抑制している。ここでは主に免震部材に生じる引抜きを抑制するための構造計画とその検証について述べる。

階数：地上15階、塔屋1階

軒高：42.24m

最高高さ：51.24m

構造：上部 鉄筋コンクリート造
免震部材 鉛プラグ入り積層ゴム、
天然ゴム系積層ゴム
基礎 現場造成杭



図-1 建物外観パース

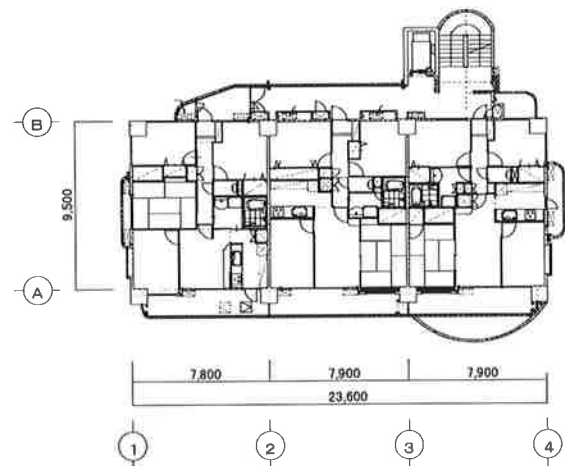


図-2 基準階平面図

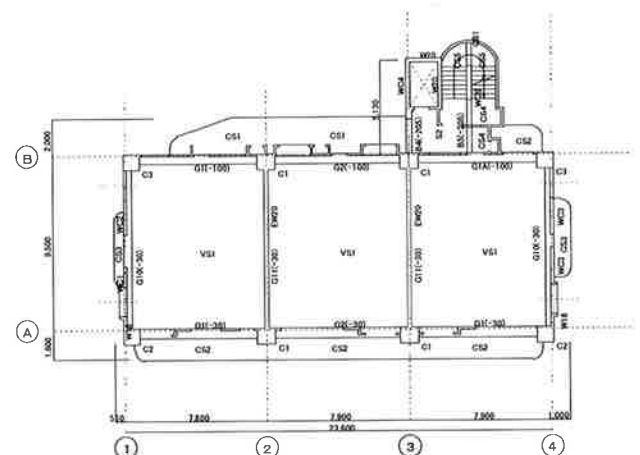


図-3 基準階伏図

2. 建物概要

建築主：日本勤労者住宅協会

建設地：愛媛県松山市石手3丁目甲496-1

用途：共同住宅

敷地面積：1703.05m²

建築面積：302.59m²

延床面積：3608.82m²

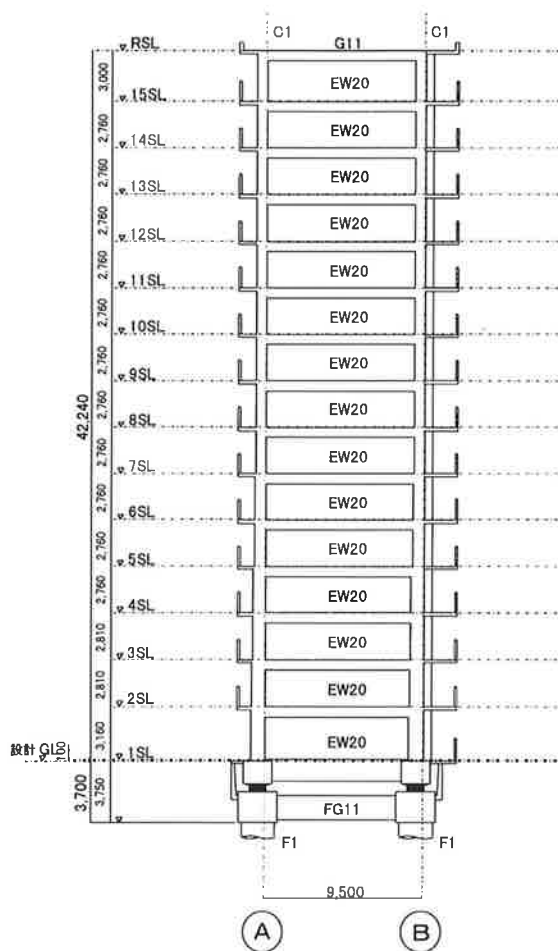


図-4 張間方向軸組図

3. 構造計画概要

3.1 上部構造

本建物は桁行(X)方向23.6m、張間(Y)方向9.5mに対し、高さが42.24mである(図-2に基準階平面図、図-3に基準階伏図、図-4に張間方向軸組図を示す)。X方向は純ラーメン構造、Y方向は耐震壁付きラーメン構造である。Y方向では塔状比が4.4と大きいため、設計当初より免震部材に生じる引抜きが懸念された。

上部構造の計画に際しては、免震部材に生じる引抜きを抑制するために、局所的に地震力が増大するような架構をさけ、極力偏心のない形状とし、また「自重とバランスした地震力負担」をするフレームとすることに主眼をおいている。

具体的には、図-5に示すように、妻面となる1、4通りに壁柱を設け、妻フレームの剛性を高めることで、無開口耐震壁となる中フレームの地震力負担を減らしている。これにより妻フレームと中フレームのフレーム自重比が約1:1.7となるのに対し、静的な応力解析における地震力負担比は約1:2となり、各フレームは自重にバランスした地震力負担が実現できている。

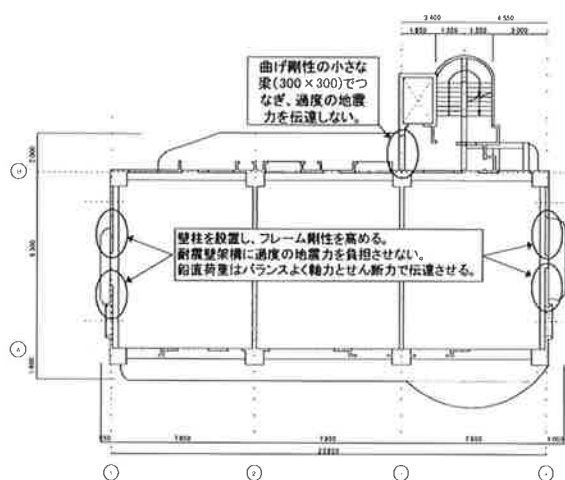


図-5 上部構造計画

また3通りのエレベータとのつなぎ梁の曲げ剛性を小さくし、自重の少ないエレベータ部が過度に地震力を負担しないような構造としている。静的な応力解析においては、ベースシア係数0.15、荷重分布形をAi分布とした場合においても、各免震部材に引抜きが生じない架構となった。

3.2 免震部材

図-6に免震部材配置図を示す。使用した免震部材は $G=4\text{kg/cm}^2$ の鉛プラグ入り積層ゴム(750~1000φ)で、偏心調整とエレベータ部の地震力負担を軽減するため、エレベータ下に天然ゴム系積層ゴムを配置している。

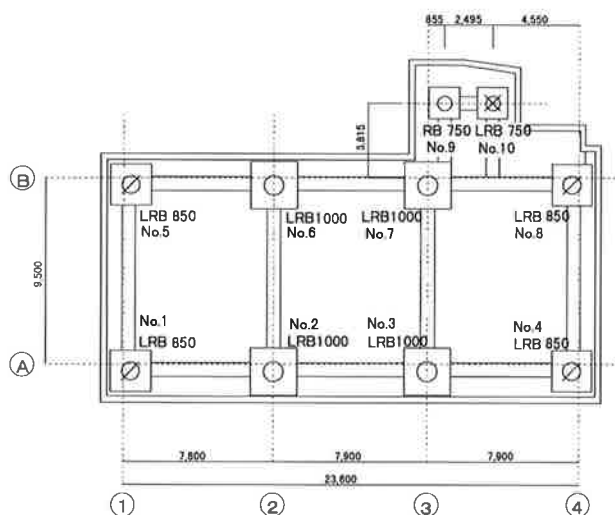


図-6 免震部材配置図

免震層を長周期化し、上部構造に伝わる地震力を極力低減するために、配置計画にあたっては面圧を平均 100kg/cm^2 程度、積層ゴムによる固有周期4秒、鉛プラ

グによる降伏せん断力を $0.04W$ (W :建物重量)となるように計画した。

免震部材の変形能力は、最も径の小さい 750ϕ により設定し、地震時応答軸力を勘案して終局限界変形を 55cm 、性能保証変形を 40cm 、安定変形を 30cm とした。

鉛プラグ入り積層ゴムの復元力モデルについては、従来修正バイリニアモデルが使われている。しかし修正バイリニアモデルでは、以前より、大変形を経験後の小振幅時の繰り返しでの履歴減衰が表現されていない、除荷時の履歴形状が実験結果を適切に捉えていない等の指摘を受けている。

特に除荷時の履歴形状については、上部建物の地震応答解析結果に影響を与えると考えられるため、本建物では、修正バイリニアモデルを改良した新しい復元力モデル(以後修正BROモデルと呼ぶ)を用いて解析を行っている。

図-7に修正BROモデルと実基LRBの実験結果の履歴ループを重ね書きして示す。修正BROモデルは実験結果とよく整合している。

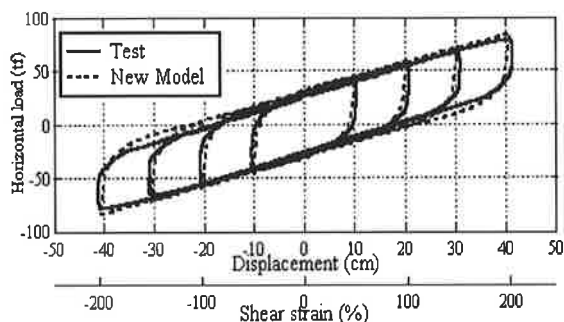


図-7 修正BROモデルと実験結果の比較

3. 3 基礎構造

本敷地地盤は、設計GLより -9m 付近までが砂層 ($V_s=200\sim300\text{m/sec}$)、それ以深が基盤岩である砂岩 ($V_s=1500\text{m/sec}$ 以上)であり、常時微動測定結果およびPS検層結果による地盤周期が 0.12 秒となる第1種地盤である。

基礎形式は設計GL -9m 以深の砂岩を支持層とする現場造成杭(ベノト工法)とした。杭径は 2000ϕ 、 1700ϕ および 1200ϕ である。

4. 地震応答解析概要

4. 1 設計目標

地震応答解析における上部構造、免震部材の設計目標値を表-1に示す。

表-1 設計目標値

入力レベル	設計目標	
	上部構造	免震部材
レベル1	●短期許容応力度低下 ●耐震壁はコンクリートの短期許容せん断応力度以下	●最大せん断歪：100%以下
レベル2	●弾性限耐力以下 ●耐震壁のせん断応力度は$0.05F_c$以下	●最大せん断歪：150%以下 (安定変形以下) ●引張力：生じない ●最大局部歪の極限歪に対する安全率：1.5以上
余裕度検討レベル	●終局耐力以下 ●耐震性のせん断応力度は$0.10F_c$以下	●最大せん断歪：200%以下 (性能保証変形以下) ●引張力：引張応力度5kgf/cm^2以下 ●最大局部歪の極限歪に対する安全率：1.0以上

4. 2 解析モデル

解析モデルはスウェイ・ロッキングを考慮した等価せん断型の質点系モデルと、各柱・梁・壁・免震部材を部材レベルでモデル化した立体モデルの2つのモデルとした。なお両モデルについて、固有値解析結果および地震応答解析による最大応答値がほぼ一致することを確認している。

(a) 質点系モデル

質点系モデルでは上部構造および免震部材の水平変形に対する検討を行う。

上部構造の復元力特性は、静的弾塑性解析により求めた荷重-変位関係をトリリニアにモデル化し、履歴法則は剛性低下型(武田モデル)とした。免震部材は修正BROモデルでモデル化している。

減衰は歪エネルギー比例型とし、上部構造に3%、免震層のスウェイに0%、ロッキングに1%とする。

(b) 立体モデル

立体モデルでは上下動を考慮した免震部材の支持能力を検討する。

上部構造は、各部材についてひび割れ発生による1次剛性低下と、鉄筋降伏による2次剛性低下を考慮したトリリニアのスケルトンを与え、履歴法則は剛性低下型(武田モデル)とした。免震部材はせん断ばねと鉛直ばねにより表現し、せん断ばねでは鉛プラグ入り積層ゴムに修正BROモデル、天然ゴム系積層ゴムに線形モデル、鉛直ばねでは鉛プラグ入り積層ゴム、天然ゴム系積層ゴムとも線形モデルの履歴法則とした。また各せん断ばねは、Multi Shear Springとしている。

減衰は剛性比例型とし、上部建物振動が卓越する4次モードに対して3%としている。

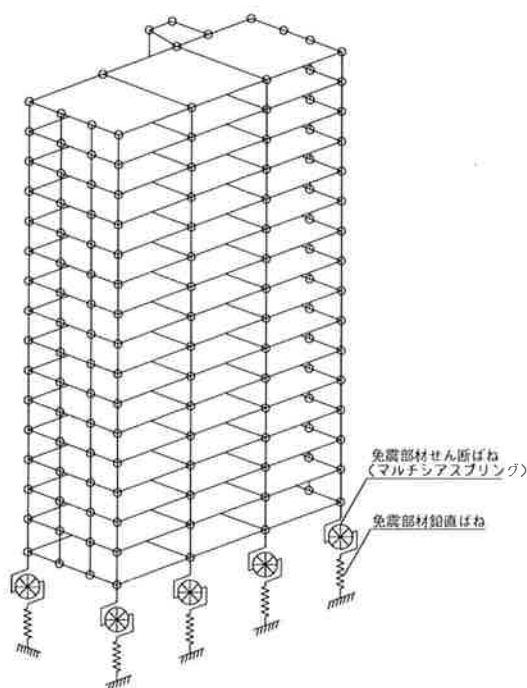


図-8 立体モデル

4. 3 検討用地震動

検討用地震動は、以下に示す既往の観測記録波4波と模擬地震動3波とした。

EL CENTRO NS

TAFT EW

HACHINOHE NS,EW

ARTDGO1A：1686年安芸灘地震対象(点震源モデル)

($A_{max}=738.4\text{cm/s}^2, V_{max}=37.0\text{cm/s}$)

ARTDGO2A：中央構造線対象(面震源モデル)

($A_{max}=771.7\text{cm/s}^2, V_{max}=39.3\text{cm/s}$)

ARTDGO3A：1946年南海地震対象(面震源モデル)

($A_{max}=252.5\text{cm/s}^2, V_{max}=17.2\text{cm/s}$)

地震動の入力レベルは、建設地周辺の地震環境や地理的条件などを考慮し、記録波についてはレベル1で22.5cm/sec、レベル2で45cm/sec、余裕度検討レベルとして65cm/secとした。また模擬地震動に関しては、ARTDGO1AおよびARTDGO3Aをレベル2、ARTDGO2Aを余裕度検討レベルとした。

4. 4 質点系応答解析結果

等価せん断型の質点系モデルでは上部構造および免震部材の水平変形が設計目標値以下となっていることを確認した。参考としてレベル2地震時の最大応答値を図-9、図-10に示す。

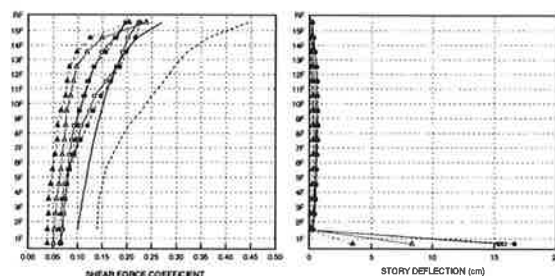


図-9 最大応答値(X方向 レベル2)

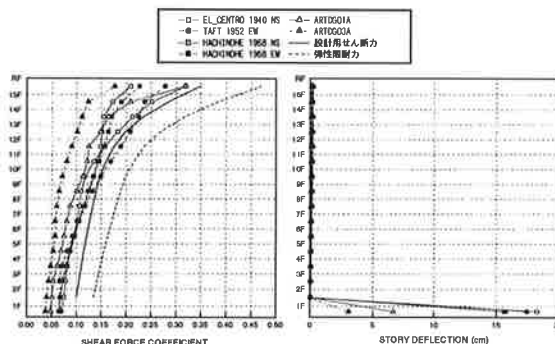


図-10 最大応答値(Y方向 レベル2)

4. 5 立体モデルによる免震部材の支持能力の検討

立体モデルによる解析では以下の2つの検討を行う。

- Y方向架構の剛性のバランスの確認
 - 積層ゴムの局部歪および引抜きに対する検討
- 以下の(a)、(b)に上のそれぞれについて示す。

(a) Y方向への水平1方向入力による架構特性の確認

塔状比の大きいY方向に対する水平1方向入力を行い、構造計画上意図した架構特性となっていることを確認する。

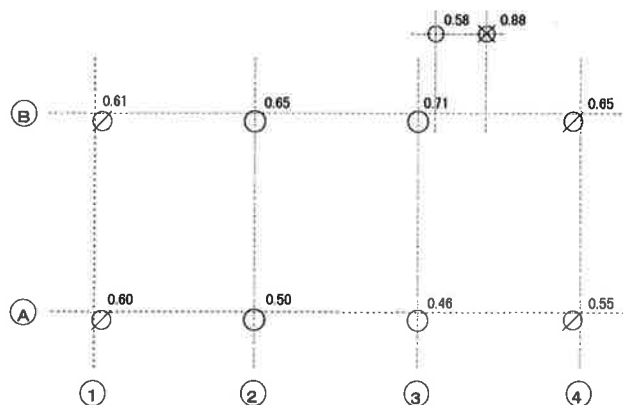


図-11 各免震部材の上下動に対する許容震度
(許容震度=地震時応答軸力/長期軸力)

図-11に各免震部材の上下動に対する許容震度を示す。上下動に対する余裕率は、地震時の応答軸力の最小値を長期荷重時軸力で除したものと定義している。図の結果は検討用地震動のうち、最も厳しい結果となったTAFT EWに対するものである。

図より各値はおおむね0.5～0.6となっており、局所的に小さな値となっている所はない。構造計画上意図した「自重とバランスした地震力負担」ができていることが分かる。

(b) 水平2方向+上下方向同時入力による免震部材の支持能力の検討

免震部材の支持能力の検討を行うために水平2方向+上下方向同時入力による地震応答解析を行う。各免震部材の変動軸力に対し、引張側は引抜きの有無を、圧縮側は局部歪の検討を行う。局部歪 ϵ は、水平変形による平均せん断歪 γ と、鉛直軸力によるせん断歪 ϵ_y の和で表され、次式に示すように極限歪 ϵ_u に対する安全率 f が設計目標値以上であることを確認する。極限歪 ϵ_u は500%としている。

$$\epsilon = \gamma + \epsilon_y \leq \frac{\epsilon_u}{f}$$

検討用地震動は、EL CENTRO、HACHINOHEの2波とし、水平動のベクトル最大値を45cm/sec、65cm/secに基準化する。上下動の振幅比率は水平動と同じとする。

以下の表-2、表-3に支持能力の検討結果を抜粋して示す。表中の部材位置は、図-6の免震部材配置図による。

いずれの免震部材にも引抜き力は発生しておらず、また局部歪の極限歪に対する安全率も1以上である。

本建物の引抜きに対する限界特性を把握するために、水平動の最大速度値を変えた引抜きの検討を行った。入力最大速度値は75cm/sec、85cm/secとし、検討用地震動は上と同じである。

検討を行った結果、EL CENTRO波において、最大速度85cm/secとした時にA通りと4通りの交点位置(部材位置No.4)の免震部材に面圧で2.3kg/cm²の引抜きが生じた。図-12に85cm/sec入力した場合のA-4免震部材の時刻歴軸力図を、図-13に入力最大速度値に対するA-4免震部材の最小軸力値をプロットした図を示す。

表-2 引抜きの検討結果(EL CENTRO)

部材位置	部材径	時刻	長期荷重時軸力(tf)	地震時応答軸力(tf)	鉛直軸力(tf)	面圧(kgf/cm ²)
1	850	2.06	548	-293	255	44.9
2	1000	2.21	844	-440	404	51.4
3	1000	2.21	847	-439	408	51.9
4	850	3.86	566	-485	81	14.3
5	850	2.36	512	-408	104	18.3
6	1000	2.36	968	-431	537	68.3
7	1000	3.71	994	-411	583	74.2
8	850	4.11	562	-265	297	52.3
9	750	2.31	285	-168	117	26.4
10	750	3.96	272	-71	201	45.5

表-3 局部歪の検討結果(EL CENTRO)

部材位置	部材径	時刻	長期荷重時軸力(tf)	地震時応答軸力(tf)	鉛直軸力(tf)	最大局部歪時水平変形(cm)	最大局部歪(%)	安全率
1	850	3.91	548	321	869	33.9	340	1.47
2	1000	3.91	844	478	1322	34.6	340	1.47
3	1000	3.91	847	577	1424	35.1	357	1.40
4	850	3.91	566	496	1062	35.6	397	1.26
5	850	3.91	512	447	959	34.6	365	1.37
6	1000	3.91	968	359	1327	34.9	344	1.46
7	1000	3.91	994	374	1368	35.2	352	1.42
8	850	3.91	562	103	665	35.9	317	1.58
9	750	3.91	285	150	435	35.7	329	1.52
10	750	3.91	272	53	325	35.7	291	1.72

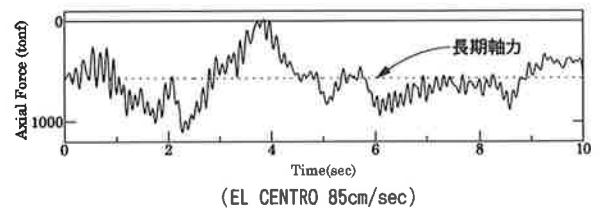


図-12 A-4 免震部材の時刻歴軸力図

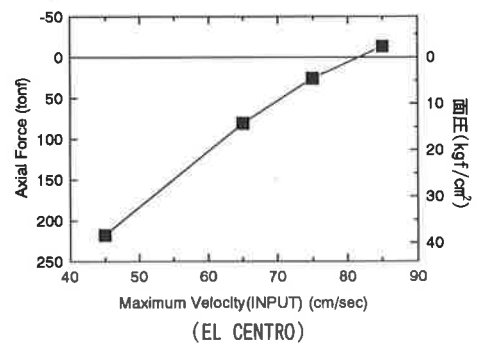


図-13 A-4 免震部材の応答最小軸力

5. おわりに

本建物のような塔状比が大きい建物に対する免震構造の適用例として、一般的な免震部材を使いながら、フレーム剛性のバランスと、免震層の長周期化により引抜きを抑制できた事例を紹介した。

今後免震構造の適用範囲を拡大していくなかで、本建物の事例が参考となれば幸いである。

セインツタワー甲府

ーアスペクト比の大きな中層免震建物に対する設計例ー

T・R・A 福田 豊



1. はじめに

本建築物は、山梨県甲府市に建設中の地上18階、塔屋1階、用途を分譲の共同住宅とするRC造の免震構造建築物である。短辺方向のアスペクト比が大きく上下動および地震時転倒モーメントにより免震部材に働く引張力を防止するため多少の工夫を施したのでここに紹介します。

2. 建築概要

建築場所：甲府市北口1丁目64番地

建築主：小澤正彦

設計者(意匠)：株式会社 アーキディアック

環境計画研究所

(構造)：株式会社 T・R・A

施工者：戸田建設株式会社

敷地面積：1,807.80m²

建築面積：603.07m²

延べ面積：7,224.40m²

階数：地上18階、塔屋1階

軒高：59.18m

最高部高さ：69.51m

基準階階高：3.32~3.17m

構造種別：鉄筋コンクリート造

基礎形式：杭基礎(場所打ちコンクリート杭)

日本建築センター評定番号：BCJ-免405

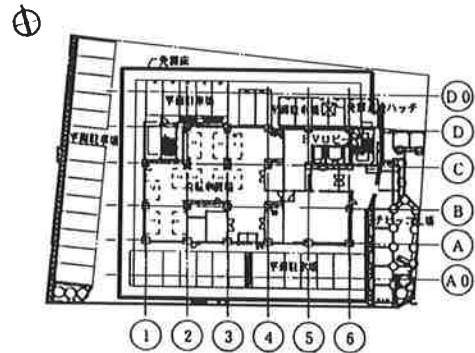


図-1 1階平面図

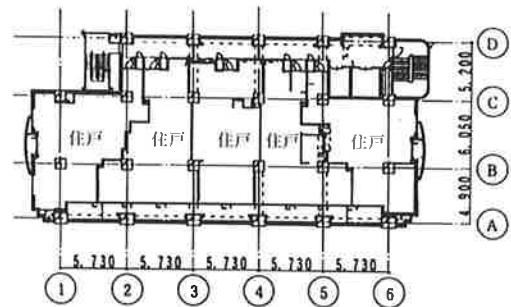


図-2 基準階平面図

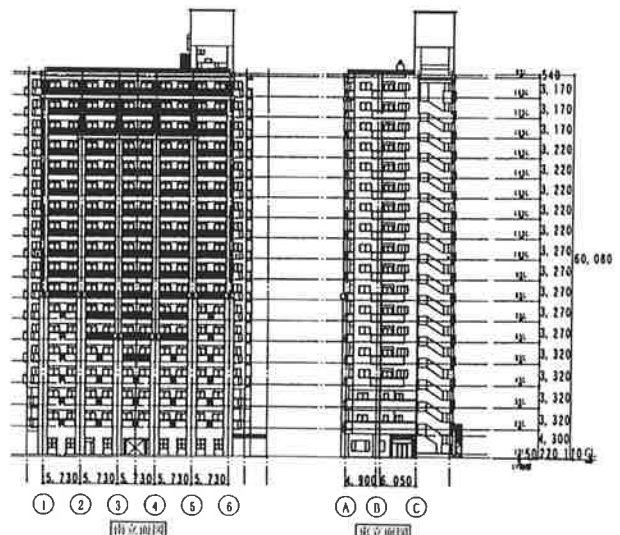


図-3 立面図



3. 地盤概要

本敷地はJR中央本線「甲府駅」の北方0.25kmにあり、甲府盆地北端に位置する。地層序は表層に層厚10m程度の完新世の砂礫層等がありその下部はN値50以上の鮮新世水ヶ森火山岩砂礫層が続いている。

常時微動測定による卓越周期は0.23秒で地盤種別は第1種地盤となる。またレベル1、レベル2とも液状化の危険性の低い地盤である。

4. 構造計画概要

本建物は、1階の床ばりと基礎の間に免震部材として高減衰積層ゴム支承30基を設置する免震構造建築物である。本建物の平面の構造計画は、長辺方向は5.73mをモジュールとする6スパン、短辺方向はスパン長を4.90m、6.05m、5.20mとする3スパンの純ラーメン架構である。

基礎構造は杭先端深さをGL-12.45mとする場所打ちコンクリート杭で、N値50以上の水ヶ森火山岩砂礫層を支持層としている。

本建物の施行令高さは59.78mで、基準階平面の辺長による短辺方向のアスペクト比は3.70である。地震時には積層ゴムに引張力が作用することが考えられるので、防止策として以下の3点を計画した。

- ①1階床部分に短辺方向外周両側に跳ね出しを設ける。この部分は平面駐車場なので使用勝手に影響のない様に跳ね出し長さを5mとし、駐車場を免震床に乗せるようにした。その結果アスペクト比は2.41に低下した。
- ②1階床ばりにプレストレス力を導入し強制的に床ばりに変形を与え、引張力が生じる可能性のある外端部の積層ゴムの軸力を大きくする。
- ③免震層四隅に設けたPC鋼材で基礎と1階床ばりとを上下に結び、免震層に生じる引抜き力をこのPC鋼材で負担させる。

5. 耐震設計目標

表一1 耐震設計目標一覧

入力レベル	レベル1(カテゴリーC1)	レベル2(カテゴリーC2)
上部構造	許容応力度以内	弾性限耐力以内
免震部材	せん断変形角 $\gamma \leq 175\%$ 引抜き力発生せず	せん断変形角 $\gamma \leq 250\%$ 引抜き力発生せず
基礎構造	許容応力度以内	許容応力度以内 (杭は弾性限耐力以内)

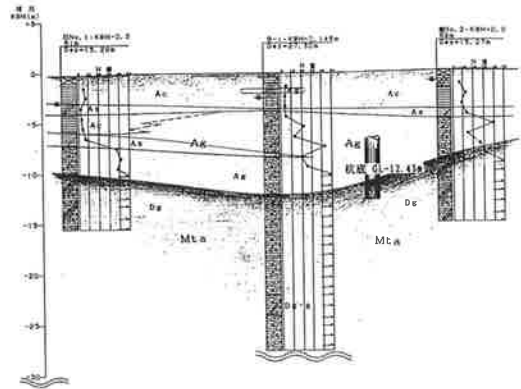


図-4 地層推定断面図

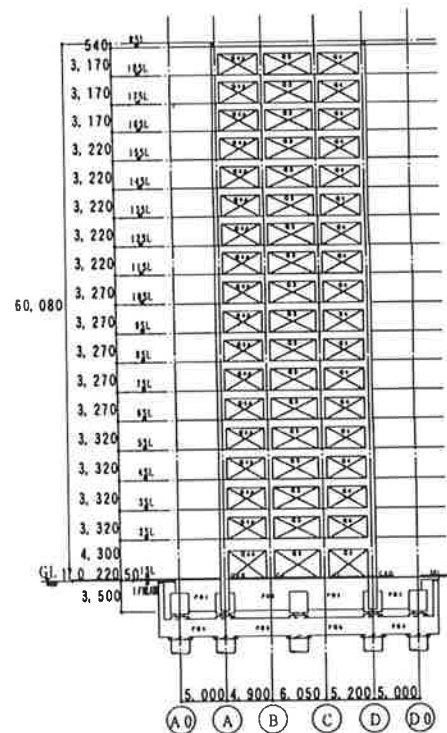


図-5 4通り軸組図

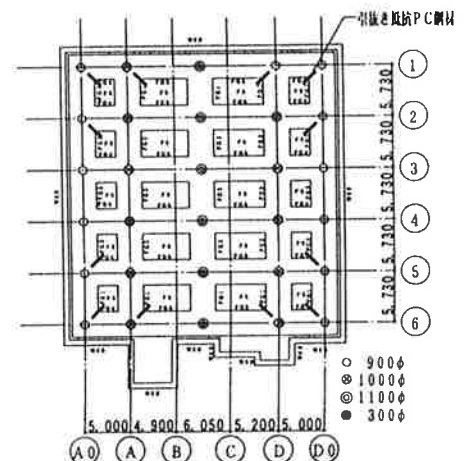


図-6 免震部材配置図

6. 免震層の設計

本建物に用いた免震部材は高減衰積層ゴムで、免震部材の個数は1100φが6基、1000φが11基、900φが13基の合計30基である。免震部材の配置を図-6に示すが、中央部は柱2本で免震部材1基としプレストレス力による応力再配分後でも高軸力を確保できるように配慮した。

1階床ばりの断面形はB×D=1200×3500で、これにPC鋼材15C-12本×12.7φストランドで約2,300tfの軸力(コンクリート平均圧縮応力度で約55kgf/cm²)を導入した。その結果免震部材の軸力は、外端部へ300tf程度再配分されほぼ均一な面圧とすることができた。

また、プレストレス力導入による1階床ばりの強制リフト量は1.5cm程度である。張力導入時期は1階床ばり施工時にひび割れ防止として3ケーブルを引張り、残り12ケーブルはプレストレス力によるリフト力と建物重量が釣り合う7階コンクリート打設終了後とした。

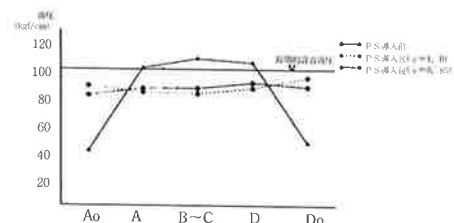


図-7 プレストレス導入による面圧の変化(6構面)

表-2 支点反力一覧

通 り	支点反力 (長期) (1)						プレ ス テ ス 力 キ ャ ン セ ル 後 の 反 力 (1)	キャンセル後の支点反力 (1)						免震装置 長期 許容耐力 (1)
	①							上段①+②						
								下段①+7・②						
	1	2	3	4	5	6		1	2	3	4	5	6	
DO	90.7	223.2	266.4	268.6	258.8	268.6	314.5	405.2	537.7	580.9	583.1	573.3	583.1	618.0
								358.0	490.5	533.7	535.9	526.1	535.9	
D	523.9	706.7	774.5	783.6	790.0	835.6	-188.0	335.9	518.7	586.5	595.6	602.0	647.6	754.0
								364.1	546.9	614.7	623.8	630.2	675.8	
B-C	917.1	927.4	945.3	961.4	982.2	1012.0	-260.0	657.1	667.4	685.3	701.4	722.2	752.0	754.0 x 919.0
								696.1	706.4	724.3	740.6	761.2	791.0	
A	762.6	721.4	723.2	731.9	747.1	802.9	-178.0	584.6	543.4	545.2	553.9	569.1	624.9	754.0
								611.3	570.1	571.9	580.6	595.8	651.6	
AO	227.3	205.2	209.1	211.1	210.6	235.4	311.5	538.8	516.7	520.6	522.6	522.1	546.9	618.0
								492.1	478.0	473.9	475.9	475.4	500.2	

η: プレストレス有効率 0.86

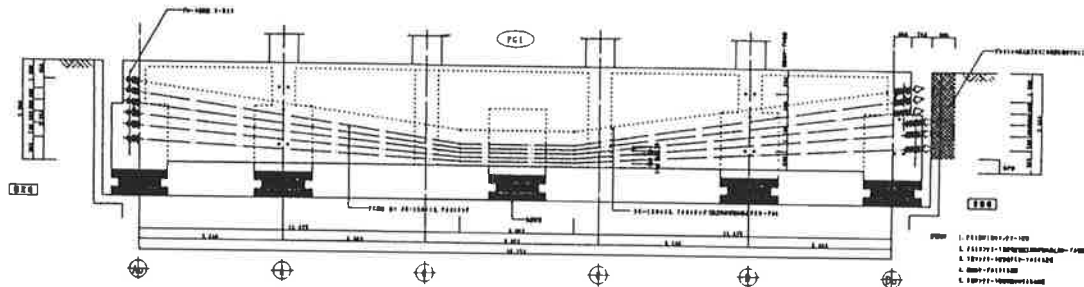


図-8 1階PC梁配線図

7. 1階引抜き抵抗用PC鋼材の設計

フェールセーフ機構として、建物四隅で基礎ばりと1階床ばりとをPC鋼材(C-12本×12.7φストランド)で緊結し、免震部材に引抜きが働く場合に抵抗させる。

免震層に働く転倒モーメントと水平変位が同位相でありこのPC鋼材を建物内側に50cm傾斜させているので変動軸力が圧縮の時に免震部材の軸力を増加させる事はない。

レベル2時の免震層の最大水平変位は37cmで、40cmまでPC鋼材はほぼ弾性変形範囲にある。このPC鋼材は初期張力として10tf程度の張力を導入しているが、緩んだ場合はボルトで増し締めできるようにしている。

このPC鋼材は免震層の水平剛性を増大させるもののレベル2の地震入力時の応答において等価剛性にして1.05倍であり応答に及ぼす影響は少ない。

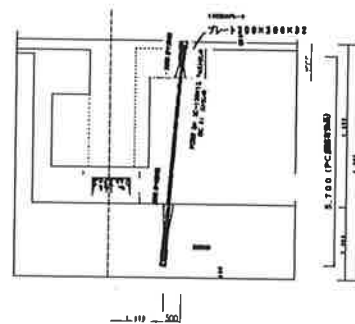


図-9 1階引抜き抵抗PC鋼材図

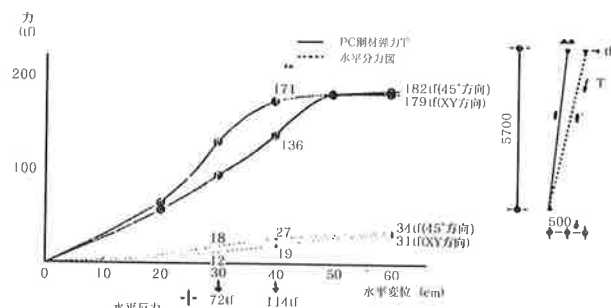


図-10 PC鋼材張力と水平分力図

8. 地震応答解析

建物地震応答解析の結果耐震設計目標を満足していることを確認した。解析は地上部のみを擬似立体の等

価せん断型にモデル化し、地震波入力位置は免震層とした。また、Penzien型地盤—建物連成振動応答解析を行い免震層の応答水平変形が前記擬似立体モデルよりも20%以上低減することを確認している。

