

JSSI

The Japan Society of Seismic Isolation

一般社団法人 日本免震構造協会

MENSHIN

The Japan Society of Seismic Isolation

NO. **97**

2017. 7

一般社団法人日本免震構造協会出版物のご案内

2015年11月1日

タイトル	内 容	発行年月	会員価格
			非会員価格
会誌「MENSIN」	免震建築・技術に関わる情報誌。免震建築紹介、免震建築訪問記、設計例、部材の性能、免震関連技術等 【A4版・約90頁】	年4回発行 2月、5月、 8月、11月	¥2,500
			¥3,000
免震部材標準品リスト 《改訂版》—2009—	大臣認定された免震部材で、免震建築物の設計に必要な部材ごとの性能基準値を一覧表にまとめたもの（CD-ROM付き） 【A4版・760頁】	2009年11月	¥3,500
			¥4,000
免震建物の維持管理基準 《改訂版》—2014—	免震層・免震部材を中心とした通常点検・定期点検など、免震建物維持管理のための点検要領などを定めた協会の基準 (ユーザーズマニュアル付) 【A4版・35頁】	2014年8月	¥700
			¥1,400
設計・施工に役立つ問題事例 と推奨事例一点検業務から 見た免震建物—	免震建物の点検時に発見される設計や施工に起因する不具合事例について、推奨事例も含めて解説。チェック編と解説編から構成。建築計画、構造計画、配管・配線計画、施工計画、免震部材、維持管理について解説。 【A4版・20頁】	2007年8月	¥500
			¥1,000
バッシブ制振構造設計・ 施工マニュアル 《第3版 第1刷》—2013—	わが国で唯一のバッシブ制振構造専門の設計・施工マニュアル 第2版をより分かり易くした改訂版 【A4版・565頁】	2013年11月	¥5,000
免震建築物のための設計用 入力地震動作成ガイドライン 《改訂版》	主に免震建築物の設計実務に携わる構造技術者が入力地震動について理解を深めようとする際の指標となるもの 【A4版・123頁】	2014年1月	¥2,000
			¥3,000
免震建物の建築・設備標準 —2009—	免震建物の建築や設備の設計に関する標準を示すもの 【A4版・87頁】	2009年12月	¥1,000
			¥1,500
免震部材の接合部・取付け 躯体の設計指針 《第2版》	免震部材の接合部や取付け躯体の設計をする際のガイドライン 【A4版・82頁】	2014年1月	¥1,500
			¥2,000
免震建物の耐火設計ガイドブック	免震建物の耐火設計・免震装置の構成材料の温度特性・装置の耐火性・耐火被覆方法等に関する実務書 【A4版・185頁】	2012年3月	¥2,000
			¥3,000
免震建築物の耐風設計指針	高層建築物や塔状比の大きな建築物への免震構造適用の増加に伴い必要性が高まってきた免震構造の耐風設計指針・解説と関連技術情報を整備 【A4版・151頁】	2012年9月	¥2,000
			¥3,000
免震エキスパンションジョイント ガイドライン	免震エキスパンションジョイントの地震時の損傷防止のためのガイドライン。エキスパンションジョイントの目標性能を示すとともに、設計、製作、施工、検査、維持管理上の留意点をまとめた。 【A4版・134頁】	2013年4月	¥2,000
			¥3,000
バッシブ制振構造設計・ 施工マニュアル 別冊1：制振部材取付け部の 設計事例	制振部材の取付け部設計に関する留意事項と設計事例集 【A4版・117頁】	2015年10月	¥2,000
免震のすすめ	これから建物を建てようとする方々向けに大地震から人命・財産・日常生活を守る免震建物を分かり易く解説、メリット・装置の役割・コストと性能などを記したカラーパンフレット 【A4版・3ツ折】	2005年8月	30部まで無料 (31部以上 1部¥100)
ユーザーズマニュアル	免震建物を使用または所有されている方への注意点をまとめたカラーパンフレット 【A4版・2ツ折】	2007年10月	30部まで無料 (31部以上 1部¥50)
地震から建物を守る免震	免震建築の普及のため一般向けに免震構造を説明したカラーパンフレット 【A5版・6頁】	2009年9月	30部まで無料 (31部以上 1部¥100)
地震から建物を守る免震 【英語版】	免震建築の普及のため一般向けに免震構造を説明したカラーパンフレット 【A5版・6頁】	2009年9月	30部まで無料 (31部以上 1部¥100)
大地震に備える ～免震構造の魅力～ 【日本語・DVD】	免震建築の普及のため建築主向けに免震構造を分かり易く解説したもの 【DVD 7分30秒】	2014年3月	¥2,000
			¥2,500 ※Academy ¥1,500
大地震に備える ～免震構造の魅力～ 【英語・DVD】	【ナレーション・字幕/英語】 免震建築の普及のため建築主向けに免震構造を分かり易く解説したもの 【DVD 約9分】	2006年11月	¥1,500
			¥2,000 ※Academy ¥1,000

協会編集書籍のご案内(他社出版)

タイトル	内 容	発行年月	会員価格
			非会員価格
免震建築の基本がわかる本 【オーム社】	建築家、建築構造技術者など免震建築の関係者対象の技術書。 Q & A 方式で、免震建築、特に事務所やマンションなどのビルもの全般にわたり、免震の基本的なところから計画・設計・施工・維持管理など幅広く解説。 【A5版・190頁】	2013年6月	¥2,800
			¥3,024
免震構造 —部材の基本から設計・施工まで— 【オーム社】	免震構造に携わる実務者必携の書。部材の基礎知識から免震構造の設計、免震層の施工、維持管理に関する実践的知識までを系統的に、かつ、平易に解説 【B5版・310頁】	2010年12月	¥4,800
			¥5,400
免震構造施工標準 —2013— 【経済調査会】	免震構造の施工に関する標準を示すもので免震部建築施工管理技術者必携のもの 【A4版・117頁】	2013年7月	¥2,300
			¥2,571
免震・制振構造ハンドブック 【朝倉書店】	建築の設計に携わる方々のために「免震と制震の技術」について实际的に解説した待望の総合的成書 【B5版・296頁】	2014年10月	¥7,800
			¥7,992
How to Plan and Implement Seismic Isolation for Buildings 【Ohmsha】	考え方進め方免震建築の英語版 【A5判・123頁】	2013年4月	¥5,950
			¥6,696

目次

巻頭言	免震構造の現在と未来	1
	東京都市大学 教授 西村 功	
免震建築紹介	ベルヴェオフィス名古屋	3
	竹中工務店 蔦壁 潤一郎 石山 達士	
	山梨文化会館耐震改修（免震レトロフィット）計画	7
	織本構造設計 小林 光男 宮崎 潤 三井住友建設 蔵田 富雄 鈴木 亨 北澤 基至 谷垣 啓司	
免・制振建築訪問記 99	阿蘇医療センター	11
	フジタ 吉井 靖典 免震エンジニアリング 岩下 敬三 昭和電線ケーブルシステム 大原 佑介	
特別寄稿	2016年熊本地震・免震建物の様子	15
	エス・エー・アイ構造設計 木本 幸一郎 野瀬 智也	
	2016年度免震制振建物データ集積結果	19
委員会報告	積層ゴム支承を固定するベースプレート工法の接合部の応力算定法	25
	清水建設 濱 智貴 鹿島建設 斎藤 忠幸 大林組 中塚 光一 大成建設 田部井 直哉 竹中工務店 関 光雄	
第18回日本免震構造協会賞		40
第9回優秀修士論文賞		49
第8回免震構造・制振構造に関わる研究助成の成果報告		60
第9回免震構造・制振構造に関わる研究助成の選考経緯及び結果		69
通常総会議事録		72
理事会議事録		74
シリーズ		
免震部材紹介 118	オイレス式弾性すべり支承 オイレス工業	77
性能評価及び評定業務		78
国内の免震建物一覧表		79
委員会の動き	■運営委員会 ■技術委員会 ■普及委員会 ■国際委員会 ■資格制度委員会 ■免震支承問題対応委員会 ■耐震要素実大動的加力装置の設置検討委員会 ■委員会活動報告(2017.3.1～2017.5.31)	90
会員動向	■新入会員 ■入会のご案内・入会申込書(会員) ■免震普及会規約・入会申込書 ■会員登録内容変更届	93
インフォメーション	■行事予定表 ■会誌「MENSHIN」 広告掲載のご案内 ■寄付・寄贈	101
編集後記		112

CONTENTS

Preface

Recognition of the Present State of Base Isolation Technology and Expectation of its Advanced Expansion in the Future

Isao NISHIMURA

Tokyo City University

1

Highlight

Bellevue Office NAGOYA

- Slender Building with an Earthquake-absorbing Structure -

Junichiro TSUTAKABE Tatsushi ISHIYAMA

Takenaka Corporation

3

Seismic Isolation Retrofit of Yamanashi Culture Hall

Mituo KOBAYASHI Jun MIYAZAKI

Tomio KURATA Toru SUZUKI

Motoyuki KITAZAWA Keiji TANIGAKI

ORIMOTO STRUCTURAL ENGINEERS
SUMITOMO MITSUI CONSTRUCTION CO.LTD.

7

Visiting Report⁹⁹

Aso Medical Center

Yasunori YOSHII

Keizo IWASHITA

Yusuke OHARA

Fujita Corp.

Menshin Engineering Co., Ltd.

SWCC Showa Cable Systems Co., Ltd.

11

Special Contribution

Behavior of Two Isolation Apartments during the 2016 Kumamoto Earthquake

Koichiro KIMOTO Tomoya NOSE

S.A.I Structural Design Co., Ltd.

15

Chronological Data on Buildings with Seismic Isolation & Vibration Control, 2016FY

19

Report of Committee

The Stress Calculation Method of the Joint Part of the Base Plate Construction Method for Fixing the Laminated Rubber Bearing

Tomotaka HAMA

Tadayuki SAITO

Koichi NAKATSUKA

Naoya Tabei

Mitsuo SEKI

Shimizu Corp.

Kajima Corp.

Obayashi Corp.

Taisei Corp.

Takenaka Corp.

25

18th JSSI Awards

40

9th Excellent Master's Thesis Prize

49

Accomplishment Report of 8th Grants-in-aid for Research of Seismic Isolation and Vibration Control Structure

60

Selection Process of 9th Grants-in-aid for Research of Seismic Isolation and Vibration Control Structure

69

Minutes of the Annual General Meeting

72

Minutes of the Board of Directors

74

Series "Qualified Isolation Device" ¹¹⁸

Slider with Elastomer

OILES CORPORATION

77

Completion Reports of the Performance Evaluations

78

List of Seismic Isolated Buildings in Japan

79

Committees and their Activity Reports

90

○Steering ○Technology ○Diffusion ○Internationalization ○Licensed Administrative

○Issues Related to Seismic Isolation Device Quality ○Dynamic Testing Facility for Full Scale Structure and Isolation Devices

○Activity Report of the Committees (2017.3.1~2017.5.31)

Brief News of Members

93

○New Members ○Application Guide & Form ○Rules of Propagation Members & Application Form ○Modification Form

Information

101

○Annual Schedule ○Advertisement Carrying ○Contributions

Postscript

112

免震構造の現在と未来



東京都市大学 教授

西村 功

1 免震構造の定義

第1号の免震構造建築が実用化され、既に30年以上が経過した。歴史(過去)について述べるのは、ここでは控えたいと思う。しかし、免震構造とは何かと改めて問い直すと、不思議なことに明確な定義の無いことに気がつく。建築の構造技術者ではない一般の方から、制震構造と免震構造の違いを尋ねられると、次のようにお答えすることにしている。「免震構造は積層ゴムという特殊なゴム部材で建物を地面から支えた構造です。制震構造の建物は地面に固定されているのですが、ダンパーという振動を低減する装置が付いています。」もちろん、免震構造には減衰装置は欠かせない部材であり、積層ゴムを使っていない免震構造も一部には存在する。中間層免震という特殊な構造もあり、地面に固定されている免震構造まで開発されてきた。このように、技術の進歩とともに、免震構造といえば「明らかに耐震構造と異なり、定義するまでもない」という状況は無くなりつつある。これが、実は技術の進歩を阻害する要因となりつつあることを認識することは重要である。

日本免震構造協会には部材評定の委員会があり、申請に応じて「免震構造部材」としての材料認定を行っている。これは、免震構造を設計するためには、法律上、免震部材として的大臣認定を取得した材料しか使うことができないからである。一方で、免震構造を明確に定義することができないと、法律上設計できるのかどうかの判断もすることができないのである。社会の要請が時代とともに変化しており、技術の進歩も大変速くなってきている。従って、免震構造とその社会的な役割、あるいは、今後の発展を見据えた展望について考えようとするれば、免震構造とは何かを定義しなければならない時代となっているのである。

2 免震構造の性能

免震構造はその名前が示す通り、地震被害を免れる構造でなければならない。では、どの程度の性能があれば、地震被害を免れるといえるのであろうか? 過去において、免震構造と呼ばれた建築構造物を見れば、固有周期(1次固有周期)が概ね2.5秒以上(法律上は2秒以上)、減衰率は少なくとも15%以上(通常は20%以上)の振動系を形成する構造である。しかし、固有値だけの話をすると制震構造では多くの超高層ビルで固有周期は3秒以上であり、減衰率も設計者によるバラつきがあるものの、5%程度は確保できるものと思われる。もしも15%以上の減衰率が付与できる制震構造が実現すれば、もはや免震構造とは同じ固有値(複素固有値)を持つ振動系と考えてよい。建築構造物の設計用地震荷重が、応答スペクトルと基準地震動で規定されていると考えるなら、建物の耐震性能を客観的に判断するには固有周期と減衰率が定まれば十分である。

このように構造性能だけを考えて、固有周期と減衰率だけで免震構造を定義すると、制震構造との違いを説明することは難しくなる。工法の違いで考えるならば、積層ゴム支承を用いた構造を免震構造と定義することはできる。少なくとも、古典的な免震建築構造を定義することは容易である。しかし、最近では超高層ビルの最上階に大型の動吸振器を設置して10%近い減衰率を達成した長周期の構造物で、大地震や長周期地震に対応した技術も実用化の域に達している。積層ゴムを用いた動吸振器のある超高層ビルは、免震構造とは言えない。こうした例は、今後も増えるであろう。以上のように、構造性能だけで免震構造を定義することも、工法の違いだけで定義することも難しい。では、部材評定や法律用語としての免震構造とは何であろうか?

3 偽装問題と免震構造

世間では、免震構造部材としての大臣認定を取得していることは、高い性能を有していることを証明したものだと思われる。実際は、「申請者が自ら設定し、申告した（約束した）性能を満足する製品を、きちんと製造する品質管理をしており、免震構造部材として販売したい。」という申請者（書類）に対して、客観的な評価を行い、認定業務を行っているのである。もしも、申請者が「この免震構造用積層ゴム支承は変形能力が±10cmしかありませんが、認定してください。」と申請してきたら、低い性能かもしれないが認定業務としては、断る理由はないのである。ただし、そのような部材は設計で使うことができないので、誰も購入することはないであろう。つまり、認定作業では申請された部材が高性能であるかどうかを認定しているわけではなく、申請者が責任を持って保証できる性能が満足される部材を製品として製造販売する能力があるかどうかを認定しているだけなのである。

結局のところ、大臣認定として免震構造用部材認定を取得した材料を用いて設計した建物は、免震構造と称しても法律上は問題にならない。これが、現在のところ、一般的に通用する免震構造の定義ではなかろうか？この点については、異なるご意見の方も多数いると思うので、議論の対象とはせず、定義があいまいであることを指摘するに留めておきたい。

さて、このような定義が不明な状況で、免震構造用積層ゴムの品質偽装問題が発生した。世間では低品質の製品を、高品質と偽って製造販売していたことが問題とされたのである。しかし、実際に起きたことは申請書に記載されていた性能を満足しない製品を出荷していたことが問題となったのである。従って、世間一般の人が感じたことと、実際に起きていたことには大きな隔たりがある。この点を専門家がきちんと説明する機会を与えられることなく事件は終了し、世間は既に忘れ去ったようである。

我々は免震構造の健全な発展と普及が、将来、我が国の震災を大きく低減することに貢献をするだろうと期待を寄せている。そのためにも、免震構造の持つべき性能と定義について、もう一度、考え直してみることが、この偽装事件の教訓となるのではないだろうか？何故なら、「免震構造であればどのような巨大地震でも安全である。」とは限らないからである。

4 技術発展と社会への情報伝達

免震構造は積層ゴムの発明とその性能向上によって実用化された構造である。積層ゴムは横方向にやわらかいだけでなく、曲げ剛性も比較的や柔軟である。従って、座屈しやすい。そこで、なるべく平らな形状の積層ゴムが安定であるとされてきた。しかし、P- δ 効果というものがあり、積層ゴムの支承高さと支持荷重を割り算すれば、剛性低下を推定することができる。1000トンの重量を支える積層ゴムの支承が30cmであり、もしも曲げモーメントの微分がせん断力なら（これは事実ではない。）剛性低下は-33t/cmとなる。1000トンの重量を3秒の固有周期とするためには、水平剛性は4t/cmであるから、あっという間に座屈してしまうのである。そうならない理由は、積層ゴムでは平面保持が成立しないからである。しかし、影響は少ないとは言え、座屈しにくい安定な積層ゴム支承は、ある程度高さのある方がよいのである。この点について、筆者は長らく理論研究と実験研究を続けており、戸建免震構造や高性能免震構造用積層ゴム支承の実用化として結実している。しかし、現在でもこの簡単な事実が専門家の間でさえ十分理解されていないのは、技術の進歩というものの難しさを示している。

今後も積層ゴム支承の力学挙動の解明や、新しい材料の発明、あるいは座屈現象に対する新しい発見によって免震構造の性能は向上していくものと思われる。その場合、技術の発展や高品質の構造設計を行う試みを阻害するような法律体系や設計体系があるとすれば、これを改善できる社会的コンセンサスを形成する土壌が必要である。本協会の社会的な役割は、技術の向上と普及に向けた活動であるとともに、一般社会に向けた正しい技術の理解をなるべく平易な言葉で発信することである。その際、誤解を恐れずに正しい（正誤の問題であり、良し悪しの問題ではない）技術的な解説を行うことが求められている。しかも、こうした努力は平時にこそ、継続して行われなければならない。偽装問題などの非常時には、社会は過剰な反応をするので正しい技術的な解説を行うことさえ困難な状況が生じるからである。本協会の果たすべき役割と、技術の発展に対する貢献を求める社会の期待は、今後も増大するであろう。会員諸兄の益々の、ご発展を祈念するとともに、本協会の今後の活動へのご理解とご協力を切にお願いする次第である。

ベルヴェオフィス名古屋



薦壁 潤一郎
株式会社 竹中工務店



石山 達士
同

1 建築概要

本建物は2027年リニア新幹線の開通にともない開発が進むと予想される名古屋駅西エリアに位置し、「敷地の魅力を最大限に生かしたランドマーク」「動線的・設備的な2用途の完全分離」「安全・安心の免震構造」という建築主要望を軸に計画を進めた。

異なる用途の分離というテーマに対しては、ホテル・オフィスの各動線を東西の両コア（黒の外壁部分）に集約し動線的な分離をはかり、コアを脚として高層部が門型に自立し低層部がその間に貫入することで、それぞれが分離したデザインとしている。

ランドマークというテーマに対しては、黒い壁をバックとし遠景からも視認性の高いアルミサッシとPC版で構成される幾何学的な強さをもたせた市松模様のファサードで応えている。

■建物概要

建 築 主：学校法人 高宮学園
建 築 場 所：愛知県名古屋市中村区
用 途：事務所、ホテル
設計・監理：株式会社 竹中工務店
施 工：株式会社 竹中工務店
敷 地 面 積：2,140.85m²
建 築 面 積：1,159.96m²
延 面 積：13,220.82m²
階 数：地上23階、地下1階、搭屋2階
最 高 高 さ：93.52m
構 造 形 式：柱：CFT造、梁：鉄骨造
1階：SRC造 免震下部：RC造
架 構 形 式：ブレースを有するラーメン構造
免 震 層：基礎免震
基 礎 形 式：場所打ち鋼管コンクリート杭

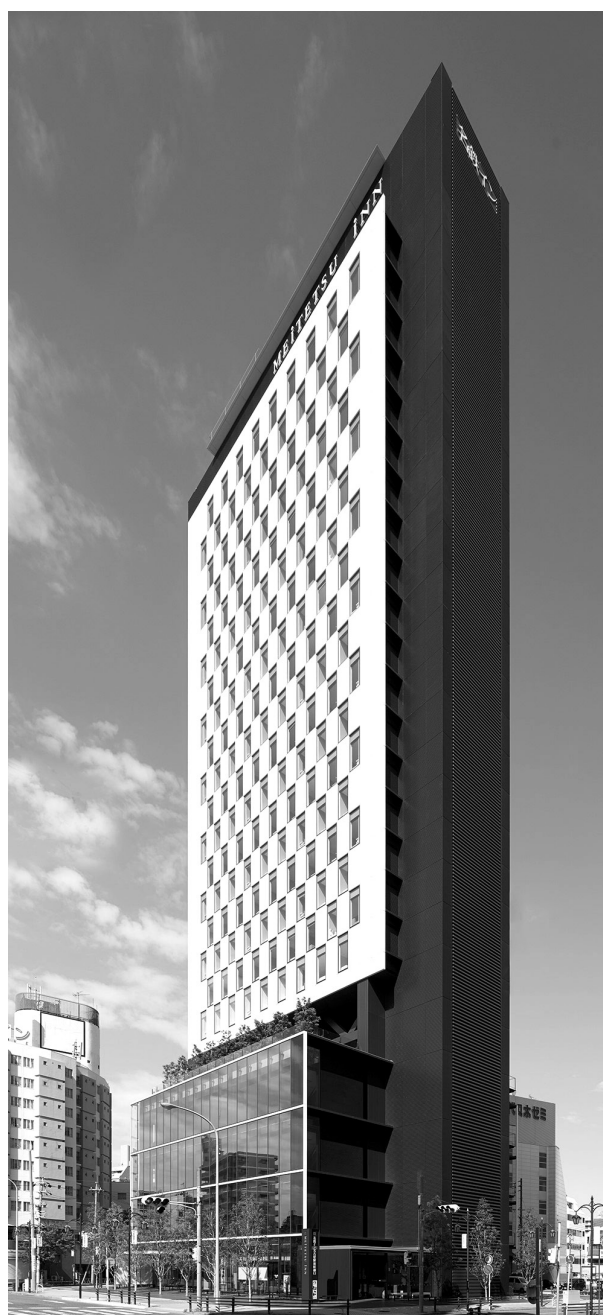


図1 建物外観

2 構造計画概要

本建物は、低層部にオフィス、高層部にホテルを有し、ホテル客室階のアスペクト比が約6.5と非常にスレンダーな立面形状となっている。また、高層ホテル部と低層オフィス部の柱スパンを、5階の無柱の屋上庭園を介して切替えている。この二点が大きな特徴である。

スレンダーな形状の建物を免震化するにあたっては、「免震部材に作用する引抜力」「暴風時の建物挙動」が課題となる。免震部材に作用する引抜力に対しては、低層階のコアを座屈補剛ブレースと鋼板耐震壁で固め、引抜力を建物外周へ伝えて軽減したうえで引抜に強い免震部材を採用することで対応した。暴風時の建物挙動に対しては、再現期間の短い暴風に対しては居住性を確保できていること、再現期間の長い暴風（レベル2）に対しては建物安全性が確保できていることを目的として、「Tウインド免震」というシステムを考案し採用した。

高層部と低層部のスパン切替については、メガフレームで高層部を挟み込むことで、中間部の無柱空間を実現している。メガフレームを上下に配置したのは、メガフレーム階を設備スペースとして利用するためである。

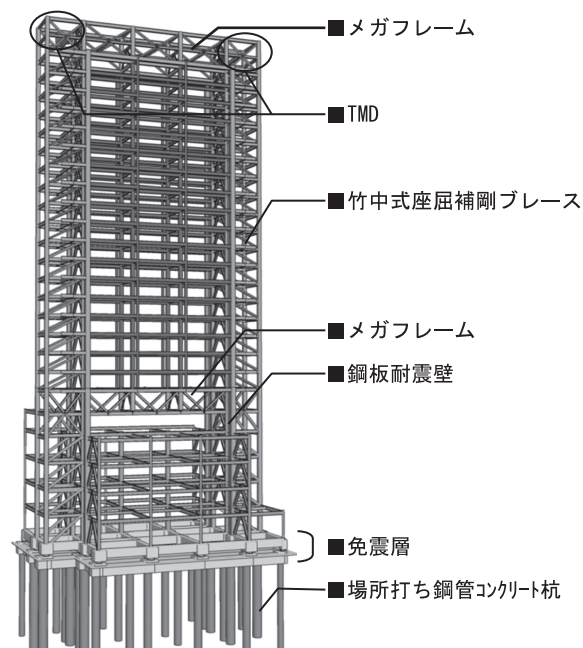


図3 構造架構パース

■免震部材構成

図4に免震部材配置を示す。敷地の条件から、免震層が豪雨時に冠水する可能性を配慮して耐水性の高いものを選択した。前述のように引抜力が作用する柱下部は直動転がり支承を、その他は天然ゴム系積層ゴム支承を採用し、エネルギー吸収は二種類のオイルダンパーをバランスよく配置している。

■視認性の高い顔としての立面

■風と緑の屋上庭園

■フレキシブルレイアウトが可能な大空間

■安全・安心の免震構造

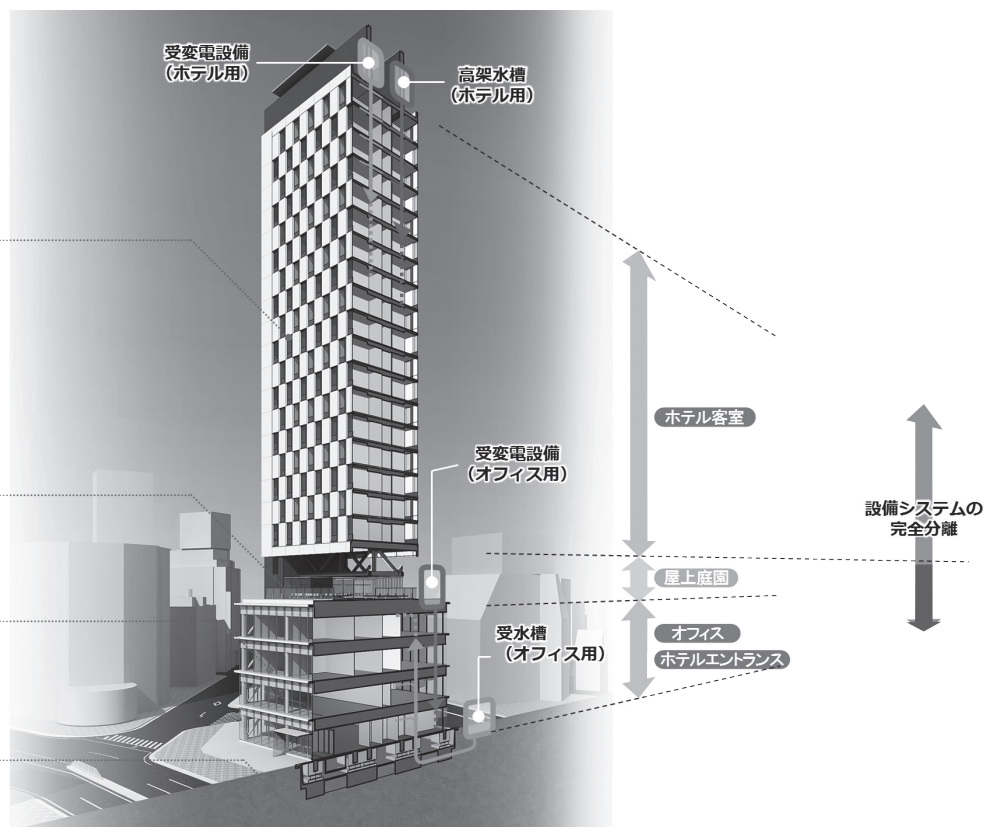
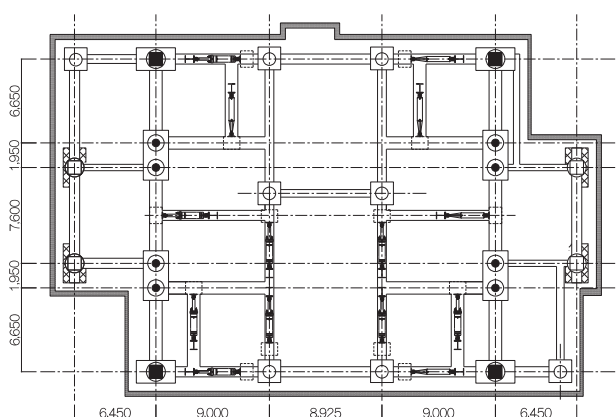


図2 建物断面構成

■ Tウィンド免震

「Tウィンド免震」は、2段階の風対策を行った免震システムである。(表1参照)1つ目の風対策として、季節風のような日常的な強風に対して不安な揺れや変形を防止し、居住性を確保する。パッシブロックダンパー (図5) を採用することで風による免震層の変形を拘束し、さらにTMD (またはAMD) を活用して高層部の居住性能を改善している。

2つ目の風対策は、想定外暴風によって免震層が過大に変形し、建物周囲の擁壁に接触するのを防止する。オイルダンパーに新開発の衝突緩和用ゴムクッションを取り付けた「衝突緩和機構付きオイルダンパー」 (図5右) により、設計想定を超える暴風が発生した場合にも、建物が致命的な損傷を受けないように配慮した。



免震材料	記号	免震装置名称	径	個数	免震ダンパー	記号	個数
天然ゴム系積層ゴム	●	NT130G4	1,300φ	8	ロック機構付オイルダンパー	●	9
	○	NT100G4	1,000φ	8	オイルダンパー	○	5
直動粘りり支	■	CLB1560TH	—	4			
	□	CLB2000FH	—	4			

図4 免震部材配置



図5 パッシブロックダンパー (左) と衝突緩和機構付きオイルダンパー (右)

表1 Tウィンド免震の役割

対策	耐風対策	地震対策
外力の大きさ	日常的な強風 (目安: 25m/s) 想定外の暴風 (目安: 43 m/s)	中小地震から大地震
TMD または AMD	不安な揺れを防止し居住性を確保	—
パッシブロックダンパー	変形をロックし不快な風揺れを防止	ロックを解除し、地震の揺れを吸収
衝突緩和機構付きオイルダンパー	—	地震エネルギーを吸収
積層ゴム	—	地震の揺れを建物に伝えにくくする

3 解析結果

■ 固有値解析

図6に固有値解析結果を示す。1次～3次モードは、それぞれ免震層のX方向モード・Y方向モード・捩れモードとなっており、方向成分ごとに独立したモード形状を示している。

■ 地震応答解析

地震応答解析は、各床位置27点に質量を集中させ、X方向は等価せん断、Y方向は曲げせん断質点系モデルを採用した。極めて稀に発生する地震動 (L2) における解析結果を図7に示す。

最大層間変形角および層せん断力係数は、それぞれ設計クライテリアを満足しており、免震層の最大変位はX・Y方向共35.4cm (免震クリアランス60cm) となった。

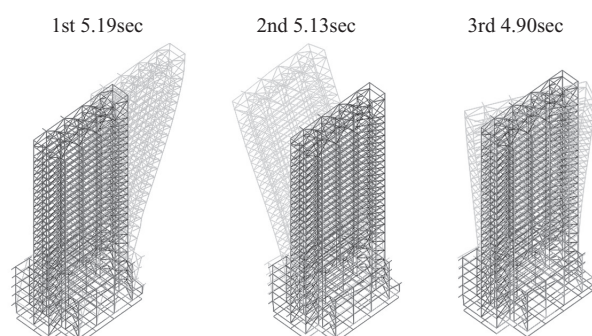


図6 固有値解析結果

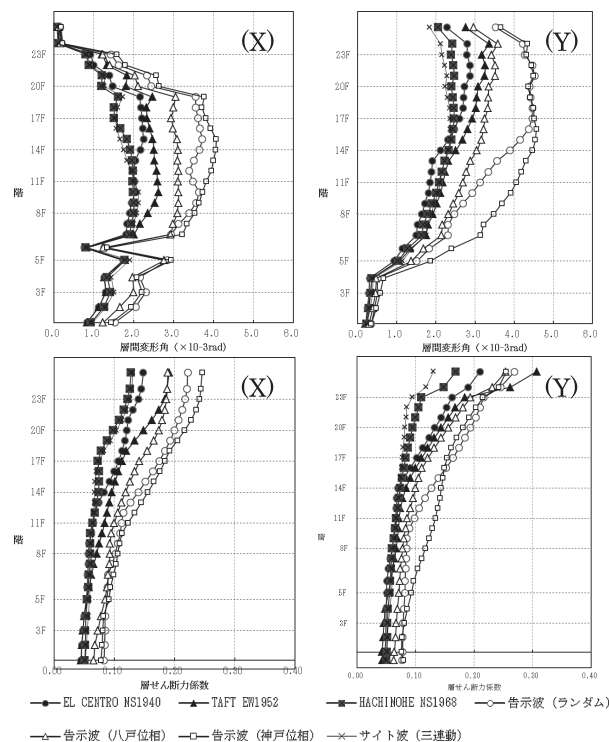


図7 地震応答解析結果 (L2標準)

■風応答解析

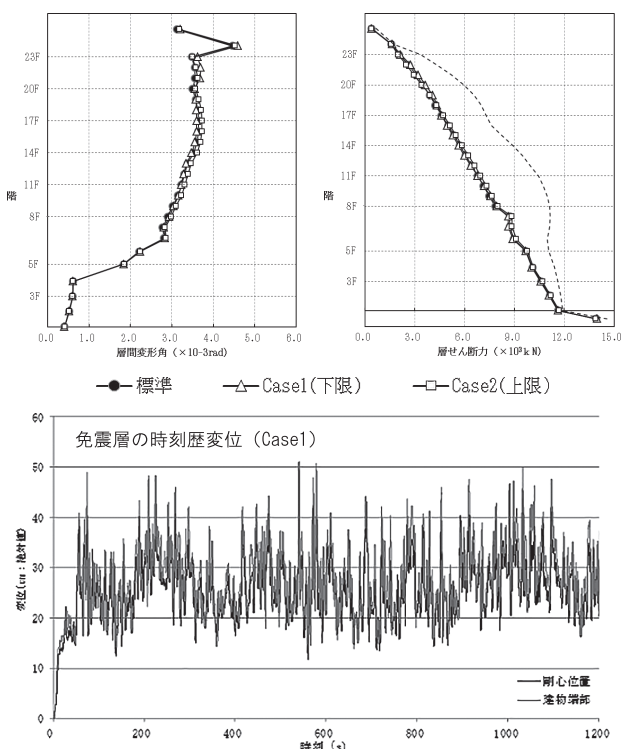
風応答解析には、地震応答モデルY方向と同様の質点系モデルに各層の回転慣性およびねじれ剛性、免震支承配置による免震層のねじれ剛性を考慮した解析モデルを用いている。解析結果を図8に示す。

最大層間変形角は設計クライテリアを満足しており、作用する層せん断力は地震荷重とほぼ同程度となった。免震層の最大変位は剛心位置43.7cm端部45.6cmとなり、バラツキを考慮した最も不利な状態で端部変位51.2cmとなった。これは地震時の変形よりも余裕が大分小さいため、暴風用の衝撃緩和機構を備えた免震システムを考案するに至った。

4 メガフレームの変形制御

高層部の上下に配置したメガトラスを施工するには下部メガトラスに過度な応力が集まらないように仮設補強が必要となるが、長期間にわたって仮設補強があると施工が出来ない部位が発生し、工期への影響が懸念された。そこで、施工ステップを考慮した解析的検討によって下部メガトラスの変形量を予測し、あらかじめ下部トラスに凸方向のむくりをつけておく計画とした。また、このままでは仕上工事をする事が出来ないの、与えた変形を低層部から仮設材で引張り込みフラットな状態にした。

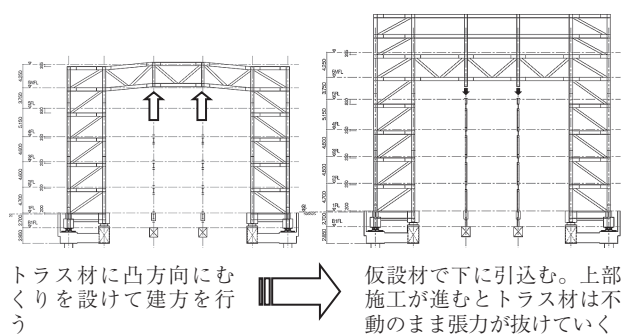
こうすることで上階の施工が進むにつれて引張材



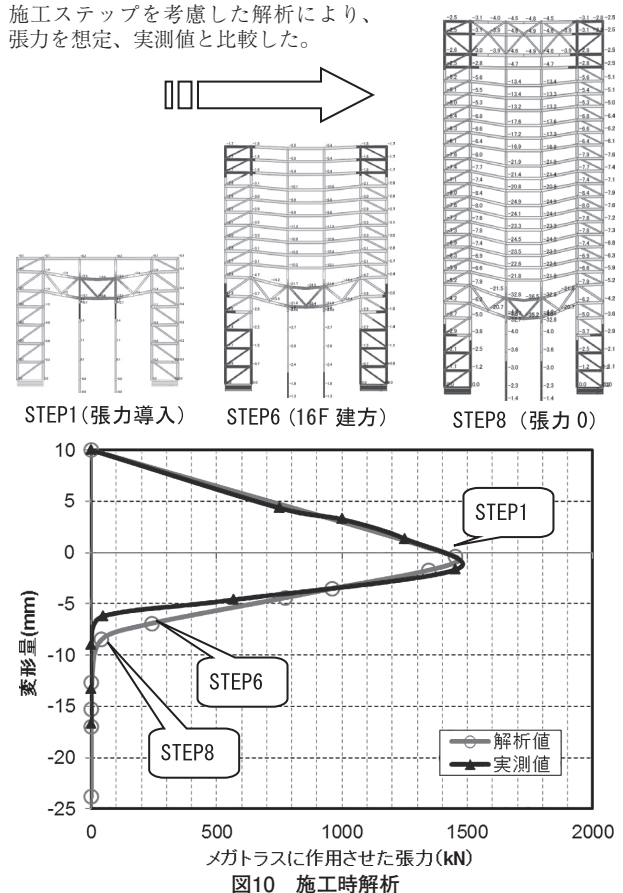
の張力は抜けていき、下階はフラットなまま施工を続けることが出来る。また仮設も引張材だけなので工事に影響する部位も小さく、引張力が次第に抜けていくので撤去時は力が全くはいっていない状態となり安全に仮設を取り外すことができた。

5 まとめ

本建物は2016年9月に無事竣工を迎え、2016年末よりグランドオープンを迎えました。建築主である高宮学園様をはじめ関係者の皆様方には多大なご協力を頂きました。この場を借りて心よりお礼を申し上げます。



施工ステップを考慮した解析により、張力を想定、実測値と比較した。



山梨文化会館耐震改修 (免震レトロフィット) 計画



小林 光男
織本構造設計



宮崎 潤
同左



蔵田 富雄
三井住友建設



鈴木 亨
同左



北澤 基至
同左



谷垣 啓司
同左

1 はじめに

山梨文化会館は山梨県甲府市北口に位置し、山梨日日新聞社・山梨放送を核とするグループ企業の本社として、丹下健三の設計により1966年に竣工した。その後、1974年の増築や外部・内部の改修を経て今日に至っている。

この建築の特徴は、建物が16本の円筒柱により構成されていることだが、この円筒柱の地下階の柱脚部に免震装置を設置し、建物全体を免震化する工事を実施した。これは地下階に免震層を設けることで、建物全体のデザイン性の維持や、工事中も地上階の執務スペースを利用することが出来るというメリットを狙ったものである。今後50年先も、その時代が求める機能性を発揮し、かつ竣工当時のコンセプト・意匠性を継承し得る計画を心掛けた。

2 建物概要

建 物 名 称：山梨文化会館
建 築 場 所：山梨県甲府市北口2-6-10
用 途：事務所（TVスタジオ）・飲食店
建 築 主：山梨文化会館
改修設計監理者：丹下都市建築設計
改修設計構造担当：織本構造設計
改 修 施 工 者：三井住友建設
延 べ 面 積：21,883.51m²
階 数：地下2階、地上8階、塔屋3階
上 部 構 造：鉄筋コンクリート構造
※梁のみ鉄骨鉄筋コンクリート構造
基 礎 構 造：直接基礎
免 震 位 置：地下2階床上
工 期：H27年6月～H28年12月



写真1 建物外観

3 構造概要

本建物に採用している鉛直部材は通常の柱とは異なり、4×4（計16本）のコア柱と呼ばれる円筒柱（直径が約5.0mで厚さは500mm～350mm（ふかし込み約700mm））で構成されており、地震時には16本のコア柱が片持ち柱の挙動によって抵抗する（図1）。各階でコア柱には各方向2本（計8本）の梁が接続され床を支えているがコア柱との剛性差により梁自身は地震時の建物剛性（ラーメン効果）にほぼ寄与しない。

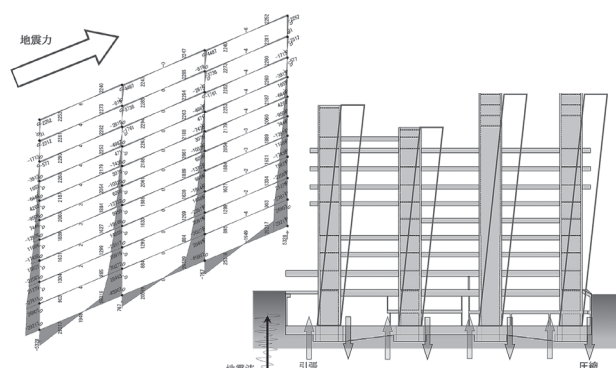


図1 地震時応力状態

構造種別としてはコア柱が鉄筋コンクリート構造（RC構造）、コア柱に接続する大梁は鉄骨鉄筋コンクリート構造（SRC構造：ラチス梁）である。

4 改修計画概要

免震レトロフィットによる改修計画を行う際に「基礎免震」「地下階床上柱脚免震」「1階床上免震」の3種類の計画案が考えられた。構造計画のみならず、建築計画や設備計画また施工面からも協議が行われ、「基礎免震」は敷地に余裕が無くクリアランスの確保が厳しいこと、「1階床上免震」は改修により外観デザインを損なってしまうことから、図2の断面図に示す「地下階床上柱脚免震」を採用した。

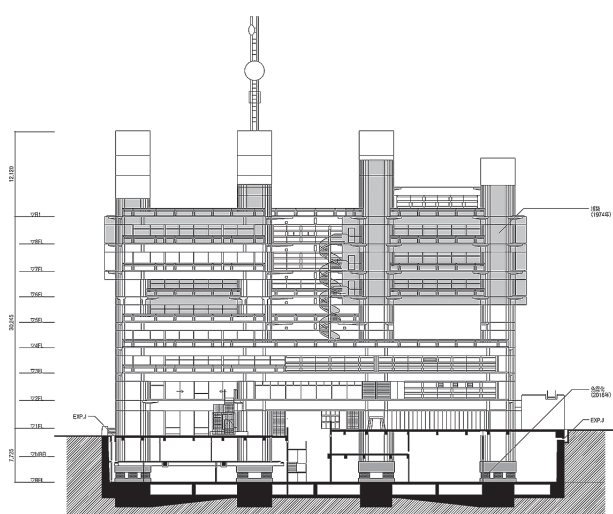


図2 免震化位置断面図

5 免震装置配置計画

免震装置の配置を図3に示す。コア柱はそれぞれが独立した片持ち柱状態となるため地震時には圧縮縁と引張縁が明確に分かれる構造であり、免震化した場合には引張力にどのように対応するかが問題となる。

本計画においては引張力に対応するための免震支承（直動転がり支承：CLB）と、錫プラグ入り積層ゴム支承（SnRB）・天然ゴム系積層ゴム支承（NRB）を用い、コア柱1本あたり支承材を4～5基配置した。

本建物は免震レトロフィットであることから、上部構造の地震荷重が過大にならない範囲で極力小さなクリアランスとするため、設計クリアランスは40.0cmに計画した。（レベル2許容変形量は32.0cmに設定）

免震層の長周期化および地震時コア柱の引張力に抵抗するためCLB支承を併用して、接線周期を5.0秒程度、免震層の等価周期（ $\delta=32.0\text{cm}$ 時）を4.0秒

以上となるように免震層の復元力を設定した。また、引き抜きが生じる箇所にCLBを配置する事で積層ゴムの引張面圧を 1.0N/mm^2 以下に抑える計画とした。

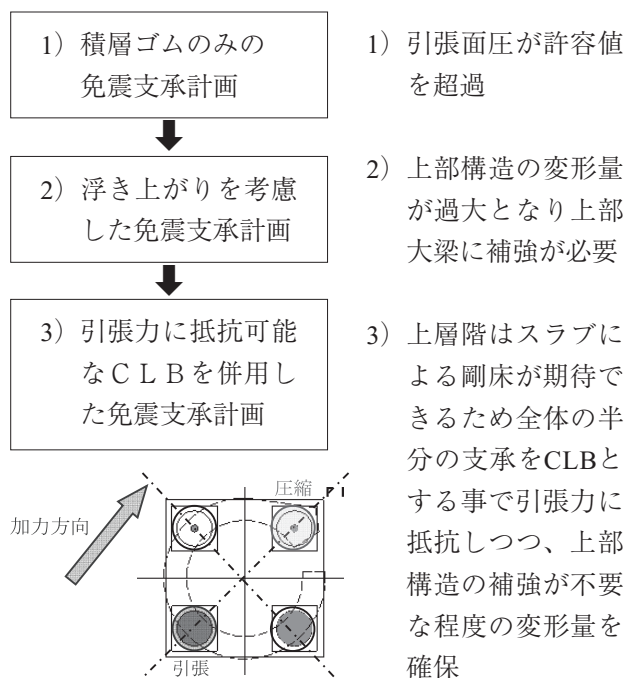


図3 免震装置の配置

6 時刻歴応答解析

1) 振動モデル

本建物の振動モデルは、図4に示す立体骨組モデルを採用し、筒形のコア柱は円筒柱と同等な剛性となるよう8本の正方形柱と耐力壁にモデル化した。

免震装置はNRBをLinear、SnRBを歪み依存型Bi-Linearとし、CLB支承は摩擦係数 $\mu=0.0048$ と免震層の復元力に大きな影響を与えないと考え、免震層の復元力には考慮しない。

2) 応答解析結果

レベル2地震動の応答解析結果を図5に示す。層せん断力は、弾性限耐力以下であることを確認し、層

A 3D perspective view of a complex, multi-story building structure, likely a skyscraper or a large industrial facility. The structure is composed of numerous vertical columns and horizontal beams, creating a dense grid-like framework. The columns are of varying heights and are interconnected by a complex network of horizontal and diagonal members. The overall appearance is that of a highly detailed, multi-level structure, possibly representing a structural analysis or a data visualization of a complex system.

最大応答層せん断力
X方向
レベル2

【免震化】

最大応答層間変形角
X方向
レベル2

【免震化】

最大変位
X方向
レベル2

【免震化】

最大加速度
X方向
レベル2

【免震化】

7 免震化工事概要

コア柱の中はエレベーター4基、階段3ヶ所、トイレその他設備シャフトとして使われており、建物の心臓部とも言える機械室エリアにおいても建物機能を維持しながら、機械・電気設備の直近で（あるものは移設を伴いながら）免震化工事を行う必要があった。

8 付帯工事概要

Architectural drawings of the 1st floor renovation. The left drawing is a plan view showing the layout of the building with various rooms and renovation areas. The right drawing is a cross-section showing the vertical relationship between the 1st floor, the 1st floor exterior, and the 1st floor exterior to the EXP. J. The plan view includes labels for '外周躯体補強' (Exterior structural reinforcement), 'EV改修' (EV renovation), 'EV新設' (EV new installation), '倉庫エリア' (Warehouse area), '機械室' (Mechanical room), '電気室エリア' (Electrical room area), and '外周躯体補強' (Exterior structural reinforcement). The cross-section shows '1 階外周部にEXP. J' (1st floor exterior to EXP. J), 'EXP. J 周囲梁増設' (EXP. J surrounding beam addition), 'すべり板' (Slip plate), '地下外壁増打ち' (Underground exterior wall reinforcement), 'RCラフト' (RC raft), and '合線室・ホール' (Conduit room/hall).

9 施工計画

コア柱内部にあるエレベーター・階段の施工については、エレベーターの全停止や階段による2方向

避難の障害が生じないように、新設エレベーター・新設階段工事のタイミングを計画した。

また、柱免震化工事が全16本完了するまでは1階床スリット工事に着手せず、外周床の拘束力を利用することで施工中の耐震安全性を確保することとした。このことにより、施工中のコア柱毎に鉛直荷重・鉛直変位の2項目のみを管理すれば良い、シンプルかつ安全性の高い施工とする事が出来た。

図8にX型基礎の施工フロー抜粋を示す。CLBの設置に必要な先行開口を開け、次いでPC鋼棒等を配置して上部基礎を構築する。先行開口の施工にあたっては、FEM解析によりその応力状態を確認し、仮設支柱の設置等の安全対策を施した。FEM解析例を図7に示す。

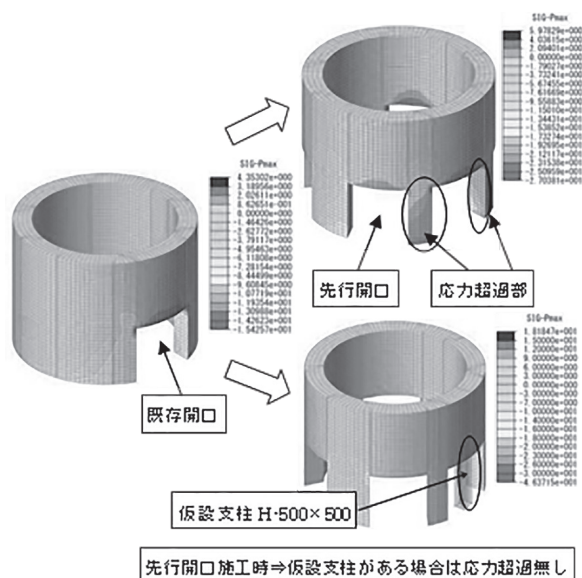


図7 FEM解析による安全性の確認

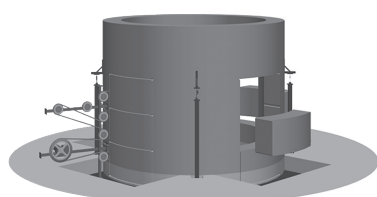
上部基礎よりCLBを吊下げ設置した状態で下部基礎を構築し、上部基礎にプレストレスを導入後サポートジャッキに軸力を移行し、柱残置部を切断する。最後にサポートジャッキを減圧しCLBに軸力を移行する。

図9に口型基礎の施工フロー抜粋を示す。柱の一部に先行開口を開け、サポートジャッキを含む仮設支柱を設置する。次いで仮設支柱に軸力を移行した後に柱の残置部分を切断し、下部基礎を構築する。その後、フラットジャッキ・積層ゴムの順に下部基礎上に据え付け、上部基礎を構築する。上下基礎のコンクリート強度が発現後、フラットジャッキに無収縮グラウト材を圧入すると同時にサポートジャッキ荷重を除荷することにより、積層ゴムに軸力を移行する。

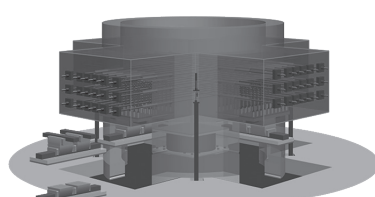
柱切断工事においては、地下揚重・運搬条件よりコンクリート塊は1ブロック約2t以内に切断することとした。また、設置が完了した免震装置には鋼製のストッパーを取付け、すべての柱への免震装置の設置が終了し1階床スリット工事が完了するまでその動きを拘束し、切断前の柱水平耐力を確保した。

10 まとめ

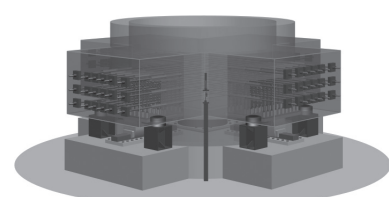
本計画は「山梨文化会館100年計画」として、竣工後50年経過した建物を更に50年使い続けようというものである。今回の免震改修により今後懸念されている地震時にも大きな損傷を受けることなく、建物の機能維持が可能となっている。



(a) ワイヤソー切断・切断塊引抜

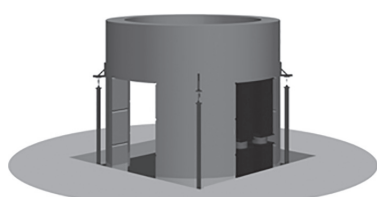


(b) 上部基礎構築・免震装置据付

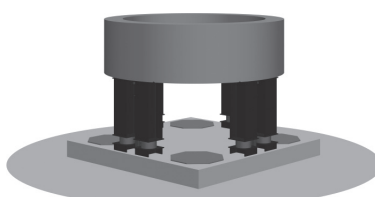


(c) 下部基礎構築・プレロード・コア柱縁切り

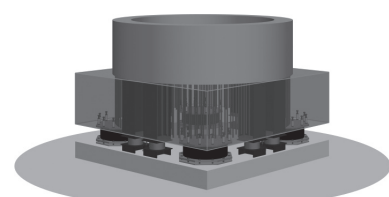
図8 X型基礎施工フロー抜粋



(a) 仮設支柱据付部の柱切断



(b) ジャッキアップ・コア柱縁切・下部基礎構築



(c) 上部基礎構築・フラットジャッキによる柱軸力の移行

図9 口型基礎施工フロー抜粋

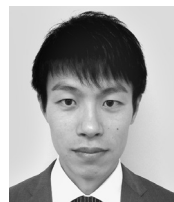
阿蘇医療センター



吉井 靖典
フジタ



岩下 敬三
免震エンジニアリング



大原 佑介
昭和電線ケーブルシステム

1 はじめに

阿蘇医療センターは、阿蘇山のカルデラの中に位置する医療施設です。昭和25年に阿蘇中央病院として開院し、平成26年には免震構造を採用した新病院施設が竣工、阿蘇医療センターと改称して現在に至ります。

2016年（平成28年）熊本地震では、震源となった布田川断層帯までの距離が約10kmと近く、免震層の水平変形ではおそらく過去最大となる片振幅46cm、両振幅では約90cmの変位が計測されました。

今回の訪問では、阿蘇医療センターの赤塚善一院長相談役、井野洋 総務課長および日建設計の山本裕 技術長から、建物の設計方針や熊本地震時の状況など、貴重なお話を伺うことができました。

建築物概要

建設地：熊本県阿蘇市黒川1266

建築主：阿蘇市

設計・監理：株式会社日建設計

施工：戸田建設株式会社

主用途：病院（病床数124床）

規模・構造：鉄筋コンクリート造

- ・外来棟 地上1階建（耐震構造）
- ・中央診療棟 地上2階建（免震構造）
- ・病棟 地上4階建（免震構造）

建築面積：約6064m²

延床面積：約11336m²

免震材料：鉛プラグ入り積層ゴム 45基、
天然ゴム系積層ゴム 27基

全体工期：平成25年1月29日～平成26年6月30日

2 建物概要

阿蘇医療センターは災害に強い阿蘇の拠点病院として、中央診療棟及び病棟が免震構造、外来棟が耐震安全性の分類Ⅰ類（大地震時の地震力1.5倍）の耐震構造として設計されています。また阿蘇ならではのロケーションを活かし、360°の展望が可能な「パノラマ病棟」が特徴的なプランとなっています。

東日本大震災時の石巻赤十字病院などでの救急医療の教訓を念頭に、施設の設計を進めたとのことで、たとえば受水槽を複数個所に分けて分散させるなど、建物および設備に冗長性を持たせ、災害時の事業継続性を高めることを意識したそうです。



写真1 外来棟エントランス付近外観



写真2 病棟外観

3 構造計画概要

建物は、免震構造の中央診療棟・病棟（構造的に一体）と耐震構造の外来棟をExp.Jで繋いだ計画となっています。基礎構造は深さ約20m付近の固結砂層を支持層とした既製コンクリート杭（PHC杭）です。

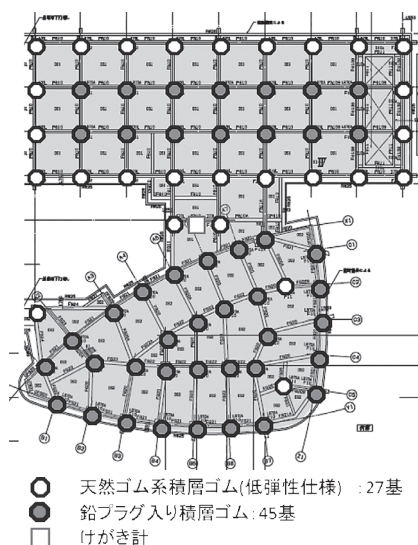
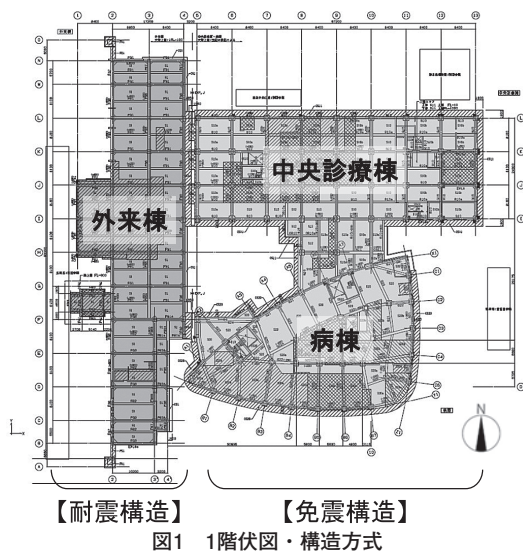


図2 免震部材配置図

免震棟は告示免震により設計を行っていますが、時刻歴応答解析により動的な性能も確認しています。レベル2告示波および布田川断層の地震を想定したサイト波に対する応答結果では、免震層での変位は片振幅で最大35cm程度だったとのことです。

鉛プラグ入り積層ゴムと天然ゴム系積層ゴムは、免震層の変形能力を高める目的でφ700のものを使用していますが、低層建物であるため平均面圧としては6.5N/mm²程度に留まっています。ダンパー量は4.3%、固有周期は $T_{eq}=2.8$ sec（ $\delta=35$ cm）です。



写真3 免震材料

4 熊本地震について

平成28年4月14日21時26分に発生した熊本地震の前震では、建物の揺れは殆どなく、免震層のほぼ中央に設置したけがき計の跡は五円玉の穴程度だったとのことです。

一方、16日1時25分の本震では片振幅で46cmと非常に大きな免震層の変位が記録されています。（積層ゴム径φ700の約330%歪に相当）

後日の検査では、耐震建物に若干クラックが見ら

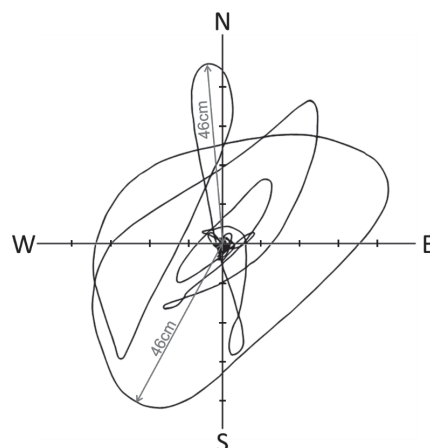


図3 本震時のけがき計の記録

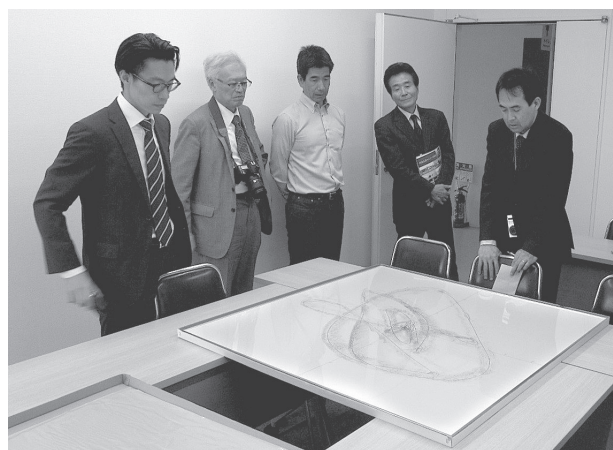


写真4 山本氏によるけがき跡（複製）の解説

れましたが、免震建物の構造体に被害は見られませんでした。免震材料の状況としては外周被覆用のゴムがずれた程度でゴム本体は健全であり、けがき計の変位履歴を用いて検討したところ、十分な残存性能を有しているという結果になったとのことでした。

本震の際には各棟の間のExp.J（写真5）が外れた他、免震建物の内部でもロッカーが倒れたり、棚から物が落ちる（写真6）などした一方、夜中の地震であったこともあり、病棟の患者の中には地震が起きたことに気が付かなかった方もいたそうです。



写真5 免震棟と耐震棟間のExp.Jと袖壁
(地震の際この壁が動きますとの注意書き有り)



写真6 熊本地震本震直後 免震棟2階の状況

地震により地域一帯で停電が発生しましたが、施設内の非常用自家発電装置によって発電を行い、四国電力の電源車の支援により40時間後に復旧するまで、問題なく病院機能が継続できたとのこと。透析治療などのために非常に重要な水道も、受水タンクの貯留分で継続的に使用できたとのことでした。

地震の直後でも建物機能を支障なく維持できていたことにより、避難してきた近隣住民約200人の受け入れや治療だけではなく、自衛隊やDMAT（Disaster Medical Assistance Team:災害派遣医療チー

