

# 日本地震工学会誌

Bulletin of JAEE

## No.11

Jan.2010

追悼文：志賀敏男先生を偲ぶ

特集：長周期地震動の発生と構造物に及ぼす影響



<http://www.jaee.gr.jp/>

日本地震工学会

Japan Association for Earthquake Engineering

〒108-0014 東京都港区芝5-26-20 建築会館  
Tel:03-5730-2831 Fax:03-5730-2830

# 日本地震工学会誌 (第11号 2010年1月)

Bulletin of JAEE (No.11 January.2010)

## INDEX

### 追悼文：

---

志賀敏男先生を偲ぶ／柴田 明德	1
-----------------	---

### 特集：長周期地震動の発生と構造物に及ぼす影響

---

長周期地震動予測地図／瀨瀬 一起、三宅 弘恵	2
長周期地震動のタンク・橋梁に及ぼす影響／坂井 藤一	8
長周期地震動が超高層建築物に及ぼす影響／齊藤 大樹	12
長周期地震動に対する制振・免震構造の応答性状／北村 春幸	16
E-Defenseの実験結果からみる長周期地震動が構造物に及ぼす影響／ 長江 拓也、福山 國夫、梶原 浩一、井上 貴仁、中島 正愛	20
昇降機における長周期地震動対策について／小沼 裕一	24

### 連載：

---

名誉会員に聞く／山田 善一	28
---------------	----

### 学会ニュース：

---

日本地震工学会大会2009の報告／芳村 学、北山 和宏、 中村 孝也、高木 次郎、山村 一繁、見波 進、長島 文雄、小田 義也、 中林 一樹、市古 太郎、鹿嶋 俊英、青木 繁、和泉 信之、秋田 知芳、 盛川 仁、齊藤 洋文、犬飼 伴幸、中村 孝明、嶋原 毅	31
2009年日本地震工学会大会・優秀論文発表賞	37

### 学会の動き：

---

会員・役員・委員会の状況	38
行事	42
会務報告	43
論文集目次・出版物	47
入会・会員情報変更の方法	51
投稿要領	52
学生会員「会費値下げ」のお知らせ	54

### 編集後記

---



# 志賀敏男先生を偲ぶ

柴田 明德

●東北大学名誉教授、東北文化学園大学大学院教授



本会名誉会員の志賀敏男先生は、平成21年10月19日に満86歳で逝去されました。ここに謹んでご冥福をお祈り申し上げます。

志賀敏男先生は大正12年(1923年)3月27日に東京都でお生まれになりました。昭和18年東京帝国大学に入学され、第二次大戦のさ中

に学生生活を送られて、昭和21年9月に工学部を卒業されました。その後東京大学大学院において、武藤清先生及び梅村魁先生の下で建築耐震構造の研究に従事されました。戦後まもなくの昭和21年南海地震や昭和23年福井地震の際には、梅村先生と共に精しい被害調査を行っておられます。大学院時代から建築物のねじれ振動に関する理論的研究に取り組み、その成果により昭和39年に日本建築学会賞(論文賞)を受賞されました。

昭和26年には東北大学工学部に助教授として赴任され、開設間もない建築学科の教育研究の推進のために日夜尽力されました。塩釜の火力発電所の建物を譲り受けて始めた建築実験所では、手作りの遠心方式大型振動台を用いて、我が国で初めての鉄筋コンクリート骨組の振動破壊実験に成功されました。

昭和40年には東北大学工学部教授に昇進され、建築構造学講座を担当されました。昭和43年の十勝沖地震では、鉄筋コンクリート造の中低層建物に激しい被害が生じ、建築構造界に大きな衝撃を与えました。先生は、被害の詳細な分析から、柱と耐震壁の量に基づいて簡明に耐震性能を評価する「志賀マップ」の手法を創案されました。この考え方は、昭和55年の建築基準法改定における新耐震設計法に取り入れられ、我が国の建築物の耐震性を大きく向上させました。

昭和53年宮城県沖地震は仙台を直撃し、甚大な都市的被害をもたらしました。このとき東北大学青葉山キャンパスにある9階建の工学部建設系建物は、南北方向の1階で258ガル、9階で1040ガルという大きな加速度を記録しました。この厳しい地震力に対して、こ

の建物は耐震壁にややひび割れは生じたものの、見事に耐えたのでした。後に行われた建物の部材ごとの非線形特性を考慮した地震応答解析の結果は、実際の強震記録と非常によく一致し、弾塑性地震応答解析の有効性が初めて実証されました。

この地震に対して文部省自然災害特別研究による総合的な研究が行われることになり、先生はその研究代表者として、東北大、東大、京大、東北工大の理・工系、人文系の多くの研究者の協力のもとに、「都市生活機能の被害予測と保全」という新しい研究の方向を打ち出されました。

先生は日本学術会議の第13期及び第14期会員として同地震工学研究連絡委員長を務め、学術の発展に尽力されました。学会活動においては、日本建築学会副会長、日本コンクリート工学協会理事等を歴任され、学術の振興に貢献されました。また、国際地震工学会の日本代表として、地震工学の発展に貢献されました。地域の地震防災対策にも積極的に取り組み、宮城県や仙台市の地震対策専門部会の委員長として地震に強い街づくりに尽力されました。平成10年には、長年にわたり耐震工学及び自然災害科学の発展に寄与した一連の功績により、日本建築学会大賞を受賞されました。

先生は昭和61年に東北大学を退官されましたが、東北大学及びその後の東北学院大学における先生の長い教育研究の日々は、常に学生と共にあり、共に歩む日々でした。先生の学問に対する真摯な姿勢と温かいお人柄は学生たちを魅了し、ひとりひとりが自分なりのやり方で、ものをよく見ること、そしてよく考えることの大切さを先生から学びました。

先生とお酒は切っても切れないものでした。また、先生は音楽を深く愛し、常に歴史や文学の書物に親しまれ、そして、その深い知恵をいつも惜しみなく私たちに分け与えていただきました。学生たちの同期会や同窓会にはほとんど全て出席して、皆を励まして下さいました。

私たちの心の支えであった先生の温容に再び接することができないと思うと、本当に残念でなりません。先生、どうぞ安らかに眠り下さい。

## 長周期地震動予測地図

瀬瀬 一起／三宅 弘恵

●東京大学地震研究所

### 1. はじめに

会誌編集委員会（境委員長、藤田幹事、森川担当委員）の依頼により、特集「長周期地震動と構造物に及ぼす影響」の冒頭の記事を書かせていただいている。2009年9月10日にいただいた依頼内容は「地震本部の長周期地震動予測地図（試作版）が公表される見通しであることから、長周期地震動地図に関して」というものであった。したがって、この記事は9月17日に公表された同地図の報告書<sup>1)</sup>や、同じような依頼による日本建築学会地盤震動シンポジウムの発表<sup>2)</sup>に類似せざるを得ないことをあらかじめお断りしておく。

### 2. 長周期地震動とは

長周期地震動<sup>3),4)</sup>は、2003年十勝沖地震（マグニチュード（以下、Mと略記）8.0）の際に震央から約250 km離れた苫小牧市内で発生した石油タンク火災の原因のひとつとして注目されるなど、地震動による災害を考える上で、主要な課題のひとつとなっている。歴史的には、1968年十勝沖地震（M 7.9）の際に初めて長周期地震動が確認され、遡って1964年新潟地震（M 7.5）でも発生していたと考えられている。世界的にも、1985年のミチョアカン地震（メキシコ地震、M 8.1）により、震源から約400 km離れたメキシコシティーに長周期地震動による甚大な被害がもたらされたことから広く知られるようになった<sup>5),6)</sup>。地震調査研究推進本部（以下、地震本部と呼ぶ）が平成21年4月に公表した「新たな地震調査研究の推進について－地震に関する観測、測量、調査及び研究の推進についての総合的かつ基本的な施策－」<sup>7)</sup>（以下、新総合基本施策と呼ぶ）においても、当面10年程度に推進すべき地震調査研究の主要な課題のひとつとして、長周期地震動の調査研究が挙げられている。

地震本部地震調査委員会強震動評価部会では、地下構造モデル検討分科会が中心となり、新総合基本施策の実施に先駆けて平成19年度から、長周期地震動の予測手法とその結果の公表方法について検討してきた。今般、想定東海地震、東南海地震を対象地震とした関東地方から近畿地方にかけての長周期地震動予測地図、および、宮城県沖地震を対象地震とした東北地方中部から関東地方にかけての長周期地震動予測地図が

それぞれ試作され、2009年9月に公表された。ここでは、この試作版で用いられている手法およびその予測結果について地震調査委員会（2009）<sup>1)</sup>、瀬瀬・他（2008, 2009）<sup>8),9)</sup>に基づいて解説する。

### 3. 長周期地震動の予測手法

長周期地震動といえども地震動（地震による地表や地中の揺れ）の一種であるから、それを予測する手法は一般的な地震動を予測する手法と大きく異なる。たとえば、地震本部地震調査委員会が2005年から毎年発行してきた「全国を概観した地震動予測地図」や2009年7月に公表した「全国地震動予測地図」では、一般的な地震動を『震源断層を特定した地震の強震動予測手法（「レシピ」）』（たとえば地震調査委員会（2008）<sup>10)</sup>の付録3を参照）に基づいて予測している。そこでは地震動、中でもこれらの「地震動予測地図」が対象とするような強い揺れ（強震動）の予測手法を、震源特性（震源モデルまたは震源断層モデル）、地下構造モデル、強震動計算、予測結果の検証という四つの構成要素に分けて記述している。

長周期地震動も基本的にこの「レシピ」に沿って予測されるが、一般的な地震動との第一の違いは、長周期地震動は地震動の短周期成分を含まないので、「レシピ」のうちこの短周期成分を統計的グリーン関数法で予測する部分が不要であるという点にある。また、短周期成分を含まないので、長周期成分と短周期成分とをハイブリッド合成法により合成する部分も必要がない。

第二に、試作版が対象とする地震はすべて海溝型地震であるので、活断層で発生する地震を対象とする震源モデルの部分が不要である。また、対象地震は海溝型地震のうちプレート境界地震と呼ばれる種類の地震である。一般に、プレート境界地震は活断層で発生する地震に比べ発生間隔が短く、かつ似通った震源モデルが繰り返すことが多いと言われている。そこで、過去の地震の震源モデルがわかっている場合、その震源モデルに基づいて長周期地震動の予測を行うこととした。一方、過去の地震の震源モデルがわかっていない場合には、「レシピ」の特性化震源モデルの部分に概ね沿って震源モデルを作成した。

第三に、長周期地震動は地下構造のうち浅い地盤構造に大きく影響されることが少ないという前提に立って、「レシピ」のうち「地下構造モデル・浅い地盤構造」の部分は省略された。それ以外の深い地盤構造と地震基盤以深の地殻構造については、「レシピ」における地下構造モデルの作成法(地震調査委員会(2008)<sup>10)</sup>の付録2参照)にしたがってモデル化された。特に、深い地盤構造に対しては長周期地震動予測における重要性を鑑み、標準的なモデル化手法<sup>11)</sup>(図1)を新たに作成し、それに基づいて、0次モデルや0.5次モデルに比べ一段と精度の高い1次モデルが構築された。この標準的なモデル化手法は、プレート境界地震の場合に必要なプレートや下部地殻などのモデルにも適用可能である。

#### 4. 長周期地震動予測地図の見方

ここでは、長周期地震動予測地図の見方について、宮城県沖地震を例に示す。長周期地震動予測地図は、最近公表された「全国地震動予測地図」における、「震源断層を特定した地震動予測地図」<sup>12)</sup>の一種に相当する。そのうち図2は「全国地震動予測地図」に納められた、1978年に発生した宮城県沖地震と同じタイプの地震について簡便法を用いて求められた予測震度分布図を示している。この「震度」は、比較的短周期(約0.1~1秒程度)を中心とした揺れに対応している。したがって、この震度と対応していない長周期地震動については、図2と同様の表現をすることができない。

そこで長周期地震動予測地図では、図3や図4のような別の表現方法を用いることとした。図3は、速度波形で表した長周期地震動の揺れ幅(振幅)の最大値(最大速度)の面的な分布を示したもので、水平2方向(NS方向とEW方向)の最大速度のうち大きい方を表示している(単位:cm/s)。また図4は、速度1cm/s以上の揺れが継続する時間の分布を示している。これらは、地震動の特性を示す要素のうち、振幅特性と経時特性を表している。

また、周期特性を示す図として、周期5秒の速度応答スペクトル(減衰率5%)の分布を図5に示す。こちらも水平2方向のうち大きい方を表示している(単位:cm/s)。この図は、地表の揺れに対して、固有周期が5秒である構造物(40階程度の超高層ビルなど)がどの

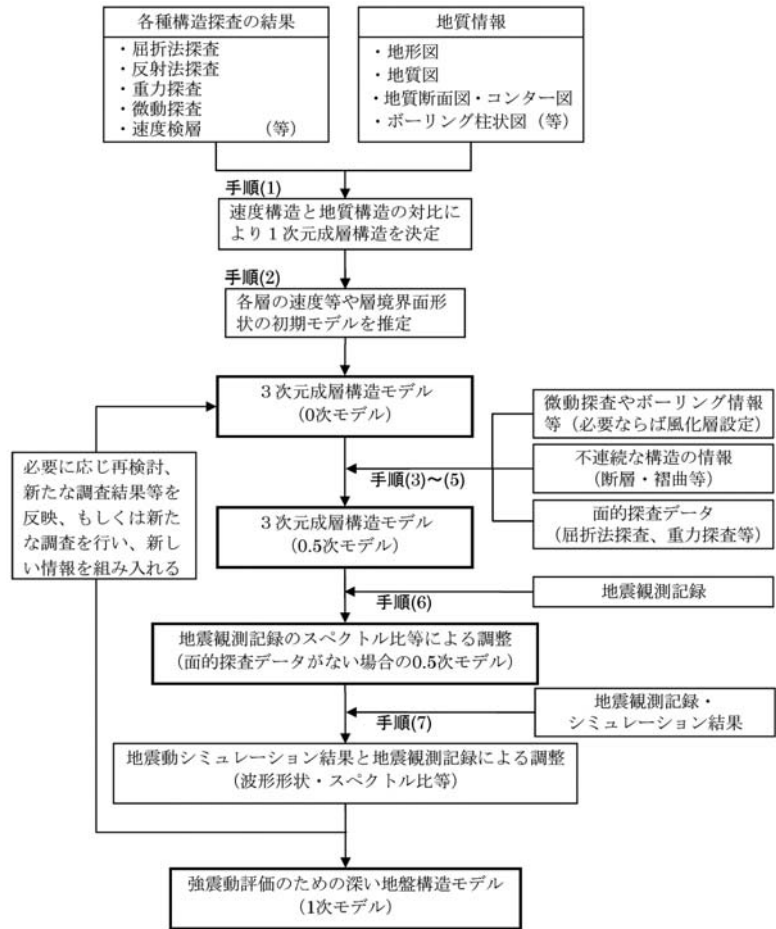


図1 深い地盤構造の標準的なモデル化手法<sup>10),11)</sup>

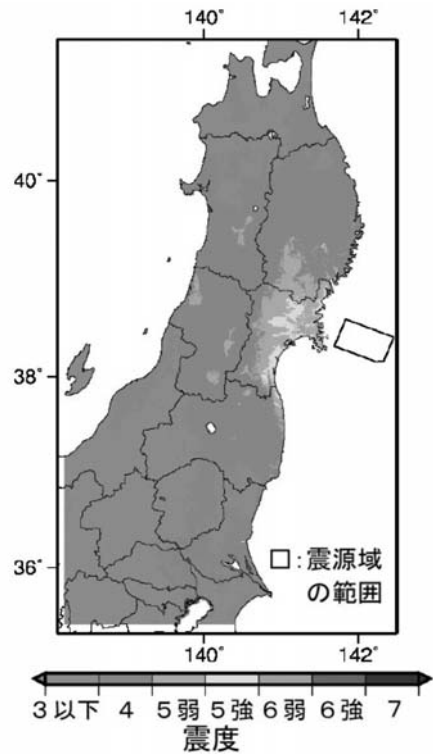


図2 宮城県沖地震A1の簡便法による予測震度分布<sup>10)</sup>

ように揺れるかを、応答の速度最大値の分布で表したものである。

この他にも、本予測地図では周期7秒と周期10秒の図が含まれている。なお、図に示す応答速度は長周期構造物の代表的な揺れの速度であり、その上層では、それ以上の揺れになる可能性がある。

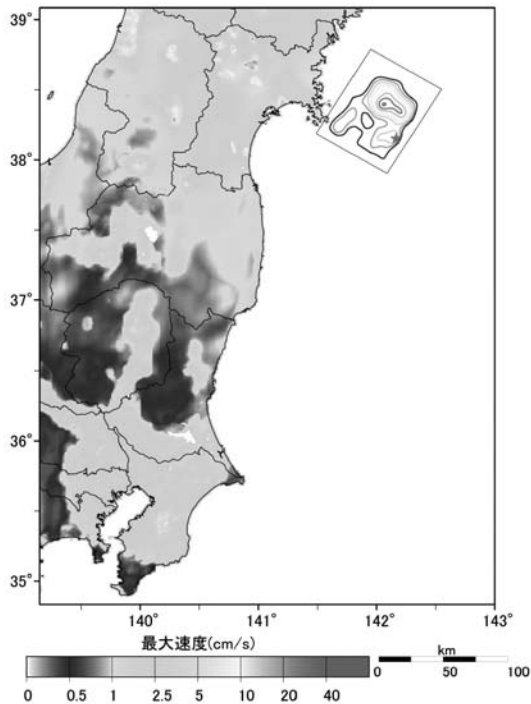


図3 宮城県沖地震における長周期地震動の最大速度分布<sup>1)</sup>

図2と図3は地表の揺れ方を別の表現で示したものであるため、直接比較することは難しい。また、それぞれ影響を受ける構造物が異なり、固有周期が短い建物などは、図3の長周期地震動の影響をほとんど受けずに図2の震度に応じて揺れる一方、固有周期が長い長周期構造物は、図2の影響を受けて、それぞれの固有周期に応じて揺れる(図5など)ことになる。

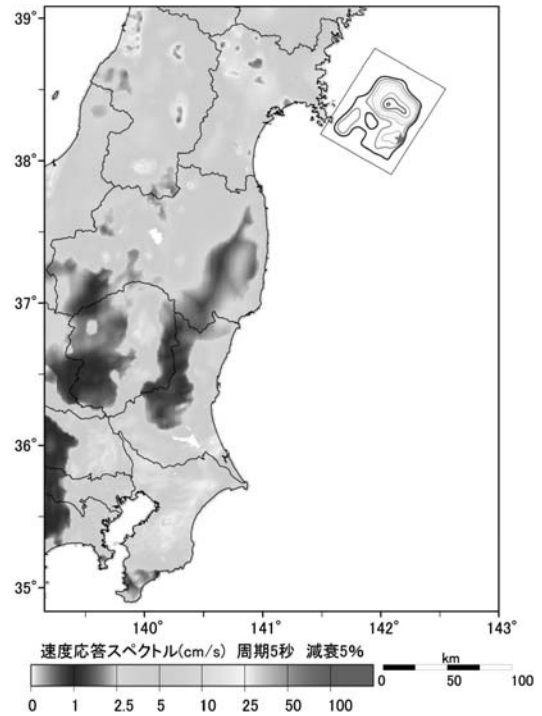


図5 宮城県沖地震における速度応答スペクトル(周期5秒)の分布<sup>1)</sup>

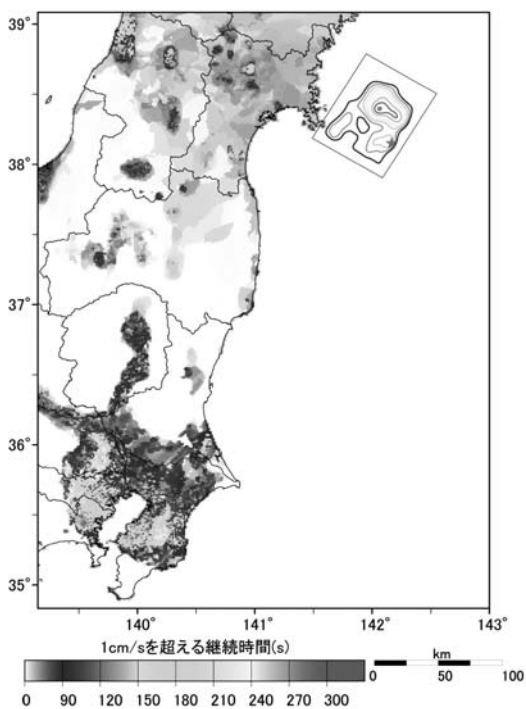


図4 宮城県沖地震における長周期地震動の継続時間の分布<sup>1)</sup>

しかし、定性的には次のように見ることもできるだろう。図2の震度分布からは、仙台平野の東部では最大震度6弱の揺れとなっており、宮城県北西部や山形県内の一部の盆地、庄内平野などでは震度5弱となっているのに対して、関東平野では最大でも震度4程度しか予測されていない。一方、長周期地震動の観点から見た場合は、震源に近い場所と同等程度の長周期の揺れ(図3)が関東平野で長く続く(図4)。さらに、固有周期が短い建物などが震度4以下程度で揺れているのに対し、周期5秒の長周期構造物では、震源に近い場所と同等か、場所によってはそれ以上の揺れが予測されている(図5)。長周期構造物が揺れ続ける時間には地表の揺れの継続時間(図4)が一つの目安になるが、それよりも長く揺れる場合がある。また震源に近い場所では、長周期地震動による揺れは比較的大きいが、継続時間は必ずしも長くはないこともわかる。このように、従来の震度と長周期地震動では、影響を受ける建物などが異なるほか、震源から遠く離れた場

所における分布の状況などに、しばしば明瞭な違いが現れることがある。

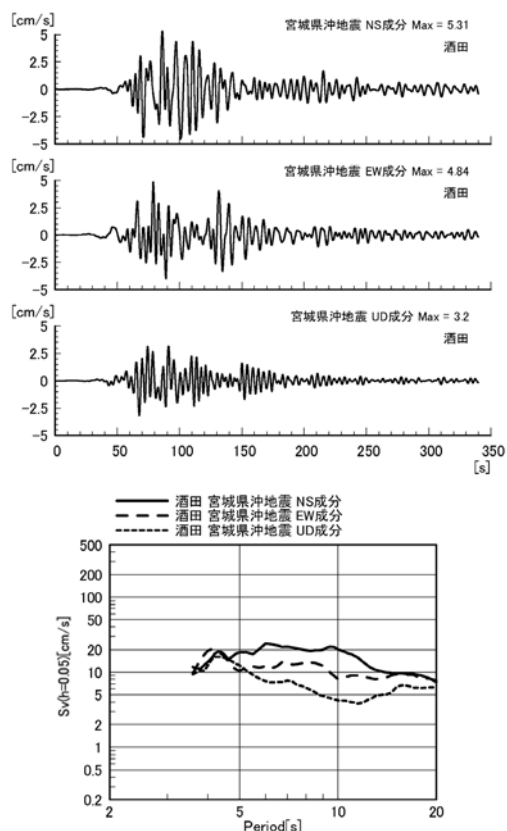


図6 宮城県沖地震において計算された速度波形と速度応答スペクトル(酒田市役所)<sup>1)</sup>

以上のような地図のほかに、長周期地震動のいろいろな性質を一挙に示す図として、都府県庁などいくつかの代表地点で計算された長周期地震動の速度波形と速度応答スペクトルを付け加えた(図6)。なお、速度応答スペクトルの図からわかるように、示された長周期地震動の速度波形のうち、対応の精度を持っているのは周期3.5秒以上の成分である。

### 5. 想定東海地震の場合

2009年試作版のうち、宮城県沖地震を対象地震とした東北地方中部から関東地方にかけての長周期地震動予測地図は、前節で長周期地震動予測地図の見方の一例としてすでに示した。この節では関東地方から近畿地方にかけての長周期地震動予測地図のうち、首都圏への影響の大きい想定東海地震を対象地震とした地図を示す。想定東海地震は南海トラフ沿いを震源とする地震のうち、駿河湾～浜名湖沖の領域を震源とするM8クラスの地震である。過去に南海トラフで発生した地震のうち、この領域だけを震源域とした地震は知られていないが、1944年の東南海地震(昭和東南海地震)

の際に破壊せずに残ってしまった領域に相当しているため、想定東海地震の発生が切迫していると考えられている。

本予測地図では、中央防災会議(2001)<sup>13)</sup>による震源域を基本として、震源断層を特定した地震の強震動予測手法(「レシピ」)<sup>10)</sup>の考え方を取り入れた震源モデルを設定し、関東地方から近畿地方に至る地域での長周期地震動予測を行った。計算手法や震源モデル、地下構造モデルの詳細は報告書の6～7章を参照されたい。

図7～9には長周期地震動の指標となる速度応答スペクトルの周期5秒、7秒、10秒での分布を示す。それぞれの固有周期を持つ超高層ビルなどの長周期構造物においては、震源に近い地域では大きな揺れが予測されるが、それ以外にも関東平野や濃尾平野、大阪平野など、平野部で長周期地震動の揺れが大きいことがわかる。周期ごとの違いを見てみると、濃尾平野などでは特に5秒の揺れが大きく、関東平野では7、10秒での揺れが大きくなっている。これらは長周期地震動に大きな影響を与える、地下構造の違いを反映したものと考えられる。

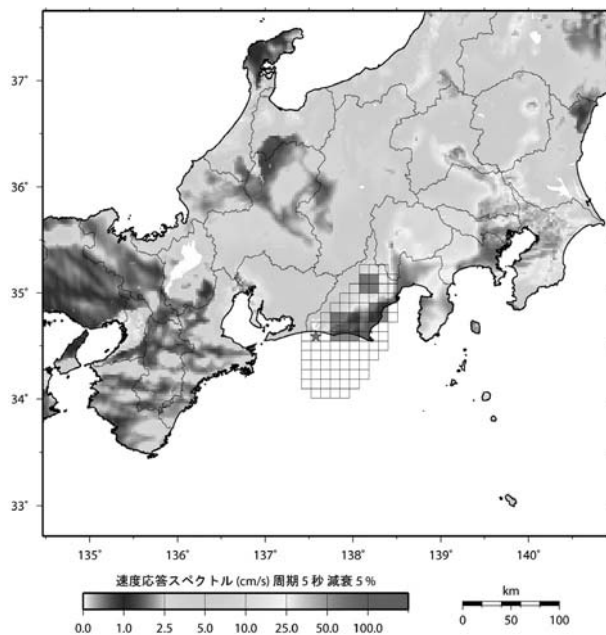


図7 速度応答スペクトル(周期5秒)の分布<sup>1)</sup>

地表での速度として計算された長周期地震動の揺れ幅の最大値(最大速度)を分布図にしたもの、および速度1 cm/s以上の地表の揺れが継続する時間の分布図を報告書<sup>1)</sup>に示した。これらを見ると、想定東海地震に対して、最大速度は関東平野や震源に近い地域で大きい、継続時間は震源に近い地域では限定的である。それに比べて平野部では、関東平野に限らず濃尾平野、



大阪平野、富山平野、金沢平野などで継続時間が長く、ある程度の揺れ幅で数分間も揺れ続けることが予想される。なお、長周期地震動が卓越している場合には、超高層ビルなどの揺れの継続時間は、地表の地震動よりも長くなる場合がある。

