

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. 85

2014. 8

一般社団法人日本免震構造協会出版物のご案内

2014年3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》—2012—	免震建物では、地震時の変位が免震層に集中することから、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・29頁】	2012年10月	¥500 ¥1,000
設計・施工に役立つ問題事例 と推奨事例—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
積層ゴムの限界性能とすべり・ 転がり支承の摩擦特性の現状	積層ゴムアイソレーターの限界性能、すべり・転がり支承の摩擦特性に関する実データを集積し調査結果をまとめたもの 【A4版・46頁】	2003年8月	¥1,500
パッシブ制振構造設計・ 施工マニュアル 《第3版 第1刷》—2013年版—	わが国で唯一の制振構造専門の設計・施工指針 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
JSSI 時刻歴応答解析による 免震建築物の設計基準・ 同マニュアル及び設計例《改訂版》	時刻歴応答解析法により免震建築物の耐震安全性を検証する際の設計マニュアル 【A4版・206頁】	2010年3月	¥2,000 ¥2,500
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
免震建築物の 耐震性能評価表示指針 及び性能評価例	免震建築物の地震に対する性能を時刻歴応答解析法により評価する具体的な方法を示すもので、性能評価例付き 【A4版・225頁】	2005年11月	¥2,000 ¥2,500
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 《改訂版》	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
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 ご相談)
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 【和文、英文版】	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
免震建築物の技術基準解説及び 計算例とその解説 【日本建築センター】	「免震告示（免震建物の構造方法に関する安全に必要な技術的基準（平成12年建設省告示第2009号）」に関する解説書 【A4版・216頁】	2001年5月*1	¥3,500 ¥4,000
免震建築物の技術基準解説及び 計算例とその解説（戸建て免震 住宅） 【日本建築センター】	主に戸建て免震住宅に関して平成16年国土交通省告示第1160号により改正された「免震告示」の解説書 【A4版・195頁】	2006年2月*1	¥3,550 ¥4,100
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

*1 協会の販売は2006年5月～

*2 協会の販売は2006年10月～

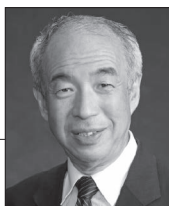
目次

	会長就任のご挨拶	1
	日本免震構造協会 会長 東京工業大学 名誉教授	和田 章
巻頭言	想定外の巨大地震を生き残る構造	3
	豊橋技術科学大学 教授	斉藤 大樹
免震建築紹介	大星八重洲ビル	5
	大林組	山中 昌之 岸 浩行 堂地 利弘
		貞弘 雅晴 齋藤 元嗣 小野 佳之
	東北大学(星陵)医学部3号館耐震改修事業	11
	竹中工務店	安岡 千尋 高橋 伸一 油川 健樹
制震建築紹介	ホテル伊豆急	16
	東急建設	市川 一美 新井 知彦 新沼 隆司
	i2S2	公塚 正行 宮島 洋平
免震建築訪問記 ⑧⑧	名古屋大学減災館	21
	竹中工務店	浜辺 千佐子
	清水建設	猿田 正明
	CERA建築構造設計	世良 信次
	前田建設工業	戸澤 康弘
	日本設計	人見 泰義
シリーズ		
免震部材紹介 ⑪⑪	EXジョイント 屋外床用免震ブリッジ カネソウ	26
東北地方太平洋沖地震関連	東北地方太平洋沖地震後の免震U型ダンパーの残存疲労性能とその評価法	27
	新日鉄住金エンジニアリング	富本 淳
	NIPPON STEEL & SUMIKIN ENGINEERING USA, Inc.	川村 典久
	新日鉄住金エンジニアリング	小西 克尚
	日建設計	村上 勝英 染谷 朝幸
	東京工業大学	山田 哲
特別寄稿	米国の免震建物事情	33
	福岡大学	森田 慶子
	2013年度免震制振建物データ集積結果	37
創立20周年記念事業-5	第3回見学講演会「東北大学 青葉山キャンパス 人間・環境系実験研究棟、マテリアル・開発系実験研究棟」	43
	広報部会 委員 CERA建築構造設計	世良 信次
	第15回日本免震構造協会賞	48
	第6回優秀修士論文賞	57
	第5回免震構造・制振構造に関わる研究助成の成果報告	72
	第6回免震構造・制振建築物に関わる研究助成の選考経緯及び結果	79
委員会報告	「名古屋大学減災館」見学講演会	81
	普及委員会 教育普及部会	
	通常総会議事録	82
	臨時理事会議事録	84
	新役員リスト	85
	性能評価及び評定業務	86
	国内の免震建物一覧表	87
委員会の動き	<ul style="list-style-type: none"> ■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 ■維持管理委員会 ■原子力関係施設免震構造委員会 ■記念事業委員会 ■委員会活動報告(2014.4.1~2014.6.30) 	98
会員動向	<ul style="list-style-type: none"> ■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 	102
インフォメーション	<ul style="list-style-type: none"> ■行事予定表 ■会誌「MENSHIN」広告掲載のご案内 ■寄付・寄贈 	109
編集後記		122

CONTENTS

Inaugural Greeting of President Akira WADA	President, JSSI Professor Emeritus, Tokyo Institute of Technology	1
Preface		
Structural System to Survive Unexpected Massive Earthquake Taiki SAITO	Professor, Toyohashi University of Technology	3
Highlight		
Taisay Yaesu Building Masayuki YAMANAKA Hiroyuki KISHI Toshihiro DOCHI Obayashi Corp. Masaharu SADAHIRO Mototsugu SAITO Yoshiyuki ONO		5
Seismic Retrofitting Project of the Building No.3, School of Medicine (Seiry Campus), Tohoku University Chihiro YASUOKA Shinichi TAKAHASHI Tatsuki ABURAKAWA Takenaka Corp.		11
Highlight(Response Control)		
Hotel Izukyu Kazumi ICHIKAWA Tomohiko ARAI Kenji NIINUMA Tokyu Construction Co., Ltd. Masayuki KIMIDUKA Youhei MIYAJIMA i2S2 Co., Ltd.		16
Visiting Report⁽⁸⁸⁾		
Disaster Mitigation Research Building, Nagoya University Chisako HAMABE Takenaka Corp. Masaaki SARUTA Shimizu Corp. Shinji SERA CERA Architecture Design Office Yasuhiro TOZAWA Maeda Corp. Yasuyoshi HITOMI Nihon Sekkei, Inc.		21
Series "Qualified Isolation Device"⁽¹¹⁾		
EX-Joint "Expansion Joint Cover for Seismically Isolated Structure" kaneso Co.,Ltd.		26
Report of the 2011 off the Pacific Coast of Tohoku Earthquake		
Evaluation of the Fatigue Life of U-shaped Steel Dampers after the 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake Atsushi TOMIMOTO Nippon Steel & Sumikin Engineering Co., Ltd. Norihsa KAWAMURA Nippon Steel & Sumikin Engineering USA, Inc. Yoshinao KONISHI Nippon Steel & Sumikin Engineering Co., Ltd. Katsuhide MURAKAMI Tomoyuki SOMEYA Nikken Sekkei Ltd. Satoshi YAMADA Tokyo Institute of Technology		27
Special Contribution		
Situation of Seismic Isolation Buildings in United States of America Keiko MORITA Fukuoka University		33
Chronological Data on Buildings with Seismic Isolation & Devices, 2013FY		37
Commemorative Event of JSSI 20th Anniversary-5		
Report on 3rd Lecture and Visiting "Laboratory Buildings of 'Civil Engineering and Architecture', 'Materials Science and Engineering', Aobayama Campus, Tohoku University" Shinji SERA Information Sub Committee CERA Architecture Design Office		43
15th JSSI Awards		48
6th Excellent Master's Thesis Prize		57
Accomplishment Report of 5th Grants-in-aid for Research of Seismic Isolation and Vibration Control Structure		72
Selection Process of 6th Grants-in-aid for Research of Seismic Isolation and Vibration Control Structure		79
Report of Committee		
Report on visiting tour to "Disaster Mitigation Research Building, Nagoya University" Education Sub Committee, Diffusion Committee		81
Minutes of the Annual General Meeting		82
Minutes of the Extra-General Meeting		84
New officer list		85
Completion Reports of the Performance Evaluations		86
List of Seismic Isolated Buildings in Japan		87
Committees and their Activity Reports ○Steering ○Technology ○Diffusion ○Internationalization ○Licensed Administrative ○Maintenance Management ○NPPF ○20th Anniversary Event ○Activity Report of the Committees(2014.4.1~2014.6.30)		98
Brief News of Members ○New Members ○Application Guide & Form ○Rules of Propagation Members & Application Form ○Modification Form		102
Information ○ Annual Schedule ○ Advertisement Carrying ○ Contributions		109
Postscript		122

会長就任のご挨拶



日本免震構造協会 会長
東京工業大学 名誉教授

和田 章

日本免震構造協会は阪神淡路大震災の2年前、1993年6月に設立され昨年に20周年を迎え、多くの先達のご努力により、免震構造と制振構造はますます健全に普及し、同時に本協会もその役割を果たしつつ安定的に運営され、日本国内だけでなく国際的にも有益な活動を続けております。2014年6月に開催された総会と理事会をへて6月12日より、この伝統と実績のある日本免震構造協会会長に就任致しました。浅学非才の身ではございますが、副会長の丑場英温様、鳥井信吾様、田中幹男様、事務局の沢田研自専務理事、可児長英顧問および皆様とともに誠心誠意努力いたしますので、健全な免震構造の普及のため本協会の発展のため、会員の皆様のご協力をよろしくお願い申し上げます。

建築物を構成する基礎、基礎梁、柱、壁、梁、床などを鉛直荷重だけでなく地震時や強風時の水平力の抵抗要素としても活用し、これらに必要な剛性と強さ、そして塑性変形能力を持たせて構成することにより通常の建築構造物は作られています。地震時の応答がその構造物や部材の弾性限強さを超えようとする、構造物の水平抵抗力の増加は鈍り、応答変形は塑性域に入ります。地震時の挙動はもちろん共振現象であり、何回もの繰返し塑性変形を受けますが、構造物や部材が適度な塑性変形能力を有していれば、構造物は即座に倒壊することはありません。

強度型で設計される壁式構造などを除けば、ほとんどの建築物の耐震設計はこの経験と考え方によって行われているといえます。しかし、これは構造物や部材を塑性化つまり犠牲にして耐震設計を成立た

せていると言えます。“Ductility is Damage”とも言われるように、構造設計者だけでなく建築家も、建築主も市民も、本来望むものではありません。技術として可能であれば、構造物そのものを地震のあとに健全なまま残したいと考えているはずです。

東日本大震災の起きた2011年3月11日の半月ほど前にニュージーランドのクライストチャーチで大地震が起き、市内の建築物が大きく揺れました。富山県からの留学生などが亡くなられた建築を含め2つの建築物が完全に倒壊しました。耐震設計の先進国でもあり、上で述べた考え方で設計されたほとんどの建物は倒壊を免れました。日本の関係者はその後の東日本大震災の惨状があまりに甚大であったため、注目していませんでしたが、クライストチャーチの建築物には多くの損傷が残っていたとのことで、この3年半の間に1700棟もの建築物が取壊され、2枚の写真を比べて分かるように更地が増えていきます。多額の地震保険が支払われたとも言われています。この状況は建築を建てている我々や市民の望むことではないことはあきらかです。

当協会が取り組んでいる免震構造と制振構造はこの従来の考え方を基本的に見直したものです。免震構造では積層ゴムやすべり支承によって建築物の重量を安定的に支え、地震時の水平変形をこの部分に集中させ、地震時のエネルギー吸収を目的に各種のダンパーを配置した仕組みであり、上部構造に塑性変形を生じさせないのが基本的な考えです。要するに、大地震後も建築物を続けて使うことができます。建物内部に生じる加速度が小さいことも大きな特徴



写真1 地震前のクライストチャーチ

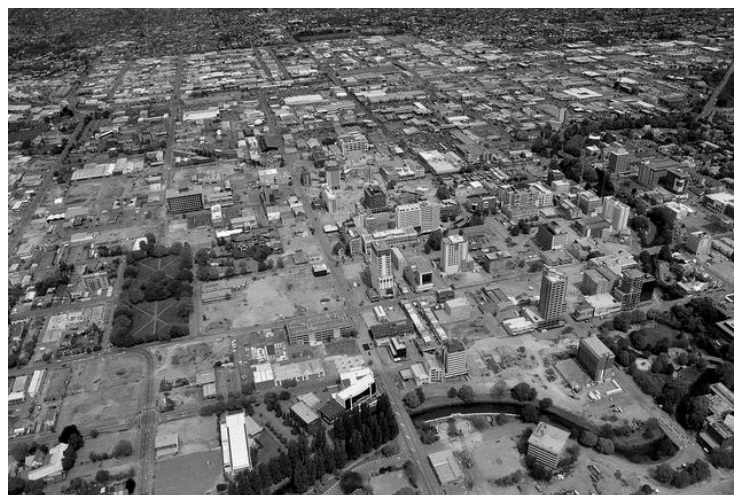


写真2 地震後のクライストチャーチ

注) 地震前写真の左半分と地震後写真の右半分が同位置

です。

制振構造には色々な方式があり考え方も多様ですが、望ましい制振構造は、柱・梁構造による骨組本体にはある程度十分な弾性変形域を持たせ、各種のダンパーを柱・梁構造と並列に建物全体に分散設置し、小さな変形域から減衰効果を発揮させ、地震時のエネルギー吸収はこれらのダンパーに頼り、柱・梁構造は塑性化させない方法です。このようにして設計した建築物は免震構造と同様に地震後にも続けて使うことができます。地震後にダンパーの吸収エネルギーの残りに心配があると判断されれば、部分的

な修繕、ダンパーの入れ替えで構造物を長く続けて使うことができます。

今では、政府の建物、銀行、計算センター、病院、学校、住宅、倉庫など、ありとあらゆる建築物に免震構造が採用され、高層建築から低層建築まで制振構造の利用もますます増えています。この傾向は、日本だけでなく米国、中国、台湾、イタリアなどでも同様であり、当協会の果たすべき役割はますます大きくなっています。免震構造および制振構造に関する技術の発展と社会へのますますの普及に、会員の皆様とともに努力したいと考えています。

想定外の巨大地震を生き残る構造



豊橋技術科学大学 教授

齊藤 大樹

耐震技術は過去の地震災害を教訓に少しずつ進歩をしているが、その歩みは他の工業技術に比べると決して早いとはいえない。その中で、最近の免震・制振技術の進歩と普及の広がりには目を見張るものがある。三十年ほど前、私が東北大学の学生だったころ、仙台市青葉山に建つ東北大学工学部建設系研究棟の裏手に免震実証建屋が建設された。上部構造が同じ耐震建物と免震建物を並べて、地震動観測によって免震効果を明らかにしようという試みで、免震研究の草分け的な存在である和泉正哲先生のお仕事である。私は志賀マップで有名な志賀敏男先生の研究室だったので、壁の多い剛構造が正当な耐震構造で、免震構造はかなり先の夢の技術だと思っていた。その免震実証建屋は今も健在で、東日本大震災では貴重な観測記録が得られている。一方、志賀先生が構造設計をされた建設系研究棟は地震により大破し、取り壊されてしまった。1978年の宮城県沖地震と東日本大震災の二度の大地震を乗り越えたので、見事に役目を終えたとも言えるが、跡地に免震構造の研究棟が建設されたことを思うと、なにやら時代の流れを感じずにはいられない。

このようなことを書くと、免震構造を手放しで礼賛しているようだが、必ずしもそういう訳ではない。初期の免震建物は、新しい試みの常として、安全を考えて上部構造は通常の耐震設計がなされていた。つまり免震の上に耐震が乗っていた。そのため上部構造の応答は弾性範囲に収まり、それが優れた性能として認められて現在の設計水準になった経緯がある。建築基準法では、極めて稀な大地震において人命保護を最低限の目標としているので、上部構造を弾性範囲に収める免震構造の設計水準は、法律の主旨からは過剰な設計とも言える。事実、免震構造にするだけで、住宅性能表示制度の地震等級は3になり、地震保険料は割引になる。当然、建設コストも

耐震構造よりは割高になるので、高級品のイメージがぬぐえない。地震に対する安全にお金をかける意識と余裕のある人が免震構造を選択しているのが現状だろう。

免震構造が認知されたきっかけは、やはり震災で示した高い性能である。1995年の阪神淡路大震災では神戸に建つ2棟の免震建物が無被害だった。2007年の新潟県中越地震では、小千谷市にある総合病院本館が被災したものの、同じ敷地にあった免震構造の老人福祉施設が無傷で残り、入院患者を避難させることができた。東日本大震災では、津波で多くの犠牲者が出た中で、免震構造の石巻赤十字病院は機能を失わずに多くの命を救うことができた。震災後に建築研究所の調査団として宮城県と山形県の免震建物を調査したが、半数近くは病院施設で、いずれも震災当日から診療が可能であった。お会いした病院の関係者は口を揃えて免震構造にしてよかったと言っておられた。免震構造は高級品だが、少なくとも総合病院のような災害拠点施設は免震構造にしていくべきだと思う。一方、調査の結果、多くの免震装置が損傷したり、エキスパンションが破損したりする被害が見られた。これらは技術的に解決可能であり、免震構造の価値を損ねるものではない。

免震構造に比べると認知度はそれほど高くないが、制振構造とくにパッシブ型の制振ダンパーは確実に普及が進んでいる。免震構造が建物と地盤を直列につないでいるのに対して、制振ダンパーは例えばブレースとして建物と並列に配置されるので、ダンパーが効果を発揮するには建物もそれなりに変形しなければならない。そのため、弾性変形の大きな鉄骨造や木造建物の地震応答制御に適しているが、小さい変形でひび割れる鉄筋コンクリート造建物にはあまり向いていない。鉄骨造の超高層建物は、建物本体の固有周期が長く、減衰が小さいので、制振

ダンパーを組み込んで減衰を増やすことが理にかなっており、現在では制振ダンパーは標準装備になっている。また、長期荷重に対しては通常はダンパーが効かないものとして構造設計をするので、ダンパーがなくても構造的には十分に安全な建物になっている。制振ダンパーを付けるのは大地震に対する付加的な安全性を担保することが目的なので、その意味で、免震構造と同じく高級品である。

さて、少し旗色のよくない耐震構造にも目を向けてみよう。やはりその強みは経験に裏打ちされた技術と実績、そして経済性である。阪神淡路大震災では1981年以降の新耐震基準で設計された建物の倒壊はわずかであった。東日本大震災でも、揺れて倒壊した建物は新耐震以前のものに限定されていた。免震構造や制振構造が普及したとはいえ、世の中のほとんどの建物は耐震構造である。

もう一つ耐震構造の強みを挙げるとしたら、それは構造性能の多様性かもしれない。耐震構造には、木造のように柔らかく強度の低い構造から壁式RC造のように硬く強度の高い構造まで様々な性能の建物が存在している。こうした性能の多様性が、想定外の巨大地震から生き残るためには大切なような気がしている。少し話が飛躍するが、生物学では、遺伝的な多様性が乏しいクローン生物は、病虫害や異常気象などによる環境の変化によって一斉にダメージを受けて絶滅する危険性があるといわれている。仮に世の中の建物がすべて同じ構造になったら、平均的な性能が高くて、ばらつきが小さいために想定外の巨大地震で一斉に倒壊するかもしれない。ばかげた話だと思われそうなので、例を挙げよう。1988年にアルメニアで起きた地震では、人口7万人のスピタク市が壊滅的な被害を受け、2万人近い犠牲者が発生した。その原因は、共産主義の下に工場生産された同一規格のプレキャスト鉄筋コンクリート造集合住宅群の崩壊である。構造に多様性がないことが惨事を拡大したと言える。想定外の巨大地震に備える戦略として、構造性能の多様性や冗長性の確保は重要と思う。

東日本大震災では、津波被害、原子力発電所の事故など、想定外の被害が起きた。国は、次の巨大地震は南海トラフで発生するとして、地震の規模については想定外をなくそうと、マグニチュード9クラスの巨大地震を想定し、対策を検討している。その結果、私が住む豊橋市の推定震度マップは、一面、

震度7の赤色で覆われてしまった。ここまで大きいと、もう仕方がないという思考に陥ってしまう。これでは危機管理にならない。

耐震構造の水準は、過去の震災を教訓に決定論的に決められている。2000年に建築基準法が性能規定化されたときに、欧米にならって地震力を再現期間や超過確率で定義するかどうか建築研究所内で議論になったことがある。結局、「稀に発生する地震による力」と「極めて稀に発生する地震による力」というあいまいな表現に落ち着いたが、この背景には、確率よりも前例に従って決定論的に考える日本人的な心理が働いていたように思う。例えば、阪神淡路大震災をもたらした地震は、再現期間が1500年とされているので損失の確率的な期待値は小さい。しかし、一度の地震による損失があまりに大きいため、心理的に無視することができない。しかも前例があるということは、意思決定において大きな力を持つ。東日本大震災は想定外と言われるが、想定を阻んでいたのは、前例を過大に重視する（逆に前例のないものを軽視する）心理もあったのではないだろうか。

そう思うと、前例のない巨大地震に備えて一般の耐震構造の水準を強制的に上げることは難しい気がする。巨大地震の想定は、危機管理のためと割り切って、被害が起きた後の対処を中心に考えた方がよいのかもしれない。しかし、免震構造や制振構造（とくに超高層）は、もともと耐震構造に安全を上乗せする形で進化してきたので、巨大地震にも対処できる（生き残る）可能性がある。防災科学技術研究所のE-ディフェンス震動台では、巨大地震を想定した免震構造の擁壁衝突実験や超高層建物の倒壊実験が行われており、安全性にはかなりの余裕があることが分かっている。

豊橋市にも数は少ないが免震マンションがある。もし、震度7の激震が市街地を襲った場合、ほとんどの建物が被害を受ける中で、免震マンションが無傷で残ることが十分に予想される。その際には、免震マンションの存在は、地域住民が助け合う共助において重要な役割を担うことになるだろう。今、マンション住民に働きかけをしているが、免震マンションを核とした地震防災コミュニティの形成ができれば、免震構造のさらなる普及につながるのではと期待している。

大星八重洲ビル



山中 昌之
大林組



岸 浩行
同



堂地 利弘
同



貞弘 雅晴
同



齋藤 元嗣
同



小野 佳之
同

1 はじめに

大星八重洲ビルは、地震に対する高い安全性の事務所ビルを建てたいという建築主の要望に基づき、オフィス街の角地となる敷地をいっばいに利用した塔状比の大きな免震建物として計画された。

以前から、塔状比の大きな免震建物の免震層に風外力が及ぼす影響は、十分な設計配慮が必要であると指摘されており、その設計判断に必要な指針等が最近整ってきている。^{1)・2)}

本建物は、免震層の耐風安全性を検証することで、免震性能と耐風性能をバランスよく両立させた四本柱免震建物である。

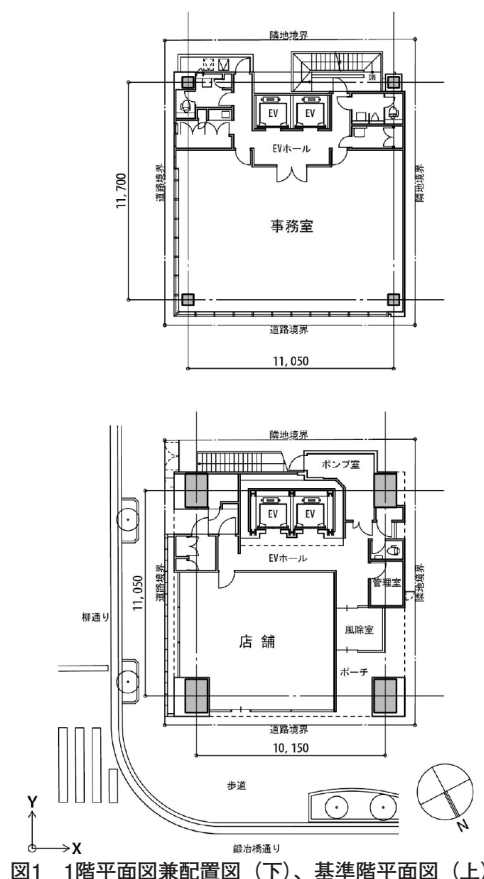
本稿では、風応答解析に基づいた免震層の耐風設計を中心に紹介する。



写真1 建物全景写真

2 建築概要

- 建設地：東京都中央区八重洲2丁目8番
- 建築主：大星ビル管理株式会社
- 設計監理：株式会社大林組一級建築士事務所
- 施工：株式会社大林組
- 建築用途：事務所、店舗
- 階数：地上11階 建物高さ：45.52m
- 延べ面積：1652.84m² 建築面積：171.27m²
- 構造：上部鉄骨造（CFT）、下部RC造
- 基礎形式：場所打ち鋼管コンクリート拡底杭



3 構造概要

本建物は、1階と2階の間に免震層を設けた中間層免震建物である。

上部構造はCFT柱と鉄骨梁による純ラーメン架構、下部構造はRC造の純ラーメン架構、基礎構造は1FL-24.7mを支持層とする場所打ち鋼管コンクリート拡底杭である。

上部構造の平面形状は11.05m×11.7m、上部構造のみの塔状比は約3.5、免震層設計クリアランスは450mmである。

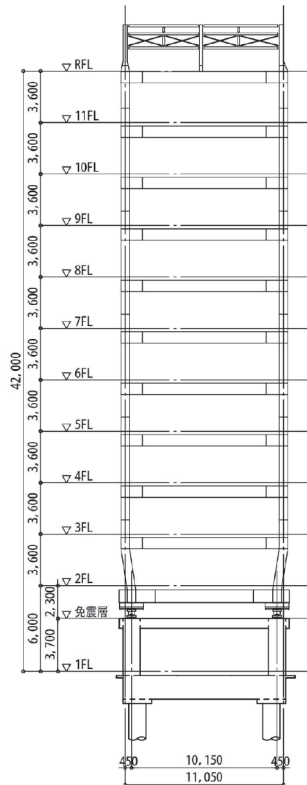


図2 軸組図

4 免震部材配置

支承材として柱直下の4箇所に直動転がり支承（以下、CLB）を配置し、復元材及び減衰材として鉛プラグ挿入型積層ゴム（以下、LRB）を面圧が作用しない状態で建物四隅に配置した。LRBの4基配置により免震層の回転剛性を上げ、捩れ成分を含む風荷重に対する耐風性能の向上を図った。また、2次形状係数=3.5、ゴム層厚200mmのLRBを採用し、復元力が過大になることを抑えることで、免震周期 $T_f=4.1$ 秒の高い免震性能を確保した。

LRBの鉛プラグ径は、等価荷重振幅による簡易評価³⁾により、継続時間の長い暴風時でも鉛の温度上昇を伴わず、安定挙動する為に必要な減衰量により決定した。免震層の降伏せん断力係数 α_s は、0.035である。

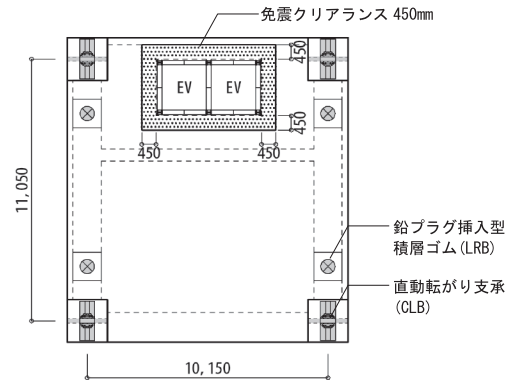


図3 免震部材配置図

5 免震層の耐風設計方針

本建物は、L1風荷重に対しても免震層の降伏を許容する設計とする。免震層の復元力特性と風荷重の関係を図4に示す。ここでの風荷重は、H12建告1461第三号イのL1風圧力と同第三号ロのL2風圧力とする。

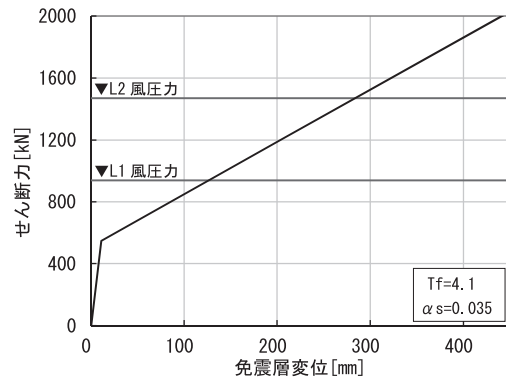


図4 免震層復元力特性と風荷重

免震層降伏荷重とL2風圧力変動成分の関係を図5に示す。変動成分に対して免震層が弾塑性挙動する為、耐風設計指針¹⁾におけるランクCに分類される。

ランクCとなる免震層の耐風設計として風応答解析の結果をもとに以下の項目を確認した。

- ・風荷重時の最大応答値
- ・風荷重時の免震層エネルギー吸収
- ・免震部材の耐風安全性評価
- ・免震部材の累積疲労損傷評価

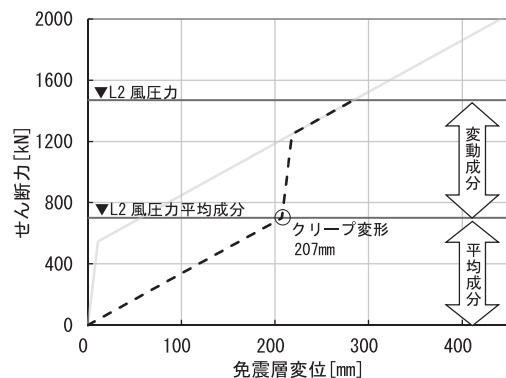


図5 免震層降伏荷重とL2風圧力変動成分

6 風荷重時の最大応答値

風荷重変動成分に対する免震層最大応答は、風応答解析にて確認する。採用する層風力波形は、周辺建物を除いた単独状態の風洞実験にて測定した値から算出した。

中間階（6階）の層風力波形を図6に示す。波形の時間間隔を $\Delta t=0.0421$ 秒、合計約750秒とし、そのうち100秒から700秒までの600秒間（10分間）を解析対象とする。

なお、渦励振及び空力不安定振動は、荷重指針⁴⁾に従って検討し、発生しないことを確認している。

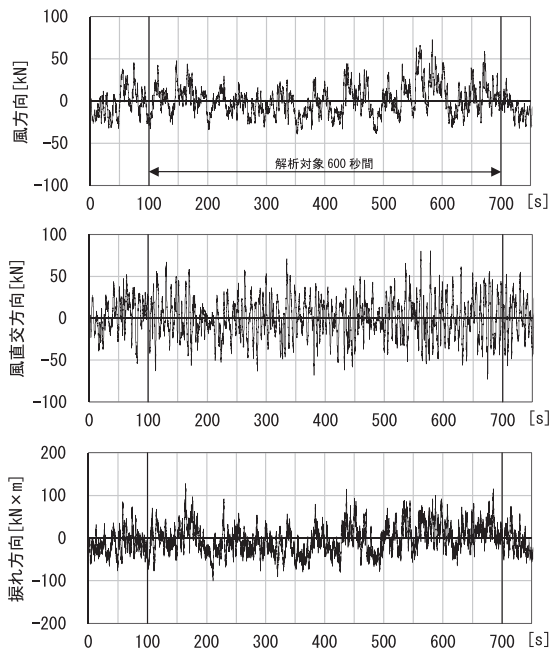


図6 中間階（6階）の層風力波形

風応答解析に用いた解析モデルを図7に示す。構造上主要な部材を線材に置換した立体モデルとする。柱、はりの材端をMSモデル、免震部材をMSSモデルとする。減衰は、上部構造のみに $h=2\%$ の剛性比例型減衰を考慮する。

受風面積が大きいX方向を風方向、Y方向を風直交方向とし、風荷重の入力は、振り方向を含めた3方向同時入力とする。

L2風圧力変動成分と免震層応答せん断力の関係を図8に示す。

L2風圧力変動成分770kNに対し、免震層の最大応答せん断力は、風方向789kN、風直交方向889kN、及び任意方向912kNとであり、風応答解析の応答値が告示の値をそれぞれの方向で上回っている。

風応答解析による免震層の軌跡を図9に示す。最大応答変位は、風方向で86mm、風直交方向で88mmとほぼ同程度である。風方向の86mmと風荷重の平

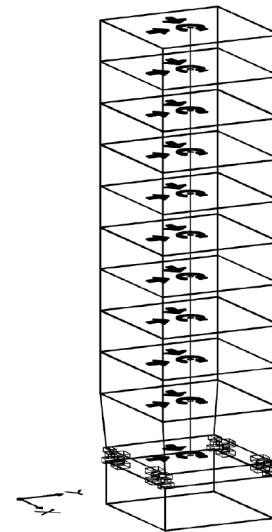


図7 解析モデル図

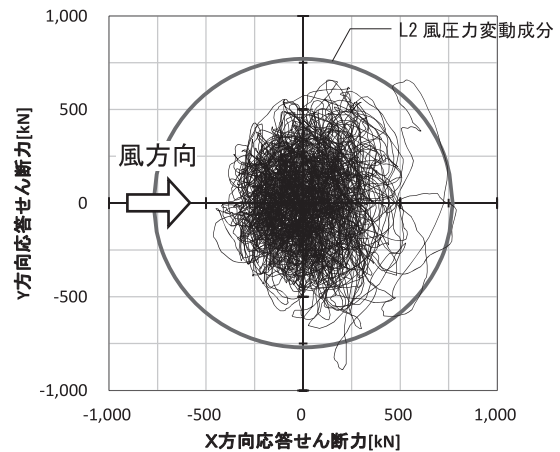


図8 L2風圧力変動成分と免震層応答せん断力

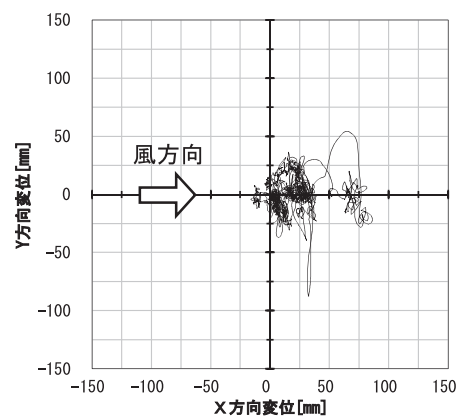


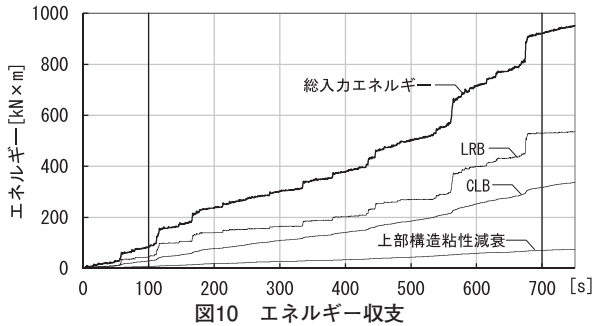
図9 免震層の軌跡

均成分によるクリープ変形207mmを足して、免震層重心位置の最大変形量は293mmとなる。これに、免震層のねじれを考慮した建物最外縁の最大変形量は318mmとなり、設計免震クリアランス450mm以下に収まる。このとき、LRBの歪み度は、 $\gamma=160\%$ で、LRB設計クライテリア $\gamma=200\%$ 以下となる。

また、免震層の水平応答回転角は、 $\theta=0.005\text{rad}$ で、CLB設計クライテリア $\theta=0.014$ 以下となる。

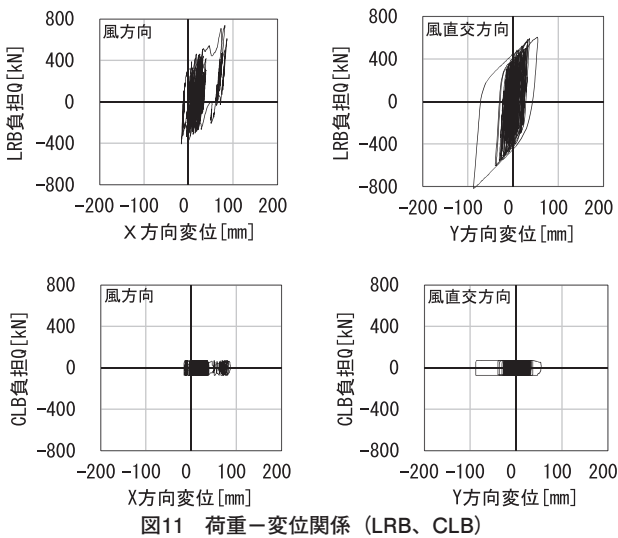
7 風荷重時の免震層エネルギー吸収

10分間を対象とした風荷重による免震層の入力エネルギーと各吸収エネルギーの収支を図10に示す。LRBで58%、CLBで35%を負担し、免震層で合計93%を吸収する。



LRBとCLBそれぞれ4基合計の荷重-変位関係を風方向、風直交方向別に図11に示す。

風直交方向の方が、大きな履歴ループを描き、吸収エネルギーが大きいことを確認出来る。



8 免震部材の耐風安全性評価

LRBは、長時間の多数繰り返し変形により温度上昇し、応答特性が変化することが知られている。

ここでは、「仕事率による健全性評価基準」³⁾に基づいて、LRBの耐風安全性評価を行う。

風応答解析結果より、600秒間でのLRB吸収エネルギーは、1基あたり121 [kN×m] である。これを鉛プラグ体積で除して、1秒あたりの仕事率に換算すると0.07 [N/mm²/s] となる。これは、判定値0.40 [N/mm²/s] より十分に小さい為、本建物では、LRBが風荷重時に温度上昇を伴わないと判断する。

9 免震部材の累積疲労損傷評価

建物供用期間50年における免震部材の健全性を確認する。ここでは、LRBの許容吸収エネルギーが、吸収エネルギーを上回ることを確認する。

まず、許容吸収エネルギーは、鉛プラグ単位体積あたりの許容吸収エネルギー6.6 [N×m/mm³]⁶⁾ から算定し、LRB4基で80,000 [kN×m]と設定する。

一方、吸収エネルギーは、下記①~④の事象による吸収エネルギーの合計とする。

- ①L2地震動により、3,810 [kN×m]
- ②長周期地震動⁹⁾により、406 [kN×m]
- ③L2の風外力による吸収エネルギーは、本件での風応答解析対象10分間における結果をそのまま4.5時間継続換算して、20,871 [kN×m]
- ④建物供用期間50年における風荷重による累積吸収エネルギーは、免震層が降伏する風速24m/s以上の1m/sごとに吸収エネルギーと継続時間⁷⁾を掛け合わせてから合算し、33,268 [kN×m]

①~④の合計は、58,355 [kN×m]となる。比較すると約3割の余力があることが確認出来た。(ここでは、CLB負担分もLRBが全て負担する安全側の評価としている。) 図12に供用期間50年における風速1m/sごとの継続時間、風荷重による10分間の吸収エネルギー、及びその累積吸収エネルギーを示す。

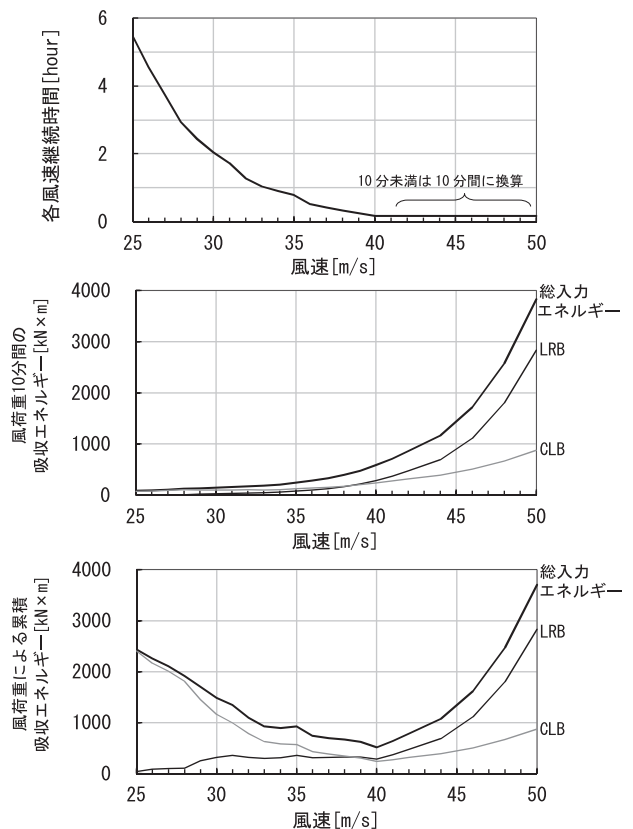


図12 風速1m/sごとの継続時間と吸収エネルギー

10 風荷重評価における周辺建物の影響

風応答解析の層風力波形は、建物単独時における風洞実験の結果を採用している。

ここでは、周辺建物の影響を考慮して数値解析で算定した風荷重が、風洞実験に基づく建物単独時の風荷重を上回らないことを確認する。

数値解析には、自社開発の数値風洞プログラム「エアロダイナ®」を使用した。

変動転倒モーメント係数のパワースペクトルを図13に示す。比較の為、単独風洞実験の結果もプロットする。周辺建物の影響により風直交方向特有の変動風力のパワーが低減されていることがわかる。

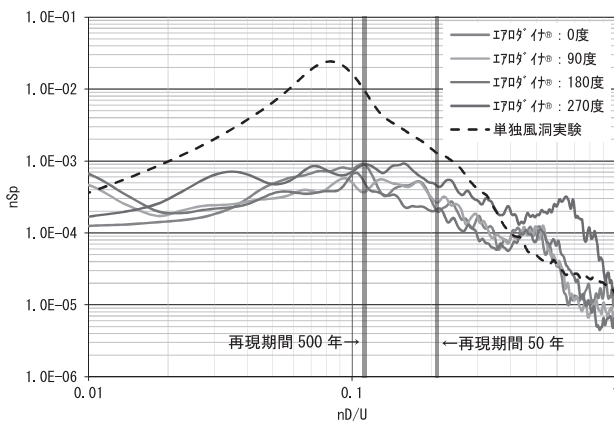


図13 変動転倒モーメント係数のパワースペクトル

比較の結果、X方向で単独時の80%程度、Y方向で40%程度といずれも単独時を下回る結果を確認した。

一方、再現期間が短い高周波数域では、270度方向解析時にパワースペクトルが増幅する傾向がみられた。図14に示す270度方向の瞬間速度ベクトル図にて、道路反対側の建物からはね返る風が大きく増幅していることが確認出来る。

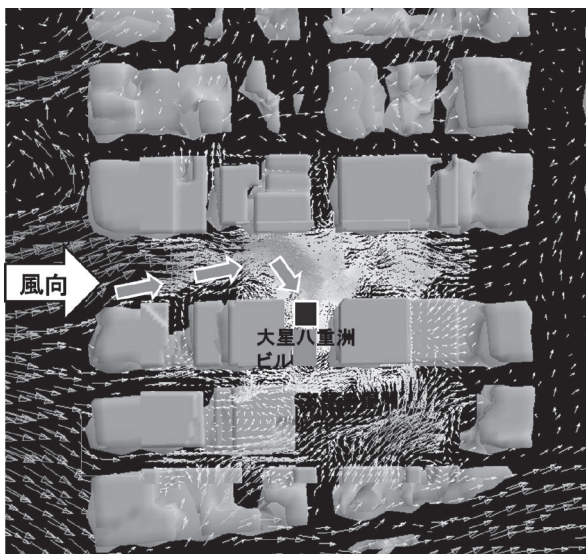


図14 瞬間速度ベクトル図 (270度方向)

11 日常風対策

「エアロダイナ®」の数値解析から、周辺建物の影響により、日常風の増幅が確認された。そこで、日常風による建物の振動を低減し、居住性を向上させる目的で、TMDを設置した。

マス重量5トンのTMD2基をねじれ振動に対しても効果を発揮できるように屋上に対角配置した。

設置後の現地性能確認試験で、X方向・Y方向とも3%以上の付加減衰を確認している。



写真2 屋上に設置したTMD

12 免震層の残留変形

LRBは、クリープ特性によって、ゆっくりと原点にもどる性質をもつが、残留変形50mm以上が確認された場合には、原点復帰作業を行う。

本建物では、上部構造重量が比較的軽い為、上部構造と下部構造をチェーンブロックで連結し、互いに引き寄せることで原点復帰が可能な機構を備える。チェーンブロックを建物の各辺に2箇所、計8箇所を設置出来る。写真3にて、チェーンブロックを設置する原点復帰機構を確認出来る。

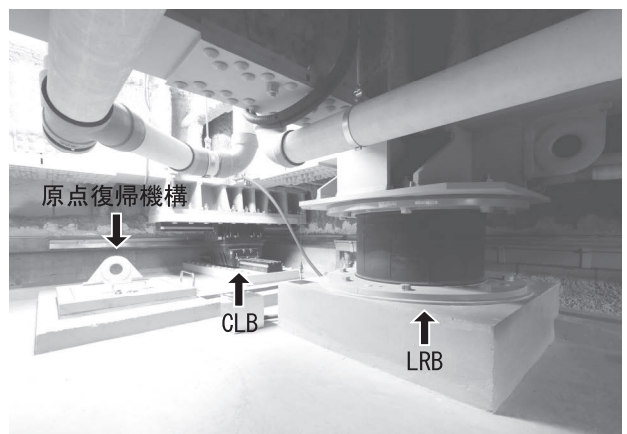


写真3 原点復帰機構と免震部材

13 免震層のフェールセーフ機構

本建物は、中間層免震建物であり、基礎免震建物のように擁壁が存在しない。そこで、設計地震動を大きく上回る地震が発生した場合、上部構造から吊り下げているEVシャフトを下部構造に衝突させることで免震層の過大変形を防ぐフェールセーフ機構（X方向変形時はEVシャフトと振れ止めとの組み合わせ、Y方向変形時はEVシャフトのみ）を設けた。

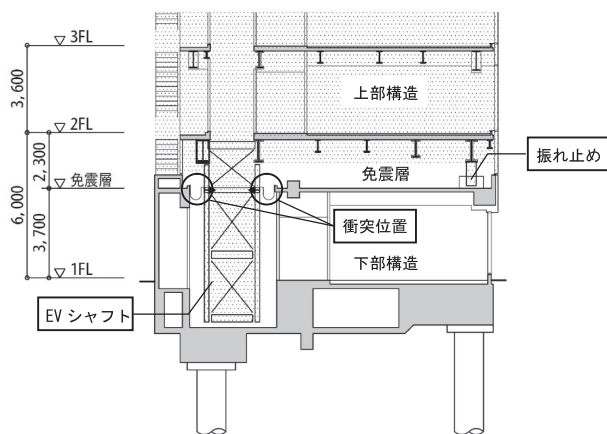


図15 フェールセーフ機構

万が一の衝突時に、上部構造の応答せん断力が増加することがわかっている。⁸⁾ 四本柱架構の本建物では、冗長性を確保する為、フェールセーフ機構の衝突から降伏に至るまで、上部架構及び下部架構を弾性限範囲に留め、崩壊形に至らない設計とする。

ここでは、フェールセーフ機構の履歴特性を免震層の復元力特性に加算し、設計地震動の入力を漸増して、建物の挙動を確認した。

図16に免震層の復元力特性を示す。フェールセーフ機構が機能することで、免震層の応答せん断力は、衝突以降、約1.8倍に上昇するが、免震層の変形は、十分に抑えられる。

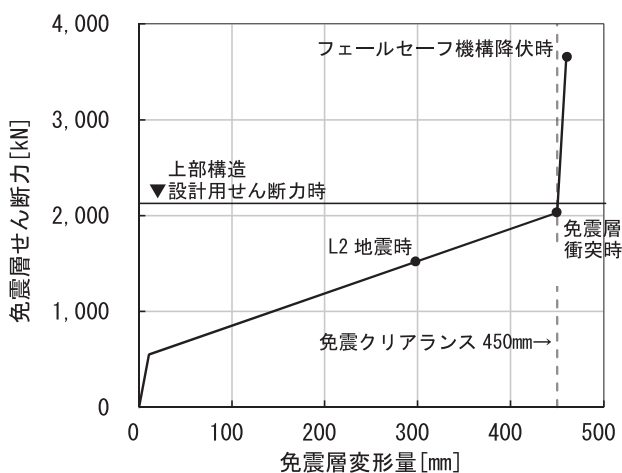


図16 免震層の復元力特性

一方、上部構造の最下層応答せん断力は、衝突以降、約1.5倍となるが、層間変形角は1/150未満であり、弾性挙動範囲内であることが図17に示す上部構造の復元力特性にて確認出来る。

この層間変形角1/150時点で建物に塑性ヒンジ発生がないことを静的増分解析にて確認しており、フェールセーフ機構が十分に機能する間、建物は健全に挙動し、四本柱免震建物の冗長性を確保出来た。

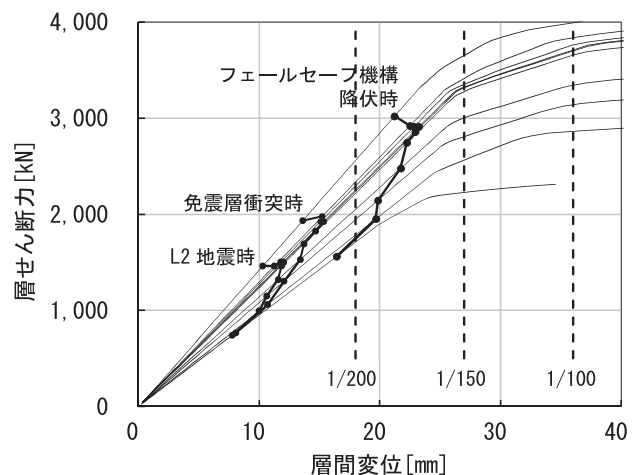


図17 上部構造の復元力特性

14 おわりに

免震層の耐風安全性を検証することで、免震性能と耐風性能をバランスよく両立させた塔状比の大きな四本柱免震建物を実現した。

最後に、設計する機会を与えて頂いた建築主、構造型能評価審査を担当して頂いた大熊武司氏（神奈川大学名誉教授）、北村春幸氏（東京理科大学教授）、日本建築センター担当者、設計初期段階から免震部材に関する技術資料を提供頂いたオイレス工業（株）、（株）免制震デバイス、その他関係者にこの場を借りて心よりお礼申し述べたい。

参考文献

- 1) 「免震建築物の耐風設計指針」(JSSI:2012)
- 2) 「免震構造設計指針」(AIJ:2013)
- 3) 「高層免震建物における強風時のLRBの挙動」(オイレス工業(株):技術資料No.K-99-H-026)
- 4) 「建築物荷重指針・同解説」(AIJ:2004)
- 5) 「超高層建築物等における長周期地震動への対策試案について」(国土交通省:H22/12/21)
- 6) 「応答制御建築物調査委員会報告書」(JSSI:2012)
- 7) 「地形効果を考慮した台風シミュレーション手法の開発」(大林組技術研究所報No.70:2006)
- 8) 「過大地震動下における免震建物の応答特性」AIJ九州支部研究報告(高山峯夫ら:2007)

東北大学(星陵)医学部3号館耐震改修事業



安岡 千尋
竹中工務店



高橋 伸一
同



油川 健樹
同

1 はじめに

本事業は、東北大学医学部星陵キャンパス内の既存3号館に対して、耐震性能向上を目的とした中間階レトロフィット免震による耐震補強を行うと同時に、内外装及び設備の全面的な更新工事を行うものである。建物は以前より、耐震性能が不足している($I_s < 0.7$)と判定されていた。2011年の東北地方太平洋沖地震および余震(東日本大震災)を受けて大地震時の安全性と共に重要な研究活動の維持継続の必要性から免震化を図ることになり、実現性から中間階免震を採用した。また工事に際しては、本建物が医学部の重要な機能を有していることから、居ながらできる改修工事とし、フロア間の移転・改修を繰り返しながら全面的なリニューアルも同時に実施している。

2 既存建物概要

3号館は昭和44年(1969年)竣工で築45年が経過している。主な用途は大学(医学部)となっており、研究室や動物実験施設等が配置されている。

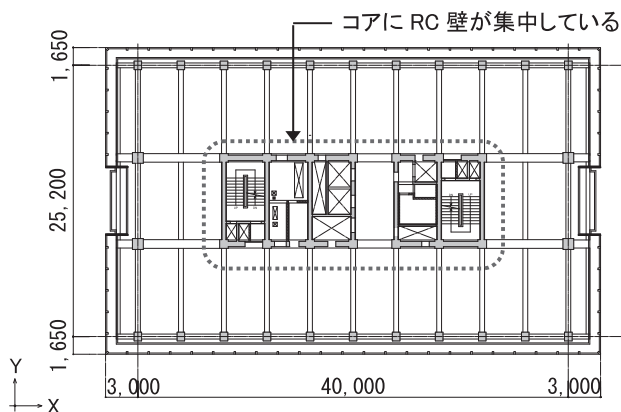


図1 基準階伏図



写真1 建物外観

建物構造上の特徴として、柱・大梁は主材がアンクル組立材、柱のウェブはTie-PL形式、大梁はラチス形式による非充腹型の鉄骨鉄筋コンクリート造となっている。

平面形状は46m×28.5mの整形をしており、中央部分に階段やエレベーターの集まるコアが配置されている。コア部分に配置されているRC耐力壁の壁厚は200~700mmとなっている。外周のバルコニー先端にはデザインとしての細い方立て柱が全周に配置され、外観上の特徴となっている。

所在地：仙台市青葉区星陵町1-1

建築主：国立大学法人 東北大学

用途：学校(大学)、病院

既存設計年度：昭和43年(1968年)

