

日本地震工学会誌

Bulletin of JAEE

No.7

Jan.2008

ミニ特集：緊急地震速報

新潟県中越沖地震と原子力発電所

特別企画：地震工学の名著を探せ！

図解ホームページ



<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7号 2008年1月)

Bulletin of JAEE (No.7 January.2008)

INDEX

追悼：

小堀鐸二先生のご逝去を悼む／鈴木 祥之	1
---------------------	---

ミニ特集1：緊急地震速報

一般への提供が開始された緊急地震速報／上垣内 修	3
緊急地震速報の利活用システムの開発／藤縄 幸雄	8
緊急地震速報の産業機器免震構造への利用について／藤田 聡、皆川 佳祐	12
半導体工場における緊急地震速報利活用の検討／吉岡 献太郎	16

ミニ特集2：新潟県中越沖地震と原子力発電所

柏崎刈羽原子力発電所を視察して／家村 浩和	19
新潟県中越沖地震から学ぶ原子力発電所の耐震安全性の課題 —基準地震動評価のために考慮すべきこと—／入倉 孝次郎	25

特別企画：

地震工学の名著を探せ！／会誌編集委員会(編集担当：大原 美保)	30
図解ホームページ／末富 岩雄、大堀 道広	35

学会ニュース：

日本地震工学会・大会—2007報告 ／壁谷澤寿海、金 裕錫、三宅 弘恵、小国 健二、楠原 文雄、高橋 典之、秦 康範、 小林 信之、中井 正一	40
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／西村 昭彦	46

学会の動き：

会員・役員・委員会の状況	48
行事	51
会務報告	53
論文集目次・出版物	55
入会・会員情報変更の方法	57

編集後記

追悼記事： 小堀鐸二先生のご逝去を悼む

鈴木 祥之

●京都大学防災研究所

本会名誉会員 小堀鐸二先生は、2007年9月5日逝去されました。享年86歳でした。ここに先生のご冥福をお祈りするとともに、謹んでご報告申し上げます。

小堀鐸二先生は、1920年11月15日東京都にお生まれになり、1945年9月早稲田大学理工学部建築学科を卒業されました。1951年9月同大学大学院特別研究生前期を修了後、同年10月京都大学工学部講師に任用され、1954年3月同大学工学部助教授、1961年4月同大学防災研究所助教授、1962年4月同大学防災研究所教授に昇任され、地盤震害部門を担当、その後、1966年4月工学部教授に配置換、建築学第二学科建築基礎工学講座を担当されました。1984年4月停年により退官され、京都大学名誉教授の称号を授与されました。

この間、1979年4月から2年間、京都大学評議員として大学の運営、発展に貢献されました。1981年1月より4年間、日本学術会議会員（第12期）、1983年1月より2年間、日本建築学会会長などを歴任され、耐震工学、地震工学の先進的な研究を推進されるとともに指導的役割を担われ、多数の優れた人材を育成され、建築界に輩出されてこられました。

退官後は、1984年4月より1年間、近畿大学教授を勤められた後、1985年4月鹿島建設(株)代表取締役副社長に就任され、1986年11月に株式会社小堀鐸二研究所を設立、代表取締役として耐震・地震工学の実践への応用に尽力されました。1988年8月より1996年まで国際地震工学会理事、また1994年に設立された国際構造制御学会の副会長、1996年には会長を歴任されるなど国内外の学会の発展に寄与されました。また、1972年4月より2年間、文部省学術審議会専門委員、1970年12月より約15年間、建設省建築技術審査会高層部会長や1973年2月より12年間、通産省原子力発電技術顧問会会長など政府関係の諸委員としても尽力されました。

先生は、耐震工学、地震工学などの広い分野にわたって、数多くの先駆的な研究を推進され、耐震工学、地震工学分野の指導的役割を果たされ、優れた研究成果と多彩な研究活動は、広く学術および技術の進歩に寄与されました。なかでも動力学的な観点から研究主題とされてきた建築基礎地盤の動特性ならびに建



築構造物の耐震性の研究における貢献は特筆され、非線形振動論、弾性波動論、確率論を基礎とする構造物の耐震設計理論は国内外の学界から高く評価されました。特に制震構造においては、制震システムの基礎理論の提唱のみならず、アクティブ制震を世界で初めて建築物に適用され、制震構造の発展に大いに貢献されました。このように学術・技術の発展の他に、建築行政、都市防災など行政に関わる面においても新たな施策の展開に指導的役割を果たすなど多大の貢献をされてこられました。このような先生のご業績に対し、数多くの賞を授与されておられますが、なかでも、学術研究活動においては1959年に「建築構造の耐震工学的基礎研究」によって日本建築学会賞（論文）を、1976年には「耐震建築に関する一連の研究」によって第20回京都新聞文化賞を、1990年には「地震工学の発展に関する一連の功績」によって日本建築学会大賞を授与されました。また、我国の原子力施設の耐震性向上に対する貢献により1985年には科学技術庁長官賞を、さらに1993年には先駆的な一連の制震構造の研究と技術開発に関して第3回日本建築協会賞特別賞、1997年には京都府文化賞特別功労賞を授与されました。

先生のご研究やご業績をご紹介しますには、余りにも多くのものがあり、枚挙に遑がございません。先生の研究に対するお考えやお人柄が偲ばれる一端について

ご紹介させていただきます。

先生が京都大学に赴任された直後は、棚橋諒先生の命により木構造の講義を担当されました。木材は、強度や乾燥収縮の異方性があり、また湿度、含水率、材種などによって材料特性が異なり、自然の材料が複雑な性質を有することの難しさを痛感されたようです。地盤も同じように自然にできたものであり、地盤の材料特性の難しさに加えて振動特性が上部の建物に及ぼす影響も大きいことから、地盤振動の解明に意欲を持たれ、その後のGround Complianceなど地盤関連の研究に繋がっています。

先生が京都大学に赴任された1950-1960年頃は電卓程度の能力しかない解析手段でしたが、地震の非定常性、構造物の非線形性に注目された研究では、アナログコンピュータをいち早く開発され、時刻歴地震応答解析を成し遂げられ、スカイスクレーパーの実現に結びつけられています。1964年に高層建築技術指針が、京都大学、東京大学の研究グループなどが中心となって作成されていますが、細かい規定を作るのは、将来の発展にマイナスになるとの先生のご意見で、高層建物の基準ではなく基本的な考え方を示す指針にされました。ここにも先生の絶えず前向きに考えられる姿勢が伺われます。

1960年10月から、UCLAのW. T. Thomson先生のとこに、客員研究員として滞在された時に、Ground Complianceの研究をされ、この先駆的な研究は、その後の地盤－基礎の動的相互作用、構造物－地盤連成系の地震応答、不整形地盤の振動特性に関する研究へと大きく発展させておられます。UCLA滞在中にThomson先生から米国に残るように強く勧められました。折しも、米国では人工衛星、ロケットなど宇宙工学が盛んになり、優秀な人材を必要としたようです。しかし、1923年の関東大震災を幼少期に経験された先生は、その頃から地震に対する強烈な印象をお持ちだったのでしょうか、地震被害をどうしたら防げるかといった大命題に一貫として挑んでこられ、建築や地球から離れることができないとのことで、1961年3月に帰国されました。その後、1964年新潟地震、1968年十勝沖地震と巨大地震が相次いで起こり、また1978年宮城県沖地震による建物被害などが契機となった建築基準法の改正では、地盤の動特性を考慮した小堀・南井案を提案されました。

近年の地震学の発展は目覚しく、地震動予測がなされるようになったが、地震動を建築物への地震入力として考えるとまだ不確定であり、このような地震動からフリーになり得る制震構造は優れた構造技術であ

るとのお考えから、1989年には世界で始めてアクティブ制震の11階建ての東京・京橋センタービル（旧京橋成和ビル）を実現されました。1957年に「制振構造に関する一つの試み」という論文を世に出されてから半世紀、制震システムの理論のみならず、制震構造の実用化の端緒を切り開かれ、これ以後、国内外において多くの制震ビルが建てられるようになったことは周知の通りです。また、先生自らが尽力されて1994年に設立された国際構造制御学会の副会長、会長として国内外の学会の発展に寄与され、制震構造に関する応用面での貢献は著しく、耐震工学、地震工学の発展に先生の果たされた役割は計り知れないほど大きいものがあります。

小堀先生は、地震学の発展に多大な寄与をされ、地震災害軽減のために地震学の応用を考えておられた金森博雄先生と、これからは地震学と工学との融合をより一層図ることが不可欠であるとの思いがあり、以下のシンポジウムにも繋がっています。

2000年11月7日にCUREeと京都大学の共催のもとに国際高等研究所で開催された小堀記念シンポジウムEarthquake Engineering in the Next Millennium "Symposium in Honor of Takuji Kobori" で、Joseph Penzien先生、金森博雄先生、金井清先生をはじめ、世界的な研究者が結集したシンポジウムであった。朝早くから紅葉の美しい国際高等研究所に国内外の多くの方が集まり、主会場であるレクチャーホールでは夜遅くまで地震工学と地震科学、制震構造の現状と展望について講演と議論が続けられたことは大変印象深いものでした。このようなすばらしい会議が開催できたのも、絶えず前向きに取り組まれる小堀先生のすばらしさによるものでした。

このシンポジウムでは、Wilfred D. Iwan先生がChairmanを、私がSecretary Generalを務めましたが、2008年10月に中国北京市で開催される第14回世界地震工学会議において、再びIwan先生とともにConvenerを務め、先生のご遺徳を偲ぶ小堀鐸二先生メモリアルセッション "Significant Accomplishments and Future Directions in Earthquake Engineering - In Memory of Professor Takuji Kobori" を開催いたします。

ここに、謹んで先生のご冥福を心よりお祈り申し上げます。

一般への提供が開始された緊急地震速報

上垣内 修

●気象庁地震火山部管理課

1. はじめに

緊急地震速報とは、強震動災害に対して気象庁が従来から提供してきた事後の「揺れました」という震度情報をより一歩進めて、直前の対策を可能とする目的で、大きな揺れが来る前に「これから揺れます」旨を伝える新たな情報である。

この情報は、全国に稠密に張り巡らされた地震観測網（気象庁約200点、（独）防災科学技術研究所約800点の計約1,000点）、高速かつ信頼性の高い情報通信網、計算機処理能力の向上、並びに即時的に地震の諸元を解析可能な手法開発のすべてが揃って初めて可能となるものであり、国内全域を対象とした提供サービスとしては世界で初めての事業である。

緊急地震速報により、交通やライフラインの自動制御や、人に対する報知で危険回避行動が可能となり、大きな減災効果が期待できるため、広く国民全体で享受すべき防災情報である。その一方、特に人に対して報知される場合、緊急地震速報とは何か、及びそれを受け取った場合のとりべき行動等につき周知が図られていない段階で提供を行うと、かえって混乱を引き起こすおそれがあるため、十分な配慮が必要であった。

本稿では、平成19年10月1日から開始された緊急地震速報の一般への提供に至る経緯や、今後の展望につき概観する。

2. 緊急地震速報の概要

気象庁が提供する緊急地震速報の内容は、地震の発生時刻、震源の位置（緯度、経度及び深さ）、地震の規模（マグニチュード）及びそれらから推定される、全国を約200に分割した地域（都道府県を1/3～1/4に分割した程度の広がりをもつ。地震発生後約2分で提供される震度速報の地域分割と同じ。）毎の予想最大震度（気象庁震度階級）及び最も早い予想到達時刻（秒単位）である。

緊急地震速報が防災上有効に活用されるためには、できるだけ事前の行動に充てられる時間を確保する必要がある、迅速に発表されなければならない。そのため気象庁では、（財）鉄道総合技術研究所と共同で、1点の観測点におけるP波検出から2秒間の波形データを

用いて震央距離及び方位角を推定する手法を開発した（東田他（2004））。これにより、地震観測網の内側のみならず外側で発生する地震についても迅速な震源推定を可能とした。しかし、迅速性と精度の間にはトレードオフが存在するのは事実であり、特に地震の規模の推定にあたっては、破壊の初期段階において地震の最終規模が概ね確定しているか否かという根本的な議論について決着は付いておらず、また地震波形の最初の部分から最終規模を高精度で推定する手法についても確立されていない。そのため気象庁では、第1報発表の迅速性は確保しつつ、その後得られるデータに対して使用可能な観測点数に応じた最適な手法を切り替えながら適用し、（独）防災科学技術研究所で開発された着未着法（Horiuchi et. al. (2005)）も組み合わせて逐次精度向上を図りながら、原則複数回更新報を発表することとした。地震の規模の推定については、最終規模を早い段階から「予測」するのではなく、最新の最大振幅値データを用いて、逐次地震規模の推定値を更新することとした。また、緊急地震速報のフォーマット中に震源精度指標も含めることで、利用者側でどの段階の緊急地震速報を使用するか判断に資することとしている。震度の予測手法や第1報・更新報の発表条件も含めた技術的な詳細はKamigaichi (2004)を参照頂きたい。

オンライン接続された計算機であれば、このように次々と発表される情報に対して予めプログラミングを行うことにより、自動制御等に活用することが可能である。しかし、こうした情報がそのまま一般国民に対して伝えられた場合には対応は不可能であり、なおかつ目まぐるしく更新される情報のすべてを言葉や文字で伝えることはできない。そのため、一般向けに伝えられる場合の緊急地震速報の内容・タイミングについては特別な配慮が必要となる。

また、緊急地震速報の技術は地震予知の技術（現在の東海地震に対する地震予知体制については上垣内・東田（2006）を参照）とは根本的に異なるものであり、情報を発表してから主要動が到達するまでの時間が数秒から数十秒と極めて短く、震源に近いところでは情報が間に合わない場合があることや、震源、マグニチュード、震度等の推定の精度が十分でない場合があ

るなど、技術的な限界もある。緊急地震速報を適切に活用するためには、このような特性や限界を予め十分に理解しておく必要がある。

3. 一般への提供開始に至る経緯

(1) 二段階に分けた提供

緊急地震速報は、その防災効果が期待される一方、前述のとおり有効時間が非常に短いことなど、提供実施に当たっては様々な課題が想定された。そのため、気象庁では、平成17年11月に学識者、関係機関からなる「緊急地震速報の本運用開始に係る検討会」（以下「検討会」という。）を発足させ、緊急地震速報の提供に向けた検討を進めてきた。検討会が平成18年5月にとりまとめた中間報告では、「広く国民への情報提供を直ちに開始した場合には混乱を生じるおそれがあることから、十分な周知・広報等を行った上で提供を開始する。一方、すぐにも適切な利活用を図ることが可能な利用者に対しては、地震被害を少しでも軽減するという観点から、先行的に提供を開始すべきである。」という提言がなされた。気象庁では、この提言を受けて、列車やエレベーターの制御、工事現場の作業員の安全確保などの分野の利用者に対し、平成18年8月から緊急地震速報の先行的な提供を開始した。

(2) 一般向け緊急地震速報の内容等の検討

同中間報告の中では、緊急地震速報が一般向けに伝えられる場合の内容や発表のタイミングについてもとりまとめが行われた。その際の基本的な考え方は、1) できるだけ発表は1回だけにすること、2) 強い揺れが予測された場合に発表されること、3) 誤報を防止すること、4) 可能な限り迅速に発表すること、5) 推定誤差を考慮した適切な表現であること、6) 危険回避行動が必要な地域がある程度限定できること、7) TV等映像による情報提供に必要な情報が含まれることである。検討の結果、

ア 発表条件

地震波が2点以上の地震計で観測され、最大震度が震度5弱以上と推定された場合。

イ 発表内容

地震発生時刻、地震の震央地名、震度5弱以上及び震度4が推定される地域名（全国を約200に分割した領域を最小単位とする。以下、「強い揺れが予想される地域」という）

とし、続報を発表する条件としては、前報発表時に震度3以下と推定されていた地域が、その後の解析で震度5弱以上と推定された場合及び誤報と判明した場

合とされた。

発表条件の「2点以上」は上述の基本的な考え方の3)及び4)、「最大震度5弱以上」は同2)に基づく。また、発表内容で、具体的震度値は報じず強い揺れが予想される地域名のみとしたのは同5)・6)・7)に、「強い揺れが予想される地域」に震度4が予想される地域も含めたのは同1)（直後に震度5弱以上の予想となる可能性を考慮）5)に基づく。

この条件を、一般提供開始前の平成19年7月16日に発生した新潟県中越沖地震（M6.8、最大震度6強）に適用した例を図1に示す。左側が地域毎の観測最大震度を、右側が「強い揺れが予想される地域」の広がり、一般向け緊急地震速報が発表されてから主要動が到達するまでの猶予時間（秒）を等値線で示している。強い揺れが予想される地域の広がりとは概ね実際の観測結果と一致している。猶予時間については、技術的限界から震源直上の地域では間に合っていないものの、例えば震度6強を観測した長野県飯綱町では16秒あった。

(3) 利用の「心得」の作成

平成19年3月の検討会の「最終報告」では、緊急地震速報を入手した利用者が適切な行動をとることができるよう、「緊急地震速報の利用の心得」がとりまとめられた。

この「心得」は、「状況に応じて、あわてずに、まず身の安全を確保する」ということを基本とし、これを踏まえて「家庭」、「不特定多数の者が出入りする施設」、「屋外」、「乗り物で移動中」の4つの場面における具体的な対応行動の指針を示している。緊急地震速報を有効に活用するためには、情報受信時にどのように行動すればよいかということについて、この指針を参考に各家庭や職場などで考えて頂くことが重要である。

また、検討会最終報告では、最終報告が取りまとめられた後、利用者の準備や「心得」の周知等のための準備期間として6ヶ月程度の期間を置いた後、広く国民への緊急地震速報の提供を開始することが適当であるとしている。

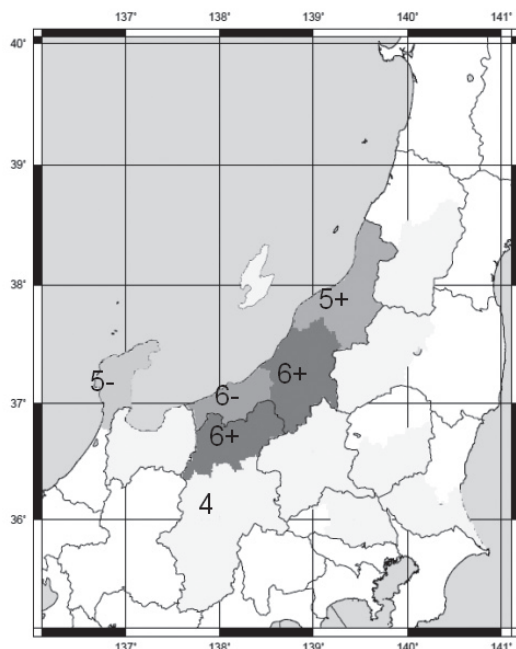
(4) 周知・広報の取り組み

平成19年3月20日に開催された中央防災会議（会長：内閣総理大臣）において、内閣総理大臣（会長）から、関係閣僚（中央防災会議委員）に対し、「緊急地震速報を有効に利活用するための方策について検討を進めるとともに、政府一体となって、国民への普及・啓発に取り組んでいただきたい」との指示が出された。これを受けて、政府では「緊急地震速報の周知・広報及び

平成19年7月16日新潟県中越沖地震の際の「一般向け緊急地震速報」

観測された地域毎の最大震度

2007年07月16日10時13分 震度分布



「強い揺れが予想される地域」

2007年07月16日10時13分 播予時間

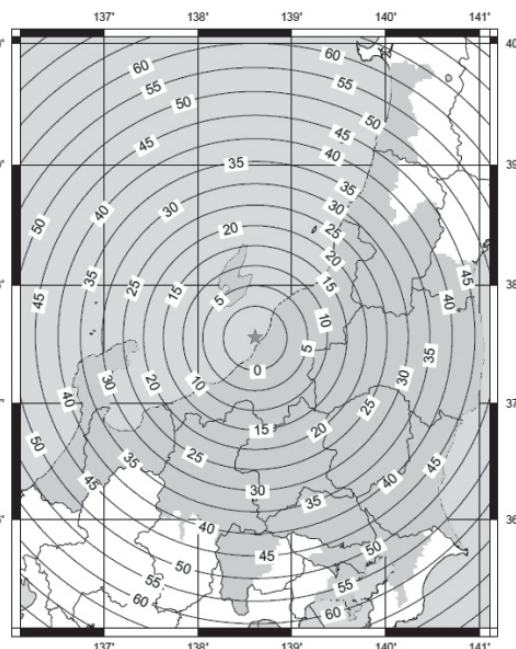


図1 平成19年7月16日の新潟県中越沖地震に対する観測された震度と「強い揺れが予想される地域」の比較

家庭では 頭を保護し丈夫な机の下などに隠れる
あわてて外へ飛び出さない

人がおおぜいいる施設では
係員の指示に従う
落ちついて行動
あわてて出口に走り出さない

自動車運転中は
あわててブレーキをかけない
ハザードランプを点灯し、
揺れを感じたらゆっくり停止

屋外(街)では
ブロック塀の倒壊等要注意
看板や割れたガラスの落下に
注意し、ビルのそばから離れる

緊急地震速報「利用の心得」

**周囲の状況に応じて
あわてずに
まず身の安全を確保する！**

緊急地震速報は見聞きしてから、強い揺れが来るまでの時間が
数秒から数十秒しかありません
その短い間に身を守るための行動を取る必要があります

鉄道・バス乗車中は
つり革、手すりに
しっかりつかまる

エレベーターでは
最寄りの階で
停止させすぐに
降りる

山やがけ付近では
落石やがけ崩れに注意

図2：利用の心得の周知・広報のためのリーフレット

利活用推進関係省庁連絡会議」を設置し、緊急地震速報を有効に利活用するための方策の検討と、国民への普及・啓発への取り組み等について、情報交換や施策の調整を行うとともに、各省庁の取り組みのとりまとめを行っている。

気象庁においても、平成19年3月に「緊急地震速報一般提供に向けた周知・広報推進本部」を設置し、周知・広報のためのリーフレットの配布(図2)、ポスターの作成、緊急地震速報の原理や心得をわかりやすく解説したビデオの作成、各種説明会での講演、気象記念日における緊急地震速報をテーマとしたフォーラムの開催等様々な取り組みを進めた。また、気象庁ホームページ(<http://www.jma.go.jp/jma/index.html>)に各種情報をとりまとめ、公開している。その結果、平成19年5月と9月に行った2回の認知度調査において、緊急地震速報の名前を知っている人の割合が35%から61%へ上昇し、内容を正しく理解している人の割合が第2回目で72%に達しており、一般家庭・集客施設・自動車を運転中の行動として適切な行動を理解している人の割合が7割以上になっていることが確認されたため、気象庁は平成19年10月1日から、緊急地震速報の一般への提供を開始した。なお、同年12月末時点で、一般向け緊急地震速報の発表基準に達する地震は発生していない。

4. 気象業務法の改正

上記周知・広報と並行して、気象庁では気象業務法の改正作業を進めた。その結果、改正された気象業務法が平成19年12月1日に施行されている。同改正の趣旨は次のとおり。

- ①緊急地震速報を地震動に関する予報・警報と規定し、気象庁に発表義務を課するとともに、政令で指定された機関(現在は日本放送協会)に警報の伝達義務を課すことで、国民への確実な伝達を担保する。
- ②社会の混乱を避けるため、気象庁以外の者が地震動の警報を行うことを禁止するとともに、気象庁の緊急地震速報では提供できない個別地点における震度・猶予時間の予想の第3者への提供については地震動の予報と位置づけ、同予報業務を行おうとする者は気象庁長官の許可を受けなければならないとすることで、同業務の技術的水準を担保する。

②においては、「強い揺れに警戒すべし」旨を警告することが警報であり、単に予想される震度値や猶予時間を提供することは予報であると整理している。

予報業務許可の申請に対して、気象庁長官は、予想の方法が「技術上の基準」に適合する場合に許可を行

うこととしているが、技術上の基準とは具体的には次のとおり。

- 1) 震源要素(地震発生時刻、震源の緯度・経度・深さ、マグニチュード)は気象庁の緊急地震速報で提供されるものを使用すること。
- 2) 震度及び猶予時間の予想に用いる手法は、気象庁で用いる回帰式等の適用範囲内において、その標準偏差で規定される幅に収まる予想結果を与える手法であること。地盤増幅度については、気象庁で用いているもの以外の場合は、その技術的妥当性が示されること。また、気象庁の手法よりも震度の予想残差が改善されることが示された手法も許可する。

このように、「技術上の基準」設定の趣旨は、低品質の予報が国民に提供されるのを防ぐことにあり、高品質のサービスが排除されないよう配慮している。

なお、P波センサー方式によるOn Site Warning(現地地震計でのP波の観測に基づき、その場所にやがて大きな揺れが到来することを報じるもの)は上記予報業務許可の対象外と位置づけており、規制はない。

5. 今後の展望

(1) 伝達ルートの拡充

緊急地震速報は、情報の発信から極めて短時間で利用者まで情報を伝達することが求められるものである。そのため、可能な限り多様な伝達手段を用意することが防災上肝要である。

当面の伝達手段としては、テレビ・ラジオ等の放送が主となると考えられるが、それ以外にも携帯端末を用いた方法、専用回線やインターネットを用いた専用端末、地方公共団体の防災行政無線と総務省消防庁のJ-Alert(全国瞬時警報システム)を用いた方法、集客施設における館内放送等についても開発・導入が進められている。

これらの取り組みを推進していくためには、国、地方公共団体、報道機関、民間企業などの相互の協力が不可欠であり、気象庁ではこれら関係機関との一層の連携を進めていく。

(2) 利活用の促進

特に集客施設における利活用については、原則として各施設管理者において検討されるものと整理しているが、気象庁としては、その検討にあたっての勉強会等への参画や、利活用の方法や作成すべきマニュアル・訓練実施内容等の事例を紹介した「緊急地震速報の利活用の手引き(施設管理者用)」を作成し、気象庁ホームページで公開すること等を通じて、利活用の促進に努めている。

(3) 緊急地震速報の手法改善

一般提供開始までの約3年間で発表された計1,713回の緊急地震速報のうち、地震以外の原因で発表されたいわゆる「誤報」は30回あった。その多くが機器の初期不良や作業手順の不備による人為的ミスであり、既に対処済みであるが、まだ落雷による誤報発信の可能性は残されており、改善が必要である。ただし、一般向け緊急地震速報については、その発表基準を「2点以上で地震波を検知した場合」としたため、過去に遡って適用しても誤報が発信される事例はない。

気象庁では、これまでも緊急地震速報の精度向上のため、逐次計算手法の改善を行ってきた。平成19年10月1日時点で使用している計算手法を過去の地震に遡って適用した結果（一般向け発表条件に該当した地震に対する震度4以上と予想された地域すべて）を、地域毎の予想及び観測された最大震度値で比較したものが表1である。気象庁震度階級で一致したものの割合が37%、±1の範囲内に収まったものが83%となっている。

一般向け緊急地震速報が発表された地震、及び最大震度4以上を観測した地震については、気象庁ホームページにおいて緊急地震速報の発信状況を公開しているので、参照頂きたい。

今後とも一層の精度向上のための取り組みを行っていくが、大きな課題は以下のとおりと考えている。

- ・破壊域の早期特定技術の開発及びそれによる特に震源近傍における震度予測精度の向上（震度の予想には、断層面からの距離を入力変数とする回帰式を用いているが、現在は瞬時に断層面の形状・広がり等を推定することが困難なため、震源を中心とした仮想震源球からの距離で代用している）。
- ・地震毎に異なる応力降下量（震度に影響する短周期波動の放出と関連）や、地域毎に異なる地震動の距離減衰特性を反映可能な震度推定手法の開発。

参考文献

- 東田進也、小高俊一、芦谷公稔、大竹和生、野坂大輔（2004）P波エンベロープ形状を用いた早期地震諸元推定法、地震2, vol.56, No.4, pp.351-361.
- Horiuchi, S., H. Negishi, K. Abe, A. Kamimura and Y. Fujinawa (2005) An Automatic Processing System for Broadcasting Earthquake Alarms, Bull. Seism. Soc. Am. Vol.95, pp.708-718.
- Kamigaichi, O. (2004) JMA earthquake early warning, Journal of Japan Association for Earthquake Engineering, vol.4 (Special Issue), pp.134-137.
- 上垣内修、東田進也（2006）気象庁の東海地震短期直前予知戦略と新たな情報体系、地震2, vol.59, No.1, pp.61-68.