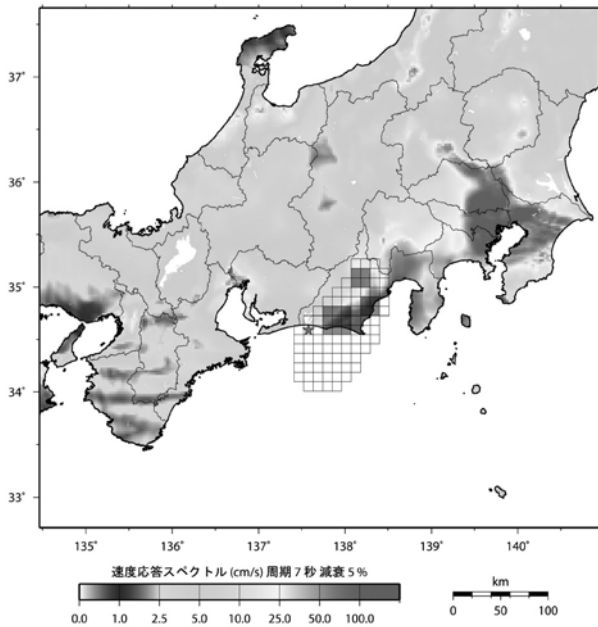


図8 速度応答スペクトル (周期7秒) の分布<sup>1)</sup>

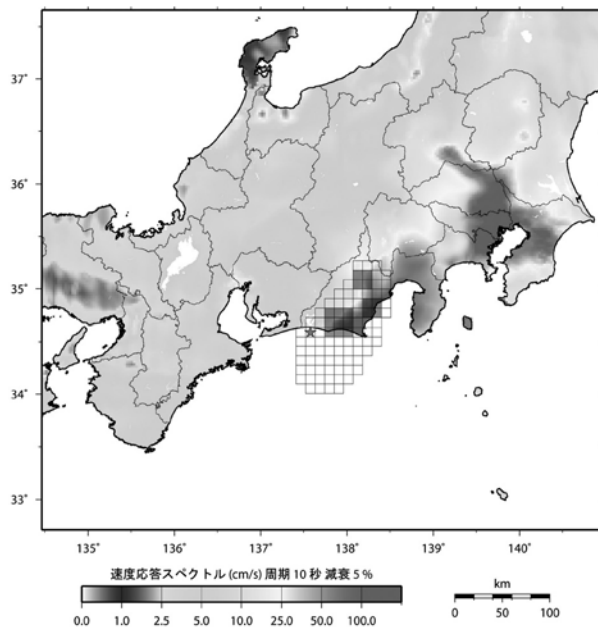


図9 速度応答スペクトル (周期10秒) の分布<sup>1)</sup>

図10には、いくつかの代表地点で計算された長周期地震動の速度波形と速度応答スペクトルのうち、東京都庁での速度波形・速度応答スペクトルを示した。なお、ここでも示された速度波形のうち、相応の精度を持っているのは周期3.5秒以上の成分である。

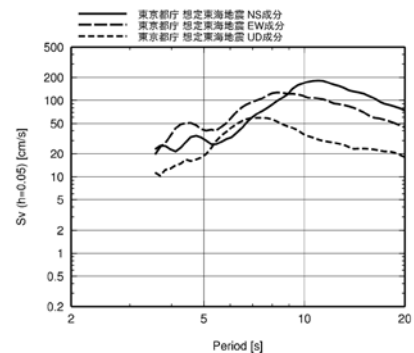
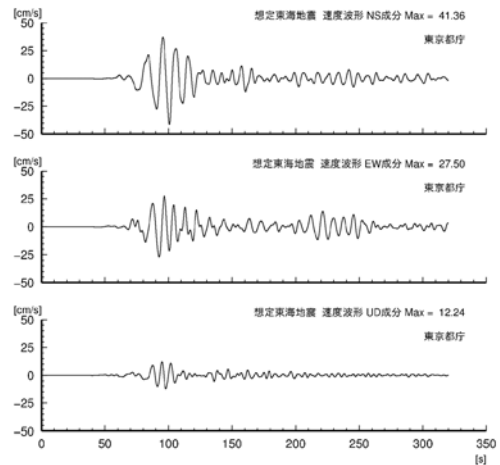


図10 東京都庁での速度波形と速度応答スペクトル<sup>1)</sup>

## 6. 課題と将来展望

この2009年試作版で初めて、地震本部から長周期地震動の予測地図が公表されることになった。本予測地図では、海溝型地震の長周期地震動が、堆積層・地殻・海域などを含む地下構造の1次モデルを用いて決定的に予測されていることが大きな特徴である。長周期地震動予測地図は従来の「全国を概観した地震動予測地図」<sup>10)</sup>や最近公表された「全国地震動予測地図」<sup>12)</sup>、中でも震源断層を特定した地震動予測地図などの経験を活用することにより作成されたが、以下のような課題が記されている。

1. 過去のイベントの震源モデルが得られている東南海地震、宮城沖地震については、それらを前イベント震源モデルとして用いた。想定東海地震については、そのようなモデルがないため、特性化震源モデルを作成したが、海溝型地震の特性化震源モデルに関しては、内陸地殻内地震（活断層等で発生する地震）に比べて、さらなる研究が必要な部分が残っている。
2. 今回、長周期地震動予測地図を作成した地域は、全

国的に見た場合、まだ限定的なものになっている。また、これらの地域を除くと、地下構造の1次モデル化が行われた地域がまだ少なく、今後、全国1次地下構造モデルの構築に向けて検討を進める予定である。

3. 周期が3秒以上の長周期地震動の予測を目指して検討を進めたが、本予測地図では数値計算上の問題などにより周期3.5秒以上の長周期地震動のみを計算した。将来的には工学的な利用の需要を念頭に、周期2～3秒程度以上の予測を目指したいと考えている。

特に、課題1に記した理由により、想定東海地震の長周期地震動は、周期5秒未満において実際の場合より小さめに計算されている可能性がある。

これらを踏まえて、長周期地震動予測地図に関し、地震本部では次のようなロードマップが考えられている。まず、南海地震を対象とした長周期地震動予測地図の2010年試作版に向けて検討を進める。南海地震はマグニチュード8.4前後と非常に規模の大きな地震なので、その長周期地震動が影響を及ぼす範囲も非常に広がる。そのため、2010年試作版の検討の過程で同時に課題2の何割かを解決することにより、その時点で暫定的な全国1次地下構造モデルが公表される予定である。

引き続き、2010年度以降は、新総合基本施策に則り、長周期地震動予測地図の作成が本格的に推進される予定である。課題1、3の解決を目指し、特性化震源モデルや数値計算手法の調査研究、地下構造モデルの改良等を進めるとともに、「防災・減災に向けた工学及び社会科学的研究を促進するための橋渡し機能の強化」に向けて、予測地図の提示方法に関する調査研究が行われる。また、試作版で扱った想定東海地震、東南海地震、宮城県沖地震以外の主要な海溝型地震や、内陸の長大な活断層を対象とした長周期地震動の予測も試みられる予定である。併せて、試作版と同じように、それぞれの地震の長周期地震動が影響を及ぼす範囲の地下構造の改良と1次モデル化を図って課題2を解決し、全国1次地下構造モデルの完成が期待される。また、それぞれの海溝型地震や長大活断層が単独で活動する場合だけではなく、複数が同時に活動する(連動する)ことによって一層大きな長周期地震動を発生させるような場合についても検討される予定である。さらには、長周期地震動予測に関連して新たな知見が得られれば、必要に応じて試作版で扱った海溝型地震も再び検討対象となる可能性がある。

## 謝辞

本予測地図の実現には文献8), 9)の共著者の方々、および文部科学省地震・防災研究課各位の尽力に負うところが大きい。また、地震本部の地震調査委員会、同強震動評価部会、同強震動予測手法検討分科会、同地下構造モデル検討分科会の主査・委員各位による議論は有益でした。記して感謝致します。

## 参考文献

- 1) 地震調査委員会:「長周期地震動予測地図」2009年試作版, 66pp., 2009.
- 2) 額部一起: 地震本部による長周期地震動予測地図の試作版, 第37回地盤震動シンポジウム, pp.11-16, 2009.
- 3) 座間信作: やや長周期の地震動, 地震2, 46, 329-342, 1993.
- 4) 座間信作: 長周期地震動, 地震2, 61, S433-S440, 2009.
- 5) 工藤一嘉: 地震に伴う諸現象と災害, 藤井敏嗣・額部一起(編)「地震・津波と火山の事典」, 丸善, pp.46-60, 2008.
- 6) Koketsu, K. and H. Miyake: A seismological overview of long-period ground motion, J. Seismol., 12, pp.133-143, 2008.
- 7) 地震調査研究推進本部:「新たな地震調査研究の推進について - 地震に関する観測、測量、調査及び研究の推進についての総合的かつ基本的な施策 -」, 37pp., 2009.
- 8) 額部一起, 三宅弘恵, 藤原広行, 橋本徹夫: 全国1次地下構造モデルと長周期地震動予測地図の構築に向けて, 日本地球惑星科学連合2008年大会, S225-001, 2008.
- 9) 額部一起, 三宅弘恵, 引間和人, 木村武志, 古村孝志, 藤原広行, 橋本徹夫, 石井透, 吾妻瞬一, 室谷智子, 早川崇, 渡辺基史, 鈴木晴彦:「長周期地震動予測地図」2009年版の作成 - 想定東海地震・東南海地震・宮城県沖地震 -, 日本地球惑星科学連合2009年大会, S221-015, 2009.
- 10) 地震調査委員会:「全国を概観した地震動予測地図」2008年版, 94pp., 2008.
- 11) Koketsu, K., H. Miyake, Afnimar, and Y. Tanaka: A proposal for a standard procedure of modeling 3-D velocity structures and its application to the Tokyo metropolitan area, Japan, Tectonophysics, 472, pp.290-300, 2009.
- 12) 地震調査委員会:「全国地震動予測地図」別冊2 震源断層を特定した地震動予測地図, 352pp., 2009.
- 13) 中央防災会議, 2001, 東海地震に関する専門調査会報告, <<http://www.bousai.go.jp/jishin/chubou/20011218/siryou2-2.pdf>>, 17pp.

# 長周期地震動のタンク・橋梁に及ぼす影響

坂井 藤一

● (有) FS技術事務所

## 1. はじめに

長周期地震動による構造物被害が注目を集めるようになったのは、1964年新潟地震の際に石油ヤードが火災消失した事故以来である。これは、タンク内部液体のスロッシング(液面動揺)が6秒程度の周期を持つ長周期地震動によって共振現象を生じた結果であると説明されている<sup>1)</sup>。タンクのスロッシング被害は、その他にも1964年のアラスカ地震、1978年の日本海中部地震、1985年のチリ地震、ロサンジェルス地震、1995年の兵庫県南部地震、1999年のコジャエリ地震、集集地震等多くの事例が報告されている。

2003年十勝沖地震においては、タンクのスロッシング耐震問題の重要性を再認識させる重大な被害が苫小牧の石油ヤードにおいて現出した。特に注目すべきは、大型石油タンクの浮屋根がスロッシングによって破壊を生じ、幾つかのタンクでは沈没に至ったことにより、タンクの火災が発生したことである。また、この地震においては、近年の地震観測体制の整備に伴う多数の精緻な記録が観測されて、長周期地震動の特性とレベルに新しい知見が得られ、スロッシングとの因果関係が明白に実証された<sup>2)</sup>。

スロッシングの被害形態として、大きな揺動に伴う溢流、付属物を含めての浮屋根の変形・破壊、あるいは固定屋根・側板上部の破壊等は従来の地震被害でも見られたのであるが、浮屋根に関する大規模被害はかつて見られなかったものである。これに鑑み、石油タンク設計基準である消防法は大幅に改正され、長周期地震動の設計レベルや浮屋根の耐震構造強度規定を記載した新告示が發布されている<sup>3)</sup>。

しかしながら、長周期地震動の観測例は現在の所まだ多いとは言えない状況にあり、設計地震動の設定については今後さらなる検討がなされるであろう。また、スロッシング時に浮屋根は非常に複雑な挙動を呈するが、この現象の解明と適切な剛性・強度の付与という耐震構造問題は未だ解決されているとは言えないように思う。他の構造物で実用化がなされている制振・免震技術等の応用も今後の課題である。本論ではそのような問題の一端を解説・展望して見たい。

橋梁構造物については、現在まで特に長周期地震動

によると思われる被害事例はあまり顕在化していないが、長大橋においてはその長周期特性から見ても長周期地震動の顕著な影響が十分に想定される所であり、最近では長周期地震動の知見を考慮に入れた耐震対策が採り入れられるようになってきている。

先年、土木学会と日本建築学会では共同で「巨大地震災害への対応検討特別委員会」を設け、特に長周期地震動の各種構造物への影響とその対策に焦点を当てた調査活動を実施した<sup>4)</sup>。本論では、その調査結果等も踏まえて、タンクおよび橋梁構造物についての長周期地震動の影響と現在考えられている対策等を紹介することにする。

## 2. タンク

液体を貯蔵する液体タンクには、内容物の種類によって、石油タンク、LNG/LPGタンク、水道(上下水)用タンク、原子力容器、化学製品容器等々多種多様なものがあるが、特に数の多い石油タンクを主として取り上げることにする。

### (1) 石油タンクの長周期特性

石油タンクは、直径10m～80mを有する、いわゆる円筒平底貯槽であり、最大液深は22m程度である。石油タンクには固定屋根式と浮屋根式があるが、大型のタンクには浮屋根が用いられる。浮屋根の型式には、シングルデッキ型式(中央部の1枚板と円周部のポンツーン構造から構成され、全体として剛性がきわめて乏しい)とダブルデッキ型式(全体がポンツーン構造になっており、剛性が十分ある)の2型式がある。

通常タンクのスロッシング固有周期(自由表面、1次モード)は、速度ポテンシャル理論から次式で表わされ、ほぼ3秒から14秒程度の間に分布している。

$$T_s = 2\pi \sqrt{\frac{D}{3.68g} \coth\left(\frac{3.68H}{D}\right)} \quad (1)$$

ここで、Dは直径、Hは液深、gは重力加速度である。また、スロッシング波高は、次式で与えられる。

$$\eta_{\max} = 0.419 \frac{D}{g} S_a = 0.419 \frac{D}{g} \left(\frac{2\pi}{T_s}\right) S_v \quad (2)$$

ここで、S<sub>a</sub>およびS<sub>v</sub>は加速度応答スペクトルおよび速

度応答スペクトルである。

十勝沖地震の苫小牧石油ヤード被害で見られたように、液面に浮屋根が存在すると、これらはどのようなになるであろうか。この場合には、いわゆる流体・構造連成振動問題 (FSI: Fluid-Structure Interactive Problem) としての取り扱いが必要である。筆者らは比較的早い時期に、線形理論の範囲でこの問題を検討し<sup>5)</sup>、1983年日本海中部地震の新潟における浮屋根式石油タンクのスロッシング被害の分析等に若干応用していた。

図1は、筆者らのFSI手法によって求めた浮屋根式石油タンクのスロッシング応答解析事例である。これから分かることは、シングルデッキ型の場合剛性がきわめて乏しいので、スロッシングの性状は固有周期も波形も自由表面の場合とほとんど変わらないという結果である。しかしながら、浮屋根の方から見ると、中央部が1枚板の構造でスロッシング波形により強制的に大きな変形を生じ、その結果として剛性の高い周辺部ポンツーンに応力が集中し、このことが浮屋根破壊の要因に繋がるという可能性が存在する。

これに対し全体に剛性の高いダブルデッキ型の場合には(ここではスペースの関係で図示していないが)、1次モードは自由表面ないし剛体浮屋根の場合とあまり変わらないが、2次、3次モードの場合には浮屋根剛性の存在が固有周期や挙動に影響を与える。浮屋根には中央部に大きな曲げモーメントが発生する可能性があり、中央部の破壊に対する注意が必要になる。

## (2) タンクに対する耐震設計基準

石油タンクに関する耐震基準(消防法)では、従来は式(1)による固有周期を基に式(2)のSvを最大100cm/sec程度に設定して波高を算定し、溢流等の対策を取ることにしていたが、2003年十勝沖地震の被害に鑑みた改定においては、座間の研究等をベースにSvを最大200cm/secレベルに改めている<sup>6)</sup>。また従来記載がなかった浮屋根の強度基準については、1次モードおよび2次モードの波高の有限振幅効果を考慮して、浮屋根(ポンツーン)に作用する地震時応力を算定、強度を確保することを新たに規定している。しかしながら、1次モードの有限振幅効果は通常それほど大きなものではなく、これを設計の基本にすることについては、今後さらに十分な検討が必要であろう。

LNGタンクに関する設計基準<sup>7)</sup>では、従来から柴田等による3波共振法の考え方をベースとした波高算定式が用いられており、それは式(2)におけるSvの値でいうと、石油タンクよりもかなり高いレベルにある。LNGタンクは固定屋根式タンクであるので、この波高に対する屋根波動衝撃等に対する配慮が対策となる。

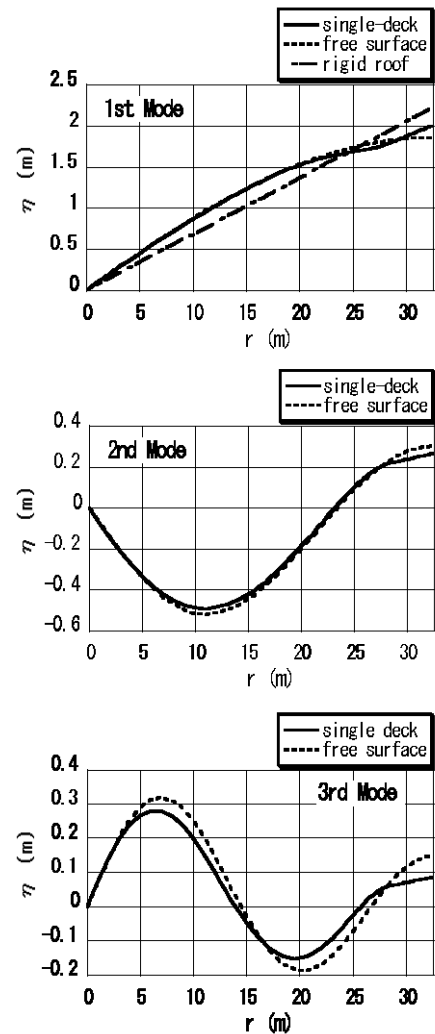


図1 浮屋根式石油タンクのスロッシング解析例 (シングルデッキ型式、D=65m、H=13.3m)

## (3) 今後への展望

今後発生が想定される東海・東南海・南海地震のような大規模地震に対しては、かなり高いレベルの長周期地震動の予測もなされているが、実測された長周期地震動のデータはまだ限られたものであり、今後実測データの一層の集積と、それとあいまった理論予測によるより信頼性のある設計地震動の構築が必要である。

石油タンク浮屋根の耐震強度に関しては、浮屋根スロッシング挙動とそれに基づく地震荷重の導出に対してより合理的な説明が必要である。これに関しては、最近注目すべき研究が内海等<sup>8)</sup>によってなされている。それによれば、地震初期には1次モードが卓越していたスロッシング波動が時間の経過とともに非線形倍調和振動の効果により高次モードが卓越するようになり、この高次モードの効果により浮屋根に大きな応力が作用する結果に至るという説明がなされており、これは浮屋根破壊の原因に対して合理的な説明を与える可能性がある。

いずれにしても、シングルデッキ浮屋根タンクのスロッシング挙動は大変複雑である。これは、構造的に中央部デッキの剛性が極端に乏しいことから来ており、またそのことが耐震強度上の弱点を招いている。したがって、浮屋根耐震対策の第一は、現行基準のように単にポンツーンのみ補強するのではなく、中央部デッキ部の剛性を増加させることである(筆者)<sup>9)</sup>。

タンクの長周期地震動によるスロッシング対策としては、他の構造物で一般化している制振(震)・免震対策が実用化されていない現状である。先に、土木学会では前記特別委員会活動の一環として、特別シンポジウムを開催して現状の調査を行ったが<sup>9)</sup>、まだ実用化の兆しは現れていない。ここでは、現在までに提案されている制振・免震提案の中から2, 3の例を紹介することにした。

図2は、平野等により提案されているスロッシング制振方法であり、シングルデッキ浮屋根のタンク側板に接する部分にゴム材を配置し、スロッシング時浮屋根根変位を制御する対策である<sup>9)</sup>。平野等は、実大の石油タンクを使用して、その制振効果を確認している。

図3は、筆者等<sup>10)</sup>が提案した同調質量ダンパーであるTLCDを用いた場合の減衰効果を解析した結果であり、波高を1/3程度に制御できる結果を示している。

### 3. 橋梁

橋梁についての長周期地震動問題は、1980年代に若干検討し、長周期特性を有する斜張橋や吊橋については、特に変位が過大になることに留意すべきという結果を得ていたが、当時は長周期地震動そのもののデータが極めて乏しく、長周期的と言われた1968年十勝沖地震のSMAC地震計記録等により検討を行っていた<sup>11)</sup>。

近年では、長周期地震動の特性がより明確になってきており、前期の土木学会特別委員会の検討においても近い将来に想定される大地震に対しての長大橋梁の挙動と対策が調査されている。そこにおいても、長大橋の長周期特性によって、基本的に地震時に生じる変位挙動に留意が必要であるという観点は変わっていない。

わが国の橋梁は、1995年阪神淡路大震災を踏まえて行われた耐震基準の大幅な改正に対応して、大規模な耐震補強が実施されて来ているが、長大橋に対しては近年の長周期地震動に関する知見がその補強検討に織り込まれている。以下に、阪神高速道路と首都高速道路の長大橋梁における耐震補強対策を例に取り、長周期問題がどのように考慮されているかを紹介する。

#### (1) 阪神高速道路の港大橋

本橋梁は、大阪南港に位置し、1974年に建設された、全長983mの3径間連続ダブルデッキゲルバートラス橋

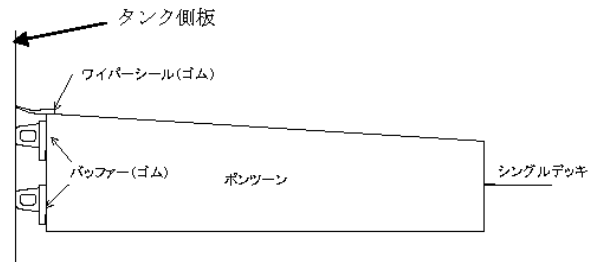


図2 スロッシング減衰バッファーを用いた制振方法

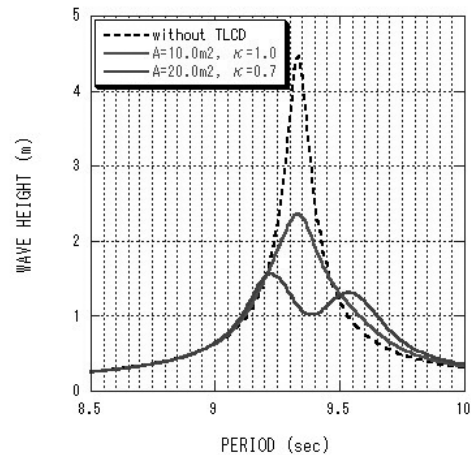


図3 同調質量ダンパー TLCDによる制振効果

であり、中央径間長510mは世界第3位である。本橋梁は、1995年兵庫県南部地震の際には、床組の支承等に若干の被害が見られた。

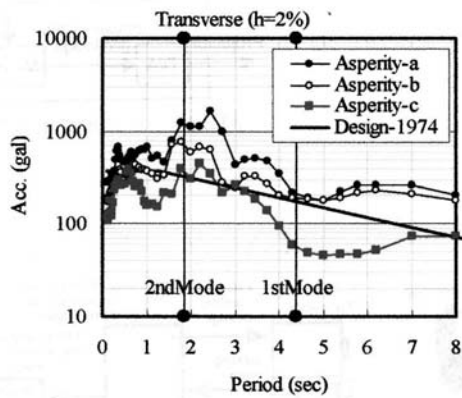
本橋梁の耐震補強には、通常の耐震検討とともに、近年の断層シミュレーション解析等の進歩が反映されている。これによれば、本橋梁の位置関係によって、近距離の大阪上町断層が東南海・南海大地震よりも影響が大きいと想定されている。図4に補強に適用された耐震設計スペクトルを示す。図中のa,b,cは、そこで考慮されたアスペリティ3種類である。

港大橋では、上記スペクトルに対応し、橋軸直角方向は( $T_1=4.39$ 秒、 $T_2=1.94$ 秒)横構ブレース等に制振部材を使用、橋軸方向は( $T_1=2.75$ 秒、 $T_2=1.37$ 秒)床組に免震支承を使用する対策が採用されている<sup>12)</sup>。

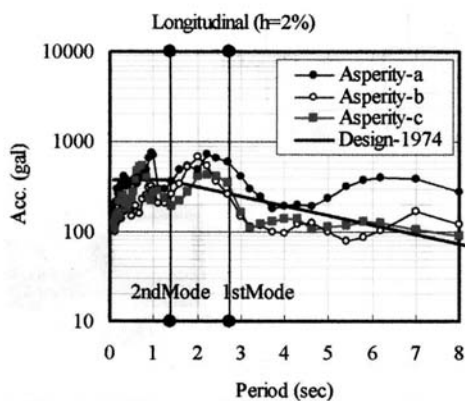
#### (2) 首都高速道路の湾岸橋梁

首都高速湾岸線に位置する横浜ベイブリッジ、鶴見つばさ橋およびレインボーブリッジは、1980～1990年代に建設された、斜張橋(前2者)および吊橋である。

これらの橋梁は1923年関東地震の震源断層域に含まれる(あるいは、そのごく近傍にある)ことから、これらの耐震補強には想定関東地震の断層シミュレーションに基づく長周期地震動が考慮されている。これによれば、橋軸方向の最大変位として、横浜ベイブリッジ



a) 橋軸直角方向



b) 橋軸方向

図4 港大橋の耐震設計スペクトル<sup>12)</sup>

で2.41m、鶴見つばさ橋で1.25m、レインボーブリッジで1.45mという数値が得られている。各橋梁においては、これらの検討結果に基づく大変位に対する対策が採用されている。図5はレインボーブリッジで採用された耐震補強対策を示している<sup>13)</sup>。

参考文献

1) 山本善之：「地震による石油タンクの液面の動揺と衝撃圧力、高圧力、第3巻、第1号、1965年1月  
 2) 畑山健・座間信作・西春樹・山田實・廣川幹浩・井上涼介：2003年十勝沖地震による周期数秒から十数

秒の長周期地震動と石油タンクの被害」、地震、第57巻、第2号、2004年12月  
 3) 危険物の規制に関する規則の一部を改正する省令等の施行について、消防庁、消防危第14号、2005年  
 4) 土木学会「巨大地震災害への対応検討特別委員会」耐震診断および耐震対策部会報告書、2007年3月  
 5) 坂井藤一・西村正弘・小川浩：浮屋根式石油貯槽のスロッシング性状に関する研究、川崎重工技報、No.74、1980年4月  
 6) 座間信作：石油タンクのスロッシング予測とやや長周期地震動の地域特性、安全工学、Vol.43、No.1、2004年  
 7) LNG地上式貯槽指針およびLNG地下式貯槽指針、日本ガス協会、2002年8月  
 8) 内海雅彦・石田和雄：非線形スロッシングによる石油タンク浮き屋根の振動に関する研究（第1報～第3報）、Vol.46、No.2-No.5、2008年1月～9月  
 9) 大型タンクのスロッシングに関する耐震・制振・免震等技術のミニシンポジウム講演概要集、土木学会、2005年7月  
 10) Sakai, F., Inoue, R.: Countermeasures of Earthquake-Resistance, Isolation and Vibration Control against Sloshing in Floating-Roofed Oil Storage Tanks, Proc. of 10<sup>th</sup> World Conf. on Seismic Isolation, Energy Dissipation and Active Vibrations Control of Structures, May, 2007  
 11) Sakai, F.: Some Considerations on Long-Period Waves in Earthquake Engineering, Japan-PRC-U.S. Trilateral Symp./Workshop on Eng. for Multi. Natural Hazard Mitigation, Beijing, Jan., 1985  
 12) Kanaji, H., Fujino, Y., Watanabe, E., Suzuki, N.: Seismic Retrofit of a Long-span Truss Bridge applying Damage Control Strategy, Proc. of the Inter'n. Assoc. for Bridge and Structural Eng. Conf., May, 2006  
 13) 小森和男・吉川博・小田切直幸・木下琢雄・溝口孝夫・藤野陽三・矢部正明：首都高速道路における長大橋耐震補強検討、土木学会論文集、No.801/I-73、I-20、2005年10月