ム）、JMAT（Japan Medical Association Team:日本医師会災害医療チーム）の活動拠点として、施設を活用できたそうです。また冬季に道路が凍結して熊本市内への交通の便が悪くなることを想定して計画したヘリポートが、自衛隊のヘリコプターの離着陸のために有効活用されました。

待合室に設置していた飲料の自動販売機には、災害時に無料で飲料を提供する機能を持たせており、避難者やボランティアスタッフの支援に活躍したとのことでした。（写真7）



写真7 災害対応型カップ自販機

5 質疑応答

Q1 病院建物が免震構造であることは、職員の方々はご存知でしたか。また、熊本地震の後に職員の意識の変化などはありましたか。

A1 免震構造のことは知っていたはずだが、地震後は棚が倒れたり物が落ちる可能性を配慮したレイアウトや、止め金具の重要性をより意識するようになった。

現在、災害拠点病院の要件は耐震構造とのみ規定されているが、今回の地震で免震構造の耐震性能の高さを体験したことで、免震構造を積極的に採用していくべきだろうと実感した。

Q2 新建物の完成以降、今回の地震までに災害訓練などは行っていましたか。

A2 消防法による年2回の訓練と、阿蘇山の噴火を想定したトリアージ訓練を行っている。今回の地震のように夜間の災害は想定できていなかったため、現在対応方法を策定中です。

※トリアージ：多数の患者の対応が必要な非常事態において、治療の優先度によって選別を行うこと。

Q3 東日本大震災で得られた教訓には、他にどのようなものがありましたか。

A3 患者の一時的受け入れスペースのために、廊下（写真8）や玄関前の大庇（写真1）などには十分な余裕を持たせた計画としている。また、ヘリポートは救急出入口近くの地上に計画し、停電によりエレベータが使用出来なくなっても問題なく患者を移送できるよう、配慮している。（写真9）



写真8 十分な余裕を持たせた外来棟廊下



写真9 ヘリポートから建物（手前）へのアプローチ

Q4 免震層の層間変形が大きくなった理由はどのように考えられますか。

A4 布田川断層帯は、従来知られていた長さよりも、今回の地震で動いた範囲は東側に長く、建物との距離が設計時の想定よりも近かった。

K-NETの観測結果で速度応答スペクトルを確認すると、熊本（KMM006）では1秒前後、大津（KMM005）では2～3秒、建設地に一番近い一の宮（KMM004）では3～4秒が卓越しており、東へ行くほど長周期化している。免震建物の固有周期と近くなり、応答が大きくなったと考え

られる。

2～3秒で周期が卓越した原因は調査中だが、近隣で液状化が発生したとの報告もある。また、過去にはカルデラの内部が湿原だったことが影響しているかもしれない。



写真10 質疑応答風景

6 おわりに

美しくも厳しい阿蘇の自然の中で、地域の住民に貢献し、予期せぬ事態にも万全に備えておく、という強い思いが感じられる建物でした。

熊本地震により、病院から約4km東にある阿蘇神社では重要文化財の楼門が倒壊するなど、貴重な歴史的建築物も大きな被害を受けています。仮設住宅で暮らす方々も未だ数万人いらっしゃるということです。一日も早い復興をお祈り致します。

最後となりましたが、お忙しいところ取材に対応して頂きました、赤塚様、井野様および山本様にお礼申し上げます。また、JSSI出版部会の加藤巨邦委員、猿田正明委員、中島徹委員にも取材にご協力頂きました。ありがとうございます。



写真11 集合写真

2016年熊本地震・免震建物の様子



木本 幸一郎
エス・イー・アイ構造設計



野瀬 智也
同

1 はじめに

2016年熊本地震で強震域に建つ免震マンションの様子を建物オーナーさんにお聞きし、免震にしてとても良かったとの評価をいただいた。

本稿では免震マンション（賃貸）2棟の設計の概要を述べ、熊本地震時の状況や免震の良さ、免震構造採用の経緯などについて、オーナーさんの声（2016年7月時点）を紹介する。

2 構造設計概要（2棟共通）

紹介する免震マンションはRC造・基礎免震、「アレンタワー新八代」（熊本県八代市、15階建て）、「エスタシオーネス」（熊本市西区、11階建て）の2棟で、

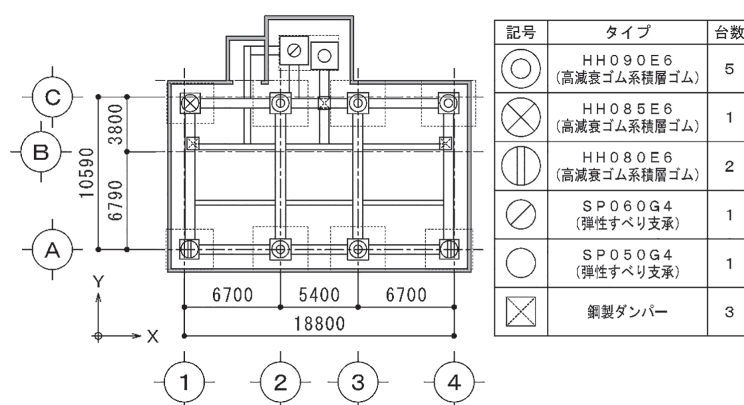
いずれも強震を受けた地域に立地しており、当地の一般耐震建物は何らかの被害を受けている。

2棟とも構造設計は、時刻歴解析により最大応答値を確認したうえで、免震告示2009第6による構造計算で設計しており（2008年以前のため地盤増幅 $G_s \geq 1.23$ の制限なし）、上部構造は桁行方向：ラーメン構造、張間方向：耐震壁付ラーメン構造、免震部材は高減衰積層ゴム支承主体である。

3 アレンタワー新八代

3.1 建物概要・構造設計概要

建物外観と免震部材配置を図1に、構造設計の諸元を表1に示す。



応答変位低減と偏心率の改善のため、補助的に外付け鋼製ダンパーを併用

図1 アレンタワー新八代 建物外観と免震部材配置

3.2 不動産のウラタ 浦田裕介社長のお話

「周囲の反対を押し切り、大決断で免震構造を採用。その決断が建物・人・命を救った。」

賃貸経営のリスクを減らしたいと免震構造の採用を検討した。過去に2005年福岡県西方沖地震を経験しており、福岡市のホテルのエレベーターが止まったことがあり、免震構造にすればこのような被害は少ないと思っていた。免震で建設コストは上がるが、安全優先で最終的に免震導入を決断した。

地震時のアレンタワーの状況は、タイルのひび割れはほとんどなかった。室内も全くと言っていいほど被害はなかった。エレベーターはすべり支承で支持されており停止することはなかった。またアレン



タワーのとなりにはビジネスホテルがあり（SRC造、非免震）タイルがかなり剥がれていた。当社が管理する隣接の非免震のマンションも、8階では棚が全部ひっくり返って、コップや皿が散乱、ガラス片が散らばっていた。また震災ゴミも多く出ていた。

「アレンタワーは免震建物で安全性が高い」という話が地域で広まると、入居者のご家族が軽トラックでマットレスを積んで避難して来られ、その後1か月ほど同居されていたようだ。

表1 アレンタワー新八代の構造設計の概要

建物名	アレンタワー新八代
設計	不動産のウラタ株式会社
構造設計	エス・エー・アイ構造設計(株)
建設地	熊本県八代市
構造、階数	RC15階
免震部材種類	高減衰積層ゴム+弾性すべり支承 (EV,階段下)+鋼製ダンパー
基礎	杭基礎 L≒30m
地域係数	Z=0.8
地盤	2種地盤 (Gs 算定時の T1=0.672 秒)
設計限界変位(応答変位 δ)	33.0cm (33.0cm)
免震層のせん断力分担率 μ	0.038
接線周期	5.578 秒
1 階の応答せん断力係数(=設計用 CB)	0.096
震度階(最寄り観測点、最大)	6弱(2016 年 4 月 16 日)
免震層の推定最大変位	両側 20cm(すべり支承摺動痕)

3.3 不動産のウラタ 浦田喜友支店長のお話

「ゆっくりした揺れ、慌てることなく冷静に対処できた。」

私はアレンタワーの15階に住んでいる。14日は不在だったが、16日の本震のとき免震の揺れを体感した。最初に縦揺れが来て、そのあと長い横揺れ。船の中にいるような余韻が残る揺れ方で、急激な動きは起こらなかった。家具は倒れず食器棚から皿も飛び出さなかったので特にあわてず、非常に冷静に対処できた。15階から外を見ると、隣のホテルから多くの宿泊客が外に出ているのが見えた。どうやら避難指示が出たようだった。

熊本では免震はめずらしいが、今回、大地震が来ても被害が最小に抑えられ大変良かったと思う。



図2 アレンタワー新八代の免震層

視察・見学の一般の方々にもわかりやすく免震部材の品番表示や色分けがなされている

鋼製ダンパーの塗装にはがれがみられた



図3 隣接するビジネスホテル



(アレンタワーからは避難者はいなかった)

図4 本震直後2時ごろの駅前広場、ビジネスホテルからの一時退避の様子

3.4 地震後1年後の状況

2017年4月にアレンタワー新八代を訪問した際、隣接のビジネスホテルにも訪問した。外壁の修復工事中で全周足場がかかっていた。職員の方にお話を伺うと、「地震発生後、部屋はぐちゃぐちゃで、ベッドも他方に飛んで行ったような状態だったが、交通のストップもあり、宿泊者がまだいらっしやるので継続して営業を続けた。電気はやがて通じたが、PC上の宿泊システムがダウンしてしまい、宿泊者の安全確認や一時退避の点呼などで混乱した。また、外壁が歪んでずっと窓が締め切れないままだったので、雨水の侵入をはじめ、蚊の侵入・殺虫剤噴霧・蚊の掃除と、夏場はとても苦労した」とおっしゃっていた。

4 エスタシオーネス

4.1 建物概要・構造設計概要

建物外観と免震部材配置を図5に、構造設計の諸元を表2に示す。

表2 エスタシオーネスの構造設計の概要

建物名	エスタシオーネス
設計	(株)多々良
構造設計	エス・エー・アイ構造設計(株)
建設地	熊本市西区新土河原
構造、階数	RC11階
免震部材種類	高減衰積層ゴム＋天然ゴム系積層ゴム(EV,階段下)＋オイルダンパー
基礎	杭基礎 L≒32m
地域係数	Z=0.9
地盤	2種地盤 (Gs 算定時の T1=1.11 秒)
設計限界変位(応答変位 δ)	33.8cm(29.9cm)
免震層のせん断力分担率 μ	0.041
接線周期	4.604 秒
1 階の応答せん断力係数(=設計用 CB)	0.108
震度階(最寄り観測点、最大)	6強(2016 年 4 月 16 日)
免震層の推定最大変位	片側 34cm(オイルダンパー摺動痕)

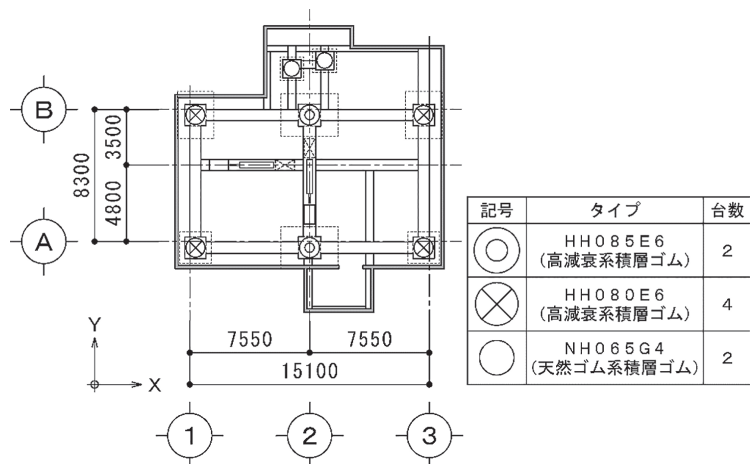
4.2 (有) オフィス尚 亀浦正行代表取締役のお話

「耐震建物では立ってられないほど揺れた。免震建物では一輪挿しさえ倒れなかった。」

賃貸マンションを複数所有しているが免震はエスタシオーネスがはじめて。私は建築士で免震のしくみ・効果を理解しており、またいつかは大地震が来ると思っていたので、建てるなら免震建物だと考えていた。それに、免震建物にすれば上層階の躯体が軽量になり、費用を軽減できると考えていたが、11階程度の高さでは躯体のボリュームが少ないので大きなコスト面のメリットはなかった。



本震の後、入居者に話を聞くと、確かに免震構造が大地震の揺れの影響を小さくしており、室内は家具が平行移動していたけれども、物は倒れていないと言っていた。後日わかったのだが、空室のガラステーブルに置いていた一輪挿しも若干移動したくらいで倒れなかったそうだ。それに、震災直後の周辺の住宅では、破損した家具や電化製品といった震災ゴミが大量に出されていたのに比べ、エスタシオーネスのゴミ集積場にはそうした物がほとんど出てい



応答変位低減のため、補助的にオイルダンパー（Fmax=500kN）を併用

図5 エスタシオーネス 建物外観パースと免震部材配置

なかった。

私はエスタシオーネスに近い耐震マンションの最上階（9階）に住んでいる。本震の時は立ってられないほど揺れた。事務所は木造の戸建てで、建物自体に大きな被害はなかったが、室内はタンスがひっくり返ってひどい状況だった。地震後3日間は家にいるのが怖くて、家内と家内の母親とともに事務所の庭先で寝起きしていた。その後は、エスタシオーネスの10階が一室空いていたので移り、余震も来たが1か月ほどそこで生活した。

所有している耐震構造の賃貸マンションは、外壁にかなり細かなヘアークラックが入っていたが、エスタシオーネスは入っていなかったようで、本震で家具が倒れたという話も聞いていない。人と建物の安全を守るのに、家具が倒れない免震構造が有効だと実証されたと思う。免震建物は破損物のゴミ出しや、家具の下敷きになってケガをするようなことはほぼなかった。危険は非常に少ない。

地震後、エスタシオーネスへの問い合わせも増え、ほぼ満室になった。政府の施策であるみなし仮設住宅（民間賃貸住宅の借上げ制度）として、県の助成金で入居している方もいらっしゃる。

免震構造を採用することで賃貸マンションとして差別化が図れるものと思う。

5 むすび

紹介した免震マンションについては、当協会と日

本建築学会の合同調査団（団長：福岡大学・森田助教）による調査を受け、当協会のMENSIN No.94 2016.10やWeb Site（お知らせ<11月1日>）にも調査の概要が掲載されている。

地震発生後には当地は相当、混乱していて建物管理の担当者になかなか連絡が取れず、“No news is good news.”と信じるものの、わずかばかり心配であったが、10日ほどして「大丈夫でした」の一報を聞いたときには胸をなでおろした。2016年5月初頭に現地点検し、全く何ごとにもなかったことを目見て、免震の良さを改めて確信した次第である。

稿末に、地震・耐震そして免震に関して様々な報道がなされるようになり、一般の方々の関心もより高まったように見受けられる。熊本地震では免震は非常に良く機能し、成功であったと言えると思う。オーナーさんや居住者の方々の実際の声を丁寧に聞き取り、免震の健全な普及と啓発に資することも、設計者の大事な活動であると感じている。

謝辞

本稿執筆に当たり、(株)ブリヂストン 竹内貞光氏に多大なご協力を賜りました。紙面を借りてここに御礼申し上げます。

出典

以下のWeb Site にインタビュー映像を掲載している。

<http://www.menshin-channel.com/report/kumamoto2016/index.html>

一般社団法人日本免震構造協会

免震・制振建築物の計画推移

運営委員会

【免 震】

本協会は会員の御協力のもと、免震構造に関するデータ集積を行っています。

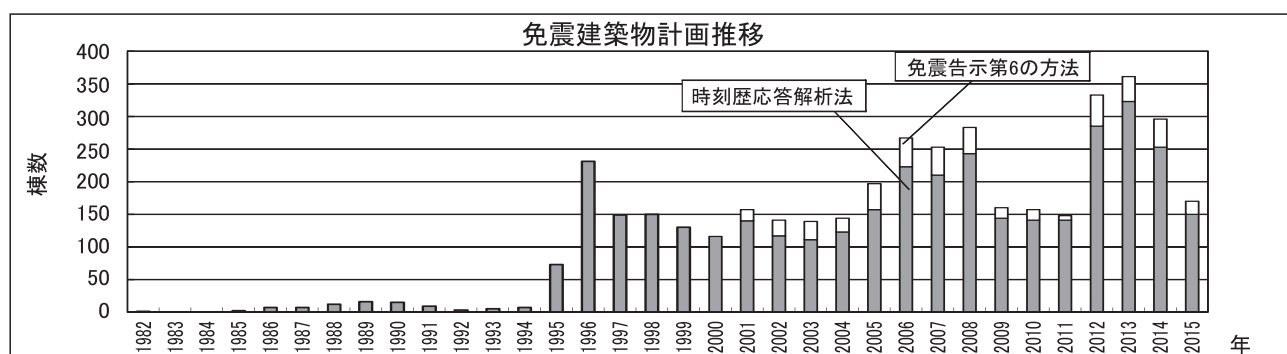
2015年末までのデータ集積結果です。

①～④、⑥～⑮のデータはビル物の棟数を示しており、⑤は戸建住宅のデータを示しています。

集計結果

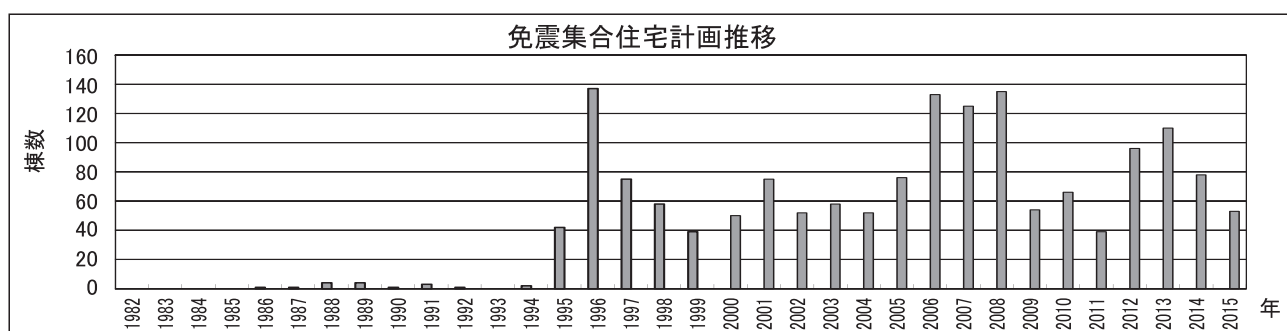
- | | | |
|-------------------|-----------------------|------------------------|
| ①免震建築物計画推移棟数 | ⑧免震レトロフィット建築物計画推移 | ⑮免震支承の使用割合（2004～2015年） |
| ②免震建築物計画推移－集合住宅棟数 | ⑨免震レトロフィット建築物－官庁・民間割合 | |
| ③免震建築物計画推移－病院棟数 | ⑩免震レトロフィット建築物－施工状態 | |
| ④免震建築物計画推移－官庁・民間 | ⑪免震建築物の県別分布 | |
| ⑤免震戸建住宅計画推移 | ⑫免震建築物の関東県別分布 | |
| ⑥高層免震建築物計画推移 | ⑬免震建築物の東京都23区別分布 | |
| ⑦免震建築物の用途割合 | ⑭免震建築物計画推移棟数（累積推移） | |

①免震建築物計画推移棟数



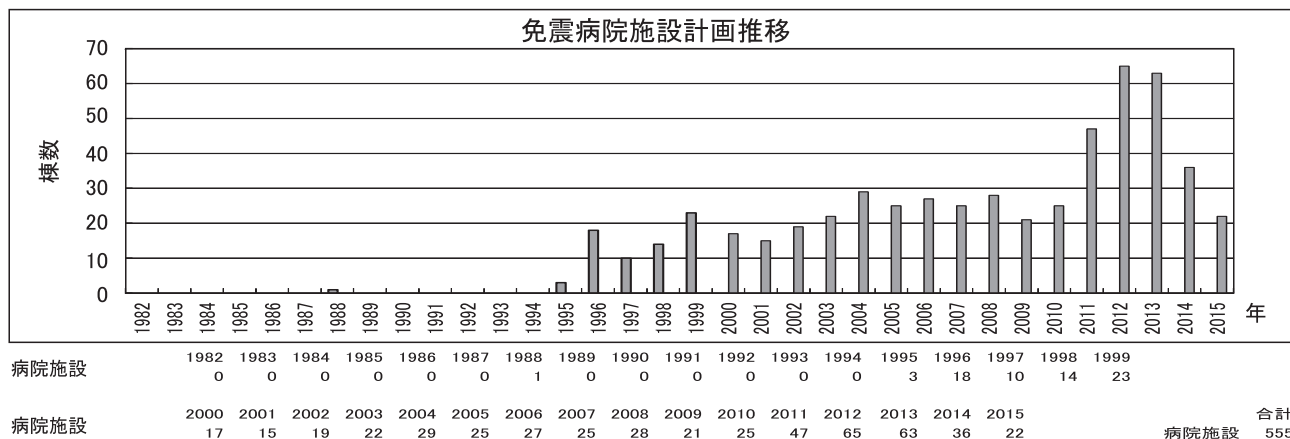
性能評価 告示免震	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	
	1	0	0	2	7	7	12	16	15	9	3	5	7	73	231	149	150	130	116	
性能評価 告示免震	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	合計				
	140	117	111	123	157	223	210	243	144	141	141	285	323	253	150	性能評価 告示免震	3694	445	4139	

②免震建築物計画推移-集合住宅棟数

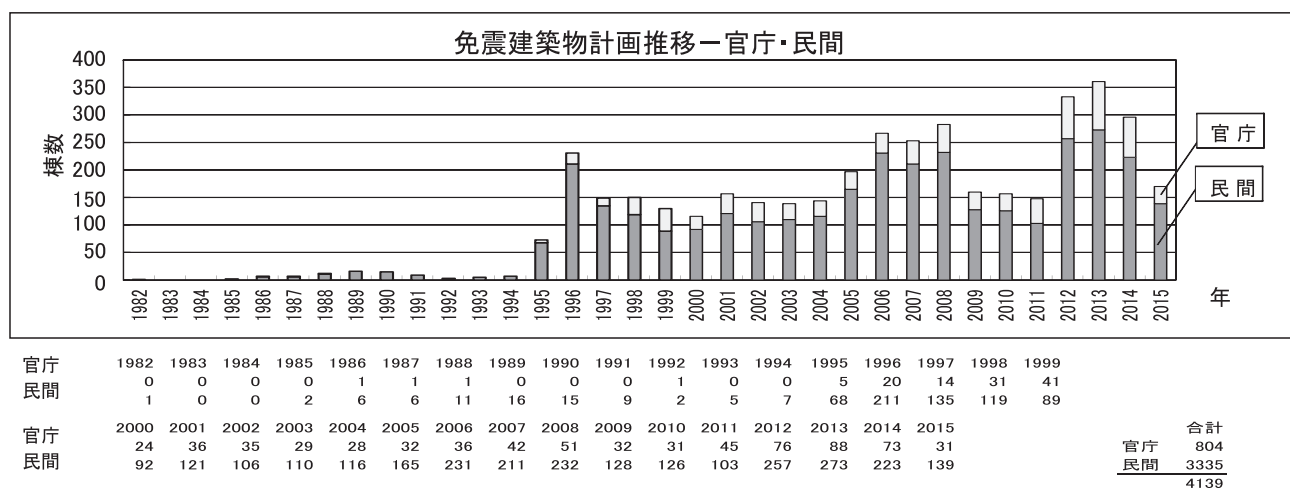


集合住宅	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	
	0	0	0	0	1	1	4	4	1	3	1	0	2	42	137	75	58	39	
集合住宅	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	合計		
	50	75	52	58	52	76	133	125	135	54	66	39	96	110	78	53	集合住宅	1620	

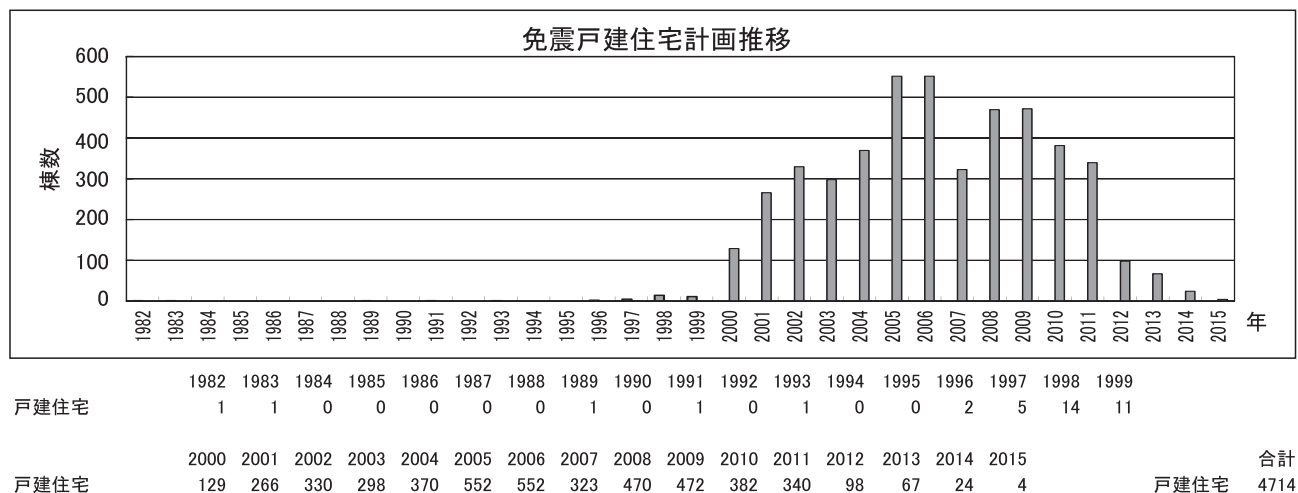
③免震建築物計画推移-病院棟数



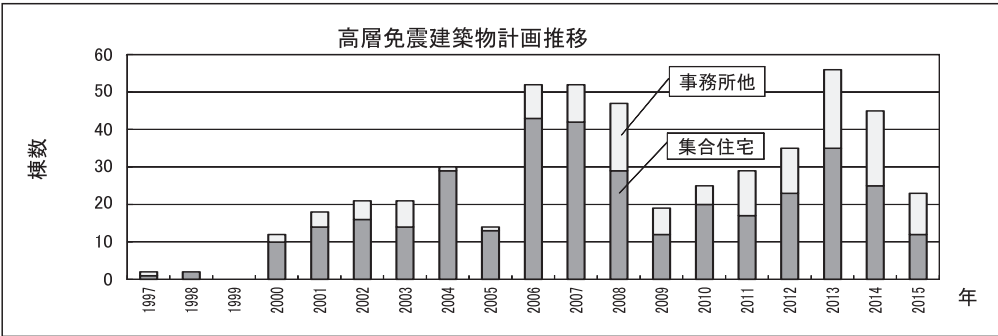
④免震建築物計画推移-官庁・民間



⑤免震建築物計画推移-戸建住宅棟数

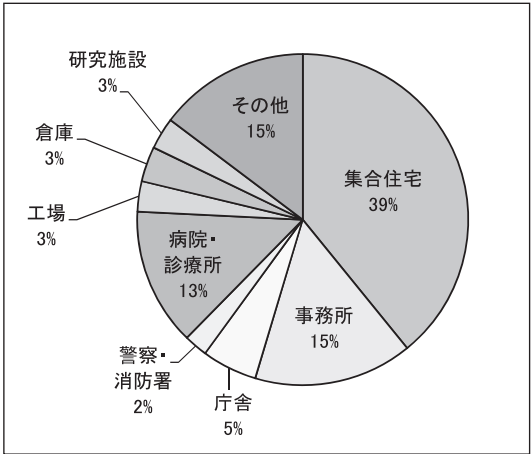


⑥高層免震建築物計画推移

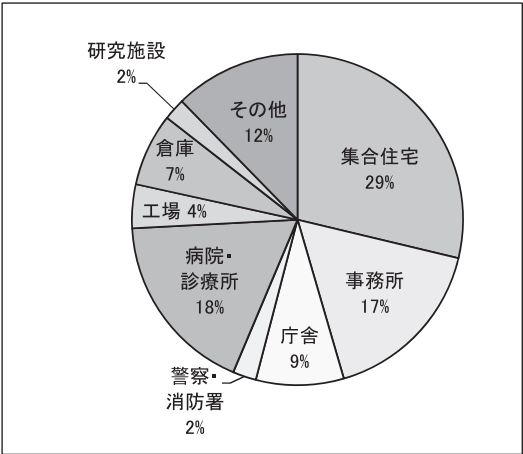


	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	合計
集合住宅	1	2	0	10	14	16	14	29	13	43	42	29	12	20	17	23	35	25	12	357
事務所他	1	0	0	2	4	5	7	1	1	9	10	18	7	5	12	12	21	20	11	146
																				503

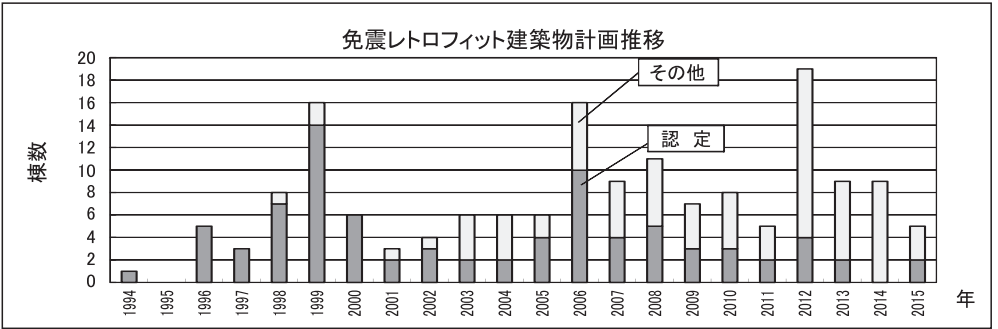
⑦免震建築物の用途割合



最近5年(2011～2015年)における用途割合

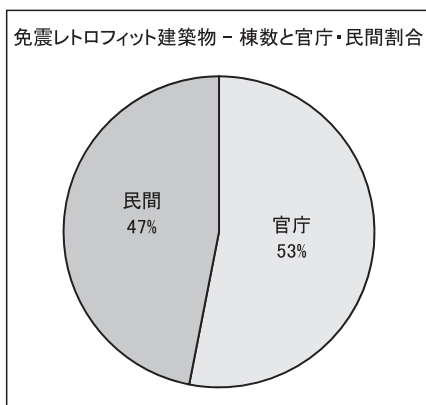


⑧免震レトロフィット建築物計画推移



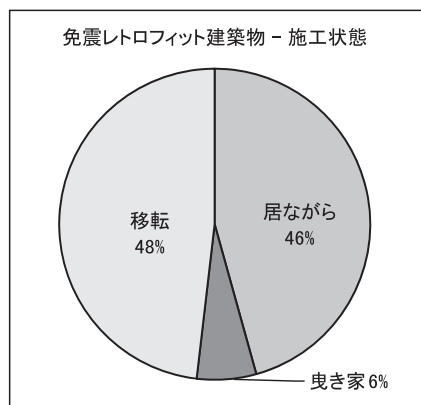
	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	合計
認定	1	0	5	3	7	14	6	2	3	2	2	4	10	4	5	3	3	2	4	2	0	2	84
その他	0	0	0	0	1	2	0	1	1	4	4	2	6	5	6	4	5	3	15	7	9	3	78
																							162

⑨免震レトロフィット建築物-棟数と官庁・民間割合



レトロフィット 162 棟
官庁 86 棟
民間 76 棟

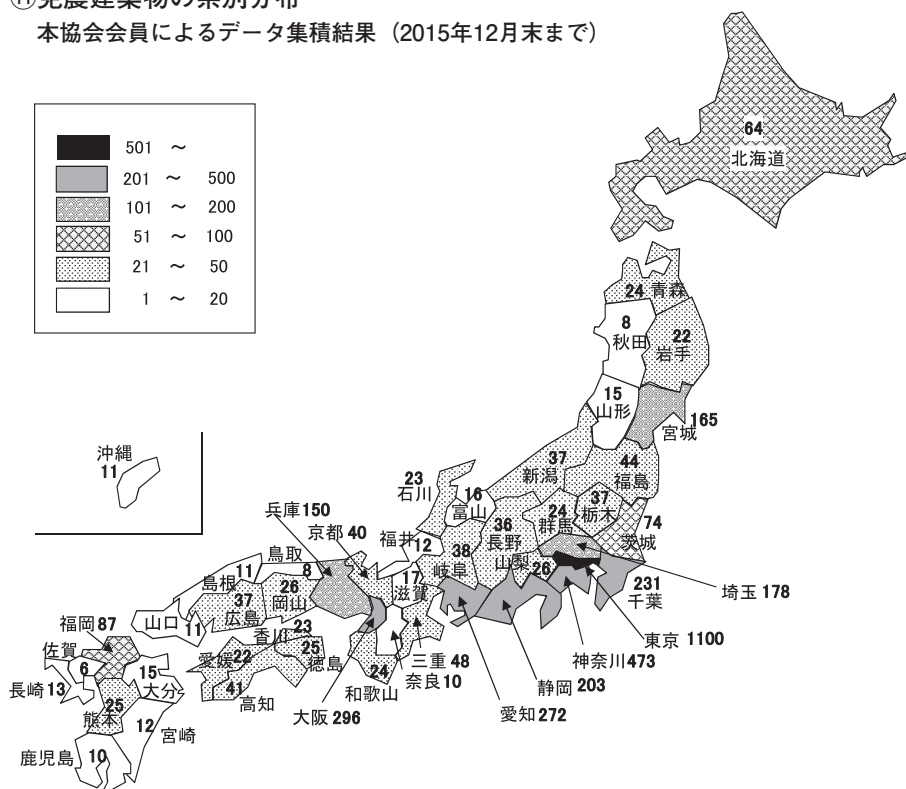
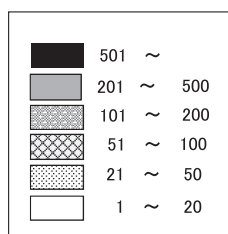
⑩免震レトロフィット建築物-施工状態



居ながら 74 棟
曳き家 10 棟
移転 78 棟

⑪免震建築物の県別分布

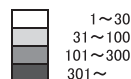
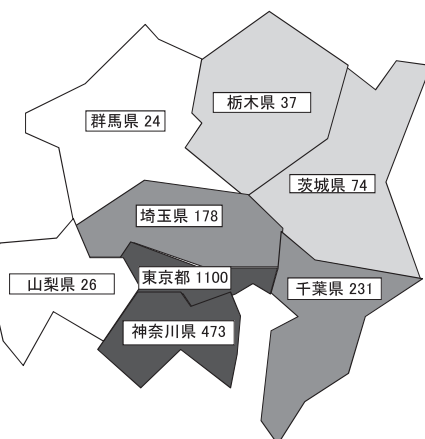
本協会会員によるデータ集積結果 (2015年12月末まで)



北海道	64	滋賀県	17
青森県	24	京都府	40
岩手県	22	大阪府	296
宮城県	165	兵庫県	150
秋田県	8	奈良県	10
山形県	15	和歌山県	24
福島県	44	鳥取県	8
茨城県	74	島根県	11
栃木県	37	岡山県	26
群馬県	24	広島県	37
埼玉県	178	山口県	11
千葉県	231	徳島県	25
東京都	1100	香川県	23
神奈川県	473	愛媛県	22
山梨県	26	高知県	41
長野県	38	福岡県	87
新潟県	37	佐賀県	6
山梨県	26	長崎県	13
静岡県	203	熊本県	25
愛知県	272	大分県	15
三重県	48	宮崎県	12
		鹿児島県	10
		沖縄県	11
		不明	49

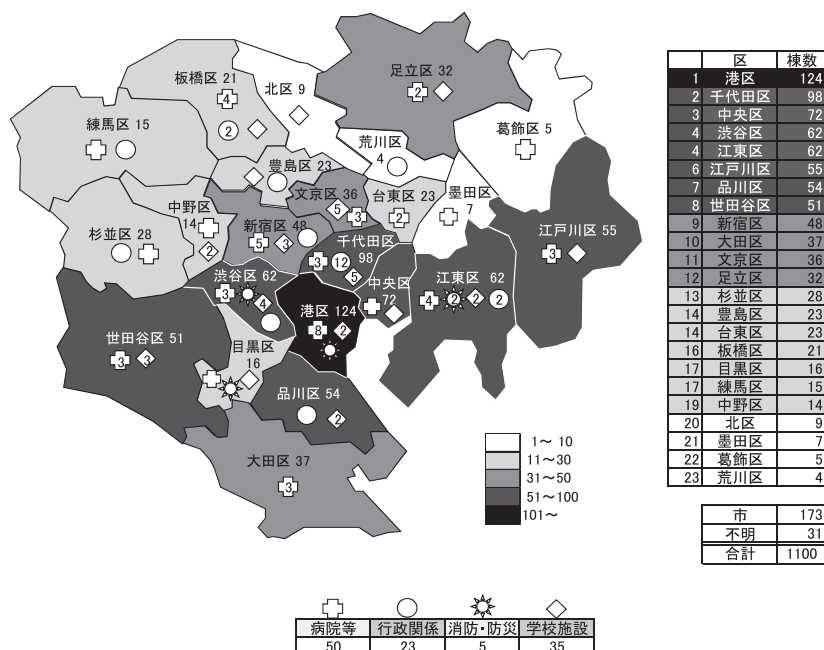
合計 4139

⑫免震建築物の関東県別分布 本協会会員によるデータ集積結果 (2015年12月末まで)

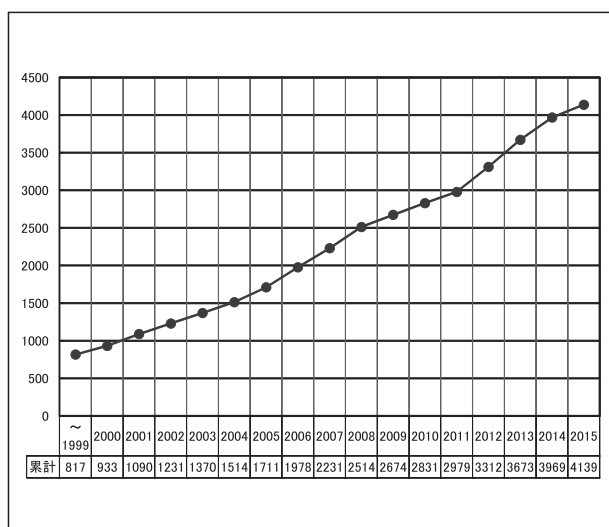


県	棟
茨城県	74
栃木県	37
群馬県	24
埼玉県	178
千葉県	231
東京都	1100
神奈川県	473
山梨県	26
合計	2143

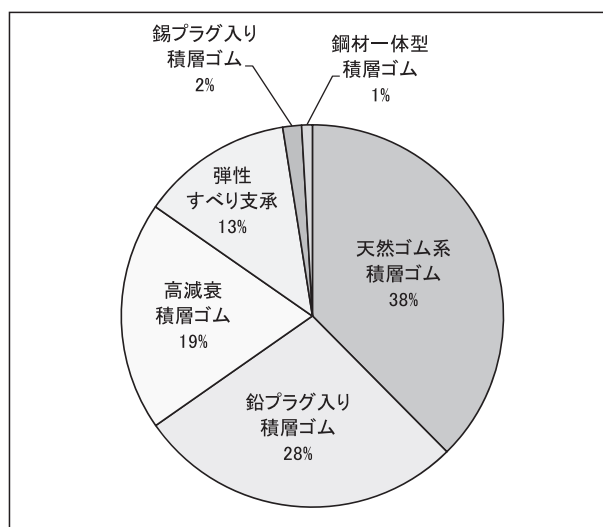
⑬免震建築物の東京都23区別分布 本協会会員によるデータ集積結果（2015年12月末まで）



⑭免震建築物計画推移棟数（累積推移）



⑮免震支承の使用割合（2004～2015年）



【制 振】

「パッシブ制振構造設計・施工マニュアル－2013年版－」が第3版・改訂版として出版されています。

制振建築物は近年増加の傾向にあります。

本協会は会員の御協力のもと、制振構造に関するデータ集積を行っています。

以下は2015年末までのデータ集積結果です。

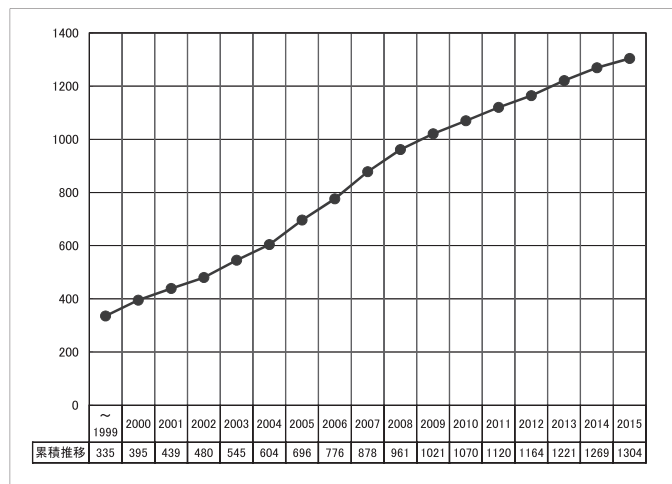
集計結果

①制振建築物計画推移棟数（累積推移）

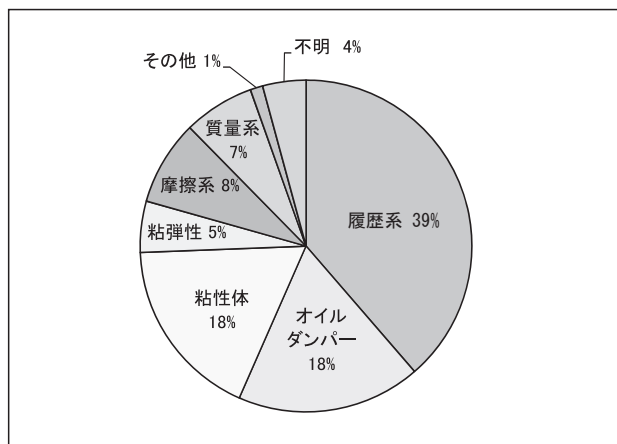
②制振部材の使用割合

③制振建築物の用途割合

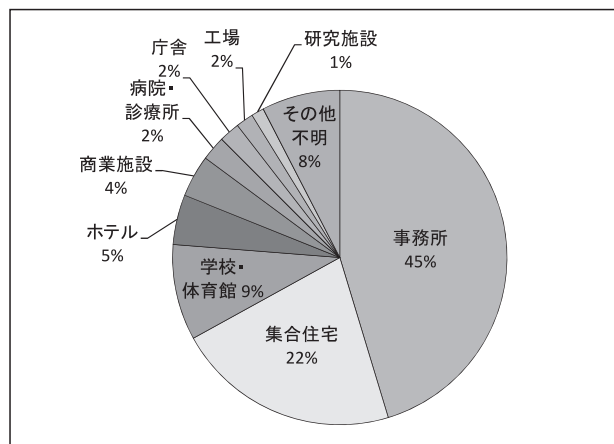
①制振建築物計画推移棟数（累積推移）



②制振部材の使用割合



③制振建築物の用途割合



2016年度データ集積で協力いただいた会員名

株式会社アール・アイ・エー	関西電力株式会社	株式会社竹中工務店	株式会社フジタ
株式会社i2S2	木内建設株式会社	中部電力株式会社	扶桑機工株式会社
株式会社浅沼組	株式会社熊谷組	株式会社T & A	株式会社ブリヂストン
株式会社梓設計	株式会社久米設計	鉄建建設株式会社	ブリヂストン化工品ジャパン株式会社
株式会社アルテス	ゲルブ・ジャパン株式会社	電源開発株式会社	北陸電力株式会社
株式会社安藤・間	株式会社高環境エンジニアリング	東亜建設工業株式会社	北海道電力株式会社
株式会社池永セメント工業所	株式会社構造計画研究所	東急建設株式会社	前田建設工業株式会社
石川建設株式会社	株式会社構造システム	東電設計株式会社	株式会社増岡組
株式会社石本建築事務所	株式会社構造ソフト	株式会社東畑建築事務所	松井建設株式会社
株式会社泉創建エンジニアリング	株式会社鴻池組	東洋建設株式会社	松尾建設株式会社
株式会社一条工務店	五洋建設株式会社	東洋ゴム工業株式会社	株式会社松田平田設計
株式会社伊藤喜三郎建築研究所	株式会社コンステック	戸田建設株式会社	三井住友建設株式会社
伊藤組土建株式会社	サス・サンワ株式会社	飛鳥建設株式会社	株式会社三菱地所設計
井上商事株式会社	株式会社佐藤総合計画	株式会社巴コーポレーション	名工建設株式会社
エアンドエー工事株式会社	四国電力株式会社	株式会社ナカノフドー建設	明友エアマチック株式会社
株式会社エービーシー商会	清水建設株式会社	西松建設株式会社	株式会社免震エンジニアリング
エス・エー・アイ構造設計株式会社	昭和公司昭和设计	株式会社日建設計	株式会社免震テクノサービス
株式会社NTTファシリティーズ	昭和電線ケーブルシステム株式会社	ニッタ株式会社	株式会社免震ディバイス
株式会社NTTファシリティーズ総合研究所	新日鉄住金エンジニアリング株式会社	日本原子力発電株式会社	株式会社安井建築設計事務所
オイレス工業株式会社	スターツCAM株式会社	日本国土開発株式会社	矢作建設工業株式会社
オーケーレックス株式会社	住友金属鉱山シボレックス株式会社	株式会社日本設計	株式会社山下設計
株式会社大林組	住友理工株式会社	株式会社伸構造事務所	株式会社UACJ金属加工
岡部株式会社	西武建設株式会社	株式会社長谷工コーポレーション	横浜ゴム株式会社
株式会社奥村組	センクス株式会社	株式会社ピーエス三菱	RECOエンジニアリング株式会社
株式会社織本構造設計	株式会社大建設	日立オートモティブシステムズ株式会社	
鹿島建設株式会社	大成建設株式会社	平井工作株式会社	
カヤバシステムマシナリー株式会社	大豊建設株式会社	株式会社福田組	

(105社、五十音順)

積層ゴム支承を固定するベースプレート工法の 接合部の応力算定法

ーJSSI技術委員会「積層ゴムのベースプレートWG」報告ー



清水建設
濱 智貴



鹿島建設
斎藤 忠幸



大林組
中塚 光一



大成建設
田部井 直哉



竹中工務店
関 光雄

はじめに

積層ゴム支承を下部基礎に固定する方法としては、基礎コンクリート内にアンカーボルトを取り付けたベースプレートを埋込み、取付ボルトにて免震装置のフランジプレートと緊結させる工法が一般的である。このベースプレート工法の接合部の応力算定方法を確立する事を目的に、日本免震構造協会にて技術委員会「積層ゴムのベースプレートWG」を設置し、共同研究を行った。

共同研究の中で、接合部の力の伝達メカニズムを明確にするために、実大の静的載荷実験を実施し、FEM解析にて実験結果のトレースを行った。

接合部の応力算定法を確立するために、積層ゴムとRC躯体との接合部における次の項目を明らかにすることを目的とした。

- アンカーボルトのみでフランジプレートの曲げとせん断を伝達する場合の応力状態
- フランジプレート厚さがアンカーボルト軸力に及ぼす影響
- アンカーボルトの近傍に設けるU字補強筋の応力状態

1 接合部応力算定法

1.1 接合部応力算定法の概要

本接合部応力算定法は、積層ゴム支承接合部における取付けボルトに生じる引張力および上部基礎、下部基礎に生じる圧縮力の算定方法および仕様規定を定める。

本接合部応力算定法で定める範囲は、積層ゴム支承接合部の設計フローチャートのうち、各部位に生じる応力の算定部分のみであり、設計クライテリア

の設定・設計用外力の設定・各部位の検定については、「免震部材の接合部・取付け躯体の設計指針（第2版、日本免震構造協会2014）」【以下JSSI接合部設計指針とする】に従うものとする。（図1.1.参照）

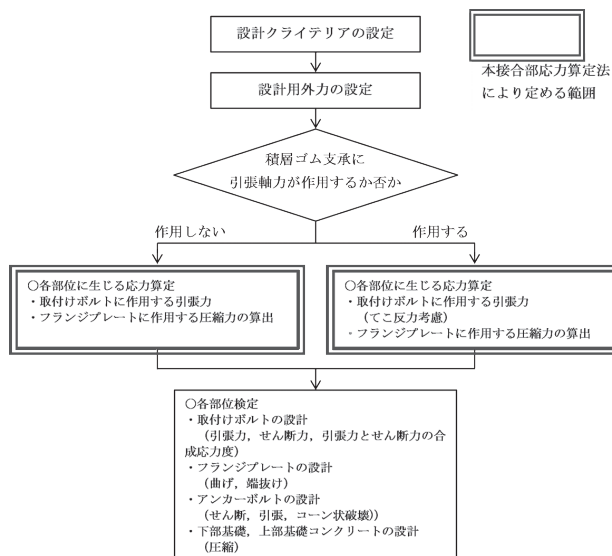


図1.1 積層ゴム支承接合部の設計フローチャート

1.2 保有性能

本接合部応力算定法により確保できる積層ゴム支承の構造性能を以下に示す。

- ・積層ゴム支承の国土交通大臣材料認定における性能範囲の水平性能、鉛直性能を満足できる。
- ・取付けボルトの設計用引張力は、平面保持の仮定により算定できる。
- ・積層ゴム支承に引張軸力が加わる場合には、取付けボルトの設計用引張力にてこ反力を考慮する。
- ・上部基礎、下部基礎の設計用圧縮力は、平面保持の仮定により算定できる。

1.3 構造規定

本応力算定法により、特に規定しない事項については、「JSSI接合部設計指針」、「AIJ各種合成構造設計指針」、「AIJ_S規準」、「AIJ_RC規準」に準拠する。

(1) 適用範囲

a) 免震支承の地震時せん断ひずみ

$$\gamma \leq 300\% \quad (\text{応力算定法の適用範囲})$$

b) 上部・下部基礎コンクリートの設計基準強度

$$24\text{N/mm}^2 \leq F_c \leq 60\text{N/mm}^2$$

c) 使用鋼材種別は、建築構造用SN400 (490) A,B,C、SNR400 (490)、一般構造用SS400 (490)、溶接用鋼材SM400 (490) A,B,C、SMA400 (490)、SM490Yとする。

d) 上部・下部基礎におけるコンクリートの許容支圧応力度は、長期 $1/3 \times F_c \times \sqrt{A_n/A_c}$

$$(\sqrt{A_n/A_c} \leq 2)、短期はその2倍とする。$$

(2) アンカーボルトに関する構造規定

1) アンカーボルトの形状

a) アンカーボルトの埋込み深さは、先端定着板が上下基礎の横筋よりも十分深くなるようにする。

b) 長ナット部にせん断力が生じた時に、ベースプレートに曲げが生じないようなディテール、すなわち、コンクリート打込み時に長ナットがぐらつかないようにしつつ、長ナットとベースプレートが一体化しないようにする必要がある。

c) アンカーボルト先端の突起や先端定着板形状は、引抜耐力確保のため十分な大きさのものとする。

※JSSI接合部設計指針の一部を下記に引用する。

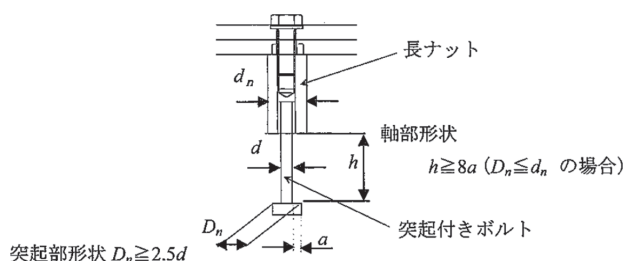


図1.2 アンカーボルトの推奨ディテール

2) アンカーボルト部の設計

取付けボルトに生じる引張力とせん断力を合わせた応力により設計を行う。

(3) 積層ゴム支承の上下基礎に関する構造規定

1) 積層ゴム支承の上下基礎部の形状

上下基礎の形状は、十分なへりあき寸法を確保し、最低限、積層ゴム支承のフランジプレート外縁部から45度に引いたラインに対し、上下基礎の配筋がかかるようにする必要がある。

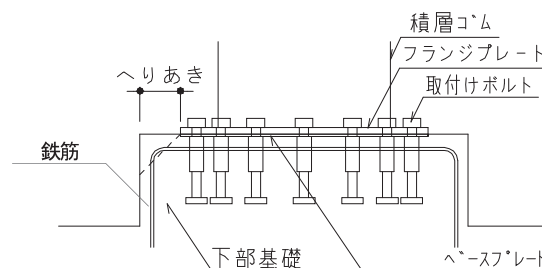


図1.3 免震基礎詳細

2) 積層ゴム支承の上下基礎部の設計

積層ゴム支承の上下基礎は、積層ゴム支承により生じる付加的な応力に対して設計を行う。

アンカーボルトの水平及び側面コーン状破壊耐力算定時における上下基礎コンクリート面の投影面積は、アンカーボルト間の距離や上下基礎のへりあき寸法を考慮した有効面積とする。

1.4 積層ゴム支承接合部の接合部応力算定法

(1) 積層ゴム支承接合部に作用する外力

積層ゴム支承の接合部に作用する外力は、設計者が想定する地震時の積層ゴム支承の水平変形によるせん断力 (Q_d)、上部構造の軸力 (N_d)、 Q_d と N_d により生じる付加曲げモーメント (M_d) とする。積層ゴム内では水平変形時の軸力によるP- Δ 効果を打ち消す効果が確認されているが、フランジプレートを含めた接合部および積層ゴム支承が取付く躯体ではP- Δ 効果による付加曲げモーメントを考慮する必要がある。

・せん断力 (Q_d)：積層ゴム支承の負担せん断力で、水平性能には、特性変動（製品のばらつき、温度依存性、経年変化等）を考慮する。また、設計せ

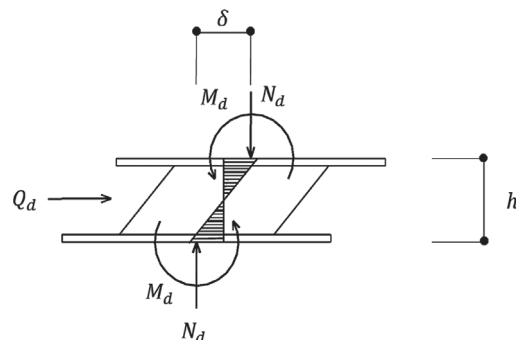


図1.4 設計者が想定する水平変形時外力

ん断ひずみの大きさによっては、積層ゴム支承のハードニングを考慮し水平性能を割増しする。

- ・曲げモーメント (M_d)：積層ゴム支承の水平変形によるせん断力により生じる曲げモーメントおよび上部構造の軸力による水平変形に応じた曲げモーメント (図1.4、表1.1参照)。
- ・軸力 (N_d)：接合部に作用する上部構造による軸力で、長期軸力 (N_L) に水平地震動による軸力 (N_{E1})、上下地震動による軸力 (N_{E2}) を加えた値とする。ただし、積層ゴム支承に引張軸力が作用しない場合、取付けボルトの引張力の算定においては $N_d=0$ とする (表1.1参照)。

表1.1 積層ゴム支承に作用する外力の組合せ

	引張軸力が作用しない場合		引張軸力が作用する場合
応力算定対象部位	取付けボルトの引張力の算定	接合部および取付け躯体に作用する圧縮力の算定	取付けボルトの引張力の算定
軸力 (N_d)	$N_d = 0$	$N_d = N_L + (N_{E1} + N_{E2})$	$N_d = N_L - (N_{E1} + N_{E2})$
曲げモーメント (M_d)	$M_d = Q_d \times \frac{h}{2}$	$M_d = Q_d \times \frac{h}{2} + N_d \times \frac{\delta}{2}$	$M_d = Q_d \times \frac{h}{2} + N_d \times \frac{\delta}{2}$

(2) 積層ゴム支承接合部の設計

積層ゴム支承を取付け躯体に固定するために、引張側応力はアンカーボルトにより、圧縮側応力はコンクリートにより確実に伝達するものとし、各部に作用する応力は設計クライテリア以下となるよう設計する。引張軸力が作用する支承と作用しない支承それぞれに作用する応力状態を適切に評価する。

1) 応力伝達の考え方

取付けボルトを長ナットに固定し、長ナットにアンカーボルトを設けて、せん断力および曲げモーメントにより生じる引張力を躯体に確実に伝達する接合方法とする。また、取付けボルトに作用する引張力は表1.1に示す軸力 (N_d) を考慮して算定を行い、ナットやボルト長さ、先端定着板の大きさは十分な余裕を確保する。フランジプレートおよび取付け躯体に作用する圧縮力は表1.1に示す軸力 (N_d) を考慮して算定を行い、圧縮側においても、ベースプレートと取付け躯体のへりあき寸法に余裕を確保し、応力を確実に伝達する。以下に取付け方法の考え方を示し、図1.5

に図示する。

せん断力および曲げモーメントにより生じる引張力、および引張軸力が作用する支承ではそれにより生じる引張力をアンカーボルトで負担させる (頭付きスタッドは使用しない)。アンカーボルトは、せん断力と引張力に対して、十分な余裕を確保する。必要に応じて補強筋を配置する。

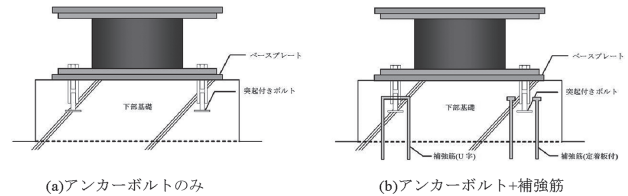


図1.5 支承材の取付け方法の例

2) 取付けボルトに作用する引張力の算出

及び接合部に作用する圧縮力の伝達の確認

取付けボルトに作用する引張力の算出は、フランジプレートの剛性を高めることで、平面保持による方法とすることができる。また引張軸力が作用する積層ゴム支承の場合には、引張力の大きさやフランジプレートの剛性に依拠して反力が生じるため、その効果による係数を乗じて設計用引張力とする。

圧縮側に関しては、表1.1に示す軸力と曲げモーメントを考慮し、平面保持の仮定により算出した接合部に作用する圧縮力が取付け躯体のコンクリートの設計クライテリア以下となることを確認する。

3) 積層ゴム支承直下の支圧応力度の確認

水平変形が生じた状態の積層ゴム支承が圧縮軸力を受ける際、支承直下には軸力が直接伝達されるために局所的に大きな支圧応力が発生する。この影響を評価するために、上記の平面保持仮定による確認とは別に、圧縮軸力を支圧面積で除した支圧応力度が取付け躯体コンクリートの許容支圧応力度以下となっていることを確認する。支圧面積は、積層ゴムが水平変形した場合に積層ゴム最上端と最下端の水平投影面積が重複する面積から、フランジ厚さとベースプレート厚さの合計分を拡大した面積とする。詳細は次節1.5 (1) の4) 項参照のこと。

1.5 積層ゴム支承接合部の応力算定（丸型積層ゴム支承の場合）

(1) 引張軸力が作用しない積層ゴム支承の場合

1) 設計せん断力の設定

- ・積層ゴム支承の設計せん断変形を建物の要求性能に応じて設定する。
- ・設計せん断変形の大きさによっては、積層ゴム支承のハードニングを考慮し、水平剛性を割増しする。
- ・性能変動を考慮し、水平剛性を割増しする。

2) 設計用応力の設定

- ・取付けボルトに作用する引張力算定用

$$: N_d = 0, \quad M_d = Q_d \times \frac{h}{2}$$

- ・フランジプレート、取付け躯体に作用する圧縮力算定用

$$: N_d = N_L + (N_{E1} + N_{E2}), \quad M_d = Q_d \times \frac{h}{2} + N_d \times \frac{\delta}{2}$$

3) 取付けボルトに作用する引張力、フランジプレートおよび取付け躯体に作用する圧縮力の算出

- ・平面保持の方法により、取付けボルトがフランジプレート内に等分布している円形断面柱として、軸力と曲げモーメントのつりあい条件から算出する。（角型積層ゴム支承の場合は、角形断面柱として求める。）

- ・ヤング係数比 ($n_E = 1.5 \times \frac{E_s}{E_c}$) は、コンクリート

設計基準強度に応じたコンクリートのヤング係数から求める。

a) 取付けボルトに作用する引張力の算出 ($N_d = 0$)

- ・中立軸が断面内にある場合 ($0 \leq x_n \leq D$)

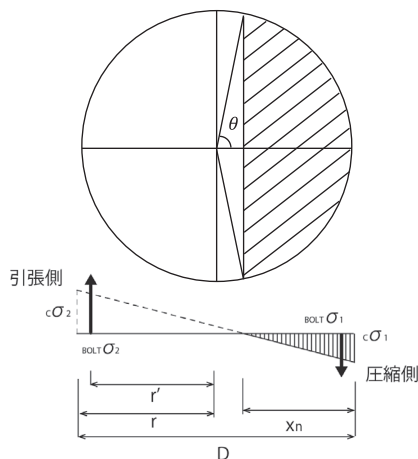


図1.6 平面保持を仮定した場合の応力度分布 ($0 \leq x_n \leq D$)

設計用軸力時における中立軸

$$x_n = r \cdot (1 - \cos \theta) \quad (1.5.1)$$

設計用軸力時における中立軸周りの断面二次モーメント

$$I_n = r^4 \cdot \left\{ \theta \left(\frac{1}{4} + \cos^2 \theta \right) - \sin \theta \cos \theta \left(\frac{13}{12} + \frac{1}{6} \cos^2 \theta \right) \right. \\ \left. + n_E \cdot r^2 \cdot a_g \cdot \left\{ \frac{1}{2} \left(\frac{r'}{r} \right)^2 + \cos^2 \theta \right\} \right\} \quad (1.5.2)$$