採用地震波および応答結果を下表に示す。

表—3 入力地震波の最大加速度

地震波形	最大加速度	
	レベル1	レベル2
HACHINOHE 1968NS	166	333
EL CENTRO 1940NS	339	511
TAFT 1952EW	248	497
BCJL1 BCJL2	207	356

表—4 応答解析結果最大値(地上部擬似立体モデル)

免震部材	相対変位 cm	レベル1	短辺方向	19.2 EL CENTRO NS
			長辺方向	18.9 EL CENTRO NS
		レベル2	短辺方向	36.9 BCJL2
			長辺方向	37.1 BCJL2
	せん断力係数	レベル1	短辺方向	0.08 EL CENTRO NS
			長辺方向	0.08 EL CENTRO NS
		レベル2	短辺方向	0.12 BCJL2
			長辺方向	0.12 BCJL2
上部建物	絶対加速度 cm/s ²	レベル1	短辺方向	251 EL CENTRO NS
			長辺方向	239 HACHINOHE NS
		レベル2	短辺方向	306 EL CENTRO NS
			長辺方向	342 TAFT EW
	せん断力係数	レベル1	短辺方向	0.09 EL CENTRO NS
			長辺方向	0.10 EL CENTRO NS
		レベル2	短辺方向	0.13 BCJL2
			長辺方向	0.13 BCJL2
	層間変形角	レベル1	短辺方向	1/353 EL CENTRO NS
			長辺方向	1/303 EL CENTRO NS
		レベル2	短辺方向	1/273 HACHINOHE NS
			長辺方向	1/221 HACHINOHE NS

9. おわりに

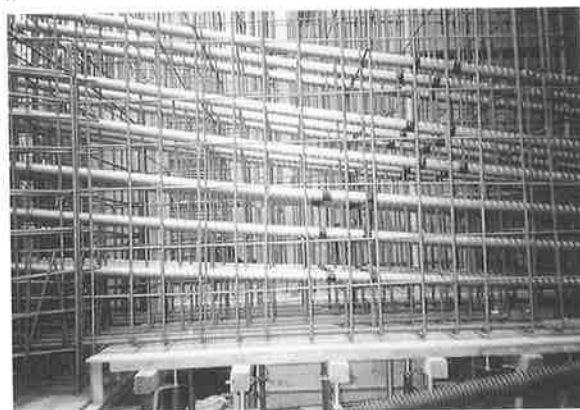
設計と平行して採用免震部材とほぼ同サイズ(850φ)を用い、あらかじめ引張変位を与えたせん断試験*1を(株)日本建設業経営協会に委託した。結果が出たのは設計終了後であったが、水平せん断変形300%の片振幅加力で引張方向の強制変位0~5.0cmの範囲では、引張変形量に関係なくほぼ同一の復元力特性を示しており、予期せぬ基礎の不同沈下等に対する免震層特性の安定性も同時に確認出来た。

この様な実験が種々の条件の下で数多くなされ設計資料として一般化すれば免震設計の自由度も広がるものと考えられ、一設計者として切望するものである。

実験に御協力いただいた東京電機大学の中野清司教授その他実験関係者の方々、(株)日本建設業経営協会の立石信也氏、また、事業主である(株)三建ハウスの小澤正彦氏の御理解と御協力があったからでありこの場をかりて厚く御礼申し上げます。

*1 構造工学論文集VOL.44B

引張及び引張・せん断を受ける高減衰積層ゴムの力学的性状に関する実験的研究 田島他



写真—1 1階PC梁PC鋼材



写真—2 引張抵抗用PC鋼材



写真—3 同上張力導入時

中部大学9号館

前田建設工業 細川洋治



新日本製鐵 加藤巨邦



1. はじめに

昨年の年の瀬もおしこめた12月11日に愛知県春日井市にある中部大学を訪問しました。ちなみに最寄駅は名古屋駅から約30分のJR中央本線高蔵寺駅です。高蔵寺地区は、日本住宅公団（現在の住都公団）が住宅都市基盤整備事業として、昭和35年から開発に着手し、当時最大規模を誇る「高蔵寺ニュータウン」があるところ

です。中部大学はその高蔵寺駅から車で10分程度の高台にあり、名古屋からは北東に約20kmに位置しています。

9号館は正門を入り坂道をあがっていった正面に見えるいわば大学の顔とでも言うような建物です。

中部大学9号館の免震レトロフィットの特徴は、非免震建物とのクリアランスを確保するために、免震改修した9号館を「引き家」したことがあげられます。

今回は、須賀川広報委員長、加藤委員、細川委員、オブザーバとして山竹委員が訪問し、本工事の大学側の責任者である大沢孝雄管財部長、清水建設名古屋支店の川島隆夫計画課長、杉山荘八 工事長から工事の状況をお聞きし、建物を案内していただきました。



写真-1 中部大学9号館外観

2. 建築概要

建 物 名 称：中部大学9号館
 所 在 地：愛知県春日井市松本町1200
 用 途：大学（講義室）
 建 築 面 積：527.053m²
 延べ床面積：1,963.851m²
 階 数：地上5階
 構 造 形 式：鉄筋コンクリート造ラーメン構造
 基 礎 形 式：布基礎
 建 築 年：昭和41年
 建 築 設 計：(株)第一工房
 (株)大西設計
 (株)三橋建築設計事務所
 構 造 設 計：(株)川口衛構造設計事務所
 施 工：清水建設株式会社
 工 期：1997年6月～10月

3. 免震改修の経緯

大沢部長から大学の沿革及び9号館についてお話を伺いました。

昭和38年に中部工業短期大学としてスタートし、その2年後に4年生の中部工業大学となり、さらに昭和64年に「経営情報」、「国際関係」の2学部を新設して、総合大学として現在の中部大学となった。

また、9号館は、1～4期棟で構成された建物である。昭和38年に第1期、昭和39年にその西側に第2期、昭和41年に第1期の東側に第3期（今回、免震改修した建物、写真1）、昭和61年に北側に第4期となっている。年代でみれば明らかなように、1～3期は現行の新耐震基準以前の建物である。図-1に9号館全体配置を、図-2に第3期棟の軸組図を示す。

大学全体では30棟の建物があり、新耐震以前の建物について耐震診断を実施し、順次耐震改修を行っている。なかでも、3期棟は講義室棟であり平日はおよそ4000人程度の学生が利用することもあり耐震改修の重要性が高い建物である。また構造的には耐震要素が全体的に少なく、しかも1階がピロティーで、またその一部は吹き抜けになっている。このため、柱、梁の耐震補強を行うと断面が非常に大きくなり建物のイメージが損なわれるほか、耐震補強の効果も疑わしいとの構造設計事務所の判断から、基礎部分に免震部材を設置した免震構造とする方法を採用した。

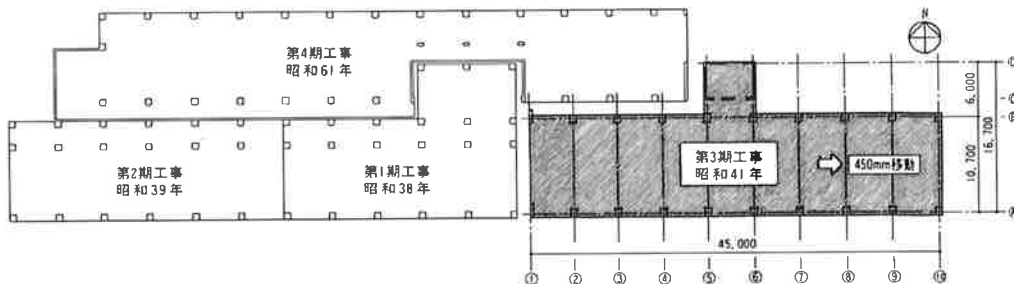


図-1 9号館全体配置図

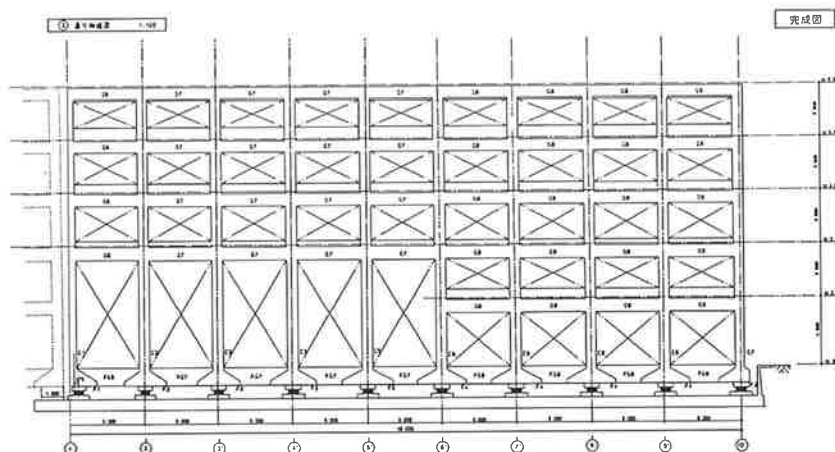


図-2 軸組図

4. 免震構造の概要

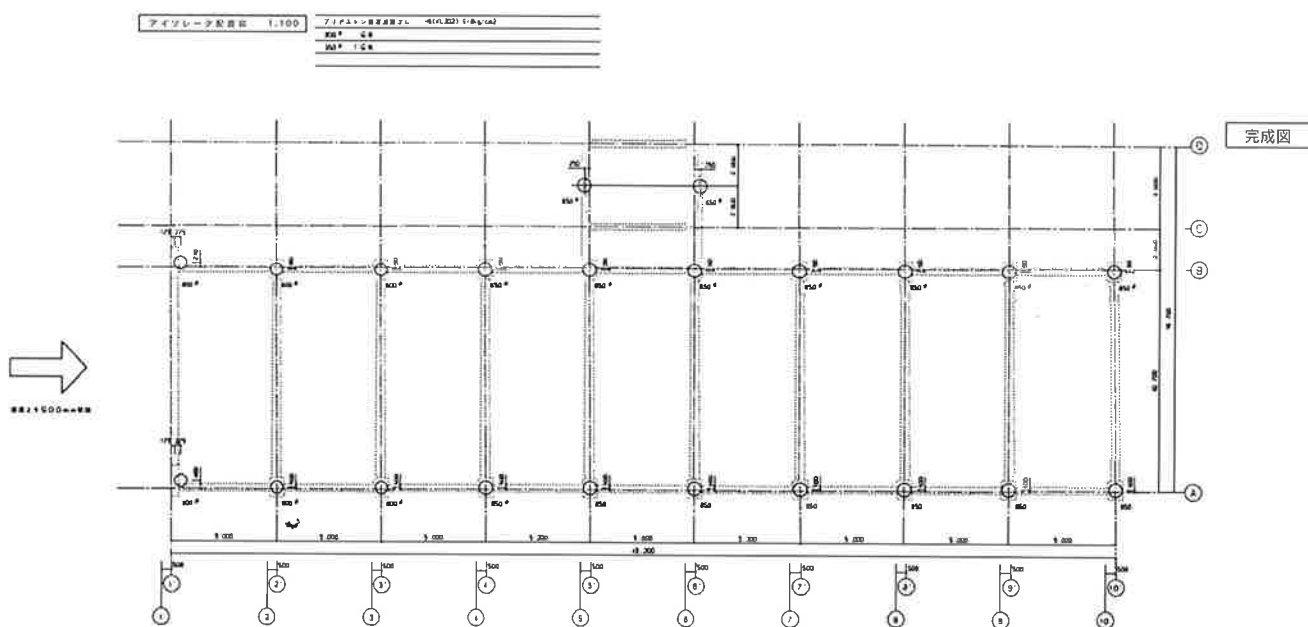
本3期棟は、桁行方向5m×9スパン、張間方向10.7m×1スパン、北側に階段室・エレベータ等のユーティリティ部分を有する5階建の建物である。張間方向は各階に耐震壁が配置されているが、図-2の断面図からわかるように1階がピロティー形式である。基礎形式は、改修前は独立基礎形式であったが、改修にあたっては布基礎形式とした。図-3に免震部材配置を、図-4に改修にあたって改修前の独立基礎の加工図を示す。

設計に際して、本敷地からほぼ10数km南東に猿投山北断層が存在し、この断層を想定した模擬地震波を作成

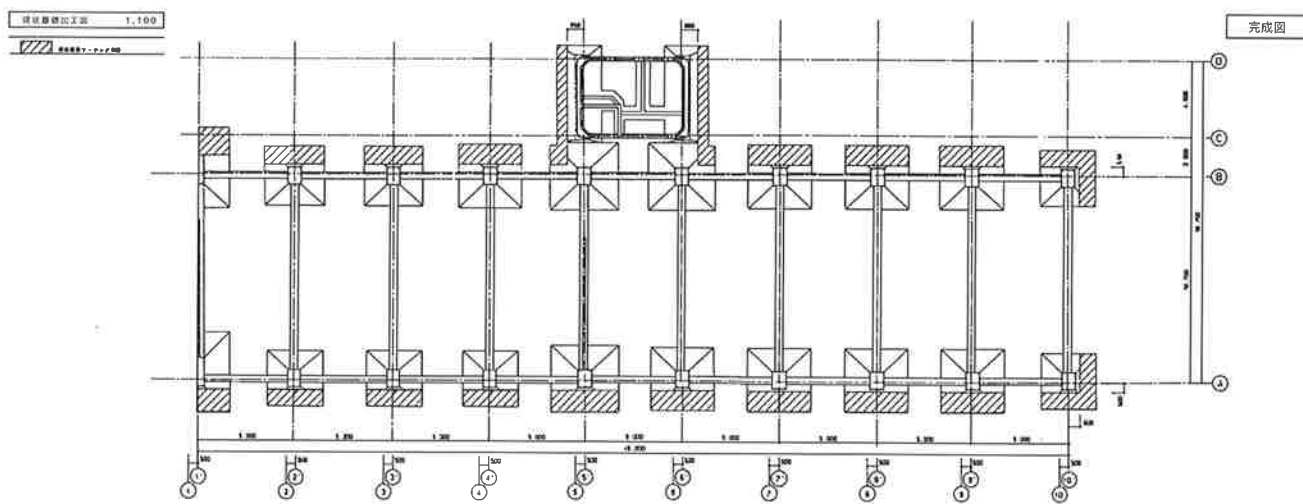
し、余裕度検討用地震動として用いている。作成された模擬地震波は最大速度111.7cm/s、最大加速度818.5cm/s²であるが、5階床位置の最大応答加速度は230cm/s²程度、免震層の最大応答変位で40数cmであった。

免震層は、既存のフーチング下に、高減衰積層ゴムアイソレータ650φを16台および600φを6台を設置した。アイソレータに作用する平均面圧は70kg/m²程度である。

免震層の水平クリアランスは、応答解析から得られた結果は45cmであったが若干の余裕を持たせ50cmとした。



图一3 免震部材配置图



図一4 改修前の直接基礎加工図

5. 施工計画

施工計画にあたっては、免震構造を採用した3期棟は西側と北側に隣接する建物があるため、隣接する建物との免震クリアランスを確保する方法に関して種々検討した結果以下のような方法を採用している。北側については、4期棟から1.5mの片持スラブで3期棟とつないでいたためこの部分を50cmはつり落とした。西側については、3期棟を東側に45cm「引き家」して、当初の5cmのクリアランスとの合計で50cmのクリアランスを確保した。

免震工事の流れを図-5に示す。川島課長から施工にあたってのポイントをうかがったところ、地下工事をいかに効率的に進めるかが重要であり、そのために建物の荷重をどう受けるかがポイントであった。種々検討した結果、図-5の①のように既存の基礎周囲を掘削して、既存フーチングに地中梁をかけて地盤で1回目の仮受けをする。③で1次耐圧版を打設、⑤のように1次耐圧版を利用してオイルジャッキで2回目の仮受けをする。建物を「引き家」した後、④のように免震部材を設置するため1次および2次耐圧版で3回目の仮受けをする。このように3回仮受けすることにより地下工事の効率化がはかられた。一方、仮受けを何度も行うことにより、仮受けによる鉛直変位の管理が困難となることが予想される。このため、各段階の荷重を考慮した解析を行って管理値を算出した。その結果、鉛直変位の管理値は絶対変位で5mm以下、桁行方向の3柱間の変形角を1/500以下とした。各段階での実際の鉛直変位は予想とほぼ同程度とのことであった。

また、危険な作業あるいは振動・騒音を伴うような工事は大学が夏休みとなる期間や早朝・講義終了後に行い、安全と講義に支障をきたさないよう留意されたとのことでした。



写真-2 大沢部長による事前説明

免震化工事の流れ

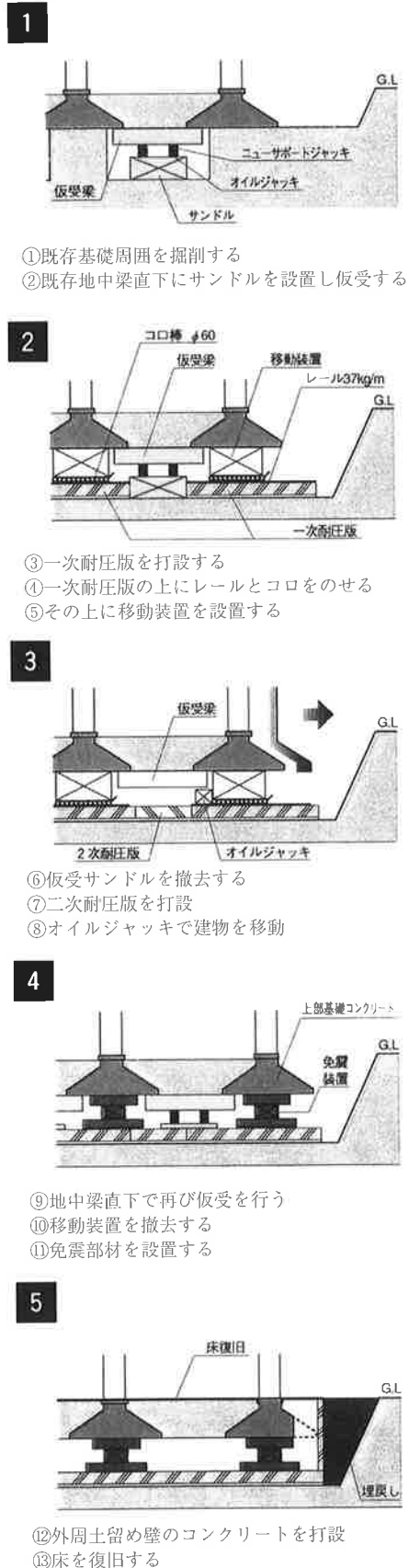


図-5 免震工事の流れ

6. おわりに

今回の中部大学9号館の免震レトロフィットは、3回の仮受けと「引き家」という今までにない手法を取り入れており、とても興味深く見学できました。この「引き家」という手法は一般的に道路拡張に伴い、沿線の建物の床下にコロ棒を敷いて移動する工法です。これを免震レトロフィットに応用されたことは面白いアイデアと感心しました。

最近、「スクラップ・アンド・ビルド」から「ストック」への転換とよく耳にします。こういう時代であればこそ、その必要性が増し、今回の免震レトロフィットだけでなく、古い建物をどんな方法であれ生き延びさせていくことを考えなければならないのではないのでしょうか。特に私たち建設業に携わるものとしては、特に考えていくことが重要なことではないかと思います。

最後に、建物内をご案内いただきました、中部大学の
大沢孝雄管財部長、清水建設の川島隆夫計画課長と杉山荘八 工事長に改めてお礼申し上げます。また、訪問にあたり資料をご提供いただきました川口衛構造設計事務所の方々に厚くお礼申し上げます。



写真-4 1階のクリアランス処理



写真-5 段差のあるクリアランス処理

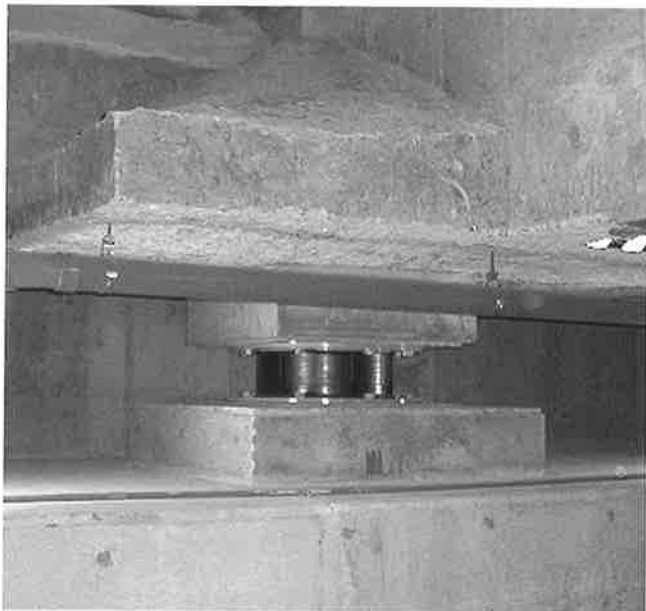


写真-3 積層ゴム設置状況(残されたフーチング)



写真-6 内部のクリアランス処理

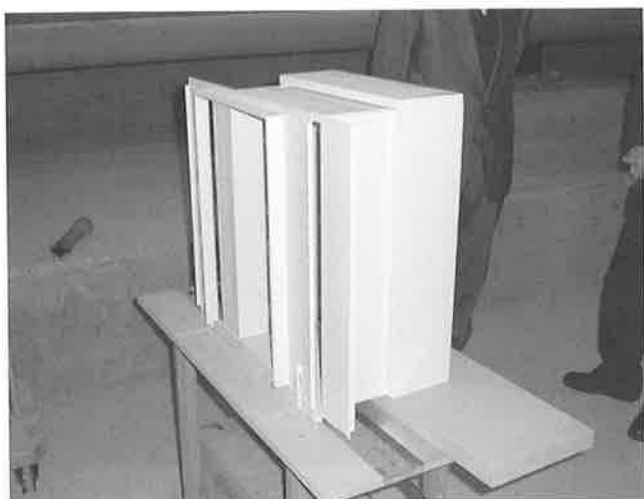


写真-7 既存建物との取合い可動部模型



写真-10 参加者全員で記念撮影



写真-8 既存建物との取合いの実際



写真-9 天井に設置された設備配管

オイルダンパ(その2)

カヤバ工業株式会社 露木保男



1. はじめに

前号(その1)ではオイルダンパの基礎的な説明をしました。本号(その2)では実際に使用する際に必要な事柄について説明いたします。

2. オイルダンパの特徴を生かした使い方

速度依存特性を活かした使い方をご紹介します。

① 風振動を抑制し、中小地震から大地震まで効果を発揮できます

オイルダンパは速度依存の減衰ですので、小さい地震には小さい減衰力、大きい地震には大きい減衰力で変位を抑制します。また、バイリニア特性を選ぶことで風荷重による振動を抑制できます(次項の解析事例参照)。

② ねじれ防止効果が大きく安全です

地動外力を受ける免震層は重心に対して復元力や減衰力の剛心(モーメント中心)がずれていると、ねじれ振動が生ずる危険性があります。

図-1のような重心に対しオイルダンパがずれて配置され、重心点がX方向に水平運動して、重心点回りの回転モーメントの差により回転角 θ が生じた状態を想定します。

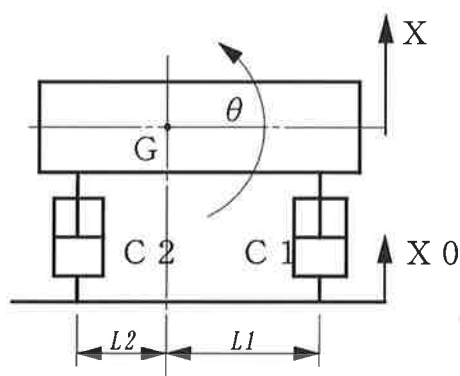


図-1 平面ねじれモデル

回転振動を増幅するモーメントは;

$$M1 = C1 \cdot (\dot{U} - L1 \cdot \dot{\theta}) \cdot L1$$

回転振動を減衰させるモーメントは;

$$M2 = C2 \cdot (\dot{U} + L2 \cdot \dot{\theta}) \cdot L2$$

式の括弧内に注目しますと、増幅側は回転が生じた時点で減少し始め、一方減衰側は増加する働きをします。すなわち、ねじりが発生した時点で加振側の力が小さくなり、一方、減衰側の力は大きくなりねじりの発生し難い作用をします。この効果は取付け位置が重心から離れているほど大きいので、長方形建物のねじれがしやすい建物等に有効です。

③ 原点復元が容易です

オイルダンパは速度に比例して抵抗力(減衰力)を発生します。速度が0の時は抵抗も0になりますので積層ゴムに復元力があれば容易に復帰します。厳密にはオイルダンパの摺動抵抗がありますが、積層ゴムの復元力に比べ小さいので残留変位は無いと考えられます。

④ 解析が容易になります

オイルダンパの減衰特性は(C)で表せますので、次項の選定事例のように運動方程式が簡素化され解析が容易になります。

3. オイルダンパの選定事例

基礎免震は部材の種類も多く、特性も異なり、また、組合せも多種多様となるため動的解析は専門の解析部門で実施されているのが現状です。

オイルダンパの特長は速度依存で性能が減衰係数Cで表すことができることで、これと、天然ゴム系積層ゴムの線形ばね特性を組合せると解析が容易で効果的な基礎免震が得られます。

以下に天然ゴム系積層ゴム+オイルダンパの設計事例についてご説明します。

計算事例として下記のような免震部材を考えます。

上部構造重量 $W=6000\text{ton}$

免震層固有振動数 $F_n=0.3\text{Hz}$

最大地震波速度 $V_{\max}=75\text{kin}$

最初に大まかな選定をします。

① 最初に系の固有振動数(f_n)を決め積層ゴムのばね定数を求めます。

構造物を図-2のように重量(W)の1質点モデルに単純化し、調和地動に対する定常応答とします。

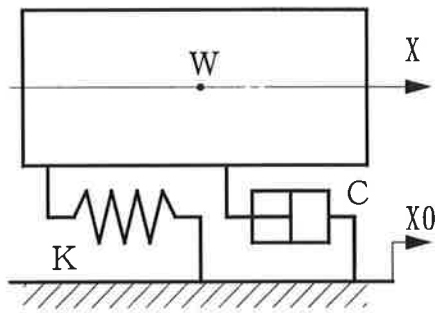


図-2 地動1質点モデル

積層ゴムを近似的に線形のバネ定数(K)で表すと固有振動数は、次式で計算出来ます。

$$f_n = \frac{1}{2\pi} \cdot \sqrt{\frac{K \cdot g}{W}} \quad \dots\dots\dots ①$$

ここで、gは重力加速度で980cm/sec²で、この固有振動数を地震の卓越振動数より1/2~1/3位小さくすると免震効果が上がります。一般に0.3Hz前後が多いようです。

② 次に臨界減衰係数(Cc)を求めます。

振動とは変位がプラス、マイナスに変動する現象のことですが、振動体の減衰を大きくしていきますと振動しなくなる限界値があります。これを臨界減衰係数と言い次式で計算出来ます。

$$C_c = 2 \cdot \sqrt{\frac{K \cdot W}{g}} \quad \dots\dots\dots ②$$

この臨界減衰係数を基準にして最適な減衰係数(C)を決めますが、この比を機械関係では減衰比(ζ)と称しますが、建築関係では減衰定数(h)と言います。

$$h = \frac{C}{C_c} \quad \dots\dots\dots ③$$

③ 最適減衰係数の求め方

図-3は一般に知られています共振曲線ですが、減衰定数(h)をパラメータにして、振動数比(f/fn…、f;地震振動数)に対する振動伝達率を表しております。

弾性を持つ振動系での減衰の役割は、振動の収束を早めることと、振動の増幅(共振)を抑えることで、どちらも減衰係数が大きいほうが効果的ですが、他方では減衰を大きくすると地震の振動を上部に伝えてしまう逆の効果もあります。図-3では振動数比√2で効果が逆転しているのが判ります。

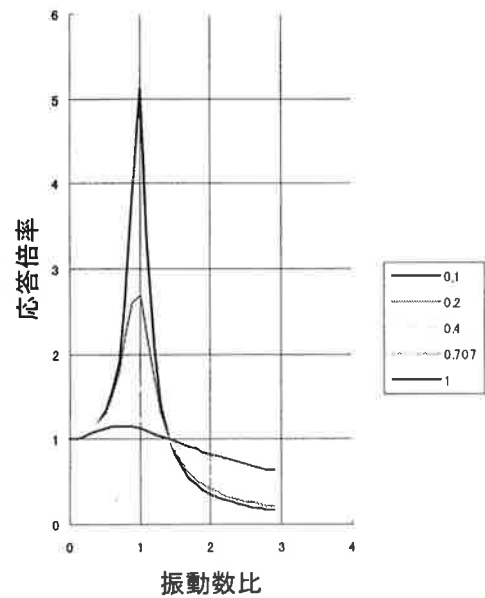


図-3 地動共振曲線

最適値は応答加速度を重視するか、免震層変位を重視するかで異なりますがh=15~30%の範囲で選び次式で減衰係数を求めます。

$$C = h \cdot C_c$$

これに、①、②式を代入して；

$$C = 4 \cdot h \cdot \pi \cdot \frac{W}{g} \cdot f_n \quad \dots\dots\dots ④$$

減衰定数h=0.2としますと、④式より；

$$C = 4 \times 0.2 \times 3.1416 \times \frac{6000}{980} \times 0.3 = 4.62$$

④ 次に、オイルダンパの大きさと使用本数を決めます。

入力地震波の最大速度(Vmax)と免震層の相対速度が近似的に等しいとしますと、オイルダンパ1本当たりの最大減衰力(Fp)を次式で計算します。

$$F_p = \frac{C \cdot V_{\max}}{N} \quad \dots\dots\dots ⑤$$

ここで、Nは1方向のオイルダンパの使用本数で原則的に偶数本数とします。

1方向6本使用し、Vmax=75cm/secとしますと；

$$F_{p \max} = \frac{4.62 \times 75}{6} = 57.75 \quad \text{ton}$$

同様の条件で、ストローク(Sp)は想定最大全振幅で次式で計算します。

$$Sp = \frac{V_{\max}}{\pi \cdot fn} \dots\dots\dots ⑥$$

$$Sp = \frac{75}{3.1416 \times 0.3} = 79.6 \quad \text{cm}$$

また、1本当たり減衰係数(Ci)は；

$$Ci = \frac{C}{N} \dots\dots\dots ⑦$$

$$Ci = \frac{4.62}{6} = 0.77 \quad \text{ton} \cdot \text{sec/cm}$$

⑤ オイルダンパの配置と合成減衰特性について

オイルダンパはその構造上、軸方向にしか減衰力は働きません。そこで、平面運動する場合はX、Y方向に重心位置に対向して偶数本数配置し、さらに、自由に平面運動できるように取付け構造にして任意方向に同一の特性が得られるようにしています。

すなわち、図-4のように減衰係数(C)のオイルダンパをX、Yに配置した場合、任意方向(X軸との角度 θ 方向)に速度(V)で動かした時のX、Y方向の分速度は変位によるオイルダンパの傾き角度を無視しますと；

$$V_x = V \cdot \cos \theta$$

$$V_y = V \cdot \sin \theta$$

よって、X、Y方向のオイルダンパの減衰力は；

$$F_x = C \cdot V \cdot \cos \theta$$

$$F_y = C \cdot V \cdot \sin \theta$$

よって、 θ 方向の合成抵抗力は；

$$\begin{aligned} F_{xy} &= F_x \cdot \cos \theta + F_y \cdot \sin \theta \\ &= C \cdot V \cdot (\cos^2 \theta + \sin^2 \theta) \\ &= C \cdot V \quad \dots\dots\dots ⑧ \end{aligned}$$

すなわち、上式はX、Y方向に直角にオイルダンパを配置すると、1本分の減衰になってしまいますが、任意の方向に同一の特性が得られることを表します。

また、重心の平面運動に対しては1本分となりますが、重心回りの回転運動に対しては2本分作用しますますので安全度の高い配置といえます。

⑥ 風荷重を考慮したオイルダンパの特性

基礎免震は地震動を上部構造に伝えないようにする振動絶縁の考え方で、固有振動数、減衰定数が決められますが、風荷重は図-5のように直接上部構造に振動荷重が入る強制外力に対する定常応答の振動モデルとします。

この場合の共振曲線は図-6のように減衰定数が大きいほど効果がありますので、振動絶縁とは相反します。

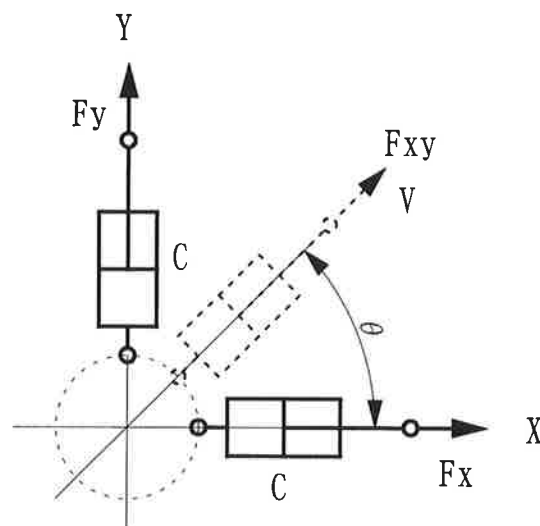


図-4 オイルダンパ配置合成減衰力

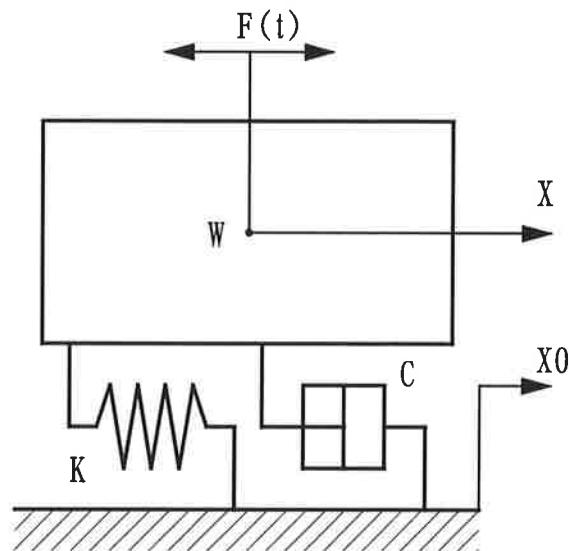


図-5 強制外力モデル

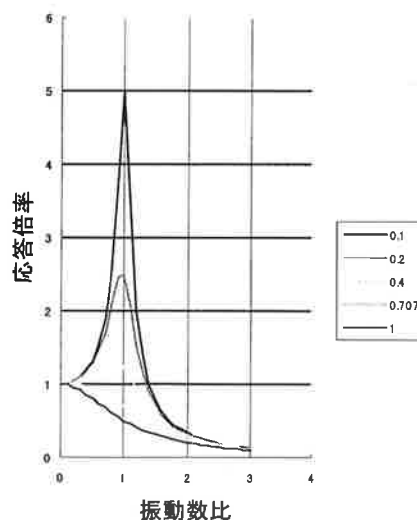


図-6 強制外力共振曲線

そこで、免震層における風と地震による相対速度の違いに着目し、風による遅い速度は減衰定数を大きく(0.5~0.7)、地震のときの早い速度では小さくします。風時 $h=0.7$ としますと；

$$Cb = 4 \times 0.7 \times 3.1416 \times \frac{6000}{980} \times 0.3 = 16.2$$

1本当たり；

$$Cbi = \frac{16.2}{6} = 2.69 \quad \text{tonf} \cdot \text{sec/cm}$$

オイルダンパの減衰力特性は図-7のように速度に対してバイリニヤの特性になり、減衰係数は図-8のように1次減衰は一定値で、二次減衰の領域では急激に下がり90cm/sec付近でリニヤの減衰と同一になるようにしています。