既存竣工年度：昭和44年(1969年)

改修工事設計：株式会社竹中工務店

東北一級建築士事務所

改修工事施工：株式会社竹中工務店東北支店

延床面積：14,080m²
 建築面積：1,397m²
 建物高さ：57.1m
 階数：地下1階、地上12階、塔屋3階
 構造：鉄骨鉄筋コンクリート造
 塔屋：鉄筋コンクリート造
 架構形式：耐力壁を有するラーメン（両方向）

表1 コンクリート採用強度

階	推定強度 (N/mm ²)	採用強度 (N/mm ²)
PH3	29.0	21.0
PH2	21.8	21.0
PH1	24.3	21.0
12	22.1	21.0
11	26.7	21.0
10	36.6	21.0
9	23.9	21.0
8	33.4	21.0
7	37.7	21.0
6	28.5	21.0
5	30.9	21.0
4	20.3	20.3
3	22.4	21.0
2	20.2	20.2
1	17.7	17.7
B1	26.2	21.0

3 既存建物調査結果概要

本建物は平成10年（1998年）に耐震診断（2次）が実施され、診断結果はIs=0.43～0.82となっていた。今回、免震改修による補強設計を実施するにあたりコンクリートコアを追加採取し、圧縮強度試験を実施した。表1にコンクリート強度試験の結果一覧を示す。概ね建設時の設計基準強度F_c=21N/mm²を満足する結果となった。

また、既存躯体のひび割れ調査を行った結果の一部を図2に示す。中央部分に配置されたコア部分のRC壁の全階にひび割れが発生しており、ひび割れ幅も1.0mm以上のものが観測された。仕上等の様子から2011年の東日本大震災において、その多くのひび割れが発生したと考えられた。

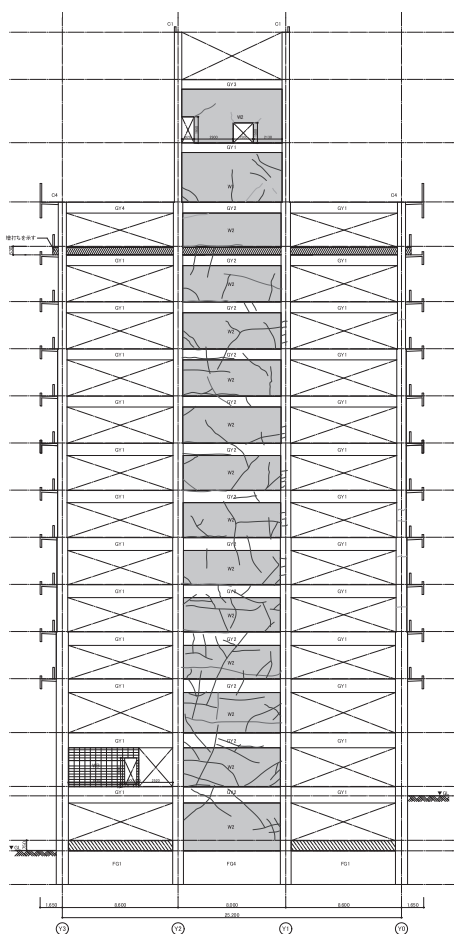


図2 X3通 ひび割れ状況

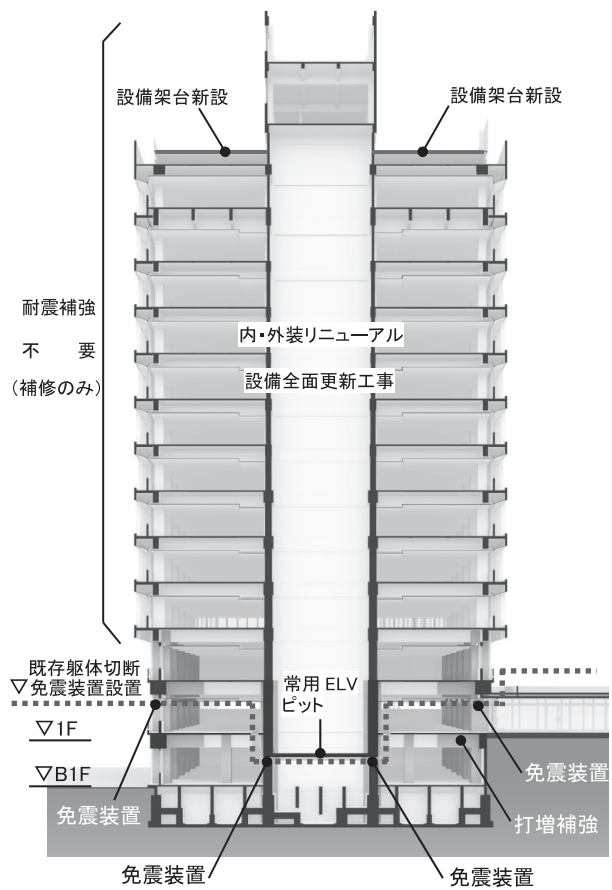


図3 補強・改修工事概要

4 補強・改修計画概要

免震層の配置は、1階柱頭部分（一部、常用エレベーターシャフト部分はB1階柱頭部分）で既存躯体を切断し、免震装置を設置する計画としている。免震装置が取付く上下の既存躯体はあと施工アンカーを使用した打増しを行い、免震装置から発生する付加応力に対する補強を行っている。

補強柱の寸法は免震装置が取付く寸法も考慮し、 $1,350 \times 1,350 \sim 1,450 \times 1,650\text{mm}$ としている。柱・大梁の打増し補強例を図4に示す。3階から上階の既存躯体では基本的に耐震補強を不要とし、補修のみの工事としている。また、耐力壁に見られた0.3mm以上のひび割れについては、全てエポキシ樹脂注入による補修を行い、強度と耐久性の回復を図っている。

さらに、免震改修と同時に建物全体の内・外装の改修も上階から順次行うとともに、既存設備を生かしながら全面設備更新工事を行う必要があった。そのため、屋上に新規の設備架台を新設し、必要な設備機器の設置を可能にしている。またエレベーターは常用3台を1階までの着床とし、ピットを新たに設けることで中間階免震に対応した。B1階まで着床する非常用エレベータ1台は、中間階免震対応型として新規に設置している。

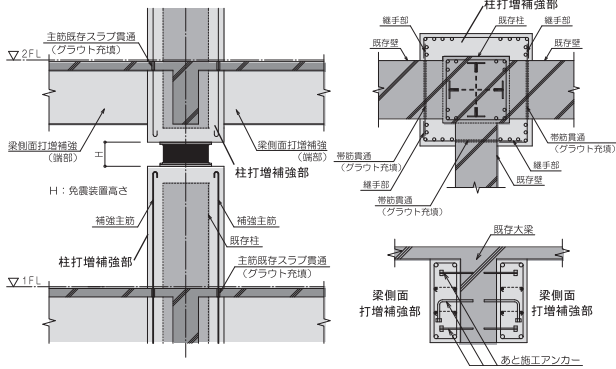
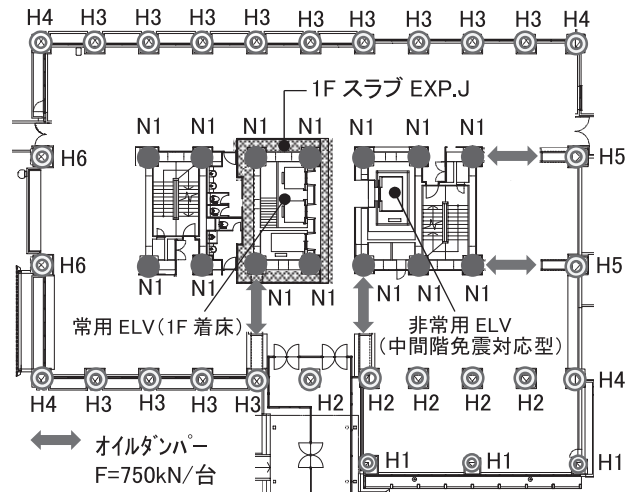


図4 柱・大梁の打増し補強例

5 免震構造計画

図5に免震装置の配置図を示す。建物外周部分に高減衰ゴム系積層ゴム支承を29台、中央コア部分に天然ゴム系積層ゴム支承を14台配置し、地震時のねじれ挙動を抑える計画としている。装置の径は $\phi 750 \sim 950\text{mm}$ を使用している。また、オイルダンパー（最大減衰力 $750\text{kN}/\text{台}$ ）を各方向2台（合計4台）設置している。取付け高さは1階天井部分とし、1階床から立ち上げた反力壁と2階大梁をつなぐ形で設置している。1階部分の免震クリアランスは、地震時の最大水平変位を考慮して 480mm として計画している。柱に取り付けた免震装置には全て耐火被覆材を取付け、耐火性能を確保している。水平スリットのレベルを $1\text{FL} + 2,350\text{mm}$ で基本的に統一することで、地震時の水平変位に対して複雑な取合いが発生しないよう配慮している。



名称	タイプ	符号	ゴム外径(mm)	個数
高減衰ゴム系積層ゴム	E4	H1	750	3
		H2	850	5
		H3	750	13
	X6R	H4	800	4
		H5	900	2
		H6	950	2
天然ゴム系積層ゴム	G4	N1	900	14
合計				43

図5 免震装置配置図

表2 耐震性能目標値

地震動レベル	レベル1	レベル2
上部構造	短期許容応力度以内 層間変形角：1/500以下	弾性限耐力以内 免震装置直上柱梁は短期許容応力度以内 層間変形角：1/300以下
免震装置	積層ゴム せん断歪100%以下 最大面圧 基準面圧2倍以下 支承に引抜き力が生じない	積層ゴム せん断歪250%以下 最大面圧 基準面圧2倍以下 引張側 $1.0\text{N}/\text{mm}^2$ 以下
下部構造	短期許容応力度以内 層間変形角：1/500以下	曲げ降伏は許容するがせん断破壊は許容しない 免震装置直下柱梁は短期許容応力度以下 層間変形角：1/300以下 免震装置位置の回転変形角：1/200以下

6 時刻歴応答解析

表2に耐震性能目標値を示す。大地震時（レベル2）におけるクライテリアとしては損傷防止を目的に最大層間変形角を $1/300$ 以下とし、既存部材の性能としては弾性限耐力以内、補強部材については短期許容応力度以内となるように設定している。解析モデルは17質点の等価せん断モデルとしている。

また、スケルトンモデルについては、エポキシ樹脂によりひび割れ補修を行った壁の剛性低下を考慮し、初期剛性を85%に低下させることで評価を行った。入力地震動一覧を表4に示す。2011年東北地方太平洋沖地震の観測波や断層モデルによる模擬地震波も含めた解析を行っている。

解析の結果は、最大層間変形角 $1/894$ 、免震層の最大せん断歪177%、居室階（12階）の最大応答加速度 162gal 、各部材の応力状態も全てクライテリアを満足する結果となった。また、上下動の応答解析結果から 0.35G の鉛直震度を考慮して、地震時に免震装置に発生する最大引張力が $1.0\text{N}/\text{mm}^2$ 以下となることを確認した。

表3 固有周期 (秒)

免震層の状態	回数	X方向	Y方向
免震層固定時	1次	0.597	0.648
	2次	0.239	0.277
	3次	0.166	0.207
せん断歪 10%	1次	2.709	2.714
	2次	0.370	0.426
	3次	0.192	0.240
せん断歪 50%	1次	3.329	3.333
	2次	0.371	0.428
	3次	0.192	0.240
せん断歪 200%	1次	4.250	4.253
	2次	0.372	0.430
	3次	0.192	0.240

表4 入力地震動一覧

種類	地震動波形	レベル2		
		速度 (cm/s)	加速度 (cm/s ²)	解析時間 (sec)
告示波	告示波(ランダム位相)	42.5	448.9	120.0
	告示波(八戸位相)	42.2	402.6	120.0
	告示波(神戸位相)	53.5	398.0	120.0
	告示波(釧路位相)	46.3	462.9	120.0
観測波	El Centro 1940 NS	50.0	510.0	53.8
	TAFT 1952 EW	50.0	496.9	54.4
	八戸 1968 NS(翠川研波)	50.0	348.9	234.0
	東北地方太平洋沖2011 仙台第2合同庁舎(074-B2F)	31.5	163.3	300.0
	東北地方太平洋沖2011 東北大学人間環境系(282-01F)	47.3	329.8	300.0
サイト波	模擬地震波 長町-利府断層	35.4	579.3	100.0

7 施工管理概要

今回の免震改修工事で、免震層を平面的に工区分けして進める必要があったため、免震装置取付け後のゴムの縮みにより発生する相対変位を抑えて既存躯体の健全性を維持する目的から、免震装置プレロード工法を採用した。本工法の詳細と作業手順を図7、8に示す。免震装置の下部に仮受け鋼管(ネジ加工)と油圧ジャッキを配置し、装置下側から負担軸力分のプレストレスを導入して免震装置を強制的に圧縮し、縮んだ分に合わせネジ鋼管を延ばして固定することで、ジャッキダウンした後の沈下を防止する工法である。工事は1回のステップで切断する柱の本数を4本以内とし、全体を12ステップに分けて順次工事を進めていった。施工時の変位管理については、1次管理値を相対変位が1/1500以下となる

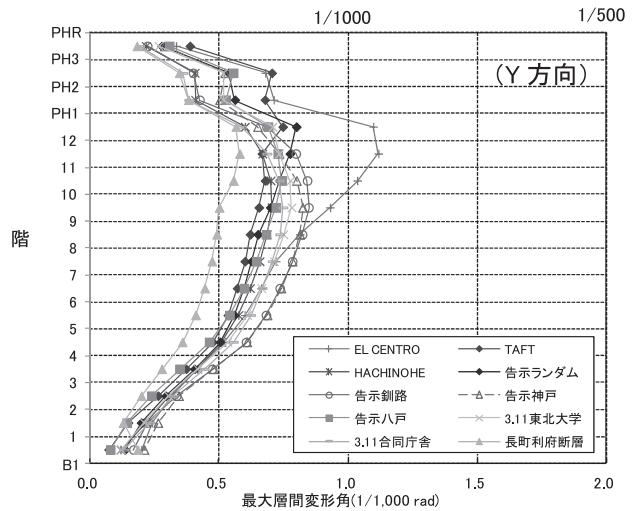
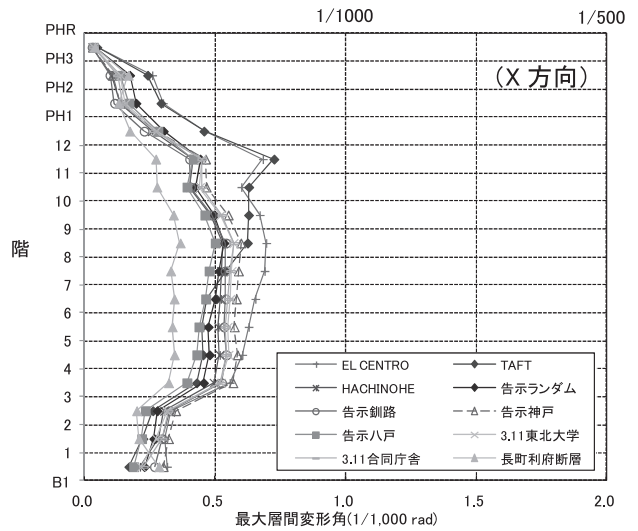


図6 最大応答層間変形角

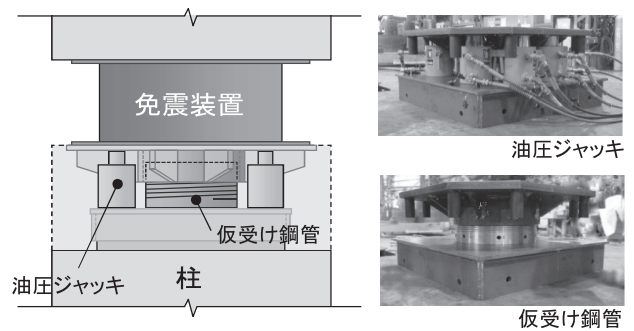


図7 免震装置プレロード工法詳細

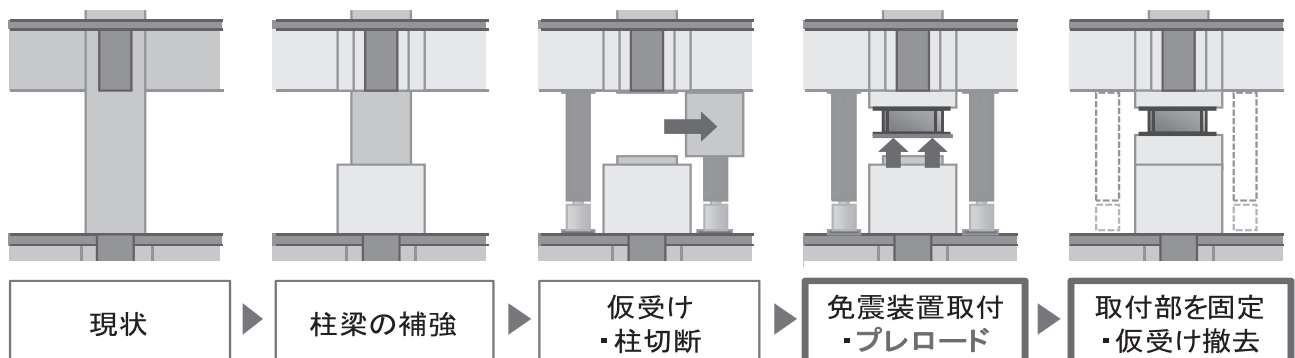


図8 免震装置プレロード工法作業手順

ように設定して行った。また、免震モニタリングシステムを導入して、設置した免震装置の挙動をリアルタイムで計測することで、工事中の建物に異常な変位が発生していない事を確認しながら工事を進めた。

免震化工事における既存躯体切断時に地震時水平力を負担する仮設補強は、仮設ブレース（写真2）、壁スリット部への仮設補強プレート（写真3）、免震装置リストレインプレート（写真6）の3種類を適用して、原設計の地震力に対する安全性を確保した状態で工事を行った。



写真2 仮設ブレース

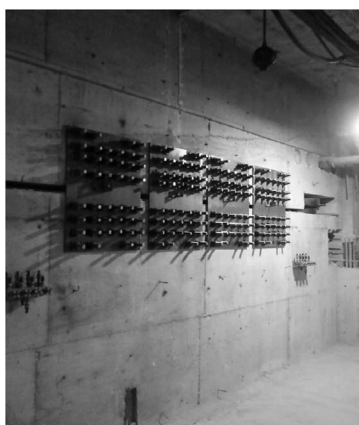


写真3 仮設補強PL

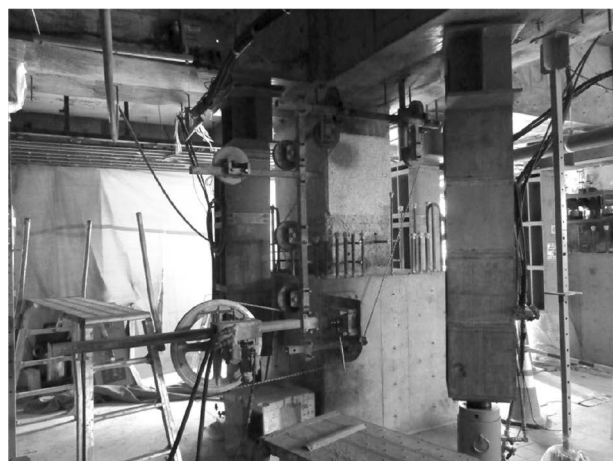


写真4 既存柱切断状況



写真5 プレロード導入状況

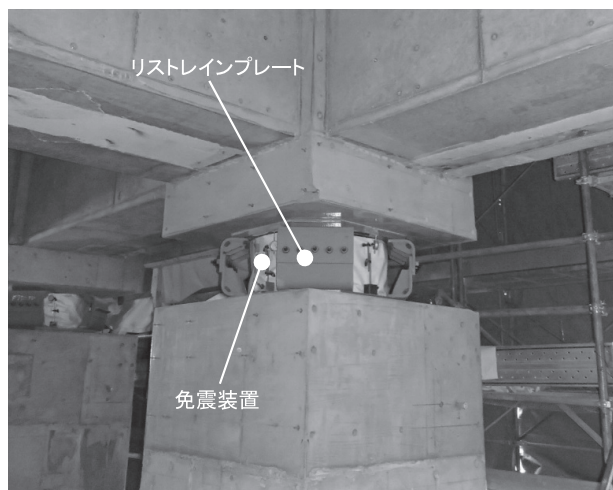


写真6 免震装置取付け完了

8 おわりに

本事業では中間階におけるレトロフィット免震改修を免震装置プレロード工法によって実現し、高い耐震性を実現すると同時に、建物全体のリニューアルを実施している。最後に本事業の関係者の皆様方には多大なるご支援・ご協力を頂き、深く感謝申し上げます。

ホテル伊豆急



市川 一美
東急建設



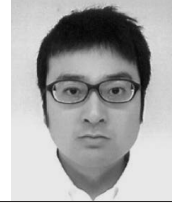
新井 知彦
同



新沼 隆司
同



公塚 正行
i2S2



宮島 洋平
同

1 はじめに

ホテル伊豆急は、静岡県下田市白浜海岸に面し、客室をオーシャンビューに配置したリゾートホテルで、昭和49年に竣工した建物である。

耐震改修の方法として強度増強型の耐震補強案が検討されていたが、その耐震改修案では補強箇所数が多く、かつ客室の眺望を損なうこと等から、補強効率が高く、客室の眺望を損なうことのない制震改修案を採用している。

制震部材の配置は、客室裏側（山側）外部への集中配置を基本とすることで客室を避ける計画とし、通常営業の中で、居ながら施工としている。



写真1 建物全景

2 建物概要

本建物は、地下1階、地上6階、塔屋2階の建物で、地上1～2階を鉄骨鉄筋コンクリート造、その他を鉄筋コンクリート造とする建築物である。平面形状は、長辺（X）方向が中間部でくの字形（-35°）となっている。X方向の長さが119.3m（基準スパン8.0m）、

短辺（Y）方向の長さが70.9m（基準スパン7.6m）である。階高は、地下階が5.5m、地上階が3.3～6.1m、塔屋階が3.0～3.1mである。また、基礎形式は、杭基礎（PC杭）である。

以下に、建物概要を示す。

所在地：静岡県下田市白浜2732-7

用途：ホテル

建築面積：4,956m²

延床面積：13,745m²

階数：地下1階、地上6階、塔屋2階

軒高：22.15m

構造形式：鉄骨鉄筋コンクリート造（1～2階）
鉄筋コンクリート（地下、3階以上）

架構形式：耐力壁付きラーメン構造

施主：（株）伊豆急コミュニティー

補強設計：東急建設（株）、（株）i2S2

施工：東急建設（株）

工期：平成23年4月～12月（6.5ヶ月）

（7月・8月休工）

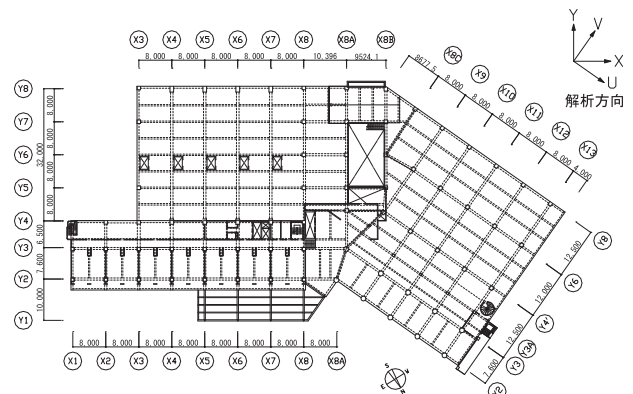


図1 2階伏図

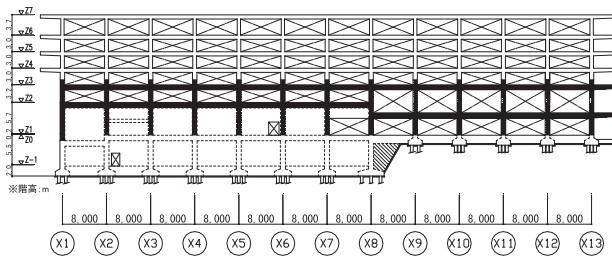


図2 Y2通り軸組図

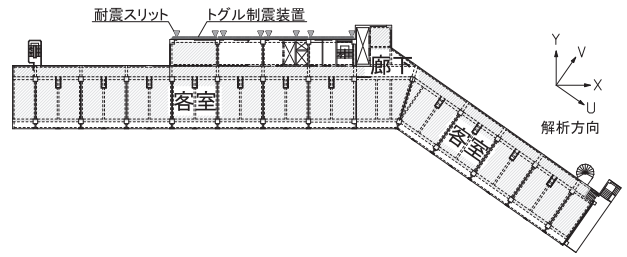


図4 トグル制震装置の配置 (4階)

3 改修計画概要

本建物の耐震改修計画は、建物の層間変位を抑えるために、地震エネルギーの吸収装置である制震部材を適切に配置する制震改修計画とし、制震部材は、トグル制震装置を採用している。トグル制震装置は、オイルダンパーのエネルギー吸収効率を高めるため、梃子機構を応用した制震装置 (図3) である。

X方向は、耐力壁付きラーメン構造であり、耐力壁は客室から廊下を挟んだバックヤード (山) 側に配置されている。トグル制震装置は、図4 (4階配置図) に示すように、耐力壁部分 (Y4通り、X4~X8) に外付け補強として集中配置している。なお、耐力壁は、3方向に耐震スリットを設けている。Y方向は、客室の界壁が耐力壁となっているが、1~2階はホテルロビーであり、下階壁抜けとなっている。また、1~2階の平面的に広がりを持つ部分は、大宴会場等があり、耐力要素が少ない。このため、1~2階にトグル制震装置を配置する計画としている。

主な、補強内容および補強箇所数の一覧を、表1に示している。

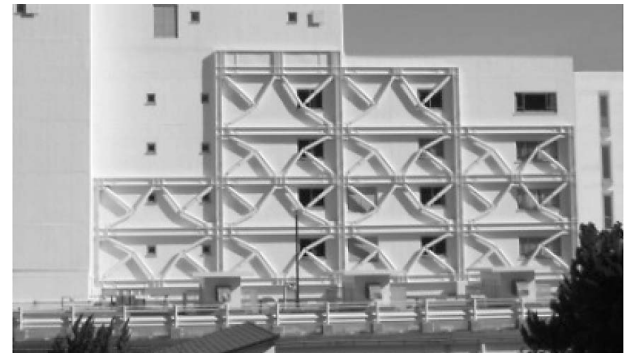


写真2 山側 (Y4通り) 外付け補強トグル制震装置の配置

表1 制震補強内容および補強箇所数

階	トグル制震装置 構面数	柱 炭素繊維 補強	新設 耐力壁 補強	耐震 スリット
6	2(4)	—	—	8
5	3(6)	—	—	8
4	4(8)	—	—	8
3	4(8)	—	—	9
2	2(4)	13	2	2
1	6(11)	1	—	—
計	21(41)	14	2	35

()内は、トグル制震装置の基数を示す。

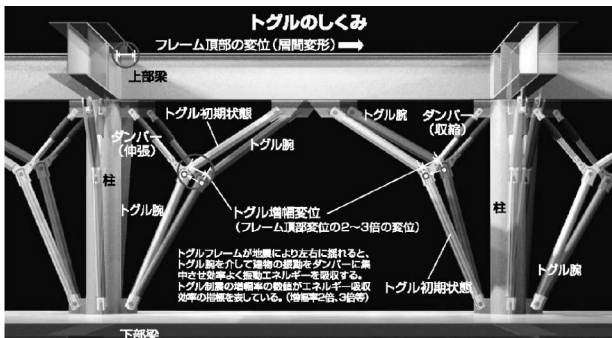


図3 トグル制震装置の概念

4 強度増強型補強案 (他社案)

従前に検討されていた強度増強型補強案の補強内容と補強箇所数の一覧を表2に、補強配置図を図5に示す。強度増強補強案では、客室の眺望を阻害する鉄骨ブレースが2室間に渡って配置されており、客

室のレイアウト変更も余儀なくされる耐震改修計画案となっている。また、客室階では、全体的に客室界壁の耐力壁の増打補強などが計画され、通常営業を行いながらの施工は困難であると同時に、内装費用も多額となると推測される。本案は、顧客満足度が得られず頓挫していた。

5 目標耐震性能

本建物の目標耐震性能は、各層、各通りの最大応答層間変形角がX方向では1~2階が1/150以下、3~6階は純ラーメン構造のため1/120以下、Y方向では1~2階が1/150以下、3~6階は耐力壁のせん断降伏防止のため1/250以下としている。鉛直支持部材である柱および耐力壁はせん断破壊しないこと、オイルダ

表2 強度増強型補強案の内容および補強箇所数

階	鉄骨 ブレース 装置	柱 鋼鉄 補強	新設 耐力壁 補強	増打 耐力壁 補強
6	2	—	11	—
5	3	—	11	—
4	4	—	11	9
3	4	—	11	9
2	3	—	11	6
1	2	3	11	3
計	18	3	66	27

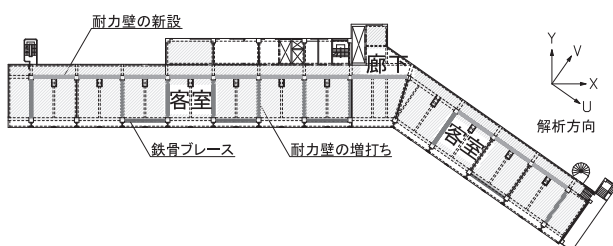


図5 強度増強型補強案の耐震改修計画（4階）

ンパーの最大応答速度が限界速度以下としている。

補強設計用入力地震動は、表3に示している。告示波は、極めて稀に発生する地震動の加速度応答スペクトルの強さとし、継続時間を120秒、位相をJMA KOBE 1995 NS成分波（告示波L2-1）、HACHINOHE 1968 NS成分波（告示波L2-2）、および乱数（告示波L2-3）としている。観測波は、極めて稀に発生する地震動に対応するものとして、最大速度値を50cm/sに基準化している。

告示波L2の総入力エネルギーの速度換算値は、X方向入力時では83.2~124.0cm/sであり、Y方向入力時では89.7~124.7cm/sである。これらの数値は、「免震構造設計指針」（社団法人日本建築学会）の第2種地盤における損傷に寄与するエネルギースペクトルVD=120cm/sの0.48~1.08倍の数値となっている。

表3 補強設計用入力地震動

地震動波形の名称	最大加速度 (cm/s ²)	最大速度 (cm/s)
1 告示波 L2-1	433.8	49.2
2 告示波 L2-2	369.0	55.0
3 告示波 L2-3	419.1	42.8
4 EL CENTRO 1940 NS	510.0	50.0
5 TAFT 1952 EW	496.9	50.0
6 HACHINOHE 1968 NS	333.7	50.0

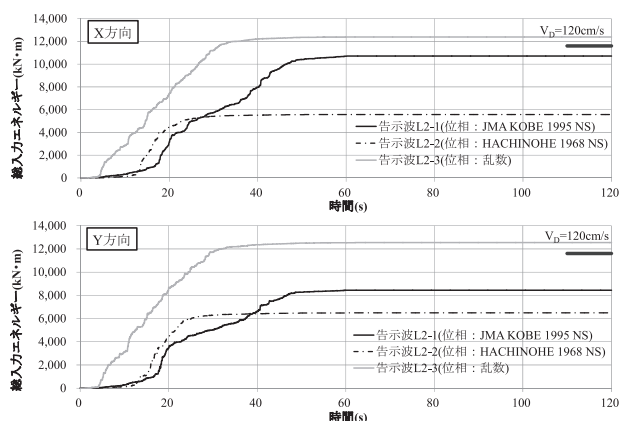


図6 告示波L2による総入力エネルギー

6 地震応答解析

振動解析モデルは、立体骨組振動モデルとしている。解析モデルの概要および解析方法は、表4および表5に示している。トグル制震装置は、設計形状どおりのモデルとして配置し、オイルダンパーはMaxwellモデルとし軸剛性を評価し、減衰力特性はバイリニア型、履歴特性は逆行型としている。トグル腕部材は、接合部の変位ロスを考慮したスリップモデルとしている。なお、本誌に示す解析モデルは地下階および塔屋階を除いたモデルとしている。

解析は、X・Y方向に加えて平面形状を考慮したU・V方向を行っている。また、オイルダンパーの特性

表4 解析モデルの概要

	解析モデル
(1) 質点数	401 質点
(2) 地震動の入力位置	1 階床位置
(3) 振動系モデル	立体骨組振動モデル
(4) 入力位置以下の変形	固定
(5) 復元力特性	Degrading Tri linear 型など
(6) 減衰マトリックス	種類：内部粘性型 各次減衰定数の作成方法 [C]=(2h ₁ /ω ₁) [K] [K]：瞬間剛性マトリックス ω ₁ ：1次固有円振動数 h ₁ ：1次減衰定数 骨組は1次減衰定数 h ₁ を0.03 とする。

表5 解析方法

項目	内容
(1) 解析法	ニューマークのβ法
(2) 解析演算刻み	1/5000 秒
(3) 解析プログラム	樹構造システム SNAPver.6

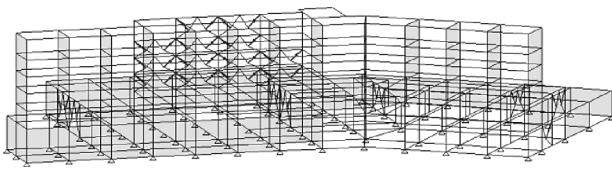


図7 立体骨組振動モデル

値の変動を考慮して行っている。最大応答図は、特性値が標準状態時、重心位置の最大応答層間変形角および最大応答絶対加速度を図8～9に示している。図10に、告示波L2-1およびEL CENTRO NS 1940における地震入力エネルギーの時刻歴を示している。トグル制震装置の吸収エネルギーEVは、X方向では約55%、Y方向では約20%を吸収し、建物の損傷を抑えている。また、極めて稀に発生する地震動時に柱および耐力壁がせん断破壊しないことも確認している。

建物の耐震性能の判定は、表6に示すように、極めて稀に発生する地震動時における最大応答値が目標耐震性能以下であり、十分な耐震性能を有していると判断している。

最後に、非制震時の最大応答層間変形角を図11に、X方向の最大応答変位が発生する時刻の変形図を図

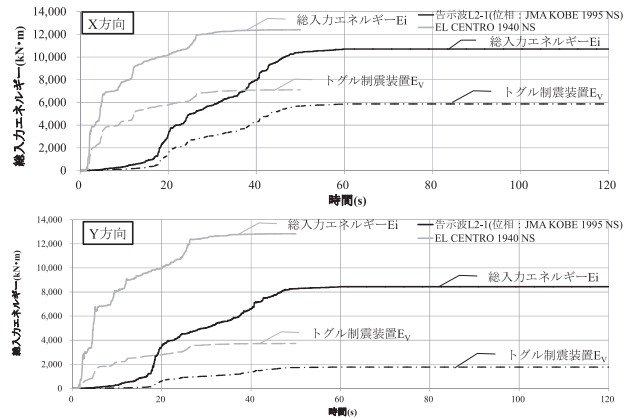


図10 トグル制震装置の吸収エネルギー

表6 耐震性能の判定 (標準・上限・下限状態を含む)

部位	骨組		制震装置	
	層	柱・耐力壁	ダンパー	
項目	通りの層間変形角	せん断力	応答速度	
性能目標	*1 に示す	降伏を生じない	700mm/s 以下	
X方向	3～6階	1/134	しない	455.1
	1～2階	1/268		
U方向	3～6階	1/132	しない	466.5
	1～2階	1/262		
Y方向	3～6階	1/315	しない	515.5
	1～2階	1/173		
V方向	3～6階	1/251	しない	676.5
	1～2階	1/161		
判定		○	○	○

*1 1～2階は 1/150 以下、3～6階は X・U方向では 1/120 以下、Y・V方向では 1/250 以下

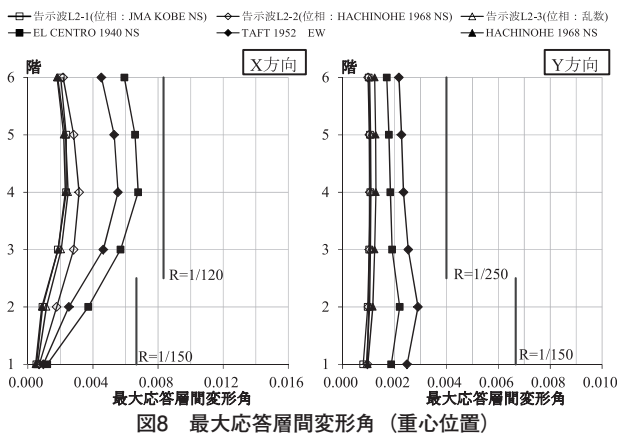


図8 最大応答層間変形角 (重心位置)

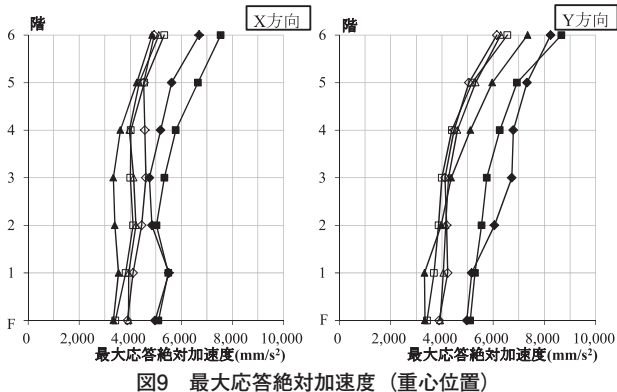


図9 最大応答絶対加速度 (重心位置)

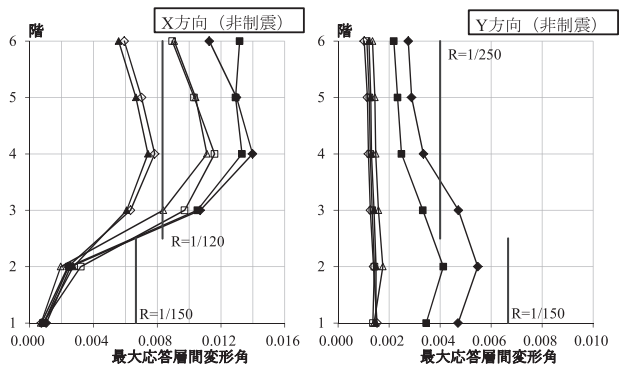


図11 非制震時の最大応答層間変形角 (重心位置)

12に示す。最大応答層間変形角は、制震時においてはX方向で1/148、Y方向で1/344、非制震時においてはX方向で1/72、Y方向で1/183である。X方向の最大応答変位は制震時で7.6cm、非制震時で15.8cmである。以上のように、本制震補強により、耐震性能

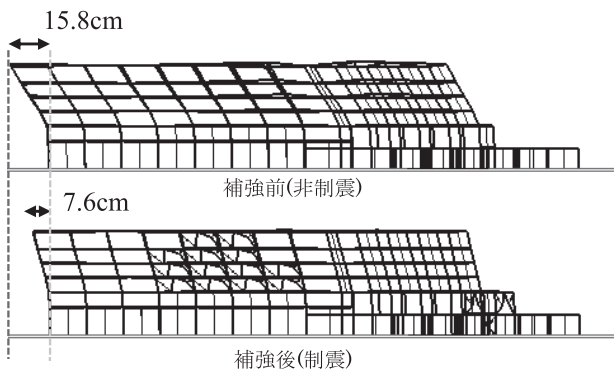


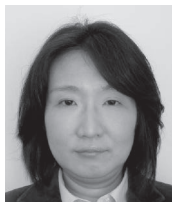
図12 制震と非制震の最大応答変位の比較 (X方向)

が大きく向上していることが確認される。

7 まとめ

トグル制震装置を採用した宿泊施設の制震補強概要を紹介した。また、設計・施工に当たり関係各社には多大なご協力を頂きました。この場を借りて深く感謝の意を表します。最後に本誌への掲載をご快諾頂いた(株)伊豆急コミュニティー、(株)伊豆観光ホテル様に対し、誌面をお借りしてお礼申し上げます。

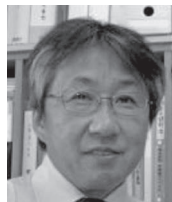
名古屋大学減災館



浜辺 千佐子
竹中工務店



猿田 正明
清水建設



世良 信次
CERA建築構造設計



戸澤 康弘
前田建設工業



人見 泰義
日本設計

1 はじめに

愛知県名古屋市の名古屋大学東山キャンパス内に平成26年3月に完成した「減災館」を紹介します。名古屋大学は地域社会と一致協力して南海トラフ巨大地震など大規模災害への備えをすすめる活動を行っており「減災館」はその活動の集大成の一つとなります。

当日は名古屋大学減災連携研究センター福和伸夫教授、日建設計様、清水建設様にご説明、ご案内いただきました。

2 建築物概要

建 築 地：愛知県名古屋市千種区
名古屋大学東山キャンパス内

建 築 主：名古屋大学

設 計：名古屋大学施設管理部
日建設計

監 理：名古屋大学施設管理部

施工(建築)：清水建設

主 用 途：大学

建物規模：地下1階、地上5階

建築面積：713.10m²

述床面積：2,897.83m²

構 造：RC造、基礎免震構造

減災館は「減災連携研究センター」の活動拠点として自治体や企業と連携し減災研究を進めるほか、防災教育の場として、また災害時は大学・関係機関の防災拠点と情報収集拠点として機能します。

減災館は、減災研究のシンボルとして建物そのものが耐震研究の実践の場となっています。屋上実験室はアクチュエータで加振することができ建物の加振実験が行えます。さらに免震層に設置した強制変

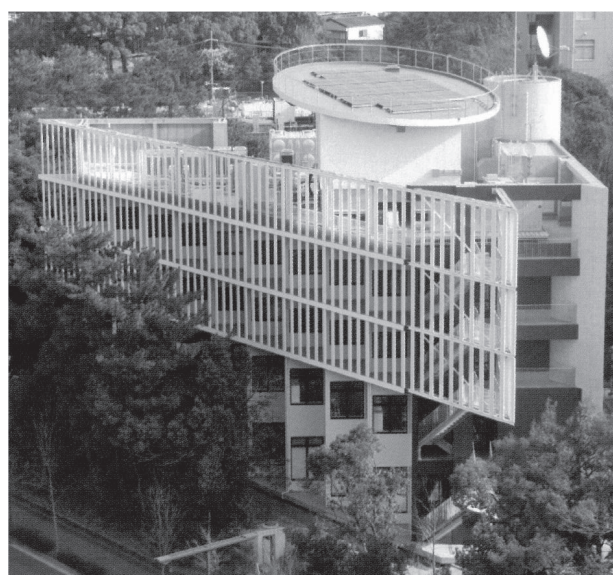


写真1 建物外観



写真2 建物模型と福和教授

位試験用ジャッキや土圧計等各種センサーにより免・制震技術の開発や実証実験が行えます(図1)。

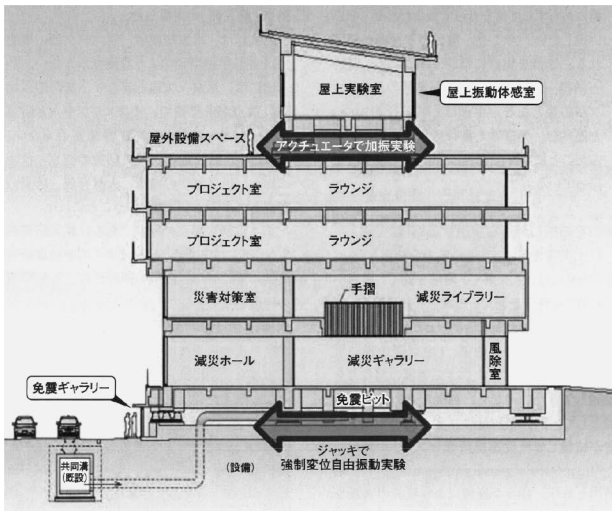


図1 振動実験環境

免震層の学内通路に面する部分はガラス張りでギャラリー展示し、各種解説パネルを設置する等、減災や免震に関する理解を広める役割も果たしています(写真3)。



写真3 免震層のギャラリー展示(学内通路より撮影)

建物内の1階は「学び」の場として体感・体験しながら減災技術が理解できるギャラリー、ホールとなっており、地域の方も含め幅広く公開されています。2階の「調べ」の場のライブラリーでは災害に関連する各種資料を公開しています。また対策本部も設置されています。3・4階は「研究」の場となっています。1階の吹き抜け空間を利用して本建物の免震周期である5.2秒と同じ振り子周期のぶらさがりロープがあり、免震周期が体感できます(写真4)。

災害時には東海地域及び名古屋大学の災害対応拠点となるため、1週間連続稼働できる非常用発電装置や、愛知県庁や地方整備局とも接続可能な通信網



写真4 1階ギャラリー周期5.2秒のぶら下がりロープ

の整備、水・食料の備蓄等を行っています(写真5)。さらにアースチューブを通して空気を取り入れる地中熱利用や日射を避けるルーバーなどの空調負荷低減により非常時対応のみでなく、日常の省エネにも役立っています。



写真5 屋上貯水タンク

3 構造設計概要

建物は、三角形の敷地形状に合わせて1辺約30mの三角形の平面形状のRC造、基礎免震構造となっ

ています。

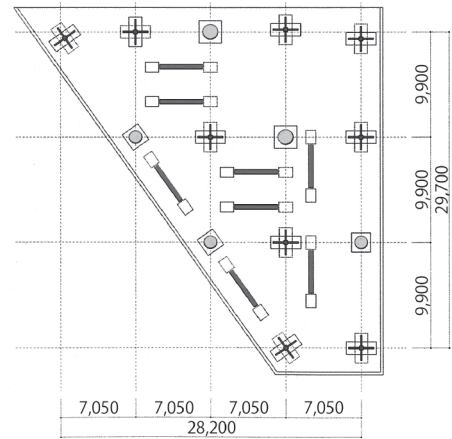
免震建物の設計概要を以下に示します。

1) 目標耐震性能

表1に目標耐震性能を示します。上部構造の応答は入力波レベル2に対して弾性範囲以内、免震クリアランス寸法も免震層最大変位クライテリアの1.5倍となる90cmを確保した高性能免震建物としています。

表1 目標耐震性能

想定する地震動	レベル1 稀に発生する地震動 建物の供用期間中に一度以上受ける可能性が大きい地震動	レベル2 極めて稀に発生する地震動 過去・将来にわたり最大級と考えられる地震動
上部構造	層せん断力： 短期許容応力度以内 層間変形角：1/1,000 以内	層せん断力： 短期許容応力度以内 層間変形角：1/500 以内
免震層	-	最大変位 60cm 以下 (クリアランスは 90cm)
下部構造	短期許容応力度以内	短期許容応力度以内






-  天然ゴム系積層ゴム支承 ゴム系 1200φ、1400φ
-  直動転がり支承 CLB500、CLB780
-  オイルダンパー (最大減衰力 1,000 kN/台)

図2 免震装置配置図 (免震層)

2) 免震層周期

名古屋大キャンパスが立地する濃尾平野は盆地状深部地盤構造を有する特徴的な地盤です。当該敷地では観測結果から地盤卓越周期が2.5～3.0秒であることが把握されています。本建物の免震周期はこの地盤卓越周期を避けるように約5.2秒として設計しています。

3) 免震装置の配置

免震装置は天然ゴム系積層ゴム支承 (写真6)、直動転がり支承 (写真7)、オイルダンパーを採用しています。トリガー機構がなく履歴特性が線形の「弾性免震システム」であるため、免震周期の変動が少なく入力地震動のレベルによらずに安定した免震効果が期待できます。本建物で弾性免震システムを採用できた要因として、これまでの調査・観測により地盤の卓越周期が確実に予想できたこと、および建物使用者が関係者に限られており中小地震時等の揺れについて事前に周知理解が得られたこと、が挙げられます。

4 屋上実験室

屋上の屋上実験室下の免震層には、直動転がり支承、天然系積層ゴム支承 (復元材)、アクチュエータが設置されています (写真8)。

アクチュエータによる加振により、以下に例示されるような様々な実証実験、体感が実現できます。

①屋上実験室を対象とした実大加振実験

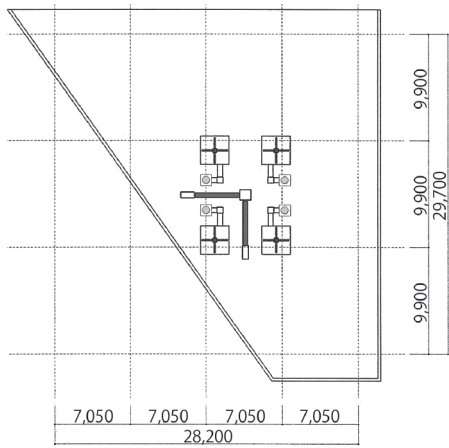


写真6 免震装置 (積層ゴム支承)



写真7 免震装置 (直動転がり支承)

②屋上実験室内で地震時家具挙動の動画を投影し、アクチュエータによる地震動加振と連動することでバーチャル空間を実現、シミュレーション実験や災害対応訓練への活用をはかる (写真9)。



○ 天然ゴム系積層ゴム支承（復元材） 400φ 2段重ね

⊕ 直動転がり支承 CL133

□ アクチュエータ（片振幅 100Gal/70kine/70cm）

図3 屋上実験室下の免震装置配置図



写真8 屋上実験室 免震装置（アクチュエータ、積層ゴム支承）

③建物本体を加振（片振幅5Gal, 5kine, 5cm程度）することにより免震システムの経年変化の把握やヘルスマonitoringが可能。また屋上実験室下免震層も建物本体と同じ5.2秒の周期であり高層建物等を対象とした共振現象の再現検証等も可能となる。

現状の屋上実験室下の免震層は、常時はシアピンにて水平固定されており（写真11）建物全体は一般的な基礎免震構造として設計されていますが、将来的には屋上実験室をTMDまたはAMDとして機能させることによりさらなる応答低減ができる仕組みになっています。

5 減災ギャラリー、減災ライブラリー

1階の減災ギャラリーでは津波や液状化の発生メ



写真9 屋上実験室内 地震時家具挙動の動画



写真10 屋上実験室 見学風景



写真11 屋上実験室下免震層 シアピン

カニズムがわかる模型等、各種教材を来館者が自由に触れることで「減災」への意識を高めています。3Dプリンターで製作した東海地方の地形模型にプロジェクションマッピングで災害危険度等各種防災情報を投影するなど、最新の技術も積極的に取り入

れながら減災教育をすすめています（写真12）。

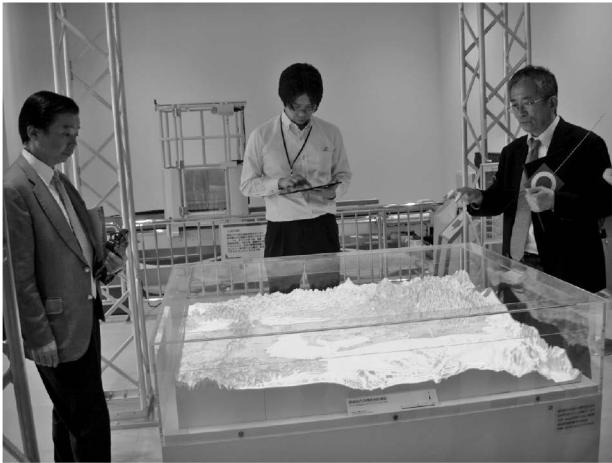


写真12 東海地方の立体地形模型

2階の減災ライブラリーでは、東海地方各地域の歴史資料や古地図が揃えられており、過去の災害や地形変遷等の情報を今後の減災に役立てるために公開されています（写真13）。



写真13 現代と江戸時代の地形比較を投影

6 おわりに

名古屋大学キャンパス内「減災館」は、最先端の減災研究と地域の方への幅広い減災教育を実現し、大規模災害時には災害対応拠点となる建物です。東海地域は製造施設が多く所在しており、また南海トラフ大地震等の発生を懸念し、産業、行政、大学が一体となり減災に取り組んでいる中で、多くの方の長年の働きかけによって本建物が実現できた経緯を伺いました。

取材にあたり、福和教授の減災に対する取り組みや構造エンジニアとしてあるべき姿勢についてのお話は、取材者の私達にとっても反省と意識向上を促すものでした。

最後になりますが、お忙しい中取材に協力いただきました福和伸夫教授、日建設計河辺氏、橋本氏、正田氏、清水建設内本氏、杉山氏に厚く御礼を申し上げます。



写真14 集合写真

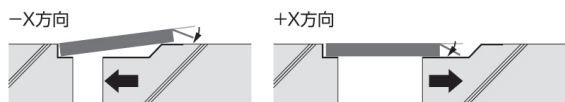
EXジョイント 屋外床用免震ブリッジ

製作・問合せ
 カネソウ株式会社
 TEL:059-377-3232 FAX:059-377-3905
 E-Mail: info@kaneso.co.jp

1. 特徴

化粧プレート回転タイプ(ストッパー付)

地震で、エキスパンションジョイントカバー可動時に、先端の化粧プレートが下がり、安全性を確保します。
 また、ストッパー機能を備えており、床仕上げ材を破損したり、可動の妨げとなることを防ぎます。

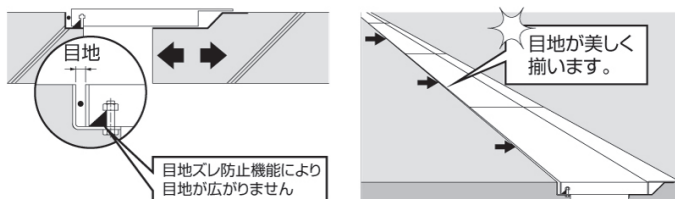


タイル充填タイプ

エキスパンションジョイントカバーに、周囲と同じ床仕上げ材が充填でき、カバーが目立ちません。
 また、床面に露出する化粧プレートは表面に凹凸加工を施したノンスリップタイプです。

目地ズレ防止機能付

従来、免震構造建築用のエキスパンションジョイントカバーは、地震や歩行者の通行によりカバーがズレ、目地部に大きな隙間が生じることがありました。EXジョイント屋外床用免震ブリッジは独自の構造により、カバーがズレてもカバーが元の位置に戻り、目地が美しく揃います。

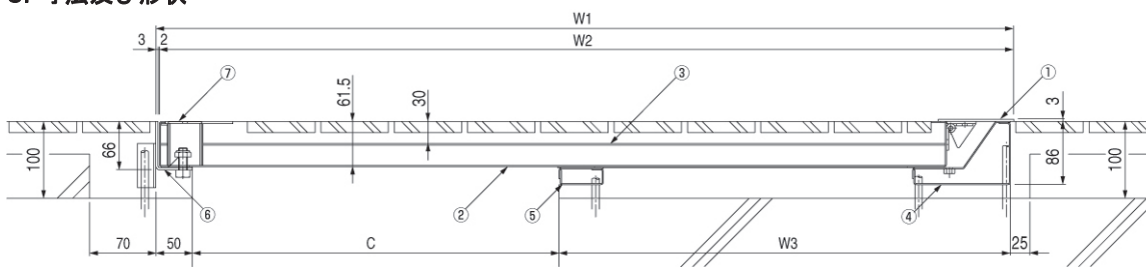


2. 構造及び材料構成

部品構成表

部番	品名	材質	処理
①	化粧プレート	SUS304	—
②	充填フレーム		
③	補強材	SGHC	
④	ベースプレート A	SUS304	
⑤	ベースプレート B		
⑥	受枠		
⑦	キャップ		

3. 寸法及び形状



<単位: mm>

変位量 (±X・Y 方向)	クリアランス C	W1	W2	W3	カバー 標準長さ
500	500	1170	1165	615	998
600	600	1370	1365	715	
700	700	1570	1565	815	
800	800	1770	1765	915	

4. 基本特性

X 方向可動量 ±500～800mm 対応

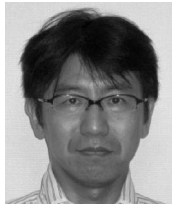
Y 方向可動量 ±500～800mm 対応

強度 歩行用 (5.0kN/m²)

車輛通行荷重にも対応できます。

車輛通行荷重タイプは設定強度を出すため、カバー充填部に 18-18-10N 以上の強度の生コンクリートを補強材のレベル+5mm 以上充填してください。骨材は必ず 20mm 以下のものをご使用ください。

東北地方太平洋沖地震後の免震U型ダンパーの 残存疲労性能とその評価法



富本 淳

新日鉄住金エンジニアリング



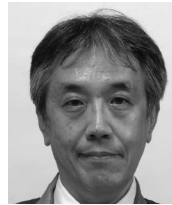
川村 典久

NIPPON STEEL & SUMIKIN ENGINEERING USA, Inc.