表1：緊急地震速報の予想震度の精度評価

一般向け緊急地震速報の発表対象となった地域（＝最大震度4以上予想）毎の予測された最大震度と観測された最大震度の比較

		一般利用者向け緊急地震速報					
		4	5弱	5強	6弱	6強	7
観測された震度	1以下	11	1				
	2	24					
	3	96	4	1			
	4	106	16	5			
	5弱	27	12				
	5強	4	7	1			
	6弱		1	2			
	6強	1		1	1		
	7			1			

緊急地震速報の予測震度が4以上	
合計	322
一致	37%
±1階級以内	83%

緊急地震速報の利活用システムの開発

藤縄 幸雄

●NPO法人リアルタイム地震情報利用協議会 専務理事

1. 緒言

特定非営利活動法人リアルタイム地震情報利用協議会 (REIC) (会長 有馬朗人) では、文部科学省が実施しているリーディングプロジェクト「高度即時的地震情報伝達網実用化プロジェクト」(LP) の一環として、独立行政法人防災科学技術研究所から「リアルタイム地震情報の利活用の実証的調査・研究 (以下「LP」と略称)」を受託するなどして、短い猶予時間を使って防災に役立てる新たなツールの研究開発と普及を、会員機関との協業により行ってきた。ここでは、これまでの成果、および課題などを簡単に紹介する。

2. 経緯

リアルタイム地震情報の利用については、地震観測データを使い、地震発生直後から数時間までに、被害の大きさを推定する研究・開発が1990年代から行われた。阪神淡路大震災での教訓も手伝って地方自治体や企業でシステムが導入されている。

他方、地震波が到達する前の情報を使う活用システムは、JR各社で新幹線の安全性向上のために研究され、1992年から東海道新幹線で実用化されていた。しかし、利用は、あくまで自前の地震計による自己利用に限定されていた。

全国的な地震観測網の整備と気象庁・防災科学技術研究所における独立な前駆的研究を踏まえて、リアルタイム地震情報の実用化研究であるLPが、平成15年度から、5カ年計画で実施されている。そのプロジェクトでは、地震波到達前情報を早期に実用化して、地震災害の軽減を図ると共に、経済活性化への貢献も期待された。気象庁の主導による緊急地震速報では、あらゆる利用者が情報を使えるようになる。このような全面的な活用は、世界でも例がなく、大きな注目を集めている。

緊急地震速報は、平成18年8月1日から、機器の制御や工場・工事現場等の作業員の安全確保等、混乱なく活用されると想定された分野において、先行的な提供が開始され、さらに、平成19年10月1日からは、一般向けにテレビ・ラジオ等による報知も行われている。このように利活用の条件が整備され、利活用システム

の実用化・普及を促進し、地震防災力を強化する必要があると強まっている。(文献1を参照)

3. 利活用システムの開発

利活用に係わる研究開発では、緊急地震速報を利用して、主要動到達前に機器を制御し、あるいは人に対し最適な報知を行うことで、防災・減災効果を高めることが目的となっている。発信される震源情報を受けて、その伝達、情報のカスタマイズ、多方面での防災対応システムに関する開発が必要である。とり組んでいる14課題で、民間機関と協力して緊急防災対応システムのプロトタイプの開発を行うと共に、実証実験を踏まえて実用化・製品化を図っている。(表1および文献2、3、4を参照、)

実施にあたっては、民間機関の意欲の喚起と、大学・研究所・行政機関・関連業界などの学識経験者をメンバーとしたワーキンググループによって、できるだけ多く面からの知恵を集めるよう努めた。検討対象は技術的課題、開発システムの仕様、システムの検証および評価、マニュアル作成、普及促進に向けての標準化などである。

1) 開発にあたってのポイント

実用化・商品化を目指す観点から以下のような点に留意して調査・研究・開発を行っている。

(1) 機器の汎用性

普及・促進を考えると、機器に汎用性を持たせ、ふだんは地震以外の用途に利用し、地震時は緊急地震速報の伝達媒体となるような付加機能を持たせることが重要である。例えば、集合住宅では既存のインターホンに地震緊急報知機能を持たせ、ガス・電気遮断ではメータ読みとりとの連動が、IP電話対応では24時間稼働して、生活者の居住場所に近接した場所にある電話との連動が出来ることを、追求している。

(2) 認識度向上(サイン音・ピクトグラム)

緊急地震速報は1秒を争う情報である。機器の自動制御と異なり、人間が速やかな緊急避難行動を行うためには、発報と殆ど同時に緊急地震速報である

と直ちにわかるようにすることが大切である。そのため、サイン音とピクトグラムが有用であるとの認識のもと、当該分野の専門家をまじえWGなどでの検討・調査によって成案を得、多くの分野で試用に供している。幅広い実証実験によって実証的な調査を行いつつ、緊急地震速報利用者協議会の場での標準化の議論にも積極的に参与している。



「地震」ピクトグラム



「身を守れ!」ピクトグラム

デザイン：太田幸夫教授

(3) トリガ発信条件

逐次発信される緊急地震速報のどのデータ（第何報）を利用するかを決めるにあたっては、緊急地震速報の精度、対象物（人か機械か）、トリガー信号に対する確度などを考慮する必要がある。例えば、自動制御の場合には、機器の作動時間によって限界余裕時間が定まるが、推定余裕時間が限界余裕時間に達するまでの時間で、最も信頼度の高い情報を利用するようにする。

(4) 情報配信内容

現在の緊急地震速報の内容は、震源情報と、震度5弱以上の地震では、代表的な場所に於ける地震危険度である。REICでは、配信される情報の精度評価および実証実験参加グループの希望をもとに、緊急地震速報の配信内容として追加したいデータについて整理した。最も多かったのが、地震の閾値、更新情報の条件、観測点数情報、観測点名情報（精度評価に使用）や周波数情報（長周期波対策に使用）であった。これらの利用者の声を関係機関に伝え、情報の持っている減災力をより現実化するべく努めている。

(5) データ伝送

データ配信側が信用を失うことがないように、しっかりとしたセキュリティ対策を施す必要がある。専用線でも多種多様であり、一概に安全とはいえない。まして、インターネットを利用した配信の場合は特に配慮しなければならない。また、情報配信における遅延およびコストの跳ね返りをできるだけ小さくする必要がある。

通信媒体として、有線・無線・放送があるが、緊急地震速報のための特別なメディアを開発することは現実的でなく、既存のメディアに如何に実用上問題なく載せられるかに努めた。実証実験では、多くの手法を手掛け、目的に応じて方式を選択できるようにした。

2) 普及方策

実用化・商品化推進の担い手が企業・機関であることから、以下の点に配慮して、開発・普及に努めている。

- (1) 開発意欲の増進：REICでは製品化・商品化にあたって、希望に応じて技術支援を行うと共に、サービスの向上のため新たなソフトウェア、配信環境の改善にも努める。
- (2) 市場形成：広報・普及活動によって利用者あるいは潜在的利用者の関心の喚起と認知度向上を図っている。
- (3) 標準化：サイン音及びピクトグラムの制定に努めると共に、端末で使われる電文形式の標準化を図るなど、利便性の向上およびコストの低減を図る。ただ、現在電文形式、インターフェースの標準化は、検討段階にとどまっている。
- (4) モデル事業：商品化事業者・利用者など共同して実施し、ビジネスモデルを開発する。
- (5) 知財権：開発者の優先権の尊重と、後発者の参加意欲向上とのバランスをとった実施許諾を行う。

3) 開発経過

緊急地震速報を利用するユーザの持つニーズは、対象とする分野により様々である。初年度（平成15年度）では、対象とする分野、課題を複数（14課題）選び、それぞれの分野に対応した緊急地震速報を利用した防災対応システムのプロトタイプを開発するとともに、実証実験を開始した。

平成16年度以降は、各年度ごとに、当初から開発に取り組んできた課題のうちから、協力機関の意欲が大きいこと、システムの完成度が実用化に近いこと、実証実験が一定の規模で行われる可能性が大きいことなどの条件を満たす分野に、直接的な資金投入を行い、開発を製品化レベルあるいはその直前のレベルに上げるようにした。また、それ以外の分野では、上記の条件が揃うように、ワーキンググループでの検討を参考にし、関心ある機関とのマッチングファンド方式によって、開発を進めた。その結果、①総合家電対応としての集合住宅向けのシステムで

- は、より利便性の高いものが普及し始めた、
- ②工場・プラント対応では、現在の緊急地震速報が持つ限界にも概略対応できる高信頼度システムが完成し、
 - ③屋外作業用携帯端末では、コスト・利便性に優れたシステムが完成した、
 - ④防災教育分野では、普及型システムの標準仕様の策定を行った、
 - ⑤CATVによる配信モデルの策定がなり、100局以上で実運用が開始ないし、準備がなされている、
 - ⑥地震時火災防止のためのガス・電気総合自動制御システムの開発と普及構想がなった、
 - ⑦エレベータを含むビル設備対応システムでは、現使用機器を使つての実運用されている、
 - ⑧消防署対応システムでは、松戸市などでの実証実験を踏まえて、川崎市などで実運用が開始されている、
- 平成19年度上半期までの開発状況を表1に示す。結論として、14課題のうち、11課題で製品化がなり、実際に市場で使用されている状態となった。また、未達成の事項については、課題と整理を行い、最終

年度で出来るだけ多くの分野で実用化を達成できるようつとめている。

4. 緊急地震速報の限界の打破

緊急地震速報があまねく使用されることで、大きな防災効果が期待される。一方で、地震でないのに地震と思う誤報などのいわゆる限界があり、円滑な利用と普及とその効能の十分なる発揮の障害となっている。また、予測到達時間の精度が数秒であるために、1秒単位のカウントダウンが意味をなさないといったこともある。

REICでは、このような課題にどうとり組むべきかにつき、検討・調査を行っている。緊急地震速報の精度・信頼度を決めるのは、主として地震観測網の諸元であるが、関連するのは、震央からの距離、観測点間隔、データ伝送における遅延時間、保守体制、である。これらに関して、REICでは関係機関との連携によって改善を図っている。

1) 地震観測網の拡大

緊急地震速報には、津波地震早期検知網の観測点での多機能型地震計によるデータが使われる。一方、

表1 研究課題名毎の完了予定

課題番号	H18年度末現況	課題名	完了(予定)
1	◎(ほぼ実用化)	消防初動体制支援システム	平成18年度末
2	○(実証段階)	専用防災無線を用いた伝達するシステム	平成19年度末
3	◎(特定利用で)	災害時広域医療救護活動支援システム	平成19年度末
4-a	◎(特定利用で)	自動防災システム(総合家電)の研究・開発	平成19年度末
4-b	◎(実用化)	自動防災システム(IP電話)の研究・開発	平成17年度末
5	◎(特定利用で)	発電所・工場プラント向け防災システム	平成19年度末
6-a	◎(マルチキャストで)	リアルタイム地震情報の通信システムの開発・研究	平成19年度末
6-b	◎(ほぼ実用化)	屋外作業者及びレジャー用端末の開発・研究	平成18年度末
7	◎(教材以外で)	防災教育支援システムの開発・研究	平成19年度末
8	○(実証段階)	既設ダムの警報システムの開発・研究	平成19年度末
9	○(実証段階)	FM文字多重チューナーの開発・研究	平成19年度末
10	◎(システム上)	家庭内LPG地震動遮断システムの開発・研究	平成19年度末
11-a	◎(一部)	エレベータ制御装置の開発・研究	平成19年度末
11-b	◎(ほぼ実用化)	2次災害を防止するビルメンテナンスシステム	平成19年度末

基盤的観測網では、高感度地震観測(H i - n e t)データが統合化緊急地震速報に供せられている。その外に、広帯域地震観測網(F - n e t)、地震動(強震)観測(K i K - n e t)、さらに、強震動観測(K - N E T)がある。これらの貴重なデータも順次活用され、より高精度な情報、リアルタイム免震のように新分野での活用を行うことが望まれる。

緊急地震速報の実運用が議論されてきたことから、観測網自体を実運用に向けて見直す必要がある。すなわち、余裕時間は、地震の発生する場所と観測網との関係に大きく依存することから、観測点配置、密度を拡充すべきである。さらに全くの空白域となっている海域が見られるが、このような場所を補間して埋めてゆくことである。それによって余裕時間の増大、信頼度の向上が達成できる。具体的には、以下の施策がある。

- (1) 海底地震計網の拡大(ムカデ作戦)
- (2) 内陸に於ける地震計の増設または利用(自治体地震計、企業保有地震計、ホームサイズモメータ)
- (3) 深層観測井の利用(首都圏地下深部3000mクラスの観測井)
- (4) 利用情報の拡大(観測点情報、周期情報などの配信)

2) 保守体制の充実

既存の地震計の活用を考える場合には、観測網によって保守体制に濃淡が有ることで、データ平等に活用されないと言う問題がある。これに対しては、国レベルの機関によるものは、定められた基準を満たし須く実運用に耐えるよう、必要な予算化を考えてもらいたい。

また、自治体、民間機関の有する地震計の場合には、データの質にランク付けを行うというような基準を設けて、民間資源の活用を図るべきである。

5. 一般利用に係わるマニュアルの整備

放送波による一般利用も有効な利用形態である。その活用に当たっての大きな課題は、不特定多数の人々が集まる集客施設での混乱と、自動車などの運転での事故の発生可能性である。

集客施設での運用に当たっては、業界ごとに、利用マニュアルを策定することが必要である。それも、ただ人の作ったものを写すのではなく、担当者がそれぞれ自家版を作るつもりで、検討することが肝要である。2007年10月1日から一般利用が開始され、全ての機関で導入に関する検討・作業のピッチを上げるべきであ

る。R E I Cとしては、モデル実験、実証実験、WGでの検討の結果を集積したノウハウを援用して、利用分野ごとのマニュアル作成を積極的に支援していきたい。現在、デパート、ホテルなどの場でのマニュアルの作成に乗り出している。

車の場合には、運転免許証の書き換えの時点での訓練が開始されることとなっていると聞いているが、技術的な開発によって別の解決方法を開発することもあるべきである。単純な例をあげれば、信号を一斉に「緊急地震発信モード」として、定めた行動を取るあるいは取らないとするのである。発信モードとしては、点滅などが考えられる。信号であるから当然、ドライバーには、遵守されなければならない。

6. まとめ

利活用に関するこれまでの開発では、使える情報としては、ほとんど震源情報だけであった。そのため、地震工学の研究成果の活用については、LPにおいても、ダム分野以外では本格的な検討がなされていない。しかし、これからは、対象物である建築構造物と地震波・地盤との応答を含め、地震工学から多くの貢献が期待される。2007年秋のAGU総会でもこれまでに例を見ない数の発表が、地震早期警報に関連してなされており、今年の第14回世界地震工学会を皮切りに、工学各分野でも、関連研究が興隆し、新たな学問分野の形成されることを期待したい。

参考文献

- 1) 目黒 公郎・藤縄 幸雄編(2007): 緊急地震速報、東京法令出版、東京。
- 2) 文部科学省・防災科学技術研究所(2004): 高度即時的地震情報伝達網実用化プロジェクト度平成15年度成果報告書, <http://www.bosai.go.jp/kenkyu/sokuji/index.htm>)
- 3) 文部科学省・防災科学技術研究所(2005): 高度即時的地震情報伝達網実用化プロジェクト度平成16年度成果報告書, <http://www.bosai.go.jp/kenkyu/sokuji/index.htm>
- 4) 文部科学省・防災科学技術研究所(2006): 高度即時的地震情報伝達網実用化プロジェクト度平成17年度成果報告書, <http://www.bosai.go.jp/kenkyu/sokuji/index.htm>

緊急地震速報の産業機器免震構造への利用について

藤田 聡、皆川 佳祐

●東京電機大学

1. はじめに

1995年に発生した阪神大震災を機に、免震、制振を含む広義の耐震技術への注目は急速な高まりを見せた。中でも免震構造は阪神大震災で実績を得たことから、その後、数千のビル、住宅等へ適用が進んでいる。

一方、2003年に発生した十勝沖地震では、「長周期地震動」と言う新たな問題を我々に提起した。苫小牧市の石油タンクにおいて、スロッシング現象に起因する火災が発生したことは記憶に新しい。その他にも、2004年の新潟県中越地震では、震源から200km以上離れた東京都内にまでも長周期地震動が伝搬され、超高層ビルのエレベーターロープが共振したとの報告もある⁽¹⁾。また、発生が危惧されている東海・東南海地震においても、首都圏で長周期地震動が励起されると予想されており、固有周期の長い超高層ビルの他、免震構造に対し、何らかの長周期地震動対策が必要となる。ただし、長周期地震動は直下型の地震動に比べ到達までに時間がかかることから、緊急地震速報を利用し早期対応することで、人的、経済的被害の大幅な軽減が可能になると期待される。

そこで筆者らは、長周期地震動をも対象とした新たな免震構造として、空気浮上を利用した高知能免震システムの開発に取り組んでいる。本免震システムは、免震装置として理論上は無限大の固有周期を持つエアベアリングを、その起動判断に緊急地震速報を用いたシステムある。本稿では、高知能免震システムのシステム概要、基本性能解析の結果を紹介する。

2. 空気浮上を用いた高知能免震システム

2. 1 システムの構成

本免震システムは、大きく分けて「免震装置」、「浮上判断装置」から構成される。「免震装置」には、圧縮空気を噴出させることで免震対象を浮上させるエアベアリングを使用する。エアベアリングは免震対象と地面（あるいは床面）との間に薄い空気膜を生成することで接触抵抗を極めて小さくし、免震対象を地震動から絶縁する。一方で、常時浮上状態にあるとわずかな力でも移動してしまい、不安定である。そこで地震時のみに浮上するように、緊急地震速報により得られた

情報を基にシステムの起動を判断する「浮上判断装置」が設けられている。このように本免震システムは、緊急地震速報を用いた機器制御により免震装置を含めた総合的な防災システムを構築することから「高知能免震システム」と言える。後述の通り、複数のエアベアリングが開発されており、その支持能力は数kgから数tonと様々である。それ故、本免震システムは、サーバーラックや床、産業機械、戸建住宅、低層ビルなど幅広い対象に適用可能である。

本システムの構成を図1に示す。本システムは免震装置としてエアベアリングの他、エアベアリングに圧縮空気を供給するコンプレッサ、浮上判断装置としてコンピュータ、地震検知装置として緊急地震速報とP波センサ、地震時に電源を供給する無停電電源(UPS)から構成される。工場内に設置する場合は、配管を介し共用のコンプレッサから圧縮空気を取り込んだり、工場全体の非常電源を使用したりすることで、省スペース化、低コスト化を実現できる。

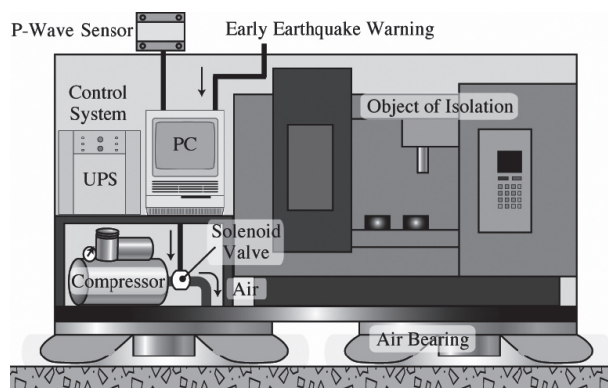


図1 高知能免震システムの構成

本免震システムの特徴を以下にまとめる。

- (1)空気浮上を利用することで接触抵抗が極めて微小になり、また、平面上を滑動することから絶大な免震効果を発揮する。また、動力源が空気であることから安全性が高い。
- (2)本免震システムは、緊急地震速報による情報に加え、免震システムに設置したP波センサの情報を用いることで、主要動到達前に浮上判断を行うことが可能である。

- (3)万が一、震源距離が近く浮上が間に合わない場合でも、エアベアリング底部に設置されたすべり材により免震するため、初期対応が可能である。
- (4)無停電電源を設けることで地震時にも緊急地震速報端末や浮上判断装置の作動を確実にする。さらに地震時においても免震対象に電源を供給できるため、地震後の早期復旧に役立つ。
- (5)浮上判断装置で処理された情報は、免震システムの他、ガスコンロの消火や工場内の機器の緊急停止などにも利用可能なことから、広く防災システムとして活用できる。

2. 2 エアベアリング

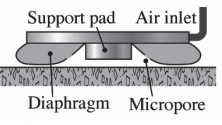
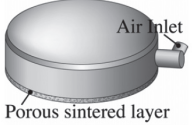
本システムで免震装置として使用されるエアベアリングとは、静圧軸受の一種であり、圧縮空気により構造物を持ち上げ、接地面との間に薄い空気膜を形成することで接地面との摩擦を極めて小さくする装置である。本研究では、免震対象の規模、質量、設置環境等により、表1に示す二種類のエアベアリングを適宜使い分けることを想定している。

ダイヤフラム型エアベアリングは、ドーナツ型のゴム製ダイヤフラムに開いた小穴から圧縮空気が噴出されことで浮上する。その原理はホバークラフトと同様であり、本来は工場や倉庫での重量物の搬送や、多目的ホールでの客席レイアウトの変更等に用いられている。ダイヤフラムがゴム製であるためコンクリート程度の粗さの面での使用も可能であり、また、単体で最大40000[kg]を浮上させる能力を持つ。そのことから、床を始め、戸建住宅、低層ビルなどの大型重量物への適用が想定される。

一方、多孔質焼結層エアベアリングは、ベースとなる金属板下面に多孔質層を拡散接合させたもので、多孔質層全面から圧縮空気が噴出されることで浮上する。本来、スラスト荷重用の非接触軸受として工作機械のエアスピンドルやベッドなどに用いられているものである。高精度で浮上量が非常に小さいため設置面の表面粗さなどに制約があるものの、高剛性で摩擦係数も小さく⁽²⁾優れた免震性能を発揮する。また、外径も小さく、必要とする空気流量もダイヤフラム型エアベアリングに比べ少ないことから、精密機器やコンピュータサーバ、美術品などの小型軽量物への適用が想定される。

従来の免震構造をさらに長周期化する場合、水平剛性が小さくなるため、地震時以外の安定性を確保することが極めて困難になる。一方、本免震システムでは、地震時以外は十分な摩擦係数を持つ接地パッドによ

表1 エアベアリング

	Diaphragm Type	Porous Type
Schematic diagram		
Object of isolation	Industrial machine Floor Detached house	Precision machine Computer sever
Capacity	〜40 000[kg]	〜700[kg]
Dimension	φ 150〜1400 [mm]	φ 30〜150 [mm]
Friction coefficient	1/1000	5/10000