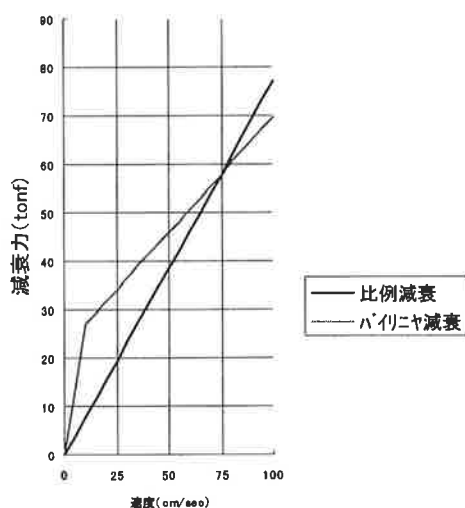


図-7 減衰力特性

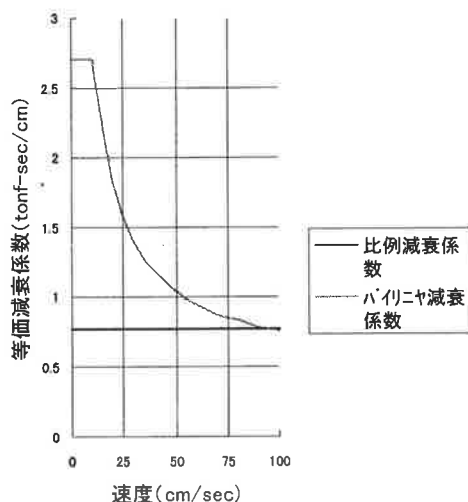


図-8 等価減衰係数

⑦ 地震波応答計算

以上のように概略の選定をして、最終的には地動、風外力共に調和振動ではありませんので、ランダム外力の応答計算をします。

免震層の地震波応答計算は図-2の1質点モデル(各階の応答加速度、せん断力を求める場合は、多質点系モデルとする必要があります)で行います。

運動方程式も下記のように、塑性ダンパのヒステリシス特性や粘性ダンパの非線型特性の複雑な数式を必要としないので、汎用の解析ソフトが使用できます。

$$\frac{W}{g} \cdot \ddot{X} = K \cdot U + C(\dot{U}) \cdot \dot{U} \quad \dots\dots\dots ⑨$$

$$\ddot{U} = \ddot{X}_0 - \ddot{X} \quad \dots\dots\dots ⑩$$

ここで、

$$\ddot{X}_0 = f(t) \quad \dots\dots\dots ⑪$$

$f(t)$ は地震加速度の時刻歴データを使用します。これを数値解析しますが大型の計算機を必要とせず、汎用のパソコンで十分計算できます。

[計算事例]

前項の条件で地震波を神戸NS原波とエルセントロ NS75kine、50kine大地震時と5kineの小地震時の最大応答値を表-1に示します。

表-1 応答解析最大値

地震入力 (gal)			入力加速度 (gal)	応答加速度 (gal)	免震層速度 (cm/sec)	免震層変位 (cm)	ダンパ力 (tonf)
エルセントロ NS	75 kine	リ ニ ヤ	770	146	111	34	514
		バイリニヤ	770	143	106	31	436
	50 kine	リ ニ ヤ	513	97	74	23	343
		バイリニヤ	513	90	65	17	318
	5 kine	リ ニ ヤ	51.3	9.7	7.4	2.3	34.3
		バイリニヤ	51.3	13.2	4.4	0.87	71.2
神戸 NS	原波	リ ニ ヤ	820	118	84	26	388
		バイリニヤ	820	123	85	25	376

* 大地震はリニヤ減衰に対してバイリニヤ減衰の方が応答加速度、速度、変位、そしてダンパ力も小さく効果的といえます。

* 中小地震時バイリニヤは減衰が大き過ぎて応答加速度が大きくなっておりませんが増幅はしていません。

* バイリニヤ減衰は中小地震での応答加速度が多少高くなりますが、風荷重のような外部からの強制外力での振動に対しては全振動数範囲で応答倍率1以下の防振効果を発揮します。

⑧ オイルダンパの選定

以上のような検討経過を経てカタログから下記の形式、減衰特性は図-7のバイリニヤを選定します

形式 BDS100-800

最大減衰力 70 ton

最大ストローク 800 mm
ロット径 70 mm
シリンダー径 140 mm

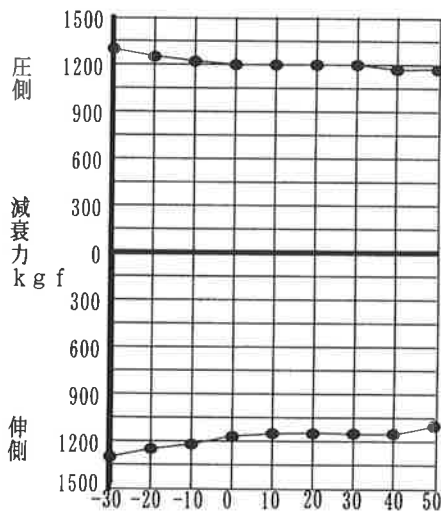
4. 免震オイルダンパの必要性能特性

オイルダンパは速度に依存した特性を持ちますが、免震部材として必要な、速度以外の性能に影響を及ぼす要因について述べます。

① 温度変化による性能変化が少ないこと(温度依存性)

基礎免震部材は外部に設置され外気温の影響を受け、さらに振動エネルギーを熱に変換しますので作動しますと温度が上昇します。粘性体の基本性能は基本特性①(前稿その1参照)でも判りますように、温度によってオイルの粘性が変化しますと特性が変化します。

しかし、速度比例弁を持ったオイルダンパは内部圧力(減衰力)で弁のリフトが変わり自動的に調整されますので、実用温度範囲では温度による性能変化は無視できます。



資料-1 オイルダンパの低温特性試験データ

低温環境で使用する場合でも資料-1に示しますように、オイルを低温用に変えることで対応できます。

② オイルの圧縮剛性の影響が少ないこと(オイル弾性依存性)

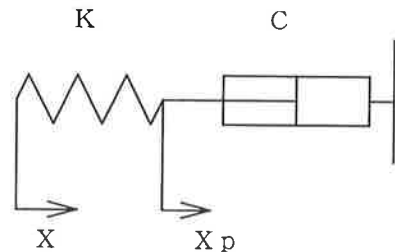
オイルダンパは高減衰、高周波での使用はオイルの圧縮による減衰係数の低下を考慮する必要があります。

オイルのバネ定数(K)、加振振動数(fn)、目標とする減衰係数を(C)としますと、図-9のバネと減衰が直列のモデルを解いて得られる等価減衰係数Ceqは次式で計算できます。

$$C_{eq} = \frac{C}{\left(\frac{2 \cdot \pi \cdot f_n \cdot C}{K} \right)^2 + 1} \dots\dots\dots ⑫$$

オイルのバネ定数(K)はオイルダンパの構造、ピストン径、圧力の作用する室のオイルの容積、そしてオイルの弾性率等から決まります。

前記事例のBDS100-800の場合では、K=100 tonf/cm前後になります。また、C=2.69ton・sec/cmとしてfnを変数として計算しますと図-10のように振動数fnが高くなりますと等価減衰係数Ceqは小さくなります。この特性は車両の懸架装置では高周波振動を受けにくい特性として積極的に利用されます。



K ; オイルの弾性等価バネ定数

C ; オイルダンパの純減衰係数

X ; オイルの弾性を含んだ変位

Xp ; オイルの弾性変位を含まない変位

図-9 バネダンパ直列モデル

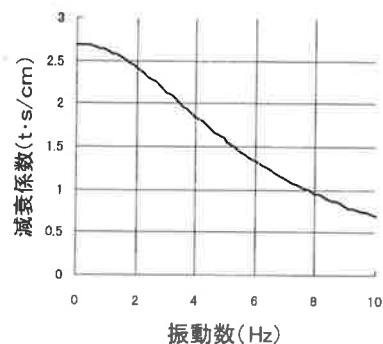


図-10 減衰係数の振動数依存性

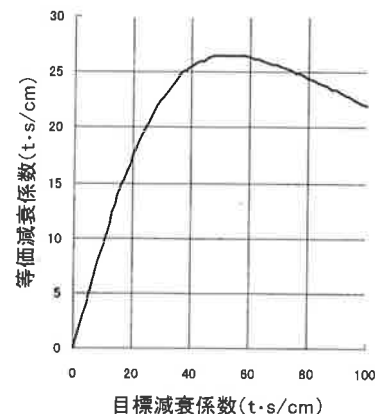


図-11 減衰係数の限界値

次に、 K 、 f_n を一定にして、 C を変数としますと、図-11のように最大値があり、それ以上大きくすると逆に小さくなってしまいます。
その最大値は次式で計算できます。

$$C_{\max} = \frac{K}{2 \cdot \pi \cdot f_n} \dots\dots\dots (13)$$

よって、高減衰、高周波での使用条件の場合は剛性の高いオイルダンパを選ぶ必要があります。本稿の事例では減衰係数は小さく、加振振動数も風で1Hz程度ですから問題ありません。

③ 繰返し耐久があること（繰返し耐久性）

一般に、機械部品の寿命は磨耗で支配されますが、60年想定の方および地震による作動回数を想定し耐久試験を実施しております。

100tonダンパ、80万回の作動回数で0.5～2.5%程度の減衰力の低下が見られましたが、その他の異常は認められませんでした。

④ 経年性能劣化が少ないこと（経年耐久性）

作動回数が少なく、内部は密閉され酸素の供給がありませんので機能部品のさび、磨耗、オイルの劣化等はありませんので、密閉状態が保持される限り、性能は変化しないと考えられます（末尾資料2に阪神地区3号神戸線高速高架橋に装着された30年実績データを示します）。

そこで、密閉状態を保持するパッキンの経年劣化でオイルダンパの寿命が左右されますので、自社製の特許パッキンを使用しております。

⑤ 取付時の調整が不要で、かつ容易であること

オイルダンパは工場で調整されて取付長の状態で納入され、取付長さ、角度の施工誤差も余裕があり、現地作業はピン結合するだけです。ただし、重量が数十キロから100キロ前後のものまでありますので、搬入方法は事前に検討が必要です。

5. 品質確認・維持

免震部材は設置後性能確認試験ができませんので工場段階での検査は重要視されます。

5.1 出荷検査項目（原則として全数検査）

- ① 外観寸法検査
- ② 全ストローク静作動検査
- ③ 気密検査
- ④ 減衰力検査

お客様との協議により複数点でのダンパ速度の減衰力を測定。

5.2 形式試験項目（オプション）

- ① 繰返し耐久試験
- ② 低温試験
- ③ 温度依存性試験
- ④ 振幅依存性試験
- ⑤ 衝撃試験

5.3 施工確認（オプション）

取付けに専門的な技術は必要としないので、一般的な確認を行います。

- ① 部材の外観状況の判断（取付長、有害な損傷、錆び、汚れ、オイル漏れ）
- ② 作動範囲内の障害物点検
- ③ 装着環境点検

5.4 メンテナンス

オイルダンパの主要部はオイルの中に密閉されているので、前記実績事例のように長期に放置されていても性能劣化はありません。しかし、直接的に性能に影響はありませんが、シリンダー外周のペイント、取付部のメッキ部などの錆に対するメンテナンスは必要です。

① 定期点検

（ペイントの耐久を考慮し5年から10年ごと）

* 部材の外観状況から補修の必要性を判断します。

② 臨時点検（火災、水没、大地震に遭遇したとき）

* 部材の外観状況から損傷の程度、オイル漏れの有無を点検、補修判断をする。

* 応急的な判断は、ロットの曲がりとおイル漏れが無ければ性能的には問題無いと考えて良いでしょう。

6. おわりに

本稿でのオイルダンパ選定事例の天然ゴム系積層ゴムとバイリニヤ特性のオイルダンパの組合せは性能重視の新しい組合せの事例としてご紹介しました。

本格的に基礎免震が使われ始めましたのは兵庫南部地震以降でありますので、まだオイルダンパは本格的な量産体制とは言いがたく価格的にマイナスのイメージがあります。

現在、生産体制を整備しており、使い勝手の良い免震部材用オイルダンパとして成長するものと考えております。

資料-2 首都高橋梁ダンパ30年点検データ

* 3号神戸線橋梁耐震用オイルダンパ * 使用期間30年
* 94本中2本抜き取り調査 * 性能試験結果

	圧縮側		伸び側	
試験速度(cm/sec)	5	20	5	20
減衰力規格値(KN)	88 ±17	221 ±44	88 ±17	221 ±44
ダンパ NO.7154	78	216	78	216
ダンパ NO.7206	44	206	44	206

イタリアにおける免震構造物の視察報告概要

新日本製鐵 加藤巨邦

1. はじめに

1998年9月20日(日)～10月2日(金)の13日間、日本免震構造協会主催で、イタリアにおける免震構造物の視察を行ってきました。

本視察は、9月21日(月)～23日(水)の3日間、ローマにおいて「SMART STRUCTURES '98」の国際会議が開催されましたので、その会議に出席するとともに、イタリア各都市の免震・制振構造物の視察を行ってきたものです。

東京工業大学の和田章教授を団長として総勢15名の方々が参加されました。

初日に飛行機の大幅な遅れがあったものの、視察期間中は天候にも恵まれ、行く先々で時間どおりに大勢の方々の出迎えを受け、さらには大変熱心に説明をしていただき、非常に有意義な視察であったと思っています。

今回の視察では、免震建物のみではなく制振建物や補強建物の視察も行い、さらには、イタリアの免震構造技術者協会(GLIS)との合同会議も行いました。

ここでは視察を行った構造物についての概要紹介とさせていただきますが、別途発行致します「イタリアの

免震構造の現況調査報告」(日本免震構造協会より1999年2月発行予定)には、現地でのインタビューや入手した資料をもとにカラー写真で紹介するとともに、詳細に報告しています。御参考頂きたいと思います。

図-1に視察を行った免震建物の所在を示します。

2. 免震構造

2.1 University of Basilicata

バシリカータ大学は、イタリア南部のポテンツァにおいて、15年前に設立された大学で、1992年から新しいキャンパスの建設が進められている。

この新キャンパスは5つのブロックから構成されており、現在のところほぼ半分が完成した状態で、そのうち農学部校舎と自然科学部数学科校舎に免震構造が採用されている。

大学のあるこのポテンツァの町は、1980年11月23日にイタリア南部のカンパーノ・ルカーノ地方を襲った地震(M7.2、死者・行方不明4680名、負傷者7671名)によりほぼ壊滅的な被害を受けた町である。

以下に、視察を行った農学部校舎の概要を示す。

本農学部校舎は、同じ平面形状の建物(約84m×18m)2棟からなるRC造のツインビルで、この2棟の建物は上階において渡り廊下で結ばれている(この渡り廊下の支点にも400mmφの積層ゴムが使われている)。2棟の各建物は、最上階の高さを合わせてさらに5階建てと6階建ての2つのブロックに分かれている。これは、敷地に段差があったためと、平面形状が長方形であるため長手方向の膨張収縮も考慮して設けたようである。

本校舎に使用されているアイソレータは800mm角の高減衰積層ゴムで、総個数は、 $2 \times (34 + 32) = 132$ 体である。これらの積層ゴムは建物1層目の柱頭部分に設置されている。その理由は、擁壁の高さを抑えて基礎工事にかかるコストを低く抑えるため、とのことであった。

本免震建物の固有周期は、1.5秒(せん断変形率90%における等価剛性で評価)で、免震部材の等価減衰定数は、約10%とのことである。

免震層の設計変位は25cmで、実際のクリアランスは50cmである。設備配管や犬走り等のジョイント部分については免震層の水平変位に充分追従できる構造にはなっていなかったが、地震によって壊れた場合には取り替えを行うつものようである。



- Seismic Isolation
 1. Department of Mathematics of the Univ. of Basilicata
 2. Blocks 1-4 of the Faculty of Agriculture of the Univ. of Basilicata
 3. New Fire Station Center
 4. Navy building
 5. TELECOM, ITALIA
 6. Livorno Highway

図-1 視察免震建物所在場所

また1997年10月には、建物を2cm引張って自由振動実験も行っている。

別途の報告書には、数学科校舎についても紹介しており、また、イタリアにおいて免震部材の大きな実験が行える施設を有しているのは、ISMESとバシリカータ大学のみであるとのことで、本大学が所有している試験機の概要についても紹介している。



写真-2-1 農学部校舎外観



写真-2-2 1階柱頭部の柱梁交差部上に設置された積層ゴム



写真-2-3 渡り廊下支点部(400mmφ積層ゴム)

2. 2 Navy Building

視察を行った建物は、イタリア海軍が1990年～1992年の間に建設した6棟の免震建物の一つであり、マルケ州アンコーナにある海軍訓練所の一角に建っている建物である。この免震建物は、現在、診療施設をもつ募兵センターとして使用されているが、大地震などの災害が発生した際には付近住民の診療所としての使用を想定している。

建設地のアンコーナ付近は、1972年6月14日に発生した地震により被災しており、イタリア国内では地震危険地域として認識されているところである。

イタリア海軍は、海軍施設は如何なる緊急事態においても被害は最小限でなければならないこと等を勘案して、この建物に免震構造を採用したそうである。

以下に、視察建物の概要を示す。

本免震建物はRC造2階建てで、約61m×21mの整形な平面形状をしている。使用されているアイソレータは高減衰積層ゴムで、500mmφ:20体、600mmφ:24体の合計44体が設置されている。

積層ゴム形状については、 S_1 が10.4～12.5、 S_2 が3.5～4.2と日本でよく使われている形状よりも1層ゴム厚が厚くスレンダーな形状で、これにG10相当の硬めのゴム材料を用いている。

本建物に設置されているすべての免震部材には、製造番号・製品サイズ等が打刻された銘板が取り付けられていた。

本免震建物の固有周期は1.4秒で、免震部材の等価減衰定数は約10%とのことである。また、免震層の設計クリアランスは10cmで、比較的小さく設定されていた。そのためかどうか分からないが、設備配管類には日本と同様にフレキシブル管やゴム管等が用いられていたが、動きしろが少なく思え若干の不安を感じた。

設計にあたっては時刻歴応答解析を実施し、地盤特性による増幅を考慮しながら、各種パラメータを設定している。



写真-2-4 建物外観

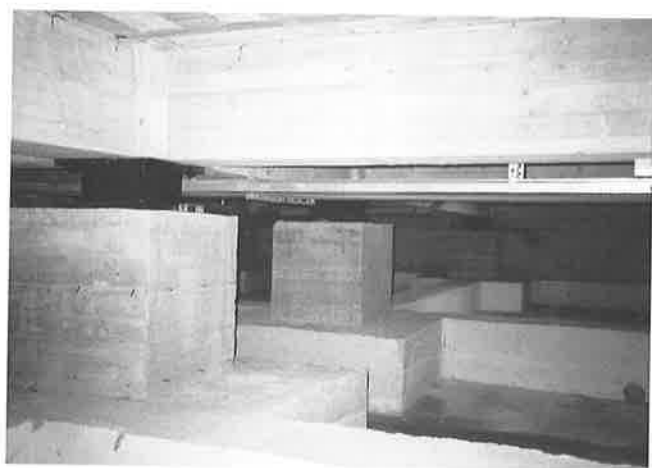


写真-2-5 積層ゴム設置状況

2. 3 Telecom Italia

本施設は、マルケ州の州都アンコーナの閑静な丘陵地に建っているRC造7階建てのコの字型をした建物で、全部で5棟の免震建物から構成されている。

この建物は、1972年に当地で発生した地震による被害を鑑みて、計画段階で免震構造に変更した建物である。

本建物の外壁には、イタリアの国旗にも使われている「緑色」を使っており、日本ではあまり見られない印象に残る鮮やかな色彩の建築物であった。

以下に、本建物の概要を示す。

アイソレータには高減衰積層ゴムを使用しており、全5棟で、500mmφ:182体、600mmφ:115体の合計297体が設置されている。

これら5棟の免震建物の固有周期は、およそ1.5~1.8秒であり、免震部材の等価減衰定数は、約10%とのことである。

動的応答解析による免震層の最大応答水平変位は、14cmとのもので、免震層に15cmを超える予想外の変形が生じた場合を考慮して、ゴムバンパーによるフェー

ルセーフシステムが設けられている。

積層ゴムの点検は、全体を4つのパートに分けて、3ヶ月に一度その内の1パートを目視点検している。すなわち、1年間ですべての部材を点検していることになる。しかしながら免震層の階高はあまり高くなく、点検の際には大変な苦勞ではないかと思われた。

また、別置き積層ゴム(500φ)を、本設の積層ゴムとほぼ同じ環境下と思われる地下階の部分に設置してあった。この別置き積層ゴムに対しては、上下2枚の支圧プレートを鋼棒とナットで締め付けており、面圧70kgf/cm²相当の荷重を与えている。そして、3ヶ月に一度、トルクコントロール法によって締め付け荷重の確認を行っており、さらに2年に一度、別置き積層ゴムをISMESに持ち込み、水平剛性の確認を行っている。

本建物には、屋上・1階・地表面に水平2方向と鉛直1方向の加速度・速度・変位を計測する地震計を設置しており、観測システムを構築している。

また、建物完成後には、自由振動実験を行って各種の性能確認をしている。



写真-2-6 建物外観



写真-2-7 積層ゴム設置状況

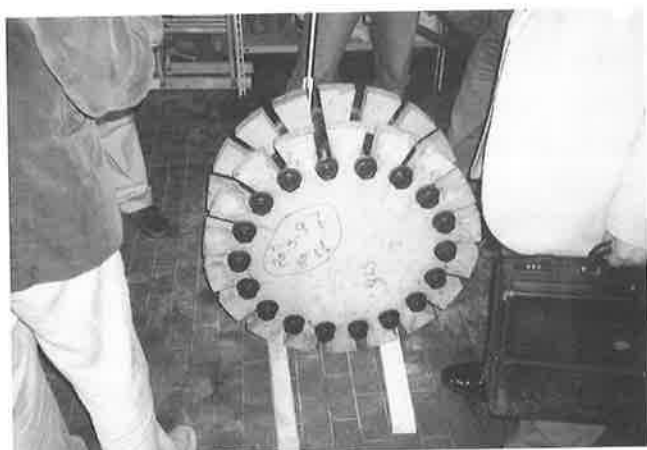


写真-2-8 別置き積層ゴム

2. 4 Livorno Highway (Mortaiolo高架橋)

本高架橋は、リボルノ市の北東部郊外に架けられた全長約8kmの免震橋梁であり、イタリアで最も長い免震橋である。

プレストレストコンクリート構造で造られた橋桁の基本型は、1ユニットが10連梁で1スパンが30～50mの長さで構成されている。そして全長8kmの高架橋は、連梁数や1スパンの長さが多少変化するが、この基本型の繰り返りで構成されている。

この高架橋には橋脚部と橋桁との間に、ベアリング支承と特殊鋼材で作られたE-形状の履歴型ダンパーが組み合わさった”二方向履歴型ダンパー支承”と称されるものが装着されている。

さらに、本高架橋に適用されている免震部材の特徴は、橋桁方向に取り付けるE-形状の履歴型ダンパーの中央部分において”衝撃伝達ユニット”と称するものを介してベアリング支承に接続されている。この”衝撃伝達ユニット”とは、小型のオイルダンパーで構成されていて、クリープ・温度伸縮等の静的な荷重に対しては何の抵抗もなく、振動等の動的な荷重に対しては反応するように作られているものである。

橋桁1ユニット(10連梁)における各支承は、両端部についてはステンレスとPTFEを使用したスライド支承、中央部については回転のみを許容し水平の動きを拘束する二方向履歴型ダンパー支承であり、他の部分については衝撃伝達ユニット付き二方向履歴型ダンパー支承である。

これらの免震部材の維持管理点検は、6ヶ月に1回実施するようにしていて、もし不具合が見つかった場合には部品を交換するようにしている。

本免震高架橋は、1995年に発生した地震を経験しており、地震後の調査において何の異常も認められなか

ったとのことである。

免震部材の開発者は、現地で頂いた論文に、以下のようなことを付け加えていた。

「免震部材とは、構造物のライフスパン10年の間で、およそ30秒の間だけ機能を発揮しなければならないような部材である。

そこで、免震部材に要求されることとは、

- 1) コンセプトが簡単であること
 - 2) 信頼性が非常に高いこと
 - 3) メンテナンスフリーであること
- である。」



写真-2-9 免震高架橋外観

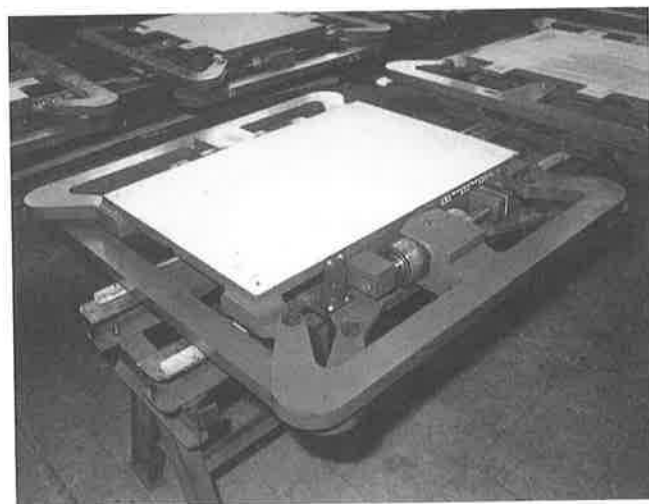


写真-2-10 二方向履歴型ダンパー支承

3. 制振構造

3. 1 ナポリ消防署センター第一ビル

NFSC (New Fire Station Center)

ナポリ市内の中心街からほんの少し離れたところにある、ナポリ消防署を訪問した。この消防署内には5棟の建物があり、その中で、正門から入ってすぐ右手側にある第一ビルと左手側にある第二ビルが積層ゴムとダンパーを用いた構造物となっている。

第一ビル・第二ビルともに、積層ゴムの適用方法が一般的なベースアイソレーションシステムとは異なるので、本報告書では制振構造のジャンルに分類した。

以下に、建物内部まで見学した第一ビルについて紹介する。

この消防署建物は、「Mobile Fire Brigade Building (車両消防旅団ビル)」とも命名されているようにナポリの車両消防隊の拠点建物である。

そのために、計画段階からグランドレベルでは駐車スペースを広くとるように柱間を大きくすることが求められた。

そこで、本計画では柱を集約してRC造のタワー柱（階段、エレベータに使用）を設け、その頂部でグリッド状のトラスのビッグガーダーを支持し、下階の床（2、3、4階の3層分の鉄骨床梁）はこれより吊り下げる構造としている。

当初の設計では耐震設計すらされていなかったようであるが、1980年11月に発生したCampano-Lucano地震により、公共事業省が消防の緊急性と重要性から耐震ビルとする計画変更を行ったようである。その際に、原設計のフレーム計画は変更しないで、頂部のトラスのビッグガーダーの支点到に積層ゴムを使用する、いわゆるトップアイソレーションの形を取り入れて耐震性を上げる計画としたようである。そのために、ダンパーを如何に効かせて応答を制御するかがこの建物の構造設計のテーマになったようである。

そして、この建物がイタリアで積層ゴムを採用した第一号の物件となった。

本建物には、積層ゴム支承と鋼材ダンパーが1セットになっているものが最上階の隅部柱に1台、側部柱に2台セットされている。また、鋼棒ダンパーには、鉛直の浮上に抵抗する細いものと、水平変位に抵抗するやや太く短いものの2種類が用いられている。

また、RC造のタワー柱と各階の梁が接する部分には、地震時の水平変位に対する緩衝材として、ネオプレンゴムパットを用いたバンパーを採用している。

建物内部を見学すると、随所にエキスパンションジョイントと吊り材が見られた。吊り材にはスチールの

むくの角材を用いており、消防署でもあるためか耐火被覆はされていなかった。吊り構造なので床振動を心配したが揺れは感じなかった。

また、別途の報告書には、第二ビルについても紹介している。



写真-3-1 積層ゴム支承



写真-3-2 建物内部の状況

4. 補強建物

4. 1 サン・フランチェスコ教会 (San Francesco Doumo)

イタリア共和国のほぼ中央部に位置するウンブリア州アッシジ市に、1200年前半に建設された本教会は、1997年に発生したウンブリア・マルケ地震（マグニチュード5前後の群発地震）により、フレスコ画等に大きな被害が発生した。

本教会は、世界遺産にも指定されている2階建ての教会で、当教会のフランシスコ教団を創設したフランチェスコを題材にしたフレスコ画が世界的に有名な教会である。

我々が視察を行った9月26日は、ちょうど地震災害発生の一周年にあたり、式典（プレゼンテーション）が行われていた。

その式典では、「一年が過ぎたが、人々の協力で教会がよみがえった、すばらしい施工法で誇りに思う。こ

の修復が世界の見本になるようにしたい。また、多くの寄付金が寄せられたが、修復工事の費用は国とウンブリア州との予算で賄うことができたために、その寄付金はコンテナ（仮設住宅）での生活を強いられた避難者のために使うことができた。」とのコメントがあった。

本教会の地震被害は、主に教会2階部分の二重構造となっている天井部分のヴォールト部と、袖廊部分先端にある組積造の壁にあたるティンパヌム部に発生した。そして、このヴォールト部には貴重なフレスコ画が描かれていたため、大きなダメージを被った。

以下に、見学を行った補強工事の状況を示す。

天井まで届くパイプ足場が組まれていた。新しいレンガ積みには木製の局面型枠が使われ、重要な部分には変位計を取り付け計測管理を行いながら、工事を進めていた。新しいレンガブロックまたは古いレンガブロック間に用いるモルタルは、材料試験等で充分検討されたものを用いているようであった。

ヴォールト部の強化としては、ひび割れ部分にはエポキシ樹脂や合成繊維の注入を行っていた。応力集中緩和の目的で、天井部分は屋根部分よりスプリング付きのサスペンション材で吊っていた。

また、式典での資料によれば、天井から落下する恐れのある部分に関しては、コンクリートブロック程度の大きさのユニットに分割して補修工場に送り、ユニットごとに補強と表面の修復を行っているそうである。さらに、天井から落下したフレスコ画の破片は拾い集めて修復するという気の遠くなるような作業を進めているとのことである。



写真-4-1 補強工事状況



写真-4-2 ヴォールト部の補強状況

4. 2 Pisa Tower

本斜塔は、石造8層・高さ約56mの鐘塔で、1174年に工事を着工し、鐘楼を持つ最上部は14世紀半ばに完成している。

工事が3層まで終わったところで地盤沈下が始まり北側に傾きはじめた。沈下は未だに続いているらしく、このまま放置しておくとも傾斜は徐々に進行し、あと1～2世紀で転倒してしまうといわれている。

国内外から保存や改修の提案が多くなされているが、現在ではどの案も決定には至っていないようである。

理由としては、ピサの街はこの塔が傾いていることで観光客を呼び賑わいを見せているので、完璧な補強策を施してもう倒れないとしてしまうことは良いことではなさそうで、倒れそうで倒れないようにする技術が必要なのだろうと思われる。

以下に、現在までの本斜塔に対する補強工事について簡単に示す。

- 1) 1800年前半に土台の補強工事を行った。
- 2) 1990年初めから傾斜の反対側に鉛の塊による重しを設けて、傾斜の進行を遅らせた。
最下層にPCケーブルを巻き、石の滑り出しを防止するようにしている。

また、現在は上層においても同様に鋼製のケーブルを巻き、はらみだしを防止する補強工事を進めている。



写真-4-3 補強状況

5. 合同会議

5. 1 GLIS & JSSI Joint Meeting

両国の免震技術の交流を深めていくために、アンコーナ大学において、GLIS(イタリア免震構造技術者協会)と、JSSI(日本免震構造協会)との合同会議を開催した。

日本サイドからは、まず初めに、JSSIの可児専務理事により『日本における免震構造の現状について』という題名で話をされた。

「日本建築センターにおける年度別評定件数をもとに、1983年～1997年までの免震構造採用の推移について説明した。1997年12月までで約500件の評定が完了しているが、日本においては、阪神・淡路大震災を契機に免震構造の採用が劇的に急増したことを示した。

また、免震構造が採用されている建物用途の変化について説明した。日本においては、当初は研究開発の目的が主流で、自社の研究所や寮等への適用が多かったが、阪神・淡路大震災を契機にマンションを含む住宅への採用が急増した。また、最近では比較的高層な建物への免震適用も出てきている。今後は、日本においても官公庁物件や歴史的建造物へのレトロフィット工事にも積極的に採用されてゆくであろう。また、戸建住宅への採用を促進すべく、安価で高性能な免震部材の研究開発も行われている。」

続いて、福岡大学の森田助手より『天然ゴム系積層ゴムアイソレータのクリープ試験について』という題名で発表された。

「積層ゴムの耐久性を考える場合、ゴム層の酸化による経年変化と長期間の軸圧縮力によるクリープ変形に関する検討が重要となる。そこで、2種類の天然ゴム系積層ゴムを用いての2年間のクリープ試験(110kgf/cm²、150kgf/cm²)の結果について説明した。この試験結果からは、100年後のクリープ量は数mm以内と予測

されており、設計上無視できるものと考えられる。

また、より高性能免震建築実現のために、面圧をさらに上げた場合(200kgf/cm²)について、3種類の天然ゴム系積層ゴムを用いての約3年間のクリープ試験の結果について説明した。この試験結果からクリープ量は面圧に関係なくS₁に依存する傾向が認められた。」

その後イタリアサイドからは、初めに、Martelli教授より『イタリアにおける免震構造の現状について』という題名で話をされた。

「現在イタリアでは、ダンパーや緩衝装置、免震システムを用いた橋梁は、150件を超えており、また、免震・制振システムを用いた建築構造物は30件を超えるようになってきている。その中の大部分の免震建物には、高減衰積層ゴムが使用されており、多段式の高減衰積層ゴムの使用例もある。

また、ゴム、免震部材、免震構造物に関する試験や解析も進んできており、さらには、免震設計ガイドラインとスタンダードの開発についても検討されている。

今後の研究開発プロジェクトとしては、文化遺産の地震時等の安定性を向上させるもの、原子力施設の設計ガイドラインに関するもの等がある。」

続いて、Forni技師より『イタリアにおける免震および制振に関する研究活動について』という題名で話をされた。

「建築・土木・産業施設に対する制振について、ENEL(原子力エネルギー研究所)は、様々なダンパー部材や転がりシステムの製造設計や特性の最適化、プロトタイプの製作、これらの部材による効果の評価について、振動台実験や数値解析による研究を行っている。

その中の一例としては、弾塑性ダンパーに、形状記憶合金SMAを使用したものや、ねじりを利用した装置も研究されており、また、温度による粘性度変化が小さいオイルを使用したオイルダンパーや、転がりボールシステムの減衰装置などの部材研究も行われている。

また、上記のような制振部材を用いての文化遺産構造物の修復に関する研究活動も行われている。」



写真-5-1 合同会議会場風景

6. おわりに

今回の視察は、イタリアの南部からスタートして、中部、北部とほぼイタリア全土を免震・制振構造物を探し求めて短期間で移動するという結構ハードなスケジュールでしたが、各視察先では大変な歓迎ぶりで、実際に免震・制振構造物の設計・開発に携わっている方々から直々に建物を紹介して頂き、大変楽しくかつ収穫の多いものであったと思っています。

現在イタリアでは、免震・制振デバイスを採用した橋梁や、免震・制振システムを用いた建築構造物は、相当数あるようです。今回の視察ではその一部分しか見ることができませんでしたが、その国の歴史と文化に根付いた架構特性の捉え方による各種構造物を拝見することができ、物事への視点を変える意味においても非常に有意義な視察であったと思っています。

イタリアにおいても本格的な免震構造は始まったばかりのように思いましたが、大学の研究者や設計者たちの免震に対する熱意は十分に感じ取れました。

また、今回の視察においては、施工し終わっている耐火被覆を我々のためにわざわざ剥ぎ取って積層ゴムを露出させて見せてくれたり、免震高架橋の現地では、橋脚上部に登れるように、免震部材の開発者が社員に梯子を用意させて待っていてくれたりして、イタリア人の人情・おおらかさに触れた一場面もあったように思います。

なお、別途の報告書には、以下の内容についても詳細に報告されています。

- イタリアの耐震規準について
- 「SMART STRUCTURES '98」で発表された論文について(タイトル一覧)
- イタリアの伝統的構法であるヴォールト構造やドーム構造について

- イタリア国内における免震部材性能試験実施機関について

また、当協会では調査しましたイタリアにおける約40棟の免震建物所在場所の一覧も掲載しています。

最後になりましたが、今回の視察において、周到な準備をしていただいた当協会の幹事の皆様、また、各視察先で多くの時間を割いて説明いただいた関係者の方々に感謝いたします。