小西 克尚

新日鉄住金エンジニアリング



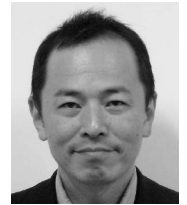
村上 勝英

日建設計



染谷 朝幸

同



山田 哲

東京工業大学

1 はじめに

免震U型ダンパーは専用に製造した品質の高い鋼板を曲げ加工した鋼材ダンパーで、鋼材の塑性変形能力により地震エネルギーを吸収する免震部材である。塑性変形により地震エネルギーを吸収したダンパーロッドはその形状が変状するが、破断しない限り地震エネルギーを吸収する性能は有している。しかし、どの程度性能が残っているか？残っている場合、あと何回の地震に対して継続使用が可能なのか？等を定量的に評価することは容易ではなかった。

この状況において、東北地方太平洋沖地震（以下本地震と称す）後に残留変形を有する免震U型ダンパー（写真1参照）の交換可否を定量的に判断することが求められた。そこで、本地震を経験した免震U型ダンパーの残存疲労性能を試験により調査し、

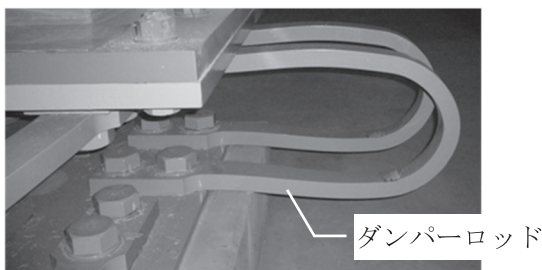


写真1 震災後の変形状況

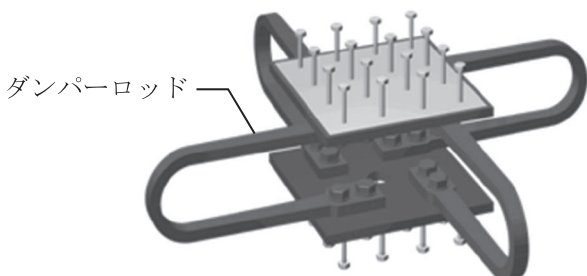


図1.1 別置型免震U型ダンパー

残存疲労性能評価手法を確立したので紹介する。免震U型ダンパー（梁下設置タイプ）の一例を図1.1に示す。

2 免震U型ダンパーの疲労性能

免震U型ダンパーは大地震を経験する度に塑性歪が蓄積するので、ダンパー鋼材が破断する可能性は否定出来ない。いわゆる低サイクル疲労破壊である。本論ではダンパー鋼材が破断するまでの繰り返し回数をダンパーの疲労性能と称す。既往の研究¹⁾において、一定振幅下でのダンパーの疲労性能は繰り返し回数 N_f とせん断変形角 γ_t との関係式（疲労曲線）にて評価出来ることが示されている。この関係式をダンパーに対する載荷方向（ 0° 及び 90° ）毎に以下に示す。

$$0^\circ \text{方向} : 0^\circ \gamma_t = 2370 N_f^{-0.66} \quad (1)$$

$$(20.0\% \leq 0^\circ \gamma_t \leq 500.0\%)$$

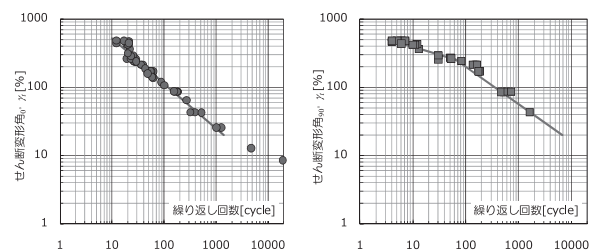
$$90^\circ \text{方向} : 90^\circ \gamma_t = 2535 N_f^{-0.55} \quad (2a)$$

$$(20.0\% \leq 90^\circ \gamma_t \leq 253.5\%)$$

$$90^\circ \gamma_t = 664 N_f^{-0.23} \quad (2b)$$

$$(253.5\% \leq 90^\circ \gamma_t \leq 500.0\%)$$

図2.1に疲労曲線と疲労試験結果を共に示す。図2.1(a)は免震U型ダンパーの面内方向（ 0° ）に載荷し



(a) 0° 方向

(b) 90° 方向

図2.1 免震U型ダンパーの疲労性能

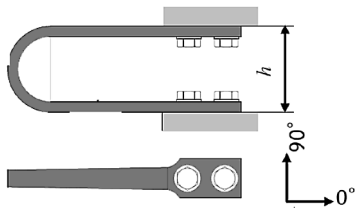


図2.2 ダンパーと载荷方向

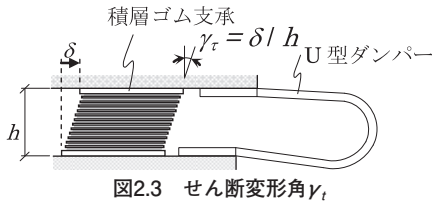


図2.3 せん断変形角 γ_t

た場合、(b)は免震U型ダンパーの面外方向(90°)に载荷した場合である。図2.2にはダンパーと载荷方向の関係を、図2.3にはせん断変形角 γ_t の解説を図示する。

3 地震を経験した免震U型ダンパーの疲労損傷評価

3.1 疲労損傷評価法について

これまで大地震を経験した免震建物からダンパーを取り出して残存疲労性能を検証した調査はされておらず、また、地震を経験したダンパーの残存疲労性能を推定する手法も確立されていなかった。ダンパーの残存疲労性能を評価するには、地震後のダンパーの損傷度が評価出来なければならない。ダンパーの損傷度を定量的に評価するには、地震時のダンパーのモニタリングが必要であるが、ダンパー個々の応答変位を時刻歴で計測することは今日では一般的でなく、免震層に罫書計を数台設置するのが実態である。

本論はダンパーの地震応答変位の時刻歴記録を用

いずに疲労損傷値を算定し、並行して本地震を経験した免震U型ダンパーの抜取疲労試験結果を用いてこの損傷値の妥当性を検証した事例を紹介するものである。免震U型ダンパーを抜き取った建物は石巻市、仙台市、登米市に立地する3棟で、罫書板に大きな変位(最大25~41cm)が記録された。本論では石巻市の建物について詳述するが、他の2つの建物に対しても今回提案の評価法の実用性を確認しているため、文献3)も参照されたい。ダンパーの疲労損傷値は以下に示す3つの手法で算定した。

1) 解析による手法

- a) エネルギー吸収量による評価
- b) 時刻歴応答解析を用いた評価

2) 罫書記録を用いる手法

3) ダンパーの形状変化に着目した手法

3.2 解析による手法

本地震を経験した免震建物(以下本建物と称す)の免震層の平面図を図3.1に示す。免震部材は天然ゴム支承、弾性すべり支承、免震U型ダンパーで構成されている。図3.2に免震層の復元力特性を示す。U型ダンパーの導入量は、建物重量の5%程度である。積層天然ゴム支承(NRB)のみでの固有周期は5.39秒、U型ダンパーの初期剛性とNRBでは1.45秒、極稀時(49cm)では3.73秒である。本地震での最大変形は21.3cmであり等価固有周期は3.0秒であった。

図3.3に解析モデルを、表3.1に上部構造の緒元を示す。解析に用いた地震波は敷地から約3.2km南で観測された地震波(強震記録K-net(2011/3/11/14:46:00/MYG010、NSおよびEW))である。解析より得られた免震層のオービットを図3.4に示す。建物の長手方向をx、短辺方向をyとし、NS/EW方向変

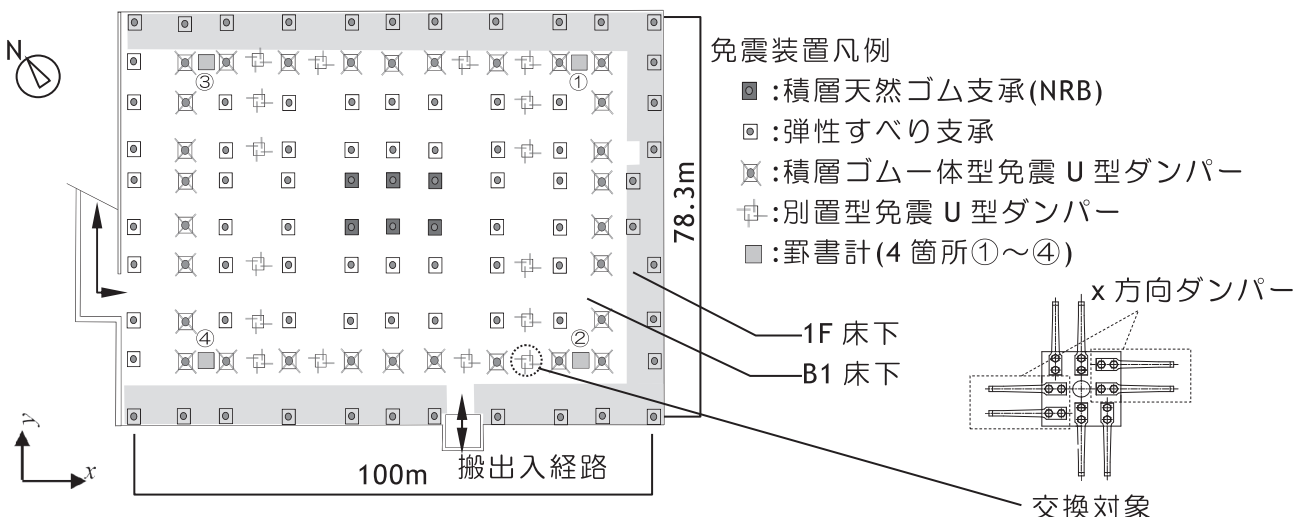


図3.1 本建物の免震層平面図

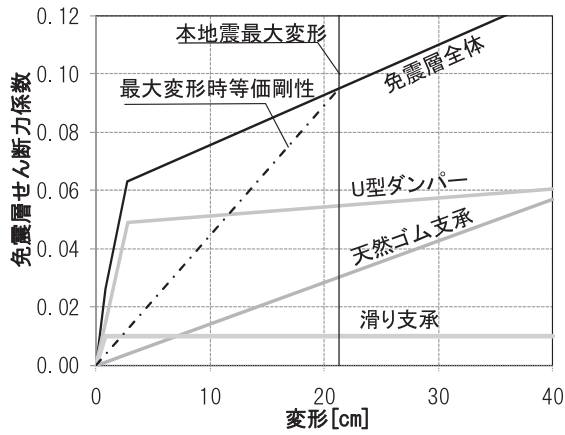


図3.2 免震層の復元力特性

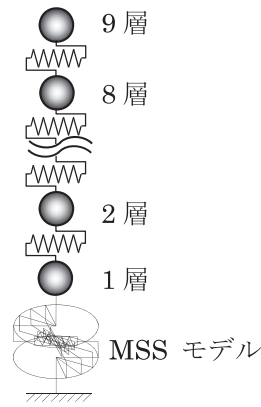


図3.3 解析モデル

表3.1 上部構造緒元

層	重量 [kN]	フルーム剛性 [kN/cm]
9	5628	3378
8	26059	9932
7	20219	13828
6	20215	17223
5	22232	20526
4	58023	48969
3	19119	28597
2	47172	29975
1	64139	27747

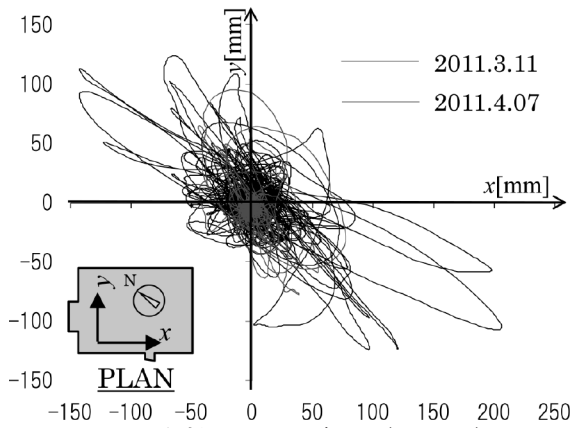


図3.4 解析によるオービット (MYG010)

ダンパーロッドを 0° 方向とした時の時刻歴応答変位、レインフロー法による頻度分布及び損傷値 (n/N_f) を図3.5にまとめて示す。損傷値ヒストグラムの総和は $0^\circ D = \sum (n/N_f) = 0.057$ となった。 90° 方向も同様に損傷値を計算しその総和を取ると $90^\circ D = 0.012$ となり、本地震による免震U型ダンパーの損傷値は $D = 0^\circ D + 90^\circ D = 0.069$ を得た。さらに、2011/4/7の余震の観測波を使って同様に疲労損傷値を求めると、 $0^\circ D + 90^\circ D = 0.011$ であり、本地震と余震による疲労損傷値は0.078となった。なお、エネルギー吸収量による評価は割愛する。

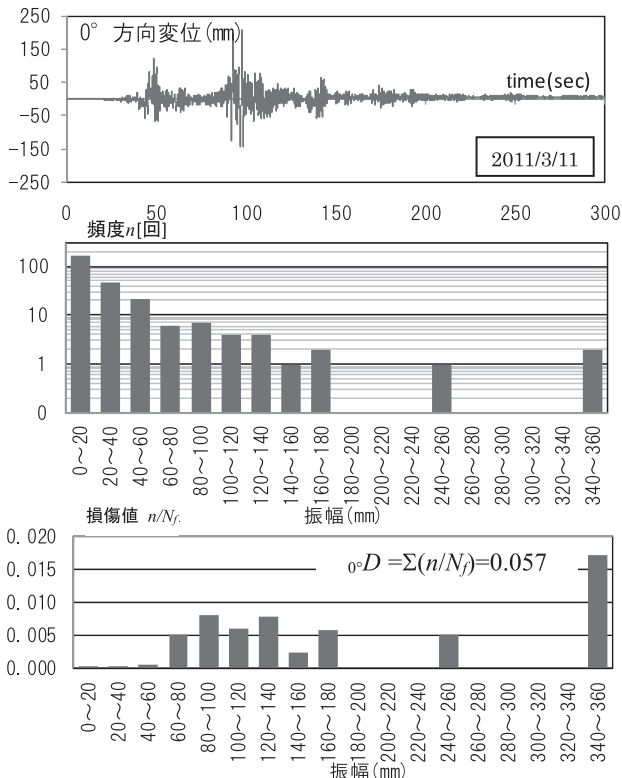


図3.5 解析による 0° 方向の損傷値 $0^\circ D$

3.3 野書記録を用いる手法

図3.1の野書計①の記録を図3.6に示す。半径80mm円内は野書が重複して判別が難しいため、全振幅160mm以下の応答はダンパーの損傷に寄与しない繰り返し回数であったと仮定した。半径80mmを超えた領域でP1~P14のピーク点を抽出した。図3.6の δ_{p1x} 、 δ_{p2x} 、 δ_{p1y} 、 δ_{p2y} のようにピーク点の座標をx方向/y方向に分解し、方向ごとに原点から遠いピーク点同士を結んだ距離を応答変位振幅と見なした。ここで一方に対して他方のピーク点の数に差があるため、他方に対応するピーク点がない場合は半径80mmの円周上の、原点に対して点对称となる位置に仮定のピーク点を仮定する(例えばP6')。各振幅からダンパーのせん断変形角 γ_i を求め、それらを(1)式又は(2)式に代入して N_f 値を計算する。方向毎の疲労損傷値 $0^\circ D$ 、 $90^\circ D$ を合算した疲労損傷値は0.041となった。結果一覧を表3.2に示す。

4 地震を経験した免震U型ダンパーの残存疲労性能評価

4.1 抜取疲労試験

図3.1に交換対象と示す免震U型ダンパーを2011年

位の解析値を座標変換してx/y方向変位を得た。図3.1に交換対象と示す別置型免震U型ダンパーのx方向

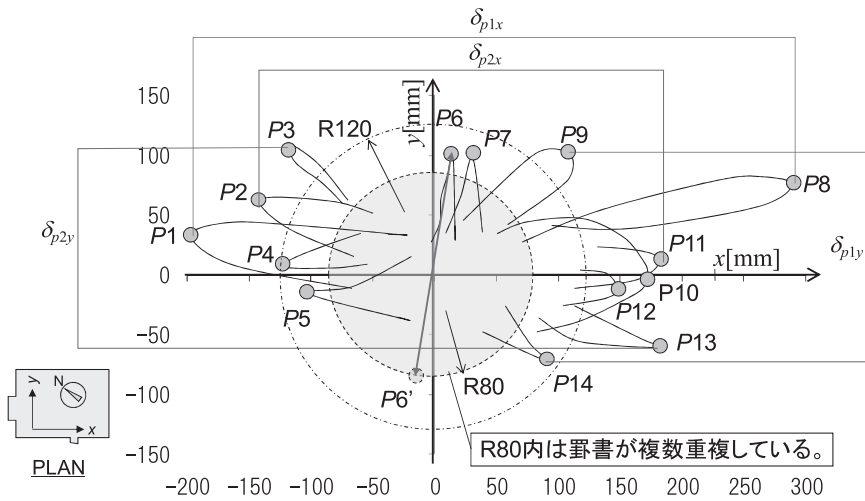


図3.6 罫書記録と振幅の仮定

表3.2 罫書記録からの疲労損傷値

0°方向					90°方向				
全振幅 [mm]	組合せ	γ_t [%]	破断回数 N	$1/N$ 値	全振幅 [mm]	組合せ	γ_t [%]	破断回数	$1/N$ 値
423	P8+P1	126	85	0.0118	150	P9+P14	45	1539	0.0006
282	P11+P2	84	157	0.0064	146	P3+P13	44	1616	0.0006
265	P13+P4	79	173	0.0058	103	P7+P5	31	3048	0.0003
260	P10+P3	78	178	0.0056	94	P6+P12	28	3599	0.0003
218	P12+P5	65	232	0.0043	89	P8+P8'	26	3994	0.0003
166	P9+P9'	50	351	0.0028	69	P2+P2'	21	6237	0.0002
143	P14+P14'	43	440	0.0023	57	P1+P1'	17	-	-
42	P7+P7'	12	-	-	32	P11+P11'	9	-	-
32	P6+P6'	10	-	-	24	P4+P4'	7	-	-
-	-	-	-	-	0	P10+P10'	0	-	-
$0^\circ D$	-	-	-	0.039	$90^\circ D$	-	-	-	0.002
$D(=0^\circ D + 90^\circ D) = 0.041$									

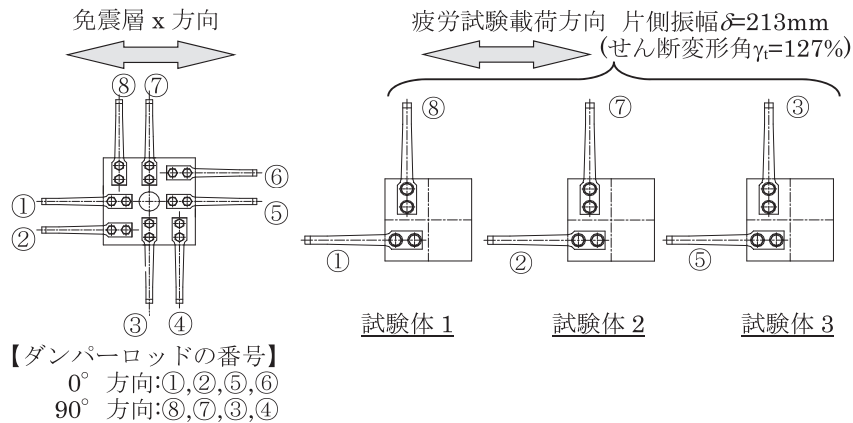


図3.7 抜取疲労試験体

6月に免震層から抜き取り、疲労試験を行った。载荷条件は地震時の挙動を可能な限り再現することで、地震で損傷した部位に試験による歪が集中するよう配慮した。具体的には、免震層から抜き取った免震U型ダンパー（8本組）からダンパーロッド①～⑧を取り外し、ダンパーロッド各々の取り付け方向と载荷方向が、罫書記録から読み取れる振動の方向性と一致するように2本組み合わせる1体の試験体とし3体の試験体に作り替えた。0°方向の加振振幅は4つの罫書板の最大振幅の平均値426mm（±

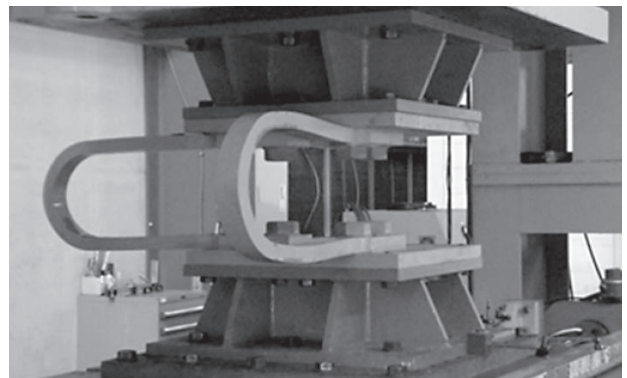


写真2 試験体設置状況

表3.3 抜取疲労試験結果

試験体名	試験加振振幅		破断回数	
	片側振幅値 δ [mm]	せん断変形角 γ [%]	新品疲労性能式(1) N_{f0}	試験結果 N_f
試験体 1	±213	127	0°方向:84	①:0°方向:76
試験体 2				⑧:90°方向:300回で破断に至らず
試験体 3				②:0°方向:70 ⑦:90°方向:300回で破断に至らず ③:0°方向:77 ⑥:90°方向:300回で破断に至らず

213mm)とし、正負交番繰り返し加力した。

表3.3に試験結果一覧を示す。同表中の新品疲労性能式(1) N_{f0} は新品のダンパーを用いた疲労試験結果の平均値である。せん断変形角 $\gamma_t = 127\%$ の時に、新品が平均的に84回で破断するのに対して、試験体1~3は76、70、77回となった。この結果から、残存疲労性能は76/84、70/84、77/84となり3体の平均で0.88を得た。

抜取疲労試験から得た残存疲労性能と、疲労損傷評価法より得た疲労損傷値を足して1.0であれば疲労損傷評価法は妥当だと言える。残存疲労性能が0.88の時、疲労損傷値は $1 - 0.88 = 0.12$ となる。これに対して解析的手法で算定した疲労損傷値は0.078、罫書記録による方法では0.041であり、罫書記録による方法が損傷度を過小評価している。これは罫書

記録による方法が半径80mmの円内の罫書記録を無視したことに起因する。応答解析により求めた疲労損傷値に対して罫書記録から求めた疲労損傷値は0.5~0.75倍程度で、補正係数として1.5~2.0を掛ける必要があることを本建物以外の2つの建物に対して同様の検証を行い明らかにしている^{2,3)}。

4.2 ダンパーの形状変化に着目した評価

前章の疲労損傷評価法には解析結果や罫書記録が不可欠だが、それらが無くても損傷度を評価する方法を紹介する。写真3に免震U型ダンパーの繰り返し回数とダンパーロッドの形状変化の様子を示す。ダンパーロッドは塑性変形の蓄積により徐々に高さが大きくなり破断に至ることが見て取れる。この形状変化を、元のダンパー高さHに対して、形状変化



(a) 载荷前 (b) 3回目 (c) 21回目 (d) 42回目 (e) 破断時
写真3 $\gamma_t = 150\%$ の時の繰り返し回数とダンパーロッドの形状変化の様子

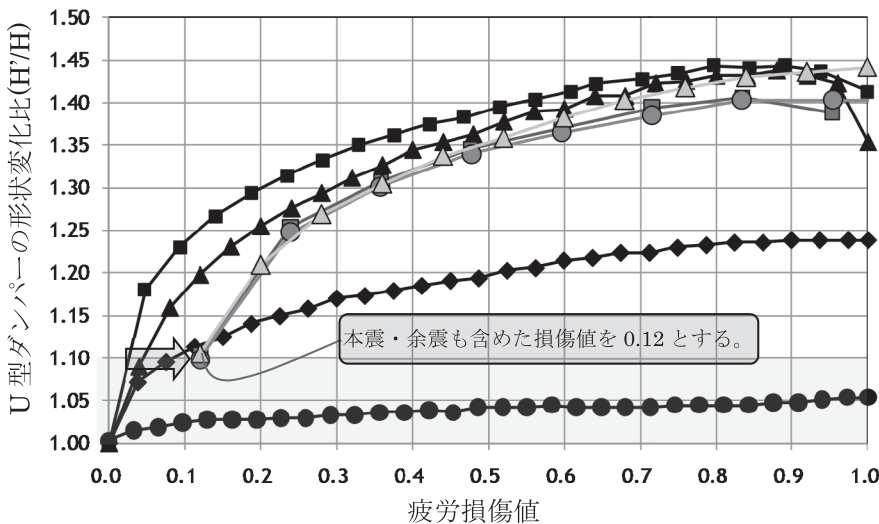
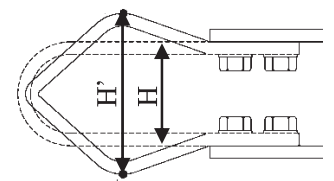


図3.9 ダンパーの形状変化比と疲労損傷値の関係



ダンパーの形状変化比 H'/H

後の高さを H' として、形状変化比（以下 H'/H と称す）に着目し、疲労損傷値との相関を調べた。図3.9に疲労試験結果から得た H'/H と疲労損傷値の関係図を示す。新品のダンパーにせん断変形角 $\gamma_t=40、70、150、300\%$ の4振幅を与えた場合の結果と前節の抜取疲労試験体No.2とNo.3の結果を共に示す。地震を経験したNo.2とNo.3は疲労損傷値が0.12、その時の H'/H が1.1であったので、点（0.12、1.1）からプロットしている。本建物の疲労損傷値が0.1程度であったことから、0.1に対応する H'/H について考察する。 $\gamma_t=40\%$ の時 H'/H は1.03程度、 $\gamma_t=70\%$ で約1.1である。振幅の小さい領域 $\gamma_t<40\%$ では破断に至るまで H'/H は小さいが、破断までの繰り返し回数が300~1000回程度（図2.1参照）なので疲労耐久性に不足は無いと考える。更に大きい振幅領域の $\gamma_t=150、300\%$ では H'/H は1.2程度である。以上から H'/H が1.1、疲労損傷値が0.12程度の本建物のダンパーは概ね $\gamma_t=70\%$ の変位振幅を経験したことと等価と言える。図3.6に示す罫書記録によれば 0° 方向に $\gamma_t=70\%$ 程度の振幅（R120の円内）が多く含まれていることから矛盾の無い解釈である。以上から地震後に免震U型ダンパーの交換の要否を確認する振幅の目安としては、本建物が経験した振幅相当の $\gamma_t=70\%$ 程度以上の振幅を受けた場合を想定し、疲労損傷値を1割程度と推定する指標として、 $H'/H=1.1$ 程度が適当である。

本方法はJSSI免震建物の維持管理基準2012において1次判定法として採用されている。

4 まとめ

免震U型ダンパーの疲労損傷評価手法と残存疲労性能評価法を紹介した。以下に要点を箇条書きする。

1) 東北地方太平洋沖地震時に極めて大きな変形を

経験した免震建物に用いられていた免震U型ダンパーの疲労損傷値は0.1程度であった。

2) 残存疲労性能評価法として、

①応答解析による手法

②罫書記録を用いる手法

③ダンパーの形状変化に着目した手法

の有効性を検証した。

3) 評価法②を用いる際に重複する罫書記録が多い場合は、疲労損傷を過小に評価する傾向にあるので、補正係数1.5~2.0を乗じる必要がある。

4) JSSI免震建物の維持管理基準2012において1次判定法として採用されている評価法③は震災後にダンパーの継続使用可否を迅速に判断することが求められる場合に有効な方法である。

今後懸念されている広範囲に渡る大規模地震が発生した際に、ここに紹介した評価法が地震を経験した免震建物の早期復旧に大いに貢献するものと期待している。

なお、JSSI免震構造設計部会ダンパーWGのメンバーから貴重なご意見をいただきました。また、防災科学技術研究所のK-netのデータを利用致しました。御礼申し上げます。

参考文献

- 1) 吉敷祥一、大河原勇太、山田哲、和田章：免震構造用U字型鋼材ダンパーの繰り返し変形性能に関する研究、日本建築学会構造系論文集第73巻 第642号、2008.2
- 2) (一社)日本免震構造協会：報告会 東北地方太平洋地震に対する応答制御建築物調査
- 3) Norihisa KAWAMURA, Yoshinao KONISHI et.al: Evaluation of the Fatigue Life of U-shaped Steel Dampers after Extreme Earthquake Loading, 13th World Conference on Seismic Isolation, Energy Dissipation and Active Vibration Control of Structures-commemorating JSSI 20th Anniversary -September 24-27 2013 Sendai Japan

米国の免震建物事情



森田 慶子
福岡大学

1 はじめに

米国の初めての免震建物は、ロサンゼルスから97km程東にあるカリフォルニア州サン・バーナーディノ郡ランチョ・クカモンガに建設されたFoothill Communities Law and Justice Center (FCLJC) である。世界で最初に高減衰積層ゴムアイソレータを使った免震建物でもある。FCLJCは、サン・アンドレアス断層からわずか21km離れた位置にあるため、郡の要請に応じて免震構造が採用された。竣工は1985年である。

こうしている間にも世界の各所で地震が発生している。1989年ロマ・プリエタ地震、1994年ノースリッジ地震、1995年兵庫県南部地震、2011年東北地方太平洋沖地震を代表とする震災の甚大さは、免震構造への期待と有効性を世界中に示す結果となった。日本では兵庫県南部地震を契機に免震建物の建設棟数を伸ばしてきた。米国では年間推定で4-5棟の免震建物が建設され、2012年3月時点で新築・レトロフィットをあわせておよそ125棟と報告⁸⁾ されている。ここでは、新しい免震建物のいくつかを紹介したい。

2 免震に関する設計基準

免震構造に関する設計基準は1986年から使われ始めている。The yellow bookと呼ばれているTentative Seismic Isolation Design Requirementsで、Structural Engineers Association of Northern California (SEAONC) の小委員会がまとめたシンプルなものである。最初に米国で建設されたFCLJCの設計では3次元モデルを用いた時刻歴応答解析が実施されたようであるが、本書は等価線形化に基づく応答スペクトル法が中心となっている。あわせて各種の振動台実験や免震部材の性能試験が実施されており、これらの成果がThe yellow bookの作成に寄与したといわれている。この内容は、1991年最初の正式な設計基準Uniform Building Code (UBC) に組み込まれた。現在は2000年に3つの耐震基準 (UBC: Uniform Building Code, NBC: National Building Code, SBC: Standard Building Code) を統一し、International Building Code (IBC) に形を変えている。IBCの免震に関する項目はASCE7やASCE41を参照しながら構成されている。

耐震設計の歴史は、1970年代以降は弾性設計、1990年代以降は弾塑性設計(建物の靱性を考慮した弾性設計)、2000年代ごろから確率論的基準地震動を用いた設計 (Probabilistic Design) に大きく分類することができるといわれている。免震構造の設計は現在、Maximum Considered Earthquake (MCE: 50年で2%の超過確率の地震動、または再現期間2500年相当の地震動) およびDesign Earthquake (DB: MCEの2/3) を用いた評価が要求されている。このため、米国の設計例に示されている免震層のクリアランスや応答変位は日本の設計例に比べて大きめの値を示している。

設計は、上部構造は弾性設計とし、免震層の特性を考慮した等価線形化法に基づく応答スペクトル法が用いられている。平面形状が複雑であるなど、特殊な場合にはもちろん動的解析による検討が要求される。また、新しい免震部材を導入する際には性能試験結果の提示も求められる。

3 免震建物の紹介

最新の免震建物は、カリフォルニア州ロサンゼルスにあるバーバンク・ボブ・ホープ空港の新しい交通センター（Regional Intermodal Transportation Center）である。3階建ての建物にはレンタカー受付、空港連絡バス乗り場、路線バス乗り場、一般駐車場が収納され、2014年6月27日に業務が開始された。大小の球面すべり支承を組み合わせたTriple Pendulum System Isolator（TPS）100体が、1階の柱頭に設置されている。免震構造の採用によって震災後も業務を継続させ、南カリフォルニアにおけるFEMA（Federal Emergency Management Agency）やCal EMA（California Emergency Management Agency）などの災害指令センターとして活躍することを想定している。

2014年5月にもカリフォルニア州サン・バーナーディノの新しいSan Bernardino Justice Center Buildingが業務を開始している。最新機器を装備した36室の法廷を収容した12層（地下1階、地上11階）の免震建物である。免震層には69体のTPSが配置され、上部構造には184体の粘性ダンパーが組み込まれている。免震層のクリアランスは107cmである。

2008年に竣工したカリフォルニア州オークランドのThe Cathedral of Christ the Light（CCTL）（写真1、写真2）は、最新技術の粋を集めた建築材料を使用して、軽量で光あふれる大空間を提供している。1350席を収容する高さ41mの建物である。Double Concave Friction Pendulum Isolatorが初めて使われたのがCCTLで、免震クリアランスは76cmである。活動が活発だとされているハイワード断層からわずか4.6kmしか離れておらず、以前の大聖堂は1989年ロマ・ブリエタ地震で被害を受けている。今後300年は機能する耐震性の高い建物にしたいという要求に応じて、免震構造が採用された。

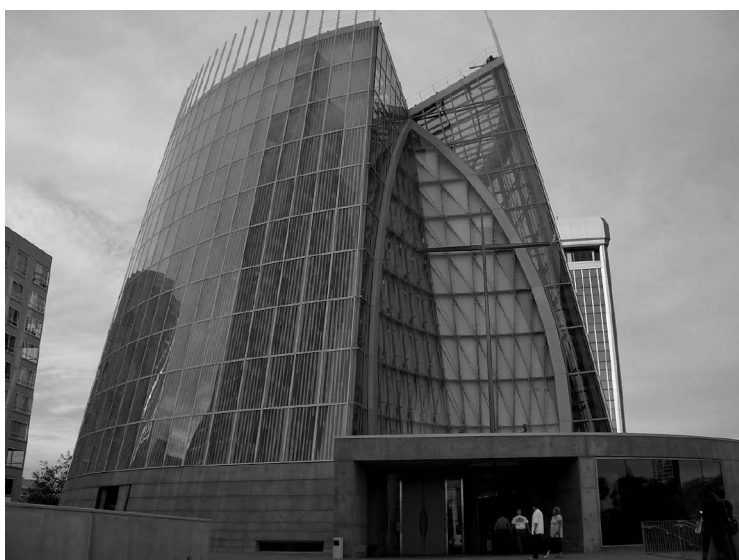


写真1 The Cathedral of Christ the Light 外観



写真2 CCTL 内部の様子

2012年には、カリフォルニア州チノ・ヒルズに免震構造を採用したヒन्दゥー教寺院BAPS Shri Swaminarayan Mandirが竣工している。重厚な装飾が施された寺院で、インドから運ばれた巨大な石の彫刻で装飾されている。免震層にはLead Rubber Isolator（LRB）40体とSlider 8体が使用されている。関係者は、500年以上はこの姿を保つだろうと信者に宣伝している。

新しい試みは、カリフォルニア大学サンフランシスコ校の再生医療研究施設Ray and Dagmar Dolby Regeneration Medicine Building（RMB）に採用された引抜力抑制装置⁵⁾⁶⁾であろう。RMBは革新的な鉄骨造建築物に対してAmerican Institute of Steel Construction（AISC）から贈られる2012 Innovative Design in Engineering and Architecture with Structural Steel Award（IDEAS2）を受賞している。2010年の竣工である。

立て込んだキャンパス内に十分な敷地の余裕がなく、サットロ山の急な斜面に沿って建設されているため、長さ183m、幅20mの蛇行した細長い建物となっている。既存の上り坂の道路に沿うように、4つの箱状の空間が階段状に高さを変化させている。建物の西の端の斜面は最も急で、60度ほどの角度がある。

とにかく設計基準以上の耐震性能を実現して欲しい、という要求に対して設計者達は免震構造の採用を決

めている。急な斜面に沿った狭小敷地をどう活用するかという問題は、床下を写真3に示すような立体トラスにし、あたかも斜面からキャンチレバーが突き出ているような形状にすることで床面積を確保し、解決している。鉄骨構造を採用した軽い上部構造を支える免震支承にはFriction Pendulum System Isolator (FPS) 42体を使用されている。FPSは水平方向±66cm、上下方向5cm移動するが、その建物形状がゆえに地震時に転倒モーメントが発生し、敷地斜面の上側に配置されたFPSに引張力が作用する可能性が高い。しかし、FPSは引張力に対して無抵抗である。そこで、FPSの動きを妨げることなく上下の高さを変えながら水平方向になめらかに移動する引抜き抑制装置が開発された。直交して配置された湾曲したレールとローラーで構成される引抜き抑制装置は1体当たり100tonの引張力に耐えることができ、敷地斜面の上側の並びに8体設置されている。(写真4)



写真3 床下の立体トラス



写真4 引抜き抑制装置とFPS

今後、カリフォルニア州サンフランシスコのワシントン・ストリート沿いに新しい免震分譲マンションがお目見えする予定になっている。波止場の近くに位置するこの建物は、住宅、店舗、総合フィットネスセンター、駐車場などの複合施設となる予定である。1区画をまるごと免震層で支え、その上に12階建てと6階建ての建物が並行して建てられる。平地の部分と高さの異なる建物下のアイソレータが負担する軸力には大きな差が生じる。使用する免震支承はLRBとTPSが検討されたようであるが、最終的にTPSの採用が決まっている。125体のTPSが使用され、免震クリアランスは91cmである。免震層の下には地下3層の駐車場ができる予定である。

4 免震構造にまつわるあれこれ

なぜ米国では日本のように免震構造の採用が進まないのか、というジレンマを抱えつつも少しずつではあるがその数を増やしている。1990年代前半には積極的な動きが見られたが、それ以降はめざましい動きはない。この理由として、経済的障壁、文化的障壁、法的障壁といった3つの障壁がある⁸⁾と分析されている。経済的障壁は、建設時に初期投資が重要視されるということである。免震構造の採用によって構造体の費用が5-15%程高くなる。しかし、これは建物全体の建設費用に示す割合ではない。地震発生時の建物の被害と免震構造採用によって業務が維持できることを秤に掛ければ、答えを出しやすいようであるが、文化的障壁の影響も受ける。文化的障壁とは、耐震性が全国的な課題であるとは考えられていないことである。米国の地震活動が活発な地域は、主にカリフォルニア州、ネバダ州、オレゴン州、ワシントン州、アラスカなどである。設計基準が最低基準であることを建築主に説明し、耐震性能を高めるために追加の費用が必要であることを説明すると、エンジニアは設計基準（最低基準）に従うことを要求される。法的障壁は、設計基準の複雑さである。1991年にUBCが制定され、1997年には動的解析を含め複雑なものになっていた。免震構造は1980年代にその理論と基本的技術を確認し実用化している。積み上げられた実績があるにもかかわらず、ピアレビューや複雑な応答解析、免震部材の実大実験を要求される。このことがコストアップと工期の遅れをもたらし、敬遠される要因となっている、ということである。

免震構造のピアレビューに関する研究⁷⁾によれば、審査過程の概念は有益なものであるが、不適切に実施されることもあるため、その利点を生かすことができていない、と指摘している。この問題解決のためには、(1) 審査チームが組織され、設計開始時に審査過程が計画される、(2) 全ての当事者は審査の範囲と詳細について合意する、(3) 意見の相違が生じた場合の過程は事前に決めておく、ことが望ましいと提案している。

免震構造の設計に際してはASCE7やASCE41が利用されている。次の版であるASCE7-16では、免震部材試験やピアレビューの負担が低減する一方で、残留変形量の検討や、AASHTO1999で導入されていたSystem Property Modification Factor (λ) を導入して部材特性のばらつきの検討を行うなど、新しい検討項目も追加されるようである。

5 まとめ

ノースリッジ地震から20年の節目を迎え、米国では多分野の有識者を集めたシンポジウム¹²⁾を通じて震災から何を学び、今後何をすべきかについて討論された。震災を契機に、研究者、実務者、行政の間で協同プロジェクトが立ち上がり、意思の疎通を図りやすくなったといわれている。震災後に速やかに社会が回復するために、免震構造の活用が盛んになることを願うばかりである。

参考文献

- 1) American Society of Civil Engineers: Minimum Design Loads for Buildings and Other Structures, ASCE Standards ASCE/SEI 7-10, 2010
- 2) American Association of State Highway and Transportation Officials: Draft of Guide Specifications for Seismic Isolation Design, Third Edition, June 2010
- 3) Ian Buckle et al.: Seismic Isolation Design Examples of Highway Bridges, Extract from Final Report, NCHRP20-7/Task 262(M2), November 2011
- 4) F. Naeim, J. M. Kelly: Design of Seismic Isolated Structures, From Theory to Practice, John Wiley Sons, Inc., 1999
- 5) A. Giammona et al.: A Site on a Sliver of Hillside, Modern Steel Construction, January 2010
- 6) S. Carroll et al.: Preparing for Seismic Uplift, Modern Steel Construction, January 2010
- 7) K. L. Ryan et al.: Evaluation of Design Review Process and Requirements for Seismic Isolated Buildings, Earthquake Spectra, Vol. 26, No. 4, pp.1101-1116, 2010
- 8) A. Taylor et al.: What's happened to Seismic Isolation of buildings in the U.S.?, Structure magazine, March 2012
- 9) M. Sarkisian et al.: Property Verification of Triple Pendulum™ Seismic Isolation Bearings, 20th Analysis & Computation Specialty Conference, ASCE, 2012
- 10) M. Sarkisian et al.: Experiences with Friction Pendulum™ Seismic Isolation in California, Earthquake Resistant Engineering Structures IX, The proceedings of ERES, Vol.132, pp.357-368, 2013
- 11) D. Pietra et al.: Design of Base-Isolated Buildings, An Overview of International Codes, Paper #047, NZSEE Conference, 2014
- 12) Northridge 20 Symposium Summary Report, The 1994 Northridge Earthquake: Impacts, Outcomes, and Next Steps, January 16-17, 2014, Los Angeles, CA, http://www.northridge20.org/wp-content/uploads/2014/05/Northridge20_Summary_Report.pdf, (2014年5月に閲覧)
- 13) Miyamoto International: <http://www.miyamotointernational.com/our-work/aviation/burbank-transit/>, (2014年6月に閲覧)
- 14) Skidmore, Owings & Merrill LLP (SOM): <http://www.som.com/projects/>, (2014年6月に閲覧)

2013年度免震制振建物 データ集積結果

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。

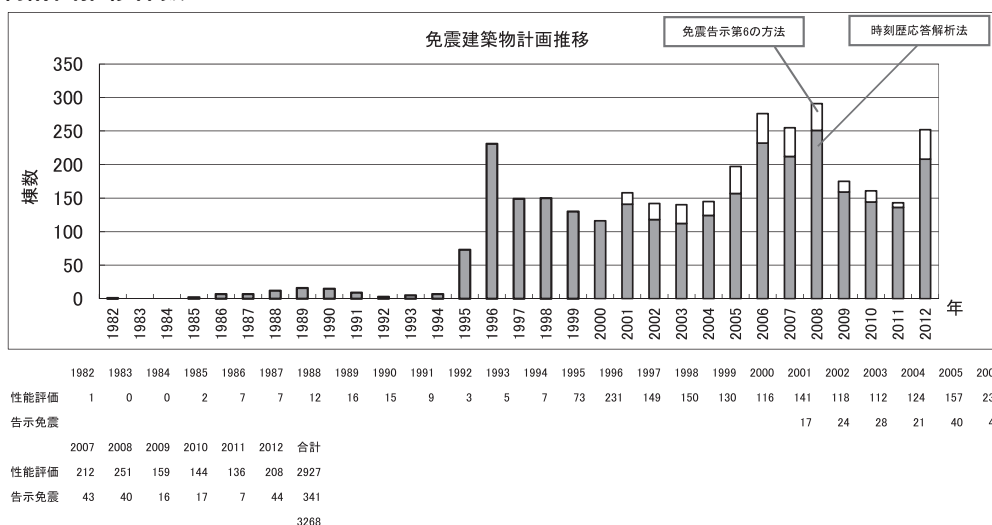
2012年末までのデータ集積結果です。

①～④、⑥～⑭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。

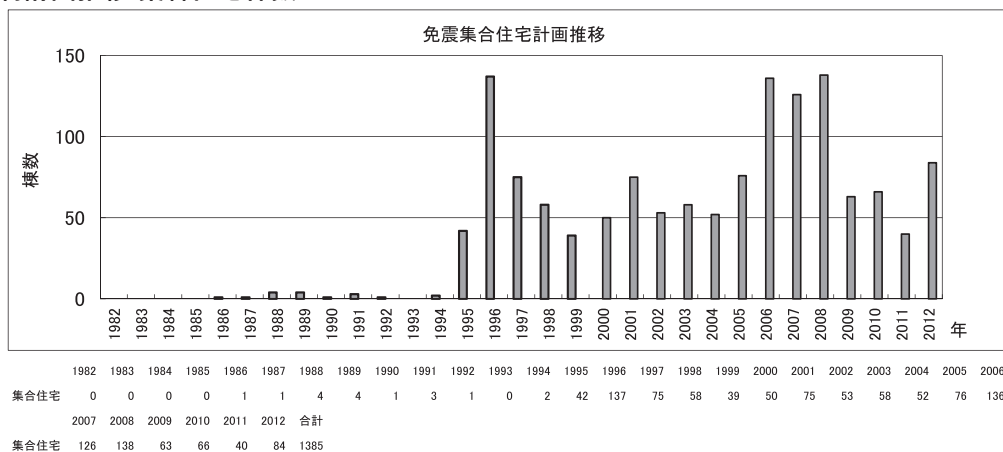
集計結果

- ①免震建築物計画推移棟数
- ②免震建築物計画推移-集合住宅棟数
- 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
- ⑦免震レトロフィット建築物計画推移
- ⑧免震レトロフィット建築物-棟数と官庁・民間割合
- ⑨免震レトロフィット建築物-施工状態
- ⑩免震建築物の県別分布
- ⑪免震建築物の関東県別分布
- ⑫免震建築物の東京都23区別分布
- ⑬免震建築物計画推移棟数（累積推移）
- ⑭免震支承の使用割合（2004～2012年）