設計用軸力時における中立軸周りの断面一次モーメント

$$S_n = r^3 \cdot \left\{ \frac{\sin \theta}{3} (2 + \cos^2 \theta) - \theta \cos \theta \right\} \\ - n_E \cdot r \cdot a_g \cdot \cos \theta \quad (1.5.3)$$

コンクリートの縁圧縮応力度（圧縮を正）

$$c\sigma_1 = \frac{x_n \times M_d}{I_n}, \quad c\sigma_2 = \frac{(x_n - D) \times M_d}{I_n} \quad (1.5.4)$$

取付けボルトの応力度（圧縮を正）

$$BOLT\sigma_1 = \frac{n_E \times (x_n - d_c) \times M_d}{I_n}, \quad BOLT\sigma_2 = \frac{n_E \times (x_n + d_t - D) \times M_d}{I_n} \quad (1.5.5)$$

中立軸が断面内にある場合 ($0 \leq x_n \leq D$) には、 $S_n = 0$ となるように x_n を定める。

b) フランジプレートおよび取付け躯体に作用する圧縮力の算出 ($N_d \neq 0$)

- ・中立軸が断面内にある場合 ($0 \leq x_n \leq D$)

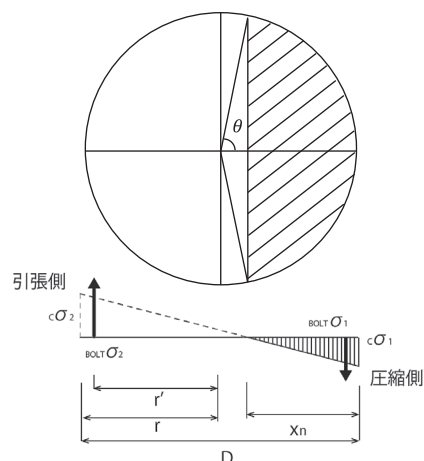


図1.7 平面保持を仮定した場合の応力度分布 ($0 \leq x_n \leq D$)

設計用軸力時における中立軸

$$x_n = r \cdot (1 - \cos \theta) = \frac{I_n}{S_n} + \frac{D}{2} - e \quad (1.5.6)$$

設計用軸力時における中立軸周りの断面二次モーメント

$$I_n = r^4 \cdot \left\{ \theta \left(\frac{1}{4} + \cos^2 \theta \right) - \sin \theta \cos \theta \left(\frac{13}{12} + \frac{1}{6} \cos^2 \theta \right) \right\} + n_E \cdot r^2 \cdot a_g \cdot \left\{ \frac{1}{2} \left(\frac{r'}{r} \right)^2 + \cos^2 \theta \right\} \quad (1.5.7)$$

設計用軸力時における中立軸周りの断面一次モーメント

$$S_n = r^3 \cdot \left\{ \frac{\sin \theta}{3} (2 + \cos^2 \theta) - \theta \cos \theta \right\} - n_E \cdot r \cdot a_g \cdot \cos \theta \quad (1.5.8)$$

コンクリートの縁圧縮応力度（圧縮を正）

$${}_c\sigma_1 = \frac{x_n \times N_d}{S_n}, \quad {}_c\sigma_2 = \frac{(x_n - D) \times N_d}{S_n} \quad (1.5.9)$$

取付けボルトの応力度（圧縮を正）

$${}_{BOLT}\sigma_1 = \frac{n_E \times (x_n - d_c) \times N_d}{S_n}, \quad {}_{BOLT}\sigma_2 = \frac{n_E \times (x_n + d_t - D) \times N_d}{S_n} \quad (1.5.10)$$

中立軸が断面内にある場合（ $0 \leq x_n \leq D$ ）には、(1.5.6) 式～(1.5.8) 式から x_n を定める。

・中立軸が断面外にある場合（ $D < x_n$ ）
設計用軸力時における中立軸

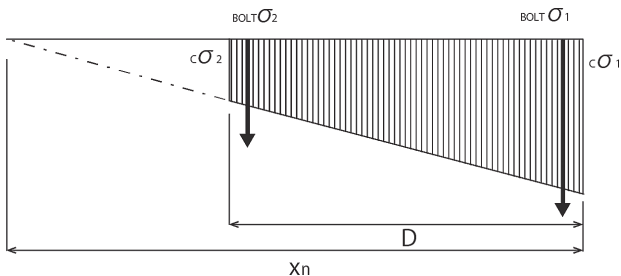


図1.8 平面保持を仮定した場合の応力度分布（ $D < x_n$ ）

$$x_n = \frac{I_n}{S_n} + \frac{D}{2} - e \quad (1.5.11)$$

設計用軸力時における中立軸周りの断面二次モーメント

$$I_n = A_e \cdot (x_n - r)^2 + \frac{\pi}{4} \cdot r^4 + n_E \cdot a_g \cdot \frac{1}{2} (r')^2 \quad (1.5.12)$$

設計用軸力時における中立軸周りの断面一次モーメント

$$S_n = A_e \cdot (x_n - r) \quad (1.5.13)$$

コンクリートの縁圧縮応力度（圧縮を正）

$${}_c\sigma_1 = \frac{x_n \times N_d}{S_n}, \quad {}_c\sigma_2 = \frac{(x_n - D) \times N_d}{S_n} \quad (1.5.14)$$

取付けボルトの応力度（圧縮を正）

$${}_{BOLT}\sigma_1 = \frac{n_E \times (x_n - d_c) \times N_d}{S_n}, \quad {}_{BOLT}\sigma_2 = \frac{n_E \times (x_n + d_t - D) \times N_d}{S_n} \quad (1.5.15)$$

中立軸が断面外にある場合（ $D < x_n$ ）には、積層ゴム支承に加わる曲げモーメントと軸力から偏芯距離 e を求めて、 x_n を定める。

4) 積層ゴム支承直下の支圧応力度

積層ゴム支承直下には、軸力を伝達するために局所的に大きな支圧応力度が作用する。圧縮応力を負担する面積は、積層ゴムが水平変形した場合に積層ゴム最上端と最下端の水平投影面積が重複する面積から、フランジ厚さとベースプレート厚さの合計分を拡大した面積とし、支圧応力度は以下の式により算定する。支圧応力度算定用面積 A_c の取り方に関して、丸型支承と共に角型支承についても図1.9に示す。

$$\sigma_c = \frac{N_d}{A_c} \quad (1.5.16)$$

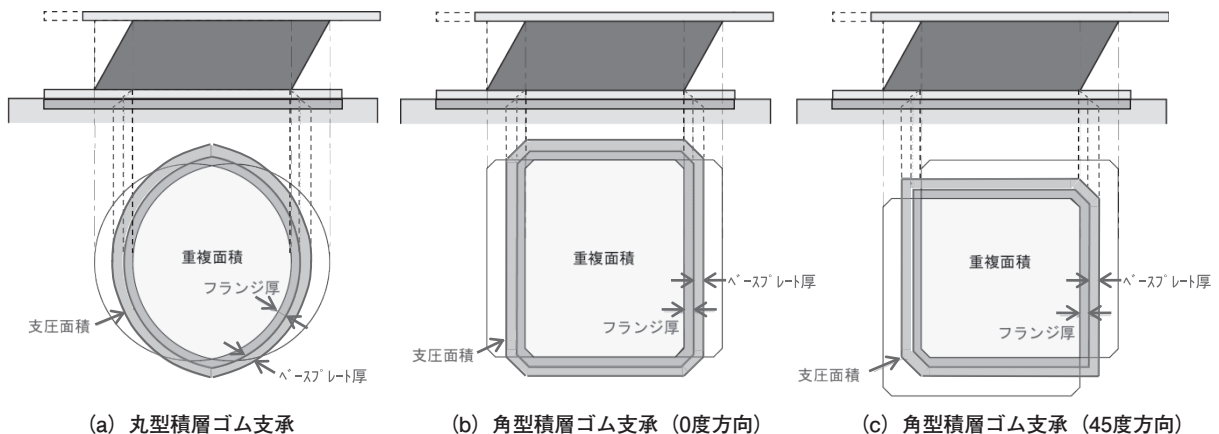


図1.9 支圧応力度算定用面積 A_c

(2) 引張軸力が作用する積層ゴム支承の場合

($N_d \neq 0$)

1) 設計せん断力の設定

- ・積層ゴム支承の設計せん断変形を建物の要求性能に応じて設定する。
- ・設計せん断変形の大きさによっては積層ゴム支承のハードニングを考慮し、水平剛性を割増しする。
- ・性能変動を考慮し、水平剛性を割増しする。

2) 設計用応力の設定

- ・取付けボルトに作用する引張力算定用

$$: N_d = N_L - (N_{E1} + N_{E2}) \quad , \quad M_d = Q_d \times \frac{h}{2} + N_d \times \frac{\delta}{2}$$

- ・フランジプレート、取付け躯体に作用する圧縮力算定用（前記 (1) 3) b) を参照）

$$: N_d = N_L + (N_{E1} + N_{E2}) \quad , \quad M_d = Q_d \times \frac{h}{2} + N_d \times \frac{\delta}{2}$$

3) 取付けボルトに作用する引張力の算出

- ・平面保持の方法により、取付けボルトがフランジプレート内に等分布している円形断面柱として、軸力と曲げモーメントのつりあい条件から算出する。（角型積層ゴム支承の場合は、角形断面柱として求める。）

- ・ここでヤング係数比

($n_E = 1.5 \times \frac{E_s}{E_c}$) は、コンクリート

設計基準強度に応じたコンクリートのヤング係数から求めるとしている。

a) 取付けボルトに作用する引張力の算出

($N_d \neq 0$)

- ・中立軸が断面内にある場合 ($0 \leq x_n \leq D$)
前記 (1) 3) b) を参照
- ・中立軸が断面外にある場合 ($x_n < 0$)

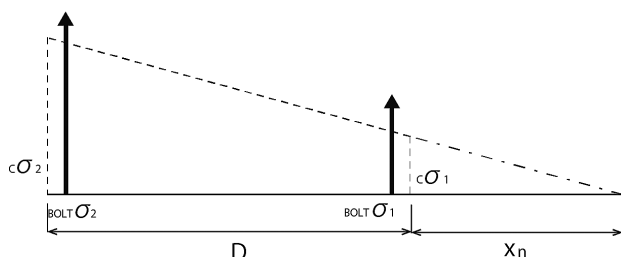


図1.10 平面保持を仮定した場合の応力度分布 ($x_n < 0$)

設計用軸力時における中立軸

$$x_n = \frac{I_n}{S_n} + \frac{D}{2} - e \quad (1.5.17)$$

設計用軸力時における中立軸周りの断面二次モーメント

$$I_n = n_E \cdot a_g \cdot (r - x_n)^2 + n_E \cdot a_g \cdot \frac{1}{2} (r')^2 \quad (1.5.18)$$

設計用軸力時における中立軸周りの断面一次モーメント

$$S_n = -n_E \cdot a_g \cdot (r - x_n) \quad (1.5.19)$$

コンクリートの縁圧縮応力度（圧縮を正）

$${}_c\sigma_1 = \frac{x_n \times N_d}{S_n} \quad , \quad {}_c\sigma_2 = \frac{(x_n - D) \times N_d}{S_n} \quad (1.5.20)$$

取付けボルトの応力度（圧縮を正）

$${}_{BOLT}\sigma_1 = \frac{n_E \times (x_n - d_c) \times N_d}{S_n} \quad , \quad {}_{BOLT}\sigma_2 = \frac{n_E \times (x_n + d_t - D) \times N_d}{S_n} \quad (1.5.21)$$

中立軸が断面外にある場合 ($x_n < 0$) には、積層ゴム支承に加わる曲げモーメントと軸力から偏芯距離 e を求めて、 x_n を定める。

4) てこ反力による取付けボルトに作用する引張力の割増

既往の実験結果および解析結果より、積層ゴム支承に引張軸力が作用する場合、取付けボルトに作用する引張力に、てこ反力を考慮する必要があることがわかった。

てこ反力を考慮した取付けボルトに作用する引張力は、フランジプレートの剛性に応じて、以下の式によって求める。

てこ反力を考慮した取付けボルトに作用する引張力

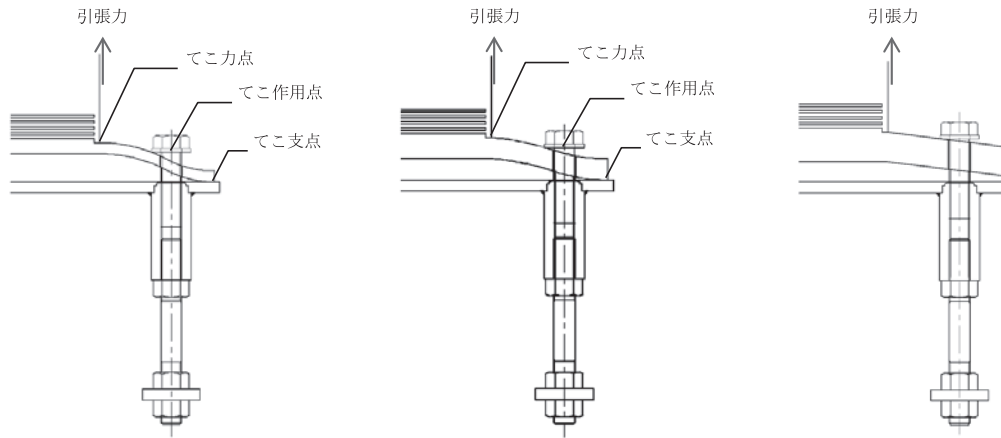
$${}_{BOLT}T = \alpha \cdot {}_{BOLT}\sigma_2 \cdot a_{e1} \quad (1.5.22)$$

てこ反力係数

$$\alpha = 1.0 + \beta \cdot \eta \quad (1.5.23)$$

てこ反力による割増係数

$$\beta = \frac{-\frac{6E_s I_f}{K_{BOLT}} + 3a(a-l)^2}{\frac{6E_s I_f}{K_{BOLT}} - 2a^2(2a-3l)} \quad (I_f < \frac{K_{BOLT} a(a-l)^2}{2E_s} \text{ の場合}) \quad (1.5.24)$$



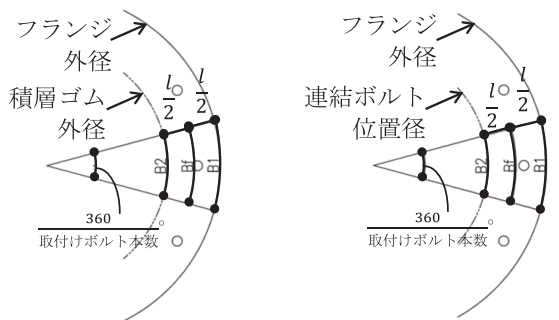
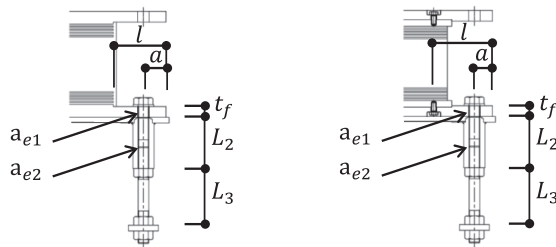
(a) 薄いフランジプレート (b) 適度な厚さのフランジプレート (c) 厚いフランジプレート
図1.11 てこ反力の考え方

$$\beta = 0.0 \quad (l_f \geq \frac{K_{BOLT} a(a-l)^2}{2E_s} \text{ の場合}) \quad (1.5.25)$$

水平載荷実験によるてこ反力の割増係数
 $\eta = 2.5$ (1.5.26)

取付けボルト部軸剛性

$$K_{BOLT} = \frac{1}{\frac{1}{\frac{E_s a_{e1}}{t_f}} + \frac{1}{\frac{E_s a_{e2}}{L_2}}} \quad (1.5.27)$$



(a) フランジ一体成型タイプ (b) 連結鋼板タイプ
図1.12 諸元の設定

1.6 接合部応力算定例(鉛プラグ入り積層ゴム支承)

1.6.1 諸元

①免震材料

品番	LS080G4J
ゴム外径	$\phi = 800$ mm (ゴム総厚 162mm)
装置高さ	$h = 369.6$ mm (フランジプレート間)
有効断面積	$A_r = 471200$ mm ²
鉛プラグ径	200mm
フランジ材質	SS400
フランジ外径	$D = 1150$ mm
フランジ半径	$r = 575$ mm
フランジ厚	$t_f = 32$ mm
ベースプレート厚	$t_b = 32$ mm
P.C.D 半径	$r' = 500$ mm

②各種ボルト類

取付けボルト	12-M30(強度区分 6.8)
取付けボルト軸部断面積	$a_{e1} = 594$ mm ²
取付けボルト全軸部断面積	$a_g = 7128$ mm ²
長ナット径	$\phi 60$ mm
長ナット長さ	$L_2 = 165$ mm
てこ反力算定用アンカーボルト有効長さ	$L_3 = 180$ mm
連結ボルトーフランジプレート縁距離	$l = 175$ mm
取付けボルトーフランジプレート縁距離	$a = 75$ mm

③取付け躯体

コンクリート設計基準強度	F _c 30
ヤング係数比(実値の 1.5 倍)	$n_E = 12.6$

④設計応力

接合部設計用変形(γ 250%想定)	$\delta = 405 \text{ mm}$
接合部設計用せん断ひずみ	$\gamma = \frac{405}{162} \times 100 = 250 \%$
接合部設計用せん断力	$Q_d = K_{eq} \times \delta = 1.72$ $\times 10^3 \times 0.405 = 697 \text{ kN}$

※ δ については、設計者が適宜判断すること。

接合部応力算定例としては、以下の2ケースについて示す。

- ・ 引張軸力が作用しない場合 (1.6.2節)
- ・ 引張軸力が作用する場合 (1.6.3節)

1.6.2 引張軸力が作用しない場合の応力算定

設計用軸力 N_d および設計用曲げモーメント M_d について下表の値を用いる。応力算定部位ごとに2種類とする。

1) 取付けボルトに作用する引張力算定用	
$N_d = 0$	$M_d = Q_d \times \frac{h}{2} = 697$ $\times \frac{0.3696}{2} = 128.8 \text{ kN} \cdot \text{m}$
2) フランジプレート、取付け躯体に作用する圧縮力算定用	
$N_d = N_L + (N_{E1} + N_{E2})$ $= 8482 + 5654$ $= 14136 \text{ kN}$	$M_d = Q_d \times \frac{h}{2} + N_d \times \frac{\delta}{2}$ $= 697 \times \frac{0.3696}{2} + 14136$ $\times \frac{0.405}{2} = 2991 \text{ kN} \cdot \text{m}$

(長期面圧 $\sigma_L=18\text{N/mm}^2$ 、短期面圧 $\sigma_s=30\text{N/mm}^2$ として算定)

1) 取付けボルトに作用する引張力

- ・ 設計用軸力時における中立軸
- $$x_n = r \cdot (1 - \cos \theta) = 575 \times (1 - \cos \theta) \quad (1.6.1)$$
- ・ 設計用軸力時における中立軸周りの断面二次モーメント

$$I_n = r^4 \cdot \left\{ \theta \left(\frac{1}{4} + \cos^2 \theta \right) - \sin \theta \cos \theta \left(\frac{13}{12} + \frac{1}{6} \cos^2 \theta \right) \right. \\ \left. + n_E \cdot r^2 \cdot a_g \cdot \left\{ \frac{1}{2} \left(\frac{r'}{r} \right)^2 + \cos^2 \theta \right\} \right\}$$

$$= 575^4 \times \left\{ \theta \left(\frac{1}{4} + \cos^2 \theta \right) - \sin \theta \cos \theta \left(\frac{13}{12} + \frac{1}{6} \cos^2 \theta \right) \right. \\ \left. + 12.6 \times 575^2 \times 7128 \right. \\ \left. \times \left\{ \frac{1}{2} \times \left(\frac{500}{575} \right)^2 + \cos^2 \theta \right\} \right\}$$

(1.6.2)

- ・ 設計用軸力時における中立軸周りの断面一次モーメント

$$S_n = r^3 \cdot \left\{ \frac{\sin \theta}{3} (2 + \cos^2 \theta) - \theta \cos \theta \right\} - n_E \cdot r \cdot a_g \cdot \cos \theta \\ = 575^3 \times \left\{ \frac{\sin \theta}{3} (2 + \cos^2 \theta) - \theta \cos \theta \right\} - 12.6 \\ \times 575 \times 7128 \times \cos \theta \quad (1.6.3)$$

- ・ 中立軸の算定

(1.6.1)、(1.6.2)、(1.6.3) より、 $S_n=0$ となる x_n を算定する。

$$\theta = 1.060 \text{ rad}, \quad \theta = 60.7^\circ, \quad \sin \theta = 0.872,$$

$$\cos \theta = 0.489$$

$$x_n = 293.9 \text{ mm} \quad (0 \leq x_n \leq 1150)$$

- ・ 断面二次モーメントの算定

x_n 、 θ を(1.6.2)へ代入し、断面二次モーメントを算定する。

$$I_n = 575^4 \times \left\{ 1.060 \times \left(\frac{1}{4} + 0.489^2 \right) - 0.872 \times 0.489 \right. \\ \left. \times \left(\frac{13}{12} + \frac{1}{6} \times 0.489^2 \right) \right\} + 12.6 \times 575^2 \times 7128 \times \left\{ \frac{1}{2} \times \left(\frac{500}{575} \right)^2 \right. \\ \left. + 0.489^2 \right\} = 2.262 \times 10^{10} \text{ mm}^4$$

- ・ 取付けボルトの応力度 (圧縮を正) の算定

$$BOLT \sigma_1 = \frac{n_E \cdot (x_n - d_c) \cdot M_d}{I_n} = \frac{12.6 \times (293.9 - 75) \times 128.8 \times 10^6}{2.262 \times 10^{10}}$$

$$= 15.7 \text{ N/mm}^2$$

$$BOLT \sigma_2 = \frac{n_E \cdot (x_n + d_t - D) \cdot M_d}{I_n} = \frac{12.6 \times (293.9 + 75 - 1150) \times 128.8 \times 10^6}{2.262 \times 10^{10}}$$

$$= -56.0 \text{ N/mm}^2$$

2) フランジプレート・取付け躯体に作用する圧縮力

- ・ 設計用軸力時における中立軸

$$x_n = \frac{I_n}{S_n} + \frac{D}{2} - e = \frac{I_n}{S_n} + \frac{D}{2} - \frac{M_d}{N_d} = r \cdot (1 - \cos \theta)$$

$$= \frac{I_n}{S_n} + \frac{1150}{2} - \frac{2991 \times 10^6}{14136 \times 10^3} = 575 \times (1 - \cos \theta)$$

(1.6.4)

- ・設計用軸力時における中立軸周りの断面二次モーメント

$$\begin{aligned}
 I_n &= r^4 \cdot \left\{ \theta \left(\frac{1}{4} + \cos^2 \theta \right) - \sin \theta \cos \theta \left(\frac{13}{12} + \frac{1}{6} \cos^2 \theta \right) \right\} \\
 &\quad + n_E \cdot r^2 \cdot a_g \cdot \left\{ \frac{1}{2} \left(\frac{r'}{r} \right)^2 + \cos^2 \theta \right\} \\
 &= 575^4 \cdot \left\{ \theta \left(\frac{1}{4} + \cos^2 \theta \right) - \sin \theta \cos \theta \left(\frac{13}{12} + \frac{1}{6} \cos^2 \theta \right) \right\} \\
 &\quad + 12.6 \times 575^2 \times 7128 \\
 &\quad \times \left\{ \frac{1}{2} \times \left(\frac{500}{575} \right)^2 + \cos^2 \theta \right\}
 \end{aligned} \quad (1.6.5)$$

- ・設計用軸力時における中立軸周りの断面一次モーメント

$$\begin{aligned}
 S_n &= r^3 \cdot \left\{ \frac{\sin \theta}{3} (2 + \cos^2 \theta) - \theta \cos \theta \right\} - n_E \cdot r \cdot a_g \cdot \cos \theta \\
 &= 575^3 \times \left\{ \frac{\sin \theta}{3} (2 + \cos^2 \theta) - \theta \cos \theta \right\} - 12.6 \times 575 \\
 &\quad \times 7128 \times \cos \theta
 \end{aligned} \quad (1.6.6)$$

- ・中立軸の算定

(1.6.4)、(1.6.5)、(1.6.6) より、 $S_n=0$ となる x_n を算定する。

$$\begin{aligned}
 \theta &= 2.290 \text{ rad}, \theta = 131.2^\circ, \sin \theta = 0.752, \\
 \cos \theta &= -0.659 \\
 x_n &= 954.0 \text{ mm} \quad (0 \leq x_n \leq 1150)
 \end{aligned}$$

- ・断面一次モーメントの算定

x_n 、 θ を(1.6.6)へ代入し、断面一次モーメントを算定する。

$$\begin{aligned}
 S_n &= 575^3 \times \left\{ \frac{0.752}{3} \times (2 + (-0.659)^2) - 2.290 \right. \\
 &\quad \times (-0.659) \left. \right\} - 12.6 \times 575 \times 7128 \times (-0.659) \\
 &= 4.370 \times 10^8 \text{ mm}^3
 \end{aligned}$$

- ・断面二次モーメントの算定

x_n 、 θ を(1.6.5)へ代入し、断面二次モーメントを算定する。

$$\begin{aligned}
 I_n &= 575^4 \cdot \left\{ 2.290 \times \left(\frac{1}{4} + (-0.659)^2 \right) - 0.752 \times (-0.659) \right. \\
 &\quad \times \left(\frac{13}{12} + \frac{1}{6} \times (-0.659)^2 \right) \left. \right\} \\
 &\quad + 12.6 \times 575^2 \times 7128 \times \left\{ \frac{1}{2} \times \left(\frac{500}{575} \right)^2 + (-0.659)^2 \right\} \\
 &= 2.581 \times 10^{11} \text{ mm}^4
 \end{aligned}$$

- ・コンクリートの縁圧縮応力度（圧縮を正）の算定

$$\begin{aligned}
 {}^c\sigma_1 &= \frac{x_n \times N_d}{S_n} = \frac{954.0 \times 14136 \times 10^3}{4.370 \times 10^8} = 30.9 \text{ N/mm}^2 \\
 {}^c\sigma_2 &= \frac{(x_n - D) \times N_d}{S_n} = \frac{(954.0 - 1150) \times 14136 \times 10^3}{4.370 \times 10^8} = -6.3 \text{ N/mm}^2 \\
 &\quad \rightarrow 0 \text{ N/mm}^2
 \end{aligned}$$

ここで、積層ゴム支承直下の支圧応力度（ベースプレート厚さ考慮）を算定すると、

$$\begin{aligned}
 \sigma_c &= \frac{N_d}{A_c} \\
 &= \frac{14136 \times 10^3}{\left\{ 2 \times \cos^{-1} \left(\frac{405}{800 + 32 \times 2 + 32 \times 2} \right) - \sin \left(2 \times \cos^{-1} \left(\frac{405}{800 + 32 \times 2 + 32 \times 2} \right) \right) \right\} \frac{(800 + 32 \times 2 + 32 \times 2)^2}{4}} \\
 &= \frac{14136 \times 10^3}{312829} = 45.2 \text{ N/mm}^2
 \end{aligned}$$

1.6.3 引張軸力が作用する場合の応力算定

設計用軸力 N_d および設計用曲げモーメント M_d について下表の値を用いる。取付けボルトに作用する引張力のみ、ここでは算定する。フランジプレート、取付け躯体に作用する圧縮力については、1.6.2節と同値のため、省略する。

1) 取付けボルトに作用する引張力算定用	
$N_d = N_L - (N_{E1} + N_{E2})$ $= -471.2 \text{ kN}$	$M_d = Q_d \times \frac{h}{2} + N_d \times \frac{\delta}{2}$ $= 697 \times \frac{0.3696}{2}$ $- 471.2 \times \frac{0.405}{2} = 33.4 \text{ kN} \cdot \text{m}$

（短期引張面圧 $\sigma_s = -1 \text{ N/mm}^2$ として算定）

1) 取付けボルトに作用する引張力

- ・設計用軸力時における中立軸

$$x_n = \frac{I_n}{S_n} + \frac{D}{2} - e = \frac{I_n}{S_n} + \frac{D}{2} - \frac{M_d}{N_d} = \frac{I_n}{S_n} + \frac{1150}{2} - \frac{33.4}{(-471.2)} \quad (1.6.7)$$

- ・設計用軸力時における中立軸周りの断面二次モーメント

$$\begin{aligned}
 I_n &= n_E \cdot a_g \cdot (r - x_n)^2 + n_E \cdot a_g \cdot \frac{1}{2} (r')^2 \\
 &= 12.6 \times 7128 \times (575 - x_n)^2 + 12.6 \times 7128 \times \frac{1}{2} \times 500^2
 \end{aligned} \quad (1.6.8)$$

- ・設計用軸力時における中立軸周りの断面一次モーメント

$$S_n = -n_E \cdot a_g \cdot (r - x_n) = -12.6 \times 7128 \times (575 - x_n) \quad (1.6.9)$$

・中立軸の算定

(1.6.7)、(1.6.8)、(1.6.9) より、 x_n を算定する。

$$x_n = -1188.5 \text{ mm}, e = -70.9 \text{ mm} \quad (x_n \leq 0)$$

・取付けボルトの応力度（圧縮を正）

$$BOLT\sigma_1 = \frac{n_E \cdot (x_n - d_c) \cdot N_d}{S_n} = \frac{12.6 \times (-1188.5 - 75) \times (-471.2 \times 10^3)}{-1.584 \times 10^8}$$

$$= -47.4 \text{ N/mm}^2$$

$$BOLT\sigma_2 = \frac{n_E \cdot (x_n + d_t - D) \cdot N_d}{S_n}$$

$$= \frac{12.6 \times (-1188.5 + 75 - 1150) \times (-471.2 \times 10^3)}{-1.584 \times 10^8} = -84.8 \text{ N/mm}^2$$

ここで、てこ反力による取付けボルトに作用する引張力の割増を考慮する。

取付けボルト部軸剛性

$$K_{BOLT} = \frac{1}{\frac{1}{E_s a_{e1}} + \frac{1}{E_s a_{e2}}} = \frac{1}{\frac{1}{\frac{205000 \times 594}{32}} + \frac{1}{\frac{205000 \times (\frac{60}{2})^2 \times \pi}{165}}} \times 10^{-3}$$

$$= 1827 \text{ kN/mm}$$

・てこ反力係数の算出

フランジプレート外径の円周の1/12

$$B_1 = 1150 \times \pi \times \frac{1}{12} = 301 \text{ mm}$$

ゴム外径の円周の1/12

$$B_2 = 800 \times \pi \times \frac{1}{12} = 209 \text{ mm}$$

フランジプレートの有効幅

$$B_f = \frac{B_1 + B_2}{2} = \frac{301 + 209}{2} = 255 \text{ mm}$$

フランジプレートの有効断面二次モーメント

$$I_f = \frac{1}{12} B_f t_f^3 = \frac{1}{12} \times 255 \times 32^3 = 6.96 \times 10^5 \text{ mm}^4$$

てこ反力の有無の判定

$$\frac{K_{BOLT} a (a-l)^2}{2E_s} = \frac{1827 \times 10^3 \times 75 \times (75-175)^2}{2 \times 205000} = 3.34 \times 10^6 \text{ mm}^4$$

$$I_f < \frac{K_{BOLT} a (a-l)^2}{2E_s} \text{ より、てこ反力が生じる。}$$

てこ反力による割増

$$\beta = \frac{\frac{6E_s I_f}{K_{BOLT}} + 3a(a-l)^2}{\frac{6E_s I_f}{K_{BOLT}} - 2a^2(2a-3l)}$$

$$= \frac{\frac{6 \times 205000 \times 696320}{1827 \times 10^3} + 3 \times 75 \times (75-175)^2}{\frac{6 \times 205000 \times 696320}{1827 \times 10^3} - 2 \times 75^2 \times (2 \times 75 - 3 \times 175)} = 0.38$$

実験によるてこ反力の割増係数

$$\eta = 2.5$$

てこ反力係数

$$\alpha = 1.0 + \beta \cdot \eta = 1.0 + 0.38 \cdot 2.5 = 1.95$$

てこ反力を考慮した取付けボルトに作用する引張力

$$BOLT\sigma = \frac{\alpha \cdot BOLT\sigma_2}{A_e} = \alpha \cdot BOLT\sigma_2 = 1.95 \times (-84.8)$$

$$= -165.4 \text{ N/mm}^2$$

1.7 接合部応力算定例（天然ゴム系積層ゴム支承）

1.7.1 諸元

①免震材料

品番	NS080G4
ゴム外径	$\phi = 800 \text{ mm}$ （ゴム総厚 162mm）
装置高さ	$h = 369.6 \text{ mm}$ （フランジプレート間）
有効断面積	$A_r = 502300 \text{ mm}^2$
フランジ材質	SS400
フランジ外径	$D = 1150 \text{ mm}$
フランジ半径	$r = 575 \text{ mm}$
フランジ厚	$t_f = 32 \text{ mm}$
ベースプレート厚	$t_b = 32 \text{ mm}$
P.C.D 半径	$r' = 500 \text{ mm}$

②各種ボルト類

取付けボルト	12-M30(強度区分 6.8)
取付けボルト軸部断面積	$a_{e1} = 594 \text{ mm}^2$
取付けボルト全軸部断面積	$a_g = 7128 \text{ mm}^2$
長ナット径	$\phi 60 \text{ mm}$
長ナット長さ	$L_2 = 165 \text{ mm}$
てこ反力算定用アンカーボルト有効長さ	$L_3 = 180 \text{ mm}$
連結ボルトーフランジプレート縁距離	$l = 175 \text{ mm}$
取付けボルトーフランジプレート縁距離	$a = 75 \text{ mm}$

③取付け躯体

コンクリート設計基準強度	F _c 30
ヤング係数比（実値の 1.5 倍）	$n_E = 12.6$

④設計応力

接合部応力算定例としては、以下の2ケースについて示す。

接合部設計用変形(γ 150%想定)	$\delta = 243 \text{ mm}$
接合部設計用せん断ひずみ	$\gamma = \frac{243}{162} \times 100 = 150 \%$
接合部設計用せん断力	$Q_d = K_{eq} \cdot \delta = 1.22 \times 10^3$ $\times 0.243 = 296 \text{ kN}$

※ δ については、設計者が適宜判断すること。

- ・引張軸力が作用しない場合 (1.7.2節)
- ・引張軸力が作用する場合 (1.7.3節)

1.7.2 引張軸力が作用しない場合の算定応力

設計用軸力 N_d および設計用曲げモーメント M_d について下表の値を用いる。応力算定部位ごとに2種類とする。

1) 取付けボルトに作用する引張力算定用	
$N_d = 0$	$M_d = Q_d \cdot \frac{h}{2} = 296$ $\times \frac{0.3696}{2} = 54.8 \text{ kN} \cdot \text{m}$
2) フランジプレート、取付け躯体に作用する圧縮力算定用	
$N_d = N_L + (N_{E1} + N_{E2})$ $= 7534 + 0 = 7534 \text{ kN}$	$M_d = Q_d \cdot \frac{h}{2} + N_d \cdot \frac{\delta}{2}$ $= 296 \times \frac{0.3696}{2} + 7534$ $\times \frac{0.243}{2} = 970 \text{ kN} \cdot \text{m}$

(長期面圧 $\sigma_L=15\text{N/mm}^2$ 、短期面圧 $\sigma_s=15\text{N/mm}^2$ として算定)

1) 取付けボルトに作用する引張力

- ・設計用軸力時における中立軸
- ・設計用軸力時における中立軸周りの断面二次モーメント

$$x_n = r \cdot (1 - \cos \theta) = 575 \times (1 - \cos \theta) \quad (1.7.1)$$

$$I_n = r^4 \cdot \left\{ \theta \left(\frac{1}{4} + \cos^2 \theta \right) - \sin \theta \cos \theta \left(\frac{13}{12} + \frac{1}{6} \cos^2 \theta \right) \right. \\ \left. + n_E \cdot r^2 \cdot a_g \cdot \left\{ \frac{1}{2} \left(\frac{r'}{r} \right)^2 + \cos^2 \theta \right\} \right\} \\ = 575^4 \times \left\{ \theta \left(\frac{1}{4} + \cos^2 \theta \right) - \sin \theta \cos \theta \left(\frac{13}{12} + \frac{1}{6} \cos^2 \theta \right) \right. \\ \left. + 12.6 \times 575^2 \times 7128 \right. \\ \left. \times \left\{ \frac{1}{2} \times \left(\frac{500}{575} \right)^2 + \cos^2 \theta \right\} \right\} \quad (1.7.2)$$

- ・設計用軸力時における中立軸周りの断面一次モーメント

$$S_n = r^3 \cdot \left\{ \frac{\sin \theta}{3} (2 + \cos^2 \theta) - \theta \cos \theta \right\} - n_E \cdot r \cdot a_g \cdot \cos \theta \\ = 575^3 \times \left\{ \frac{\sin \theta}{3} (2 + \cos^2 \theta) - \theta \cos \theta \right\} - 12.6 \\ \times 575 \times 7128 \times \cos \theta \quad (1.7.3)$$

- ・中立軸の算定

(1.7.3) より、 $S_n=0$ となる、 x_n を算定する。

$\theta=1.060 \text{ rad}$ 、 $\theta=60.7^\circ$ 、 $\sin \theta=0.872$ 、

$\cos \theta=0.489$

$$x_n = 293.9 \text{ mm} \quad (0 \leq x_n \leq 1150)$$

- ・断面二次モーメントの算定

x_n 、 θ を(1.7.2)へ代入し、断面二次モーメントを算定する。

$$I_n = 575^4 \times \left\{ 1.060 \times \left(\frac{1}{4} + 0.489^2 \right) - 0.872 \times 0.489 \right. \\ \left. \times \left(\frac{13}{12} + \frac{1}{6} \times 0.489^2 \right) \right\} + 12.6 \times 575^2 \times 7128 \times \left\{ \frac{1}{2} \times \left(\frac{500}{575} \right)^2 \right. \\ \left. + 0.489^2 \right\} = 2.262 \times 10^{10} \text{ mm}^4$$

- ・取付けボルトの応力度(圧縮を正)の算定

$$BOLT \sigma_1 = \frac{n_E \cdot (x_n - d_c) \cdot M_d}{I_n} = \frac{12.6 \times (293.9 - 75) \times 54.8 \times 10^6}{2.262 \times 10^{10}} \\ = 6.7 \text{ N/mm}^2$$

$$BOLT \sigma_2 = \frac{n_E \cdot (x_n + d_t - D) \cdot M_d}{I_n} = \frac{12.6 \times (293.9 + 75 - 1150) \times 54.8 \times 10^6}{2.262 \times 10^{10}} \\ = -23.8 \text{ N/mm}^2$$

2) フランジプレート・取付け躯体に作用する圧縮力

- ・設計用軸力時における中立軸

$$x_n = \frac{I_n}{S_n} + \frac{D}{2} - e = \frac{I_n}{S_n} + \frac{D}{2} - \frac{M_d}{N_d} = r \cdot (1 - \cos \theta)$$

$$x_n = \frac{I_n}{S_n} + \frac{1150}{2} - \frac{970 \times 10^3}{7534} = 575 \times (1 - \cos \theta) \quad (1.7.4)$$

- ・設計用軸力時における中立軸周りの断面二次モーメント

$$I_n = A_e \cdot (x_n - r)^2 + \frac{\pi}{4} \cdot r^4 + n_E \cdot a_g \cdot \frac{1}{2} (r')^2 \\ = (\pi \times 575^2 + 12.6 \times 7128) \times (x_n - 575)^2 + \frac{\pi}{4} \times 575^4 \\ + 12.6 \times 7128 \times \frac{1}{2} \times 500^2 \quad (1.7.5)$$

- ・設計用軸力時における中立軸周りの断面一次モーメント

$$S_n = A_e \cdot (x_n - r) = (\pi \times 575^2 + 12.6 \times 7128) \\ \times (x_n - 575) \quad (1.7.6)$$

・中立軸の算定

(1.7.4)、(1.7.5)、(1.7.6) より、 x_n を算定する。

$$x_n = 1243.2 \text{ mm} \quad (1150 \leq x_n)$$

$$e = 128.7 \text{ mm}$$

・断面一次モーメントの算定

x_n 、 θ を (1.7.6) へ代入し、断面一次モーメントを算定する。

$$\begin{aligned} S_n &= (\pi \times 575^2 + 12.6 \times 7128) \times (1243.2 - 575) \\ &= 7.540 \times 10^8 \text{ mm}^3 \end{aligned}$$

・断面二次モーメントの算定

x_n 、 θ を (1.7.5) へ代入し、断面二次モーメントを算定する。

$$\begin{aligned} I_n &= (\pi \times 575^2 + 12.6 \times 7128) \times (1243.2 - 575)^2 \\ &\quad + \frac{\pi}{4} \times 575^4 + 12.6 \times 7128 \times \frac{1}{2} \times 500^2 \\ &= 6.009 \times 10^{11} \text{ mm}^4 \end{aligned}$$

・コンクリートの縁圧縮応力度（圧縮を正）の算定

$$c\sigma_1 = \frac{x_n \times N_d}{S_n} = \frac{1243.2 \times 7534 \times 10^3}{7.540 \times 10^8} = 12.4 \text{ N/mm}^2$$

$$c\sigma_2 = \frac{(x_n - D) \times N_d}{S_n} = \frac{(1243.2 - 1150) \times 7534 \times 10^3}{7.540 \times 10^8} = 0.9 \text{ N/mm}^2$$

ここで、積層ゴム支承直下の支圧応力度（ベースプレート厚さ考慮）を算定すると、

$$\sigma_c = \frac{N_d}{A_c}$$

$$\begin{aligned} &= \frac{7534 \times 10^3}{\left\{ 2 \times \cos^{-1} \left(\frac{243}{800 + 32 \times 2 + 32 \times 2} \right) - \sin \left(2 \times \cos^{-1} \left(\frac{243}{800 + 32 \times 2 + 32 \times 2} \right) \right) \right\} \times \frac{(800 + 32 \times 2 + 32 \times 2)^2}{4}} \\ &= \frac{7534 \times 10^3}{453473} = 16.6 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

1.7.3 引張軸力が作用する場合の応力算定

設計用軸力 N_d および設計用曲げモーメント M_d について下表の値を用いる。取付けボルトに作用する引張力のみ、ここでは算定する。フランジプレート、取付け躯体に作用する圧縮力については、1.7.2節と同値のため、省略する。

1) 取付けボルトに作用する引張力算定用	
$N_d = N_L - (N_{E1} + N_{E2})$ $= -502.3 \text{ kN}$	$M_d = Q_d \times \frac{h}{2} + N_d \times \frac{\delta}{2}$ $= 374 \times \frac{0.3696}{2}$ $- 502.3 \times \frac{0.243}{2} = 8.0 \text{ kN} \cdot \text{m}$

(短期引張面圧 $\sigma_s = -1 \text{ N/mm}^2$ として算定)

なお、 M_d 算定に使用している、 Q_d については、1.7.1節で算定した値に、変動特性による割増係数 $Cv1=1.26$ を考慮している。

$$(Q_d = C_{v1} \cdot K_{eq} \cdot \delta = 1.26 \times 1.22 \times 10^3 \times 0.243 = 374 \text{ kN})$$

1) 取付けボルトに作用する引張力

・設計用軸力時における中立軸

$$x_n = \frac{I_n}{S_n} + \frac{D}{2} - e = \frac{I_n}{S_n} + \frac{D}{2} - \frac{M_d}{N_d} = \frac{I_n}{S_n} + \frac{1150}{2} - \frac{8.0 \times 10^3}{(-502.3)} \quad (1.7.7)$$

・設計用軸力時における中立軸周りの断面二次モーメント

$$\begin{aligned} I_n &= n_E \cdot a_g \cdot (r - x_n)^2 + n_E \cdot a_g \cdot \frac{1}{2} (r')^2 \\ &= 12.6 \times 7128 \times (575 - x_n)^2 + 12.6 \times 7128 \times \frac{1}{2} \times 500^2 \end{aligned} \quad (1.7.8)$$

・設計用軸力時における中立軸周りの断面一次モーメント

$$S_n = -n_E \cdot a_g \cdot (r - x_n) = -12.6 \times 7128 \times (575 - x_n) \quad (1.7.9)$$

・中立軸の算定

(1.7.7)、(1.7.8)、(1.7.9) より、 x_n を算定する。
 $x_n = -7273.4 \text{ mm}$ 、 $e = -15.9 \text{ mm}$ ($x_n \leq 0$)

・取付けボルトの応力度（圧縮を正）

$$\begin{aligned} BOLT\sigma_1 &= \frac{n_E \cdot (x_n - d_c) \cdot N_d}{S_n} = \frac{12.6 \times (-7273.4 - 75) \times (-502.3 \times 10^3)}{-7.049 \times 10^8} \\ &= -66.0 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} BOLT\sigma_2 &= \frac{n_E \cdot (x_n + d_t - D) \cdot N_d}{S_n} \\ &= \frac{12.6 \times (-7273.4 + 75 - 1150) \times (-502.3 \times 10^3)}{-7.049 \times 10^8} = -75.0 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

4) てこ反力による取付けボルトに作用する引張力の割増

・取付けボルト部軸剛性

$$\begin{aligned} K_{BOLT} &= \frac{1}{\frac{1}{\frac{E_s a_{e1}}{t_f}} + \frac{1}{\frac{E_s a_{e2}}{L_2}}} = \frac{1}{\frac{1}{\frac{205000 \times 594}{32}} + \frac{1}{\frac{205000 \times \left(\frac{60}{2}\right)^2 \times \pi}{165}}} \times 10^{-3} \\ &= 1827 \text{ kN/mm} \end{aligned}$$

・てこ反力係数の算出

フランジプレート外径の円周の1/12

$$B_1 = 1150 \times \pi \times \frac{1}{12} = 301 \text{ mm}$$

ゴム外径の円周の1/12

$$B_2 = 800 \times \pi \times \frac{1}{12} = 209 \text{ mm}$$

フランジプレートの有効幅

$$B_f = \frac{B_1 + B_2}{2} = \frac{301 + 209}{2} = 255 \text{ mm}$$

フランジプレートの有効断面二次モーメント

$$I_f = \frac{1}{12} B_f t_f^3 = \frac{1}{12} \times 255 \times 32^3 = 6.96 \times 10^5 \text{ mm}^4$$

てこ反力の有無の判定

$$\frac{K_{BOLT}a(a-l)^2}{2E_s} = \frac{1827 \times 10^3 \times 75 \times (75-175)^2}{2 \times 205000} = 3.34 \times 10^6 \text{ mm}^4$$

$$I_f < \frac{K_{BOLT}a(a-l)^2}{2E_s} \text{ より、てこ反力が生じる。}$$

てこ反力による割増係数

$$\beta = \frac{\frac{6E_s I_f}{K_{BOLT}} + 3a(a-l)^2}{\frac{6E_s I_f}{K_{BOLT}} - 2a^2(2a-3l)}$$

$$= \frac{\frac{6 \times 205000 \times 696320}{1827 \times 10^3} + 3 \times 75 \times (75-175)^2}{\frac{6 \times 205000 \times 696320}{1827 \times 10^3} - 2 \times 75^2 \times (2 \times 75 - 3 \times 175)} = 0.38$$

実験によるてこ反力の割増

$$\eta = 2.5$$

てこ反力係数

$$\alpha = 1.0 + \beta \cdot \eta = 1.0 + 0.38 \cdot 2.5 = 1.95$$

てこ反力を考慮した取付けボルトに作用する引張力

$$BOLT\sigma = \frac{\alpha \cdot BOLT T_2}{A_e} = \alpha \cdot BOLT\sigma_2 = 1.95 \times (-75.0)$$

$$= -146.3 \text{ N/mm}^2$$

1.8 用語の定義

(1) 本接合部応力算定法において定義する用語

取付けボルト：積層ゴム支承をベースプレートに固定するボルト。平成12年建設省告示第2009号第6の構造方法による免震建築物の設計に用いる場合は、使用材料は建築基準法に定められる強度区分に限定されるため、注意が必要である。

長ナット：ベースプレートに取付け、取付けボルトとアンカーボルトの応力伝達を行うナット。

アンカーボルト：積層ゴム支承の取付けボルトを固定する長ナットに取付け、先端に定着板等を設けた鋼棒。

先端定着板：アンカーボルト先端に取り付ける板。

フランジプレート：積層ゴム支承の積層ゴム部上下に取り付くプレート。

ベースプレート：積層ゴム支承のフランジプレートと接合する上部基礎、下部基礎に設置するプレート。

一般ベースプレート：コンクリートを十分に充填できる程度の大きさの開口を有しているベースプレート。

上部基礎、下部基礎：積層ゴム支承上下に配置されるコンクリート基礎。

主筋：上部基礎および下部基礎に生じる曲げモーメントに抵抗する鉄筋。

帯筋：上部基礎および下部基礎の主筋を拘束する鉄筋。

横筋：ベースプレート上部または下部の水平鉄筋のこと。

各種アンカーボルトの許容引張力以下で用いる場合で、コンクリート躯体のコーン状破壊が起こるとアンカー頭部が横筋部で止まっている場合に引張力が低下するおそれがあることから、アンカーボルト先端定着板位置が横筋より十分深くなるように設定する。

補強筋：アンカーボルト周辺に必要な応じて配置する補強筋。

(2) 本接合部応力算定法の応力算定式において定義する記号

A_c ：積層ゴム支承直下の基礎コンクリートの支圧応力度算定用面積で、積層ゴムが水平変形した場合に積層ゴム最上端と最下端の水平投影面積が重複する面積から、フランジ厚さ+ベースプレート厚さの合計分を拡大した面積

A_e ：フランジプレート上下面の圧縮部分の有効断面面積で、取付けボルトを考慮した面積

A_r ：積層ゴム支承のゴム部の有効断面面積

A_f ：フランジプレート上下面の各全断面面積

A_n ：許容支圧応力度算定用面積（「免震部材の接合部・取付け躯体の設計指針（第2版、日本免震構造協会2014）」【JSSI接合部設計指針】を参考に算出）

a ：フランジプレート縁から取付けボルトまでの距離（円の法線方向）

a_{e1} ：1本当たりの取付けボルトの軸部断面面積

a_{e2} ：1本当たりの長ナット部の断面面積で、取付けボルトと長ナットを合わせた断面面積

a_{e3} ：1本当たりのアンカーボルトの軸部断面面積

a_g ：取付けボルトの全軸部断面面積

B_1 ：フランジプレート外径の円周を取付けボルト本数で除して求める等価幅

B_2 ：積層ゴム外径もしくは連結ボルト（積層ゴムとフランジプレートを連結するボルト）位置径の円周を取付けボルト本数で除して求める等価幅で、積層ゴムに対するフランジブ

B_f : てこ反力を算出する際に考慮するフランジプレートの有効幅 $B_f = \frac{B_1 + B_2}{2}$	L_3 : てこ反力係数を算出するためのアンカーボルト定着長
C_{v1} : 免震支承の特性変動による割増係数 C_{v2} : 積層ゴム支承のハードニングを考慮した割増係数	M_d : 積層ゴム支承のフランジプレート上下端に生じる、積層ゴム支承の負担せん断力により生じる曲げモーメントおよび水平変形に応じた軸力による曲げモーメント $M_d = Q_d \times \frac{h}{2} + N_d \times \frac{\delta}{2}$
D : フランジプレート外径 d_c, d_t : フランジプレート縁からの取付けボルトの位置 e : 曲げモーメントと軸力から算定される偏芯距離 $e = \frac{M_d}{N_d}$	N_d : 上部構造から接合部に作用する軸力で、長期軸力に水平地震動による軸力と上下地震動による軸力の和を加えた値とする。 $N_d = N_L + (N_{E1} + N_{E2})$
E_s : 鋼材（取付けボルト、フランジプレート）のヤング係数	N_L : 長期軸力の大きさ N_{E1} : 水平地震動により接合部に作用する軸力の大きさ
E_c : ベースプレート直上、直下（上部基礎、下部基礎）のコンクリートのヤング係数（RC規準による）	N_{E2} : 上下地震動により接合部に作用する軸力の大きさ
F_c : ベースプレート直上、直下（上部基礎、下部基礎）のコンクリートの設計基準強度	n_E : 取付けボルトと基礎コンクリートのヤング係数比（実ヤング係数比の1.5倍とする） $n_E = 1.5 \times \frac{E_s}{E_c}$
h : 積層ゴム支承の装置高さ	Q_d : 積層ゴム支承の負担せん断力で、水平性能には、特性変動（製品のばらつき、温度依存性、経年変化等による変動）を考慮する。また、設計せん断ひずみの大きさによっては、積層ゴム支承のハードニングによる剛性の増大を考慮する。 $Q_d = C_{v1} \times C_{v2} \times K_{eq} \times (r \times h_r)$
h_r : 積層ゴム支承のゴム総厚	r : フランジプレート半径 $r = \frac{D}{2}$
I_f : てこ反力を算出する際に考慮するフランジプレートの有効断面二次モーメント $I_f = \frac{1}{12} B_f \cdot t_f^3$	r' : 取付けボルトのボルト孔中心線半径 S_n : フランジプレート上下面に曲げモーメントおよび軸力が加わった場合のフランジプレート上下面の断面一次モーメント
I_n : フランジプレート上下面に曲げモーメントおよび軸力が加わった場合のフランジプレート上下面の断面二次モーメント	t_b : ベースプレートの厚さ
K_{BOLT} : てこ反力を算出する際に用いる取付けボルトの軸剛性	t_f : フランジプレートの厚さ
K_{eq} : 積層ゴム支承の等価剛性	
l : フランジプレート縁から積層ゴムもしくは連結ボルトまでの距離とし、積層ゴムに対するフランジプレートの取り付け方に応じて適切に判断する	
L_2 : ベースプレート上端、下端からの長ナットの長さ	

- x_n : フランジプレート上下面に曲げモーメントおよび軸力が加わった場合の中立軸（圧縮縁からの距離）
- α : 平面保持を仮定して算出した取付けボルトの引張力に乘じるてこ反力係数。
($\alpha = 1.0 + \beta \cdot \eta$)
- β : てこ反力による割増係数
- η : 水平載荷実験によるてこ反力の割増係数
- γ : 設計せん断ひずみ
- δ : 積層ゴム支承の水平変形
- θ : フランジプレートの加力方向中心軸と、中立軸とフランジ外径との交点とフランジプレート中心を結ぶ線がなす角度
- ${}_c\sigma$ 、 ${}_c\sigma_1$ 、 ${}_c\sigma_2$: フランジプレート縁でのコンクリートの圧縮応力度
- $BOLT\sigma_1$ 、 $BOLT\sigma_2$: 圧縮側最外端、引張側最外端の取付けボルトの応力度

おわりに

積層ゴム支承を固定するベースプレート工法の接合部の応力算定法として、平面保持の仮定からフランジプレートのでこ反力を考慮するなど、新しい知見を示すことが出来た。これらの知見を広く実施物件に適用されることを期待する。尚、本報告は実験、解析により得られた知見を要約して1章（接合部応力算定法）として掲載したものである。これと併せて、実験、解析およびその分析等の具体的な内容を2章以降に追補した詳細な技術資料を別刷にて発行予定である。そちらも参考にして頂きたい。

最後に、積層ゴム支承を固定するベースプレート工法の接合部の応力算定法をまとめるにあたって、日本免震構造協会の技術委員会「積層ゴムのベースプレートWG」（古橋主査）のご助言を頂いた。ここに付記して感謝の意を表します。

第18回 日本免震構造協会賞 -2017-

第18回日本免震構造協会賞は、右の7件に決定した。

表彰制度の目的

免震構造の技術の進歩及び適正な普及発展に貢献した者並びに建築物を表彰することにより、免震技術の確実な発展と安全で良質な建築物等の整備に貢献していくことが本協会の表彰制度の目的である。

表彰の対象

功労賞は、多年にわたり免震構造等の適正な普及発展に功績が顕著な個人に、技術賞は、免震建築物等の設計・施工及びこれらに係る装置等に関する技術としての優れた成果を上げた個人、法人及び団体に、作品賞は、免震構造等の特質を反映した、格別に優れた建築物等の実現に主たる貢献を行った個人、法人及び団体に、業績賞は、免震構造等の特質を反映した、建築物等の優れた設計、改修、保全、維持、復元、困難なプロジェクトの実現等において際立った業績をあげた個人、法人及び団体に、普及賞は、免震建築物・免震啓発活動・免震に係わる装置等により免震構造等の普及に貢献した個人、法人及び団体に贈る。

表 彰

2017年6月8日

一般社団法人日本免震構造協会通常総会後

一般社団法人日本免震構造協会表彰委員会委員

森高英夫（委員長）	安達 洋	井田卓造
江副敏史	下吹越武人	竹内 徹
東野雅彦		畠中克弘

審査経過

本年度の応募は技術賞3件および作品賞12件であったが、第1回表彰委員会で議論した結果、技術賞のうちの1件を普及賞および作品賞のうちの1件を今回から新しく設けた「業績賞」の応募に相応しいと判断し、各応募者にエントリー変更の打診を行い了承された。その結果、技術賞2件、作品賞11件、業績賞1件および普及賞1件の応募について審査を行った。

技術賞応募の2件については書類審査とヒアリングを行い、委員会で議論した結果、2件とも技術賞として選出した。1件は、高性能摩擦ダンパーの開発で確実な性能確保と実績の多さが評価された。他の1件は免震構造用U字形鋼材ダンパーの損傷評価法の構築で今後の実務への展開が期待されるものとして評価された。

作品賞の応募は、オフィスビル7件、物販ビル2件、共同住宅およびスポーツ施設1件ずつであり、この中で中間階免震構造を採用した作品が5件あった。何れも特徴

選 考 結 果

第18回日本免震構造協会賞受賞は下記の7件である。

I 技術賞

- 1) 皿ばねとブレーキ技術を用いた高性能摩擦ダンパー「ブレーキダンパー」の開発

株式会社大林組	佐野剛志	鈴木康正
	野村 潤	内海良和
	後閑章吉	

- 2) 水平2方向外力を受ける免震構造用U字形鋼材ダンパーの損傷評価法

東京工業大学	山田 哲	吉敷祥一
	ENE Diana	
東京理科大学	焦 瑜	
新日鉄住金エンジニアリング株式会社		小西克尚

II 作品賞

- 1) 鉄鋼ビルディング

株式会社鉄鋼ビルディング	増岡祥文	
株式会社三菱地所設計	溜 正俊	吉原 正
	宮下正人	
大成建設株式会社	坂本雅之	

- 2) 笹川平和財団ビル

公益財団法人笹川平和財団	羽生次郎	
株式会社松田平田設計	菊地岳史	藤田啓史
	牧野健二	
大成建設株式会社	伊藤清仁	

- 3) G.Itoya（銀座・伊東屋）1スパン高層制振建物

株式会社伊東屋	伊藤 明	
大成建設株式会社	川口 恵	柴田宜伸
	藤永直樹	高島 洋

- 4) 市立吹田サッカースタジアム

スタジアム建設募金団体	本間智美	
株式会社竹中工務店	奥出久人	大野正人
	野澤裕和	大平滋彦

III 普及賞

- 1) 竣工後30年を経過した免震建物に設置された積層ゴムの経年変化

株式会社奥村組	
昭和電線ケーブルシステム株式会社	

（敬称略）

的な構造計画に加えて意匠デザイン・環境配慮等に優れた作品であった。書類審査および現地審査に基づき、第2回表彰委員会で厳正に審査した結果、関係者を除く委員の評価得票率で60%超を獲得した応募作品3件を選出した。特に、鉄骨通し柱＋ブレースダンパーを配した1スパン高層制振建物は高評価となった。その後、再審査を行い評価得票率75%の1件を追加選出した。業績賞応募は、既存基礎躯体を免震層に改造した工夫は評価されたが、既存基礎・杭の安全性について踏み込んだ説明がなかったことが物足りなかった。普及賞応募は、積層ゴムの30年経年変化の貴重なデータを公開したのものとして評価された。（森高英夫）

第18回 日本免震構造協会賞受賞の方々

■技術賞



皿ばねとブレーキ技術を用いた高性能摩擦ダンパー
「ブレーキダンパー」の開発
株式会社大林組

■技術賞



水平2方向外力を受ける免震構造用U字形鋼材ダンパー
の損傷評価法
東京工業大学 東京理科大学
新日鉄住金エンジニアリング株式会社

■作品賞



鉄鋼ビルディング
株式会社鉄鋼ビルディング
株式会社三菱地所設計
大成建設株式会社

■作品賞



笹川平和財団ビル
公益財団法人笹川平和財団
株式会社松田平田設計
大成建設株式会社

■作品賞



G.Itoya（銀座・伊東屋）ロバスト性を有する
1スパン高層制振建物
株式会社伊東屋
大成建設株式会社

■作品賞



市立吹田サッカースタジアム
スタジアム建設募金団体
株式会社竹中工務店

■普及賞

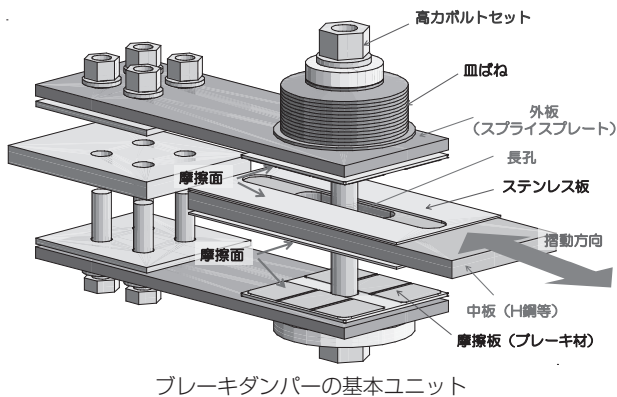


竣工後30年を経過した免震建物に設置された
積層ゴムの経年変化
株式会社奥村組
昭和電線ケーブルシステム株式会社

技術賞

皿ばねとブレーキ技術を用いた
高性能摩擦ダンパー「ブレーキダンパー」の開発

株式会社大林組：佐野剛志、鈴木康正、野村 潤、内海良和、後閑章吉



概要

高力ボルト接合を利用した従来の摩擦ダンパーは、作動を繰り返すと摩擦材の温度上昇や摩耗などにより、摩擦面の面圧や摩擦係数が変化し、エネルギー吸収性能の安定性に課題があった。これらの課題が解決できれば、摩擦ダンパーは速度や変位、温度などに対する依存性が比較的小さく、力学モデルがバイリニア型で表現できるためエネルギー吸収性能の評価も容易で、構成部材の標準化・ユニット化を実現することで幅広い形態での適用が可能となる。