リスクマネジメントと地震損害保険について

講演者：EQE インターナショナル 常務取締役 川合廣樹氏

免震住宅委員会は、平成10年6月11日に、戸建て住宅の免震準備会より正式に委員会として発足し、戸建て住宅の免震化の普及を目的とし、議論を行ってきた。その中で建築基準法改正により日本の構造設計界が、仕様規定設計より性能規定設計へ移行しようとしており、また日本の損害保険制度の規制緩和等により、地震損害保険を含めた日本の保険制度の在り方が今後大きく変わろうとしている。そして、その変革が免震構造の普及と密接な関わりを持つであろうということから、欧米における建築物と保険制度について多くの知識を持っているEQEインターナショナル常務取締役の川合廣樹氏を昨年10月13日に当委員会に招いて、EQEインターナショナルの活動を含め、欧米における保険制度の在り方と現在の日本の保険制度との違い等について話を伺った。

川合氏は1938年東京都に生まれ、1963年早稲田大学第一理工学部建築学科を卒業、'65年に同大学院終了後、日建設計入社、'81年から10年間日建設計で海外プロジェクト業務次長兼構造設計次長として従事した後、1年間MITに留学、経営工学を修学し、1997年東京大学より学位を授与される。その後、日建設計東京スタジオ設計室に配属となり、フラットスラブやアンボンドプレースを組み合わせた構造設計等を行う。また、川合氏は東京晴海の再開発プロジェクトの超高層建築物3棟の構造設計（日建設計/久米設計/山下設計）を担当し、建築物の損傷制御設計の導入を行う。'98年2月に現在のEQEインターナショナルに入社し、常務取締役として活躍している。EQEとはEarthquake Engineerの略で、地震を中心とした自然災害その他のリスクマネジメントのコンサルティングを行っており、サンフランシスコを本拠とし、アメリカ、ヨーロッパ、アジア各国で活動している。建築分野、化学分野等の各分野別に専門家約400人程度が従事し、保険、ビジネス各約50人を合わせ、現在約500人のスタッフで幅広い活動をしている。また、同様の会社はRMS (Risk Management Solution) 等、数社ある。

以下に、当委員会での氏の講演の要旨を紹介する。

- 講演の中で、まず耳にしたのは地震リスクマネジメントという言葉である。これは企業が地震によって生じ得る問題を認識し、また、想定されるリスクを理解して、その状態を軽減したり、転嫁するなどの方法で対処し被害を極力少なくするということである。

る。この事は氏が後に述べる、地震損害保険、建築物の損傷制御設計 (Damage Trerant Design or Damage Controlled Design)、耐震補強とも大きく関係している。

- 日本の地震損害保険は、火災保険の特約条項となっており、縮小てん補方式により地震災害があっても損害額を十分カバーしていない点が、アメリカの地震災害保険と大きく異なる点である。例えば、先の神戸の大震災において、神戸の建築損失は約6兆円と言われている。その中で、木造家屋の被害は約3兆円と考えると、特約によって地震損害を付保していた人は約2.4%、約1,600億円の保険料が累積保険料となっている。その内、支払われた保険金額は約1,400億円程度であり、地震による損害額を十分カバーしていない。これは、損害保険料率が政府により規制されていることにより生じている。政府資金は個人のために十分運用されておらず、痛みを感じているのは一般住民である。このような保険にかかわる規制を撤廃し、新しい保険システムの導入が必要と思われる。
- 今までは、各国の保険会社は日本の地震保険には一度地震が起きると一度に多額の保険金支払事態が発生することから、近寄るべからずであったが、日本の保険制度の規制緩和によって、現在の状況は大きく変わっていくであろうし、変わりつつある。各損害保険会社は、そのマーケティングに力を注いでおり、関東地方に大地震がきたら予想最大損害額 (PML: Probable Maximum Loss) は、企業の分だけで約140兆円に上ると予測されている。大体、その200分の1が保険料率とすれば年間ベースの保険料は、約7,000億円が企業向けの潜在マーケットと見込まれる。神戸震災後、良質な構造物を対象としていけば日本における地震保険は十分成り立つという考えに変わってきている。
- EQEでの実績の例を挙げると、1989年にカリフォルニア州に巨大な醸造所（施設の新規価格約1,200億円）を持つ、アンハイザー・ブッシュというビール会社から、大地震が起きたらどのような損害になるかを調査する業務を委託された。この調査においてEQEは、どこに脆弱性があり、どの程度の地震ならどういう状況になるか詳細に調査し、その結果をアンハイザー・ブッシュに報告した。その報告を基に、建物および施設等を耐震補強し、保険料を下げることを決定し、約16億円の費用を投じ補強を行った。改修・補強

工事が完了して3ヶ月後、すぐ近くでノースリッジ地震が発生し、推定500億円の巨額な損害を免れることができた。この調査の信頼性はEQE独自のデータベースによるものであり、1973年のサンフェルナンド地震以降、世界で起きた63の大地震の被害を隈無く調査し、データベース化してきた。先の阪神大震災においても、EQEのスタッフが詳細に被害状況を調査し(例えば天井の被害度とその吊り金具との関係等)、膨大な数の調査結果をデータベース化した。損害調査は、このような実際起きている被害状況を詳細に調査し、データベース化した資料を基に行っている、かなり高い精度で損害程度を推定することができた。このデータベースによる分析技術およびその情報をうまく利用するという点で、日本は工学の分野のみならず金融などビジネス分野でもアメリカに大きく立ち後れているように思われる。

- これからは、建物と保険とは今まで以上に関わり方が深くなるであろうし、建物を一種の証券化として資産の流動化を考えるようになると建築主や保険会社の建物への耐震安全性に対する考え方も大きく変わってくる。建築基準法の改正により、近い将来、耐震安全性を性能目標型の設計とすることで、地震や風、あるいは積雪等による応力に対し、構造物が安全であるかどうかの相対関係から評価する方向になっていくように思える。これからの耐震性能を考えると、地震の危険性に対し、地震の発生確率とその強度と構造物の被害確率の相対性から耐震性能目標を定めなければならない。被害については、構造物被害による人命への危険性、損傷に対する補修工事費、復元費用およびその間建物等を使用できなかった業務損失、あるいは取り壊しの可能性を考える必要があり、建物および施設等の地震による損失確率に基づいた性能目標を立て、損失と地震強度の要素を考慮して資本投下効率を高めることが重要である。これをもう少し詳しく説明すると、ハザードとしての地震危険度を地震の大きさと建物および施設の損失に対する超過確率としての関係を求める。また、建物と施設の脆弱性を地震の大きさとその被害が生じる確率としての関係を求め、これらより年間損失を損失額とその超過確率との関係として求め、資本損失率と地震強度の傾向の確率より設計性能目標を立て、その性能実現の設計をする。このことは、日本における企業経営の重要な目標となる。
- これからの建物の耐震設計は、大地震に対し、ある特定した部材にエネルギーを集中(損傷)させ、柱・梁等の主要部材は無傷のままにし、地震後はダメージを

受けたある特定して設計された部材(制震デバイス等)を簡単に取り替えるだけで元通りの耐震性能を持った建物にする(取り替え費用も安い)といった損傷制御設計が多く採用されてくると思われる。先に紹介した川合氏が構造設計に携わった晴海の超高層建物は、このような考え方に基づいて設計された制振構造である。

- これからの建物の耐震設計は、免震建物や上述した損傷制御設計等の手法を用いた制振構造のような耐震性能を明確にした建物でなければ、資産価値の低いものとなったり、ひいては資産価値の低い建物を所有している会社の格付けにまで影響することが予想される。アメリカでは事実、その様な状況になっているし、グローバルスタンダードの経済社会システムにおける日本の建物と保険という関係も欧米並みに近づいていくように思える。
- 現在、既に建っている建物の資産価値を耐震補強等により高め、将来発生するであろう大地震に対し、損失額を最小限に抑えることが重要である。また、新技術の導入により設計され建てられた建物等の予想最大損害額をはじき出すには、設計者や施工者にそれに関する情報をディスクローズしてもらうことが必要である。今後は、建物の耐震性能評価はきちんと行っていく行かなければならないと思うし、保険とリンクして災害時の個人企業の痛みを軽減する正しい社会的システムを構築していく必要がある。

以上が、川合氏の講演内容の要旨であるが、これ以外に地震保険に関する将来の展望や建物と保険とに関するいろいろな話を伺ったが、紙面の都合上、割愛させて戴いた。

また、講演会の中で使用された用語の中で重要と思われたものについては、以下に補足説明を行う。

- 予想最大損害額(PML: Probable Maximum Loss)
PMLとは、最大級地震が生じた際に建物を地震以前の状態に復旧するために必要な補修費の予想枠を、建物の再調達価値(全く同じ建物を建て直すのに必要な費用)のパーセンテージで表した値である。ここで、PML値は最大級地震が発生した場合の平均的な損失ではなく、想定される損失の上限を表している。したがって、保険会社はPML値を算定することによって、起こり得る損失の上限を知ることができる。さらにPMLを保険のガバレッジとし縮小してん補(一率支払い保険金を低減する)ではなく、実損分(PMLを上限として)を全額カバーする方式に移行する。

免震住宅委員会委員長 中澤昭伸

別置試験体に関するアンケート結果報告

技術委員会 別置き試験体整備WG

1. はじめに

現在の免震建築物のほとんどには別置き試験体(以後「試験体」と称す)としての積層ゴムが設置されている。この目的は、積層ゴムが建築材料としては比較的新しいため、水平・鉛直剛性やクリープ特性等の経年変化特性に関する資料が十分でないことから、定期的な試験を行い経年変化を調べるためである。しかし、阪神大震災以降、免震建築が急速に普及したとともに、半ば義務的に試験体を設置している例も少なくない。

当協会の技術委員会のワーキング・グループの一つである別置き試験体整備WGでは、試験体の意義、今後のあり方を技術的に評価しようとしている。その活動の一つとして、この度行われた「別置き試験体に関するアンケート」の結果がまとまったのでここに報告する。これは、すでに免震建物に設置された、またはこれから設置予定となっている試験体の現状を把握することを目的としている。

2. アンケート結果

平成9年3月、評定番号免1～免361に関し、別置き試験体に関するアンケートを行った。アンケートを送付したのは、当協会会員の建設会社・設計事務所47社であり、そのうち44社から回答をいただいた。回収率は79%である。なお、比較的新しい評定番号免300番台については回答を得られなかったものが多い。回答のあった免震建物273棟のうち215棟に設置されている試験体の状況を確認することができた。また、215棟の免震建物に対して、試験体の総数は303体であり、その中で試験結果を有するものは51体であった。

ここでは、アンケートにより確認できた試験体を、設置年度、試験体径、設置地方、設定面圧、せん断剛性、経年変化に関する試験結果の有無について分析した結果を紹介する。

2.1 設置年度

図-2.1に設置年度別の試験体全体の個数を示す。図-2.2では、その内訳として実機試験体(図中、実機)と縮小試験体(図中、縮小)に分けて表している。どちらの図とも、棒グラフ部分が年度別設置個数を、折れ線がその累積個数を表している。「実機」とは免震建物に実際に使われたアイソレータと同サイズ、同ロットから製作された試験体のことをさし、「縮小」とは設置された積層ゴムの縮小モデルのことである。

また、「未定」として示してあるのは、試験体の設置未定のものの他に設置不明のものも含んでいる。

1986年から年々増加し、阪神・淡路大震災を契機に免震建物が増加するのに伴い、試験体の数も急激に増えている様子がわかる。実機・縮小別では、縮小モデルの試験体が多く設置されている現状がよく伺える。

2.2 試験体径

図-2.3に径別の試験体個数を実機と縮小に分けて示す。図中、棒グラフが各径に対する試験体個数を、折れ線グラフがその累積個数を表している。図中、横軸の「100～」というのは試験体径がφ100以上200未満の範囲を表している。この図から、「縮小」では径がφ300程度、「実機」ではφ500程度のものが多く用いられていることがわかる。φ100の縮小モデルも多く設置されている。これらは1990年以前の比較的初期に設置されたものである。また、「実機」でφ185という小さいものがあるが、これは住宅免震で用いられているものである。

図-2.4に実機試験体、図-2.5に縮小試験体を、それぞれ種類別に分類したものを示す。凡例中、「NRB」は天然ゴム系積層ゴム、「LRB」は鉛プラグ入り積層ゴム、

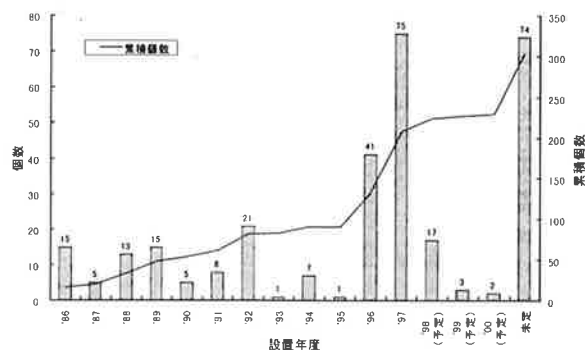


図-2.1 設置年度別・別置試験体個数(全体)

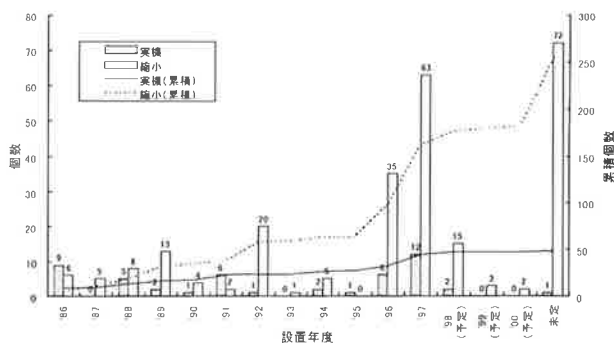


図-2.2 設置年度別・別置試験体個数(実機・縮小)

「HDR」は高減衰積層ゴム、「SLB」はクロロプレン積層ゴムを用いた弾性すべり支承を表す。実機試験体ではφ500、600程度の天然ゴム系積層ゴムが多く設置されており、それ以外の種類の個数は少ない。縮小試験体ではφ300程度の天然ゴム系積層ゴムと高減衰積層ゴムが多く設置されている。また、鉛プラグ入り積層ゴムの設置個数が少ないが、試験体として鉛を入れずに天然ゴムだけとしたものがあるためと思われる。

2. 3 設置地方

次に、試験体を都道府県別に分析した結果を図-2.6と図-2.7に示す。まず、図-2.6では都道府県別の免震建物数を表す。

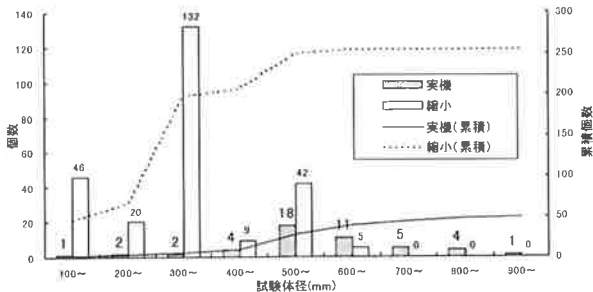


図-2.3 径別・試験体個数(全体)

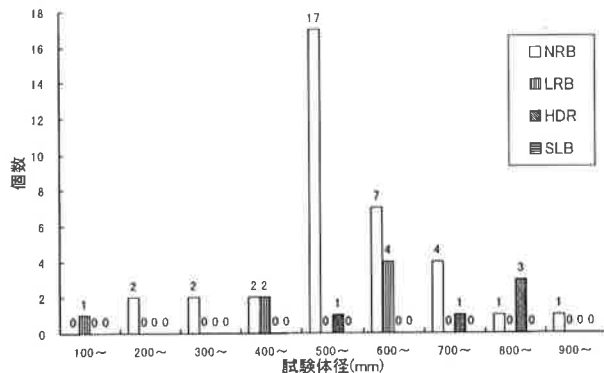


図-2.4 径別・試験体個数(実機)

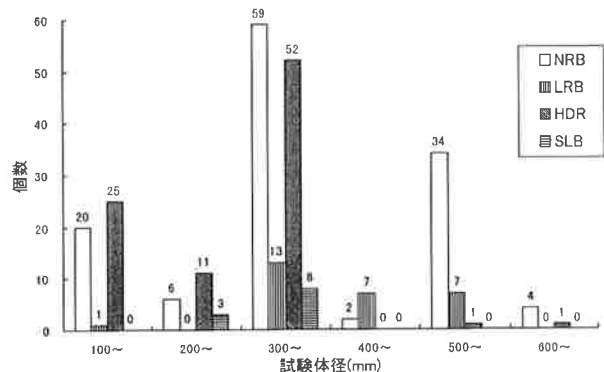


図-2.5 径別・試験体個数(縮小)

各都道府県上に示されている数字が免震建物数を示し、黒く塗りつぶされている県は免震建物が建設されていないことを表している。凡例中の括弧内の数値は都道府県数である。この図から、北海道から九州地方まで広い地域で免震建物が建設されている様子がうかがえる。東京都が84棟、神奈川県が44棟と最も多く、宮城県、兵庫県といった被災地にも免震建物が多く建設されていることが改めて確認させられる結果であった。

図-2.7は天然ゴム系積層ゴム、鉛プラグ入り積層ゴム、高減衰積層ゴム、クロロプレンゴムの別置き試験体を都道府県別に分類した地図である。天然ゴムと高減衰ゴムは全国的に広く設置されており、鉛プラグ入り積層ゴムは北海道などの寒冷地に設置されている一方で九州などの温暖地方に設置されていない。クロロプレンゴムはすべり支承による免震建物の数が少ないこともあり、都市部に集中している様子がわかる。また、免震建物が存在していても試験体を設置していない県もある。

2. 4 設定面圧

図-2.8の円グラフは試験体に負荷している面圧を総数214個に対する割合で表している。この図では「未定」および「不明」のものは省いている。0kg/cm²が26%、50~80 kg/cm²で1/3、80~100 kg/cm²が1/3を占めている。載荷面圧は12kg/cm²~150kg/cm²である。

図-2.9には試験体の設置年度と面圧の関係を示す。'96年、'97年頃から試験体に80~100 kg/cm²の高面圧を与えていることより、使用面圧が高面圧化している様子がうかがえる。



図-2.6 免震建物マップ

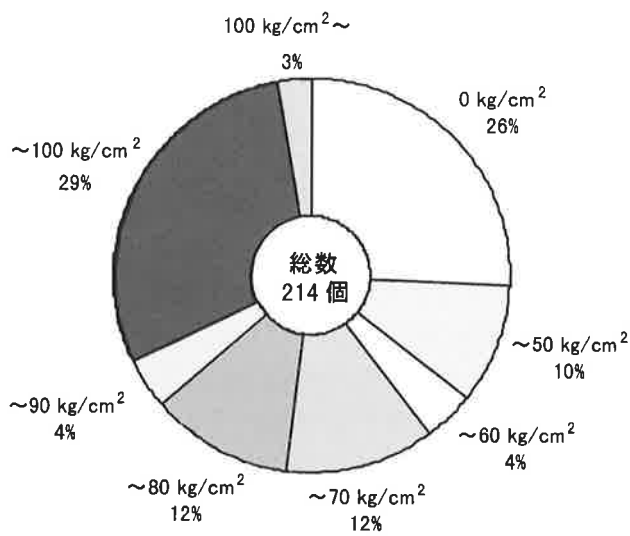


図-2.8 設定面圧の割合

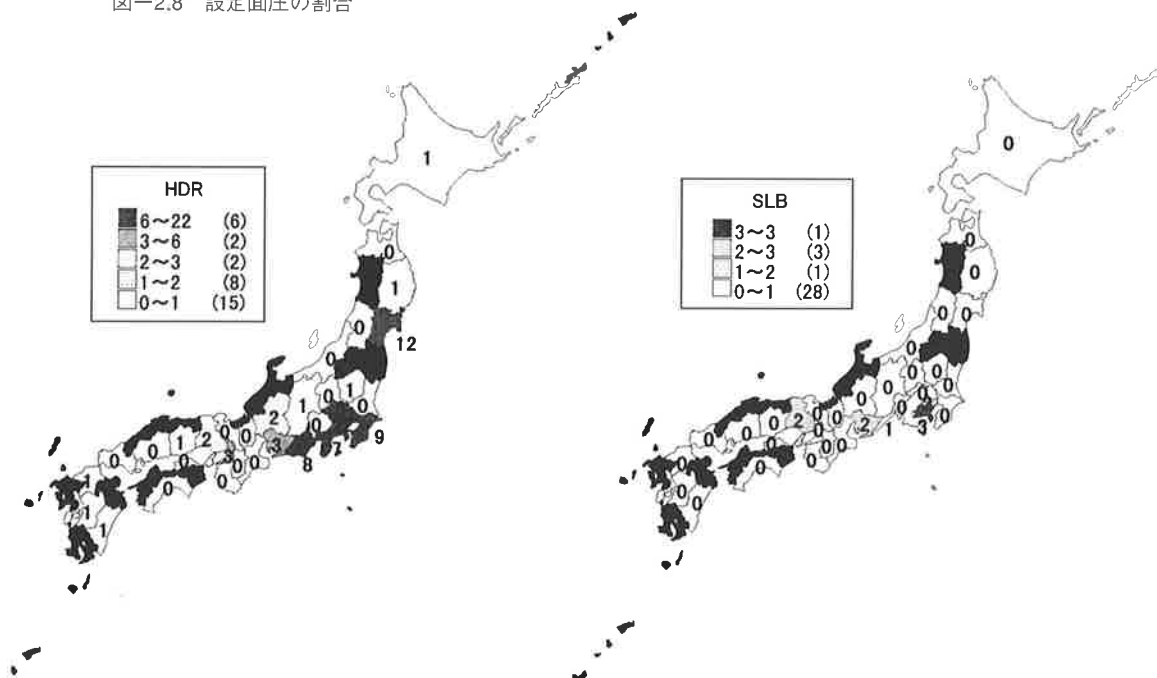
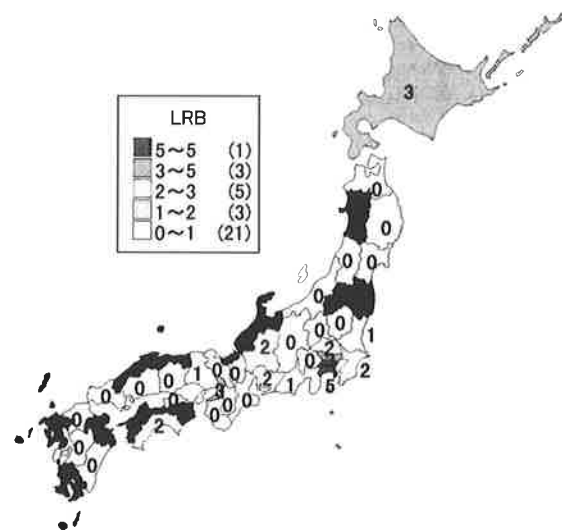


図-2.7 種類別・試験体マップ(数値が設置個数を示す)

図-2.10は実機試験体の径と設定面圧の関係を示している。 $\phi 500$ 以上の試験体から 80kg/cm^2 以上の面圧を与えている一方で、面圧0にしている試験体もすべての径にわたって存在している。図-2.11は縮小試験体の径と設定面圧の関係を示している。縮小試験体の場合は、各径に対して低面圧から高面圧まで設定されている。

2.5 セン断剛性

図-2.12に試験体のせん断剛性についてゴム種別ごとの個数を表している。凡例中の記号は図-2.4、図-2.5と同様である。これによれば、 $G=5\sim6\text{kg/cm}^2$ のものが最も多く使われていることがわかる。最近では、 $G=4\text{kg/cm}^2$ の製品もよく使われ始めている。

2.6 経年変化の試験結果の有無

最後に、過去10年の間に設置された別置き試験体の中で、どのくらい経年変化に関する試験結果を有している試験体があるかを示す。図-2.13には試験体径と経過年数の関係、図-2.14には設定面圧と経過年数の関係で表している。試験結果を有している試験体が310体中51体と約1/6にしか過ぎないが、大震災以前の建物数80件を反映しているものと思われる。

これらのグラフからは、試験体径が比較的小さい試験結果が多いことがわかる。しかし、現実的には実大サイズで高面圧がかかった状態、すなわち、より実物に近い状態での経年変化が知りたいことから、今後のデータ収集に期待したい。今回行われたアンケートから

は、試験結果の詳細な内容まではわからない。10年経過した試験体の試験結果も15件あり、現在、本WGでは引き続き試験結果を有する試験体に対して追加のアンケートを行っており、結果がまとまり次第ご報告いたします。また、今後も継続して試験結果を回収いたしますので、ご協力をお願いします。

3. 終わりに

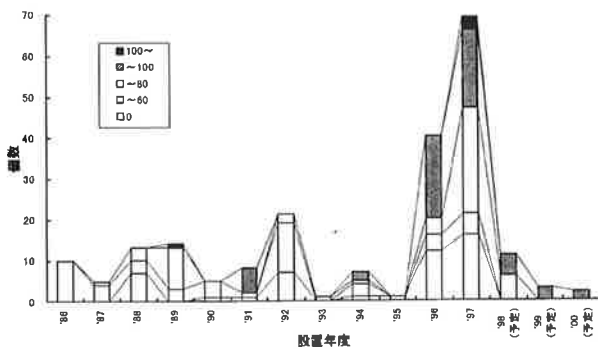
以上、当協会会員である団体の方々のご協力のもとに行った別置き試験体の現状に関するアンケート結果を簡単にまとめてみた。アンケートは様々な角度から分析でき、今回の報告はほんの一面に過ぎないが、それでも興味深い結果が得られたと感じている。おりしも、

顧客の負担を減らすために、メーカー独自に別置き試験体を設置し、管理していく動きもある。このアンケート結果をもとに、別置き試験体本来の意義、今後の方向性というものをもう一度考え直してみたい。

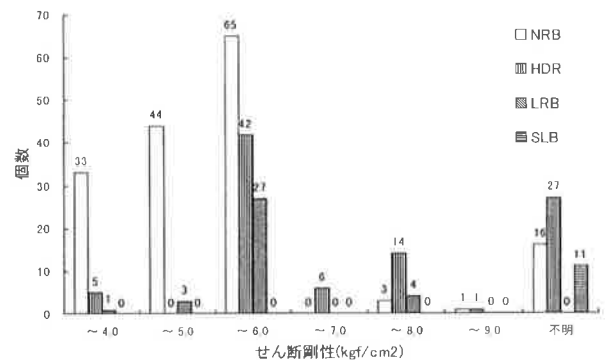
最後に、アンケートに協力していただいた関係の方々に心より厚く御礼申し上げます。この場をかりて、感謝の意を深く表します。

別置き試験体WG委員

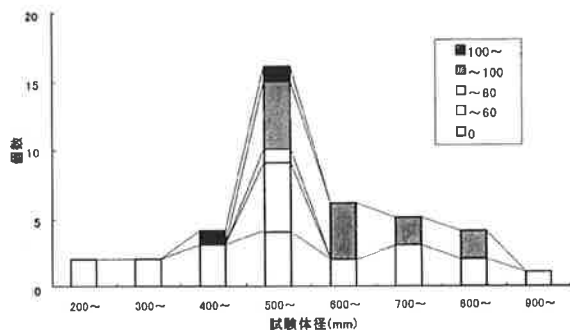
早川邦夫(奥村組)、芳沢利和(ブリヂストン)、早部安弘(大成建設)、飯塚真巨(鹿島)、中村嶽(大林組)、仲林健(三菱建設)、杉江隆明(佐藤工業)、西川一郎(昭和電線)、池永雅義(オイレス工業)、宮崎光生(ダイナミックデザイン)



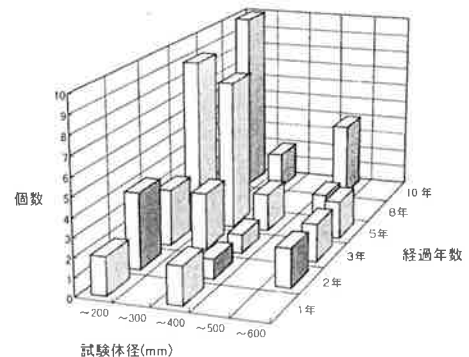
図一2.9 設置年度と設定面圧の関係



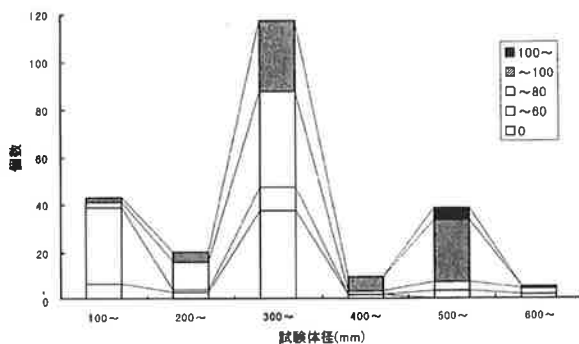
図一2.12 せん断剛性別個数



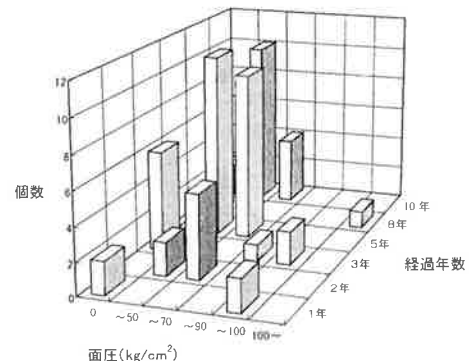
図一2.10 試験体径(実機)と設定面圧の関係



図一2.13 試験体径と経過年数の関係



図一2.11 試験体径(縮小)と設定面圧の関係



図一2.14 面圧と経過年数の関係

第10回日本地震工学シンポジウムの概要と免震展示コーナーの出展報告

事業企画委員会

平成10年11月25日(水)～27日(金)の期間に、横浜市の新横浜プリンスホテルにおいて、第10回日本地震工学シンポジウムが開催されました。この会議は、震災予防協会、地盤工学会、土木学会、日本機械学会、日本地震学会、日本建築学会の6学協会が主催し、4年に1度開催される日本における地震工学の最大イベントです。当協会では、会場に免震展示コーナーを設け、免震建築の普及を図りました。

(1) シンポジウムの概要(免震関連について)

全体会議の特別企画として、東京大学名誉教授 青山博之先生の基調講演「最近の耐震構造研究と今後の課題」をはじめ、「自然災害の危険度評価における最近の研究動向」と「液化化と水平流動の影響を受ける地盤と杭の相互作用」と題する2つの特別講演が行われました。そして、論文発表は口頭発表によるスペシャルセッション(48題)とポスターセッション(563題)で行われました。

“構造物の免震”をテーマとしたスペシャルセッションでは8題の論文発表が行われました。発表の中には、すべり支承や3次元免震部材に関連した研究とともに、模型構造物系に免震部材を組込んだ試験体の振動台を用いた動の実験研究が3題、積層ゴムの2方向動の実験研究が1題見られました。さらに、地震リスクマネジメント(SRM)によるライフサイクルコストの評価に関する研究や、積層ゴムに引張力が生じる免震建物の地震応答解析に関する発表がありました。また、別の“耐震改修”をテーマとしたスペシャルセッションにおいて、基礎免震レトロフィットの事例報告が1題なされていました。

“免震・制振”をテーマとしたポスターセッションでは、合計61題の発表が行われました。スペシャルセッションでは建築関連の発表が大半を占めていましたが、ポスターセッションでは、土木関連、産業施設関連の発表も数多く見られました。その中で、免震シールドトンネルや免震シェルに関する発表があり、免震構造の用途拡大が図られているのを感じました。また、すべり支承やLRBの経年変化に関する発表も行われていました。

中日の午後には、“免震・制震技術の今後の方向”と題したパネルディスカッションが行われました。コーディネーターは、石丸辰治先生(日大)と藤田隆史先生(東大)が交代で担当され、パネリストとして、両先生のほ

かに西谷章先生(早大)、藤野陽三先生(東大)と当協会の技術委員長である和田章先生(東工大)が出席されました。各パネリストから、最新の免震・制振(震)技術に関する報告と興味深い提言がなされました。その後のディスカッションの中では、建築基準法の改正に伴い実施が予定されている「性能設計」に関する議論がなされ、免震・制振(震)構造の性能の高さが次第に浮き彫りにされるとの見解が示されました。また、耐震性能を評価するためには、建物の初期建設費と構造耐力だけではなく、地震後の補修費用や機能喪失による経済的ロスなどを含めた総合的評価が必要となり、地震保険などのソフト面での対策も重要となるとの提言がなされました。また、軟弱地盤上の免震構造物の設計に関する議論が行われ、積極的な取り組みがなされるならば、産業施設を含む大きな市場があるとの提案も行われました。

(2) 免震展示コーナーの出展報告

日本免震構造協会では、発表会場に隣接して展示ブースを設置し、当協会と免震建築の紹介を行いました。当協会の展示ブースには、免震建築の実績や新年1月に神戸で開催するシンポジウムの紹介および当協会で実施した引張軸力下におけるせん断実験結果の速報をパネルで展示しました。さらに、初心者にもわかりやすいので好評な免震可動模型を設置しました。説明員には、当協会の事務局と事業企画委員会のメンバーが交代で当たりました。和田委員長にもご協力を戴きました。会場にはその他、横浜市や各種協会、建設会社およびメーカーなど、20を超える出展がなされ盛況でした。各展示ブースのテーマには、防災、免震、制振(震)、耐震補強関連のものが数多く見られました。

当協会の展示コーナーは、立地条件がよかったことも影響し、1日あたり50～100名の会議参加者が興味深く見学され、好評を戴きました。

平成11年1月7日 フジタ技研 田中清



写真-1



写真-2

免震シンポジウムの報告

広報委員会

兵庫県南部地震の発生からほぼ4年後にあたる1月14日に震災のあった神戸ポートアイランドにある神戸国際展示場で免震シンポジウムが開催されました。

兵庫県南部地震によってもたらされた都市災害で多くの教訓を得ました。居住者の保護、建物とそれが収容している資産の保全、建物の保有する機能の維持などを考え、その地域に安心して活動できる住空間が要請されています。このため、地震地域に住む人々のこれらの要請に十分答えるように、さらに多くの免震構造の普及が望まれます。今回のシンポジウムでは、免震建築について当初からあるいは日頃から携わっておられる方々を講師に迎え、講演・討議を通じて地域安全と免震の問題を考えようと企画されました。なお、免震シンポジウムは関西では初めてのものであり、当日の参加者は約220名と会場はほぼ満席で、西は九州、東は関東からの参加者もあり、免震建物に対する関心の高さが伺えました。

プログラム概要

テーマ：地域安全と免震—免震は建物を救う—

基調講演：「地域安全と免震構造」

大阪大学 井上 豊氏

「免震構造のなりたち」

東京工業大学 和田 章氏

「免震構造のしくみと適用」

京都大学 中島正愛氏

シンポジウム、パネリストからのコメント：

「建築家から免震建築への提言」

坂倉建築研究所 太田隆信氏

「なぜ免震構造が採用されたか？」

竹中工務店 山本 賢氏

「安全な建物を求めて」

東京建築研究所 山口昭一氏

討論：パネリスト間の討論

各講演者が、レジュメ、OHP、スライド、VTR、模型等を使って判りやすく説明されていた。

主催者代表挨拶のあと、井上氏は、我国の免震構造の現状として、日本建築センターの免震構造評定委員会での統計を用いて評定完了件数の最近の動向について説明された。用途別では共同住宅、事務所、その他の順で多く、平成9年度では、免震部材は3種類(天然ゴム

系積層ゴム、高減衰積層ゴム、鉛プラグ入り積層ゴム)あり、物件数はほぼ同程度の約50件ずつである。レトロフィット免震は平成8年度より数件出てきて、高層免震も平成9年度に数件ほど出てきている。年代別では、兵庫県南部地震前の10年間で約100件に対して地震後は約500件と、年間平均で20倍以上増加した。ただし平成9年度以降は落ち着いた傾向を示している。その他、建設地、建築延床面積、免震部材の数、種類等の動向の説明がなされた。

和田氏は、免震構法の採用実績に関して、兵庫県南部地震で効果を発揮したことで、免震構造の建設ラッシュが起きたが、建築総工事床面積の1%もなく、定着はしていないと説明された。また、現行の耐震基準の、建物は損傷しても人命は守るという目標は、兵庫県南部地震の統計により、ほぼ達成したと考えられるが、建物内部の財産喪失と維持機能の喪失を考えると社会的には満足できるものではないと言える。人命保護、建物の財産保全、内容物の保全、建物の機能維持の4段階を考えると、第4段階まで保証できるのは免震構造であり、またコストの面でもライフサイクルで考えた場合に免震構造は比較的優位であると述べた。そして、免震構造の定着のためには、構造設計者と発注者の免震構造に対する利点に対する理解が必要である。また申請手続きも面倒なのが免震の採用を踏みとどませることになっている。行政では性能の高低を決めるべきではなく建築を許可する機関であり、評定でも免震のグレードは評価すべきではなく、真の意味で第三者と言える民間の機関が必要であると述べられた。また、免震部材の圧縮破壊試験と引張載荷試験のVTRを用いて、現状の免震部材の設計には相当の安全率を用いていることを説明され、免震部材と建物の安全性を強調された。