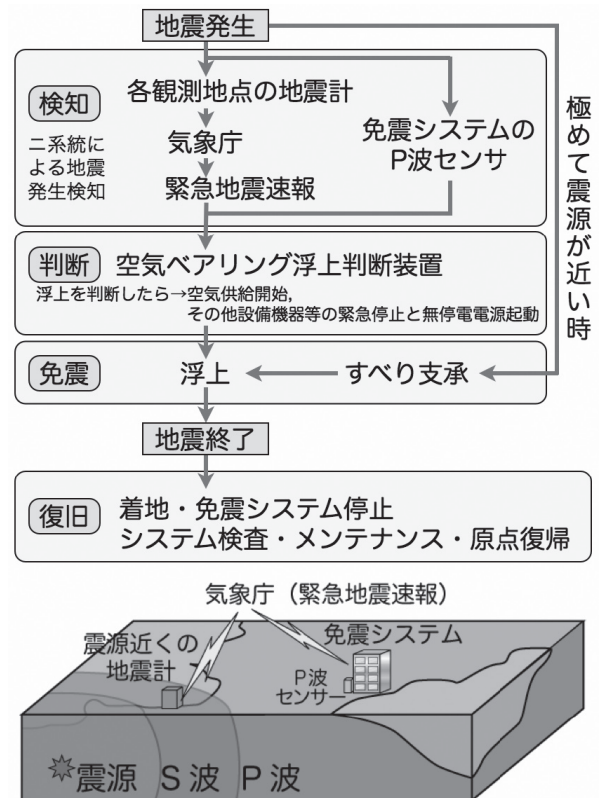


図2 システムの動作フロー

り支持されるため、通常時の安定性は高い。また、いずれのエアベアリングも高さは最大で5cm程度であり、省スペースである。

2. 3 システムの流れ

本節では、実際の地震時に本免震システムがいかなる流れで動作するかを説明する。

図2に本免震システムの動作フローを示す。動作は大きく「地震動の検知」、「浮上判断」、「浮上免震」、「復旧」の4つのフェイズに分けられる。

地震が発生すると、まず「地震動の検知」フェイズでは、震源近傍の地震計で得られた情報が気象庁に集約され、緊急地震速報として各端末に配信される。これにより、地震の大きさ、到達距離等、浮上判断に必要な情報を得ることが出来る。震源が近い場合、緊急地震速報の受信が主要動到達に間に合わないことがある。この時は免震システム内に設置されたP波センサで地震動を検知し、主要動到達前に浮上する。

次いで「浮上判断」フェイズでは、緊急地震速報またはP波センサで得られた情報をもとに、浮上するか否かを判断する。また、ここでの情報は浮上判断の他、例えば家庭内であればガスコンロの消化、コンピュータサーバであればハードディスクの停止、工場であれば各種設備機器類の緊急停止のトリガ等としても使用できる。予想震度がある値を上回ったら浮上の判断が下され、到達時間を加味してソレノイドバルブを開放し、エアベアリングへの空気の供給を行う。同時に無停電電源への切替えを行い、地震時の動作を保証する。

浮上後は地震が収まるまでエアベアリングに空気を供給し、免震する。なお、極めて震源が近い場合や「地震の検知」、「浮上判断」フェイズで何らかの誤作動が生じた場合でも、エアベアリング底部の接地パッドがすべり支承として働くため、安全性が確保される。

地震終了後は直ちに空気の供給を停止し、着地する。その後「復旧」フェイズとして、システムの点検を行う。ここで残留変位が生じて、再度装置を起動、浮上させることで原点復帰が可能である。

3. 基本性能解析

本章では、コンピュータを利用したシミュレーション解析により、本免震システムの基本性能を検討した。ここでは、エアベアリングによる免震性能を検討するため、地震動の検知は確実に行われたものとし、地震入力時にはすでに浮上状態にあるものとした。

3. 1 解析方法

本解析では、免震装置としてダイヤフラム型エアベアリング、多孔質焼結層エアベアリングの二種類を、それぞれ摩擦係数1/1000、5/10000としてモデル化し、解析を行った。ここで、免震対象に働く加速度は極めて小さくなることから、免震対象は剛体とした。入力地震波には、直下型地震としてJMA Kobe NS (1995) 実波、長周期成分を多く含む海溝型地震としてJMA Tomakomai NS (2003) 実波を用いた。

3. 2 解析結果

解析結果として、図3に時刻歴応答波形を、図4に最大応答値の比較を示す。図4には、比較対象として一般的な積層ゴム免震構造(固有周期3秒、減衰比20%)の結果も併記した。図3より、本免震システムの応答加速度は、地震波によらず、ダイヤフラム型エアベアリングで0.0098、多孔質焼結層エアベアリングで0.00049[m/s²]を上回らず、極めて優れた免震効果を発揮していることが確認できる。これは、水平面上をすべる場合、上部構造物に働く慣性力が免震装置の

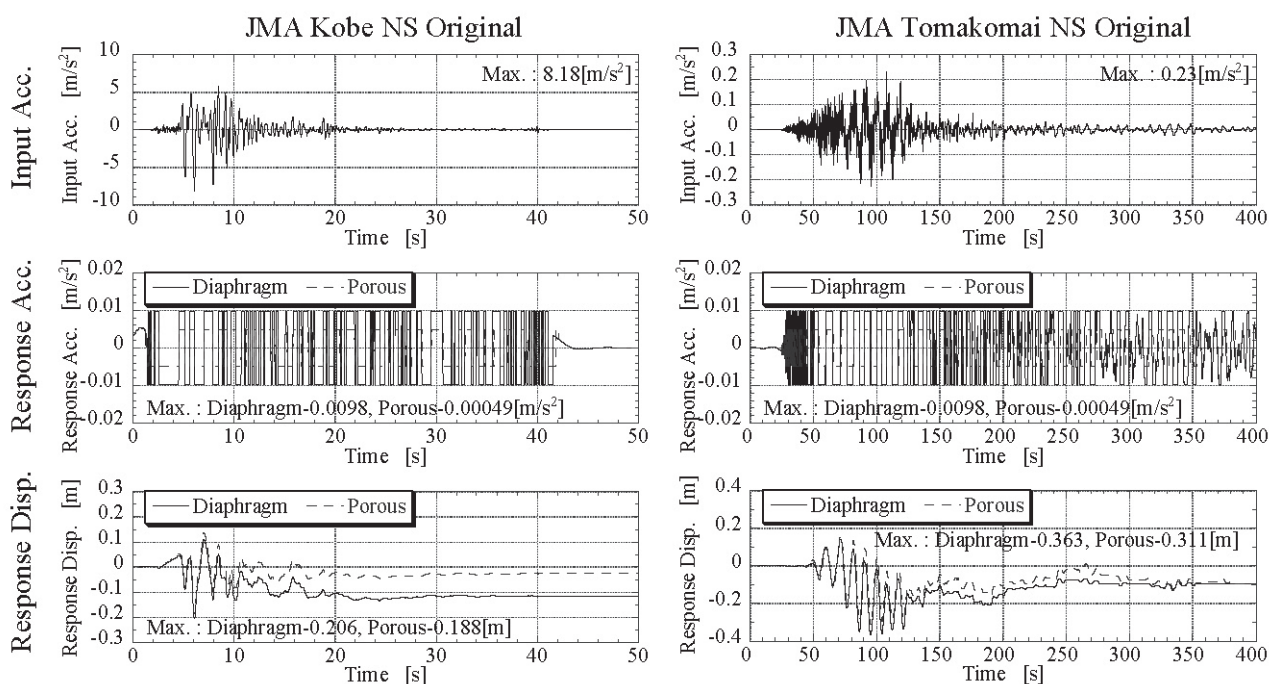


図3 解析結果(時刻歴応答波形)

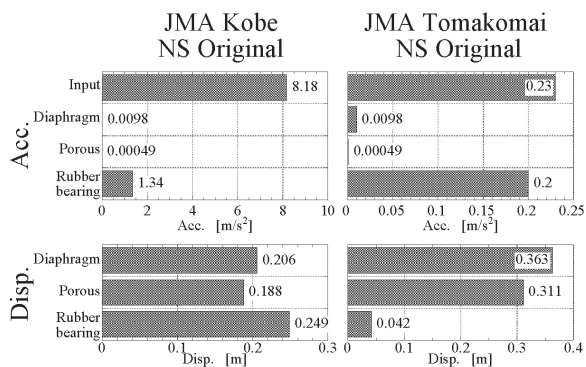


図4 解析結果(最大応答値の比較)

摩擦力を上回らないためである。また図4より、積層ゴム免震構造で免震効果が表れないJMA Tomakomai NS波においても本免震システムは優れた免震効果を発揮しており、長周期地震動に対しても安定した性能を示すことが確認できる。一方で、本免震システムでは地動変位がほぼそのまま応答変位になるため、応答変位は積層ゴム免震構造に比べ過大になってしまっている。この対策として、浮上判断の際に地動継続時間や地震動の卓越周期を考慮する、過大な変位を抑制するためにストッパを設ける等が考えられる。

4. 免震性能確認試験

最後に現在取り組んでいる免震性能確認試験の概略を紹介する。試験は高知能免震システムのうち、空気浮上免震装置の免震性能を確認するために行われており、水平一軸加振としている。図5に試験の供試体を、図6に実験結果の一例としてJMA Kobe NS波 $2.77[\text{m/s}^2]$ を入力した際の時刻歴波形を示す。供試体は約650[kg]の質量を直径0.150[m]のダイヤフラム型エアベアリング4個で支持している。図6より、本免震構造により、上部質量部に働く応答加速度を入力加速度の約1.7%にまで低減できていることが確認できる。ただし、計測された応答加速度は微小で、接触やAD変換に起因するノイズが多く含まれていると考えられるため、実際にはさらに優れた免震性能を発揮すると考えられる。また、応答変位は計測器のケーブル等による剛性のため残留変位こそ発生しなかったものの、図3に示した解析結果と相似形を示している。今後は水平上下同時加振試験、浮上判断まで含めた免震システム全体の動作確認試験を予定している。

5. おわりに

本稿では、緊急地震速報の産業機器制御への利用の一例として、高知能免震システムへの利用を紹介した。本研究の結果、空気浮上免震構造の浮上判断に緊急地

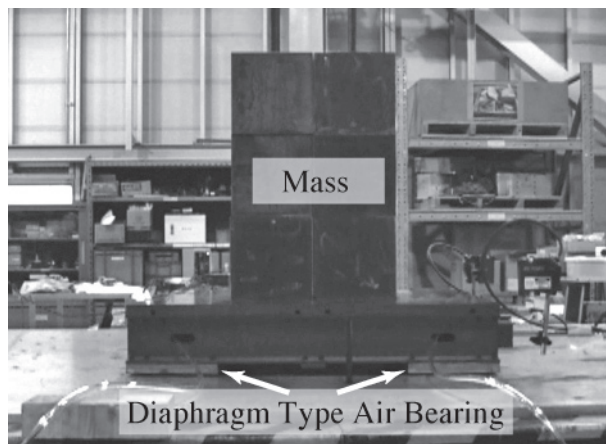


図5 供試体

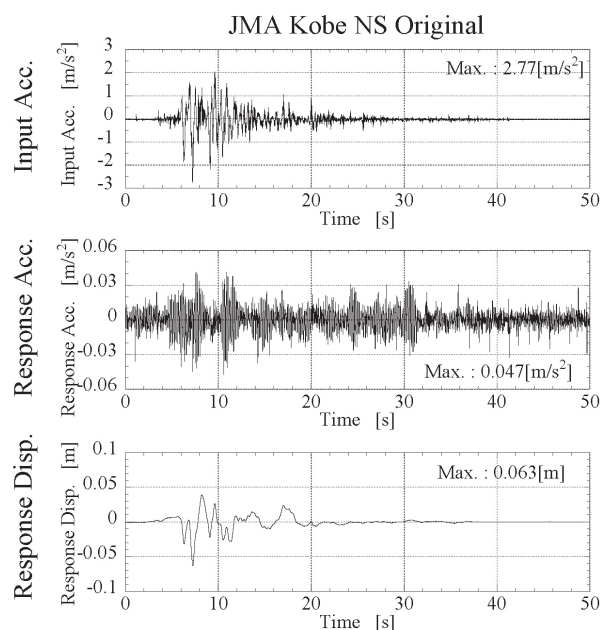


図6 実験結果の一例(時刻歴応答波形)

震速報を使用することで、理論上無限周期で、広く防災システムとなり得る高知能免震システムの構築が可能になることを確認した。

なお本研究の一部は、独立行政法人日本学術振興会科学研究費補助金(基盤研究(C))の補助のもと行われた。また、免震性能確認試験にあたり、オイレス工業(株)の宮崎充氏、田中剛氏には多大な協力を得た。ここに関係各位に謝意を表します。

参考文献

- (1)日本建築学会、長周期地震動と建築物の耐震性、(2007)、p.359、日本建築学会
- (2)岩藤任善、吉本成香、円板形多孔質静圧スラスト軸受に関する研究、機械学会論文集、62-593、C (1996)、276-283

半導体工場における緊急地震速報利活用の検討

吉岡 献太郎

●宮城沖電気株式会社

1. はじめに

日本は世界に例をみない地震大国である。

これは太平洋沿岸線に隣接するように大陸・海洋プレート境界が存在し、内陸にも数多くの活断層が存在するためである。

この日本で1995年以降、阪神淡路、三陸南、新潟中越、能登半島と多くの地震が発生し、超精密産業である半導体工場に大きな被害をもたらした。半導体工場では、クリーンルームと言われるシリコンウェハを加工する清浄度の高い部屋が2階以上に設置されるため、地震の応答も大きくなり、高価な製造設備に損害が及ぶことになる。

また工場では、多くの特殊危険ガス、薬品を取り扱っており、大きな揺れによる漏洩は腐蝕、火災に至る被害になることも想定される。

工場では高価な設備償却費を回収するため、1年を通して24時間連続操作を行っているので、被災したことによる工場の稼働停止は、多大な機会損失を被るばかりではなく、重要な顧客まで失う事態にもなりうる。

半導体は極めて競争の激しい市場であり、地震襲来時の被害を最小化し、少しでも早い操業再開は事業継続するうえでの最重要課題である。

2. 緊急地震速報利活用の検討

当社は過去3回の震度5強クラスの地震に被災し、多大な損害をこうむった。しかし、本来の宮城県沖地震は今後10年で60%、30年で99%の確率で発生が予想されている。

以上の背景の中で、当社ではこれ迄工場建屋、設備設置床面、設備自体の耐震性改善と従業員の為の安全対策を幅広く実施してきた。

これと並行して、前記諸対策の有効性を更に高める為の緊急地震速報の導入検討を行ってきた。

当社での導入検討では、

- 1) 従業員の安全姿勢の確保、安全地域への避難
- 2) 従来S波（主要動）で遮断していたガス、薬品の供給停止
- 3) 高価な半導体製造装置の事前停止

等が活用例として挙げられた。

いずれも地震の大きな揺れの中ではなく、事前に処置出来るので、地震襲来時の被害最小化、立ち上げ迅速化に大きく寄与することとなる。^{1) 2) 3)}

緊急地震速報では、当該地点での震度予測、余裕時間を事前に知る事が出来る反面、精度の悪い情報で事前停止すると、設備コストの高い半導体工場では大きな損害を出すこととなる

損害例としては

- 1) 従業員が避難したことによる生産ロス
- 2) 設備、機械を停止したことによる再立ち上げロス、操業ロス
- 3) 材料ガス、薬品供給を停止したことによる仕掛品の不良発生ロス

が考えられ、当社では緊急地震速報の本格導入にあたり、先ず精度向上の検討を行ってきた。

3. 緊急地震速報の精度向上

緊急地震速報の精度を半導体工場のような精密工場でも使用可能なレベル迄高めるため、当社ではリアルタイム地震速報利用協議会（REIC）殿と共同でシステムの開発を行なった。⁴⁾ また、このシステムの開発にあたっては、東北大学 工学部 源栄正人教授により数多くの御指導を頂いた。

今回の改良点は以下の2点である。

- 1) 気象庁配信の緊急地震速報のデータベースに地盤情報を付加し、最大震度の精度向上を図った
- 2) 緊急地震速報のみのトリガーに対し、社内設置の現地P波（初期微動）地震計のデータを併用し、精度の向上、誤報の排除を実現した。

図1に本システムの構成を示した。

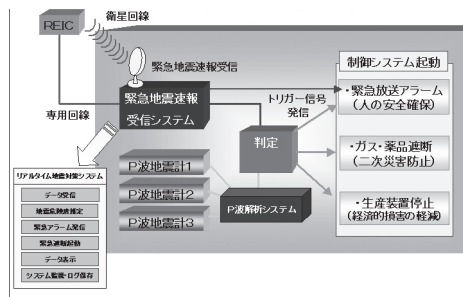


図1 宮城沖電気地震防災システム

設置されたシリンダーキャビネット全てが2秒以内に遮断されることを確認した。

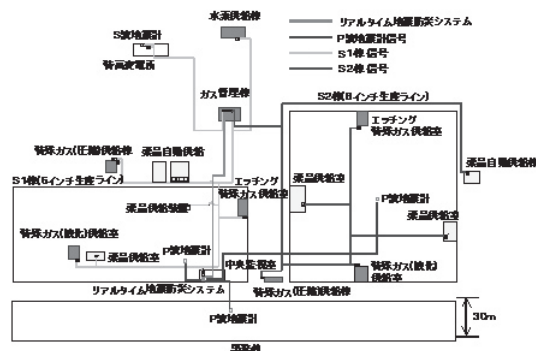


図2 システムによる信号線移送図

このシステムと緊急地震速報と連動させる利点は、S波の大きな揺れの中では配管遮断や駆動装置の外れによる完全閉止が出来ない懸念が払拭されることである。

図3にシステムと連動させている全体の制御系を示した。システムが80ガルの予想震度を算出すると「地震が来ます。安全を確保して下さい」という放送が全館に発信される。システムが120ガル以上を算出した場合、地震遮断盤を通して特殊ガス遮断、薬品供給遮断が行なわれる。

特殊ガラス遮断

薬品供給遮断

ガスヤード

防災警 緊急放送

中央監視室

保守用Sw

分岐盤 (Sw)

120ガル

80ガル

8インチ工場

露光機停止

S波 地震計

信号盤

搬送停止

2Fテスト停止

1Fテスト停止

リアルタイム地震防災システム

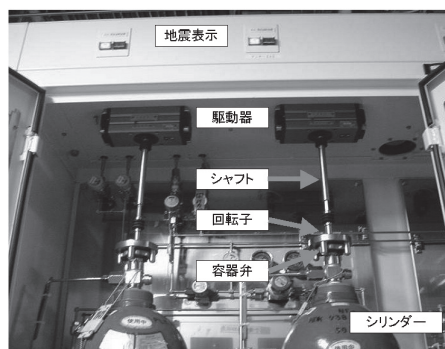


写真 半導体材料ガス緊急遮断システム

図3 リアルタイム地震防災システム制御系統図

通常、半導体工場では可燃性・支燃性・毒性・腐蝕性等の危険な材料ガスや薬品を数多く使用している。当社では126台のキャビネットに約300本のシリンダー（容器ボンベ）を収容している。薬品は無機および有機薬品であり、筐体21台から自動供給される。全てのガス遮断は2秒以内に、薬品供給停止は1秒以内に可能であるため、システムからの遮断停止はS波到達の3秒前に設定されている。

これにより余裕時間の確保ができ、高い精度での停止が可能となっている。

工場内の設備としては、高価な半導体製造用露光装置群、テスター機器群、工程間搬送車がシステムと連動して停止するように設定されている。

最先端の露光装置群は高速動作中に大きな揺れに遭遇すると、縮小投影レンズ等に損害が発生する。過去の地震の経験から震度4のS波と連動して0.5秒以内に停止させるようにしていたが、大きな揺れの中での操作はリスクを伴うので、P波の情報を基にシステムと連動させ、揺れの無い安定な状態で完全停止するように改良を行なった。

一方のテスター機器群は、完成したシリコンウェハ上のI/Cの良否を判定するものである。約3,000本の探針をもつプローブカードは非常に高価であり、接触中に揺れに遭遇すると針が損傷し、修理に多くの費用が発生する。システムと連動させることにより、シリコンウェハがセットされているステージが事前に降下し、揺れている間の探針とシリコンウェハの接触を防ぎ、プローブカード及びウェハが損傷しないよう対策が成された。

ウェハ搬送車はクリーンルームの高所を通過するリニアモータ仕様の搬送車である。約36台の搬送車が工程毎にウェハを搬送している。高所を通過するため、地震の応答も大きく、落下することにより、作業員の損傷、仕掛品であるシリコンウェハの損害が想定されるため、システムと連動させ、事前に落下しない安全な場所で停止するように設定されている。

5. まとめ

半導体工場で大きな揺れの来る前にガス・薬品、設備等を事前停止させることは被害の軽減化、立ち上げの迅速化には非常に効果的である。しかしコストの高い半導体工場において、機械・設備の遮断、停止を行なうには精度の高い緊急地震速報が不可欠である。そのため、緊急地震速報の精度をより高める狙いで地盤情報、現地P波地震計を活用しシステム改良を行なった。本システムは2005年末から稼動し、一昨年5月にガス・薬品の遮断、機械・設備等の停止と連動させた。

図4に予想される宮城県沖地震のタイムチャートで例で示した。地震発生後に最初の観測点でP波を検知し、得られた地震波の解析から震源地、地震の規模、各地の震度予測を秒単位で短時間に推定し情報が発信される。本例では当社が第一報を取得してからS波が来るまでの余裕時間は約16秒である。遮断システムはS波の襲来の3秒前に作動するので精度良く停止することができる。また本システムは現地P波地震計のデータにより、S波を直接予測する機能も兼ね備えて

おり、緊急地震速報が間に合わない震源近傍地震に対しても、十分対応できるシステムとなっている。⁵⁾

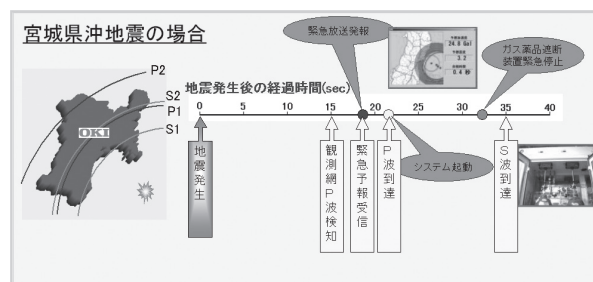


図4 システムの動作タイムチャート(例)

参考文献

- 1) 日経コミュニケーション (2005.9.15) PP.75-77
- 2) 日経マイクロデバイス (JANUARY2006) PP.96-97
- 3) 日経コンピュータ (2006.5.15) PP.56-61
- 4) 吉岡献太郎：半導体工場での緊急地震速報の活用について
緊急地震速報伝送システムの開発と地震災害の軽減に関するシンポジウム (2005.10.14) PP.93-99
- 5) 吉岡献太郎：緊急地震速報を応用した高信頼度防災システムの開発
第2回緊急地震速報講演会(名古屋) (2006.12.13) PP.71-76

柏崎刈羽原子力発電所を視察して

家村 浩和

● 5学会合同調査団 幹事

2007年新潟県中越沖地震は、柏崎市周辺の直下で発生し、原子力発電所を直撃した地震である。原子炉の損傷や大量の放射能の漏洩など重大な災害は回避できたものの、設計地震動を大きく上回る地震であり、種々の被害や不具合が報告され運転再開も相当先のこととされている。

土木学会や日本地震工学会をはじめとする関係5学会では、ことの社会的重大性にかんがみ、被害の実態をより詳しく合同で調査するため、東京電力株式会社に被害の報告と現地の立ち入り調査を依頼したところ、快く受け入れるとの回答を得た。

現地調査は、8月7日の午後実施された。参加者は、土木学会より濱田政則前学会長はじめ6名、建築学会よりは滝口克己東工大教授をはじめ5名、地盤工学会よりは龍岡文夫会長はじめ5名、日本地震学会よりは横井俊明強震動委員会委員長ほか3名、日本地震工学会よりは、北川良和会長、鈴木浩平副会長、鈴木祥之副会長、若松加寿江理事、源栄正人理事の5名、5学会調査団幹事の家村浩和を加えた合計25名である。

5学会合同報告会資料集に示された参加者全員の意見を参考に、家村がとりまとめた現地視察の所見及び耐震性能向上のための一般的な提案は次のとおりである。

被害概要のヒアリング及び現地視察の所見

- ・設計時の地震応答加速度の2倍前後の値を記録した直下地震の直撃を受けたが、運転中の4つの原子炉が自動的かつ安全に自動停止したことは、地震国日本の耐震技術の高さを示すものである。大きなトラブルにならなかったことは、日本のみならず世界の電力需用全体にとっても極めて幸いなことであった。
- ・耐震性の重要度AおよびBクラスの建物や施設に大きな被害は見られなかったが、これらの構造物が地盤との動的相互作用効果などにより弾性的に応答して安全であったのかあるいは一部塑性変形領域に入っていたのかは、詳細な検討が必要である。特に機器類については、機能上の支障がないかのチェックが必要である。最新のコンピューターソフトによる解析が望ましい。