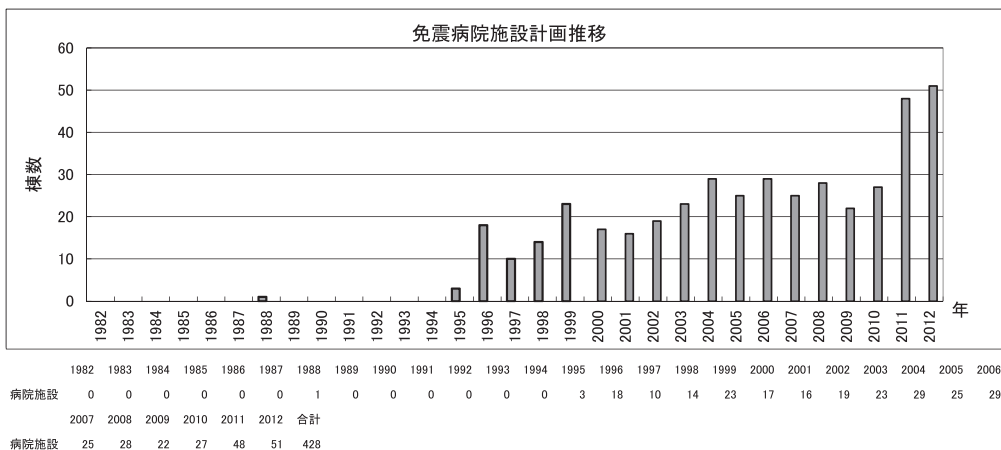
①免震建築物計画推移棟数



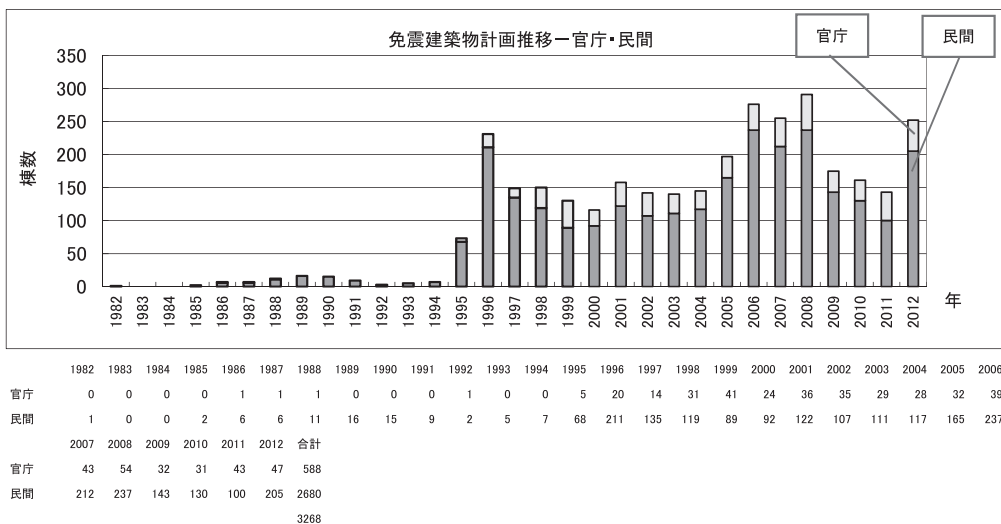
②免震建築物計画推移-集合住宅棟数



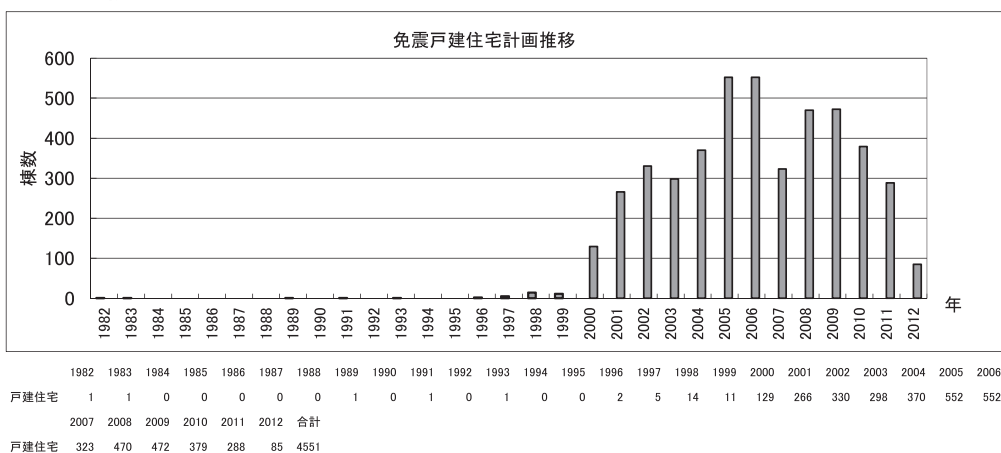
③免震建築物計画推移-病院棟数



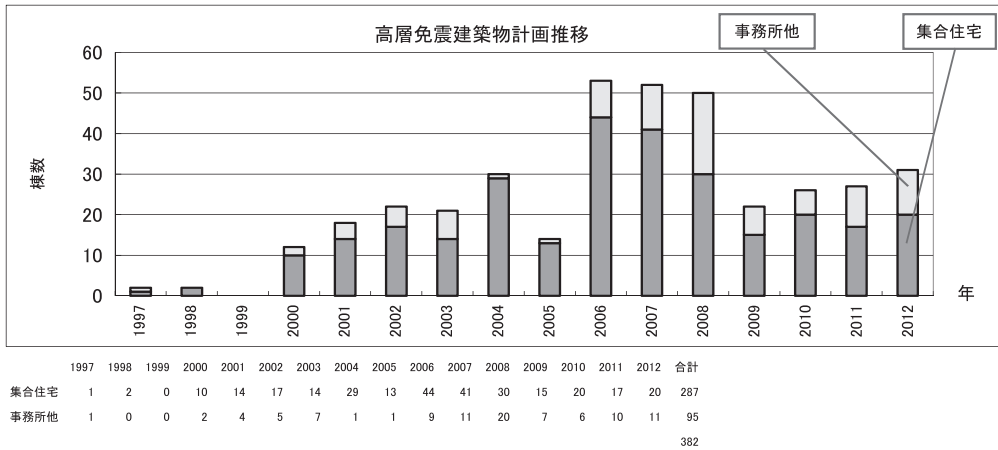
④免震建築物計画推移-官庁・民間



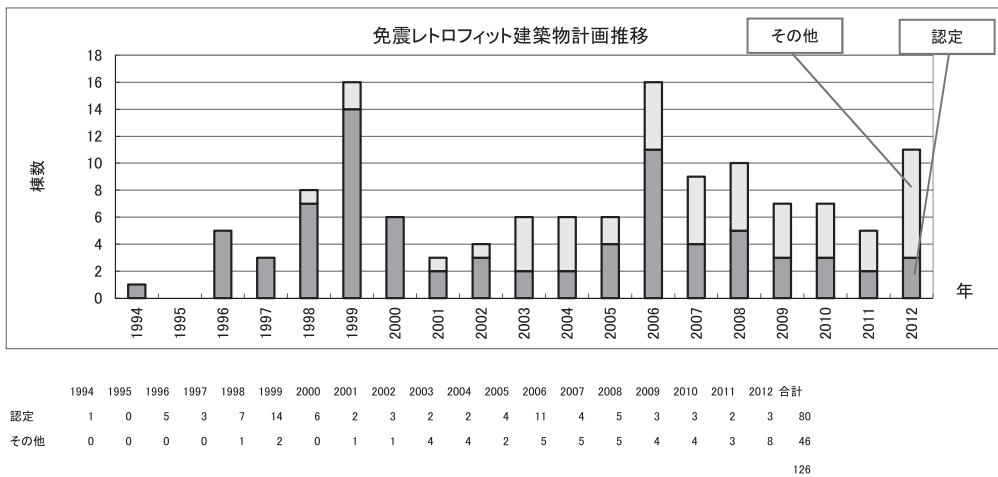
⑤免震建築物計画推移-戸建住宅棟数



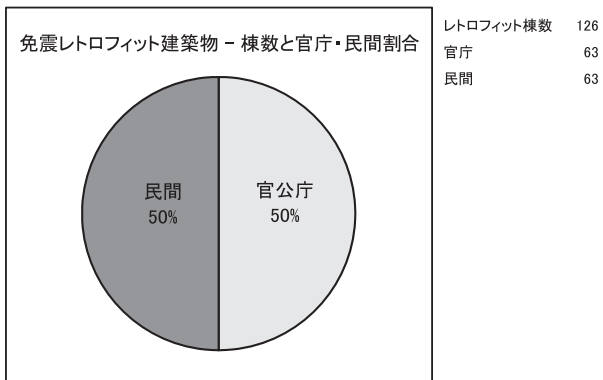
⑥高層免震建築物計画推移



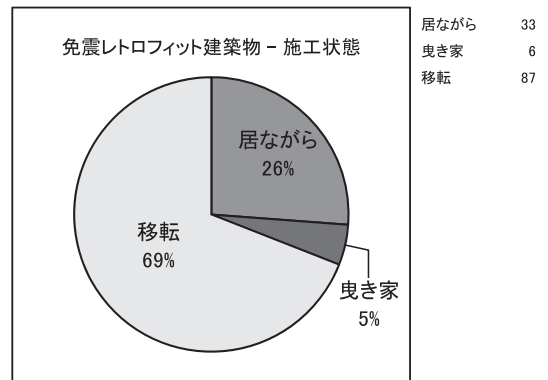
⑦免震レトロフィット建築物計画推移



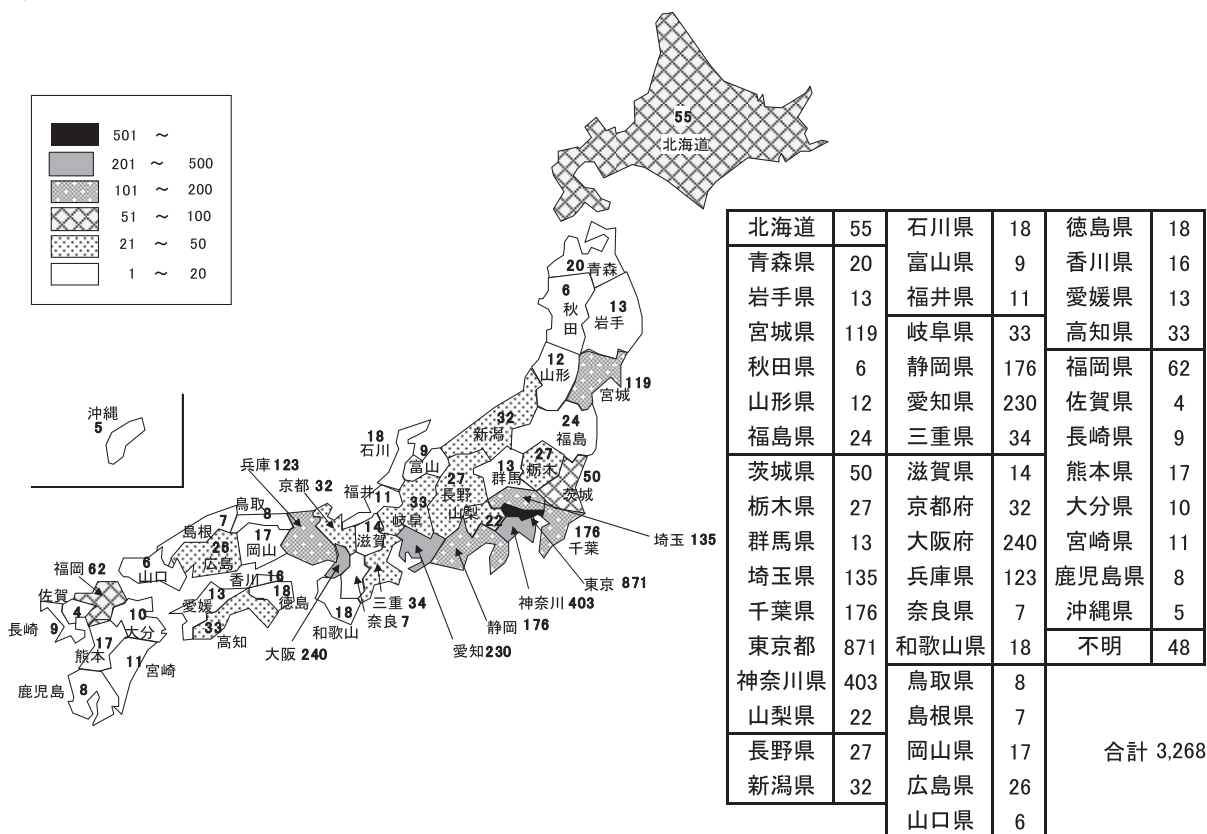
⑧免震レトロフィット建築物-棟数と官庁・民間割合



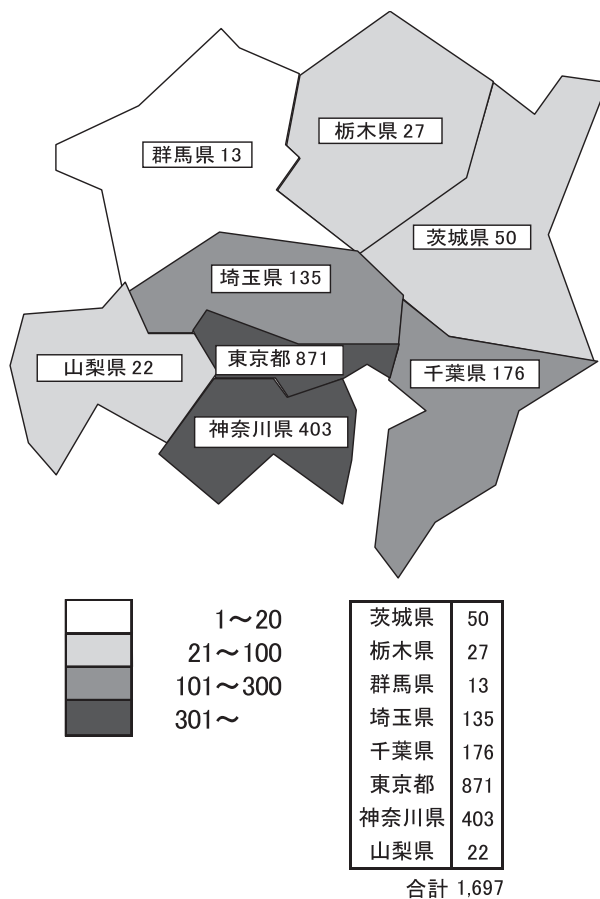
⑨免震レトロフィット建築物-施工状態



⑩免震建築物の県別分布



⑪免震建築物の関東県別分布



【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。

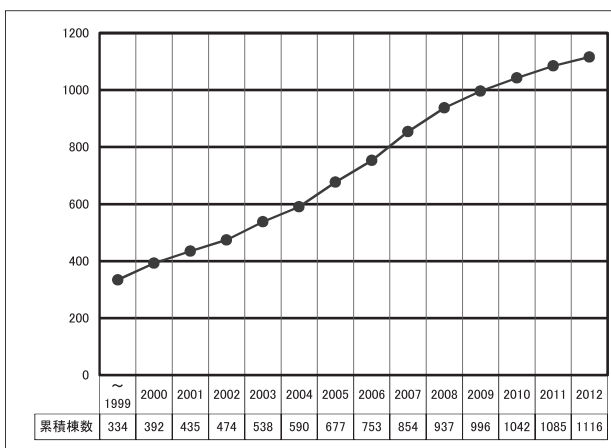
以下は2012年末までのデータ集積結果です。

集計結果

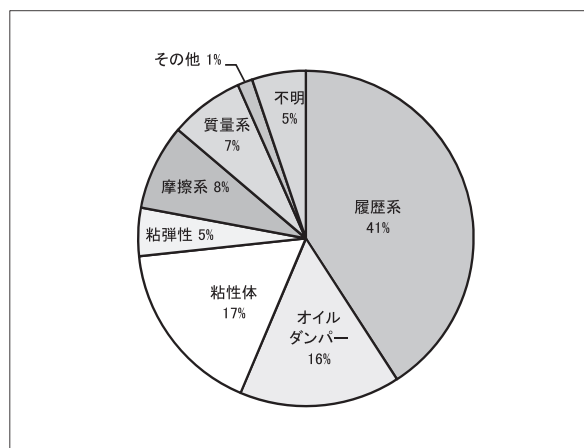
①制振建築物計画推移（累積推移）

②制振部材の使用割合

①制振建築物計画推移（累積推移）



②制振部材の使用割合



2013年度データ集積でご協力いただいた会員名

(株)アール・アイ・エー	(株)高環境エンジニアリング	(株)T&A	日立オートモティブシステムズ(株)
(株)2S2	(株)構建設計研究所	鉄建建設(株)	(株)フジタ
青木あすなろ建設(株)	(株)構造ソフト	東亜建設工業(株)	(株)伸構造事務所
(株)浅沼組	五洋建設(株)	東海ゴム工業(株)	(株)長谷エコーポレーション
(株)石本建築事務所	(株)鴻池組	東急建設(株)	(株)ブリヂストン
(株)一条工務店	サス・サンワ(株)	東京電力(株)	ブリヂストン化工品東日本(株)
(株)伊藤喜三郎建築研究所	(株)佐藤総合計画	東電設計(株)	北海道電力(株)
伊藤組土建(株)	清水建設(株)	東洋建設(株)	前田建設工業(株)
井上商事(株)	(株)昭和設計	東洋ゴム化工品(株)	松井建設(株)
(株)エス・エー・アイ構造設計事務所	昭和電線デバイステクノロジー(株)	戸田建設(株)	(株)松田平田設計
(株)NTTファシリティーズ	新日鉄住金エンジニアリング(株)	(株)バコーポレーション	三井住友建設(株)
(株)NTTファシリティーズ総合研究所	スターツCAM(株)	(株)ナカノフード建設	(株)三菱地所設計
オーケーレックス(株)	西武建設(株)	(株)中山構造研究所	名工建設(株)
(株)大林組	積水ハウス(株)	西松建設(株)	明友エアマチック(株)
(株)奥村組	(株)大建設	(株)日建設	(株)免震エンジニアリング
鹿島建設(株)	大成建設(株)	ニッタ(株)	(株)免震テクノサービス
関西電力(株)	大和小田急建設(株)	日本原燃(株)	(株)安井建築設計事務所
(株)熊谷組	(株)竹中工務店	日本国土開発(株)	矢作建設工業(株)
(株)久米設計	中部電力(株)	(株)日本設計	(株)山下設計

(五十音順)

第3回見学講演会「東北大学 青葉山キャンパス 人間・環境系実験研究棟、マテリアル・開発系実験研究棟」



記念事業委員会広報部会
CERA建築構造設計
世良 信次

1 はじめに

この度、当協会では「創立20周年記念事業」の一環として、全国において免震技術を駆使して建設された建築物の見学会及び講演会の開催を計画している。先日、7月4日（金）に、「第3回見学講演会」として、2011年3月11日の東北地方太平洋沖地震において大きな被害を受け、継続使用が不可となった建物を、大地震後に速やかに研究の継続ができることを目的として免震構造を採用した「東北大学 青葉山キャンパス 人間・環境系実験研究棟、マテリアル・開発系実験研究棟」2棟の見学講演会が東北大学 青葉山キャンパス 工学部 総合研究棟にて開催された。青葉山キャンパスでは3棟が免震構造の建物に建て替えられているが、見学時間の関係もあり2棟の見学となった。

本報は、講演会の様子のほか、講演会の前に行われた見学建物の概要説明、見学会の様子、および講演会終了後の意見交換会の様子を報告する。

まず、今回の見学講演会のプログラムを以下に示す。

2 プログラム

13:30～13:35（5分） 主催者挨拶

13:35～13:50（15分）

「青葉山東キャンパス三系建築計画」概要説明
（東北大学大学院 キャンパスデザイン復興推進室 助手 佐藤 芳治）

13:50～14:10（20分）

「人間・環境系実験研究棟」建物概要、構造、施工概要の説明

14:10～14:30（20分）

「マテリアル・開発系実験研究棟」建物概要、構造、施工概要の説明

14:30～15:30（60分）

2棟の施設見学及び会場にて質疑

15:40～16:40（60分）

講演会「地震に対する超高層・免震建物の変位制御設計」

（講師：東北大学 名誉教授 井上 範夫）

16:40～16:50（10分） 質疑

17:10～18:40（90分） 意見交換会

3 主催者あいさつ

記念事業委員会広報部会の加藤委員長から開催の挨拶があり、井上名誉教授ほか出席頂いた先生方や建物概要の説明者、現場見学の説明者に対し感謝を示された。司会は同部会の人見委員が担当された。

4 「青葉山東キャンパス三系建築計画」概要説明

東北大学大学院キャンパスデザイン復興推進室の佐藤芳治先生から震災後の建築計画の経緯説明が行われた（写真1）。

震災後、キャンパス内の建物の応急危険度判定が行われ、「危険」判定を受けた建物の再建計画がな



写真1 佐藤先生による説明状況

された。再生の体制として工学研究科に各委員会が設置された。キャンパスデザイン復興推進室は仮設校舎の設計、新棟の計画・設計監修などを担当している。3棟に共通の計画コンセプトとして、以下の項目を設け、更にキャンパスの景観形成方針として、新旧建築群の緩やかな統一感を目指した。

- ①高耐震性能：中層化と免震構造化
 - ②停電時の機能確保：非常用発電機、非常用バッテリー（UPS）
 - ③避難安全性：自然光が入る複数の明快な経路、屋内外に避難スペース
 - ④省エネルギー：スマートメーター（集中検針設備）、日光・風・雨水などの活用と制御
- 各棟については、各棟固有のゾーニングによる明快な空間計画がなされたことなどの説明があった。

免震化においては、建物利用者の免震構造に関する認識の不足、設計及び施工工期の長期化、予算の不足などが課題となったことが挙げられた。

5 「人間・環境系実験研究棟」建物概要説明

構造設計を担当された日本設計の大沢和雅氏から建物計画から構造設計にわたり、それらの概要説明が行われた（写真2）。



写真2 大沢氏による説明状況

特に、2階から5階までがS字の平面形状（図1）をしており、室内空間のフレキシビリティを確保するために、アウトフレームの構造体を数種類検討されている。その結果、構造的には水平変形を抑える効果が高いV字柱（トラス柱）を採用し、一体的な構造計画としたこと（図2）。また、平面形状を考慮して3次元立体骨組モデルによる地震応答解析を行い、告示波の1.25倍の地震動や東北地方太平洋沖地震の観測波による安全性の確認を行ったことなどの説明がなされた。

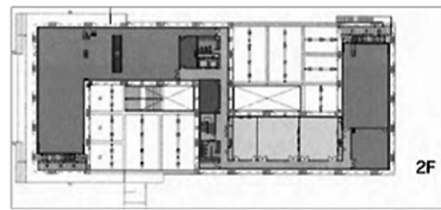


図1 2階平面図



図2 南西側イメージパース

出典：平成24年度 東北大学工学研究科 キャンパスデザイン復興推進室 年次報告書

6 「マテリアル・開発系実験研究棟」建物概要の説明

構造設計を担当された久米設計の井上啓氏から建物計画から構造設計にわたり、それらの概要説明が行われた（写真3）。特に、建物中央部の南北方向に



写真3 井上氏による説明状況

エントランスの吹き抜けを有し、更に東西方向にも吹き抜け部があり、建物中央部に十字に吹き抜けを有する建物となっている（図3）。また、吹き抜け部にはランダムに床が配置された空間となっている（図4）。外部柱は、アウトフレームとし柱をPCaとしてシャープなファサードとなるように建築計画がされている。その分、内部2構面は、柱を扁平形状とし、耐力壁を配置して地震力の負担を図っている。免震構造の性能設定では、設計地震動の周期特性を考慮し、免震周期の長周期化を図り、免震効果が十分に発揮されるように検討したことなどの説明がなされた。

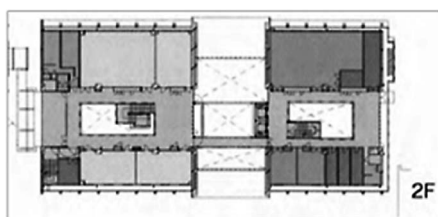


図3 2階平面図



図4 断面イメージパース

出典：平成24年度 東北大学工学研究科 キャンパスデザイン復興推進室 年次報告書



写真5 工事中の免震層での説明状況

2) 「マテリアル・開発系実験研究棟」の見学状況



写真6 見学時の建物外観

7 施設見学

施設見学は、参加者が多数のためA、B班に分けて2棟を巡回した。

人間・環境系実験研究棟は、見学時は工事中で、施工会社である佐藤工業の黒崎所長と日本設計の大沢氏の案内で、見学が可能な2階から入り、1階と免震層を見学した。その状況を写真4、5に示す。マテリアル・開発系実験研究棟は竣工直後で、東北大学の佐藤先生と久米設計の井上氏の案内で1階から5階にEVで上り建物内部を見学した。その状況を写真6、7に示す。

1) 「人間・環境系実験研究棟」の見学状況

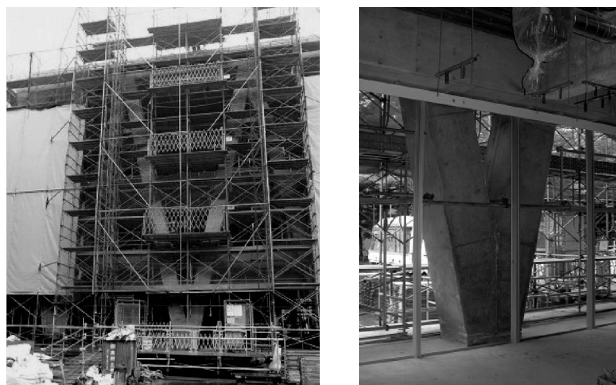


写真4 工事中のV字柱 (左：外観、右：室内側)



写真7 天井の空調室内機の説明状況

8 講演会

見学会の後、東北大学名誉教授の井上範夫先生により、「地震に対する超高層・免震建物の変位制御設計」というテーマで講演が行われた(写真8)。写真9に満席の会場の状況を示す。

講演では、東北地方太平洋沖地震などのような長周期地震動に対して安全性を確保する上で、固有周期の長い超高層建物や免震建物の設計では、応答変位を制御する設計法が重要であると説明された。その方法として速度非依存性のダンパーが効果的で、



写真8 井上先生による講演状況

マスダンパーを用いた応答評価法を提案され、適用例による応答解析結果を紹介された。

9 質疑・応答

講演後、講演会の内容、設計概要説明、現場見学の質疑をまとめて受けた。その概要を以下に示す。

質疑1. 設計概要の説明時に示された設計波の速度応答スペクトルを見ますと、3.5秒から4.0秒あたりにもピークが見られますが、免震周期の設定ではこの周期に対してどのように考慮されましたか？

回答. 「マテリアル・開発系実験研究棟」では、歪250%時での等価周期を4.4秒とし、ピークを避ける長い周期としています。

「人間・環境系実験研究棟」では、歪250%時での等価周期が3.65秒となっていますが、これらの設計波による応答解析を行い、設計クライテリアを満たし、安全性が確保できていることを確認しています。

質疑2. 同調粘性マスダンパーの周期を建物の1次周期に合わせて制御するというのですが、建物の1次周期の誤差に対してはどの程度の感度がありますか？

回答. このダンパーは、ロバスト性があり、ある程度の誤差に対しても制御効果があります。



写真9 講演に参加した聴講者の方々

その解析モデルによる応答を試算し、解析結果を示された。

また、制振建物への適用例として同調粘性マスダンパーの理論を説明し、実大試験体による性能試験の状況を紹介された(写真10)。さらに、同調粘性

10 意見交換会

講演会終了後、キャンパス内の青葉記念会館「レストラン四季彩」で意見交換会が開かれた。開催に当たり東北大学名誉教授の柴田明徳先生から講演者へのねぎらいと50年前に青葉山キャンパスにいた当時に振り返られて乾杯の御発声を頂いた(写真11)。参加者は、各設計担当者や参加者同士で講演



写真10 同調粘性マスダンパー実大試験の説明状況



写真11 挨拶される柴田先生

会や建物概要について見学時の感想と合わせて意見交換がなされた。本会の締めとして、東北大学教授の五十子幸樹先生からは、20周年記念事業として国際会議に続き、講演会が開かれたことに謝辞を頂いた（写真12）。



写真12 挨拶される五十子先生

11 おわりに

今回の見学講演会には、全国（秋田県、宮城県、東京都、埼玉県、神奈川県、大阪府、岡山県）から41名の方の参加がありました。講演会のみならず、震災後の大学校舎の復興と免震構造による多様なデザインの建築にも注目が集まったようです。

このように多くの免震建築による復興計画が成立した経緯をお聞きし、免震建築を選択した背景には、今後も発生しうる大地震に対して学生の安全を確保し、研究活動が継続できることが代えがたい価値であると信じる大学側の思いを感じました。

第15回 日本免震構造協会賞 -2014-

第15回日本免震構造協会賞は、右の8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優れた建築物の実現に携わった個人、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

2014年6月11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

深澤義和 (委員長)	安達 洋	丑場英温
川口健一	篠崎 淳	細澤 治
渡邊眞理		真部保良

審査経過

本年度の功労賞は、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である寺本隆幸氏を選考した。

技術賞には4件の応募があった。4件ともヒアリングを実施し、「東北地方太平洋沖地震を経験した免震U型ダンパーの残存疲労性能の調査及び残存疲労性能評価法の確立」を免震構造等に関する技術としての優れた成果をあげたものとして技術賞に選考した。また、普及賞に応募のあった「岐阜市民病院」についてはヒアリングを実施し、これも優れた成果を上げたとして技術賞に選考した。

作品賞には12作品の応募があった。すべての応募作品について現地調査、ヒアリングを実施し、「東京駅丸の内駅舎保存・復原」「清水建設本社」「中之島フェスティバルタワー」の3作品を免震構造等の特質を反映した優れた建築物として作品賞に選考した。

選考結果

第15回日本免震構造協会賞受賞は下記の8件である。

I 功労賞

- 1) 寺本隆幸

II 技術賞

- 1) 東北地方太平洋沖地震を経験した免震U型ダンパーの残存疲労性能の調査及び残存疲労性能評価法の確立
新日鉄住金エンジニアリング株式会社

	小西克尚	川村典久
株式会社日建設	村上勝英	染谷朝幸
東京工業大学	山田 哲	

- 2) 「岐阜市民病院」免震・制振技術を活用した特殊工法による病院の改築

株式会社山下設計	早野裕次郎	立川 淳
	朝倉純一	沢崎詠二

III 作品賞

- 1) 東京駅丸の内駅舎保存・復原

東日本旅客鉄道株式会社	東京工事事務所	
	鎌田雅巳	金森勇樹
株式会社ジェイアール東日本建築設計事務所	田原幸夫	

株式会社東京建築研究所	蓮田常雄
鹿島建設株式会社	金丸康男

- 2) 清水建設本社

清水建設株式会社	小川哲也	竹内雅彦	中川健太郎
	島崎 大	金子裕介	

- 3) 中之島フェスティバルタワー

株式会社朝日新聞社	曾根宏司	
株式会社日建設	吉田 聡	岡田 健
近畿大学	阿波野昌幸	
株式会社竹中工務店	山本啓介	

IV 普及賞

- 1) 木造建物の免震レトロフィットー製粉ミュージアム本館ー
- 2) 御茶ノ水ソラシティ

(敬称略)

普及賞には2件の応募があったが、そのうち、岐阜市民病院については、前述のとおり技術賞に選考した。また、技術賞応募案件より「木造建物の免震レトロフィットー製粉ミュージアム本館ー」については、免震構造等の普及に貢献したとして普及賞に選考した。さらに、作品賞に応募のあった「最先端技術の統合で実現した都市型再開発建物の設計および施行（御茶ノ水ソラシティ）」についても普及賞にふさわしいとして選考した。

本年度は作品賞12件をはじめとして多くの優れた業績の応募があった。今後とも多数の応募を期待している。
(深澤義和)

第15回 日本免震構造協会賞受賞の方々

■功労賞



寺本 隆幸

■技術賞



東北地方太平洋沖地震を経験した免震U型ダンパーの
残存疲労性能の調査及び残存疲労性能評価法の確立
新日鉄住金エンジニアリング株式会社
株式会社日建設計
東京工業大学

■技術賞



「岐阜市民病院」免震・制振技術を活用した
特殊工法による病院の改築
株式会社山下設計

■作品賞



東京駅丸の内駅舎保存・復原
東日本旅客鉄道株式会社 東京工事事務所
株式会社ジェイアール東日本建築設計事務所
株式会社東京建築研究所
鹿島建設株式会社

■作品賞



清水建設本社
清水建設株式会社

■作品賞



中之島フェスティバルタワー
株式会社朝日新聞社
株式会社日建設計
近畿大学
株式会社竹中工務店

■普及賞



左から木造建物の免震レトロフィットー製粉ミュージアム本館ー
御茶ノ水ソラシティ

功労賞

免震構造の普及推進に尽力

東京理科大学名誉教授 寺本 隆幸



寺本隆幸氏は、協会の設立者で、創立時より現在にいたるまで20年間にわたり、免震のパイオニアとして免震構造の普及・推進に尽力され、日本免震構造協会の活動と発展に貢献されました。その功績は極めて顕著であり、ここに、功労賞を贈ることになりました。

主な経歴

1966年日建設計入社、新宿高層ビルの草分け的存在でもある、新宿住友ビル（三角ビル）などを構造設計し、31年間、設計者として活躍された。1997年からは、東京理科大学の教授になられ、教鞭をとられた。

主な構造設計作品

- 朝日東海ビル（29階）
- 新宿住友ビル（52階）
- 新宿NSビル（30階）
- 千葉ポートタワー（125m）
- 日本電気本社ビル（43階）

主な功績

規格化・標準化委員会委員長として、「JSSI規格」

「免震建築の設計とディテール」を発刊された。「JSSI規格」は、後の免震装置の技術基準の基となりました。

「免震建築の設計とディテール」は、建築家に大変好評で、多くの免震建築物に採用されています。

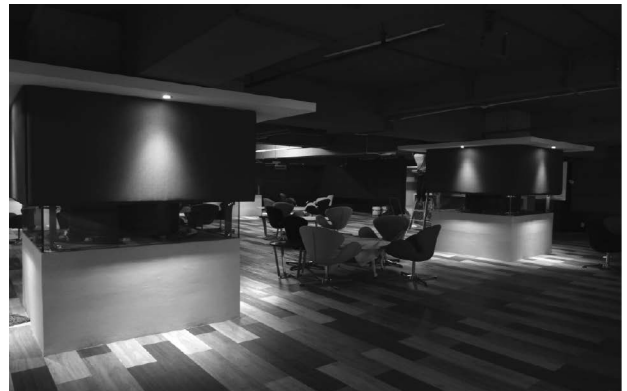
また、長年にわたり理事として、性能評価／材料性能評価委員会委員長としてもご尽力いただきました。寺本氏は、理論派で幅広い人脈があり、“熱い情熱”をもって我が国のみならず海外でも実績を残され、世界の地震国での免震構造技術の発展と普及・推進にも尽力されました。



竣工30周年を迎えリニューアルした新宿NSビル
(設計した建物がこのように元気だとうれしいものである。)



設計協力したインドネシア・スマトラ島・パダンの基礎免震建物
(手前のスロープは建物に接しているため、切り離しを要請してきた。)

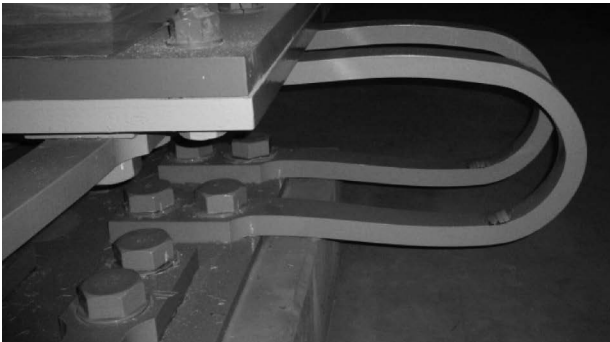


インドネシア・スマトラ島・パダンの免震構造のホテル
(インテリア工事中)
(アイソレータをガラス越しに見せているおらかさが良い。)

技術賞

東北地方太平洋沖地震を経験した免震U型ダンパーの 残存疲労性能の調査及び残存疲労性能評価法の確立

新日鉄住金エンジニアリング株式会社：小西克尚、川村典久
株式会社日建設計：村上勝英、梁谷朝幸
東京工業大学：山田 哲



東北地方太平洋沖地震を経験した免震U型ダンパー
(建物：石巻赤十字病院、撮影：新日鉄住金エンジニアリング)

概要

免震U型ダンパーは、品質の高い鋼材を加工した鋼製ダンパーである。鋼材は温度、载荷速度や経年に対しても安定した性能を示すため、これらへの各種依存性の少ないダンパーであることが知られている。免震U型ダンパーは鋼材の塑性化により地震エネルギーを吸収する。その疲労性能が複数回の地震に対するエネルギーを吸収できるよう開発されている。既往の研究では、一定振幅下の破断回数と振幅との関係が評価されている。一方、これまで大きな地震を経験した免震建物からダンパーを取り出して残存疲労性能を検証した調査はされておらず、また、地震を経験したダンパーの残存疲労性能を推定する手法についても確立されていなかった。今後、東海・東南海・南海地震のように非常に広域に大きな揺れを伴う地震や、首都直下地震など多くの免震建物が存在する地域を中心とした地震が発生したときに、速やかに復旧するにはダンパーの継続使用を判定するための残存疲労性能評価法が不可欠であると考え、東北地方太平洋沖地震を機に本技術の開発を行うこととした。

選評

一度大きな地震を経験した後の建物は、あと何回くらい大きな地震に耐えられるのであろうか。地震活動が活発になり、震度5を超えるような地震を経験することが決して珍しくなくなった近年の日本において、履歴依存型の対地震構造の残存性能を知ることは重要な問題である。

本技術は、免震層に設置されている鋼製U型ダンパーに対し、地震経験後の損傷評価と残存疲労性能評価法の確立を目的としている。予め得られている疲労曲線を活用することで、①最大変形を用いたVEスペクトルによる方法、②応答解析による方法、③野書き記録による方法、④形状変化比による方法を提案している。それぞれの方法の妥当性評価に当たっては、東北地方太平洋沖地震を経験した石巻赤十字病院から抜き取った実際のダンパー材に対して疲労実験を行い、実際の残存疲労性能を求め、提案した評価法を適用し、それぞれの方法を評価している。特に、形状変化に注目した方法は、外観が変化することの種のダンパーの特徴を活かしており、簡易に残存性能が判断できる方法として有用である。(この方法は、既にJSSI免震建物の維持管理基準2012では、一次判定として作用されている。)

このような技術は、履歴依存型構造の残存性能の「見える化」の先駆けととらえることができ、今後、様々な分野で意識されていくことを期待したい。なお、試験片を抜き取った石巻赤十字病院は2011年の本会特別賞を受賞しているが、賞の性格は全く異なるので問題にはならない。(川口健一)

技術内容

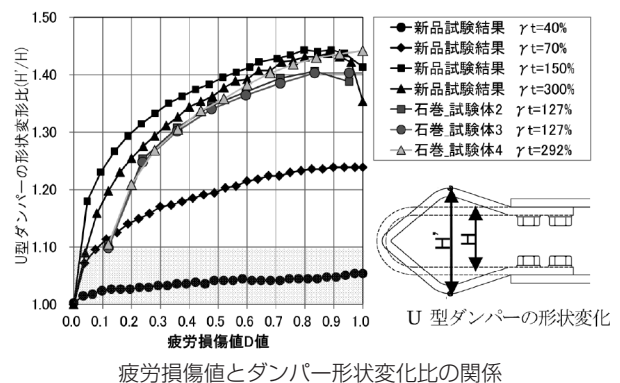
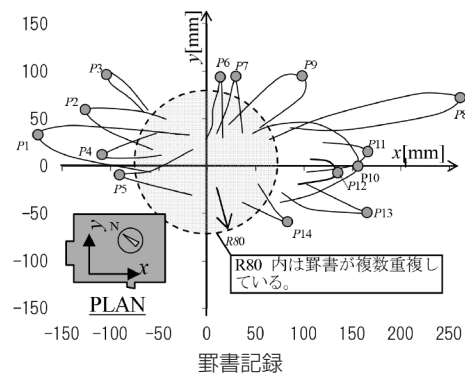
東北地方太平洋沖地震を経験した石巻赤十字病院など宮城県内の3つの免震建物を対象に、免震U型ダンパーの残存疲労性能調査を実施した。地震を経験したU型ダンパーを取り外し、疲労試験を実施した。その結果、概ね10~15%程度の疲労損傷度であり、いずれも継続使用に関して問題がないことを示した。

次に、疲労損傷評価を4つの手法について検討をした。

解析的手法として、近傍の観測地震動を基に(1)エネルギー速度を用いた評価法、(2)時刻歴応答解析を用いた評価法、さらに(3)免震層に設置された野書板の野書き記録から推定する方法について示した。これらの評価法は、その有効性が残存疲労性能調査の結果と比較することで示されており、JSSI免震建物の維持管理基準2012における設計者が主体となって行う2次判定において有用な手法といえる。

また、(4)ダンパーの形状変化に注目した手法を検討した。これは地震を経験したダンパーの抜取疲労試験と新品の疲労試験を蓄積することで確立した。JSSI免震建物の維持管理基準2012において、一次判定として採用されている。

本技術は、U型ダンパーが導入された建物には汎用的に適用できること、構造設計者・メーカー技術者に限らず、免震建物点検技術者など幅広く利用できること、今後懸念されている広範囲に渡る大規模地震が発生した際に、地震を経験した免震建物の早期の復旧に大いに貢献するものと期待できる。



技術賞

「岐阜市民病院」免震・制振技術を活用した特殊工法による病院の改築

株式会社山下設計：早野裕次郎、立川淳、朝倉純一、沢崎詠二



建物外観（撮影：SS名古屋）

概要

最新の高度医療への対応などを目的として改築の必要性に迫られる病院は多いが、市街地に建つ病院では敷地内に増築するスペースがなく、また仮設病棟建設に多額の費用を要するなどの理由により、現地建替えが困難な事例が多い。

狭隘な敷地に建つ岐阜市民病院では、敷地内に新たに建設できる十分なスペースがない中で、既存病棟を跨ぐ形で新病棟を建設する特殊な工法により理想的建物配置の改築を実現した。免震構造により竣工後の安全性を高めるとともに、建物を使いながらとなる施工時においても免震、制振技術を活用することで十分な安全性を確保している。

選評

病院の建て替えにおいて、365日フル稼働したまま入院患者も仮設病棟に移動することなく新病棟を建設することは理想である。特にその病院が地域医療の基幹施設であれば尚更のことである。しかし、現位置での建て替えのアイデアは沢山あるが残念なことに多くの病院において施工過程での機能維持や施工手順等の制約で実現に至っていない。

その中でこの岐阜市民病院は非常によく計画され、洗練された設計及び施工の技術を用いた現位置での建て替えである。病院機能を維持しながら既存病院の上空に新病棟の上層部を建設し、上層部完成後入院患者を移動して病院下層部の工事を行うという難しい手順を実現している。

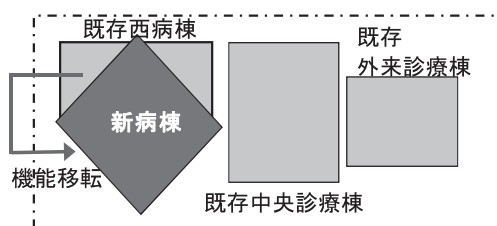
この計画を可能にした技術としてはメガトラス・制振構造により既存病院の跨ぎ架構の変形・耐震性の確保、及び、既存病院の解体後の下層部の新築後の建物の免震化という一連の免制震技術である。

工法と施工手順にマッチした平面計画、断面計画により初めて実現可能な計画であり、現代の最新の意匠・構造設計技術、施工技術を組合せることで実現させた本作品は技術賞に値すると判断した。（丑場英温）

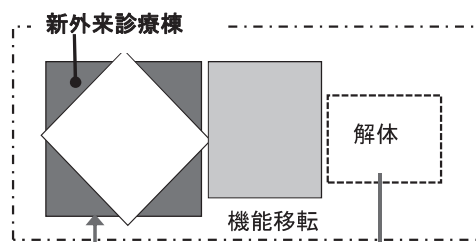
システム及び特記事項

改築のプログラムは、並列する既存3棟の内中央診療棟（新耐震基準による）を残し、2棟を建て替える計画である。改築の具体的手順を以下に示す。

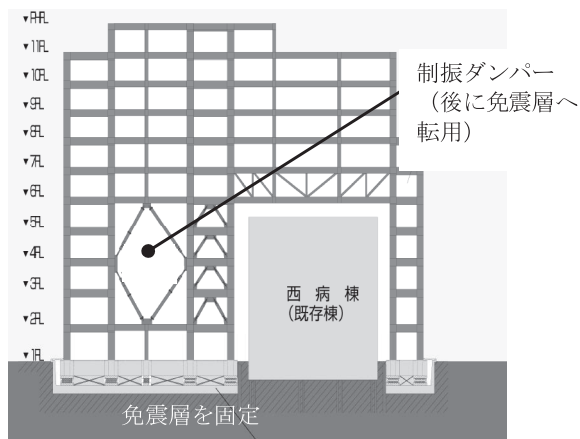
- ① 既存西病棟の上部に、西病棟を跨ぐ形で新病棟を建てる。この段階では免震層が未完成のため、粘性ダンパー（減衰こまRDT）と鋼材ダンパーによる制振構造とする。
- ② 既存西病棟解体後、免震層を完成させ、制振構造から免震構造へと切替える。この際粘性ダンパーは免震層に移し再利用する。
- ③ 新病棟の下部に新外来診療棟を建てる。免震構造の性状が工事進捗に沿って日々変化するため、多くのパターンでの安全性検証を行った。
- ④ 新外来診療棟への機能移転後、既存外来診療棟を解体し、敷地東側に大きな駐車スペースを確保して改築完了。



① 新病棟を既存西病棟上部に建設



② 新外来診療棟を新病棟下部に建設
改築手順



1期竣工時（制振構造）の構造概要

作品賞

東京駅丸の内駅舎保存・復原

建築主：東日本旅客鉄道株式会社
 設計者：東日本旅客鉄道株式会社 東京工事事務所 鎌田雅己、金森勇樹
 株式会社ジェイアール東日本建築設計事務所 田原幸夫
 株式会社東京建築研究所 蓮田常雄
 施工者：東京駅丸の内駅舎保存・復原工事共同企業体
 代表 鹿島建設株式会社 金丸康男



丸の内側外観（撮影：株式会社エスエス東京）

建築概要

建設地：東京都千代田区丸の内1丁目
 建築主：東日本旅客鉄道株式会社
 設計：全体統括 東日本旅客鉄道（株）
 東京工事事務所
 建築・設備（株）ジェイアール東日本建築設計事務所
 構造（株）東京建築研究所
 施工：東京駅丸の内駅舎保存・復原工事共同企業体
 （鹿島・清水・鉄建 建設共同企業体）
 建築面積：9,683.04m² 述床面積：42,971.53m²
 階数：地上3階（一部4階）、地下2階
 高さ：約45m
 構造種別：鉄骨煉瓦造、RC造、一部S造、SRC造、免震構造

選評

本事業は1914年に竣工し1923年の関東大震災にも耐えた、日本の建築界そのものを代表する辰野金吾の設計による重要文化財の保存事業である。竣工1914年から100年を迎えるにあたり、当時の構造に対する知見が現在とは異なる中で、当時の設計を否定することなく、いかにこの歴史的建造物を忠実に残すかについて、設計者は苦労したものと思われる。その解決策として、レトロフィット免震を計画することにより、歴史的構造物を可能な限り残すことに成功している。

重要文化財は基本的には建築基準法に準拠する必要性はないが、一日何十万という旅客が利用する駅舎として、さらにホテル・美術館もある建築物として機能性のみならず耐震性も含め高い安全性を確保しなければならず、既存架構の詳細な調査ならびに性能実験を通して、既存架構の可能な限りの保存と安全性の確保を実現している。

鉄道駅舎として多くの利用客の利便性を損なうことなく工事を進めなくてはならないという困難な状況の中で、現在の耐震性を満たす建築物を構築するための免震耐震改修技術を駆使して具現した本建物は免震協会賞・作品賞にふさわしい作品であると評価できる。

（細澤 治）

免震化した経緯及び企画設計等

重要文化財である東京駅丸の内駅舎は、100年にわたって使い続けられている現役の建築物でもある。本プロジェクトは、重要文化財としての建物を保存・復原しつつ、如何に現代の最先端施設として再生するかが基本的テーマであった。

2階建の鉄骨煉瓦造の既存駅舎に1層増築して創建時の姿に復原したものである。鉄骨内蔵煉瓦壁の構造性能を実験により評価し、大地震時においてもレンガ壁にひび割れを発生させないことを目標に補強量が格段に少ない免震構法による改修を選択した。

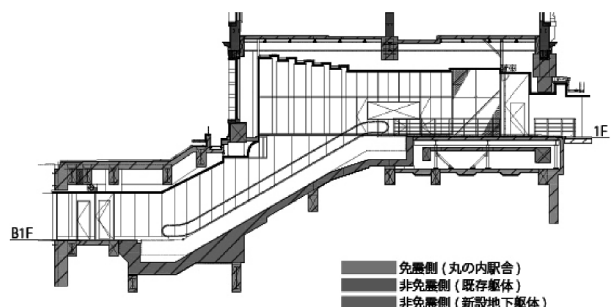
技術の創意工夫、新規性及び強調すべき内容等

現存している外壁や鉄骨を可能な限り保存しつつ、戦災で失われた3階部分やドーム屋根を創建時の姿に厳密に復原。さらに建物の保有する歴史的価値を生かしながら、現代の駅・ホテル・アートギャラリーとして安全で魅力的な空間を創り上げ、「保存」と「活用」の両立を実現した。

中央線高架橋が近接していることや、駅舎が335mに及ぶなどの課題を、アイソレータ―352台、オイルダンパー158台を設置した減衰効果の大きいシステムを採用することにより克服した。総武線への階段・ESCAは新設地下に取り込み非免震の昇降路とし、ドーム前の渡りには変形分割型の金物を用いて安全性を向上させている。



改修後のドーム空間（撮影：株式会社エスエス東京）



総武階段 断面図

作品賞

清水建設本社



建物外観

建築概要

建設地：東京都中央区京橋2-16-1
 建築主：清水建設株式会社
 設計：清水建設株式会社一級建築士事務所
 施工：清水建設株式会社
 建築面積：2,170m² 延床面積：51,356m²
 階数：地上22階、地下3階 高さ：106m
 構造種別：鉄筋コンクリート造、鉄骨造

選評

1.6m間隔に並んだ細い柱が110mの高さから真直ぐに降りてきて、2階の大きなプレストレス大梁を隔てて1階の太い柱に集約されている。それが、この建物に洗練された落ち着きと安定感を与えている。

地下1階と地下2階の間に免震層を設けた中間階免震構造を採用している。基準階は、中央コア部を囲うRCコアウォールと外周のPCフレームで構成することにより、執務空間を柱型の一切ない空間（コラムレスオフィス）としている。免震を利用した合理的な構造計画がなされたものと評価できる。

前述の縦方向の細長い柱は、3.2m×4.2mの格子状のPCパネルによって表現されており、このパネルはアルミキャスト（アルミニウム鋳造品）にコンクリートを打設して一体化し、現場で外周に積み上げて施工している。これにより剛性の高い外殻構造を構築すると同時に耐久性とメンテナンス性に富む外壁を創り上げること成功している。

この建物の建設にあたって、「ものづくりのプロセスをかたち」をテーマに掲げ、各所にそれが具現化されている。なかでも印象的なものは、地下1階から2階までのコアウォールの一面並びに1階ピロティの外周柱に施された、杉板本実（ほんざね）型枠を用いた高強度コンクリートの化粧打放し仕上げである。この建物を訪れる人たちを強く惹きつけるであろうその年輪模様テーマに対する意気込みを感じた。（安達 洋）

建築主：清水建設株式会社 小川 哲也
 設計者：清水建設株式会社 竹内 雅彦、中川 健太郎、島崎 大
 施工者：清水建設株式会社 金子 裕介

免震化した経緯及び企画設計等

本建物は地域を守る防災拠点としての機能を持たせ、災害発生時には中央区と連携して帰宅困難者を支援する地域防災センターとなるよう計画された。そのため、高さ100mを超す超高層オフィスにRC免震構造を採用し、大地震後にも本社機能を維持するばかりでなく、震災対策の拠点となるべく備蓄品を含め災害に対する備えを充実させている。

建物の構造は基準階の中央コア部を囲うように配置されたコアウォールを芯とし、外周のPCフレームを殻として、建物を内と外から支える計画である。コアウォール+外周PCフレームによる高剛性の上部構造を採用することで、超高層ながら上部構造が剛体的挙動を示す、免震効果の高い建物の実現を目指した。

技術の創意工夫、新規性及び強調すべき内容等

新しい本社の建設にあたっては、「ものづくりのプロセスをかたち」をテーマとし、完成物のみならず設計から施工にいたるプロセスをかたちとして建物に刻むこと自体が、次世代のものづくりに向けたメッセージとなると考えた。

アルミキャストに覆われた外装のPCフレームや建物内部のコアウォール、低層部の本ざね型枠によるコンクリート化粧打放し、エントランスホールなどは躯体が形づくられるプロセスをそのまま建築として表現したものであり、この建物を特徴付ける大きな要素であるが、いずれも免震構造との組合せにより実現した取組みばかりであり、数多くの実験・技術的検証を繰り返して現在の形に結実している。



1階エントランス



コアウォール本実打放し
 (撮影：すべて㈱PD システム)

作品賞

中之島フェスティバルタワー

建築主：株式会社朝日新聞社 曾根 宏司
 設計者：株式会社日建設 吉田 聡、岡田 健
 近畿大学 阿波野 昌幸
 施工者：株式会社竹中工務店 山本 啓介



建物外観（南面）
 [撮影：古田雅文]

ホール内観
 [撮影：竹中工務店写真部]

建築概要

建設地：大阪市北区中之島2丁目
 建築主：株式会社朝日新聞社
 設計：株式会社日建設
 施工：株式会社竹中工務店
 建築面積：5,725.26m² 延床面積 145,602.26m²
 階数：地上39階、地下3階 高さ：198.96m
 構造種別：中間層免震構造 S造/SRC造/RC造

選評

大阪の都心である中之島に、大空間を要する2700席規模の音楽ホールと、センターコア型のオフィスという、全く異なる用途・空間・構造を、免震層を含む大胆な構造切替によって積層させた超高層複合施設である。

本計画の傑出する点は、異なる用途を積層させる構造的な解決方法と、建築的な空間構成に強い一体感を感じる点である。特に下部（ホール）と上部（オフィス）をつなぐ構造切替部分に設けられたスカイロビーにそれが顕著に現れている。メガトラスと呼ばれる巨大スケールの構造体が、開放感の高い空間を生み出しており、その外周のデッキは水都大阪を体感できる土佐堀川を望む魅力的な都市空間を創出している。

このプロジェクトが実現している超高層複合施設のあり様は、高度利用を求められる都心エリアにおいて、多様で魅力的な都市活動をうみ出すプロトタイプのひとつを示していると言えるだろう。

また免震層をまたぐシースルーエレベータのガラスカーテンウォールの変位追従機構や、細い柱を細かく配置したオフィスの外周構造（「アウトチューブフレーム」と呼ばれる）、メガトラスの鉄骨仕口の意匠的な処理等、細部にいたるデザインの創意に溢れている事も付記しておきたい。（篠崎 淳）

免震化した経緯及び企画設計等

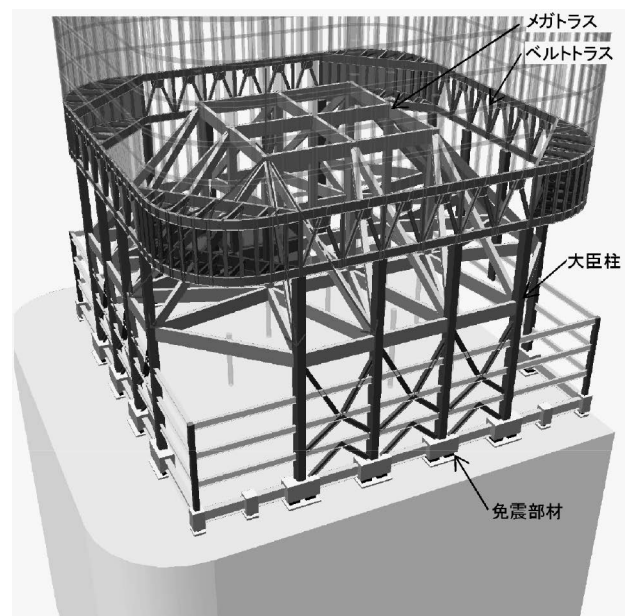
本建物は、2700席規模の本格的音楽ホール(フェスティバルホール)、床面積2万m²の朝日新聞大阪本社、および床面積8万m²のセンターコア型テナントオフィスを組み合わせて計画された高さ200m級の超高層複合建物である。各用途・機能には高い性能が求められ、かつ敷地の制約上これらを縦積みする必要があった。さらに、これらの与条件を高い耐震性能とともに実現することが求められた。