中島氏は、地震時の個々の建物の揺れ方の違いについて地面の揺れの周期、建物の揺れの周期、共振現象をキーワードに説明された。また、意図的に揺れの周期を伸ばした免震建物では揺れが格段に減ることを模型を使った簡単な実験により説明された。また、免震部材として使われている積層ゴムとダンパーの典型例を幾つか紹介するとともに、筆者が実施された免震部材の地震応答実験のビデオを通じて、免震部材の挙動を説明された。レトロフィット免震の例として、歴史的建造物など姿形を変えることが許されない建物へ耐震改修の例として国立西洋美術館本館、建物を継続的に

使用しながらの耐震改修として東京都豊島区役所本庁舎の改修工事、また米国の2事例と併せて概観し、他の改修方法では代替できない特長を説明された。

いずれも免震建物の現状と考え方について一般の方々にも判りやすい説明をされ、内容については免震装置の特長を生かした最近の実例を通して、免震建物の有用性を強調されていた。

太田氏は、入所の年に携わった国立西洋美術館の最近の改修工事にも携わった経緯などの説明をされ、また大阪市中央公会堂の改修工事の説明をされた。基礎下免震なので、基礎下の作業が大変であり、今後コンパクトな重機が必要であると述べられた。

山本氏は、兵庫県南部地震後に神戸市内において採用された免震建物の5例を紹介し、オーナーが免震構法にどのような関心を持ち、どのようなプロセスで採用に至ったかを説明された。建物を守ると共にそこで働く人々の人命と財産を守るのがオーナーの努めという使命感から実現した賃貸オフィス、貯酒タンクの倒壊により経営面で影響を受けた酒造メーカー醸造工場の建替えに際し、地震保険をかける費用より免震構法が有効であると判断して採用に至った酒造メーカー醸造工場の例、震災後初めて神戸市が募集した事業コンペで免震構法が採用された集合住宅の例、上部構造では耐震性が確保できないような歴史的建造物の倒壊後の復旧に際し免震構法を採用した例、情報活動を維持するために免震構造を採用した電算センターの例を紹介された。

山口氏は、建築構造に求められる性能を列挙され、それらを調和させるのには高度な判断が求められることが課題と述べられ、また慣用耐震設計の問題点を踏まえつつ免震構造の有用性を説明された。

討論では、建物地域の安全性、免震化にあたり苦労した点、適用例を通じた免震建築の位置づけ、今後の免震建築の方向、その他雑感などのついでに発言がありました。いくつかを紹介すると、山口氏は、在来の耐震構造に対する壊れ方等も含めた信頼性は、免震構造に比べて劣る。太田氏は、在来の建物では壊れた後に対する発想が乏しい。和田氏は、評定の煩わしさ、行政の理解の乏しさから建築基準法の条文にない免震構造も含めた新しい構造形式が出てこない。中島氏は、在来の設計では許容時と終局時の間での壊れ方が不明確であるのに対して、免震では終局時まで無傷の一定の壊れ方をし、明確である。

最後に今回のシンポジウムが大盛況であり有意義であったことを主催者からのお礼としての挨拶があった。



写真-1 当協会の出展ブース風景
(震災対策技術展'99にて)



写真-2 基調講演風景



写真-3 シンポジウム風景

前田建設工業
細川洋治・宮木 聡

横浜ゴム平塚製造所見学会報告

広報委員会

1998年11月27日、積層ゴムアイソレータを製作している横浜ゴム株式会社平塚製造所の見学会が実施されました。当日は天候にも恵まれ、設計事務所、建設会社等各方面から50名の参加をいただきました。

当日は、当協会可児専務理事の挨拶に続き、天野皓司取締役・技術開発本部長から横浜ゴムの歴史と平塚製造所の概要の説明、岡本博工業資材工場長から積層ゴムアイソレータの製造工程および品質管理について説明がありました。技術開発一部の成田豊隆氏より、今日の見学についての説明がありました(写真-1)。その後4班にわかれて、RB工場での天然ゴム系積層ゴムおよび高減衰積層ゴムアイソレータの製造工程と大型2軸試験機による積層ゴムアイソレータの性能試験(写真-2)を見学しました。各製造工程においてトラベルカード(いつ、誰が、どんな作業を実施したか)の記入が義務づけられ特に品質管理が徹底されている印象を受けました(写真-3)。見学後質疑応答が活発に行われ、有意義な見学会となりました。

また、工場見学の後、同市内の袖が浜に現在建設中の(仮称)横浜ゴム湘南セミナーハウスの見学も併せて行われました。同セミナーハウスでは当作業所の糸賀氏より建築概要の説明を受けた後、免震層を見学した(写真-4、写真-5)。当建築物は、鉄筋コンクリート造地上4階建て、延べ床面積3,851m²の研修所の付属宿舎で

す。免震部材は、高減衰積層ゴム17台と天然ゴム系積層ゴム4台が使用されています。セミナーハウスの建築概要は下記のとおりです。

最後に、工場見学およびセミナーハウス見学に際してご協力いただきました上記の方々、技術開発一部本間洋一郎、MB販売推進部田島幹久氏の他、多数の横浜ゴムの方々に対しまして心より感謝の意を表します。

建築概要

名 称	(仮称) 横浜ゴム湘南セミナーハウス新築工事
所 在 地	神奈川県平塚市袖が浜19番
建 築 主	横浜ゴム株式会社
設 計 者	株式会社日本設計
施 工 者	清水・鹿島・間建設共同企業体
竣 工	1999年1月
用 途	研修所付属宿舎
構 造	鉄筋コンクリート造
階 数	地上4階 3棟
敷地面積	5,719.50m ²
建築面積	1,616.96m ²
延床面積	3,851.39m ²
免震部材	高減衰積層ゴム 17台 天然ゴム系積層ゴム (G=4.5) 4台



写真-1 ゲストハウスにおける説明風景



写真-2 大型2軸試験機による積層ゴム性能試験



写真-3 プレスによる加硫状況



写真-6 参加者全員で記念撮影



写真-4 建物前における建築概要説明



写真-5 免震層

免震構造用語集 — 免震構造設計編 —

技術委員会

【あ行】

アンカーボルト (anchor bolt)

免震部材を建物の上部構造や下部構造に定着するためのボルトを「アンカーボルト」と呼ぶ。アンカーボルトは、部材側の取付けボルトと躯体に打込まれる袋ナットより構成されており、上部構造体に打込む上部アンカーボルトと下部構造体に打込む下部アンカーボルトが必要になる。下部アンカーボルトは、部材を設置する際の位置決め役目もするため、アンカーフレーム等に組込んでセットされることが多い。

アンカーボルトに作用する応力は、部材に作用するせん断力や引張り力等が考えられ、これらの応力に対して安全であるように設計する必要がある。

位相 (phase)

振動、波動、回転運動等において、1サイクル中の位置を示す量をいう。正弦的に変化する量 X が時間 t の関数として $X=A\cos(\omega t+\alpha)$ によって表されるとき $(\omega t+\alpha)$ を位相とよぶ。振動系が周期関数の入力 $(x_0=a_0\cos(\omega t))$ を受けて定常振動をしているとき、その系のある部分の加速度は $\ddot{x}=a\cos(\omega t+\alpha)$ と表される。ここで α は入力に対する応答のずれを表しており、位相差とよばれる。

逸散減衰 (radiation damping)

建物が振動するとき、建物が持っている振動エネルギーの一部が地盤内部に逸散することによって生じる減衰。建物の剛性と地盤の剛性の相対的な関係から定まるものであり、一般的には建物の剛性が高く地盤が軟らかいほど逸散減衰は大きくなる。

Ai分布 (vertical distribution factor)

建築物の振動特性に応じて地震層せん断力の建物高さ方向の分布を表わすものとして、建築基準法施行令第88条の第1項の規定に基づいて、告示(昭和55建告第1793号)により定められたもの。

エネルギースペクトル (energy spectrum)

1つの地震動によって構造物にもたらされる総エネルギー入力 (E) は、主として構造物の周期に依存し、復元力特性の形態、降伏強度によらない一定値であるとの仮説のもとに、地震動の構造物への荷重効果をエネ

ルギー入力によって表現するために用いる。

総エネルギー入力 (E) と構造物の総質量 (M) を用いて下式で表される等価速度または速度換算値 (V_E) と構造物の1次固有周期 (T) との関係を、地震動の1つの構造物におけるエネルギースペクトルと呼ぶ。一般的な弾塑性系におけるエネルギースペクトルは、 $h=0.1$ (h は減衰定数)なる弾性1質点系のエネルギースペクトルで代表される。

$$V_E = \sqrt{\frac{2E}{M}}$$

鉛直震度 (vertical seismic coefficient)

建物が鉛直方向に振動するとき、建物に生ずる鉛直方向加速度の重力加速度に対する比。建物に働く鉛直方向地震力を静的な力で表すときに用いる。構造物の安全性の検討において、水平地震動と上下地震動の同時性を考慮するとき、鉛直震度を用いて上下方向地震力を評価することが多い。

鉛直震動 (vertical ground motion)

建物を鉛直方向に振動させるような、地震動の鉛直方向成分をいう。免震建築物では、水平方向の応答が低減されるため、相対的に鉛直震動の影響が大きくなると言える。また、大スパン構造物等では、鉛直震動により梁部材等に大きな応力が生じる場合があるので鉛直震動の影響を考慮した設計が必要である。

応答スペクトル (response spectrum)

地震動が1質点系によって代表される構造物に与える最大応答の影響を表現するため、最大応答と構造物の周期との関係にしたものを、応答スペクトルと呼ぶ。一般的に、構造物の減衰定数をパラメータとして表現され、地震応答スペクトルとも呼ばれる。応答の種別には、変位、速度および加速度がある。

応答スペクトルを用いることにより、記象(波形)をみただけではわからない地震動の種々の特性、特に構造物への影響が明確に読取れる。フーリエ・スペクトルは、地震動そのものの周波数特性を表すことができるが、そこには構造物という概念は存在しない。したがって、応答スペクトルは、フーリエ・スペクトルよりも工学的であるといえる。

応答倍率 (response magnificence)

建物が地震動などの外乱を受けて振動するとき、その外乱によって建物のある部分に生じる応答量(変位、加速度等)の入力外乱の大きさに対する比率。その値は外乱の振動数と建物の固有振動数、減衰により定まる。

応答変位 (response displacement)

建物が地震動などの外乱を受けて振動するとき、建物に生じる変位量。免震建築物の水平方向変位に関し言えば、応答変位はその大半が免震層の水平変位に集約され、上部構造自体の変形は一般的に小さい。

【か行】

解析モデル (analytical model)

構造物の実現象を解析する場合に、解析プログラムに合うように建物をモデル化したもの。必ずしも複雑なモデルが正確となるとは限らないので、実験結果および解析プログラムの特性等を考慮して、設計者が適切な解析モデルを設定することが必要である。

加速度 (acceleration)

物体がある方向に運動するとき、その速度に対する時間的変化の割合を加速度という。物体に加速度を生じさせるには、その変化の方向に対して力を作用させることが必要である(ニュートンの第2法則)。単位は cm/sec^2 であるが、 cm/sec^2 をgalということもある(重力加速度は 980 cm/sec^2 である)。

地震動のレベルを表す指標の一つとして、地震動波形の最大加速度が用いられることがある。また、免震構造において最も期待される効果は、在来構造と建物と比較して建物内の加速度が大きく低減される効果である。

下部構造 (under structure)

免震建物のうち、免震部材より下部の構造と基礎構造を下部構造と呼ぶ。

下部構造の設計用層せん断力は、当該部分の地震力を免震部材より上の上部構造の設計用層せん断力に加えた値とする。さらに、建物重量を支える積層ゴムアイソレータ廻りには、変形に伴う付加曲げモーメントが生じるので、このモーメントに対しても下部構造を適切に設計する必要がある。

完全弾塑性モデル

(elasto-plastic force-displacement relation model)

材料や骨組の弾塑性挙動をモデル化する際に用いられる解析モデルの一つ。降伏点までは初期剛性で進み、降伏点に達すると力はそのままで変形のみが進む(降伏後の剛性が0)。変形が減少すると初期剛性でもどり、逆方向の降伏点に達すると再び降伏して力が一定となり変形だけが進む。免震建築物の時刻歴応答解析を行う際の、免震層のモデル化において、鉛ダンパーの復元力特性等に用いられている。

基礎構造 (foundation)

上部構造および下部構造の荷重を地盤に安全に伝達する目的で設けられた構造部分。独立基礎、複合基礎、布基礎、べた基礎等がある。免震建築物は免震構造の採用により上部構造に作用する地震力が低減されるため、基礎構造に作用する地震力も低減される。

強度 (strength)

構造体および部材が、耐えることのできる外力の最大値のこと。

許容応力度設計 (working stress design method)

建物の構造設計に一般に用いられている方法で、各部材に生じる応力が材料ごとにある安全率をもつように定められた許容応力度以下であることを確かめることにより、建物の安全性を確認する方法。一般的には許容応力度を超えるような入力があっても、剛性や耐力の組合せによっては、許容応力以降の性状が確認できないことがある。

許容変位 (admissible displacement)

物体(建築構造の場合には、構造部材、構造体)に発生する変位(変形)の許容値をいう。構造設計の場合には、許容変位(変形)を建築物に要求される性能の目標として設定して与えられることが多い。

クリアランス (clearance)

あるものが動いたときに他のものと衝突・接触しないように設けられる一定量の隙間をいう。免震建築物では免震層で地盤との間に比較的大きな水平変形が生じるほか、上下方向にも多少沈込むことがある。一般には、クリアランスはこれらの変形に対して余裕を持って設定される。

減衰係数 (coefficient of viscous damping)

一般には、一定の速度に対して比例する抵抗があるとき、この抵抗係数をいい、次式で定義される。

(減衰係数 C) = (粘性減衰力 F) / (速度 v)

減衰定数 (damping constant)

減衰係数 C と臨界減衰係数 C_{cr} との比を減衰定数 h といい、次式で定義される。

$$h = C/C_{cr} \quad C_{cr} = 2\sqrt{MK}$$

ここで、 M : 質量, K : ばね定数

減衰定数が大きいと、自由振動では振幅が短時間で小さくなっていき、ランダムな外乱に対しては一般に応答が小さくなる。

工学的基盤 (engineering bedrock)

「工学的基盤」には一般的な定義はなく、現状はその「用語」を用いる人・指針(案)により定義されて用いられている。設計用入力地震動作成手法技術指針(案)(建設省建築研究所、(財)日本建築センター)による「工学的基盤」は、「せん断波速400m/sec以上の地盤」と定義されているが、原子力で用いられる基盤では、せん断波速700m/sec以上の地盤が定義されている。本来の基盤とは、その層境界でのインピーダンス比が大きく、なおかつその下層を半無限地盤と仮定しても、工学的に用いる周期帯での地震動の性質が変わらない層を称するのが妥当と思われるが、このような層は「地震基盤」と呼ばれ、関東平野では、深さ2～3 kmに存在している。構造物を設計する際に、この層まで確認することは難しく、ボーリングデータの存在するいわゆる「支持地盤」を称して「工学的基盤」と言うことが多い。

降伏強度 (yield strength)

降伏とは、ある物に作用する応力がある値に達すると応力が一定のままひずみが進行する現象をいい、この状態になるときの応力を、この物の降伏強度という。

軟鋼のようにじん性に富む材料では、降伏後の伸び能力があることからこのような現象が生じ、すぐには破壊しない(生物の場合でも同様なことが言える)。軟鋼の場合、引張試験における下位降伏点の応力を降伏強度としている。各部材の降伏強度を知ることにより、構造物の設計が可能になる。

降伏せん断力 (shear force of yield state)

じん性のある部材で構成されている構造物に荷重が作用した場合、ある荷重に達すると、降伏状態となる。

この現象を「降伏」と呼び、このときに作用している力がせん断力の場合、この荷重を「降伏せん断力」という。

履歴型ダンパーの水平荷重-変位関係においても、同様な特性がある。履歴型ダンパーのモデル化では、剛性勾配の変化する点を降伏せん断力と定めて用いている(詳細はJSSI規格を参照)。

剛心 (center of rigidity)

構造物に地震力のような水平力が作用すると、柱や壁体はそれぞれの剛性に応じて水平力に抵抗するため、剛性が偏って分布していると構造物は回転を生ずる。このときの回転中心を剛心という。剛心と建物の重量分布の中心である重心が一致しないときは、両者の距離に比例したねじれモーメントが生じる。免震建築物の場合、上部構造の重心と免震層の剛心を一致させ、免震層に偏心がないように設計していれば、たとえ上部構造の偏心が大きい場合でも、上部構造の動的な応力割増しは少なく、免震層自体のねじれ振動も小さい。

剛性 (stiffness)

構造物またはそれを構成する部材は荷重を受けると変形するが、この変形に対する抵抗の度合い、すなわち変形のしにくさの度合いをいう。単位の変形を生じさせるのに必要な力の大きさを表す。

剛体並進運動 (translational motion)

平行移動をするような運動で、構造物のすべての点が常に等しい変形をする運動のこと。免震建築物は、剛性の偏在(偏心率・剛性率)の影響は小さく、その地震時挙動は、概ね剛体並進運動である。

剛体 (rigid body)

どのような外力によっても、大きさや形が変わらない物体のこと。

免震構造では、柔軟な免震層に地震時の応答変位のほとんどが集中し、相対的に十分高い水平剛性を有する上部構造体は、ほぼ剛体的に振動する。

固有周期 (natural period)

減衰のない1質点系が自由振動しているときには、一定周期の調和振動となる。この周期(T)は、系の質量(M)と剛性(K)から定まり、 $T = 2\pi\sqrt{M/K}$ で表される。この周期を1質点系の固有周期と呼ぶ。減衰を有する場合の周期(T')は、減衰定数(h)を用いて、 $T' = T/\sqrt{1-h^2}$ で表される。

一般的な構造物は多層(多自由度系)となるため、通常は層数に対応した数の固有周期が存在する。周期の長いものから順に、1次、2次、 $\dots$ 、 n 次固有周期と呼ばれる。多自由度系の固有周期は、質量マトリックス $[M]$ と剛性マトリックス $[K]$ を用いた固有値問題に置換えて求められる

【さ行】

残留変形 (residual deformation)

荷重載荷したのちこれを取除いても変形は載荷前の状態に戻らない。このときの変形を残留変形という。残留変形の大小は構造物の塑性の程度を表す一つの目安となる。

積層ゴムでは水平に荷重を加えたのち、荷重を解放するとほとんど元に戻る。免震システムとして外付けダンパーに弾塑性系ダンパー(鋼材、鉛、摩擦等)を用いた場合、復元力(元に戻す力)が小さい場合には残留変位が生ずる場合もある。

刺激関数 (modal participation vector)

固有関数 u に関する固有値問題で、比率だけしか定まっていない固有ベクトルに刺激係数 β を乗じたもので $\beta \cdot [u]$ を刺激関数という。

任意の変位に関する刺激関数の全次数にわたる総和は常に1となる。

刺激係数 (modal participation factor)

固有関数 u に関する固有値問題で、多質点系の連立方程式の解である固有ベクトルの各成分は比率だけが求まって、その大きさは定まらない。モードの規準化の方法に各固有ベクトルのノルム(大きさ)を1にする方法が慣用的に用いられる。単位ベクトル $\{1\}$ を固有ベクトルによって展開したときのモード乗数 β を刺激係数という。

修正バイリニア (modificatory bi-linear model)

鉛プラグ入り積層ゴムや高減衰積層ゴムは変形を与えていくと、力と変形の関係は履歴ループを描く。このような復元力特性は弾塑性復元力特性と呼ばれる。弾塑性応答解析ではこの復元力特性を単純なモデルに設定する必要がある。弾塑性復元力を最も簡単にモデル化したもので、初期剛性と降伏後剛性の2つの剛性で表現するものをバイリニアモデルという。変位ごとに、このバイリニアを変化させるモデル化を修正バイリニアという。

初期剛性 (initial stiffness)

物体に力を加えたときの力と変形の関係は小さいうちはほぼ比例関係にあり、弾性挙動を示す。力が大きくなると比例関係が崩れ、変形の度合いを増す塑性状態になる。比例関係にある弾性状態の力と変形の比を初期剛性という。

震源 (earthquake mechanism)

地震は地下の岩石が急激に破壊されることによって引起こされる。その破壊がおこった場所が広い意味での震源である。実際の破壊の場所はある広がりをもっているから、この広がりを特に表現するときには震源域という語が使われる。一般に、震源は断層の中央ではなく、いずれかの端に近い場合が多い。

振動モード (vibration mode)

非減衰多自由度振動系の振動方程式における質量マトリックス M と剛性マトリックス K により構成される固有方程式 $(-\omega^2 M + K)\{u\} = 0$ を解いて得られる固有ベクトルのこと。固有ベクトルには直交性という性質があり、多自由度振動系の任意の振動状態は固有ベクトルの線形和として表現できる。免震構造物を多自由度振動系に置換した場合、1次の振動モードとして免震部材に変形が集中し上部構造にはほとんど変形が見られない振動モード形が卓越する傾向が強い。

振幅 (amplitude)

ある力学系が振動状態にあるときに、振動の変化量の最大値を振幅という。例えば、振動が、 p を円振動数、 t を時刻として $y = A \sin pt$ と表現されるときに、 A を振幅という。振幅は振動現象の大小関係を比較する場合の最も単純な指標となる。例えば、入力地震動のレベルを定義する場合には速度波形の振幅を用い、免震効果の一つとして加速度の低減効果を比較する場合には応答加速度波形の振幅を用いることが多い。

地震応答解析 (dynamic analysis)

対象とする建物の地震時における動的な挙動を確認するために、建物を質量とばねの単純なモデルに置換して、その最下部分に観測地震動や模擬地震動の加速度記録を外力として時刻歴で入力することにより、各時刻における建物の挙動(応答)を求めることができるが、これを「地震応答解析」と呼ぶ。従来は建物各層を1つの質点にモデル化して解析していたが、最近ではコンピュータの発達により、建物全体を完全立体モデルと

して扱い各部材の動的な挙動を把握できるようになってきている。

地震基盤 (*bed rock on earthquake wave travelling*)

地表での地震動を、基盤層に入力する地震動特性と基盤層の上にある軟弱な層による震動伝達特性に分けて推定する場合に設定される基盤面を地震基盤という。地震基盤での地震動は表層地盤の影響は受けず震源パラメータと震源から基盤までの波形伝達特性により決定されるものであることから、震源からの距離があまり変わらない地域では同じ波形となる。地震基盤は、表層地盤の震動特性が対象構造物の周期特性を包絡するように設定すべきであり、長周期構造物の方が地震基盤を深いところに設定する。周期1～10秒の長周期成分の地震動推定を目的とした地震基盤は広域の地域を対象として設定する必要がある、古生層または花崗岩(P波速度5～6 km/s、S波速度約3km/s)の上面を考えるべきである。一方、周期1秒以下の短周期成分を対象とした地震基盤はS波速度700m/s程度の地層の上面に設定される。

地震記録 (*earthquake record*)

地震の観測は、地面がどのように動くか(地震動)を記録することから構造物の応答を記録するものまで、目的に応じて、幅広く行われている。地震動や構造物の応答を記録する器械は、地震計と呼ばれ、変位、速度、加速度等の物理量を測定する。測定された物理量を地震記録と呼ぶ。

地面や構造物の動きを測るためには、地震のときにも動かない不動点が必要となるが、そのような不動点を作ることは不可能なので、一般に振り子が用いられる。

免震建物の応答を地震記録として観測する例が数多く見られているが、その目的は地震応答解析結果との整合性を確認しようとするものである。その際、最大応答値が検討対象となることが多いため、最大相対変位が測定できる簡易的相対変位計も使用されはじめている。

地震時可動範囲 (*seismic gap*)

免震建築物の免震層は、地震時において数cmから数十cmの水平変位の発生が想定される。免震部材に関しては、十分な性能を有したものが開発・実用化されているため、その安全性は十分確保されている。しかし、免震層が大きく変形するため、他の構造部材、非構造部材や設備機器および付属施設に対する適切な安全性(衝突の回避)、健全性への配慮ならびに敷地境界との関係

への配慮が必要となる。このように、種々の要因を考慮して定まる免震層の安全変位領域を、地震時可動範囲と呼ぶ。

地震時可動範囲の目安は、免震層の設計水平変位(δa)以上とし、大地震を想定した免震層の応答変位量に対し、1.5～2.0倍程度である。なお、積層ゴムアイソレータの水平変位に伴う沈込みに対する鉛直方向クリアランス(ゴム総厚の数%)の確保も必要である。

地盤種別 (*type of ground*)

構造物の被害が地震動との共振現象と深くかかわること、地盤には固有の卓越する振動周期があることが知られている。表層の地盤構成に起因する振動性状の違いをもとに、地盤を分類したものを地盤種別という。現行の建築基準法では3種類に分類されている。

日本建築学会の「免震構造設計指針(1993年改訂版)」では、設計用エネルギースペクトルとして、建築基準法との関係から、周期でおおむね1.0～5.0秒の範囲において、地盤種別により下記の値となることを提案している。

第1種地盤	$V_E = 120 \text{ cm/s}$
第2種地盤	$V_E = 150 \text{ cm/s}$
第3種地盤	$V_E = 200 \text{ cm/s}$

重心 (*center of gravity*)

断面の図心、剛体の全重力の作用点。

通常の設計では、建築物の各柱位置と作用軸力より建物の平面的な重量中心を求める。この重心位置に地震時の水平力が作用するものとして、建物全体に作用するねじれモーメントを剛心位置との関係(偏心)から算定する。

塔状比の大きい免震建築物(建物幅に対して建物高さが高い建物)では、立面的な重心位置も検討し設計されている例もある。

上下動 (*vertical motion*)

地震時に作用する地震動のうち、上下方向に作用するものを上下動という。

一般の建築物では、常に鉛直荷重が作用していることもあり、地震時の上下動による部材に対する影響が水平動による影響と比較して小さいこともあり、今までは考慮されることが少なかった。免震構造の場合、アイソレータが引張力に対して弱い(特性が不明確)という特性から、軸力変動について検討するとき、地震時の上下動の影響も考慮されている。

上部構造 (super structure)

一般の建築物では、地上部分を指して上部構造と呼ばれるが、免震構造の場合、免震層より上部にある部分を上部構造といっている。

免震構造の場合の上部構造は、免震部材により免震化されており、一般建築物では難しい地震時の安全性が確保されている。

靱性 (toughness)

入力された地震動によりメカニズムが形成された後においても、建物や建物を構成する各部材が不安定な挙動をすることなく、十分なエネルギー吸収をできるように変形することが確保された状態であることを「靱性」と呼ぶ。靱性を確保するために、メカニズムが形成される各部材においては、動的割増しを行った場合でもせん断破壊より曲げ破壊先行となるような十分に余裕のある部材設計が必要となる。

水平震度 (lateral seismic coefficient)

建物に作用する力を表すために、次式で定義される震度が用いられることがある。

震度(k) = 加速度(α) / 重力加速度(g) = 作用力(P) / 重量(W)、したがって、構造物のある部分に作用する水平力Pは水平震度(k) × (当該部分の重量W) で表され、複雑な振動現象を単純化して実用的な取扱いができる。

スウェイ (Sway)

地盤上に建つ建物が地震動により振動するとき、建物の慣性力を受けて地盤は変形を生じる。この地盤の変形によって基礎部分には水平方向へ移動しようとする水平並進移動と水平軸廻りに回転しようとする回転移動が発生するが、このうちの前者を「スウェイ」と呼ぶ。一般には基礎部分の相対変形量を意味しているが、地盤の変位を加え基礎部における水平方向変位の絶対値を意味することもある。免震構造においては免震部材の水平移動による変形をスウェイということもある。

静的解析 (static design)

構造物に作用する荷重と変形の静的な関係は、 $f = Kx$ (f: 荷重ベクトル, x: 変形ベクトル, K: 剛性マトリックス) で表される。この式に、既知である荷重条件および変形条件を用いて、その他の未知である荷重と変形を求めることができる。

制振(震)構造 (seismic vibration control system)

制振構造と制震構造の明確な定義は未だなされていないのが現状である。制振構造は構造物に生じる振動(応答)全般を制御するという包括的な表現が採られているのに対し、制震構造は地震による構造物の振動を制御するという意図的な表現が採られている。

構造物の応答制御の観点からは、パッシブ型、アクティブ型、セミアクティブ型およびハイブリッド型の制御方法がある。

適用例の多い代表例として、パッシブ型では鋼材ダンパーや粘弾性ダンパーを構造物に組み込み地震応答を低減する損傷制御構造があり、アクティブ型では強風に対し良好な居住性を確保するためのマスダンパーがある。

性能試験 (performance test)

積層ゴムアイソレータや各種ダンパー等の免震部材の変形性能、減衰性能および耐久性能等は、免震構造の安全性、健全性に大きな影響を及ぼす。特に、設計時に使用する変形能力や荷重-変形関係等を精度良く予測することが重要となってくる。

しかし、各免震部材の諸特性を一律に定めることは現状では困難である。したがって、これらの諸特性を確認し、解析モデルを作成するために行う各種試験を、総称して性能試験と呼ぶ。

設計クライテリア (criteria for design)

地震等の外乱を受けたときに、対象とする建物が保持すべき性能を確認するため、設計者が建物を設計するときに各レベルに対して設定する建物性能目標を「設計クライテリア」と呼ぶ。免震構造においては上部構造、下部構造および免震部材に分けて各々目標とする性能を設定する。上部構造および下部構造に対しては建物の層間変形角・層せん断力・塑性率といった項目について、免震部材に対しては部材の水平変形量・面圧といった項目について性能を規定することが多い。設計クライテリアは施主と設計者の合意の基に定められるべき事項である。

設計用せん断力 (seismic force for design)

対象とする建物において、許容応力度設計により各部材の断面検定(算定)をする際に必要となる各部材の応力を算定したり、建物の偏心率・剛性率の算出や取合い部材の詳細検討を行う際に外力として用いられる層せん断力を「設計用せん断力」と呼ぶ。免震構造におい

ては、予備応答解析において得られたせん断力分布を包含するような逆三角形のせん断力分布を仮定して検討に用いることが多い。

せん断ひずみ(せん断変形率) (shearing strain)

物質中に考えた互いに平行な面に沿って向きの異なる力が作用した場合に生じる両面間の相対変形量を両面の距離で除した値をせん断ひずみという。このような変形状態は体積変化を伴わず形状のみが変化する状態である。免震構造においては、水平力を受けたときの積層ゴムの変形状態がこの変形状態に近い。高減衰積層ゴムや鉛プラグ入り積層ゴムでは復元力特性がゴム部分のせん断ひずみに応じて変化する傾向があり、また積層ゴムの変形能力はゴム部分のせん断ひずみで定義されることが多い等、せん断ひずみは積層ゴムの変形状態を表すときの重要な指標として用いられる。

せん断力係数 (shear coefficient)

地震や風などの水平力によって建築物各層に作用するせん断力を層せん断力という。層せん断力をその層より上部の層の全重量で除した値を「せん断力係数」といい、ベースシア係数は最下層のせん断力係数をいう。免震構造の応答せん断力は、免震周期を長くすることにより、耐震構造に比較して大幅に低減される。

層間変形角 (story deformation angle)

ある層の地震や風等の水平力により生じる水平変形量をその層の高さで除したものを「層間変形角」という。免震構造では、免震部材が設置されている免震層に変形が集中し、上部構造の層間変形角は小さくなるため、カーテンウォール等のファスナーが簡略化できる。

相対変位 (relative displacement)

対象とする建物において、地震時における免震部材の上下にある上部構造と下部構造の水平方向のずれ(変位)を「相対変位」と呼ぶ。これは免震部材として使用される積層ゴムにおけるゴムのせん断変形によって発生する上下フランジプレート間の水平方向のずれとして表すことができ、すべり支承においても同様に支承のすべり変形によって発生する水平方向のずれとして表すことができる。

速度 (velocity)

物体がある方向に運動するとき、その変位に対する時間的変化の割合を速度という。地動の最大振幅と構

造物の損傷あるいは免震部材の応答変形量との関係を見た場合、一般的に最大加速度振幅よりも最大速度振幅の方が構造物との損傷との相関性が強いことから、高層建物や免震建物の設計においては地震動の強さのレベルを安定的に表現できる指標として速度を用いることが多い。

速度圧 (velocity pressure)

風が建物に直角にぶつかった場合、壁面の中央付近に生じるよどみ点に生じる圧力 q のことをいい、一般に $\frac{1}{2} \rho v^2$ (ρ :空気の比重、 v =風速)で表わされる。ただし、建築基準法における速度圧は、ほぼ最大風速時における速度圧となるように、建物高さにより一義的に定められており、

16m以下の部分に対して $q = 60 \sqrt{h}$

(h :地盤面からの高さ)

16mを超える部分に対して $q = 120 \sqrt[4]{h}$ としている。

塑性変形 (plastic deformation)

部材が外力を受けて変形したときに、弾性限の変形を超える部分の変形のこと。この変形量は、外力がなくなった場合にも残留変形として完全にはもどらない。

塑性率 (ductility factor)

構造物や部材の塑性変形が、どのくらい進んでいるかを表はかる指標(μ)で、構造物や部材の最終変形量または回転角(δ_{max})を弾性限の変形量、または回転角(δ_y)で除した値(δ_{max}/δ_y)とする。

増幅 (amplify)

振動現象において振幅が拡大される現象。増幅の程度は振動系の固有周期と外力の周期および減衰によって変化する。振動系の固有周期と外力の周期が近い場合、あるいは減衰が小さい場合に振幅は増幅される。通常、基礎固定である非免震建築物では建物内の応答加速度は入力地震動よりも増幅される傾向にあるが、免震建築物では増幅されることは少なく入力地震動と同程度かそれ以下の応答となることが多い。

【た行】

台形分布 (trapezoidal distribution)

耐震構造におけるせん断力分布形は、頂部で増幅する A_i 分布となるが、免震構造では高さ方向にほぼ直線状の分布形(台形分布)となる。上部構造の増幅(直線

の勾配)は、ダンパーの上部構造に対する剛性比率が大きいかほど大きくなる。

弾性係数 (elastic modulus)

物質には外力が作用した場合に弾性限度内では応力度とひずみ度は比例するというフックの法則が成立する。このときの比例定数を弾性係数という。弾性係数は物質に特有な値であり、縦弾性係数、横弾性係数、体積弾性係数の3つがある。縦弾性係数はヤング係数ともいい、応力作用面に垂直な応力度の成分とそのひずみ度とを関連づける比例係数である。横弾性係数はせん断弾性係数ともいい、応力作用面に平行な応力度の成分とそのひずみ度とを関連づける比例係数である。体積弾性係数は、物体が周囲より一様な垂直応力度を受け体積が変化したときの体積の変化率と垂直応力度とを関連づける比例係数である。

等価減衰 (equivalent damping)

履歴減衰、地下逸散減衰、粘性減衰等種々の成因からなる減衰力を、地震応答解析上扱いが簡単な線形な減衰形式で近似したもの。減衰力が速度に比例する等価粘性減衰の形式や複素ばね形式による表現が用いられる。等価減衰の表現における減衰定数が等価減衰定数である。減衰力の成因によって異なる依存性や非線形性があるので、減衰効果を過大評価しないようモデル化には適切な考慮が必要である。

等価剛性 (equivalent rigidity)

力と変形の関係が線形であれば、両者は一つの比例係数で関係づけられる。剛性とはその比例係数であり、また単位変形を生じさせるのに必要な力であるといえる。力と変形の関係が非線形である場合、これを等価な線形に置換えるときに用いられる剛性を等価剛性という。等価な線形に置換える方法は、荷重変形関係の最大値と最小値を直線で結んだときの勾配、ある特定の変形の範囲を直線で結んだときの勾配、ある特定の変形における接線勾配とする等様々である。免震構造においては、積層ゴムの鉛直剛性や高減衰積層ゴムや鉛プラグ入り積層ゴムのせん断剛性を定義する場合に等価剛性を用いることが多い。

等価周期 (equivalent period)

等価剛性によって置換された非線形な振動系の固有周期を等価周期という。一般的に、高減衰積層ゴムや鉛プラグ入り積層ゴムのせん断剛性は、せん断ひずみに

依存して変化する傾向を有する。したがって、等価剛性を決めるためにはあらかじめ積層ゴムのせん断ひずみを定義する必要がある。等価剛性がせん断ひずみに依存して変化する場合には、等価周期も積層ゴムのせん断ひずみに依存して変化する。よって、減衰機能を一体化した積層ゴムでは、ばね特性(剛性)と減衰特性の分離が困難であり、変形量に依存した等価周期でしか周期を表現することができない。