- ・地震力は異種部材の接合部分に集中する傾向がある。原子炉内の多くのパイプ類の接合部分に損傷などがないか、入念なチェックが必要である。屋外の施設においても、排気ダクトと煙突の接合部分、建物と変圧器をつなぐケーブル、タンクとパイプの接合部分、タンクの基礎固定部分などにおいて損傷が見られた。
- ・重要度Cクラスの変圧施設などにおいては、地盤沈下や震動の影響を受けたと見られる被害が目立った。Cクラスがより低い地震荷重で設計されている以上、被害が多いのは、当然ではあるが、これらの構造物、施設に関しても、設計地震力を超える地震に対して、どのような耐震性能を付与して行くべきかを検討する必要がある。原子炉の安全性という観点からのみではなく、大地震後の機能の修復性、BCPといった観点からも見直されるべきである。
- ・今回の地震被害は、地盤のゆすりこみによる沈下が特に多く見られたが、地中構造物の健全性の詳細な調査が必要である。地盤工学的立場よりの耐震対策のみではなく、構造工学的立場からの対策、すなわち、管路のフレキシブル化、2重管路化、埋設管路の地上化なども検討されるべきであろう。重力式岸壁は背後土圧や液状化などの影響を受け海側に移動しやすい。
- ・岸壁に設置されたクレーンのレールなどは、岸壁から少し離して設置すれば、被害の低減が計れる。
- ・今回の地震被害は、原発が直下地震の直撃を受け、設計地震力を大きく超える地震荷重にさらされた、世界でも初めての経験である。被害の有無にかかわらず関連施設の全ての部材に至るまで、また安全保持システムの細部に至るまで、詳細なチェックを行い、原発の耐震性能向上のための、重要なデータとすべきである。
- ・東京電力(株)殿が地震観測波形を、また被災状況を逐次公開されたことは、地震工学分野の発展のみならず原発の社会的理解につながる情報開示として、高く評価したい。
- ・6号機の利用済み燃料プールにおいて、スロッシングが発生し、放射能を含んだ液体がケーブル穴を通

して海に流出した。スロッシングは、地震動の長周期成分により引き起こされたもので、長周期領域における、設計スペクトルの見直しが必要である。

原子力発電所の耐震性能向上への一般的提案

- ・地震断層を特定し、そこから発生する最大級の地震動を推定して、耐震設計を実施する現行の枠組は、実際に発電所を設計して行く上で不可欠である。しかし、建設地点の最大級の地震動を推定し得たかどうかは、断層の特定がかなり困難であることを考えると、大きな不確実性を伴う。今回の地震は、最大地震動の推定の困難さを示している。2006年9月の新指針で今回の地震動が予測できるのかの検証が必要である。一方、不確実な荷重に対する設計法としては、多段階の限界状態に対応する多段階の耐震性能を保証して行く、いわゆる性能設計法が合理的であると考えられ、橋梁や建築ではすでに取り入れられている。重要度ランクA, B, Cの各々の構造施設が各々の設計入力や地震動ならびにそれを上回る地震動に対してどのような耐震性能を保有すべきかを、性能設計法の枠組の中で明示していくことが、一般

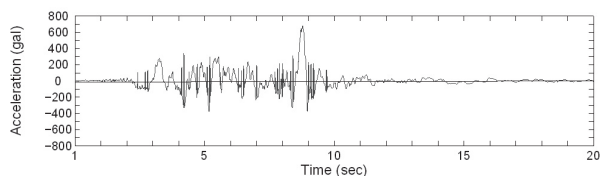


図1 1号機地下での東西方向の加速度記録
最大加速度は、周期の長い大パルスとして発生している。

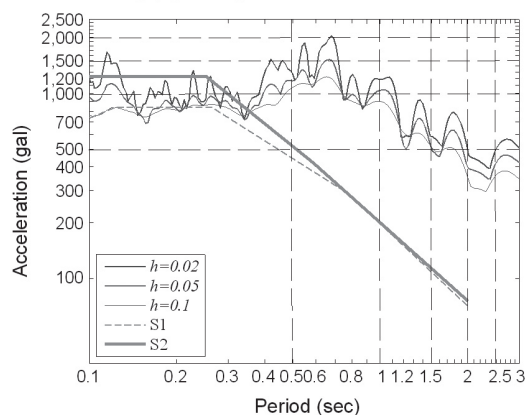


図2 1号機地下の加速度応答スペクトルとS1, S2の設計スペクトル(五十嵐晃准教授による)周期0.4秒以上の長周期において観測値が極めて大きい。

社会に対する説明責任ではないだろうか？原発の耐震性能を一般社会にも分かりやすく提示する必要がある。

- ・保有すべき耐震性能を保証するためには確証データが必要であるが、今回の地震時のデータや教訓を踏まえること、また不足分については、E-defenseなどを用いた各種実験データを得ること、さらに数値シミュレーションの技術を向上させることなどにより、広い範囲の耐震性能を示すことが出来るものと思われる。
- ・地震国日本の名に恥じず、観測される地震動は増大の一方である。これに伴い、構造設計で考慮すべき地震力も比例的に増大しており、コスト上の負担も大きい。これらに対処するには、従来からの非弾塑性設計法を、減震設計法に加えて、最近の免震設計法や制震設計など、先端技術の応用が必要とされている。特に昨年新しい指針で見直された地震力に対して耐震補強するときには、先端技術を応用した、合理的な対策が望まれる。

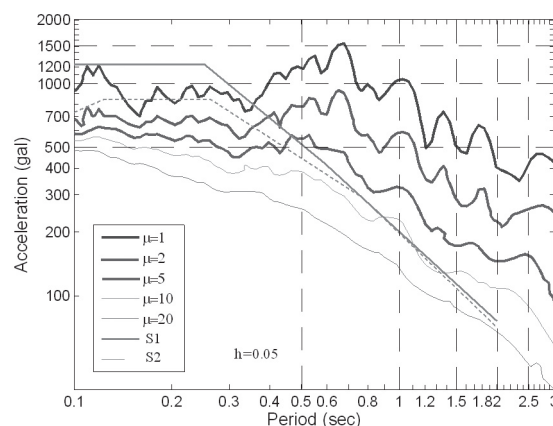


図3 1号機地下の記録による必要強度スペクトル(五十嵐晃准教授による)周期0.5秒以上では塑性率 $\mu=5$ でも設計スペクトル値を超えている。

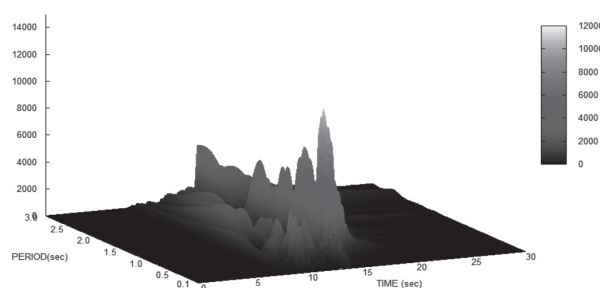


図4 1号機の地下の記録の非定常パワースペクトル
4個のピークの最大のものは地震動の後半に見られる。長周期域にもピークが連なっている



写真1 発電所内の丘より1～4号機を南方に望む
5～7号機は背後にある



写真2・3 排気ダクトと煙突との接合部における損傷



写真4 激しい震動により地盤が大きく揺り込み沈下した



写真5 変圧器よりの油もれを防ぐトンパック堤

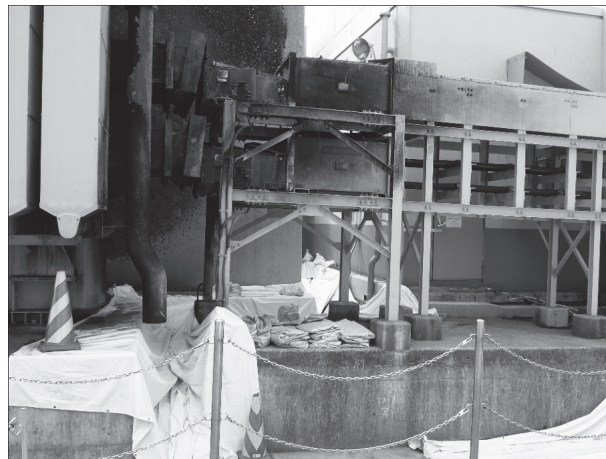


写真6・7 支持台の沈下により、建物と変圧器を結ぶケーブルがショートし発火。変圧器の油に引火して火災となった。



写真8 地盤沈下により地中の洞道が浮き上がったように見える



写真9 表層地盤の不等沈下により道路がうねっている



写真10 杭基礎を有しないCクラスの設備は、傾斜などの被害を引き起こした。



写真11・12 海水の出入り口に設けられたクレーンとその線路の被害



写真13 室内クレーンの支承部に応力集中によると思われる被害が発生した



写真14 使用済み燃料プールの液体がスロッシングして越流した

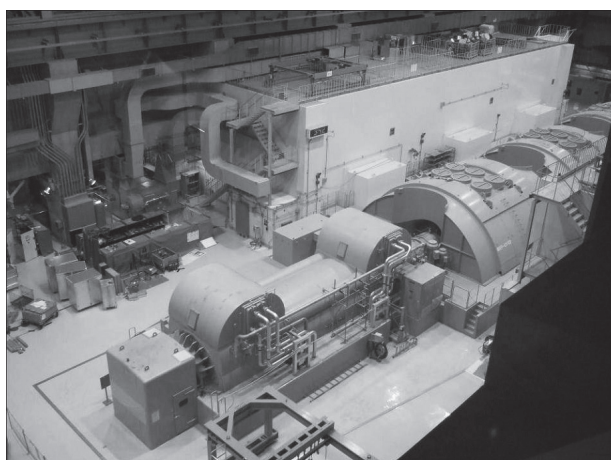


写真15 タービン施設に目に見えるような被害は無い



写真16 タンクとパイプの接合部は、応力集中により被害が発生した

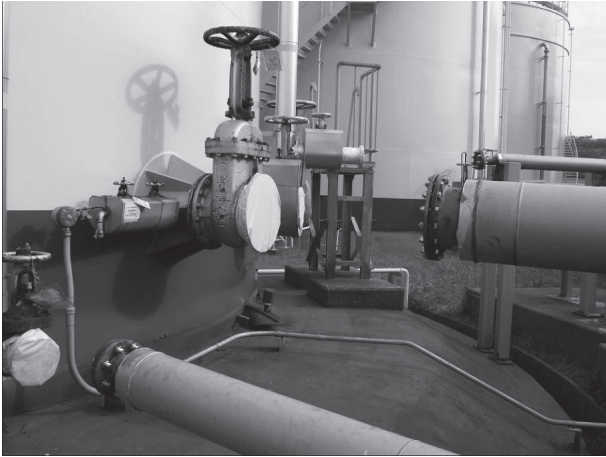


写真17 タンクとパイプの接合部は、応力集中により被害を発生した



写真18 5学会代表による討議風景

新潟県中越沖地震から学ぶ原子力発電所の耐震安全性の課題 —基準地震動評価のために考慮すべきこと—

入倉 孝次郎

●愛知工業大学

1. はじめに

2007年7月16日の新潟県中越沖地震（気象庁マグニチュード6.8）は原子力発電所の極近傍に発生し、それにより発電所の建物・施設が震度7の強震動の直撃を受けた。原子炉の基礎版で記録された地震動は耐震設計のために想定された地震動のレベルを最大で約2.5倍も上回るものであった。原子力発電所の被害については、変圧器の火災、貯蔵庫内のドラム缶の転倒、極微量ではあるが放射性物質の放出などはあったが、現在のところ、原子炉や原子炉建屋など安全上重要な設備には目立った損傷はないと報告されている¹⁾。このように大きな地震が原子力発電所の近くで起こったのは国内のみならず国際的にも初めてのケースで、日本の原子力発電所のみならず、地震国にある各国の原子力発電所の耐震安全性に大きな問題を投げかけた。

一昨年9月の「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針」の改訂を受けて、原子力安全委員会は、行政庁から原子力事業者に対して既設も含めて原子力施設の耐震安全性の評価の実施と、その結果の速やかな報告を指示した。原子力安全・保安院は、原子力施設について新耐震指針に照らした耐震安全性の評価（バックチェック）を原子力事業者に要請した。それを受けて原子力事業者は、耐震安全性の評価の実施計画書を行政庁に提出し、既設原発の耐震安全性の評価のために地形・地質調査を実施するとともに、基準地震動の評価を準備している最中にこの地震は起こった。

この地震により、柏崎刈羽原子力発電所で記録された地震動が設計用に想定された地震動レベルを超えただけでなく、この地震に関連した考えられる震源断層は1－7号機の設置許可時には活断層として評価対象になっていなかった、など安全審査に関わる種々の問題が露呈した。これらの事実、柏崎刈羽原子力発電所のみならず他の原子力発電所に対しても、新指針に対応した耐震安全性の評価のための地形・地質調査や基準地震動の評価に関する計画の見直しを迫るものであった。

改訂された耐震審査指針は①最新の手法に用いた詳細な活断層調査、②最新の知見に基づく断層モデルによる地震動評価、③震源を特定せず策定する地震動の

策定、などが規定されており、今回のような地震に対しても断層モデルによる基準地震動の評価とそれに基づく建屋・機器の耐震安全性の評価が要求されている。今回の地震は新耐震指針の考え方の重要性を改めて示すものといえる。しかしながら、原子力事業者が指針の改訂を受けて耐震安全性の確認のために作成した計画書そのものが今回の地震の地震動やそれに基づく建物・建築物の健全性の確認に適したものかどうか改めて吟味が必要とされている。

2. 中越沖地震の概要 —震源メカニズムと強震動—

2007年新潟県中越沖地震は7月16日に新潟県上中越沖の深さ約10 kmで起こった。この地震の気象庁マグニチュードは6.8、モーメントマグニチュードは6.6（防災科研, 2007）、震源域に近い新潟県刈羽村や柏崎市において震度6強、柏崎刈羽原発の敷地では震度7が記録された。この地震が発生した地域は、プレート境界と考えられている日本海東縁部の延長に位置し、これまでも地質構造調査により活褶曲の分布する歪み集中帯であること（岡村, 2002）²⁾、GPSによる地殻変動調査でも日本海西岸・新潟から南西方向に伸びる歪み集中帯であることが確認されていた（鷲谷, 2007）³⁾。この歪み集中帯では歴史的に繰り返し大地震が起こっていることが指摘されていた。

ところが、この地震の発生直後、その発震機構は近地および遠地の地震記録の解析から北西－南東方向に圧力軸を持つ逆断層型であることはすぐに明らかになったが、断層面が南東傾斜か北西傾斜かはなかなか特定できなかった。それは、今回の地震の震源が日本海の沿岸域で、地震観測や地殻変動観測が震源域の東側に遍在していたため、余震の決定精度が悪く、余震分布から震源断層面が南東傾斜か北西傾斜かの決定が困難であったことによる。また、GPSやSARなどの地殻変動データからもユニークな断層面解の決定が困難であった。これらの事実は日本の地震調査研究体制の弱点を露にしている。

科学技術振興調整費「新潟県中越沖地震に関する緊急調査研究」（東京大学地震研究所など）で海底地震計による余震観測により再決定された余震分布の結果は

震源断層が南東傾斜であった可能性を強く示唆した⁴⁾。地震調査委員会は、本年1月に臨時の海底および陸上地震観測に基づく震源分布、および震源分布を参照した地殻変動解析結果から「この地震は大局的には南東傾斜の逆断層運動により発生し、震源域の北東部では北西傾斜の断層も活動した」との見解をまとめた⁵⁾。地震発生後約5カ月でようやくこの問題の決着がついたことになる。

地表で観測された地震動の最大加速度は経験的距離減衰式(司・翠川, 1999)⁶⁾にほぼ従っている。しかしながら、震源域近くの柏崎刈羽原発での地表の最大加速度は経験式に比べて顕著に大きい(図1)。柏崎刈羽原発の岩盤地中で得られた最大加速度も岩盤上で観測された地震動の最大加速度の経験的距離減衰式(Fukushima and Tanaka, 1989)⁷⁾と比べて極めて大きい。

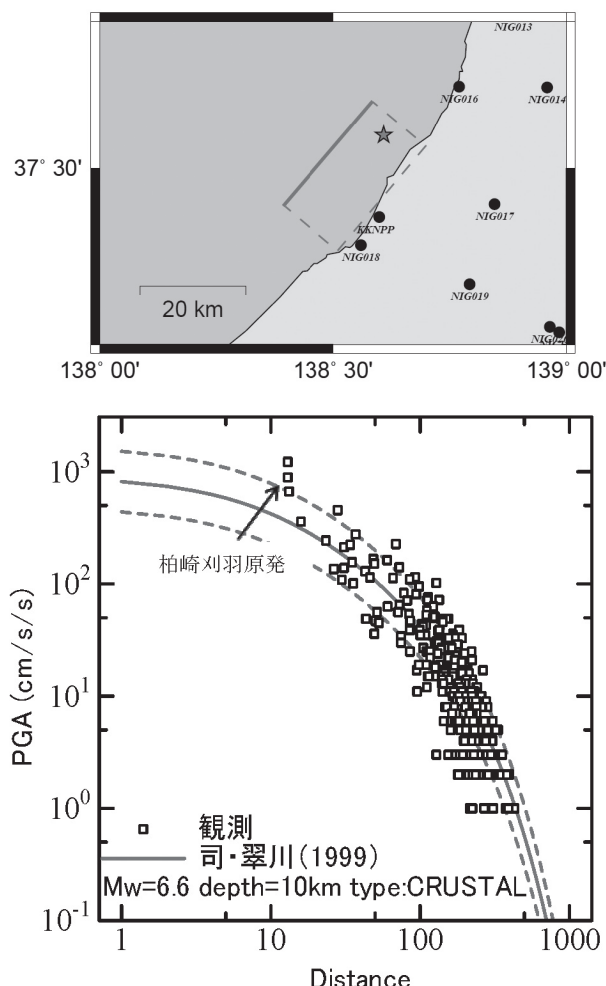


図1 上: 想定した南東傾斜の震源断層モデル(堀川, 2007)⁹⁾。下: 最大加速度の距離減衰式。

柏崎刈羽原発での強震動が大きい原因としては、①震源断層における破壊の放射特性・指向性効果など震

源の性質、②敷地近傍の地盤の増幅効果、③フォーカシングなど伝播経路の性質、などが考えられる。

上の①であげられる震源特性については、震源断層として北西傾斜を仮定すると、柏崎刈羽サイトは破壊の進行方向に位置することになり、大きな強震動はデレクティビティ効果の可能性が高いと考えられるが、震源断層が南東傾斜とすると、デレクティビティ効果の影響は小さい。本研究では、南東傾斜の震源断層を想定して、経験的グリーン関数を用いて断層モデルを設定して震源近傍域での観測記録と合成波形との比較により最適震源モデルを構築し、なぜ柏崎刈羽原発における大きな強震動が生成されたかの原因を検討する。この方法は、経験的グリーン関数として用いる余震記録が本震の地震動とほぼ同じ②の地盤特性と③の伝播特性を持っているので、①の震源特性の議論に適している。

額・引間(2007)⁸⁾は、遠地実体波および強震動の記録を用いた波形インバージョンにより、南東傾斜の断層面を設定した震源断層モデルが観測記録を最もよく説明するとの見解を発表している。さらに、彼らは柏崎刈羽原発の原子炉基礎版上の波形記録にみられる3つのパルス波が波形インバージョンで得られた3つのアスペリティに対応していると結論している。堀川(2007)⁹⁾も、強震記録を用いた波形インバージョンを行い、南東傾斜の2枚の断層面を想定したとき残差最小の解が得られることを示した。

これらの解析では、強震動記録として0.5Hz以下の低周波成分の速度波形あるいは変位波形を用いて、理論波形との比較がなされている。ここでは、経験的グリーン関数法を用いることにより、0.1~20Hzの広周波数帯域の強震動のための震源断層のモデル化が可能となった。原子力発電所の耐震安全評価のためにはこのような広周波数帯域の地震動の評価が不可欠である。

震源断層面は海底地震計による観測結果を用いて再決定された余震分布から走向方向(N37°E)および傾斜角(30°)の1枚の断層面を仮定。震源モデルとしては3つのアスペリティからなる特性化震源モデルを仮定し、設定されたアスペリティの位置に対応してそれぞれ適切な余震記録をグリーン関数として用いた。最適モデルとして得られた震源モデルが図2に、合成された強震動と観測記録の比較が図3に示される(入倉・他, 2007)¹⁰⁾。合成された加速度、速度、変位とも観測記録によく一致している。計算に用いた各アスペリティにおける応力降下量は約20MPaで、これまでのレシピに基づいて設定された応力降下量よりもやや大きい。このモデルの有効性は離散化波数法(Bouchon,

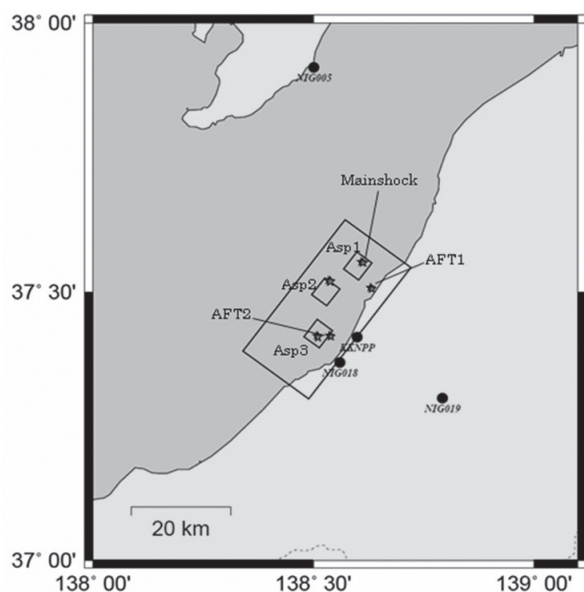


図2 経験的グリーン関数法を用いて評価された震源断層モデル。3つのアスペリティからなる特性化震源モデルを設定。

1981)¹¹⁾を用いた理論的グリーン関数を用いて計算でも確かめられた。

柏崎刈羽原発の1号機の基礎版で顕著に大きな強震動が得られた原因を検討するために、アスペリティ1およびアスペリティ3から柏崎刈羽原発1号機へのS波の放射特性を評価したところ、1号機がアスペリティ3の放射特性の腹の方向に位置していることが分かった(図4)。ここでの放射特性の計算は完全無限弾性媒質を仮定したものであるが、より現実に近い平行多層構造媒質を考慮しても同様の結果が得られることが確かめられた。

これらの解析により次のことが明らかになった。この地震の震源断層は3つのアスペリティ(Asp 1、Asp 2、Asp 3)を有していること、柏崎刈羽原発で観測された3つのパルス波は3つのアスペリティから地震動に対応している。柏崎刈羽原発で想定以上に大きな強震動に襲われた原因は、①柏崎刈羽の沖合に強い地震動を生成するアスペリティ(Asp 3)があり、②柏崎刈羽はそのアスペリティから発せられるS波の放射特性が最大となる方向にあたること、③そのアスペリティから発せられた地震波が伝播経路でのフォーカシングと厚い堆積層により大きく増幅され、柏崎刈羽で強いパルス波が生成されたこと、にあると考えられる。

3. 新潟県中越沖地震から学ぶべきこと

今回の地震により、原子炉建屋基礎版等の観測地震動は耐震設計のために想定された地震動を2.5倍も上回った。このような地震動による原子力発電所への影響について徹底した調査および今後の耐震安全性評価の在り方について検討が必要とされる。今回の地震から得られる知見を整理し、他の原子力発電所に反映すべき事項を明確にする必要がある。今回の地震から学んで基準地震動の評価に関しての教訓として以下のものがあげられる。

(1) 個別サイトに影響を及ぼす地震の発生地域における地形・地質調査の徹底と検討用地震の選定に関して「ひずみ集中帯」など地震に関わる構造帯の地域的特性の考慮。

日本の原子力発電所は海岸に立地しており、海域から陸域にかけたシームレスな地形・地質、地下構造の調査が必要とされる。今回の地震に関連した断層は海底地震計により再決定された余震の分布(南東傾斜)と産総研の調査による海底断層が対応していることから、ようやく位置と形状が特定された。今回の活断層の見逃しは単に調査方法の問題だけでなく安全審査の在り方にも問題がある。新指針を踏まえた地質・地盤に関する安全審査の手引きの早急な改訂が必要。

(2) 震源を特定して策定する地震動評価のための活断層の調査方法の確立と地震動評価の高精度化。

中越沖地震を引き起こした震源断層は東京電力が審査時点で提出したF-B断層に対応することが分かってきた。東京電力の報告によると、建設時点では海域にF-B断層の存在は確認していたが、この断層の活動は50000年以前ということで評価対象となる活断層ではない判断された。その後褶曲の形態から活断層の形態が推定可能(岡村, 2000)¹²⁾との新知見が得られ、その考えに基づいて再評価の結果、この断層は長さ20 kmの活断層と認定されていた。しかしながら、この活断層に対する地震動は旧指針のS2を上回らないと判断された。これは、活断層情報に基づく震源断層に関するモデル化が適切でないため、地震動が過小評価されたことを如実に示している。

新指針に規定されているように、活断層に関する詳細調査(海底地質・地形調査、音波探査、重力探査、大規模反射法調査など)に基づき、巨視的・微視的断層パラメータとそれらのばらつき(不確かさ)を考慮して震源断層モデルの推定、および震源域から敷地までの波動伝播特性についての経験的・理論的評価を行って、解放基盤および基礎版上の地震動の評価を実施し、適切な基準地震動の策定がなされる必要がある。