高層階の荷重をホール外周部に伝達する軸力乗換機構（巨大トラス）、異なる用途・構造形式を柔らかく接続する中間層免震により、各用途の建築性能を高く保ちつつ縦積みし、高い耐震性能で実現している。

技術の創意工夫、新規性及び強調すべき内容等

免震層に設置する免震部材や巨大トラスを構成する各部材は、これまでにない極めて大規模なもので、精緻な設計や、端正な意匠を現実化する細部の工夫、設計監理施工が一体となる協力体制により完成している。

巨大トラスは免震層上部の重量を建物外周部に集約することで、免震構造としての性能を最大限に高め、中間層免震は高層階に作用する地震力を小さく抑えて巨大トラスの地震時安全性を高めるなど、2つの技術が相互に影響しあい建物の構造性能を高めることに寄与している。



巨大トラスと中間層免震概念図

第15回協会賞 普及賞

■受賞者と受賞理由

□木造建物の免震レトロフィットー製粉ミュージアム本館ー

清水建設株式会社

製粉ミュージアム館は企業文化遺産として位置づけられ、可能な限り創建当時の姿を残すため、曳家工事を含む木造建物の免震レトロフィットなど様々な技術を駆使している。

歴史的価値がある本建物の内外観をそのまま保存することに成功した事例で、普及賞に値する。



製粉ミュージアム館全景



御茶ノ水ソラシティ全景

□御茶ノ水ソラシティ

大成建設株式会社

御茶ノ水ソラシティは都市型再開発における敷地の制約条件等の問題を、中間階免震構造、超高強度材料の採用及び既存杭の再利用等を組み合わせた最先端技術の統合により解決した。都市型再開発のプロットタイプとなるもので普及賞に値する。

第6回 優秀修士論文賞

修士論文賞審査委員会
委員長 山崎 真司

審査結果

村瀬 充(京都大学)

幅広いタイプの地震動に頑強な免震と連結制振のハイブリッド構造

金城 陽介(京都大学)

ピン接合形式二重鋼管ブレースの座屈拘束設計法

藤田 雄一郎(東京工業大学)

変位依存・速度依存ダンパーが高さ方向に不均等に配置された制振構造建物の
地震応答予測に関する研究

修士論文賞審査委員会

委員長： 山崎 真司

委員： 荻野 伸行

笠井 和彦

北嶋 圭二

小林 正人

高山 峯夫

辻 泰一

三山 剛史

森高 英夫

龍神 弘明

総 評：審査委員長 山崎 真司

2013年度（第6回）は計12編の応募論文があり、本協会に設置された「修士論文賞審査委員会」により優秀論文の選考を行った。

選考はこれまでと同様二段階で行うこととし、一次選考では全員の委員が4頁の論文概要書に基づく評価を行い、10編の候補論文を選んだ。二次選考では各委員が10編の候補論文について本論文を読み、総合的な視点から最終評価を行い、その集計により優秀論文3編を決定した。応募論文が対象とするテーマは多岐に亘っており、研究テーマの設定についても、新規性の高いもの、研究室の継続的研究への取組み、他機関を含む研究プロジェクトとの関連が高いものなどそれぞれ特徴があり、慎重に選考を行った。選考に際しては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。なお、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。

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いものであり、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優秀な論文であった。本章が若い人達の免震構造・制振構造に対する関心を高める一助となることを願うものである。

第6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



幅広いタイプの地震動に頑強な免震と連結制振のハイブリッド構造
村瀬 充(京都大学)



ピン接合形式二重鋼管ブレースの座屈拘束設計法
金城 陽介(京都大学)



変位依存・速度依存ダンパーが高さ方向に不均等に配置された制振構造建物の
地震応答予測に関する研究
藤田 雄一郎(東京工業大学)



記念メダル

選 評

幅広いタイプの地震動に頑強な免震と連結制振のハイブリッド構造

村瀬 充(京都大学)

今までの想定を越えるようなパルス性地震動だけでなく長周期地震動などに対しても、ロバスト性・冗長性を発揮できる構造システムが、近年、開発されるようになってきた。本論文は、免震構造と連結制振構造を組み合わせたハイブリッドシステムについて、ロバスト性・冗長性のメカニズムおよび基本特性を論理的に明らかにしたもので、実用性の観点から高く評価できる。また、連結ダンパー量の最適値を決定する手法として、補正された定点理論を提案した論理構成も優秀論文賞に相応しいものと評価した。今後の実用化に向けた展開に大いに期待したい。

(森高英夫)

ピン接合形式二重鋼管ブレースの座屈拘束設計法

金城 陽介(京都大学)

本論文では座屈拘束ブレースのひとつである片側に摺動部を持つピン接合形式の二重鋼管ブレースを対象として、非対称な座屈モードを有する全体座屈と摺動部の局所変形との関係を明らかにしている。実験で観察された座屈挙動を再現する力学モデルの構築ならびにそこから理論的に導かれた座屈拘束条件は、実用的かつ発展性のある成果として高く評価したい。また、検討過程の随所に著者の創意工夫が見られ、その努力にも敬意を表したい。研究成果は両側に摺動部を有する形式にも有用であることが示唆されている。今後の研究に一層期待したい。

(小林正人)

変位依存・速度依存ダンパーが高さ方向に不均等に配置された制振構造建物の地震応答予測に関する研究

藤田 雄一郎(東京工業大学)

多様な制振ダンパーの応答低減効果を簡易に評価できることは、実務設計においてとても有用である。これまで各層へのダンパーの分配方法や外力分布など適用範囲が限られていたが、本論文では、各モードの周期・減衰定数・刺激関数と応答スペクトルから制振構造の応答を外力分布に左右されずに予測する方法を提案している。一貫した評価手法の下、4種類のダンパーをもつ制振構造の応答が求められ、限界耐力計算法に組み入れることも可能で、今後の展開が楽しみな研究である。健全な制振構造のさらなる普及に貢献する有用な論文である。

(龍神弘明)

幅広いタイプの地震動に頑強な免震と連結制振のハイブリッド構造

京都大学大学院 村瀬 充

1. 序

2011年3月11日の東北地方太平洋沖地震では、東京や大阪などの大都市圏で観測史上最大レベルの長周期地震動が観測された。そのような地震動に対して免震建物は共振する可能性があり、耐震建物に比べ応答が増加する恐れがある。一方、制振建物は繰り返しの振動でエネルギーを消費するため、パルス性地震動に対して必ずしも有効ではない。このように単一の免震機構や制振機構を有する構造システムの建物は、多くの場合、特定の地震動に対して効果的でない場合が考えられ、幅広い特性の地震動に対して有効なロバスト性のある構造システムが求められている^{1),2)}。

建築構造の分野では、従来の耐震建物に加え免震機構や制振機構を有する建物が急増している。しかしながら、免震構造と連結制振構造を組み合わせたハイブリッド構造システムの建物は実施例が無く、提案例のみである。そこで本研究では、免震構造と連結制振構造を組み合わせた新しいハイブリッド構造システムについて、免震構造と連結制振構造の単一の建物と比べ、幅広いタイプの地震動に対して応答を有効に低減することを可能とするメカニズムを解明する。文献3)では弾性せん断型モデルを用いた応答解析により基本的地震応答特性を提示しているのに対して、本論文では、本論文は複素固有値解析、骨組に対する弾塑性応答解析などを通じてより理論的かつ詳細な応答特性の解明を主たる目的としている。

2. 免震と連結制振のハイブリッドシステム

図1のように、マンションを想定したRC造の免震建物(主体架構)とタワーパーキングを想定した連層耐震壁架構(フリーウォール)をオイルダンパーで連結した建物を想定する。免震装置として積層ゴムを主体架構基礎に配置し、上部構造を長周期化させることで通常地震動との共振を回避し、上部構造の応答を低減する。また、建物間に配置した連結ダンパーで、2棟間の固有周期の差により応答を低減する。標準骨組モデルの諸元を次に示す。主体架構およびフリーウォールの層数はそれぞれ40層、26層とする。主体架構の上部構造の復元力特性のみ非線形(トリリニア型)とし、他は線形とする。柱梁断面は同種の建物を参考として設定する。主体架構のプッシュオーバー解析の結果を図2に示す。高強度コンクリートの圧縮

強度 F_c を $60[N/mm^2]$ とする。主体架構、フリーウォールの総重量はそれぞれ $M_F = 7.2 \times 10^7 [kg]$, $M_W = 5.8 \times 10^6 [kg]$ となる。免震層固定時の1次固有周期は3[秒]とし、免震建物およびフリーウォール単独時の1次固有周期はそれぞれ6.8[秒], 0.63[秒]とする。免震層のダンパー量は主体架構上部構造剛体近似時の減衰定数が15%となるように設定し、連結ダンパー量は主体架構上部構造およびフリーウォール剛体仮

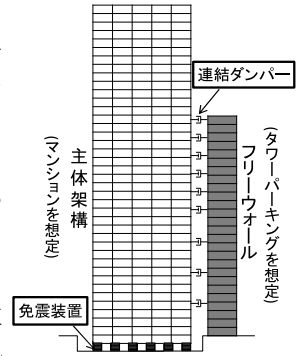


図1 標準建物モデル

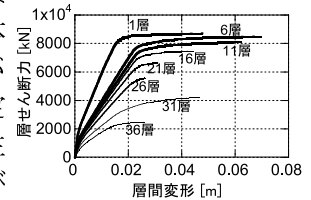


図2 プッシュオーバー

定時の減衰定数が15%となるように設定した。なお、質量比 μ および2棟の1次固有周期比 ΔT をそれぞれフリーウォールの値に対する主体架構の値の比で表し、標準モデルでは $\mu = 12, \Delta T = 11$ となる。

3. 模擬地震動の定義とロバスト性・冗長性の検証

3.1 模擬地震動の定義

本稿では単一の卓越周期を持つパルス性の地震動に対する時刻歴応答解析を行う。ここで、パルス性地震動の速度波形として以下の式を用いる⁴⁾。

$$\dot{u}_p = C_p t^n e^{-at} \sin \omega_p t \quad (1)$$

ただし、正弦波の周期を $T_p = 2\pi/\omega_p = 1.0[s]$ とし、JMA 神戸1995 NS波を参考に $n=1, a=2.51[1/s], C_p = 6.7[m/s]$ とする。図3(a),(b)に加速度と速度の波形を示す。同様に長周期地震動として、以下の式を用いる⁵⁾。

$$\dot{u}_l = -C_l \cos \omega_l t \quad (2)$$

ただし、 $T_l = 2\pi/\omega_l = 6.8[s]$ (免震建物の1次固有周期)とし、苫小牧EW波を参考に $C_l = 0.2[m/s]$ 、継続時間47.6[s]とする。図3(c),(d)に加速度と速度の波形を示す。

3.2 ハイブリッドシステムのロバスト性の評価

本稿では、ロバスト性を有するとは入力地震動

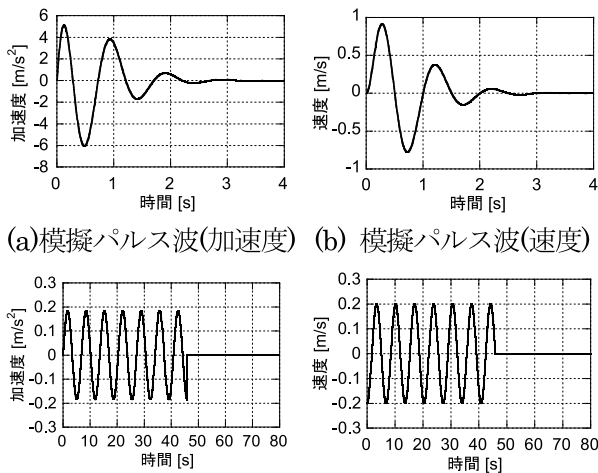


図3 模擬地震動の加速度波形と速度波形

の特性の変動や建物特性のばらつきに対する応答の変動が小さいことと定義する。免震建物単独時のモデルおよび免震層固定時のモデルをそれぞれ免震単独システム、連結制振単独システムとし、ハイブリッドモデルを含めた3種類のシステムに模擬地震動を入力した時の最大層間変形を図4に示す。パルス性地震動の応答低減には免震化が有効であり、長周期地震動入力時には免震単独モデルでは共振により変形が大きくなるのに対し、ハイブリッドモデルでは減衰の増加により応答増大を抑えている。

3.3 ハイブリッドシステムの冗長性の評価

本稿では、冗長性を有するとは、過大なレベルの地震動入力に対しても構造システムが余裕度を有することと定義する。模擬長周期地震動の入力倍率を4倍まで増加させたときの、ハイブリッドシステムと免震単独システムの免震層最大変位と上部構造最大層間変形の変動をそれぞれ図5(a),(b)

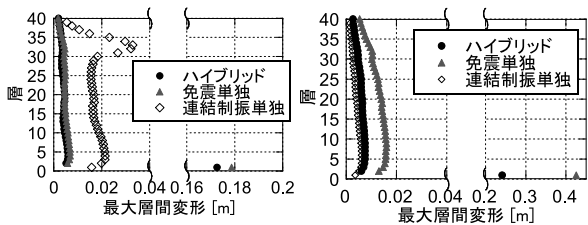


図4 3種類のシステムの最大層間変形応答比較

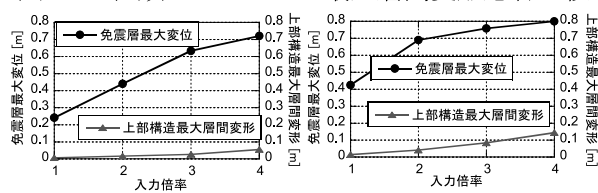


図5 入力レベルを増加させたときの各システムの応答

に示す。免震単独システムでは2倍増幅入力時から主体架構上部構造に過大な変形が生じるのに対し、ハイブリッドシステムでは3倍入力時まで応答を抑えている。免震単独システムでは入力が大きくなると上部構造に過大な変形が生じる恐れがあるが、ハイブリッドシステムでは系の減衰量の増加により過大な変形を抑えている。また、上部構造に過大な変形が生じると、免震層の最大変位が頭打ちになることがわかる。上部構造の塑性化で系の固有周期が変動することが原因と考えられる。3.2節の結果と合わせると、ハイブリッドシステムは単一システムの建物に比べロバスト性・冗長性を有するため、想定外の地震動に対して頑強であることを明らかとした。

4. 定点理論を用いた連結ダンパー量決定法

4.1 定点理論の問題点

定点理論とは、図6のような2質点非減衰系モデルの一部に粘性係数 c が存在する場合に、ある特定の振動数で粘性係数 c に依存しない定点が存在するという公理(定点定理)を利用し、その定点をピークとする連結ダンパーの減衰係数を最適値とする理論である⁶⁾。定点理論で建物の共振時応答倍率を低下させることにより、構造物の固有振動数が地震動の卓越振動数と一致する場合でも応答を抑えることが可能となるため、ロバスト性の向上につながる。しかしながら、定点理論では図6のような2質点モデルを使用し、図7のように伝達関数の最大値を最小化することを目的とするため、本研究に適用する際に次のような場合に適用可能か考慮する必要がある。(1)免震層に多くのダンパーが設置されている場合(2)入力地震動が高次モードに影響の強いパルス性地震動である場合(3)2棟の高さが異なる場合(突出部を有する場合)

4.2 定点理論の妥当性の検証(1) 免震層に多くのダンパーが設置されている場合

標準モデル($\mu = 12, \Delta T = 11$)の2質点モデルにおいて、ケース1(免震層にダンパーが無い状態)、ケース2(主体架構に構造減衰($h=3\%$)を考慮した場合)およびケース3(免震層ダンパー($h=15\%$)を考慮した場合)それぞれの定点理論から求められる最適連結ダンパー量を表1に示す。なお、ダンパー

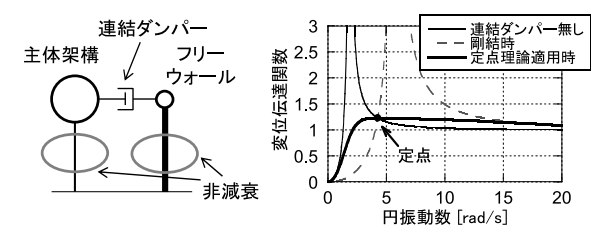


図6 2質点モデル(定点理論) 図7 変位伝達関数

量はフリーウォール剛体時の主体架構 1 質点モデルにおける臨界減衰係数比で表す。また、ケース 2 およびケース 3 では定点が存在しないため、定点理論の定義を拡張し、変位伝達関数の最大値が最小となるときの連結ダンパー量を最適連結ダンパー量とする。表 1 より、免震層のダンパー量が増加すると最適連結ダンパー量は減少するため、従来の定点理論をそのまま適用するとダンパー量過多となる。しかしながら、系全体のダンパー量の総和はどのケースもほぼ同じ値と言えるため、従来の定点理論で得られた最適連結ダンパー量から免震層のダンパー量を引いた値が真の最適連結ダンパー量と近似可能であることを明らかにした。以降の解析では真の最適連結ダンパー量を使用している。なお、質量比や固有周期比をそれぞれ 2 から 20 まで変動させた他のモデルについても同様の結果となることを確認している。その際、最適連結ダンパー量は約 20%~55%となった。

4.3 定点理論の妥当性の検証(2)多質点系との対応

従来の定点理論では、図 6 のような 2 質点モデルを使用してダンパー量を導出する。しかしながら、実際のモデルが図 8 のような多質点系で表される場合、従来の定点理論では高次モードや突出部の有無を考慮できていない。そのため、パルス性地震動などが入力されると、鞭ぶり現象などが原因となり非連結時に比べ連結することで上部構造の応答が増加する恐れがある。そこで、突出部が無いケースとして免震建物 40 層とフリーウォール 40 層を連結したケース a と、突出部が有るケースとして免震建物 40 層とフリーウォール 26 層を連結したケース b の応答を比較する。なお、質点モデルの諸元は次の通りとする。主体架構の 1 層当たりの質量は 1.7×10^6 [kg]、免震層の質量は 5.1×10^6 [kg] とする。上部構造は 1 次モードが直線形となるモデルを基本とし、上層付近の剛性は実際の建物を考慮し修正する。上部構造(免震層固定時)の 1 次固有周期は 3.0 [秒]、免震主体架構の 1 次固有周期は 6.72 [秒] とする。構造減衰は剛性比例型で減衰定数を 0.03 とし、免震層の減衰係数は上部構造剛体仮定時の減衰定数が 0.15 となるよう設定する。また、連結ダンパー設置層は全層等間隔になるように配置する。また、剛性比を次式のように定義する。

$$\text{剛性比 } \kappa = \frac{\mu}{\Delta T^2} \quad (3)$$

表 1 標準モデルの最適連結ダンパー量

	ケース 1	ケース 2	ケース 3
最適連結ダンパー量	53%	49%	40%
系全体のダンパー総和	53%	52%	55%

フリーウォールの質量および剛性は質量比 μ および剛性比 κ を指定して求める。なお、標準モデルは $\mu = 12, \kappa = 0.1$ である。

突出部が無いケース a および突出部が有るケース b において、(3)式のように定義した質量比 μ および剛性

比 κ をそれぞれ $2 \leq \mu \leq 20, 0.05 \leq \kappa \leq 0.5$ に変動させて多質点モデルを作成する。図 8 にそれぞれのモデルで定点理論を適用して得られる最適連結ダンパー量を挿入し、模擬パルス波入力時の上部構造の最大層間変形を示す。図では色が黒いほど応答が小さいことを表し、図中の右下に向かうほど左上のモデルに比べて 2 棟の 1 次固有周期比が大きい。定点理論を適用して得られる最適連結ダンパーを挿入したとき、突出部が無いケース a では、多くの領域で非連結時に比べて応答を低減することができる。しかしながら突出部が有るケース b では、多くの領域で非連結時に比べ上部構造の応答が増加する。突出部が有るケースでは、鞭ぶり現象により連結することで上部構造の変形が増加する恐れがあり、定点理論を適用して得られる連結ダンパー量は多すぎることを明らかとした。

そこで、上部構造層間変形の増加を防ぐ真の最適連結ダンパー量を導出する必要がある。図 9 に突出部が有るケース a と突出部が無いケース b の、先の解析と同様の領域のそれぞれのモデルに対して、「定点理論より求めた連結ダンパー量」を 100% としたときの、「上部構造最大層間変形を最小化する連結ダンパー量」の割合を示す。図では色が白いほど割合が大きいことを表す。突出部が無いケース a では、多くの領域で 100% となり、従来の定点理論を適用して得られる連結ダンパー量をそのまま適用して上部構造の応答も低減することができることを明らかにした。しかしながら、突出部

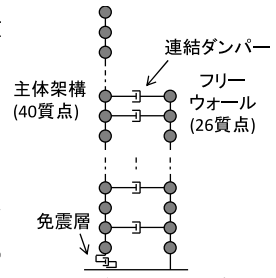
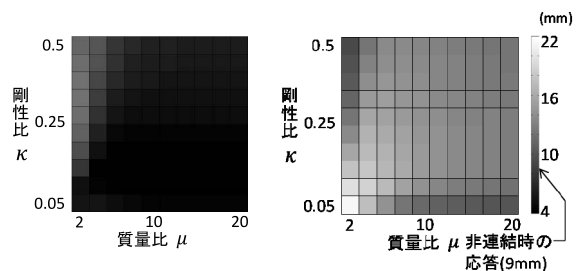
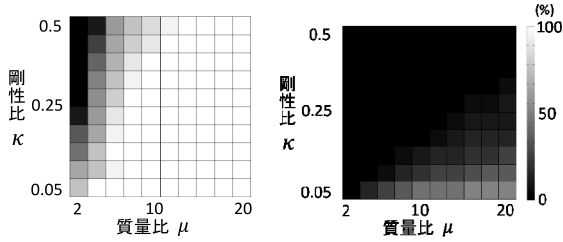


図 8 多質点モデル



(a) ケース a (突出部無し) (b) ケース b (突出部有り)
図 9 従来の定点理論で得られた最適ダンパー量を多質点系に適用したモデルの模擬パルス波入力時の上部構造の最大層間変形



(a)ケース a(突出部無し) (b)ケース b(突出部有り)
 図 10 「定点理論より求めた最適連結ダンパー量」を 100%としたときの「上部構造最大層間変位応答を最小化する連結ダンパー量」の割合

が有るケース b では、多くの領域で 0%に近い値となり、最も 2 棟の 1 次固有周期が大きいモデルでも 50%程度となった。つまり、従来の定点理論を適用して得られる連結ダンパー量は多すぎるため、突出部が有るケースでは 2 棟の 1 次固有周期比に応じて従来の定点理論を適用して得られる連結ダンパー量を減らす必要があることを明らかにした。

図 10 の解析結果を様々な高さ比を有する建物について、2 棟の 1 次固有周期比を横軸にとりまとめると図 11 のようになる。高さ比が 1:1 に近いほど、また 2 棟の 1 次固有周期比が大きいほど、

「定点理論を適用して得られる連結ダンパー量」に対する「応答を最小化する真の連結ダンパー量」割合が大きくなる傾向にあることを明らかにした。

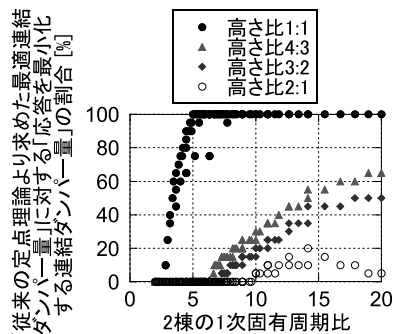


図 11 2 棟の 1 次固有周期比と真の最適連結ダンパー量の関係

5. 結論

- 1) 免震構造と連結制振構造を組み合わせた新しいハイブリッド構造システムの地震時応答低減メカニズムを解明した。免震単独システムでは免震層に多くのダンパーを投入すると免震効果が低下するという問題点があるのに対して、本ハイブリッドシステムではダンパーを分散配置することでこれを回避している。また、上部連結により主体架構の上層の変形を抑えている。免震建物上部の層間にダンパーを配置すると変位が小さいため非効率的であるが、棟間では効率的である。
- 2) 本ハイブリッドシステムは、パルス性の地震動と長周期地震動の両方の応答低減に対して有効であり、単一システムに比べ地震動特性の変

化に対して高いロバスト性を有することを明らかにした。また、過大なレベルの地震動入力に対して十分な冗長性(余裕度)を有していることを明らかにした。

- 3) 本ハイブリッドシステムでは、免震層に多くのダンパーを挿入(減衰定数 15%を想定)するため、従来の 2 質点非減衰系を用いた定点理論より求められた最適ダンパー量をそのまま連結ダンパー量とすると、ダンパー量過多となる。一方、免震層にダンパーが挿入された 2 質点系の最適連結ダンパー量と免震層ダンパー量の和はどのモデルでもほぼ一定となることを利用し、従来の 2 質点非減衰系を用いた定点理論より求められた最適ダンパー量から、免震層のダンパー量を除いた値を最適連結ダンパー量と近似できることを明らかにした。
- 4) 定点理論で求めた最適ダンパー量を 2 棟の建物の高さが異なる多質点モデルに挿入すると、パルス性地震動入力時に鞭ぶり現象で突出部の応答が増加する恐れがあることを明らかにした。また、「定点理論で求めた最適連結ダンパー量」を 100%としたときの「上部構造の応答を最小化する連結ダンパー量」の割合は、同じ高さ比では 2 棟の 1 次固有周期比が大きいほど多く、同じ固有周期比では 2 棟の高さに差が小さいほど多いことを明らかにした。
- 5) 免震建物上部構造剛体仮定およびフリーウォール剛体仮定時は 1 質点モデルとなるため、応答スペクトルを利用し免震層最大変位のクライテリアからダンパー量の下限値の目安を求めることができることを明らかにした。また、ダンパー量の下限值および補正された定点理論より求めた最適ダンパー量を利用し、本ハイブリッドシステムの連結ダンパー量決定法を提案した。

参考文献

- 1) 竹脇 出:2011 年度日本建築学会技術部門設計競技入選作品「ロバスト性・冗長性を向上させた建物の構造デザイン」, 建築雑誌 2011 年, 11 月号, pp73-79.
- 2) 2011 年度日本建築学会大会(関東) 応用力学部門パネルディスカッション「ロバスト性・冗長性を向上させた建物の構造デザイン」資料(大林組提案モデル)。
- 3) 村瀬 充, 藤田 皓平, 辻 聖晃, 竹脇 出: 幅広いタイプの地震動にも頑強な免震と連結制振のハイブリッド構造, 構造工学論文集 Vol.60B, 2014 年 3 月(投稿中).
- 4) Xu, Z., Agrawal, A. K., He, W. L. and Tan, P.: Performance of passive energy dissipation systems during near-field ground motion type pulses, Engineering Structures, 29, pp.224-236, 2007.
- 5) 辻本裕之, 吉富信太, 辻 聖晃, 竹脇 出: 極限の共振正弦波外乱レベルと建築建造物の応答量の相関関係, 鋼構造年次論文報告集(第 16 回鋼構造シンポジウム), pp.521-528, 2008.11.
- 6) 蔭山 満: 定点理論による連結制振を対象としたバンプ系の多モード最適制振の設計法に関する研究, 日本大学学位論文, 2005.12.

ピン接合形式二重鋼管ブレースの座屈拘束設計法

京都大学 金城 陽介

1. はじめに

座屈拘束ブレースは、図1のように芯材の座屈を座屈拘束材により防止し、圧縮時にも引張時と同様な軸方向塑性変形を可能とした制振部材である。座屈拘束ブレースの注意点として、座屈拘束材に軸力が流れないようにすることと芯材の塑性縮みを吸収する縮み代を確保することの2点が挙げられる¹⁾。また、芯材の塑性化後、剛接合形式では座屈拘束材端部に塑性ヒンジが形成される場合があるが¹⁾、ピン接合形式では、塑性ヒンジ形成による不安定機構にならないように、座屈拘束材端部に弾性保持部材が一定量貫入され、端部の回転が拘束される(図2)。弾性保持部材と座屈拘束材の間にはクリアランスを確保することで、座屈拘束材に軸力を流さず、芯材の軸方向塑性変形を可能にしている。このように、芯材の塑性変形を拘束せずに端部の回転を拘束している部分を摺動部と呼ぶ。図2(b)のような両側に摺動部が設けられた両側摺動タイプ以外に、図2(c)に示すように一端に摺動部を設け、他端で座屈拘束材と弾性保持部材を溶接などにより剛接合し、相対的な回転を拘束する片側摺動タイプがある。片側摺動タイプの芯材や座屈拘束材の座屈モードは写真1のように非対称形になるが、既往の座屈拘束材の曲げ座屈拘束条件¹⁾は対称形の座屈モードを仮定しており、片側摺動タイプの座屈モードとは大きく異なる。したがって、片側摺動タイプの座屈拘束ブレースについては、適切な座屈モードを仮定する必要がある。さらに摺動部では、弾性保持部材からうける補剛力(面外に押し出される力)により座屈拘束材が写真2のように局所的に変形する。この局所変形によ

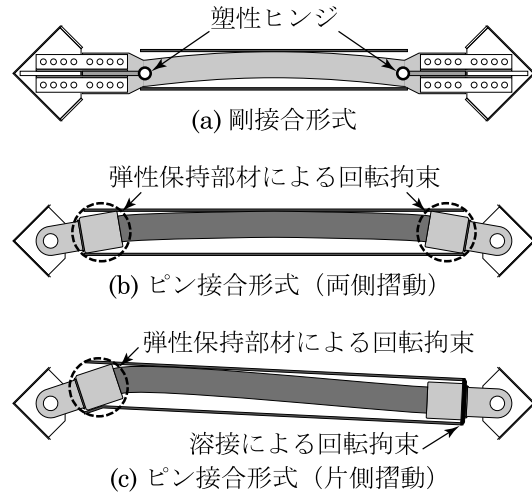


図2 接合形式による端部の違い

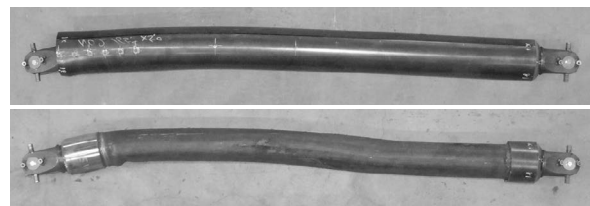


写真1 片側摺動タイプの座屈モード (上: 座屈拘束材, 下: 芯材)

て接合部の回転拘束が不十分になり、たわみが増大するが、既往の設計式¹⁾にはその影響が考慮されていない。



写真2 摺動部の局所変形

本研究では、摺動部において弾性保持部材が回転拘束に与える影響を明らかにし、理論的・実験的検討に基づいて、片側摺動タイプのピン接合形式座屈拘束ブレースの端部の局所変形を考慮した座屈拘束設計法を構築することを目的としている。

2. 対象とするピン接合形式座屈拘束ブレース

本研究で対象とするピン接合形式座屈拘束ブレース(二重鋼管ブレース)を図3に示す。片側摺動タイプを対象としており、図左側は摺動部で、補強管が補剛管内部に貫入されることで接合部の回転を拘束している。補強管は補剛管と溶接されておらず、軸方向に伸縮する。一方、図右側では補強管より短い口金と補剛管が隅肉溶接されており、こちらを固定側と呼ぶ。

二重鋼管ブレースは繰返し載荷をうけると、補剛管の曲げモーメント・たわみが増大する²⁾。

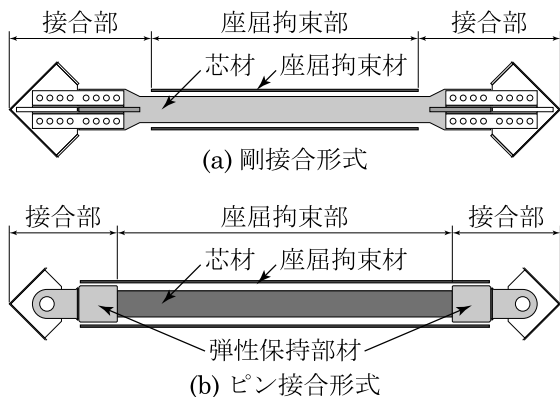


図1 座屈拘束ブレースの基本構成

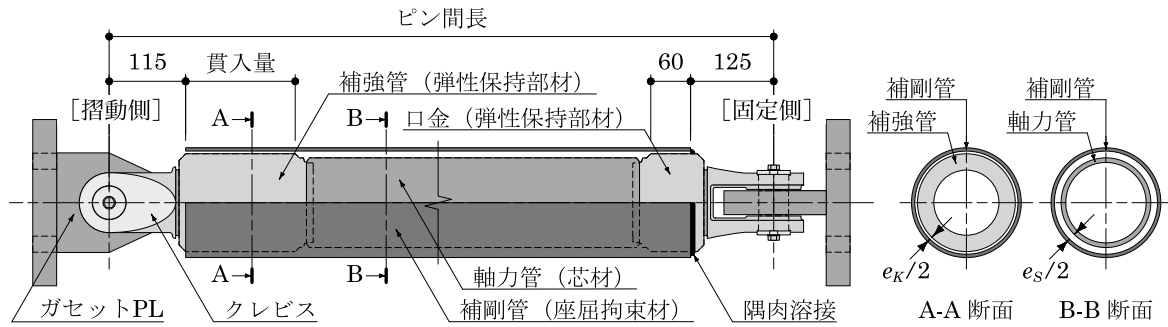


図3 本研究で対象とする座屈拘束ブレース（二重鋼管ブレース）

これは先述のように、補強管からうける補剛力により補剛管端部の口が拡がり、クレビスの回転角が増大するからである。したがって、補剛管の曲げモーメントやたわみを正確に把握するには、作用軸力と補剛管端部の変形量との関係を明確にしなければならない。

3. 補剛管の摺動側端部要素実験

補剛管端部の変形に影響する因子として、補強管貫入量 l_K 、補剛管の曲げ剛性 EI_B 、補剛管と補強管の隙間 e_K などが挙げられるが、これまでに因子の影響は定量的に表されていない。そこで、補剛管の摺動側端部を取り出した要素実験を行い、補剛管端部に生じる補剛力と変形量に関するデータを収集し、それらの関係を結びつける理論式を構築した。なお、以下では、補剛管端部の局所変形量を開口量と呼ぶ。

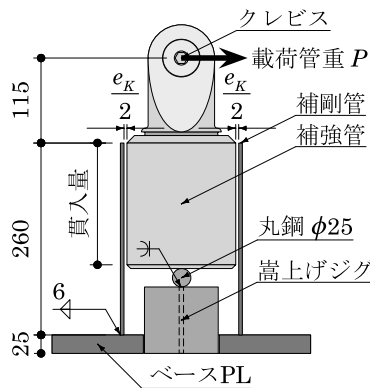


図4 要素実験試験体

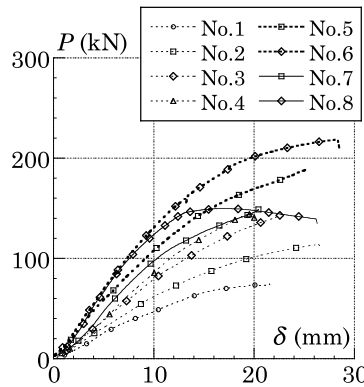


図5 载荷荷重 - 開口量関係

表1 試験体一覧（要素実験）

No.	補剛管		貫入量	隙間
	D_B (mm)	t_B (mm)	l_K (mm)	e_K (mm)
1	165.2	4.6	100	8
2			130	
3			165	
4			200	
5	6.5	4.6	130	4
6			165	
7	4.6	4.6	130	4
8			165	

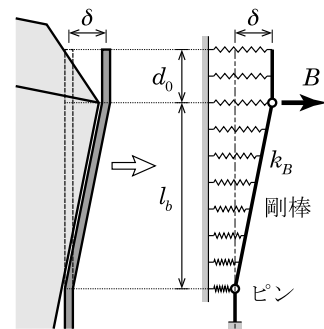


図6 補剛管端部の力学モデル

試験体は図4のように、クレビス、補強管、補剛管、丸鋼、嵩上げジグ、ベースプレートで構成される。軸力管は設けず、丸鋼を配置し回転を自由にする事で、塑性化により剛性を失った軸力管を模擬している。実験パラメータは補強管貫入量 l_K 、補剛管板厚 t_B 、補剛管と補強管の隙間 e_K であり、補剛管径 D_B は全試験体で一定で、補強管径 D_K を変化させることで、隙間 e_K を調整している。载荷は油圧ジャッキによる単調引張载荷とし、開口量 δ が 20mm 程度に達するまで载荷した。

载荷荷重 P - 開口量 δ 関係を図5に示す。図5より、 l_K と t_B が大きく、 e_K が小さいほど初期剛性が大きくなる。これは、 l_K が大きく、 e_K が小さいほど補強管と補剛管の接触面積が大きくなり、荷重が分散されるからである。

補剛管端部の変形を図6のように力学モデル化する。このモデルは3本の剛棒がピンを介して接続されており、連続的に付けられたばねが変形に抵抗する。写真3のように補剛管は補強管と接すると補強管の半周部分を覆うように変形し、補強管と噛み合った状態で逆側の半周部分が塑性変形する。そこで、補剛管の単位長さ当たりのばね定数 k_B は図7の荷重 F と変形量 x による剛性 F/x として、次式で与える。

$$k_B = \frac{8(\pi^2 - 8)}{(\pi - 2)(\pi^2 + 2\pi - 16)} \frac{EI_z}{r_B^3} \quad (3)$$

$$r_B = (D_B - t_B)/2, \quad I_z = t_B^3/12 \quad (4), (5)$$

補剛力 B はばねの荷重 F の和であり、次式のようなになる。

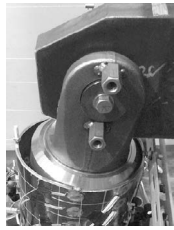


写真3

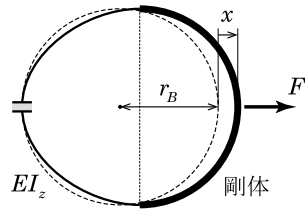


図7 ばね定数の定義

$$B = k_B(l_b + 2d_0)\delta / 2 \quad (6)$$

$$l_b = \delta l_K / (\delta + l_K \theta_0), \quad d_0 = D_K \theta_0 / 2 \quad (7), (8)$$

ただし、 θ_0 は補強管と補剛管が接触するときのクレビス回転角であり、次式で表せる。

$$\theta_0 = e_K / l_K \quad (9)$$

(6) 式による計算値と実験値の比較例を図8に示す。図8は試験体 No.3 の補剛力 B - 開口量 δ 関係であり、実験値は載荷荷重 P を図9(a)に示す力の釣合より次式を用いて補剛力 B に換算している。

$$B = (1 + l_C / l_K)P \quad (10)$$

部材実験においては、図9(b)の関係から、次式で軸力 N を補剛力 B に換算すればよい。

$$B = (1 + l_C / l_K)N\theta_0 \quad (11)$$

図8より、要素実験では、ベース PL 直上で補剛管が降伏曲げモーメント M_y^B に到達する(図中の水平一点鎖線 B_y)と、 B - δ 関係の接線剛性が低下する。したがって、(6) 式の部材実験への適用範囲は B_y 以下に限定される。なお、後述する部材実験において生じる補剛力はこの範囲内に収まり、(6) 式は十分な精度である。

4. 補剛管の曲げモーメント・たわみの導出

二重鋼管ブレースの曲げモーメント、たわみを求めるための力学モデルと初期たわみを図10に示す。両端はピン支持条件とし、軸力管が降伏した後も接合部と座屈拘束部境界では、変位・応力の適合条件が保持されるものとする。座屈拘束部では、軸力管は曲げモーメントを負担しないものと考え、曲げ剛性を補剛管の曲げ

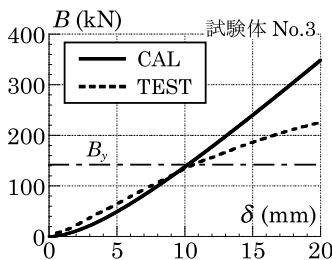


図8 計算値と実験値の比較例

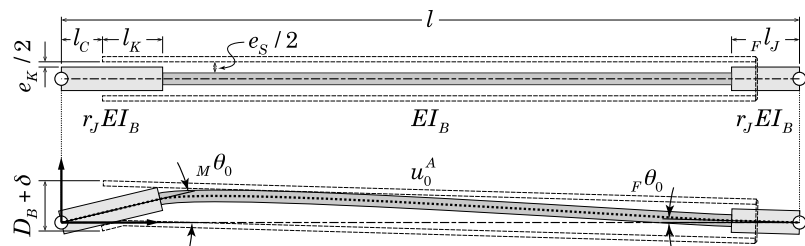
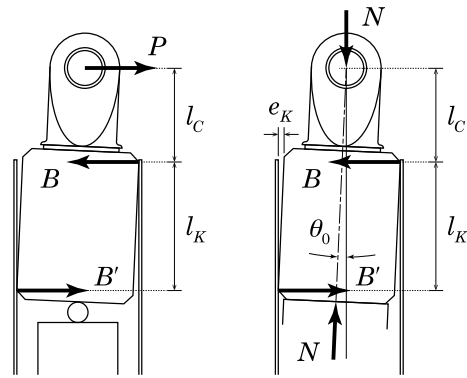


図10 二重鋼管ブレースの力学モデル(上)と初期たわみ(下)



(a) 要素実験 (b) 部材実験
図9 補剛力への換算

剛性 EI_B で与え、両端の接合部の曲げ剛性を $r_j EI_B$ として、作用軸力 N と補剛管の曲げモーメント、たわみの関係を導出する。本研究では軸力管の初期たわみを u_0^A 、補剛管の初期たわみを u_0^B 、軸力管のたわみを u^A 、補剛管のたわみを u^B と表す。

座屈拘束部および接合部では、微小要素の力の釣合から、次の微分方程式を満たす³⁾。

$$EI(z) \frac{d^4(u^A - u_0^A)}{dz^4} + N \frac{d^2 u^A}{dz^2} = 0 \quad (12)$$

本研究では、補強管が補剛管と接することで摺動側の補剛管端部が δ だけ拡がり、さらに軸力管が補剛管と接し、座屈拘束部が曲げモーメントを負担しはじめるときのたわみを初期たわみと定義する。軸力管の初期たわみを sin 波の線形結合、補剛管の初期たわみを固定側のピンを通る 1 次関数として次式によって与える。

$$u_0^A = \sum_{j=1}^3 A_j \sin \frac{j\pi z}{l} \quad (13)$$

$$u_0^B = -_F \theta_0 (z - l) \quad (14)$$

$$_M \theta_0 = \left. \frac{du_0^A}{dz} \right|_{z=0}, \quad _F \theta_0 = - \left. \frac{du_0^A}{dz} \right|_{z=l} \quad (15.a), (15.b)$$

ただし、 A_1, A_2, A_3 は u_0^A を決める係数であり、次の補強管と補剛管が 2 点で接する条件および軸力管と補剛管が接する条件から求められる。

表 2 試験体一覧と実験結果 (部材実験)

No.	軸力管		補剛管		貫入量		隙間		ピン間長 l (mm)	最大軸力 N_{max} (kN)	耐力低下 サイクル (軸歪)	終局状態	
	D_S (mm)	t_S (mm)	D_B (mm)	t_B (mm)	l_K (mm)	e_K (mm)	e_S (mm)						
1	135.0	7.0	165.2	4.6	165	8.0	21.0	2100	1141	6 (+1.0%)	面内方向に座屈		
2					1211				7 (+1.0%)				
3					1316								
4		7.2		6.5	165	4.0			17.1	1476		3 ^{*1} (-1.5%)	引張時に軸力管破断
5					1499					3 ^{*2} (+1.5%)		面内方向に座屈	
6					7.0					3600		1323	3 ^{*3} (+1.2%)

*1 軸歪 ±1.0% の 20 サイクル目終了後も健全であったため、軸歪 ±1.5% で載荷した。

*2 軸歪 ±1.0% で 2 サイクル目終了後、軸歪 ±1.5% で載荷した。

*3 軸歪 ±1.0% の 18 サイクル目終了後も健全であったため、軸歪 ±1.2% で載荷した。

$$\begin{cases} (l-l_C)_F \theta_0 - l_{CM} \theta_0 = e_K / 2 + \delta \\ (l_C + l_K)_M \theta_0 - (l-l_C-l_K)_F \theta_0 = e_K / 2 \\ \max(u_0^A - u_0^B) = e_S / 2 \end{cases} \quad (16)$$

(12) 式に軸力管の初期たわみ u_0^A 、境界条件と変位・応力の適合条件を代入することで、軸力管のたわみ u^A が得られる。なお、 r_J が 1 以上であれば、 u^A は r_J によってほとんど変化しない。そこで、 $r_J=1$ とすると、 u^A は次のように簡易化される。

$$u^A = \sum_{j=1}^3 \frac{A_j}{1 - (l/j\pi)^2 (N/EI_B)} \sin \frac{j\pi z}{l} \quad (17)$$

軸力管が補剛管に接触した後、一体となって変形すると仮定すれば、補剛管の曲げモーメント M^B 、補剛管のたわみ u^B は次式で表される。

$$M^B = Nu^A \quad (18)$$

$$u^B = u_0^B + (u^A - u_0^A) \quad (19)$$

5. 理論式の妥当性 (部材実験との比較)

4章で導出した理論式による計算値と繰返し載荷実験の実験結果を比較する。載荷は、油圧ジャッキによる正負交番繰返し載荷とし、軸歪 ±0.5% で 2 サイクル載荷した後、±1.0% で耐力が低下するまで載荷した。なお、軸歪は材軸方向変形をピン間長 l で除した値とし、圧縮時を正と定義した。

試験体一覧とその実験結果を表 2 に、軸歪 +1.0% における補剛管の曲げモーメント・たわみ分布例 (試験体 No.2) を図 11 に示す。なお、曲げモーメントは補剛管に貼付した歪ゲージの値から曲率を求め、曲げ剛性 EI_B を乗じて算出する。図より、補剛管が降伏曲げモーメント M_y^B に達するまでは、サイクルを経ると計算値と実験値との差異が小さくなるのがわかる。これは、軸力管の曲げ剛性が 0 に近づき、本研

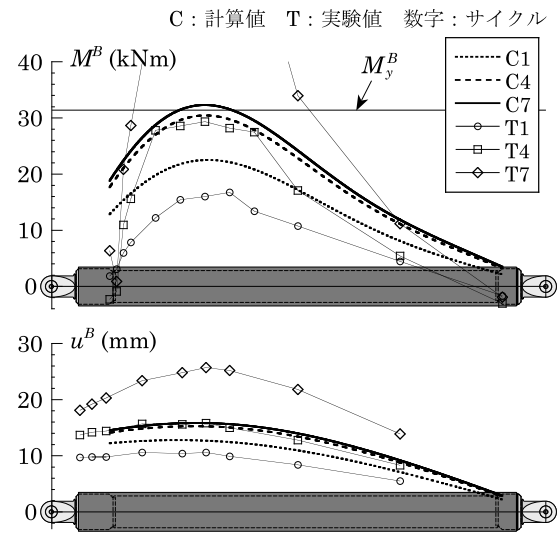


図 11 計算値と実験値の比較例 (No.2)

究で仮定したモデルに近づくからであると考えられる。降伏モーメント M_y^B に達すると、たわみが急増して耐力が低下し始める。したがって、座屈拘束条件は次式で与えればよい。

$$M_{max}^B = Nu_{max}^A < M_y^B \quad (20)$$

6. 結論

- (1) 座屈拘束材の端部を取り出した要素実験を行い、端部の局所変形の算定式を提示した。
- (2) 二重鋼管ブレースの補剛管の曲げモーメントの算定式を示し、座屈防止条件 ((20) 式) を得た。また、二重鋼管ブレースの繰返し載荷実験によって、その妥当性を確認した。

参考文献

- 1) 日本建築学会：鋼構造座屈設計指針，2009.11
- 2) 宮川和明，安井信行，木下智裕：ピン接合形式二重鋼管ブレースの端部補強に関する研究 (その 1～その 3)，日本建築学会大会学術講演梗概集 (東海)，2012.9
- 3) 井上一郎，吹田啓一郎：建築鋼構造 - その理論と設計 -，鹿島出版会，2007.12

変位依存・速度依存ダンパーが高さ方向に不均等に配置された
制振構造建物の地震応答予測に関する研究

東京工業大学 藤田 雄一郎

1. はじめに

一般的に制振構造の地震応答を確認する際は時刻歴解析が行われるが、その結果は特定の地震動に対する特解であり、制振構造の応答性能を包括的に把握することは難しい。そこで、その性能を地震動の応答スペクトルに関連付けて簡易に把握することができれば、構造設計の実務において有用であり、既往の研究¹⁾として「せん断棒モデル」(バネ系)において、外力分布がAi分布に則る場合の弾塑性・粘弾性ダンパーをもつ構造を対象としたものがある。また、非線形粘性・オイルダンパーをもつ構造については検討されていない。そこで本研究では、それら4種のダンパーをもつ制振構造の応答を、バネ系を用いて外力分布に左右されず包括的に予測する方法を提案し、さらに「部材構成モデル」(部材系)における制振構造の各部材の部材力を、時刻歴解析を行わずに評価する。

2. 各種ダンパーをもつ制振構造の応答予測法

2.1 等価一質点系への縮約方法¹⁾と計算フロー

バネ系における制振構造の質量 m_i 、主架構剛性 K_{fi} 、擬似速度応答スペクトル S_{pv} は既知とする。地震波は擬似速度一定領域をもつとする。 $T=0.03H$ のAi分布に基づく各層の外力 F_i を用いて、等価一質点系での固有周期 $T_{eq}^{(0)}$ 、等価質量 $M_{eq}^{(0)}$ を求める。ここで $u_i^{(0)}$ は*i*層の水平変位を、 N は質点数を表す。なお、右上の()⁽ⁿ⁾は解の収回数を示す。

$$T_{eq}^{(0)} = 2\pi \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N m_i (u_i^{(0)})^2}{\sum_{i=1}^N F_i u_i^{(0)}}}, M_{eq}^{(0)} = \frac{\left[\sum_{i=1}^N (m_i u_i^{(0)}) \right]^2}{\sum_{i=1}^N [m_i (u_i^{(0)})^2]} \quad (1a, b)$$

主架構のみのベースシア $Q_B^{(0)}$ 、層間変形 $\Delta u_i^{(0)}$ を求める。ここで、 h_0 は主架構のみの初期減衰定数を、 $B_i^{(0)}$ は $T_{eq}^{(0)}$ のときのAi分布に基づく層せん断力とベースシアの比を表す。

$$Q_B^{(0)} = (2\pi/T_{eq}^{(0)}) \cdot S_{pv}(T_{eq}^{(0)}, h_0) \cdot M_{eq}^{(0)}, \Delta u_i^{(0)} = B_i^{(0)} Q_B^{(0)} / K_{fi} \quad (2a, b)$$

以上で、主架構のみの応答を計算できる。また、図1に各ダンパーをもつ制振構造の応答予測フローを、図2に各ダンパーの構成要素を示す。図2中の記号添え字 d, b, a は、それぞれダンパー、支持材、付

加系の諸元であることを表す。

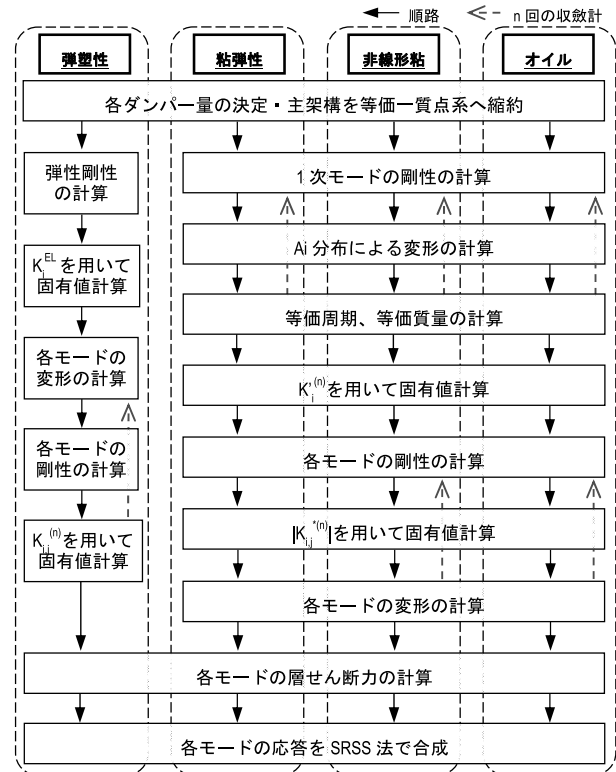


図1 応答予測フロー

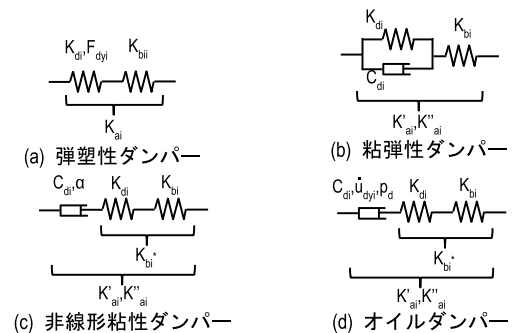


図2 各ダンパー構成要素の定義

2.2 弾塑性ダンパーをもつ制振構造

ダンパー剛性 K_{di} 、降伏耐力 F_{dyi} 、支持材剛性 K_{bi} は既知とし、ダンパーは完全弾塑性とする。

①制振構造の各モードの変形の計算

式(3)の固有値問題に、システム弾性剛性 $K_i^{EL}(=K_{di}+K_{bi})$ の剛性マトリックス \mathbf{K}^{EL} を代入し解くことで、弾性時の固有円振動数 ω_j^{EL} 、モードベクトル $\phi_{i,j}^{EL}$ 、刺激係数 β_j^{EL} を得て、*j*次モードの層間変形 $\Delta u_{ij}^{(0)}$ を求める。ここで、 \mathbf{M} は質量マトリックスを表