ブレーキダンパーは、面圧を一定に保つため皿ばねを介した高力ボルトで摩擦面を締め付ける手法を取り入れ、摩擦係数を一定に保つため自動車等のブレーキ技術に応用した摩擦板とステンレス板を摩擦面に採用した。このような手法や技術の採用により、本ダンパーは継続時間の長い長周期地震動などによって生じる繰り返し作動などに対しても安定したエネルギー吸収性能を発揮できる。

選評

摩擦ダンパーは速度や変位・温度等に対し依存性が低く疲労限界の無い制振部材として注目され、1980年～1990年代の各種制振部材の開発が活発に行われた時代に多くの研究グループにより実用化が試みられた。しかしながら摩擦部の焼き付きや損傷、摩擦部圧力の一定の制御の難しさ等より、現実の建物への適用に耐え得る摩擦制振部材を実用化することはなかなか困難であった。応募者らはこの課題に対し皿ばねを高力ボルトの座金として使用することで軸力を一定に制御し、厳選した摩擦材を組み合わせることで速度依存性および繰り返し回数に対する依存性の小さい安定した摩擦ダンパーの実用化に成功した。さらに根気強く品質の向上・多様化に努力し、現在までに新築・耐震改修を含め60件以上の建物に適用を果たしている。その実績は同種の制振部材の開発実績として突出したものであり、制振構造の普及に資するところが大きいと評価される。（竹内 徹）

システム及び特記事項

ブレーキダンパーは、ブレースや間柱に設けた高力ボルト接合部に摩擦板（ブレーキ材）とステンレス板を一对にして挟み込み、摩擦板とステンレス板との間に生じる滑り荷重で建物の振動エネルギーを吸収する制振システムである。

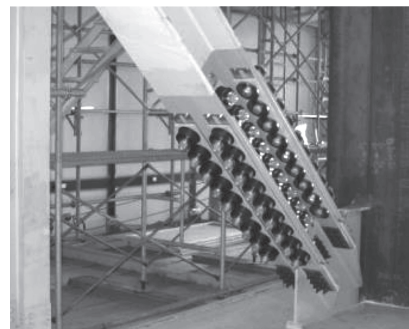
本ダンパーでは、皿ばねを介した高力ボルトで摩擦板とステンレス板を締め付けることで面圧の安定化を図るとともに、高力ボルト締め付け時に皿ばねのたわみ量を高精度で計測することで正確な面圧の導入を実現した。

また摩擦係数を一定に保つため、自動車等のブレーキ技術を応用して、経年変化が少なく安定した摩擦係数を発揮する摩擦板を開発し、ステンレス板と組み合わせる摩擦面を構成した。

このような構成としたことで本ダンパーは、継続時間の長い長周期地震動などによって生じる繰り返し作動に対しても安定した滑り荷重（面圧×摩擦係数）を発揮できる。

さらに、ブレーキダンパーには滑り荷重や特性が異なる数種類の基本ユニットがあり、これらを必要な数だけ高力ボルト接合部に組み込むことで、ダンパーの設置箇所ごとで異なる多様な要求性能に応えることができる。

これまでに新築建物や改修建物を中心に60棟以上で適用実績がある。



ブレーキダンパー（ブレース型）（撮影：株式会社大林組）

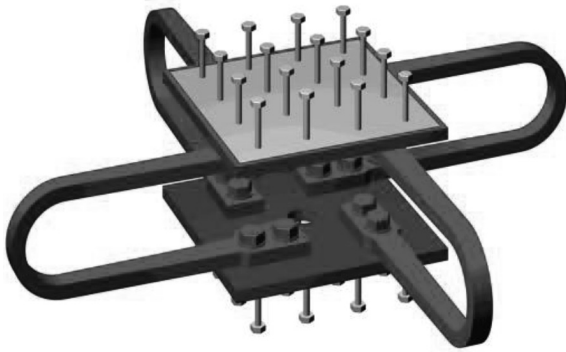


ブレーキダンパー（間柱型）（撮影：株式会社大林組）

技術賞

水平2方向外力を受ける免震構造用 U字形鋼材ダンパーの損傷評価法

東京工業大学：山田 哲、吉敷祥一、エネ ディアナ
東京理科大学：焦 瑜
新日鉄住金エンジニアリング株式会社：小西克尚



免震構造用U字形鋼材ダンパー（新日鉄住金エンジニアリング）

概要

体系的な載荷実験に基づく、水平2方向外力下におけるU字形鋼材ダンパーの繰り返し変形性能評価法を構築するとともに、複雑な地震時挙動を精度良く追跡できる簡易な解析モデルを構築した。併せて、水平1方向のみを考慮した応答解析の結果から、水平2方向応答下における損傷や最大変形を推定する方法を提案した。また、免震層の野書き記録に基づく簡易損傷評価法を提案するとともに、大地震時に受ける損傷を模擬した標準的な載荷方法を構築した。

選評

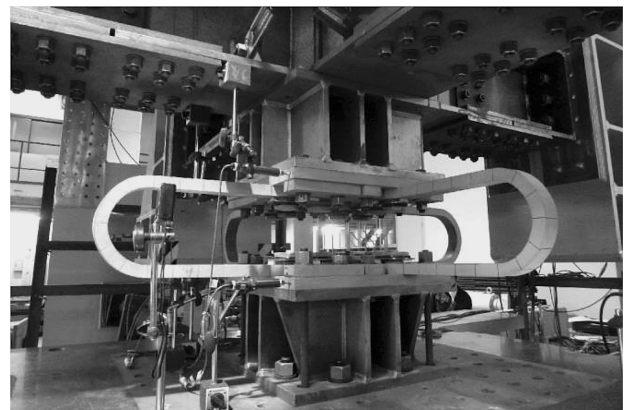
U字形ダンパーはその性能と機構の明快さから免震構造用の履歴ダンパーとして広く使われている。一方、水平変形により履歴性状を示す構造要素が2方向の加力を受けて大変形を生じる際は、その力学的性状は1方向加力のものと異なってくることが、主として高減衰積層ゴムの研究から近年明らかになってきている。本研究は、U字形ダンパーの2方向動的加力実験を多角的に行い、その特性を明らかにした。また、実験結果を簡易な解析モデルによりシミュレーション可能とすると同時に、1方向加力実験結果からの2方向特性の評価法まで示した。本研究は以下の点において優れている。

- ・一連の研究開発成果は、U字形ダンパーの健全な利用に大きく貢献する。
- ・精緻で論理的、且つほぼ必要十分な検討がなされている。
- ・学内に新設した実験装置を用いた構造部材の2方向動的加力実験は、免震構造のみならず建築構造の研究開発に新たな方向性を示した。

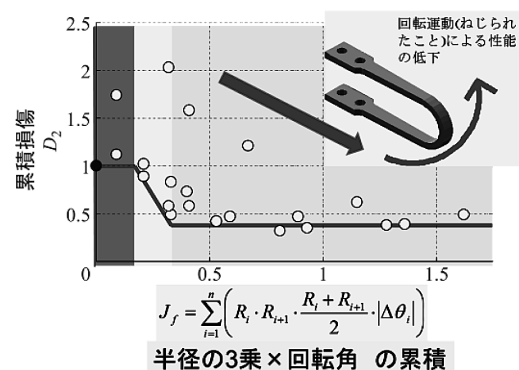
以上により、本研究を技術賞に選定した。（東野雅彦）

システム及び特記事項

免震層に設置されるダンパーは、地震時に水平2方向に挙動することから、ダンパーの損傷評価においては、水平2方向入力の影響は無視できない。本技術は、免震構造用の履歴型ダンパーであるU字形鋼材ダンパーを対象に、体系的に行った水平2方向載荷実験に基づき繰り返し変形性能評価法を構築するとともに、複雑な地震時挙動を精度良く追跡できる簡易な解析モデルを構築することで、水平2方向入力を考慮した設計検討を可能にしたものである。併せて、水平1方向入力のもとでの応答解析結果から、水平2方向入力下における損傷や最大変形を推定する方法を示し、略算的に水平2方向入力の影響を考慮できるようにした。また、地震後の残存性能評価において、野書き記録における代表面積からダンパーが受けた損傷を安全側に予測する簡易損傷評価法を構築し、被災後に迅速にダンパーの残存性能を評価できるようにした。このほか、大地震時に受ける損傷を模擬した標準的な載荷方法を構築することにより、性能評価試験や大地震後の抜き取り試験を合理的に行うことができるようにした。



水平2方向載荷実験（撮影：山田 哲）



水平2方向外力のもとでの累積損傷の評価

作品賞

鉄鋼ビルディング



建物外観 左:南館,右:本館
(撮影:株式会社川澄・小林研二写真事務所)

建築概要

建設地:東京都千代田区丸の内1-8-2
 建築主:株式会社鉄鋼ビルディング
 設計:株式会社三菱地所設計
 施工:大成・増岡組建設共同企業体
 建築面積:5,529.56m² 延床面積117,963.70m²
 階数:地上26階、地下3階 高さ:131.77m
 構造種別:地上 鉄骨造、地下 鉄骨鉄筋コンクリート造

選評

戦後間もなく、当時としては大規模かつ高層の建築物として竣工した第一鉄鋼ビル（1951年竣工）と第二鉄鋼ビル（1954年竣工）は八重洲側に位置し、東京駅を挟んで同時期に建てられた丸の内側の東京ビルディングと共に、戦後日本の経済発展にその役割を果たしてきた。

この第一・第二鉄鋼ビルの建て替えとして、新たに「鉄鋼ビルディング」が計画された。南北約200m、東西約30~40mという細長い敷地形状の有効利用のため、地上低層部を一体構造としている。その上に用途・ボリュームとも異なる2棟が免震層を介して配置され、それぞれがその用途にあった風格を備えた姿で完成した。

事務所機能を主力とした本館（26階建・約132m）と中長期滞在型サービスアパート及び羽田・成田空港からのリムジンバスの発着場等が設けられている南館（20階建・約99m）の、ツインタワーの中間層免震建築物という難しい構造を高い技術力を駆使して実現している。

また、建築物の内部についても、アウトコラム構法を採用することで16m×116mという大きな無柱の執務空間をつくり出している。柱と梁の接合部を偏心させることで実現したこのアウトコラム構法の構造的な弱点を補うためにも、免震構造が巧みに取り入れられている。

国際経済都市東京の玄関口にふさわしい施設となるものと高く評価できる。
(安達 洋)

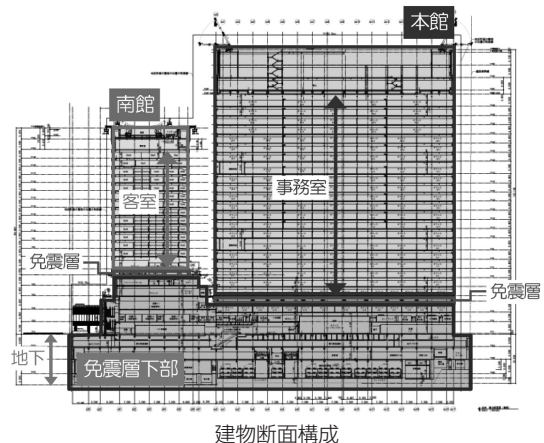
建築主:株式会社鉄鋼ビルディング 増岡祥文
 設計者:株式会社三菱地所設計 溜 正俊、吉原 正、宮下正人
 施工者:大成建設株式会社 坂本雅之

免震化した経緯及び企画設計等

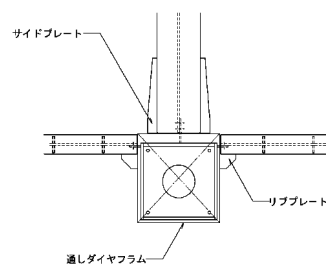
東京駅八重洲口に近接している本建物は、都市再生特別地区の指定を受け、事務所機能に加えて、中長期滞在型のサービスアパート、羽田空港からの直通リムジンバスの発着場等を併設し、国際経済都市東京の一役を担う建物として計画を行った。このような建物に対して、耐震性、居住性、事業継続性に高い性能を求められ免震構造を採用した。

技術の創意工夫、新規性及び強調すべき内容等

一体とした地上低層部の上部に2棟の中間層免震構造を配置する計画を行った。免震層は、各棟の用途・機能に合わせて、異なる階に設けている。ツイン免震構造となるため、免震周期の検討を行い、共振の影響がないことを確認している。本館（事務所棟）は、強風の影響を受けやすい為、免震ELVを強風時にも通常使用できるよう、ロック機構付オイルダンパーを採用し、強風時の免震層変位を抑える計画を行った。また、本館の外壁面は、アウトコラム形式（偏心柱梁接合部）とし、事務室内に柱型を出さない計画とした。



建物断面構成



アウトコラム詳細図



本館外壁周り内観

作品賞



建設地：東京都港区虎ノ門1-15-16
 建築主：公益財団法人笹川平和財団
 設計：株式会社松田平田設計
 施工：大成建設株式会社
 建築面積：840.32㎡ 延床面積：9,320.52㎡
 階数：地上12階、地下1階 高さ：56.82m
 構造種別：鉄骨造、鉄骨鉄筋コンクリート造、
 鉄筋コンクリート造

ひとつひとつの特徴が特に目新しいわけではない。しかし、これらの特徴が綿密に計画され、さらりと高いクオリティで統合されていること、そうした連関的総合性に免震＋制震構造の採用が大きく寄与していることが高く評価された。また、ピロティ柱の柱脚部エクспанションをゴロタ石で覆うディテールなど、細部に渡るきめ細やかな配慮も興味深かった。

（下吹越武人）

(下吹越武人)

作品賞

G.Itoya（銀座・伊東屋） ロバスト性を有する1スパン高層制振建物

建築主：株式会社伊東屋 伊藤 明

設計者：大成建設株式会社 川口 恵、柴田宣伸、藤永直樹、中藤泰昭

施工者：大成建設株式会社 高島 洋



外観写真（撮影：近代建築社）

建築概要

建設地：東京都中央区銀座2-1-3他
 建築主：株式会社 伊東屋
 設計：大成建設株式会社一級建築士事務所
 施工：大成建設株式会社東京支店
 建築面積：344.22m² 延床面積：4,195.46m²
 階数：地上13階、地下2階 高さ：55.98m
 構造種別：鉄骨造（一部柱CFT造）

選評

幅9メートルあまりしかもクランクした狭小敷地である。塔状比7のプロポーションと売場空間確保の要請から必然的に導き出された1スパンのペンシル型架構に対し、「通し壁柱」を用いることで、特定の階への変形集中を分散させ、局所的な崩壊を起こしにくくするロバスト性を確保している。この通し壁柱は平面形状のクランクしたところに実にうまく納まっている。柱脚部にはゴム支承による水平バネを配し、剛性と減衰のバランスに配慮している。正面に配されたブレース型オイルダンパーや既存地下躯体のカウンターウェイト活用も含め密度の高い構造設計は高く評価された。

構造設計だけではない。厳しい階高の中、X階段における来客側頭上空間への配慮や全館避難安全性能を用いたコア部・吹抜けまわりの空間の捻出、空調機と排煙窓を巧みに組み合わせたさりげないデザインなど、地道で高度かつ理性的な設計の密度がある。

まちに繋がるみち（GALLERIA）というコンセプトを発注者とともに愚直に貫いた結果、独自の商業空間と賑わいが生まれた。表層の派手さ・新奇さを競うこの街並みにあって、それはかえって輝きを放っている。

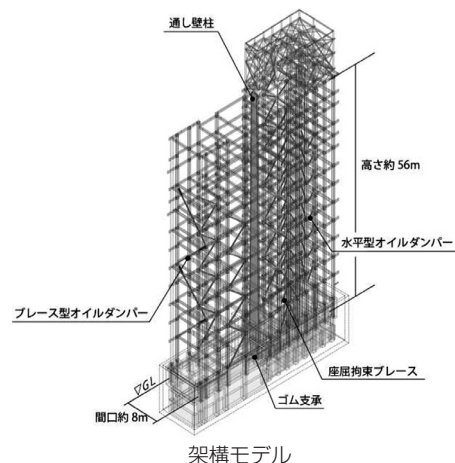
（井田卓造）

制振化した経緯及び企画設計等

本建物は、銀座の中央通りに面する老舗文房具専門店銀座伊東屋本店の建替計画である。建物高さ56m、建物間口8m、塔状比7のスレンダーな建物を安全に成立させるため剛性の高い通し壁柱を全層を貫通して設置することでペンシルビルでありながらロバスト性の高い架構を実現した。また両妻面にオイルダンパーを設置することにより地震時の水平変形やねじれ振動を制御し、高い耐震性能とファサードデザインの両立に成功した。

技術の創意工夫、新規性及び強調すべき内容等

想定外の外力分布や材料のばらつき等による特定層の変形集中を避けるため高剛性のビルトH形鋼の通し壁柱を設置し、脚部は通し壁柱への過大な地震力の集中を避けるためゴム支承を設置することで解決した。透明感の高いファサードに溶け込むブレース型オイルダンパーは極力細い材（φ267.4）を採用するとともに、端部のディテールは建築主による鉛筆をイメージしたスケッチをもとに製作し、構造部材をデザイン要素として積極的に取り入れ外観デザインとの融合を実現した。



通し壁柱の建方状況
（撮影：大成建設）



ブレース型オイルダンパー
（撮影：株式会社エスエス）

作品賞

市立吹田サッカースタジアム

建築主：スタジアム建設募金団体 本間智美

設計者：株式会社竹中工務店 奥出久人、大野正人、野澤裕和、大平滋彦

施工者：株式会社竹中工務店大阪本店



建物外観（空撮）

建築概要

建設地：大阪府吹田市千里万博公園3-3
 建築主：スタジアム建設募金団体
 設計：株式会社 竹中工務店大阪一級建築士事務所
 施工：株式会社 竹中工務店大阪本店
 建築面積：24,695.51m²
 延床面積：63,908.71m²
 階数：地上6階、地下なし 高さ：40.33m
 構造種別：下部構造：鉄筋コンクリート構造（一部PRC造）
 屋根構造：鉄骨造（屋根免震構造）

選評

このサッカースタジアムはサポーターや企業からの寄付金と助成金で約140億円の建設費が賄われた。建設資金を有効利用するために屋根免震構造を採用しながら合理的な設計を追求し、臨場感や開放感のあるサッカー観戦空間を提供している。コストダウンを徹底するだけでなく、魅力的なサッカー観戦空間を実現している点が素晴らしい。

降雨時の観戦環境に配慮して、すべての観客席の上部に屋根を架けている。屋根架構は、グラウンドを囲むように縦・横・斜めの3方向に鉄骨トラス梁を架けることでスパンを短縮。さらに屋根免震の採用によって屋根架構に対する地震力（応答加速度）を10分の1に低減し、懸垂物の落下に対する安全性を高めている。これらの屋根架構の工夫によって屋根の鉄骨数量を大幅に削減し、下部構造躯体への負担も軽減している。屋根免震はコストダウンに寄与するだけでなく、開放感のある空間の実現に一役買っている。

白紙撤回された新国立競技場の旧整備計画では、建設費が膨張するなどして社会的な不信を招いたが、適切にマネジメントされたスタジアムプロジェクトでは合理的なコストで魅力的な建築を実現できることを示した意義もある。（畠中克弘）

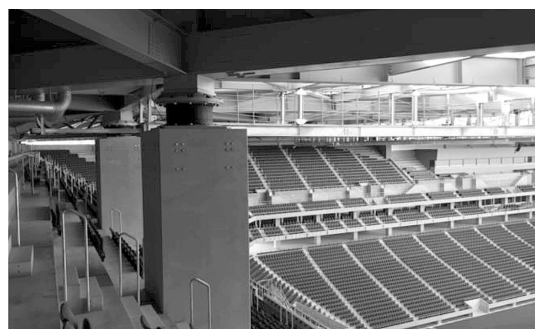
免震化した経緯及び企画設計等

本建物は、日本で初めて寄付金と助成金のみを建設資金とした、40,000人を収容する西日本最大のサッカー専用スタジアムである。全客席を覆う屋根が設置され、屋根懸垂物の落下防止・屋根構造材の合理化・温度荷重による水平力の開放などを目的に屋根免震構造を採用した。

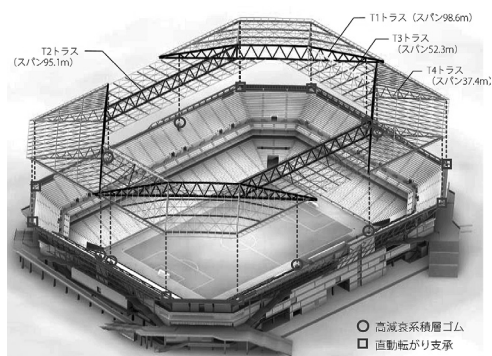
技術の創意工夫、新規性及び強調すべき内容等

屋根架構には、トラスを3方向に架ける「3Dトラス構造」を、スタジアムとしては初めて適用した。柱スパンが短くなるこの架構方式は構造合理性が高く、デザインとも融合した美しい屋根を完成させた。また、屋根免震構造とすることで、地震時に屋根面に作用する応答加速度を約1/10に低減でき、安全性の向上と構造体のスリム化を実現した。

大スパンの鉄骨屋根架構において、屋根免震構造の採用は温度荷重による水平力低減に大きな効果がある。本建物では、下部（スタンド）構造へ作用する水平力がほとんどなくなったため、トラスを受ける柱を一般の柱と同じ寸法にでき、建築計画の自由度向上や施工効率の向上につながっている。



積層ゴムとスタジアム内観



3Dトラスの概要と免震装置の配置図

普及賞

竣工後30年を経過した免震建物に設置された積層ゴムの経年変化

受賞者

株式会社奥村組

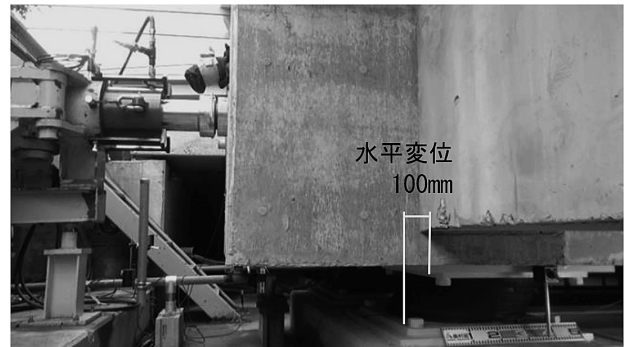
昭和電線ケーブルシステム株式会社

受賞理由

免震構造の主要部材である積層ゴムの耐久性については、設計者のみならず建築主も大きな関心を持っている。竣工後30年経過した免震建物において静的加力試験および自由振動試験を行い、積層ゴムの経年変化について、熱老化促進試験による予測値との整合性および水平剛性・減衰特性の変化等を明らかにして、設計で想定した構造性能と耐久性を有していることを証明した。この成果は免震構造の普及に資するもので普及賞に相応しいと評価する。（森高英夫）



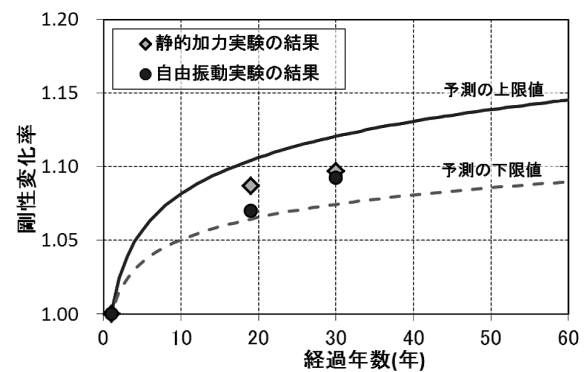
奥村組技術研究所管理棟（1986年竣工）



実験状況



公開実験の様子



積層ゴムの剛性変化率
(熱老化促進試験による予測値との比較)



第9回 優秀修士論文賞

修士論文賞審査委員会
委員長 笠井 和彦

審査結果

田仲 恵大（東京工業大学）

水平2方向荷重を受ける免震構造用鉛ダンパーの繰り返し変形性能

高橋 卓也（東京工業大学）

応答制御構造の様々な架構の非線形性を考慮した性能評価と改善に関する研究

修士論文賞審査委員会

委員長： 笠井 和彦

委員： 荻野 伸行

北嶋 圭二

小林 正人

佐藤 大樹

島本 龍

関谷 英一

三町 直志

総 評：審査委員長 笠井 和彦

2016年度の修士卒業生を対象とした「免震構造・制振（震）構造に関わる優秀修士論文賞」は第9回目になる。応募者数は6編であり、例年に比べ少なかったのは残念である。本論文賞により、大学院における当分野の研究活動の発展を促すことを目指しており、今後より多くの応募を期待するところである。

選考はこれまでと同様に全委員が、一次選考で4頁の論文概要書に基づき評価し、二次選考で修士論文を読み、総合的な視点から最終評価を行った結果である。このたびは優秀論文2編を決定した。著者自身の主体的な研究推進を通して得た学術成果を評価することに重点を置いた。大学在籍委員は、所属大学の応募者に対しては採点を行わないこととした。また、同一研究室における表彰の数は1件以内とした。

研究内容は、新規性の高い研究、研究室の継続的研究、他機関との共同研究など、それぞれ特徴があり、慎重に選考を行った。応募論文はいずれも学術的内容並びに論文完成度のレベルが高く、残念ながら選定外となった論文も、研究への真摯な取組みが感じられる内容であった。本賞が、若手構造技術者・研究者の免制振への関心を高める一助となるよう願っている。

第9回免震構造・制振(震)構造に関わる優秀修士論文賞受賞の方々



水平2方向荷重を受ける免震構造用鉛ダンパーの繰り返し変形性能
田仲 恵大(東京工業大学)



応答制御構造の様々な架構の非線形性を考慮した性能評価と改善に関する研究
高橋 卓也(東京工業大学)



記念メダル

選 評

水平2方向荷重を受ける免震構造用鉛ダンパーの繰り返し変形性能

田仲 恵大（東京工業大学）

免震構造用鉛ダンパーは、水平1方向荷重では様々な研究がなされているが、水平2方向荷重については、実大実験において振れ変形による性能低下が確認されているものの、2方向特性による損傷度評価は構築されていない。本論文では、20体を超える試験体を用いた2方向荷重試験により、繰り返し変形性能を把握し、損傷評価式を構築すると共に鋼材ダンパーの疲労特性で採用した振れ影響指標で評価するなど、今後の長周期地震動や強風時の繰り返し変形による免震構造の検討において有意義なものであり、優れた修士論文と評価できる。

（荻野 伸行）

応答制御構造の様々な架構の非線形性を考慮した性能評価と改善に関する研究

高橋 卓也（東京工業大学）

架構の浮き上がりによる地震入力の低減、心棒の機能による建物各層の変形の均一化をもたらすロッキング架構を主な研究対象としている。様々な非線形特性を有するロッキング架構の構造挙動を詳細に分析し、局所の減衰機構がロッキング架構全体の制振効果に及ぼす影響を明らかにしている。また、種々の非線形架構とダンパーの組み合わせを包括する等価減衰定数の評価法を考案し、応答予測法へと展開するなど、今後の新しい制振構造の開発および設計に寄与する優れた研究成果を創出している。今後の展開に一層期待したい。

（小林 正人）

水平 2 方向荷重を受ける免震構造用鉛ダンパーの繰返し変形性能

東京工業大学 田仲 恵大

1. はじめに

免震構造は、アイソレータやダンパーといった免震装置で構成される。地震時にそれらが正しく機能することによって、各階応答加速度を低減することや上部構造を弾性範囲に留めることが期待される。しかし、これらの利点を享受するためには、免震装置の性能を把握していることが前提となる。これまでに U 字形鋼材ダンパーの疲労性能に関する研究が行われており、正円および楕円荷重に代表される水平 2 方向荷重と単軸による水平 1 方向荷重とでは、ダンパーの繰返し変形性能が異なることがわかった。他方、U 字型鉛ダンパーは多くの建物への導入事例があるが、水平 2 方向荷重に関する研究はほとんどされていない。

本研究では、免震構造の抵抗機構として用いられる免震構造用鉛ダンパーの水平 2 方向特性の把握を目的とした実験を行う。

2. 実験計画

2.1 試験体

試験体概要を図 1 に示す。本研究で用いる試験体は U2426 型（可撓部断面 260mm, 240mm）の免震構造用鉛ダンパーであり、寸法を実大の 1/4 相当に縮小した部材である。試験体の限界変形は 200mm であり、降伏耐力は 13.75kN である。また、試験体の可撓部湾曲方向に対して平行な方向を P 方向、それと直交方向を O 方向と呼ぶ（図 1 (b)）。なお、試験体は縮小率を考慮すれば実大部材との力学性能の差が小さいことが確認されている¹⁾。本実験で使用した試験体数は全部で 24 体である。

2.2 荷重装置と実験方法

実験は東京工業大学に設置されている多自由度荷重装置を用いて実験を行った。多自由度荷重装置の構成部材および立面図を図 2 に示す。

実験では、荷重装置下部に配している 2 本の水平ジャッキ（±1000kN, ±500mm）がリニア

スライダーによって支持された荷重テーブルを介して試験体に水平 2 方向変形（ δ_x , δ_y ）を与える。試験体および取り付け治具は、荷重テーブルと上部反力梁に接続された十字治具の間に設置する。主要計測項目は、水平荷重 P_x , P_y および曲げモーメント M_z である。

2.3 水平 2 方向の荷重履歴

本実験では、楕円率（長径：短径）と長径の変形量をパラメータとした荷重を行った。試験体の長径の向きは、実験実績の多い P 方向に加えて、O 方向とした荷重も行った。また、荷重は U 字形鋼材ダンパーの標準荷重履歴²⁾に倣い、3 サイクル毎に回転方向を変えることを基本とし、回転方向を常に一定とした荷重も行った。

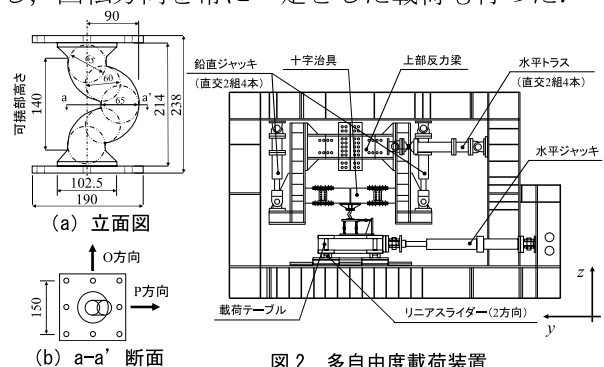


図 2 多自由度荷重装置

図 1 縮小試験体

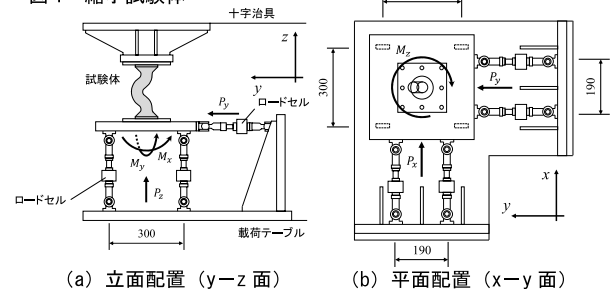
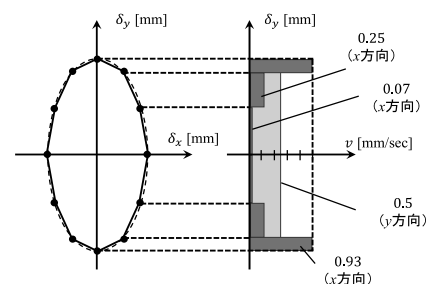


図 3 試験体取り付け治具（計測計画）



変位軌跡（2：1 楕円） 荷重速度
図 4 多角形（12 角形）荷重概要、および荷重速度

さらに、楕円率は一定のまま特定のサイクル毎に振幅量を増減する載荷や長径の向きを3サイクル毎に変更する載荷も行った。

載荷速度は最大で1.17mm/secであり、準静的載荷である。楕円載荷では長径の載荷速度を0.5mm/sec（正円では0.3mm/sec）とし、短径の載荷速度を適宜調整して載荷を行った。また、載荷速度をなるべく一定に保つため、図4に示すような12角形載荷を採用した。なお、楕円および多角形（12角形）載荷の履歴と繰り返し変形性能は同等であることを確認している³⁾。

3 実験結果と考察

3.1 水平1方向載荷

まず、水平1方向載荷の実験結果について述べる。実験結果一覧を表1に示す。本実験では、既往の研究⁴⁾を参考にして、鉛ダンパーの荷重が1サイクル目y切片荷重の5割を下回ったときを破断とし、そのときの破断回数を $0.5N_u$ とする。表には完全に試験体が破断したときの破断回数 N_u も併せて示す。回転方向を固定した載荷や長径の向きを変更しながら行った載荷（No.20～24）は呼び番号に下線を付している。また、実験は2期（シリーズI、II）に分けて行っており、シリーズIIは呼び番号の背景を塗りつぶしている。

水平1方向載荷における荷重－変形関係を図5に示す。図の縦軸は両端ピン部材に組み込まれたロードセルによって計測したy方向の荷重、横軸は水平ジャッキのストロークを用いて算出した水平変形である。なお、ここでは2サイクル目の履歴を示している。片振幅50mmの履歴

表1 実験結果一覧

	No.	長径 δ_x (mm)	短径 δ_y (mm)	楕円率	長径の向き	破断回数 N_u	破断回数 $0.5N_u$	累積損傷度 D	破断位置
水平1方向	1	200	-	-	P	6.25	6.25	-	C
	2	100	-	-	P	29.75	28.5	-	A
	3	50	-	-	P	115	91.5	-	A
	4	75	75	1.1	P	17.25	16	0.781	C
	5	75	75	1.1	P	26.5	21	1.025	C
	6	50	50	1.1	P	36.75	31	0.719	C
	7	200	100	2.1	P	2.5	2.5	0.473	C
	8	200	100	2.1	P	3.5	3	0.567	C
	9	200	100	2.1	O	2.25	2.25	0.425	C
	10	150	75	2.1	P	4	4	0.435	C
水平2方向	11	150	75	2.1	O	9	9	1.004	C
	12	100	50	2.1	P	7.5	7	0.371	C
	13	100	50	2.1	P	32.25	28	1.484	C
	14	100	50	2.1	O	37.25	29	1.537	A
	15	75	37.5	2.1	P	22.5	23.5	0.725	C
	16	75	37.5	2.1	O	48	39	1.219	A
	17	50	25	2.1	P	79	75.5	1.122	A
	18	200	66.7	3.1	P	3	3	0.502	A
	19	100	20	5.1	P	20.5	20	0.871	C
	20	75	37.5	2.1	P	26.75	19	0.594	A
	21	75	37.5	2.1	P,O	15	12	0.375	C
	22	50→100→150	25→50→75	2.1	P	33	24(12, 6, 6)	1.165	A
	23	100	50	2.1	P,O	10.5	9	0.477	A
	24	150→100→50	75→50→25	2.1	P	15.5	15.5(6, 3.5, 6)	0.944	C

※括弧内は、左から長径半径50mm、100mm、150mmの破断回数を示している。
※載荷方法詳細：No.20（回転方向を常に一定）、No.21、23（長径の向きを3サイクル毎に変更）、No.22、24（増減および漸減）

は紡錘型の復元力特性を示している。これに対して、U2426型の限界変形である片振幅200mmの履歴は、限界変形まで載荷を続けると限界変形の7割付近から試験体可撓部の湾曲が見えなくなり、幾何非線形の影響により履歴曲線にハーディングが現れ、蝶型の復元力特性を示している。

水平1方向載荷時の破断回数と片振幅の関係を図6に示す。図の縦軸は破断回数 $0.5N_u$ 、横軸は片振幅 δ である。また、図中には既往の研究で提案されている疲労曲線⁵⁾を併せて示しているが、本試験体は縮小モデルであるため、片振幅 δ に1/4を乗じている。

$$\delta = 567 \cdot 0.5N_u^{-0.545} \quad \dots (1)$$

ここで、 δ ：片振幅、 $0.5N_u$ ：破断回数

図より、全ての試験体が概ね疲労曲線近傍で破断に至っており、載荷速度および寸法は鉛ダンパーの繰り返し変形性能に影響しないと言える。

3.2 水平2方向載荷

次に、水平2方向載荷の実験結果について述べる。水平2方向載荷時の荷重－変形関係を図7に示す。なお、ここでは1サイクル目の履歴を示している。200：100（y方向）の実験結果を図7（a）に示す。図より、No.1とNo.8のピーク変形時における耐力はほとんど差がないが、 $\delta_y = 0\text{mm}$ に近づくに連れて、耐力の低下度合が異なることがわかる。200：100では全ての試験

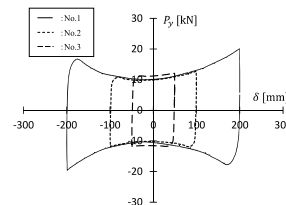


図5 荷重－変形関係

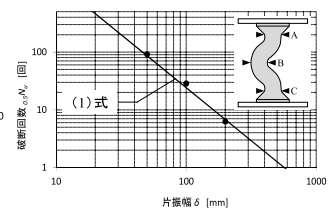
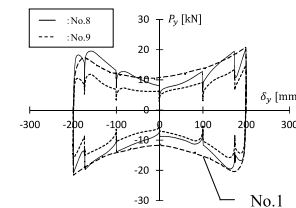
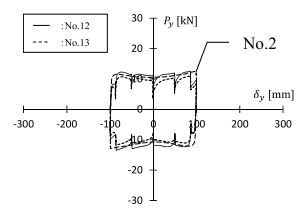


図6 破断回数－片振幅関係



(a) 200：100（y方向）



(b) 100：50（y方向）

図7 水平2方向載荷時の荷重－変形関係

体が水平 1 方向载荷の破断回数のおよそ半分程度で破断に至った（表 1 参照）。

100 : 50 (y 方向) の実験結果を図 7 (b) に示す。図より、100 : 50 では履歴は矩形に近づき、ハードニングは見られない。No.2 は水平 1 方向で行った実験であるが、No.12 (水平 2 方向) よりも耐力がわずかに下回った。さらに、No.2, 13 は水平 1 方向と 2 方向の違いがあるにもかかわらず、破断回数は変わらなかった。

4. 水平 2 方向载荷の疲労性能

4.1 水平 1 方向疲労曲線との対応

ここでは、水平 2 方向载荷によって生じた鉛ダンパーの疲労性能の低下について述べる。水平 2 方向载荷時の破断回数－長径半径関係を図 8 に示す。図中の (1) 式は水平 1 方向载荷時の疲労曲線である。また、点線は水平 2 方向载荷時の疲労曲線であり、以下の式⁶⁾によって求められる。図中には、累積損傷度 D_2 を 1.0 および 0.4 としたときの水平 2 方向载荷の破断回数を併せて示す。

$$D_2 = \left(\frac{1}{x N_u} + \frac{1}{y N_u} \right) \times 0.5 N_{u-2D} \quad \dots (2)$$

ここで、 $0.5 N_{u-2D}$: 水平 2 方向の破断回数
x および y 方向の破断回数 $x N_u$, $y N_u$ は (1) 式によって求める。

図 8 (a) より、長径半径 100, 150mm は破断回数に差が見られるが、200mm では、いずれの試験体も 3 サイクル前後で破断に至った。長径半径 50mm のような小振幅载荷時には、水平 1 方向の疲労曲線との差がほとんどないが、長径半径 100~200mm のような大振幅载荷では、その曲線と乖離していることがわかる。これは、試験体が受ける振幅の大きさに加え、水平 2 方向载荷特有の振れが要因として考えられる。

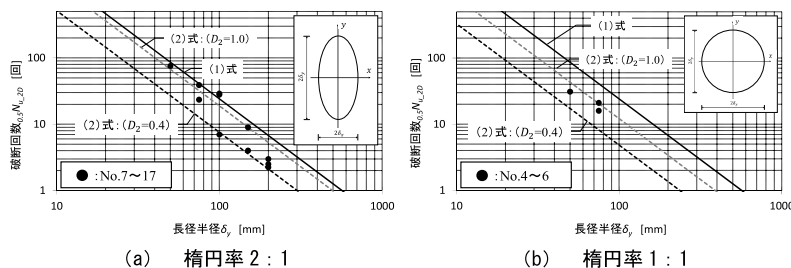


図 8 水平 2 方向载荷時の破断回数－長径半径関係

4.2 疲労性能低下要因の考察

ここでは、鉛ダンパーを破壊に至らしめる要因の一つとして考えられる振れモーメントについて考察する。本実験では、取り付け治具の水平両端ピン部材で計測される軸力によって、z 軸周りの振れモーメント M_z を計測できる（図 3）。1 サイクル目の振れモーメント（平均値）－長径半径関係を図 9 に示す。図中には、No.4~19 の結果を示している。図より、概ね振幅が大きくなるほど、振れモーメントが大きくなっていることがわかる。また、本実験で行った水平 2 方向载荷の 1 サイクルの回転量は振幅の大きさに依らず、およそ 2π である。振れモーメントによる仕事量 W は、振れモーメントに回転量を乗じたものである。

したがって、大振幅を経験する試験体の方が、水平 2 方向変形に伴う振れによって、1 サイクル毎に蓄積する損傷量は相対的に大きくなると考える。水平 2 方向载荷を受ける鉛ダンパーは、特に大振幅域において、振れの影響を強く受けており、小振幅時よりも繰り返し変形性能の低下が著しいものと考えられる。

5 水平 2 方向载荷における繰り返し変形性能

5.1 水平 2 方向载荷における評価法の提案

ここでは、水平 2 方向载荷を受ける鉛ダンパーの繰り返し変形性能を評価する。図 8 (a) より、長径半径 50mm のような小振幅では、累積損傷度を 1.0 とした疲労曲線と差はないが、長径半径 100mm 以上の大振幅域では振れによる繰り返し変形性能の低下により、その曲線を大きく下回っている。ここで、長径半径 100~200mm の結果と対応するような曲線を求めると図に示す下限値が得られる。このときの累積損傷度は 0.4 である。長径半径 50~100mm 付近

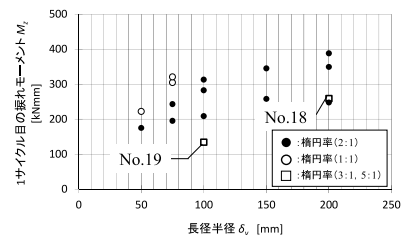


図 9 振れモーメント－長径半径

の結果を包絡するように曲線を描くと (3) 式が導ける．楕円率 1 : 1 (図 8 (b)) についても同様に累積損傷度が 1.0 となる曲線を基準として下限値 0.4 を定めると (4) 式が導ける．

楕円率 2 : 1

$$\delta_y = \begin{cases} 497.0 \cdot {}_{0.5}N_{u,2D}^{-0.545} & (10 \leq \delta_y < 32.25) \\ 224.8 \cdot {}_{0.5}N_{u,2D}^{-0.387} & (32.25 \leq \delta_y < 110) \cdots (3) \\ 300.9 \cdot {}_{0.5}N_{u,2D}^{-0.545} & (110 \leq \delta_y < 300) \end{cases}$$

楕円率 1 : 1

$$\delta_y = \begin{cases} 388.8 \cdot {}_{0.5}N_{u,2D}^{-0.545} & (10 \leq \delta_y < 20) \\ 166.9 \cdot {}_{0.5}N_{u,2D}^{-0.390} & (20 \leq \delta_y < 70) \cdots (4) \\ 236.0 \cdot {}_{0.5}N_{u,2D}^{-0.545} & (70 \leq \delta_y < 250) \end{cases}$$

本損傷評価法は、長径半径と楕円率が決まれば、累積損傷度を求めることができる．

5.2 ランダム载荷における評価法の検証

前節で提案した評価法の検証をランダム载荷下においても行う．ここでは No.21, 23 の検証を行う．ランダム载荷における検証結果を表 2 に示す．累積損傷度 D_y は上式で求めた破断回数の逆数にサイクル数を乗じたものである．表より、楕円率 2 : 1 指標より求めた No.21 の D_y は 0.687 となり、過小評価していることがわかる．そこで、図 10 のように軌跡を分解して考える．図のように y および x 方向を長径とした楕円载荷の長径半径成分 (長破線) と短径半径成分 (点線) を抜き出すと正円载荷を受けているものとみなすことができる．12 サイクルで破断に至った No.21 を 75mm, 37.5mm の正円载荷を 6 サイクル経験したと考えたとすると D_y は 0.855 であった．

これより、载荷方法が特殊な場合でも、本評価法は水平 2 方向载荷における鉛ダンパーの繰り返し変形性能を評価できると言える．また、

表 2 ランダム载荷の実験結果

No.	長径 δ_x (mm)	短径 δ_y (mm)	楕円率	長径の向き	破断回数 N_x	破断回数 N_y	累積損傷度 D_y	楕円率 2:1	楕円率 1:1
20	75	37.5	2:1	P	26.75	19	1.088	-	-
21	50+100+150	25+50+75	2:1	P	34	24(12, 6, 6)	2.461	-	-
23	150+100+50	75+50+25	2:1	P	15.5	15.5(6, 3.5, 6)	2.229	-	-
21	75	37.5	2:1	P, O	15	12	0.687	0.855	-
23	100	50	2:1	P, O	10.5	9	1.127	1.127	-

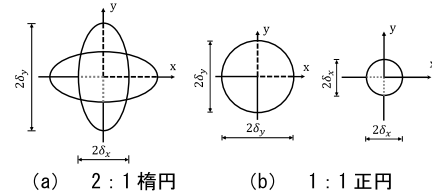


図 10 軌跡分解

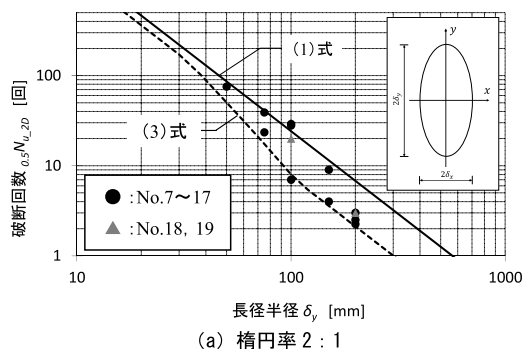
評価法は楕円と正円に区分し、別指標上で評価することが適切である (図 11)．

6. まとめ

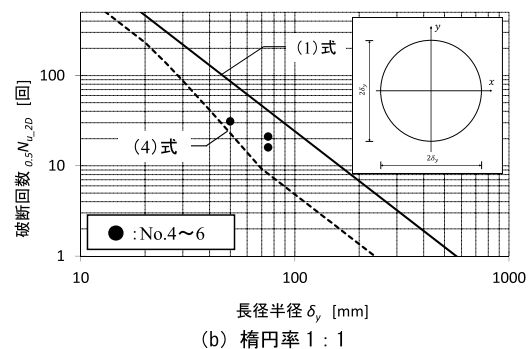
- 1) 水平 2 方向载荷を受ける鉛ダンパーは、小振幅時は水平 1 方向载荷と比較して繰り返し変形性能の低下は小さいが、大振幅時はその低下度合が大きくなる．また、その要因の一つとして下記 2) で述べる捩れモーメントの増大が関係していると言える．
- 2) 水平 2 方向载荷を受ける鉛ダンパーは、振幅が大きくなるほど、試験体に作用する捩れモーメントが大きくなる．
- 3) 水平 2 方向载荷を受ける鉛ダンパーの繰り返し変形性能を長径半径と楕円率によって、評価する方法を示した．

参考文献

- 1) 高山峯夫, 森田慶子: 免震構造用 U180 型鉛ダンパーの限界性能, 日本建築学会技術報告集, 第 3 号, pp.48-52, 1996.12
- 2) 山田哲ほか: 免震構造用 U 型鋼材ダンパーの水平 2 方向载荷実験に用いる標準载荷履歴の提案, 日本建築学会技術報告集, 第 22 巻 第 50 号, pp.127-132, 2016.2
- 3) 吉敷祥一ほか: 免震構造用鉛ダンパーの水平 2 方向特性に関する研究, 日本建築学会大会学術講演梗概集 (九州), 2016.8
- 4) 森田慶子, 高山峯夫: 免震構造用鉛ダンパーに関する実験研究 (その 2 復元力モデルと繰返し特性の評価について), 日本建築学会九州支部研究報告 第 42 号, 2003.3
- 5) 安永亮, 高山峯夫ほか: 鉛ダンパーの風応答に関する研究 (その 2 微小変位での高サイクル疲労特性), 日本建築学会大会学術講演梗概集 (北陸) B-2 分冊, pp.289-290, 2010.9
- 6) 吉敷祥一ほか: ランダムな水平 2 方向変形に対する繰り返し変形性能 (免震構造用 U 字形鋼材ダンパーの水平 2 方向特性 その 2), 日本建築学会構造系論文集, 第 79 巻 第 704 号, pp.1457-1467, 2014.10



(a) 楕円率 2 : 1



(b) 楕円率 1 : 1

図 11 水平 2 方向载荷時の破断回数-長径半径関係

応答制御構造の様々な架構の非線形性を考慮した性能評価と改善に関する研究

東京工業大学 高橋 卓也

1. はじめに

近年、様々な非線形架構の制振化が検討されている^{1),2)}。その1つであるロッキング架構は、転倒モーメントによる架構の浮き上がりを許容し、地震入力低減、ロッキング変形の生じる架構と基礎の間に配置したダンパーにより変位制御を行う。建物に接続され、各層の変形を均一にする心棒として機能する。

既往研究¹⁾において、鋼材ダンパーを持つロッキング架構の振動台実験や応答予測法の提案がなされた一方、全体応答と局所応答の関係性やロッキング架構の制振構造としての性能、剛性変化に伴う加速度や層せん断力の乱れについては明らかにされていない。また、提案された応答予測は複雑かつ個別的であるが、木質架構やRC架構等その他の非線形架構においても、過去に示された設計法は複雑化の傾向にある²⁾。その主要因は、架構の剛性変化に起因して様々な値を示すシステムの減衰定数の評価が難しいためである。本研究では、ロッキング架構の挙動を詳細な解析により明らかにすると共に、明らかとなった課題を改善しうる速度依存型ダンパーを用いる場合を検討する。そして、ロッキング架構を含む様々な非線形架構とダンパーの組み合わせを包括する、減衰定数の評価法の提案と応答予測への展開を示す。

2. 鋼材ダンパーを持つロッキング架構の分析

2.1 実験試験体概要と変位場の定義

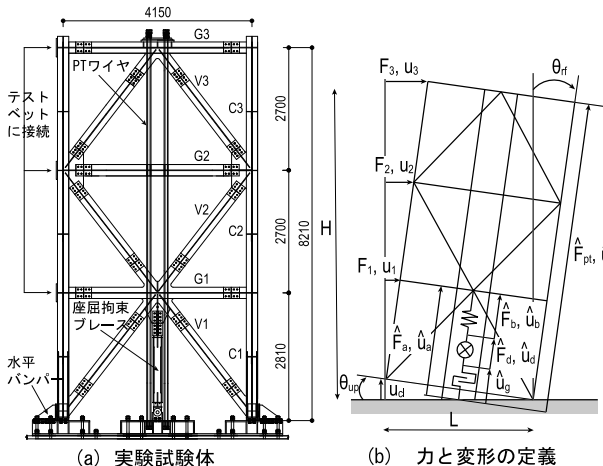


図1 鋼材ダンパーを持つロッキング架構

図1aに実験試験体を示す。鋼材ダンパーを持つロッキング架構は、柱脚が浮き上がるロッキング架構、浮き上がり後に原点回帰させるPTワイヤ、エネルギー吸収させる座屈拘束ブレースにより構成される。架構の両側に建物を模擬した慣性質量(以下、テストベット)を配置し、ロッキング挙動に追従する梁(以下、加力梁)と各床位置で接続することにより、慣性力を与える。テストベット各層は水平剛性をほとんど与えないリニアスライダで支持される。図1bにロッキング架構に生じる力と変形を定義する。「 $\wedge$ 」は軸方向の変形や力を表す。実験結果を高精度で再現する解析モデルを構築している。以降はこれを用いて鋼材ダンパーを持つロッキング架構の分析を行う。

2.2 静的応答の分析

震動台実験を再現する「試験体モデル」、架構・基礎梁・水平バンパーを剛体としダンパー接合部ピンのガタを除いた「ガタなし剛体モデル」の2つのモデルに頂部変位角が1/100となるような架構頂部の静的な変位制御を行う。

架構頂部の力と変位を F_{top}, u_{top} とする。ダンパー、付加系、PTワイヤそれぞれの軸方向の量 $\hat{F}_d, \hat{F}_a, \hat{F}_{pt}$ 、 $\hat{u}_d, \hat{u}_a, \hat{u}_{pt}$ に対し、頂部での水平方向換算値 $F_d, F_a, F_{pt}, u_d, u_a, u_{pt}$ は、

$$F_d = \frac{\hat{F}_d \cdot L}{2H}, F_a = \frac{\hat{F}_a \cdot L}{2H}, F_{pt} = \frac{\hat{F}_{pt} \cdot L}{2H} \quad (1a-c)$$

$$u_d = \frac{\hat{u}_d \cdot 2H}{L}, u_a = \frac{\hat{u}_a \cdot 2H}{L}, u_{pt} = \frac{\hat{u}_{pt} \cdot 2H}{L} \quad (2a-c)$$

となる。式(1)と式(2)からダンパー、付加系、PTワイヤの軸剛性 $\hat{k}_d, \hat{k}_a, \hat{k}_{pt}$ の頂部水平方向換算値 k_d, k_a, k_{pt} も次式で定義する。

$$k_d = \frac{\hat{k}_d}{(2H/L)^2}, k_a = \frac{\hat{k}_a}{(2H/L)^2}, k_{pt} = \frac{\hat{k}_{pt}}{(2H/L)^2} \quad (3a-c)$$

ここでモーメントの釣り合いから初めて式(4)に移った時点を浮き上がり開始時とする(それ以前は、左辺の値が右辺よりも小さい)。

$$|F_{top}| = |F_{pt} + F_d + W \cdot L/2H| \quad (4)$$

W は架構重量 122.5kN である。これらを用いて図2に、頂部水平外力-頂部水平変形関係 $F_{top}-u_{top}$ (以下、シ

システム)、ダンパー、付加系、PT ワイヤそれぞれの荷重-変形関係 F_d-u_d , F_a-u_a , $F_{pt}-u_{pt}$ を示す。実線が試験体モデル、破線がガタなし剛体モデルを表す。

試験体モデルの全体と局所の応答①～⑪までを具体的に述べる。図 2 から、柱脚浮き上がりまでは、システムの剛性は架構の水平変形によるものであり、ダンパー、PT ワイヤにほとんど変形が生じない(①-②)。水平外力が式(4)を満たすと柱脚が浮き上がる(②)。直後はガタの影響により PT ワイヤのみが作用する(②-③)。②-③の接線剛性は、PT ワイヤを支持する架構の伸縮により $0.92k_{pt}$ となる。浮き上がり後・ダンパー弾性時は、弾性のダンパーと PT ワイヤが作用(③-④)、浮き上がり後・ダンパー降伏後は、塑性化したダンパーと PT ワイヤが作用する(④-⑤)。浮き上がり時の接線剛性は、ダンパー、支持材、架構の直列体の剛性に、PT ワイヤによる剛性 $0.92k_{pt}$ を並列に足し合わせた値となる。状態 NR 解析³⁾により浮き上がり時の架構の水平剛性寄与を求めると、①-②の 51%であった。これは、ダンパー弾性剛性よりも小さく、ダンパーの降伏の遅れの要因となる。除荷時にダンパー力が引張から圧縮に切り替わると、直後はガタの影響により PT ワイヤのみが作用する(⑥-⑦)。式(4)の左辺が右辺を下回ると、柱脚が着地(⑧)。ピンのガタとダンパー力による支持材の圧縮変形により、ダンパーに残留変形が生じる。架構が原点を通過し(⑨-⑩)、水平外力が式(4)を満たすと柱脚が浮き上がる(⑪)。浮き上がり前はダンパーにはほとんど変形が生じないため、一定の圧縮力となる(⑧-⑪)。

制振効率を示す指標として、定常状態 1 サイクルにおける架構頂部の変形に対するダンパー変形の比 $\Delta u_d/u_{top}$ (以下、ダンパー変形分担比)、システム最大変形時の架構頂部の力に対するダンパー力の比

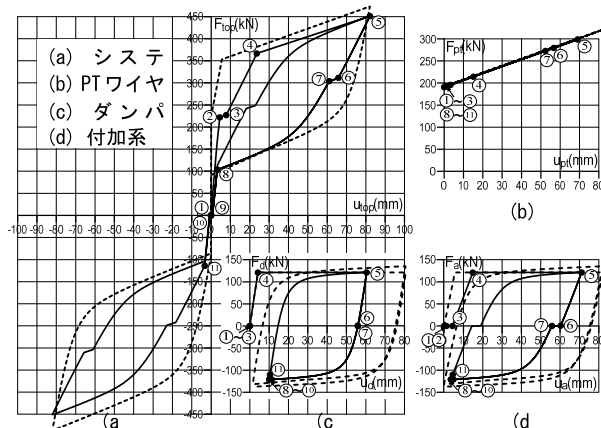


図2 鋼材ダンパーを持つロッキング架構の荷重-変形関係

F_d/F_{top} (以下、ダンパー荷重分担比)を評価する。図 2 から $\Delta u_d/u_{top} = 0.61$ であり、一般的なブレース型の制振架構と比較すると小さい。柱脚が浮き上がるまでの間に架構のみが変形し、ダンパーに変形が入力されないこと、ダンパー弾性範囲におけるダンパー周辺部材や上部構造の変形、除荷時の残留変形による変形ロスが生じることが、理由である。また、 $F_d/F_{top} = 0.29$ もかなり小さく、鋼材ダンパーの残留変形除去のために必要な PT ワイヤが制振効率低下の要因となることを表している。以上の考察から、鋼材ダンパーを持つロッキング架構の制振構造としての性能は高いとは言えないことが分かる。

2.3 高次モードの分析

テストベットに生じる水平加速度の各モードの寄与を把握する。浮き上がり状態を想定した固有値解析を行う。ロッキング架構の一方の柱脚をピン支持、他方の柱脚を自由端とする。ダンパー部はトラス要素に置換し、実験のダンパー最大変形時の割線剛性を用いる。浮き上がる柱脚でモードが異なるため、左右の柱脚それぞれをピン支持とした 2 つの固有値解析を行う。表 1 に、右柱脚がピン支持の場合の解析結果を示す。自由度が 23 であるが、主要なモードのみ示す。1 次モードは直線のモード、4 次モードは 3 階梁と柱脚、7 次、8 次モードは柱脚で卓越する。

文献 4 の方法を用い、テストベット各階の水平加

表 1 モードの周期、有効質量比、刺激関数

モード	周期(sec)	有効質量比(%)	刺激関数				
			1層(T.B.)	2層(T.B.)	3層(T.B.)	3階梁(鉛直)	左柱脚(鉛直)
1	2.091	84.7	0.448	0.872	1.302	0.318	0.644
2	0.144	13.30	0.571	0.105	-0.270	-0.013	-0.221
3	0.076	0.00	-0.013	0.031	-0.017	0.000	-0.002
4	0.032	1.10	0.013	-0.005	-0.023	1.048	0.628
7	0.013	0.10	0.002	0.004	0.008	0.019	-0.083
8	0.011	0.10	-0.003	-0.002	0.002	-0.003	0.125

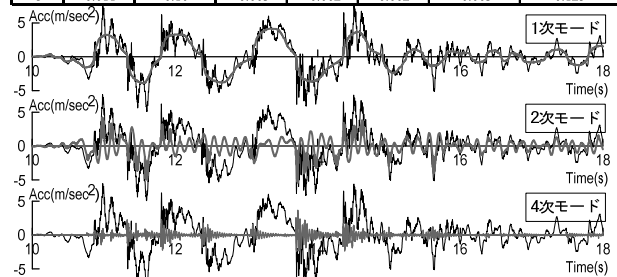


図3 モード分割したR階テストベットの加速度時刻歴(65%神戸波)

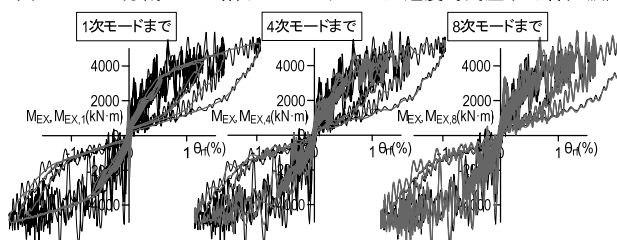


図4 各モードの転倒モーメントへの寄与(65%神戸波)

速度を23個のモードに分解した。図3に、テストベッ
ト各階水平加速度のうち、R階に代表的な1, 2, 4
次モードの結果を示す。4次モードは、絶対加速度や
1次モードが時間軸を横切る時刻、つまり架構の着地
時に、急激に加速度が生じ、時間と共に減衰する。

転倒モーメントについて。各階テストベットの慣
性力は、水平加速度に各階質量を乗じて得られる。
そこで、1次からn次モードまでの慣性力の和 $F_{i,n}$ を
求め、転倒モーメント $M_{EX,n}$ を求める。

$$M_{EX} = \sum_{i=1}^3 H_i F_i, \quad M_{EX,n} = \sum_{i=1}^n H_i F_{i,n}, \quad F_{i,n} = \sum_{k=1}^n m_i \ddot{u}_k \quad (5a-c)$$