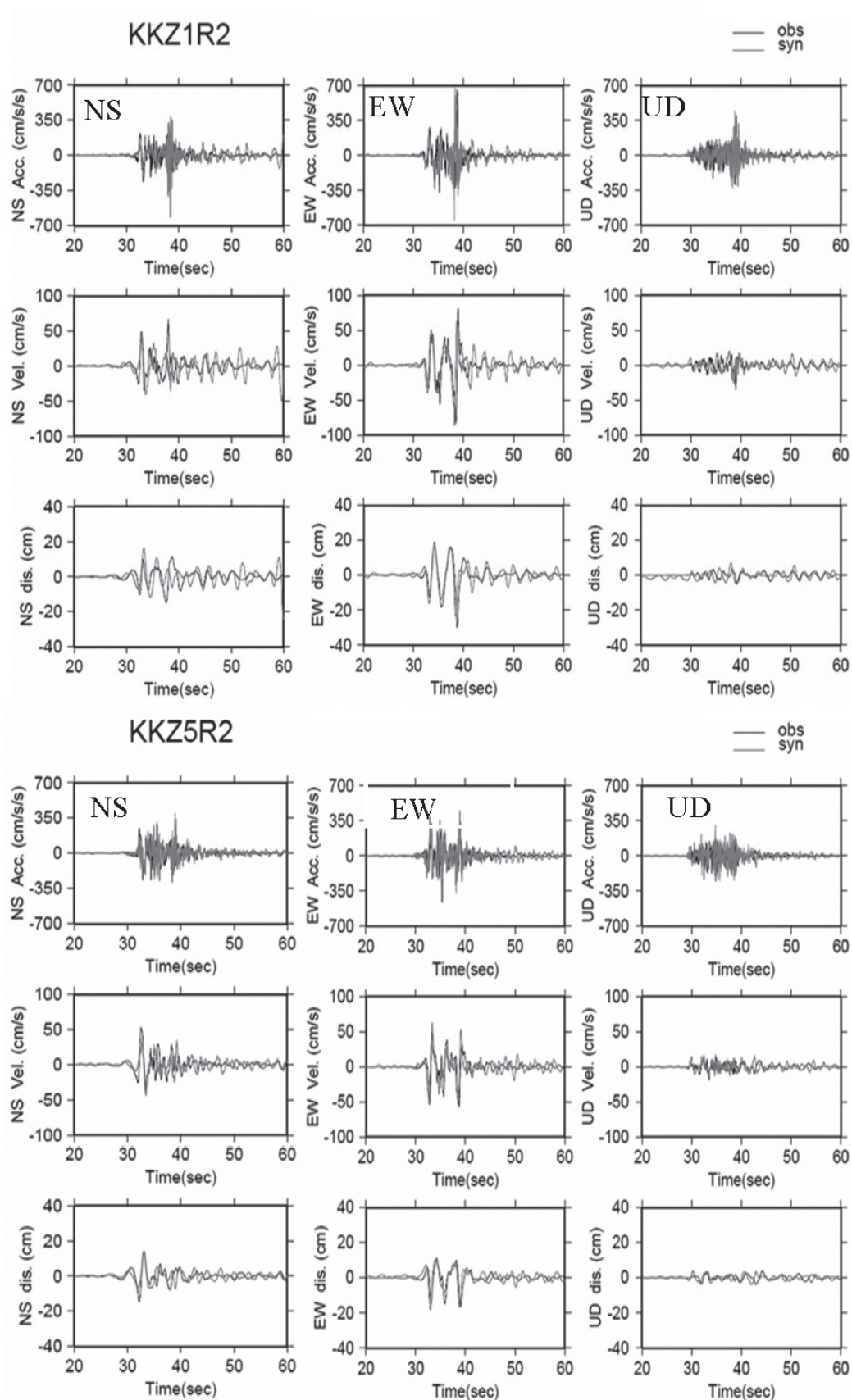


図3 観測記録(黒)と合成された強震動(灰)との比較。上はKKZ1R2(柏崎刈羽原発1号機基礎版)、下はKKZ5R2(柏崎刈羽原発5号機基礎版)。

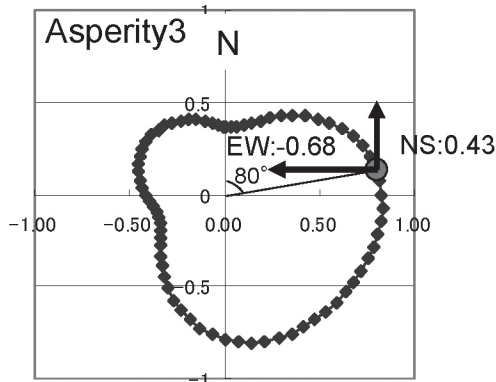


図4 アスぺリティ3に点震源を置いた場合に対する柏崎刈羽原発へのS波の放射特性。完全無限弾性媒質を仮定し、点震源解としては走向 37° 、傾斜角 30° 、すべり角は 90° に設定。柏崎刈羽は放射特性の腹方向に位置。

(3) 震源を特定せず策定する地震動との関係

中越沖地震は気象庁マグニチュード6.8で、この程度の規模の地震の震源断層が事前に特定できるかどうかについて地震に関わる構造帯の地域的特性と関連した検討が必要とされている。また、たとえ震源断層が特定されたとしても、今回の地震により原子炉建屋基礎版上で記録された地震動が予測可能であったかどうかは、今後の詳細な調査が必要とされる。柏崎刈羽発電所が揺れやすい地盤上に位置している可能性、および強震動の生成に大きな影響を及ぼすアスぺリティに関連するパラメータの事前評価の可能性、などについて、今後さらなる詳細調査が必要。

当面の措置として、他の原子力発電所等の耐震安全性の評価のために、原子炉建屋基礎版上での観測記録に基づいて、個別の敷地の地盤特性、建屋や機器などの機能や実耐力、振動特性の実態なども考慮して、適切な基準地震動の策定がなされる必要がある。

謝辞

本報告の2007年中越沖地震の震源モデルは愛工大の倉橋 奨氏との共同研究によるものを引用させていただきました。解析には独立行政法人防災科学研究所のK-NETおよびKik-Netによる強震動観測記録を使用させていただきました。2007年新潟県中越沖地震に関する調査研究については各関係機関が文部科学省地震調査委員会で発表した資料を参照させていただきました。関係機関および関係者の皆様に深く感謝します。

参考文献

- 1) International Atomic Energy Agency: Preliminary findings and lessons learned from the the 16 July 2007 Earthquake at Kashiwazaki-Kariwa NPP,

Mission Report Vol.1, Engineering Safety Expert Mission, 2007.

- 2) 岡村行信：第7章日本海東縁の歪み集中帯，大竹ほか編集，「日本海東縁の活断層とテクトニクス」，111-121，東京大学出版会，2002.
- 3) 鷺谷威：中部・東北日本におけるプレート内歪み集中帯—その構造、変形と地学的意義—，月刊地球，29，376-382，2007.
- 4) 東京大学地震研究所・他：「2007年新潟県中越沖地震に関する総合調査」海底地震観測及び陸上臨時観測による余震観測，第175回地震調査委員会（2007年11月12日）東京大学地震研究所資料，2007.
- 5) 地震調査委員会：平成19年(2007)新潟県中越沖地震の評価（主に断層面に関する評価）
http://www.jishin.go.jp/main/chousa/08jan_chuetsu_oki/index.htm.
- 6) 司 宏俊・翠川三郎:断層タイプ及び地盤条件を考慮した最大加速度・最大速度の距離減衰式，日本建築学会構造系論文集，523，pp.63-70,1999.
- 7) FUKUSHIMA, Yoshimitsu and Teiji TANAKA: A new attenuation relation for peak horizontal acceleration of strong earthquake ground motion in Japan, Bulletin of the Seismological Society of America, 80,757-783, 1990.
- 8) 引間和人・額額一起：遠地実体波と強震波形から推定される2007年新潟県中越沖地震の震源過程，日本地震学会2007年秋季大会ポスター発表，
<http://taro.eri.u-tokyo.ac.jp/saigai/chuetsuoki/source/index.html>, 2007.
- 9) 堀川晴央：波形インバージョンによる中越沖地震の震源モデルの推定（2）：2枚の断層面を仮定した場合，第175回地震調査委員会（2007年11月12日）産業技術総合研究所資料，2007.
- 10) 入倉孝次郎・香川敬生・宮腰研・倉橋奨：2007年新潟県中越沖地震の強震動－なぜ柏崎刈羽原子力発電所は想定以上の破壊的強震動に襲われたのか？，
http://www.kojiro-irikura.jp/pdf/cyuetsu_071228.pdf, 2007.
- 11) Bouchon, M.: A simple method to calculate Green's functions for elastic layered Media, *Bulletin of the Seismological Society of America*, 71, 959-971, 1981.
- 12) 岡村行信：音波探査プロファイルに基づいた海底活断層の認定－fault related, growth strata及びgrowth triangleの適用－，地質調査所月報 51, 59-77, (地質調査所), 2000.

地震工学の名著を探せ！

会誌編集委員会（編集担当：大原 美保）

●東京大学 生産技術研究所

1. はじめに

日本地震工学会には、建築、土木、地盤、地震、機械など、様々な分野で活動する専門家が多数集まっています。そこで、各分野における地震工学関連の定番・必読書を紹介し合って学会員の間での知識の融合をさらに深め、また、これから勉強を始める会員や専門の幅を広げたい会員の役に立つ情報提供を目指して、会誌編集委員会では「地震工学の名著を探せ！」という企画を立ち上げました。

地震工学に関する様々な知識を体系的にまとめた名著、現場で使える知識をまとめた名著、若者にぜひ読んで欲しい名著、地震工学を学ぶきっかけとなった名著など、会員が「これは必読」とお薦めする書籍を2007年11月に募集しました。学会ホームページ、学会員宛てメール、月2回のメールニュース等で呼びかけを行い、約50件のご推薦をいただきました。ご回答頂いた皆様に感謝申し上げます。本記事に掲載する書籍や推薦理由文などの採否については、編集委員会に一任させていただきました。今回の記事では、これらの書籍のうち、会誌編集委員会で選んだ14点をご紹介します。

なお、応募のあった書籍の中から、紙面の都合や分野のバランスも考慮しながら14点を選びました。しかし、会誌編集委員会としても全ての名著を掲載できたとは思いません。恐らく、肝心なあの名著が抜けているのではないかと、「名著」の定義をどう考えたのか疑問だ、選定の基準は何なのか、などなど、ご批判も多々あらうかと推察します。今回はご覧のとおりですが、皆さんからの反響が大きければ、次号以降で、第2弾や関連企画なども検討したいと思えます。

追加したい名著がありましたら、以下をお知らせください。

- 1) 本のタイトル
- 2) 著者・出版社
- 3) 推薦理由 (200字まで)
- 4) ご氏名・ご所属
- 5) 学会誌上での匿名希望の有無

また、本記事を読んでのご感想・ご意見もお寄せく

ださい。本企画第2弾の要望、関連した記事の企画案、書籍以外の珍しい文献や希少資料のご紹介なども歓迎いたします。いずれも、下記アドレスに電子メールでお届けください。なお、2008年3月末日に締め切らせていただきます。

info@risk-mg.iis.u-tokyo.ac.jp

2. 初学者におすすめしたい名著

①新・地震動のスペクトル解析入門

著者：大崎 順彦

発行：鹿島出版会

サイズ：B5版、299ページ

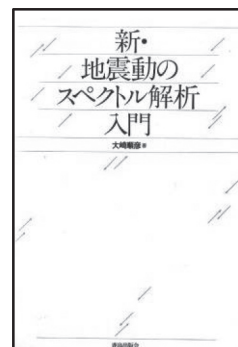
発行年：1994

ISBN：4-3060-3270-1

価格（税込）：6,510円

目次：

1. 周期・頻度スペクトル
2. 確率密度スペクトル
3. フーリエ・スペクトル
4. パワ・スペクトル、自己相関関数
5. スペクトルの平滑化
6. 応答スペクトル 他



最も多くの方からご推薦いただきました。1976年の旧版が加筆され、1994年に新版として発行されています。会員からのコメント：

地震工学を勉強するに当たっては、スペクトル解析についての知識が最低限必要であり、本書は初心者向けに著者自身の大学の講義を元に非常にわかりやすく説明を行っています。スペクトル解析は、地震工学以外にも波形を持つ事象（振動、騒音ほか）に対しても基本となるものであり、是非とも本書でその基礎を培っていただきたいと思います。

鵜野 禎史（川口金属工業株式会社）

②動的解析と耐震設計（第1巻～第4巻）

編者：土木学会

発行：技報堂出版

サイズ：A5版

発行年：1989

ISBN：4-7655-1495-1 ～ 7

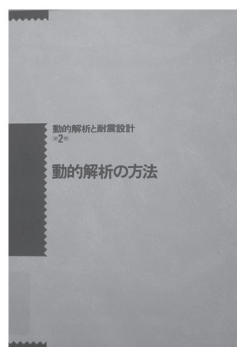
価格(税込)：4,200 ～ 6,825円

目次(第2巻 動的解析の方法)：

1. 数値計算法の種類と特徴
2. 基本的な応答計算法
3. 非線形問題
4. 地盤—構造物系の動的解析 他

会員からのコメント：

土木学会耐震工学委員会(当時)の中に設置された動的解析とその適用に関する研究小委員会が、4年の歳月をかけ総力を挙げて編んだ、全4巻の書籍。第1巻：地震動・動的物性、第2巻：動的解析の方法、第3巻：エネルギー施設、第4巻：ライフライン施設と、主要土木構造物の動的解析と耐震設計の基本から適用例までが網羅されています。匿名希望(会誌編集委員)



③地震学(第3版)

著者：宇津 徳治

発行：共立出版

サイズ：A5版、376ページ

発行年：2001

ISBN：4-320-04637-4

価格(税込)：5,250円

目次：

1. 地震概説
2. 地震計と地震観測
3. 弾性波動
4. 地震波による地球内部構造の研究
5. 地震動の強さと地震の大きさ 他

会員からのコメント：

修士課程で土木構造物の耐震工学を学ぶことになり、初めて地震学の勉強をした本です。当時は初版で、黄色いカバーのコンパクトな装丁でした。学部でごく基本的なことしか知らなかった私にとって、地震学について分かりやすく説明してあり、耐震工学を学ぶにあたり非常に参考になった本です。今でも地震学のことで何かわからないことがあると、最初にこの本を参照させていただいております。岡本 晋(大成建設株式会社)



④入門建設振動学

著者：小坪 清眞

発行：森北出版

サイズ：A5版、251ページ

発行年：1996

ISBN：4-6274-6280-8

価格(税込)：3,570円

目次：

1. 振動序説
2. 1自由度系の自由振動
3. 1自由度系の減衰自由振動
4. 1自由度系の力による強制振動
5. 1自由度系の支点変位による強制振動 他

会員からのコメント：

かつて「土木振動学」という書名でした。1自由度系の自由振動から分布質量系の振動まで、振動理論の基礎が丁寧に解説されていて、耐震の勉強を始めたときに大変お世話になったものです。1996年に大改訂され書名も変わりましたが、建設振動学の入門書として健在です。匿名希望(会誌編集委員)



⑤実務の先輩たちが書いた土木構造物の耐震設計入門

編者：土木学会

地震工学委員会

発行：土木学会

サイズ：A4版、231ページ

発行年：2001

ISBN：4-8106-0429-2

価格(税込)：2,415円

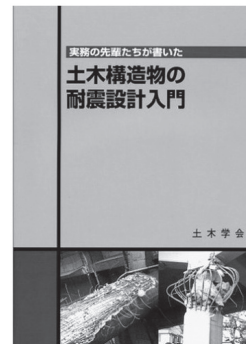
目次：

1. ものの揺れ方
2. 地盤の振動・動的特性
3. 断層を想定した強震動の予測と設計地震動
4. 地盤の液化・流動化
5. 地上構造物の耐震設計法 他

会員からのコメント：

入社間もなく「耐震設計とは？」という頃に先輩に勧められ、大変参考になりました。分かりやすい言葉で書かれているので、頭に入りやすいと思います。

安西 綾子(中央復建コンサルタンツ(株))



⑥最新建築学シリーズ9 最新 耐震構造解析 第2版

著者：柴田 明徳

発行：森北出版

サイズ：A5版、348ページ

発行年：2003

ISBN：4-6275-2092-1

価格(税込)：3,885円

目次：

1. 1自由度系の線形応答
2. 多自由度系の線形応答
3. 応答の数値解析
4. 弾塑性応答
5. フーリエ解析 他

会員からのコメント：

講義内容よりも高度な内容が含まれています。大学院に進学して、高度な内容を理解したい人には読んで欲しい本です。

匿名希望



以降の地震の液状化被害

3. 液状化のメカニズムと定義

4. 液状化判定法

5. 液状化検討における地震外力の設定法に関する諸問題 他

会員からのコメント：

1996年に地盤工学会に設置された「液状化メカニズム・予測法と設計法に関する研究委員会」の成果報告の一環として、地盤工学会誌「土と基礎」の講座に12回にわたって掲載された連載記事。液状化による被害の状況、液状化のメカニズム、簡易な液状化判定法、液状化解析法、液状化を考慮した地盤構造物の設計法などについて、豊富な参考文献を引用しながら概説しており、「液状化」を学ぼうとする初学者向けの教科書として最適である。

匿名希望

⑦新建築学大系 38 構造の動的設計

著者：大澤 胖・南 忠夫・

松島 豊・長田 正至

発行：彰国社

サイズ：A5版、318ページ

発行年：1981

ISBN：4-395-15038-1

価格(税込)：5,040円

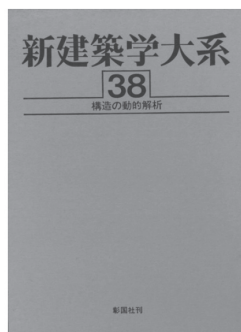
目次：

1. 序論
2. 動的解析の基礎
3. 地震動
4. 建物の地盤の相互作用
5. 建築物の地震応答と構造設計 他

会員からのコメント：

易しく書かれているので、入門書としては最適です。

匿名希望

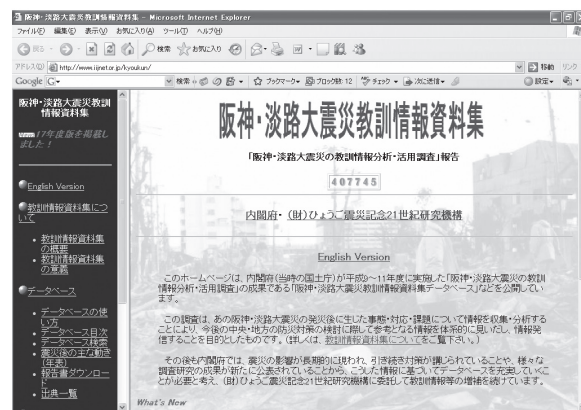


⑨阪神・淡路大震災教訓情報資料集

編者：内閣府・(財)ひょうご震災記念21世紀研究機構

発行年：1999

WEB: <http://www.ijnet.or.jp/kyoukun/>



阪神・淡路大震災の教訓情報分析・活用調査委員会により編集された資料集です。上記のWEBから、地震発生後の時間経過および分野別に整理された報告書PDFをダウンロードできます。また、キーワードによる検索もできます。

会員からのコメント：

都市直下地震の被害の深刻さを見せつけた阪神・淡路大震災。その被害の大きさと社会的な影響の広がりについて、あますところなく伝えようと試みられています。地域や社会が震災によりどのような影響を受けるのかを考える上で、都市地震防災の原点になる資料だと思います。

秦 康範(東京大学生産技術研究所)

⑧連載講座「液状化メカニズム・予測法と設計法」

記事執筆：岡 二三生ほか

地盤工学会誌「土と基礎」

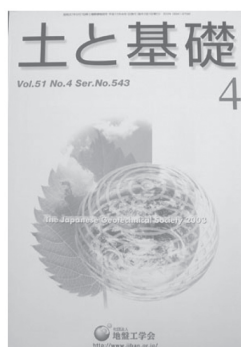
2002年5月号～2003年4月号

に連載

サイズ：A4版

目次：

1. 講座を始めるにあたって
2. 兵庫県南部地震とそ4



3. 実用的知識も含む名著

①地盤震動 —現象と理論—

発行：日本建築学会

サイズ：A4版、408ページ

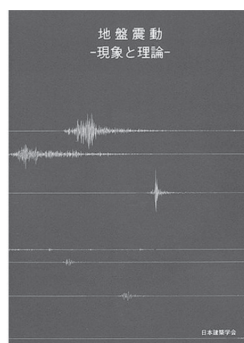
発行年：2005

ISBN：4-8189-0558-5

価格（税込）：5,250円

目次：

1. 過去10年の被害地震における地盤震動の特徴的現象と研究の進展
2. 強震観測の変遷と展開
3. 地震波データ処理の基礎理論
4. 地震波動の生成と伝播の解析手法
5. 震源過程と断層破壊 他



会員からのコメント：

震源・伝播経路・地盤震動に関する各論が詳しく説明されていることに加え、設計用入力地震動作成への応用にも重点が置かれている。研究者のみならず、実務者も対象としている点が特徴であり、最新の地震・地震工学の知見が整理された名著と思われる。

加藤 研一（鹿島建設株式会社）

②活断層とは何か

著者：池田 安隆・島崎 邦彦・
山崎 晴雄

発行：東京大学出版会

サイズ：B6版、228ページ

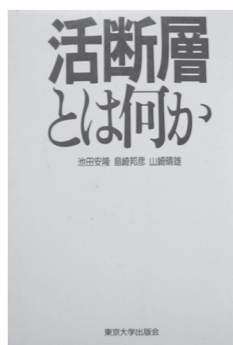
発行年：1996

ISBN：4-1306-3309-0

価格（税込）：1,890円

目次：

1. 地震はなぜ起こるのか
2. 活断層とは何か
3. 活断層をどう見つめるか
4. 活断層から何がわかるか
5. 活断層が起こした地震災害 他



会員からのコメント：

兵庫県南部地震以後、活断層の重要性が再認識され、地震調査研究推進本部の長期評価など多くの調査結果が報告されています。本書は、地震のメカニズム、活断層の調査方法、活動度の評価方法、災害事例をバランスよく紹介しており、活断層に関わる内容を理解するための一冊として必携かと思えます。調査の限界を知る上でも適切であり、価格も手ごろです。惜しむらくは、1996年の発行なので、1999年の台湾地震での被

害事例、今年の中越沖地震などひずみ集中帯や活褶曲の話が入っていないことで、それらが書き加えられると本当に有難い一書になるのですが…。

末富 岩雄（日本技術開発株式会社）

4. 読み物としておすすめしたい名著

①地震の社会史 —安政大地震と民衆—

著者：北原 糸子

発行：講談社学術文庫

サイズ：A6版、352ページ

発行年：2000

ISBN：4-0615-9442-7

価格（税込）：1,050円

目次：

1. 序論 災害社会史の方法
2. 災害と情報
3. 情報における事実と真実
4. さまざまな地震誌
5. 地震鯨絵と民衆
6. 災害と救済 他



会員からのコメント：

1855年、安政大地震が当時の江戸を襲いました。今もなお、地震というと「なまず」を連想しますが、地震なまず絵が爆発的に世に受け入れられたのは安政江戸地震の時だそうです。当時の資料をもとに、地震鯨絵やかかわら版に熱狂しながら生活復興に力を尽くす民衆の姿や、江戸幕府による災害復旧施策などが取り上げられており、興味深く読みました。

匿名希望（会誌編集委員）

②関東大震災（新装版）

著者：吉村 昭

発行：文春文庫

サイズ：A6版、347ページ

発行年：2004

ISBN：4-1671-6941-X

価格（税込）：570円

会員からのコメント：

日本史上最大の震災を、ドキュメンタリーに描いたものです。吉村昭は1973年、このほかに「戦艦武蔵」など一連の作品により菊池寛賞を受賞しています。被服廠跡地での火災旋風による大惨事のほか、各地で発生した朝鮮人虐殺や大杉栄事件なども描かれ、未曾有の大震災の中で起こった社会の混



乱の様子が胸に迫ります。大地震では構造物が壊れるだけではなく、社会秩序が崩れる恐ろしさもはらんでいることを考えさせられます。

匿名希望 (会誌編集委員)

③翔ベフェニックス 創造的復興への群像

編者：(財) 阪神・淡路

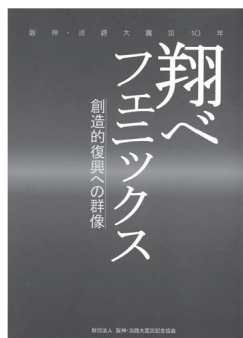
大震災記念協会

サイズ：A5版、780ページ

発行年：2005

価格 (税込)：2,500円

阪神・淡路大震災10年目に出版されました。WEB上に掲載された申し込み先にて有償販売されています。(http://www.hemri21.jp/hanshin_awaji/publish/10kinen.html)



会員からのコメント：

震災に立ち向かった行政職員の奮闘記です。当時の現場の臨場感と担当者の苦悩と奮闘、創造的復興への軌跡が描かれています。NHKプロジェクトXを思わせるタッチで分厚いですが一気に読めます。

秦康範 (東京大学生産技術研究所)

5. おわりに

今回の編集活動を通して、普段良く目をする書籍以外の様々な書籍に出会うことができました。今更ながら、多方面で活躍されている会員の皆様がお持ちの情報を集約し、共有することの意義を感じております。今回の記事は、今までの地震工学会誌の記事のうち、ホームページ、学会員へのメールニュースと連動した初めての企画でした。企画当初は「投稿があるかどうか？」を心配しておりましたが、呼びかけをご覧頂いた全国津々浦々の方々からメールいただき、会誌編集委員一同大変うれしく思いました。推薦コメントからは、ご投稿いただいた皆様それぞれの本への思いが伝わってきて、時代を超えて読者に影響を与えていく「名著」の威力を改めて実感しました。

今回ご推薦いただいた書籍のうち、残念ながら絶版になっているものがありました。学会や地域の図書館等で閲覧していただけたと思いますので、書名と推薦コメントをご紹介します。また、最近ではインターネット上での中古書籍の取り扱いがさかんですので、ぜひ検索してみてください。

①耐震構造への道 (梅村 魁、技報堂出版)

耐震建築と一般技術についての講義録風の読み物。梅村先生の人望の秘密を知るには、この図書しかない。
塩原 等 (東京大学)

②耐震工学 (岡本 舜三、オーム社)