す。

$$[\mathbf{K}-\omega_j^2\mathbf{M}]\phi_{i,j}=0 \quad (3)$$

$$\Delta u_{i,j}^{(0)}=(\beta_j^{EL}\phi_{i,j}^{EL}-\beta_j^{EL}\phi_{i,j}^{EL})\cdot(T_j^{EL}/2\pi)\cdot S_{pv}(T_j^{EL},h_0) \quad (4)$$

付加系降伏変形 $u_{avf}(=F_{dyf}/K_{ai})$, j 次モードの付加系塑性率 $\mu_{aij}^{(1)}(=|\Delta u_{i,j}^{(0)}|/u_{avf})$ を求める。付加系は、 $\mu_{aij}^{(1)} \leq 1$ ならば弾性挙動を示し、 $\mu_{aij}^{(1)} > 1$ ならば弾塑性挙動を示す。今後は式の都合上、 $\mu_{aij}^{(1)} \leq 1$ ならば $\mu_{aij}^{(1)}=1$ として計算を進める。式(3)に、 j 次モードの各層の剛性 $K_{ij}^{(1)}(=K_{ai}/\mu_{aij}^{(1)}+K_{fi})$ の剛性マトリックス $\mathbf{K}^{(1)}$ を代入し解くことで、 j 次モードの固有円振動数 $\omega_j^{(1)}$ 、モードベクトル $\phi_{i,j}^{(1)}$ 、刺激係数 $\beta_j^{(1)}$ を得る。モード歪エネルギー法³⁾より j 次モードの主架構の減衰定数 $h_{0j}^{(1)}$ を求める。 j 次モードの各層の等価減衰定数 $h_{eqij}^{(1)}$ を、弾性歪エネルギー $W_i^{(0)}(=K_{ij}^{(1)}\Delta u_{i,j}^{(0)2}/2)$ で重み付けし、システム全体の等価減衰定数 $h_{eqj}^{(1)}$ を求める¹⁾。ここで、 p_i は二次剛性比を表す。

$$h_{eq,j}^{(1)}=h_{0,j}^{(1)}+\frac{2}{\mu_{ai,j}^{(1)}\mathcal{P}_i}\ln\frac{1+p_i(\mu_{ai,j}^{(1)}-1)}{(\mu_{ai,j}^{(1)})^{p_i}}, h_{eq,j}^{(1)}=\frac{\sum_{i=1}^N(h_{eqij}^{(1)}W_{i,j}^{(1)})}{\sum_{i=1}^N W_{i,j}^{(1)}} \quad (5a,b)$$

減衰効果係数 $D_{hj}^{(1)}$ を式(6)で求める。式中の a は、観測地震波では 25、BCJ-L2 では 75 を用いる²³⁾。

$$D_{h,j}^{(1)}=\sqrt{(1+ah_0)/(1+ah_{eq,j}^{(1)})} \quad (6)$$

塑性化にともなう長周期化を考慮して平均化した $\overline{S_{pv}}$ を用いて²⁾、層間変形 $\Delta u_{i,j}^{(1)}$ を求める。

$$\overline{S_{pv}}(T_j^{(1)},h_0)=\frac{1}{T_j^{(1)}-T_j^{EL}}\int_{T_j^{EL}}^{T_j^{(1)}} S_{pv}(T,h_0)dT \quad (7)$$

$$\Delta u_{i,j}^{(1)}=(\beta_j^{(1)}\phi_{i,j}^{(1)}-\beta_j^{(1)}\phi_{i,j}^{(1)})\cdot D_{hj}^{(1)}(T_j^{(1)}/2\pi)\cdot\overline{S_{pv}}(T_j^{(1)},h_0) \quad (8)$$

手順①を n 回繰り返すことで、安定した層間変形 $\Delta u_{i,j}^{(n)}$ を得る。

②制振構造の各層の応答の計算

j 次モードの層せん断力 $Q_{ij}(=K_{ij}^{(n)}\Delta u_{i,j}^{(n)})$ を求め、1~3 次モードまでの $\Delta u_{i,j}^{(n)}$, Q_{ij} を SRSS 法で足し合わせ、制振構造の層間変形 Δu_i , 層せん断力 Q_i を求める。なお、 $h_{eqj}^{(n)} \geq 1.0$ ならば $\Delta u_{i,j}^{(n)}=0$, $Q_{ij}=0$ とする。

2.3 粘弾性ダンパーをもつ制振構造

ダンパー粘性係数 C_{di} , ダンパー剛性 K_{di} , 支持材剛性 K_{bi} は既知とする。

①制振構造の等価一質点系への縮約¹²⁾

文献 2 の理論に従い、ダンパー貯蔵剛性 $K_{di}^{(1)}(=K_{di})$, 損失剛性 $K''_{di}^{(1)}(=C_{di}\omega_{eq}^{(0)})$, 損失係数 $\eta_{di}^{(1)}(=K''_{di}^{(1)}/K_{di}^{(1)})$ から、付加系貯蔵剛性 $K'_{ai}^{(1)}$, 損失

剛性 $K''_{ai}^{(1)}$, システム貯蔵剛性 $K'_i^{(1)}$, 損失剛性 $K''_i^{(1)}$ を求める。式(1a)と同様に、 $T_{eq}^{(0)}$ の A_i 分布に基づく外力 $F_i^{(0)}$ を用いて、等価一質点系での等価周期 $T_{eq}^{(1)}$ を求める。手順①を n 回繰り返すことで、安定した $T_{eq}^{(n)}$ を得る。

②制振構造の各モードの変形の計算

式(3)に、 $K'_i^{(n)}$ の剛性マトリックス $\mathbf{K}'^{(n)}$ を代入し解くことで、制振構造の j 次モードの固有円振動数 ω'_j を求める⁴⁾。手順①の $\omega_{eq}^{(0)}$ に ω'_j を代入し、 j 次モードの付加系損失剛性 K''_{aij} , システム貯蔵剛性 K'_{ij} , 損失剛性 K''_{ij} を得て、システム複素剛性 $[K^*_{ij}](=\sqrt{K'^2_{ij}+K''^2_{ij}})$ を求める。式(3)に、 $[K^*_{ij}]$ の剛性マトリックス $[\mathbf{K}^*]$ を代入し解くことで、モードベクトル $\phi^*_{i,j}$, 刺激係数 β^*_j を求める。 $\phi^*_{i,j}$, ω'_j を用いて、モード歪エネルギー法³⁾より j 次モードの主架構の減衰定数 h_{0j} を求める。 K''_{aij} , $\phi^*_{i,j}$, ω'_j を用いて、モード歪エネルギー法⁴⁾より j 次モードの付加減衰定数 h_{aj} を求め、 j 次モードのシステム全体の等価減衰定数 h_{eqj} を求める²⁾。

$$h_{eq,j}=h_{0,j}+0.92h_{a,j} \quad (9)$$

式(6)に h_{eqj} を代入し D_{hj} を得て、層間変形 Δu_{ij} を求める。

$$\Delta u_{i,j}=(\beta_j^*\phi_{i,j}^*-\beta_j^*\phi_{i,j}^*)\cdot D_{hj}(T_j/2\pi)\cdot S_{pv}(T_j,h_0) \quad (10)$$

③制振構造の各層の応答の計算

j 次モードにおける S_w/S_{pv} の増加を係数 ξ_j で補正する⁵⁶⁾。

$$\xi_j=(0.6h_{eq,j}+0.1)(T_j-0.8)+1 \geq 0.8 \quad (11)$$

C_{di} に ξ_j を乗じ、手順②と同様の計算を行うことで、ランダム振動時の粘性力の増加を考慮したシステム複素剛性 $[K^*_{ij}(\xi_j)]$ を得て、 j 次モードの層せん断力 $Q_{ij}(=[K^*_{ij}(\xi_j)]\Delta u_{ij})$ を求める。1~3 次モードまでの $\Delta u_{i,j}$, Q_{ij} を SRSS 法で足し合わせ、制振構造の層間変形 Δu_i , 層せん断力 Q_i を求める。なお、 $h_{eqj}^{(n)} \geq 1.0$ ならば $\Delta u_{i,j}^{(n)}=0$, $Q_{ij}=0$ とする。

2.4 非線形粘性ダンパーをもつ制振構造

ダンパー粘性係数 C_{di} , 指数係数 α , ダンパー剛性 K_{di} , 支持材剛性 K_{bi} は既知とし、 K_{di} と K_{bi} の直列バネを等価支持材剛性 K_{bi}^* と定義する。

①制振構造の等価一質点系への縮約¹²⁾

文献 2 の理論に従い、 $\Delta u_i^{(0)}$ と $\omega_{eq}^{(0)}$ から、システム貯蔵剛性 $K'_i^{(1)}$, 損失剛性 $K''_i^{(1)}$ を求める。式(1)と同様に、 $T_{eq}^{(0)}$ の A_i 分布に基づく外力 $F_i^{(0)}$ を用いて、等価一質点系での等価周期 $T_{eq}^{(1)}$, 等価質量 $M_{eq}^{(1)}$ を求める。

同じく文献2の理論に従って求めた各層の等価減衰定数 $h_{eqi}^{(1)}$ を弾性歪エネルギー $W_i^{(0)}$ で重み付けし、制振構造全体の等価減衰定数 $h_{eqj}^{(1)}$ を求める。式(6)に $h_{eqj}^{(1)}$ を代入し $D_{hj}^{(1)}$ 得て、短周期・高減衰化を考慮した層せん断力 $Q_i^{(1)}$ 、層間変形 $\Delta u_i^{(1)}$ を求める。

$$Q_i^{(1)} = B_i^{(0)} \cdot D_n^{(1)} \frac{T_{eq}^{(0)} M_{eq}^{(1)}}{T_{eq}^{(1)} M_{eq}^{(0)}} \cdot Q_b^{(1)}, \Delta u_i^{(1)} = \frac{Q_i^{(1)}}{K_i^{(1)}} \quad (12)$$

手順①を n 回繰り返すことで、安定した固有周期 $T_{eq}^{(n)}$ を得る。

②制振構造の各モードの変形の計算

式(3)に、 $K_i^{(n)}$ の剛性マトリックス $\mathbf{K}^{(n)}$ を代入し解くことで、制振構造の j 次モードの固有円振動数 ω_j 、モードベクトル $\phi_{i,j}^*$ 、刺激係数 β_j^* を得て⁴⁾、 j 次モードの層間変形 $\Delta u_{ij}^{(0)}$ を求める。

$$\Delta u_{i,j}^{(0)} = (\beta_j^* \phi_{i,j}^* - \beta_j^* \phi_{i-1,j}^*) \cdot (T_j'/2\pi) \cdot S_{pv}(T_j', h_0) \quad (13)$$

手順①と同様に文献2の理論に従い、 $\Delta u_{ij}^{(0)}$ と ω_j から、 j 次モードのシステム貯蔵剛性 $K_{ij}^{(1)}$ 、損失剛性 K_{ij}^{**} を得て、システム複素剛性 $|K_{ij}^{*}| (= \sqrt{\{K_{ij}^{(1)}\}^2 + \{K_{ij}^{**}\}^2})$ を求める。式(3)に、 $|K_{ij}^{*}|$ の剛性マトリックス $|\mathbf{K}_j^{*}|$ を代入し解くことで、モードベクトル $\phi_{i,j}^{*}$ 、刺激係数 β_j^{*} を求める。 $\phi_{i,j}^{*}$ 、 ω_j を用いて、モード歪エネルギー法³⁾より j 次モードの主架構の減衰定数 $h_{0j}^{(1)}$ を求める。文献2の理論に従い、 $\alpha=0, 1$ のときの j 次モードの等価減衰定数 $h_{eqj|\alpha=0}^{(1)}$ 、 $h_{eqj|\alpha=1}^{(1)}$ を得て、それらの内挿補間により j 次モードの等価減衰定数 $h_{eqj}^{(1)}$ を求める。式(6)に $h_{eqj}^{(1)}$ を代入し $D_{hj}^{(1)}$ を得て、層間変形 $\Delta u_{ij}^{(1)}$ を求める。

$$\Delta u_{i,j}^{(1)} = (\beta_j^{*} \phi_{i,j}^{*} - \beta_j^{*} \phi_{i-1,j}^{*}) \cdot D_{hj}^{(1)}(T_j'/2\pi) \cdot S_{pv}(T_j', h_0) \quad (14)$$

手順②を n 回繰り返すことで、安定した層間変形 $\Delta u_{ij}^{(n)}$ を得る。

③制振構造の各層の応答の計算

式(11)に $h_{eqj}^{(n)}$ 、 T_j を代入し、 ξ_j を得る。非線形粘性ダンパーをもつシステムの補正係数は $\zeta_j^* (= \xi_j^* \leq \xi_j)$ とする。以後は、粘弾性ダンパー(2.2節)の手順③と同様の計算を行う。

2.5 オイルダンパーをもつ制振構造

ダンパー粘性係数 C_{di} 、リリーフ速度 \dot{u}_{dvi} 、二次粘性比 p_d 、ダンパー剛性 K_{di} 、支持材剛性 K_{bi} は既知とし、 K_{di} と K_{bi} の直列バネを等価支持材剛性 K_{bi}^* と定義する。

①制振構造の等価一質点系への縮約¹⁾²⁾

ダンパーリリーフ変形 $u_{dvi}^{(1)} (= \dot{u}_{dvi}/\omega_{eq}^{(0)})$ 、等価支持材変形比 $\lambda_i^{(1)} (= C_{di}\omega_{eq}^{(0)}/K_{bi}^*)$ から文献2の理論に従い、

付加系リリーフ率 $\mu_{ai}^{(1)} (= \Delta u_i^{(0)}/u_{dvi}^{(1)})$ を求める。付加系は、 $\mu_{ai}^{(1)} \leq 1$ ならばリニア挙動を示し、 $\mu_{ai}^{(1)} > 1$ ならばバイリニア挙動を示す。今後は式の都合上、 $\mu_{ai}^{(1)} \leq 1$ ならば $\mu_{ai}^{(1)}=1$ として計算を進める。文献2の理論に従い、リニア挙動時のダンパー損失剛性 K_{di}^{**} ($= C_{di}\omega_{eq}^{(0)}$) から、システム貯蔵剛性 $K_i^{(1)}$ 、損失剛性 K_{i}^{**} を求める。式(1)と同様に、 $T_{eq}^{(0)}$ の A_i 分布に基づく外力 $F_i^{(0)}$ を用いて、等価一質点系での等価周期 $T_{eq}^{(1)}$ 、等価質量 $M_{eq}^{(1)}$ を求める。さらに、バイリニア粘性要素を、それと等しい骨格曲線面性をもつリニア粘性要素に置換し²⁾、等価なりニア粘性要素のシステム貯蔵剛性 $K_{Li}^{(1)}$ 、損失剛性 K_{Li}^{**} を求める。等価なりニア粘性要素から求まる各層の等価減衰定数 $h_{eqLi}^{(1)}$ をバイリニア要素の各層の等価減衰定数 $h_{eqi}^{(1)}$ とし、それを弾性歪エネルギー $W_i^{(0)}$ で重み付けし、制振構造全体の等価減衰定数 $h_{eqj}^{(1)}$ を求める。式(6)に $h_{eqj}^{(1)}$ を代入し $D_{hj}^{(1)}$ 得て、短周期・高減衰化を考慮した層せん断力 $Q_i^{(1)}$ 、層間変形 $\Delta u_i^{(1)}$ を求める。

$$Q_i^{(1)} = B_i^{(0)} \cdot D_h^{(1)} \frac{T_{eq}^{(0)} M_{eq}^{(1)}}{T_{eq}^{(1)} M_{eq}^{(0)}} \cdot Q_b^{(1)}, \Delta u_i^{(1)} = \frac{Q_i^{(1)}}{K_i^{(1)}} \quad (15)$$

手順①を n 回繰り返すことで、安定した固有周期 $T_{eq}^{(n)}$ を得る。

②制振構造の各モードの変形の計算

式(3)に、 $K_i^{(n)}$ の剛性マトリックス $\mathbf{K}^{(n)}$ を代入し解くことで、制振構造の j 次モードの固有円振動数 ω_j 、モードベクトル $\phi_{i,j}^*$ 、刺激係数 β_j^* を得て⁴⁾、 j 次モードの層間変形 $\Delta u_{ij}^{(0)}$ を求める。

$$\Delta u_{i,j}^{(0)} = (\beta_j^* \phi_{i,j}^* - \beta_j^* \phi_{i-1,j}^*) \cdot (T_j'/2\pi) \cdot S_{pv}(T_j', h_0) \quad (16)$$

手順①と同様に文献2の理論に従い、 $\Delta u_{ij}^{(0)}$ と ω_j から、 j 次モードのシステム貯蔵剛性 $K_{ij}^{(1)}$ 、損失剛性 K_{ij}^{**} 、等価なりニア粘性要素の損失剛性 K_{ali}^{**} を得て、システム複素剛性 $|K_{ij}^{*}| (= \sqrt{\{K_{ij}^{(1)}\}^2 + \{K_{ij}^{**}\}^2})$ を求める。式(3)に、 $|K_{ij}^{*}|$ の剛性マトリックス $|\mathbf{K}_j^{*}|$ を代入し解くことで、モードベクトル $\phi_{i,j}^{*}$ 、刺激係数 β_j^{*} を求める。 $\phi_{i,j}^{*}$ 、 ω_j を用いて、モード歪エネルギー法³⁾より j 次モードの主架構の減衰定数 $h_{0j}^{(1)}$ を求める。 K_{ali}^{**} 、 $\phi_{i,j}^{*}$ 、 ω_j を用いて、モード歪エネルギー法⁴⁾より j 次モードの付加減衰定数 h_{aj} を求める。 j 次モードのシステム全体の等価減衰定数 h_{eqj} を求める²⁾。

$$h_{eq,j}^{(1)} = h_{0,j}^{(1)} + 0.8h_{a,j}^{(1)} \quad (17)$$

式(6)に $h_{eqj}^{(1)}$ を代入し $D_{hj}^{(1)}$ を得て、層間変形 $\Delta u_{ij}^{(1)}$ を求める。

$$\Delta u_{i,j}^{(n)} = (\beta_j^{*(n)} \phi_{i,j}^{*(n)} - \beta_j^{(n)} \phi_{i-1,j}^{(n)}) \cdot D_{n,j}^{(n)} (T_j' / 2\pi) \cdot S_{pn}(T_j', h_0) \quad (18)$$

手順②を n 回繰り返すことで、安定した層間変形 $\Delta u_{i,j}^{(n)}$ を得る。

③制振構造の各層の応答の計算

式(11)に $h_{eqj}^{(n)}$, T_j を代入し、 ζ_j を得る。なお、 $\mu_{ai}^{(1)} > 1$ ならば、 $\zeta_j = 1$ とする。以後は、粘弾性ダンパー (2.2 節) の手順③と同様の計算を行う。

3. 状態 N, R 解析

3.1 部材系からバネ系への変換方法

部材系におけるダンパー設置位置に剛性ゼロの弾性バネ (状態 N)、剛性 ∞ の弾性バネ (状態 R) を設置し静的解析を行い、それぞれの層剛性 K_{Ni} , K_{Ri} を得る⁷⁾。これらより、部材系の諸元を、バネ系における主架構剛性 $K_{fsi}(=K_{Ni})$, 支持材剛性 $K_{bsi}(=K_{Ri}-K_{Ni})$ へ変換できる。部材系のダンパーを、バネ系の疑似ダンパーへ変換する方法は、文献 7 を参照されたい。なお本章のみ、バネ系の諸元に添え字「s」を付け、部材系の諸元と区別している。

3.2 部材力評価法

ある層せん断力 Q_i , 層間変形 Δu_i のときの、 i 層 k 番目の部材のモーメント $M_{i,k}$ とせん断力 $Q_{i,k}$ は、それぞれ状態 N, R のときのモーメント $M_{Ni,k}$, $M_{Ri,k}$, せん断力 $Q_{Ni,k}$, $Q_{Ri,k}$ の線形結合で求められる。ここで、 A_i , B_i は比例係数である。

$$M_{i,k} = A_i M_{Ri,k} + B_i M_{Ni,k}, \quad Q_{i,k} = A_i Q_{Ri,k} + B_i Q_{Ni,k} \quad (19a,b)$$

$$A_i = \frac{\Delta u_{Ni} Q_i - Q_{Ni} \Delta u_i}{Q_{Ri} \Delta u_{Ni} - \Delta u_{Ri} Q_{Ni}}, \quad B_i = \frac{Q_{Ni} \Delta u_i - \Delta u_{Ri} Q_i}{Q_{Ri} \Delta u_{Ni} - \Delta u_{Ri} Q_{Ni}} \quad (20a,b)$$

4. 応答予測精度の検証

4.1 解析モデル

図 7 に解析モデル図を示す。支持材は、水平剛性の合計値が、主架構剛性の 2 倍となるように設定した。表 1 に付加するダンパー量を示す。なお、ダンパーは主架構剛性に比例して配置した。入力地震波は、BCJ-L2 とする。

4.2 時刻歴解析と予測の比較

図 8 に、部材系、バネ系での時刻歴解析と応答予測の比較を示す (紙面の都合上、低層配置の層間変形角、モーメントのみ抜粋)。図より、部材系とバネ系の解析結果が良く対応していること、バネ系の諸元を用いた予測結果が良好なことがわかる。なお、他のダンパー配置、ダンパー種類でも同様の結果となり、解析と予測の誤差は 2 割程度に収まる。

5. まとめ

時刻歴解析を行わずに、各種ダンパーをもつ制振構造の応答を包括的に予測する方法を提案し、その精度が良好であることを示した。さらに、予測した層せん断力、層間変形から任意の部材の力も予測できることを示した。

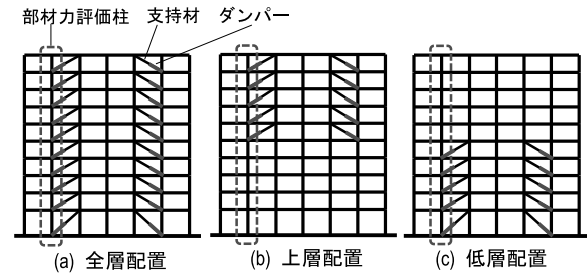


図 3 解析モデル (JSSI テーマストラクチャー・トリムタイプ)

表 1 各解析モデルにおける等価減衰定数

	h_{eq} (全層配置)	h_{eq} (上層配置)	h_{eq} (低層配置)
弾塑性ダンパー	0.07	0.03	0.05
粘弾性ダンパー	0.10	0.04	0.07
非線形粘性ダンパー	0.10	0.04	0.07
オイルダンパー	0.10	0.04	0.07

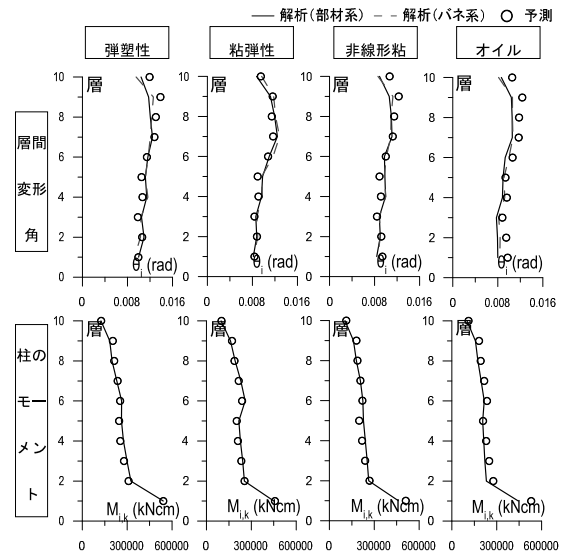


図 4 時刻歴解析と応答予測の比較 (低層配置)

参考文献

- 1) 竹内徹, 市川康, 中島秀雄, 笠井和彦: ダンパーが不均等配置された多層パッシブ制振構造の応答予測, 日本建築学会構造系論文集, No583, pp115-122, 2004.9
- 2) JSSI 編: パッシブ制振構造設計・施工マニュアル第 2 版, 2005.9
- 3) 笠井和彦, 伊藤浩資: 弾塑性ダンパーの剛性・降伏力・塑性率の調節による制振構造の応答制御手法, 日本建築学会構造系論文集, No595, pp. 45-55, 2005.9
- 4) 大熊潔, 笠井和彦: 弾性架構と粘弾性ダンパーをもつ多質点構造における全体減衰系への置換法-振動数に依存する制振構造の等価周期・等価減衰の評価法とその精度その 2-, 日本建築学会構造系論文集, No648, pp. 347-356, 2010.2
- 5) 笠井和彦, 川鍋佳史: 粘性減衰・履歴減衰を併用する構造における動的特性と地震最大応答の等価線形化予測法, 日本建築学会構造系論文集, No591, pp. 43-51, 2005.5
- 6) 笠井和彦, 山下忠道, 山崎義弘, IGUSA Takeru: 振れ振動をとまなう 1 層高減衰構造のスペクトル応答予測法, 日本建築学会構造系論文集, No636, pp. 225-234, 2009.2
- 7) 石井正人, 笠井和彦: 多層制振構造の時刻歴解析に用いるせん断棒モデルの提案, 日本建築学会構造系論文集, No647, pp103-112, 2010.1

2013年度(第5回)免震構造・制振構造に関する研究助成の成果報告

参考テーマ部門

ばね鋼ダンパーによる中低層建築物の残留変形抑止と早期機能回復に関する研究

山川誠 (東京電機大学 未来科学部 准教授・博士(工学))
 二瓶光希 (TDU建築設計事務所)
 立花正彦 (東京電機大学 未来科学部 教授・工博)
 深澤協三 (日本建設業経営協会中央技術研究所 工博)
 中村拓造 (中村物産(有))
 山内泰之 (東京電機大学 未来科学部 客員教授 工博)

1. はじめに

東日本大震災における災害対応とその検証から、社会的インフラに対するレジリエンス強化が求められるようになってきている。レジリエンスとは、社会がそなえるしなやかな復元を意味し、構造物や都市・社会が地震などの災害を受けた状態からの回復力、外乱に対する抵抗力を意味する^[1]。建築基準法での想定レベルを超える地震動の発生、危険性が指摘され、想定外の外乱に対しても、よりレジリエントで高い安全性を確保することが求められる。地域の耐災性向上という意味においては、床面積で9割強を占める中低層建物への対応が有効である。中低層建物の早期機能回復性を実現させることを目的とし、ばね鋼と低降伏点鋼を用いた弾塑性ダンパーの提案・検討を行う^[2,3]。

1.1. ダンパー概要と特徴

図1に示されるように上下の円弧状に曲げ加工した2枚のばね鋼と、その中心に組み込まれた低降伏点鋼から本ダンパーは構成され、図2のように建物の層間に設置する^[4,5]。

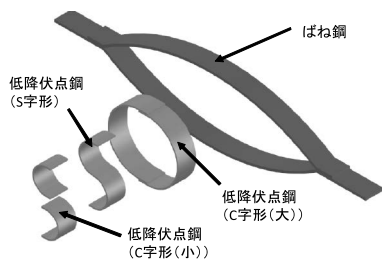


図1 ダンパー概要

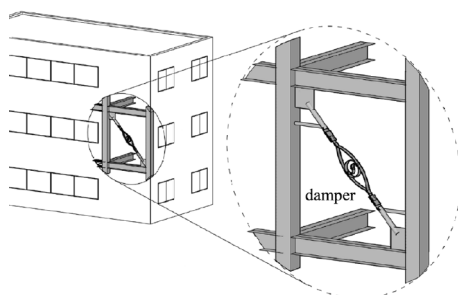


図2 建築構造へのダンパー設置例

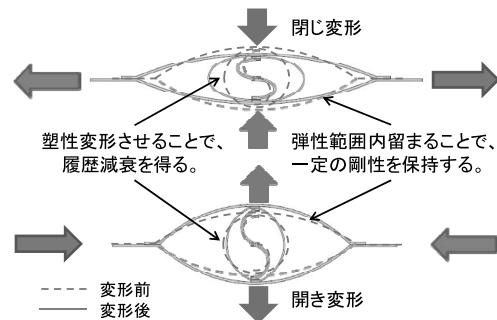


図3 ダンパーの基本挙動

ダンパーの基本的な挙動は図3に示す通りであり、ばね鋼の引張・圧縮により中央部の低降伏点鋼が塑性変形を行い、履歴減衰が得られる。

ばね鋼は、通常の建築構造用鋼材に比べて高い弾性限、引張強さ、および耐疲労限を示す。この性質に由来し本ダンパーにおいては、1)大変形を与えても、ばね鋼自体は弾性を保ち、2)引張側と圧縮側では非対称な挙動を示し、引張側では変形が増大するにつれて剛性が増加するハードニング効果が見られる。

2. 静的載荷実験による荷重変形曲線

使用材料の機械的性質を表1に、ダンパー形状及び寸法を図4に示す。

表1 使用材料の機械的性質

	鋼材質	板厚 (mm)	降伏点 (N/mm ²)	引張強さ (N/mm ²)	伸び (%)
低降伏点鋼	LY100	6	111	292	49
ばね鋼	SUP9A	10	1,240	1,334	9

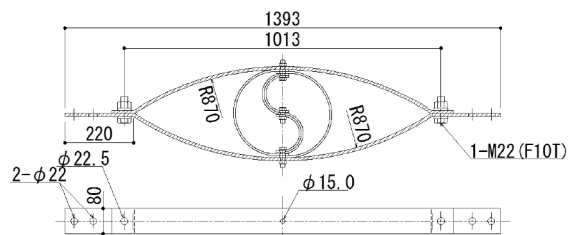


図4 ダンパー形状及び寸法

共著者らは、階高3mで45度方向にブレース状にダンパーを配置した場合に、層間変形角が1/300, 1/150, 1/100, 1/75, 1/60となるように正負繰り返し漸増载荷を行った^[4,5]。試験体の荷重変形曲線を図5に示す。同図の縦軸は試験体に载荷した軸方向力、横軸は、ばね鋼接合ボルト間軸変形を示す。層間変形角1/100相当でハードニング効果が顕著となり、層間変形角1/60相当まで繰り返し载荷しても非線形弾性挙動を示す。

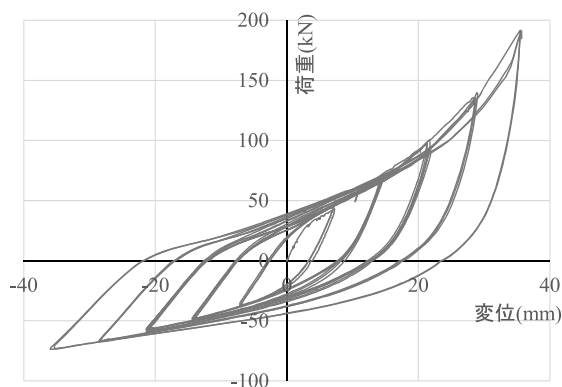


図5 静的载荷実験による荷重変形曲線

3. ダンパーの履歴モデル

鋼材ダンパーの履歴モデルとしては、Bi-linear型、Ramberg-Osgood型、修正Bi-linear型等が用いられることが多い。ただし、このような骨格曲線に基づく代数的モデルでは実装が煩雑となり、拡張が容易ではないことも指摘されている^[6]。このような欠点がなく、実装が容易な塑性論に基づく履歴モデルを採用する。ここでは、塑性論モデルの一つとして知られるOzdemirモデル^[7]の拡張を提案する。

Ozdemirモデルの考え方に基づいた上で、1) 引張側と圧縮側で非対称挙動を示し、2) 引張側変形が増大するにつれて剛性が増加するような履歴モデルを提案する。ダンパーによる復元力を

$$F_D = F_D^A + F_D^H \quad (1)$$

と表し、非対称挙動とハードニング効果に各項がそれぞれ対応するようにする。

非対称挙動項の弾性構成則、および非弾性ひずみの発展則をそれぞれ

$$\dot{F}_D^A = K_D^A (\dot{d} - \dot{d}_m), \quad (2)$$

$$\dot{d}_m = |\dot{d}| \cdot \text{sgn}(\xi) \cdot |\xi|^n, \quad (3)$$

と与える。ここで、 F_D^A は軸方向力、 d は軸方向変形、 d_m は軸方向変形の非弾性成分、 K_D^A は弾性剛性、 ξ は正規化された過応大力とする。さらに、過大応力 ξ 、一次元背応力 β の発展則、履歴ルー

プ形状定数 n をそれぞれ

$$\xi = \frac{F_D^A - \beta}{Y}, \quad (4)$$

$$\beta = \frac{1}{2} \{ (Y^+ + \beta^+) + (Y^- + \beta^-) \}, \quad (5)$$

$$n = \begin{cases} n^+ & (\dot{d} \geq 0) \\ n^- & (\dot{d} < 0), \end{cases} \quad (6)$$

$$\dot{\beta}^+ = \alpha^+ K_D^A \dot{d}_m, \quad \dot{\beta}^- = \alpha^- K_D^A \dot{d}_m, \quad (7), (8)$$

$$Y = \frac{1}{2} \{ (Y^+ + \beta^+) - (Y^- + \beta^-) \}, \quad (9)$$

と与える。ここで、引張側と圧縮側でそれぞれ異なる移動硬化を仮定しており、 $(\cdot)^+$ は引張側、 $(\cdot)^-$ は圧縮側の量を表す。また、 Y は平均降伏軸方向力、 α は移動硬化係数とする。

ハードニング項の軸方向力-軸方向変形関係を

$$F_D^H = \eta_1 \exp(\eta_2 d) \quad (10)$$

と与える。ここで、 η_1, η_2 はハードニングの度合いを表す係数である。

第2節に示した実験データから、必要となるモデルパラメータ値を非線形最小二乗法により推定する。得られたパラメータ値を表2に示す。なお、表2に示されたものは、軸方向変形の単位をmm、軸方向力の単位をkNとした場合の値である。表2のパラメータ値を用いて得られる荷重変形曲線と、実験データの荷重変形曲線を図6に示す。

表2 モデルパラメータ値

K_D^A	6.45 kN/mm		
Y^+	47.1 kN	Y^-	-51.6 kN
α^+	0.25	α^-	0.11
n^+	2.96	n^-	1.00
η_1	4.38	η_2	0.08

(単位：mm, kNに対して)

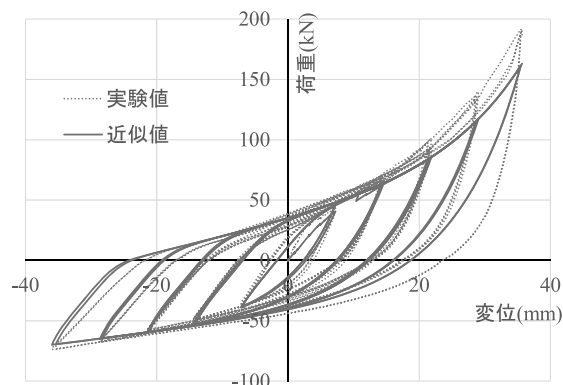


図6 荷重変形曲線の比較

4. 数値解析例

前節までに提案した履歴モデルを用いた数値解析により、提案ダンパーの有効性を検討する。対象建物はS造地上3階建ての事務所とする。図7に本建物の平面図及び軸組図を示す。水平地震力はY方向にのみ作用させる。柱梁断面形状及び階高・スパンを表3に、外力分布をAi分布として得られた層せん断力-層間変形角関係曲線、およびトリニア型として近似した主体架構の復元力特性を図8に示す。

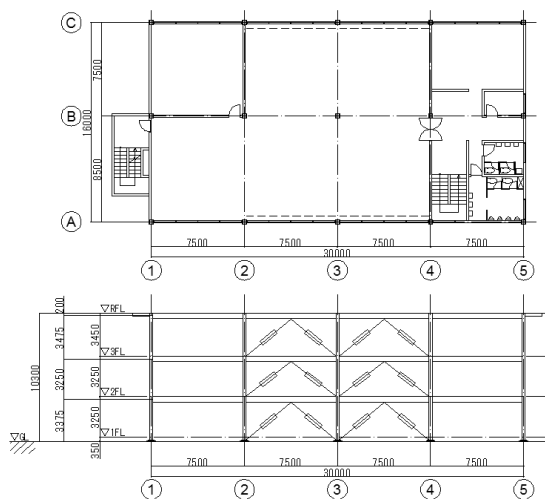


図7 基準階平面図・軸組図

表3 柱梁断面形状及び階高・スパン

柱	階	断面形状	階高	1階	3.60m
	1~3階	H-250×250×9×14	2階	3.25m	
			3階	3.45m	
梁	階	断面形状	ブレース側(Y方向)	7.5m	
	R階	H-400×200×8×13	ラーメン側(X方向)	8.5m	
	2~3階	H-450×200×9×14			

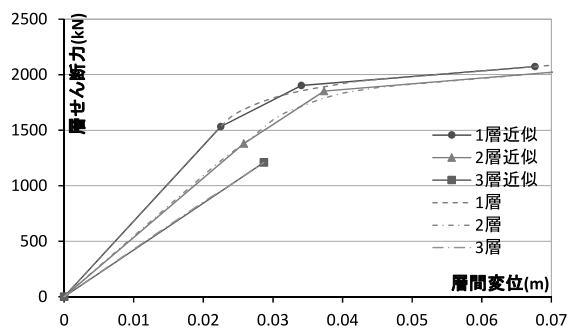


図8 層せん断力-層間変形角関係曲線

各層を質点とした3層せん断質点系モデルに、主体架構をモデル化し、Newmark β 法による時刻歴応答解析を行う。平均加速度法として $\beta=1/4$ 、積分時間刻みを0.001秒と与える。モデルの減衰係数として、1次の減衰定数を2%に与えた初期剛性比例減衰を与える。設計用地震動として観測記

録波 El Centro 1940 NSを用いる。この地震動のPGA（最大地動加速度）は 341.7cm/s^2 であり、これをEl Centro（原波）と呼ぶ。PGV（最大地動速度）が 50cm/s となるように規準化したものをEl Centro (Lv2)、振幅をさらに2.3倍したものをEl Centro（大振幅）と、以降では呼ぶ。表4にそれぞれの地震動のPGAとPGVを示す。

表4 設計用地震動 PGA, PGV

地震動	PGA(cm/s ²)	PGV(cm/s)
原波	341.7	33.5
Lv2	509.1	50.0
大振幅	1171.0	115.0

図9に各地震動に対するダンパーの応答軸方向力-軸方向変形関係曲線を示す。静的漸増載荷実験により得られた荷重変形関係と近い挙動を示していることがわかる。よって実験データから得られた変形レベルの範囲内では精度よく荷重変形曲線を再現できていると言える。

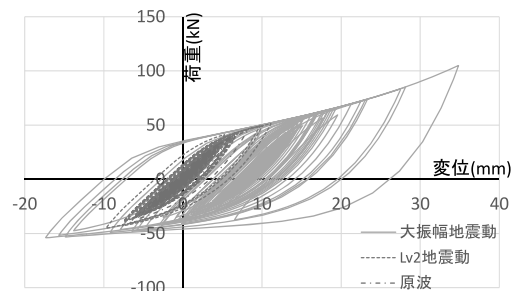


図9 ダンパー応答における荷重変形曲線

各地震動における最大応答層間変形角を表5にまとめる。さらに図10にダンパー配置有無の場合をそれぞれ図示する。原波とLv2地震動では各層において3~4割程度の応答低減が実現されている。図11に大振幅地震動に対する第1層の応答層せん断力-層間変形角関係曲線を示す。図11(a)にダンパーを配置した場合の応答、骨組とダンパーが負担するせん断力を、図11(b)にダンパーを配置しない場合の骨組応答をそれぞれ示す。大振幅地震動では、ダンパーを配置しても主体架構は大きく塑性化している。しかし、変形の大きい領域で第1層への変形集中が抑制されており、ダンパーのハードニング効果による建物全体の接線剛性の確保が寄与しているものと考えられる。さらに、第1層の残留変形（層間変形角）を表6にまとめる。ダンパー配置により残留変形は小さくなるが、大振幅地震動時の低減率は10%程度に止まる。この結果からは残留変形抑止に本ダンパーが特に有効とは言えず、今後の課題である。

表5 最大応答層間変形角(1/1000rad)

層	ダンパー無し			ダンパー有り			最大応答低減率		
	原波	Lv2	大振幅	原波	Lv2	大振幅	原波	Lv2	大振幅
1層	4.52	6.81	16.75	3.12	4.29	13.42	31%	37%	20%
2層	4.67	6.93	9.87	2.82	3.99	8.88	40%	42%	10%
3層	2.82	4.22	8.09	1.57	2.20	4.76	44%	48%	41%

表6 第1層残留変形角(1/1000rad)

地震動	ダンパー		残留変形低減率
	無し	有り	
原波	0.05	0.03	37%
Lv2	0.23	0.04	80%
大振幅	3.70	3.29	11%

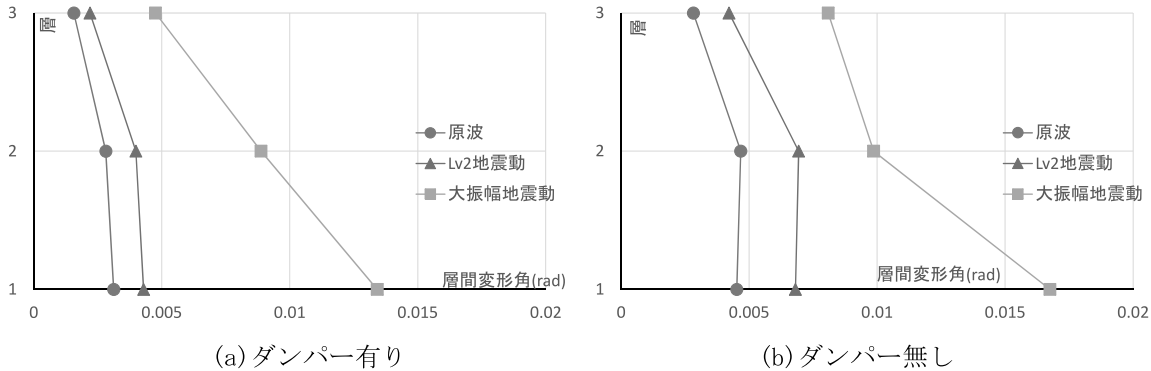


図10 最大層間変形角

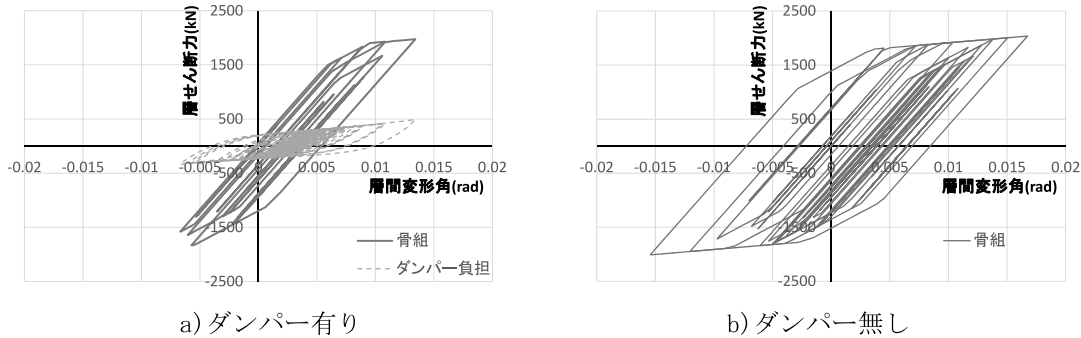


図11 第1層応答層せん断力-層間変形角: El Centro (大振幅)

5. 結論

本研究から得られた結論は以下の通りである。

1. 塑性論に基づく履歴モデルである Ozdemirモデルを拡張し、非対称挙動およびハードニング効果を表現でき、かつ実装の容易な履歴モデルを提案した。
2. 実験データが得られている変形レベルの範囲内では、静的載荷実験による荷重変形曲線を精度よく再現できた。
3. PGVを50cm/sに規準化した地震動では最大応答層間変形角が3~4割程度低減され、PGVが100cm/sを超えるような地震動に対しても、第1層への変形集中が緩和された。

謝辞 本研究を進めるにあたり、松塚尚幸氏(元東京電機大学大学院生、現株式会社クロスファクトリー)から多大な協力を受けた。ここに記し、感謝の意を表す。

参考文献

1. 牧紀男, 寺川政司, 竹内泰: 特集前言 リジエンスというメッセージ, 日本建築学会 建築雑誌 127(1629), pp.10-11, 2012.
2. Yamakawa, M., Tatibana, M., Hukazawa, K., Nihei, M.,

- Ohsaki, M., Nakamura, T. and Yamanouchi, H.: Parameter Identification and Numerical Analysis of Spring Steel Damper with A Heuristic Optimization Approach, The 8th China-Japan-Korea Joint Symposium on Optimization of Structural and Mechanical Systems (CJK-OSM8), Gyeongju, Korea, Paper No. 104, 2014.
3. 田畑正幸, 山川誠, 立花正彦, 深澤協三, 二瓶光希, 中村拓造: ばね鋼と低降伏点鋼を用いた弾塑性ダンパーの数値解析モデル提案・検討, 計算工学講演会論文集 Vol.19, E-4-1, 2014.
4. 倉島翔史, 松塚尚幸, 深澤協三, 立花正彦, 中村拓造, 山内泰之: ばね鋼と低降伏点鋼を用いた弾塑性ダンパーに関する実験的研究(その1) 実験計画, 日本建築学会大会学術講演梗概集(東海), pp.887-888, 2012.
5. 松塚尚幸, 倉島翔史, 深澤協三, 立花正彦, 中村拓造, 山内泰之: ばね鋼と低降伏点鋼を用いた弾塑性ダンパーに関する実験的研究(その2) 実験結果, 日本建築学会大会学術講演梗概集(東海), pp.889-890, 2012.
6. Mettupalayam, V.S. and Reinhorn, A.M.: Hysteretic models for deteriorating inelastic structures, Journal of Engineering Mechanics 126(6), pp.633-640, 2000.
7. Ozdemir, H.: Nonlinear transient dynamic analysis of yielding structures, PhD Dissertation, University of California, Berkely, 1976.