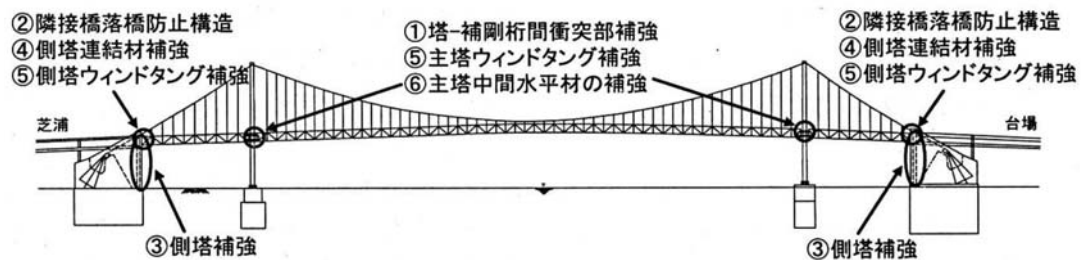


図5 レインボーブリッジの耐震補強対策<sup>13)</sup>

# 長周期地震動が超高層建築物に及ぼす影響

齊藤 大樹

●独立行政法人建築研究所

## 1. はじめに

21世紀半ばまでにマグニチュード8クラスの東海・東南海・南海地震が発生する可能性が高い。一方で、大都市には次々と超高層建築物が建設され、中には高さ200メートルを超えるものも存在する。これらの超高層建築物では、中規模の地震でも、エレベーターが停止したり、高層階で家具が転倒したりする被害が起ることがある。地震の規模が大きくなると、建物自体が損傷して、修復や建て替えに膨大な費用が必要となる。とくに、固有周期の長い超高層建築物は長周期地震動の影響を受けやすく、長時間の繰り返しの揺れによって建物の損傷が拡大する危険性がある。また、このとき高層階では振幅1mを超えるような揺れが発生し、室内の家具が移動して人に危害を及ぼしたり、避難行動が阻害されたりする危険性がある。このほかにも、超高層建築物は、人口密度が高い、上階ほど避難が難しい、避難経路に人が殺到する、ライフラインの復旧に時間がかかる、備蓄スペースの確保が難しいなど、地震に対する多くの脆弱性が指摘される。近い将来に発生する巨大地震に対して都市の生活基盤を維持していくためには、超高層建築物の総合的な耐震対策が急務である。

一方、これまでに地震によって超高層建築物に倒壊等の大きな被害が発生した事例はない。規制を強化して建物の耐震安全性を向上するには、震害事例などの分析に基づく客観的な根拠が不可欠であるが、地震学や地震工学の技術の進歩とその成果を根拠に、まだ経験していない巨大地震を想定して規制を強化することは大きな挑戦である。仮に、建築物の耐震安全性の要求水準を上げた場合には、新たな既存不適格建築物が発生し、それらの耐震改修が必要になるなど、社会的・経済的影響は計り知れない。

2003年9月の十勝沖地震による石油タンクの火災を契機に長周期地震動が注目されるようになってから数年が経つ。その間、2006年11月には土木学会・日本建築学会から「海溝型巨大地震による長周期地震動と土木・建築構造物の耐震性に関する共同提言」が公表され、2009年9月には地震調査研究推進本部から「長周期地震動予測地図2009年試作版」が公表されるなど、対

策に向けた活動が広がりを見せている。また、国土交通省は、平成21年度から建築基準整備促進補助金事業の中に「超高層建築物等の安全対策に関する検討」を設けて、長周期地震動の影響を受けやすい超高層建築物や免震建築物等の固有周期の長い建築物における耐震設計の高度化に向けた検討を開始している。長周期地震動の問題は、学術的な問題提起から具体的な対策の段階に移行しているといえる。

## 2. 1978年宮城県沖地震における超高層建物の揺れ

1978年6月12日に発生した宮城県沖地震では、東京で震度4を観測し、とくに超高層建築物が大きく揺れたことが知られている。ちょうど初期の超高層建築物の建設時期にあたり、長周期地震動で超高層建築物が影響を受けた最初の事例である。地震後の新聞報道から、人々の生々しい反応など、新聞報道ならではの情報を知ることができる。たとえば翌日の朝日新聞の紙面には「すわ震災 戦慄の首都」という見出しの横に「オオッ揺れる 12日午後5時20分、2回目の地震でたちすくみ、前後左右に揺れるビルを見上げる人たち」という解説付の写真がある。このほか、超高層に関連する記事を抜粋して表1に示す。ここに「エレベーターは

表1 1978年宮城県地震の際の報道記事抜粋

- ・超高層が弓なりになって3分ほど揺れた。
- ・京王プラザホテル（47階建て）では地震と同時に日、英、仏、独語で「このビルは耐震構造になっておりますのでその場を動かないで下さい」と館内放送が入った。若い女性の悲鳴が廊下を走った。
- ・建物高さ226メートルの池袋「サンシャイン60」の最上階にある展望台では、約150人の観光客がいたが、「このビルは地震には安全です。ご心配なく。窓ガラス近くを避けて真ん中にしゃがんでください」と放送が入り、落ち着きを取り戻した。エレベーターはどれも止まらずに平常運転した。
- ・建設中の新宿センタービルでは、タワー・クレーンが左右に大きく揺れたため、工事が急遽、中断された。
- ・55階建ての三井ビルでは、まるで船に揺られているような揺れが続いた。
- ・住友ビルの45階では一斉に壁際に避難した。

どれも止まらずに平常運転した」とあるのは、今思えば大変危険なことであった。一方で、地震直後に4ヶ国語で館内放送が入るなど、当時の最高水準の防災措置が取られていたことが伺われる。不謹慎ではあるが、もしこのときに顕著な被害が発生していたら、その後の超高層建築物の耐震設計の歴史は変わっていたかもしれない。

### 3. 巨大地震による長周期地震動と超高層建物の応答

2003年9月に十勝沖地震が起きて、長周期地震動が注目を集めるようになった。翌年1月には、NHKスペシャル「地震波が巨大構造物を襲う」が放送され、その中で、将来の東海地震に伴う長周期地震動により東京の超高層で想定外の大きな揺れが発生するというシミュレーション結果が紹介された（東京理科大学の北村研究室による）。この番組の反響は大きく、建築研究所にも多くの問い合わせがあった。そのときには、このような長周期地震動が本当に来るのかという懐疑的な意見が多かった。ところが、2004年10月23日の新潟県中越地震で、東京の超高層ビルにおいてエレベーターロープの絡まりや切断という被害が発生したことで、にわかに長周期地震動の脅威が現実のものとなった。翌年9月には、NHKスペシャル「超巨大地震が日本を襲う～連動する東海・東南海・南海～」が放映され、筆者が行った超高層マンションのシミュレーション結果が紹介された。その後の学会や政府の動きについては先に述べたとおりである。

これまで多くの研究者によって東海地震などの巨大地震による長周期地震動の予測波が提案されている<sup>1)</sup>。図1に、提案された長周期地震動のいくつかについて、速度応答スペクトルを計算したものを示す。東京では周期3秒以上、名古屋では周期3秒付近、大阪では周期5秒付近のスペクトルが、設計用の標準地震動(BCJ-L2)のスペクトルを上回っていることがわかる。

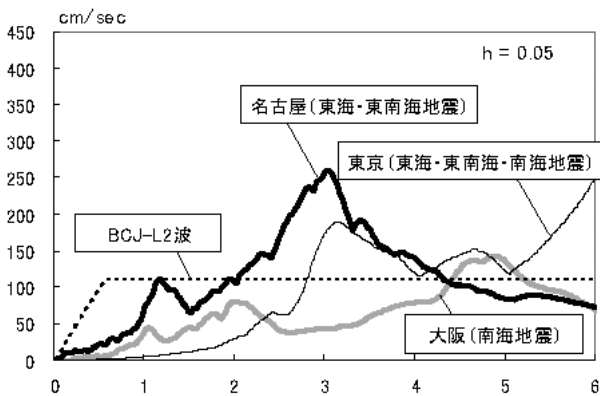


図1 長周期地震動の速度応答スペクトル

以下に、筆者が行った東海・東南海・南海地震の同時発生を想定した東京の長周期地震動に対する40階建て超高層マンションの解析結果を紹介する。建物の固有周期は3.14秒である。地震応答解析には、筆者が開発した立体骨組応答解析プログラム「STERA3D」を使用した。図2に、地上および10F、20F、30F、40Fの絶対変位応答を示す。上の階ほど揺れは大きくなり、最上階では振幅1.5mを超える揺れになった。また、最大層間変形角は中間層で1/85に達し、最大塑性率は中間階の梁端部で4であった。さらに、最上階の床応答加速度は300gal近くになり、揺れの継続時間は5分を超えた。地震動の計測震度は5弱なので、低層の建物は無被害に留まるのに、超高層建物には修復が必要なほどの損傷が生じるという結果となった。このシミュレーション結果は2005年9月のNHKスペシャルや新聞記事等で紹介され、反響も大きかった。

2006年3月には、左右3mを超える最上階の揺れを体験できる特殊な振動台を開発して建築研究所に設置した<sup>2)</sup>。超高層の室内の家具の移動や居住者の避難の研究に使用しているが、一般の方々に超高層の揺れを体験してもらう施設としても活用している(図3)。

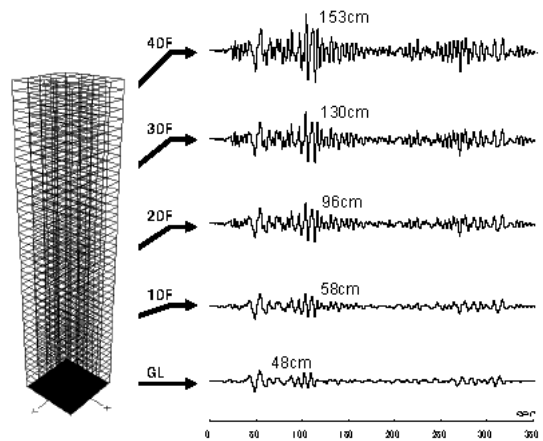


図2 長周期地震動による超高層マンションの揺れ



図3 超高層の揺れの体験振動台(建築研究所)



#### 4. 長周期地震動に対する既存超高層建物の安全性

超高層建築物の建設は、1963年に建築基準法の高さ制限が廃止されたことを契機に開始され、時代とともに設計方法や建設方法は変化してきた。設計用地震動も、初期には1940年エルセントロ波や1952年タフト波が使われたが、その後、長周期成分を含む1968年八戸波が使われるようになり、1992年には日本建築センターにおいて、スペクトルの谷間のないBCJ-L2波が作成された。また、入力地震動のレベルは、初期には最大加速度を基準としていたが、徐々に長周期成分の影響を考慮して最大速度を基準にするようになった。BCJ-L2波には周期2秒から10秒のスペクトル値を補正する「やや長周期補正係数」が採用され、指定された平野や盆地における長周期地震動が考慮された。従って、初期の超高層建築物の設計には長周期地震動の影響が考慮されていない。

年代による超高層建築物の耐力を知る目安として、固有周期と設計用ベースシア係数の関係を年代別に示したのが図である<sup>1)</sup>。前期(1966-85年)の超高層の設計用ベースシア係数は学会指針の上限曲線付近に多いが、後期(1986-2000年)には下限曲線に近い値も多く見られており、初期の超高層建築物はむしろ高い耐力を有しているといえる。

建築研究所では、高層評定資料に基づき既存超高層建築物のモデル化を行い、長周期地震動に対する応答解析を行った。資料調査の対象としたのは軒高100m以上の超高層建築物約300棟であるが、そのうち各層の復元力特性など応答解析に必要な情報が記載されていたのは約150棟であり、さらに設計時に等価せん断系

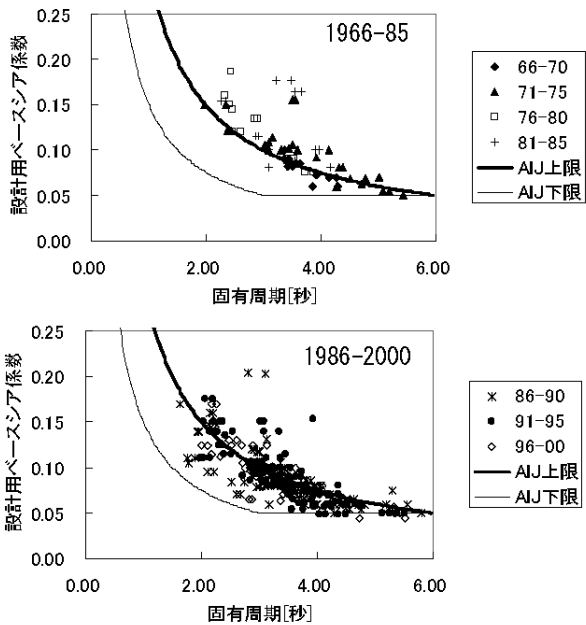


図4 年代による設計用ベースシア係数

多質点モデルを用いた鉄骨造の建築物42棟を抽出して、地震応答解析を行った。解析結果のうち、東海・東南海地震による名古屋三の丸の長周期地震動を入力したときの最大層間変形角の分布を図5に示す<sup>1)</sup>。地震動の卓越周期と一致する周期3秒付近で層間変形角1/50を超える極めて大きな応答になる建物が存在した。ただし、それらの建物のほとんどは復元力特性の最終剛性を初期剛性の1%に設定しているなど、大きな塑性域でのモデルの精度が不十分であり、それが変形増大の一因と考えられる。

そこで、建築研究所と国土技術政策総合研究所では、2004年に日本構造技術者協会(JSCA)の協力を得て、実際に超高層の構造設計に関わった各社の最新の構造解析モデルに基づいた解析を行った。対象建物は軒高100mを超える既存超高層24棟である。図6に南海地震による大阪の長周期地震動を入力したときの最大層間変形角の分布を建物の固有周期ごとに示す<sup>1)</sup>。同時に地震動の速度応答スペクトル(減衰定数3%)を示している。地震動の卓越周期と建物の固有周期がほぼ一致する4.7秒付近で最大層間変形角は1/70程度に達している。

これより、長周期地震動の卓越周期と建物の固有周

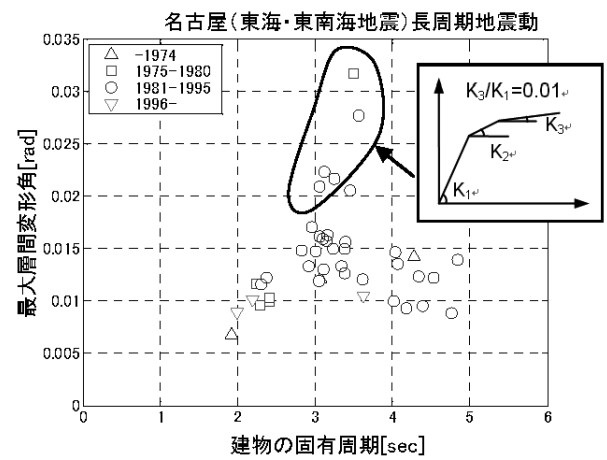


図5 評定資料のモデルによる既存超高層の応答

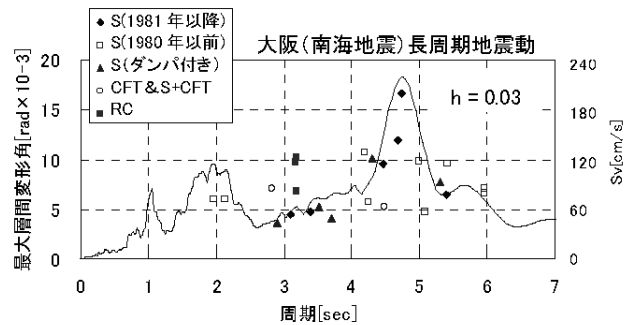


図6 最新のモデルによる既存超高層の応答

期が近接する場合には、層間変形角は設計安全限界の1/100を大きく超える場合があることが分かる。この傾向は、鉄骨造もRC造も同様であった。ただし、通常の設計では最大で1/100程度の応答を考えているので、今回の解析では重力の影響(P- $\delta$ 効果)や塑性繰り返しによる耐力劣化は考慮されていない。超高層の倒壊限界を知るためには、P- $\delta$ 効果を考慮した解析や、多数回繰り返しの載荷実験に基づく部材の損傷劣化のモデル化など、さらなる研究が不可欠である。

### 5. 多数回繰り返しの揺れに対する損傷評価

2008年3月にEディフェンス震動台において長周期地震動を受ける鉄骨造高層建物の実大実験が行われた。この実験は文部科学省の「首都直下地震防災・減災特別プロジェクト」の一環として行われた<sup>3)</sup>。試験体は高層建物の下層部を取り出したもので、初期の超高層の構造詳細を再現している。実験結果の詳しい説明は割愛するが、名古屋三の丸波の長周期地震動の入力で最大層間変形角が1/60に達し、梁端接合部が破断する損傷が生じた。また、間仕切り壁のボードの剥離やドアの開閉ができなくなるなどの障害が発生した。長周期地震動によって超高層建築物が損傷することが初めて検証された貴重な実験である(図7)。



図7 Eディフェンスにおける高層建物の実験

塑性繰り返しの影響は、鉄骨部材では累積塑性歪などの指標で評価することが可能であるが、鉄筋コンクリート部材については累積損傷やエネルギー吸収能力に関わる評価尺度はまだ確立していない。建築研究所では、国土交通省の住宅・建築関連先端技術開発助成事業による「長周期地震動を受ける既存RC造超高層

建築物の構造部材性能評価・向上技術の開発」と題する共同研究を民間6社と実施し、鉄筋コンクリート部材の多数回繰り返し載荷実験を行ってきた<sup>4)</sup>。一例として、柱・梁接合部の実験結果を図8に示す。実線(JU-L)が同じ振幅で10回繰り返した場合、点線(JU-S)が2回繰り返した場合である。塑性域で載荷を繰り返すたびに剛性が劣化し、見かけ上耐力が低下することが分かる。

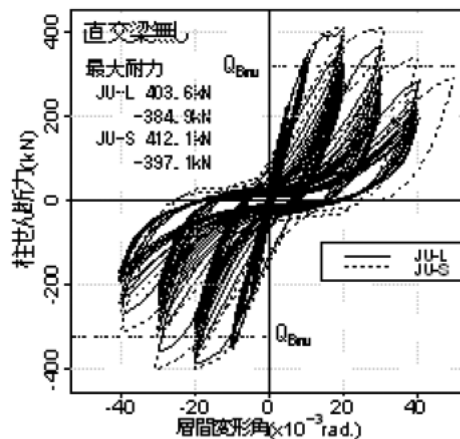


図8 繰り返し載荷を受けるRC接合部の履歴

### 6. まとめ

超高層建築物は、都市基盤を構成する中核的な建築物であり、商業、業務、居住などの機能が高密度に集中する建築物である。長周期地震動によって、超高層建築物に損傷が発生した場合には、たとえ人命は守られても建物の機能が失われることで甚大な経済的被害が発生する可能性がある。最近では、BCP(事業継続計画)的観点から、既存の超高層建築物を制振ダンパーで補強して長周期地震動に備える事例も現れている。長周期地震動対策のためには、地震動予測の精度向上とともに、超高層建築物の保有耐震性能を明らかにし、その向上を可能とする技術の開発が必要である。

### 参考文献

- 1) 「長周期地震動と建築物の耐震性」日本建築学会、2007年12月
- 2) 齊藤他：長周期建築物の地震時揺れを再現する建研式大ストローク振動台の開発、第12回日本地震工学シンポジウム、pp.1478-1481, 2006.11
- 3) 井上他：高層建物の耐震性評価に関するE-ディフェンス実験(その1～その8)、日本建築学会大会学術講演梗概集、C1, 2008.7
- 4) 出水他：長周期地震動を受けるRC造超高層建築物の構造性能(その1～その7)、日本建築学会大会学術講演梗概集、C2, 2009.8.

# 長周期地震動に対する制振・免震構造の応答性状

北村 春幸

●東京理科大学理工学部建築学科

## 1. はじめに

高層建築物の設計に用いられてきた入力地震動と長周期地震動による、標準的な耐震性能で設計した30層鋼構造純ラーメン架構とその架構に制振ブレースを取り付けた制振架構を用いて時刻歴応答解析を行う。これらの応答解析結果をもとに、層ならびに部材レベルでの層間変形角や塑性率などの最大値や、塑性履歴エネルギー吸収量や累積塑性変形倍率などの累積値を比較・検討することにより、長周期地震動により鋼構造高層建築物の受ける損傷の特徴を明らかにする。

また、学会・免震構造設計指針の5質点等価せん断系免震モデルを用いて、免震周期・ダンパーの降伏せん断力係数をパラメータに、長周期地震動による時刻歴応答値解析を行い、免震層の変位やせん断力係数などの応答値を比較・検討する。さらに、標準波・告示波と長周期地震動に対応する等価繰り返し数 $n_1$ を設定し、エネルギーの釣合に基づく応答予測式から求まる免震層の最大変位や水平せん断力とそれらの応答値を比較する。

## 2. 入力地震動の評価

入力地震動として、超高層建物の設計に用いられてきた模擬波と、日本建築学会巨大災害対応特別調査委員会(長周期委員会)<sup>1)</sup>で提示された長周期地震動KK-WOS-EW, C-SAN-EWを採用する。模擬波は、C-SAN-EWと最大値がほぼ等しくなるように告示波を1.5倍したART HACHI Sv150 ( $S_v=150\text{cm/s}$  :  $h=5\%$ )を用いる。図1にそれぞれの速度応答スペクトル $S_v$  ( $h=5\%$ )とエネルギースペクトル $V_E$  ( $h=10\%$ )を示す。

## 3. 超高層建物諸元

対象建物は、鋼構造30層純ラーメン架構(純ラーメンモデル)と、その架構(主架構)に履歴減衰型制振ブレースを付与した制振架構(制振モデル)とする。各階床重量は $10.4(\text{kN/m}^2)$ とし、制振架構の梁伏図、軸組図を図2、図3、に、部材断面を表1に示す。制振ブレースの設置位置を図2中の三重線で示し、図3に示すようにハの字形状に1階から30階まで連層に取り付ける。純ラーメン架構は $C_0=0.3$ に対して許容応力度設計する。また、柱の終局耐力を梁の1.5倍以上に

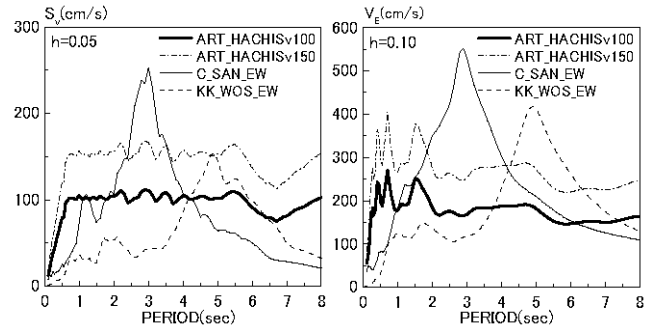


図1 入力地震動の $S_v, V_E$ スペクトル

表1 部材断面

柱	外周部	□-600×600×19×19~□-600×600×50×50
	その他	□-600×600×19×19~□-600×600×45×45
梁	外周部	H-850×200×16×19~H-850×250×16×25
	その他	H-850×200×16×19~H-850×300×16×25

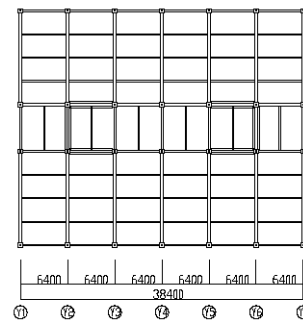


図2 梁伏図

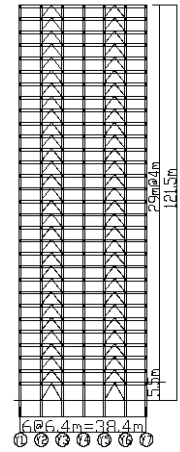


図3 軸組図

した梁降伏型架構とする。荷重増分法による静的弾塑性解析より、本架構は、設計層せん断力の約1.7倍で梁部材が初めて全塑性モーメントに達し(弾性限耐力 $f_a \alpha_{y1}=0.14$ )、終局耐力( $f_u \alpha_{u1}=0.17$ )は約1.9倍を示した。制振ブレースの降伏層せん断力係数 $\alpha_{y1}$ は、第1層で $\alpha_{y1}=0.01$ とし、その高さ方向の分布は $A_i$ 分布とする。

時刻歴応答解析は部材レベルの3次元立体架構モデルを用い、X方向のみとする。解析にあたっては剛床仮定とし、振動自由度はX方向のみとし、質量を各階の重心位置に集約する。

表2に各モデルのX方向の1次固有周期 $T_1$ と架構の第1層降伏層せん断力係数 $\alpha_{y1}$ 、第1層終局層せん断力係数 $\alpha_{u1}$ 、制振ブレースの第1層降伏層せん断力係数 $\alpha_{y1}$ 、総エネルギー入力 $E$ 、総入力エネルギーの速度換算値 $V_E$ 、損傷に寄与する入力エネルギーの速度換算値 $V_D$ を示す。なお、制振ブレース付きモデル

の1次固有周期 $T_1$ は制振ブレースが弾性時の値を示す。制振ブレースの付与による剛性増加は2割程度に留まっている。減衰は主架構の $T_1$ に対して $h=2\%$ とする剛性比例型とし、制振ブレースは $h=0\%$ とする。解析時間刻みは0.01秒とする<sup>1)</sup>。

#### 4. 超高層建物の応答性状

大きい応答値を示すC-SAN-EW波とART HACHI Sv150波について、純ラーメンモデルと制振ブレース付モデルの応答結果を表3に示す。

図4に純ラーメンモデルと制振ブレース付モデルの層せん断力、層間変形角、層の塑性率と累積塑性履歴エネルギーの高さ方向分布を示す。層間変形角の最大値は、純ラーメンモデルでは、C-SAN-EWで1/72(16階)、ART HACHI Sv150で1/77(20階)を示すが、制振ブレース付モデルでは、C-SAN-EWで1/82(16階)、ART HACHI Sv150で1/88(20階)と小さくなっている。同様に、塑性率の最大値は純ラーメンモデルのC-SAN-EWでは1.95(16階)、ART HACHI Sv150では1.93(3階)となるが、制振ブレース付モデルのC-SAN-EWでは1.84(5階)、ART HACHI Sv150では1.62(4階)と小さくなっている。一方、累積塑性履歴エネルギーはC-SAN-EW波の純ラーメンモデルでは7,010kN・m(14階)、制振ブレース付モデルでは7,790kN・m(5階)とほぼ同じ値を示し、ART HACHI Sv150波でも純ラーメンモデルでは4,600kN・m(3階)、制振ブレース付モデルでは4,610kN・m(4階)とほぼ同じ値を示す。このように、制振ブレース付モデルは純ラーメンモデルと全エネルギー吸収量は同程度であるが、層間変形角と塑性率は0.84～0.94倍と小さく、制振効果が現れている。

図5に累積塑性履歴エネルギーを架構吸収分と制振ブレース吸収分とに分離して示す。架構吸収分に着目すると、C-SAN-EW波では純ラーメンモデルで106,000kN・mと多かったものが、制振ブレース付モデル79,300kN・mと0.75倍に大幅に減少している。ART HACHI Sv150波でも純ラーメンモデルで56,600kN・mに対して、制振ブレース付モデル31,500kN・mと0.56倍に減少している。制振ブレース付モデルでは制振ブレースのエネルギー吸収により架構が吸収する累積塑性履歴エネルギーが大幅に減少していることがわかる。

図6に制振ブレース付モデルと純ラーメンモデルのX1-Y5通り梁端、および制振ブレースの塑性率と累積塑性変形倍率の高さ方向分布を示す。

X1-Y5通り梁端の塑性率は、純ラーメンモデルでは標準波のART HACHI Sv150で2.69(19階)、長周期地震動のC-SAN-EWで3.00(16階)であったものが、制

表2 解析モデルのエネルギー吸収量

解析モデル	入力地震動	$T_1$	$r_{\alpha y}$	$r_{\alpha x}$	$s_{\alpha y}$	$E(kN \cdot m)$	$V_g(cm/s)$	$V_d(cm/s)$	$V_p/V_g$
純ラーメンモデル	ART HACHI Sv150	3.36	0.14	0.17	—	115,000	284	200	0.70
	C-SAN-EW					189,000	365	273	0.75
制振モデル	ART HACHI Sv150	3.08	0.14	0.17	0.01	111,000	279	215	0.77
	C-SAN-EW					200,000	375	306	0.82

表3 応答結果一覧表

		ART HACHI Sv150		C-SAN-EW		
		純ラーメン	制振モデル	純ラーメン	制振モデル	
架	層間変形角	1/77	1/88	1/72	1/82	
	塑性率 $\mu$	1.93	1.62	1.95	1.84	
	塑性履歴エネルギー $W_p(kN \cdot m)$	全体	56,600	65,400	106,000	133,000
		主架構	56,600	31,500	106,000	79,300
構	エネルギーの速度換算値 $V_D(cm/s)$	全体	200	215	273	306
		主架構	200	149	273	236
	塑性率 $\mu$	梁端部	2.69	2.18	3.00	2.59
		制振部材	—	9.58	—	10.19
材	累積塑性変形倍率 $\eta$	梁端部	9.15	5.14	22.3	17.14
		制振部材	—	185	—	281