図4に、式(5)から求めた転倒モーメント-頂部変位
角関係を示す。 M_{EX} と $M_{EX,1}$ を比較し、1次モードが
転倒モーメントの主要なモードである。2次、3次モ
ードは寄与せず、4次モードまでの足し合わせで浮き
上がり直後に履歴が乱れる。5次、6次モードは寄与
せず、7次、8次モードで更に履歴が大きく乱れ、式
(9a)より算出した転倒モーメントとほぼ一致する。

柱脚着地時に急激な鉛直慣性力が生じ、柱や梁が4
次、7次、8次の高次モードで振動する。水平方向と鉛
直方向ではモーメントが釣り合い、水平方向にも入力
される。以上が乱れの原因である。

3. 粘弾性ダンパーを持つロッキング架構

図5a, bにPTワイヤを用いない2タイプを示す。
架構中央にダンパーを配置した「中央ダンパー型」(図
5a)、中央をピン支持とし、その両側にダンパーを配
置した「両側ダンパー型」(図5b)を定義する。

地震動解析より、鋼材ダンパーを持つロッキング
架構と粘弾性ダンパーを持つロッキング架構の応答
を比較する。入力には、日本建築センター模擬波(以
下、100%BCJ-L2波)を用いる。各モデルのダンパー
の設計は、最大変位が同程度となるものとした。

図6に転倒モーメント-頂部変形角関係を示す。
鋼材ダンパーの場合は、履歴が大きく乱れるのに対
し、粘弾性ダンパーの場合は、中央ダンパー型では
着地を伴う原点付近ではわずかに乱れがあるものの、
架構の浮き上がりや着地のない両側ダンパー型と同
様に滑らかな履歴を描くことが確認できる。

図7にダンパー軸方向の荷重-変形関係を示す。
粘弾性ダンパーの場合、PTワイヤが無い鋼材ダン
パーの場合と同程度の変形に抑えるためには、大き
なダンパー剛性が必要である。鋼材ダンパーと中
央ダンパー型を比較すると、頂部変形角が同程度に

も関わらず、粘弾性ダンパーに入力される変形が小
さいことが確認できる。これは、粘弾性ダンパーの
貯蔵剛性が大きく、ダンパー周辺部材や上部構造の
変形によるダンパー変形のロスが大きくなるため
である。一方、両側ダンパー型の場合、架構全体で抵
抗する(状態NR解析³⁾より架構剛性は図2①-②の2.7
倍)ため上部構造の変形が小さい。

図8にエネルギー応答時刻歴を示す。加振終了時
点で、入力エネルギーに対するダンパーエネルギー
吸収量の比は鋼材ダンパー、中央ダンパー型、両側
ダンパー型順に、0.60, 0.57, 0.78である。両側ダン
パー型は両振幅かつ上部構造の変形ロスも少なく、ま
たPTワイヤが無いダンパー荷重分担比が高いため、
エネルギー吸収量効率の高いシステムと言える。

4. 非線形架構を持つ制振構造の応答評価

4.1 一質点系制振構造の等価減衰定数評価法

主架構の最大変形時の荷重を最大変位で除した値
を等価剛性 K_{feq} とし、1次剛性 K_{f1} との比である剛性
低下率 ρ_f を用いて $K_{feq} = \rho_f K_{f1}$ で表す。剛性低下率
 $\rho_f = 1$ は弾性であることを表す。また、付加系の最大
変形時の力を最大変位で除した値を貯蔵剛性 K'_d と
する。さらに、架構の歪エネルギーを $E_{fs}(\rho_f)$ 、履歴
吸収エネルギーを E_{fp} とする。 $E_{fs}(1)$ は架構が弾性で

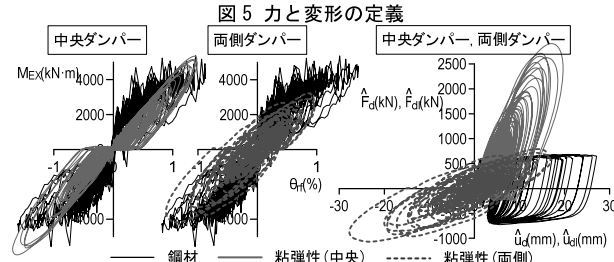
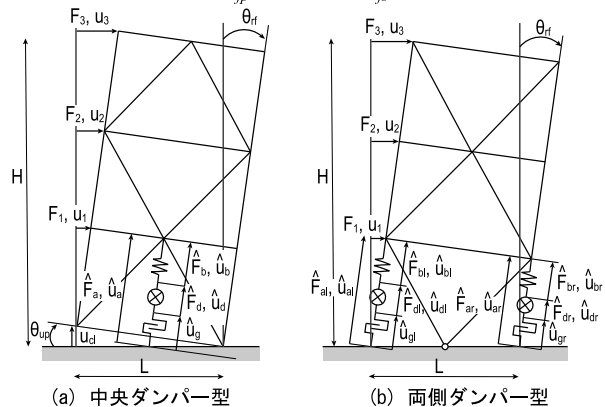


図6 転倒モーメント-頂部変形角関係 図7 ダンパー軸方向の荷重-変形関係

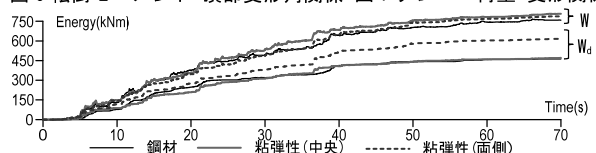


図8 エネルギー応答時刻歴

ある場合の歪エネルギーを表す。付加系の歪エネルギーを E_{as} 、吸収エネルギーを E_{ad} とする。これらを用いて、等価減衰定数 h'_{eq} は、初期減衰定数 h_0 、架構の履歴減衰定数 h'_{fp} 、付加系の減衰定数 h'_a の和で表す。

$$h'_{eq} = h_0 + h'_{fp} + h'_a \quad (6a)$$

$$h'_{fp} = \frac{E_{fp}}{4\pi E_{fs}(\rho_f)} \cdot \frac{E_{fs}(\rho_f)}{E_{fs}(\rho_f) + E_{as}} \quad (6b)$$

$$h'_a = \frac{E_{ad}}{4\pi(E_{fs}(1) + E_{as})} \cdot \frac{E_{fs}(1) + E_{as}}{E_{fs}(\rho_f) + E_{as}} \quad (6c)$$

架構の履歴減衰定数 h'_{fp} の第一項は、弾塑性架構を持つ非制振構造の履歴減衰定数 h'_{fp0} 、付加系の減衰定数 h'_a の第一項は、弾性架構を持つ制振構造の減衰定数 h'_{al} を表す。式(6b)と式(6c)を式(7)で書き換える。

$$h'_{fp} = h'_{fp0} \cdot \frac{\rho_f}{\rho_f + K'_a/K_{f1}}, \quad h'_a = h'_{al} \cdot \frac{1 + K'_a/K_{f1}}{\rho_f + K'_a/K_{f1}} \quad (7a, b)$$

ρ_f や h'_{fp0} は、架構の塑性率 μ_f に、付加系が変位依存型の場合、貯蔵剛性 K'_a は付加系塑性率 μ_a に依存する。ランダム応答では様々な塑性率 μ_f 、 μ_a を示すため、地震時の等価減衰定数 h_{eq} 、架構の履歴減衰定数 h_{fp} 、付加系の減衰定数 h_a を Newmark-Rosenbluth の「平均減衰法」を用いて次式で定義する。速度依存型は μ_a に依らず $K'_a(\mu_a) = K'_a$ 、 $h'_{al}(\mu_a) = h'_{al}$ である。

$$h_{eq} = h_0 + h_{fp} + h_a \quad (8a)$$

$$h_{fp} = \frac{1}{\mu_f} \int_0^{\mu_f} h'_{fp0}(\mu'_f) \cdot \frac{\rho'_f(\mu'_f)}{\rho'_f(\mu'_f) + K'_a(\mu'_a)/K_{f1}} d\mu'_f \quad (8b)$$

$$h_a = \frac{1}{\mu_f} \int_0^{\mu_f} h'_{al}(\mu'_a) \cdot \frac{1 + K'_a(\mu'_a)/K_{f1}}{\rho'_f(\mu'_f) + K'_a(\mu'_a)/K_{f1}} d\mu'_f \quad (8c)$$

式(8)をガウス求積に基づき、簡易な近似を試みる。ガウス求積1点の近似を式(9)に示す。

$$h_{fp} \approx h'_{fp0}(0.5\mu_f) \cdot \frac{\rho'_f(0.5\mu_f)}{\rho'_f(0.5\mu_f) + K'_a(0.5\mu_a)/K_{f1}} \quad (9a)$$

$$h_a \approx h'_{al}(0.5\mu_a) \cdot \frac{1 + K'_a(0.5\mu_a)/K_{f1}}{\rho'_f(0.5\mu_f) + K'_a(0.5\mu_a)/K_{f1}} \quad (9b)$$

式(9)は、式(8)の被積分関数の中点を表す。式(9)の第二項は μ_f 、 μ_a に対する変化が小さく、中点が平均値に近いのに対し、第一項の h'_{fp0} と h'_{al} は、0 となる区間や複数の場合分けがあり、中点と平均値の誤差が大きく、全体の精度に影響を及ぼす。そこで、式(9)の第一項を弾塑性架構を持つ非制振構造の平均履歴減衰定数 h_{fp0} と弾性架構を持つ制振構造の平均減衰定数 h_{al} に置換する。 h_{al} は既往研究やマニュアル等で与えられるため、 h_{fp0} の近似のみを検討すればよい。

次式に提案する近似を示す。 h_{fp0} はガウス求積4点で近似し、 $h'_{fp0,1} = h'_{fp0}(0.07\mu_f)$ 、 $h'_{fp0,2} = h'_{fp0}(0.33\mu_f)$ 、 $h'_{fp0,3} = h'_{fp0}(0.67\mu_f)$ 、 $h'_{fp0,4} = h'_{fp0}(0.93\mu_f)$ である。なお、速度依存型の場合、 $K'_a(0.8\mu_a) = K'_a$ である。

$$h_{eq} = h_0 + h_{fp} + h_a \quad (10a)$$

$$h_{fp0} \approx \frac{1}{2} \{0.35(h'_{fp0,1} + h'_{fp0,4}) + 0.65(h'_{fp0,2} + h'_{fp0,3})\} \quad (10b)$$

$$h_{fp} \approx h_{fp0} \cdot \frac{\rho'_f(0.5\mu_f)}{\rho'_f(0.5\mu_f) + K'_a(0.8\mu_a)/K_{f1}} \quad (11)$$

$$h_a \approx h_{al} \cdot \frac{1 + K'_a(0.8\mu_a)/K_{f1}}{\rho'_f(0.5\mu_f) + K'_a(0.8\mu_a)/K_{f1}} \quad (12)$$

4.2 応答予測法への展開

鋼材ダンパーを持つロッキング架構の応答を近似式から予測する。図2と同様に架構等価高さにおける静的な変位制御を行い、架構の等価剛性 $K_{feq} = \rho_f K_{f1}$ 、貯蔵剛性 $K'_a(\mu_a)$ を定式化する。ダンパー無しの場合は、図2の①-②-③-⑦-⑥を通るバイリニア履歴となるから、①-②の接線剛性を K_{f1} ($=81.6\text{kN/mm}$)、そのバイリニア履歴の割線剛性が K_{feq} である。④-⑤の接線剛性から③-④の接線剛性を引いた値が架構の柔性を含む付加系弾性剛性 K_a ($=14.7\text{kN/mm}$) に相当、③-④の水平変位が付加系降伏変位に相当し、貯蔵剛性 $K'_a(\mu_a)$ が得られる。任意の変位を仮定し弾性架構を持つ制振構造の減衰定数 h_{al} を計算する。上記の付加系の片振幅と両振幅の載荷における1サイクルの履歴面積を比較すると、片振幅は両振幅の0.72倍であるため、 $0.72h_{al}$ とする。これらを用いて式(12)の付加系の減衰定数 h_a が求まる。ロッキング架構は架構の履歴減衰を持たないため $h_{eq} = h_0 + h_a$ である。等価高さにおける水平変位 u_{eff} を次式で表す²⁾。

$$u_{eff} = D_h \frac{T_{eq}}{2\pi} \bar{S}_{pv}(T_{eq}, h_0), \quad D_h = \sqrt{(1 + ah_0)/(1 + ah_{eq})} \quad (13a, b)$$

これを繰り返すことで安定した u_{eff} が得られる。模擬地震6波の精度検証において、解析/平均=1.04、標準偏差 0.16 と良好な結果を得た。また、固有周期 $T_{eq} = 0.84 \sim 1.01\text{sec}$ 、等価減衰定数 $h_{eq} = 8 \sim 10\%$ であった。

提案する近似式はロッキング架構のみならず、木質架構や RC 架構といった非線形架構においても有効であり、本論にてその良好な精度を示している。

5. まとめ

非線形架構の1つであるロッキング架構の応答を詳細な解析により分析し、制振性能を示し、それを改善する新しいロッキング架構を提案した。様々な非線形架構とダンパーの組み合わせを包括する、等価減衰定数の評価法と、応答予測への展開を示した。

参考文献

- 1) 竹内徹, 山本洋介, 緑川光正, 笠井和彦他: 座屈拘束ブレースを用いた制御型ロッキング架構の応答評価—汎用慣性質量装置を用いた鉄骨造ロッキング架構の振動台実験その2、日本建築学会構造系論文集、第667号、pp1695-1704、2011.9
- 2) 松田和浩, 笠井和彦: バイリニア+スリップモデルに粘弾性ダンパーを用いた制振構造の応答制御設計法、日本建築学会構造系論文集、第716号、pp1525-1535、2015.10
- 3) 笠井和彦, 岩崎啓介: 様々な形式の制振構造における自由度縮約法と水平バネ系への変換法、日本建築学会構造系論文集、第605号、pp37-46、2006.7
- 4) 笠井和彦, 元結正次郎, 大木洋司: 水平地震動を受ける空間構造への粘弾性ダンパーの適用と応答性状に関する一考察、日本建築学会構造系論文集、第561号、pp125-135、2002.11

2016年度（第8回）免震構造・制振構造に関わる研究助成の成果報告

水平2方向変形を受ける免震構造用鉛ダンパーの変形性能評価法の構築

吉敷 祥一（東京工業大学）

1 はじめに

免震構造は、外乱に対する抵抗機構が明確であり、外力を定めれば応答予測に基づく目標性能の実現が比較的容易な構造形式である。しかしながら、免震構造の利点の享受には、免震部材の詳細な性能把握が前提条件にあり、性能検証が網羅していない外乱に対してはロバスト性に欠ける一面を有している。著者らは、従来の性能検証が水平1方向载荷によって行われていることを受け、免震構造用U字形鋼材ダンパーの水平2方向特性に着目した一連の研究を行ってきた^{1), 2)}など。本報では、免震構造用鉛ダンパーにおける水平2方向特性、特に繰り返し変形性能の把握を目的とした研究の成果を報告する。なお、本研究成果は2016年度（第8回）「免震構造・制振構造に関わる研究助成」の支援を受けたものである。

2 実験計画

2.1 試験体

試験体概要を図1に示す。試験体は、免震構造用鉛ダンパーであり、実用に供されているU180型（可撓部断面φ180）とU2426型（可撓部断面φ260、φ240）の寸法を1/4に縮小した部材を用いる。

2種の鉛ダンパーの高さはほぼ等しいが、U2426型は可撓部の直径がU180型の1.3～1.4倍大きく、初期剛性と降伏耐力はともに2.5倍大きい。また、U2426型の可撓部の湾曲長さはU180型の1.5倍長くなっており、限界変形は1.3倍大きく設定されている。なお、ここで用いる縮小試験体は、縮小率を考慮すれば実大部材との力学性能の差は小さいことが確認されている³⁾。したがって、U180型とU2426型の縮小試験体における限界変形は、それぞれ150mmと200mmとなる。実験は2種類の鉛ダンパーに対して载荷履歴をパラメータとし、U180型を2体、U2426型を24体用意した。

2.2 载荷装置と実験方法

実験は、東京工業大学 すすかけ台キャンパスに設置されている多自由度载荷装置を用いて行った。载荷装置の概要を図2に示す。载荷装置は、自己釣合型反力フレームの下部に直交2本の水平ジャッキを配し、リニアスライダに支持された载荷テーブルを介して試験体に水平2方向変形 δ_x 、 δ_y を与える

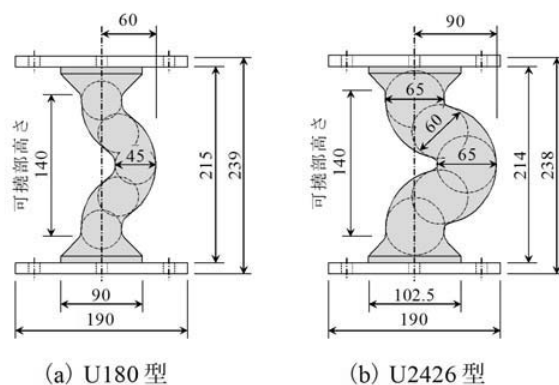


図1 試験体概要

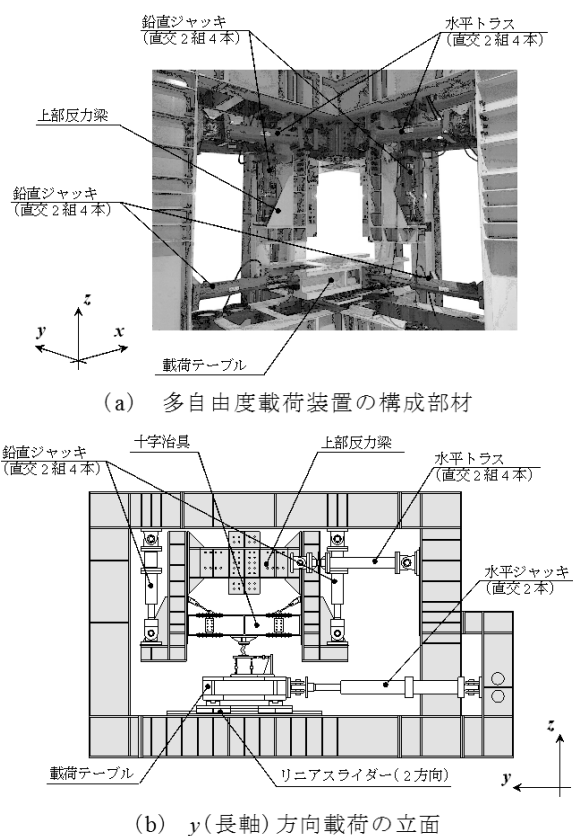


図2 多自由度载荷装置

ものである。試験体は载荷テーブルと上部反力梁の間に設置し、上部では直交2組4本の水平トラス部材によって水平2方向変位 δ_x 、 δ_y と回転 θ_z を固定するとともに、四方に配した鉛直ジャッキによって試験体の鉛直変位 δ_z と回転 θ_x 、 θ_y を制御する。

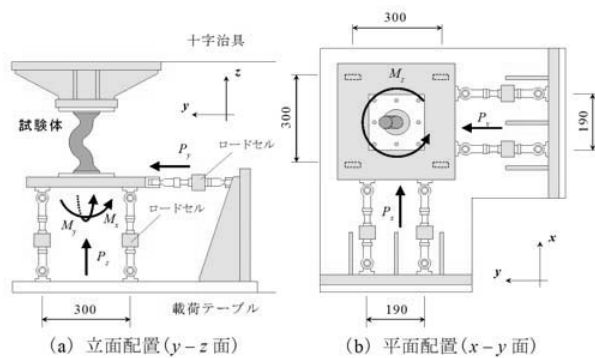


図3 試験体取り付け治具（計測計画）

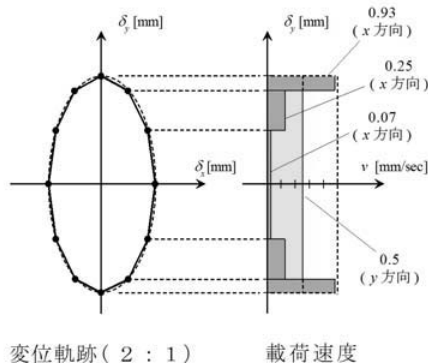


図4 楕円と12角形の軌跡比較、および载荷速度

本実験では、試験体上部の鉛直・水平変位と回転を固定した状態で水平2方向変形を与えて载荷を行った。また、大型装置においても縮小試験体に作用する応力をより精確に計測するため、図3に示す取り付け治具を介して試験体を载荷テーブルに固定した。取り付け治具は、ロードセルを組み込んだ複数の両端ピンのトラス部材によって支持され、水平・鉛直荷重 P_x 、 P_y 、 P_z 、および曲げモーメント M_x 、 M_y 、 M_z を計測できる。

2.3 水平2方向の载荷履歴

実験パラメータは、水平2方向の载荷履歴である。载荷履歴は、(I) 限界変形における直交方向変形の影響把握と、(II) 水平2方向変形下における繰り返し変形性能の評価法構築を目的とした2シリーズに大別される。(I) ではU180型とU2426型のそれぞれに対して長径半径を限界変形とした2:1の楕円载荷を行った。一方、(II) ではU2426型のみを対象として楕円率（長径：短径）と長径の変形量をパラメータとした载荷を行った。なお、水平2方向の長径方向は、実験実績の多いP方向（湾曲方向）を基本とした。また、楕円载荷は、U字形鋼材ダンパー

に対して提案している標準载荷履歴²⁾に倣い、基本的に3周毎に回転方向を変えることとした。

鉛は载荷速度の影響が大きい材料であるが、本実験は油圧ジャッキを用いているため、载荷速度が最大1.0mm/sec以下の準静的载荷となっている。楕円軌跡では長径の载荷速度を0.5mm/sec（正円では0.3mm/sec）とし、短径の载荷速度を適宜調整して行った。また、(II)の実験では、油圧ジャッキによる载荷速度をなるべく一定に保つため、楕円にほぼ等しい12角形载荷を採用した。12角形と楕円の比較、および载荷速度を図4に例示する。

3 実験結果と考察

3.2 実験結果一覧と水平1方向载荷の結果概要

U2426型の実験結果一覧を表1に示す。本研究では既往の研究⁴⁾を参考に、鉛ダンパーのy切片荷重が、1サイクル目の50%にまで低下した時点を終局状態と定義し、そのときの破断回数を $0.5N_u$ とする。表中には試験体の断面が完全に破断したときの破断回数 N_u も併せて示している。試験体は、回転方向を固定した载荷や長径の向きを変更しながら行った载荷（No.20～No.24）もあり、これらの試験体番号には下線を付している。また、実験は2期（シリーズA、B）に分けて行っており、シリーズBは表中の試験体番号の背景を塗りつぶしている。

表1 実験結果一覧（U2426型のみ）

	No.	長径 δ_x (mm)	短径 δ_y (mm)	楕円率	長径の向き	破断回数 N_u	破断回数 $0.5N_u$
水平1方向	1	200	-	-	P	6.25	6.25
	2	100	-	-	P	29.75	28.5
	3	50	-	-	P	115	91.5
水平2方向	4	75	75	1:1	P	17.25	16
	5	75	75	1:1	P	26.5	21
	6	50	50	1:1	P	36.75	31
	7	200	100	2:1	P	2.5	2.5
	8	200	100	2:1	P	3.5	3
	9	200	100	2:1	O	2.25	2.25
	10	150	75	2:1	P	4	4
	11	150	75	2:1	O	9	9
	12	100	50	2:1	P	7.5	7
	13	100	50	2:1	P	32.25	28
	14	100	50	2:1	O	37.25	29
	15	75	37.5	2:1	P	23.5	23.5
	16	75	37.5	2:1	O	48	39
	17	50	25	2:1	P	79	75.5
	18	200	66.7	3:1	P	3	3
	19	100	20	5:1	P	20.5	20
	20	75	37.5	2:1	P	26.75	19
	21	75	37.5	2:1	P, O	15	12
	22	50→100→150	25→50→75	2:1	P	33	24(12, 6, 6)
	23	100	50	2:1	P, O	10.5	9
	24	150→100→50	75→50→25	2:1	P	15.5	15.5(6, 3.5, 6)

※ No.20は回転方向を常に一定とし、No.21とNo.23では長径の向きを3サイクル毎に変更している。また、No.22とNo.24はそれぞれ漸増および漸減振幅である。

本研究では、まず既往の実験結果との対応を確認するため、水平1方向载荷を行っている。片振幅50mmでは紡錘型の復元力特性を示し、U2426型の限界変形である片振幅200mmでは限界変形の70%

程度から試験体可撓部の湾曲がなくなり、幾何非線形の影響により履歴曲線にハードニングが現れ、繰り返し変形に対して蝶型の復元力特性を示した。また、片振幅に対する破断回数 $0.5N_u$ の傾向は、既往の研究⁹⁾で提案されている疲労曲線 (I) 式) とよく対応することが確認できている。

$$\delta = 567 \cdot {}_{0.5}N_u^{-0.545} \dots (1)$$

ここで、 δ : 片振幅 (ただし、実大の 1/4 倍)

3.2 限界変形における直交方向変形の影響

まず、(I) 限界変形における直交方向変形の影響を考察する。(I) シリーズの水平 2 方向载荷における U2426 型の荷重-変形関係を図 5 に示す。図の縦軸は図 3 の取り付け治具により計測した水平荷重 P_x 、 P_y 、横軸は水平ジャッキのストローク値より換算した水平変形 δ_x 、 δ_y であり、1 サイクル目 (初期 1/4 サイクル部分を除く) を代表して示している。また、それぞれの履歴には水平 1 方向の履歴曲線を併せて示している。

長径 (y) 方向では水平 1 方向载荷に比べて耐力は僅かに低いだけであるが、短径 (x) 方向の耐力は水平 1 方向の半分以下にまで低下しており、水平 2 方向変形の影響が確認できる。また、U180 型と U2426 型の破断回数 $0.5N_u$ は、いずれも 2.5 サイクルであった。水平 1 方向の限界変形時の破断回数は、それぞれ 20.25、6.25 サイクルであったため、直交方向の変形による影響は長径方向の変形量によって異なると言える。ただし、限界変形と同時にその半分の変形を直交方向に受ける楕円軌跡に対して、鉛ダンパーは 2 サイクル以上の繰り返し変形に耐えうる性能を有していることが確認できたと言える。

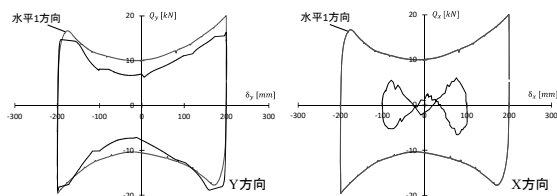


図 5 (I) シリーズの履歴挙動

3.3 水平 2 方向変形の影響

次いで、その他に行った水平 2 方向载荷の実験結果について述べる。200 : 100 の楕円履歴下における実験結果について、長径方向 (Y 方向) を代表して図 6 に示す。水平 1 方向载荷 (No.1) と楕円载荷 (No.8)

では、ピーク変形時における耐力にほとんど差はないが、短径方向が最大変形に近づく $\delta_y=0$ mm 付近では耐力の差が大きいことが分かる。また、200 : 100 の履歴を与えた全ての試験体は、水平 1 方向载荷のおおよそ半分のサイクル数で破断に至った。

100 : 50 の楕円履歴下における実験結果について、長径方向 (Y 方向) を代表して図 6 右に示す。履歴曲線はほぼ矩形のハードニングが小さい範囲であり、水平 1 方向 (No.2) と楕円载荷 (No.12、No.13) の耐力はほぼ等しいことが分かる。破断回数 $0.5N_u$ についてみると、No.12 は水平 1 方向载荷時の半分程度に低下しているが、No.13 ではほぼ同程度であった。また、75 : 37.5 や 50 : 25 など、長径方向の変形量が小さいほど、水平 1 方向载荷時の破断回数 $0.5N_u$ との差が小さく、水平 2 方向変形の影響が小さかった。

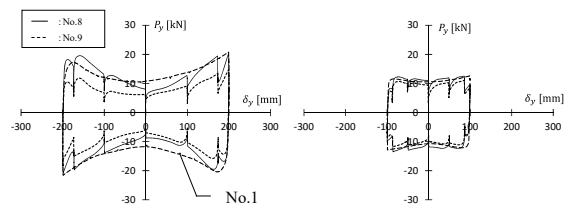


図 6 (II) シリーズの履歴挙動

3 水平 2 方向変形下における変形性能

最後に、本実験の結果を踏まえ、免震構造用鉛ダンパーを対象とした水平 2 方向変形下の繰り返し変形性能の評価方法を検討する。水平 2 方向変形下における破断回数 $0.5N_u$ と長径半径の関係を、楕円率 2 : 1 の場合を図 7 に、正円の場合を図 8 に示す。図中の破線は、U 字形鋼材ダンパーと同様の考え¹⁾に基づいた場合に、水平 2 方向変形下で想定される疲労曲線であり、次式より求める。すなわち、水平 2 方向の変位軌跡を x 方向と y 方向の変形成分に分離し、それぞれの振幅に応じた損傷度を加算したものを累積損傷度 D_2 として、これを水平 2 方向変形下における損傷指標とする考えである。

$$D_2 = \left(\frac{1}{x N_u} + \frac{1}{y N_u} \right) \cdot {}_{0.5}N_u \dots (2)$$

ここで、 xN_u 、 yN_u : それぞれの方向に分離した変位振幅に対する水平 1 方向载荷時の破断回数

図中には累積損傷度 $D_2=1.0$ 、および 0.4 を限界とした計算結果を示している。まず楕円率 2 : 1 の実験

結果についてみると、長径半径 100~200mm における破断回数は、試験体によって差が見られるものの、短径方向の変形による損傷度を単純に加算した累積損傷度 $D_2=1.0$ より小さく、 $D_2=0.4$ 程度まで繰り返し変形性能が低下している。一方、長径半径 50mm では、水平 1 方向変形下の疲労曲線との差は小さく、短径方向の変形を単純に加算した累積損傷度 $D_2=1.0$ とほぼ対応する。また、長径半径 75mm では $D_2=1.0$ と 0.4 の中間 (0.74) ほどまでに変形性能が低下している。したがって、水平 2 方向変形下の繰り返し変形性能に対しては、振幅が大きいほど、水平 2 方向変形による影響が大きい。

次いで、楕円率 1:1、すなわち正円軌跡の実験結果 (図 8) についてみると、半径 50mm、75mm では $D_2=1.0$ 程度 (具体的には 0.72、0.78) であることが分かる。本実験結果の範囲においては、正円軌跡においても繰り返し変形性能の低下は、楕円载荷と同程度であると言える。

以上より、鉛ダンパーの水平 2 方向変形下における繰り返し変形性能は、 x 方向と y 方向の損傷度を単純に加算した累積損傷度 D_2 を用い、長径半径 50mm (実大で 200mm) 以下では 1.0、長径半径 100mm (実大で 400mm) 以上では 0.4 を破断限界として設定すれば、おおよそ評価できると言える。

4 まとめ

本報では、免震構造用鉛ダンパーにおける水平 2 方向特性、特に繰り返し変形性能を把握するための実験を行った。以下に得られた結果をまとめる。

- [1] 楕円率 2:1 の変位軌跡に対する耐力は、長径半径が 100mm (実大で 400mm) を超える範囲において、長径方向では水平 1 方向変形下と比べて原点近傍で特に低くなり、短径方向では終止半分以下となった。一方、長径半径が 100mm 以下であれば耐力は水平 1 方向変形下とほぼ等しい結果であった。
- [2] 限界変形と同時にその半分の変形を直交方向に受ける楕円軌跡に対しても、鉛ダンパーは 2 サイクル以上の繰り返し変形に耐えうる性能を有していることが確認できた。
- [3] 鉛ダンパーの水平 2 方向変形下における繰り返し変形性能について、 x 方向と y 方向の損傷度を単純に加算した累積損傷度 D_2 による限界値の設定による評価方法を示した。

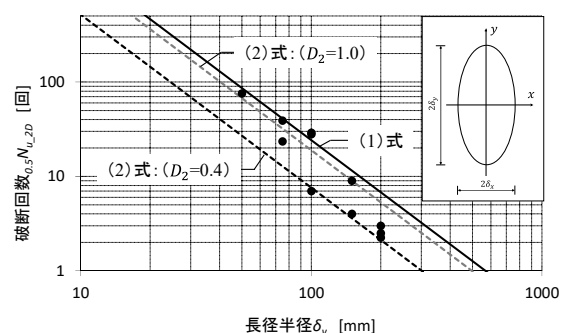


図 7 破断回数と長径半径の関係 (楕円率 2:1)

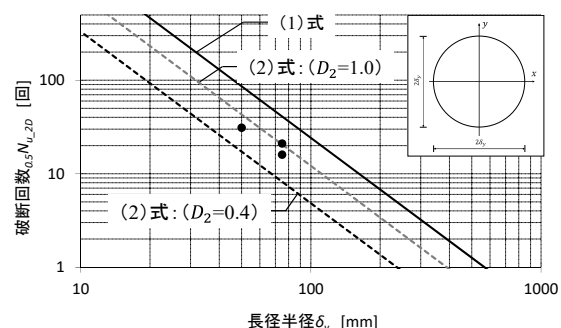


図 8 破断回数と長径半径の関係 (楕円率 1:1)

謝辞

実験計画の立案において、福岡大学 森田慶子先生、高山峯夫先生に貴重なご意見をいただきました。ここに記して謝意を表します。

参考文献

- 1) 吉敷祥一ほか: 免震構造用 U 字形鋼材ダンパーの水平 2 方向特性 その 1、日本建築学会構造系論文集、第 77 巻 第 680 号、pp.1579-1588、2012.10
- 2) 山田 哲ほか: 免震構造用 U 型ダンパーの水平 2 方向载荷実験に用いる標準载荷履歴の提案、日本建築学会技術報告集、第 22 巻 第 50 号、pp.127-132、2016.2
- 3) 高山峯夫、森田慶子: 免震構造用 U180 型鉛ダンパーの限界性能、日本建築学会技術報告集、第 3 号、pp.48-52、1996.12
- 4) 森田慶子、高山峯夫: 免震構造用鉛ダンパーに関する実験研究 その 2、日本建築学会九州支部研究報告 第 42 号、pp.269-272、2003.3
- 5) 安永 亮、高山峯夫ほか: 鉛ダンパーの風応答に関する研究 その 2、日本建築学会大会学術講演梗概集、B-2 分冊、pp.289-290、2010.9

2016年度（第8回）免震構造・制振構造に関わる研究助成の成果報告

階段下部に制震ダンパーを設置した寺院山門の長周期・長時間地震動に対する応答に関する研究

向坊 恭介（鳥取大学）

1 はじめに

一般に、伝統構法による木造山門は、屋根の重量が大きい一方で耐震要素となり得る壁が少ないため、耐震性が不足している場合が多い。したがって、何らかの耐震補強が必要となるが、参拝者の利便性や美観を考慮すると、通路となる空間に耐震壁等を付加することは難しい。また、伝統構法による木造建築物が有する優れた変形性能¹⁾を活かすためには、大変形に追随可能な補強方法である必要がある。

本研究で対象とした東本願寺御影堂門では、大変形による履歴減衰を特徴とする制震ダンパーを用いた補強技術が検討され実際に導入されている。設計段階で構造計算や時刻歴応答解析が実施されているものの、実際に施工された仕様のもと、改修前後で実建築物の耐震性がどの程度向上しているのかを詳細に調べる必要がある。

そこで本研究では、地震観測記録および質点系モデルによる時刻歴応答解析に基づいて、改修前後の振動特性の変化や補強効果について検証を行う。

2 寺院山門の耐震補強の概要

浄土真宗「真宗大谷派」の本山である東本願寺（京都市下京区）では、宗祖親鸞聖人七百五十回御遠忌の特別記念事業の一環として御影堂門の御修復が行われている。御影堂門は、1911（明治44）年築、1層平面約21m×13m、基壇からの高さ約27mの伝統木造二重門である（図1、2）。修復に際しての調査から、重い小屋組や瓦屋根に対して耐震要素が少なく、耐震補強を行うことが望ましいことが判明した。そこで、けた行方向の補強として、御影堂門の南北に取り付く外部階段を利用した制震補強技術を考案し振動台実験²⁾等を行って検討した。結果として、基壇と階段の接合部分に高減衰ゴムを用いた粘弾性ダンパーを挿入する方法が採用されている。

また、ダンパー補強以外にも、瓦の吹き替えに併せて葺き土を軽減（空葺き）することによる屋根重量軽減、東西方向に対する板壁補強などによって耐震補強されている。

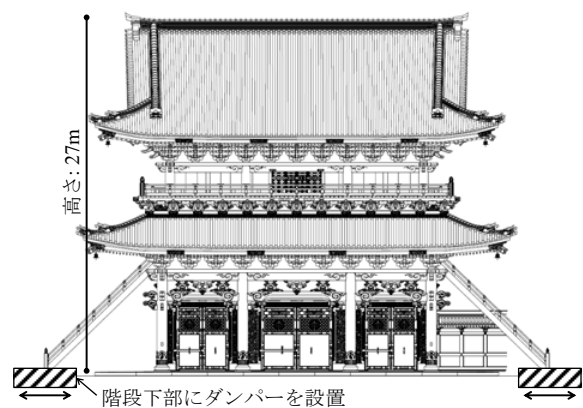


図1 東面立面図

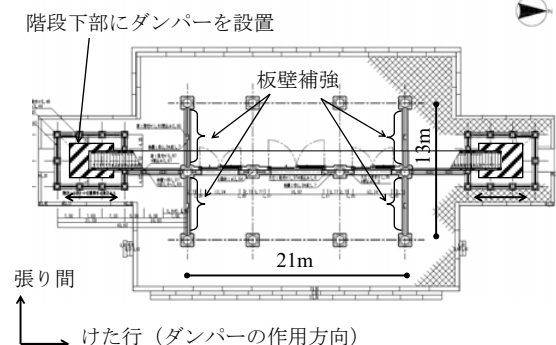


図2 平面図

写真1、2に実際の取付け状況を示す。写真1中央に見られるように高減衰ゴム1ピース(200×200×高さ150)を平面的に18個並べ、2段重ねにしてある。地震時、山門本体に層間変位が生じると階段がブレースのように作用し、ダンパーに水平変位が与えられる。階段をブレースと見たとき、山門の変位方向によって圧縮あるいは引張軸力が作用することになるが、山門と階段上部の接続部分に十分な引張耐力を確保することが困難であったため、引張軸力が作用する方向には階段下部の水平変位を拘束しない工夫が施してあり、階段に圧縮軸力が作用する方向にのみダンパーがはたらくようになっている。



写真1 高減衰ゴムダンパー

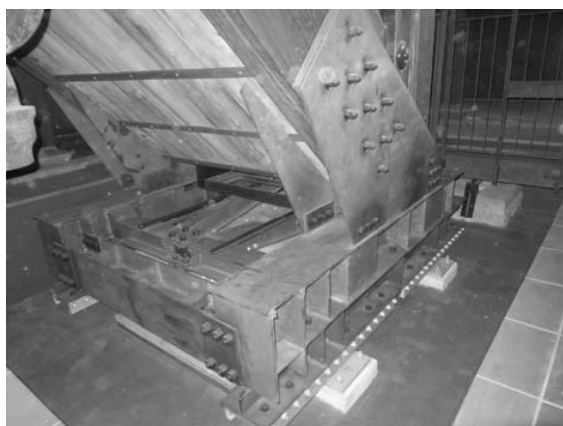


写真2 階段下部の状況

3 常時微動計測および地震観測

東本願寺では、御影堂門を含む境内の建築物および地盤に地震計を合計 81 成分設置し、地震観測を行っている。また、毎週日曜日の午前 3 時から 10 分間、常時微動観測が行われている。

毎月第 1 週の常時微動計測結果から、地盤に対する御影堂門各部のフーリエスペクトル比を算出し、1 次および 2 次卓越振動数を読み取った。改修前後の卓越振動数の年間平均の比較を表 1 に示す。改修後の卓越振動数は、けた行 (NS)、張り間 (EW) 方向いずれも 6~8% 増加している。次章で示すように設計上の重量軽減率は $11.3\text{tonf}/12.4\text{tonf}=0.91$ 程度であり、平方根の逆数をとると約 1.05 となる。したがって、重量軽減による卓越振動数の増加はおおよそ 5%、残りが耐震改修による剛性増加に起因するものと考えられる。

また、卓越振動数の時間的推移を図 3 に示す。瓦降ろし工事 (2013 年 4 月~6 月頃)、瓦葺き工事 (2014 年 10 月~2015 年 7 月頃) の期間も併せて

示している。瓦および葺き土の重量が変化することによって卓越振動数も変動しているが、改修工事前後は安定して観測できている。

表 1 常時微動計測における卓越振動数[Hz]の比較

	NS 方向		EW 方向	
	1 次	2 次	1 次	2 次
2012 年平均	1.32	2.94	1.07	2.60
2016 年平均	1.39	3.14	1.16	2.77
比率	1.06	1.07	1.08	1.06

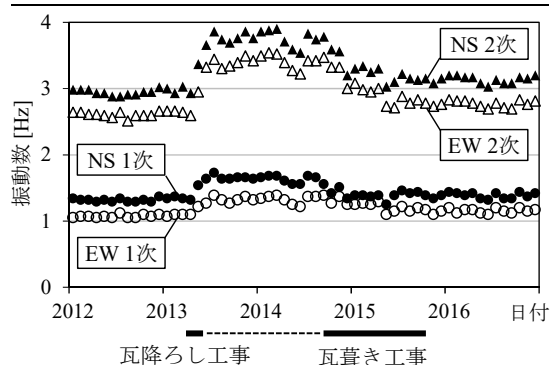


図 3 常時微動計測における卓越振動数[Hz]の推移
同様に常時微動計測におけるフーリエスペクトル比より得られた NS 方向の振動モード形状を図 4 に示す。横軸は最大値を 1 とした固有モード、縦軸は観測点高さで、下方から牛引き梁レベル 12.2m、二重牛引き梁レベル 19.6m、最頂部梁レベル 23.3m、それぞれ 1 層梁、2 層梁、棟木直下の高さに相当していると思ってよい。1 次モードは改修前後でほとんど変化していないが、2 次モードでは最頂部梁—二重牛引き梁間の変形が抑えられており、2 層屋根重量の軽減が影響していると考えられる。

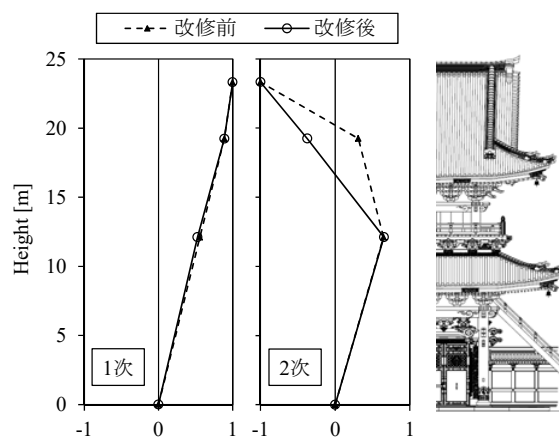


図 4 NS 方向振動モード形状の比較

一方、地震観測においては改修工事後、地震動が4度観測されているが、最大の計測震度が2.4と小さく、ダンパー補強の有効性を検証するには未だデータが不足している。今後も引き続き観測を継続してデータの蓄積を行っていく。

4 数値解析による補強効果の検証

ダンパー補強の効果を検証するため、2 質点系モデルを用いた時刻歴応答解析による改修前後の応答の比較を行う。解析には SNAP ver. 6 (株式会社構造システム) を用いる。解析モデルの諸量は、改修工事の設計資料に基づいて設定する。表 2 に各層の重量と階高を示す。1 層の組物層および下屋小屋組、2 層の小屋組は剛的に挙動するものと考えて質点として縮約し階高を設定している。

表 2 2 質点系モデルの重量と階高

	改修前[kN]	改修後[kN] (空葺き)	階高[m]
2層	6377	5690	4.280
1層	5984	5592	7.454

御影堂門において主な耐震要素は、板壁や柱梁接合部などのめり込み系要素および大径柱による柱傾斜復元力である。なお、既報³⁾で報告した解析モデルをベースとしているがダンパーの仕様を実際の状況に合わせて修正している。設計資料に基づいて NS 方向各層の復元力を算定した結果を図 5 に示す。2 層の差違は、重量軽減による傾斜復元力の減少によるものである。以上の諸量からなる解析モデルの固有振動数は、改修前が 1 次 0.49Hz、2 次 1.40Hz、改修後が 1 次 0.59Hz、2 次 1.51Hz である。

また、各耐震要素の履歴則を図 6 に示す。木材同士のめり込み系要素である板壁および柱梁接合部はスリップ型バイリニア、柱傾斜復元力は履歴ループを描かない 3 折れ線型履歴則を適用する。また、ダンパー要素はノーマルバイリニアを適用する。

入力地震動として御影堂門におけるこれまでの観測記録から、比較的遠隔地を震央とし 1 秒以上の長周期成分を多く含むものとして 2 波を選定した。表 3 に選定した 2 波の計測震度と最大地動速度 (PGV) を示す。eq2 は、2016 年熊本地震の本震が伝播してきたものである。

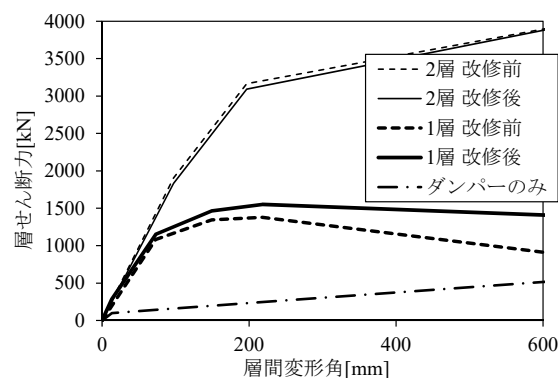
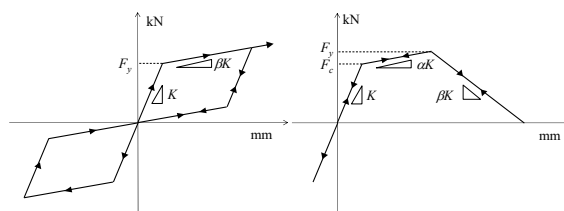


図 5 NS 方向各層およびダンパーの復元力包絡線



a) 板壁・接合部 b) 傾斜復元力

図 6 各要素の履歴則

表 3 観測地震動の概要
(計測震度, PGV は御影堂門基壇での値)

#	日付	震央	計測 震度	PGV [cm/s]
eq1	2004/9/5	東海道沖	3.3	2.4
eq2	2016/4/16	熊本地方	1.9	1.0

また、琵琶湖西岸に位置する花折断層帯で地震が発生した際の東本願寺サイトにおける想定地震動 (eq3) も入力地震動として用いる。それぞれの加速度応答スペクトルを図 7 に示す。図中、「-N」および「-E」の記号はそれぞれ NS、EW 成分であることを表している。eq3 は 1 方向のみの波形である。

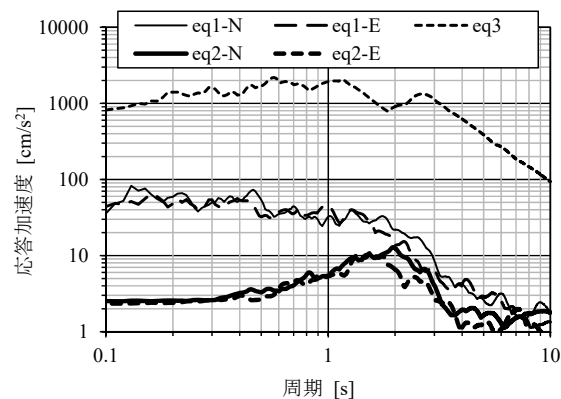


図 7 加速度応答スペクトル

eq1、eq2 は表 3 の PGV を見ても分かるように振幅が小さく、そのまま解析モデルに入力しても弾性範囲で収まってしまう。そこで、解析モデルが塑性域に入る程度になるよう、それぞれ加速度振幅を 10 倍して用いた。各層の最大層間変位を図 8 に示す。図中の百分率は改修前の最大層間変位に対する改修後の最大層間変位の割合を表している。eq2-E-10 のケースのように変位が小さいうちは、改修による補強効果は小さいが、変位がある程度大きい場合には補強効果が顕著になり最大層間変位が 50～60%に低減されていることが分かる。

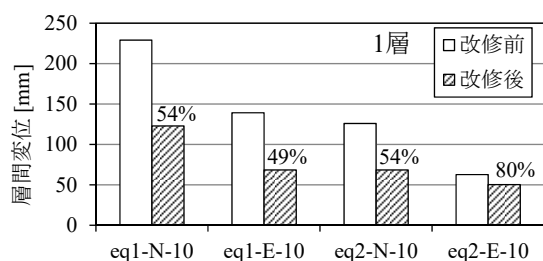


図8 eq1、eq2入力時の最大層間変位の比較

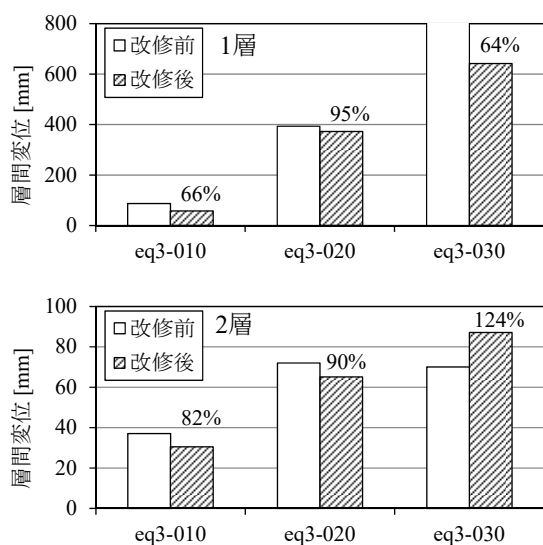


図 9 eq3 入力時の最大層間変位の比較

次に想定地震動 (eq3) を用いた結果を示す。eq1、eq2 と対照的に、当該地震動は最大の断層破壊シナリオにしたがっていることもあり、広い周期帯にパワーを持っており、PGV=220cm/s と非常に大きな地震動となっているため、ここでは加速度振幅を 0.1、0.2、0.3 倍に低減して用いた。各層の最大層間変位を図 9 に示す。改修前に比べて改修後の最大層間変位は低減されているが、eq1、eq2 の場合に比べると補強効果は小さくなっている。改修後であっても 1 層の層間変位が約 200mm を超えると復元力包絡線上で剛性が負になるため、応答変位が出やすくなるのが影響していると考えられる。

図 10 に層間変位の時刻歴波形を示す。eq1 では、継続時間が長く主要動の開始からしばらくして最大値を記録するのに対して、eq3 の場合、主要動の第 1 波で最大層間変位を記録するため、ダンパーによるエネルギー消費の効果が表れにくいことも補強効果が比較的小さかった一因として考えられる。

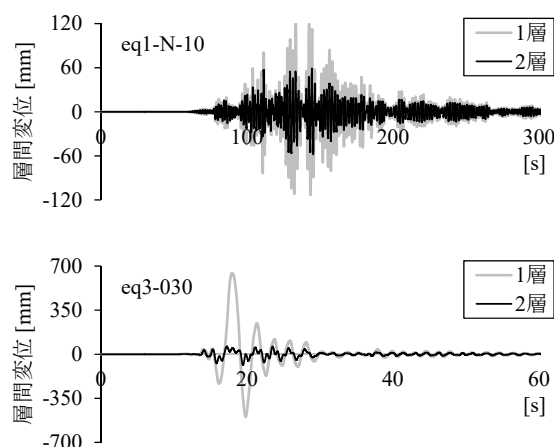


図 10 改修後モデルの層間変位の時刻歴波形

5 おわりに

階段下部に制震ダンパーを設置した寺院山門について、地震観測記録および質点系モデルによる時刻歴応答解析に基づいて、改修前後の振動特性の変化や補強効果について検証を行った。実際に施工した制震ダンパーの有効性を実証するには、比較的大きな観測記録が得られるまで待たねばならないが、少なくとも数値解析上は、1～2 秒の長周期成分を有し、継続時間が長いタイプの地震動に対して制震ダンパーによる補強効果が十分発揮されることが示された。

参考文献

- 1) 鈴木祥之, 前野将輝, 西塔純人, 北原昭男, 後藤正美, 須田達, 大下達哉: 伝統木造軸組の実大振動実験・静的水平力載荷実験, 日本建築学会構造系論文集, Vol. 68, No. 574, pp. 135-142, Dec. 2003.
- 2) 向坊恭介, 鈴木祥之: 階段を利用した伝統木造二重門の制震補強, 歴史都市防災論文集, Vol.10, pp.

31-38, Jul. 2016.

- 3) Kyosuke Mukaibo, Hideaki Tanahashi, Shinta Yoshitomi, and Yoshiyuki Suzuki: Seismic Reinforcement for Traditional Timber Gate Utilizing External Stairs, World Conference on Timber Engineering 2016, Aug. 2016.