被災建物の目視点検を補助する変形記憶型の制振デバイス

倉田真宏, 京都大学防災研究所

1. はじめに

大地震への備えとして、制振構造に代表されるように損傷を抑制する工夫が重要であることは言うまでもない。加えて、地震時の混乱を低減するためには、避難が必要か、また継続して建物を使用しても良いか、といった判断を素早く下せる環境づくりが肝要である。南海トラフ巨大地震の経済的な被害推定（中央防災会議，平成25年3月）では、生産活動の低下による損失は30兆円と試算されている。特に、2004年の新潟県中越地震のように大きな余震が続いた場合には、施設や設備の総点検を何回も繰り返すこととなり、その後の復興に大幅な支障を来す。

現在開発が進む構造ヘルスマニタリング技術では、従来の建築構造になじみがないセンサー類を配備し運用しなければならず、初期・維持コストの面も含めて一般的な建物への適用には課題が多い。そこで著者らは、一般的な構造物に用いられる制振部材にセンサーとしての機能を付与し、建物の最大層間変形角を地震後に目視で素早く察知するデバイスの開発に取り組んできた。本稿は提案デバイスの検証試験について報告する。

2. 変形記憶型の制振デバイス

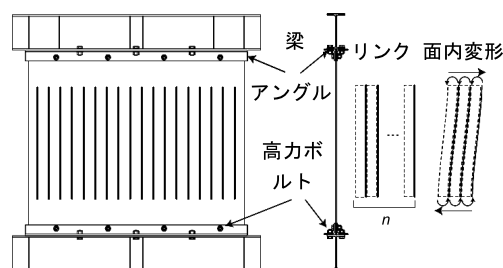
スリット入りせん断鋼板壁

既存建物への適用例が多いエネルギー消費部材として、スリット入りせん断鋼板壁がある。図1に示すように、鋼板壁は上下の梁に接合され、せん断変形により地震力に抵抗する。スリットに囲まれた鋼板短冊（ここでは、リンクと呼ぶ）を連続形成することで、板の全体座屈を抑制し、大変形に至るまで安定な履歴性状を確保したものである。

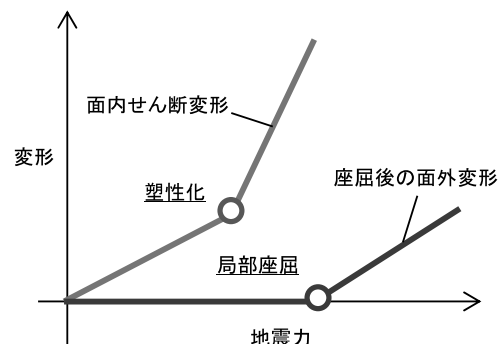
変形記憶機能

図2に地震力を受けたリンクの変形を模式する。鋼板壁にせん断力が作用すると、各リンクは柱のように面内にせん断変形し、大きな地震力ではリ

ンクの端部が塑性化する。さらに大きな地震力では、塑性化部に局部座屈が発生し、リンク全体が急激に面外に回転を始める。面内変形は弾性域から連続的に進行するという点でアナログ（連続的）な指標であり、損傷度を推定するためには残留した変形量を正確に計測しなければならない。一方で、面外変形は残留する変形がゼロの状態から急激に大きくなるという点で、デジタル（離散的）に評価できる可能性があり、本研究ではこの特性を変形記憶機能として利用する。



(a) スリット入りせん断鋼板壁

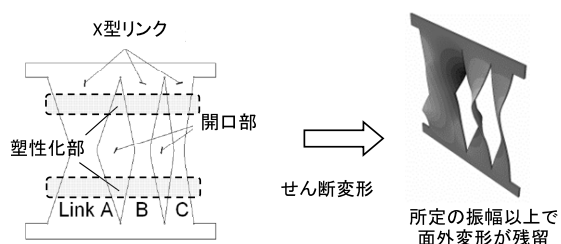


(b) 地震力による変形の進行

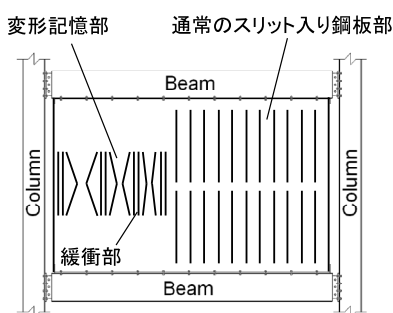
図1 スリット入りせん断鋼板壁

X型リンクへの展開

先述のスリット入りせん断鋼板壁では、1) 大変形でリンク端部が破断する、2) 面外変形の量が限定的である、という問題があった。そこで本研究では、図2aに示すように開口部の形状を工夫することで塑性化領域をリンク中央と端部の中間部に集中させた、X型リンク付き鋼板壁を開発した。1枚の鋼板にひし形の開口部をレーザーカ



(a) 開口部を設けた鋼板の面外変形



(b) 取り付けイメージ図

図2 変形記憶型の制振デバイス

ットすることで、幅の異なる複数のX型リンクの集合体としている。また図2bに示すように、一枚の鋼板に変形記憶部と通常のスリット入り鋼板部を組み込むことで、変形記憶機能を有しながら高エネルギー消費機能も保持した制振デバイスが可能となる。

設計要件

有限要素法を用いた数値解析により、局部座屈の発生に伴う面外変形が顕著になるせん断変形角は、リンクの幅厚比により制御できることを突き止めた。したがって、図2aのように幅厚比の異なるリンクを組み合わせることで、変形の増大とともに幅の大きなリンクから順に面外に座屈する制振デバイスができる。局部座屈は塑性化部に発生するため面外変形は除荷後も残留する。ただし、リンクのアスペクト比が極端に大きい場合には、リンクの座屈モードが異なり（全体座屈が局部座屈に先行）、幅厚比による制御はできない。

3. 検証試験

本助成を受けて、変形記憶型の制振デバイスの性能について、これまでに獲得した知見を実験により検証した。

載荷装置と基準試験体

載荷装置を図3に示す。同一の鋼板試験体を二

つの図のように設置し、鉛直方向に設置した油圧ジャッキにより試験体にせん断変形を与えた。リンクの形状や高さなどをパラメタとして実験を実施した。本稿では、図4に示す基準試験体の結果を報告する。試験体は実大の約1/5の寸法（壁部高さ360mm）とし、鋼板には板厚4.5mmのSS400材を使用した。幅の大きい順にLink 1, Link 2, およびLink 3の目標せん断回転角を2%, 3%, および4%として、有限要素法解析の結果に基づき各リンクの幅（幅厚比）を決定した。リンク中央部が回転し、隣り合うリンク同士に隙間ができた時点（中央羽出し部端部の相対変位が板厚を超えた時点）を面外変形の発生確認の指標とした。

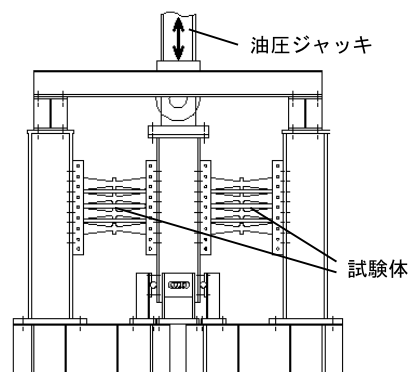
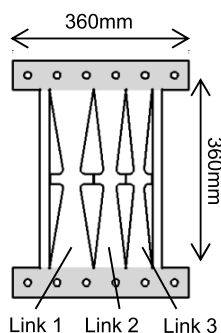


図3 載荷装置



(a) 形状 (b) 繰り返し載荷時の面外変形

図4 基準試験体

載荷履歴には、漸増繰返しと地震応答の2種を使用した。前者では、試験体のせん断変形角（面内変位をリンク高さで除したもの）が5%に達するまで振幅を漸増させ、各振幅において載荷を2回繰返した。後者では、地震型応答履歴として広帯域地震動に対する1質点系の弾塑性応答変位を入力波として与えた。

漸増繰返し载荷の結果

漸増繰返し载荷を与えた試験体での面外変形履歴を図5に示す。図の横軸はせん断変形角、縦軸は各リンク中央部の面外への回転角を示している。各リンクは所定の目標せん断変形角で順に面外に急激に回転した。回転角が板厚分に達したせん断変形角は2.5%、3.5%、4.5%となり、解析に基づく設計に比べて0.5%ずつ遅れたが、これは試験体端部の固定度が解析に比べて低かったことに起因する。鋼板端部の固定度については、解析モデルの境界条件の設定法の工夫や変形角への補正係数の導入などを考えている。

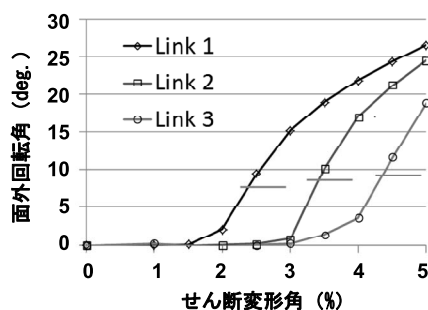


図5 繰返し载荷下の変形

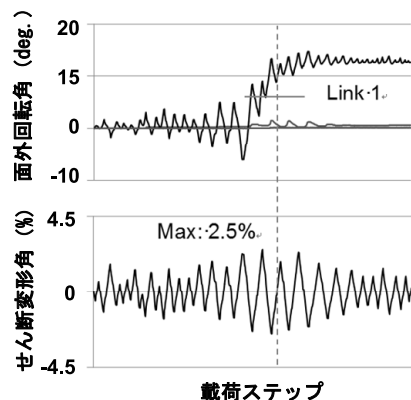


図6 地震応答载荷下の変形

地震応答载荷の結果

前節の結果に基づいて、最大せん断変形角を2.5%、3.5%、4.5%に調整した地震応答変位を载荷履歴として採用した。入力とする地震応答を2.5%とした場合には、Link 1のみが面外に回転した。図6に入力（せん断変形角）とLink 1中央部の面外回転角の履歴を例として示す。Link 1は入力の最大値を経験した後に面外に変形を始め、所定の回転角に到達した。Link 2とLink 3については、同試

験体を用いて入力の最大値を3.5%と4.5%としたときに、同じく面外変形が確認された。

エネルギー消費性能

試験体のせん断力-せん断変形角関係を図7に示す。図の横実線は最大耐力の理論値を表す。せん断変形角0.75%で塑性化した後、2%前後で理論値に対し97%の最大耐力に至った。その後の耐力は面外変形が進行した2%以降徐々に減少したが、5%に至っても最大値の83%を保持した。また面外座屈の発生以降はピンチングが発生するが相応のエネルギー消費性能を有している。大変形においてもより大きなエネルギー消費性能を確保するためには、図2bで示したように、通常のスリット入り鋼板部との併用が考えられる。

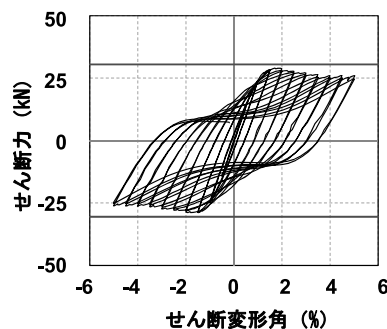


図7 せん断力-せん断変形角関係

4. まとめ

地震時に被った最大変形を記憶する制振デバイスとしてX形のリンクを有するせん断鋼板壁を提案し、実験においてその性能を検証した。有限要素法解析の結果からX形リンクが面外に座屈するせん断変形角は幅厚比に依存することを確認し、異なる幅厚比を持つリンクを連成した試験体を設計した。繰返し载荷および地震応答载荷の2種類の試験を実施し、リンクが面外に座屈する変形角は履歴に影響されず、主として最大変位にのみ依存することを実証した。

謝辞

本稿は、日本免震構造協会の2013年度「免震構造・制振構造に関わる研究助成」を受けて実施した。京都大学工学研究科の和留生氏、吹原慧氏、東郷拓真氏においては、本研究の遂行に大変なご助力をいただいた。ここに深く感謝の意を表す。

第6回 免震構造・制振建築物に関わる 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、9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、「2011年の東日本大震災における免震制震建物の問題点を解決するための研究」という課題を設定し、応募は1件でした。その他の応募8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3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：OpenSeesを用いた免震構造極限挙動解析システムの構築

代表者：菊地 優

所属：北海道大学大学院工学研究院建築都市空間デザイン部門教授

助成金額：100万円

講評：米国UC BerkeleyのPEERで開発・運用されているOpenSees（The Open System for Earthquake Engineering Simulation）を用いて、免震構造の極限挙動解析技術の高度化と情報共有化、極限挙動解析システムの開発と教育普及を目的とした研究である。OpenSeesは、地震応答解析を行えるオープンソフトで、誰でもが無料でダウンロードでき、世界中の各研究者が研究成果を同システムにアップすることで、最新の解析技術がタイムリーに利用できる。具体的には、日本国内で公表・実用化されている免震構造の高度な解析技術の実装を目指している。今後の成果・継続性・利用者などが議論となったが、内容は拡張高く、高精度の解析ソフトが一般ユーザーにも普及されること、新たなグローバル化の方策にも期待できるとして採用することとなった。

(2) 研究課題：制振鋼構造骨組における柱及び梁の応答制御設計法

代表者：木村祥裕

所属：東北大学未来科学技術共同研究センター教授

助成金額：100万円

講評：ブレース型制振ダンパーを取り付けた鉄骨架構の性能評価の高精度化を目的とした研究である。制振構造で最も多用されている構造形式の一つと言えるが、ダンパー力によって柱梁に生じる軸力の影響は、建物の制振設計において無視することはできず、これを縮小模型振動台実験と数値解析で明らかにしようとしている。また、ダンパーの塑性率によって上述の影響は異なるため、様々な条件を想定しておく必要がある。実用面や制振構造の健全な普及への貢献面で期待が高く、採用することとなった。

【おわりに】

本協会の研究助成は昨年度より、従来に比較して1カ月早めの工程とし、案内を3月初旬、公募期間を4月末日までとし、審査を5月に行うこととしました。選考から発表までの期間も短縮して6月初旬に選考結果を発表しました。その結果、研究の助成期間は6月初旬から3月末となり、一昨年度までより約2カ月長くなっています。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前委員長時代から懸念に応えたものであります。その分、募集終了から審査にあたる工程がタイトとなりましたが、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。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といたします。

【選考委員】

<研究助成審査委員会>

古橋 剛（委員長）、荻野伸行、可児長英、坂田弘安、竹中康雄、田村和夫

「名古屋大学減災館」 見学講演会

普及委員会 教育普及部会

名古屋大学減災連携研究センター長 福和伸夫教授の多大なる御協力を得て、「名古屋大学減災館」の見学講演会を開催致しました。当日は、福和教授の熱いご講演のあと、当日の急な御願いにもかかわらず災害対策室長 飛田潤教授にも御協力頂き、2班に分かれて館内を見学させて頂きました。地震災害に関連する模型、古文書など各種展示物や揺れを体験できる装置が設置されており、また建物全体を揺らすなど実験機能も備えており、専門家のみならず素人にも地震と建物について体感することが出来る挑戦的な建物です。見学直前には建物全体を揺らす自由震動の体験をさせて頂きました。御協力頂いた名古屋大学の関係者の皆様に改めて御礼申し上げます。

■「名古屋大学減災館」 見学講演会 ■

開催日：2014年5月23日

参加者：会員43名、教育普及部会・事務局より5名 計48名

プログラム：

- 15:00～15:05 主催者挨拶
- 15:05～15:35 講演（名古屋大学 減災連携研究センター長 福和伸夫教授）
- 15:35～15:40 設計者（日建設計）挨拶
- 15:40～16:40 見学（2班に分かれて行動）
- 16:40～16:50 休憩
- 16:50～17:05 質疑
- 17:15～20:00 意見交換会



福和先生



飛田先生



会場の風景



見学の風景

平成26年度通常総会議事録

日 時 平成26年6月11日（水）
開 会 午後4時
会 場 明治記念館 2階「鳳凰」
東京都港区元赤坂2-2-23

総表決数 296個

本日出席会員数 233名（出席者81名、委任状出席
152名）

議決権数 233個

定 足 数 149個

■議案

第1号議案 平成25年度事業報告承認の件

第2号議案 平成25年度収支決算承認の件

第3号議案 役員選任承認の件

第4号議案 審議員選出承認の件

第5号議案 顧問の報酬等に関する件

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引き続き、西川孝夫会長が挨拶した。

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) 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、満場一致をもって西川孝夫会長が議長に選任された。続いて、議事録署名人2名には、荻野 伸行氏（第一種正会員）と西村 功氏（第二種正会員）が選任され、両人とも承諾した。

4) 議案審議

第1号議案 平成25年度事業報告承認の件

第2号議案 平成25年度収支決算承認の件

議長は、事務局に説明を求め、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。続いて梅野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。

第3号議案 役員選任承認の件

第4号議案 審議員選出承認の件

議長は、事務局に説明を求め、専務理事より本年度は定款附則の規定により役員が任期満了となるので、後任として役員28名の選任を行いたい旨を述べた後、その選任を諮ったところ、満場異議なく別紙役員候補者リスト記載のとおりの方が選任された。

続いて、審議員についても、役員を選任の主旨と同様である旨を述べ、後任として20名の審議員選出を行いたい旨を述べた後、その選出を諮ったところ、満場異議なく別紙審議員候補者リスト記載のとおりの方が選出された。

なお、被選任者・被選出者は、いずれもその就任を承諾した。

第5号議案 顧問の報酬等に関する件

議長は、事務局に説明を求め、専務理事より、今後顧問（常勤）を置くことに際し、定款第19条・常勤の顧問に対しては、報酬額の範囲を、総会において定める必要がある旨を述べた後、審議に入ったが、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。

5) 報告事項

・専務理事より、平成26年度事業計画及び収支予算書の報告があった。

・専務理事より、免震データ集積結果報告及び図書案内があった。

・古橋委員長より、「研究助成」の選考結果報告があった。

・立道委員長より、創立20周年記念事業／学生アイデアコンペ入選者発表と創立二十周年記念フォーラムプログラム案についてのお知らせがあった。

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。

6) 閉会

以上をもって、一般社団法人日本免震構造協会平成26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20分閉会を告げた。

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2名が下記に署名捺印する。

平成26年6月11日

議長（代表理事）	西川 孝 夫
議事録署名人	荻野 伸 行
議事録署名人	西村 功

臨時理事会議事録

日 時：平成26年6月11日（水）午後4時45分～4時50分

会 場：明治記念館 2階「孔雀の間」 東京都港区元赤坂2-2-23

出席者 理 事：安達俊夫、市川 康、丑場英温
大熊武司、勝俣英雄、北村春幸
児嶋一雄、沢田研自、鈴木重信
曾田五月也、立道郁生、田中幹男
鳥井信吾、中澤昭伸、西村 功
能森雅己、野中康友、古橋 剛
細澤 治、三田 彰、山口昭一
山崎眞司、和田 章

監 事：竹内 徹、細野幸弘、三町直志
事務局：可児長英、佐賀優子

欠席者 理 事：神田 順、島崎和司

◇開 会／定足数の報告

事務局より、本日の理事会は定足数（出席理事23名／理事総数25名）を、満たしているので理事会が成立する旨が告げられた。続いて、会長（議長）が決まるまで、可児前専務理事が進行役となり審議に入った。

◇議事録署名人選出

定款第37条により、新会長（代表理事）と出席監事の竹内 徹監事・細野幸弘監事・三町直志監事の4名が議事録署名人になった。

■議 事

◇審議事項

1) 会長の選任について

定款第31条により会長は、理事会の決議により理事の中から選任する旨が述べられ、会長に和田 章理事が選任され、被選任者も就任を承諾した。

2) 副会長及び専務理事の選任について

定款第13条により副会長及び専務理事は、理事会の決議により理事の中から選任する旨が述べられ、副会長に、鳥井信吾理事・丑場英温理事・田中幹男理事の3名、専務理事に、沢田研自理事が選任され、被選任者も就任を承諾した。

3) 顧問の委嘱について

定款第19条により顧問は、理事会の同意を経て、会長が委嘱する旨が述べられ、可児前専務理事を顧問にすることについて、同意が得られ、会長が委嘱した。

また、常勤顧問の報酬は、総会で支給する総額の範囲が定められ、支給基準については、理事会で決めるとされたので、審議の結果、会長に一任することで承認された。

4) 運営委員会委員長および委員の委嘱について

事務局より、運営委員会委員長として、鳥井信吾氏（日建設計）、運営委員会委員委嘱5名について説明があった。審議に入り異議なく承認された。

◇閉 会

以上で、議案の審議を終了したので、午後4時50分に閉会した。

第37条2項により、出席した代表理事及び監事は議事録に、署名押印する。

平成26年6月11日

代表理事 和田 章
監 事 竹内 徹
監 事 細野 幸弘
監 事 三町 直志

当会では、本年6月11日の総会にて、あらたな役員が就任し、下記の陣容で新事業年度を、スタートいたしました。何卒ご高承の上、一層のご支援を賜りますようお願い申し上げます。

新役員リスト

平成26年度～平成27年度（任期は2年）

氏名あいうえお順

会 長	和田 章	東京工業大学（名誉教授）
※副 会 長	鳥井 信吾	（株）日建設計
副 会 長	丑場 英温	清水建設（株）
※副 会 長	田中 幹男	昭和電線デバイステクノロジー（株）
専務理事	沢田 研自	日本免震構造協会
理 事	安達 俊夫	日本大学
※理 事	市川 康	新日鉄住金エンジニアリング（株）
理 事	大熊 武司	神奈川大学（名誉教授）
※理 事	勝俣 英雄	（株）大林組
※理 事	神田 順	日本大学
理 事	北村 春幸	東京理科大学
※理 事	児嶋 一雄	鹿島建設（株）
理 事	島崎 和司	神奈川大学
理 事	鈴木 重信	（株）ブリヂストン
理 事	曾田五月也	早稲田大学
※理 事	立道 郁生	明星大学
※理 事	中澤 昭伸	（株）織本構造設計
理 事	西村 功	東京都市大学
理 事	能森 雅己	三井住友建設（株）
理 事	野中 康友	（株）安藤・間
※理 事	古橋 剛	日本大学
理 事	細澤 治	大成建設（株）
※理 事	三田 彰	慶應義塾大学
理 事	山口 昭一	（株）東京建築研究所
理 事	山崎 眞司	東京電機大学
監 事	竹内 徹	東京工業大学
※監 事	細野 幸弘	オイレス工業（株）
※監 事	三町 直志	（株）日本設計

※は新任、無印は再任

なお、前専務理事 可児長英は、顧問（常勤）に就任いたしました。

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26の規定に基づき、国土交通大臣が認定を行いますが、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条第一号(第二号口、第三号口及び第四号口を含む)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・制震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	高山 峯夫	(福岡大学)
副委員長	田才 晃	(横浜国立大学)	副委員長	曾田五月也	(早稲田大学)
〃	山崎 真司	(東京電機大学)	委員	田村 和夫	(千葉工業大学)
委員	楠 浩一	(東京大学)		西村 功	(東京都市大学)
	小山 信	(建築研究所)		山崎 真司	(東京電機大学)
	島崎 和司	(神奈川大学)			
	曾田五月也	(早稲田大学)			
	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/>

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				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)
1	MNNN - 3708	2009/2/5	ERI-J08052	(仮称)ラフィネ松本本庄	客生庵	構造フォーラム	RC	14	-	682.1	7572.2	41.3	42.0	長野県松本市	高減衰積層ゴム
2	MNNN - 3709	2009/2/5		(仮称)三菱電機㈱中津川製作所 飯田V第2工場	三菱地所設計(飯島設計)	三菱地所設計(飯島設計)	RC	4	-		23,970	29.0		長野県飯田市	積層ゴム支承 鉛プラグ入り積層ゴム オイルダンパー
3	MNNN - 3722	2009/1/7	ERI-J08036-01	(仮)芝大門ビル	野村不動産戸田建設	野村不動産戸田建設	S	11	2	1347.1	16315.6	46.7	54.6	東京都港区	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
4	MNNN - 3728	2009/2/5	GBRC建評-08-022B-011	(仮称)大阪中崎町計画	三菱地所設計	竹中工務店	RC.S	13	0		10,293	41.9		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
5	MNNN - 3736	2009/2/10	JSSI-構評-08017	(仮称)上相師谷1丁目プロジェクト	スターツCAM	スターツCAM伸構造事務所	RC	4	-	289.3	997.2	11.69	12.33	東京都世田谷区	鉛入り積層ゴム 回転機構付すべり支承
6	MNNN - 3737	2009/2/10	JSSI-構評-08019	(仮称)国領町5丁目杉崎マンション	スターツCAM	スターツCAMダイナミックデザイン	RC	5	-	337.4	1184.1	14.4	14.895	東京都調布市	鉛入り積層ゴム 回転機構付すべり支承
7	MNNN - 3741	2009/1/20		石箱金属興業草加工場再構築(1期)新A棟	竹中工務店	竹中工務店	RC	4	-		6,003	18.9		埼玉県草加市	LRB 天然ゴム系積層ゴム
8	MNNN - 3744	2009/2/10	ERI-J08054	相模原キャンパス一般教育部新棟	日成建築設計事務所	鹿島建設	RC	7	-	2271.4	13437.7	31.8	32.9	神奈川県相模原市	高減衰積層ゴム 弾性すべり支承
9	MNNN - 3745	2009/2/10		(仮称)御殿山プロジェクトAブロック	日建設計大成建設	大成建設	RC	9	1		63,935	37.5		東京都品川区	鉛プラグ入り積層ゴム すべり支承
10	MNNN - 3763	2009/2/12	ERI-J08053	島根大学医学部附属病院棟	岡田新一設計事務所	繊維構造設計	RC.S	9	0		17,366	35.40		島根県出雲市	鉛プラグ挿入型積層ゴム支承 天然ゴム系積層ゴム 弾性すべり支承 減衰ゴマ
11	MNNN - 3764	2009/2/17	JSSI-構評-08018	(仮称)石神井台3丁目プロジェクト	スターツCAM	スターツCAMジェーエスディー	RC	5	-	614.5	2095.9	14.85	15.095	東京都練馬区	鉛入り積層ゴム 回転機構付すべり支承
12	MNNN - 3776	2008/11/21	BCJ基評-18077601	いの町立国民健康保険 仁淀病院	東畑建築事務所	東畑建築事務所	S	3	1		6,045	16.30		高知県香川郡	天然ゴム系積層ゴム 鉛プラグ入り積層ゴム 転がりすべり支承 粘性ダンパー
13	MNNN - 3784	2009/2/23		(仮称)全日空殿町計画	大成建設	大成建設	SRC	8	1		45,421			神奈川県川崎市	LRB
14	MNNN - 3797	2009/2/23		(仮称)御殿山Cブロック	大成建設	大成建設	地下SRC造、地上S造	6	2		20,000	37.0		東京都品川区	積層ゴム支承 弾性すべり支承
15	MNNN - 3800	2009/2/23	ERI-J08063	(仮称)深沢マンション	生和建設	酒井建築工学研究室	RC	10	-	132.8	1132.9	31.7	36.2	東京都品川区	高減衰積層ゴム
16	MNNN - 3801	2009/2/23		(仮称)NTT新高津ビル	NTTフレッヂーズ	NTTフレッヂーズ	RC	9	-		10,736	47.7		大阪府大阪市	積層ゴム 直動転がり支承
17	MNNN - 3827	2009/3/2		大塚製薬 徳島第十研究所	鹿島建設	鹿島建設	SRC	5	-	2,462.41	10,337.65			徳島県徳島市	高減衰積層ゴム すべり支承
18	MNNN - 3833	2009/3/2	ERI-J08058	JA尾道総合病院	大旗連合建築設計	大旗連合建築設計	RC	8	-	9502.2	36718.8	39.1	42.1	広島県尾道市	高減衰積層ゴム
19	MNNN - 3835	2009/3/2	JSSI-構評-08020	(仮称)関口様高田駅前プロジェクト	スターツCAM	スターツCAM能勢建築構造研究所	RC	6	-		1,483	18.9		神奈川県横浜府	鉛プラグ入り積層ゴム 回転機構付すべり支承
20	MNNN - 3852	2009/3	GBRC建評-08-022B-012	福岡赤十字病院	日建設計	日建設計	S	8	0		6,243	32.8		福岡県福岡市	天然ゴム系積層ゴム支承 弾性すべり支承 鉛ダンパー 鋼材ダンパー
21	MNNN - 3856	2009/3/9		(仮称)プレミスト福川	アーキプランナー級建築事務所	アーキプランナー級建築事務所	RC	17	-		6,433			静岡県静岡市	OD NRB LD SD
22	MNNN - 3868	2009/3/9	JSSI-構評-08022	(仮称)松原棟東品川二丁目プロジェクト	スターツCAM	スターツCAMダイナミックデザイン	RC	10	0		1,503	31.1		東京都品川区	鉛プラグ入り積層ゴム
23	MNNN - 3872	2009/3/9	UHEC評-構20034	足利赤十字病院	日建設計	日建設計	RC	9(病棟) 4(中央診療棟+外棟)	-		13,707	41.2		栃木県足利市	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
24	MNNN - 3894	2009/3/24	BCJ基評-180785-01	東北陸銀行アルプスビルバックアップセンター	日建設計	日建設計	SRC RC	6	-	2050.0	10207.0	29.6	37.6	富山県富山市	鉛プラグ入り積層ゴム
25	MNNN - 3940	2009/5/7	JSSI-構評-08023	(仮称)中野棟マンション	スターツCAM	スターツCAM能勢建築構造研究所	RC	8	0		1,884	24.0		千葉県我孫子市	鉛プラグ入り積層ゴム 回転機構付すべり支承
26	MNNN - 3952	2009/5/7		箱根小涌谷古館	佐藤洋	佐藤洋	S	3	有		7693.0			神奈川県箱根町	天然ゴム系積層ゴム 弾性すべり支承
27	MNNN - 3960	2009/5/15	ERI-J08067	株式会社精工社KOC第2期	フジ総合企画設計	エス・イー・アイ構造設計事務所	RC	7	-	-	-	32.0	32.7	茨城県笠間市	高減衰積層ゴム オイルダンパー
28	MNNN - 3961	2009/5/7	ERI-J08060	浜松市医師会館	竹下一級建築士事務所	飯島建築事務所	S SRC	7	1	923.7	5987.8	35.8	36.6	静岡県浜松市	高減衰ゴム系積層ゴム支承
29	MNNN - 3980	2009/5/7		(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	2	0		3,671	12.0		福岡県双葉郡	鉛入り積層ゴム 天然系積層ゴム 剛すべり支承 オイルダンパー
30	MNNN - 3984	2009/4/9	ERI-J08057-01	(仮称)国際医療福祉大学三田病院	安井建築設計事務所	安井建築設計事務所	RC	11	2	3327.2	36728.4	46.9	53.2	東京都港区	鉛入り積層ゴム 天然系積層ゴム
31	MNNN - 3999	2009/5/14		日本赤十字社埼玉県支部社屋	横河建築設計事務所	横河建築設計事務所	RC	3	-					埼玉県さいたま市	NRB LRB SL
32	MNNN - 4027	2009/5/14	JSSI-構評-08026	シャリエ三島本町	東レ建設	東レ建設	RC	14	-		4,832			静岡県三島市	天然ゴム系積層ゴム オイルダンパー 回転機構付すべり支承(BSL)

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(市町村)	免震部材		
							構造	階	地下	延べ床面積(m ²)					
33	MNNN - 4050	2009/5/7		(仮称)虎ノ門一丁目計画	日建設計	日建設計	S	12	2		10,155	54.00		東京都港区	鉛プラグ入り積層ゴム 鉛ダンパー
34	MNNN - 4063	2009/5/15		(仮称)浜岡事務所免震棟	中部電力 鹿島・中電不動産共同企業体	中部電力 鹿島・中電不動産共同企業体	SRC	4	-	1,587.75	6,134.53	19.25	22.85	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 剛すべり支 オイルダンパー
35	MNNN - 4069	2009/5/15	ERI-J08047-01	(仮)ジャパングアテックス 津工場	フジ総合企画設計 戸田建設	戸田建設	RC	6	-	2132.7	10018.4	27.8	31.7	三重県津市	天然ゴム系積層ゴム 弾性すべり支 オイルダンパー
36	MNNN - 4075	2009/5/15		インテックグループ高岡ビル		押田建築設計	S	5			約8,280			石川県高岡市	鉛プラグ入り積層ゴム 天然ゴム系積層ゴム すべり支
37	MNNN - 4076	2009/5/15		中央合同庁舎第1号館北別館(耐震改修)	久米設計	久米設計	SRC	8	1		14,139			東京都千代田区	積層ゴム 直動転がり支
38	MNNN - 4077	2009/6/9		JR東海社員研修センター(仮称)	梓設計	梓設計	SRC	10			約45,000			静岡県三島市	LRB SL
39	MNNN - 4106	2009/6/24	GBRC建評-09-022B-001	神戸市危機管理センター	日建設計	日建設計	S	9	1		1,132	42.1		兵庫県神戸市	天然ゴム系積層ゴム 鉛ダンパー 鋼材ダンパー
40	MNNN - 4119	2009/6/24		川崎市立井田病院	山下設計	山下設計	RC	7	1	6600	32,700			神奈川県川崎市	RRB OD
41	MNNN - 4139	2009/10/12	BCJ基評-IB0795-02	鳥羽警察署庁舎棟	三重県県土整備部宮崎室 大建設	三重県県土整備部宮崎室 大建設	RC	3	0		2,939	14.4		三重県鳥羽市	高減衰積層ゴム
42	MNNN - 4151	2009/7/21		ファミリー東灘魚崎館免震化工事計画		竹中工務店	RC	9	1	1,840.04	9,426.00			兵庫県神戸市	オイルダンパー
43	MNNN - 4168	2009/7/21	JSSI-構評-09001	(仮称)青木様玉川4丁目ビル	スターツCAM	スターツCAM ダイミツデザイン	RC	3	0		810	13.2		東京都世田谷区	鉛プラグ入り積層ゴム 回転機構付すべり支
44	MNNN - 4169	2009/7/21	JSSI-構評-09002	鶴岡市消防本部・本署庁舎	佐藤総合計画・総建築設計共 同企業体	佐藤総合計画	RC	5	-		5,767.7	19.3		山形県鶴岡市	鉛プラグ入り積層ゴム 弾性すべり支
45	MNNN - 4182	2009/7/21	ERI-J08077	川崎幸病院 新築計画	山下設計	山下設計	RC	11			20,065	54.8		神奈川県川崎市	天然ゴム系積層ゴム LRB オイルダンパー 直動転がり支
46	MNNN - 4183	2009/7/21	UHEC評価-構21001	(仮称)市谷プロジェクト	声原太郎建築事務所	織本構造設計	RC	9	1	529.0	35,160.0	38.4	43.4	東京都新宿区	鉛プラグ挿入型積層ゴム支 弾性すべり支
47	MNNN - 4184	2009/7/21		高槻市消防本部庁舎		松田平田設計	RC	6	-		7,705			大阪府高槻市	NRB ESL
48	MNNN - 4193	2010/11/13		(仮称)吹田市・南金田2丁目マンション 計画	カノンアソシエイツ	和田建築	RC	14			19			大阪府吹田市	SL
49	MNNN - 4207	2009/7/2	BCJ基評-IB0780-02	気象庁清瀬庁舎(仮称)	NTTファシリティーズ	NTTファシリティーズ	RC	2	1	2028.4	5904.6	12.0	17.0	東京都清瀬市	天然ゴム系積層ゴム 鉛プラグ入り積層ゴム
50	MNNN - 4210	2009/7/21	BCJ基評-IB0799-01	香美市新庁舎	日本設計	日本設計	RC	5	-	1326.7	6,199.6	23.9	26.4	高知県香美市	天然ゴム系積層ゴム支 鋼製U型ダンパー・体型支 天然ゴム系積層ゴム支 すべり系支 鉛ダンパー
51	MNNN - 4231	2009/7/30	ERI-J09003	横浜ベイサイドマリーナ2期地区(仮称) マリーナクラブリゾートホテル	LKA総合デザイン研究所	TIS&PARTNERS 免震エンジニアリング	RC	3	-	1501.3	2,652.1	14.2	24.4	神奈川県横浜市	鉛入り積層ゴム すべり支
52	MNNN - 4274	2009/9/8	ERI-J09006	(仮称)山田赤十字病院	日本設計 (協力)竹中工務店	日本設計	S RC	5	-	14,797.6	52,987.4	22.7	34.6	三重県伊勢市	鉛入り積層ゴム 天然積層ゴム
53	MNNN - 4278	2009/9	HP評-09-002	(仮称)花咲団地マンション建替え事業C 棟	日建ハウジング	日建ハウジング	RC	11	-		2,560	30.6		神奈川県横浜市	鉛プラグ入り 天然ゴム系積層ゴム 弾性すべり支
54	MNNN - 4288	2009/9/25	ERI-J09009	精神医療センター(仮称)新館	昭和設計	昭和設計	RC	7	-	12845.0	55,313.5	29.2	33.9	東京都世田谷区	天然ゴム系積層ゴム 弾性すべり支 オイルダンパー
55	MNNN - 4289	2009/9/8	ERI-J09005	(仮称)八戸地域広域市町村圏事務組合 消防本部・八戸消防署	INA新建築研究所	酒井建築工学研究室	RC	5	-	1807.4	6,482.5	21.4	22.0	青森県八戸市	天然積層ゴム
56	MNNN - 4354	2009/9/25		欧州連合(EU)駐日欧州委員会代表部 建設プロジェクト	大成建設	大成建設	RC	6	1		10,296	22.00		東京都港区	積層ゴム支 弾性すべり支 オイルダンパー
57	MNNN - 4359	2009/9/25	JSSI一構評-09003	三洋化成工業株式会社 本社本館 免 震化計画	大日本土木	大日本土木	RC	5	1		5,938	21.8		東京都京都市	天然ゴム系積層ゴム 回転機構付すべり支B SL
58	MNNN - 4360	2009/8/12	JSSI-構評-08024	(仮称)八潮大野棟マンション	スターツCAM	スターツCAM 伸構造事務所	RC	9	0		1,414	26.4		埼玉県八潮市	鉛プラグ入り積層ゴム 回転機構付すべり支
59	MNNN - 4372	2009/9/25	ERI-J08078	(仮)豊田市中央保健センター(新東庁 舎)	山下設計	山下設計	S,RC	8	2		24,702	38.2		愛知県豊田市	天然ゴム系積層ゴム LRB 鋼材ダンパー 弾性すべり支
60	MNNN - 4379	2009/10/28	JSSI-構評-09004	(仮称)小澤様本宿町2丁目プロジェクト	スターツCAM	スターツCAM	RC	10	0		2,891	29.6		東京都府中市	積層ゴム 鉛プラグ入り積層ゴム 回転機構付すべり支
61	MNNN - 4399	2009/10/15		広島大学病院 診療棟	株式会社梓設計	梓設計	SRC	5	1		38,560.0			広島県広島市	天然ゴム系積層ゴム 鉛プラグ入り積層ゴム 増幅機構付回転転がりダンパー
62	MNNN - 4400	2009/10/7	HP評-09-004	(仮称)花咲団地マンション建替え事業A 棟	日建ハウジング	日建ハウジング	RC	11	1		1,191	30.9		神奈川県横浜市	鉛プラグ入り積層ゴム 天然ゴム系積層ゴム 弾性すべり支
63	MNNN - 4401	2009/10/7	HP評-09-005	(仮称)花咲団地マンション建替え事業B 棟	日建ハウジング	日建ハウジング	RC	10	-		936	30.8		神奈川県横浜市	鉛プラグ入り積層ゴム 天然ゴム系積層ゴム 弾性すべり支
64	MNNN - 4423	2009/10/26	ERI-J09014	(仮称)明治安田生命新東陽町ビル	竹中工務店	竹中工務店	S	12	1		96,241	55.0		東京都江東区	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 オイルダンパー
65	MNNN - 4432	2009/10/15	UHEC評価-構21009	慶應義塾大学(三田)新南校舎(仮称)	日建設計	日建設計	S SRC	7	1	2176.1	15,042.1	32.9	37.5	東京都港区	天然ゴム系積層ゴム支 弾性系減衰材
66	MNNN - 4444	2009/10/28	GBRC建評-09-022C-001	SPRC4PJ	竹中工務店	竹中工務店	SRC,RC	5	0		44,623			大阪府豊中市	鉛プラグ挿入型積層ゴム 天然ゴム系積層ゴム オイルダンパー
67	MNNN - 4450	2009/10/28	UHEC評価-構21004	(仮称)学校法人藤村学園12号館新築計 画	雄建築事務所 福島構造設計事務所 高環境エンジニアリング	雄建築事務所	RC	6	-	1,486.9	7,869.0	27.5	28.8	東京都国立市	鉛プラグ入り積層ゴム支 天然ゴム系積層ゴム支 すべり支 流体系ダンパー
68	MNNN - 4452	2009/10/28	ERI評-構J09019	(仮称)豊田鉄工株式会社社宅同棟計 画	フジタ	フジタ 高環境エンジニアリング	柱SRC+ 梁S	8			15,264	35.0		愛知県豊田市	天然ゴム系積層ゴム 鉛入り積層ゴム 弾性すべり支 粘性ダンパー
69	MNNN - 4453	2009/10/28	ERI-J09015	広尾3丁目計画	大林組	大林組	RC	3	2	1201.9	4,561.2	9.2	9.8	東京都渋谷区	鉛入り積層ゴム 高減衰積層ゴム すべり支
70	MNNN - 4454	2009/10/28	ERI-J09017	(仮称)株式会社ニコレイ・ロジスティクス 関東 東扇島物流センター	東亜建設工業	東亜建設工業 (協力)アール・エス・アイ、 ティー・アール・エー)	S PC	5	-	8371.9	36,250.7	34.9	38.1	神奈川県川崎市	天然積層ゴム 弾性すべり支 積層ゴム支+体型免震U型 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				最高高さ(m)	建設地(市まで)	免震部材		
							構造	階	地下	延べ床面積(m ²)					
71	MNNB - 4455	2009/11/6		(仮称)シテイホール	隈研吾建築設計都市設計事務所		RC+S	4	1		35,716	21.00	新潟県長岡市	すべり支承 オイルダンパー	
72	MNNN - 4458	2009/10/28	JSSI-構評-09006	(仮称)等々力1丁目計画	本多園夢建築デザイン事務所	ダイナミックデザイン	RC	5			2,577	14.5	東京都世田谷区	LRB NR BSL	
73	MNNN - 4478	2009/10/15	BCJ基評-IB0777-03	(仮称)F2免震重要棟	東電設計	東電設計 清水建設	RC (一部 S.SRC)	3	0		2,977	15.70	福島県双葉郡	LRB SL OD	
74	MNNN - 4490	2009/11/30	ERT-J09024	(仮称)秋田町SA	四電ビジネス	四電ビジネス 酒井建築工学研究所	RC	8	-	440.4	2775.3	26.1	29.4	徳島県徳島市	高減衰積層ゴム
75	MNNN - 4492	2009/11/30	UHEC評価-構21017	(仮称)さめき市民病院	共同建築設計事務所	織本構造設計	S RC	4	-	5243.4	14884.8	18.9	21.0	香川県さぬき市	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
76	MNNF - 4504	2009/11/30	UHEC評価-構21018	(仮称)中野プロジェクト 区域4	戸田建設	戸田建設	S	10	2		39,026	44.12	東京都中野区	天然ゴム系積層ゴム 鉛プラグ入り積層ゴム	
77	MNNN - 4509	2009/11/30		東京ベイ・浦安市川医療センター新病院	内藤建築事務所	織本構造設計	RC	8	1		27699.4			千葉県浦安市	鉛プラグ入り積層ゴム 直動転がり支承 増幅機構付回転粘性ダンパー
78	MNNN - 4510	2009/11/30	UHEC評価-構21016	(仮称)辻堂神台一丁目地区B-2街区計画	日建ハウジングシステム	日建ハウジングシステム	RC	15	-	2169.3	11108.9	44.9	45.0	神奈川県藤沢市	天然ゴム系積層ゴム支承 すべり支承 鉛ダンパー 鋼材ダンパー
79	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
80	MNNN - 4580	2010/1/21	ERT-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	21.4	東京都墨田区	鉛プラグ入り天然積層ゴム
81	MFNN - 4584	2009/12/18		(仮称)エンバイアコブ建替計画	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
82	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
83	MNNN - 4602	2010/1/21	JSSI-構評-09007	(仮称)品川区荏原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
84	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	30.4	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
85	MNNN - 4624	2010/2/2	ERT-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	53.6	東京都江東区	鉛入り積層ゴム 天然積層ゴム
86	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	64.9	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
87	MNNN - 4651	2010/2/22		伊方発電所新事務所(仮称)			RC	7	-		約6,770	32.00		愛媛県宇布郡	SL
88	MNNN - 4658	2010/2/24	ERT-J09033	新潟大学医学総合病院外来診療所	教育施設研究所	教育施設研究所	RC	6	1	11140.1	27687.7	35.3	35.9	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
89	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
90	MNNN - 4679	2010/3/3	ERT-J09030	公立高島総合病院	内藤建築事務所	内藤建築事務所 エスパス建築事務所	RC	5	-	4080.5	13995.8	25.5	27.0	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
91	MNNN - 4683	2010/3/30	ERT-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	29.0	東京都豊島区	鉛入り積層ゴム
92	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
93	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	16.5	東京都江戸川区	回転機構付すべり支承 復元ゴム
94	MNNN - 4737	2010/3/30	ERT-J09036	市立奈良良病院	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障
95	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
96	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
97	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	
98	MNNN - 4795	2010/5/10		中笠邸本宅	三角屋	竹中工務店	WRC	2	1		1,657			愛知県半田市	SLR その他
99	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
100	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
101	MNNN - 4840	2010/3/30	BCJ基評-IB0786-02	(仮称)浜岡事務本館免震棟	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	22.9	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
102	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
103	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
104	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
105	MNNN - 4848	2010/6/22	ERT-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	56.8	沖縄県那覇市	鉛入り積層ゴム
106	MNNN - 4857	2010/5/28	JSSI-構評-09017	(仮称)静岡駅前ホテル	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
107	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
108	MNNN - 4885	2010/6/9		東和薬品(株)山形工場プロジェクト 無害製剤棟	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
109	NFNN - 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
110	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				最高高さ(m)	建設地(市町村)	免震部材		
							構造	階	地下	延べ床面積(m ²)					
111	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		
112	MNNN - 4920	2010/6/23	ERI-J09045	アステラス製薬(株) 新5号館 特室(抽出)棟	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		
113	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 NFB OD		
114	MNNN - 4948	2010/6/9	BCJ基評-IB0779-03	(仮称)F1地震重要棟	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	NFB LRB SL OD		
115	MNNN - 4962	2010/6/30	BCJ基評-IB0784-02	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	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 ロッキング抑制付オイルダンパー スチール 水平方向オイルダンパー		
116	MNNN - 4963	2010/6/30	BCJ基評-IB0810-02	(仮称)竹田総合病院2期	伊藤善三郎建築研究所	伊藤善三郎建築研究所	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
117	MNNN - 4986	2010/7/14	JSSI-構評-09014-1	(仮称)鈴木株巻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		
118	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	NFB ESL		
119	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
120	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		
121	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		
122	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		
123	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
124	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
125	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
126	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		
127	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		
128	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
129	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	鉛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
130	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
131	MNNN - 5103	2010/9/2		メイセイオ名古屋ALC(仮称)	Okamoto総合建築事務所	大本組	S	4	-	24,617		愛知県清瀬市	天然ゴム系積層ゴム		
132	MNNN - 5115	2010/8/24	ERI-J0905	社会医療法人 泉和会 千代田病院	伊藤善三郎建築研究所	伊藤善三郎建築研究所	RC	6	-	16,708	27.74	宮城県日向市	NFB DNR SL OD		
133	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(鉛プラグ入り積層ゴム) RB(積層ゴム) 鋼製U型ダンパー—体型RB 剛すべり支承 直動転がり支承		
134	MNNN - 5128	2010/3/3	JSSI-構評-09009-1	(仮称)西脇様マンション	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		
135	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	兵庫県洲本市	鉛入り積層ゴム 天然積層ゴム支承 直動転がり支承
136	MNNN - 5134	2010/10/21		(仮称)藤沢徳洲会総合病院	梓設計	梓設計	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		
137	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		
138	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		
139	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		
140	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		
141	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	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 剛すべり支承 鉛ダンパー
142	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		
143	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
144	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	NFB LRB
145	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 NFB ESL OD		
146	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鶴見	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		
147	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		
148	MNNN - 5227	2010/9/16	JSSI-構評-10007	(仮称)西瑞江5丁目津井様マンション	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				最高高さ(m)	建設地(市町村)	免震部材		
							構造	階	地下	建築面積(m ²)				延べ床面積(m ²)	
149	MNNN - 5240	2010/11/30	ERI-J10019	(仮称)ディスコ呉工場新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		
150	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		
151	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		
152	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
153	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
154	MNNN - 5286	2010/11/18	ERI-J09043-01	伊東市新病院	大建設	大建設	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
155	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
156	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
157	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	
158	MNNN - 5314	2011/1/14	ERI-H10010	(仮称)一宮市新庁舎	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
159	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
160	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
161	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
162	MNNN - 5331	2011/1/25	BCJ基評-HR0631-01	海南市市民病院	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
163	MNNN - 5351	2010/12/22	BVJ-BA10-011	TOKAI富士横割マンション	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
164	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
165	MNNN - 5365	2011/2/15	ERI-J10029	統合新病院(普通寺・香川小児)整備	山下設計	山下設計	RC	7	1		54128.0	34.1		香川県普通寺市	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
166	MNNN - 5369	2011/1/7	BCJ基評-IB0634-01	市立根室病院	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
167	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
168	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
169	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		19898.0	32.4		岐阜県多治見市	NRB ESL OD
170	MNNN - 5386	2011/2/25	BCJ基評-HR0639-01	医療法人社団 誠善会 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
171	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
172	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 弾性系系減衰材 オイルダンパー
173	MNNN - 5394	2011/2/22	UHEC評価-構22029	(仮称)川崎区小田栄計画 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
174	MNNN - 5395	2011/2/22	UHEC評価-構22030	(仮称)川崎区小田栄計画 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
175	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	愛知県豊田市	高減衰ゴム系積層ゴム 天然積層ゴム オイルダンパー
176	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
177	MNNN - 5431	2010/12/24	BCJ基評-HR0645-01	豊岡市現庁舎	日本設計	日本設計	RC	3	0		1,579	16.96		兵庫県豊岡市	NRB NRB SD LD OD
178	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
179	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
180	MNNN - 5440	2011/3/10		慶応義塾大学 理工学部(矢上)テクノセンター	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				最高高さ(m)	建設地(市町村)	免震部材		
							構造	階	地下	延べ床面積(m ²)				延べ床面積(m ²)	軒高(m)
181	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		
182	MNNN - 5457	2011/3/15	JSSI-構評-10004	国領7丁目杉崎マンション	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		
183	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 鋼製リダンバー		
184	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		
185	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		
186	MNNN - 5513	2011/1/27	ERI-J10045	WAZAC函館五稜郭ミヤビ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
187	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	大阪府泉南郡	鉛入り積層ゴム 天然積層ゴム
188	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		
189	MNNN - 5549	2011/5/16	JSSI-構評-10016	日本抵抗器販売株式会社 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		
190	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		
191	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		
192	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		
193	MNNN - 5601	2010/5/9	JSSI-構評-10003-I	ウスイ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		
194	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
195	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 鉛プラグ入り積層ゴム 十字型転がり支承 U型鋼材ダンパー オイルダンパー
196	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 鉛プラグ入り積層ゴム オイルダンパー 弾性すべり支承
197	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	愛知県名古屋市中区	高減衰ゴム系積層ゴム すべり支承
198	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
199	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S、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
200	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		
201	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 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
202	MNNN - 5688	2011/7/15	JSSI-構評-10012	株式会社 三英様ビル	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		
203	MNNN - 5704	2011/7/22	ERI-J11077	(仮称)新大阪晩間病院	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
204	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		
205	MNNN - 5784	2011/7/29	JSSI-構評-10011-I	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		
206	MNNN - 5785	2011/7/29	JSSI-構評-10010-I	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		
207	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		
208	MNNN - 5810	2011/9/7	ERI-J11006	(仮称)アルファグランデー之江六番街	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		
209	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		
210	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		
211	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		
212	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			新潟県魚沼市	
213	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
214	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 弾性すべり支承 鋼材ダンパー 鉛ダンパー		
215	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	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		
216	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
217	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		
218	MNNN - 5968	2011/10/28	BCJ基評-ID0783-02	新潟県美咲合同庁舎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				最高高さ(m)	建設地(市町村)	免震部材		
							構造	階	地下	延べ床面積(m ²)					
219	MNNN - 5987	2011/11/18	JSSI-構評-11009	足立区振連会館	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		
220	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		
221	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	神奈川県横浜市	天然ゴム系積層ゴム 鉛プラグ入り積層ゴム 回転機構付きすべり支承
222	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	高減衰ゴム系積層ゴム 天然ゴム系積層ゴム		
223	MNNN - 6039	2011/12/27	ERI-J11028	大崎市市民病院	久米設計 戸田建設 大建設計	久米設計 戸田建設 大建設計	RC	9	-	9027.0	43447.8	41.9	46.4	宮城県大崎市	天然ゴム系積層ゴム 弾性すべり支承 剛すべり支承 オイルダンパー
224	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 職本構造設計	SRC	8	1	24677.0	34.7	福井県吉田郡	鉛プラグ入り積層ゴム 天然ゴム系積層ゴム 転がり支承 減衰こま		
225	MNNN - 6053	2011/12/27	JSSI-構評-11010	初山様ビル	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		
226	MNNN - 6069	2012/1/6	ERI-J11020	JA松本市本社社屋	池田建築設計事務所 斎藤デザイン室	池田建築設計事務所 斎藤デザイン室	RC	5	-	439.5	1884.8	24.2	24.7	長野県松本市	高減衰ゴム系積層ゴム 天然ゴム系積層ゴム すべり支承 オイルダンパー
227	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	鉛プラグ入り積層ゴム
228	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	天然積層ゴム 剛すべり支承 オイルダンパー
229	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
230	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	高減衰ゴム系積層ゴム 天然ゴム系積層ゴム すべり支承 粘性体ダンパー		
231	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	伊藤喜三郎建築研究所・竹中工務店設計共同企業体	伊藤喜三郎建築研究所・竹中工務店設計共同企業体	RC	7	-	3699.8	16044.7	30.4	31.0	石川県七尾市	高減衰ゴム系積層ゴム 天然ゴム系積層ゴム
232	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	鉛プラグ入り積層ゴム
233	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	鉛プラグ入り積層ゴム 天然積層ゴム オイルダンパー
234	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	エスパス建築事務所	RC	11	-	277.5	2482.0	35.5	36.0	東京都板橋区	高減衰ゴム系積層ゴム支承 弾性すべり支承 直動転がり支承
235	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	天然ゴム系積層ゴム支承 弾性すべり支承 U型鋼材ダンパー
236	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	天然ゴム系積層ゴム 天然ゴム系積層ゴム+体型U型ダンパー オイルダンパー 弾性すべり支承
237	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	鉛プラグ入り積層ゴム 天然ゴム系積層ゴム すべり支承
238	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	鉛プラグ入り積層ゴム 弾性すべり支承
239	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 構造フォルム	RC	7	-	808.0	808.0	21.2		東京都江戸川区	LRB BSL
240	MNNN - 6410	2012/6/5	BCJ基評-HR0710-01	横浜市衛生研究所	伊藤喜三郎建築研究所	伊藤喜三郎建築研究所 職本構造設計	RC (一部PC)	7	-	1356.7	7653.8	30.0	35.5	神奈川県横浜市	鉛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
241	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	千葉大学施設環境部 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
242	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 天然ゴム系積層ゴム
243	MNNN - 6437	2012/6/18	ERI-J11076	(仮称)二子玉川第一スカイハイビル建替事業	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	鉛プラグ入り積層ゴム 天然ゴム系積層ゴム
244	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	愛知県名古屋市中区	鉛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 直動転がり支承 減衰こま
245	MNNN - 6450	2012/6/18	BCJ基評-HR0712-01	佐賀大学(鍋島)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	天然ゴム系積層ゴム 鉛プラグ入り積層ゴム 天然ゴム系積層ゴム すべり支承 直動転がり支承 粘性ダンパー
246	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	天然ゴム系積層ゴム支承 弾性すべり支承 U型鋼材ダンパー
247	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	天然ゴム系積層ゴム支承 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
248	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+体型天然系積層ゴム支承 高面圧低摩擦弾性すべり支承 U型鋼材ダンパー
249	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	鉛プラグ入り積層ゴム 直動転がり支承 オイルダンパー
250	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	鉛プラグ入り積層ゴム支承 天然ゴム系積層ゴム支承 直動転がり支承 弾性すべり支承 オイルダンパー
251	MNNN - 6524	2012/9/5	ERI-J12002	(仮称)はこぎ公園内科医療センター	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

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(市町村)	免震部材		
							構造	階	地下	延べ床面積(m ²)				延べ床面積(m ²)	軒高(m)
252	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 S 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
253	MNNN - 6673	2012/10/23	BCJ基研-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	高減衰系積層ゴム 弾性すべり支承
254	MNNN - 6742	2012/10/23	BCJ基研-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	高減衰系積層ゴム
255	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
256	MNNN - 6830	2012/10/23	BCJ基研-HR0718-02	幸区役所庁舎	日本設計	日本設計	RC S 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
257	MNNN - 6833	2012/10/29	BCJ基研-HR0736-01	(仮称)リコー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 東旭建築事務所	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
258	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 すべり系支承 オイルダンパー
259	MNNN - 6849	2012/11/12	ERI-J12035	(仮称)小津ビル	旭化成設計	酒井建築工学研究所	RC	14	1	557.1	7619.3	44.8	48.3	東京都 中央区	高減衰系積層ゴム 鋼製U型ダンパー
260	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
261	MNNN - 6871	2012/12/11	ERI-J12031	東北大学(青葉山3)災害復興・地域再生 重点研究拠点棟	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
262	MNNN - 6877	2012/11/16	BCJ基研-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
263	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 弾性すべり系支承 オイルダンパー
264	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	高減衰系積層ゴム オイルダンパー
265	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
266	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 弾性すべり系支承
267	MNNN - 7005	2013/1/11	BCJ基研-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
268	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	高減衰系積層ゴム すべり系支承
269	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 弾性すべり系支承
270	MNNN - 7074	2013/2/27	ERI-J12067	(仮称)綾瀬循環器病院	東旭建築事務所	東旭建築事務所	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 弾性すべり系支承 鋼製U型ダンパー オイルダンパー
271	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・梅工房設計事務所	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 弾性すべり系支承 オイルダンパー
272	MNNN - 7154	2013/3/14	BCJ基研-HR0762-01	多摩落合一丁目計画	現代建築研究所	織本構造設計	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 弾性すべり系支承 オイルダンパー
273	HNNN - 7228	2013/3/25	BCJ基研-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
274	MNNN - 7249	2013/4/8	ERI-J10083	(仮称)平河町計画	日建設計	織本構造設計	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 すべり系支承 オイルダンパー
275	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지니어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
276	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 弾性すべり系支承
277	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	高減衰系積層ゴム 天然ゴム系積層ゴム 弾性すべり系支承 直動転がり支承
278	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
279	MNNN - 7458	2013/7/2	BCJ基研-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 高減衰系積層ゴム オイルダンパー
280	MNNN - 7483	2013/7/2	BCJ基研-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 弾性すべり系支承 直動転がり系支承 鋼材ダンパー 粘性ダンパー
281	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・アラップ・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
282	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 弾性すべり系支承
283	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	高減衰系積層ゴム

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)
284	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
285	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
286	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
287	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
288	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