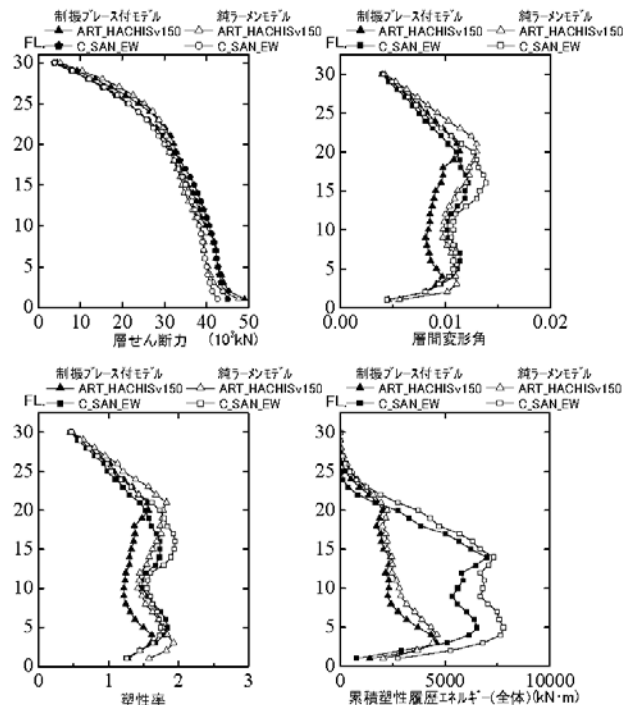


図4 層の応答分布

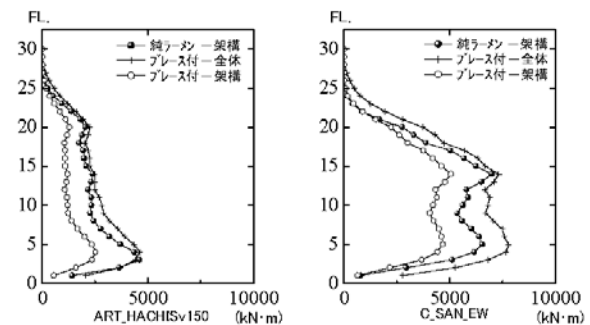


図5 純ラーメンモデルと制振モデルの累積塑性履歴エネルギー応答分布

振ブレース付モデルではART HACHI Sv150で2.18 (20階)、C-SAN-EWで2.59 (15階)と0.81～0.86倍の値を示す。一方、累積塑性変形倍率の最大値は純ラーメンモデルでは標準波のART HACHI Sv150で9.15 (3階)、長周期地震動のC-SAN-EWで22.30 (13階)であったものが、制振ブレース付モデルではART HACHI Sv150で5.14 (19階)、C-SAN-EWで17.14 (13階)と0.56～0.77倍の値を示す。また、X2架構Y5通りに取り付く制振ブレースの累積塑性変形倍率は、標準波のART HACHI Sv150では185 (4階)、長周期地震動のC-SAN-EWでは281 (4階)となり、制振ブレースは梁端部に比べて12.6～36.0倍と一桁以上大きな値を示す。

以上から、制振ブレース付モデルの構造部材の応答は純ラーメンモデルに比べて、塑性率で0.8倍程度、累積塑性変形倍率で0.7倍程度に小さくなっており、累積値の低減効果が顕著になっている。

また、制振ブレースの累積塑性変形倍率の値が大きいのは、層間変形角や部材の塑性率が大きい中層部ではなく下層部であり、下層部ほどエネルギー吸収効率が大きいことを示している。

## 5. 免震建物諸元

解析モデルは、学会・免震構造設計指針のエネルギーの釣合に基づく応答評価法のモデルを用い、NRB並びにLRB免震構造ともに5質点せん断振動系とする。質量分布は各質点ともに等しく、剛性分布は非免震時において最上層と最下層の割合が1/2となる台形分布に設定する。免震構造はこのモデルの第1層を免震層に入れ換えたもので、上部構造は弾性と仮定し、免震層は免震部材ごとに復元力特性を設定する。減衰は上部構造のみの1次固有周期で $h=2\%$ となる内部粘性減衰とし、免震層の減衰は $h=0$ とする。免震層はNRBとダンパーをそれぞれ弾性せん断ばね $k_f$ と完全弾塑性型復元力特性に、LRBを修正バイリニア型復元力特性に設定する。長周期地震動としてTOMAKOMAI NS、KK-OSA-NS、KK-WOS-EW、C-SAN-EW、TS-TOK-NS、TS-YKL-NS、ART TOMA 波の7波を選び、標準波としてEL CENTORO NS、HACHINOHE EW、JMA KOBE NS、ART HACHIを採用する。ART HACHIとART TOMAは、位相特性としてHACHINOHE 1968 EWとTOMAKOMAI NSを用い、 $S_T=100\text{cm/s}$  ( $h=5\%$ )となるBilinear形状の目標スペクトルに一致するように作成した模擬波である。

免震周期2.0,3.0,4.0,5.0秒の解析モデルについて、ダンパー及びLRBの降伏せん断力係数 $\alpha_s$ を0.01～0.10にパラメトリックに変化させて時刻歴応答解析を行う。ここでは、大きい応答値を示す周期3秒の免震建物の免

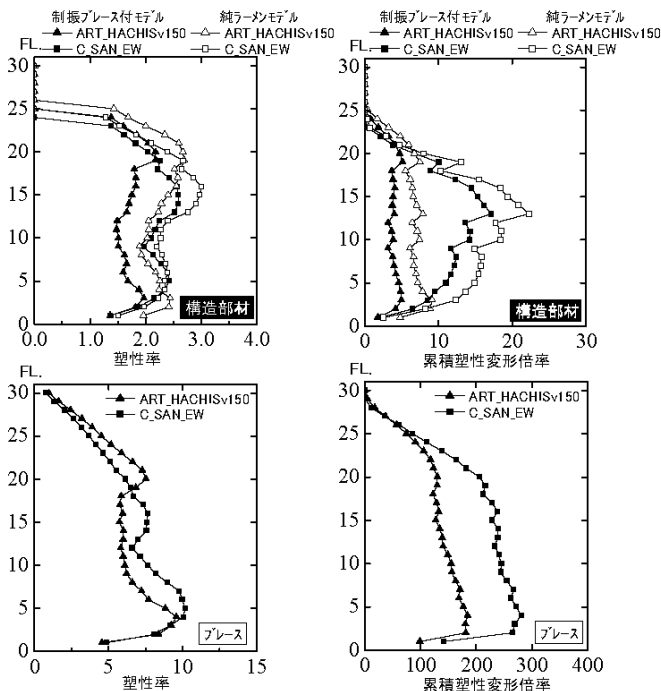


図6 制振ブレース付モデルの部材応答 (X1-Y5通り梁端)

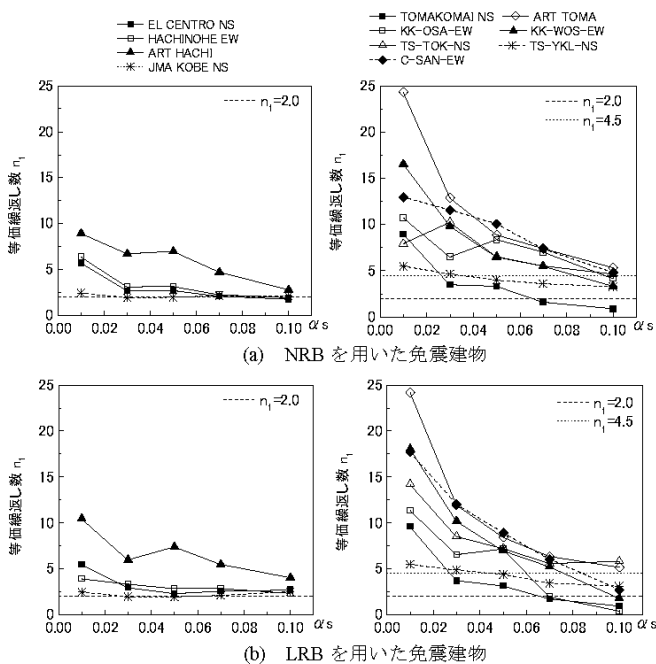


図7 等価繰返し数 $n_1$ の評価

震層の水平変位とせん断力係数について、時刻歴応答解析結果とエネルギーの釣合に基づく応答予測法を比較する<sup>2)</sup>。

## 6. 免震建物の応答性状

ここでは、エネルギーの釣合に基づく応答予測式における累積値と最大値の対応関係の指標である等価繰返し数を $n_1$ 標準波・告示波や長周期地震動を用いた

時刻歴応答解析結果から求め、長周期地震動の違いを明らかにする。等価繰返し数 $n_1$ はダンパーの累積塑性変形 $\delta_p$ と最大塑性変形 $\delta_{pm}$ の比率( $n_1 = \delta_p / 4_s \delta_{pm}$ )で定義される。さらに、標準波・告示波と長周期地震動に対応する等価繰返し数 $n_1$ を設定し、エネルギーの釣合に基づく応答予測式から求まる免震層の最大変位と水平せん断力と時刻歴応答解析結果を比較する。これらの検討から、免震構造の検討にあたって想定すべき長周期地震動の速度応答スペクトルとエネルギースペクトルのレベルについて考察する<sup>1)</sup>。

免震構造のエネルギー釣合式は次のようになる。

$${}_D W_e + {}_D W_p = E_D \quad (1)$$

ここで、 ${}_D W_e$ ：アイソレータの弾性振動エネルギー  
 ${}_D W_p$ ：ダンパーによる履歴減衰エネルギー吸収量  
 $E_D$ ：免震建物への総エネルギー入力

(1)式に ${}_D W_e$ 、 ${}_D W_p$ を免震構造の諸元で表した関係式を代入する。

$$\frac{f Q_{\max}^2 + 8n_1 \cdot {}_s Q_Y \cdot f Q_{\max}}{2k_f} = E_D \quad (2)$$

ここで、 $f Q_{\max}$ ：アイソレータの最大せん断力、  
 $k_f$ ：アイソレータの水平せん断ばね定数、  
 ${}_s Q_Y$ ：ダンパーの降伏せん断力

(2)式を解くことで、免震層における最大変形 $\delta_{\max}$ は、

$$\delta_{\max} = \frac{f Q_{\max}}{k_f} = -4n_1 \cdot \frac{{}_s Q_Y}{k_f} + \sqrt{\left(4n_1 \cdot \frac{{}_s Q_Y}{k_f}\right)^2 + 2 \frac{E_D}{k_f}} \quad (3)$$

と求まる。同様に、免震層における全せん断力 $Q$ が得られる。

$$Q = f Q_{\max} + {}_s Q_Y = -(4n_1 - 1) \cdot {}_s Q_Y + \sqrt{(4n_1 \cdot {}_s Q_Y)^2 + 2k_f \cdot E_D} \quad (4)$$

応答予測式を適用するにあたって、長周期地震動における等価繰返し数 $n_1$ を検討する。 $n_1$ は、数値解析から得られる ${}_D W_p$ 、 $\delta_{\max}$ を用いて下式で計算する。

$$n_1 = \frac{{}_D W_p}{4_s Q_Y \delta_{\max}} \quad (5)$$

図7に等価繰返し数 $n_1$ と降伏せん断力係数 $\alpha_s$ の関係を示す。標準波の $n_1$ は、下限を示す値として学会・免震構造設計指針に示す $n_1=2.0$ を、長周期地震動のうちC-SAN-EW、KK-OSA-NS、KK-WOS-EW、ART TOMA波では、 $n_1=4.5$ を採用する。

入力エネルギー $V_E = 80, 120, 180, 270$  cm/sの免震層の水平変位とせん断力係数に対する予測値と応答値の比較を図8、図9に示す。標準波による免震層の水平変位とせん断力係数は、 $V_E = 80 \sim 180$  cm/sの予測値の範囲にある。長周期地震動による応答値は、C-SAN-EW波では入力エネルギー $V_E = 270$  cm/sの予測値を上回るが、その他の地震波による応答値は $V_E = 80 \sim 270$  cm/s

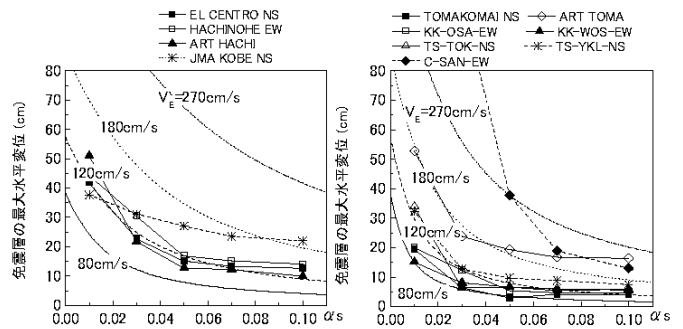


図8 免震層の水平変位

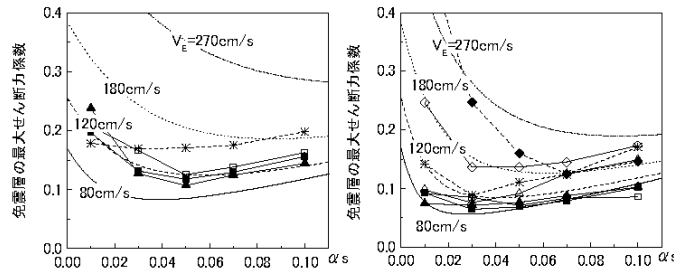


図9 免震層のせん断力係数

の予測値の範囲に納まり、 $n_1$ を変えることで、標準波と同様に最大応答値を予測できる。

## 7. まとめ

標準的な耐震性能で設計した30層鋼構造純ラーメン架構とその架構に制振ブレースを付与した制振架構モデルを用いて、長周期地震動と模擬波による部材レベルの弾塑性応答解析を行った。また、免震構造では応答予測式に対して、長周期地震動の等価繰返し数を従来の設計検討用の地震動標準波より大きな値とすることで、最大応答値が予測できることを示した。特に、長周期地震動に対しては、免震・制振部材を含む構造骨組のエネルギー吸収能力の評価が重要であり、最大応答値に加えて累積値による評価を行うべきである。

## 参考文献

- (1)日本建築学会東海地震等巨大災害への対応特別調査委員会：長周期地震動と建築物の耐震性、日本建築学会、2007年12月
- (2)北村春幸、東野さやか、竹中康雄、田村和夫：長周期地震動による既存免震建物の耐震性能評価、日本建築学会技術報告集 第22号、pp.127-132、2005年12月
- (3)北村春幸、馬谷原伴恵、川崎恵：時刻歴応答解析結果をもとにエネルギーの釣合に基づく耐震設計法を適用した建築物の耐震性評価法の提案、日本建築学会構造系論文集、第73巻、第632号、pp.1755-1763、2008年10月

# E-Defense の実験結果からみる 長周期地震動が構造物に及ぼす影響

長江 拓也／福山 國夫／梶原 浩一／井上 貴仁／中島 正愛

●独立行政法人防災科学技術研究所

## 1. はじめに

2007年度より、文部科学省の主催によって首都直下プロジェクト<sup>1)</sup>が進行している。その一環として企画された「E-ディフェンスを用いた超高層建物実験」の内容を「鋼構造骨組の耐震性」、「室内の被害様相」として紹介する。前者の内容は工学的な見地から、設計や耐震改修に関連する技術資料に展開することをめざしている。後者の内容は政府機関や自治体、オフィスビル関係者やマンション住民に防災資料として提示することを念頭においている。

## 2. 実験概要

図1に振動台上の試験体を示す。本研究では、いまままでに最も多く建設された高さ80m程度の鋼構造超高層建物を想定した。図2は、試験体のもととなった数値モデルである。21層モデルの剛性分布と強度分布は



図1 振動台上の試験体

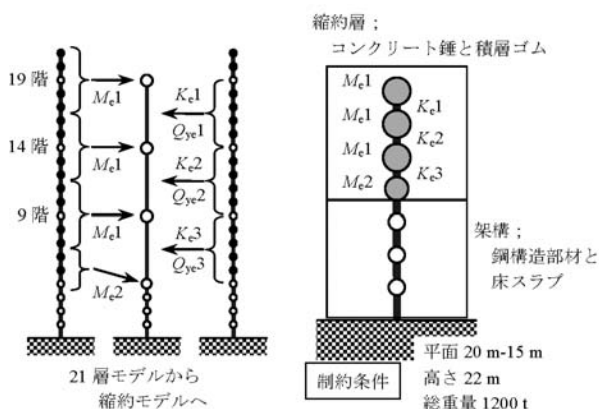
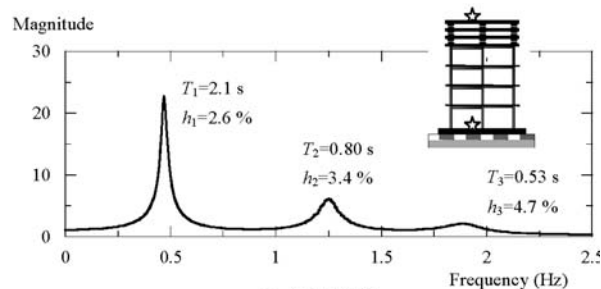
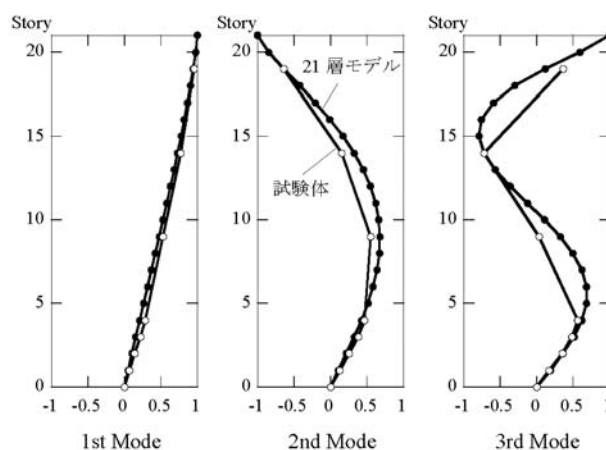


図2 試験体用モデル



(a) 伝達関数



(b) モード形状

図3 ホワイトノイズ波による弾性加振

設計資料を参照した。その上層部分を縮約し、置換した重量、剛性、強度を試験体に反映した。鋼構造骨組を下層部分として用意し、のこりの部分はコンクリート錘と積層ゴム、鋼製ダンパーで表現した。試験体の屋上にはペントハウスを設けて室内空間を用意した。

ホワイトノイズ波による加振結果を図3に示す。試験体の基礎と屋上の伝達関数から得られた試験体の1次固有周期は2.1秒であり、想定した80mの建物のもつ1次固有周期に相当する。試験体のモード形状は、当初設定した21層モデルとよく対応している。

表1に入力地震動の一覧を示す。首都圏に予測される長周期地震動として東扇島波、東海地方に予測される長周期地震動として三の丸波を採用した<sup>2)</sup>。設計用地震動として、最大速度を0.5 m/sに調整したEl Centro波を採用した。いずれも水平2方向の同時加振であるが、以降では桁行方向の内容を中心に述べることにす

る。図5にそれぞれの最大速度応答スペクトルを示す。試験体の1次固有周期付近の振幅は、東扇島波でEl Centro波と同程度、三の丸波で1.5倍程度である。加振順序はEl Centro波→東扇島波→三の丸波とした。

表1 地震動一覧

地震動	表記	想定地震	最大速度	備考
El Centro1940波	EL	-	0.50 m/s	設計用
川崎・東扇島波	HOG	東海地震	0.40 m/s	首都圏
名古屋・三の丸	SAN	東海・東南海地	0.52 m/s	東海

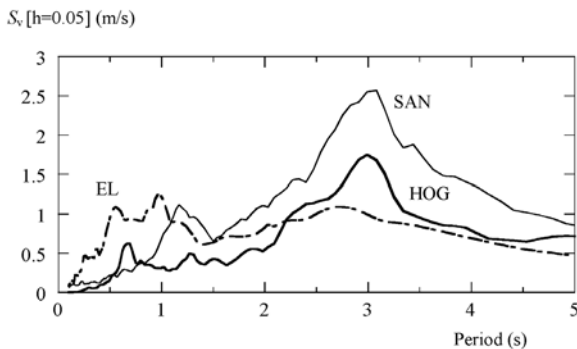


図4 入力地震動の最大応答スペクトル

### 3. 鋼構造骨組の耐震性

骨組の製作状況を図5に示す。柱と梁の接合部には、工場で溶接されるタイプと現場で溶接されるタイプがある。超高層建物が建設され始めた当時は、工場において溶接したものを現場で組み立てる手順が多く採用されたが、合理性と経済性の観点から、現場にお



(a) 工場溶接

(b) 現場溶接



(c) 床スラブ打設後の骨組

図5 骨組の制作

いて溶接する方式が次第に増え、近年の超高層建物の柱と梁の接合部は、ほとんどが現場で溶接されるといっても過言でない。当然、現場で、空中に身を置いて溶接するほうが作業条件は悪い。溶接技術が向上したとはいえ、工場における溶接よりも相対的に溶接の品質が悪くなる可能性がある。骨組には、工場溶接接合部、現場溶接接合部の両方を組み込んだ。

三の丸波を入力したときの骨組の様子を図6に示す。梁の根元が降伏し、そこに変形が集中した。2階の層間変形角の履歴を図7に示す。従来の設計は、最大層間変形角を0.01radより小さく収めることをめざしていた。El Centro波の最大値は、それよりも1割ほど小さい。東扇島波の最大値は、それを若干超し、三の丸波の最大値は1.7倍程度となった。長周期地震動を受ける超高層建物の骨組は、設計で考えられていた変形の数倍もの大変形を一気に受けるのではなく、設計で考えられていた値の1.5倍程度までの変形を何度も繰り返し受ける。この観点から総エネルギー入力を図8に示す。El Centro波を基準と比較すると、東扇島波は4倍、三の丸波は9倍に及んだ。この関係が、骨組に累積する塑性変形量に反映される。

三の丸波を入力したとき、12ヶ所の現場溶接接合部のうち3ヶ所において、梁の根元の下フランジが破



図6 梁降伏する骨組

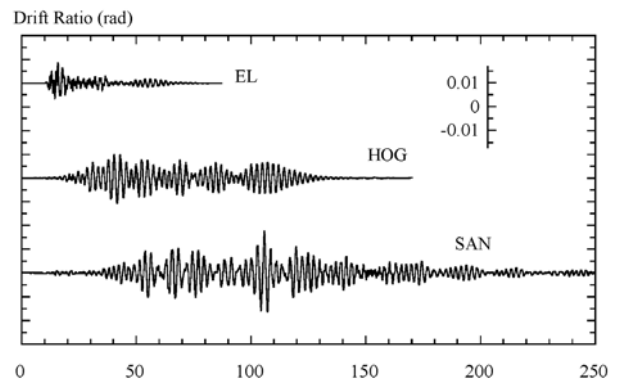


図7 骨組の層間変形角履歴



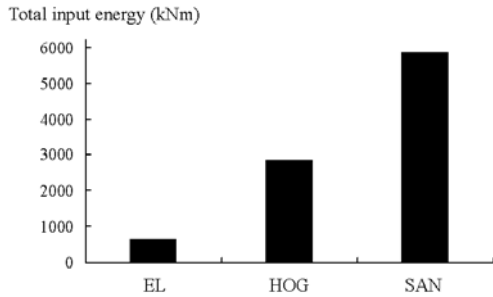


図8 総エネルギー入力

断した。図9にその状況を示す。梁の端部に多数回の繰り返し変形が与えられた後に破断が生じ、下フランジが引っ張られる正曲げの耐力が尽きている。工場溶接接合部の場合は、三の丸波の加振をさらに2回加えたところで、おなじく梁の根元の下フランジが12ヶ所のうち2ヶ所で破断した。破断までに累積した塑性変形量で比較すると、工場溶接接合部は現場溶接接合部の約5倍の変形能力を有していた。

床スラブの存在で、下フランジにおいてひずみが増幅する。破断しなかった工場溶接接合部の下フランジ付近をサーモグラフィによって記録した。三の丸波による加振開始から40秒後の様子を図10に示す。下フランジのスカラップ付近に温度の上昇が確認できる。こ

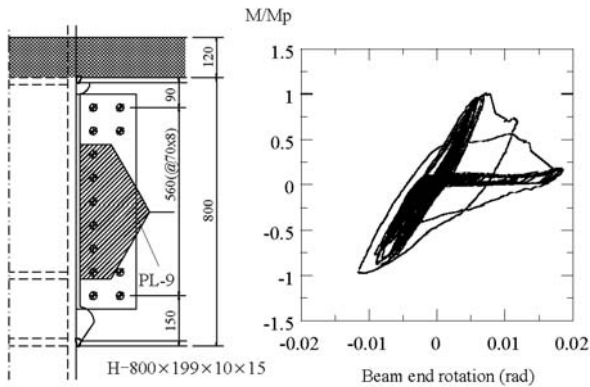


図9 下フランジが破断した現場溶接接合部

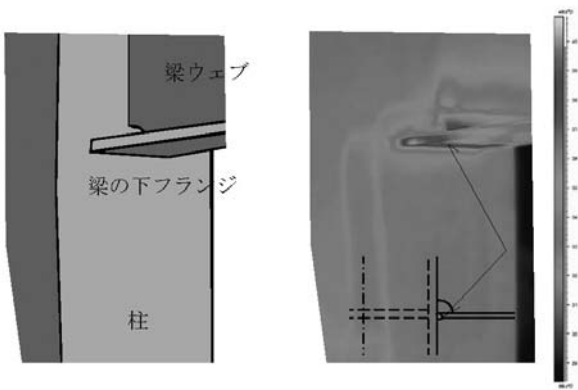
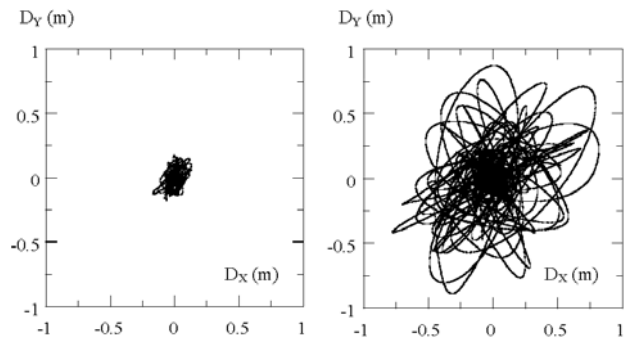


図10 破断しなかった工場溶接接合部の温度上昇

の温度上昇は累積ひずみと高い相関を示すことが知られている。骨組に与えられたエネルギーのほとんどは梁の根元の降伏による塑性歪エネルギーによって消費された。そのなかでも、ほんのわずかな区間（フランジのスカラップ長さ程度）に累積ひずみが集中したことがうかがえる。図9に示した現場溶接接合部の下フランジ側のスカラップ形状は、この区間の長さが短い。また、ウェブをボルト接合しているため、そこでの応力伝達効率が悪く、スカラップ付近に応力が集中する。こうした力学条件に加え、現場溶接接合部としての悪条件が重なる。今回、UT検査において不合格になるような欠陥は確認されなかった。しかし、溶接繋ぎが不可避で、UT検査の確かさも相対的に低いとされるのが上記スカラップ周りである。多くの因子が重なって、現場溶接接合部の変形性能が工場溶接接合部の変形性能よりも劣ることとなった。

#### 4. 室内の被害様相

三の丸波を受けた試験体の床の2方向の動きを図11に示す。1階での床の動きが試験体の屋上では数倍に増幅される。屋上にはペントハウスを設置し、オフィス空間と居住空間を用意した。まず、19階に相当するそこでの被害シナリオを考える。超高層建物の大きな振れ幅の場合、床速度が十分大きくなり、家具の角が浮くとそのまま一気に倒される傾向にある。図12における形状比B/Hは、その値が小さいと細長く、角が浮きやすいことを意味する。図11のY方向に生じた最大加速度は $4.9\text{m/s}^2$ で、形状比0.49のものまで角が浮く条件になる。すなわち、レンジや洗濯機のようなものを除き、一般的な家具は、軒並み転倒することになる。摩擦係数を仮定して、慣性力により家具等がすべる現象を解析してみる。キャスター付きの家具の場合は、摩擦係数が0.1を下回る。家具と床の材質が木質の場合や、金属系の家具とPタイルの組み合わせの場合に