1971年に第1版が発行されました。新入社員として仕事についた1980年、職場の先輩方がもっていたこの本を、私も購入しました。当時の地震・耐震工学の知見を集大成したような大著で、一般の書籍がA5判のところ、B5判で厚さも35mmというこの大型書籍は、机の上で常に威厳に満ちた姿をしていました。いま改めて手にすると、こういう著作はもう世に出ないのではないかと感慨が起き、名著に挙げたいと思います。
匿名希望 (会誌編集委員)

③阪神大震災 消防隊員死闘の記—もっと多くのいのちを救いたかった—

(神戸市消防局「雪」編集部、労働旬報社)

神戸市消防局の月刊広報誌「雪」で、1995年の3、4月号で紹介された消防隊員の手記51編をまとめたものです。阪神大震災については、多くの報告書が作成されており、様々な課題が指摘されています。そして、現在様々な対策が施されていますが、実際、それが有効なのかどうか、何が本当に問題だったのかを知る上で、現場での状況を忠実に記した本書は有用です。垂水区や西区での被害は大きくなく、三宮方面の被害を想像することはできませんでしたが、人々がどのような状況に置かれていたかを知るとは、防災の基本であり、このような手記はいろいろ欲しいと思います。

末富岩雄 (日本技術開発株式会社)

④被害から学ぶ地震工学—現象を素直に見つめて— (伯野 元彦、鹿島出版会)

著者の伯野先生が世界各地で撮影された地震被害写真がたくさん掲載されており、地震工学を学ぶ教科書としておすすめします。平成5年度土木学会出版文化賞を受賞しています。全ての説明に英語対訳がついており、英語の専門用語の勉強にも役立ちます。冒頭の「地震工学とは、自身工学である。対象は自然である。自然現象を素直に見つめ、自然の一部である自分自身を見つめ直すことから始まる。… (中略) …地震工学は自信工学であってはならない。」という部分は、地震工学を学び始めた頃に大変印象に残りました。
大原 美保 (会誌編集委員)

図解ホームページ

末富 岩雄／大堀 道広

●電子広報委員会

1. はじめに

日本地震工学会は、「電腦学会」を標榜して立ち上がり、以後、主にホームページと電子メールを伝達手段として会員の皆様への情報配信を行ってきました。情報伝達の迅速化のみならず、経費削減を図るという事情もあります。

ところが、本学会の現状では、年齢が50才以上の会員の占める割合が高く、利用の仕方がよくわからないという声があるようです。また、まだまだ掲載されている情報が不足しているとか、会員が参加できるような仕組みをという声も多いところと思います。そこで、まず現在のホームページの構成を説明すると共に、今後の改善への提案を頂くための端緒となるように、「図解ホームページ」として経緯と現状をまとめてみました。

2. ホームページの運営

設立時はインターネットプロバイダーからサーバーをレンタルし、2001年4月1日よりホームページの本格運用を開始しました。当時の運用体制は、委員会単位にサイトを構成し(12のサブサイト)、各メンバーが担当のコンテンツを自ら編集・更新を行う、各サブサイトの管理者を中心にサーバー運用WGを構成し、調整・運営をする、というものでした。その後、サーバーの運営を電子メディア委員会、行事や地震情報など編集機会が多いコンテンツを広報委員会が担当する形で運営してきました。したがって、電子メディア委員会、広報委員会とも引き継ぎが容易でなかったため、メンバーが固定に近い状態で、委員に大きな負担がかかっていました。

2006年6月に電子メディア委員会は、ホームページのリニューアルを行いました。この時に、サーバーは日本地震工学会事務局内に設置し、編集作業はSEに委託し、委員は担当サブサイトの編集に関しSEに指示を行うという現在の運営方法となりました。これにより、運営コストを下げると共に、当初サブサイトによりバラバラであったレイアウトが統一されました。また、委員の負担もかなり軽減しました。その後、ホームページ全体の管理をする目的で、電子メディア委員

会と電子広報委員会が統合され、電子広報委員会が発足しました。すなわち、電子広報委員会はウェブのシステムを管理するという役目と、学会の広報の窓口としての役目の二つを担っています。

図1に現在の運営体制を示します。情報理事と総務理事、各1名の2名が、理事会で活動方針について報告・議論等を行うと共に、事務局や事業企画、会誌など他の委員会と連携し、電子広報委員会で対応していくという運営を行っています。

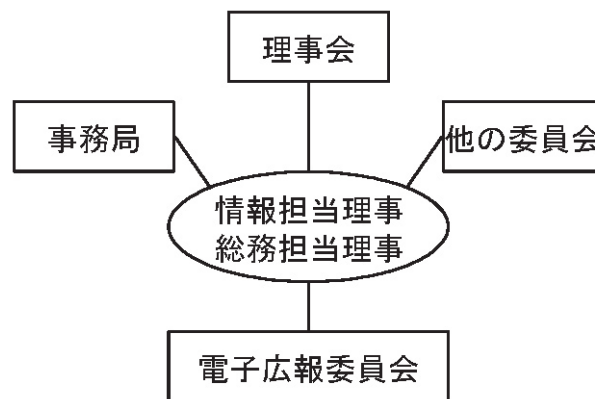


図1 ホームページの運営体制

3. 構成

ここでは、初めて学会のホームページをご覧になる方のために、閲覧例を示しながら、ホームページの構成を概観したいと思います。ホームページ (<http://www.jaee.gr.jp/>) の表示例を図2に示します。以降、このページをトップページと呼んで、他のページと区別することにします。トップページには、ほとんどのページと共通する仕掛けが隠されていますので、トップページから別のページに行ったり戻ったりする例をいくつかお示しし、どのような仕掛けがあるのかを確認してみましょう。

なお、ホームページのレイアウト等(もちろんコンテンツも)は、今後随時変更されます。今回の記事は平成19年11月30日時点の状況で記述しており、図2なども同日時点での表示になります。とはいえ、以下をお読み頂ければ、多少レイアウトが変わってもスムーズにアクセスできると思います。

図3 ホームページのサイト構成

ホーム	投稿・応募	行事	会員	書庫	研究活動
地震情報	日本地震工学会	問合せ	サイトマップ	English	会員のログイン

まず、トップページには学会名称(①)と記事(②)の間に、法人会員リスト(③)と、2行6列に整列した計12個の長方形(④)が、図3のように並んでいます。

③の法人会員リストには、法人会員のロゴが入り、ページを閲覧するたびに枠内の表示が変わりますので、適宜確認して見て下さい。④の12個の長方形は、トップページとその下位階層にある11個のページへのリンクが貼り付けてあります。例えば、書庫(⑤)をクリックすれば、画面表示は図4のように変わります。すると、図4にも、同じ12個の長方形があるのが見えます。ここでホーム(⑥)をクリックすれば、再び学会のトップページ(図2のページ)に戻ります。12個の長方形は、論文集などのページを除くほとんどのページに共通しておりますので、ここで試した書庫(⑤)以外のページもいろいろ覗いてみて、どのようなページなのかを閲覧しながら、トップページや他のページとの間を行き来してみてください。

次に、図2の記事に目を移します。記事の中には、**詳細へ**という表示があるものも見られます。これは、関連する記事の詳細情報が掲載されているページに行くためのリンクが貼り付けられていることを示すロゴです。例えば、図2の⑥の位置で**詳細へ**をクリックしてみましょう。すると、(図は割愛しますが、)リンク先のページが表示されます。また、記事の中に薄青の文字(⑦)が見られます。ここにも関連するページあるいは外部のホームページのリンク先が貼り付けられていて、クリックすることにより所定のページが表示されます。

続いて、図2のトップページに戻った上で、論文集の閲覧方法を追跡してみます。論文集の最新号の内容を知りたいという場合を想定しましょう。最新号の目次にたどり着く方法として、4通りを記します。

【方法1】トップページ(図2)にて⑤をクリックする
⇒書庫のページ(図4)にて⑪をクリックする

⇒論文集のページ(図5)にて⑫をクリックする

⇒論文集の表紙のページ(図6)で⑬をクリックする

【方法2】トップページ(図2)にて⑧をクリックする

⇒論文集の表紙のページ(図6)で⑬をクリックする

【方法3】トップページ(図2)にて⑨をクリックする

【方法4】トップページ(図2)にて⑩をクリックする

⇒論文集のページ(図5)にて⑫をクリックする

⇒論文集の表紙のページ(図6)で⑬をクリックする

これらの中で、最新号の目次を閲覧するなら方法3が最速です。また、他の巻号を見たい場合には方法4が良いでしょう。そして、論文の目次を閲覧(図7)した後に、論文の内容を閲覧したい場合には⑭をクリックしましょう。

何事もそうでしょうが、まず“習うより慣れろ”で試してみることがとても大切だと思います。ここで説明したことはたいへん基本的なことに過ぎませんが、学会のホームページの中に何があるのかを楽しみながら発見して行きましょう。そして、自分流の利用の仕方を探してみてください。トップページに戻りたくなったら、⑥をクリックしましょう！

4. 今後の予定

2005年11月に本学会の活動全般について、アンケート調査を実施しています。あらためて、そのアンケート結果を見てみると、支部活動を開始してほしい、会員同士の掲示板のようなものがほしい、とか積極的に本会の活動に関わっていきたいと考えておられる会員が少なくありません。まだ、これらの声に応えることができておらず申し訳ないと思いますが、できるところから少しずつ始めようと準備を進めているところです。

地震工学においては、地震発生メカニズム、表層地盤の特性、自治体の仕組み、他の災害との複合など、地域性が重要になることが多いのが他の工学分野と異なるところです。支部のページを立ち上げ、各支部で地域に密着した情報交換の場を設けることは、現在の会員構成が東京周辺に偏っている現状を打破する上で必要になってくると思います。

これまで、日本地震工学会では、多くの方に会の存在を知って頂くことに主眼を置き、会員限定サービスをあまりしてきませんでした。技術的な準備は既に行っていますので、今後、徐々に拡大していきたいと思っています。

電子広報委員会では、多くの情報提供を行っていき、会員のみならず、一般の方が地震から身を守るために、基礎知識、行政の活動、防災のための知恵など様々な

情報を得るためのサイトとなることを目指し、活動していきたいと思います。今回の記事をご覧頂き、今後のホームページ運営にご提案・ご意見等ありましたら、

admin-n@news.jaee.gr.jpまでお寄せいただければ幸いです。

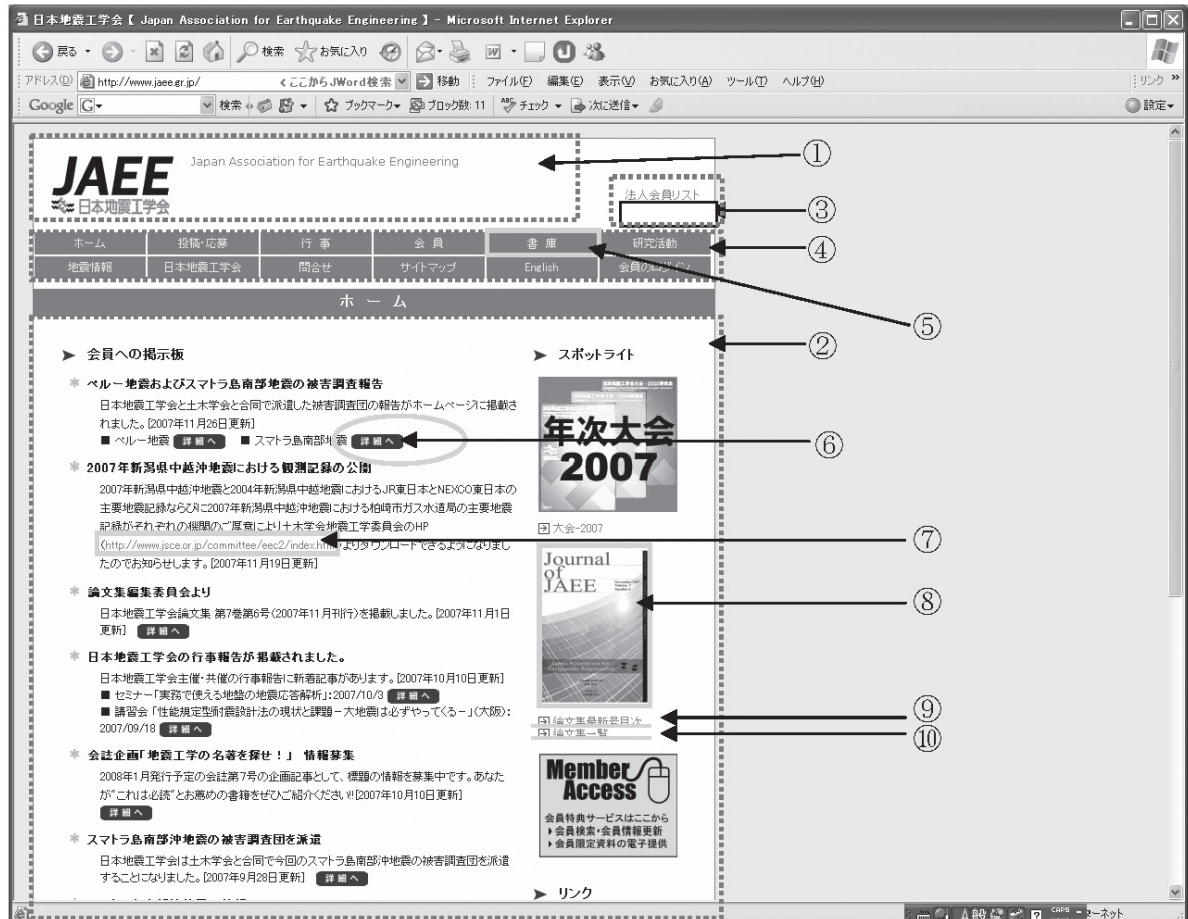


図2 学会のトップページの表示例(平成19年11月30日時点)

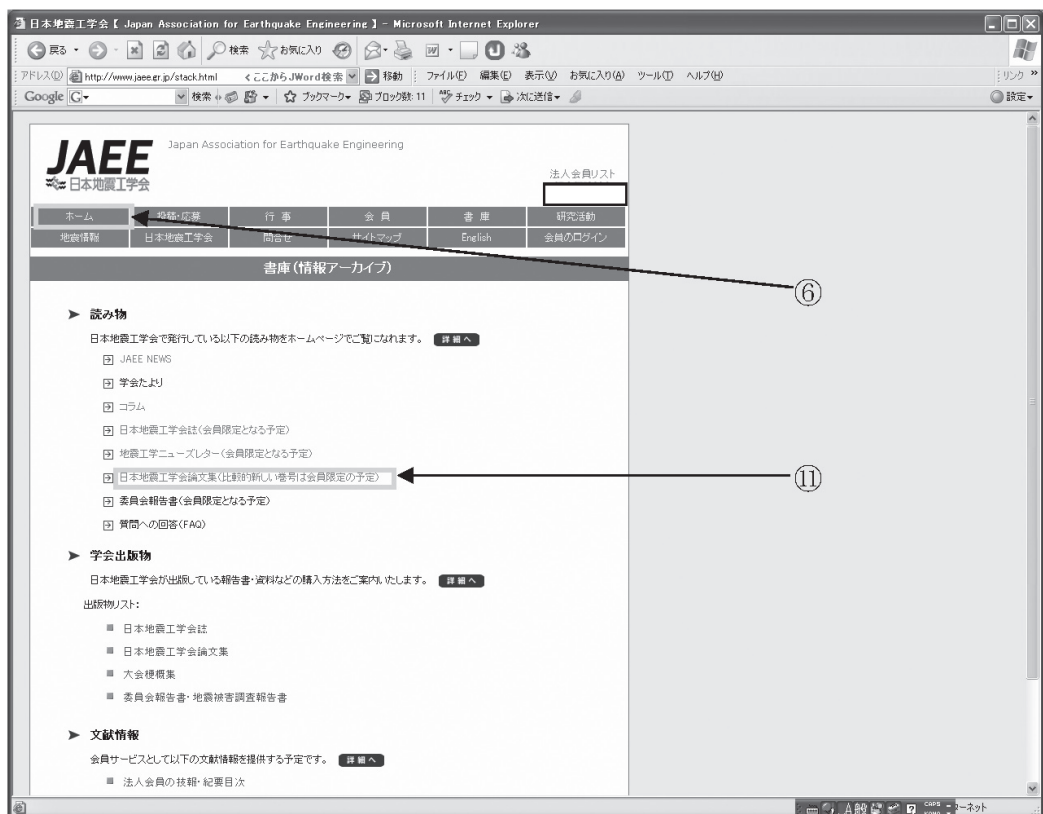


図4 書庫のページの表示例(平成19年11月30日時点)

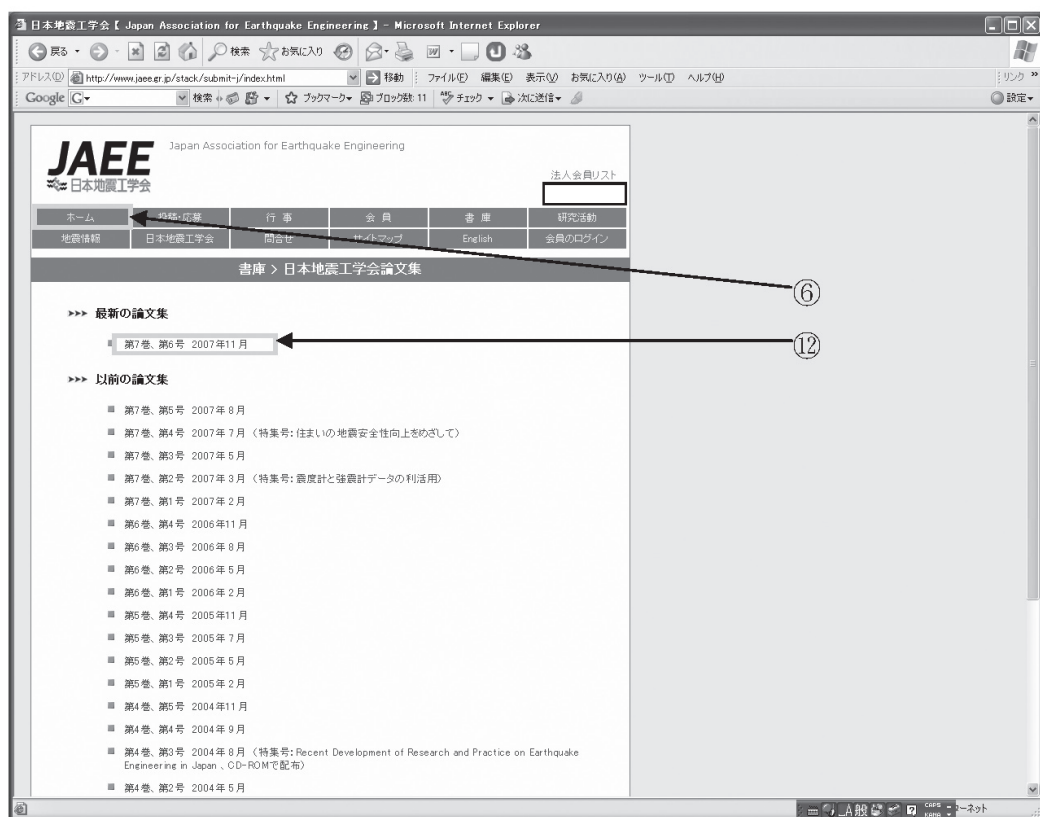


図5 論文集のページの表示例(平成19年11月30日時点)

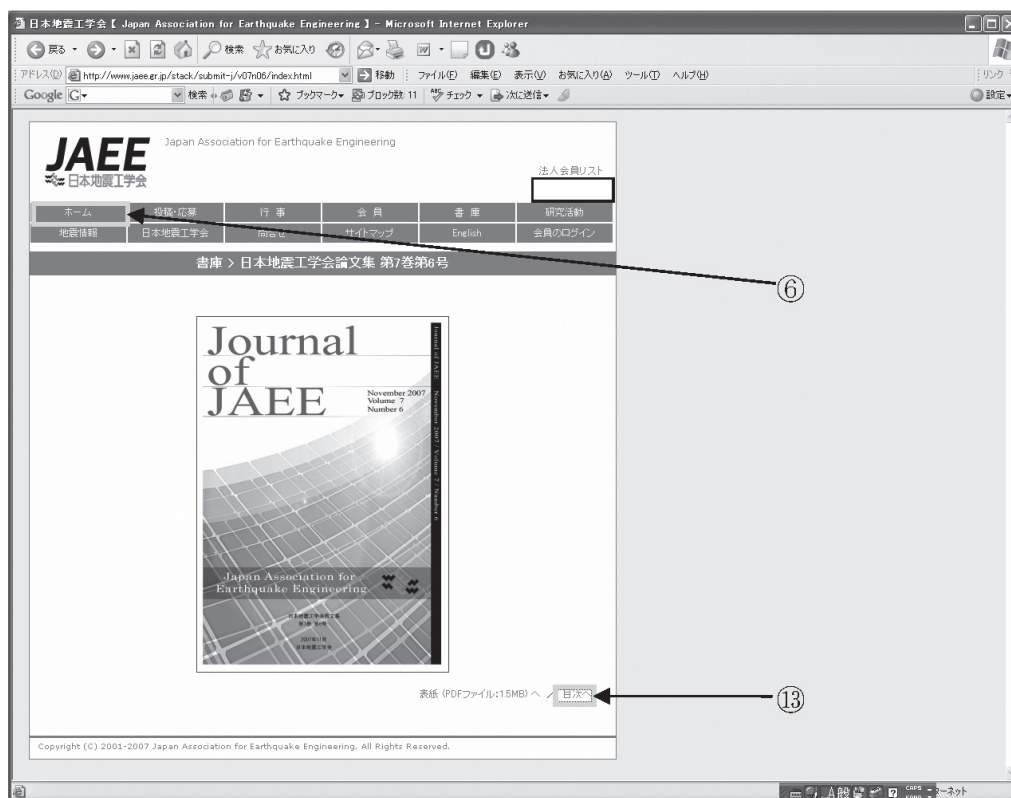


図6 論文集の表紙のページの表示例 (平成19年11月30日時点)

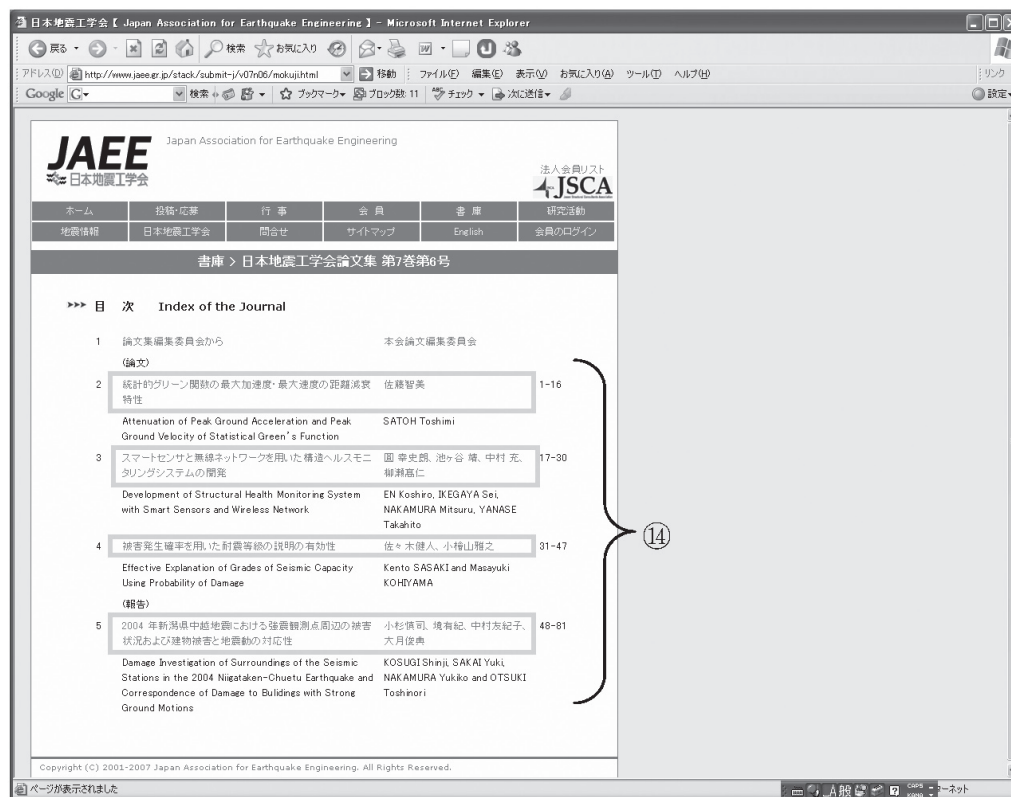


図7 論文集の目次のページの表示例 (平成19年11月30日時点)

日本地震工学会・大会—2007報告

壁谷澤寿海、金 裕錫、三宅 弘恵、小国 健二、楠原 文雄、高橋 典之、秦 康範

●東京大学

小林 信之 / 中井 正一

●青山学院大学

●千葉大学

1. はじめに

日本地震工学会・大会（第5回）が2007年11月13日～14日の2日間にわたって東京大学地震研究所で開催された。

本大会では、一般投稿論文・オーガナイズドセッション・特別セッションなど総計252編の論文の発表があり、合計391名の登録参加者があった。発表会は例年3日間であったが、今年度は2日間に変更された。前年度には日本地震工学シンポジウムが開催され、また、今年度は他学会で地震工学関連の研究発表会がいくつか開催されたので、投稿数の減少も懸念されたが、ほぼ例年なみの発表題数および例年を上回る参加者数であった。なお、CD付き梗概集450部は事務局保管配布用を含めてちょうど完売となり、後日の購入申込みには応じることができない状況であった。