等価線形 (equivalent linear)

非線形復元力特性を、等価な線形の復元力と減衰力に置換え、線形系として近似的に扱うこと。簡便な応答予測に供するモデルとして用いられる。定常変位応答時の履歴曲線に基づきモデル化を行うのが一般的である。減衰を速度依存型の等価粘性減衰として扱う場合と複素ばねの虚数項として扱う場合に大別できる。モデル化の前提として与えた変位振幅と応答計算結果として得られた変位の主要な振幅範囲がほぼ整合することが適切な評価を行う上での条件となる。

動的解析 (dynamic analysis)

地震や風による外力に対し、構造物の振動特性、減衰特性を評価した振動モデルを用いて、解析的に安全性の検討を行う手法。適切な振動モデル(モデル化)と、外力(入力地震動)の評価方法が、解析結果の妥当性を左右する。従来、超高層建物の設計において、多質点系モデルによる動的解析が行われてきたが、近年では、立体フレームモデルによる精算解析や、構造物の立地する地盤の特性を評価し、その相互作用の影響を考慮する解析も行われている。免震建築物では、アイソレータに支えられた構造の振動モデルが明快であることから、動的解析による耐震安全性の検証が、広く適用されている。

【な行】

ねじれ剛性 (torsional rigidity)

構造体に水平力が作用したとき、せん断力の作用点である重心と水平抵抗力の作用点の剛心が一致しない場合、ねじれが生じる。このねじれ回転に対するねじれモーメント量をねじれ剛性という。免震層のねじれ剛性は、各免震部材の水平剛性より求められるが、ひずみ依存特性を有する場合は、ひずみレベルに応じてねじれ剛性が変化することとなる。

【は行】

表層地盤 (subsurface layers)

地震動は、震源から地下の深い硬質な基盤を伝わり、浅い軟質な地盤(表層地盤)に到達する。この軟質な地盤を通過する際、地震動の揺れは増幅され、地表面にある建物に大きな被害をもたらす。表層地盤は、建物の支持地盤に採用される比較的硬質な洪積層と、層に近い軟質の沖積層に分けられるが、その地盤層構成により、伝播される地震動の大きさ、周期特性は様々である。一般に耐震設計では、建物敷地の表層地盤での周期特性、増幅特性に着目して、設計用地震動を設定することが多い。

風力係数 (coefficient of wind force)

風が吹きあたる物体の形状・寸法・傾きおよび表面の状態などによって、風圧力の及ぼし方が異なってくる。これを左右するものを風力係数という。一般的には、建築基準法施行令の中の値を利用しているが、複雑な形状をしたものや大型建築物に対しては、風洞実験が実施されている。

付加応力 (additional stress)

部材の偏在や作用荷重の偏りにより生ずる2次応力。免震構造の場合、単独の耐震壁等に生ずる地震時変動軸力や地震時上下動による変動軸力等を指す。

復元力特性 (restoring force characteristic)

骨組や部材の荷重履歴と変形履歴の関係、または材料の応力履歴とひずみ履歴の関係をいう。骨格曲線(スケルトンカーブ)と履歴特性(ヒステリシスルール)の組合せで表現され、構造解析においては、これらをモデル化して用いる。構造種別や構造形式に応じて、Normal-Bi-Linear, Degrading-Tri-Linear, Ramberg-Osgood等の復元力モデルが用いられる。鉛プラグ入り積層ゴム、高減衰積層ゴム等の免震部材については、修正Bi-Linearモデル等が提案されている。免震構造においては免震層の復元力特性が全体の応答を支配するため、免震部材のモデル化には、エネルギー吸収能力を過大評価しないこと、過度な単純化により実際の復元力特性との乖離が生じないこと等、適切な配慮が必要である。

偏心 (eccentricity)

剛心と重心・図心と作用軸のような関係の間に生じている隔たりをいう。

偏心があることにより、本来の応力のほかにねじれモーメントによる2次応力が作用する。免震構造の設計では、免震層の偏心(柱軸力とアイソレータ配置のアンバランスにより生じる)により地震時に生じる外周側のアイソレータに対する付加変形量が、設計のクライテリアを満足しているかを確認したり、アイソレータの接続部分において柱軸力位置と水平荷重作用時のアイソレータ軸力中心との違いにより生じる偏心曲げモーメントの発生に対して、取付く躯体が健全であるかを検討している。

包絡設計法 (energy balanced design method)

免震構造設計指針に示されている設計法の1つで、多くの時刻歴解析結果を包含した応答予測法。地震の入力エネルギーと建物の吸収エネルギーの関係から、建物応答を推定する方法である。建物の吸収エネルギーは、免震層の最大振幅における吸収エネルギーの2ループ分であると仮定しており、入力エネルギーの速度換算値 V_E は地盤種別により、120~300m/sと定めている。

【ま行】

面圧 (bearing stress)

積層ゴム等のアイソレータに作用する軸力(鉛直荷重)を受圧面積で除した鉛直方向の平均応力度のこと。

積層ゴムアイソレータの面圧は一般的に80~150kg/cm²程度に設定されることが多いが、高面圧で使用する場合は、長期の耐久性や座屈および各種の面圧依存性等十分特性を把握する必要がある。

免震周期 (natural period of base isolation)

ダンパーの剛性を無視し積層ゴムの剛性のみを考慮し、上部構造が剛体と仮定したときの建物の1次固有周期(T_f)をいう。積層ゴムの水平剛性の合計 K_f と建物地震時重量 W を用いて $T_f = 2\pi\sqrt{M/K_f \cdot g}$ の式により求められる。

免震周期は免震効果の尺度として用いることができ、免震周期を4秒以上にすると、地震波の種類によらず建物の応答はほとんど一定となり、その応答レベルも小さくなる。

免震層 (seismic isolation interface)

免震建築物において、免震部材を設置している部分を免震層という。この部分は、免震部材を設置するほか、設備配管・電気配線・これらのメンテナンス用の通

路・照明等がある程度であり、用途を発生させないことにより建築基準法上は階とはならず、設備ピットとして扱われる。しかし、既存の免震建築物には免震層を駐車場と兼用している例もあるが、これらの建物では積層ゴムが可燃物という判断から、耐火被覆を設ける等の防火に対する処置が施されている。免震層周辺は、大地震時に大きな相対水平変形を生ずることから、そのディテールについては十分な検討がされている。

免震部材 (seismic isolation device)

免震構造において、アイソレータやダンパー等の免震機構に関与するものを、免震部材という。アイソレータには、積層ゴム・すべり支承があり、ダンパーには、鉛ダンパー・鋼棒ダンパー等の別置き型と、高減衰積層ゴムのように積層ゴム自体に減衰機能があるものもある。詳細については、「JSSI規格」等を参照されたい。

【や行】

床応答加速度 (floor response)

建物各階床位置での応答加速度。フロアレスポンスともいう。主として、振動に対するクライテリアを設定する必要のある機器、収容物等が設置されている場合に検討の対象となる。例としては、超精密工場等振動を嫌う機器が存在する施設や美術館・博物館等貴重な収容物の保全をはかるべき施設等がある。振動クライテリアの設定によっては、大地震のみならず中小地震に対する検討が必要となる場合がある。

床応答加速度を制御するためには、免震部材の組合せ、特に、適切なダンパー部材を選択することが重要となる。

【ら行】

略設計法 (previous design method)

免震構造の設計を時刻歴解析によらず、図表や簡単な計算式により簡便に行う方法で、免震構造に必要なクリアランスおよび免震部材の性能(水平剛性、減衰量、変形能力等)の目安を得るのに有効な方法として考えられた設計法である。

目標とする性能を満足する免震部材が製造不能な場合もあるため、適用範囲については十分に考慮する必要がある。

ロッキング (rocking)

一般的な意味は底部水平軸を中心にした回転を伴う揺れのこと。構造物の振動解析においては、地盤の力学性状等を簡便に表すために、ロッキングばねを用いることがある。免震構造の検討においては、建物の塔状比が大きいときや積層ゴムの鉛直剛性が小さいときに、転倒モーメントに抵抗するロッキング剛性が相対的に小さくなるため、免震層のロッキング自由度を考慮することが必要になる。

国内の免震建物一覧表

(日本建築センター評定終了の免震建物)

※ BCJ免473～BCJ免585までです。

JSSIホームページでも同じ内容がご覧いただけます(但し、正会員・準会員専用ページ)。

URL: <http://www.jssi.or.jp/>

間違いがございましたら、お手数ですがFAX又はMailにてお知らせ下さい。

FAX: 03-3239-6580 E-Mail: jssi@jssi.or.jp

No	BCJ	完了年月	件名	一般設計者	構造設計者	施工者	構造	階	地下	建築面積 (㎡)	延べ面積 (㎡)	軒高 (m)	最高高さ (m)	用途	建設地	免震部材
526	免473	1997/11/28	富士市新消防防災庁舎新築工事	石本建築事務所	石本建築事務所	未定	SRC	7	—	1,439	7,689	34.90	41.20	消防防災庁舎	静岡県 富士市	
527	免474	1997/12/19	(仮) 浜松東第一23街区共同ビル 新築工事	賛同人建築研究所	矢作建設 新日鐵	未定	RC	15	—	831	11,243	45.65	47.80	店舗 事務所 共同住宅	静岡県 浜松市	天然ゴム 銅棒ダンパー 鉛ダンパー LRB
528	免475	1997/12/19	(仮称) 荒井マンション新築工事	白川直行アトリエ	T・R・A	協和建物	RC	8	—	487	2,727	21.40	25.63	共同住宅	埼玉県 越谷市	
529	免476	1997/12/19	(仮称) ポーラ箱根美術館	日建設計	日建設計	未定	S	3	2	3,301	8,100	7.75	8.00	美術館	神奈川県 足利下郡	天然ゴム 鉛ダンパー
530	免477	1997/12/19	(仮称) 亀田総合病院K棟	フジタ	フジタ	フジタ	RC	13	—	3,382	30,028	54.00	63.00	病院	千葉県 鴨川市	LRB
531	免478	1997/12/19	帝国データバンク本社ビル	エヌ・ティ・ティ・ファシリティーズ	エヌ・ティ・ティ・ファシリティーズ	鴻池組	S RC	10	3	1,126	13,344	45.25	53.51	事務所	東京都 港区	LRB
532	免479	1997/12/19	特定医療法人厚生会 木澤記念病院地域災害 医療センター新築工事	富本設計 松村組	松村組	未定	S	8	1	497	3,632	27.90	30.20	病院	岐阜県 美濃加茂市	高減衰
533	免480	1997/12/19	(仮称) 東洋不動産平町ビル 新築工事	大林組	大林組	未定	SRC	8	1	314	2,939	30.85	31.45	事務所	東京都 港区	LRB
534	免481	1997/12/19	(仮称) ダイアパレス平和台Ⅱ計画	日建ハウジングシステム	日建ハウジングシステム	未定	RC	9	—	1,046	5,494	26.05	31.20	共同住宅	東京都 練馬区	天然ゴム 鉛ダンパー 銅棒ダンパー 高減衰
535	免482	1998/1/26	(仮称) 長居公園M新築工事	日本建設	日本建設 香建築事務所	日本建設	RC	4	—	217	803	11.40	11.72	独身寮	大阪府 大阪市	
536	免483	1998/1/26	(仮称) スター精密機清水工場 新築工事	五光建設	新日鐵	五光建設	S	4	—	2,055	6,694	17.30	27.20	工場	静岡県 清水市	LRB
537	免484	1998/1/26	(仮称) エクセル三鷹	日建ハウジングシステム	日建ハウジングシステム	未定	RC	9	—	1,565	10,789	27.50	32.20	共同住宅	東京都 三鷹市	天然ゴム 鉛ダンパー 銅棒ダンパー
538	免485	1998/1/26	フコク生命千葉ニュータウン 事務センター計画	清水建設	清水建設	清水建設	S	10	2	3,824	23,507	46.10	56.90	事務所	千葉県 印西市	天然ゴム 銅棒ダンパー 鉛ダンパー
539	免486	1998/1/26	速鉄田町ビル新築工事	竹中工務店	竹中工務店	竹中工務店	S	10	1	1,414	10,494	38.60	43.62	事務所	静岡県 浜松市	LRB
540	免487	1998/1/26	(仮称) グエル淵野辺新築工事	ラム設計	東洋建設	東洋建設	RC	13	—	389	4,150	36.75	38.35	共同住宅	神奈川県 相模原市	高減衰 天然ゴム
541	免488	1998/1/26	(仮称) はすが丘コーポマンション 新築工事	KA-MI建築設計事務所	塩見設計	未定	RC	13	—	584	5,467	38.95	43.95	共同住宅	広島県 広島市	LRB
542	免489	1998/1/26	岐阜市消防本部・ 中消防署合同庁舎建設主体工事	梓設計	梓設計	未定	RC	8	—	972	4,890	30.98	30.98	消防庁舎	岐阜県 岐阜市	LRB
543	免490	1998/1/26	渥美病院新築工事	共同建築設計事務所	東京建築研究所 共同ストラクチャー	未定	RC	6	1	6,790	25,691	28.56	31.16	病院	愛知県 渥美郡	天然ゴム LRB
544	免491	1998/1/26	横須賀駅周辺地区 ケア付高齢者住宅・ ナースینگホーム棟新築工事	南條設計室	織本匠構造設計研究所 大成建設	大成建設他JV	SRC RC	13	—	1,126	12,280	40.90	45.80	共同住宅	神奈川県 横須賀市	銅棒ダンパー 天然ゴム 弾性滑り支承 オイルダンパー
545	免492	1998/1/26	関口邸新築工事	影山茂男一級建築士事務所	影山茂男一級建築士事務所 住友建設	住友建設	W	1	—	118	128	4.05	6.88	住宅 (専用住宅)	東京都 港区	CLB 高減衰
546	免493	1998/1/26	住友不動産上野9号館	芦原太郎建築事務所	住友建設	住友建設 日本国土開発JV	SRC	8	1	779	6,776	33.00	39.95	事務所	東京都 台東区	LRB
547	免494	1998/1/26	(仮称) マンションサンミハレ 新築工事	東急建設	東急建設	東急建設	RC	5	1	1,081	5,866	14.48	18.43	店舗 共同住宅	東京都 世田谷区	高減衰
548	免495	1998/1/26	遠州信用金庫本店増築工事	井上建築事務所	井上建築事務所 鹿島建設	未定	SRC	4	—	495	1,981	18.26	20.96	事務所	静岡県 浜松市	高減衰
549	免496	1998/1/26	(仮称) クリオ石川町新築工事	鹿島建設	鹿島建設	鹿島建設	RC	15	—	602	7,920	43.55	48.69	共同住宅	神奈川県 横浜市	高減衰
550	免497	1998/1/26	(仮称) 西麻布4丁目計画 新築工事(A棟)	三井建設	三井建設 三井プレコン	三井建設	RC	7	1	1,817	10,496	22.20	27.50	共同住宅	東京都 港区	高減衰

No	BCJ	完了年月	件名	一般設計者	構造設計者	施工者	構造	階	地下	建築物概要				用途	建設地	免震部材
										建築面積 (㎡)	延べ面積 (㎡)	容積率 (%)	最高高さ (m)			
551	免497	1998/1/26	(仮称) 西麻布4丁目計画 新築工事(B棟)	三井建設	三井建設 三井プレコン	三井建設	RC	8	—	1,645	10,735	25.30	30.80	共同住宅	東京都 港区	高減衰
552	免498	1998/1/26	(仮称) ガーデンストリーム鴻巣 (C地区) 新築工事[4番館]	長谷工コーポレーション	長谷工コーポレーション	長谷工コーポレーション	RC	6	—	819	4,168	17.50	19.70	共同住宅	埼玉県 鴻巣市	
553	免498	1998/1/26	(仮称) ガーデンストリーム鴻巣 (C地区) 新築工事[5番館]	長谷工コーポレーション	長谷工コーポレーション	長谷工コーポレーション	RC	6	—	1,637	7,615	17.50	19.70	共同住宅	埼玉県 鴻巣市	
554	免499	1998/1/26	NTT DoCoMo高松ビル(仮称) 新築工事	エヌ・ティ・ティ・ファミリーーズ	エヌ・ティ・ティ・ファミリーーズ ダイナミックデザイン	大成建設	S SRC	11	1	897	10,342	44.80	50.55	事務所 通信用施設	香川県 高松市	LRB
555	免500	1998/1/26	中央消防署及び待機宿舎	神戸市住宅局 営繕部工務課 類設計室	神戸市住宅局 営繕部工務課 類設計室	未定	RC SRC	9	1	1,558	9,526	29.90	38.85	消防署 共同住宅	兵庫県 神戸市	LRB
556	免501	1998/1/26	(仮称) コープ西八王子 新築工事(A棟)	盟建築設計事務所	浅沼組	浅沼組	RC	8	—	1,374	7,118	23.78	26.18	共同住宅	東京都 八王子市	高減衰
557	免501	1998/1/26	(仮称) コープ西八王子 新築工事(B棟)	盟建築設計事務所	浅沼組	浅沼組	RC	9	—	1,432	7,918	27.06	28.56	共同住宅	東京都 八王子市	高減衰
558	免502	1998/2/27	(仮称) 鹿児島純心女子大学 大講義室棟建設工事	雄建建築事務所	雄建建築事務所	未定	RC	4	—	1,877	4,181	19.55	24.80	学校(大学)	鹿児島県 川内市	
559	免503	1998/2/27	柳本邸新築工事	東急建設	東急建設	東急建設	RC	2	—	105	198	6.95	7.45	戸建住宅	愛知県 名古屋市中	
560	免504	1998/2/27	(仮称) 守口佃マンション新築工事	積水ハウス	積水ハウス 大建設	積水ハウス	RC	6	—	1,247	4,506	17.14	22.10	共同住宅	大阪府 守口市	
561	免505	1998/2/27	西山邸新築工事	日本ホームズ	日本ホームズ	日本ホームズ	RC	2	—	253	389	6.30	9.32	戸建住宅	千葉県 八街市	
562	免506	1998/2/27	神戸防災地方合同庁舎	建設省近畿地方建設局営繕部 坂倉建築研究所	建設省近畿地方建設局営繕部 平田建築構造研究所	松村組	RC SRC	8	—	670	5,737	33.35	34.90	事務所 (庁舎)	兵庫県 神戸市	
563	免507	1998/2/27	(株)富士薬品第2研究所 新築工事	鹿島建設	鹿島建設	鹿島建設	RC	3	1	882	3,060	13.20	17.25	研究所	埼玉県 大宮市	
564	免508	1998/2/27	(仮称) 鹿児島(山之口本通り) SGホテル	平成設計	中山構造研究所 協力:福岡大学高山研究室	野村建設工業	RC	13	—	463	4,800	36.55	36.95	ホテル	鹿児島県 鹿児島市	
565	免509	1998/2/27	帯広市立病院新病院建設工事	石本・谷津・中村 共同企業体	石本建築事務所	未定	RC SRC	4	—	5,704	14,042	16.95	25.40	病院	北海道 帯広市	
566	免510	1998/2/27	アイランド・フォート宮本寓 新築工事(仮称)	藤原設計事務所	大林組 藤原設計事務所	未定	RC	2	1	61	164	5.70	6.90	戸建住宅	東京都 杉並区	
567	免511	1998/2/27	岐建木村株式会社本店 新築工事	岐建木村	T・R・A	岐建木村	RC	4	—	504	2,015	14.50	18.25	事務所	岐阜県 大垣市	
568	免512	1998/2/27	(仮称) 岡山コンピュータビル 新築計画	日立建設設計	日立建設設計	鹿島・大林・鉄建JV	S	4	—	1,237	4,861	17.95	22.55	電算センター	岡山県 岡山市	
569	免513	1998/2/27	(仮称) パークシティー横浜星川 (A棟)	竹中工務店	竹中工務店	竹中工務店	RC	14	—	3,225	15,391	40.95	43.99	共同住宅	神奈川県 横浜市	
570	免513	1998/2/27	(仮称) パークシティー横浜星川 (B棟)	竹中工務店	竹中工務店	竹中工務店	RC	14	—	3,225		40.95	43.99	共同住宅	神奈川県 横浜市	
571	免513	1998/2/27	(仮称) パークシティー横浜星川 (C棟)	竹中工務店	竹中工務店	竹中工務店	RC	9	—	3,225		26.70	29.74	共同住宅	神奈川県 横浜市	
572	免514	1998/2/27	(仮称) KKモデルハウス 新築工事	東京建築研究所 一色建築設計事務所	黒沢建設 東京建築研究所	黒沢建設	RC	3	—	247	557	8.40	11.00	戸建住宅	東京都 調布市	
573	免515	1998/3/27	(仮称) 長者町4-3地区 賃貸共同住宅新築工事	山設計工房 坪井建築計画研究所	レン構造設計事務所 青木繁研究室	未定	RC SRC	14	1	1,787	11,632	42.80	48.28	共同住宅 店舗	神奈川県 横浜市	
574	免516	1998/3/27	(仮称) 杉並和田計画(B棟)	竹中工務店	竹中工務店	竹中工務店	RC	4	1	1,489	3,188	14.10	14.10	共同住宅	東京都 杉並区	
575	免516	1998/3/27	(仮称) 杉並和田計画(C棟)	竹中工務店	竹中工務店	竹中工務店	RC	5	1	1,489	1,780	15.00	15.60	共同住宅	東京都 杉並区	

No	BCJ	完了年月	件名	一般設計者	構造設計者	施工者	構造	階	地下	建築面積(m ²)	延べ床面積(m ²)	軒高(m)	最高高さ(m)	用途	建設地	免震部材
576	免516	1998/3/27	(仮称) 杉並和田計画(D棟)	竹中工務店	竹中工務店	竹中工務店	RC	3	1	1,489	2,382	11.20	11.20	共同住宅	東京都 杉並区	
577	免517	1998/3/27	立教大学礼拝堂耐震補強工事	日建設計	日建設計 (原設計:MURPHY & DANA ARCHITECTS)	未定	レンガ 一部SRC	1	—	421	505	9.07	12.63	礼拝堂	東京都 豊島区	天然ゴム 鉛ダンパー
578	免518	1998/3/27	(仮称) 鉄建建設本社ビル 免震化工事	鉄建建設	鉄建建設	鉄建建設	SRC 一部S	11	1	1,086	8,304	31.01	41.18	事務所	東京都 千代田区	天然ゴム 高減衰 オイルダンパー
579	免519	1998/3/27	江坂住宅博モデルハウス 新築工事	三菱地所ホーム	三菱地所ホーム 鹿島建設	三菱地所ホーム	W 一部S	2	—	136	237	6.16	9.02	展示住宅	大阪府 吹田市	
580	免520	1998/3/27	常陸太田航空衛星センター 新築工事	運輸省東京航空局 日本航空コンサルタンツ	運輸省東京航空局 梓設計	未定	RC	3	—	5,098	12,128	18.21	21.45	事務所等	茨城県 常陸太田市	
581	免521	1998/3/27	(仮称) 市民防災啓発センター等 複合施設	日本設計	日本設計	未定	RC	5	—	1,615	4,864	24.63	28.98	防災啓発センター コミュニティセンター (事務所・公民館 劇場・公衆浴場)	千葉県 佐倉市	
582	免522	1998/3/27	鋼路商工信用組合本店	北海道日建設計	北海道日建設計	未定	SRC RC	7	1	525	3,415	23.15	32.25	事務所	北海道 釧路市	
583	免523	1998/3/27	(仮称) 東急ドエルアルス鷺沼 駅前新築工事	東急設計コンサルタント	東急設計コンサルタント	未定	RC	14	—	729	7,898	43.55	47.35	共同住宅 店舗	神奈川県 川崎市	
584	免524	1998/3/27	(仮称) 七十七銀行千石社宅	大林組	大林組	大林組	RC	11	1	478	4,743	32.60	37.80	共同住宅	東京都 文京区	
585	免525	1998/3/27	大府市庁舎建設工事	日建設計	日建設計	未定	SRC 一部S	6	1	3,369	15,409	27.48	31.00	庁舎	愛知県 大府市	
586	免527	1998/4/24	都立文京盲学校(10)校舎 改築工事		相和技術研究所	未定	RC	6	2		6,995	29.10			東京都 文京区	
587	免528	1998/4/24	第一製薬(株) 新・東京物流センター建設工事		鹿島建設	鹿島建設	S	1	—		13,144	29.90			埼玉県 吉川市	
588	免529	1998/4/24	国立国会図書館支部 上野図書館		建設省関東地方建設局 日建設計	未定	レンガ RC	7	1		6,590	21.40			東京都 台東区	
589	免530	1998/4/24	金沢大学医学部 附属病院棟新営工事		金沢大学施設部 佐藤総合計画	清水・真柄・松井 JV	SRC S	10	1		39,253	42.00			石川県 金沢市	
590	免531	1998/4/24	九州大学医学部 附属病院棟 診療棟新営工事		教育施設研究所 塩見設計	未定	SRC S 一部RC	11	1		59,331	52.20			福岡県 福岡市	
591	免532	1998/4/24	松山市保健所 消防合同庁舎 新築主体工事		日本設計	未定	RC 一部S	6	1		6,716	29.60			愛媛県 松山市	
592	免533	1998/4/24	(仮称) 大阪鉄道病院 新築工事		ジェ・アール・西田コンサルタンツ 東京建築研究所	未定	RC 一部S	9	1		24,769	37.90			大阪府 大阪市	
593	免534	1998/4/24	十六銀行事務センター 増築工事		日建設計	未定	SRC RC	7	—		7,483	30.50			岐阜県 岐阜市	
594	免535	1998/5/22	水島建設工業(株) 独身寮新築工事		水島建設工業 総研設計	水島建設工業	W 一部RC	2	—		165	6.50			北海道 砂川市	
595	免536	1998/5/22	フレンズえびな増築工事		共立建設	共立建設	RC	6	1		852	17.80			神奈川県 海老名市	
596	免537	1998/5/22	国立長崎中央病院整備工事		厚生保険医療局国立病院部 経営指導課 安井建築設計事務所 日建設計	未定	SRC RC	10	1		44,970	46.50			長崎県 大村市	
597	免538	1998/5/22	山北町新庁舎建設工事			未定	RC (一部RC) 一部S	4	1		5,037	26.50			神奈川県 足柄上郡	
598	免539	1998/5/22	鳥取ガスLNGサテライト 基地管理棟新築工事		白兎設計事務所 大林組	大林組	S 一部RC	3	—		772	13.70			鳥取県 鳥取市	
599	免540	1998/5/22	Nツアーグループビル(仮称) 新築工事		全国農協設計 T&Aアソシエイツ 免震エンジニアリング	未定	SRC 一部S	9	2		7,269	36.20			東京都 千代田区	
600	免541	1998/5/22	田中貞良邸新築工事		住友建設	住友金属鉱山 住友建設	S	2	—		160	6.50			神奈川県 横浜市	

No.	BCJ	完了年月	件名	一般設計者	構造設計者	施工者	構造	階	地下	建築物概要				用途	建設地	免震部材
										建築面積 (㎡)	延べ面積 (㎡)	軒高 (m)	最高高さ (m)			
601	免542	1998/5/22	釧路地家裁建築工事		北海道開発局営繕部 日本設計	未定	RC	5	1	8,170	22,50				北海道 釧路市	
602	免543	1998/5/22	(仮称) ドラゴンマンション 海浜幕張老番館新築工事		間組	間組	RC	10	—	4,220	29.20				千葉県 千葉市	
603	免544	1998/5/22	(仮称) 明電舎名古屋事務所 事務棟		日建設計	未定	RC (一部 SRC)	10	—	11,996	42.80				愛知県 西春日井郡	
604	免545	1998/6/19	日本PMC株式会社 千葉研究所新築工事		構研技術コンサルタント	未定	SRC RC S	3	—	2,510	14.20				千葉県 千葉市	
605	免546	1998/6/19	(仮称) 古谷マンション新築工事		T・R・A	荒井組	RC	6	—	3,732	16.50				東京都 福生市	
606	免547	1998/6/19	(仮称) 特別養護老人ホーム 「ベルホーム」 ケアハウス「ベルハウス」等新築工事		金箱構造設計事務所	未定	RC	3	—	3,801	12.40				埼玉県 鳩ヶ谷市	
607	免548	1998/6/19	株式会社エンチャー本社新築工事		熊谷組	熊谷組	RC	4	—	4,533	14.60				静岡県 富士市	
608	免549	1998/6/19	(仮称) 三谷研究所 保管棟増築工事		日本設計	未定	RC	2	—	423	8.20				石川県 能美郡	
609	免550	1998/6/19	(仮称) パークシティ市名坂C棟 新築工事		東海興業 彰建築設計事務所	東海興業	RC	11	—	6,693	32.00				宮城県 仙台市	
610	免551	1998/6/19	幕張ベイタウン グランパティオス公園西の街 (2期) 増築工事(C棟)		フジタ	フジタ	RC	14	1	7,174	45.30				千葉県 千葉市	
611	免551	1998/6/19	幕張ベイタウン グランパティオス公園西の街 (2期) 増築工事(D棟)		フジタ	フジタ	RC	14	1	12,400	45.30				千葉県 千葉市	
612	免552	1998/6/19	兵庫県新美術館芸術の館(仮称)		木村俊彦構造設計事務所	未定	RC SRC	4	1	27,035	19.80				兵庫県 神戸市	
613	免553	1998/6/19	(仮称) 中筋マンション新築工事		熊谷組	熊谷組	RC	8	—	1,785	26.70				広島県 広島市	
614	免554	1998/7/24	(仮称) 藤崎住宅新築工事 [南街区・北街区] 南棟		大建設	未定	RC	14	—	15,885	40.80				神奈川県 川崎市	
615	免554	1998/7/24	(仮称) 藤崎住宅新築工事 [南街区・北街区] 西棟		大建設	未定	RC	13	—		38.00				神奈川県 川崎市	
616	免554	1998/7/24	(仮称) 藤崎住宅新築工事 [南街区・北街区] 東棟		大建設	未定	RC	14	—		40.80				神奈川県 川崎市	
617	免554	1998/7/24	(仮称) 藤崎住宅新築工事 [南街区・北街区] 北棟		大建設	未定	RC	14	—	9,282	40.50				神奈川県 川崎市	
618	免555	1998/7/24	AN1 プロジェクト 新築工事		シティコンサルタント 一級建築士事務所	未定	RC	6	—	3,762	21.60				秋田県 秋田市	
619	免556	1998/7/24	(仮称) メディウス長後新築工事		創建設計事務所 免震エンジニアリング	日広建設	RC	13	—	2,853	37.50				神奈川県 藤沢市	
620	免557	1998/7/24	神戸FRTC計画		清水建設	清水建設	RC	2	1	512	6.30				兵庫県 神戸市	
621	免558	1998/7/24	(仮称) 和光富澤ビル		川口土木建築工業 新建築設計事務所	未定	RC	7	—	2,590	19.70				埼玉県 和光市	
622	免559	1998/7/24	(仮称) プリヂストン横浜工場 YTC新築工事		久米設計	未定	SRC S	8	—	15,010	30.50				神奈川県 横浜市	
623	免560	1998/7/24	大野昭伸・房男邸		一条工務店 ブリヂストン 日本システム設計	一条工務店	W 鉄骨造	2	—	148	6.90				静岡県 静岡市	
624	免561	1998/7/24	渡辺正男邸		一条工務店 ブリヂストン 日本システム設計	一条工務店	W 鉄骨造	2	—	124	6.70				静岡県 清水市	
625	免562	1998/7/24	(仮称) 溝の口共同住宅 新築工事		エヌ・ティ・エフ・ファシリティー 安藤建設	安藤建設	RC	13	—	6,392	37.70				神奈川県 川崎市	

No	BCJ	完了年月	件名	一般設計者	構造設計者	施工者	構造	階	地下	建築物概要				用途	建設地	免震部材
										建築面積(m ²)	延べ床面積(m ²)	軒高(m)	最高高さ(m)			
626	免563	1998/7/24	(仮称) 大東製機㈱ 三島工場事務棟新築工事		渡辺建築事務所 住友建設	住友建設	RC	5	—		1,730	19.10			静岡県 駿東郡	
627	免564	1998/7/24	(仮称) 日野市立病院建設工事		久米設計	未定	RC	7	2		25,971	26.10			東京都 日野市	
628	免565	1998/9/25	三菱倉庫㈱名古屋ダイヤビルディング 3号館新築工事		鹿島建設	鹿島建設	RC	8	1		9,548	34.50			愛知県 名古屋市中区	
629	免566	1998/9/25	(仮称) 海辺ニュータウンR-2 マンション新築工事(A棟)		長谷工コーポレーション	長谷工コーポレーション	RC	11	—		5,821	32.60			神奈川県 横須賀市	
630	免566	1998/9/25	(仮称) 海辺ニュータウンR-2 マンション新築工事(B棟)		長谷工コーポレーション	長谷工コーポレーション	RC	11	—		6,359	31.70			神奈川県 横須賀市	
631	免567	1998/9/25	岡田マンション新築工事		総研設計	未定	RC	3	—		578	8.60			東京都 台東区	
632	免568	1998/9/25	学校法人 産能大学 自由が丘 キャンパス1号館新築工事		織本匠構造設計研究所	未定	RC	7	2		16,019	29.20			東京都 世田谷区	
633	免569	1998/9/25	原町赤十字病院		山下設計	未定	RC	8	1		14,542	30.00			群馬県 吾妻郡	
634	免570	1998/9/25	総合病院新宮市立市民病院 移転新築工事		山下設計	未定	RC	6	1		21,598	27.90			和歌山県 新宮市	
635	免571	1998/9/25	まつの屋ビル新築工事		日建設計	未定	RC	8	1		1,397	26.20			東京都 台東区	
636	免572	1998/9/25	(仮称) 湖北芸術文化村 松江ティファニー美術館		日建設計	未定	RC	2	—		2,237	12.20			鳥取県 松江市	
637	免573	1998/10/23	甲府共立病院建て替え工事		中央設計	未定	RC	10	1		12,615	37.80			山梨県 甲府市	
638	免574	1998/10/23	ロージュ道後		シャトー企画設計事務所 (フジタ)	未定	RC	15	—		3,609	42.20			愛媛県 松山市	
639	免575	1998/10/23	東邦ガス㈱知多緑浜工場 管理センター計算機室棟		青島設計	未定	PC RC	3	—		1,636	15.10			愛知県 知多市	
640	免576	1998/10/23	苑田第一病院新築工事		五洋建設	未定	RC	10	—		1,196	34.80			東京都 足立区	
641	免577	1998/10/23	(仮称) 小田急コアロード 座間新築工事		鹿島建設	鹿島建設	RC	14	—		4,508	40.40			神奈川県 座間市	
642	免578	1998/10/23	吉野ビル新築工事		吉田工務店 鹿島建設	吉田工務店	S	3	—		411	9.60			栃木県 宇都宮市	
643	免579	1998/10/23	(仮称) 第4吉田ビル新築工事		熊谷組	熊谷組	RC	5	—		1,181	14.50			千葉県 千葉市	
644	免580	1998/10/23	(仮称) 西久保マンションⅡ 新築工事		東急工建	東急工建	RC	14	—		6,023	41.70			神奈川県 茅ヶ崎市	
645	免581	1998/10/23	(仮称) 総研本社平河町ビルⅡ		中山構造研究所 日本免震研究センター (協力: 福岡大学高山研究室)	未定	RC	6	—		932	18.80			東京都 千代田区	
646	免582	1998/10/23	第一製薬㈱東京研究開発 センター新テクノロジー研究棟 新築工事		清水建設	清水建設	SRC S	7	—		10,378	33.60			東京都 江戸川区	
647	免583	1998/10/23	静岡県労働金庫情報システム センター(仮称)新築工事		エヌ・ティ・エフ・シリテーズ	未定	RC	6	—		5,284	25.50			静岡県 静岡市	
648	免584	1998/10/23	労働福祉事業団 東京労災病院		日本設計	未定	RC (一部鉄骨造)	7	1		25,702	29.80			東京都 大田区	
649	免585	1998/10/23	富士吉田市新市立病院		日建設計	未定	RC	5	1		21,999	26.80			山梨県 富士吉田市	