(a) 試験体1階

(b) 試験体屋上

図11 床移動の水平2方向オービット

も、摩擦係数は0.1、0.2といった小さな値なる。Y方向の解析結果を図13に示す。摩擦係数が0.2の場合に1m程度の振れ幅で、数回往復する。キャスターを想定した摩擦係数0.05の場合は、そのような往復を90秒以上続けながら片方に4mも移動することになる。

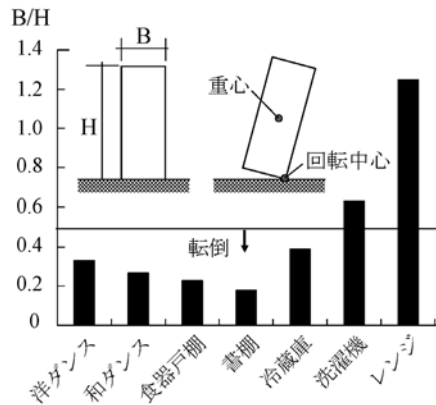


図12 家具の転倒条件

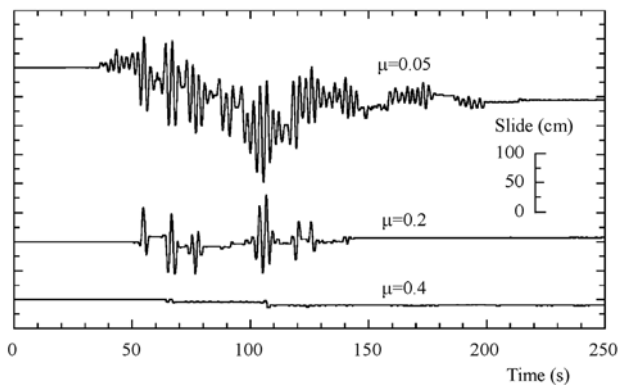


図13 数値解析によるすべり

さて、実験の状況を図14に示す。オフィスの書棚は、揺れの開始から十数秒後に転倒し始め、デスクに覆いかぶさった。衝突を繰り返すコピー機は周辺に多くの損傷を与え、その衝撃が重なり2つに折れた。キッチンにおいて冷蔵庫が転倒し、食器・調理器具は滑落、飛散し凶器に変わった。ダイニングに置かれた木質系の家具は大きくすべり続けた。

このような揺れのなかで、室内の人は立っていることができず、衝突してくる家具、機器等を、無防備に上半身で受けてしまう可能性が高い。一連の実験では、転倒防止対策およびストッパーを施した全く同じタイプの室内空間を用意して、被害が激減することを確認している。それらの映像は、すでに公開されており、室内の状況と対策の効果を明快に説明する防災資料として利用できる。

(入手先：<http://www.bosai.go.jp/hyogo/movie.html>)



(a) オフィス・ワークスペース



(b) 住宅・キッチン

図14 試験体屋上(19階相当)における室内

## 5. おわりに

針金を1回曲げただけでは白っぽくなるだけで、抵抗する力は変化しない。しかし、同じ箇所を何度も繰り返し、押し戻したりしているうちに、とうとうそこで切れてしまう。同じことが、長周期地震動に共振する超高層建物の骨組に起きる可能性がある。高層階は前後左右に1メートル以上、数分間にわたって動き続ける。対策がなければ、室内の人たちは命の危険にさらされる。大都市の超高層建物群が一度にこのような状況に陥れば、被害の大きさは計り知れない。プロジェクトでは、現在、耐震改修を念頭に柱梁接合部補強およびダンパーの効果に関する実験を進めている。

## 謝辞

実験は多くの機関との協働により実施されました<sup>1)</sup>。「都市施設の耐震性評価・機能確保研究運営委員会(和田章委員長)」の委員各位に多くのご助言をいただきました。清水建設技術研究所、東京電力技術研究所、国土交通省中部地方整備局に地震動をご提供いただきました。ここに記して感謝の意を表します。

## 参考文献

- 1) 井上貴仁、長江拓也、梶原浩一、福山國夫、中島正愛、齊藤大樹、北村春幸、福和伸夫、日高桃子：長周期地震動による被害軽減対策の研究開発の全体計画と概要、日本建築学会大会学術講演梗概集、C-1、pp.823-824、2008.9
- 2) 土木学会・日本建築学会 巨大地震災害対応共同研究連絡会 地震動部会：海溝型巨大地震を考える-広域強震動の予測2-シンポジウム論文集、2006.2

# 昇降機における長周期地震動対策について

小沼 裕一

●三菱電機ビルテクノサービス(株)東京支社 昇降機モダニゼーション部

## 1. はじめに

2004年の東海道沖地震や新潟県中越地震において震源から距離のある大阪や関東平野などで、比較的長い周期4～7秒の地震動が発生し、それぞれの平野の都市部にある特に高行程エレベーターが地震の被害を受けた。被害が発生したケースをみると、地表での加速度が数Gal程度であり、P波地震感知器やS波地震感知器が動作していなかったにも係わらずロープ類の長尺物が振れて昇降路内の突起物に引っ掛かり、機器が破損するなどの事象であった<sup>1)</sup>。

そのため日本エレベータ協会から、より安全性の高いエレベーターの提供を目的として日本建築学会などで進められている、長周期地震動の発生メカニズムの解明の知見と被害実態の分析に基づき、2006年2月に「日本エレベータ協会標準集」：JEAS-711が制定された。

さらに「建築基準法及び同法関連法令・昇降機技術基準の解説」2009年版に長周期地震動対策を含めた耐震対策の内容が記載されるに至った。こうした背景を基に昇降機の長周期地震動対策の概要を紹介する。

## 2. 長周期地震動対策の方法

「日本エレベータ協会標準集」：JEAS-711及び「建築基準法及び同法関連法令・昇降機技術基準の解説」2009年版(分冊 昇降機耐震設計・施工指針 2009年版)の長周期地震動対策の方法をまとめると、大きく分けて2つに分類される。1つはロープ類が揺れて昇降路内の突起物に引っ掛かることを防止する対策。もう1つは長周期振動感知器等を設置し揺れが大きくなると予想される場合には、速やかに最寄階に停止し、乗客の閉じ込めや二次災害を抑制するための長周期振動時管制運転である。

## 3. 長周期地震動対策(引っ掛かり防止)について

### 3.1 長周期地震動対策(引っ掛かり防止)の概要

長周期地震動の揺れが建物の固有周期と一致すると大きな建物震動を起こし、これにロープ類が共振して大きく揺れる場合がある。このような大きな揺れにより、ロープ類が昇降路機器に接触したり、引っ掛かったりする被害を防止する対策を行う。

### 3.2 対策範囲と対策内容<sup>1)</sup>

対策範囲と対策内容の概要を下記に示す。

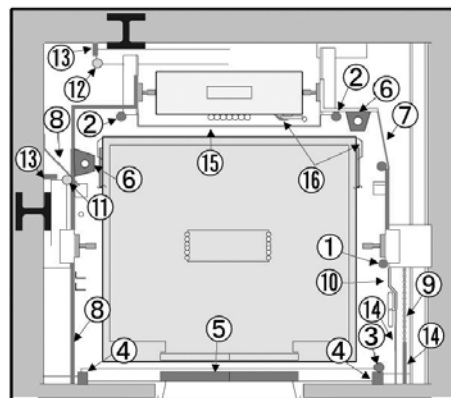


図1 引っ掛かり防止の対策範囲

表1 引っ掛かり防止の対策内容

No.	保護対策及び措置	昇降路全高
①	カゴ側レールブラケットに縦保護線を取付	10m超
②	つり合いおもり側レールブラケットに縦保護線を取付	10m超
③	乗場機器(敷居およびヘッダー)に縦保護線を取付	60m超
④	乗場機器(敷居およびヘッダー)に横プロテクターまたは横保護線を取付	120m超
⑤	乗場ドア係合装置にプロテクターを取付	60m超
⑥	调速機ロープにロープガイドおよび横プロテクターまたは横保護線を取付	10m超
⑦	終端階強制減速スイッチカム取付腕に横プロテクターまたは横保護線を取付	60m超
⑧	インダクタプレート取付腕・終点スイッチに横プロテクターまたは横保護線を取付	60m超
⑨	テールコード引っ掛かり防止用の保護金網を取付	10m超
⑩	テールコード吊手に中間振止めを取付	10m超
⑪	调速機ロープ側立柱つなぎブラケットに縦保護線を取付	10m超
⑫	つり合いおもり側立柱つなぎブラケットに縦保護線を取付	10m超
⑬	立柱つなぎブラケットに横プロテクターまたは横保護線を取付	60m超
⑭	テールコード取付腕、中間振止め、保護金網取付腕に横プロテクターまた横保護線を取付	60m超
⑮	おもり側レールにダイバーを取付	120m超
⑯	かごまたはつり合いおもりの突起物に保護金具を取付	120m超

※1：①～③,⑥,⑨は従来からの対策

※2：④,⑤,⑦,⑧,⑬～⑯は長周期地震動対策

※3：⑩～⑫は追加耐震対策

### 3.3 実施例<sup>3)</sup>

下記に実施例を示す

(1)対策No⑤：乗場ドア係合装置にプロテクターを取付

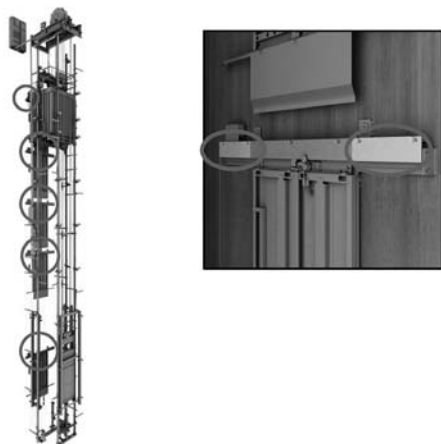


図2 対策No⑤のプロテクター取付位置

(2)対策No⑧：インダクタプレート取付腕、終点スイッチに横プロテクターまたは横保護線を取付

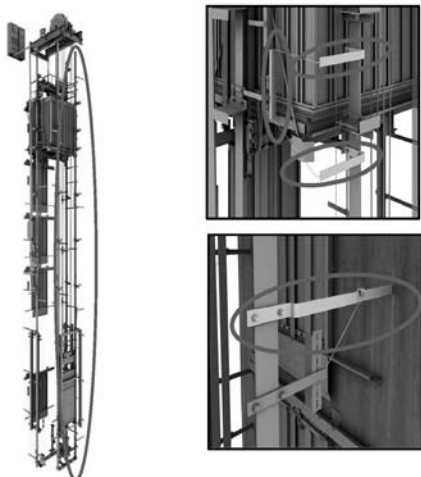


図3 対策No⑧のプロテクター等取付位置

(3)対策No⑨：保護金網を取付

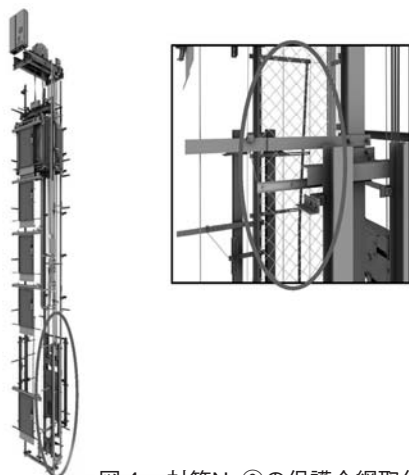


図4 対策No⑨の保護金網取付位置

## 4. 長周期振動時管制運転について

### 4.1 長周期振動時管制運転の概要<sup>3)</sup>

長周期で加速度が小さく、従来の地震感知器では検出できない長周期地震動を検知し、建物と共振する場合のロープの振れ幅をリアルタイムで推定、推定した振れ幅に応じた管制運転を実施する。乗客の安全確保を優先し、乗客が避難した後は、「退避運転機能」により、ロープが共振しにくい階へエレベーターを自動的に退避させ、機器の被害を低減する。(退避運転機能が付加されていない場合は停止状態を維持する)

また、ロープの振れ幅が小さい場合には、建物の揺れが収束し所定の時間が経過した後に、自動的に通常運転に復帰する。(ロープの振れ幅が大きい場合には運転休止し保守員による復旧が必要となる)

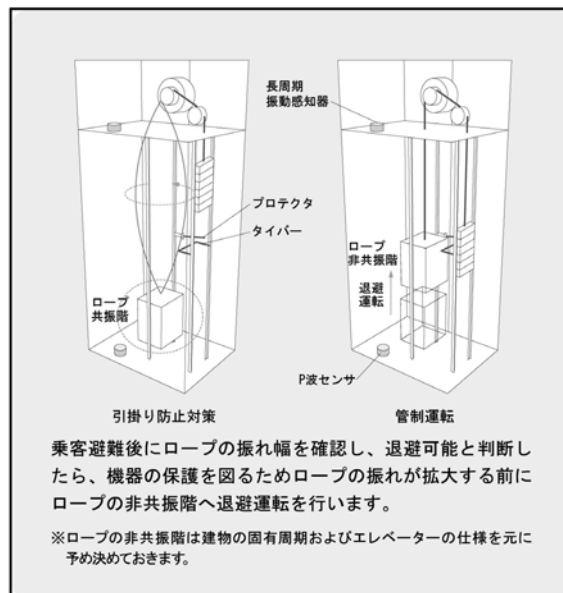


図5 長周期振動感知器を利用した管制運転(退避運転機能付の一例)

### 4.2 長周期振動感知器について

(1)長周期振動感知器の代表的な感知方式<sup>2)</sup>

- ①建築物の揺れと継続時間を計測することによりロープ類の揺れ量を計算によって予測する揺れ量予測方式
- ②建築物の揺れからロープ類の揺れを模擬する揺れ予測方式(揺れ応答計算方式、振り子の揺れ量から判断するペンデュラム方式)
- ③建築物の揺れの速度と変位の積から算定する波動エネルギー係数値、地動や建築物の揺れの周波数成分の分布と大きさからロープ類の揺れの程度を想定する判定方式

(注)上記以外の原理でロープ類の揺れを感知できる方法を採用しても良い。

(2) 長周期振動感知器の仕様<sup>2)</sup>

長周期振動感知器にはさまざまな方式があるが概ね共通となる基本仕様を示す。

①所要機能

- ・検出方向：水平方向
- ・振れ感知周波数範囲：概ね0.1～0.5Hzの範囲
- ・動作表示：ランプ表示など
- ・リセット方法：自動リセット、または手動リセット

②設置場所

頂部機械室、昇降路頂部、または、これらと同等以上の振れが発生すると予想されている建築物頂部などその他の位置

③設置個数

昇降行程、機械室位置、エレベーター仕様と感知方式に応じて個数を任意に定めることができる。尚、本感知器は、複数のエレベーター（非常用を含む）で共用出来る。

(3) 長周期振動感知器の感知レベル<sup>2)</sup>

①感知レベル

表2 長周期振動感知器の設定について

感知レベル	振れ低(レベル1)	振れ高(レベル2)
ロープ類等の振れ量(注1)	振れ高の50～70%程度の振れ状態	ロープ類等が昇降路機器と強く接触し昇降路機器が変形する可能性がある振れ状態
検出時の動作	最寄階停止とする。停止後、一定時間経過した後、平常運転に復帰	運転休止とする。保守員の点検後、もしくは自動診断仮復旧運転(注2)後、平常運転に復帰

(注1) ロープ類の振れ量は、建築物の振動からの模擬や分析などから想定した換算量とする。

(注2) 自動診断仮復旧運転は「建築基準法及び同法関連法令 昇降機技術基準の解説」2009年版のオプション仕様あり、法令での義務づけや上記解説の基本仕様ではない。

(注3) 表2の設定に示す以外に、振れ特低(レベル0)を設ける場合がある。振れ特低は建築物の振れによりロープ類の振れが発生する初期状態を検出し、エレベーターが管制運転動作に移行する可能性があることを管理人や乗客に注意喚起するためや速度制限運転により乗客の不安を低減させるために用いる。

(4) 長周期振動感知器の設置条件<sup>2)</sup>

高さ120mを超える建築物に設置されるエレベーターで昇降路全高が60mを超える場合に設置し、主ロープ、つり合いロープの振れ幅を推定する。

4.3 長周期地震動と管制運転動作の関係<sup>2) 3)</sup>

長周期振動感知器の感知レベルとエレベーターの動作及びロープ類の振れ量の関係をまとめたものを下図に示す。

※振れ特低・退避動作機能付きで、カゴ呼びがあるときに地震が発生した場合の例。

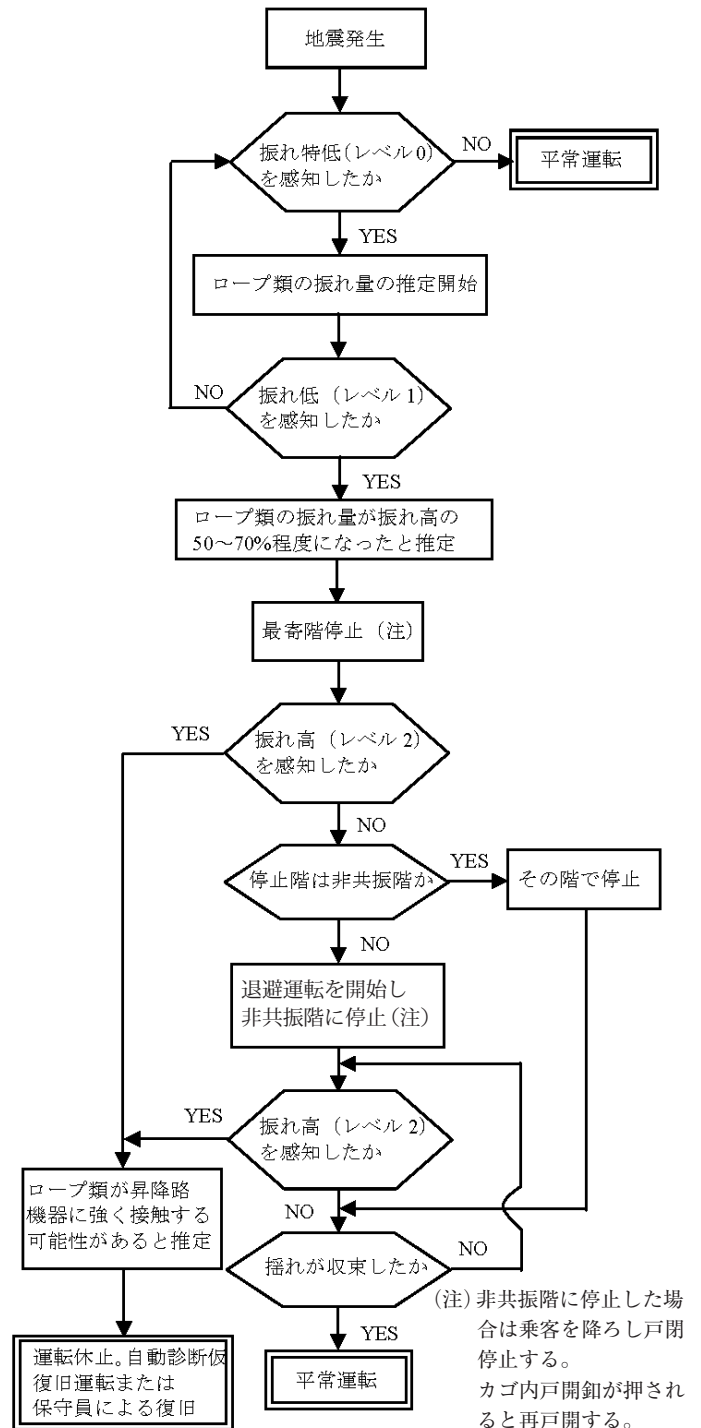


図6 長周期振動時管制運転動作フロー (一般用エレベーター)

#### 4.4 退避機能付きと退避機能なしの違いについて<sup>3)</sup>

エレベーターが非共振階停止した場合と共振階に停止した場合を比較した下記シミュレーションを見ると非共振階に停止した場合、共振階停止に比べロープの振れ量が急速に収束していくため、非共振階への退避機能付の方がより安全性が高いと考えられる。尚、「建築基準法及び同法関連法令 昇降機技術基準の解説」2009年版には、長周期振動時管制運転に退避機能を付加させる義務付けはない。

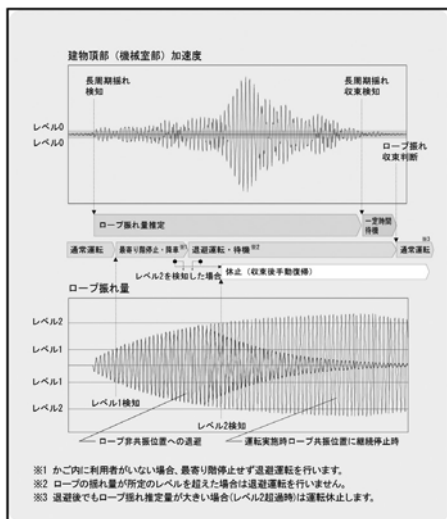


図7 非共振階停止と共振階停止の比較

#### 5. 長周期振動時管制運転以外の地震管制運転<sup>2)</sup>

エレベーターには設置される建築物の高さ、エレベーターの用途などに応じて、地震時の乗客の閉じ込め被害や、地震中や地震後のエレベーターの走行による二次被害を避けるため、長周期振動時管制運転以外に下記2つの地震管制運転の付加が義務付けられている。

##### (1) P波管制運転

地震のS波(主要動)が到達する前に現れるP波(初期微動)を感知した場合に、直ちにエレベーターを最寄階に停止させることで、地震時の乗客の閉じ込め被害を少なくすることを目的とした管制運転。

P波が収束して所定の時間(概ね60秒程度)が経つと自動復帰する。

##### (2) S波管制運転

P波(初期微動)到達後に現れるS波(主要動)の水平加速度の大きさに応じて、エレベーターの運転・休止を行う管制運転で、S波感知器が動作すると、直ちにエレベーターを最寄階に停止させ、カゴ内の人を避難させる制御を行うと共に、エレベーター停止後の再起動による二次災害を防止する機能をもつ。感知レベルの特低は自動復帰するが、それ以外(低・高)を検知したときは休止させ、保守員の点検後手

動で復帰させる。尚、通常はP波感知器と併用するため感知レベルの特低は設定しない(P波・S波感知器の併用については、「6. 各種地震管制運転の義務付け区分について」を参照のこと)。

#### 6. 各種地震管制運転の義務付け区分について<sup>2)</sup>

各種(P波・S波・長周期地震動)管制運転の法令や指針での義務付け区分を表3に示す。ただし、管制運転の適用範囲はエレベーターの昇降行程、建築物の高さなどにより適用可否があるので詳細は注記に記載の文献を参照のこと。

表3 各種地震管制運転の義務付け区分

管制運転の内容	法令での義務付け(注1)	指針での標準仕様(注2)
P波管制運転	○	○
S波管制運転	○	○
長周期振動時管制運転		○

(注1) 建築基準法施行令：第129条の10 第3項第2号、第4項による。

(注2) 建築基準法及び同法関連法令 昇降機技術基準の解説 2009年版(分冊 昇降機耐震設計・施工指針 2009年版)での標準仕様。

#### 7. おわりに

今回は、「日本エレベーター協会標準集」のJEAS-711と「建築基準法及び同法関連法令 昇降機技術基準の解説」2009年版(分冊 昇降機耐震設計・施工指針 2009年版)を基に、長周期地震動に関する部分を簡単に紹介した。尚、引っ掛かり防止対策については上記2冊の文献の分類方法が異なる(指針では耐震クラスの分類が追加された)。そのため耐震クラスにより昇降路全高の適用が違うので、適用の詳細については上記文献を参照願う。また、本文内のロープ類、長周期振動感知器などの表現は長尺物、長尺物振れ感知器等をわかりやすく変えたものであるため文献参照の際は留意願いたい。

#### 8. 参考文献

- 1) 「日本エレベーター協会標準集」：JEAS-711(エレベーターの昇降路内機器突起物に対する保護措置設置基準：2006年3月発行) P1～13
- 2) 「建築基準法及び同法関連法令 昇降機技術基準の解説」2009年版(分冊 昇降機耐震設計・施工指針 2009年版) P11,12,15,148,154,159,160,201
- 3) 三菱エレベーターの地震対策(2008年版カタログ) P5,6

# 名誉会員に聞く

山田 善一

●京都大学名誉教授

## 1. 福井地震

昭和23年(1948)6月28日、食料事情が悪く、試験を夏休み以後に延ばせという要求を掲げた学生大会(旧制四高・金沢)で急に大きい揺れにみまわれた。福井地震である。この地震では当時の家主が亡くなり、部屋を追い出されるなど、大学受験を数ヵ月後にひかえ間接的な被害者になった。

無事京大土木に入学し、3年卒業後、昭和27年(1952)小西一郎先生の研究室に大学院特別研究生として残り、福井地震の跡に何回も行って、橋脚の振動測定を行った。スス紙のニスによる定着や、プロマイドの現像など測定の基礎を習った。

この地震を契機として日本での強震観測SMACプログラムが開始された。

大学院に入っすぐ、Den Hartogの講演会があり、Dynamic Damper(TMD)を橋げたの防振に使えるのではないかと論文を創ったが、IABSEに同じ論文がありそのままやめてしまった。

## 2. 電子計算機との出会い

昭和32年(1957)イリノイ大学に出張の機会が与えられた。第一世代の計算機ILLIACを使っての研究が始まった。当時世界一のソフトが揃った計算機といわれ、夜11時までに出しておけば、翌朝には答えが返ってきた。真空管式の計算機で、建物全体を占有し、毎朝数十本の真空管を交換すると言われていた。プログラミングのコースも履修したが、2進法計算から16進法プログラムの基礎まで詳しく学ぶことができた。

Bridge Impact の仕事を、この計算機で行いかなりの成果を上げることができた。

帰国後も、つり橋の耐震の計算を行い、2WCEE(次項参照)で発表し当時としてはかなりの評価を得た。

昭和34年に京都大学にも計算機KDC-1が入ったが、10進計算機で、計算が極めて遅く、一人1時間毎に割り当てられ、10秒間の応答計算に1時間を要した。

旧制の学位は昭和37年3月で廃止になる。ILLIACとKDC-1を使って、つり橋の新しい地震応答に関する論文を出し、昭和36年12月学位を貰った。

## 3. 世界地震工学会議(WCEE)

1956年、サンフランシスコ地震50周年にあたり、パークレイでWCEEが行われた。地震工学の用語もこの頃から使われたものと思う。2008年北京で第14回の会が行われたがその間、米国で2回、日本で2回開催されている。日本では第2回と、第9回である。若い方には第2回の会議をご存じないようにも思われるので、すこし述べてみたい。

1958年イリノイ大学からかえると、1960年、2WCEEが、東京・京都で開催されることが決まっていた。武藤清先生を組織委員長とし、役員会が組織されたが、アメリカ帰りということで、その一人に加えられた。家内も、英、仏、ポルトガル語が出来るので、レディースプログラムの一人として、大先生の奥様方と一緒に加えられた。研究発表は東京のホテルで行われた。

出席者のなかには、Housner、Newmark、ポルトガルの土木研究所のBorgesなど、世界の第一人者が揃っていた。Borges夫人と家内が、リスボンで同じ学校の出身だとわかり、その後の長い付き合いが始まった。

東京での発表は60件くらいで、ひとつの会場ですべての発表が同時通訳つきで行われた。この会議で初めて電子計算機をつかった研究が数件発表された。

京都では、祇園祭を御池の特設会場で見ただけ、Housner先生の「原子力発電所の耐震」、と棚橋先生の「五重塔の耐震性能」の講演があり、前者の同時通訳を頼まれた。

WCEEは4年毎に各国で開催されるうち、地震工学の普及とともにその論文数は指数関数的に増加し、一時はHousnerの報告の中で、一年中学会を開かなくてはならないと書かれたくらいになったが、最近は開催方法などに工夫が加えられて、収束している様である。

1984年、サンフランシスコで米国では2回目となる第8回会議が行われた。第9回会議は1988年再び日本、それも前回とおなじ東京と京都で行われることとなり、組織委員長長久保先生のもとで、関西部会長として、京都の会議を引きうけることになった。東京では一般的な発表、京都ではテーマを決めた討論会的な発表が行われた。京都の会の前に、約800名が参加して盛大なパーティが国際会議場庭園で行われ、花火が好評を呼んだ。