9月24日に論文投稿受付を締め切り、投稿数が確定したが、各発表は討議を含めて1人1編15分（発表10分、質疑5分）として、13日は9:30～17:15、14日は9:00～17:15を講演のみで埋めると5会場の並行セッションで2日間の編成が可能であったので、東京地区での開催であったこともあり、2日間の開催に変更した。短期間で密度の高いプログラム構成となり、開催期間の短縮変更は参加者にも概ね好意的に理解していただけたと思われる。なお、夕方は、短期間ながら研究者間の幅広い交流を十分に深めていただくために、2日とも交歓の場を設けた。

また、今年の大会から研究発表だけでなく、企業参加による「地震工学技術フェア」が企画された。今年は国内の地震計メーカーの協賛で「地震計の開発と普及」というテーマで、最新の地震計の開発技術に関する展示が行われた。

研究発表は東京大学地震研究所1号館および2号館の5つの会議室を使用して並行セッションで行われた。1号館（新館）は2006年2月に竣工したRC造7階建免震構造であり、一方、1960年代に建設された2号館（旧館）は、長年既存不適格建物であったが、前年度に外付けブレースによる耐震補強が完工しており、地震対策は万全の会場で開催された。

以下、研究発表と討議の概要を会場ごとに要約して



写真1 受付

報告する。

2. 研究発表の概要

2-1 第1会場（2号館5階：第一会議室）

（1-1）機械設備系・土木構造物（1）（座長：高田一/横浜国立大学・堀宗朗/東京大学）

機械設備系に関しては、弾塑性、接触問題、安定問題などの非線形挙動を含む地震応答に関する6件の発表が行われた。減肉配管系の弾塑性地震応答、金属ベローズ配管系の係数励振的地震応答、経年劣化原子力設備の耐震安全性評価、円筒タンクの地震耐力評価、上下動を受ける天井クレーンの耐震安全性評価、およびタワークレーンの免震装置などについて講演が行われた。後半の土木構造物に関しては、土木構造物の上部構造に関する5件の発表が行われた。建築・土木構造物の大規模地震応答数値解析手法、構造物被害の自動抽出のための画像解析手法、浮力利用構造物の簡易耐震設計法、断層変位を受けるPCラーメン橋の地震応答解析、プレキャストベントキャップ結合の地震応答などについての講演があり、活発な議論が交わされた（以下同様。とくに議論の内容を示さない場合は記述を省略）。会場の参加者は25～30名程度であった（以下同様。（）内に会場参加者概数のみ示す）。

（1-2）土木構造物（2）—地盤・地中構造物・ダム（座長：安田進/東京電機大学・小国健二/東京大学）

土木構造物のうち、地中構造物・ダム・地盤などに

ついて7件の発表が行われた。具体的には、大規模三次元FEM解析によるセンターランプ式トンネルの地震時挙動の解析、地表地震断層変位に対するコンクリートダムの挙動の三次元解析法、重力式コンクリートダムの大規模地震後の補修に関する数値解析的検討、再液状化時の噴砂分布に関する振動実験、振動台実験による加振後のケーソン式岸壁の移動に関する考察、盛土における不飽和部分の地震時挙動に関する考え方について、谷埋め盛土斜面の降雨による地震時安定性への影響評価のためのモニタリングなどについての講演があった(30名)。

(1-3) 地盤震動(1)(座長：中村晋/日本大学・池浦友則/鹿島技術研究所)

地盤震動に関して5件の発表が行われた。表層地盤の散乱減衰特性のモデル化、成層地盤の表面波固有モード、強震記録にみられる地盤の非線形性状、鉛直アレー観測点間のコヒーレントな地震動伝達特性、基盤露頭から地表への震動増幅評価式について講演が行われた(30名)。

(1-4) 地盤震動(2)(座長：東貞成/電力中央研究所・森川信之/防災科学技術研究所)

引き続き地盤震動に関して、12件の発表が行われた。体感震度と計測震度の連続性、強震観測、本震に対する最大余震の地震動、サイト増幅特性、境港市・出雲平野・仙台市・福島県沿岸部等を対象とした地下構造のモデル化や地震動シミュレーション、軟弱堆積層や海水を考慮した長周期地震動のシミュレーションなどの講演が行われた(40名)。

(1-5) 震源特性・入力地震動(座長：香川敬生/地域地盤環境研究所・本田利器/東京大学)

震源特性・入力地震動に関する8件の発表が行われた。震源過程解析、本震と余震の応力降下量、動力学断層破壊モデルに関する震源特性の発表に続いて、三成分広帯域統計的グリーン関数生成法、階層化された不均質特性を導入した地震動予測、断層パラメタの不確定性、小地震記録の位相スペクトルモデル化、断層破壊伝播効果の導入といった入力地震動に関する講演が行われた(40名)。

(1-6) 地震動予測地図(座長：松岡昌志/産業技術総合研究所・藤本一雄/千葉科学大学)

地震動予測地図に関する8件の発表が行われた。千葉市における表層地盤のS波速度推定式や浅部地盤モデルの作成、地盤の平均S波速度の推定と地盤調査資料との比較、確率論的地震動予測地図の検証および事後評価マップ、九州の地形・地盤分類250mメッシュマップおよびそれをに基づく地震動分布推定などの講



写真2 第1会場

演が行われた(40名)。

2-2 第2会場(1号館3階：セミナー室)

(2-1) ヘルスモニタリング・免震(座長：大網浩一/千葉大学・鎌田崇義/東京農工大学)

セッション前半ではヘルスモニタリングに関する4編の発表が行われ、安価なIT強震計を用いたヘルスモニタリング、複数建物のヘルスモニタリングシステムのネットワーク管理、多重モデル法による損傷同定、環境振動を用いた振動特性の同定についての議論が行われた。セッション後半では免震に関する6編の発表が行われ、3次元免震台、戸建て住宅用の水圧駆動免震装置、免震型原子力施設の検討用地震動、長周期巨大地震に対する免震構造の安全性などについて活発な議論が行われた(30～35名)。

(2-2) 制震(1)(座長：豊岡亮洋/京都大学・白山敦子/京都大学)

制震構造のデバイスに関して7編の発表が行われた。原子力施設の排気塔の制震化、Mn-Cu合金を用いた制振機構、住宅用オイルダンパー、高減衰ゴムを用いた橋梁用ダンパー、負剛性制御を用いた振動制御などについての報告があり、種々の制振手法について熱心な議論が行われた(25名)。

(2-3) 制震(2)(座長：坂田弘安/東京工業大学・楠原文雄/東京大学)

建築の架構の制震に関して6編の発表が行われた。木質制震架構の振動台実験、構造物間の連結や衝突による制振効果、履歴減衰と粘性減衰の複合利用時の減衰性能評価などについての報告があり、制震機構を有する架構で得られる制振効果についての議論が行われた(25名)。

(2-4) 動的相互作用(座長：飯場正紀/建築研究所・田村修次/京都大学)

建物-基礎-地盤の動的相互作用に関する10編の発

表が行われた。新潟県中越沖地震を対象に杭基礎構造物の被害程度についての考察、杭周地盤ばねに加えて杭体の非線形性を考慮した応答性状の比較、遠心載荷実験による杭基礎・直接基礎の応答性状の考察、基礎入力動に関する検討、基礎底面の滑りの検討、地震観測における隣接建物の影響、履歴減衰モデルの因果性の検討など、基礎と地盤の相互作用に関する様々な観点からの議論が活発に行われた(30～35名)。

(2-5) 耐震設計(座長：倉本洋/豊橋科技大学・護雅史/名古屋大学)

杭基礎構造物の耐震設計に関する8編の発表が行われた。構造物と杭-地盤系を一体として解析・設計する方法の提案、地盤の液状化を考慮した簡便な応答解析法の提案、地盤の非線形性を考慮して群杭ばねを評価する方法についての検討、杭基礎構造物の保有水平耐力やねじれの影響の考察などが報告され、構造物の合理的な耐震設計に関する活発な討議が行われた(25名～30名)。

(2-6) 耐震性能(座長：酒向裕司/鹿島建設・護雅史/名古屋大学)

杭基礎構造物の耐震性能に関する8編の発表が行われた。杭の大変形時における挙動についての実験・解析による検討、遠心模型や実大の杭を用いた群杭の水平抵抗特性や基礎と杭の荷重分担特性および解析的検討、二重鋼管や杭とラフトの非接合等基礎と杭の接合に関する新たな形態の提案等が報告された(25名)。



写真3 第2会場

2-3 第3会場(1号館3階：会議室)

(3-1) 鉄骨構造(座長：田川泰久/横浜国立大学・松岡祐一/防災科学技術研究所)

鉄骨構造関連の10編の講演が行われた。座屈拘束ブレースに関する既往研究の紹介をはじめ、鉛ダンパー接合部の破壊性状、ガセットプレートの有無による柱梁架構の力学挙動、床スラブの損傷状況に基づく梁端

塑性変形量の評価法が報告された。実大4層鉄骨建物の完全崩壊実験のための部材試験について3編の講演が行われた。最後にはバウシンガー効果の履歴吸収エネルギーへの影響、P- Δ 効果と柱変動軸力が高層骨組の崩壊機構に及ぼす影響などが紹介された(20名)。

(3-2) 鉄筋コンクリート構造(1)(座長：田才晃/横浜技術研究所・日比野陽/名古屋大学)

鉄筋コンクリート構造の実験に関する8編の講演が行われた。ハイブリッド型繊維補強セメント系複合材料のせん断補強効果、フルPCスラブ-梁接合部の破壊経過および耐力評価、RC造耐震壁の形状による耐力の評価とSRFシート補強による無補強試験体との比較検討が行われた。最後に、遠心力を用いた超縮小型振動台実験手法が紹介された(25名)。

(3-3) 鉄筋コンクリート構造(2)(座長：迫田丈志/東北大学・金裕錫/東京大学)

鉄筋コンクリート構造の解析を中心に8編の講演が行われた。無補強組積造壁を有するRC造架構の損傷パターン、2007年新潟県中越沖地震の余震観測と被害調査結果、袖壁付き柱に対する新しい実用せん断強度式の提案、偏在開口を有する耐震壁の数値解析モデルなどが紹介された。後半では、実大震動台実験における基礎すべり応答解析結果、超高層RC造住宅の地震応答における内部粘性減衰の影響、RC造建物の層崩壊確率を累積強度指標の関係から検討した研究結果が報告された(25名)。

(3-4-1) 解析一般(座長：宮本裕司/小堀鐸二研究所・壁谷澤寿一/東京大学)

地震応答解析に関する6編の講演が行われた。地震動タイプの影響を考慮したCapacity Spectrum法、限界耐力計算における減衰定数計算法の比較、非構造部材の余耐力を考慮したRC建物の実耐力分布、PGVを用いた建物被害確率の評価法などが提案された。後半では、粘弾性ダンパーを有する単層偏心系モデルを対象とした1次モード適応型静的漸増載荷解析法、縮約SRモデルを用いた応答解析結果が報告された(25名)。

(3-4-2) 木造建物の解析(座長：藤堂正喜/戸田建設・藤井賢志/千葉工業大学)

木造建物の解析に関する6編の講演が行われた。東本願寺御影堂の地震観測記録を用いた地震時振動特性と3次元フレームモデルによる地震応答解析結果、木造建物の地震応答解析結果と観測記録の比較結果、木造建物群の解析による被害率と実際の被害率との比較検討が紹介された。最後には、伝統木造の回転めり込み特性に関する実験および解析モデルによる定式化の

検討が報告された(20名)。

(3-5) 木造特別セッション(座長:鈴木三四郎/関西大学・五十田博/信州大学)

木造関連の7編の講演が行われた。土台柱脚接合部の引抜耐力、滑りやロッキング挙動に関する報告、木造合板耐力壁の限界性能における最大変形と累積エネルギーの依存性に関する実験結果が報告された。伝統木造建物のパンケーキモデルを用いた解析結果、立体架構造モデルを用いたモデル化手法の妥当性、そして、偏心木造建物における床剛性や直交壁効果などが報告された。最後に、倒壊実験に適用された非接触型動的三次元変位計測システムが紹介された(25名)。

(3-6) Eーディフェンスを用いた木造建物実験からの見知と課題(座長:清水秀丸/防災科学技術研究所・中村いずみ/防災科学技術研究所)

Eーディフェンスを用いた木造建物実験に関する8編の講演が行われた。在来木造住宅の現状と課題をはじめ、耐震補強方法、構造性能の経年変化に関する定量的評価、立体トラスモデルを用いた地震倒壊解析結果、床剛性をパラメタとした地震応答解析結果や柔な水平構面が地震時挙動に及ぼす影響に関する実験結果が報告された。また、伝統構法木造建築物の耐震性能評価の現状と課題、限界耐力計算に基づく耐震設計法が紹介された(25名)。



写真4 第3会場

2-4 第4会場(2号館2階:第2会議室)

(4-1) 情報共有による減災対策(1)(座長:重川希志依/富士常葉大学・目黒公郎/東京大学)

文部科学省振興調整費「危機管理対応情報共有技術による減災対策」(平成16年~18年度)プロジェクトに関する10件の発表が行われた。発表では、情報共有プラットフォームによる減災対策で実現しようとしている減災環境について説明が行われるとともに、減災情報共有プロトコル・データベース、長距離無線LANなど情報システムに関する枠組みと、バックボーン

データの整備、情報表示システム、災害ナビゲーションシステム、災害対応管理システム、ライフライン情報システム、などの情報コンテンツの枠組みと各種支援ツールについて報告された。開発された成果の自治体への適用状況や普及展開に向けた今後の見通し、戦略などについて活発な議論がなされた(35名)。

(4-2) 情報共有による減災対策(2)(座長:鈴木猛康/山梨大学・飛田潤/名古屋大学)

情報共有技術による減災対策プロジェクトに関する8件の発表が行われた。同プロジェクトの実証実験として実施された、新潟県見附市および愛知県豊橋市で行われた実証実験とそこで適用された各種支援ツールの報告がなされた。実証実験では、基盤となる減災情報共有プラットフォームと各種支援ツール群を利用して、情報収集・共有の有効性が確認された。平時から活用する仕組み作りと地域で持続的に展開できるための人作り(行政・住民あわせて)が重要であることが議論された(30名)。

(4-3) 緊急地震速報(座長:藤縄幸雄/REIC・鈴木崇伸/東洋大学)

緊急地震速報の自動制御、検知、情報伝達・受信、利活用に関する6件の発表が行われた。緊急地震速報が2007年10月1日から一般公開されたこともあり、緊急地震速報の持つ誤差の処理や観測場所の地盤特性考慮、利活用に向けての実践的な報告(鉄道車両への衛星配信、火力発電所や超高層建築ビルの防災対策)に対して、その有効性と限界など活発な議論がなされた(40名)。

(4-4) 組積造・その他構造・津波(座長:塩原等/東京大学・藤間功司/防衛大学)

このセッションの前半では組積造の耐震補強、木材と鋼材によるハイブリッド構造、非構造部材の耐震性能についてあわせて4編の発表があり、様々な構造形式についてそれぞれの耐震性能に関する議論が行われた。セッションの後半では地震津波に関する3編の発表が行われ、2004年インド洋津波の解析、2007年ソロモン諸島津波の現地調査結果、津波時の避難行動シミュレーションなどが報告され、津波災害について多角的な議論が行われた(15~20名)。

(4-5) 防災計画・リスクマネジメント(1)(座長:柄谷友香/名城大学・大原美保/東京大学)

防災計画・リスクマネジメントに関連する8件の発表が行われた。災害対応業務の情報マネジメント、水道管路被害予測、ライフラインシステムの停止・寸断の影響度、万歩計を用いた路面被害把握、航空画像による道路閉塞把握、プローブカー情報の共有効果、

防災数理モデル、体育館の地震リスク評価など、数理モデルや被害把握手法の提案、シミュレーションによる数量的な検討など多様なアプローチによる検討結果が報告された(35名)。

(4-6) 防災計画・リスクマネジメント(2)(座長: 庄司学/筑波大学・市古太郎/首都大学)

防災計画・リスクマネジメントに関連する8件の発表が行われた。家具の転倒防止対策、乳幼児保護者や観光地域住民の防災意識、避難所生活空間、首都直下地震時の重症患者搬送数の推計、新潟県中越地震の普及状況、インド洋津波によるタイ観光地の復興過程、災害リスクガバナンスなど、防災対策や防災意識向上方策、首都直下地震時の医療課題や大震災からの復旧・復興過程、防災政策論と、多種多様な報告と活発な議論がなされた(30名)。



写真5 第4会場

2-5 第5会場(1号館2階: 事務会議室)

(5-1) 能登半島地震(1)(座長: 三辻和弥/東北大学・高橋典之/東京大学)

2007年能登半島地震について、主に上部構造物と入力地震動の関係に着目した被害調査結果に関する発表が行われた。具体的には、強震記録観測点周辺の建物被害調査結果、木造建築物の被害調査・被害要因の検討、推定震度と被害関数を用いた被害推定と実被害率との比較、墓石転倒調査に基づく震源域PGVの推定、常時微動結果に基づく表層地盤モデルを用いた住宅被害要因の分析、被災した木造建物の振動特性と耐震性能の推定、走出・道下・黒島・鹿磯・穴水・輪島各地域の悉皆調査方法と調査結果概略、被災した木造建築物の詳細調査に基づく限界耐力計算結果、について講演が行われた(60名)。

(5-2) 能登半島地震(2)(座長: 竹中博士/九州大学・新井洋/防災科学技術研究所)

2007年能登半島地震について、主に地盤特性に着目した調査結果に関する発表が行われた。具体的には、近地P波記録を用いた震源過程の推定、輪島市中心部の常時微動観測に基づく地盤卓越周期の推定、走出・道下地区の常時微動観測およびボーリング結果に基づく地盤特性の推定、道下地区の常時微動観測に基づく地盤卓越周期の推定、道下地区の表面波探査に基づく表層地質構造の推定、余震観測が実施された走出・道下・黒島地区の微動アレイ観測に基づく地盤増幅特性評価、について講演が行われた(60名)。

(5-3) ペルー地震(座長: 中村友紀子/新潟大学・ヨハンソン ヨルゲン/東京大学)

2007年ペルー地震の被害調査結果に関する発表が行われた。具体的には、ペルー地震の発震機構、強震記録、ピスコ・イカ・チンチャ・カニエテ・リマ各地域の各種上部構造の被害状況、Tambo de Moraの液状化・地盤変状発生域における被害調査および常時微動測定結果、アドベ造および補強アドベ造建物の被害状況と耐震性能、について講演が行われた(20名)。

(5-4) 新潟県中越沖地震(1)(座長: 境有紀/筑波大学・三浦弘之/東京工業大学、前田匡樹/東北大学・中治弘行/鳥取環境大学)

2007年新潟県中越沖地震について、主に構造物および入力地震動の関係に着目した被害調査結果に関する発表が行われた。具体的には、墓石転倒調査と被害率、物体の移動事例、塀の被害調査結果、上水道施設の被害とその原因、液状化による宅地・建物被害、原子力発電所の耐震性、伝統木造社寺建築物の被害と耐震性能、木造建物の被害調査結果と計測震度との関係、建物被害調査結果と強震記録特性との関係、建物被害と対応した地震動の周期帯の検討、について講演が行われた(60名)。

(5-5) 新潟県中越沖地震(2)(座長: 野津厚/港湾空港技術研究所・大堀道広/東京工業大学)

2007年新潟県中越沖地震について、主に地盤特性に着目した調査結果に関する発表が行われた。具体的には、地震動距離減衰特性と被災地域における微動H/Vスペクトル比、微動計測による表層構造調査、柏崎刈羽原子力発電所の鉛直アレイ強震記録による表層地盤の非線形増幅特性や地盤の非線形性状の推定、強震観測点の非線形地盤応答、柏崎市中心部の地盤変状と地形の関係、柏崎市の液状化調査、について講演が行われた(70名)。

(5-6) 新潟県中越沖地震(3)(座長: 大野晋/東北大学・三宅弘恵/東京大学)

2007年新潟県中越沖地震について、主に地震動・震

源過程に着目した被害調査結果に関する発表が行われた。具体的には、震源過程に関する予備的考察、強震記録から推定した震源モデル、断層モデルと震源過程、「へ」の字型の断層面を仮定した場合のすべり量分布、近地P波記録から推定した震源過程、柏崎刈羽原子力発電所のペンレコードからの地震記録の復元、柏崎刈羽原子力発電所の記録の特徴、地震記録の分析と経験的グリーン関数法を用いたシミュレーションによる考察、柏崎市役所における余震観測、について講演が行われた(70名)。



写真6 第5会場

3. 技術フェアおよび懇親会

今年の大会から企業参加による「地震工学技術フェア」が企画され、下記の地震計メーカーの協賛で「地震計の開発と普及」というテーマで、最新の地震計の開発技術に関する展示が行われた。研究者にとって非常に興味深い展示で参加者にとって極めて有意義な内容であっただけでなく、大会の運営収支面でも日本地震工学会に対して大いに貢献していただく結果になった。

(くじ引き順)

白山工業株式会社

株式会社勝島製作所

(株)高見沢サイバネティックス

日本航空電子工業(株)

応用地震計測株式会社

株式会社システムアンドデータリサーチ

株式会社 東京測振

株式会社 山武

リオン株式会社

株式会社 ミットヨ

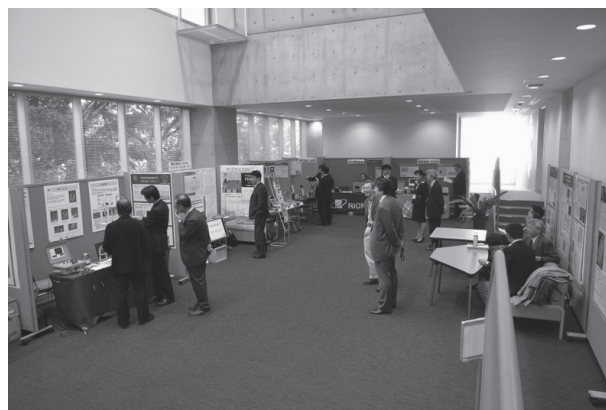


写真7 技術フェア

夕方は2日間とも交流の場を設けたが、いずれも100名近い参加者を得て盛況であった。13日は北川良和現会長、14日は鈴木浩平次期会長より挨拶があり、14日は大町達夫前会長の乾杯の音頭で懇親会が始まり、家村副会長から2008年10月の14WCEE(北京)について懇切丁寧な参加勧誘があるなどして、大いに盛り上がった。また、2008年度本会大会について、実行委員長予定の東北大学源栄教授より、11月初旬仙台での開催計画が案内された。なお、簡易な昼食を会場内でとれるように用意したが、これも好評であった。



写真8 懇親会

4. おわりに

大会に参加していただいた皆様、運営に尽力していただいた実行委員会委員、ならびにフェアに出展していただいた企業の皆様のご協力により、大会-2007は盛会のうちに無事終了した。以上のみなさまには、この場を借りて深く感謝申し上げるとともに、今後とも本大会が発展的に継承されて、広い領域にわたる最新の論文と活発な議論により、地震工学・耐震工学分野の横断的な情報交流に寄与し続けることを願っている。

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

西村 昭彦

●(株)ジェイアール総研エンジニアリング

1. 委員会の目的と活動経過

1.1 委員会の目的

耐震設計関係者に大きな衝撃を与えた兵庫県南部地震の構造物の被害に鑑み、学会および関係各機関で耐震設計法の研究が重ねられ、新しい耐震設計基準等が制定された。これらの主なものは性能照査型設計法であり、設計手法としては限界状態設計法が用いられている。また、大きな地震動に対応するため、地盤および構造の非線形性を考慮した動的解析が採用されてきている。しかし、なお多くの未解決の問題が残されていることも事実である。たとえば、大地震時における地盤の性状とくにひずみ依存性、液状化およびそれに伴う流動化の問題、あるいは地盤と基礎の動的相互作用それも大地震時における相互作用、さらに基礎の支持力性状についても十分とはいえない。これらの問題について調査・研究し、これを基に耐震性の高い構造物の建設に貢献するため研究委員会を設立した。その主な検討課題は以下のとおりである。

- ①大地震時の地盤の挙動（地震時の地盤のひずみと変形係数の関係等の把握）
- ②地盤の液状化とそれに伴う流動化（液状化およびそれに伴う流動化の構造物への影響評価）
- ③地盤—基礎—上部工からなる系の動的相互作用（構造物の挙動解析の精度向上）
- ④基礎の支持力性状（基礎の限界状態および支持力算定の精度向上）
- ⑤基礎構造形式の検討（免震・制震技術の基礎への適用）
- ⑥耐震設計法への導入（上記成果の実務への適用）

このうち⑥は①～⑤の成果を纏め、実務への適用を考えるための課題である。

そして、これらWGを設置し、検討を行った。

1.2 委員会活動経緯

委員会は平成16年12月に発足し、14回の会合を重ねた。また、委員会とは別に各WGが個別の検討会を開催した。この委員会には土木、地盤、建築各部門の専門家が大量参加していただいたので、委員会では前半は各分野の最近の技術的な話題提供とそれに対する質

疑応答を行い、お互いの技術向上に努め、後半は各WGの活動状況の報告をする形式をとった。

また、各WGの検討結果を取り入れたガイドライン（案）の審議も平行して行った。

そして3年間の検討の成果として「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）」をまとめた。このガイドライン（案）は8章から構成されており、実務に適用できる最新の技術を取り入れたつもりである。また、特徴としては8章に耐震設計の課題をまとめたことにある。

しかし、委員会の活動には限界があり、前述した耐震設計の課題が解決されたとはいえない。それでも、今回作成されたガイドライン（案）はこれからの耐震設計に参考になる知識も多くある。そこで、その知識を耐震設計に携わる技術者の参考にしていただきたいと考え、講習会を開催し、学会員他の皆様の参考に供することとした。