第9回 免震構造・制振構造に関わる 研究助成の選考経緯及び結果

研究助成審査委員会
委員長 古橋 剛

【はじめに】

本年度の本協会の「研究助成事業」として研究課題を公募したところ、20件の応募がありました。研究助成審査委員会では応募書類を慎重に審査して、会長に2件の採用を上申しましたので、ここに採択の経緯を報告いたします。

【研究助成の概要】

助成対象となる研究は、「免震・制振建築物の発展、普及推進に寄与する調査研究」とし、採用件数は原則として2件以内、1件あたりの助成金額は100万円を上限としております。応募資格は、我が国の大学、研究機関、企業、NPO法人などに在籍する個人またはグループです。本年度は、協会は参考テーマとして、「長周期・長時間地震動に対する 免震・制振建物の研究等」という課題を設定し、応募は6件でした。その他の応募14件は、独自の研究課題でした。審査においては、設定課題と自由課題を等しく扱いました。公募期間は3月6日から4月30日としました。

【選考経緯】

研究助成委員会では、応募書類に述べられた研究目的と内容、研究方法、研究費の用途について慎重に審査しました。応募された研究課題は、それぞれ免震・制振の技術的な発展、社会への普及推進に有意義なものでした。

審査にあたっては、(ア) 免震・制振建築物に関連する技術の発展への貢献、(イ) 免震・制振建築物の社会への普及推進への貢献、(ウ) 研究方法の評価、(エ) 関連研究の動向に対する申請研究の独創性、(オ) 助成金の用途の妥当性等に留意しました。

選考は、まず申請者の名前を伏せた書類審査により全審査委員による1次審査を実施し、次に審査委員会を開催して、1次審査の評価、コメントを参考に審議を行い採択課題を決定しました。

【選考結果】

採択された研究課題と委員会の講評意見を、応募書類を受理した順に示します。

(1) 研究課題：エネルギー吸収デバイスを用いたRC造方立壁の有効活用に関する研究

代 表 者：毎田 悠承

所 属：千葉大学大学院

助成金額：100万円

講 評：RC構造の非構造壁は、非構造壁そのものあるいは主体構造の損傷防止のためにスリットで主体構造と縁が切られる設計が行われている。申請者は非構造壁である方立壁と主体構造とをエネルギー吸収デバイスで連結し、制振部材とすることで有効活用することを提案している。申請者は既に方立壁に鋼製ダンパーを適用したRC部分骨組のパイロット実験を行い、その効果を確認するとともに問題点も把握している。本研究は改良したデバイスを用いて、構造実験と数値解析を行い適切な接合方法や設計方法を確立しようとするものである。本研究課題に対しては、助成審査委員会では、RC壁の隙間で棒鋼を降伏させる機構は類似のものが従来からあること、実物件適用時の経済性の問題などに対する意見もあったが、一方、RC構造の積極的な制振化を試み、それを実験的に検証しようという研究の方向性が評価された。今後の同種の研究の発展に期待する意味も込めて本課題を採択した。

(2) 研究課題：2方向水平力を受ける間柱型せん断パネルダンパーのエネルギー消費性能に及ぼす周辺要素の影響

代 表 者：聲高 裕治

所 属：京都大学大学院

助成金額：100万円

講 評：鋼材系のせん断パネルダンパーは、ダンパーが設置された面内のみに変形を生じさせて詳細設計法の構築や塑性変形能力の確認が行われている。地震時には水平2方向の変形を受け、耐力低下、変形性能の低下、取付部の塑性化、取り付け部の応力伝達能力の喪失、大梁の応力伝達能力の喪失など望ましくない挙動が生じることが懸念されるが実験、検証は十分行われてはいない。申請者は既にせん断パネル単体の2方向繰返し載荷実験を行い耐力低下のない枠の設計法を確認している。本研究は、さらに取り付け部、大梁を有する部分架構試験体を用いて、載荷実験を行いその能力を確認しようとするものである。実験で網羅できないパラメータは有限要素解析でカバーし、得られた結果より2方向入力に対する建物の応答解析、2方向入力に対するダンパー周辺要素の設計法の整備に繋げようとしている。本研究助成の範囲内で、課題の研究をすべて完成することは難しいことは申請者も助成委員会も理解している。地道ながら重要な研究であると評価して本課題を採択した。

【おわりに】

本協会の研究助成は、案内を3月初旬、公募期間を4月末日までとし、審査を5月末に行い、6月初旬に選考結果を発表しています。その結果、研究の助成期間は6月初旬から3月末となっています。これは採択された研究者ができるだけ早く研究に着手できることが望ましいとの考えに基づくものです。その分、募集終了から審査にあたる工程がタイトとなっていますが、本年も審査委員および事務局のご協力により運営が可能となりましたことにお礼を申し上げます。

本年も多数の価値ある課題をご提案頂きました。参考テーマ部門6件、自由テーマ部門14件という応募数は例年より多く本研究助成の社会的認知度が向上した結果かと考えます。参考までに、ここ数年の応募件数を下に示します。

2014年度	参考テーマ部門：1件、自由テーマ部門： 8件
2015年度	参考テーマ部門：5件、自由テーマ部門： 6件
2016年度	参考テーマ部門：4件、自由テーマ部門： 7件
2017年度	参考テーマ部門：6件、自由テーマ部門：14件

ご提案頂いた全応募者の方にはお礼を申し上げるとともに、全課題を採択できないことについてはご了解頂きたいと思います。今後とも本研究助成がより効果的に役立つように運営を心がける次第であることを申し述べるとともに、免震・制振建築物に関連する技術の発展、その社会へ普及推進に寄与することを期待して報告いたします。

【選考委員】

＜研究助成審査委員会＞

古橋 剛（委員長）、荻野伸行、坂田弘安、竹中康雄、田村和夫

平成29年度通常総会議事録

日 時 平成29年6月8日（木）
開 会 午後4時
会 場 明治記念館2階「孔雀」東京都港区
元赤坂2-2-23
総表決数 329個
表 決 数 249名（出席者78名、表決委任者171名）
定 足 数 165個

■ 議案

第1号議案 平成28年度事業報告承認の件
第2号議案 平成28年度収支決算承認の件
その他

■ 議事の経過及び結果

1) 開会

定刻に至り、事務局より開会が告げられた。

2) 定足数の報告

事務局より、本日の通常総会は定足数を満たしたので、有効に成立する旨が告げられた。

3) 会長挨拶

「協会設立より23年が経ち、免震構造も沢山作られ、地震にも遭遇してきましたが、おかげ様で、少なくとも免震構造そのものが大きなダメージを受けることなく進んできました。

ポストモダン等の言葉がありますが、ポスト・ダクティリティ・オブ・フレームなど、骨組みの塑性化に期待する設計は、今日からやめようというくらいの覚悟で免震を広げて行きたい。」と語った。

4) 議長選出及び議事録署名人選出

議長の選出について諮ったところ、満場一致をもって和田 章会長が議長に選任された。

続いて、議事録署名人2名には、千馬一哉氏（第

一種正会員）と田村和夫氏（第二種正会員）が選任され、兩人とも承諾した。

5) 議案審議

第1号議案 平成28年度事業報告承認の件

第2号議案 平成28年度収支決算承認の件

議長は、事務局に説明を求め、沢田専務理事より資料に基づき事業報告、収支決算及び公益目的支出計画実施報告書の説明があった。続いて竹内監事よりこれらの監査報告があった後、審議に入ったが、第1号議案及び第2号議案は異議なく原案のとおり承認された。

その他

・議長より、その他審議事項の有無の確認があったが、新たな審議事項はなかった。

6) 報告事項

・沢田専務理事より、先月5月17日に立道郁生理事逝去の報告があり、本総会において、故立道郁生理事のご冥福をお祈りし、全員で黙祷を捧げた。

・沢田専務理事より、平成29年度事業計画及び収支予算の報告があった。

また、今期役員については、立道理事逝去のため、昨年の総会にて補欠理事で承認された、坂田氏弘安氏が理事に就任する旨の報告があった。任期は、前任者の残任期間となる。

・古橋委員長より、「研究助成」の選考結果報告があった。

・可児顧問より、免震データ集積結果報告があった。

・沢田専務理事より、配布資料の出版図書の案内について説明があった。

・沢田専務理事より、口頭にて下記の報告があった。

①大型実験装置の設置について

協会で委員会を設置して検討を行った、構造部材の大容量三方向動的加力装置は、本年4月に東京工業大学内に笠井教授を中心とした、産学連携の実大加力工学共同研究講座が開設された。また、日本学術会議の重点大型研究計画に選定され、本年度の国の予算化が期待されている。

②TR社試験立ち会いについて

高減衰ゴム系積層ゴムG0.35については、昨年6月にその性能が確認された旨、国土交通省およびTR社に報告した。昨年夏に、同社が自主的に米国カリフォルニア大学サンディエゴ校の大型試験機を用いた実大動的2方向試験では、水平方向の破断歪が既定の400%を超える良好な結果が得られた。昨年8月より交換用の製造を開始しており、社内試験全数について協会が立ち会っている。G0.62は、大臣認定項目の確認試験に立ち会い、3月にその性能が確認された旨、国土交通省およびTR社に報告した。今後、ほかの製品についても同様の対応を行ってゆく。

以上の報告をもって、定款第14条第6項に規定する代表理事及び業務執行理事の職務執行報告とする。

7) 閉会

以上をもって、一般社団法人日本免震構造協会平成29年度通常総会の全ての議事及び報告を終了したので、議長は午後5時に閉会を告げた。

以上、審議及び結果について、この議事録が正確公正であることの証として、議長及び議事録署名人3名が下記に署名捺印する。

平成29年6月8日

議長（代表理事） 和田 章

議事録署名人 千馬 一哉

議事録署名人 田村 和夫

平成28年第3回 理事会議事録

日 時：平成29年5月17日（水）15:00～17:30

会 場：建築家会館1階大ホール 東京都渋谷区
神宮前2-3-16

出席者：会 長 和田 章
副会長 鳥井信吾、市川 康
専務理事 沢田研自
理 事 安達俊夫、大熊武司、神田 順
鈴木重信、曾田五月也、田村和夫
中澤昭伸、西村 功、野中康友
細澤 治、森高英夫、山崎達司
監 事 三町直志、細野幸弘
事務局 可児長英、佐賀優子
欠席者：副会長 丑場英温
理 事 加藤直樹、勝俣英雄、児嶋一雄、
北村春幸、島崎和司、立道郁生、
古橋 剛、三田 彰
監 事 竹内 徹
事務局 可児長英、佐賀優子

配布資料

- 資料① 会員動向について
- 資料② 総会のスケジュールについて
- 資料③ 免震データ集積結果報告について
- 資料④ 平成29年度国土交通省からの受託業務について
- 資料⑤ 特別委員会2件の設置および委員長の承認について
- 資料⑥ 委員委嘱の承認について
- 資料⑦ 平成28年度事業報告および決算について

◇開 会

定刻になり事務局より開会が告げられ、引き続き和田会長の挨拶があった。

◇定足数の報告

事務局より、本日の理事会は理事の過半数の出席（出席16名/総数25名）があり、
定足数を満たし、理事会が成立する旨が告げられた。
定款第34条により和田会長が議長となった。

◇議事録署名人

定款第37条により、和田 章代表理事と出席監事の細野幸弘監事と三町直志監事が、議事録署名人になった。

◆報告事項

1) 会員動向について …………… 資料①

資料①に基づき、説明があった。
会員動向については、年度末に伴い第2種正会員が14名退会、賛助会員が3社退会し、会員数が減少した。平成29年5月17日現在の会員数は、第1種正会員90社（2口14社・1口76社）、第2種正会員240名・賛助会員105社である。

2) 監事監査について

5月8日、監事3名で財産及び会計、理事の業務執行の状況について、監査を実施した。

3) 総会のスケジュールについて …………… 資料②

6月8日の総会は、16:00からはじまり、終了後、協会賞の表彰式および優秀修士論文賞表彰式、18:00より懇親会の予定である。

4) 免震データ集積結果報告について …… 資料③

法人会員の協力の元、2015年末までのデータ集積結果は、資料③の通りである。
免震4139棟で、年間150棟。官庁・民間、戸建住宅、免震レトロフィット等の推移グラフが示された。

5) 平成29年度国土交通省からの

受託業務について …………… 資料④
平成29年度の対象国は、マレーシア、インドネシア、インドの3国。国交省補助金1,200万円程度として公募があり、当協会は応募する予定としている。概要は資料④の通り。

6) 大型実験装置の設置について

東工大の笠井教授は、4月より特任教授となった。特任講座で試験装置の詰めを進める予定である。協会では、WGなどで協力を続ける予定である。

◆審議事項

第1号議案 特別委員会2件の設置および委員長の承認について …………… 資料⑤

既存システムの見直しと次世代システムのコンセプトを検討事項に掲げ、「次世代免震システムの検討委員会」の設置、委員長には、北大の菊地 優氏が提案された。また、免震構造の設計法、施工法、管理技術等の国際標準化を提案することを目的に、「ISOTC98「構造物の設計の基本への提案委員会」の設置、委員長には、豊橋技科大の齊藤大樹氏が提案された。

審議に入り、異議なく承認された。

第2号議案 委員委嘱の承認について …… 資料⑥

委員会委員委嘱9名についての説明があった。

審議に入り異議なく承認された。

第3号議案 平成28年度事業報告および決算について …………… 資料⑦

事務局より、資料⑦にもとづき説明があった。

事業期間は、平成28年4月1日から平成29年3月31日まで、平成28年度は、通年の事業の継続のほかに、国土交通省からの受託事業「ルーマニアに対する我国建築基準の普及促進事業」を実施した。収支決算は、経常収益：1億2,346万円、経常費用：1億1,784万円、当期経常増減額：562万円であった。平成29年3月31日現在の貸借対照表の正味財産は、1億3,480万円であった。公益目的支出計画実施報告については、13年計画で6年目となり、本年度の支出額は1,160万円。公益目的財産残額は、5,281万円との報告があった。

審議に入り、異議なく承認された。

その他

議長より、理事及び監事全員から、意見を求めた。要旨は下記の通りである。

次世代免震システムの検討委員会について

・次世代免震システムの検討委員会設置は興味がある。よい成果が出ればと思う。

「積層ハンドブック」は、17年ぶりに改訂される。日本ゴム協会とJSSIの共編。年内に発行される予定である。

・熊本地震での積層ゴム状況は、カバーが外れただけでとのことで安心した。次世代免震システムの検討委員会に興味を持った。当初の免震は規模が小さかったが、最近は入力も大きくなりだんだん厳しくなる。最終的に上部構造の加速度をどこまで許容出来るかなど検討してほしい。免震システムの研究に限定せず、上部構造を含めたハイブリッド構造など活路を見出してほしい。

・免震支承の鉛直剛性の問題に取り組む。次世代免震システムの検討委員会について、当初より分かっているとしてきたことが変わってきた、地震動も様々であることなどを整理し、クライテリアも変えるなど本質に戻り、発想は大胆に、夢のある取り組みを期待する。

・次世代免震システムの検討委員会に期待する。免震構造の確かな性能を示し、免震構造の素晴らしさを説明していきたい。以前は、新築の免震でも支承の鉛直剛性の違いを検討していた。レトロフィットではきちんと考えている。免震建築の数が減ってきているのは、大規模建物で制振が増えていることにもよる。免震・制振の全体の数では増えてきているのではないかな。

・次世代免震システムでの名前は、免震構造ではなく応答制御とすべきではないか。免震構造はもっと普及してほしい。熊本地震でわかったように、建物は継続使用できる様にすべきである。日本では壊れないだけの建物ではだめで、免震構造をどのように普及させるかにおいて協会の役割は重要である。社会にアピールしてほしい。

・次世代免震システムの検討委員会に期待する。自動車業界では、衝突防止システムのような先進的な取り組みがある。特定のメーカーから始まり、自動車業界全体の信頼に至っている。免震構造にあてはめると、大型試験装置が出来れば、特定メーカーだけの技術開発ではなく協会も加わり、免震全体の信頼を上げるように、社会に発信できることを期待する。

免震データ集積について

- ・免震データ集積では、免震が減っているように見える。2015年頃から免震で設計した物件に対しVEの名のもとに耐震設計に変更されるものあり。せめて免震構造ありきのVE提案であってほしい。施主の予算と合わないということが原因かもしれない。耐震性能が違うにも関わらず初期建設費の問題に変わってしまう。最近の工事費の高騰が免震の減っている一因かもしれないが、一事務所で対応が難しい。協会の力で免震建物を造る側にも免震の普及啓蒙的な活動をしてほしい。
- ・免震データ集積では、件数が減ってきている。耐震性能が良いのに件数が減るのは、コストの他に我々の気がついていない重要項目やアプローチがあるのではないか。
- ・免震データ集積では、震災後2～3年で減って定常状態に戻っている。地震があれば増えるのではなく、きちんとした形で普及定着して欲しい。長期的には、日本は人口減少社会に向かい社会インフラの維持更新の重要性が増し、免震構造はもっと普及すべきである。免震は、耐震性能だけではなく基礎を固定していないため長持ちする建物だと思う。性能設計等を拠り所としてもっと普及することを期待する。
- ・免震データ集積で、日本は150～200棟/年だが、中国では免震が伸びている。金額にして、日本は130～140億円/年、中国では400億円/年である。中国の価格が安いことを考えると、相当な勢いで増えている。日本で免震を如何に普及させていくかは、協会の課題として捉えるべきである。

TR社の積層ゴム取り換えについて

- ・TR社の高減衰ゴム交換が進んでいる。構造的に問題が無いのに形式的に違反しているから取り替えている様に見受けられる。建物全体の性能が大切。協会としてどのように整理し共通認識とすべきか考える必要がある。

- ・日本では、社会的に法律違反と言った瞬間にだめであるとなるが、社会システムのどのようにするべきか啓発して行くべきか考えさせられる。
- ・TR社の積層ゴム取り換えについて、現場では搬入搬出ルートやピットがなく取り換えられない等の問題が散見されるが、交換をマイナスに捕らえず世界でも類の無い経験をしているので、各社とも技術開示をし、協会から世界に発信したら良いと思う。

その他

- ・日本建築学会から基礎構造設計指針の改訂版が発行予定。建築学会大会のPDで発表する。協会に関係するのは免震ピットなど、ご意見があればいただきたい。
- ・耐風設計指針において、制振についても記載するが、4月より作業を始めている。免震の場合は免震層の問題として考えやすいが、制振では本体との関わりもあり難しいが論点を整理して進める。基本的には疲労の話、供用期間中の累積をどのように考えるか。併せて免震の耐風設計指針も改定する予定である。
- ・プレゼンテーションする時に、「免震・制振・耐震」の違いがわかりにくい。エンドユーザーに、免震は判るが制振はわかりにくい。後ろだて出来るシステムがあればよいと思う。

以上ですべての議案の審議並びに報告を終了し、17：30に閉会した。

◇閉 会

平成29年5月17日

議 長（代表理事）	和田 章
議事録署名人（監事）	細野 幸弘
議事録署名人（監事）	三町 直志

オイルス式弾性すべり支承（角型・20MPa・G6・ μ 0.014）

認定番号：MVBR-0563

認定年月日：平成 27 年 10 月 19 日

評価番号：BCJ 基評-IB0947-01

製作・問合先

オイルス工業(株) 免制震事業部 営業部

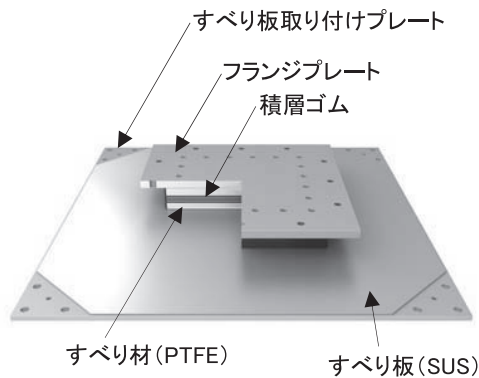
TEL：03-5781-0314、FAX：03-5781-0318

E-Mail：di.web@oiles.co.jp

1. 特徴

オイルス式弾性すべり支承（角型・20MPa・G6・ μ 0.014）は、天然ゴムを主要材料としたゴムと内部鋼板を交互に積み重ね加硫接着した積層ゴムにすべり材を組み込み、すべり材の相手材として鋼板に取り付けたすべり板を設けている免震装置である。積層ゴムは、内部鋼板の防錆、積層ゴムのオゾン等に対する耐候性を考慮し、外周部に被覆ゴムを設けている。すべり材は充填材入りの PTFE を使用し、すべり板はステンレス板を用いている。

2. 構造及び材料構成



弾性すべり支承の概略図

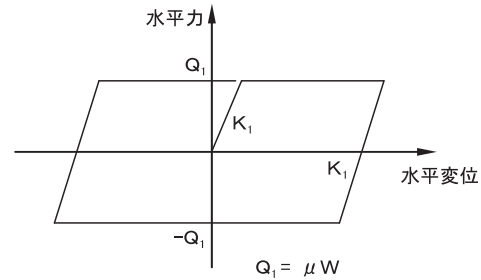
構成材料

名称	材料
フランジプレート・ 連結鋼板	SS400(JIS G 3101) SN490(JIS G 3136) SM490(JIS G 3106)他
支圧板・ すべり板取り付けプレート	SS400(JIS G 3101) SN490(JIS G 3136) SM490(JIS G 3106)他
内部鋼板	SS400(JIS G 3101) SPHC(JIS G 3131) SPCC(JIS G 3141)
ゴム	天然ゴム
すべり材	充填材入りPTFE
すべり板	SUS304(JIS G 4304) SUS316(JIS G 4304)

3. 寸法及び形状

形状	角型	
せん断弾性係数 (N/mm ²)	0.588	
ゴム総厚 (mm)	36	96
ゴム外形 (mm)	300~1400	500~1400
すべり材径 (mm)	275~500	275~500
一次形状係数	34.8~41.7	28.3~32.9
二次形状係数	8.3~38.9	5.2~14.7

4. 基本特性



W：鉛直荷重

 μ ：摩擦係数Q₁：切片荷重K₁：一次剛性・摩擦係数の基準値： μ 0.014（面圧：20N/mm²，速度：400mm/s の時）

・摩擦係数の面圧・速度依存式

$$\mu(\sigma, v) = (0.07 - 0.036 \cdot \exp(-0.04 \cdot v)) \cdot \sigma^{-0.54}$$

 σ ：面圧 (N/mm²)， v ：速度 (mm/s)

5. 鋼材の防錆処理

主な防錆処理

仕様	規格等
塗装	下地処理：ブラストにより防錆 下塗り：ジンクリッチペイント (75 μ m) 中塗り：エポキシ樹脂系塗料 (60 μ m) 上塗り：エポキシ樹脂系塗料 (35 μ m) 塗装膜厚は合計 170 μ m 以上

6. 製品コード

SSR - N 20 - 6 030 S 36

① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦

- ① 種別：SSR ⇒ 弾性すべり支承
- ② タイプ（摩擦係数）：N ⇒ μ 0.014
- ③ 基準面圧：20 ⇒ 20N/mm²
- ④ せん断弾性係数：6 ⇒ G6 (0.588N/mm²)
- ⑤ ゴム有効外形：030 ⇒ 300mm
- ⑥ ゴム形状：S ⇒ Square Type（角型）
- ⑦ ゴム総厚：36 ⇒ 36mm

日本免震構造協会 性能評価及び評定業務

日本免震構造協会では、平成16年12月24日に指定性能評価機関の指定(指定番号:国土交通大臣 第23号)を受け、性能評価業務を行っております。また、任意業務として、申請者の依頼に基づき、評定業務を併せ行っております。

ここに掲載した性能評価及び評定完了報告は、日本免震構造協会の各委員会において性能評価及び評定を完了し、申請者より案件情報開示の承諾を得たものを掲載しております。

建築基準法に基づく性能評価業務のご案内

◇業務内容

建築基準法の性能規定に適合することについて、一般的な検証方法以外の方法で検証した構造方法や建築材料については、法第68条の25の規定に基づき、国土交通大臣が認定を行います。これは、日本免震構造協会等の指定性能評価機関が行う性能評価に基づいています。

◇業務範囲

日本免震構造協会が性能評価業務を行う範囲は、建築基準法に基づく指定資格検定機関等に関する省令第59条各号に定める区分のうち次に掲げるものです。

①第2号の2の区分(構造性能評価)

建築基準法第20条第1項第一号(第二号ロ、第三号ロ及び第四号ロを含む)の規定による、高さが60mを超える超高層建築物、または免震・制振建築物等の時刻歴応答解析を用いた建築物

②第6号の区分(材料性能評価)

建築基準法第37条第二号の認定に係る免震材料の建築材料の性能評価

◇業務区域

日本全域とします。

◇性能評価委員会

日本免震構造協会では、性能評価業務の実施に当たり区分毎に専門の審査委員会を設けています。

①構造性能評価委員会(第2号の2の区分) 原則として毎月第1水曜日開催

②材料性能評価委員会(第6号の区分) 原則として毎月第1金曜日開催

◇評価員

構造性能評価委員会			材料性能評価委員会		
委員長	壁谷澤寿海	(東京大学)	委員長	曾田五月也	(早稲田大学)
副委員長	田才 晃	(横浜国立大学)	委員	高山 峯夫	(福岡大学)
委員	楠 浩一	(東京大学)		田村 和夫	(千葉工業大学)
	島崎 和司	(神奈川大学)		西村 功	(東京都市大学)
	曾田五月也	(早稲田大学)			
	土方勝一郎	(芝浦工業大学)			
	元結正次郎	(東京工業大学)			

◇詳細案内

詳しくは、日本免震構造協会のホームページをご覧ください。

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

●評定業務について

積層ゴム支承の交換工事に関するセカンドオピニオンとして、評定業務を実施しております。

委員構成は上記評価員に加えて、利害関係のない民間企業の施工の専門家を加えて審査致します。

国内の免震建物一覧表

国土交通省から公表された大臣認定取得免震建物のうち、ビルディングレター（日本建築センター）に掲載されたもの、及び当協会免震建物データ集積結果により作成しています。間違いがございましたらお手数ですがFAXまたはe-mailにて事務局までお知らせください。また、より一層の充実を図るため、会員の皆様からの情報をお待ちしておりますので、宜しくお願いいたします。

出版部会 FAX:03-5775-5434 E-MAIL:jssi@jssi.or.jp

免震建物一覧表

No.	認定番号	認定年月	評価番号	件名	設計	構造	建築概要					最高高さ(m)	建設地(市まで)	免震部材
							構造	階	地下	建築面積(m ²)	延べ床面積(m ²)			
1	MNNN - 4556	2010/1/15		(仮称)あいおい損保成増ビル		大成建設	RC	10	-		8,246	46.73	東京都板橋区	NRB ESL
2	MNNN - 4580	2010/1/21	ERI-J09028	(仮称)船田マンション	大和ハウス工業	大和ハウス工業 構造計画研究所	RC	7	-	294.6	1833.8	20.9	東京都墨田区	鉛プラグ入り天然積層ゴム
3	MFNN - 4584	2009/12/18		(仮称)エンバイアコープ建替計画	大成建設	大成建設	RC	13	2		12,055	47.7	東京都新宿区	天然ゴム系積層ゴム 弾性すべり
4	MNNN - 4601	2010/1/21	JSSI-構評-09008	(仮称)小林様免震MS	スターツCAM	スターツCAM 伸構造事務所	WRC	5	0		938	16.0	神奈川県川崎市	鉛プラグ入り積層ゴム 回転機構付すべり支承
5	MNNN - 4602	2010/1/21	JSSI-構評-09007	(仮称)品川区在来5丁目プロジェクト	スターツCAM	スターツCAM 能勢建築構造研究所	RC	6	0		1,283	17.1	東京都品川区	鉛プラグ入り積層ゴム 回転機構付すべり支承
6	MNNN - 4621	2010/1/28	UHEC評価-構21021	(仮称)東海大学伊勢原職員寮	大成建設	大成建設	RC	10	-	1329.7	8242.9	29.2	神奈川県伊勢原市	天然ゴム系積層ゴム支承 弾性すべり支承
7	MNNN - 4624	2010/2/2	ERI-J09027	武蔵野大学有明キャンパス	大成建設	大成建設	RC	13	1	1822.2	17970.8	52.9	東京都江東区	鉛入り積層ゴム 天然積層ゴム
8	MNNN - 4632	2010/2/22	UHEC評価-構21029	(仮称)美竹ビルマンション建替事業施工再建マンション	UG都市建築	小堀輝二研究所	RC	17	3	2036.4	27080.4	59.4	東京都渋谷区	鉛プラグ入り積層ゴム支承 天然ゴム系積層ゴム支承 オイルダンパー
9	MNNN - 4651	2010/2/22		伊方発電所新事務所(仮称)			RC	7	-		約6,770	32.00	愛媛県西宇和郡	SL
10	MNNN - 4658	2010/2/24	ERI-J09033	新潟大学医歯学総合病院外来診療棟	教育施設研究所	教育施設研究所	RC	6	1	11140.1	276877.7	35.3	新潟県新潟市	鉛入り積層ゴム すべり支承 オイルダンパー
11	MNNN - 4665	2010/3/3		(仮称)帝京大学板橋キャンパス大学棟	山下設計 石本建築事務所	山下設計 石本建築事務所	S	10	有		92,304		東京都板橋区	NRB
12	MNNN - 4679	2010/3/3	ERI-J09030	公立高島総合病院	内藤建築事務所	内藤建築事務所 エスバス建築事務所	RC	5	-	4080.5	13995.8	25.5	滋賀県高島市	天然ゴム系積層ゴム支承 鉛プラグ入り積層ゴム支承 直動レール式転がり支承
13	MNNN - 4683	2010/3/30	ERI-J09035	(仮称)南大塚女子学生会館	総研設計	総研設計	RC	9	-	325.6	2580.0	28.5	東京都豊島区	鉛入り積層ゴム
14	MNNN - 4705	2010/3/3	JSSI-構評-09011	(仮称)宇田川様マンション	スターツCAM	スターツCAM ダイナミックデザイン	RC	6	0		1,446	18.86	東京都江戸川区	LRB BSL
15	MNNN - 4707	2010/3/3	JSSI-構評-09012	(仮称)松浦様マンション	スターツCAM	スターツCAM	RC	5	-	152.5	730.3	15.5	東京都江戸川区	回転機構付すべり支承 復元ゴム
16	MNNN - 4737	2010/3/30	ERI-J09036	市立奈良病院	内藤建築事務所	内藤建築事務所 伸構造事務所	RC	5	-		25881.7	20.6	奈良県奈良市	鉛プラグ挿入型積層ゴム 天然ゴム 弾性すべり支承 直動レール式転がり支承
17	MNNN - 4738	2010/3/3	BCJ基評-IB0821-01	新三重県立博物館(仮称)	日本設計	日本設計	SRC	2	1		11,583	18.91	三重県津市	NRB SD LD
18	MNNN - 4778	2010/5/10		新中津市民病院	佐藤総合計画		RC	5	-		19,776	-	大分県中津市	NRB LRB ESL
19	MNNN - 4780	2010/4/23	BCJ基評-IB0820-01	甲府地方合同庁舎		三菱地所設計	RC	10	0		18,380	41.46	山梨県甲府市	
20	MNNN - 4795	2010/5/10		中笠部本宅	三角屋	竹中工務店	WRC	2	1		1,657		愛知県半田市	SLR その他
21	MNNN - 4803	2010/4/19	JSSI-構評-09010	中川様マンション	スターツCAM	スターツCAM	RC	3	0		689	9.68	東京都江戸川区	LRB BSL
22	MNNN - 4816	2010/5/10	JSSI-構評-09015	(仮称)小田嶋様免震マンション	スターツCAM	スターツCAM 能勢建築構造研究所	RC	6	0		1,758	18.21	東京都足立区	LRB BSL
23	MNNN - 4840	2010/3/30	BCJ基評-IB0786-02	(仮称)浜岡事務所免震棟	中部電力 鹿島・中電不動産JV	中部電力 鹿島・中電不動産JV 小堀輝二研究所	RC SRC	4	-	1587.8	6134.5	19.3	静岡県御前崎市	天然ゴム系積層ゴム 鉛プラグ入り積層ゴム すべり系支承 オイルダンパー
24	MNNN - 4841	2010/5/24	GBRC建評-09-022C-008	(仮称)京阪神不動産西心斎橋ビル	日建設計	日建設計	S.SRC,RC	10	1		1,876	47.3	大阪府大阪市	天然ゴム系積層ゴム支承 オイルダンパー 鋼材ダンパー 鉛ダンパー
25	MNNN - 4846	2010/5/24	KE-ST001-09	武蔵浦和駅第1街区第一種市街地再開発事業B1棟(公益施設棟)	戸田建設	戸田建設	S	10	1		14538.8	41.6	埼玉県さいたま市	天然ゴム 弾性すべり支承 オイルダンパー
26	MNNN - 4848	2010/6/22	ERI-J09042	那覇市新庁舎	国建	国建 構造計画研究所	RC	12	2	4964.9	38742.4	51.4	沖縄県那覇市	鉛入り積層ゴム
27	MNNN - 4849	2010/7/6		小牧市新庁舎	山下設計	山下設計	S	6	1	3649.1	17049.5		愛知県小牧市	LRB
28	MNNN - 4857	2010/5/28	JSSI-構評-09017	(仮称)静岡駅南口ホテル	レーモンド設計	ダイナミックデザイン	RC	13	-		5,321		静岡県静岡市	BSL LRB
29	MNNN - 4858	2010/5/24	JSSI-構評-09016	(仮称)白子様緑が丘2丁目プロジェクト	スターツCAM	スターツCAM	RC	5	0		1,494	14.40	東京都目黒区	LRB BSL
30	MNNN - 4885	2010/6/9		東和薬品(株)山形新工場プロジェクト 無菌製剤棟	鹿島建設	鹿島建設	SRC	3	-		8000.0	19.5	山形県上山市	天然ゴム系積層ゴム 鉛プラグ入り積層ゴム オイルダンパー
31	MFNN - 4886	2010/6/24		早稲田大学グリーン・コンピューティングシステム研究開発センター	山下設計 竹中工務店	山下設計 竹中工務店	S	8	-		5155.1		東京都新宿区	LRB SL
32	MNNN - 4905	2010/6	GBRC建評-10-022C-002	新佐賀県立病院好生館(仮称)病院棟	日建設計	日建設計	S.SRC,RC	9	0		11,931	35.0	佐賀県佐賀市	天然ゴム系積層ゴム 鋼材ダンパー オイルダンパー

No.	認定番号	認定年月	評価番号	件名	設計	構造	建築概要					軒高(m)	最高高さ(m)	建設地(市まで)	免震部材
							構造	階	地下	建築面積(m ²)	延べ床面積(m ²)				
33	MNNN - 4919	2010/6/23	ERI-J09044	アステラス製薬(株) 新5号館 実験棟	鹿島建設	鹿島建設	PCaPC	2	-		5649.0	10.8		茨城県つくば市	鉛プラグ入り積層ゴム 弾性すべり支承
34	MNNN - 4920	2010/6/23	ERI-J09045	アステラス製薬(株) 新5号館 特室(抽出機)	鹿島建設	鹿島建設	PCaPC	1	-		240.0	5.8		茨城県つくば市	鉛プラグ入り積層ゴム 弾性すべり支承
35	MNNN - 4929	2010/7/1	TBTC基評-2-2B-10001	第一生命相互館建替計画、相互館110タワー	清水建設	清水建設	CFT	12	3		24,420			東京都中央区	LRB NRB OD
36	MNNN - 4948	2010/6/9	BCJ基評-IB0779-03	(仮称)F1免震重要棟	東電設計 鹿島建設	東電設計 鹿島建設	SRC (一部S)	3	0		3,601	10.67		福島県双葉郡	NRB LRB SL OD
37	MNNN - 4962	2010/6/30	BCJ基評-IB0784-03	阿佐ヶ谷プロジェクト	杉浦英一建築設計事務所	構造計画研究所 清水建設	RC	3	-	255.0	506.4	8.9	9.0	東京都杉並区	天然ゴム系積層ゴム支承 空気ばね スライダー ロッキング抑制付オイルダンパーシステム 水平方向オイルダンパー
38	MNNN - 4963	2010/6/30	BCJ基評-IB0810-02	(仮称)竹田総合病院2期	伊藤喜三郎建築研究所	伊藤喜三郎建築研究所	RC	11	-	5382.7	41588.6	46.3	47.0	福島県会津若松市	天然ゴム系積層ゴム 鉛プラグ入り積層ゴム
39	MNNN - 4986	2010/7/14	JSSI-構評-09014-1	(仮称)鈴木様弦巻4丁目免震プロジェクト	スターツCAM	スターツCAM 能勢建築構造研究所	RC	5	0		2,324	14.80		東京都世田谷区	LRB BSL
40	MNNN - 4988	2010/7/30		介護老人保健施設(仮称)ケアセンターベル 新築計画		NCU・高環境エンジニアリング	RC	6	-		8,237			東京都青梅市	NRB ESL
41	MNNN - 4990	2010/7/30	UHEC評価-構21043	新総合太田病院(仮称)	日建設計	日建設計	RC	7	-	8184.4	32761.2	29.5	36.6	群馬県太田市	天然ゴム系積層ゴム支承 剛すべり支承 鋼製U型ダンパー
42	MNNN - 4997	2010/8/12		データセンター	ニュージェック	ニュージェック	RC	9	-		11526.3	42.2		大阪府大阪市	高減衰ゴム系積層ゴム オイルダンパー 鋼製U型ダンパー
43	MNNN - 4999	2010/8/4		(仮称)三郷中央駅前計画 C棟	安宅設計	安宅設計	RC	12	-					埼玉県三郷市	LRB
44	MNNN - 5029	2010/8/6	ERI-J10001	オムロンヘルスケア新拠点	鹿島建設	鹿島建設	SRC	7	-		16320.0	28.7		京都府向日市	鉛プラグ入り積層ゴム 天然ゴム系積層ゴム
45	MNNN - 5035	2010/8/20	UHEC評価-構22005	(仮称)津田沼区画整理31街区プロジェクト(A棟)	フジタ	フジタ	RC	20	-	787.1	13979.9	59.5	65.5	千葉県習志野市	鉛プラグ入り積層ゴム支承 弾性すべり支承
46	MNNN - 5036	2010/8/20	UHEC評価-構22006	(仮称)津田沼区画整理31街区プロジェクト(D棟)	フジタ	フジタ	RC	17	-	947.2	11740.8	51.1	57.2	千葉県習志野市	鉛プラグ入り積層ゴム支承 弾性すべり支承
47	MFNB - 5050	2010/7/30	BCJ基評-IB0801-03	(仮称)大林組技術研究所新本館	大林組	大林組	S RC	3	-	3273.3	5526.4	13.7	18.5	東京都清瀬市	天然ゴム系積層ゴム オイルダンパー アクチュエータ 剛性調整バネ トリガー機構
48	MNNN - 5063	2010/9/13		安芸総合庁舎建替建築主体工事	現代建築計画事務所	構造計画研究所	RC	6	-		4852.0			高知県安芸市	HDR
49	MNNN - 5064	2010/9/22	ERI-J10003	(仮称)南千里駅前公共公益施設整備事業	大建設計 奥村組	大建設計 奥村組	S (一部SRC)	8	2		13,302	37.71		大阪府吹田市	天然ゴム系積層ゴム 鉛入り積層ゴム
50	MNNN - 5074	2010/9/13	UHEC評価-構22003	(仮称)津田沼区画整理31街区プロジェクト(B棟)	フジタ	フジタ	RC	20	-	1156.1	15379.2	59.5	65.5	千葉県習志野市	鉛プラグ入り積層ゴム支承 弾性すべり支承
51	MNNN - 5081	2010/9/22	ERI-J10010	徳島中央広域連合本部・東消防署庁舎	松田平田設計	松田平田設計	RC PC	3	-	920.2	2375.9	15.1	16.2	徳島県吉野川市	鋼プラグ挿入型積層ゴム支承 天然ゴム系積層ゴム支承 直動転がり支承
52	MNNN - 5083	2010/9/30	ERI-J10005	公立甲賀病院	内藤建築事務所	内藤建築事務所 織本構造設計	RC	5	-	8088.5	29103.0	20.6	21.6	滋賀県甲賀市	鉛プラグ入り積層ゴム支承 天然ゴム系積層ゴム支承 転がり支承 減衰こま
53	MNNN - 5103	2010/9/2		メディセオ名古屋ALC(仮称)	Okamoto総合建築事務所	大本組	S	4	-		24,617			愛知県清須市	天然ゴム系積層ゴム
54	MNNN - 5115	2010/8/24	ERI-J0905	社会医療法人 泉和会 千代田病院	伊藤喜三郎建築研究所	伊藤喜三郎建築研究所	RC	6	-		16,708	27.74		宮城県日南市	NRB DNR SL OD
55	MNNN - 5121	2010/10/12	BCJ基評-IB0832-01	帝京平成大学中野キャンパス新築計画	日本設計	日本設計	RC (一部S)	12	1		62,290	50.52		東京都中野区	SnRB(鋼プラグ入り積層ゴム) RB(積層ゴム) 鋼製U型ダンパー一体型RB 剛すべり支承 直動転がり支承
56	MNNN - 5128	2010/3/3	JSSI-構評-09009-1	(仮称)西臨様マンション	スターツCAM	スターツCAM 日本システム設計	RC	6	0		1,743	18.51		千葉県浦安市	LRB BSL
57	MNNN - 5132	2010/10/29	ERI-J10011	県立淡路病院	安井建築設計事務所	安井建築設計事務所	PCaPs (一部S)	8	-	11165.1	34967.7	32.0	40.6	兵庫県洲本町	鉄入り積層ゴム 天然積層ゴム支承 直動転がり支承
58	MNNN - 5134	2010/10/21		(仮称)藤沢徳洲会総合病院	特設計	特設計	RC	10	1		41195.6	40.5		神奈川県藤沢市	天然ゴム系積層ゴム 鉛プラグ入り積層ゴム
59	MNNN - 5156	2010/10/28		(仮称)MTC計画新築工事	大成建設株式会社	大成建設株式会社	RC, SRC	4	2		約9896			東京都港区	天然ゴム系積層ゴム 弾性すべり支承
60	MNNN - 5179	2010/11/4	JSSI-構評-10004	(仮称)アリアソフプレミアム日吉	スターツCAM	スターツCAM 能勢建築構造研究所	RC	6	0		2,040	17.90		神奈川県横浜市	LRB BSL
61	MNNN - 5192	2010/11/4	JSSI-構評-10002	(仮称)中山様免震マンション	スターツCAM	スターツCAM 伸構造事務所	RC	9	0		2,550	26.89		千葉県流山市	LRB BSL
62	MNNN - 5193	2010/11/4	JSSI-構評-10005	(仮称)上原様高松1丁目計画	スターツCAM	スターツCAM 構造フォルム	RC	5	0		1,244	14.35		東京都練馬区	LRB BSL
63	MNNN - 5196	2010/11/11	ERI-J10017	(仮称)南葛西4丁目プロジェクト	高松建設	総研設計	RC	10	-	393.1	2094.9	28.8	29.2	東京都江戸川区	高減衰ゴム系積層ゴム 弾性すべり支承 剛すべり承 鉛ダンパー
64	MNNN - 5198	2010/11/11		(仮称)神戸市中央区中山手通二丁目計画	三菱地所設計	三菱地所設計	RC	14	-					兵庫県神戸市	LRB SL
65	MNNN - 5207	2010/11/16	ERI-J10004	下越病院本体棟【付属棟】	堤建築設計事務所	堤建築設計事務所 免震エンジニアリング	S RC	6	-	5514.9	17233.7	24.6	30.1	新潟県新潟市	鉛入り積層ゴム すべり支承 オイルダンパー
66	MNNN - 5210	2010/11/19		熊谷商工信用組合本店社屋新築計画	三菱地所設計	三菱地所設計	S	7	-	630.0	3190.0			埼玉県熊谷市	NRB LRB
67	MNNN - 5211	2010/11/15	BCJ基評-IB0840-01	藤沢病院新病棟	建築一家	織本構造設計	RC	6	0		7,981	25.50		神奈川県藤沢市	LRB NRB ESL OD
68	MNNN - 5217	2010/11/19	JSSI-構評-10008	社会福祉法人 養愛会 (仮称)特別養護老人ホームしょうじゅの里親見	新環境設計	ダイナミックデザイン	RC	4	-		5,819			神奈川県横浜市	BSL LRB
69	MNNN - 5226	2010/11/25	JSSI-構評-10006	(仮称)アリアソフ・プレミアム八潮	スターツCAM	スターツCAM 能勢建築構造研究所	RC	5	0		1,693	15.60		埼玉県八潮市	LRB BSL
70	MNNN - 5227	2010/9/16	JSSI-構評-10007	(仮称)西瑞江5丁目澤井様マンション	スターツCAM	スターツCAM ダイナミックデザイン	RC	8	0		1,408	24.82		東京都江戸川区	LRB BSL

No.	認定番号	認定年月	評価番号	件 名	設計	構造	建築概要					軒高(m)	最高高 さ (m)	建設地 (市まで)	免震部材
							構造	階	地下	建築面 積(m ²)	延べ床面積 (m ²)				
71	MNNN - 5240	2010/11/30	ERI-J10019	(仮称)ディスコ員工場新C棟	大林組	大林組	S	7	0		15,325	27.30		広島県 呉市	天然ゴム系積層ゴム 鉛プラグ入り積層ゴム オイルダンパー
72	MNNN - 5251	2010/11/19	GBRC建評-10-022C-005	日本原子力発電(株) 敦賀発電所 緊急 時対策室建屋新設工事計画	竹中工務店	竹中工務店	RC	3	0		1,102	12.00		福井県 敦賀市	NRB LRB OD
73	MNNN - 5254	2010/12/16	HR評-10-005	(仮称)新豊洲センタービル	清水建設 東電設計	清水建設 東電設計	CFT	11	0		41,200	44.71		東京都 江東区	LRB NRB OD
74	MNNN - 5256	2010/12/13	ERI-J10020	千葉労災病院	岡田新一設計事務所	織本構造設計	RC	7	-	3556.9	19330.5	30.1	41.4	千葉県 市原市	鉛入り積層ゴム 天然積層ゴム 直動転がり支承 オイルダンパー
75	MNNN - 5263	2010/12/1	ERI-J10023	ウイングルート	生和コーポレーション	酒井建築工学研究室 カラム建築構造事務所	RC	10	1	322.0	1717.8	36.2	37.2	神奈川県 川崎市	高減衰ゴム系積層ゴム
76	MNNN - 5286	2010/11/18	ERI-J09043-01	伊東市新病院	大建設計	大建設計	RC	5	-	6262.9	20350.9	20.4	27.9	静岡県 伊東市	鉛入り積層ゴム 天然積層ゴム 直動転がり支承
77	MNNN - 5302	2010/12/28		川崎第2データセンター新築工事	大成建設	大成建設	RC		-		1790.0			神奈川県 川崎市	天然ゴム系積層ゴム 弾性すべり支承
78	MNNN - 5303	2011/1/14	ERI-J10024	社会保険山梨病院新病院建設計画	松田平田設計	松田平田設計	RC	6	1	3083.8	13032.6	23.7	29.7	山梨県 甲府市	鉛入り積層ゴム 天然積層ゴム すべり支承
79	MFNN - 5304	2010/12/28	BCJ基評-IB0841-01	甲府市新庁舎	日本設計・竜巳一級建築士事 務所・山形一級建築士事務 所・進藤設計事務所・馬場設 計JV	日本設計・竜巳一級建築士事 務所・山形一級建築士事務 所・進藤設計事務所・馬場設 計JV	地上: S 地下: RC	10	1		28,120	48.95		山梨県 甲府市	
80	MNNN - 5314	2011/1/14	ERI-H10010	(仮称)一宮市新市庁舎	石本建築事務所	石本建築事務所	CFT+SRC +RC	15	1		31380.3	65.5		愛知県 一宮市	RB LRB ESL OD
81	MNNN - 5323	2011/1/21		安芸地域県立病院(仮称)		日建・上田設計JV	RC							高知県 安芸市	天然ゴム系積層ゴム 直動転がり支承 鋼製U型ダンパー 鉛ダンパー
82	MNNN - 5326	2011/1/25	UHEC評価-構22023	(仮称)高知電気ビル本館建替計画	大成建設	大成建設	RC	8	1	1086.7	8518.3	32.0	36.0	高知県 高知市	天然ゴム系積層ゴム 鉛プラグ入り積層ゴム
83	MNNN - 5328	2011/1/25	ERI-J10032	(仮称)針ヶ谷ビル計画	大栄建築事務所 鹿島建設	鹿島建設	RC	5	-	1990.5	7925.9	24.9	26.0	埼玉県 さいたま 市	高減衰ゴム系積層ゴム
84	MNNN - 5331	2011/1/25	BCJ基評-HR0631-01	海南市民病院	日本設計	日本設計	RC	5	-		10377.0	21.8		和歌山県 海南市	鉛プラグ入り積層ゴム 弾性すべり支承 鋼製U型ダンパー 鋼製U型ダンパー+体型天然ゴ ム系積層ゴム
85	MNNN - 5351	2010/12/22	BVJ-BA10-011	TOKAI富士模範マンション	日本国土開発	日本国土開発	RC	14	0		5,505	42.32		静岡県 富士市	LRB ESL
86	MFNN - 5354	2011/2/9	ERI-J10031	杏林大学医学部付属病院(仮称)新病棟 建設計画	竹中工務店	竹中工務店	RC S SRC	10	1		【新築】 22043.53【既 存】17533.53	33.5		東京都 三鷹市	【新築】 NRB、LRB、OD 【既存】 LRB
87	MNNN - 5365	2011/2/15	ERI-J10029	統合新病院(普通科・香川小児)整備	山下設計	山下設計	RC	7	1		54128.0	34.1		香川県 香通寺市	天然ゴム LRB 鋼材ダンパー 直動転がり支承 弾性すべり支承
88	MNNN - 5369	2011/1/7	BCJ基評-IB0634-01	市立榎室病院	石本建築事務所	石本建築事務所	RC	4	1	3470.4	13280.8	22.8	28.1	北海道 根室市	天然ゴム系積層ゴム 鉛プラグ入り積層ゴム 直動転がり支承
89	MNNN - 5372	2011/2/8	ERI-J10033	長野県立阿南病院	横河建築設計事務所	織本構造設計	RC,S	4	1		4739.0	20.1		長野県 下伊那郡	LRB NRB ESL
90	MNNN - 5373	2011/2/8	ERI-J10035	(仮称)下田メディカルセンター	戸田建設	戸田建設	RC	4	-	3770.2	8613.7	17.7	18.1	静岡県 下田市	天然積層ゴム 弾性すべり支承 オイルダンパー
91	MNNN - 5384	2011/2/15	ERI-J10041	社会医療法人厚生会 多治見市民病院	戸田建設	戸田建設	RC	7	1		19698.0	32.4		岐阜県 多治見市	NRB ESL OD
92	MNNN - 5386	2011/2/25	BCJ基評-HR0639-01	医療法人社団 誠馨会 新東京新病院計 画	清水建設	清水建設	RC	7	-	5097.2	24808.8	29.8	34.3	千葉県 松戸市	高減衰ゴム系積層ゴム
93	MNNN - 5387	2011/2/15	BCJ基評-HR0641-01	医療法人公生会 竹重病院	現代建築研究所	織本構造設計	RC	5	-		4068.0	17.8		長野県 長野市	LRB NRB ESL
94	MNNN - 5388	2011/2/15	BCJ基評-IB0638-01	浦河赤十字病院	石本建築事務所	石本建築事務所	RC	7	-	3918.7	15827.9	28.6	33.6	北海道 浦河郡	天然ゴム系積層ゴム すべり系支承 弾性系支承 弾性系支承 オイルダンパー
95	MNNN - 5394	2011/2/22	UHEC評価-構22029	(仮称)川崎市小田栄計画 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	19	-	1778.6	25412.9	56.6	57.1	神奈川県 川崎市	天然ゴム系積層ゴム 鉛プラグ入り積層ゴム 転がり系支承 弾性すべり支承 オイルダンパー
96	MNNN - 5395	2011/2/22	UHEC評価-構22030	(仮称)川崎市小田栄計画 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	19	-	983.0	14326.1	56.6	57.1	神奈川県 川崎市	天然ゴム系積層ゴム 鉛プラグ入り積層ゴム 転がり系支承 弾性すべり支承 オイルダンパー
97	MNNN - 5396	2011/3/7	ERI-J10036	藤田保健衛生大学病院放射線棟	竹中工務店 名古屋一級建築士事務所	竹中工務店 名古屋一級建築士事務所	RC (一部S)	6	1	1357.9	8636.9	26.5	31.0	愛知県 豊明市	高減衰ゴム系積層ゴム 天然積層ゴム オイルダンパー
98	MNNN - 5402	2010/12	GBRC建評-10-022C-006	福岡大学筑紫病院新病院	日建設計	日建設計	RC,S,SR C	9	0		3,890	44.0		福岡県 筑紫野市	天然ゴム系積層ゴム支承 鉛ダンパー 鋼材ダンパー
99	MNNN - 5431	2010/12/24	BCJ基評-HR0645-01	豊岡市現本庁舎	日本設計	日本設計	RC	3	0		1,579	16.96		兵庫県 豊岡市	NRB RRB SD LD OD
100	MNNN - 5433	2011/2/25	BCJ基評HR0643-01	兵庫医科大学 急性医療総合センター	日本設計	日本設計	RC	7	-		15401.0	34.8		兵庫県 西宮市	鉛プラグ入り積層ゴム 弾性すべり支承 直動転がり支承 オイルダンパー 鋼製U型ダンパー+体型天然 ゴム系積層ゴム
101	MNNN - 5439	2011/2/1		NHK新千葉放送会館建設工事	日建設計	日建設計	SRC	3	-		5264.9	16.7		千葉県 千葉市	NRB+ESL
102	MNNN - 5440	2011/3/10		慶応義塾大学 理工学部(矢上)テクノ ロジーセンター	清水建設	清水建設	RC	3	-		1521.0			神奈川県 横浜	LRB NRB SL

No.	認定番号	認定年月	評価番号	件 名	設計	構造	建築概要					軒高(m)	最高高 さ (m)	建設地 (市まで)	免震部材
							構造	階	地下	建築面積 (㎡)	延べ床面積 (㎡)				
103	MNNN - 5446	2011/3/11		(仮称)ライオンズ辻堂駅前計画	日建ハウジングシステム	日建ハウジングシステム	RC	14	-		5934.0	43.1		神奈川県 藤沢市	天然ゴム系・弾性すべり支承 鉛ダンパー 鋼材ダンパー
104	MNNN - 5457	2011/3/15	JSSI-構評-10004	国領7丁目杉崎様マンション	スターツCAM	スターツCAM ダイナミックデザイン	RC	6	-		1383.0	18.0		東京都 調布市	LRB BSL
105	MNNN - 5460	2011/3/18		新豊川市民病院	日建設計	日建設計	RC	9	-		46052.8	SGL+39.84		愛知県 豊川市	天然ゴム系積層ゴム 鉛封入式積層ゴム 直動転がり支承 鋼製Uダンパー
106	MNNN - 5506	2011/3/28	JSSI-構評-10012	芝罘北品川1丁目計画	スターツCAM	スターツCAM 能勢建築構造研究所	RC	11	-		2097.9	33.4		東京都 品川区	LRB BSL
107	MNNN - 5507	2011/3/28	JSSI-構評-10013	西葛西田中様マンション	スターツCAM	スターツCAM 構造フォルム	RC	5	-		1271.0	16.0		東京都 江戸川区	LRB BSL RB
108	MNNN - 5513	2011/1/27	ERI-J10045	WAZAC面館五稜郭ミヤビ1計画	中山建築デザイン研究所	道央設計	RC	18	-	819.8	12179.8	58.0	59.5	北海道 函館市	鉛入り積層ゴム すべり支承
109	MNNN - 5535	2011/4/28	ERI-J10049	大阪府警察学校	三菱地所設計 清水建設	三菱地所設計 清水建設	RC S	4	-	15125.7	41103.6	18.1	21.8	大阪府 泉南市	鉛入り積層ゴム 天然積層ゴム
110	MNNN - 5548	2011/5/16		SPICA都立大学駅	ザプラス	ダイナミックデザイン	RC	4	-		1408.3			東京都 目黒区	鉛プラグ入り積層ゴム 杭頭回転すべり支承
111	MNNN - 5549	2011/5/16	JSSI-構評-10016	日本抵抗器販売様 南大井3丁目計画	スターツCAM	スターツCAM 能勢建築構造研究所	RC	10	-		1828.9	31.4		東京都 品川区	LRB BSL
112	MNNN - 5558	2011/5/24	ERI-J10005	東広島市庁舎	大建設計大阪事務所 村田相互設計	大建設計大阪事務所	PCaPC+S	10	-		17361.0	43.1		広島県 東広島市	鉛プラグ入り積層ゴム 天然ゴム系積層ゴム
113	MNNN - 5590	2011/6/1		岸本ビル	竹中工務店	竹中工務店	RC	9	-		8051.0	39.3		大阪府 大阪市	高減衰ゴム系積層ゴム
114	MNNN - 5594	2011/6/7	JSSI-構評-10015	中山様センター北ビル	スターツCAM	スターツCAM 能勢建築構造研究所	RC	9	-		2947.9	30.6		神奈川県 横浜市	LRB BSL RB
115	MNNN - 5601	2010/5/9	JSSI-構評-10003-1	ウスィホーム様金沢文庫社屋	スターツCAM	スターツCAM 能勢建築構造研究所	S	5	-		510.0	18.4		神奈川県 横浜市	LRB BSL
116	MNNN - 5605	2011/6/14	ERI-J10067	(仮称)新順心病院	昭和設計	昭和設計 鹿島建設	RC	6	-	2336.9	9767.2	28.1	28.8	兵庫県 加古川市	鉛入り積層ゴム 天然積層ゴム すべり支承
117	MNNN - 5607	2011/6/13	ERI-J10056	(仮称)掛川市・袋井市新病院	久米設計	久米設計	RC S	8	-	11713.4	43545.5	36.6	38.9	静岡県 掛川市	天然ゴム系積層ゴム支承 鉛プラグ入り積層ゴム支承 十字型転がり支承 U型鋼材ダンパー オイルダンパー
118	MNNN - 5620	2011/6/13	UHEC評価-構22042	つがる西北五広域連合中核病院	横河建築設計事務所	織本構造設計	RC	10	-	6198.3	36831.9	45.2	45.7	青森県 五所川原市	天然ゴム系積層ゴム支承 鉛プラグ挿入型積層ゴム オイルダンパー 弾性すべり支承
119	MNNN - 5629	2011/6/17	ERI-J10075	(仮称)泉一丁目計画Ⅱ	三井住友建設	三井住友建設	RC (一部S)	18	-	337.6	5176.5	57.0	62.1	愛知県 名古屋市	高減衰ゴム系積層ゴム支承 すべり支承
120	MNNN - 5639	2011/6/20	ERI-J10065	仙台市立病院	山下設計	山下設計	RC	11	1	8322.4	52353.9	54.6	55.3	宮城県 仙台市	鉛入り積層ゴム 天然ゴム系積層ゴム 直動転がり支承
121	MNNN - 5654	2011/5/31	ERI-J10028-01	(仮称)南多摩病院救急医療センター計画	アトリエ9建築研究所	織本構造設計	RC (一部 SRC)	8	1	1095.9	6623.1	32.4	33.3	東京都 八王子市	鉛入り積層ゴム 天然積層ゴム 弾性すべり支承
122	MNNN - 5656	2011/11/4	JSSI-構評-11007	小川様マンション	スターツCAM	スターツCAM 伸構造事務所	RC	10	-		2233.8	30.1		埼玉県 八潮市	LRB BSL
123	MNNN - 5662	2011/6/30	ERI-J10073	聖隷浜松病院	LAU公共施設研究所 公共設計	飯島建築事務所 竹中工務店	RC	10	2	2968.5	22984.9	37.7	38.3	静岡県 浜松市	天然ゴム系積層ゴム支承 鉛プラグ入り積層ゴム支承 弾性すべり支承 直動転がり支承 オイルダンパー
124	MNNN - 5688	2011/7/15	JSSI-構評-10012	株式会社 三菱様ビル	スターツCAM	スターツCAM 能勢建築構造研究所	RC	11	-		4086.5	31.0		千葉県 流山市	LRB BSL
125	MNNN - 5704	2011/7/22	ERI-J11077	(仮称)新 大阪晩間館病院	フジタ	フジタ	RC S	11	-	2691.2	22663.6	44.5	49.5	大阪府 大阪市	鉛入り積層ゴム 天然積層ゴム
126	MNNN - 5762	2011/8/24	JSSI-構評-11002	吉田様マンション	スターツCAM	スターツCAM	RC	14	-		2148.9	44.9		東京都 江戸川区	LRB
127	MNNN - 5784	2011/7/29	JSSI-構評-10011-1	岡田様免震マンション	スターツCAM	スターツCAM 伸構造事務所	RC	3	-		1132.0	9.7		千葉県 流山市	LRB BSL
128	MNNN - 5785	2011/7/29	JSSI-構評-10010-1	小倉様免震マンション	スターツCAM	スターツCAM 伸構造事務所	RC	3	-		1042.0	9.7		千葉県 流山市	LRB BSL
129	MNNN - 5804	2011/9/7	ERI-J11003	佐伯市新庁舎	山下設計	山下設計	RC 一部S	7	-		13950.0	30.8		大分県 佐伯市	天然ゴム系積層ゴム 鉛プラグ入り積層ゴム 積層ゴム一体型鋼材ダンパー 直動転がり支承
130	MNNN - 5810	2011/9/7	ERI-J11006	(仮称)アルファグランダー之江六番街	日比野正夫建築設計事務所	スターツCAM 能勢建築構造研究所	RC	12	-		4092.0	38.6		東京都 江戸川区	LRB BSL
131	MNNN - 5833	2011/9/23	JSSI-構評-11005	信田様ビル	スターツCAM	スターツCAM 構造フォルム	RC	10	-		3632.9	30.6		埼玉県 三郷市	LRB BSL
132	MNNN - 5886	2011/10/3	BCJ基評-HR0675-01	(仮称)シマノ本社工場	芦原太郎建築事務所	織本構造設計	S	5	1		15963.0	27.7		大阪府 堺市	鉛プラグ挿入型積層ゴム 天然ゴム系積層ゴム 弾性すべり支承 オイルダンパー
133	MNNN - 5889	2011/10/3	UHEC評価-構23012	(仮称)ヤマト厚木物流ターミナルプロジェクト	日建設計	日建設計	S	8	-		73099.4	48.0		神奈川県 厚木市	天然ゴム系積層ゴム 弾性すべり支承 オイルダンパー
134	MNNN - 5893	2011/10/12	ERI-J11010	魚沼基幹病院(仮称)	山下設計・総合設備JV	山下設計・総合設備JV	RC	9	-	8171.0	33549.0			新潟県 南魚沼市	
135	MNNN - 5902	2011/10/3	BCJ基評-HR0649-02	安田倉庫加須第二営業所増築棟(第1期)	大成建設	大成建設	RC	5	-	2310.5	10243.5	30.1	30.6	埼玉県 加須市	天然ゴム系積層ゴム すべり系支承
136	MNNN - 5914	2011/10/1		佐久総合病院(仮称)基幹医療センター	日建設計	日建設計	RC、PC	4	1		49635.0	19.3		長野県 佐久市	天然ゴム系積層ゴム支承、 剛すべり支承 鋼材ダンパー 鉛ダンパー
137	MNNN - 5924	2011/10/18		聖隷クリストファー大学新5号館		構造計画研究所	RC							静岡県 浜松市	高減衰ゴム系積層ゴム 天然ゴム系積層ゴム オイルダンパー
138	MNNN - 5951	2011/10/28	ERI-J11019	岐阜県立下呂温泉病院	安井・熊谷設計	安井建築設計事務所	RC (一部S)	6	-	6694.4	19594.0	26.1	26.4	岐阜県 下呂市	鉛入り積層ゴム 天然積層ゴム 直動転がり支承 オイルダンパー
139	MNNN - 5955	2011/10/21	JSSI-構評-11003	渡辺様マンションⅢ	スターツCAM	スターツCAM	RC	7	-		3126.0	15.5		東京都 江戸川区	LRB BSL
140	MNNN - 5968	2011/10/28	BCJ基評-IB0783-02	新潟美咲合同庁舎2号館	日建設計	日建設計	RC	10	-	2169.4	20444.3	44.2	49.3	新潟県 新潟市	鉛プラグ入り積層ゴム 弾性すべり支承 オイルダンパー

No.	認定番号	認定年月	評価番号	件名	設計	構造	建築概要					軒高(m)	最高高さ(m)	建設地(市まで)	免震部材
							構造	階	地下	建築面積(m ²)	延べ床面積(m ²)				
141	MNNN - 5987	2011/11/18	JSSI-構評-11009	足立区振達会館	スターツCAM	スターツCAM 能勢建築構造研究所	RC	11	-		1555.9	34.3		東京都足立区	LRB
142	MNNN - 6015	2011/12/2	ERI-J11006	アルファグランデ西葛西	三輪設計事務所	スターツCAM 能勢建築構造研究所	RC	11	-		2843.2	35.5		東京都江戸川区	LRB NRB SA GS BDS
143	MNNN - 6021	2011/12/27	ERI-J11027	(仮称)Dプロジェクト新子安	大和ハウス工業	大和ハウス工業 NCU	PCaPC RC	5	-	7490.6	27361.5	33.2	33.7	神奈川県横浜	天然ゴム系精層ゴム 鉛プラグ入り精層ゴム 回転軸構付さすべり支承
144	MNNN - 6031	2011/1/12		大日本住友製薬新化学研究棟(LR-12)	竹中工務店	竹中工務店	S	8	-		16349.0	38.5		大阪府大阪市	高減衰ゴム系精層ゴム 天然ゴム系精層ゴム
145	MNNN - 6039	2011/12/27	ERI-J11028	大崎市民病院	久米設計 戸田建設 大建設	久米設計 戸田建設 大建設	RC	9	-	9027.0	43447.8	41.9	46.4	宮城県大崎市	天然ゴム系精層ゴム 弾性すべり支承 剛すべり支承 オイルダンパー
146	MNNN - 6052	2011/12/27	ERI-J11023	福井大学医学部附属病院新病棟	内藤建築事務所	内藤建築事務所 堀本構造設計	SRC	8	1		24677.0	34.7		福井県吉田郡	鉛プラグ挿入型精層ゴム 天然ゴム系精層ゴム 転がり支承 減衰こま
147	MNNN - 6053	2011/12/27	JSSI-構評-11010	初山緑ビル	スターツCAM	スターツCAM 伸構造事務所	RC	9	-		1355.2	27.3		埼玉県八潮市	LRB BSL
148	MNNN - 6069	2012/1/6	ERI-J11020	JA松本市本社社屋	池場建築設計事務所 斎藤デザイン室	ちの設計 みつる	RC	5	-	439.5	1884.8	24.2	24.7	長野県松本市	高減衰ゴム系精層ゴム 天然ゴム系精層ゴム すべり支承 オイルダンパー
149	MNNN - 6079	2013/1/30	BCJ基評-HR0679-03	(仮称)正栄食品工業本社	鹿島建設	鹿島建設	S RC SRC	9	-	599.4	5335.3	39.3	45.8	東京都台東区	鉛プラグ入り精層ゴム
150	MNNN - 6105	2012/1/20	ERI-J11035	川金ホールディングス本社ビル	戸田建設	戸田建設	RC	5	-	255.7	1258.5	20.0	20.7	埼玉県川口市	天然精層ゴム 剛すべり支承 オイルダンパー
151	MNNN - 6138	2012/1/26	ERI-J11031	小樽市立病院	久米設計	久米設計	RC	7	1	6910.5	30324.8	34.6	41.2	北海道小樽市	天然ゴム系精層ゴム支承 鉛プラグ入り精層ゴム支承 オイルダンパー
152	MNNN - 06143-2	2015/4/6	BCJ基評-HR0688-03	東京消防庁芝消防署庁舎	内藤建築事務所	内藤建築事務所 堀本構造設計	RC	9	2	1264.8	9996.5	30.6	33.9	東京都港区	鉛プラグ入り精層ゴム 天然ゴム系精層支承
153	MNNN - 6144	2011/2/8		宝持会池田病院 高齢者向け住宅増築計画	竹中工務店	竹中工務店	RC.S	14	-		14657.2	45.3		大阪府東大阪市	高減衰ゴム系精層ゴム 天然ゴム系精層ゴム すべり支承 粘性体ダンパー
154	MNNN - 6146	2012/2/23	ERI-J11039	社会医療法人財団重仙会 恵寿総合病院 新病院	伊藤善三郎建築研究所・竹中工務店設計共同企業体	伊藤善三郎建築研究所・竹中工務店設計共同企業体	RC	7	-	3699.6	16044.7	30.4	31.0	石川県七尾市	高減衰ゴム系精層ゴム 天然ゴム系精層ゴム
155	MNNN - 6149	2012/2/8	BCJ基評-HR0686-01	(仮称)赤坂氷川町計画	日建ハウジングシステム	日建ハウジングシステム	RC	11	1	361.1	2952.5	37.1	40.2	東京都港区	鉛プラグ入り精層ゴム
156	MNNN - 6175	2012/2/14	ERI-J11037	板橋区本庁舎南館	山下設計	山下設計	RC PC S	7	1	2134.8	13375.0	30.2	30.8	東京都板橋区	鉛プラグ入り精層ゴム 天然精層ゴム オイルダンパー
157	HFNB - 6193	2012/2/23	BCJ基評-HR0595-05	虎ノ門・六本木地区第一種市街地再開発事業 施設建築物	森ビル	山下設計	SRC PC	6	2	7346.6	143289.6	27.6	31.7	東京都港区	天然ゴム系精層ゴム すべり支承 弾塑性系減衰材 オイルダンパー
158	MNNN - 6194	2012/2/23	ERI-J11051	(仮称)板橋区仲宿サービス付き高齢者向け住宅	積水ハウス	エスバス建築事務所	RC	11	-	277.5	2482.0	35.5	36.0	東京都板橋区	高減衰ゴム系精層ゴム支承 弾性すべり支承 直動転がり支承
159	MNNN - 6238	2012/3/12	ERI-J11046	東千葉メディカルセンター(地方独立行政法人東金九十九里地域医療センター)	久米設計	久米設計	S SRC	7	1	8128.0	27870.8	32.7	36.8	千葉県東金市	天然ゴム系精層ゴム支承 弾性すべり支承 オイルダンパー U型鋼材ダンパー
160	MNNN - 6278	2012/3/29	ERI-J11060	(仮称)山手冷蔵株式会社 新川崎ロジスティックセンター	東亜建設工業	東亜建設工業 NCU	PCaPC RC	7	-	4743.3	20531.1	33.6	41.1	神奈川県川崎市	天然ゴム系精層ゴム 天然ゴム系精層ゴム一体型U型ダンパー オイルダンパー 弾性すべり支承
161	MNNN - 6333	2012/4/26	ERI-J11064	加東市新庁舎	梓設計	梓設計	RC	5	1	2045.1	8992.2	25.5	25.5	兵庫県加東市	鉛プラグ入り精層ゴム 天然ゴム系精層ゴム すべり支承
162	MNNN - 6336	2012/3/29	BCJ基評-IB0813-02	志村総合庁舎	山下テクノス	ジャスト 免震エンジニアリング	SRC (一部S)	5	-	838.6	4101.7	26.6	28.6	東京都板橋区	鉛プラグ入り精層ゴム 弾性すべり支承
163	MNNN - 6408	2011/12/27	JSSI-構評-11011	渡辺様マンション	スターツCAM	スターツCAM 構造フォーラム	RC	7	-		808.0	21.2		東京都江戸川区	LRB BSL
164	MNNN - 6410	2012/6/5	BCJ基評-HR0710-01	横浜市衛生研究所	伊藤善三郎建築研究所	伊藤善三郎建築研究所 堀本構造設計	RC (一部PC)	7	-	1356.7	7653.8	30.0	35.5	神奈川県横浜	鉛プラグ挿入型精層ゴム 天然ゴム系精層ゴム 弾性すべり支承 オイルダンパー
165	MNNN - 6417	2012/11/12	ERI-J11073	千葉大学(医病)新外来診療棟その他	千葉大学施設環境部 久米設計	久米設計	S SRC	5	1	3666.6	18348.7	25.2	25.6	千葉県千葉市	天然ゴム系精層ゴム支承 弾性すべり支承 U型鋼材ダンパー オイルダンパー
166	HNNN - 6419	2012/6/7	UHEC評価-構24001	(仮称)明石町計画	大成建設	大成建設	RC	12	-	777.1	7297.4	35.4	36.0	東京都中央区	弾性すべり支承 天然ゴム系精層ゴム
167	MNNN - 6437	2012/6/18	ERI-J11076	(仮称)二子玉川第一スカイハイツ建替事業	スペーステック	東急建設	RC	17	1	982.5	9954.4	52.5	57.8	東京都世田谷区	鉛プラグ入り精層ゴム 天然ゴム系精層ゴム
168	MNNN - 6444	2012/8/20	ERI-J11075	東部医療センター救急・外来棟	内藤建築事務所	内藤建築事務所 飯島建築事務所	S	4	-	4143.1	14051.9	19.5	21.9	愛知県名古屋	鉛プラグ入り精層ゴム 天然ゴム系精層ゴム 弾性すべり支承 直動転がり支承 減衰こま
169	MNNN - 6450	2012/6/18	BCJ基評-HR0712-01	佐賀大学(鍋島1)医学部附属病院診療棟	佐賀大学	日本設計	RC (一部S)	4	-	2528.4	7044.2	20.1	25.9	佐賀県佐賀市	天然ゴム系精層ゴム 鉛プラグ入り精層ゴム 弾性すべり支承 直動転がり支承 粘性ダンパー
170	MNNN - 6475	2012/6/29	ERI-J11081	山鹿市庁舎	久米設計	久米設計	S RC SRC	5	1	4559.9	12623.9	24.1	24.1	熊本県山鹿市	天然ゴム系精層ゴム支承 弾性すべり支承 U型鋼材ダンパー
171	MNNN - 6488	2012/9/28	ERI-J11080	高松赤十字病院新棟(中央診療棟(仮称))	久米設計	久米設計	RC	5	1	1666.6	7186.3	21.8	22.4	香川県高松市	天然ゴム系精層ゴム支承 鉛プラグ挿入型精層ゴム支承 オイルダンパー
172	MNNN - 6504	2012/9/10	ERI-J11070	(仮称)九番丁MGビル	パウ建築企画設計事務所	西建築設計事務所	S RC	6	-	719.8	4313.0	22.5	26.4	和歌山県和歌山市	鋼製U型ダンパー一体型天然系精層ゴム支承 高面圧低摩擦弾性すべり支承 U型鉛ダンパー
173	HNNN - 6511	2012/8/24	UHEC評価-構24006	(仮称)大宮桜木町1丁目計画	三井住友建設	三井住友建設	RC	22	-	975.5	14600.5	66.5	72.1	埼玉県さいたま市	鉛プラグ入り精層ゴム 直動転がり支承 オイルダンパー
174	MNNN - 6512	2012/7/17	ERI-J12001	(仮称)板橋仲宿計画	SHOW建築設計事務所	SHOW建築設計事務所 三井住友建設	S RC	19	-	662.3	9868.7	58.5	64.3	東京都板橋区	鉛プラグ入り精層ゴム支承 天然ゴム系精層ゴム支承 直動転がり支承 弾性すべり支承 オイルダンパー