#### 4. 新潟地震(1964)

1964年4月、米国、英国、ポルトガル、フランス、ドイツへ、当時盛んであった長大橋の視察に出る機会が与えられ、多くの経験をすることが出来た。帰りにはアラスカ地震の痕跡をアンカレッジ空港で見ることが出来た。

帰国後、すぐに6月新潟地震が発生した。4階建てのRCビルが倒壊したり、昭和大橋の落橋など大きい被害があったが詳細は省略する。この地震から液状化問題の研究が活発になった。

#### 5. STAN (構造解析研究会)

昭和40年(1965)、日本鋼構造協会(JSSC)が設立され、入会した。鷲津先生、山本義之先生など、土木以外の先生との関係が始まった。構造解析特に有限要素法(FEM)を中心とした委員会STANが発足した。FEMは1956年Turnerを中心とした論文で有名になったが、手法そのものは1952年すでにつくられていたが、公表はしばらく没となっていた。その後の発展の過程はよく知られたとおりである。

この委員会は、日本の構造解析のリーダー的役割をたした。

昭和53年、米国からの留学生C.Scawthorn君が、研究室に加わり、1980年米国人として初めて京大で学位をとった。その後の彼の活躍はよく知られており、最近の数年は京大教授として活躍した。

#### 6. 長周期地震動

1983年、日本海中部地震では、日本海では珍しい津波が起こり、多くの犠牲者をだした。

この地震で、新潟の石油タンクでスロッシングが起こり、多くの重油が流れだした。当時新潟の人には、船の中でゆっくり揺られている感じられたという。地震計の記録はスケールアウトしていたが、いくらか大胆な補正をし、約10秒の卓越周期が認められ、スロッシングを数値的にも証明することができた。

長大つり橋、たとえば明石海峡大橋では、基本振動周期は20秒位になる。明石海峡大橋の周りの地震動の様子を調べるため、神戸、明石、岩屋を結び、それぞれ約5キロの辺を持つ三角形のアレー観測を1989年から行っていた。詳細は省くが1991年には、ミャンマー地震による、周期約30秒の記録が採れている。

#### 7. 鋼構造の耐震性

橋梁は大きく分けて、鋼橋と、PCを含むコンクリート橋に分けられる。鋼橋は、変形性能に富んでいる

から、弾性設計即ち1次地震動に対する設計で十分であるとする考え方の時代があった。1980年代の後半に、土木学会の鋼構造委員会の中に、動的な外力による鋼構造の極限性状を研究する委員会を設けていただき、十数名の委員で、かなりの成果をあげた。神戸の地震のあとは、この問題が大きく採り上げられる様になり、最近、鋼・合成構造標準設計示方書-耐震設計編でその成果が示された。

京大の土木教室には、1958年に造られ、その後新館に移転した構造物実験装置があったが、1980年代これを大きく改造して、ハイブリッド解析が出来るようにした。鋼構造をはじめ種々の実験、神戸の地震後に多くの解析が行われたが、2006年の桂キャンパス移転後は、規模、性能ともに優れたシステムとなり、外国の大学とのオンライン解析が行われている。

#### 8. 兵庫県南部地震

1993年、京都大学を退官後、中部大学に勤めていた。

1995年1月17日連休明けで大学へ行くべく、食事中突然大きい揺れに見舞われた。すぐテレビを点けて見ているうちに、これはただ事ではない事がわかり愕然とした。大学への休講の連絡も出来なくなり、付近の公衆電話で何回目かではじめて連絡がついた。

この地震の象徴的な被害となった、阪神高速深江地区の、ピルツ橋の890mにわたる倒壊は、犠牲になられた方には甚だ不遜ではあるが、構造形式の違いによる地震被害を、実験的に示してくれたものと言えよう。

阪神高速道路復旧技術委員会の委員長として、お世話し、数ヶ月早く全通出来たが、多くの方の努力の結果であり感謝申し上げる。

この地震のあと、橋梁の耐震設計には、積層免震ゴム支承が不可欠な物になった。1977年IABSE東京大会のあと、ツアーの責任者として、ニュージーランドの方との関係ができ、免震支承に深く関係してきたが、この地震から、自分の仕事の大部をしめる様になった。

神戸の地震のあとも、ここ十数年にわたり、日本は勿論のこと世界で多くの地震被害があった。2004年には新潟県中越地震があり、原子力発電所が初めて大地震にみまわれ、示唆に富んだ多くの結果が得られた。

2004年12月26日、スマトラ島沖での地震は、インド洋で大津波を起こし、数十万人の犠牲者がでた。インド洋での津波の危険性についてそれまでほとんど気づいていなかったのではなからうか。起こってみなくては分からないと言う事の、極端な例かもしれない。

2008年、中国四川省の地震では、多くの犠牲者が



でた。中国の地震では、唐山の地震が有名であるが、1920年と1927年、四川省より北のラインで二回の大地震があり、数十万単位の人命が失われた。この時代どのような報道がなされたのか。興味深い。

名誉会員のページの原稿が依頼されたが、本会が発足したときにはすでに退職しており、名誉会員として推薦頂いたことに感謝している。

「参考資料」

耐震構造設計論・山田善一編著・京大出版・1997

Ed・F.Chen、C Scawthorn・Earthquake Engineering Handbook・2003

【経歴】

名誉会員 山田 善一(やまだ・よしかず)先生

1929年生まれ／京都大学名誉教授／構造工学・耐震工学／工学博士／著書に「耐震構造設計論」(京都大学学術出版会)ほか多数／1970年 土木学会田中賞, 2009年春 瑞宝中綬章

## 日本地震工学会大会2009の報告

芳村 学 (大会実行委員長) / 北山 和宏 (同幹事長) /  
中村 孝也 / 高木 次郎 / 山村 一繁 / 見波 進 / 長島 文雄 / 小田 義也 /  
中林 一樹 / 市古 太郎 / 鹿嶋 俊英 / 青木 繁 / 和泉 信之 / 秋田 知芳 /  
盛川 仁 / 齊藤 洋文 / 犬飼 伴幸 / 中村 孝明 / 嶋原 毅

### 1. はじめに

2009年の日本地震工学会大会が11月12日(木)から14日(土)に、東京・代々木の「国立オリンピック記念青少年総合センター」のセンター棟(写真1)で開催された。今年にはイタリア・ラクイラ、サモア諸島、インドネシア・スマトラ島などで大きな地震が発生し、甚大な被害を被った。これらの記憶が新しいなかでの開催であった一般セッションで、上記の地震被害等についての報告があったほか、特別セッションとしてスマトラ島沖地震に関する報告会を緊急に開催した。また、津波災害の実務的な軽減方策についてのオーガナイズド・セッションが企画された。総計175編の論文投稿があり、6社の企業が技術フェアに参加した。三日間の登録参加者は278名で、そのうち学生は77名であった。学生の参加費を大幅に引き下げた効果が顕著に表れたと思う。なお本年より、すぐれた発表を行った若手発表者に優秀論文発表賞を授与する試みを始めたことを付記する。

大会二日目の夕方には、同センター内のレストランで懇親会が開かれ、若手とベテランとが親しく懇談し、様々な分野の参加者が交流を深めることができた。

### 2. 開会式および法人化説明会

11月12日の午後1時から1時45分まで、開会式と本会の法人化移行についての説明会が開かれた。その概要を以下に記す。参加者は約40名であった。

開会式では、芳村学実行委員長が開会の辞を述べ、今回の特徴として国立オリンピック記念青少年総合センターに会場が決まった経緯を説明した。また175編の論文が投稿されたが、それらの論文が特定の機関から集中する傾向にあり、さらに様々な機関から論文が投稿されるように努める必要があること、等を述べた。

続いて濱田政則会長より挨拶がなされた。日本地震工学会は設立から9年を経過したが、その間にも地震災害が多発し、ますます本会の活動意義が高まっていること、年齢層の若い人々の活動をより活発化することを目的として、35才以下の発表者に優秀論文発表賞を授与する事業を今年から始めること、学生会員の拡充が着実に進行していること、等の説明がなされた。



写真1 国立オリンピック記念青少年総合センター



写真2 受付の様子

次に、法人化説明会が犬飼伴幸理事からなされた。2010年に一般団体から公益法人に移行すること、法人格を取得することで学会各種活動においてイニシアチブがとり易くなることや、財務面でのメリットが説明された。また、事務作業が大幅に増える等のデメリットも説明された。なお法人化により会員の権利には変更がないこと、会長選挙の方法に変更があること、等が説明された。法人化移行に向けた今後のスケジュールについて報告があった。

最後に会場からの質問を受け付け、会長の選挙方法や、公益法人への移行の途中で会員からの意見を受け付けるのか、等の質問がなされ、今後検討していくとの答弁があった。

### 3. 研究発表の概要

以下に特別セッションを含めた研究発表と討議の概要を、セッション毎に要約して報告する。

(1) 11月13日12時05分～12時50分 (311室)

特別セッション：スマトラ沖地震に関する報告会

座長：芳村学、参加者：約80名

本報告会では「復旧技術協力チームの活動概要とこれまでの経緯」と題して濱田会長より発表があった。まず復旧技術協力チーム（日本地震工学会＋土木学会＋NPO法人：国境なき技師団）について紹介があった。続いて、第一次現地調査（10/16～19の4日間）では、インドネシアにおいて被害調査、応急復旧方法の提案、そして今後の協力についての検討を実施したことの報告がなされた。今後はRC建物についての詳細な診断や、山岳地域の道路についての技術協力を中心に行う予定とのことである。また、その中心的役割を日本地震工学会が担いたい旨の表明があった。

(2) 11月12日14時00分～16時00分 (311室)

オーガナイズド・セッション：津波災害の実務的な軽減方策

座長：中山哲巖、有川太郎、参加者：約20名

このオーガナイズド・セッションでは、津波災害の軽減方策に関する論文が8編あった。氾濫流に伴う自動車の衝突力に関する研究、重要臨海施設における津波対策に関する研究、津波移動床モデルの河川への適用性、橋桁に作用する津波波力に関する研究、津波による養殖施設の流出、地形モデルを考慮した波力推定精度、津波による漁船等の係留張力、2006年ジャワ島南西沖地震津波による家屋の被災分析に關した研究発表が行われた。テーマが実務的に有効な方策ということであり、質疑としては、実務にどのように使用していくのかという観点での議論が活発に行われた。たとえば、出された評価式をどのように使用するのか、その再現性はどうかなどの質問があり、設計やその考え方に対する討議がなされた。

(3) 11月12日14時00分～15時45分 (409室)

セッション：ヘルスマニタリング

座長：渡壁守正、中村充、参加者：約30名

本セッションにおいては7件の発表が行われた。内容は、免震建物の地震観測結果、相対変位観測システム、常時微動に見る建物固有振動の経時変化やばらつきの評価、地震観測情報を制御の先見情報として活用する制振システムの検討、RC梁の損傷評価方法など多岐にわたっており、セッションタイトルの「ヘルスマニタリング」の周辺を含めた広い分野について活発な議論と意見交換が行われた。



写真3 発表会場(1)

(4) 11月12日16時00分～17時30分 (409室)

セッション：土木構造物

座長：豊岡亮洋、小田義也、参加者：17名

このセッションでは、鉄道で利用の多い古レール構造物の挙動把握、ジョイントの挙動が地震時の橋梁におよぼす影響の解析、免震支承の特性把握、RC橋脚の静的・動的載荷実験など、土木構造全般に関する発表が6件行われた。

発表者のほとんどは土木系の技術者・学生であったが、質疑では解析モデルの設定方法、鉄筋の抜け出しの測定法や評価法などについて、建築分野など他の専門分野の研究者を交えて、活発な討議が行われた。

(5) 11月12日14時00分～16時30分 (513室)

セッション：強震動・地盤構造(1)

座長：石井透、三宅弘恵、参加者：40～50名

このセッションでは、強震動・地盤構造に関する9件の発表が行われた。レシーバー関数やH/Vスペクトル(地盤の水平スペクトルと鉛直スペクトルとの比)を用いた地盤構造の高精度化に関する発表が柏崎刈羽原子力発電所や主要な平野を対象として行われた。また、地盤応答に関して減衰定数や土質試験の観点から考察した発表があった。最後に距離減衰式をモデル化する上で必要となる要素について、議論がなされた。

(6) 11月13日9時30分～12時00分 (513室)

セッション：強震動・地盤構造(2)

座長：片岡俊一、先名重樹、参加者：32～46名

このセッションの前半では、岩手県内陸地震の地盤効果の見積もりや、宮城県沖地震を対象とした長周期地震のシミュレーションおよび経験的グリーン関数法を用いた想定東海地震の広帯域地震動予測といった長周期の地震動シミュレーションに関する発表がなされた。セッションの後半では、地形・地盤分類メッシュを利用した地盤増幅度の検討や、距離減衰式による強震動評価等の発表がなされた。セッション全般において、活発な意見交換がなされた。

(7) 11月14日9時30分～11時45分 (513室)

セッション：強震動・地盤構造 (3)

座長：芝良昭、飛田潤、参加者：30名

このセッションでは、震度や強震記録に関して9編の発表が行われた。前半では、アンケート震度と揺れや被害の関係、広域の震度予測手法について表層地盤の影響などが討議された。また、観測記録に基づくリアルタイム強震動予測や、観測記録の周波数特性・位相差分特性など設計用入力地震動を想定した発表があった。後半のセッションでは、東京湾岸地域 の速度計記録に基づく長周期地震波の伝播特性を駿河湾の地震に対して検討した事例、弘前市内に展開されている複数の強震観測点記録の比較などのローカルサイト特性に着目した研究発表が2件と、1968年十勝沖地震の八戸港湾における強震記録のデジタル化に関する発表が2件あり、いずれも活発な討議が行われた。

(8) 11月12日14時00分～15時45分 (402室)

セッション：地震被害

座長：吉敷祥一、山本優、参加者：30名

このセッションの前半では、2009年4月のイタリア・ラクイラ地震による建物被害について3編、同年8月の駿河湾を震源とする地震による被害について1編の発表が行われた。イタリア・ラクイラのRC住宅や教会堂の被害詳細や設計地震動について活発な議論があった。セッション後半では常時微動観測に基づく不整形平面建物の振動特性の考察、杭基礎を含めた限界耐力計算の補正に関する検討、ごみ焼却施設の重要度係数の提案についての発表があった。

(9) 11月12日16時00分～18時00分 (402室)

セッション：鉄骨構造

座長：小林正人、見波進、参加者：20名

鉄骨構造のセッションでは、柱梁接合部に関する連続講演3題、既存建物の接合部に関する調査1題、浮き上がり挙動試験用の装置の提案1題、制振パネルの動の実験1題、制振パネル付き架構の静的実験2題の発表が行われた。若手研究者(ほとんどが大学院生)による講演発表であり、会場からの質疑、コメントも盛んに行われ、活気あるセッションとなった。ただ残念なのは、発表者の所属機関がすべて同じであり、より多様な参加者、発表者となるような工夫が必要であると感じた。

(10) 11月13日9時15分～12時00分 (311室)

セッション：鉄筋コンクリート構造 (1)

座長：藤井賢志、向井智久、参加者：20～30名

本セッションの前半9編では、RCまたはPC造の柱梁接合部に関する発表がなされた。具体的には、機械式



写真4 発表会場(2)

定着、プレストレス、柱梁接合部パネルの破壊モードに着目したもので、活発な議論がなされた。セッションの後半2編は、縮小試験体における鉄筋の付着特性、コンクリートに定着されたアンカーボルトがせん断力を受けたときのせん断破壊に関するデータ分析について発表がなされ、いずれも活発な議論がなされた。

(11) 11月13日13時00分～15時30分 (311室)

セッション：鉄筋コンクリート構造 (2)

座長：追田丈志、秋田知芳、参加者：30～40名

このセッションでは、鉄筋コンクリート構造に関する10編の発表が行われた。既存超高層RC造建物の耐震性能の推移の分析、制震部材を配置したRC造偏心建物の応答推定手法の提案、地震被害から見たRC造建物の耐震性能の検証、耐震診断結果を用いた被害推定手法の提案、耐震診断基準における脆性柱の靱性指標に関する検討、多数回繰り返し変形を受けるRC梁部材の耐力低下についての実験的研究、疑似動的な手法によるRC柱の中間層崩壊実験、水平二方向地震動入力を受けるRC造建物の耐震設計法の開発などが報告され、RC造建物の耐震性能や、耐震診断と地震被害との関係、終局時のRC部材の性能などに関する活発な議論が行われた。

(12) 11月13日15時45分～17時00分 (311室)

セッション：機械

座長：高田一、栗田勝実、参加者：20名

このセッションでは、機械に関する5編の発表が行われ、地震応答低減に関する発表2件、初通過破壊確率に関する発表1件、積分値の近似計算法1件、原子力発電所に関する発表1件が行われ無事終了した。

(13) 11月13日9時30分～11時45分 (409室)

セッション：ライフライン・緊急速報・災害情報

座長：朱牟田善治、柴山明寛、参加者：17～25名

このセッションでは、ライフライン・緊急速報・災害情報をキーワードとして、事後対応、応急復旧対応に

関わる9件の発表が行われた。下水道システムを対象とする応急復旧効率性評価、盛り土の伝達関数を用いた即時危険度評価手法の検討、緊急地震速報の精度向上に対する取り組み、地震動シミュレータや路面段差などの簡易装置、液状化や震度の空間補間推定に関する新たな手法の提案、および行政無線の有効性に関する研究など、多岐に渡るテーマが議論された。特に実用化に近い研究や今後の研究展開に期待できるようなテーマに質問が多く出されて、活発な質疑応答が行われた。

(14) 11月13日13時00分～14時45分 (409室)

セッション：社会・経済問題

座長：藤原広行、森川信之、参加者：約30名

このセッションでは、6編の発表が行われた。地震防災に関する学協会の歴史と今後のあり方、地震被害推定（リスク評価）のための建物・人口データの推定、地域の地震防災力の特性・比較に関する検討、災害およびその対応のデータベース構築、地震ハザードマップの活用など、幅広い内容の発表が行われるとともに、活発な討議があった。

(15) 11月13日15時00分～16時30分 (409室)

セッション：防災計画・リスクマネジメント

座長：境有紀、藤本一雄、参加者：40名

このセッションでは、防災計画・リスクマネジメントに関する6編の発表が行われた。以下に発表の概要を記す。震度と被害の関係について俯瞰的な視点から現況を整理し、人間被害を中心とする今後の課題に言及した。仙台市域を対象として基礎構造および地盤構造の違いによる入力の相互作用を考慮することによる建物リスク評価低減に及ぼす影響について検討した。先日公開された機能高度化された地震ハザードステーションJ-SHISの紹介とアクセス・ログの分析事例が報告された。仙台市の高層建物からの避難方法について検討するため、避難シミュレーション結果の比較が行われた。近年発生した6地震について236企業事業所の事業中断期間とライフライン供給停止期間の関係について整理した。高速道路盛土を対象としてライフサイクルコストを最小とする方法に基づき、最適な工法を示した。以上の発表について活発な議論が行われた。

(16) 11月13日13時00分～14時45分 (513室)

セッション：震源特性

座長：大野晋、高井伸雄、参加者：60名

本セッションでは、地震の震源特性に関する7編の講演が行われた。2009年8月11日に発生した駿河湾の地震の近地震記録・露頭岩盤上強震記録を用いた震源特性、近年の強震記録を使用して作成したPGA 距



写真5 発表会場(3)

離減衰式、スペクトルインバージョン解析の残差に注目した距離減衰式、矩形クラックモデルの動学的すべり時間関数を組み込んだ統計的グリーン関数法、スペクトルインバージョンに基づく逆断層の短周期レベルのスケリング則、GPS連続観測値から見られる東北地方の地形ひずみと震源位置の関係、などが報告され、震源モデルや震源特性を考慮した距離減衰に関して活発な討議が行われた。

(17) 11月13日15時00分～16時30分 (513室)

セッション：地盤の液状化、斜面崩壊

座長：若松加寿江、渦岡良介、参加者：30名

本セッションでは、道路盛り土斜面(1編)、液状化(5編)の発表がなされた。「道路盛り土斜面」では、路線上の個々の地点において表層地盤などの特性を考慮した設計地震動の重要性が指摘された。「液状化」では、有効応力解析で用いるパラメータの感度解析、実際の液状化発生地点における噴砂等の地盤変状調査、液状化地盤上の家屋の不同沈下や改良地盤上の建物沈下予測、防災啓発のための模型実験の提案、などがなされた。液状化地点における側方流動発生の証拠、液状化地盤と構造物の変形予測における地盤定数の設定、構造物荷重の考え方、入力地震動の影響などが議論された。防災啓発のための模型実験では、砂の種類、メンテナンス法など活発な議論がなされた。

(18) 11月13日9時30分～11時45分 (402室)

セッション：地中構造物・杭・基礎構造

座長：有賀義明、岡田佳久、参加者：25名

本セッションでは9編の発表が行われた。動的遠心載荷実験に基づいた相互作用バネのモデル化、地震観測記録を用いた免震建物の上下応答の分布、慣性力および地盤変位の両者が免震橋の杭基礎に与える影響、盛土地盤中の橋脚の応答に関する振動台実験(2件)、RC製地中構造物と地盤の連成解析(2件)、建物の地震観測に関するシミュレーション解析、地震観測による

建物地下階と周辺地盤の応答特性について論文発表があり、活発な討議が行われた。

(19) 11月13日13時00分～14時45分(402室)

セッション：木造(1)

座長：棚橋秀光、千葉一樹、参加者：16～20名

本セッションでは、木造の構造性能に関する発表が7編行われた。古い住宅や社寺に見られる直接基礎の柱脚のすべり挙動に関する実験や解析的検討を主題とした発表が2編あった。実大7階建て木造建物の構造計算結果に関する発表や面材壁で構成される2階建て住宅の振動台実験結果の追跡解析に関する発表が2編あった。また、粘弾性ダンパーを有する制震壁のモデル化と時刻歴応答解析結果に関する発表が2編、偏心を有する試験体のねじれ応答に関する発表が1編あった。実験結果の考察や解析におけるモデル化などに対して活発な議論が行われた。

(20) 11月13日15時00分～17時00分(402室)

セッション：木造(2)

座長：五十田博、藤田香織、参加者：25～30名

本セッションでは合計7編の発表があり、活発な討議が行われた。伝統的な木造建築を対象とした発表3編は、柱貫接合部のモデル化の提案と実験結果の比較、柱-土台接合部として用いられる長ほぞ込栓打ちの静的加力試験の結果、常時微動測定に基づく建物重量・剛性に関する検討の報告が行われた。また、伐採後375年経った古材の材料特性に関する実験的研究が1編発表された。この他、柱脚の浮き上がり許容したロッキング制御型木質耐力壁の開発とこれに伴う梁の要素実験結果の発表が行われた。地震被害推定を目的とした木造建物のモデルに関する研究発表は2編行われ、Takedaモデルを用いた際の被害率再現性の有効性の検証と、微動測定の結果をもとに耐震規定の変化も加味した木造建物の経年劣化を推定するモデルの提案が行われた。

(21) 11月14日9時30分～11時15分(311室)

セッション：耐震補強

座長：笠井和彦、向井洋一、参加者：18名

このセッションでは、耐震補強に関する6編の発表が行われた。うち4編では、既存鉄骨造ないしRC造に対して履歴型ダンパーによる制震構造補強を行った場合の換算構造耐震指標(Is)値の提案と時刻歴解析による評価値の検証結果が示された。続く1編は、座屈拘束ブレースの性能安定化のための断面ディテールの実験的検証、最後の1編は木造住宅の耐震補強のための地中埋没アンカーによる引き抜き防止法の提案とアンカーの貫入・引き抜き試験結果の報告であった。参加

人数は少なかったが、会場からの討議は活発に行われた。

(22) 11月14日9時30分～11時45分(409室)

セッション：免震・制振

座長：三辻和弥、松田和浩、参加者：20～25名

このセッションでは、免震・制振に関する9編の発表が行われた。列車走行安定性に配慮した橋脚のすべり系免震に関する提案、免震橋梁の設計に用いる解析の際の減衰マトリクスの作成法の検討、地盤-杭-建物連成系一体解析による免震建物のモード連成作用に関する検討、免震構造のせん断力係数分布に関する検討、簡易転がり支承を有する床免震の提案、負剛性リンク機構を備えた三次元免震台の提案、ウレタン材料を用いた振動低減要素の提案について報告され、新しい免震・制振デバイスの開発、免震建物の設計法に対する提案などに関する議論が、活発に行われた。

(23) 11月14日9時30分～11時45分(402室)

セッション：地盤-構造物相互作用

座長：川島一彦、樋口俊一、参加者：20名

本セッションの発表件数は9件であるが、研究対象とした構造物は地中構造物、基礎構造物、ダムなど多岐にわたる。このうち地中・基礎構造物については、応答変位法による構造物の耐震性能評価法の妥当性に関連した、実務に即した検討が中心であった。また、基礎構造物についてはその合理化を念頭に、地盤補強や斜杭の利用に関する提案がなされた。既設構造物の耐震補強に関連する話題として、ダムおよびケーソンの検討事例が報告された。話題が多岐にもかかわらず、各発表について活発な議論が行われた。

#### 4. 技術フェアおよび懇親会

技術フェアは受付と休憩室をかねた416室で、出展企業6社(東京測振、勝島製作所、ミットヨ、リオン、アーク情報システム、白山工業)で開催された。振動測定機器や解析ソフトといった内容で、参加者からも

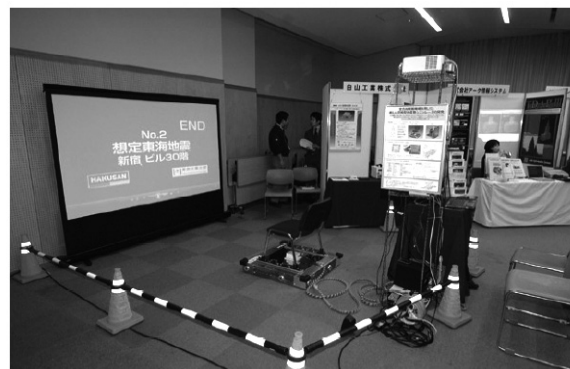


写真6 技術フェアの様子(1)

多くの関心が寄せられた。特に白山工業からは振動椅子によって地震動を体感できるコーナーも設置され、多くの来場者が体験して好評であった。

大会2日目の13日夕方には、レストラン「とき」において懇親会が開催され、58人の参加者を得て盛況であった。まず、芳村学大会実行委員長から挨拶があり、濱田政則会長の乾杯の音頭で懇親会が開始した。正会員と若い学生会員の懇談も進むなか、久保哲夫次期会長、武村雅之副会長による挨拶があり、大いに盛り上がった。また、次年度の日本地震工学シンポジウムについて実行委員会幹事を務める勝俣英雄氏より案内があった。最後に、和泉信之実行委員による一本締めがあり、お開きとなった。

## 5. おわりに

今年の日本地震工学会大会は残念ながら天候に恵まれなかった。特に二日目には冷たい雨が降り止まず、寒い思いをされた参加者の方も多かったことと思う。施設使用上の制約から、発表会場に暖房を入れることができなかつたのは大変に残念なことであった。また、発表会場が3階から5階まで完全にバラバラに割り当てられたことも、実行委員会としてなす術が無かつたとは言え、悔やまれることである。このような悪条件が重なつたにもかかわらず、多くの方にご参加いただき、論文発表や討論に熱心に取り組んでいただいたことに感謝申し上げたい。

今年から若手発表者に優秀論文発表賞を授与する試みが始まつたが、そのための審査は2名の座長の方に全面的にお願いせざるを得なかつた。座長の方には参加費をご負担いただいた上に、報告書の作成や審査まで依頼することとなり、実行委員会としては申し訳ない気持ちでいっぱいである。本件に関しては、今後の年次大会の運営において改善すべき宿題として残つたと認識している。

また、論文の投稿料の徴収のルールについて実行委員会の示した文面が不適切だったために、ご参加いただいた数名の方にご迷惑をおかけし、かつ不快感を抱かせてしまった点を、改めてお詫び申し上げたい。

世の中の経済状況が厳しいなか、技術フェアに出展いただいた6社には厚く御礼申し上げるとともに、今後も本会に対するご支援を切望する次第である。

最後に、地震防災という全世界的な課題の解決のために、日本地震工学会はさらに大きな役割を果たすべきことを期待されている、ということを確認しつつ、会員諸氏には各自の出来るところでお一層のご尽力をお願いしたい。