巻頭言

- | | |
|--|--|
| 1993 No.1 9月創刊号
日本免震構造協会設立にあたって
会長 梅村 魁 | 1997 No.15 冬号
地震動を免じているか
日建設顧問 矢野克巳 |
| 1993 No.2 秋号
規制緩和と構造
副会長 救仁郷 斉 | 1997 No.16 春号
阪神・淡路大震災とRC造建物の被害
東京大学大学院工学系研究科教授 小谷俊介 |
| 1994 No.3 冬号
地球環境問題、建設そして免震
副会長 武田壽一 | 1997 No.17 夏号
免震構造の今昔
足利工業大学教授・筑波大学名誉教授 園部泰壽 |
| 1994 No.4 春号
免震構造が担うもの
福岡大学教授 多田英之 | 1997 No.18 秋号
既存建物の耐震改修と免震
工学院大学教授 広沢雅也 |
| 1994 No.5 夏号
免震建築物への期待
大阪大学教授 井上 豊 | 1998 No.19 冬号
免震構造の基礎について
日本大学教授 榎並 昭 |
| 1994 No.6 秋号
免震建築への期待
東北工業大学教授 川股重也 | 1998 No.20 春号
序曲－免震構造の抬頭
東京大学教授 秋山 宏 |
| 1995 No.7 冬号
私事「免震応答制御学」事始め
日本大学教授 石丸辰治 | 1998 No.21 夏号
免震と専門家
清水建設和泉研究室 和泉正哲 |
| 1995 No.8 春号
「病院を免震構造に」の願い空しく
関西大学教授・神戸大学名誉教授 山田 稔 | 1998 No.22 秋号
橋梁のMenshin Design
東京工業大学工学部土木学科教授 川島一彦 |
| 1995 No.9 夏号
免震建築のPARADIGM
会長 中野清司 | |
| 1995 No.10 秋号
免震構造は始めの選択
東京工業大学教授 和田 章 | |
| 1996 No.11 冬号
免震構造雑感
京都大学名誉教授 金多 潔 | |
| 1996 No.12 春号
免震構造に対する感激と危惧
東京大学名誉教授 青山博之 | |
| 1996 No.13 夏号
免震構造について
早稲田大学名誉教授 谷 資信 | |
| 1996 No.14 秋号
免震建築に想う
東北学院大学教授 志賀敏男 | |
| | 各界からのメッセージ |
| | 1993 No.1 9月創刊号
①日本免震構造協会に期待する
福岡大学教授 多田英之 |
| | 1993 No.1 9月創刊号
②祝辞
東京大学教授 秋山 宏 |
| | 1993 No.1 9月創刊号
③日本免震構造協会に望むこと
日本建築構造技術者協会会長 村田義男 |
| | 1993 No.1 9月創刊号
④日本免震構造協会への期待
動力炉・核燃料開発事業団 瓜生 満 |
| | 1993 No.1 9月創刊号
⑤日本免震構造協会の設立に寄せて
日本ゴム協会会長 赤坂 隆 |

最近の免震構造紹介

- | | | | |
|---------------|---|---------------|--|
| 1993 No.2 秋号 | 三井海上千葉ニュータウン本社ビル
日建設計東京構造事務所 寺本隆幸・北村春幸
山本 裕 | 1996 No.13 夏号 | 港都ビル
竹中工務店 田中利幸・椿 英顕 |
| 1994 No.3 冬号 | 中部電力(株)火力センタービル
鹿島建設 遠藤茂之・寺前 博
清水建設 藤田良能・石川二巳穂 | 1996 No.14 秋号 | JRFラクシア荒川沖
三井建設 斉郷洋男・兵藤孝雄
有松重雄・奥田芳久 |
| 1994 No.4 春号 | 分譲マンション・グランレーブ府中
竹中工務店 原 誠・山本正幸
三宅 拓・相沢 寛 | 1997 No.15 冬号 | 「新しい免震技術の活用例」
国立西洋美術館本館
建設省関東地方建設局 森廣和幸
大成建設湯河原研修センター
大成建設 小倉桂治・前澤澄夫
辻田 修 |
| 1994 No.5 夏号 | ～周辺環境との融合めざした免震オフィス～新学舎東京支社ビル
住友建設 斜森 宏・山田 寛・宮崎光生
水頭一紀・八月朔日敏男・長谷山幸好 | 1997 No.16 春号 | 稲城市立病院
東京建築研究所 山口昭一・木村充一
可児長英・中澤俊幸
共同ストラクチャー 阿部孝司 |
| 1994 No.6 秋号 | 府中C-1ビル
日本設計 中川 進・川村 満
人見泰義 | 1997 No.17 夏号 | 特別養護老人ホーム青葉台さくら苑
三菱建設 伊藤英勝・黒澤 明
バウ・コーポレーション 白熊俊介 |
| 1995 No.7 冬号 | WESTビル
郵政大臣建築部設計課 川田公裕・長田勝幸
東京建築研究所 山口昭一・木村充一
中澤俊幸 | 1997 No.18 秋号 | 福岡みなみの森 レークヒルズ野多目
東急建設 公塚正行・中川裕史 |
| 1995 No.8 春号 | 静銀草薙ビル
清水建設 浅川雅巳・中村康一
宮下 茂 | 1998 No.19 冬号 | (仮称) 仙台MTビル
大成建設 小倉桂治・川端一三
原 孝文・小室 努 |
| 1995 No.9 夏号 | 志木ニュータウン ガーデンプラザ
鹿島建設 上野 薫・竹中康雄
齊藤 一 | 1998 No.20 春号 | 真柄建設技術研究所
NTTファシリティーズ 齊藤賢二・斎藤堅二郎
田中伸幸 |
| 1995 No.10 秋号 | T計画の構造設計
久米設計 千場一哉・内田富久
松田平田 藤森 智 | 1998 No.21 夏号 | (仮称) デンソー新ビル
清水建設 吉田 守・中村庄滋 |
| 1996 No.11 冬号 | 静岡新聞制作センター
大成建設 富島誠司・勝田庄二
久野雅祥 | 1998 No.22 秋号 | 社会保険業務センター高井戸庁舎
山田守建築事務所 平岡昌紘・山根 進 |
| 1996 No.12 春号 | 免震病院(医療法人孝仁会星が浦病院)
間組 杉山 誠 | 1998 No.22 秋号 | 名古屋大林ビル
大林組 谷河修二 |

1998 No.22 秋号

杏林大学医学部付属病院新外来棟・新病棟
竹中工務店 廣重隆明

免震建築訪問記

1993 No.2 秋号

①八千代台高野邸

新日本製鐵 杉沢 充
日本設計 中川 進

1994 No.3 冬号

②オイレステクニカルセンター (TC) 棟

久米設計 小幡 学

1994 No.4 春号

③クラムプレイス (福宮邸)

織本匠構造設計研究所 山竹美尚

1994 No.5 夏号

④2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 細川洋治・藤波健剛

1994 No.6 秋号

⑤ボジロン医学研究施設 (財) 東京都老人総合研究所

鹿島建設 三浦義勝

1995 No.7 冬号

⑥MSB-21南大塚ビル

東京建築研究所 可児長英
住友建設 宮崎光生
フジタ 大井康敬

1995 No.8 春号

⑦日産火災海上保険(株)仙台コンピュータセンター

大日本土木 跡部義久
日本設計 中川 進
フジタ 鳥居次夫

1995 No.9 夏号

⑧オイレス工業 伊東保養所

清水建設 須賀川勝
鹿島建設 三浦義勝
免震エンジニアリング 酒井哲郎

1995 No.10 秋号

⑨大林組ハイテク R & D センター

織本匠構造設計研究所 山竹美尚

1996 No.11 冬号

⑩東伸24大森ビル

新日本製鐵 加藤巨邦
日本設計 中川 進
大日本土木 跡部義久

1996 No.12 春号

⑪大成建設技術研究所環境心理研究棟
(TASS工法採用免震建物)

鹿島建設 三浦義勝
日本設計 中川 進
久米設計 小幡 学

1996 No.13 夏号

⑫福岡大学 高山研究室

フジタ 鳥居次夫
三菱地所 加藤晋平
織本匠構造設計研究所 山竹美尚

1996 No.14 秋号

⑬澤田美喜記念館

前田建設工業 細川洋治
日本設計 中川 進
新日本製鐵 加藤巨邦

1997 No.15 冬号

⑭鹿島技術研究所西調布音響実験棟

久米設計 小幡 学
三菱地所 加藤晋平

1997 No.16 春号

⑮無機材質研究所 無振動実験棟

織本匠設計研究所 山竹美尚

1997 No.17 夏号

⑯本願寺帯広別院本道改修

日本設計 中川 進
大日本土木 跡部義久
新日本製鐵 加藤巨邦
前田建設工業 細川洋治

1997 No.18 秋号

⑰国立西洋美術館免震レトロフィット

大成建設 小山 実

1998 No.19 冬号

⑱三井ホーム「東京事務センターハードウェアハウス」

清水建設 猿田正明

1998 No.20 春号

⑲鹿島テラハウス南長崎4号棟免震改修

新日本製鐵 加藤巨邦
日本設計 中川 進
前田建設工業 細川洋治
大日本土木 跡部義久

1998 No.20 春号

⑳3階建戸建て木造免震住宅

大日本土木 跡部義久
前田建設工業 細川洋治
新日本製鐵 加藤巨邦

1998 No.21 夏号

②①ユニハイム山崎

久米設計 小幡 学

大成建設 小山 実

三菱地所 加藤晋平

1998 No.22 秋号

②②NTTドコモR&Dセンタビル

織本匠構造設計研究所 山竹美尚

シリーズ 「積層ゴムのおはなし」

1993 No.2 秋号

①ゴムの木と加硫そして合成ゴム

東京工業大学名誉教授 山崎 升

1994 No.3 冬号

②ゴムの使われ方(用途)

ブリヂストン 浜中 剛

1994 No.4 春号

③ゴムの歴史

横浜ゴム 遠藤和夫

1994 No.5 夏号

④積層ゴムの特徴

ブリヂストン 芳沢利和

1994 No.6 秋号

⑤天然ゴム系積層ゴムの特徴

昭和電線電纜 西川一郎

1995 No.7 冬号

⑥鉛プラグ入り積層ゴム

オイレス工業 池永雅良

1995 No.8 春号

⑦高減衰積層ゴムの力学的特性

ブリヂストン 芳沢利和

1995 No.9 夏号

⑧Anatomy of Seismic Isolator

福岡大学助教授 高山峯夫

1995 No.10 秋号

⑨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 西川一郎

1996 No.11 冬号

⑩高減衰積層ゴムの経年変化、クリープ特性について

ブリヂストン 芳沢利和

1996 No.12 春号

⑪耐火性能

オイレス工業 池永雅良

1996 No.13 夏号

⑫(最終回)大型積層ゴムの実験

電力中央研究所 石田勝彦

シリーズ 「ダンパー」

1996 No.14 秋号

①ループ状鋼棒ダンパー

新日本製鐵 杉沢 充・加藤巨邦

1997 No.15 冬号

②ループ状鋼棒ダンパー

新日本製鐵 杉沢 充・加藤巨邦

1997 No.16 春号

③免震用鉛ダンパー

三菱マテリアル 柿本明廣

1997 No.17 夏号

④免震用鉛ダンパー(その2)

三菱マテリアル 柿本明廣

1997 No.18 秋号

⑤粘性体ダンパー(その1)

竹中工務店 嶺脇重雄

オイレス工業 川口澄夫

1998 No.19 冬号

⑥粘性体ダンパー(その2)

竹中工務店 嶺脇重雄

オイレス工業 川口澄夫

1998 No.20 春号

⑦すべり摩擦履歴ダンパー(その1)

大成建設 富島誠司・小山 実

1998 No.21 夏号

⑧すべり摩擦履歴ダンパー(その2)

大成建設 富島誠司・小山 実

1998 No.22 秋号

⑨オイルダンパー(その1)

カヤバ工業 露木保男

特別寄稿

1994 No.3 冬号

震度6~7の烈震を受けた免震建物

東京建築研究所 山口昭一

1994 No.3 冬号

オークランド市庁舎の免震によるレトロフィット

清水建設 難波治之

- 1994 No.4 春号
今だから免震
日建設計 水津秀夫
インドでの免震ワークショップ
フジタ 平澤光春
LAノースリッジ地震において「免震構造」の威力実証
住友建設 宮崎光生
- 1994 No.5 夏号
米国における免震建物の現況調査について
東京建築研究所 山口昭一
- 1994 No.6 秋号
免震構造研究の動向 建築学会大会(東海)
奥村組 早川邦夫
日本免震構造協会のフォーラムに思う
カリフォルニア大学バークレー校 PETER CLARK
- 1995 No.7 冬号
鉄筋コンクリート造免震構造物の振動台実験
ーカリフォルニア大学バークレー校との共同研究ー
清水建設 猿田正明・菊地 優
田村和夫
- 1994 No.7 冬号
「阪神淡路大震災関連」トピックス
こたえは免震構造
技術委員長 和田 章
兵庫県南部地震観測記録結果
松村組 技術研究所
- 1995 No.8 春号
高面圧下での天然ゴム系積層ゴムアイソレータの実大実験
福岡大学教授 多田英之
福岡大学講師 高山峯夫
動力炉・核燃料開発事業団 瓜生 満
限界変形を想定した鉛ダンパーの実大実験
福岡大学教授 多田英之
福岡大学講師 高山峯夫
動力炉・核燃料開発事業団 瓜生 満
- 1995 No.9 夏号
都市形成と構造技術者の責任～阪神大震災の反省から～
日本大学理工学部教授 石丸辰治
- 1995 No.10 秋号
免震構造の周辺
明治大学理工学部教授 洪 忠憲
- 1995 No.10 秋号
積層ゴムの復元モデルに関する研究
清水建設和泉研究室 菊地 優
- 1996 No.11 冬号
免震神話と技術者の良心
建築研究振興会 北川良和
- 1996 No.12 春号
軸組構法木造住宅の実大振動実験
東京大学助手 大橋好光
- 1996 No.13 夏号
「HIGH QUALITY 免震構造」の原点に立ち返って
千葉工業大学教授 長橋純男
- 1996 No.14 秋号
免震構造の設計に思う点とその将来像
名古屋工業大学教授 久保哲夫
- 1997 No.15 冬号
免震建物の維持管理基準(案)
維持管理委員会
- 1997 No.16 春号
粘弾性ダンパーによる建築物の免震・制振
早稲田大学理工学部建築学科教授 曾田五月也
- 1997 No.17 夏号
免震構造のすすめ
広島大学教授 嶋津孝之
- 1997 No.18 秋号
①免震建物について思うこと
東北大学大学院工学研究科教授 井上範夫
②免震建物と雷保護・接地
日建設計 横山正博・渡邊 薫
- 1998 No.19 冬号
①免震建物に思う
東京都立大学教授 西川孝夫
②ある対震構造システムの公開実験
日本大学教授 石丸辰治
日本大学助教授 新谷隆弘
- 1998 No.20 春号
①耐震設計を再考する
近畿大学教授 花井正美
②免震建物について思うこと
名古屋大学先端技術共同センター教授 福和伸夫
- 1998 No.21 夏号
①偏心ローラー支承を適用した免震建物
住宅・都市整備公団 長岡 徹
奥村組 平野 晋
オイレス工業 川口澄夫
②自由の女神像・台座の免震化
鹿島建設 上野 薫・斎藤 一

- ③積層ゴムにおける中間鋼板の役割
福岡大学助教授 高山峯夫

1998 No.22 秋号

- 「免震建築の地震観測速報」
はじめに 広報委員会
①1998年8月29日東京湾の地震
(I)鹿島テラハウス南長崎 鹿島 上野 薫
(II)前田建設工業西船橋社宅 前田建設工業 斉藤芳人
(III)大林組ハイテクR&Dセンター 大林組 野畑有秀
(IV)稲城市立病院 東京建築研究所 山口昭一・中澤俊幸
②1998年9月15日 宮城県南部の地震
(I)東北大学免震実証試験建屋 清水建設 猿田正明
(II)大木青葉ビル 大木建設 中根 博・堀 義孝
今富弘之・加藤証一郎
「免震構造」マンション入居者アンケート結果
広報委員会

1998 No.21 秋号

- オイレス工業(株)足利事業所見学会の報告
佐藤工業 島田義英・穴戸 寛

共同住宅特別委員会報告

1996 No.14 秋号

- ①14階建集合住宅試設計
織本匠構造設計研究所 山竹美尚
大日本土木 跡部義久
熊谷組 飯利昌人

1996 No.14 秋号

- ②居住施設を対象とした免震建物の評定シート分析
清水建設 小川雄一郎

見学会報告

1994 No.5 夏号

- 免震支承製造工場見学会を終えて
昭和電線電纜 坪井 信

1995 No.7 冬号

- 免震積層ゴム製造工場見学会を終えて
ブリヂストン 有田興紀

1997 No.15 冬号

- 北里大学病院
新日本製鐵 加藤巨邦

1997 No.15 冬号

- 静岡新聞制作センター
大日本土木 跡部義久

1997 No.16 春号

- ユニハイム山崎見学会の報告
大日本土木 跡部義久

1997 No.18 秋号

- 松井・北陸免震マンション見学会の報告
昭和電線電纜 古畑雄策
新日本製鐵 加藤巨邦

技術委員会——委員長 和田 章

コロンビアでまた地震が起き、大きな被害を受けているようです。世界中を見渡せばレンガ造などの耐震的ではない建物に住んでいる人々がまだ沢山います。免震構造が、わが国だけでなく、これらの国々にも普及し、多くの人命、建築物を救えることを願います。

当協会では昨年春に技術委員会の組織を刷新してから、委員会活動はさらに活発になっています。ここに、各小委員会の委員長の方々から委員会の現状を報告していただきます。1999年10月1日には各小委員会の成果発表会を行う予定です。

設計小委員会——委員長 公塚正行

各WGの活動状況は、以下の通りとなっています。

「性能設計」WG（公塚主査、藤森幹事 他20名）

現在、総プロ「新建築構造体系の開発」による総合報告書の読み合わせ作業を行っており、作業終了後、WGをテーマ毎のサブWGに分け、性能設計マニュアル作成のための具体的な活動に取り組んでいく。

「入力地震動」WG（瀬尾主査、人見幹事 他7名）

将来を見据えた現実的かつ合理的な入力地震動の評価方法を提案すべくキーワードを設定した。キーワードに関する議論を活発に行い、WGの的の絞り込みを今後図っていく。

「設計例」WG（平間主査、吉川幹事 他9名）

既評定物件の調査を行い、設計例作成のためのキーワードを模索すると共に、免震建築物のデータベースを作成している。現在、データの分析や図表の表現方法、およびデータベースの目的・効果等について検討しているが、協会員に対するアンケート調査を2月頃に予定している。

「振動解析検証ソフト」WG

（酒井主査、中村幹事 他8名）

振動解析検証ソフトは、動作確認が完了し、5月の幹事会にて設計小委員会の委員に配布する予定としている。構造設計支援ソフトは、設計小委員会内の各WGにアンケート調査を行いその内容を決定する。

免震部材小委員会——委員長 岩部直征

4つのWGに別れて各WGが3～4回の会議を開いて活動に入ったばかりのところである。各WGの活動の状況は以下の通りである。

「実験」WG（高山主査、飯塚幹事 他13名）

昨年実施した積層ゴム引張試験の評価と今後実施すべき免震部材実験について検討中。

「積層ゴムアイソレータ」WG（松田主査、芳沢幹事 他12名）

性能設計を目指した積層ゴムアイソレータの評価に関する検討中。

「ダンパー」WG（辻田主査、原田幹事 他15名）

各社の（履歴型、粘性型、摩擦型）ダンパーの製品紹介を通してダンパーの分類と性能評価方法を検討中。

「設備設計」WG（浮田主査、内田幹事 他）

設備設計等免震建物の周辺部材に関する性能評価について検討中。

教育普及小委員会——委員長 菊地 優

昨年12月12日に第2回「積層ゴム専科」講習会を開催しました。新たに高山先生を講師としてお招きして講師陣の充実を図りました。「設計の実際」講習会は、本年2月18日に開催予定となり、現在、教材のバージョンアップを行っています。

施工小委員会——委員長 原田直哉

免震部材の施工精度や施工上の問題点を討議し、本協会としての免震施工に関する標準的な仕様書（協会版）を模索してゆく予定。また、教育普及小委員会より、講習会の科目として、施工監理に関する資料の作成依頼を受け、「施工のポイント」ということで、OHP等をまとめている。

維持管理委員会——委員長 三浦義勝

点検業者の登録に続いて、昨年末には資格技術者の認定が行われ、8名が登録されました。資格技術者は、協会の実施する点検事業の仕組みの中では、協会の指導の下に点検業者に協力して点検業務を一定の技術レベルに確保する大事な役割を果たします。今回の認定で、協会の点検事業の実施体制は、ほぼ整備されたこととなります。今年度は、協会の点検事業のPRを、更に推進したいと考えています。

一方、点検業務の依頼状況は、まだ、ほとんどが費用の見積もり依頼の段階ですが、実施予定もそろそろ動き始めそうです。

規格化・標準化委員会——委員長 寺本隆幸

本委員会内の規格化WGは、1997年6月に「免震部材JSSI規格」を纏めて以来久しく活動を休止していましたが、昨年末に大成建設および東京ファブリックより「弾性すべり支承アイソレータ」の規格追加作成の申し入れがあり、1年半振りに再開致しました。同種の製品を製作しているメーカーは他にも数社あり、機構・材料などの相違点の調整を図りながらの作業となります。

標準建築詳細WGは新規ディテールの資料収集が大方完了し、前段の計画・設計概要、各部設計の見直しへ

取りかかっています。意匠・設備設計者に有効に利用して頂いている「免震設計のための商品技術資料」に関しては、会員メーカー向けの説明会を1月27日に実施予定です。99年春の脱稿に向けて、鋭意作業中です。

基盤整備特別委員会——委員長 鈴木哲夫

ここ2年間は当協会の法人化に向けて、収支計画や事業計画および委員会活動を中心とした組織のあり方など協会の基盤となる項目に関し検討・立案してきた。これらは昨年秋に開催された運営委員会および理事会において、細部についての修正はあるものの基本的には了承された。この度、法人化の具体的なスケジュールも遡上にあがった事でもあり、本特別委員会の役目も一応終わったのではないかと考える。

法人化委員会——委員長 小幡 学

本協会は、平成5年6月に発足し、以来関係者の努力をもって免震の普及に努めて参り、一層普及発展を図るため公益法人として活動する必要性を考え、平成8年頃から社団法人設立の趣旨書を作成、申請にそなえました。

これに基づき、平成9年2月建設省住宅局に「社団法人日本免震構造協会」設立申請をしました。その間、行財政改革、中央省庁再編成等の激動があり、危惧しておりましたが、平成9年9月頃より免震建築及び本協会の将来性を勘案しながら内容検討が本格化し、平成10年初頭より役員構成、同年8月頃より事業計画問題等紆余曲折を経て、十分の理解協力を頂き平成10年は過ぎました。

その結果、本年初頭設立許可の内諾を得、2月23日設立総会開催の運びになりました。これにより設立申請書を提出し、設立許可を得て社団法人となる日が目前となりました。会員各位のご協力に感謝します。

広報委員会——委員長 須賀川 勝

会誌23号の編集担当WG、全体委員会を1月26日(火)開催。WGによる進捗状況の説明と次号以降の方針が検討されました。

協会の今後の方針を可児専務理事から説明を受け、次号からの会誌をどのようにしていくか等についても議論しました。用語集についてはあと2~3回掲載し、その後意見を頂きながら来年には単行本にする等を検討していく予定です。前回この欄でお願いした紹介記事の掲載については早速協力して頂いた方がありました。今後も積極的に掲載を申し出て下さるようお願いいたします。メディアWGではホームページを充実させるべく、「免震建築作品紹介」欄を開設したことは前号でもお知らせしましたが、応募が少ないようです。掲載をご希望される方は事務局までお問い合わせ下さい。

事業企画委員会——委員長 可児長英

1998年11月25日から3日間新横浜のプリンスホテルで日本地震工学シンポジウムが開催され1200名の方が参加されました。本会も展示会に出展し、可動模型や最新の引張試験結果の一部などのパネルも加え免震構造の普及に努めました。秋の工場見学会は横浜ゴムの平塚製造所で11月27日に近くの免震建物の見学も併せ行われ50名が参加されました。

専科の講習会「積層ゴム」第2回目が12月10日に飯田橋のシニアワークで開かれました。

前回、大変好評でしたので今回は場所を広くしました。この内容につきましては別途報告がありますのでそれをご覧ください。1999年1月14日には神戸国際展示場にて本会と神戸国際交流協会との共催の免震シンポジウムが230名が参加して開催されました。東京以外で初めてのものでしたが、関西方面の会員の方に加え東京からの方も参加して、「地域安全と免震建築」—免震建築は建物を救う—と題して、学識経験者の井上豊氏・和田章氏・中島正愛氏、建築家の太田隆信氏・山本賢氏、構造設計者の山口昭一氏の6人のパネリストにより実施されました。この内容は別途報告がありますのでご覧ください。

技術委員会と共催の本年度最後の「免震構造設計の実際」の技術講習会が2月18日に開催されます。また、2、3月に日本建築センターと共催の一般向けセミナー「免震構法によるレトロフィット」「住宅の免震構造設計・施工について」が予定されています。3月10日には免震建物施工現場見学会がブリヂストン横浜工場内で、また、4月16日には鉄建建設の本社ビルの「居ながら施工」による免震レトロフィットの現場見学会が予定されています。会員多数のご参加を期待します。

免震住宅委員会——委員長 中澤昭伸

平成10年6月11日に免震住宅委員会として正式に発足して以来、現在までに計5回の委員会を行った。第4回(11月19日)の委員会では、免震住宅が在来の住宅に比べ何故優れているのかという広報活動を、わかりやすく一般ユーザーにどのように行っていくべきか、また、その普及に当たり保険制度の問題等重要と思われる問題を他の委員会と連絡を取り合って共同研究していくべきではないか等、話し合った。第5回(12月16日)の委員会では、新しく平野茂氏、高橋武宏氏(一条工務店)が委員として加入し、戸建て免震住宅の一般評定及び個別評定審査の簡素化等、今後の可能性について話し合った。また、免震住宅の普及には設計の簡略化(地盤調査等も含め)が必要であり、今後処理していかなければいけない問題は多いようである。

委員会の動き

■委員会活動報告

(1998.10.21～1999.1.26)

月 日	委員会名	場 所	出席者
10.23	技術委員会/免震部材小委員会「実験」WG第1回	事務局	8名
10.27	技術委員会/免震部材小委員会「積層ゴムアイソレータ」WG第1回	同	11名
10.28	技術委員会/施工小委員会第2回	同	9名
10.28	平成10年度第1回理事会	九段会館	35名
10.30	技術委員会/設計小委員会「性能設計」WG第3回	事務局	17名
11. 4	「積層ゴム」 専科講習会事前打ち合わせ	同	5名
11. 6	技術委員会/設計小委員会「設計例」WG第4回	同	10名
11. 9	技術委員会/設計小委員会「入力地震動」WG第3回	同	8名
11.10	技術委員会/設計小委員会「振動解析検証ソフト」WG第4回	同	4名
11.11	事業企画委員会「パンフレット作成」WG	同	5名
11.11	維持管理委員会第4回	同	16名
11.12	規格化・標準化委員会「標準建築設計詳細」WG第18回	同	9名
11.13	技術委員会運営幹事会第2回	同	21名
11.16	技術委員会/教育普及小委員会サブWG2	同	3名
11.16	事業企画委員会第40回	同	12名
11.19	会務会議	同	11名
11.19	事業企画委員会「イタリア免震視察報告書作成」WG	同	14名
11.19	技術委員会/施工小委員会第3回	同	9名
11.19	免震住宅委員会第4回	同	7名
11.20	技術委員会/免震部材小委員会「ダンパー」WG第2回	同	12名
11.25～27	日本地震工学シンポジウム出席	横浜プリンスホテル	1200名
11.26	事業企画委員会「イタリア免震視察報告書作成」WG	事務局	3名
11.26	維持管理委員会「通常点検」WG第1回	同	3名
11.27	横浜ゴム見学会	横浜ゴム	48名
12. 1	技術委員会/教育普及小委員会第3回	事務局	7名
12. 1	事業企画委員会「パンフレット作成」WG	同	3名
12. 1	規格化・標準化委員会「規格化」WG第1回	同	11名
12. 2	技術委員会/設計小委員会「性能設計」WG第4回	同	18名
12. 3	技術委員会/免震部材小委員会「積層ゴムアイソレータ」WG第2回	同	11名
12. 8	技術委員会/免震部材小委員会「設備設計」WG第2回	同	7名
12. 8	技術委員会/設計小委員会「振動解析検証ソフト」WG第5回	同	6名
12. 9	事業企画委員会第41回	同	10名
12.10	「積層ゴム」 専科編講習会	シニアワーク 講堂	72名
12.10	技術委員会/施工小委員会第4回	事務局	6名
12.11	会務会議	同	10名
12.11	技術委員会/免震部材小委員会/実験WG「引張試験」サブWG第1回	同	7名
12.14	基盤整備特別委員会第36回	同	7名
12.15	技術委員会/教育普及委員会サブWG	同	2名
12.15	技術委員会「入力地震動」WG第4回	同	8名
12.16	免震住宅委員会第5回	同	9名
12.17	技術委員会「技術基準マニュアル作成」WG第17回	同	5名
12.18	事業企画委員会「パンフレット作成」WG	同	4名
12.18	規格化・標準化委員会「標準建築詳細」WG第19回	同	9名
12.22	広報委員会「広報WG」	同	5名
12.22	維持管理委員会「維持管理」WG	同	3名
1. 7	技術委員会/免震部材小委員会「ダンパー」WG第3回	同	14名
1. 8	事業企画委員会第42回	同	9名
1.11	法人化委員会第14回	同	9名
1.12	維持管理委員会「通常点検」WG第2回	同	3名
1.12	運営委員会	同	18名
1.14	免震シンポジウム	神戸国際展示場	230名
1.18	会務会議	事務局	10名
1.18	技術委員会/設計小委員会「設計例」WG第5回	同	7名
1.19	技術委員会/施工小委員会第5回	同	6名
1.20	技術委員会/免震部材小委員会「設備設計」WG第3回	同	6名
1.20	維持管理委員会第5回	同	14名
1.21	技術委員会/免震部材小委員会「実験」WG第2回	同	11名
1.26	広報委員会「広報WG」	同	5名
1.26	広報委員会	同	14名
1.26	基盤整備特別委員会第37回	同	8名

新入会員

社名	代表者	所属・役職
第1種正会員(法人)新規入会		
株式会社一条工務店	山本 庄一	代表取締役社長
株木建設株式会社	株木 雅浩	代表取締役社長
カヤバ工業株式会社	細見 淳	代表取締役社長

氏名	所属
第2種正会員(学術会員)新規入会	
藤田 隆史	東京大学・生産技術研究所
山田 周平	三菱地所株式会社
小谷 俊介	東京大学

社名	代表者	所属・役職
準会員(法人)新規入会		
株式会社田中建設	浦野 一	開発事業部 課長
株式会社ダイエーコンサルタンツ	館野 吉範	常務取締役 東京支店長
ノートン株式会社	安藤 誠一郎	機能樹脂事業部 取締役事業部長

氏名	所属
会誌会員(個人)新規入会	
高木 充	株式会社設計舎
杉山 逸郎	株式会社MAY設計事務所

日本免震構造協会会員数 (98年12月31日現在)	第1種正会員(法人)	134社
	第2種正会員(学術会員)	61名
	準会員(法人)	46社
	会誌会員(個人)	196名
	特別会員	5団体

退会会員	会誌会員 佐々木 豊喜
------	-------------

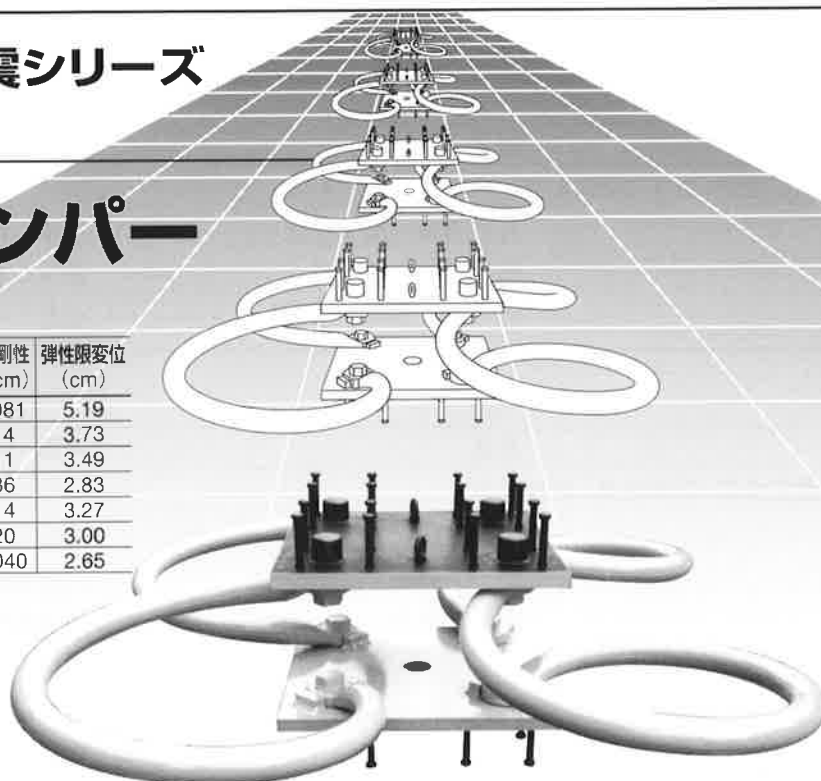
新日鉄の耐震・免震シリーズ

地震力を吸収する

免震鋼棒ダンパー

免震鋼棒ダンパー標準仕様

タイプ	方向	降伏せん断力 (tf)	初期剛性 (tf/cm)	2次剛性 (tf/cm)	弾性限変位 (cm)
90φ R450	B	25.0	4.82	0.081	5.19
	A	31.0	8.3	0.14	3.73
90φ R380	B	29.0	8.3	0.11	3.49
	A	36.0	12.7	0.36	2.83
90φ R325	B	36.0	11.0	0.14	3.27
	A, B	21.0	7.0	0.20	3.00
50φ R275	A, B	5.3	2.0	0.040	2.65



免震構造の概念図



- 大きなエネルギー吸収能力と高い変形性能が特長です。
- 耐久性および信頼性に優れています。
- 地震後の点検も確実にこなせます。
- 解析のモデル化が簡明で、設計も容易です。
- 軟弱地盤上の免震構造には特に効果的です。
- 免震鋼棒ダンパーは各種免震建築物（公共施設、病院、住宅、コンピュータービルなど）に豊富な実績を持っています。

免震建築の保守管理に

別置き積層ゴムアイソレータ締め付け装置

- ◆ 大荷重による締め付けが行えます。
- ◆ 荷重制御座金（BTワッシャー）により、締め付け力を年間を通じてほぼ一定に保つことができます。
- ◆ 随時締め付け力を読み取ることができます。
- ◆ 油圧装置などを用いていないため、メンテナンスが簡単です。

種類

標準型として1台タイプと2台タイプを用意しております。
また、特殊な形状の御注文も承ります。

アイソレータ径	500φ	600φ	700φ	800φ
荷重	≤200	≤300	≤400	≤600
時 常				
(tf) 限 界	300	450	600	900



800φタイプ

新日本製鐵株式会社

東京都千代田区大手町2-6-3 〒100-8071

エンジニアリング事業本部 建築事業部 建築鉄構部

☎03(3275)5334 フリーダイヤル ☎0120-42-1210 Fax.03(3275)5978

昭和電線の高面圧、低弾性アイソレータは 4秒免震を実現します！

①

载荷性能を追求 した理想の形状

- 形状係数S1=31
- 形状係数S2=5
(ゴム硬さ40)



- ◆最高の载荷性能
- ◆長期許容面圧150kg/cm²以上

②

端面は鋼板露出型

- 鋼板露出型でゴムはR状



- ◆中心穴径は外径の1/20
- ◆大変形、大荷重でも剛性変動が少ない
- ◆均一なゴム層厚さ
- ◆均質なゴムアイソレータ

③

特性重視のゴム 配合

- 可塑材を加えない
- 天然ゴムリッチ(75%)
な配合



- ◆高い線形性
- ◆優れたクリープ、耐久性
- ◆大きな変形能力(300%以上)
- ◆低弾性ゴムG3.0まで可能

④

実大製品による 豊富なデータ蓄積

- 試験は全て実大製品で
実施
- 初期特性から耐久性ま
のデータが充実



- ◆データの信頼性

⑤

設計の自由度

- 履歴のモデル化が明快
- 水平剛性の各種依存性
がない
- 剛性、減衰が任意で最
適な免震設計が可能



- ◆設計の自由度

⑥

品質、維持管理が し易い

- 目視による管理ができる
- ジャッキアップの交換
不要



- ◆メンテナンスが容易

SWCC 昭和電線電纜株式会社

営業推進部免震システムグループ

〒105-8444 東京都港区虎ノ門1-1-18(東京虎ノ門ビル)

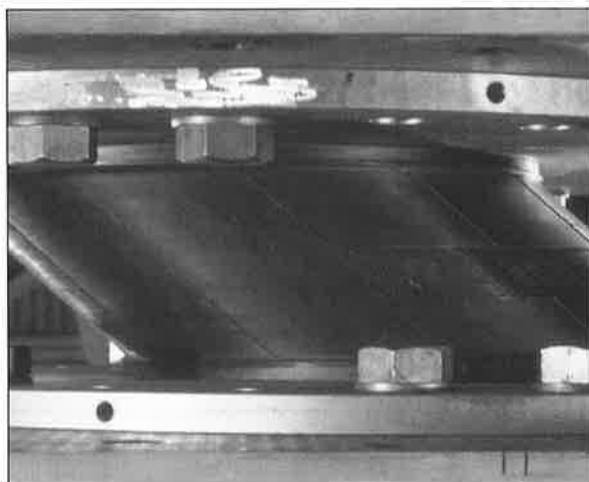
☎ (03)3597-7102

FAX(03)3597-7194

免震ならブリヂストン。実績も豊富です。

建物全体の免震に…… **マルチラバーベアリング**

マルチラバーベアリングは、ゴムと鋼板でできたシンプルな構造。上下方向に硬く、水平方向に柔軟な性能を持ち、地震時の揺れをソフトに吸収し、大切な人命を守るとともにコンピュータ等重要な機器も守ります。



〈特長〉

- 建物を安全に支える構造部材として十分な長期耐久性
- 大重量の荷重にも耐える荷重性
- 大地震の大きな揺れにも安心な大変位吸収能力
- ゴム材料自身に減衰性を持つため、ダンパー等の必要なく設計対応が可能

ブリヂストンの免震ゴムは、

- 高い安全性を必要とする建物
- 地震時に機能を失ってはならない建物
- 財産として守りたい建物

様々な建物に使用されております。



病院



マンション



オフィスビル/ブリヂストン虎ノ門ビル

お問い合わせは…

株式会社ブリヂストン

建築用品販売部 建築免震事業推進室 東京都中央区日本橋3-5-15 同和ビル8F 〒103-0027 TEL(03)5202-6865 FAX(03)5202-6848

グッときたら!