No.	認定番号	認定年月	評価番号	件名	設計	構造	建築概要					軒高(m)	最高高さ(m)	建設地(市まで)	免震部材
							構造	階	地下	建築面積(m ²)	延べ床面積(m ²)				
175	MNNN - 6524	2012/9/5	ERI-J12002	(仮称)はこぎ公園内科医院Mセンター	風の音設計舎	ストリームデザイン 大林組	RC (一部PC)	5	-	2367.8	6216.4	22.8	26.8	福岡県福岡市	高減衰積層ゴム系積層ゴム オイルダンパー
176	MNNN - 6635	2012/11/20	ERI-J12015	(仮称)岡山総合医療センター	久米設計 宮崎建築設計事務所特定建築 コンサルタント業務共同事業体	久米設計 宮崎建築設計事務所特定建築 コンサルタント業務共同事業体	RC SRC	8	-	6633.1	33286.5	32.6	37.0	岡山県岡山市	天然ゴム系積層ゴム支承 鉛プラグ入り積層ゴム支承 弾性すべり支承 U型鋼材ダンパー オイルダンパー
177	MNNN - 6673	2012/10/23	BCJ基評-HR0729-01	(仮称)上白根病院 増・改修計画	清水建設	清水建設	RC	5	-	1226.7	5539.8	19.1	23.0	神奈川県横浜市	高減衰系積層ゴム 弾性すべり支承
178	MNNN - 6742	2012/10/23	BCJ基評-HR0731-01	(仮称)松山市民病院 増築改修	清水建設	清水建設	RC (一部SRC)	8	-	2405.0	12058.3	29.3	29.9	愛媛県松山市	高減衰ゴム系積層ゴム
179	MNNN - 6756	2012/10/16	ERI-J12014	長野県厚生農業協同組合連合会 篠ノ井総合病院新病院整備 第1期	エーシーエ設計	エーシーエ設計 織本構造設計	RC (一部S)	7	1	10774.7	42420.6	30.1	31.8	長野県長野市	鉄粉・ゴム混合プラグ入り積層 ゴム 天然ゴム系積層ゴム 弾性すべり支承 オイルダンパー
180	MNNN - 6830	2012/10/23	BCJ基評-HR0718-02	幸区役所庁舎	日本設計	日本設計	RC SRC	4	-	2425.0	8752.9	17.7	21.9	神奈川県川崎市	鉛プラグ入り積層ゴム 弾性すべり支承 オイルダンパー
181	MNNN - 6833	2012/10/29	BCJ基評-HR0736-01	(仮称)リコークロジスティクス株式会社物流センター宮城	リコークリエイティブサービス	リコークリエイティブサービス 東畑建築事務所	S (一部SRC) RC	3	-	2023.1	4952.7	14.4	19.0	宮城県仙台市	高減衰系積層ゴム 天然ゴム系積層ゴム すべり系支承
182	MNNN - 6838	2012/11/22	ERI-J12034	(仮称)千代田区三番町計画	三菱地所設計	大林組	RC	15	1	1647.3	20339.7	49.2	49.8	東京都千代田区	鉛プラグ入り積層ゴム 天然ゴム系積層ゴム すべり支承 オイルダンパー
183	MNNN - 6849	2012/11/12	ERI-J12035	(仮称)小津ビル	旭化成設計	酒井建築工務研究所	RC	14	1	557.1	7619.3	44.8	48.3	東京都中央区	高減衰積層ゴム 鋼製U型ダンパー
184	MNNN - 6869	2012/12/5	ERI-J12046	対馬地域新病院	山下設計	山下設計	RC PCaPs	5	-	5475.5	19312.2	22.6	28.3	長崎県対馬市	鉛プラグ入り積層ゴム 天然積層ゴム 積層ゴム一体型免震U型ダン パー 直動転がり支承
185	MNNN - 6871	2012/12/11	ERI-J12031	東北大学(青葉山3)災害復興・地域再生重点研究拠点様	東北大学 久米設計	東北大学 久米設計	RC (一部PC)	5	-	2171.2	10155.9	23.4	26.6	宮城県仙台市	天然ゴム系積層ゴム支承 鉛プラグ入り積層ゴム支承 直動転がり支承 オイルダンパー
186	MNNN - 6877	2012/11/16	BCJ基評-HR0708-03	(仮称)三郷市新三郷ららシティ2丁目計画	三井住友建設	三井住友建設	RC	19	-	1871.4	21851.3	59.7	65.1	埼玉県三郷市	天然ゴム系積層ゴム 鉛プラグ入り積層ゴム すべり系支承 オイルダンパー
187	MNNN - 6882	2012/11/22	UHEC評価-構24026	(仮称)新YKKビル	日建設計	日建設計	RC SRC	10	2	1889.4	20885.4	39.5	51.1	東京都千代田区	鉛プラグ入り積層ゴム支承 天然ゴム系積層ゴム支承 弾性すべり支承 オイルダンパー
188	MNNN - 6909	2012/11/28	ERI-J12048	(仮称)上杉2丁目マンション	福田組	福田組	RC	14	-	537.4	5399.6	41.7	42.9	宮城県仙台市	高減衰ゴム系積層ゴム オイルダンパー
189	MNNN - 6971	2012/12/27	UHEC評価-構24035	(仮称)湊1丁目プロジェクト	竹中工務店	竹中工務店	S RC	7	1	974.6	6985.5	29.1	33.4	東京都中央区	天然ゴム系積層ゴム支承 オイルダンパー 粘性ダンパー
190	MNNN - 6985	2013/1/15	UHEC評価-構24036	(仮称)サッポロ恵比寿ビル	日建設計	日建設計	S RC SRC	12	1	1715.0	15178.3	58.9	60.0	東京都渋谷区	天然ゴム系積層ゴム支承 U型鋼材ダンパー 弾性すべり支承
191	MNNN - 7005	2013/1/11	BCJ基評-HR0750-01	九州厚生年金病院	日建設計	日建設計	RC (一部SRC、S)	9	2	9060.3	52552.4	37.0	44.9	福岡県北九州市	天然ゴム系積層ゴム 弾塑性系減衰材
192	MNNN - 7037	2013/1/21	ERI-J12063	(仮称)松山市医師会館	風建築設計事務所	石村設計事務所	RC	3	-	1397.7	3611.3	15.5	17.1	愛媛県松山市	高減衰ゴム系積層ゴム すべり支承
193	MNNN - 7065	2013/2/13	UHEC評価-構24041	(仮称)津田沼区画整理29街区プロジェクト(D棟)	フジタ	フジタ	RC	13	-	1034.5	6770.3	38.9	40.1	千葉県習志野市	鉛プラグ入り積層ゴム支承 弾性すべり支承
194	MNNN - 7074	2013/2/27	ERI-J12067	(仮称)綾瀬循環器病院	東畑建築事務所	東畑建築事務所	RC	5	1	1226.1	5532.3	17.9	20.3	東京都足立区	天然ゴム系積層ゴム支承 鋼製U型ダンパー一体型天然 ゴム系積層ゴム支承 弾性すべり支承 鋼製U型ダンパー オイルダンパー
195	MNNN - 7075	2013/3/5	UHEC評価-構24042	会津中央病院第2期増築棟	羽深隆雄・梅工務設計事務所	織本構造設計	RC PCaPs (一部S)	8	-	2907.7	14597.5	32.7	33.3	福島県会津若松市	鉛プラグ入り積層ゴム支承 天然ゴム系積層ゴム支承 弾性すべり支承 オイルダンパー
196	MNNN - 7154	2013/3/14	BCJ基評-HR0762-01	多摩庁舎一丁目計画	現代建築研究所	織本構造計画	RC	9	-	3332.3	18401.7	34.9	35.5	東京都多摩市	鉛プラグ挿入型積層ゴム 天然ゴム系積層ゴム 弾性すべり支承 オイルダンパー
197	HNNN - 7228	2013/3/25	BCJ基評-HR0769-01	ヤンマー新本社ビル(仮称)	日建設計	日建設計	S SRC	12	2	1554.6	20904.3	57.5	70.7	大阪府大阪市	天然ゴム系積層ゴム 鉛プラグ入り積層ゴム オイルダンパー
198	MNNN - 7249	2013/4/8	ERI-J10083	(仮称)平河町計画	日建設計	織本構造計画	S RC	10	1	1268.5	12050.1	45.0	53.0	東京都千代田区	鉛プラグ入り積層ゴム 天然ゴム系積層ゴム すべり支承 オイルダンパー
199	MNNN - 07263-1	2014/12/17	GBRC12-022C-010-01B	カポコンS棟	東畑建築事務所	東畑建築事務所	S、SRC	8	1	249.4	2054.4	34.3		大阪府大阪市	
200	MNNN - 7272	2013/4/8	ERI-J12082	協和発酵キリン株式会社 HA5棟	キリンエンジニアリング	阿部兄弟建築事務所	S RC	4	-	1531.5	4106.1	20.6	21.6	群馬県高崎市	鉛プラグ入り積層ゴム 天然ゴム系積層ゴム
201	MNNN - 7359	2013/5/28	UHEC評価-構24060	(仮称)津田沼区画整理29街区プロジェクト(A棟)	フジタ	フジタ	RC	6	-	1009.2	4338.9	18.2	18.7	千葉県習志野市	鉛プラグ入り積層ゴム支承 弾性すべり支承
202	MNNN - 7423	2013/6/20	UHEC評価-構25001	(仮称)新中井ビル建替計画	竹中工務店	竹中工務店	RC SRC S	8	-	1343.8	10164.2	33.8	38.2	東京都中央区	高減衰ゴム系積層ゴム 天然ゴム系積層ゴム 弾性すべり支承 直動転がり支承
203	MNNN - 7440	2013/6/27	ERI-J12104	うるま市役所新庁舎	アトリエ・門口 久友設計 創設計 タイラ建築設計事務所	アトリエ・門口 久友設計 創設計 タイラ建築設計事務所	S SRC RC	3	1	4685.9	13131.2	15.2	20.2	沖縄県うるま市	鉛プラグ入り積層ゴム 天然ゴム系積層ゴム
204	MNNN - 7458	2013/7/2	BCJ基評-HR0786-01	観音寺市新庁舎	石本建築事務所	石本建築事務所	RC	5	-	2518.5	9502.7	27.4	27.8	香川県観音寺市	天然ゴム系積層ゴム 高減衰積層ゴム オイルダンパー
205	MNNN - 7483	2013/7/2	BCJ基評-HR0788-01	JAあいち中央本店	日本設計	日本設計	S	8	1	2335.2	13640.8	37.8	39.3	愛知県安城市	天然ゴム系積層ゴム 鉛プラグ入り積層ゴム 弾性すべり支承 直動転がり支承 鋼材ダンパー 粘性ダンパー
206	MNNB - 7542	2013/7/5	ERI-J12060-01	大分県立美術館(仮称)	坂茂建築設計	オーヴ・アラブ・アンド・パートナーズ・ジャパン・リミテッド	S RC	4	1	4628.6	17084.6	23.7	24.8	大分県大分市	鉛入り積層ゴム 天然積層ゴム オイルダンパー
207	MNNN - 7543	2013/8/15	ERI-J12114	沖縄海邦銀行新本店	三菱地所設計 国建	三菱地所設計 国建	SRC	10	1	1110.8	10670.1	48.5	51.6	沖縄県那覇市	鉛プラグ入り積層ゴム支承 弾性すべり支承

No.	認定番号	認定年月	評価番号	件 名	設計	構造	建築概要					軒高(m)	最高高さ(m)	建設地(市まで)	免震部材
							構造	階	地下	建築面積(m ²)	延べ床面積(m ²)				
208	MNNF - 7555	2013/8/19	ERI-J12115	新図書館等複合施設	佐藤総合計画	佐藤総合計画	RC	9	1	4182.4	22796.6	35.4	38.5	高知県高知市	高減衰積層ゴム支承 オイルダンパー
209	MNNN - 7625	2013/9/10	ERI-J12120	ユニー本社 E棟	竹中工務店	竹中工務店	S RC	2	-	651.6	1153.3	8.3	12.0	愛知県稲沢市	高減衰ゴム系積層ゴム
210	MNNN - 07654-1	2014/8/27	GBRC12-022C-002-02B	(仮称)堺市総合医療センター・堺市救命救急センター	日建設計 岸本建築設計事務所	日建設計 岸本建築設計事務所	S, SRC	9	1	8424.7	44345.9	46.3		大阪府堺市	
211	MNNN - 7661	2013/9/20	ERI-J12122	防災まちづくり拠点施設	久米設計	久米設計	RC	5	-	1740.5	7194.7	24.5	25.4	北海道釧路市	天然ゴム系積層ゴム支承 鉛プラグ挿入型積層ゴム支承
212	MNNN - 7691	2013/9/9	ERI-J12018-01	(仮称)東壽会ビル別館	クラフツマンギルド都市開発	ティ・アンド・エイ アソシエイツ	RC	7	-	201.0	1337.0	22.3	26.5	東京都江東区	鉛プラグ入り積層ゴム すべり支承
213	MNNN - 7726	2013/10/18	ERI-J13008	港南区総合庁舎	小泉アトリエ	オーヴ・アラップ・アンド・パートナーズ・ジャパン・リミテッド	S RC	8	1	2719.8	17163.3	30.2	30.8	神奈川県横浜	鉛プラグ入り積層ゴム 転がり支承
214	MNNN - 7741	2013/10/18	UHEC評価-構25017	(仮称)柏駅東口D街区第一地区第一種市街地再開発事業	竹中工務店	竹中工務店	RC	27	1	3171.8	33776.2	97.2	103.2	千葉県柏市	鉛プラグ入り積層ゴム 天然ゴム系積層ゴム オイルダンパー
215	MNNN - 07778-1	2014/11/27	GBRC12-022C-005-02B	麻植協同病院	全農西日本一級事務所徳島管理センター 日建設計	全農西日本一級事務所徳島管理センター 日建設計	S, SRC, RC	7	-	5823.2	24013.0	31.0		徳島県吉野川市	
216	MNNN - 7791	2013/11/8	UHEC評価-構25020	(仮称)江東区豊洲6丁目計画(住宅棟)	東急建設	東急建設	RC	19	1	2004.4	35709.8	59.2	65.4	東京都江東区	鉛プラグ入り積層ゴム支承 天然ゴム系積層ゴム支承 オイルダンパー
217	MNNN - 7875	2013/12/6	GBRC建評-13-022C-005	岡山済生会総合病院	東畑建築事務所 竹中工務店	東畑建築事務所 竹中工務店	S, RC	10	-	8838.5	13695.6	43.7	53.4	岡山県岡山市	高減衰積層ゴム 天然ゴム系積層ゴム 低・高摩擦型弾性すべり支承
218	MNNN - 07878	2014/10/1	BCJ基評-HR0812-02	県立こども病院	内藤建築事務所	内藤建築事務所	S, SRC	9	-	6888.0	39435.6	38.1	46.2	兵庫県神戸市	鉛プラグ挿入型積層ゴム 弾性すべり支承 転がりローラー支承 減衰こま
219	MNNN - 7820	2013/11/25	ERI-J13021	伊勢市消防・防災センター(仮称)	内藤・佐々木特定設計業務共同企業	内藤建築事務所 飯島建築事務所	RC	4	-	1182.0	4453.2	16.6	19.5	三重県伊勢市	鉛プラグ入り積層ゴム 天然ゴム系積層ゴム 直動転がり支承 減衰こま
220	MNNN - 7847	2013/12/16	ERI-J13029	(仮称)八千代物流センター	北野建設	北野建設 NCU	PCaPC (一部RC, S)	4	-	19186.9	68426.9	29.1	30.7	千葉県八千代市	天然ゴム系積層ゴム支承 鉛プラグ入り積層ゴム 弾性すべり支承
221	MNNN - 7907	2013/12/6	ERI-J13030	株式会社日立製作所 日立総合病院本館棟	日立建設設計	日立建設設計 親交設計	RC	12	2	11969.5	62016.3	44.9	49.4	茨城県日立市	高減衰積層ゴム系積層ゴム
222	MNNN - 07929-3	2015/4/6	BCJ基評-HR0816-04	八潮中央総合病院	清水建設	清水建設	RC	5	-	3659.9	13719.9	20.0	24.9	埼玉県八潮市	高減衰ゴム系積層ゴム オイルダンパー
223	MNNB - 7931	2013/12/24	UHEC評価-構25037	小学館ビル	日建設計	日建設計	SRC RC	10	2	1661.7	17787.2	39.4	51.4	東京都千代田区	天然ゴム系積層ゴム支承 鋼製U型ダンパー オイルダンパー
224	MNNN - 7982-1	2015/4/27	BCJ基評-HR0764-03	(仮称)新研究棟新築及び本社棟リニューアル計画 新研究棟	NTTファシリティーズ 石本建築事務所	NTTファシリティーズ 石本建築事務所	S RC SRC	6	-	1123.3	6643.1	22.8	26.8	愛知県	鉛プラグ入り積層ゴム 弾性すべり支承 直動転がり支承 免震U型ダンパー 増幅機構付き減衰装置
225	MNNN - 7982-1	2015/4/27	BCJ基評-HR0764-03	(仮称)新研究棟新築及び本社棟リニューアル計画 本社・エントランス棟	NTTファシリティーズ 石本建築事務所	NTTファシリティーズ 石本建築事務所	S RC SRC	12	-	1120.3	9496.8	44.4	53.5	愛知県	鉛プラグ入り積層ゴム 弾性すべり支承 直動転がり支承 免震U型ダンパー 増幅機構付き減衰装置
226	MNNN - 7992	2014/1/27	ERI-J13037	(仮称)南部中央66街区複合棟免震マンション	マルタ設計	スターツCAM	RC	8	-	284.7	1561.6	24.2	25.2	埼玉県八潮市	鉛プラグ挿入型積層ゴム 回転機構付きすべり支承
227	MNNN - 8002	2014/1/8	BCJ基評-HR0724-03	(仮称)港区赤坂六丁目計画	三井住友建設	三井住友建設	RC	13	-	696.9	7367.7	47.3	51.5	東京都港区	天然ゴム系積層ゴム 鉛プラグ入り積層ゴム すべり系支承 オイルダンパー
228	MNNN - 8012	2014/1/27	ERI-J13040	(仮称)愛媛県オフサイトセンター・西4丁目土木事務所	大建設計	大建設計	RC	4	-	1104.3	3283.7	18.3	18.9	愛媛県西予市	高減衰ゴム系積層ゴム すべり支承
229	MNNN - 8034	2014/2/3	UHEC評価-構25044	ふくしま国際医療科学センター D棟	日建設計	日建設計	S RC	8	1	5616.0	25303.0	36.7	37.5	福島県福島市	鉛プラグ入り積層ゴム支承 弾性すべり支承
230	MNNN - 8060	2014/2/3	ERI-J13036	堀越高等学校耐震改築	バク建築設計事務所	翔栄建築設計事務所	RC	4	-	1655.0	5901.5	14.4	15.0	東京都中野区	天然ゴム系積層ゴム支承 すべり支承 鉛プラグ入り積層ゴム
231	MNNN - 8079	2014/2/24	ERI-J13043	(仮称)一条タワーレジデンス浜松	南藤設計室	織本構造設計	RC	14	-	746.1	8248.5	43.8	44.9	静岡県浜松市	鉛プラグ入り積層ゴム 天然ゴム系積層ゴム オイルダンパー
232	MNNN - 8082	2014/2/24	ERI-J13044	中頭病院 移転新築	共同建築設計事務所	織本構造設計	S	6	1	5774.7	30076.7	21.8	26.1	沖縄県沖縄市	鉛プラグ積層ゴム支承 天然ゴム系積層ゴム支承 弾性すべり支承
233	MNNN - 8085	2014/2/24	ERI-J13051	小野薬品工業新横浜支店	竹中工務店	竹中工務店	S	3	-	600.2	1947.6	14.0	15.0	神奈川県横浜	高減衰ゴム系積層ゴム すべり支承 オイルダンパー
234	MNNN - 8095	2014/3/3	GBRC13-022C-007	北九州総合病院	日建設計	日建設計	RC	8	-	8133.3	35670.0	33.0		福岡県北九州市	免震構造
235	MNNN - 8173	2014/3/5	BCJ基評-HR0787-04	大成建設技術センターZEB実証棟	大成建設	大成建設	RC	3	-	427.6	1277.3	12.8	16.6	神奈川県横浜	天然ゴム系積層ゴム支承 弾性すべり支承 オイルダンパー
236	MNNN - 8194	2014/3/5	GBRC12-022C-001-03B	住友倉庫(仮称)淀屋橋ビル	日建設計	日建設計	S, RC, SRC	10	1	1072.8	12088.0	47.0		大阪府大阪市	
237	MNNN - 8237	2014/4/21	ERI-J13053	新発田市新庁舎	ast+ヨコミズマコト建築設計事務所	オーヴ・アラップ・アンド・パートナーズ・ジャパン・リミテッド	RC	7	1	2841.3	12995.7	33.5	33.8	新潟県新潟市	鉛プラグ入り積層ゴム 鋼材ダンパー
238	MFNN - 8277	2014/3/28	BCJ基評-LV0016-01	石巻市立病院	久米設計	久米設計	S SRC	7	-	4706.5	23921.1	32.6	41.3	宮城県石巻市	天然ゴム系積層ゴム支承 鉛プラグ挿入型積層ゴム支承 弾性すべり支承 剛すべり支承 オイルダンパー
239	MNNN - 08304-1	2014/9/8	BCJ基評-HR0801-03	(仮称)Nプロジェクト	大林組	大林組	S	12	4	2025.0	29780.3	55.1	66.3	東京都中央区	鉛プラグ挿入型積層ゴム オイルダンパー
240	MNNN - 8320	2014/5/12	UHEC評価-構26055	THE CONOE <三田綱町>	四季建築設計事務所	織本構造設計	RC	9	2	1033.4	7944.1	30.7	34.0	東京都港区	鉛プラグ入り積層ゴム 天然ゴム系積層ゴム 天然ゴム系積層支承
241	MNNN - 8328	2014/5/12	ERI-J13065	山九株式会社 西神戸流通センター	新日鉄住金エンジニアリング	新日鉄住金エンジニアリング	S	7	-	8110.6	28656.2	30.8	30.8	兵庫県神戸市	球面すべり支承
242	MNNN - 8342	2014/6/30	UHEC評価-構25054	(仮称)宮城県医師会館・地域医療連携支援センター新築計画	日建設計	日建設計	S RC	6	1	598.9	3994.3	28.4	32.8	宮城県仙台市	鉛プラグ入り積層ゴム支承 弾性すべり支承
243	MNNN - 10014	2014/7/15	ERI-J13068	加賀市総合新病院	山下設計 大林組	山下設計 大林組	RC	6	-	8716.6	26680.3	25.5	29.9	石川県加賀市	天然ゴム系積層ゴム すべり支承 オイルダンパー
244	MNNN - 10020-2	2016/3/4	BCJ基評-LV0021-03	浦安市新庁舎	鹿島建設	鹿島建設	RC	11	-	3118.3	25630.9	54.1	55.2	千葉県浦安市	鉛プラグ入り積層ゴム 天然ゴム系積層ゴム オイルダンパー
245	MNNN - 10053-3	2015/10/30	ERI-J13079-03(D1)	株式会社松田会 有料老人ホームエバーグリーンシティ・高森	東北設計計画研究所	大林組	RC	16	-	2383.3	21061.0	56.5	61.3	宮城県仙台市	高減衰積層ゴム支承 天然ゴム系積層ゴム すべり支承 オイルダンパー

No.	認定番号	認定年月	評価番号	件 名	設計	構造	建築概要					軒高(m)	最高高さ (m)	建設地 (市まで)	免震部材
							構造	階	地下	建築面積(m ²)	延べ床面積 (m ²)				
246	MNNN - 10084-1	2015/5/20	BCJ基評-LV0035-02	伊予市本庁舎	日本設計	日本設計	RC	5	-	2095.1	6284.2	19.8	21.1	愛媛県伊予市	天然ゴム系精層ゴム 鉛プラグ入り精層ゴム すべり系支承 粘性系ダンパー
247	MNNN - 10084	2014/9/25	ERI-J13086	東京都医師会館建設計画	松田平田設計	松田平田設計	S	8	1	839.3	6232.4	32.7	64.5	東京都千代田区	鉛プラグ入り精層ゴム 直動転がり系支承 粘性減衰装置
248	MNNN - 10106	2014/10/3	BCJ基評-LV0037-01	岡山市(新)北消防署	日総建	日総建	S	6	-	1196.5	5917.7	26.6	31.7	岡山県岡山市	天然ゴム系精層ゴム支承 高摩擦型弾性すべり支承 低摩擦型弾性すべり支承
249	MNNN - 10109	2014/10/15	BCJ基評-HR0837-01	(仮称)中央区新川2丁目計画	三井住友建設	三井住友建設	RC	30	1	1525.1	38452.1	99.7	100.0	東京都中央区	天然ゴム系精層ゴム 鉛プラグ入り精層ゴム すべり系支承 オイルダンパー
250	MNNN 10140	2014/11/4	ERI-J14010	(仮称)曳舟駅ビル開発計画	大林組	大林組	RC	7	-	1772.6	9645.2	26.5	27.1	東京都墨田区	天然ゴム系精層ゴム すべり支承 オイルダンパー
251	MNNN - 10152	2014/11/20	UHEC評価-構26020	(仮称)千代田区一番町計画	日建ハウジングシステム	日建ハウジングシステム	RC	12	1	918.2	11330.1	47.4	50.9	東京都千代田区	鉛プラグ入り精層ゴム 転がり系支承
252	MNNN - 10211	2015/1/29	BCJ基評-LV0045-01	(仮称)New 喜作ビル	スターツCAM	スターツCAM 能勢建築構造研究所	RC	8	-	370.4	2048.6	26.4	26.9	埼玉県草加市	鉛プラグ挿入型精層ゴム すべり支承
253	MNNN - 10219	2015/2/9	BCJ基評-LV0046-01	(仮称)アリアンワンプレミアム南砂	スターツCAM	スターツCAM	RC	7	-	342.9	1827.6	22.3	22.9	東京都江東区	鉛プラグ挿入型精層ゴム 回転機構付きすべり支承
254	MNNN - 10232	2015/2/16	BCJ基評-LV0047-01	保健衛生総合庁舎	大建設計・西尾設計事務所 特定委託業務共同企業体	大建設計・西尾設計事務所 特定委託業務共同企業体	RC	6	-	1555.9	6080.7	23.8	24.4	高知県高知市	天然ゴム系精層ゴム 鉛プラグ入り精層ゴム すべり支承 オイルダンパー
255	MFNN - 10244-1	2015/8/19	ERI-J14030-01	株式会社奥村組九州支店社屋・寮	奥村組	奥村組	RC	6	-	724.6	3353.4	27.2	27.7	福岡県北九州市	天然ゴム系精層ゴム オイルダンパー
256	MNNN - 10276	2015/3/27	BCJ基評-LV0048-01	藤沢市新庁舎	梓設計	梓設計	RC	10	1	4507.1	35300.4	43.2	47.2	神奈川県藤沢市	天然ゴム系精層ゴム 鉛プラグ入り精層ゴム 弾性すべり支承 オイルダンパー
257	MNNN - 10298	2015/5/25	BCJ基評-LV0051-01	東海大学湘南校舎(仮称)19号館	戸田建設	戸田建設	RC	10	-	3000.3	27959.0	41.2	46.8	神奈川県平塚市	天然ゴム系精層ゴム 弾性すべり支承 オイルダンパー
258	MNNN - 10340	2015/7/21	ERI-J14044	新いわき市総合営繕共立病院	大成建設	大成建設	S CFT	13	-	9788.0	62365.5	55.4	66.9	福島県いわき市	天然ゴム系精層ゴム すべり支承 オイルダンパー
259	MNNN - 10351	2015/7/21	ERI-J14048	(仮称)医療法人 創起会 くまもと森都総合病院	松尾建設	松尾建設 NCU一級建築士事務所	RC	5	-	4138.1	16015.0	22.5	23.1	熊本県熊本市	天然ゴム系精層ゴム 鉛プラグ入り精層ゴム 弾性すべり支承
260	MNNN - 10355	2015/7/21	ERI-J14046	木曽町複合型施設 行政棟	市川三千男建築設計事務所	市川三千男建築設計事務所 飯島建築事務所	RC	4	-	783.4	2502.0	18.1	20.1	三重県桑名市	高減衰精層ゴム オイルダンパー
261	MNNN - 10368	2015/8/13	ERI-J14052	東邦大学医療センター新大病院 (新病院棟)	佐藤総合計画	佐藤総合計画 東急建設	RC	7	-	4957.0	25288.0	30.3	35.8	東京都目黒区	鉛プラグ入り精層ゴム 天然ゴム系精層ゴム 弾性すべり支承 オイルダンパー
262	MNNN - 10385	2015/8/10	BCJ基評-LV0063-02	(仮称)松戸市立千駄堀新病院建設事業 計画	清水建設	清水建設	RC	9	-	8748.9	46975.9	37.5	46.9	千葉県松戸市	高減衰精層ゴム オイルダンパー
263	MNNN - 10409-1	2016/10/17	BCJ基評-LV0065-02	株式会社福田組本社社屋	福田組	福田組	RC	5	-	647.4	2488.6	18.4	18.8	新潟県新潟市	天然ゴム系精層ゴム支承 弾性すべり支承 オイルダンパー
264	MNNB - 10463	2016/1/18	BCJ基評-LV0073-01	水戸市役所本庁舎	久米・柴建築設計共同企業体	久米・柴建築設計共同企業体	RC	8	1	5920.5	40453.2	32.9	41.1	茨城県水戸市	鉛プラグ入り精層ゴム支承 天然ゴム系精層ゴム支承 弾性すべり支承 オイルダンパー
265	MNNN - 10519-1	2016/7/19	ERI-J5024-01	(仮称)河合塾横浜校新築計画	松田平田設計	松田平田設計	S CFT	9	-	1181.8	9289.8	41.5	42.4	神奈川県横浜市中区	鉛プラグ入り精層ゴム支承 天然ゴム系精層ゴム支承 弾性すべり支承 オイルダンパー
266	MNNN - 10530	2016/4/25	GBRO建評-15-022C-004	京都市新庁舎(本庁舎敷地)	日建設計	日建設計	RC S 一部SRC	7	2	7550.0	36219.8	30.2	33.9	京都府京都市	天然ゴム系精層ゴム 鉛プラグ入り精層ゴム 弾性すべり支承 転がり系支承
267	MNNN - 10531	2016/4/25	GBRO建評-15-022C-005	京都市新庁舎(分庁舎敷地)	日建設計	日建設計	S	4	2	4535.2	22264.0	15.0	17.9	京都府京都市	天然ゴム系精層ゴム 鉛プラグ入り精層ゴム 弾性すべり支承
268	MNNN - 10549	2016/6/24	ERI-J5031	芳賀赤十字病院施設整備事業	山下設計	山下設計	S	6	-	7373.1	29757.0	26.5	30.7	栃木県真岡市	鉛プラグ入り精層ゴム 天然ゴム系精層ゴム 精層ゴム一体型U型ダンパー 転がり支承
269	MNNN - 10570	2016/7/22	ERI-J5038	(仮称)Dプロジェクト流山C棟	フクダ・アンド・パートナーズ 一級建築士事務所	フクダ・アンド・パートナーズ 一級建築士事務所	RC	4	-	37101.8	141265.7	27.1	29.5	千葉県流山市	鉛プラグ挿入型精層ゴム 天然ゴム系精層ゴム 弾性すべり支承
270	MNNN - 10583-1	2017/2/17	ERI-J5037-01	高松赤十字病院新東館(仮称)	久米設計	久米設計	S	12	1	2006.2	21390.2	51.5	62.4	香川県高松市	天然ゴム系精層ゴム 直動転がり系支承 オイルダンパー

超高層免震建物一覧表

No.	認定番号	認定年月	評価番号	件 名	設計	構造	建築概要							建設地 (市まで)	免震部材
							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)		
1	HNNN - 3683	2009/1/7	ERI-H08020	(仮称)南砂2丁目計画	戸田建設	戸田建設	RC	25	0		17,071	81.23		東京都東区	天然ゴム系積層ゴム 弾性すべり支承 オイルダンパー
2	HNNN - 3695	2009/1/28	ERI-H08022	(仮称)神戸市中央区海岸通マンション計画	LAN設計	フジタ	RC	26	0		23,881	79.64		兵庫県神戸市	鉛入り積層ゴム 天然系積層ゴム 滑り支承
3	HNNN - 3718	2008/12/22		(仮称)都島Ⅱ計画	長谷工コーポレーション	長谷工コーポレーション	RC	38		2,157.64	48,500.20	133.53	133.53	大阪府大阪市	天然ゴム系積層ゴム 他
4	HFNB - 3770	2009/3/9		(仮称)京橋二丁目16地区A棟	清水建設	清水建設	RC	22	3	2,169.07	51,365.24	106.25	106.25	東京都中央区	オイルダンパー他
5	HFNF - 3782	2009/2/26	BCJ基評-HR0352-03	(仮称)仙台共同ビル計画	大成建設	大成建設	S RC	24	2	1977.5	29384.9	97.3	102.9	宮城県仙台市	天然ゴム系積層ゴム すべり系支承
6	HNNN - 3845	2009/3/3	BCJ基評-HR0582-01	(仮称)北堀江4丁目集合住宅	奥村組	奥村組	RC	20	-		11934	65.6		大阪府大阪市	高減衰ゴム オイルダンパー
7	HNNN - 3854	2009/3/3		(仮称)西浅草三丁目計画	フジタ	フジタ	RC	37	2	2,456	68,912	129.75	134	東京都台東区	LRB ESL
8	HNNN - 3907	2009/4/24	BCJ基評-HR0586-01	武蔵小杉F1地区分譲マンション	日本設計	日本設計・鴻池組東京本店 一級建築士事務所	RC	20	0	893	13,262	66.4		神奈川県川崎市	鉛プラグ入り積層ゴム 直動転がり系支承 オイルダンパー
9	HNNN - 3995	2009/5/7	UHEC評価-構20045	(仮称)与野上落合住宅建替計画	前田建設工業	前田建設工業	RC	32	-	4998.9	42799.5	99.5	105.7	埼玉県さいたま市	鉛プラグ入り積層ゴム支承 天然ゴム系積層ゴム支承 流体系ダンパー
10	HNNB - 4161	2009/9/18		(仮称)三田ペルジュビル	竹中工務店	竹中工務店	S・RC・SRC	33	4	2657.81	55,811		163.95	東京都港区	NRB LRB OD 減衰こま
11	HNNN - 4230	2009/7/30	ERI-H08034	(仮称)麹町二丁目ビル	大建設計	大建設計	RC	14	2	1838.6	24244.9	66.5	77.8	東京都千代田区	鉛入り積層ゴム 天然積層ゴム
12	HNNB - 4272	2009/9/30		虎ノ門・六本木地区第一種市街地再開発事業 施設建築物	森ビル	山下設計	SRC PC	6	2	7346.6 (全体)	143289.6 (全体)	27.6	31.7	東京都港区	天然ゴム系積層ゴム すべり系支承 弾塑性系減衰材 オイルダンパー
13	HNNN - 4366	2009/9/25	GBRC建評-09-022A-008	新関西電力病院	日建設計	日建設計	RC・S・SRC	18	2	4,429	39,286	81		大阪府大阪市	天然ゴム系積層ゴム 弾性すべり支承 鉛ダンパー 鋼材ダンパー オイルダンパー
14	HNNN - 4376	2009/9/25	ERI-H09005	相模大野駅西側地区第一種市街地再開発事業施設建築物	アール・アイ・エー	織本構造設計	RC	26	1		68,043	95.86		神奈川県相模原市	LRB NRB ESL VD
15	HNNN - 4381	2009/9/28		(仮称)神戸市中央区下山手通4丁目計画新築工事	奥村組	奥村組	RC	28	-		14081.7	95.9		兵庫県神戸市	高減衰ゴム 天然ゴム オイルダンパー
16	HNNN - 4392	2009/10/15	BCJ基評-HR0600-01	大井町西区第一種市街地再開発事業施設建築物	協立建築設計事務所	協立建築設計事務所 構造計画研究所	RC	28	2	2258.0	33269.7	96.1	101.7	東京都品川区	高減衰系積層ゴム オイルダンパー
17	HFNN - 4435	2009/10/23	BCJ基評-HR0560-03	新阪急大井ビル(仮称)	大林組	大林組	RC	30	-	8249.9	64211.6	98.8	99.2	東京都品川区	天然ゴム系積層ゴム 転がり系支承 弾塑性系減衰材 オイルダンパー
18	HNNN - 4443	2009/10/28		(仮称)ライオンズタワー定禅寺通	創建設計 大林組	創建設計 大林組	RC	29	-	1,106	6,518	94.96		宮城県仙台市	NRB LRB
19	HNNB - 4511	2009/12/18	GBRC建評-09-022A-009	(仮称)中之島フェスティバルタワー	日建設計	日建設計	S.SRC, RC	39	3		5,725	199.2		大阪府大阪市	鉛プラグ入り積層ゴムアイソレータ オイルダンパー
20	HNNN - 4543	2009/11/30	BCJ基評-HR0582-02	(仮称)北堀江4丁目集合住宅	奥村組	奥村組	RC	20	-	774.0	11934.4	65.6	71.1	大阪府大阪市	高減衰系積層ゴム オイルダンパー
21	HNNN - 4645	2010/2/22	ERI-H09012	旭通4丁目地区第一種市街地再開発事業施設建築物	環境再開発研究所 東急設計コンサルタント	織本構造設計	RC	54	1	5734.6	73418.6	175.9	190.0	兵庫県神戸市	鉛入り積層ゴム すべり支承 減衰こま
22	HNNN - 4671	2010/2/22	HR0613-01	武蔵小杉駅南口地区東街区第一種市街地再開発事業施設建築物	日本設計	日本設計	RC・SRC・S	39	2		66,465	148.96		神奈川県川崎市	NRB OD
23	HNNN - 4746	2010/3/15		清水駅西第一地区第一種市街地再開発事業 施設建築物	梓設計	梓設計	RC	25	1	2,903.48	31,636.66	94.9		静岡県清水市	天然ゴム系積層ゴム 他
24	HFNB - 4773	2010/2/24		(仮称)丸の内二丁目7番計画	三菱地所設計	三菱地所設計	S 一部SRC	5	1	8491.1 (タワー含む)	212043.1 (タワー含む)			東京都千代田区	天然ゴム系積層ゴム 鉛プラグ入り積層ゴム すべり支承 オイルダンパー
25	HNNN - 4779	2011/2/7		学校法人愛知医科大学 新病院	山下設計	山下設計	S RC	15	1		86666.7			愛知県愛知郡	天然ゴム LRB 鋼材ダンパー 直動転がり支承 弾性すべり支承
26	HNNN - 4821	2010/5/17	ERI-H09019	(仮称)中央区晴海二丁目マンション計画(C1街区)	三菱地所設計	三菱地所設計	RC	49	2	5,035	97,836	169	175	東京都中央区	LRB ESL OD
27	HNNN - 4854	2010/6/2	ERI-H09021	(仮称)ウイステリア伝馬町	木内建設	木内建設 構造計画研究所	RC	25	-	566.9	10505.3	83.9	89.8	静岡県静岡市	高減衰系積層ゴム オイルダンパー
28	HNNN - 4855	2010/6/9		(仮称)神戸東灘区・甲南町計画	日建ハウジングシステム	熊谷組	RC	29	1	596	14,530	99.95	99.95	兵庫県神戸市	NRB
29	HFNN - 4876	2010/6/22	HR0614-01	武蔵小杉駅南口地区東街区第一種市街地再開発事業施設建築物(住宅棟)	武蔵小杉駅南口地区東街区市街地再開発事業設計共同企業体	武蔵小杉駅南口地区東街区市街地再開発事業設計共同企業体	RC	38	2	5,527	75,100		142	神奈川県川崎市	
30	HNNN - 4984	2010/8/3	BCJ基評-HR0618-01	(仮称)北大塚計画	三菱地所設計	三菱地所設計	RC	23	1		20,258	73.98		東京都豊島区	NRB LRB
31	HNNN - 5031	2010/8/10		(仮称)三郷中央駅前計画A棟	安宅設計	安宅設計	RC	25	1			79.5		埼玉県三郷市	LRB
32	HNNN - 5031	2010/8/10		(仮称)三郷中央駅前計画B1,B2棟	安宅設計	安宅設計	RC	14	-					埼玉県三郷市	LRB
33	HNNN - 5075	2010/9/13	UHEC評価-構22004	(仮称)津田沼区画整理31街区プロジェクト(B棟)	フジタ	フジタ	RC	24	-	1070.5	22752.4	71.7	78.2	千葉県習志野市	鉛プラグ入り積層ゴム支承 弾性すべり支承
34	HNNN - 5084	2010/9/22	ERI-H10002	(仮称)ゼスタタワー浄水駅前	野口建築事務所	野口建築事務所 構造計画研究所	RC	21	-	649.9	8366.9	65.5	66.0	愛知県豊田市	高減衰積層ゴム 天然積層ゴム
35	HNNN - 5090	2010/9/30		神田駿河台4ー6計画	大成建設 久米設計	大成建設 久米設計	S	23	2		102000			東京都千代田区	天然ゴム系積層ゴム 鉛プラグ入り積層ゴム
36	HNNN - 5100	2010/9/8		秋葉原プロジェクト	東レ建設 F&N総合設計	東レ建設 F&N総合設計	RC	25	-		4824			東京都千代田区	

No.	認定番号	認定年月	評価番号	件 名	設計	構造	建築概要							建設地 (市まで)	免震部材
							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)		
37	HNNN - 5119	2010/10/12	BVJ-BA10-006	大井町1番南第一種市街地再開発事業	清水建設	清水建設	RC	29	0	2,168	27,144		100	愛知県名古屋	LRB NRB OD
38	HNNN - 5176	2010/10/29		大阪駅北地区先行開発区域プロジェクト/Cブロック			RC	48	1	3,199.9	73,907.02	174.20		大阪府大阪市	NRB SL
39	HNNN - 5213	2010/11/19	ERI-H10008	阿倍野B2地区第2種市街地再開発事業D4-1棟	アール・アイ・エー	アール・アイ・エー 西松建設	RC (一部S)	27	1	1,224	18,496	87.31	96.80	大阪府大阪市	鉛プラグ挿入型積層ゴム 天然積層ゴム オイルダンパー
40	HNNN - 5368	2011/1/11	BCJ基評- HR0616-02	(仮称)藤枝駅前一丁目計画	三井住友建設	三井住友建設	RC	20	-	1358.0	16422.1	62.8	68.7	静岡県藤枝市	鉛プラグ入り積層ゴム 天然ゴム系積層ゴム
41	HFNN - 5399	2011/1/21	BCJ基評- HR0608-02	大崎駅西口南地区第一種市街地再開発事業施設建築物	協立建築設計事務所 清水建設	協立建築設計事務所 清水建設	RC	25	2	3691.5	58456.6	85.1	92.7	東京都品川区	鉛プラグ入り積層ゴム 天然ゴム系積層ゴム すべり系支承
42	HNNN - 5436	2011/2/3	ERI-H09017	聖マリア病院 国際医療センター	岡田新一設計事務所	織本構造設計	S	19	2		35032	75.4		福岡県久留米市	LRB NRB
43	HNNB - 5482	2011/2/23	BCJ基評- HR0604-03	東京電機大学東京千住キャンパス(W棟)	横総合計画事務所	日建設計	S RC	14	1	4666.8	34839.7	59.9	61.0	東京都足立区	鉛プラグ入り積層ゴム 天然ゴム系積層ゴム 転がり系支承 弾塑性系減衰材 オイルダンパー
44	HNNB - 5521	2011/4/8	BCJ基評- HR0647-03	(仮称)ラゾーナ川崎東芝ビル	野村不動産	野村不動産 大林組	S	15	-		104531.2	64.1		神奈川県川崎市	天然ゴム系積層ゴム 弾性すべり支承 オイルダンパー
45	HNNN - 5564	2011/5/26	ERI-H10020	静岡呉服町第一地区第一種市街地再開発事業に伴う施設建築物	石本建築事務所	石本建築事務所	RC	29	1	3721.6	54231.5	99.2	99.8	静岡県静岡市	天然積層ゴム すべり支承 鋼製ダンパー オイルダンパー 転がり支承
46	HNNN - 5642	2011/6/21	ERI-H10027	(仮称)大阪市北区扇町2丁目計画	熊谷組	熊谷組	RC (一部S)	31	1	1173.4	26921.7	104.4	114.9	大阪府大阪市	鉛プラグ入り積層ゴム 天然ゴム系積層ゴム すべり支承 免震U型ダンパー 減衰こま
47	HNNN - 5675	2011/7/17	ERI-10026	(仮称)プレミスト盛岡駅前新築工事	創建設計	大林組	RC	21	-		13202	66.1		岩手県盛岡市	高減衰ゴム系積層ゴム オイルダンパー
48	HNNN - 5749	2011/6/15	BCJ基評- HR0658-01	日本橋ダイヤビルディング	三菱地所設計 竹中工務店	竹中工務店	RC SRC	18	1		30012.3	87.3		東京都中央区	RB LRB SD OD
49	HFNF - 5751	2011/8/12	BCJ基評- HR0653-01	南池袋二丁目A地区第一種市街地再開発事業施設建築物	日本設計	日本設計(協力:大成建設)	SRC RC	49	3		約94300	約189		東京都豊島区	
50	HNNN - 5848	2011/9/20	ERI-H11003	京橋町地区優良建築物等整備事業に係る施設建築物	都市生活研究所	西松建設	RC (一部S)	21	-	984.4	14417.1	69.4	75.7	広島県広島市	鉛入り積層ゴム すべり支承
51	HNNN - 5870	2011/9/26	UHEC評価- 構23006	二子玉川東第二地区市街地再開発事業(Ⅱ-a街区)施設建築物	日建設計 アール・アイ・エー 東急設計コンサルタント	日建設計 アール・アイ・エー 東急設計コンサルタント	RC	30	2	22438.0	156422.4	128.9	137.0	東京都世田谷区	天然ゴム系積層ゴム 鉛プラグ入り積層ゴム
52	HNNN - 5928	2011/10/28	GBRC建評- 11-022A-002	香里園駅東地区第一種市街地再開発事業施設建築物(1街区)	竹中工務店	竹中工務店	RC S	24	1		18172	87.6		大阪府大阪市	高減衰ゴム系積層ゴム 天然ゴム系積層ゴム すべり支承
53	HNNN - 5967	2011/10/28	BVJ-BA11-011	(仮称)ブラウドタワー景計画	矢作建設工業	矢作建設工業	RC	22	1		8666.5	68.0		愛知県名古屋	HDR ESL OD
54	HNNN - 5999	2011/11/25	ERI-H11011	(仮称)インプレスト芝浦建築計画	浅井謙建築研究所	浅沼組	RC	25	1	478.9	9997.2	87.6	88.2	東京都港区	天然ゴム系積層ゴム 高減衰ゴム系積層ゴム オイルダンパー
55	HNNN - 6013	2011/11/22		(仮称)大阪市北区扇町2丁目計画	熊谷組	熊谷組	RC	31	-		26921			大阪府大阪市	天然ゴム系積層ゴム
56	HNNN - 6034	2011/12/9	KS611-0911-00005	(仮称)IICHJO TOWER KANAYAMA	徳倉建設 浅井謙建築研究所	飯島建築事務所	RC	21	-		8955.2	67.0		愛知県名古屋	NRB LRB ESL CLB RDT
57	HNNN - 6482	2012/6/29	ERI-H11022	(仮称)プレミストタワー浜松中央	竹中工務店	竹中工務店	RC	25	-	823.5	12351.9	89.7	91.2	静岡県浜松市	天然ゴム系積層ゴム すべり支承 転がり支承 オイルダンパー
58	HNNN - 6598	2012/9/7	ERI-H12001	(仮称)仙台一番町計画	三井住友建設	三井住友建設	RC	30	1	698.2	14924.4	99.2	105.6	宮城県仙台市	鉛プラグ入り積層ゴム 天然ゴム系積層ゴム すべり支承 転がり支承
59	HNNN - 06626-1	2014/11/25	GBRC12-022A-003-01B	トータテ東白鳥PJ(西棟)	アール・アイ・エー	アール・アイ・エー	RC	28	-	1045.8	34385.8	87.3		広島県広島市	免震構造
60	HNNB - 7046	2013/2/26	BCJ基評- HR0647-03	(仮称)ラゾーナ川崎東芝ビル	野村不動産	野村不動産 大林組	S RC	15	-	7701.5	104531.2	64.1	71.9	神奈川県川崎市	天然ゴム系積層ゴム すべり系支承 オイルダンパー
61	HNNN - 7064	2013/2/13	UHEC評価- 構24040	(仮称)津田沼区画整理29街区プロジェクト(B棟)	フジタ	フジタ	RC	24	-	1759.1	32431.8	71.5	77.3	千葉県習志野市	鉛プラグ入り積層ゴム支承 弾性すべり支承
62	HNNN - 7188	2013/3/25	UHEC評価- 構24049	(仮称)津田沼区画整理29街区プロジェクト(C棟)	フジタ	フジタ	RC	24	-	1895.7	30834.1	71.5	77.3	千葉県習志野市	鉛プラグ入り積層ゴム支承 弾性すべり支承
63	HNNN - 7220	2013/3/25	ERI-H12013	(仮称)目黒不動前プロジェクト	三井住友建設	三井住友建設	RC	21	-	725.9	10652.0	63.9	69.7	東京都品川区	鉛プラグ入り積層ゴム 天然ゴム系積層ゴム 転がり支承 オイルダンパー
64	HNNN - 7349	2013/5/7	BCJ基評- HR0709-03	(仮称)有明北2-2-A街区計画	三井住友建設	三井住友建設	RC	33	1	2989.0	67299.0	113.8	119.4	東京都江東区	天然ゴム系積層ゴム 鉛プラグ入り積層ゴム すべり系支承 オイルダンパー
65	HNNN - 7949	2013/12/24	ERI-H13006	荏原町駅前地区防災街区整備事業 防災施設建築物	松田平田設計	松田平田設計	RC (一部S)	18	1	680.1	5436.3	62.2	68.0	東京都品川区	鉛プラグ入り積層ゴム
66	HNNN - 8164	2014/3/18	GBRC12-022A-006-02A	広島駅南口Bブロック第一種市街地再開発事業施設建築物	アール・アイ・エー 織本構造設計 前田建設工業	アール・アイ・エー 織本構造設計 前田建設工業	RC	52	2	15035.6	125490.8	189.2		広島県広島市	免震構造
67	HNNN - 8302	2014/4/21	ERI-H13015	(仮称)西本町ビル	NTTファシリティーズ	オーヴ・アラップ・アンド・パートナーズ・ジャパン・リミテッド	S	11	1	1115.8	12528.1	64.5	66.3	大阪府大阪市	鉛プラグ入り積層ゴム
68	HNNN - 08324-1	2014/9/12	BCJ基評- HR0751-04	(仮称)ハーバーランドPJ	日建ハウジングシステム	三井住友建設	RC	23	-	1482.8	20915.4	69.6	75.0	兵庫県神戸市	天然ゴム系積層ゴム 鉛プラグ入り積層ゴム すべり系支承 オイルダンパー

No.	認定番号	認定年月	評価番号	件 名	設計	構造	建築概要						建設地 (市まで)	免震部材	
							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)
69	HNNN - 10008	2014/7/7	BCJ基評-HR0829-01	(仮称)津志田南タワー計画	Add設計工房	剣建築設計事務所		18	-	953.2	7753.9	63.6	69.0	岩手県盛岡市	天然ゴム系積層ゴム 高減衰積層ゴム オイルダンパー
70	HNNN - 10037	2014/7/23	GBRC14-022A-001	(仮称)大阪市本庄西1丁目計画	清水建設	清水建設	RC	44	-	1477.2	53568.8	145.1	153.4	大阪府大阪市	天然ゴム系積層ゴム支承 鉛プラグ入り積層ゴム支承 オイルダンパー
71	HNNN - 10047	2014/8/20	ERI-H13020	(仮称)八戸市八日町地区拠点複合施設	INA新建築研究所	INA新建築研究所 繊維構造設計	RC	14	-	1136.8	10530.5	63.1	63.8	青森県八戸市	鉛プラグ入り積層ゴム 直動転がり支承 オイルダンパー
72	HNNN - 10092	2014/9/11	基評-HR0833	島根銀行本店	石本建築事務所	石本建築事務所	S	13	1	1493.5	12042.0	66.4	66.4	島根県松江市	天然ゴム系積層ゴム 鉛プラグ入り積層ゴム レール式転がり支承 オイルダンパー
73	HNNN - 10123	2014/10/30	UHEC評価-構26014	(仮称)つくば吾妻Ⅱ計画	長谷エコーポレーション	長谷エコーポレーション	RC	20	-	2231.4	34112.7	61.1	62.4	茨城県つくば市	高減衰ゴム系積層ゴム 弾性滑り支承 オイルダンパー
74	HNNN - 10141	2014/11/10	BCJ基評-HR0841-01	浜松町一丁目地区第一種市街地再開発事業に伴う施設建築物	アール・アイ・エー	アール・アイ・エー 繊維構造設計	RC	37	1	3092.4	65042.7	132.0	139.9	東京都港区	天然ゴム系積層ゴム 鉛プラグ入り積層ゴム すべり系支承 転がり系支承 減衰こま
75	HNNN - 10272	2015/4/6	ERI-H14023	(仮称)柏木一丁目計画	大林組	大林組	RC	23	-	864.9	15841.0	75.0	80.7	宮城県仙台市	高減衰ゴム系積層ゴム 直動転がり支承 オイルダンパー
76	HNNN - 10274-2	2016/9/6	基評-HR0864	山口大学医学部附属病院(診療棟・病棟)	佐藤総合企画	佐藤総合企画	SRC S	14	1	4836.2	34552.1	68.5	69.2	山口県宇部市	鉛プラグ入り積層ゴム 天然ゴム系積層ゴム すべり系支承 転がり系支承 減衰こま
77	HFNN - 10350	2015/7/28	基評-HR0874	日本大学理工学部駿河台校舎キャンパス整備事業に伴う南棟(仮称)	梓設計	梓設計	S	19	3	1410.1	27252.4	82.3	82.9	東京都千代田区	鉛プラグ入り積層ゴム 天然ゴム系積層ゴム 転がり系支承

委員会の動き

(2017年3月～2017年5月)

運営委員会

委員長 鳥井 信吾

第5回運営委員会が3月2日に開催された。技術者講習・国交省受託業務・積層ゴム問題や大型実験装置の設置対応等の進捗報告がなされた。また審議事項は、本協会からの出版に関する規定・耐風設計指針の改定・性能評価業務の継続に関する提案、そして免震支承個々の鉛直剛性差について設計、施工上の取扱いに関する検討会の設置提案等、多くの審議を行った。この最後の項については技術委員会の免震部材部会で改めて検討するWGを立ち上げることとした。

また第6回運営委員会が5月9日に開催された。6月の総会に向けて決算報告や会員動向等の報告がなされ、当日の役割分担や2017年度の事業計画が審議された。なお、重要な審議事項として、「次世代免震システム検討委員会」と「ISOへの免震基準提案委員会」という二つの特別委員会の設置が提案された。日本の免震構造の30年という歴史を一区切りとして、既存技術を進化させ新たなアイデアを含めた将来像を描き、次の世代へと引き継ぐことを趣旨として、満場一致で提案を受け入れ、具現化へ向けての動きをとることとなった。

技術委員会

委員長 北村 春幸

4月から「超高層建築物等における南海トラフ沿いの巨大地震による長周期地震動への対策」が

はじまり、免震建物の個別認定で免震部材の長周期地震動に対する影響を考慮した応答解析が行われている。その中で、免震協会が委員会を組織した国土交通省建築基準整備促進事業「長周期地震動に対する免震建築物の安全性検証方法に関する検討(平成22～24年度)」の成果が利用され、順調に免震建物の審査が行われている。引き続き、免震構造に関する研究成果を広く社会に提供し、免震協会の役割を果たしていきたい。

免震設計部会

委員長 藤森 智

●設計小委員会

委員長 藤森 智

免震建物の対津波構造設計マニュアル(案)に用いる設計事例を、構造種別・建物形状・津波高さ・フェールセーフ機構、及び建物の再使用性を考慮して作成中である。また免震部材接合部指針については、取付けボルトの作用応力に関する改定とダンパー取付け部に関する留意点を追記する予定である。

●入力地震動小委員会

委員長 久田 嘉章

2017年4月13日に第101回入力地震動小委員会を開催し、時刻歴応答解析法による免震建築物の設計基準・同マニュアルの改訂への対応と、免震建築の新規強震観測について議論した。また各委員より、南海トラフ沿いの巨大地震による長周期地震動に対する検討と評価機関の運用状況、極大地震動による免震建築物の応答特性に関する研究、等の報告があった。

●設計支援ソフト小委員会

委員長 酒井 直己

現在開発中の支援ソフト公開の前に外部からの意見を求めるべく、今年のAIJ大会に「免震装置の全数検査後の特性を反映した配置シミュレーション」の題目で梗概原稿を作成し提出した。また「使い易い入出力方法」にするための改善作業を継続中。