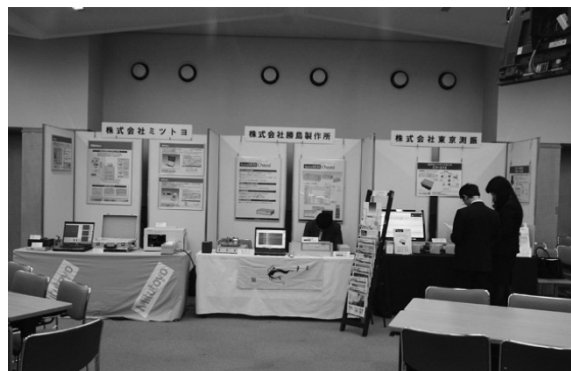


写真7 技術フェアの様子(2)



写真8 懇親会の様子(1)



写真9 懇親会の様子(2)

## 2009年日本地震工学会大会・優秀論文発表賞

日本地震工学会では、日本の地震工学の将来を担う若手地震工学者の研究を応援するため、2009年の年次大会から「優秀論文発表賞」を設けました。受賞候補者は、年次大会に著者として論文投稿し、発表した方のうち、大会開催年度末時点で満35歳以下の正会員または学生会員の方です。

2009年優秀論文発表賞の受賞者は、該当する全ての受賞候補者を「論文の内容、発表のわかりやすさ、質疑応答の的確さ」の観点から評価し、理事会による審議を経て、下記の10名と決定いたしました。心よりお祝い申し上げます。

受賞者	発表論文
三浦耕太 君 (東北大学)	梁主筋に機械式定着工法を用いたト形接合部に関する実験的研究
矢島龍人 君 (首都大学東京)	PC鋼より線を用いた梁曲げ破壊型PRC十字形骨組の力学特性に関する実験的研究
小林正人 君 (明治大学)	免震構造のせん断力係数分布に関する研究(その1)せん断力係数分布の応答構造とその主要パラメータ
友澤裕介 君 (鹿島建設)	スペクトルインバージョン解析の残差に注目した距離減衰特性の検討
引田智樹 君 (鹿島建設)	矩形クラックモデルの動力的すべり時間関数を組み込んだ統計的グリーン関数法
三浦弘之 君 (東京工業大学)	1968年十勝沖地震の八戸港湾での強震記録の再数値化 その2 基線補正に関する検討
吉敷祥一 君 (東京工業大学)	間柱型や壁型の制振部材が取り付く柱梁架構に着目した研究(その1. 実建物の調査と実験概要)
鴨下直登 君 (東京工業大学)	間柱型や壁型の制振部材が取り付く柱梁架構に着目した研究(その2. 実験結果)
坂井公俊 君 (鉄道総合技術研究所)	盛土地盤中橋脚の地震時挙動把握のための振動台実験(その2 計測データによる現象把握)
向坊恭介 君 (京都大学)	礎石建て構法木造軸組の水平及び上下動による振動台実験





## 会員・役員・委員会の状況

### (1) 会員の異動

会員種別	2009.12 月末 会員数	2009年7月から2009年12月							
		入会者	学→正	正→名誉	退会者	除名者	除名復帰	異動計	現在総数
名誉会員	16				- 1			- 1	15
正会員	1155	22	2		- 4	0	1	21	1176
学生会員	79	83	- 3		- 2	0		78	157
法人会員	90	0			0			0	90

(2009年12月24日理事会承認)

### 新入会員氏名

正 会 員 : 甲斐田康弘 (応用地質株)

松島 信一 (京都大学)

原田 賢治 (埼玉大学)

齋藤 聡 (東日本旅客鉄道株)

柴山 明寛 (東北大学)

古村美津子 (助地震予知総合研究振興会地震調査  
研究センター)

向井 洋一 (奈良女子大学)

森 友宏 (東北大学)

千葉 一樹 (東京理科大学)

斉藤 大樹 ((独) 建築研究所)

柳畑 亨 (助国土技術研究センター)

曾我 誠意 (西松建設株)

友澤 裕介 (鹿島建設株)

JAVELAUD EMMANUEL (MENARD)

田上 和也 (助鉄道総合技術研究所)

石井 武司 (中央大学)

栗田 勝実 (東京都立産業技術高等専門学校)

松崎 裕 (東京工業大学)

入山 朋之 (大建工業株)

小泉 忠由 (明治大学)

齋藤 和 (株四電技術コンサルタント)

佐藤 友美 (株中電シーティーアイ)

学生会員 : 吉田 亨一 (愛媛大学)

森本 吉輝 (金沢大学)

中神 宏昌 (東京大学)

田村 一樹 (愛媛大学)

毛利 龍司 (東京電機大学)

鶴田 隆文 (東京電機大学)

大塚 貴之 (東京電機大学)

松本 真吾 (東京電機大学)

岡野 瑛貴 (信州大学)

松村 裕樹 (愛媛大学)

篠澤 朋宏 (信州大学)

木村 裕之 (京都大学)

中里 一行 (明治大学)

位田 拓磨 (明治大学)

齋藤 順 (信州大学)

山道 康平 (金沢大学)

古川 将也 (愛媛大学)

人見 祐策 (信州大学)

直井 賢治 (東京電機大学)

渡部 博一 (東京電機大学)

赤羽 馨 (東京電機大学)

下枝 浩徳 (東京電機大学)

岡崎 友也 (信州大学)

大竹 秀典 (愛媛大学)

篠原 昌寿 (信州大学)

大岡 優 (立命館大学)

三橋 一 (明治大学)

並木 昭和 (明治大学)

野中 洋志 (明治大学)	下田 卓 (明治大学)
谷崎 豪 (明治大学)	金 洋平 (明治大学)
渡邊 信 (明治大学)	五十棲雄高 (明治大学)
石井 一徳 (東京工業大学)	野々山昌峰 (東京工業大学)
加藤 雅樹 (東京工業大学)	嶋下 直登 (東京工業大学)
塚越 大 (東京大学)	白井 遼 (首都大学東京)
松本 悟 (東京大学)	三好 新 (東京工業大学)
山崎 義弘 (東京工業大学)	新井 健介 (筑波大学)
矢島 龍人 (首都大学東京)	嶋田 洋介 (首都大学東京)
八田 有輝 (京都大学)	河合 皓太 (慶應義塾大学)
包 蘇栄 (東北大学)	馮 仲士 (首都大学東京)
佐々木智大 (東京工業大学)	松土 智史 (東京大学)
飯塚 裕暁 (筑波大学)	平木 雄 (筑波大学)
鈴木 達矢 (筑波大学)	洪市 克彦 (首都大学東京)
朴 星勇 (東京大学)	QUINAY HERERROL (東京工業大学)
鹿野 直樹 (首都大学東京)	藤原 圭佑 (東京大学)
松崎志津子 (千葉大学)	平井 敬 (名古屋大学)
中村 聡宏 (名古屋大学)	赤松 勝之 (筑波大学)
李 京奉 (日本大学)	都筑 碧 (東京工業大学)
三浦 耕太 (東北大学)	佐川 隆之 (東北大学)
景山 誠 (近畿大学)	村方 賢介 (千葉大学)
小島 大輔 (東京工業大学)	木谷 圭一 (千葉大学)
五百井 壮 (千葉大学)	谷 裕典 (筑波大学)
高橋 俊之 (東京理科大学)	箕輪田 翔 (東京工業大学)
Safari Hamid (神戸大学)	金子 皓樹 (日本大学)
Dhakar YadabPrasad (北海道大学)	宇田川晋平 (千葉大学)
栗本耕太郎 (千葉大学)	相羽 均修 (千葉大学)
金 順実 (東北大学)	

## (2) 名誉会員

青山 博之	石原 研而	和泉 正哲	太田 裕	岡田 恒男	篠塚 正宣
柴田 明德	柴田 拓二	柴田 碧	田治見 宏	田中 貞二	田村重四郎
伯野 元彦	山田 善一	吉見 吉昭			

※氏名五十音順です。

### (3) 法人会員

#### 【特級】

(建設)

鹿島建設株式会社  
清水建設株式会社  
大成建設株式会社  
(電気・ガス・鉄道・道路)  
関西電力株式会社  
東京電力株式会社

#### 【A級】

(建設)

株式会社大林組  
株式会社熊谷組  
株式会社竹中工務店  
戸田建設株式会社  
大和小田急建設株式会社  
(設計・コンサルタント)  
株式会社阪神コンサルタンツ  
(電気・ガス・鉄道・道路)  
四国電力株式会社  
中部電力株式会社  
電源開発株式会社  
東日本高速道路株式会社  
(各種団体)  
社団法人静岡県建築設計事務所協会  
社団法人日本建築学会  
社団法人文教施設協会

#### 【B級】

(建設)

株式会社浅沼組  
安藤建設株式会社  
株式会社奥村組  
東亜建設工業株式会社  
東急建設株式会社  
飛鳥建設株式会社  
株式会社間組  
(設計・コンサルタント)  
株式会社建設技術研究所大阪本社  
ジェイアール東海コンサルタンツ株式会社  
中央復建コンサルタンツ株式会社  
株式会社長大  
株式会社東京建築研究所  
東電設計株式会社

株式会社ニュージェック  
(電気・ガス・鉄道・道路)

九州電力株式会社  
中国電力株式会社  
東北電力株式会社  
日本原子力発電株式会社  
東日本旅客鉄道株式会社  
北陸電力株式会社  
北海道電力株式会社  
(官公庁・公団・公社)

国土交通省国土技術政策総合研究所  
独立行政法人防災科学技術研究所  
(各種団体)

危険物保安技術協会  
社団法人建築業協会  
社団法人日本水道協会  
全国建設労働組合総連合  
損害保険料率算出機構  
財団法人電力中央研究所  
財団法人日本建築防災協会  
社団法人プレハブ建築協会  
(建材・システムなど)

ジャパンシステムサービス株式会社  
東京鉄鋼株式会社  
白山工業株式会社

#### 【C級】

(建設)

五洋建設株式会社  
東洋建設株式会社  
株式会社福田組  
(設計・コンサルタント)

株式会社NTTファシリティーズ  
株式会社大崎総合研究所  
基礎地盤コンサルタンツ株式会社  
株式会社構造計画研究所  
ジェイアール西日本コンサルタンツ株式会社  
株式会社システムアンドデータリサーチ  
株式会社篠塚研究所  
株式会社スリーエーコンサルタンツ  
株式会社ダイヤコンサルタント  
財団法人地域地盤環境研究所  
株式会社日建設計  
株式会社日本構造橋梁研究所

ビューローベリタスジャパン株式会社  
株式会社三菱地所設計  
株式会社安井建築設計事務所  
(電気・ガス・鉄道・道路)

日本原燃株式会社  
東邦ガス株式会社  
(官公庁・公団・公社)

独立行政法人港湾空港技術研究所  
(各種団体)

財団法人愛知県建築住宅センター  
独立行政法人原子力安全基盤機構  
社団法人高層住宅管理業協会  
構造調査コンサルティング協会  
財団法人国土技術研究センター  
財団法人ダム技術センター  
千葉県耐震判定協議会  
社団法人日本ガス協会  
社団法人日本クレーン協会  
社団法人日本建築構造技術者協会  
財団法人日本建築設備・昇降機センター  
社団法人日本免震構造協会  
(建材・システムなど)

株式会社アーク情報システム  
伊藤忠テクノソリューションズ株式会社  
サンシステムサプライ株式会社  
日本専門図書出版株式会社

#### (4) 平成21年度役員一覧

会 長	濱田 政則	(早稲田大学理工学術院 教授)
次期会長	*久保 哲夫	(東京大学大学院工学系研究科 教授)
副会長	武村 雅之	(鹿島建設(株)小堀研究室 プリシパル・リサーチャー)
副会長	吉田 望	(東北学院大学工学部 教授)
副会長	*中島 正愛	(京都大学防災研究所 教授)
副会長	*東畑 郁生	(東京大学大学院 教授)
理事(総務)	犬飼 伴幸	((株)竹中工務店技術研究所建設技術開発部 研究主任)
理事(総務)	*中村 孝明	(株篠塚研究所 主席研究員)
理事(総務会計)	佐藤 清隆	((財)電力中央研究所地球工学研究所領域リーダー 上席研究員)
理事(会計)	*高田 一	(横浜国立大学大学院 教授)
理事(会員)	金子 美香	(清水建設(株)技術研究所 主任研究員)
理事(会員)	*保井 美敏	(戸田建設(株)技術研究所地盤震動プロジェクトチーム 主管)
理事(学術)	*栗田 哲	(東京理科大学工学部第一部 教授)
理事(学術)	*藤田 聡	(東京電機大学工学部 教授)
理事(情報)	*境 有紀	(筑波大学大学院 准教授)
理事(情報)	大堀 道広	(海洋研究開発機構地震津波・防災プロジェクト 技術研究主任)
理事(事業)	中村 英孝	((独)原子力安全基盤機構耐震安全部 調査役)
理事(事業)	芳村 学	(首都大学東京大学院都市環境科学研究科 教授)
理事(事業)	福和 伸夫	(名古屋大学大学院環境学研究科 教授)
理事(事業)	*倉本 洋	(大阪大学大学院 教授)
理事(調査研究)	翠川 三郎	(東京工業大学大学院総合理工学研究科 教授)
理事(調査研究)	*飯場 正紀	((独)建築研究所構造研究グループ 上席研究員)
監 事	高田 至郎	(テヘラン大学・工学カレッジ・土木工学部・アジャクト教授)
監 事	*井上 範夫	(東北大学大学院 教授)

\* 印新任：平成21年6月1日～平成23年5月31日（2年）

#### (5) 平成21年度委員会および委員長一覧

選挙管理委員会	委員長	金子美香(理事・清水建設)
役員候補推薦委員会	委員長	犬飼伴幸(理事・竹中工務店)
法人化準備委員会	委員長	佐藤清隆(理事・電力中央研究所)
電子広報委員会	委員長	大堀道広(理事・海洋研究開発機構)
会誌編集委員会	委員長	境 有紀(理事・筑波大学)
事業企画委員会	委員長	中村英孝(理事・原子力安全基盤機構)
大会実行委員会	委員長	芳村 学(理事・首都大学東京)
国際委員会	委員長	藤田 聡(理事・東京電機大学)
論文集編集委員会	委員長	栗田 哲(理事・東京理科大学)
研究統括委員会	委員長	東畑郁生(副会長・東京大学)
地震災害対応委員会(常設)	委員長	中埜良昭(東京大学)
10周年記念事業運営委員会	委員長	福和伸夫(理事・名古屋大学)
地震被害・復興の記録のアーカイブス構築のための研究委員会	委員長	小長井一男(東京大学)
津波災害の実務的な軽減方策に関する研究員会	委員長	松富英夫(秋田大学)
原子力発電所の地震安全問題に関する調査研究委員会	委員長	亀田弘行(京都大学名誉教授)
微動利用技術研究委員会	委員長	森伸一郎(愛媛大学)



## 行 事

### 本会主催による実施行事

2009年7月1日～12月31日

日 程	行事名	
2009年7月14日	災害派遣の現場から学ぶリスクマネジメント講座(自衛隊見学会)	主催
2009年9月17日	昇降機における耐震技術と振動対策の再前線を知る開催	主催
2009年10月12日	サモアにおける津波被害調査実施	主催
2009年12月10日	原子力発電所の地震安全問題に関するワークショップ開催	主催
2009年12月12日～14日	2009年度 日本地震工学会大会開催	主催
2009年12月13日～23日	2009年スマトラ沖地震第二次復旧協力チーム派遣(3学会合同派遣)	主催

### 共催・後援・協賛した行事

2009年7月1日～12月31日

日 程	行事名	
2009年7月28日	公開講演会「新潟県中越沖地震と柏崎刈羽原子力発電所の建物・構築物」	後援
2009年7月30日～31日	09-59講習会「構造解析のための有限要素法入門」	協賛
2009年9月5日	地盤工学会創立60周年記念「我が家を地震と水害から守る」講演会	後援
2009年9月8日	連合浜岡原子力発電所見学会実施(5学会合同)	共催
2009年9月16日～18日	日本免震構造協会 創立15周年記念事業「国際シンポジウム-持続社会のための地震応答制御建築物に関する国際シンポジウム」開催	後援
2009年9月19日	計算力学技術者認定事業(固体力学分野の有限要素法解析技術者・熱流体力学分野の解析技術者)	後援
2009年10月12日～14日	第9回SEGJ国際シンポジウム「Imaging and Interpretation -Science and Technology for Sustainable Development-」開催	協賛
2009年10月15日	2009年スマトラ沖地震復旧協力チーム現地派遣(3学会)	共催
2009年10月29日	2009年インドスマトラ沖地震復旧支援協力チーム報告会開催(3学会)	共催
2009年11月16日	第3回耐震グランプリ	後援
2009年11月17日	新潟県中越沖地震2周年シンポジウム	後援

### 今後の行事予定

2009年12月現在

日 程	行事名	
2010年1月8日	地震防災フォーラム2010(大阪)	協賛
2010年1月18日	阪神・淡路大震災15周年フォーラム開催(神戸市)	主催
2010年1月25日	性能設計に基づく耐震設計事例の紹介」講習会(土木学会共催)	共催
2010年2月4日	第14回震災対策技術展/自然災害対策技術展	後援
2010年2月5日	第29回震災予防協会主催講演会「日本における震災予防130年の歴史と展望」	後援
2010年6月8日～10日	第59回理論応用力学講演会開催(日本学術会議主催)	後援
2010年11月17日～20日	第13回日本地震工学シンポジウム開催(つくば市)	共催



# 会務報告

(平成21年7月～平成21年12月)

07月01日(水)	・JAEE NEWS No.190 配信
07月10日(金)	・阪神・淡路大震災15周年フォーラム組織委員会(第1回)開催 濱田会長、鈴木祥之前副会長・組織委員長、翠川理事・副委員長、高田監事・実行委員長、各共催学協会代表委員、犬飼総務理事、中村総務理事、保井総務理事他(於 建築会館302会議室 16時00分～18時00分)
07月13日(月)	・イタリア・ラクイラ地震災害・4学会合同調査報告書(川島団長報告)
07月14日(火)	・「災害派遣の現場から学ぶリスクマネジメント講座(自衛隊見学会)」開催 事業企画委員会企画 中村理事・委員長他(場所:陸上自衛隊練馬駐屯地(練馬区北町)10時00分～15時00分)参加者60名
07月15日(水)	・JAEE NEWS No.191 配信
07月16日(木)	・会誌編集委員会委員長・幹事打合せ 境理事・委員長、青木幹事他(於 建築会館308会議室 17時30分～19時00分)
07月17日(金)	・法人化準備委員会(第2回)開催 濱田会長、犬飼総務理事、中村総務理事他(於 建築会館308会議室 17時00分～19時00分)
07月24日(金)	・阪神・淡路大震災15周年フォーラム実行委員会(第1回)開催 高田監事・実行委員会委員長他(於 建団連会館3階会議室(大阪市)15時00分～17時00分)
07月29日(水)	・第13回日本地震工学シンポジウム運営委員会(第3回)開催 和田委員長、武村副会長、福和理事、倉本理事他(於 建築会館301会議室 10時00分～12時00分)
07月30日(木)	・阪神・淡路大震災15周年フォーラム打合せ 濱田会長、鈴木前副会長・組織委員会委員長、翠川理事・組織委員会副委員長、犬飼総務理事(於 本会事務所 14時30分～16時30分)
07月31日(金)	・地震被害・復興の記録のアーカイブ構築のための研究委員会開催 小長井委員長他(於 東京大学生産技術研究所B棟3階 Bw302号室 10時00分～12時00分)
08月03日(月)	・JAEE NEWS No.192 配信
08月04日(火)	・阪神・淡路大震災15周年フォーラム組織委員会(第2回)開催 濱田会長、鈴木祥之前副会長・組織委員長、翠川理事・副委員長、各共催学協会代表委員、犬飼総務理事、中村総務理事、保井総務理事他(於 建築会館304会議室 16時30分～18時40分)
08月06日(木)	・JEES学術部会開催 久田部会長他(於 工学院大学久田研究室 10時00分～12時00分)
08月07日(金)	・阪神・淡路大震災15周年フォーラム 表敬訪問(兵庫県・神戸市・大阪市) 濱田会長、鈴木前副会長・組織委員長、犬飼理事が表敬訪問を行った。 ①人と未来防災センター 河田恵昭センター長 ②兵庫県 井戸敏三知事 ③神戸市危機管理室 嶋 秀穂室長 ④国土交通省近畿地方整備局 上総周平局長 ⑤大阪危機管理室長
08月10日(月)	・津波災害の軽減方策に関する調査研究委員会開催 松富委員長他(於 建築会館303会議室 13時30分～17時00分)
08月10日(月)	・大会実行委員会(第7回)開催 芳村理事・大会委員長、実行委員他、犬飼理事、嶋原事務局長(於 首都大学東京9号館778号室 15時00分～16時00分)
08年11日(火)	・平成21年8月11日駿河湾を震源とする地震発生
08月17日(月)	・JAEE NEWS 臨時配信(年次大会における優秀論文発表賞について)
08月18日(火)～21日(金)	・法人化準備委員会(第3回)開催 濱田会長、犬飼総務理事他(於 建築会館305会議室 17時00分～19時30分)
08月18日(火)～21日(金)	・平成21年度東京都防災展 事業企画委員会(於 東京都新宿駅西口広場イベントコーナー)参加者一般市民他多数
08月21日(金)	・微動利用技術研究委員会開催 森伸一郎委員長他(於 建築会館301会議室 13時00分～17時00分)
08月25日(月)	・JEES学術部会開催 久田部会長他(於 建築会館308会議室 17時00分～19時00分)
08月25日(月)	・阪神・淡路大震災15周年フォーラム実行委員会打合せ 鈴木祥之組織委員長、翠川副委員長、川瀬実行副委員長、清野副委員長他(於 大阪市 会議室 14時00分～16時00分)

08月27日(水)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・五学会（日本建築学会・土木学会・地盤工学会・日本地震工学会・日本地震学会）連合浜岡原発見学会開催（9月8日）（中部電力㈱の浜岡原子力発電所（浜岡原発））日本建築学会構造委員会原子力建築運営委員会滝口委員長より参加者募集の案内受領</li> <li>・同上 犬飼総務理事より本会役員に案内</li> </ul>
09月01日(火)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・JAEE NEWS No.193 配信</li> </ul>
09月07日(月)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・阪神・淡路大震災15周年フォーラム実行委員会（第2回）開催 鈴木祥之組織委員会委員長、川瀬副委員長、清野副委員長、犬飼理事他（於 神戸国際会議場会議室（神戸市）14時00分～16時00分）</li> </ul>
09月08日(火)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・JEES行事部会・JAEE10周年記念行事委員会（合同）武村委員長、倉本理事、福和理事、境理事他（於 建築会館306会議室 16時30分～18時30分）</li> </ul>
09月09日(水)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・五学会（日本建築学会・土木学会・地盤工学会・日本地震工学会・日本地震学会）連合浜岡原発見学会実施（9月8日）本会より、高田一理事、法人会員稲井慎介氏（戸田建設）法人会員壇一男氏（清水建設）3名参加</li> <li>・会誌編集委員会開催 境理事・委員長他（於 建築会館306会議室 15時00分～17時00分）</li> <li>・法人化準備委員会（第4回）開催 濱田会長、犬飼総務理事、中村総務理事他（於 建築会館306会議室 17時00分～19時00分）</li> </ul>
09月14日(月)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・法人化準備委員会打合せ 濱田会長、犬飼理事、勝俣委員、行政書士新妻氏（於 早稲田大学濱田研究室 17時00分～18時30分）</li> </ul>
09月15日(火)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・JAEE NEWS No.194 配信</li> <li>・会計税理士（涌井税理会計事務所）7月・8月定期監査実施（於 本会事務所10時00分～17時00分）</li> <li>・「昇降機における耐震技術と振動対策の最前線を知る」開催 事業企画委員会主催 中村理事・委員長、古屋委員他（於 日本大学理工学部5号館 13時00分～17時30分）参加者28名</li> </ul>
09月17日(木)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・日本地震工学会大会実行委員会開催 芳村理事・大会委員長、嶋原事務局長他委員（於 首都大学東京9号館773室 13時30分～15時30分）</li> </ul>
09月18日(金)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・第80回理事会開催 濱田会長、久保次期会長他（於 建築会館304会議室 17時00分～19時00分）</li> </ul>
09月25日(金)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・地震被害・復興の記録のアーカイブ構築のための研究委員会開催 小長井委員長他（於 東京大学生産技術研究所B棟3階 Bw302号室 10時00分～12時00分）</li> </ul>
09月26日(土)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・日本地震工学会2009大会（東京）論文投稿締切り</li> </ul>
09月29日(火)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・サモア諸島地震発生</li> </ul>
09月30日(水)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・スマトラ沖地震発生</li> </ul>
10月01日(木)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・スマトラ沖地震発生に伴う本会・国境なき技師団合同調査による調査団派遣について濱田会長より指示</li> <li>・JAEE NEWS No.195 配信</li> </ul>
10年03日(土)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・スマトラ地震発生に伴う本会「地震災害対応本部」設置（サモア地震、スマトラ地震）</li> </ul>
10年04日(日)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・大会実行委員会（第8回）開催 芳村理事・大会委員長、実行委員他、嶋原事務局長（於 首都大学東京9号館778号室 10時00分～12時00分）</li> </ul>
10月06日(火)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・2009年スマトラ地震復旧協力チーム派遣、3会合同調査チーム構成（本会、土木学会、NPO国境なき技師団）→プレスリリース発表</li> </ul>
10月09日(金)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・事業企画委員会開催 中村理事・委員長他（於 建築会館306会議室 15時00分～18時00分）</li> <li>・サモアにおける津波被害調査への委員派遣について、津波災害の実務的な軽減方策に関する研究委員会松富委員長より申請</li> </ul>
10月12日(月)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・サモアにおける津波被害調査実施、津波災害の実務的な軽減方策に関する研究委員会 松富委員長、有川委員、藤間委員 3名</li> <li>①調査目標：サモア津波における津波高さや被災状況の調査</li> <li>②派遣期間：2009年10月12日～10月23日</li> </ul>
10月14日(水)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・会計税理士（涌井税理会計事務所）9月定期監査実施（於 本会事務所13時00分～17時00分）</li> <li>・法人化準備委員会打合せ 濱田会長、犬飼総務理事、勝俣委員、嶋原事務局長、行政書士新妻雄次氏（J I S 法務事務所）（於 早稲田大学濱田研究室18時00分～19時00分）</li> </ul>
10月15日(木)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・2009年スマトラ地震復旧協力チーム派遣 団長 濱田会長、本会団員（岸本一蔵先生、真田靖士先生）他調査チーム団員</li> <li>①協力活動の目標： <ul style="list-style-type: none"> <li>・被災建造物の応急診断と復旧方針の検討</li> <li>・被災地域の復興に関する基本方針策定への協力</li> <li>・中・長期的技術協力のあり方の検討</li> </ul> </li> <li>②調査期間：2009年10月15日～10月20日</li> </ul>
10月19日(月)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・JAEE NEWS No.196 配信</li> <li>・名誉会員 志賀敏男先生（東北大学名誉教授）逝去 本会濱田会長名により供花、弔電を献上（25日通夜、26日告別式）本会理事関係者出席</li> </ul>
10月21日(水)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・法人化準備委員会（第5回）開催 濱田会長、犬飼総務理事、中村総務理事他、行政書士新妻雄次氏出席（J I S 法務事務所）（於 建築会館306会議室 17時00分～19時00分）</li> </ul>