免震

Lead
Rubber
Bearing



免震装置設置状況
LRB (φ1200)

LRBを 標準化しました。

- 設計業務を削減したい。
- コストダウンを図りたい。
- 設計・製作時間を短縮したい。
- 安心できる製品をつくりたい。

このような設計者の要望に
応えるため、
基礎免震装置LRBの
標準化を実現しました。

LRB標準品

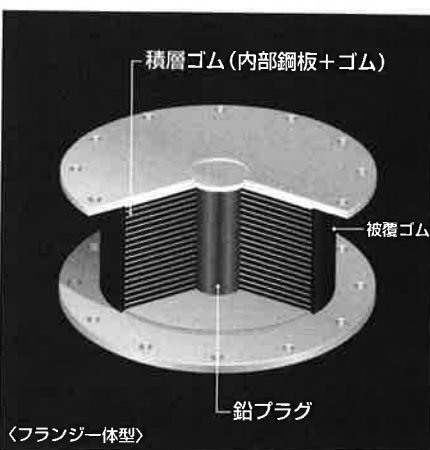
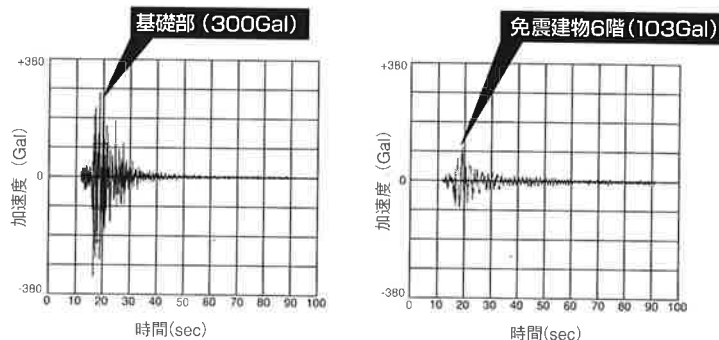
- フランジ一体タイプ……G4・G6 φ 600～φ 1100mm
- ボルト固定タイプ……G4・G6 φ 1200～φ 1300mm

RB標準品

- フランジ一体タイプ……G4・G6 φ 600～φ 1000mm

LRB、RB標準品について、詳しくはお問い合わせください。

■阪神大震災で実証された、LRBの優れた免震特性



■ LRBの構造

ゴムと鋼板を交互に積み重ね、加硫接着した積層ゴム体の中心に鉛プラグを埋め込み、一体化した免震装置です。

オイルス免震・制振装置

■基礎免震装置

LRB
LRB-SP
LRB-R
FPS

■機器免震装置

2次元免震床システム
3次元免震床システム
ERS

■制振装置

制震壁
TMD
AMD

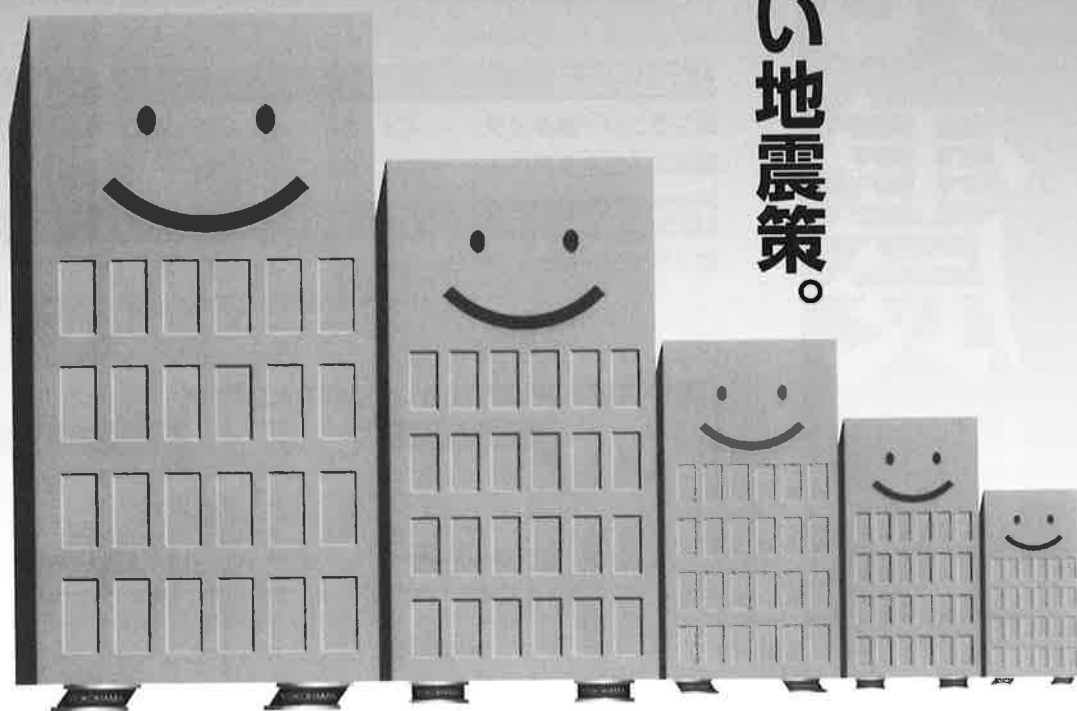
■耐震装置

LED
MSストッパー
バイブロック
粘性ダンパー

OILES オイルス工業株式会社

〒105-8584 東京都港区芝大門1-3-2 芝細田ビル ☎(03)3578-7933(代)

揺るぎない地震策。



YOKOHAMA SEISMIC ISOLATOR FOR BUILDINGS

BUIL-DAMPER

ビル用免震積層ゴム ビルダンパー

わが国最悪の都市型災害をもたらした「阪神大震災」。阪神・神戸地区の建築物および建造物を直撃し、ビルの倒壊、鉄道・高速道路の崩落、橋梁・港湾施設の損壊など、未曾有の大被害を与えました。ところが、そんな中でほとんど被害を受けなかった建物がありました。それが、免震ゴムを採用したビルだったのです。

ビル免震とは、地震の水平動が建物に直接作用しないよう、建物にクッション（免震ゴム）を設けたものです。従来の耐震ビルが「剛性」を高めて地震に耐えるのに対し、地震エネルギーを吸収することによって、建物に伝わる地震力を減少させます。激しい地震でも、建物および内部の設備・什器の損傷を防ぐことができるため、阪神大震災を機に需要は急増し、震災前10年間の採用件数が震災後の2年間で3倍以上に拡大しているほどです。

横浜ゴムは、独自のゴム・高分子技術をベースに、早くから免震ゴムの開発に取り組んできました。高い機能性と

信頼性を誇る橋梁用ゴム支承では、業界トップレベルの評価を得ており、阪神大震災の高速道路復旧をはじめ、日本最長の免震橋である大仁高架橋や首都高速道路など数多くの納入実績をあげています。

ビル免震では、新開発のビル用免震積層ゴム「ビルダンパー」が大きな注目を集めています。特殊な配合で、ゴム自体に減衰性を持たせた新しいゴム素材を開発、採用。これにより、従来の免震積層ゴムに比べ、約30%アップもの減衰性能を実現しています。水平方向の動きが少なく、短時間で横揺れを鎮めることができ、阪神大震災を超える大地震（せん断歪200%以上）でも十分な減衰性能を発揮できます。また、減衰装置が不要なために設計・施工が容易など、コスト面でも大きなメリットを持っています。より確かな地震対策をするために。より大きな安全を確保するために。横浜ゴムがお届けする、揺るぎない自信作です。

横浜ゴム株式会社

MB販売本部建築資材販売部：〒105-0004 東京都港区新橋6-1-11（秀和御成門ビル7F）
MB開発本部開発1部：〒254-0047 神奈川県平塚市追分2-1

TEL 03-5400-4823（ダイヤルイン） FAX 03-5400-4830
TEL 0463-35-9703（ダイヤルイン） FAX 0463-35-9765

（カタログ請求番号 1122）

免震建築物の積層ゴム用耐火被覆材

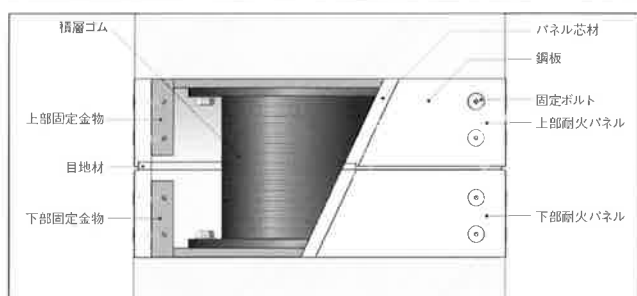
メンシンガード S



- 中間層免震の場合、積層ゴムにメンシンガードSを施す事により免震層を駐車場や倉庫として有効利用ができます。
- ボルト固定による取付けの為、レトロフィット工法における積層ゴムの耐火被覆材として最適です。
- 従来の耐火材に比べ美しくスマートに仕上がります。
- 表面にガルバリウム鋼板を使用しているため、物が当たった時の衝撃に対しても安全です。
- 専用ボルトによる固定のため、簡単に脱着ができ積層ゴムの点検が容易に行えます。

性能

- 耐火試験を行い、耐火3時間性能を確認しています。
- 変位追従性能試験を行い、地震時の変位に追従する事を確認しています。



※材質 耐火芯材：セラミックファイバー硬質板 表裏面鋼板：ガルバリウム鋼板

標準寸法

積層ゴム径	変位(mm)	標準寸法(仕上がり外寸)
600φ	±400	1,120×1,120
650~800φ		1,320×1,320
850~1000φ		1,520×1,520
1100~1200φ		1,720×1,720
1300φ		1,920×1,920

※これ以外の積層ゴム径、変位量についてはご相談ください。

免震建築物の防火区画目地

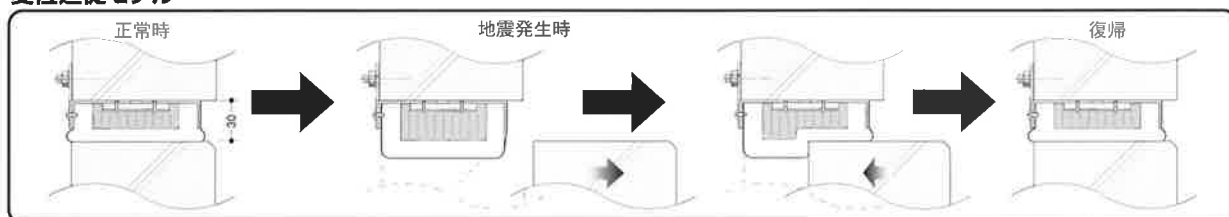
メンシンメジ



- 耐火2時間性能試験を行い、加熱120分後の裏面温度が260℃以下であることを確認しています。
- 400mm変位試験を行い、変位前後で異常が無い事を確認しています。

種類	厚さ	幅	長さ
一般品	45	100	1,040
コーナー品			320

変位追従モデル



◎メンシンガード S、メンシンメジをご使用に際し、場合によって(財)日本建築センターの38条認定を受ける必要があります。ご相談ください。



ニチアス株式会社

本 社 / 〒105-8555 東京都港区芝大門1-1-26

建材事業本部 ☎03-3433-7256 名古屋営業部 ☎052-611-9217
 設計開発部 ☎03-3433-7207 大阪営業部 ☎06-252-1301
 東京営業部 ☎03-3438-9741 九州営業部 ☎092-521-5648

三菱マテリアルの 免震構造用鉛ダンパー

特 長

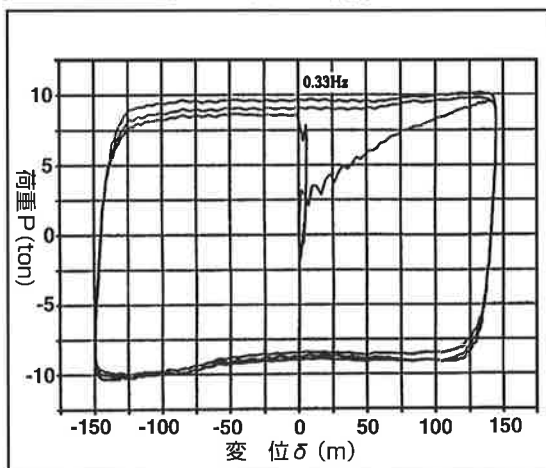
- ◆小振動をしっかり押さえる
- ◆大振動は変形してエネルギーを吸収
- ◆地震に対する不安感を解消
- ◆建築物の被害を最小限に押さえる
- ◆初期剛性が大きく、降伏変位が小さい
- ◆固定フランジ部は防錆処理（亜鉛メッキ処理）されており、鉛はその優れた耐食性から、耐久性に優れている
- ◆維持管理が容易で、取り替えも簡単に行う事ができる

モデル化の例

降伏耐力	初期剛性	降伏変位	二次剛性
10T	12t/cm	0.8cm	0t/cm

注）本データは下図履歴曲線の一例により求めたものですが、実設計にあたっては種々条件を考慮する必要があります。

φ180鉛ダンパー
加振によるP-δ曲線



開発経緯 他

三菱マテリアルでは、非鉄金属製錬メーカーとして高純度の鉛を製造しています。この高純度の鉛の利用目的として、三菱マテリアルは免震建物に用いられる減衰構造としての鉛ダンパーを、福岡大学と共同開発しました。

この鉛ダンパーは純度99.99%の鉛を使用したものであり、鉛の剛塑性的な特質により、はじめはほとんど変形せず、耐力の限界点に達すると極めて柔らかく変形し、非常に大きなエネルギー吸収能力を持っているため、大変すぐれた免震部材といえます。

納入実績

納入実績は、昭和63年に販売開始以来、鉛ダンパーは1,400体以上の実績があり、共同住宅はもちろん、電算センター・病院・ホテル・学校・福祉施設などで幅広く採用されています。



三菱マテリアル株式会社

〒100-8222

東京都千代田区丸の内1-5-1 新丸ビル5階

製錬事業本部営業部

TEL.03-5252-5368 FAX.03-5252-5429

入会のご案内

入会ご希望の方は、次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)	300,000円	(1口)300,000円
第2種正会員(学会会員)	5,000円	5,000円
準 会 員(法人)	100,000円	100,000円
会 誌 会 員(個人)	10,000円	10,000円
特 別 会 員(団体・協会)	別 途	
名 誉 会 員(個人)	—	—

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で、理事の推薦を受け、理事会で承認されたもの
- (3) 準会員
免震構造に関心が深く、本協会の目的に賛同して入会した法人
- (4) 会誌会員
本協会の会誌購読希望者
- (5) 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
- (6) 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

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

〒102-0073 東京都千代田区九段北1-3-5

九 段 I S ビ ル 4 階

事務局長 上岡政夫

Tel : 03-3239-6530

Fax : 03-3239-6580

日本免震構造協会入会申込書

申込書は、郵便にてお送り下さい。

申 込 日	199 年 月 日	*入会承認日	月 日
*会員コード			
会員種別 ○をお付けください	第1種正会員	準会員	特別会員
ふりがな 法人名(口数)	(口)		
代表者	ふりがな 氏 名	印	
	所属・役職		
	住 所 (勤務先)	〒	
	☎ () — F A X () —		
担当者	ふりがな 氏 名	印	
	所属・役職		
	住 所 (勤務先)	〒	
	☎ () — F A X () — e-mail		
業 種 ○をお付けください	A：建設業 B：設計事務所 C：メーカー () D：コンサルタント E：学校 F：その他 ()		
資本金・従業員数	万円 ・ 人		
設立年月日(西暦)	年 月 日		
所属する団体名			

*本協会にて記入いたします。

◇記入要領◇

1. 法人口数記入は、第1種正会員のみ。
2. 法人代表者は、免震協会活動上の代表者になる方で会社の代表者又は部門長など。
3. 法人担当者は、免震協会からの全ての情報・資料着信の窓口になります。
例えば……総会の案内・見学会の案内・会誌「MENS H I N」・会費請求書など。
4. 業種(C：メーカー)欄には、分野を記入。
例えば……機械・電気・免震部材・構造ソフトなど。
5. 業種A～Eにあてはまらない場合は、F：その他に業種を記入。
6. 属する団体名は、主な団体名を記入。(多くて3つまで)

日本免震構造協会入会申込書

会誌会員(個人) ↓

申込書は、郵便にてお送り下さい。

申 込 日	199 年 月 日	*入会承認日	月 日
*会員コード			
ふ り が な 氏 名	印		
住 所 (会誌送付先)	〒		
	上記住所 ○をお付けください	勤務先	自 宅
	☎ ()	—	
	F A X ()	—	
	e-mail		
勤務先・所属			
業 種 ○をお付けください	A: 建設業 B: 設計事務所 C: メーカー ()	D: コンサルタント E: 学校 F: その他 ()	

*本協会で記入いたします。

◇記入要領◇

- 業種(C:メーカー)欄には、分野を記入。
例えば……機械・電気・免震部材・構造ソフトなど。
- 住所は、会誌送付先の住所を記入。

送付先 日本免震構造協会 事務局
〒102-0073
東京都千代田区九段北1-3-5
九段 I S ビル 4 階
☎ 03-3239-6530

●会誌23号に関するご意見・ご質問等をご記入ください。

日本免震構造協会 広報委員会 御中

FAX 03-3239-6580

ご意見・ご質問等

送 付 日

1 9 9 年 月 日

会 員 種 別

第1種正会員(法人)

第2種正会員(学会会員)

○をおつけください

準会員(法人)

会誌会員(個人)

特別会員(団体・協会)

ふ り が な

氏 名：

勤 務 先：

所 属：

勤務先住所：〒

T E L：

()

F A X：

()

e - m a i l：

●会誌の送付先に変更がありましたら、下記のカードにご記入ください。

日本免震構造協会 事務局 御中

FAX 03-3239-6580

変更項目に○をおつけください

1. 担当者	2. 勤務先	3. 所属	4. 勤務先住所
5. 電話番号	6. FAX番号	7. その他	

送付日	199 年 月 日
会員種別 ○をおつけください	第1種正会員(法人) 第2種正会員(学会会員)
	準会員 会誌会員 特別会員
ふりがな 氏 名:	_____
勤務先:	_____

※変更項目のみご記入ください

変 更 後

ふりがな 氏 名:	_____
勤務先:	_____

所 属:	_____

勤務先住所:	〒 _____

T E L:	() _____
F A X:	() _____
e - m a i l:	_____
そ の 他:	_____

◇「住宅の免震構造設計・施工について」セミナーのご案内◇

免震構造建築物は、釧路沖地震以降、大地震の続発した北海道及び宮城県を中心とする東北地方も比較的多く、更に兵庫県南部地震後、兵庫、大阪など近畿圏にも多くなり、徐々に全国的に広く建設されてきております。

近年、在来軸組構法、枠組壁工法による木造住宅及び鉄骨構造、鉄筋コンクリート造の低層住宅に免震構造を採用する事例もあり、その耐震安全性、居住性などの向上効果が期待されております。

本セミナーでは、実際に住宅の免震構造設計・施工に携われた方々から、直接その設計・施工及び耐震効果などについて解説していただきます。

住宅の設計・施工関係者のみならず、免震構造建築物に興味のある関係者の方々に多数ご参加いただきますようご案内申し上げます。

主 催 財団法人 日本建築センター 共 催 日本免震構造協会

平成11年2月17日(水) 東京会場(日本消防会館 大会議室:東京都港区虎ノ門2-9-16)

時 間	内 容	講 師
10:00~10:10	挨拶	主 催 者
〈基調講演〉 10:10~11:00	住宅への免震構造適用に関する基本的な考え方と住宅用免震装置の特性	飯場 正紀(建築研究所基礎研究室室長)
〈事例研究〉 11:00~11:50	在来軸組構法による木造住宅の免震構造設計・施工について	景山光男一級建築士事務所、住友建設(株) スミリンツーバイフォ(株)
13:00~13:50	枠組壁工法による木造住宅の免震構造設計・施工について	三井ホーム(株)
13:50~14:40	鉄骨系軸組・耐力パネル構造住宅の免震構造設計・施工について	旭化成工業(株)、住友建設(株)
14:50~15:40	壁式鉄筋コンクリート造住宅の免震設計・施工について	日本ホームズ(株)
〈総 括〉 15:40~16:30	住宅の免震構造設計を考える	(財)日本建築センター 免震構造評定委員会委員長 井上 豊 (大阪大学工学部建築工学科教授)

平成11年2月25日(木) 大阪会場(日本生命中之島研修所:大阪市北区中之島4-3-43)

時 間	内 容	講 師
10:00~10:10	挨拶	主 催 者
〈基調講演〉 10:10~11:00	住宅への免震構造適用に関する基本的な考え方と住宅用免震装置の特性	飯場 正紀(建築研究所基礎研究室室長)
〈事例研究〉 11:00~11:50	在来軸組構法による木造住宅の免震構造設計・施工について	(株)ブリヂストン、(株)日本システム設計 (株)一条工務店
13:00~13:50	在来軸組構法による木造住宅の免震構造設計・施工について	三菱地所ホーム(株)
13:50~14:40	鉄筋コンクリート造住宅の免震設計・施工について	(株)大林組、(有)藤原設計
14:50~15:40	鉄筋コンクリート造住宅の免震構造設計・施工について	東急建設(株)
〈総 括〉 15:40~16:30	住宅の免震構造設計を考える	(財)日本建築センター 免震構造評定委員会委員長 井上 豊 (大阪大学工学部建築工学科教授)

※都合により、時間割・講師などが変更になる場合がありますので、あらかじめご了承下さい。

テキスト 「免震構造建築物ー住宅編ー」
 受講料 20,000円(テキスト代を含む、当日会場でお支払い下さい。)
 申込方法 申し込み方法などは次頁を参照して下さい。

◇「免震構法によるレトロフィット」を考えるセミナーのご案内◇

免震構造建築物は釧路沖地震以降、大地震の続発した北海道及び宮城県を中心とする東北地方も比較的多く、更に、兵庫県南部地震後、兵庫、大阪など近畿圏にも多くなり、徐々に全国的に広く建設されてきております。

近年、既存建物の耐震性能向上のための、免震構法によるレトロフィットの実例も多く、その耐震設計・施工方法が注目されているところです。

本セミナーでは、我が国及び米国における免震構法によるレトロフィットの実例について、その専門家の方々に詳しく解説していただきます。

主 催	財団法人 日本建築センター	共 催	日本免震構造協会
開 催 地	日 時	会 場	
東 京	平成11年3月2日（火） 10:00～16:30	日本消防会館 大会議室 港区虎ノ門2-9-16	TEL：03-3503-1486
大 阪	平成11年3月19日（金） 10:00～16:30	建設交流館 702室 大阪市西区立売堀2-1-2	TEL：06-6543-2551
時 間 割	内 容	講 師	
〈基調講演〉	免震構法適用に関する基本的な考え方	和泉 正哲（東北芸術工科大学教授）	
10:00～11:00			
〈実例研究〉	歴史的文化的建造物を地震から守る	建設省関東地方建設局営繕部	
11:00～12:00	国立西洋美術館本館免震レトロフィット	清水建設(株)	
13:00～14:00	立教大学礼拝堂耐震補強工事	(株)日建設計	
14:00～15:00	東京都豊島区役所本庁舎耐震補強工事	大成建設(株)	
15:15～16:30	米国の免震レトロフィット実例紹介及び 免震レトロフィットの今後の展開	可児 長英（日本免震構造協会専務理事）	

※都合により、時間割・講師などが変更になる場合がありますので、あらかじめご了承下さい。

- テキスト 「免震構法によるレトロフィット」「米国免震構造調査報告 免震とレトロフィット」
- 受講料 20,000円（テキスト代を含む、当日会場でお支払い下さい。）
- 申込方法 官製の「往復はがき」に氏名（連名で結構です）、講習会名、受講地、勤務先、〒所在地、電話番号をご記入の上お申し込み下さい。返信用はがきを参加券として返送いたしますので、住所、氏名を明記しておいて下さい。
- 送 付 先 〒105-8438 東京都港区虎ノ門3-2-2 第30森ビル
（財）日本建築センター 情報交流会 TEL：03-3432-0716
- 申込締切日 各会場とも開催日の5日前、定員になり次第締め切らせていただきます。
- なお、詳細については <http://www.bcj.or.jp> を参照下さるか、送付先宛おたずね下さい。

◇社団法人日本免震構造協会設立のための解散総会・設立総会開催のお知らせ◇

日 時 平成11年2月23日(火曜日)
 解散総会 15:00 ~ 15:30 2階「鳳凰」
 設立総会 15:30 ~ 16:30 2階「鳳凰」
 懇親会 17:00 ~ 18:30 3階「真珠」
 場 所 九段会館
 東京都千代田区九段南1-6-5 (地下鉄九段下駅徒歩3分)

◇ブリヂストン横浜工場内免震建物施工現場、免震建物及び工場見学会のお知らせ◇

事業企画委員会では免震建物施工現場の見学会を開催しておりますが、このたびブリヂストン横浜工場内での見学会を下記要領で実施することになりました。なお、工場内の既存の免震建物と工場の見学も併せて行います。奮ってご参加下さい。なお、お申し込みは、添付の申込用紙に必要事項を記入の上FAXにて下記までお申し込み下さい。参加者には、参加券をお送りします。 事業企画委員会

日 時 1999年3月10日(水) 13:30 ~ 16:30
 定 員 100名 (定員になり次第締切らせていただきます。同業者の方はご遠慮下さい)

●(仮称)ブリヂストン横浜工場YTC新築工事 概要

所 在 地 神奈川県横浜市戸塚区柏尾町1番地
 設計監理 (株)久米設計
 施 工 清水・間共同企業体
 建築面積 1,834 m² 延床面積 15,012 m² 地上8階建て
 免震装置 鉛プラグ入り積層ゴム及びFDR
 構 造 鉄骨鉄筋コンクリート造 基 礎 杭基礎

●横浜工場

所 在 地 神奈川県横浜市戸塚区柏尾町1番地
 施 設 大型試験機 (3200トン2軸試験検査装置)

お問合せ先：日本免震構造協会事務局 担当 佐賀 (TEL 03-3239-6530)
 お申込み先：(株)ブリヂストン建築用品販売部建築免震事業推進室 担当 鎌田
 FAX 03-5202-6848 TEL 03-5202-6865

(株)ブリヂストン建築用品販売部建築免震事業推進室 宛

FAX 03-5202-6848

ブリヂストン横浜工場内免震建物施工現場見学会参加申込書

会員種別 第1種正会員 第2種正会員 準会員 会誌会員

○をお付け下さい

氏 名：

勤 務 先：

所 属：

勤務先住所：〒

T E L：

F A X：

事務局だより

イタリア免震視察のとき案内していただいたMartelli教授らが「日本国地震被害及び復興調査団」を組織して、11月9日に協会を訪問しました。協会の会議室で秋山・和田・寺本教授らも出席されて彼らと会合を持ちました。対地震に関する考え方などについて活発な意見の交換となり、その後、清水建設の猿田氏らによる西洋美術館の見学が行われました。レトロフィットに対する関心もかなり高いようでした。米国・イタリア・ニュージーランドなど海外の免震も盛んですが、中国もかなり数があるのですが詳細はあまり分かりません。関心はかなり高く、このたび協会の免震構造入門の中国語版が出版されました。英語版の方の話もありましたが、こちらはまだのようです。10月理事会、11月日本地震工学シンポジウム、横浜ゴム平塚製造所工場見学会、12月「積層ゴム」専科講習会、1月神戸の免震シンポジウムと事業が続き、理事会、2月総会と、社団法人化を目前にひかえ大変忙しくなってきました。事務局ではアルバイトの学生さんに週に2度ほど仕事の手伝いをお願いしています。理科大寺本研究室の山崎尚美さんです。

可児 長英

上棟式

建築における儀式として、通常、地鎮祭・起工式、上棟式、竣工・落成式が行われています。特に上棟式は、民俗的風習が色濃くノスタルジックであり、自分の経験としても身近なものを感じます。木造の場合、祭壇に槌、鏡餅、破魔矢、扇子等を供え、神官の祝詞に続き大工等が束帯で幣を切り、組柱に登り、棟槌で七五三と棟を打ち、式後お供物の餅や銭をまき祝っています。翻って、これを本協会に例えれば、設立総会は、法人化にと

って差し詰め棟上げ式のようなのですが、最高意思決定機関としての役割があることに意義があります。

上岡 政夫

1月14日に開催されました関西初の「免震シンポジウム」では、予想を上回る参加があり事務局一同大変嬉しく思います。今回は、一般の方も50名程お見えになりました。この企画は、大阪の会員の方からの要望もあり実現したものです。毎回、協会主催のフォーラム・講習会・見学会の参加者を見ますとだいたいいつも参加される会員名が並びます。是非、まだ参加されたことのない会員の方は機会があればご参加ください。会員価格で参加できます。見学会は無料です。

今春には、法人化も決まりました。千鳥ヶ淵の桜の季節には、どう変わっているのでしょうか。

佐賀 優子

寄付・寄贈

1. 協会図書コーナー

「免震構造入門」の中国語翻訳版 7冊

株式会社オーム社

2. 図面用筒

清 畝傍

編集後記

原稿が集まり、ゲラのチェックをはじめた頃コロニアで地震がありました。

ニュースで見る限りかなりの被害の様子で、神戸の地震を思い出す人も多かったのではないのでしょうか。犠牲者の少ないことを祈るのみです。

会誌の発行は今回も予定通りに進みましたが、常に意見を聞きつつ改良していきたいと考えています。毎回感じるのですが、訪問記のために現地に出かけた折、免震構造に理解を示され、親切に対応してくださ

る方々がおいでになります。

一人でも多くの理解者を増やすことが免震の発展に寄与するのではと心強い感じがします。忙しい中でのご協力に改めて感謝したいと思います。

23号を担当されたのは跡部、加藤(巨)、細川、中川、永野氏のみなさんでした。

雨が少なく乾燥して風邪の流行している時期に無理をしてもらいました。

広報委員会 須賀川 勝

1999 No.23号 平成11年2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

〒102-0073

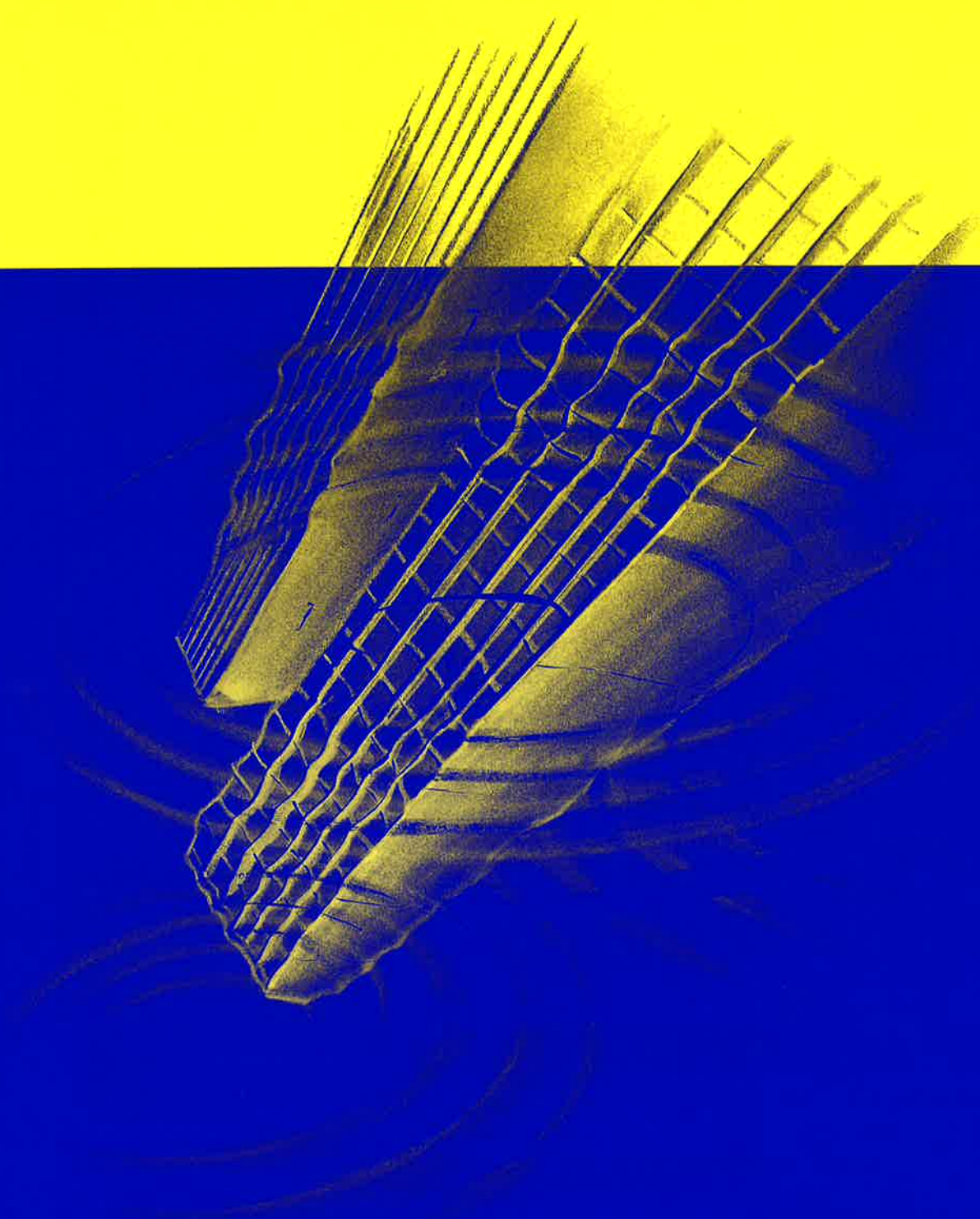
東京都千代田区九段北1-3-5
九段ISビル4階

日本免震構造協会事務局

Tel: 03-3239-6530

Fax: 03-3239-6580

http://www.jssi.or.jp/



JSSI

Japan Society of Seismic Isolation

日本免震構造協会

事務局 〒102-0073 東京都千代田区九段北1-3-5 九段ISビル4階

TEL.03-3239-6530 FAX.03-3239-6580

<http://www.jssi.or.jp/>