耐風設計部会

委員長 大熊 武司

耐風設計指針の増刷、英語版の校正の各作業を完了した。新たな作業として、制振建築物についての指針作成に向け作業を開始した。風の繰り返し荷重効果に丁寧な対応が求められる高層建物等が増え始めた事によるもので、まずは論点整理であるが、免震・制振いずれについても、風方向だけでなく、風直交方向、振れの組合せへの配慮が重要であることを記しておきたい。

施工部会

委員長 原田 直哉

JSSI免震構造施工標準2017の刊行を7月にひかえ、ゲラ原稿の2回目の校正作業に入った。主な内容として、施工計画の立案から施工計画書の作成作業を補佐できる項目を充実し、また、免震部材の性能検査項目、検査・評価方法の詳細を記載している。

免震部材部会

委員長 高山 峯夫

●アイソレータ小委員会

委員長 高山 峯夫

アイソレータ小委員会では、取り付け部(フランジ、ボルトなど)の合理的な設計を行うための実

験を検討している。また長周期・長時間地震動に対する免震部材の性能評価法について検討を始めている。

●ダンパー小委員会

委員長 萩野 伸行

WEB公開している活動報告書の更新に向けて、各ダンパーの新たな知見（限界性能、2方向特性、長周期・長時間地震動、新たなダンパー等）を考慮した報告書の検討および作成を継続している。また、防耐火部会（免震建物の耐火設計ガイドブック作成WG）の活動についても、継続協力を行っている。

応答制御部会

委員長 笠井 和彦

パッシブ制振評価小委員会

委員長 笠井 和彦

制振部材品質基準小委員会

委員長 辻 泰一

「制振構造設計の最新動向」の把握を目的として小委員会を開催し、3/31（8名）は「ダンパーの動的特性に対する装置材の変形の影響」、4/20（7名）は「制振デバイスの性能確保と設計合理化」について紹介いただいた。また、5/24（9名）には笠井委員長を中心に、「パッシブ制振構造設計・施工マニュアル」の改訂等、今後の活動方針について議論を行った。

制振部材品質基準小委員会では、4月より木林前委員長に代わり辻が新委員長に就任しました。よろしくお願いします。

防耐火部会

委員長 池田 憲一

「免震建物の耐火設計ガイドブック」の執筆を終了し最終的なチェックを実行中。耐火構造認定追加手続きホームページへの掲載原稿を検討した。天然ゴム系積層ゴムの高温性能についての検討は継続。

普及委員会

委員長 須賀川 勝

3月10日に2016年度の第5回普及委員会運営幹事会を開催し、次年度の計画の他フォーラムのテーマ等について検討し、引き続き4月24日の今年度第1回の委員会では今日まで実績を積んできた免震構造の課題や今後の方向性などについて意見交換をした。なお今後の課題等はフォーラム開催にこだわらず何らかの形で会員に提示する機会を作る方向で進める予定である。

教育普及部会

委員長 前林 和彦

一昨年、昨年と実施したマンション居住者向けの免震体験学習の依頼が今年もあり、受ける方向で調整中である。詳細については先方の意向も聞きながら今後検討していく。

出版部会

委員長 千馬 一哉

出版部会の全体会議は、2016出版部会の全体会議を、3月29日に開催した。4月25日発行の会誌96号の進捗状況の確認を行い、7月末に発行予定の会誌97号の内容および執筆依頼について協議した。免震建築紹介は昨年の熊本地震で大きな免震層変位を記

録した阿蘇医療センターとし、4月26日に現地取材を行った。

国際委員会

委員長 斉藤 大樹

4月にニュージーランドにおいて地震工学年次会議と合わせて世界免制振会議が開催され、国際委員会からは馮委員、森田委員が参加した。また、新興国に対する免制震技術の普及促進ワークショップが、8月にマレーシアとインドネシア、10月にインドで開催される予定である。昨年、実施したルーマニアのブカレスト市から病院の免震化の技術指導の依頼が来るなど、成果が見え始めている。さらに、6月には中国山東省の技術者を対象とした講習会が日本で行われるなど、国際展開の動きが加速している。

資格制度委員会

委員長 古橋 剛

資格制度委員会（運営幹事会及び6部会で構成）は、当協会が認定する「免震部建築施工管理技術者」および「免震建物点検技術者」の資格に関わる講習・試験及び更新講習会（毎年度計4回）の実施、及びその合否判定の事業を担当している。

4月5日（水）に本年度第1回の運営幹事会を開催し、更新講習会の基調講演依頼者、資格更新の電子化、施工管理技術者講習・試験案内について検討した。また、試験及び更新講習会時の欠席、更新延期の取り扱いに関して議論し、継続審議とした。

なお、2017年度に予定されている講習・試験及び更新講習会は下記のとおりである。

10月8日（日）第18回免震部建築
施工管理技術者講習・試験（会場：
ベルサール渋谷ファースト）

11月5日（日）第13回免震部建築
施工管理技術者更新講習会（会
場：ベルサール渋谷ファースト）

11月25日（土）第12回免震建物
点検技術者更新講習会（会場：
ベルサール神田）

1月20日（土）第16回免震建物点
検技術者講習・試験（会場：ベ
ルサール神田）

免震支承問題対応委員会 委員長 菊地 優

当委員会にて高減衰ゴム系積層ゴム支承（G0.35およびG0.62）の大臣認定確認再試験結果を精査し、大臣認定を受けた項目について所要の性能が再現されたことを確認した旨を記載した見解書を、平成29年3月2日に和田会長が国土交通省住宅局に伺い、直接提出した。交換用の高減衰ゴム系積層ゴム支承（G0.35）の全数社内検査には、当協会会員企業の免震建築物点検技術者で当協会にて研修を受けた者13名が交代で立会い、また概ね50基ごとに当委員会委員が立会い、生産が行われている。一方、高減衰ゴム系積層ゴム支承に続いて、弾性すべり支承の大臣認定確認

再試験の準備が新たに進められており、4月18日の委員会で再試験の準備状況が報告された。

耐震要素実大動的加力装置の設置検討委員会 委員長 高山 峯夫

本委員会では、東京工業大学の笠井和彦教授を中心に、精力的に試験装置の検討をしていた。現時点での装置仕様として、圧縮荷重は120MN、水平方向の最大荷重は、主軸方向で12MN（動的8MN）、副軸方向で6MN（動的4MN）を考えている。水平ストロークは±1mで、最大速度は2m/sとなっている。荷重の計測では、試験装置の摩擦力などを含まずに試験体の反力を忠実に計測できるようにする予定である。この実験施設は、東工大のすずかけ台キャンパスに設置する方向で建屋設計の詳細な検討もあわせて行われている。

なお、この試験装置の設置計画は、現時点で7倍の競争率を勝ち抜き、日本学術会議の大型重点研究計画に採用されている。このルートは、スーパーカミオカンデなどが実現されたものと同じで、採択されれば政府の全額出資によって本計画が実現できる予定である。

委員会活動報告 (2017.3.1 ~ 2017.5.31)

日付	委員会名	開催場所	人数
3月2日	運営委員会	事務局会議室	14
3月6日	技術委員会/耐風設計部会	事務局会議室	6
3月10日	普及委員会/運営幹事会	事務局会議室	6
3月14日	特別委員会/耐震要素実大動的加振力置の設置検討委員会/装置計画特別WG/SWG3&4	東京工業大学	11
3月15日	原子力関係施設免震構造委員会	建築家会館1F大ホール	26
3月22日	技術委員会/運営幹事会	事務局会議室	15
3月23日	技術委員会/免震設計部会/設計支援ソフト小委員会	事務局会議室	8
3月24日	技術委員会/設計基準作成WG	事務局会議室	7
3月27日	技術委員会/防耐火部会	事務局会議室	11
3月27日	技術委員会/防耐火部会/「耐火設計ガイドブック」作成WG	事務局会議室	6
3月28日	特別委員会/耐震要素実大動的加振力置の設置検討委員会/装置計画特別WG/SWG1&2	東京工業大学	14
3月28日	国際委員会	事務局会議室	8
3月29日	普及委員会/出版部会/「MENSIN」96号編集WG	事務局会議室	4
3月29日	普及委員会/出版部会	事務局会議室	12
3月29日	技術委員会/免震部材部会/ダンパー小委員会	建築家会館3F大会議室	9
3月30日	技術委員会/積層ゴムのベースプレートWG/ベースプレート関係レポート編集SWG	事務局会議室	8
3月31日	技術委員会/応答制御部会/制振部材品質基準小委員会	事務局会議室	8
4月4日	修士論文審査委員会	事務局会議室	9
4月5日	資格制度委員会/運営幹事会	建築家会館3F小会議室	9
4月5日	技術委員会/免震設計部会/設計小委員会	事務局会議室	14
4月7日	特別委員会/耐震要素実大動的加力装置の設置検討委員会(装置WG)装置計画特別SWG1,2,3,4	建築家会館3F大会議室	25
4月10日	技術委員会/耐風設計部会	事務局会議室	7
4月10日	資格制度委員会/施工管理技術者試験部会	建築家会館3F小会議室	7
4月13日	技術委員会/免震設計部会/入力地震動小委員会	事務局会議室	15
4月14日	技術委員会/免震部材部会/免震支承鉛直特性検討WG	事務局会議室	15
4月18日	技術委員会/免震部材部会/アイソレータ小委員会	事務局会議室	13
4月18日	国際委員会/海外展開部会	事務局会議室	16
4月18日	特別委員会/免震支承問題対応委員会/幹事会	建築家会館3F大会議室	15
4月18日	技術委員会/施工部会	建築家会館3F大会議室	13
4月19日	技術委員会/応答制御部会/制振部材品質基準小委員会	事務局会議室	8
4月21日	資格制度委員会/施工管理技術者試験部会/SWG	事務局会議室	4
4月24日	普及委員会/運営幹事会	事務局会議室	10
4月24日	技術委員会/応答制御部会/パッシブ制振評価小委員会/制振普及WG	建築家会館3F小会議室	5
4月25日	維持管理委員会	事務局会議室	14
4月27日	技術委員会/免震設計部会/設計支援ソフト小委員会	事務局会議室	7
4月28日	技術委員会/積層ゴムのベースプレートWG/ベースプレート関係レポート編集SWG	事務局会議室	8
4月28日	技術委員会/防耐火部会/「耐火設計ガイドブック」作成WG	事務局会議室	10
5月8日	技術委員会/耐風設計部会	建築家会館3F大会議室	6
5月8日	資格制度委員会/施工管理技術者試験部会	建築家会館3F小会議室	8
5月9日	運営委員会	事務局会議室	21
5月11日	技術委員会/免震部材部会/ダンパー小委員会	建築家会館3F大会議室	13
5月15日	資格制度委員会/施工管理技術者試験部会	建築家会館3F小会議室	8
5月16日	国際委員会	事務局会議室	11
5月23日	技術委員会/免震部材部会/免震支承鉛直特性検討WG	事務局会議室	12
5月24日	技術委員会/応答制御部会/制振部材品質基準小委員会	事務局会議室	9
5月25日	研究助成審査委員会	建築家会館3F小会議室	6
5月25日	技術委員会/防耐火部会	事務局会議室	11
5月25日	技術委員会/防耐火部会/「耐火設計ガイドブック」作成WG	事務局会議室	8
5月25日	技術委員会/設計基準作成WG	事務局会議室	6
5月29日	維持管理委員会	事務局会議室	12
5月29日	資格制度委員会/施工管理技術者試験部会	建築家会館3F小会議室	5
5月30日	技術委員会/免震設計部会/入力地震動小委員会	事務局会議室	14
5月31日	技術委員会/免震部材部会/アイソレータ小委員会	事務局会議室	11
5月31日	技術委員会/免震設計部会/設計支援ソフト小委員会	建築家会館3F小会議室	7

会員の資格喪失

会員種別	会員名	業種または所属
第2種正会員	立道 郁生	

※立道 郁生氏は、2017年5月17日ご逝去されました。

会員数 (2017年6月30日現在)	第1種正会員	90社
	第2種正会員	239名
	賛助会員	108社
	特別会員	7団体

入会のご案内

入会ご希望の方は、次項の申込書に所定事項をご記入の上、事務局までご郵送下さい。
入会は、理事会に諮られます。理事会での承認後、入会通知書・請求書・資料をお送りします。

会員種別		入会金	年会費
第1種正会員	免震構造に関する事業を行う者で、本協会の目的に賛同して入会した法人	300,000円	(1口) 300,000円
第2種正会員	免震構造に関する学術経験を有する者で、本協会の目的に賛同して入会した個人理事の推薦が必要です	5,000円	5,000円
賛助会員	免震構造に関する事業を行う者で、本協会の事業を賛助するために入会した法人	100,000円	100,000円
特別会員	本協会の事業に関係のある団体で入会したもの	別 途	—

会員の特典など

	総会での 議決権	委員会 委員長	委員会 委 員	会誌送付部数	講習会・書籍等
第1種正会員	有/1票	可	可	4冊/1口 10冊/2口 20冊/3口	会員価格
第2種正会員	有/1票	可	可	1冊	会員価格
賛助会員	無	不可	可	2冊	会員価格

お分かりにならない点などがありましたら、事務局にお尋ねください。

一般社団法人 日本免震構造協会 事務局

〒150-0001 東京都渋谷区神宮前2-3-18 JIA館2階

TEL：03-5775-5432

FAX：03-5775-5434

E-mail：jssi@jssi.or.jp

一般社団法人 日本免震構造協会 入会申込書〔記入要領〕

第1種正会員・賛助会員・特別会員への入会は、次頁の申込み用紙に記入後、郵便にてお送りください。入会の承認は、理事会の承認を得て入会通知書をお送りします。その際に、入会通知書・請求書等を同封します。

記載事項についてお分かりにならない点などがありましたら、事務局にお尋ねください。

1. 法人名（口数）…口数記入は、第1種正会員のみです。

2. 代表者／第1種正会員の場合

下記の①または②のいずれかになります

第1種正会員につきましては、申込み用紙の代表権欄の代表権者または指定代理人の□に✓を入れて下さい

①代表権者 …法人（会社）の代表権を有する人

例えば、代表権者としての代表取締役・代表取締役社長等

②指定代理人 …代表権者から、指定を受けた者

こちらの場合は、別紙の指定代理人通知（代表者登録）に記入後、申込書と併せて送付して下さい

代表者／賛助会員の場合

賛助会員につきましては、代表権者及び指定代理人の□欄は記入不要です。

代表権をもっていない方をご登録いただいても構いません。例えば担当者の上司等

3. 担当者は、当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・フォーラム・講習会・見学会の案内・会誌「MENSHIN」・会費請求書などの受け取り窓口

4. 建築関係加入団体名

3団体までご記入下さい

5. 業種：該当箇所○をつけて下さい { } 欄にあてはまる場合も○をつけて下さい

その他は（ ）内に具体的にお書き下さい

6. 入会事由…例えば、免震関連の事業展開・〇〇氏の紹介など

一般社団法人 日本免震構造協会 事務局（平日9:30～18:00）

〒150-0001 東京都渋谷区神宮前2-3-18 JIA館 2階

TEL：03-5775-5432 FAX：03-5775-5434

E-mail：jssi@jssi.or.jp

一般社団法人 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。

*本協会で記入します。

[illegible]

※貴社、会社案内を1部添付してください

一般社団法人 日本免震構造協会「免震普及会」に関する規約

平成11年2月23日
規約第1号

第1（目的）

社団法人日本免震構造協会免震普及会（以下「本会」という。）は、社団法人日本免震構造協会（以下「本協会」という。）の事業目的とする免震構造の調査研究、技術開発等について本協会の会報及び活動状況の情報提供・交流を図る機関誌としての会誌「MENSHIN」及び関連事業によって、免震構造に関する業務の伸展に寄与し、本協会とともに免震建築の普及推進に資することを目的とする。

第2（名称）

本会を「(社)日本免震構造協会免震普及会」といい、本会員を「(社)日本免震構造協会免震普及会会員」という。

第3（入会手続き）

本会員になろうとする者（個人又は法人）は、所定の入会申込書により申込手続きをするものとする。

第4（会費）

会費は、年額1万円とする。会費は、毎年度前に全額前納するものとする。

第5（入会金）

会員となる者は、予め、入会金として1万円納付するものとする。

第6（納入金不返還）

納入した会費及び入会金は、返却しないものとする。

第7（登録）

入会手続きの完了した者は、本会員として名簿に登載し、本会員資格を取得する。

第8（資格喪失）

本会の目的違背行為、詐称等及び納入金不履行の場合は、本会会員の資格喪失するものとする。

第9（会誌配付）

会誌は、1部発行毎に配付する。

第10（会員の特典）

本会員は、本協会の会員に準じて、次のような特典等を楽しむことができる。

- ① 刊行物の特典頒付
- ② 講習会等の特典参加
- ③ 見学会等の特典参加
- ④ その他

第11（企画実施）

本会の目的達成のため及び本会員の向上の措置として、セミナー等の企画実施を図るものとする。

附則

日本免震構造協会会誌会員は、設立許可日より、この規約に依る「社団法人日本免震構造協会免震普及会」の会員となる。

一般社団法人 日本免震構造協会「免震普及会」入会申込書

申込書は、郵便にてお送り下さい。

申 込 日 (西暦)		年 月 日	*入会承認日	月 日
*コード				
ふ り が な 氏 名		印		
勤 務 先	会 社 名			
	所属・役職			
	住 所	〒 -		
	連 絡 先	TEL () - FAX () -		
自 宅	住 所	〒 -		
	連 絡 先	TEL () - FAX () -		
	業 種	該当箇所に○をお付けください 業種Cの括弧内には、分野を記入してください A：建設業 B：設計事務所 C：メーカー () D：コンサルタント E：その他 ()		
会誌送付先	該当箇所に○をお付けください	A：勤務先 B：自 宅		

*本協会にて記入します。

会員登録内容に変更がありましたら、下記の用紙にご記入の上FAXにてご返送ください。

送信先 一般社団法人 日本免震構造協会 事務局 宛
F A X 0 3 - 5 7 7 5 - 5 4 3 4

会員登録内容変更届

送付日（西暦） 年 月 日

●登録内容項目に○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. E-mail 8. その他（ ）

会 員 種 別 : 第1種正会員 第2種正会員 賛助会員 特別会員 免震普及会

発 信 者 : _____

勤 務 先 : _____

T E L : _____

●変更する内容 (名刺を拡大コピーして、貼っていただいても結構です)

会 社 名 _____

(ふりがな)
担 当 者 _____

勤務先住所 〒 _____

所 属 _____

T E L () _____

F A X () _____

E - m a i l _____

※代表者が本会の役員の場合は、届け出が別になりますので事務局までご連絡下さい。

行事予定表 (2017年8月～11月)

■ は、行事予定日など

2017年 8月

日	月	火	水	木	金	土
		1	2	3	4	5
6	7	8	9	10	11	12
13	14	15	16	17	18	19
20	21	22	23	24	25	26
27	28	29	30	31		

8月上旬「JSSI免震構造施工標準-2017-」発行予定

8/7 マレーシア耐震ワークショップ[建築基準普及促進]

8/25 インドネシア耐震ワークショップ[建築基準普及促進]

8月下旬「免震建物維持管理基準-2017-」発行予定

9月

日	月	火	水	木	金	土
					1	2
3	4	5	6	7	8	9
10	11	12	13	14	15	16
17	18	19	20	21	22	23
24	25	26	27	28	29	30

10月

日	月	火	水	木	金	土
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30	31				

10/8 平成29年度免震部建築施工管理技術者 講習・試験
(東京：ベルサール渋谷)

10/25 会誌No.98発行

10/30-11/3 インド耐震ワークショップ[建築基準普及促進]

11月

日	月	火	水	木	金	土
			1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28	29	30		

11/上旬 平成29年度免震部建築施工管理技術者試験合格者発表

11/5 施工管理技術者対象：更新講習会（東京：ベルサール
渋谷ファースト）

11/25 点検技術者対象：更新講習会（東京：ベルサール神田）

進化を続ける、新日鉄住金エンジニアリングの 免震シリーズ

「振り子の原理」で復元+「摩擦」で減衰+「鋼の強さ」で支承 ⇒ オールマイティな〈球面すべり支承〉

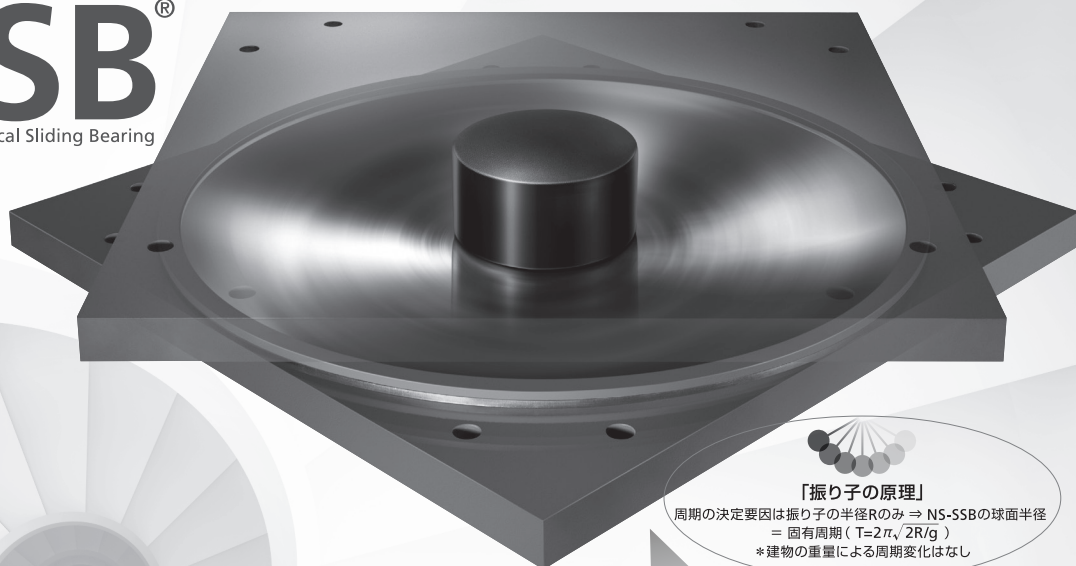
NS-SSB[®]

NS-Spherical Sliding Bearing

★★★★ 支承 ★★★★★ 絶縁 ★★★★★ 減衰 ★★★★★ 復元

- ① 荷重に影響されない「固有周期」
- ② “1人4役”で地震動を長周期化
- ③ 高精度でばらつきを極小化
- ④ 高面圧でコンパクト
- ⑤ 部材選びの手間・労力を大幅減

詳しくは **NS-SSB** で検索！



「振り子の原理」

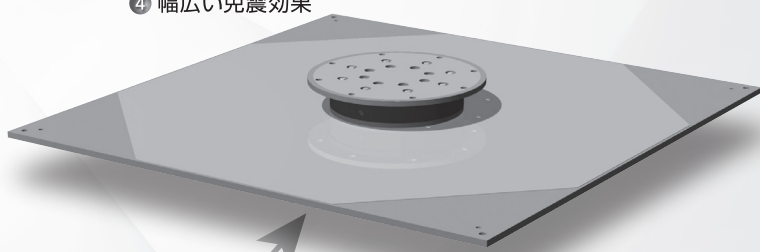
周期の決定要因は振り子の半径Rのみ ⇒ NS-SSBの球面半径
= 固有周期 ($T=2\pi\sqrt{2R/g}$)
* 建物の重量による周期変化はなし

極めて低い動摩擦係数・安定した性能を誇る——

低摩擦弾性すべり支承

★★★★ 支承 ★★★★★ 絶縁

- ① 高性能
- ② 優れた耐久性・メンテナンスフリー
- ③ 低コスト&省スペース
- ④ 幅広い免震効果

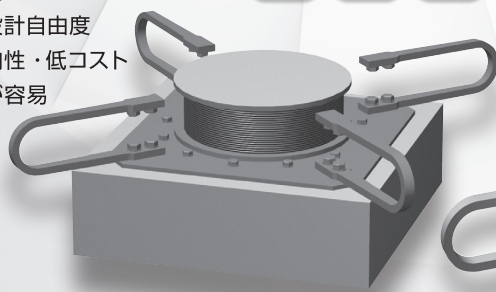


安定した復元力特性・疲労特性にも定評ある——

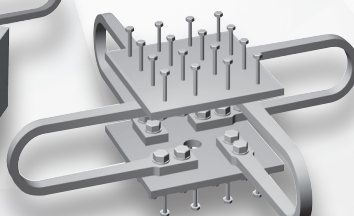
免震U型ダンパー

★★★★ 減衰 ★★★★★ 復元 ★★★★★ 支承

- ① 高品質
- ② 高い設計自由度
- ③ 無方向性・低コスト
- ④ 点検が容易



積層ゴム一体型免震U型ダンパー



別置型免震U型ダンパー

確かなアンサーを、あなたへ。

Pre-Engineered Solution

広告に関するお問い合わせ／建築・鋼構造事業部 エンジニアリング商品部 www.nsec-steelstructures.jp

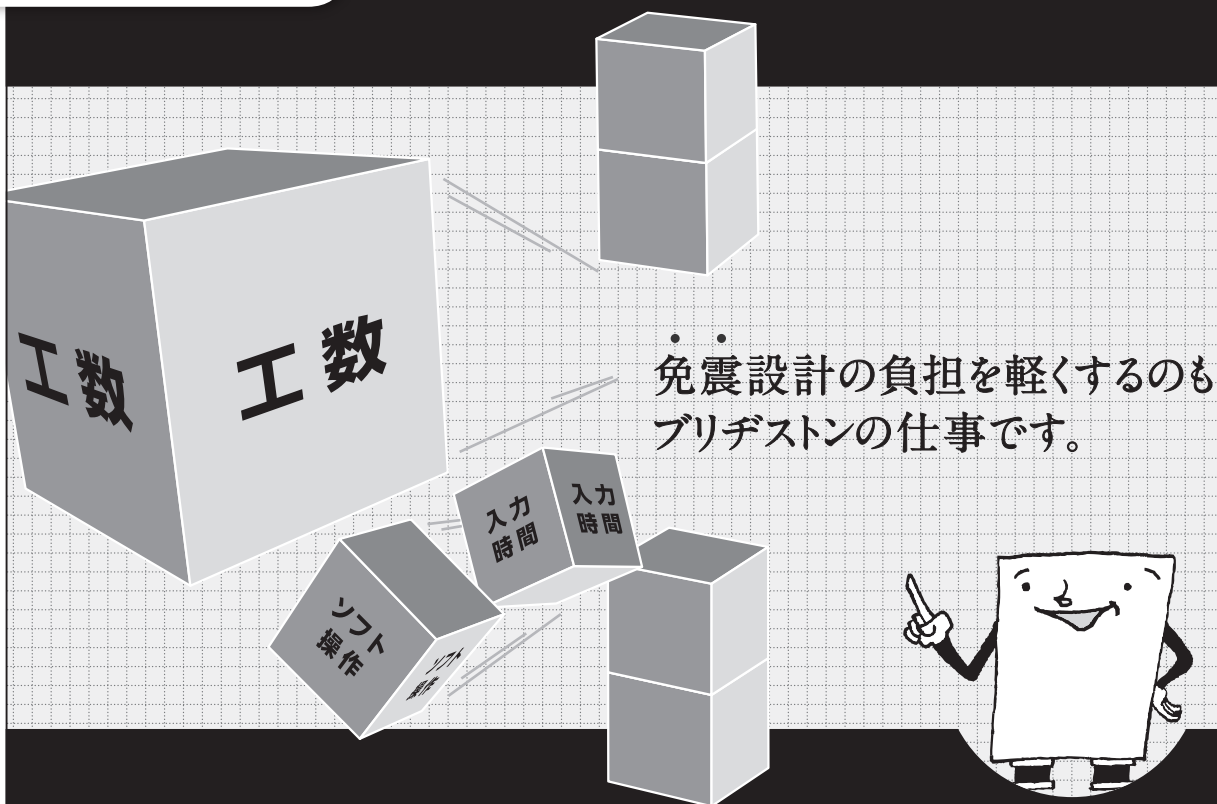
最適なアンサーへ。Web会員募集中！ **アンサーをあなたへ**

〒141-8604 東京都品川区大崎一丁目5番1号 大崎センタービル Tel.03-6665-4360

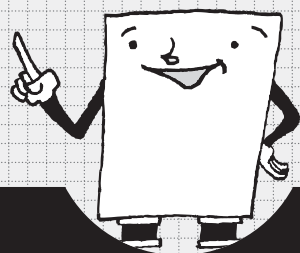
新日鉄住金エンジニアリング株式会社

BRIDGESTONE

あなたと、つぎの景色へ



免震設計の負担を軽くするのも
ブリヂストンの仕事です。

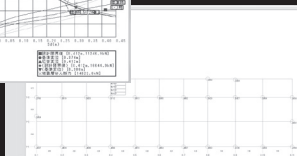
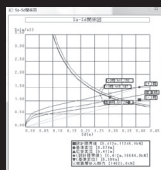


簡単操作とソフト連携の強化で、 「免震設計」をバージョンアップ!

ブリヂストン製免震装置の配置計画を支援する「LAP²+t(ラップスクエア プラスティー)」がバージョンアップ。一貫構造計算ソフトウェアとして広く普及しているユニオンシステム株式会社製の「SuperBuild/SS3」からデータの直接読み込みが可能になりました。従来、手作業で行っていた膨大なデータ入力が省略され設計作業を大幅に軽減・短縮します。免震設計支援ソフト「LAP²+t」は初めて免震設計される設計者でも操作しやすく、ブリヂストンの免震部材の配置を容易に検討できます。

免震設計支援ソフト

LAP²+t ver.2



LAP²+t ver.2 は
ユニオンシステムとの
共同開発です

▼ ▼ ▼ ▼ 無償のソフトをダウンロードしよう! ▼ ▼ ▼ ▼

詳しくはWebサイトへ
無償ダウンロードサービスで、
いますぐご利用いただけます!!

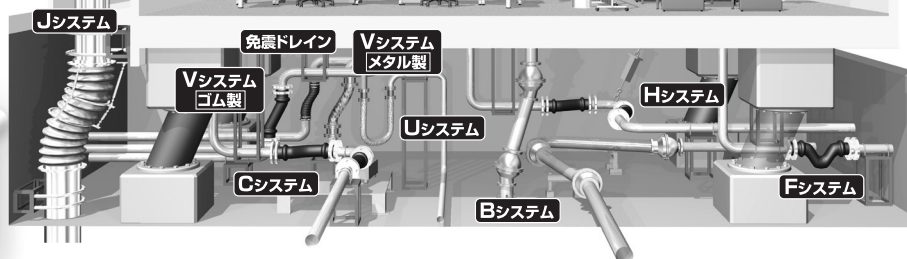
www.bridgestone.co.jp

LAP2をダウンロード 検索
(ユーザー登録が必要です)

TOZEN

免震継手システム SQ2

SEQULEX2 セキュレックス2



免震・層間・ 変位吸収継手の パイオニア

Fシステム

大変位性、施工性などに優れた性能を発揮する横引き・斜め配管取付用免震システム。

Hシステム

サスペンションと継手を組み合わせて高い免震性能を発揮。スプリング内蔵型免震システム。

Cシステム

国内免震システム第一号の豊富な実績と確かな信頼性のコントローラ、ステージ型、免震システム。

Vシステム

・低コスト化を追求した縦配管・垂直取付け免震システム。
・「冷媒用 Vシステム」鋼管接続が可能な免震システム。

Uシステム

継手一本で低コスト化を実現。
さらに省スペースでも対応可能な免震システム。

免震ドレイン

簡易的な施工で変位吸収が可能な排水用免震継手。

Jシステム

空調・排煙・煙道・煙突用免震システム。

Bシステム

【縦型】
伸縮型ボールジョイントを採用し省スペース化を実現した免震システム。

Bシステム

【横型】
高温、高圧、大口径に適したボールジョイントを採用した免震システム。

住宅免震用配管継手

ハウズドレイン（排水用）

短時間で最大免震量500mmまで対応可能な
縦取付け専用の排水免震継手。



ハウズドレインF（排水用）

縦取付けはもちろん、横取付け（水平）も可能（最大免震量700mm）。
評価方法基準における維持管理対策等級3にも適応。



アクトホース（給水用）

「ねじれ」を防止する回転機能付き。
最大免震量500mmまで対応可能な免震継手。



株式会社 TOZEN

E-mail
sales@tc.tozen.com

URL
http://www.tozen.co.jp

★各種カタログ及びD X Fは弊社HPより
ダウンロード願います。

ISO9001
認証取得

東日本事業所 〒342-0008 埼玉県吉川市旭8-4
TEL: 050-3538-2091 (代表) FAX: 050-3538-2094

仙台出張所 〒984-0032 宮城県仙台市若林区荒井字広瀬前125番地-10
TEL: 022-288-2701 (代表)

北海道エリア TEL: 050-3386-1561 (代表)

西日本事業所 〒550-0014 大阪府大阪市西区北堀江1-5-14
TEL: 06-6578-0310 (代表) FAX: 06-6578-0312

中部エリア TEL: 050-3538-1561 (代表)

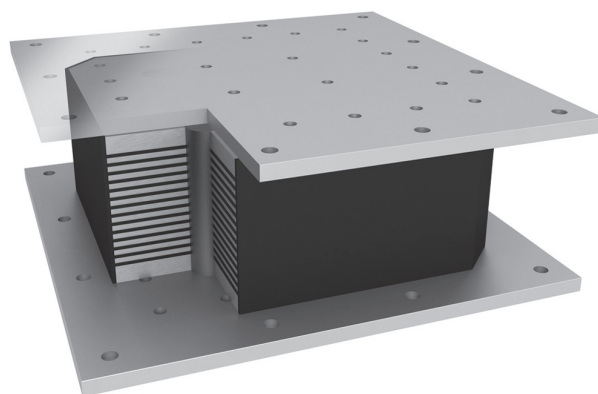
九州エリア TEL: 050-3538-1616 (代表)

先進の免震設計に、信頼で応える オイレスの免震装置

〈角型〉鉛プラグ・積層ゴム一体型免震装置

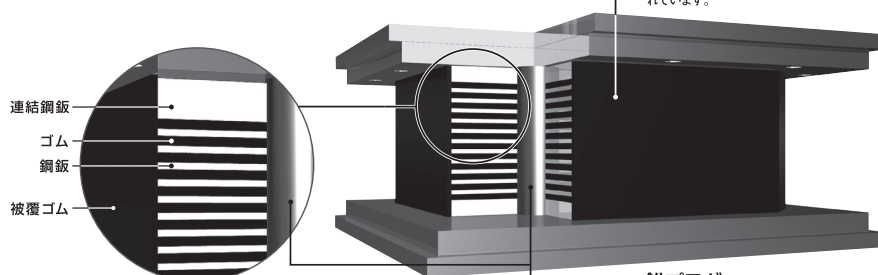
LRB-S

- 従来のLRBの性能を維持するとともに、躯体と免震装置の経済的な設計が出来るエコノミーデザインです。
- 水平全方向で安定した特性を示し、大変形に対する信頼性も確認されています。
- レトロフィットなどでの柱の収まりが良く、耐火被覆などが容易で、低コスト化できます。
- 丸型に対し、ワンランク下のサイズで対応できるため、設置面積を小さくできます。



天然積層ゴム

天然ゴムを使用し、引張り強さ、硬さ、クリープ、経年変化、疲労など各種試験により十分な耐久信頼性が確認されています。



鉛プラグ

高純度の鉛を使い、各種試験において減衰材料として優れた特性と耐久性が確認されています。



大型試験機によるLRBの大変形性能試験

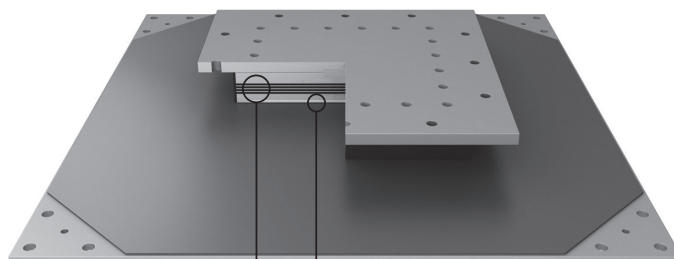
滑り天然積層ゴム型免震装置

SSR

長周期化を可能にする、
オイレス弾性すべり支承。

- 摩擦係数 $\mu=0.01$ 、 $\mu=0.03$ 、 $\mu=0.13$ と豊富なバリエーションとサイズをご用意しています。
- 最大鉛直荷重37,900kNまで揃えています。
- 小さな荷重でも変形量を確保し、免震化を可能にします。

※SSRはLRBやRBなどの免震装置と組み合わせて使用します。



天然積層ゴム

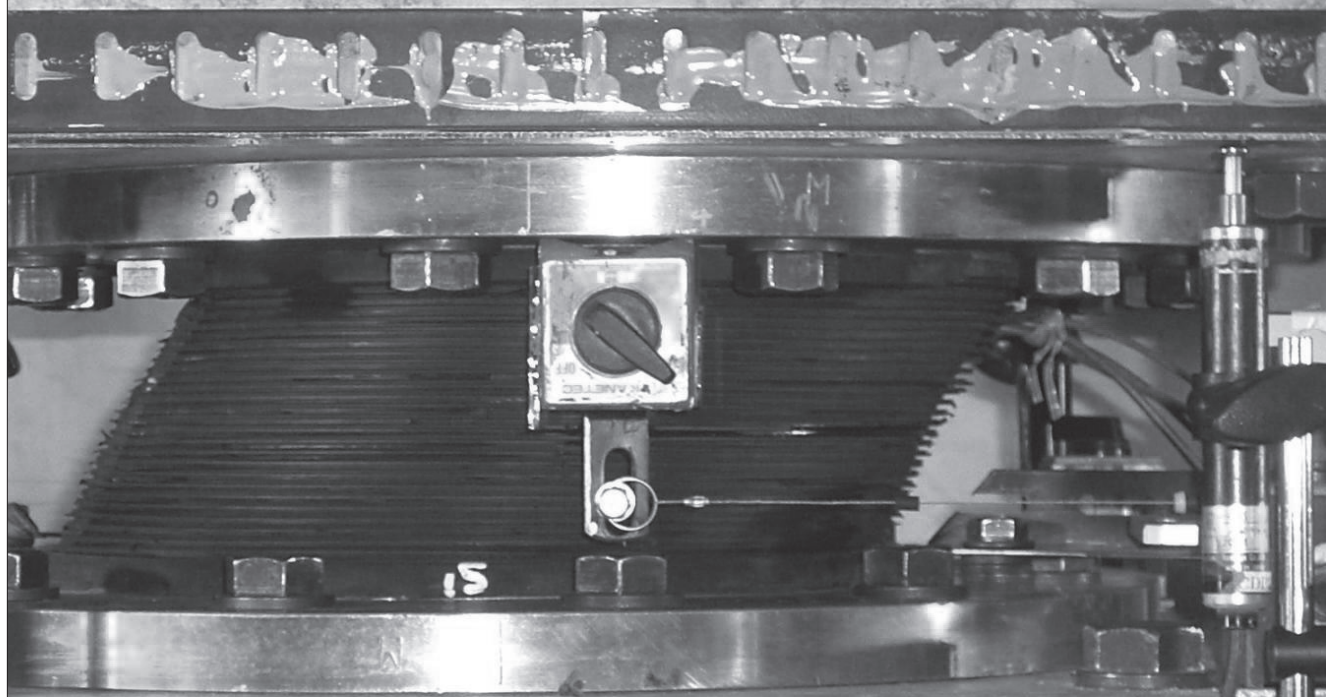
天然ゴムを使用し、引張り強さ、硬さ、クリープ、経年変化、疲労など各種試験により、十分な耐久信頼性が確認されています。

摺動材(オイレス滑り材)

オイレス滑り材は、耐荷重性、耐磨耗性、摩擦係数、速度特性など各種試験により、十分な耐久信頼性が確認されています。

ADC 免制震デバイス社の 積層ゴム免震装置

装置構成材の組み合わせ自由度が高く、
様々な設計条件に適合します。



「錫プラグ入り積層ゴム」載荷変形試験状況

SnRB

錫プラグ入り積層ゴム

Tin Rubber Bearing

国土交通大臣認定番号(免震材料) MVBR-0423

錫は鉛と比較してエネルギー吸収力は約1.7倍。
同じ減衰力を得ようとするとき、
鉛プラグ入り積層ゴムより装置数が少なくて済み、
コストダウンが可能になる場合があります。

ADC 免制震デバイス社の 免震・制震装置

● 転がり免震装置

CLB 直動転がり支承

● 積層ゴム免震装置

SnRB 錫プラグ入り積層ゴム

LRI 鉛プラグ入り積層ゴム

NRI 天然ゴム系積層ゴム

● 粘性制震装置

RDT 減衰こま
VDW 粘性制震壁

● 粘性減衰装置

RDT 減衰こま

ADC

Aseismic Devices Co., Ltd.

株式会社 免制震デバイス

<http://www.adc21.co.jp>

【本社】〒102-0075 東京都千代田区三番町6番26号

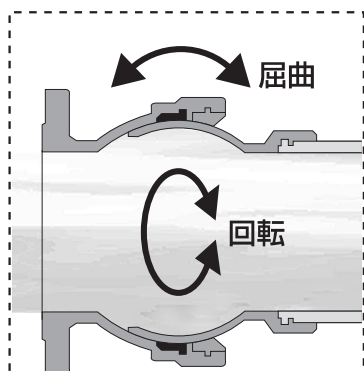
住友不動産三番町ビル5階 TEL:03-3221-3741

【技術センター】〒329-0432 栃木県下野市仁良川1726

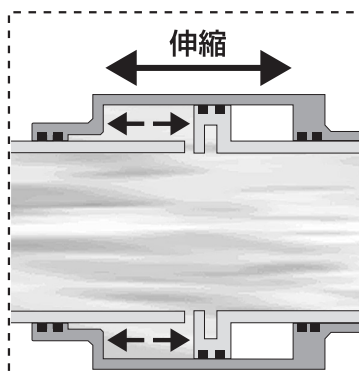
省スペース型 新メカニカル免震継手

ボールジョイントと伸縮ジョイントを一体化。
三次元(X・Y・Z・回転軸)作動。

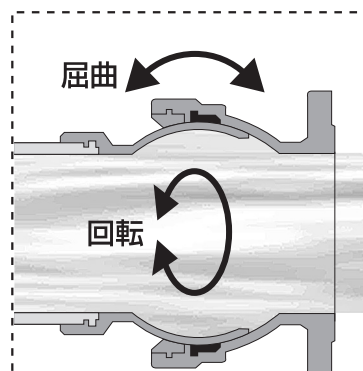
- 摺動タイプで反力はなく作動抵抗がほとんどない。 ●無反動型は圧力変動と水の体積変化を吸収する。
- 金属製で強度、耐久性に優れ、メンテナンスフリー。 ●無反動型は内圧による推力がほとんど発生しない。



ボールジョイント

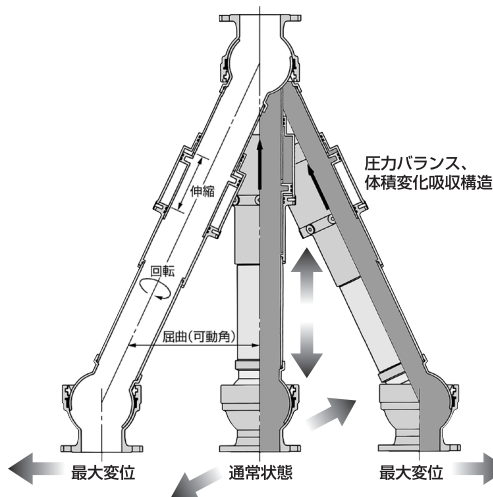


伸縮ジョイント
(圧力バランス、体積変化吸収構造)

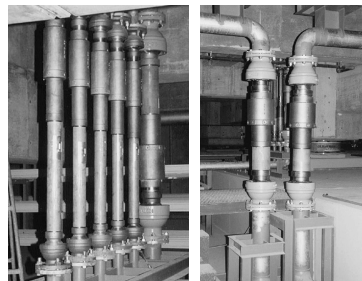


ボールジョイント

■作動図



■施工例



■種類・サイズ・用途 (単位:mm)

圧力配管用 縦型[無反動型] (MB-MK)

呼び径	免震量 ±400・±500・±600			伸縮量	可動角(°)
	面間(±400)	面間(±500)	面間(±600)		
25	960	1180	1400	0~150	±25°
32	980	1200	1420		
40	1000	1220	1440		
50	1020	1240	1460		
65	1060	1280	1500		
80	1130	1350	1570		
100	1160	1380	1600	0~200	±25°
125	—	1380	1600		
150	—	1380	1600		
200	—	1430	1620		

開放配管用 縦型 (MB-HT)

呼び径	免震量 ±400・±500・±600			伸縮量	可動角(°)
	面間(±400)	面間(±500)	面間(±600)		
25	960	1180	1400	0~200	±25°
32	980	1200	1420		
40	1000	1220	1440		
50	1020	1240	1460		
65	1060	1280	1500		
80	1130	1350	1570		
100	1160	1380	1600	0~200	±25°
125	1160	1380	1600		
150	1160	1380	1600		

開放配管用 横型 (MB-HY)

呼び径	免震量 ±400・±500・±600			伸縮量	可動角(°)
	面間(±400)	面間(±500)	面間(±600)		
25	1520	1820	2120	±400 ±500 ±600	±25°
32	1550	1850	2150		
40	1560	1860	2160		
50	1630	1930	2230		
65	1700	2000	2300		
80	1920	2220	2520		
100	1990	2290	2590	±400 ±500 ±600	±25°
125	2000	2300	2600		
150	2070	2370	2670		

※免震量や呼び径が大きい場合はお問い合わせ下さい。

(財)日本消防設備安全センター 認定番号/PJ-119号 PJ-120号 PJ-121号
危険物保安技術協会 評価番号/危評第0017号

無反動型免震ジョイント ボール形可とう伸縮継手

メンシンベンダー

PAT.

●お問い合わせは本社営業統轄部へ



本社 〒529-1663 滋賀県蒲生郡日野町北脇206-7 TEL(0748)53-8083
札幌営業所 TEL(011)642-4082 大阪支店 TEL(072)677-3355
東北営業所 TEL(022)306-3166 中国支店 TEL(082)262-6641
東京支店 TEL(03)3970-9030 九州支店 TEL(092)501-3631
名古屋支店 TEL(052)712-5222

■URL <http://www.suiken.jp/> ■E-mail otoiawase@suiken.jp

護 免 火

GOMENKA SERIES

免震装置用耐火被覆システム

耐火構造認定 柱3時間

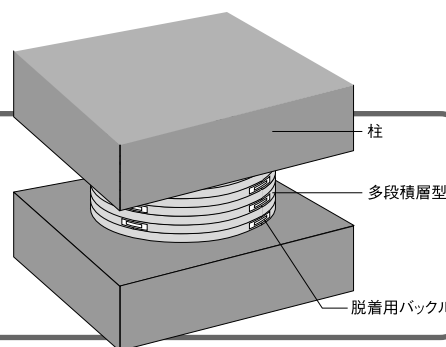
「護免火シリーズ」は3時間の耐火構造認定を取得した免震装置用耐火被覆材です。

「護免火シリーズ」は天然ゴム系積層ゴム支承(プラグ挿入型積層ゴム支承を含む)、高減衰ゴム系積層ゴム支承、直動転がり支承、弾性すべり支承および剛すべり支承に対応可能です。

【積層ゴム支承用多段積層型】

■ 護免火NR & 護免火HR

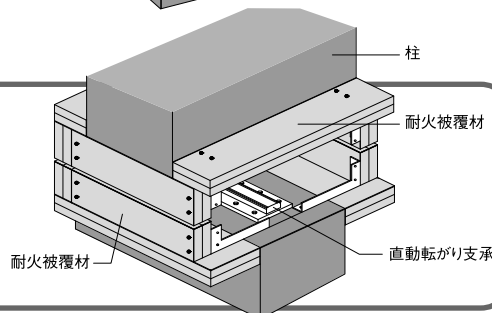
護免火シリーズを代表する耐火被覆システムです。当社オリジナルの多段積層型により残留変位発生時にも高い信頼性を発揮します。



【直動転がり支承用パネル型】

■ CLB護免火

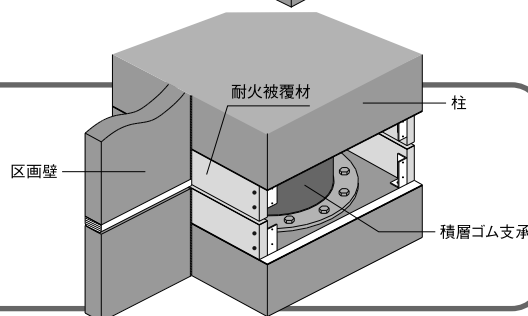
直動転がり支承 (CLB) 用として、唯一耐火構造認定を取得している耐火被覆システムです。



【積層ゴム支承用パネル型】

■ 護免火NRパネル & 護免火HRパネル

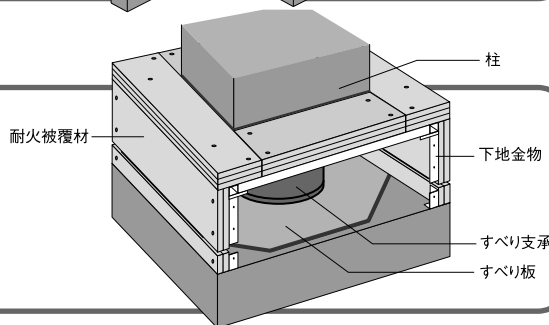
防火区画を形成しやすいパネルタイプの耐火被覆システムです。



【すべり支承用パネル型】

■ 護免火S3

パネルタイプで弾性すべり支承および剛すべり支承に適用できる汎用型の耐火被覆システムです。



AAAM エーアンドエー 工事株式会社

●営業部・技術部

〒230-0051 神奈川県横浜市鶴見区鶴見中央2-5-5 電話 045(503)7730

<http://www.aa-material.co.jp/aa-construction/>

◆東日本支店 電話 045(510)3365
仙台営業所 電話 022(284)4075
◆中部支店 電話 052(218)6660
◆西日本支店 電話 06(6311)5271
九州営業所 電話 092(721)5201

免震設備用耐火システム

めんしんたすけシリーズ

安心＆綺麗
表面化粧鋼板仕様

耐久性が高く、意匠性も高い化粧
鋼板耐火パネル仕様です。

すべり支承免震装置耐火システム

めんしんたすけシリーズ

でルートA大臣認定を取得！

ますます適用範囲が広がりました！

「めんしんたすけ」とは

めんしんたすけは、鉄筋コンクリート柱あるいは鉄骨鉄筋コンクリート柱部の免震装置に対し、主にけい酸カルシウム板を用いて設置する耐火被覆システムです。被覆対象の免震装置と耐火パネルの設置方式により、4種類の製品があります。

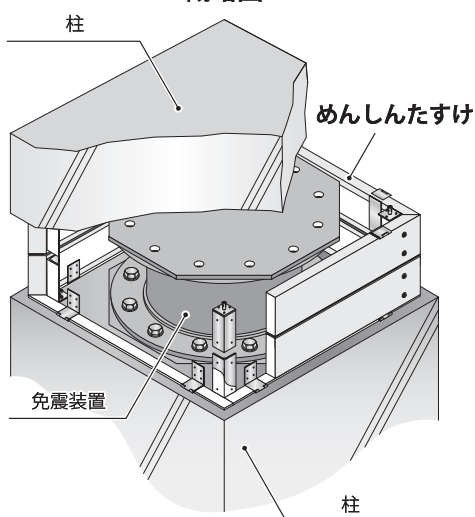


めんしんたすけ-N2

被覆対象免震装置	商品名	パネルタイプ	耐火時間	特徴
天然ゴム系 積層ゴム免震装置 (鉛プラグあるいは 錫プラグが 備わっているものを含む)	めんしん たすけ N	開閉式	3 時間	●高い変形追従性 ●点検・メンテナンスが簡単
	めんしん たすけ N2	固定式	3 時間	●壁際の柱などに設計しやすい ●コーナー形状は2タイプから選択可能 ●丁番オプションでメンテナンス負荷軽減
高減衰ゴム系 積層ゴム免震装置	めんしん たすけ HD	固定式	3 時間	●コーナー形状は2タイプから選択可能 ●上下パネルの隙間を塞ぎ虫の侵入を防止
弾性すべり支承免震装置 あるいは 剛すべり支承免震装置	めんしん たすけ S	固定式	2 時間	●免震装置を挟む上下構造体(柱部等) の断面サイズが同じ場合でも、異なる 場合でも対応可能

※すべり支承用商品には、耐火3時間の商品もあります。詳しくは営業担当者までお尋ねください。

概略図



開閉式	固定式	
めんしんたすけ-N	めんしんたすけ-N2, HD	めんしんたすけ-S
めんしんたすけ (耐火パネル) 免震装置 ↓ 変形時のイメージ	めんしんたすけ (耐火パネル) 免震装置 ↓ 変形時のイメージ	めんしんたすけ (耐火パネル) 免震装置 ↓ 変形時のイメージ



日本インシュレーション株式会社
www.jic-bestork.co.jp

東京 東京都江東区木場2丁目17番16号(ビサイド木場3F)
TEL.03(5875)8531 FAX.03(5875)8551

名古屋 TEL.052(228)8682
仙台 TEL.022(779)6651

大阪 TEL.06(6210)1282
福岡 TEL.092(452)8651

会誌「MENSHPIN」 広告掲載のご案内

会誌「MENSHPIN」に、広告を掲載しています。貴社の優れた広告をご掲載下さい。

●広告料金とサイズなど

- 1) 広告の体裁 A4判 (全ページ) 1色刷
掲載ページ 毎号合計10ページ程度
- 2) 発行日 年4回 1月・4月・7月・10月の25日
- 3) 発行部数 1,100部/回
- 4) 配布先 一般社団法人日本免震構造協会会員、官公庁、建築関係団体など
- 5) 掲載料 (1回)

スペース	料 金	原稿サイズ
1ページ	¥86,400 (税込)	天地 260mm 左右 175mm

※原稿・フィルム代は、別途掲載者負担となります。

※通年掲載の場合は、20%引きとなります。正会員以外は年間契約は出来ません。

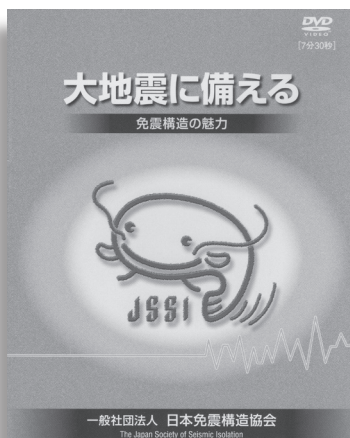
- 6) 原稿形態 広告原稿・フィルムは、内容 (文字・写真・イラスト等) をレイアウトしたものを、郵送して下さい。
広告原稿・フィルムは、掲載者側で制作していただくこととなりますが、会誌印刷会社 (株) 大應に有料で委託することも可能です。
- 7) 原稿内容 本会誌は、技術系の読者が多く広告内容としてはできるだけ設計等で活用できるような資料が入っていることが望ましいと考えます。
出版部会で検討し、不適切なものがあつた場合には訂正、又は掲載をお断りすることもあります。
- 8) 掲載場所 掲載場所につきましては、当協会にご一任下さい。
- 9) 申込先 一般社団法人 日本免震構造協会 事務局
〒150-0001 東京都渋谷区神宮前2-3-18 JIA館2階
TEL 03-5775-5432 FAX 03-5775-5434

広告を掲載する会員は、現在のところ正会員としておりますが、賛助会員の方で希望される場合は、事務局へご連絡下さい。

大地震に備える

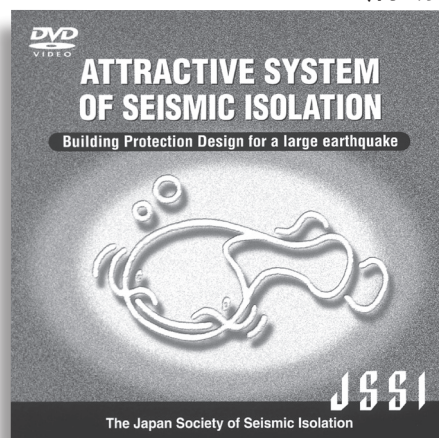
～ 免震構造の魅力 ～

免震建築の普及のため、建築主向けに免震構造を分かり易く解説したもの (約9分)



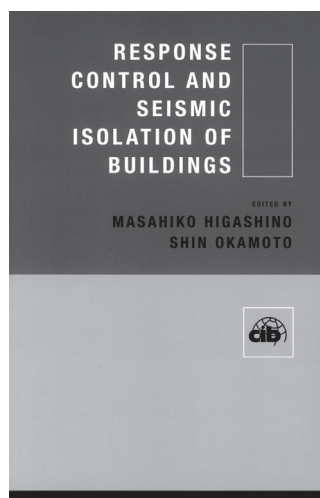
[日本語版]

価格(税込) : 会 員	¥2,000
非会員	¥2,500
アカデミー	¥1,500
発 行 日	: 2014年3月



[英語版]

価格(税込) : 会 員	¥1,500
非会員	¥2,000
アカデミー	¥1,000
発 行 日	: 2006年11月



国際委員会は2000年よりCIB(建築研究国際協議会)のTG44 (Performance Evaluation of Buildings with Response Control Devices)の活動もしていましたが、今回その成果として免振に関する世界の現状を記した書籍がTaylor&Francis社より出版されました。各国の技術基準比較と設計・解析方法などの紹介、免震建物の地震応答観測結果、装置の紹介、各国の設計例データシートなどが示されている。(英語版)

発 行 日 : 2006年12月

販 売 : Taylor & Francis

編集後記

当日本免震構造協会の会員の皆様方の中にも、多くの方が所属されていると思いますが、日本建築構造技術者協会(JSCA)では、現在、会員数の減少が大きな問題となっています。これまでJSCAの活動の中心となって活躍されてきた私たちの先輩方の世代の引退が会員数減に大きく影響しているようです。

この会員数減の状態の中で、「構造デザイン発表会」の存在が、会員数減の歯止めになっています。「構造デザイン発表会」は、金箱会長の時代、構造計算適合性判定のしくみが浸透し始めた時期、構造設計自体が硬直化して多様性を欠きがちになっていたころ、純粋に構造設計の魅力や楽しさを議論する場を作ろうといったコンセプトで始まりました。年々、参加者が増え、

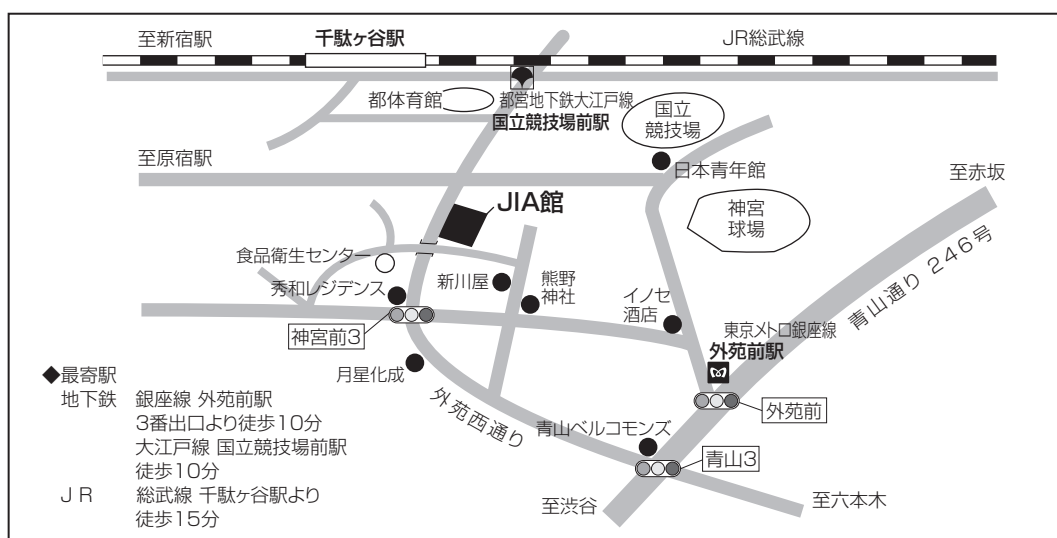
最近では若い世代の生きの良い発表が目立ちます。そして、「構造デザイン発表会」に参加するためにJSCAに入会する若い世代の存在が、JSCAの会員数減の歯止めになり、全体組織としての新陳代謝に大きく貢献しています。当協会についても、会員の新陳代謝や会の持続性について考える時期にきているのかもしれません。

97号の免震建築訪問では、熊本地震で免震層に大きな変形を記録した阿蘇医療センターをおじゃましました。訪問の際、病院の皆様から、熊本地震後の医療活動のことなど、興味深いお話をうかがっています。

97号の編集WGはB班の担当で、岩下さん、榎本さん、大原さん、齊木さん、中村さん、吉井さんの6名のメンバーでした。 出版部会委員長 千馬一哉

寄贈圖書

日本ゴム協会誌	第90巻 第3号	(一社) 日本ゴム協会
日本ゴム協会誌	第90巻 第4号	(一社) 日本ゴム協会
日本ゴム協会誌	第90巻 第5号	(一社) 日本ゴム協会
日事連 建築士事務所の全国ネットワーク	2017.4	(一社) 日本建築士事務所協会連合会
日事連 建築士事務所の全国ネットワーク	2017.5	(一社) 日本建築士事務所協会連合会
日事連 建築士事務所の全国ネットワーク	2017.6	(一社) 日本建築士事務所協会連合会
月刊 鉄鋼技術	2017 4月号	鋼構造出版
月刊 鉄鋼技術	2017 5月号	鋼構造出版
月刊 鉄鋼技術	2017 6月号	鋼構造出版
RE	2017.1 No.193	(一財) 建築保全センター



2017 NO.97 平成29年7月25日発行

発行所 一般社団法人 日本免震構造協会

編集者 普及委員会 出版部会

印刷(株)大應

7 150-0001

東京都渋谷区神宮前2-3-18 JIA館2階

一般社団法人 日本免震構造協会

Tel : 03-5775-5432

Fax : 03-5775-5434

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