10月27日(火)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・第81回理事会開催 濱田会長、久保次期会長他（於 建築会館301会議室 17時00分～19時20分）</li> <li>・JAEE NEWS 臨時配信（2009年インドスマトラ沖地震復旧支援協力チーム被害調査報告会開催について）</li> <li>・涌井税理士（涌井税務会計事務所代表）と新法人移行に税務関係に関する懇談</li> <li>・犬飼総務理事、高田会計理事、嶋原事務局長（於 本会事務所 15時00分～17時00分）</li> </ul>
10月28日(水)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・微動利用技術研究委員会開催 森伸一郎委員長他（於 建築会館304会議室 14時00分～17時00分）</li> </ul>
10月29日(木)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・2009年度大会「論文優秀発表賞」若手・学生対象者、非会員に会員入会案内のメール発信（31名）</li> <li>・地震被害・復興の記録のアーカイブ構築のための研究委員会開催 小長井委員長他（於 東京大学生産技術研究所B棟3階 Bw302号室 10時00分～12時00分）</li> <li>・2009年インドスマトラ沖地震復旧支援協力チーム被害調査報告会開催 団長 濱田会長、中埜地震災害対応委員会委員長、本会団員、岸本一蔵（大阪大）、真田靖士（豊橋技科大）他合同団員による報告（於 土木学会講堂 14時00分～17時00分）参加者80名</li> <li>・JAEE 臨時NEWS配信（大会2009「優秀論文発表賞」についてお願い）</li> </ul>
10月30日(金)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・大会実行委員会（第9回）開催 芳村理事・大会実行委員会委員長、実行委員他、嶋原事務局長（於 首都大学東京 9号館778号室 14時00分～16時00分）</li> </ul>
11月02日(月)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・JAEE NEWS No.197 配信</li> <li>・平成21年度電子アーカイブ対象候補誌選定結果について（独）科学技術振興機構（J S T）審議役 門田博氏より通知受領 本会誌名：日本地震工学論文集選定される。</li> </ul>
11月04日(水)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・メール審議理事会開催（議案 2009年10月28日～11月4日入会申請者（学生会員12名）に対する、入会審議期間11月6日）</li> </ul>
11月06日(金)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・メール審議理事会議案承認 2009年10月28日～11月4日に申請のあった学生会員12名の入会承認）</li> </ul>
11月09日(月)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・JAEE 臨時NEWS配信（大会開催時における法人化移行説明、スマトラ沖地震に関する報告会等開催案内）</li> </ul>
11月10日(火)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・平成21年度電子アーカイブ対象選定誌により、（独）科学技術振興機構（J S T）担当者 中山氏とデータ作成方法についてヒアリング 栗田理事・論文編集委員長、犬飼理事、嶋原事務局長他（於 本会事務所 15時30分～17時00分）</li> </ul>
11年12日(木)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・2009年度日本地震工学会大会（2009）開催</li> </ul>
～	<ul style="list-style-type: none"> <li>期日：2009年11月12日(木)～11月14日(土)3日間</li> </ul>
11月14日(土)	<ul style="list-style-type: none"> <li>場所：東京・国立オリンピック記念青少年総合センター センター棟会議室</li> <li>応募論文数：175題</li> <li>1. 開会式 11月12日(木) 濱田会長、芳村理事・大会実行委員会委員長</li> <li>2. 大会懇親会開催 11月13日(金)17：30～19：30（カルチャー棟レストランとき）</li> <li>3. 「論文優秀発表賞」実施（若手（35才未満）対象者）</li> <li>4. スマトラ沖地震に関する報告会開催 11月13日(金)12：00～12：50 報告：濱田会長</li> <li>5. 大会技術展開催（企業出展6社）</li> </ul>
11月12日(木)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・第3回日本地震工学シンポジウム運営委員会開催 和田委員長各学協会推薦委員（於 代々木センター304会議室 10時00分～12時00分）</li> </ul>
11月13日(金)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・法人化準備委員会（第6回）開催 濱田会長、犬飼総務理事、中村総務理事、行政書士新妻雄次氏出席（J I S法務事務所）他（於 代々木センター304会議室 17時30分～19時00分）</li> </ul>
11月14日(土)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・阪神・淡路大震災15周年フォーラム打合せ 濱田会長、武村副会長、鈴木組織委員会委員長、翠川理事・組織委員会副委員長、犬飼総務理事、嶋原事務局長（於 代々木センター304会議室 10時00分～11時30分）</li> </ul>
11月16日(月)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・JAEE NEWS No.198 配信</li> <li>・阪神・淡路大震災15周年フォーラム実行委員会（第3回）開催 鈴木祥之組織委員長、実行委員会委員長代理、犬飼総務理事他（於 メルパルク京都4階会議室（京都市）15時00分～16時00分）</li> </ul>
11月18日(水)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・JAEE 臨時NEWS配信（阪神・淡路大震災15周年フォーラム開催案内）</li> </ul>
11月24日(火)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・第82回理事会開催 濱田会長、久保次期会長他（於 建築会館301会議室 17時00分～19時00分）</li> <li>・JEES行事部会・JAEE10周年記念行事委員会合同委員会開催 武村副会長・委員長、福和理事他（於 建築会館306会議室 14時00分～17時00分）</li> <li>・阪神・淡路大震災15周年フォーラム開催パネルディスカッション司会者と講師の打合せ 司会：翠川理事、副司会：大西委員、講師：石崎勝一氏他（於 神戸市保健福祉局長室 17時00分～19時00分）</li> </ul>
11月25日(水)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・一般社団法人日本地震工学会の設立に向けて 濱田会長挨拶及び定款案のホームページ公開意見・質問募集公告（12月24日意見・質問締切り）</li> </ul>
12月01日(火)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・JAEE NEWS No.199 配信</li> </ul>
12月02日(水)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・阪神・淡路大震災15周年フォーラム開催表敬挨拶 濱田会長、鈴木祥之組織委員会委員長、犬飼理事（神戸新聞社、NHK神戸局、神戸市役所、関西大学、国土交通省近畿地方整備局 上総局長他）</li> </ul>
12月04日(金)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・平成21年度会費未納者請求書発送（正会員85名、学生会員75名）</li> <li>・会誌第11号（1月発行）広告掲載、法人会員への発信</li> </ul>
12月08日(火)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・会計税理士（涌井税理士事務所）10月・11月定期監査実施（於 本会事務所13時00分～18時00分）</li> <li>・第13回日本地震工学シンポジウムホームページ公開</li> </ul>



12月09日(水)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 阪神・淡路大震災15周年フォーラム組織委員会（第3回）開催 濱田会長、鈴木祥之組織委員長、翠川理事・副委員長他各共催学協会代表委員、犬飼総務理事、中村総務理事、保井総務理事他（於 建築会館307会議室 16時00分～17時00分）</li> <li>・ 同開催・総司会入江さやか氏（NHK報道局記者）と打合せ 濱田会長、鈴木祥之組織委員長、翠川理事・副委員長、犬飼理事（於 建築会館307会議室 15時00分～16時00分）</li> </ul>
12月13日(日)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ インドネシア災害復旧協力チーム（土木学会、建築学会、NPO国境なき技師団）現地派遣 本会支援協力 濱田団長（本会会長）調査</li> </ul>
12月10日(木)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 原子力発電所の地震安全問題に関するワークショップ開催—原子力発電所の地震安全問題に関する調査委員会第6回委員会開催として— 亀田委員長他 中村理事・事業企画委員会委員長他（於（独）原子力安全基盤機構11階会議室 9時30分～17時30分）参加者43名</li> </ul>
12月15日(火)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ JAEE NEWS No.200 配信</li> </ul>
12月18日(金)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 電子広報委員会開催 大堀理事・委員長他（於 本会事務所 17時00分～18時00分）</li> </ul>
12月21日(月)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 会誌編集委員会開催 境理事・編集委員長、藤田幹事他（於 建築会館307会議室 17時00分～19時00分）</li> <li>・ 阪神・淡路大震災15周年フォーラム実行委員会（第4回）開催 鈴木祥之組織委員長、実行委員会委員長代理、委員他（於 メルパルク京都4階会議室（京都市）14時00分～18時00分）</li> </ul>
12年24日(木)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 津波災害の実務的な軽減方策に関する研究委員会開催 松富委員長他（於 建築会館306会議室 13時30分～16時00分）</li> <li>・ 法人化準備委員会（第7回）開催 濱田会長、武村副会長、犬飼総務理事、中村総務理事他（於 建築会館301会議室 14時30分～16時30分）</li> <li>・ 第83回理事会開催 濱田会長、久保次期会長他（於 建築会館301会議室 17時00分～19時00分）</li> </ul>



# 論文集目次・出版物

## 日本地震工学会論文集 第9巻 第4号・第5号

Journal of Japan Association for Earthquake Engineering, Vol.9, No.4-No.5

### 目 次

#### 第9巻 第4号

1	論文集編集委員会から From Editorial Committee	本会論文編集委員会 The Journal of JAEE Editorial Committee	
	(論文)		
2	THE REVIEW OF RECONSTRUCTION DESIGNS OF ZHANG HENG' S SEISMOSCOPE	Kuo-Hung HSIAO, Hong-Sen YAN	1-10
3	地形・地盤分類に基づく地震動のスペクトル増幅率の推定 Estimation of spectral amplification of ground motion based on geomorphological land classification	先名重樹、翠川三郎 SENNA Shigeki and MIDORIKAWA Saburoh	11-25
4	空撮画像を用いた山間部における地震災害後の道路閉塞領域検出 Detection of Road Blockage Areas after Earthquake Disaster in Mountainous Districts Using Aerial Images	浦部和哉、佐治斉 URABE Kazuya and SAJI Hitoshi	26-38
5	木質ラーメン構造振動台実験の応答変形の追跡と解析的検討 Estimation Of Shaking Table Test Of Timber Frame And Analytical Examination	中川学、五十田博、岡野瑛貴 Manabu NAKAGAWA, Hiroshi ISODA, and Akitaka OKANO	39-56
6	地震応答解析による機械式連続アンローダの免震装置の検討 Study of Seismic Isolation of Mechanical Continuous Unloader by Earthquake Reply Analysis	古賀倫子、増田洋人、早津昌樹 KOGA Tomoko, MASUDA Hiroto and HAYATSU Masaki	26-38

#### 第9巻 第5号

1	論文集編集委員会から From Editorial Committee	本会論文編集委員会 The Journal of JAEE Editorial Committee	
	(論文)		
2	実用化に向けた構造ヘルスマニタリングシステムのプロトタイプ構築に関する研究 Development of Prototype System for Structural Health Monitoring Aimed at Practical Application	小川修一、亀田浩紀、佐藤宏、三田彰 Ogawa Shuichi, Kameda Hiroki, Sato Hiroshi and Mita Akira	1-15
3	地震動の大きさと継続時間が河川堤防の変形に及ぼす影響 Deformation analyses of river dike on liquefiable ground affected by different earthquake motions	余川弘至、田辺晶規、八嶋厚、杉戸真太、沢田和秀、久世益充、中山修、星加泰央 YOKAWA Hiroshi, TANABE Akinori, YASHIMA Atsushi, SUGITO Masata, SAWADA Kazuhide, KUZE Masumitsu, NAKAYAMA Osamu and HO-SHIKA Yasuo	16-35
4	地震被害推定をより正確に行うための構造種別や層数を考慮に入れた建物群の構築 Development of Classification and Story Building Data for Accurate Earthquake Damage Estimation	境有紀、福川紀子、新井健介 SAKAI Yuki, FUKUKAWA Noriko and ARAI Kensuke	36-43
5	KiK-net一関西観測記録から推定した岩手・宮城内陸地震とその前後のS波伝播時間の経時変化と地盤の非線形挙動	茂木秀則、SHRESTHA Santa Man, 川上英二, 川村潤也	44-56

	Temporal Change of S-Wave Propagation Time Observed at the KiK-net Ichinoseki-Nishi Site during, before, and after the 2008 Iwate-Miyagi Nairiku Earthquake	MOGI Hidenori, Santa Man SHRESTHA, KAWAKAMI Hideji and KAWAMURA Junya	
6	地盤条件を考慮した地震による鉄道構造物の被害関数の構築	高浜勉、翠川三郎	57-72
	Seismic Vulnerability Functions of Railway Structures for Different Geomorphologic Conditions Derived from Damage Survey Data (報告)	TAKAHAMA Tsutomu and MIDORIKAWA Saburoh	
7	地下水浸透流を有する住宅高盛土の地震時安定性評価のための調査と解析	三浦均也、森政信吾、吉田望、千野克浩、村田芳信	73-93
	Soil Investigation and Stability Analysis of a High Rise Fill Embankment for Seismic Hazard Evaluation	MIURA Kinya, MORIMASA Shingo, YOSHIDA Nozomu, CHINO Katsuhiko and MURATA Yoshinobu	

## 日本地震工学会出版物在庫状況

### 刊行図書

2009.12.03現在

刊行日	題名	在庫	価額		
			会 員	非会員	学生会員
2006.06.20	性能規定型耐震設計現状と課題（性能規定型耐震設計研究委員会編 / 鹿島出版会）	○	¥3,360	¥3,360	¥3,360

※ 送料は別途実費でいただきます。

### 資料集

2009.12.03現在 (1/2)

刊行日	題名	在庫	価額		
			会 員	非会員	学生会員
2001.05.29	エルサルバドル地震・インド西部地震講演会	○	¥1,000	¥1,500	¥1,000
2002.01.25	兵庫県南部地震以降の地震防災－何が変わったか、これから何が必要なのか	○	¥1,000	¥1,500	¥1,000
2002.11.01	特別講演会「地震対策技術アラカルト－大地震に備えて－」	○	¥1,000	¥1,500	¥1,000
2003.08.21	宮城県沖の地震・アルジェリア地震被害調査報告会概要集	○	¥1,000	¥1,500	¥1,000
2002.02.14	第6回震災対策技術展「国土セイフティネットシンポジウム－広域リアルタイム地震ネット構築へ向けて」	○	¥1,000	¥1,000	¥1,000
2003.01.31	第7回震災対策技術展「地震調査研究の地震防災への活用」	○	¥1,000	¥1,000	¥1,000
2003.02.07	第7回震災対策技術展「第2回国土セイフティネットシンポジウム－広域・高密度リアルタイム地震ネット構築へ向けて」	○	¥1,000	¥1,000	¥1,000
2005.01.22	第9回震災対策技術展「防災担当者へ伝えたいこと－震災時対応者にとっての10年」	○	¥1,000	¥1,000	¥1,000
2004.03.00	性能規定型耐震設計法の現状と課題「平成15年度報告書」	○	¥2,000	¥3,000	¥1,000
2004.05.14	第1回性能規定型耐震設計法に関する研究発表会講演論文集	○	¥2,000	¥4,000	¥1,000
2005.03.00	性能規定型耐震設計法－性能目標と限界状態はいかにあるべきか「平成16年度報告書」	○	¥3,000	¥4,500	¥1,500
2005.04.04	2004年12月26日スマトラ島沖地震報告会梗概集	○	¥1,000	¥1,500	¥1,000
2003.11.28	日本地震工学会大会-2003 梗概集	○	¥4,000	¥8,000	¥1,500
2005.01.11	日本地震工学会大会-2004 梗概集	○	¥5,000	¥9,000	¥2,000
2005.11.21	日本地震工学会大会-2005 梗概集	○	¥6,000	¥10,000	¥2,000
2008.11.03	日本地震工学会大会-2008 梗概集	○	¥5,000	¥10,000	¥2,000
2009.11.12	日本地震工学会大会-2009 梗概集	○	¥5,000	¥10,000	¥2,000
2005.01.31	日本地震工学会誌No. 1	○	¥1,000	¥1,500	¥1,000
2005.08.31	日本地震工学会誌No. 2	○	¥1,000	¥1,500	¥1,000
2006.01.31	日本地震工学会誌No. 3	○	¥1,000	¥1,500	¥1,000
2006.07.31	日本地震工学会誌No. 4	○	¥1,000	¥1,500	¥1,000
2007.01.31	日本地震工学会誌No. 5	○	¥1,000	¥1,500	¥1,000
2007.07.31	日本地震工学会誌No. 6	○	¥1,000	¥1,500	¥1,000
2008.01.31	日本地震工学会誌No. 7	○	¥1,000	¥1,500	¥1,000
2008.07.31	日本地震工学会誌No. 8	○	¥1,000	¥1,500	¥1,000
2009.01.31	日本地震工学会誌No. 9	○	¥1,000	¥1,500	¥1,000
2009.07.31	日本地震工学会誌No. 10	○	¥1,000	¥1,500	¥1,000
2006.11.03	第12回日本地震工学シンポジウム（CD-ROM版）	○	¥5,000	¥5,000	¥5,000

2009.12.03 現在 (2/2)

刊行日	題名	在庫	価額		
			会 員	非会員	学生会員
2005.01.13	Proceedings of the International Symposium on Earthquake Engineering Commemorating Tenth Anniversary of the 1995 Kobe Earthquake (ISSE Kobe 2005)	○	¥6,000	¥10,000	¥6,000
2007.03.00	地震工学系実験施設の現状と課題 平成 18 年度報告書	○	¥3,000	¥4,000	¥2,000
2007.10.26	基礎-地盤系の動的応答と耐震設計法に関する研究委員会報告「基礎と地盤の動的相互作用を考慮した耐震設計ガイドライン」(案)	○	¥2,000	¥3,000	¥1,000
2007.11.20	実例で示す木造建物の耐震補強と維持管理	○	¥2,000	¥3,000	¥1,000
2008.04.11	セミナー強震動予測レシビ「新潟県中越沖地震や能登半島地震などに学ぶ」資料	○	¥2,000	¥3,000	¥1,000
2008.04.22	セミナー地震発生確率-理論から実践まで-	○	¥2,000	¥3,000	¥1,000
2008.05.31	津波災害の軽減方策に関する研究委員会報告書(平成 20 年 5 月)	○	¥2,000	¥3,000	¥1,000
2009.02.23	セミナー(第 2 回)「実務で使う地盤の地震応答解析」資料	若干	¥2,000	¥3,000	¥1,000
2009.04.14	セミナー ー構造物の地震リスクマネジメントー	○	¥2,000	¥3,000	¥1,000

※ 送料は別途実費でいただきます。■は最新の刊行物です。



# 入会・会員情報変更の方法

## 1. 日本地震工学会とは

日本地震工学会は、建築、土木、地盤、地震、機械等の個別分野ではなく、地震工学としてまとまった活動を行うための学会として2001年1月1日に発足しました。その目的は、地震工学の進歩および地震防災事業の発展を支援し、もって学術文化と技術の進歩と地震災害の防止と軽減に寄与することにあります。

日本地震工学会の会則、学会組織、役員、最近の活動状況などの詳しい情報はホームページをご覧ください。ホームページには、学会の情報の他に、最新の地震情報、日本地震工学会論文集など多くの情報が掲載されています。ぜひご利用ください。

日本地震工学会ホームページ <http://www.jaee.gr.jp/>

## 2. 入会するには

日本地震工学会に入会すると、各種の学会活動、「JAEE NEWS」のメール配信、地震工学論文集の投稿・発表、講習会等の会員割引などの多くの特典があります。入会方法、会員の特典などの詳しい情報はホームページをご覧ください。入会するには、ホームページから入会申込書をダウンロードし、必要事項を記入して、事務局にお送りください。

## 3. 会員情報を変更するには

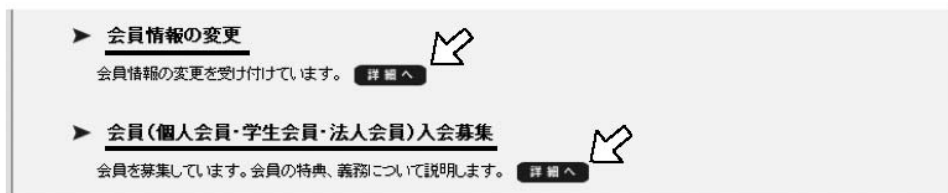
会員の方で、勤務先、住所、メールアドレス等が変更になった方は、会誌・「JAEE NEWS」等の確実な送付のため、ホームページから変更届をダウンロード、ご記入の上、事務局にお送り下さい。

## 4. 入会申込書・会員情報変更届けの入手と送付

①日本地震工学会ホームページ (<http://www.jaee.gr.jp/>) を開き、TOPメニューの「会員」をクリックしてください。



②表示されたページ下部に「会員情報の変更」および「会員(個人会員・学生会員・法人会員)入会募集」の項目があります。「詳細へ」をクリックすると、それぞれの用紙のダウンロードページが表示されます。必要な用紙をダウンロードして下さい。



③ 事務局への送付

ダウンロードした用紙に必要な事項の記入が終わりましたら、事務局に郵便、FAXまたは電子メールで送付してください。

事務局 〒108-0014 東京都港区芝5-26-20 建築会館 日本地震工学会

E-mail : [office@general.jaee.gr.jp](mailto:office@general.jaee.gr.jp), Tel : 03-5730-2831, Fax : 03-5730-2830



# 会報「日本地震工学会誌」投稿要領

2008年10月9日 会誌編集委員会制定  
2008年11月20日 理事会承認

## 1. 投稿内容

(1) 記事は地震工学に関連するものであればジャンルや内容は問いません。参考例を以下に挙げます。

- ・地域での地震防災に関する話題
- ・地震工学に関連した各種学術会議・国際学会等への参加報告
- ・興味深い実験や技術の紹介
- ・当学会や会報への要望や意見

本誌にはなじまないもの：

- ・速報性を重視する内容（年2回の発行であるため）
- ・ごく限られた会員のみに関係する内容
- ・特定の商品等の宣伝色が濃いもの

(2) 投稿原稿は原則として未発表のものに限ります。また、他誌等への同時投稿も認められません。

## 2. 投稿資格

投稿者（共著の場合は著者のうち少なくとも一人）は日本地震工学会の会員に限ります。

## 3. 原稿の書き方・提出方法

(1) 原稿は、下記の「記事作成にあたっての注意点」に従って作成し、Microsoft Wordファイル、またはテキストファイル+図のファイル(bmp, jpegなど)の形で、電子メールにより投稿いただくことを原則とします。

(2) 上記の電子メールでの投稿が難しい場合は、紙に印刷した原稿の投稿も受け付けます。

(3) いただいた原稿に対し、図表等の体裁、文の表現方法、頁数などについて、会誌編集委員会から修正や注文をお願いすることがあります。

(4) 他の文献等からの図・表・写真の転載は、投稿者ご自身が事前に原著者に了解を得てから使用して下さい。投稿原稿が第三者の著作権その他の権利侵害問題を生じさせた場合、投稿者が一切の責任を負うものとします。

(5) 印刷用版下原稿は会誌編集委員会で作成します。この際、字体、レイアウト等が投稿原稿どおりにはならないことを予めご了承願います。なお、印刷前に著者校正を原則として1回行います。

(6) 記事作成にあたっての注意点

・図・表・写真等をできるだけ多く載せ、わかりやすい記事として下さい。

・原稿のフォーマットは下記に示すものを原則とします。

A 4 縦 余白：上30mm 下20mm 左20mm 右20mm

2 段組 46行 1行24字 段間9mm

和文フォント：明朝体 英文フォント:Times フォントサイズ：9.5ポイント

・ページ数は、最大4ページとします。文字数、図表写真等の枚数の目安を参考にしてください。

2 ページ：3,000字+写真図表等 4 枚

4 ページ：6,000字+写真図表等 8 枚

・印刷は白黒ですので、白黒原稿で提出して下さい。カラー原稿の場合は、白黒で印刷しても図等が鮮明に表示されるものにして下さい。

・図・表・写真には日本語で20字以内のタイトルをつけ、図のタイトルは下に、表のタイトルは上に配置して下さい。

・漢字は「常用漢字」、かな使いは「現代かな使い」とし、専門用語等には必要に応じて脚注をつけてくだ

さい。

- ・企業名、個人名、特定商品名等をむやみやたらにPRするような記事にならないように配慮して下さい。また、誹謗・中傷や差別を含むものは受け付けません。
- ・「謝辞」を必要とする場合は、本文末尾に必要最小限で記載してください。
- ・「文献」は本文中で<sup>1)</sup>のように上付きで引用し、本文の最後に下記のように記して下さい。  
1) 著者：題名、掲載誌、巻、号、ページ、年

#### 4. 掲載の採否と掲載時期

- (1) 採否ならびに掲載号については、会誌編集委員会に一任させていただきます。既発表とみなされるもの、本誌の編集方針にそぐわない内容のものなどは採用できません。掲載時期の目安は、概ね次のようになります。  
6月下旬～12月中旬の投稿：翌年1月発行の号に掲載  
12月下旬～6月中旬の投稿：7月発行の号に掲載
- (2) 投稿内容によっては、会誌への掲載でなく、当学会のホームページへの掲載をお勧めすることがあります。
- (3) 採否が決定次第、投稿者に連絡します。
- (4) 不採用になった場合でも、原稿は返却いたしません。返却希望の写真等がある場合は、投稿時にその旨を申し出てください。
- (5) 学会誌の全文を本会ホームページに掲載します。

#### 5. 著作権の取扱い

- (1) 本誌に掲載された著作物の著作権は、日本地震工学会に帰属するものとします。
- (2) 投稿者自らが著作物の全文または一部を複製・翻訳・翻案などの形で利用する場合、日本地震工学会は原則としてこれに異議を申し立てたり、妨げることはしないものとします。ただし、投稿者自身で複製を希望する場合には、日本地震工学会の許可を得てください。
- (3) 著作物等によって他者の人格権や著作権あるいは知的所有権を侵す等の問題が生じた場合は、その責任はすべて投稿者にあつて、本会はこれらに関する責任を負うものではないものとします。

#### 6. 掲載料等

掲載無料です。原稿料はお支払いしません。抜刷が必要な場合は実費を請求します。

#### 7. 依頼原稿

依頼原稿については別に要領を定めます。

#### 8. 原稿送付先・問合せ先

投稿者の氏名・連絡先を明記の上、原稿の送付、問合せは下記宛にお願いします。

日本地震工学会 会誌編集委員会  
〒108-0014 東京都港区芝5-26-20 建築会館 4F  
TEL：03-5730-2831、FAX：03-5730-2830  
電子メールアドレス：office@general.jaee.gr.jp



---

---

## 学生会員 『会費値下げ』のお知らせ

～ 学生会員の増強を目指して ～

---

---

学生会員の会費を下記のように改定しましたのでお知らせします。年会費わずか1000円で一般会員と同じサービスが受けられます。大学の先生方におかれましては、研究室の学生さんへ加入を勧めてくださるようお願いいたします。

### ○改定の趣旨

日本の地震工学の将来を担う、研究者、技術者の卵である学生の皆さんに日本地震工学会の事をよく知っていただきたく、また、学会活動に参加する機会を多く持っていただくため。

○改定点(2009年5月7日理事会にて決定、第9回総会にて報告済み)

・学生会員の年会費引き下げ

改定前：3,000円 → 改定後：1,000円

・学生会員が、引き続いて正会員になる場合の正会員初年度の会費

改定前：10,000円 → 改定後：3,000円

・本改定は、2009年6月1日から適用する。

なお、2009年5月までに入会されている学生会員の方の2009年度の年会費は3,000円ですが、2010年度以降は1,000円になりますので、ご了承ください。

## 訂正

日本地震工学会誌第10号(2009年7月31日発行)の記事に訂正があります。

トップページ>学会誌一覧>訂正の順にアクセスしていただくか、下記のwebsiteにアクセスしてご確認下さい。

[https://www.jaee.gr.jp/kaishi/kaishi10r1\\_correction.pdf](https://www.jaee.gr.jp/kaishi/kaishi10r1_correction.pdf)

### 編集後記：

日本地震工学会誌は今回で11号になりますが、初期の特集が機械・建築・土木・地震のいずれかの分野により深く関連するものであったのに対し、ここ数回は横断的なテーマに対して各分野からご執筆頂く、という特集を組んでおります。今回の「長周期地震動の発生と構造物に及ぼす影響」、はこの流れに則し、地震調査研究推進本部(地震調査委員会)の長周期地震動予測地図(2009年試作版、2009年9月)の発表と合わせ、時宜を得た特集になったのではないかと思います。

なお、前回まで名誉会員の先生方にインタビューをさせて頂いておりましたが、今回からは依頼原稿「名誉会員に聞く」という形に変更させていただくことになりました。

境有紀新編集委員長のもと本年も頑張ってもらいますので、どうぞよろしくご愛読ください。

藤田 香織(東京大学)

### 会誌編集委員会

委員長	境 有紀	筑波大学	委員	佐藤 清	大林組
副委員長	田村 良一	篠塚研究所	委員	豊岡 亮洋	鉄道総合技術研究所
幹事	大原 美保	東京大学	委員	野津 厚	港湾空港技術研究所
幹事	青木 繁	東京都立産業技術高等専門学校	委員	引田 智樹	鹿島建設
幹事	藤田 香織	東京大学	委員	森川 信之	防災科学技術研究所
委員	川島 豪	神奈川工科大学			

日本地震工学会誌 第11号 Bulletin of JAEE No.11

2010年1月31日発行(年2回発行)

編集・発行 日本地震工学会

〒108-0014 東京都港区芝5-26-20 建築会館

TEL 03-5730-2831 FAX 03-5730-2830

©Japan Association for Earthquake Engineering 2010

本誌に掲載されたすべての記事内容は、日本地震工学会の許可なく転載・複写することはできません。

Printed in Japan