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	1,977.5	29,384.9	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	-		11,934	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)与野上落合住宅代替計画	前田建設工業	前田建設工業	RC	32	-	4,998.9	42,799.5	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)三田ベルジュビル	竹中工務店	竹中工務店	S・RC・ SRC	33	4	2,657.81	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	1,838.6	24,244.9	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)	143,289.6 (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 強靱性系減衰材 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・イー	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	-		14,081.7	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- HR0580-01	大井町西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	協立建築設計事務所 構造計画研究所	RC	28	2	2,258.0	33,269.7	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	HFNF - 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	-	8,249.9	64,211.6	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 強靱性系減衰材 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	11,934.4	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	5,734.6	73,418.6	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西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	849.11 (タワー 含む)	21,204.31 (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		8,666.7			愛知県 愛知郡	天然ゴム LRB 鋼材ダンパー 直動転がり系支承 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(C 1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	10,505.3	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	HFNF - 4876	2010/6/22	HR0614-01	武蔵小杉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	-	1,070.5	22,752.4	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	8,366.9	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4-6計画	大成建設 久米設計	大成建設 久米設計	S	23	2		10,200			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	BJJ-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	愛知県名古屋市	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-H10006	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 転がり支承
45	HNNN - 5564	2011/5/26	ERI-H10020	静岡県静岡市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 免震レスダンパー 減衰こま
47	HNNN - 5675	2011/7/17	ERI-10026	(仮称)プレミス盛岡駅前新築工事	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 S 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	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	GRRC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	BJJ-BA11-011	(仮称)ブラウドタワー泉計画	矢作建設工業	矢作建設工業	RC	22	1		8666.5	68.0		愛知県名古屋市	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)ICHIJO 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		愛知県名古屋市	NRB LRB ESL CLB RDT
57	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	天然ゴム系積層ゴム すべり系支承 弾塑性系減衰材 オイルダンパー
58	HNNN - 6482	2012/6/29	ERI-H11022	(仮称)プレミスタワー浜松中央	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
59	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
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 SRC	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

委員会の動き

(2014.4.1～2014.6.30)

運営委員会

委員長 深澤 義和

運営委員会は4/23に開催された。平成25年度事業報告および決算報告、平成26年度予算修正案について確認した。また、役員および審議員改選、顧問の報酬等についても確認し、5月15日理事会および6月11日総会の審議事項を確認した。次年度は、役員改選に伴い、運営委員も刷新される。新運営委委員会の活躍を期待する。

技術委員会

委員長 北村 春幸

6月11日に開催された年次総会で、西川会長から和田会長に代わりました。和田先生は技術委員長を長く務められ、免震構造に対する思い入れも強い先生であり、技術委員会に対する期待も大きいと思います。引き続き、技術部会は、免震建築の設計・施工技術の向上、免震部材の品質向上、耐火性能の確保、応答制御構造の普及発展に努めていきたいと思っています。

免震設計部会

委員長 藤森 智

●設計小委員会

委員長 藤森 智

数年後の「免震建物における対津波構造設計マニュアル」の完成を目指して活動中であるが、当面来春開催の第7回技術委員会までにマニュアル案の骨子をまとめる。

委員会内に対津波構造計画、免震部材特性とフェールセーフ機

構、対津波設計例の各WGを立上げ、目次案に沿って各章の執筆に取り掛かっている。また並行して、津波地域に建つ既存免震ビルの調査検討を継続している。

●入力地震動小委員会

委員長 久田 嘉章

2014年4月22日に第84回、同6月2日に第85回入力地震動小委員会を開催し、今期委員会の活動方針と役割分担の確認を行った。話題提供として、公的機関による近年の地震被害想定、免震建築の強震観測の利活用の現状などに関する報告があった。

●設計支援ソフト小委員会

委員長 酒井 直己

長周期・長時間地震動に対する「粘性ダンパーを考慮した免震層の簡易応答評価方法」について検討を継続中。また、地震応答解析を行い「ダンパーの累積損傷度を評価するソフト」についても検討を試みようとしている。

耐風設計部会

委員長 大熊 武司

「耐風設計指針」の英文化について、資料の検討と編集方針の更新、ならびに資料「東北地方太平洋沖地震記録に基づく免震建物に設置されている鋼材ダンパーの疲労損傷評価」について検討した。

施工部会

委員長 原田 直哉

免震建築における施工品質の確保を目標に、標準的な施工法、施工要領の展開に取り組んでいる。

昨年JSSI免震構造施工標準2013を刊行し、現在は、部会休止中で、

2014年秋より、活動再開の予定。

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、弾性すべり支承に関して規格案の検討を行っている。積層ゴムについてはJISが制定されており、その中に示された要求性能などと同等なものを作成したいと考えている。

●ダンパー小委員会

委員長 荻野 伸行

東北地方太平洋沖地震における応答制御建築物調査委員会の鋼材ダンパー及び鉛ダンパーの変状対策については、鉛ダンパーのグリース耐久試験の他、最終報告書の作成作業を実施している。また、現在、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）の調査・検討を進めている。なお、防耐火部会（オイルダンパー耐火性能WG）で検討しているオイルダンパーの火災時挙動については、継続協力している。

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 木林 長仁

最近、制振構造として実務的に採用されはじめた、「質量ダンパー」に関する検討会および設計事例の紹介を4/18（9名）、5/23（10名）、6/20（7名）に行った。これ等の内容を取りまとめ、10

月31日に講習会を開催する予定である。

防耐火部会

委員長 池田 憲一

免震装置の耐火性能に関する議論。免震装置の耐火構造認定追加に関する条件及び手続き方法についての検討を継続。オイルダンパーの耐火性についての確認実験の検討継続。

普及委員会

委員長 須賀川 勝

既に検討してきた今年度の活動の基本方針については、次回の委員会で具体化について各部会間で調整する。各部会の方の活動については部会の報告による。

教育普及部会

委員長 前林 和彦

5月23日に名古屋大学減災館の見学講演会を開催した。福和教授・飛田教授のお取り計らいにより、免震建物の揺れを体験し、各種展示物を見学することができた。48名の参加者があった。

今年度の活動計画を議論し、免震を一般の方に普及するという部会活動の原点に帰った取り組みを進めて行くことになった。

出版部会

委員長 加藤 晋平

出版部会の全体会議は4月30日(水)に開催されました。5月23日(金)発行予定の会誌84号の進行状況の確認、次の85号の内容及び執筆依頼について検討しました。

免震協会20周年記念特集号は11月に発行する予定とし、特集号は記念事業広報部会で担当することとした。また、7月4日(金)

に第3回見学・講演会を、9月1日(月)に記念フォーラムを開催することが報告された。

社会環境部会

委員長 久野 雅祥

5月21日に第36回委員会を開催した。免震構造の事業継続性における有効性などに関する知見を「(仮)免震構造と社会・経済」としてまとめHPに掲載することを進めており、各項目について引続き討議を行った。

国際委員会

委員長 斉藤 大樹

国際委員会の重要な使命である国際的な情報発信と収集活動を強化するために、免制震建物の設計事例データベースの雛形の作成や、英語ニュースレターの発行の準備を進めている。また、CIB/W114のコーディネーターが建築研究所の向井氏に交代になったことから、ホームページを一新することになった。海外の研究状況についても、引き続き会誌への寄稿を依頼する予定である。

資格制度委員会

委員長 長橋 純男

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の実施、及びその合否判定の事業を担当している。

新年度第1回の運営幹事会を4月9日(水)に開催し、委員会構成及び講習・試験等の日程を確認した。今年度開催予定の講習・試験及び更新講習会の日程は下

記の通りである。

10月12日(日) 第15回免震部建築施工管理技術者講習・試験(ベルサール渋谷ファースト)

11月9日(日) 第10回免震部建築施工管理技術者更新講習会(ベルサール神保町)

11月22日(土) 第8回免震建物点検技術者更新講習会(ベルサール八重洲)

1月24日(土) 第13回免震建物点検技術者講習・試験(ベルサール飯田橋)

維持管理委員会

委員長 林 章二

第1四半期においては、「免震建物維持管理基準-2012-」の内容見直しを進め、「免震建物維持管理基準-2014-」の発行にむけて改訂作業を実施している。

検討に際しては点検実務者の知見を反映させるよう、実務者によるWGを2回開催し、維持管理基準の点検項目と、実際の点検業務についてヒアリングを実施した。

改訂は、より理解しやすいものとするを念頭に検討し、主な変更は以下の点である。

- ・全体を、総則、検査・点検実施要領、解説、付録の4章構成とする
- ・点検項目は、簡素化すべきものは簡素化し、充実すべき項目は詳述する
- ・点検で問題点として指摘されることが多い免震部材以外の記述を充実させる
- ・関連規定、検査・点検一覧及び解説は付録とする
- ・耐火被覆、エキスパンジョイントは、検査・点検実施要領に記述するとともに、解説に詳細を記述する

これらの改定作業は、7月末原稿作成完了を目標に進めている。

原子力関係施設免震構造委員会 委員長 北山 和宏

本委員会はこの間、開かれていない。2014年4月18日および6月20日に小委員会（主査：菊地優・北海道大学教授）を開催した。4月18日には、免震構造設計ガイドラインおよび施工・維持管理ガイドラインの編集方針、免震構造の高性能化に向けた開発ロードマップの具体化のための検討方針を審議して執筆担当者を割り当てた。また、緊急時対策所を免震構造にする際に必要となる要求性能等をまとめる「緊急時対策所設計基準（案）」の作成方針について議論し、各委員の作業分担を決定した。

6月20日の小委員会では、上述の各ガイドラインの編集状況、開発ロードマップの検討状況および「緊急時対策所設計基準（案）」の素案について審議を行った。

記念事業委員会 委員長 井上 範夫

20周年記念事業の一環として「免震・制振はもう古い??～生き延びる建築・街づくり」と題して行った学生アイデアコンペの受賞図面を審査員の講評とともに会誌5月号に掲載した。また、本事業における第3回見学講演会が、7月4日に東北大学青葉山キャンパスで行われた。本キャンパスでは、2011年の東日本大震災で5系のうちの3系のメイン建物が大きな被害を受け、免震建物として再建されており、今回は、そのなかで人間・環境系実験研究棟とマテリアル・開発系実験研究棟の見学会が行われた。大

学の建物は、教育とともに実験も行う施設であり、地震後においても継続的な使用が不可欠であり、免震の技術でその目的を達成することとなった意義は大きいといえる。参加者は、関係者を含め46名であった。

施設見学終了後に、東北大学井上名誉教授より「地震に対する超高層・免震建物の変位制御設計」と題する講演があり、終了後意見交換会が実施された。

委員会活動報告 (2014.4.1 ~ 2014.6.30)

日付	委員会名	開催場所	人数
4月2日	技術委員会/防耐火部会/オイルダンパー耐火性能WG	事務局会議室	8
4月3日	修士論文審査委員会	〃	11
4月3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	6
4月9日	資格制度委員会/運営幹事会	事務局会議室	8
4月11日	記念事業委員会	〃	8
4月15日	技術委員会/防耐火部会/耐火認定WG	〃	9
4月16日	技術委員会/積層ゴムのベースプレートWG	〃	15
4月17日	技術委員会/免震部材部会/ダンパー小委員会	〃	11
4月18日	原子力関係施設免震構造委員会/小委員会	日本青年館ホテル CR会議室	22
4月18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
4月22日	維持管理委員会/実務者WG	〃	3
4月22日	技術委員会/免震設計部会/入力地震動小委員会	〃	13
4月23日	運営委員会	〃	15
4月23日	技術委員会/免震部材部会/アイソレータ小委員会	建築家会館3F大会議室	11
4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	建築家会館3F小会議室	9
4月24日	維持管理委員会/実務者WG	事務局会議室	10
4月30日	普及委員会/出版部会/「MENSIN」84号編集WG	〃	6
4月30日	記念事業委員会/広報部会/7月4日見学講演会打合せ	〃	6
4月30日	普及委員会/出版部会	〃	15
5月7日	技術委員会/防耐火部会/オイルダンパー耐火性能WG	〃	9
5月8日	技術委員会/積層ゴムのベースプレートWG	〃	8
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	6
5月9日	普及委員会/教育普及部会	事務局会議室	9
5月13日	維持管理委員会	〃	12
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	6
5月16日	応答制御建築物調査委員会/免震構造設計部会/LRB小振幅多数回繰返しWG	事務局会議室	8
5月19日	技術委員会/防耐火部会	〃	14
5月21日	普及委員会/社会環境部会	〃	7
5月22日	記念事業委員会/表彰部会	〃	5
5月23日	技術委員会/応答制御部会/制振部材品質基準小委員会	〃	10
5月26日	技術委員会/防耐火部会/耐火認定WG	〃	8
5月28日	技術委員会/免震設計部会/設計小委員会	建築家会館3F大会議室	13
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	8
5月30日	技術委員会/耐風設計部会	〃	7
5月30日	国際委員会	事務局会議室	8
6月2日	技術委員会/免震設計部会/入力地震動小委員会	〃	14
6月3日	技術委員会/免震設計部会/設計支援ソフト小委員会	〃	4
6月6日	技術委員会/免震部材部会/ダンパー小委員会	〃	9
6月10日	技術委員会/防耐火部会/オイルダンパー耐火性能WG	〃	10
6月12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
6月16日	技術委員会/防耐火部会/耐火認定WG	事務局会議室	8
6月18日	維持管理委員会	〃	11
6月20日	原子力関係施設免震構造委員会/小委員会	日本青年館ホテル 304会議室	17
6月20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	7
6月23日	技術委員会/防耐火部会	〃	16
6月26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
6月27日	記念事業委員会/イベント部会	〃	7
6月27日	記念事業委員会/表彰部会	〃	5
6月27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	事務局会議室	6

入 会

会員種別	会員名	業種または所属
第2種正会員	多田 俊基	秋田市役所
賛助会員	ナカ工業(株)	メーカー /EXPP.J

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	川合 廣樹	

※川合 廣樹氏は、2014年4月27日ご逝去されました。

会員数 (2014年7月31日現在)	第1種正会員	93社
	第2種正会員	204名
	賛助会員	93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。

*本協会にて記入します。

申 込 日 (西曆)		年 月 日	*入会承認日	月 日
*会員コード				
会員種別 ○をお付けください		第1種正会員	賛助会員	特別会員
ふりがな 法人名(口数)		(口)		
代表者 <input type="checkbox"/> 代表権者 <input type="checkbox"/> 指定代理人	ふりがな 氏名			印
	所属・役職			
	住 所 (勤務先)	〒		
		☎ - - FAX - -	E-mail	
担当者	ふりがな 氏名			印
	所属・役職			
	住 所 (勤務先)	〒		
		☎ - - FAX - -	E-mail	
業種 ○をお付けください	A：建設業 a.総合 b.建築 c.土木 d.設備 e.住宅 f.プレハブ B：設計事務所 a.総合 b.専門 {1.意匠 2.構造 3.設備} C：メーカー a.免震材料 {1.アイソレータ 2.ダンパー 3.配管継手 4.EXP.J 5.周辺部材} b.建築材料() c.その他() D：コンサルタント a.建築 b.土木 c.エンジニアリング d.その他() E：その他 a.不動産 b.商社 c.事業団 d.その他()			
資本金・従業員数	万円		人	
設立年月日(西曆)	年 月 日			
建築関係加入団体名				
入会事由				
担当者が勤務している事務所の建物	1. 免震建物 2. 制震建物 3. 非免制震(番号をご記入ください)			<input type="checkbox"/>

※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	A：建設業 B：設計事務所 C：メーカー ()					
	業種Cの括弧内には、分野を記入してください	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 03 - 5775 - 5434

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 (2014年9月～2014年11月)

■ は、行事予定日など

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				

9/1 創立20周年記念フォーラム及び懇親会 (明治記念館)

9/19 免震建築物の耐風設計指針講習会 (東京)

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	

10/10 理事会 (建築家会館)

10/12 平成26年度免震部建築施工管理技術者 講習・試験 (東京: 渋谷ベルサール)

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
23/30	24	25	26	27	28	29

11/上旬 平成26年度免震部建築施工管理技術者試験合格者発表

11/9 施工管理技術者対象: 更新講習会 (東京: ベルサール 神保町)

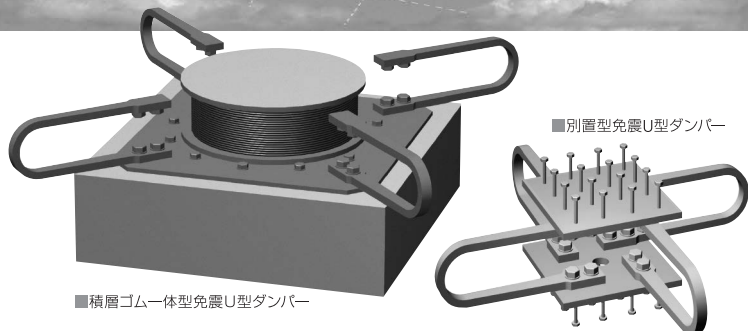
11/22 点検技術者対象: 更新講習会 (東京: ベルサール八重洲)

11/25 会誌「MENSIN」NO.86発行

◆ 日本免震構造協会創立20周年記念事業「学生アイデアコンペ受賞辞退」のお知らせ

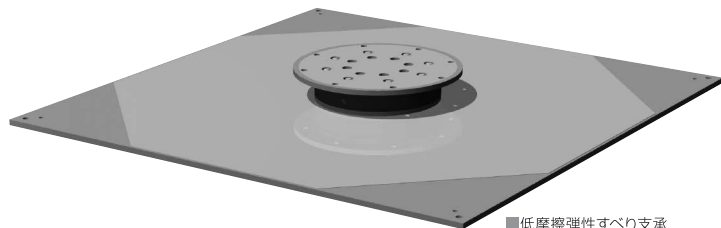
当協会雑誌「MENSIN:NO.84 2014年5月号」に掲載致しました最優秀賞「Urban Isolated City」について、受賞者本人より辞退の表明がありました。記念事業委員会イベント部会にて慎重審議の結果、本人の意思を尊重し最優秀賞は取り消すことと致しました。

新日鉄住金エンジニアリングの 免震シリーズ



■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



■低摩擦弾性すべり支承

さまざまな設計・施工ニーズに応える 2タイプの 免震U型ダンパー

1 高品質

地震時に安定した復元力特性で地震動エネルギーを吸収し揺れを低減します。また、温度や振動数の依存性も少なく、繰り返しに対する疲労特性にも優れています。さらに製造バラツキは±10%以内、安定した性能を誇ります。

2 高い設計自由度

免震U型ダンパーのサイズ、本数や配置、組み合わせにより、建物形状に合わせた最適な設計が可能です。

3 無方向性

免震U型ダンパーの360度すべての方向に対し、ほぼ同等の履歴特性を示します。

4 低コスト

従来の免震鋼棒ダンパーに比べ、降伏せん断力当たりの価格が安く、経済的です。

5 点検が容易

地震後の損傷程度を目標視にて確認できます。また、万が一の地震後におけるダンパー部分の取り替えも可能です。

地震を受け流して建物を守る 高性能・低コストの 低摩擦弾性すべり支承

1 高性能

独自開発の「低摩擦すべり機構」(特許申請中)により、極めて低い動摩擦係数を実現。さまざまな周期の地震でも、安定した性能を発揮します。

2 優れた耐久性・メンテナンスフリー

すべり板の表面には耐久性に優れた「特殊表面コート」を採用しました。すべり材には、長期にわたる使用でも極めて安定した性能を発揮する「PTFE材」を使用。高品質の天然ゴムを積層ゴムに採用しています。

3 低コスト&省スペース

独自開発の「低摩擦すべり機構」により、低コストを実現。高圧対応のすべり材及び積層ゴムを使用することで、製品のコンパクト化を実現しました。

4 幅広い免震効果

免震建物の長周期化の実現により、低層から高層まで、幅広い建築物の免震効果が向上。免震建築物の最適化が容易です。

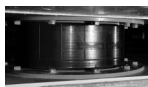
確かなアンサーを、あなたへ。 建築・鋼構造事業部 エンジニアリング商品部

東京都品川区大崎一丁目5番1号 大崎センタービル 〒141-8604
Tel.03-6665-4360 ☎0120-57-7815 <http://www.nsec-steelstructures.jp>

新日鉄住金エンジニアリング株式会社




地震を止めることはできない。でも、地震を伝えないことはできる。



巨大な建物を地震から守るもの。それが「ゴム」と聞いたら、少しびっくりしますか？ その名も「免震（めんしん）ゴム」。薄いゴムと鉄板を、デザートのみルフィーユのように幾層にも積み重ね、地震の力を伝えにくくすることで、建物や人々の安全を守る装置です。ブリヂストンの免震ゴムは世界中の建物で採用され、2012年秋にリニューアルした東京駅の駅舎にも使われています。タイヤで培った最新技術が可能にしたブリヂストンの免震ゴム。今日も、いろんなビルや建物の下から、人々の安心を支えています。



ブリヂストンの免震ゴム、生まれ変わった東京駅の駅舎にも。  Tokyo Station Marunouchi Bldg.

©JR東日本

株式会社ブリヂストン

【ブリヂストンお客様相談室】フリーダイヤル0120-39-2936

受付時間：月～金（祝日・当社指定休日は除く）9:00～17:00

www.bridgestone.co.jp

BRIDGESTONE

あなたと、つぎの景色へ

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。

Vシステム [冷媒用]

銅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)

短間隔で最大免震量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.info/

★HPからはDXFデータをダウンロードできます。ISO9001
各種電子カタログもご覧いただけます。 認証取得

東日本事業所 〒101-0032 東京都千代田区岩本町2-14-2
イトーピア岩本町ANNEX 3階

TEL: 03-6833-2091 (代表) FAX: 03-6833-2088

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
四ツ橋YMビル 4階

TEL: 06-6578-0310 (代表) FAX: 06-6578-0312

中部エリア TEL: 050-3538-1561 (代表)

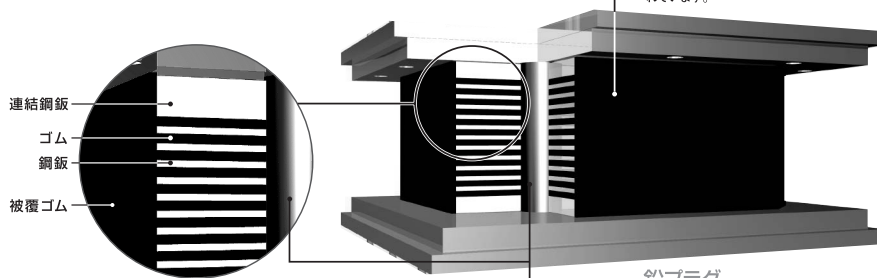
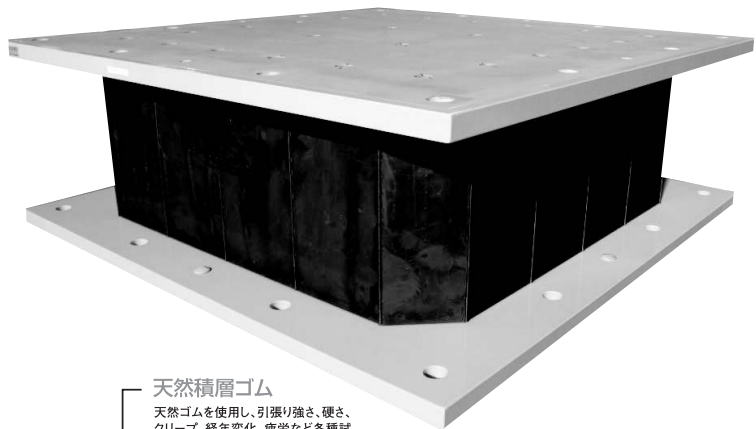
九州エリア TEL: 050-3538-1616 (代表)

先進の免震設計に、信頼で応える オイルスの免震装置

〈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。



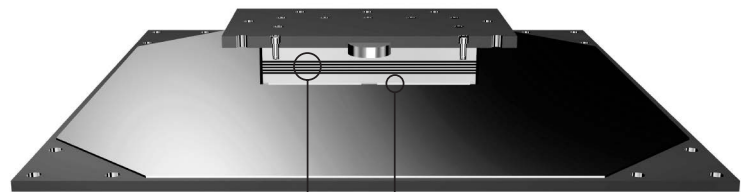
大型試験機によるLRBの大変形性能試験

滑り天然積層ゴム型免震装置

SSR

長周期化を可能にする、
オイルス弾性すべり支承

- 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33,500kN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。



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(オイルス滑り材)

オイルス滑り材は、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。

※SSRはLRBやRBなどの免震装置と組み合わせて使用します。

OILES オイルス工業株式会社

〒108-0075 東京都港区港南1-6-34 品川イースト6F <http://www.oiles.co.jp/>
免制震事業部 TEL.03-5781-0314

ADC 免制震デバイス社の 転がり免震装置

転がり抵抗の摩擦係数はおよそ5/1000、アイススケート並みです。

- ・引抜き力にも有効に働く
- ・複雑な形状建物の偏心制御に利用可能

CLB

直動転がり支承

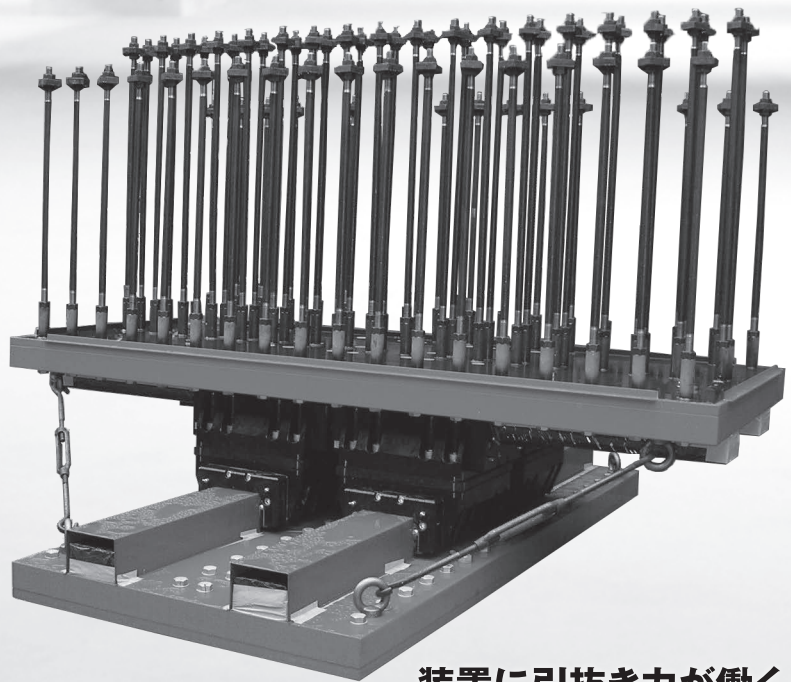
Cross Linear Bearing

国土交通大臣認定番号(免震材料)

MVBR-0372,0373,0374(十字型)

MVBR-0268,0269,0383(キ型、CLB-T)

MVBR-0271,0272,0382(井型、CLB-F)



装置に引抜き力が働く
超高層建物、塔状建物に利用可能

● 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

● すべり支承免震装置

SLR 弾性すべり系積層ゴム

ADC 免制震デバイス社の 免震・制震装置

■ 慣性付き粘性制震装置

iRDT 慣性こま

● 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

超高層ビルはもちろん
低層建物にも
十分に性能を発揮します。

写真:タイヤ技術センター(兵庫県伊丹市)

技術の結晶 高減衰と 低剛性の 融合を実現!

高減衰ゴム系積層ゴム支承

ゴム分子間相互のエネルギー吸収能力を高めた特殊配合ゴムを使用した免震積層ゴム支承。揺れ幅の制御に加えて、地震後の敏速な静止機能も優れています。ダンパー機能一体型で維持管理が容易です。

HRBシリーズ せん断弾性係数 $G:0.35\text{N/mm}^2$ 認定番号: MVBR-0437
SHRBシリーズ せん断弾性係数 $G:0.39\text{N/mm}^2$ 認定番号: MVBR-0438
SHRBシリーズ せん断弾性係数 $G:0.62\text{N/mm}^2$ 認定番号: MVBR-0439

天然ゴム系積層ゴム支承

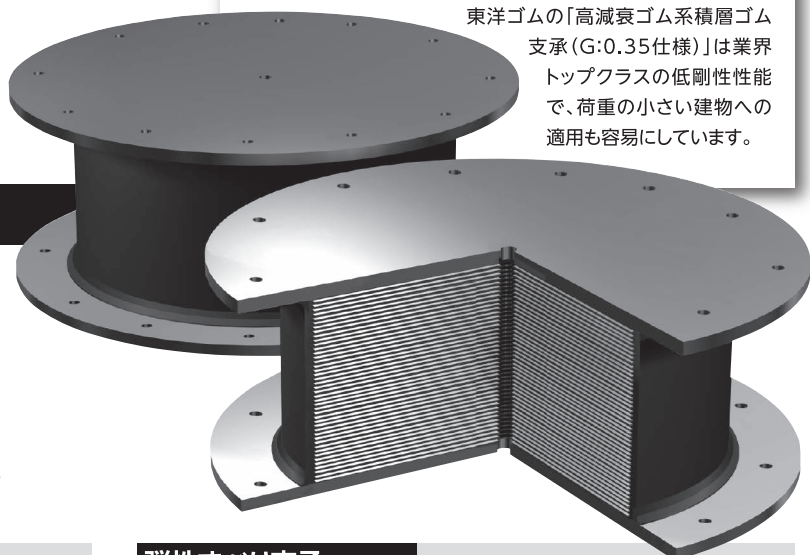
天然ゴムを使用したベーシックな免震積層ゴム支承。地震後の揺れ静止のために、ダンパーが別途必要です。各種ダンパーとの組み合わせにより、幅広い用途要求に対応できます。

NRBシリーズ せん断弾性係数 $G:0.34\sim0.44\text{N/mm}^2$ 認定番号: MVBR-0342
NRBシリーズ せん断弾性係数 $G:0.29\text{N/mm}^2$ 認定番号: MVBR-0454

低層建物にも適応する低剛性性能

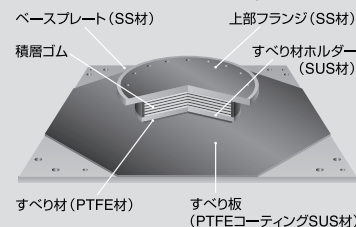
適度な荷重を与えることで免震効果を発揮する免震積層ゴム支承は、低層建物や軽量建物では免震化が困難な場合があります。

東洋ゴムの「高減衰ゴム系積層ゴム支承 ($G:0.35$ 仕様)」は業界トップクラスの低剛性性能で、荷重の小さい建物への適用も容易にしています。



弾性すべり支承

すべり板と組み合わせた免震装置。地震時の小さな変位には、弾性体である積層ゴム支承が変形し、揺れに追従。さらに大きな変位が発生した場合は、すべり材がすべり板の上をスライドするハイブリッドタイプです。



SLBシリーズ 摩擦係数 $\mu 0.01$ 認定番号: MVBR-0236

東洋ゴム化工品株式会社

本社 〒162-8622 東京都新宿区天神町10番地 安村ビル
TEL:03-3235-1751

大阪支店 〒530-0003 大阪府大阪市北区堂島1-5-30 堂島プラザビル11F
TEL:06-4799-6552

札幌支店 011-747-1040 東北支店 022-292-1855 中部支店 052-973-2900
中国支店 086-226-0575 四国支店 087-869-1595 九州支店 092-411-8303

※商品の規格・仕様は予告なく変更することがあります。あらかじめご了承ください。

<http://www.toyo-ci.co.jp/>

国土交通大臣の柱耐火3時間認定を取得!

【適合免震装置：天然ゴム系、高減衰ゴム系支承】

免震建築物の積層ゴム用耐火被覆材

メンシガードS

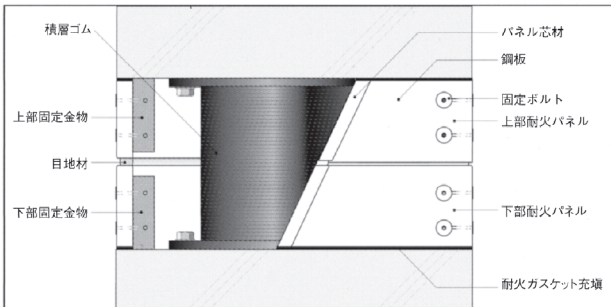
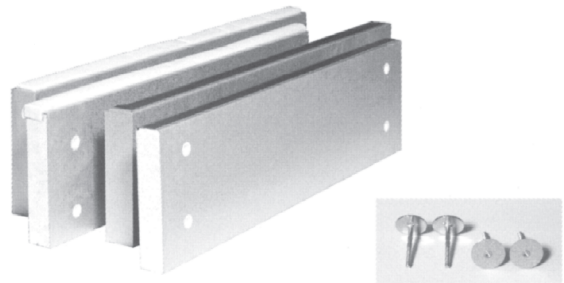
国土交通大臣認定
天然ゴム系：
FP180CN-0349
高減衰ゴム系：
FP180CN-0350



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

性能

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



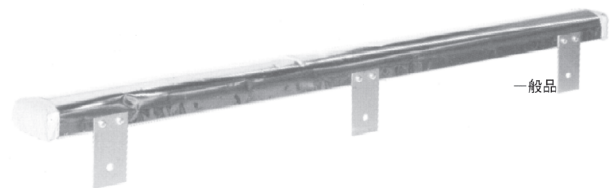
※材質 耐火芯材：けい酸カルシウム板 表裏面鋼板：ガルバリウム鋼板

目安寸法

積層ゴム径	変位 (mm)	標準寸法 (仕上がり外寸)
600 φ	±600	1,310×1,310
650~800 φ		1,510×1,510
850~1000 φ		1,710×1,710
1100~1200 φ		1,910×1,910
1300 φ		2,110×2,110

免震建築物の防火区画目地

メンシンメジ

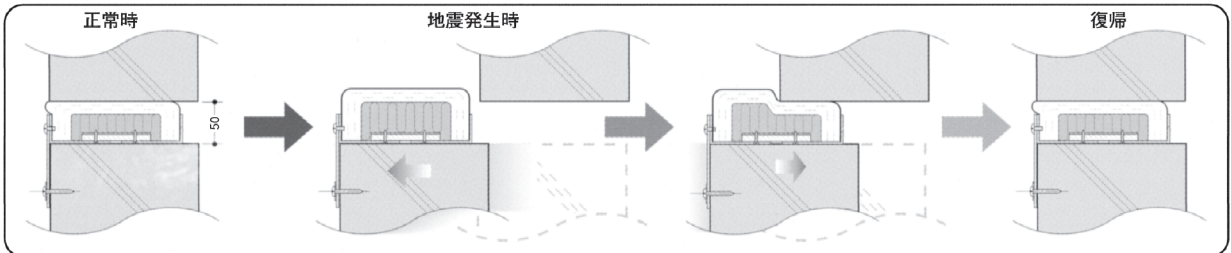


- 耐火1時間性能試験を行い、非加熱面温度（裏面温度）が告示で定める可燃物燃焼温度（建告1432号）以下であることを確認しています。
- 400mm変位試験を行い、変位前後で異常が無い事を確認しています。

(単位：mm)

種類	厚さ	幅	長さ
一般品	62.5	100	1,040

変位追従モデル



◎メンシガード S、メンシンメジのご使用に際し、詳細は以下までご相談下さい。



ニチアス株式会社

本社 / 〒105-8555 東京都港区芝大門1-1-26

建材事業本部 ☎ 03-3433-7256

名古屋営業部 ☎ 052-611-9217

設計開発部 ☎ 03-3433-7207

大阪営業部 ☎ 06-6252-1301

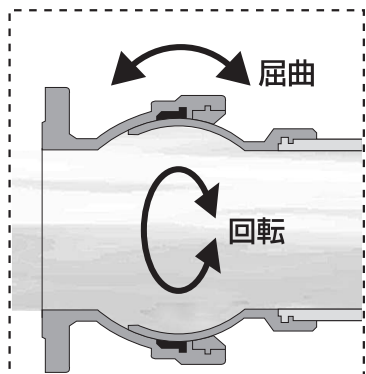
東京営業部 ☎ 03-3438-9751

九州営業部 ☎ 092-521-5648

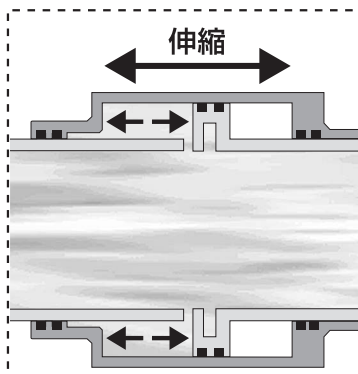
省スペース型 新メカニカル免震継手

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。

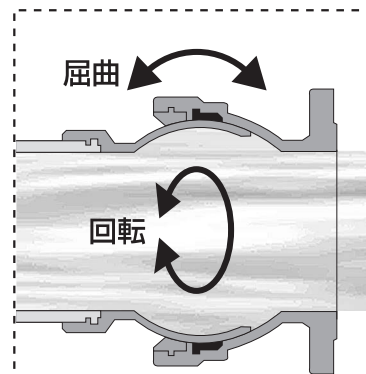
- 摺動タイプで反力はなく作動抵抗がほとんどない。
- 無反動型は圧力変動と水の体積変化を吸収する。
- 金属製で強度、耐久性に優れ、メンテナンスフリー。
- 無反動型は内圧による推力がほとんど発生しない。



ボールジョイント

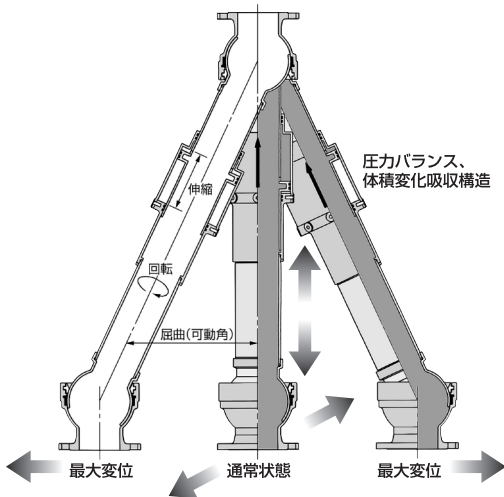


伸縮ジョイント
(圧力バランス、体積変化吸収構造)

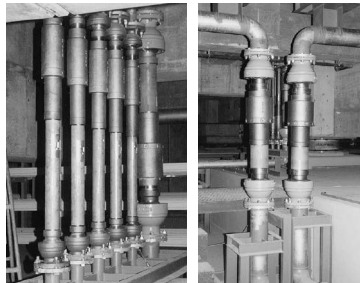


ボールジョイント

■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	
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		
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		
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

メンミンベンダー

●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

GOMENKA 護 免 火 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、天然ゴム系積層ゴム支承、高減衰積層ゴム支承および直動転がり支承を対象として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NR & 護免火HR【積層ゴム支承用多段積層型】

護免火シリーズを代表する耐火被覆構造です。プレ加工の耐火材を積層ゴム支承の周囲に積み重ね、バックル型の留付金物で固定するだけの簡単な施工。多段スライド方式は、変形時にも隙間が生じにくい安心構造です。

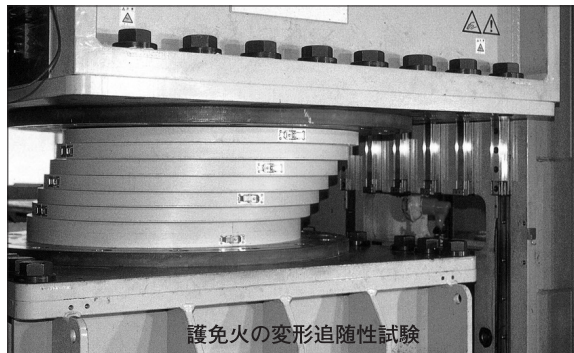
■ 特長

- バックルで固定するだけの簡単な施工。点検時の取り外し、取り付けも容易。
- フッ素樹脂のすべり効果により免震装置の水平変形にしっかり追随。
- 耐火材の幅が100mm以上あり、地震後の残留変位にも安心。

■ 仕上げ形状および寸法

(単位:mm)

品名	積層ゴム支承の種類	仕上げ形状	標準仕上がり寸法
護免火NR	天然ゴム系 (ゴム径:φ500~φ1600)	角形 丸形	フランジ外径(外寸)+210 フランジ外径(外寸)+250
護免火HR	高減衰ゴム系 (ゴム径:φ600~φ1600)	角形 丸形	フランジ外径(外寸)+210



■ 角形



■ 丸形

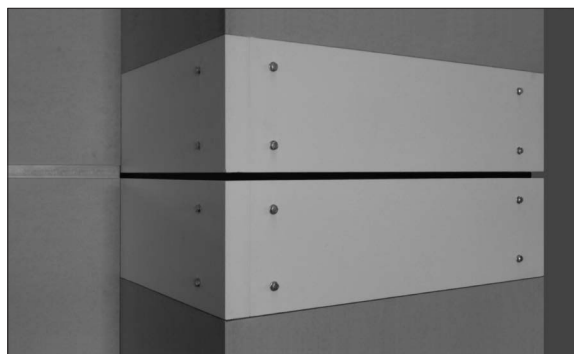
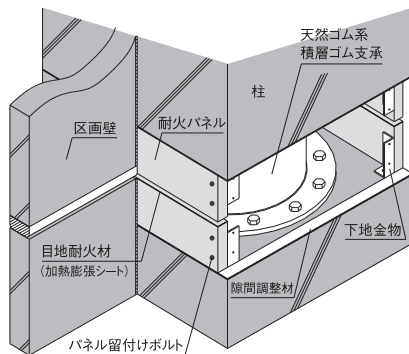


■ 護免火NRパネル【天然ゴム系積層ゴム支承用パネル型】

■ 特長

- 近接する壁の変位と干渉せず、区画を形成しやすい耐火被覆構造。
- 塗装による表面仕上げが可能。

■ 標準構成図



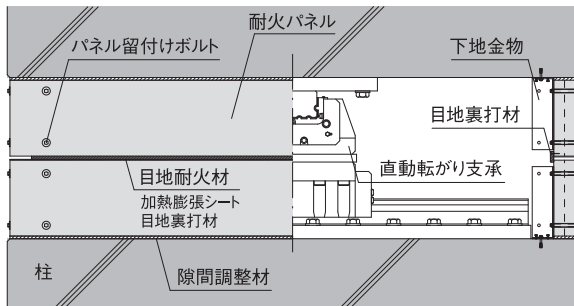
■ CLB護免火【直動転がり支承用】

耐火3時間の加熱試験において、直動転がり支承の最高温度を120℃以下に抑えました。火災による直動転がり支承の鉛直剛性や摩擦抵抗への影響を高いレベルで抑えることができます。

■ 特長

- 塗装による表面仕上げが可能。

耐火試験体



AGAM エーアンドエー 工事株式会社

●営業部・技術部

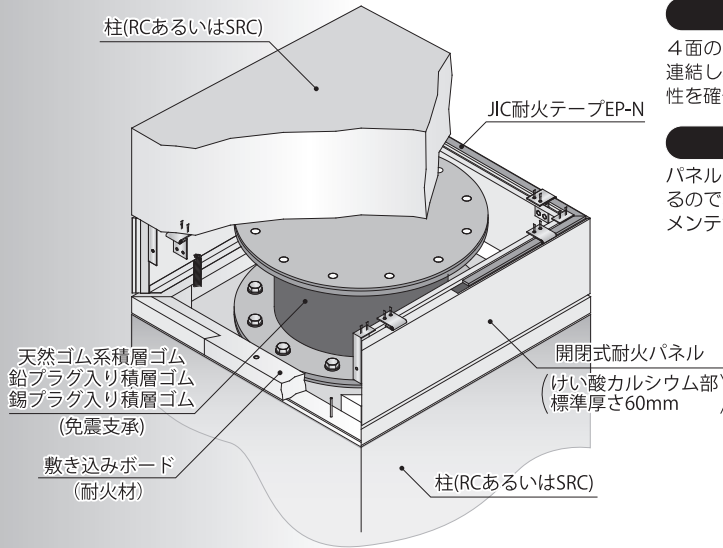
〒230-0051 神奈川県横浜市鶴見区鶴見中央2-5-5 電話 045(503)7730

- ◆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

開閉式耐火パネル仕様 / 柱・天然ゴム系積層ゴム免震装置耐火被覆システム

めんしんたすけ-N

耐火3時間
高層マンションOK



変形追従型

4面の耐火パネルをスプリングで連結し、大変形への追従性と復元性を確保しています。

コンパクト

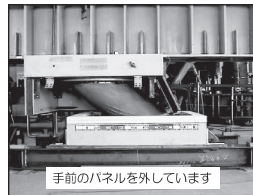
けい酸カルシウム板を採用し、柱外寸 1155mmというコンパクトサイズにも対応できます。

メンテナンス

パネルをはずすことなく確認できるので、定期的な点検や地震後のメンテナンスが容易です。

<実大試験状況>

阪神大震災の際の計測値の1.3倍の地震動(水平動)を2回与えても、耐火システムは保たれました。

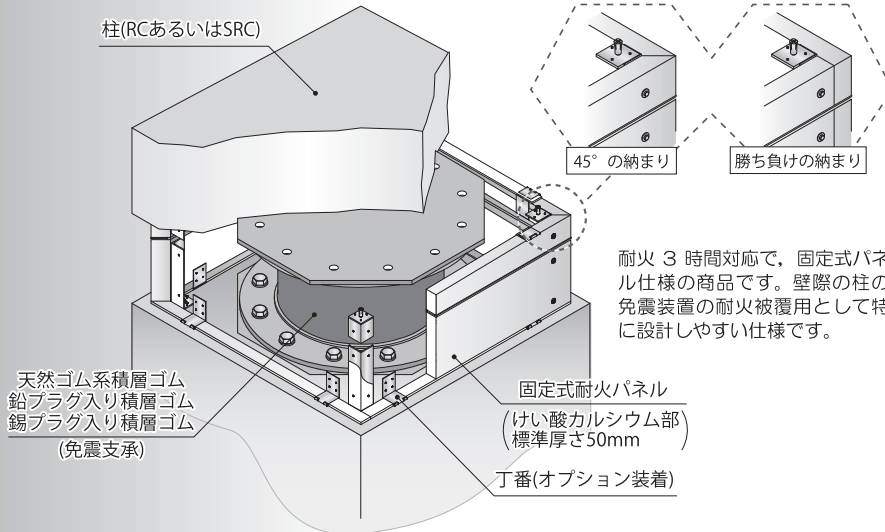


固定式耐火パネル仕様 / 柱・天然ゴム系積層ゴム免震装置耐火被覆システム

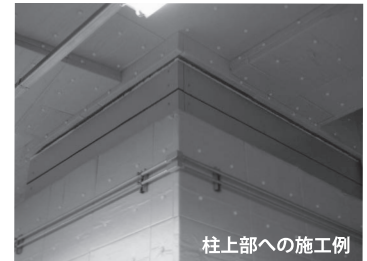
めんしんたすけ-N₂

耐火3時間
高層マンションOK

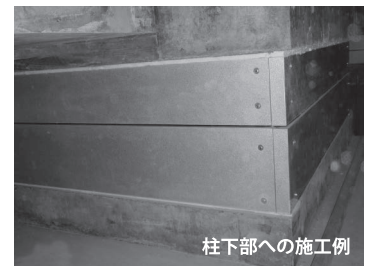
コーナー形状は2タイプから選べます。



耐火3時間対応で、固定式パネル仕様の商品です。壁際の柱の免震装置の耐火被覆用として特に設計しやすい仕様です。



柱上部への施工例



柱下部への施工例

柱・高減衰ゴム系積層ゴム免震装置用「めんしんたすけ-HD」
すべり支承免震装置用「めんしんたすけ-S」もあります。

 **JIC**
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

岐阜 TEL.058(327)5686
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 2月・5月・8月・11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。

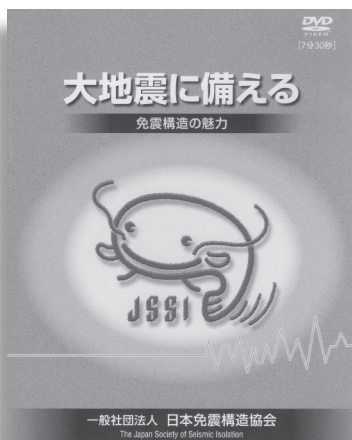
- 6) 原稿形態 広告原稿・フィルムは、内容(文字・写真・イラスト等)をレイアウトしたものを、郵送して下さい。
広告原稿・フィルムは、掲載者側で制作していただくこととなりますが、会誌印刷会社(株)大應に有料で委託することも可能です。
- 7) 原稿内容 本会誌は、技術系の読者が多く広告内容としてはできるだけ設計等で活用できるような資料が入っていることが望ましいと考えます。
出版部会で検討し、不適切なものがあつた場合には訂正、又は掲載をお断りすることもあります。
- 8) 掲載場所 掲載場所につきましては、当協会にご一任下さい。
- 9) 申込先 一般社団法人 日本免震構造協会 事務局
〒150-0001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

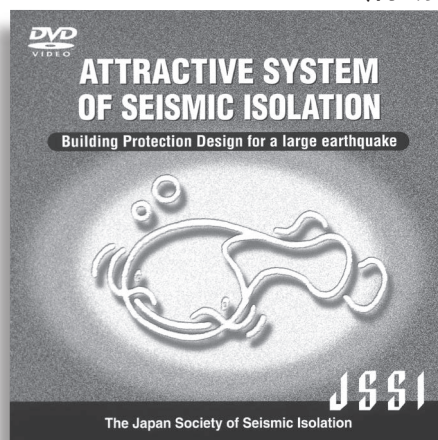
～ 免震構造の魅力～

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)



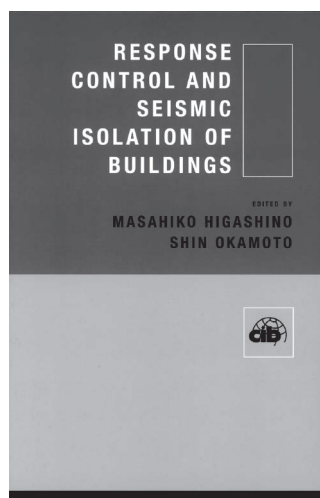
[日本語版]

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)の活動もしておりますが、今回その成果として免制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

ワールドカップでは、我が日本チームは予選突破の期待むなしく残念な結果に終わってしまいました。大相撲では、平成18年1月場所以来8年半も日本人の幕内優勝者が出ていない状況になっております。基本的に日本人は外国人に比べて基礎体力が劣っている一方、元来創意工夫、粘り強さが身上で頑張ってきたわけですが、やはり力負けしたという事かもしれません。日本製の音響機器や携帯電話も海外勢に圧倒されていますが、今一度日本人の身上である創意工夫、粘り強さで挽回してもらいたいと思っております。

今年の日本免震構造協会賞では、作品賞として免震レトロフィット1件、中間階免震2件、普及賞として木

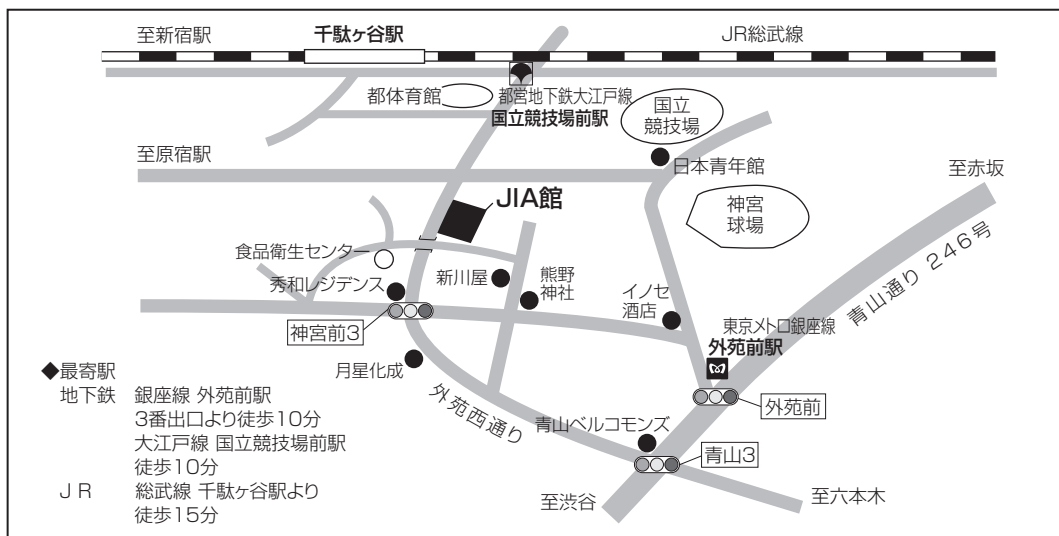
造免震、都市型再開発のプロットタイプとなる免震が受賞しており、技術賞でも免震・制振を活用して建替えた病院が受賞しております。これらは免震・制振技術を活用して創意工夫し、粘り強く検討を重ねて出来上がった成果だと思えます。

免震建築訪問で最先端の減災研究と地域の方への幅広い減災教育を実現し、大規模災害時には災害拠点となる「名古屋大学減災館」を訪問取材した今回の編集WGは、猿田、世良、戸澤、浜辺、人見さんの5名の方々でした。御苦勞様でした。

出版部会委員長 加藤 晋平

寄贈図書

日本ゴム協会誌	第87巻 第4号	(一社) 日本ゴム協会
日本ゴム協会誌	第87巻 第5号	(一社) 日本ゴム協会
日本ゴム協会誌	第87巻 第6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	2014.4	(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	2014.5	(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	2014.6	(一社) 日本建築士事務所協会連合会
月刊 鉄鋼技術	2014 4月号	鋼構造出版
月刊 鉄鋼技術	2014 5月号	鋼構造出版
月刊 鉄鋼技術	2014 6月号	鋼構造出版
RE	2014.4 No.182	(一財) 建築保全センター



2014 NO.85 平成26年8月26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

〒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/