2. 委員会が主催したイベント

本委員会は委員会審議とともに、イベントを開催した。それを以下に紹介する。

2.1 オーガナイズドセッション「O-7：地盤・基礎系における耐震設計上の諸問題」

2005年地震工学会大会においてオーガナイズドセッションを開催した。このセッションは2部構成となっており、前半は論文発表と討議、後半は委員会報告とパネルディスカッションを実施した。

1)地盤・基礎系における耐震設計上の諸問題（論文発表）

このセッションでは本研究委員会が実施している調査・研究内容に関連して、8編の論文の発表が行われた。2時間のセッションの中で、論文の発表（各10分）を続けて行った後、約30分間質疑・応答に充てた。参加者数は約25名で、時間いっぱい、活発に質疑・意見が交わされた。

本セッションで発表・議論された論文の研究・技術テーマは地盤—基礎関係の耐震設計に関わる広範な分野にわたっている。主要なキーワードだけを挙げても、

杭基礎、パイルド・ラフト基礎、既設基礎の耐震補強、P R C 杭、液状化地盤、動的相互作用、振動システム同定、支持力機構、地震応答解析モデル、数値解析手法、波動吸収境界、終局性能などである。

このなかで比較的大きな関心を集めているテーマとしては、地震時に地盤が液状化する場合における杭基礎の挙動特性の解明とその予測のための解析モデルの確立、耐震性能をより高めた基礎や既設構造物基礎の耐震補強法の開発などが挙げられる。

地盤の液状化が絡む諸問題においては、液状化前後の土の挙動の複雑さが大きな障壁となっており、定量的な評価・予測が十分にできるレベルまでには、なお調査・研究を進める必要のあるものが多い。そのほか、新しい形式の基礎に関して研究・開発する上で、現行の設計基準等の規定が足枷的に影響しているという意見もあった。このように、構造物基礎と地盤液状化の問題については、なお一層の調査・研究が望まれる。現状では、データの取得は縮小模型の振動実験と既往地震における被害事例からが主体であるが、今後は実大に近い規模での震動実験も実施されると期待され、そうしたデータも有効に利用して効果的に研究を進めることが必要であろう。既設構造物の基礎の補強に関しては、現場の施工環境において厳しい制約条件が課せられることが多く、施工性とコストを含めた現実的な技術開発が求められている。

2) 地盤・基礎系における耐震設計上の諸問題 (パネルディスカッション)

このセッションは委員会の活動内容 (各WGの活動を含む) と今後の課題の報告とそれに対するディスカッションである。

各パネリストは6WGの代表が務め、その報告後、それに対するディスカッションを行った。発表の内容は1.1に挙げた①～⑥の課題についてである。

ここでも液状化に対する関心が高く、それについての活発な議論があった。また、土の物性値の設定方法についての議論もあった。とくに土の大ひずみ領域における物性値の設定は大きな課題である。

液状化については、液状化を含む非線形領域における地盤のモデル化や解析手法は、要素試験、模型振動台実験および遠心力試験から検証が行われているが、実際の地盤モデルにおける妥当性を検証するための地震観測や実験結果がほとんどない状態である。さらに、このような地盤における基礎構造との相互作用に関する挙動は複雑になり、そのような現象を実大規模で得られているものが少なく、基礎構造を含めたモデル化

や解析手法の検証方法が課題として考えられる。

2.2 基礎—地盤系の動的相互作用を考慮した耐震設計ガイドライン (案) 講習会

2007年10月26日 (金) 9時45分～17時00分、日本大学理工学部駿河台校舎の会議室にて標記の講習会を開催した。参加者は、定員を超える96名で会場が満席となる盛況ぶりであった。

講習会は、まずガイドライン (案) の内容の説明を行い、最後に耐震設計に関する問題点について議論を深めるために、パネルディスカッション「今後の耐震設計について」を行なった。

ガイドラインの説明は、「委員会活動報告および耐震設計概説」、「地盤の評価および挙動の算定 (液状化を含む)」、「構造物の挙動の算定」、「構造物の耐震性能の評価」、「基礎の耐震性能を高める方法」について行い、それ毎に質疑応答を行った。

パネルディスカッションでは、コーディネーターおよびパネリスト4名が地震動を含む耐震設計全般の課題、地盤の動的挙動に関する課題、基礎の耐震性能照査に関する課題、基礎の耐震性能向上と耐震補強に関する課題、性能設計に関する課題について見解を述べ、その後参加者の間で意見交換をした。質疑応答では有益な意見が続出し、熱心な討議を行うことができた。

3. おわりに

以下に、3年間の委員会活動をとおして感じたことを記述する。

その第1は、耐震設計に関しての技術者の関心が高いことである。講習会で100名近い参加者があったことがそれを示している。パネルディスカッションでも活発かつ有意義な議論があった。講習会を開催してよかったと思うとともに、その熱意も感じる事が出来た。

第2は耐震設計にはまだ課題が多いことである。2でも述べたが、そのほかにも土木学会と日本建築学会が共同で研究を進めている長周期地震動に関する課題もその一つである。それらを考えるとき、これからの努力が非常に重要だと言うことを感じている。

最後に、本委員会の活動をご支援いただいた地震工学会の理事、事務局の方々、またお忙しい中、課題の検討、原案執筆、審議その他の委員会活動にご努力された委員の皆様に厚く御礼申し上げます。



会員・役員・委員会の状況

(1) 会員の異動

会員種別	前期末(5月末) 会員数	2007年6月1日～2007年12月末				
		入会者	転格者	退会者	異動計	現在総数
名誉会員	9	0	0	1(逝去)	-1	8
正会員	1183	43	+4	4	+43	1226
学生会員	39	45	-4	1	+40	79
法人会員	92	3	0	0	+3	95

※次号(会誌第8号)より、新入会員の氏名を掲載いたします。

(2) 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
(各種団体)
社団法人プレハブ建築協会

【A級】

(建設)

株式会社大林組
株式会社奥村組
小田急建設株式会社
株式会社熊谷組
株式会社竹中工務店
戸田建設株式会社
(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
東北電力株式会社
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
社団法人土木学会
社団法人日本建築学会
財団法人日本建築センター
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
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
ビューローベリタスジャパン株式会社
(電気・ガス・鉄道・道路)
九州電力株式会社
中国電力株式会社
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
社団法人全国地質調査業協会連合会
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
(建材・システムなど)

株式会社エヌ・ティー・エス
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
株式会社本間組
真柄建設株式会社

(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
株式会社ベクトル総研

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
財団法人大阪建築防災センター
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
財団法人日本建築総合試験所
社団法人日本ボイラ協会
社団法人日本免震構造協会
(建材・システムなど)
伊藤忠テクノソリューションズ株式会社
エ イ ム 株 式 会 社

(3) 平成19年度役員一覧

役 職	氏 名 (所 属)
会 長	北川 良和 (元 慶應義塾大学 教授)
次期会長	鈴木 浩平 (首都大学東京 副オープンユニバーシティ長)
副会長	家村 浩和 (京都大学大学院工学研究科 教授)
副会長	小長井一男 (東京大学生産技術研究所 教授)
副会長	鈴木 祥之 (京都大学防災研究所 教授)
副会長	西谷 章 (早稲田大学理工学術院 教授)
理事(総務)	石川 裕 (清水建設(株) 技術研究所 施設基盤技術センター 所長)
理事(総務)	勝俣 英雄 ((株)大林組技術研究所 建築振動制御研究室 室長)
理事(総務会計)	鈴木 康嗣 (鹿島建設(株) 技術研究所都市防災・風環境グループ上席研究員)
理事(会計)	小林 信之 (青山学院大学理工学部機械創造工学科 教授)
理事(会員)	野畑 有秀 ((株)大林組技術研究所 地盤震動研究室 室長)
理事(会員)	柏崎 昭宏 (石川島播磨重工業(株) 技術開発本部 管理部 部長)
理事(学術)	久田 嘉章 (工学院大学建築学科 教授)
理事(学術)	吉田 郁政 (武蔵工業大学工学部 教授)
理事(情報)	末富 岩雄 (日本技術開発(株) リサーチ・エンジニアリング事業部)
理事(情報)	志波由紀夫 (大成建設(株) 技術センター土木技術研究所 主席研究員)
理事(事業)	若松加寿江 ((独)防災科学技術研究所 招聘研究員)
理事(事業)	笠井 和彦 (東京工業大学建築物理研究センター 教授)

理事（事業）	壁谷澤寿海（東京大学地震研究所 教授）
理事（事業）	源栄 正人（東北大学大学院工学研究科 教授）
理事（調査研究）	三輪 滋（飛島建設（株）技術研究所 所長）
監 事	亀田 弘行（（独）防災科学技術研究所 客員研究員）
監 事	工藤 一嘉（日本大学総合科学研究所 教授）

（４）平成19年度委員会および委員長一覧

選挙管理委員会	委員長	勝俣 英雄（理事、大林組）
役員候補推薦委員会	委員長	勝俣 英雄（理事、大林組）
法人化検討委員会	委員長	石川 裕（理事、清水建設）
電子広報委員会	委員長	末富 岩雄（理事、日本技術開発）
会誌編集委員会	委員長	志波由紀夫（理事、大成建設）
事業企画委員会	委員長	若松加寿江（理事、防災科学技術研究所）
大会実行委員会	委員長	壁谷澤寿海（理事、東京大学）
国際委員会	委員長	笠井 和彦（理事、東京工業大学）
論文集編集委員会	委員長	久田 嘉章（理事、工学院大学）
研究統括委員会	委員長	小長井一男（副会長、東京大学）
地震災害対応委員会（常置）	委員長	壁谷澤寿海（理事、東京大学）
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	委員長	西村 昭彦（JR総研エンジニアリング） （平成19年10月31日活動終了）
津波災害の軽減方策に関する研究委員会	委員長	松富 英夫（秋田大学）
次世代型地震工学実験施設のあり方に関する研究委員会	委員長	川島 一彦（東京工業大学）
土構造物におけるライフサイクルコスト戦略の研究委員会	委員長	東畑 郁生（東京大学）
リモートセンシング技術を用いた災害軽減に関する研究委員会	委員長	山崎 文雄（千葉大学）



行 事

本会主催による実施行事

2007年7月1日～2007年12月31日

日 程	行事名	
2007年8月22日	2007年新潟県中越沖地震災害調査報告会	主催
2007年8月24日	セミナー 分かりやすい「地震工学における模型実験技術」	主催
2007年9月18日	講習会「性能規定型耐震設計法の現状と課題」(大阪)	主催
2007年10月3日	セミナー 実務で使う地盤の地震応答解析	主催
2007年10月26日	講習会「基礎－地盤系の動的応答と耐震設計法」	主催
2007年11月6日	2007年ペルーピスコ地震、インドネシア南スマトラ地震被害調査報告会	主催
2007年11月13日～14日	年次大会「第5回日本地震工学会・大会-2007」	主催
2007年11月20日	セミナー「実例で示す木造建物の耐震補強と維持管理」	主催
2007年11月27日	見学会「免震・制振技術開発施設・工場見学会」	主催
2007年12月13日	見学会「E-ディフェンス橋梁耐震実験見学会」	主催

共催・後援・協賛した行事

2007年7月1日～2007年12月31日

日 程	行事名	
2007年7月24日	実大三次元震動破壊実験施設を用いた橋梁耐震実験研究 平成18年度 研究成果発表会	共催
2007年8月3日	NPO法人リアルタイム地震情報利用協議会 第4回「緊急地震速報展・講演会 -緊急地震速報の一般提供を迎えて-」	後援
2007年8月21日～8月24日	平成19年度東京都防災展	出展参加
2007年9月25日	土木学会「褶曲帯で発生した地震に関する調査・研究報告会」	後援
2007年10月29日	NPO法人国境なき技師団「第2回定例セミナー」	後援
2007年10月31日～11月1日	第2回「震災対策技術展／自然災害対策技術展」宮城	後援
2007年11月2日	土木学会「新しい地震動研究の進展と土木構造物の設計地震力に関する講習会」	共催
2007年11月5日	第1回日本耐震グランプリ ～耐震の国民運動を～	後援
2007年11月5日～8日	首都大学東京21世紀COEプログラム 国際会議” Building Stock Activation 2007”	後援
2007年11月9日	日本機械学会東海支部 第3回座談会「安全、診断と防災システム」	協賛
2007年11月12日	第23回(2007)京都賞記念ワークショップ	協賛

2007年11月30日	NPO国際建設技術情報研究所「国際建設技術情報シンポジウム2007」－最先端シミュレーション技術と建設－	後援
2007年12月4日	KG-NET・関西圏地盤研究会 「地盤情報から学ぶ堆積盆地の地盤特性と防災・環境講習会」－大阪平野から大阪湾を例にして－	協賛
2007年12月7日（東京） 12月12日（大阪）	日本建築学会「長周期地震動と建築物の耐震性」講習会	後援

今後の行事予定

2008年1月現在

日程	行事名	
2008年1月18日	地震防災フォーラム'07 －来るべき南海、東南海地震に備えて(5)－（南海・東南海地震が超巨大地震になる可能性について）	協賛
2008年1月31日	第7回国土セイフティネットシンポジウム－緊急地震速報の一般利用を迎えて－	共催
2008年1月31日～2月1日	第12回「震災対策技術展／自然災害対策技術展」横浜	後援
2008年2月1日	震災予防協会 第27回震災予防協会講演会 「地震・火山噴火と人間：溢れ出る情熱に学ぶ災害軽減への道」	後援
2008年2月26～27日	原子力発電所の耐震安全性・信頼性に関する国際シンポジウム	協賛
2008年2月28日	土木学会 第9回地震災害マネジメントセミナー「長周期・長継続時間地震動への備えはできているか ～現代社会の盲点を探る～」	後援
2008年3月9日	防災講座「地震災害に備える～地震情報の利用とわが家の地震対策～」	主催
2008年4月11日	セミナー「強震動予測レシピ－新潟県中越沖地震や能登半島地震などに学ぶ－」	主催
2008年4月22日	セミナー「地震発生確率－理論から実践まで－」	主催
2008年6月10～12日	第57回 理論応用力学講演会	共催
2008年7月8～11日	The 2008 Seismic Engineering International Conference commemorating the 1908 Messina and Reggio Calabria Earthquake（イタリア）	
2008年9月16～17日	Fifth European Workshop on the seismic behaviour of Irregular and Complex Structures（イタリア）	
2008年10月12～17日	The 14th World Conference on Earthquake Engineering (14WCEE)、（北京）	
2008年11月3～5日	年次大会「第6回日本地震工学会・大会-2008」	主催
2008年11月24～27日	第7回アジア地震学会連合総会	後援
2009年9月13～17日	The 10th International Conference on Structural Safety and Reliability (ICOSSAR2009)（大阪）	

* 各行事の詳細については学会ホームページ (<http://www.jaee.gr.jp/event.html>) をご参照下さい。



会務報告

2007年7月1日～2007年12月31日

7月02日(月)	・JAEE NEWS No.146 配信
7月10日(火)	・電子広報委員会Web編集WG開催 末富委員長他(於 本会事務所 10時～12時)
7月17日(火)	・JAEE NEWS No.147 配信
7月19日(木)	・会誌編集委員会開催 志波委員長、上半幹事他(於 本会事務所 17時～19時)
7月23日(月)	・総務部会開催 北川会長、鈴木康理事、石川総務理事、勝俣総務理事(於 本会事務所 17時～19時)
7月31日(火)	・会長・副会長会議 北川会長、鈴木次期会長、家村副会長、小長井副会長、鈴木祥之副会長、西谷副会長(於 建築会館304会議室 16時～17時) ・第62回理事会開催 北川会長、鈴木次期会長他(於 建築会館304会議室 17時～)
8月01日(水)	・JAEE NEWS No.148 配信
8月07日(火)	・新潟県中越沖地震 東京電力柏崎刈羽原子力発電所 本会ほか4学会合同視察(本会参加 北川会長、鈴木浩平次期会長、鈴木(祥)副会長、源栄事業理事、若松事業理事)
8月10日(金)	・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開催 西村委員長他(於 建築会館301会議室 13時30分～16時30分) ・本会共催「橋梁耐震実験研究 平成18年度研究成果発表会」(7月24日 世界貿易センター会議室)開催終了報告受領 参加者111名
8月21日(火)	・会誌編集委員会開催 志波委員長、上半幹事他(於 建築会館304会議室 17時00分～20時30分)
8月22日(水)	・2007年新潟県中越沖地震災害調査報告会開催 5団体共催:本会・土木学会・日本建築学会・地盤工学会・日本地震学会(於:東京大学生産技術研究所コンベンションホール 13時30分～17時30分) 参加者270名
8月24日(金)	・平成19年度 セミナー 分かりやすい「地震工学における模型実験技術」開催 講師 東畑郁生(東京大学教授)他(於 建築会館ホール 14時00分～17時00分) 参加者65名
8月31日(金)	・平成19年ペルー地震に対する対策本部設置及び第一次調査団派遣について 本会・土木学会合同調査団派遣 北川会長より次期会長、副会長に通達 1. 団長および団構成 団長 ヨハンソン ヨルゲン(東京大学生産技術研究所講師) 団員 マヨルカ パオラ(東京大学生産技術研究所特任助教) 2. 調査期間: 平成19年9月4日(月)～平成19年9月29日(水) 3. 主な調査項目: 地すべり、液状化現象等地形地質の改変、道路、橋梁等ライフライン、現地素材建築物(日干し煉瓦)等。また途中ASCE(アメリカ土木学会)と合同調査を行う予定。
9月03日(月)	・JAEE NEWS No.149 配信
9月07日(金)	・事業企画委員会開催 若松委員長他(於 建築会館 日本建築士会連合会会議室 16時00分～19時00分)
9月10日(月)	・電子広報委員会開催 末富委員長他(於 本会事務所 10時～12時)
9月18日(火)	・講習会「性能規定型耐震設計法の現状と課題」開催(大阪会場) 講師 川島一彦(東工大)他6名(於 関電会館エルガーデン中会議室 10時～17時) 参加者99名 ・JAEE NEWS No.150 配信
9月19日(水)	・会誌編集委員会開催 志波委員長他(於 建築会館302会議室 18時～20時)
9月26日(水)	・日本地震工学会大会実行委員会-2007 壁谷澤大会実行委員長他(於 東京大学地震研究所1号館(新館)3階セミナー室B室) 14時30分～17時)
9月27日(木)	・総務部会開催 北川会長、鈴木康理事、石川総務理事、勝俣総務理事(於 本会事務所 17時～19時)

10月01日(月)	・JAEE NEWS No.151 配信
10月03日(水)	・セミナー「実務で使う地盤の地震応答解析」講師 吉田望(東北学院大学教授)(於 建築会館ホール 10時～17時)参加者200名
10月04日(木)	・会長・副会長会議 北川会長、鈴木次期会長、家村副会長、小長井副会長、鈴木(祥)副会長、西谷副会長(於 建築会館304会議室 16時～17時) ・第63回理事会開催 北川会長、鈴木副会長他(於 建築会館304会議室 17時～20時20分)
10月15日(月)	・JAEE NEWS No.152 配信
10月26日(金)	・講習会「基礎-地盤系の動的応答と耐震設計法」開催(東京・千代田区)講師(西村昭彦/(株)J R 総研エンジニアリング)他10名(於 日本大学理工学部駿河台校舎1号館2階121会議室 9時45分～17時)参加者96名
11月01日(木)	・会誌編集委員会開催 志波理事・委員長他(於 建築会館301会議室 18時00分～20時30分) ・JAEE NEWS No.153 配信
11月05日(月)	・電子広報委員会開催 末富理事・委員長他(於 本会事務所 16時～19時)
11月06日(火)	・2007年ペルー地震、南スマトラ地震災害調査報告会開催 共催:本会・土木学会 ・北川会長挨拶、司会三輪理事、今村調査団長他(於:東京工業大学大岡山キャンパス本館H121教室 13時00分～17時00分)参加者40名
11月08日(木)	・役員候補推薦委員会開催 石川理事・委員長他、(於 建築会館304会議室 15時～17時)
11月13日(火) ～	・日本地震工学会大会-2007開催 壁谷澤理事・大会実行委員会委員長他 ・会期:13日(火)～14日(水)9:00～17:30
11月14日(水)	・場所:東京大学地震研究所1号館・2号館 ・大会梗概発表論文 256編 ・研究交流会開催(13日 17時30分～20時)、大会懇親会開催(14日 17時30分～20時) ・大会付随行事:地震工学技術フェア開催 企業出展10社 ・参加者延べ 500名
11月15日(木)	・JAEE NEWS No.153 配信
11月20日(火)	・選挙管理委員会開催 野畑理事他(於 本会事務所 10時～12時) ・セミナー「実例で示す木造建物の耐震補強と維持管理」開催(大阪・西区)講師 鈴木祥之(本会副会長、京都大学教授)他3名(於 建設交流館グリーンホール 13時30分～17時)参加者127名
11月22日(火)	・会誌編集委員会 志波理事・編集委員長、編集事務所及び事務局と今後の会誌掲載方法等について協議(16時～17時)
11月26日(月)	・事業企画委員会開催 若松理事・委員長他 (於 建築会館306会議室 16時～19時)
11月27日(火)	・本会主催:事業企画委員会企画、「免震・制振技術開発施設・工場見学会」 オイレス工業(株)足利事業場(栃木県・足利市)(14時15分～17時40分)参加者21名
12月05日(水)	・総務部会開催 北川会長、鈴木康理事、石川総務理事、勝俣総務理事(於 本会事務所 16時～18時)
12月12日(水)	・会長・副会長会議 北川会長、鈴木次期会長、家村副会長、小長井副会長、鈴木(祥)副会長、西谷副会長(於 建築会館304会議室 15時30分～16時30分) ・第63回理事会開催 北川会長、鈴木副会長他(於 建築会館304会議室 16時30分～18時30分)
12月13日(木)	・見学会「E-ディフェンス橋梁耐震実験見学会」(独)防災科学研究所兵庫耐震工学研究センター 14時～16時 参加者30名
12月17日(月)	・JAEE NEWS No.156 配信
12月21日(金)	・2008年度新会計科目の検討 石川総務理事、勝俣総務理事、小林会計理事、鈴木会計理事出席(於 本会事務所 10時～12時)
12月26日(水)	・津波委員会開催 松富委員長他(於 建築会館306会議室 13時30分～16時30分)



論文集目次・出版物

日本地震工学会論文集 第7巻・第4号～第6号

Journal of Japan Association for Earthquake Engineering, Vol.7, No.4 ~ No.6

目 次

第7巻・第4号

1. 巻頭言：特集号の発刊にあたって

特集号編集委員会
委員長 目黒公郎

(寄稿文)

2. 姉齒元建築士の功罪

伯野元彦 2-4

(論文)

3. 耐震化を促進するための地域防災力向上シミュレータ

福和伸夫、坂上寛之、花井勉、
高橋広人、飛田潤、鈴木康弘 5-22

4. 市販の家具転倒防止装置の効果に関する実験・数値解析的検証

目黒公郎、吉村美保、伊東大輔、
佐藤芳仁 23-32

第7巻・第5号

1. 論文集編集委員会から

本会論文編集委員会

(論文)

2. 高分解能衛星画像と数値標高モデルを用いた

三浦弘之、翠川三郎 1-14

2004年新潟県中越地震での斜面崩壊地の検出

3. 懸造形式を有する伝統木造建築物の地震応答に舞台が与える影響

鈴木隆志、倉形雅之、伊津野和行、
土岐憲三 15-30

4. ニューラルネットワークを用いた橋脚の

横山功一、原田隆郎、黒田聡、
A.K.M.Rafiquzzaman 31-44

地震時リアルタイム損傷判定法に関する検討

5. 花折断層による京都盆地の3次元非線形有限要素法による
強震動予測

土岐憲三、岸本英明、古川秀明、
酒井久和 45-59

第7巻・第6号

1. 論文集編集委員会から

本会論文編集委員会

(論文)

2. 統計的グリーン関数の最大加速度・最大速度の距離減衰特性

佐藤智美 1-16

3. スマートセンサと無線ネットワークを用いた

圓幸史朗、池ヶ谷靖、中村充、
柳瀬高仁 17-30

構造ヘルスマモニタリングシステムの開発

4. 被害発生確率を用いた耐震等級の説明の有効性

佐々木健人、小檜山雅之 31-47

(報告)

5. 2004年新潟県中越地震における強震観測点周辺の被害状況
および建物被害と地震動の対応性

小杉慎司、境有紀、中村友紀子、
大月俊典 48-81

日本地震工学会出版物

2007.12.04現在

刊行日	題名	在庫	価額		
			正会員	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
2001.11.28	第一回日本地震工学研究発表・討論会	○	¥7,000	¥9,000	¥4,000
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
2002.02.14	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
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
2003.01.31	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-活断層調査・地盤構造調査は地震防災にどう活かされたか？」	○	¥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
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
2003.11.21	地震工学市民講座「地震被害を低減するために」	×			
2003.11.28	日本地震工学会大会-2003梗概集	○	¥4,000	¥8,000	¥1,500
2003.12.05	2003年（平成15年）十勝沖地震被害調査報告会概要集	×			
2004.01.31	第8回震災対策技術展「来るべき大地震に対する構造物の備えの現状と課題-南海トラフの地震に対してだけ備えていて良いのか」	×			
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
2004.12.21	平成16年新潟県中越地震被害調査報告会概要集	×			
2005.01.11	日本地震工学会大会-2004梗概集	○	¥5,000	¥9,000	¥2,000
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
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
2005.01.31	日本地震工学会誌N o. 1	○	¥1,000	¥1,500	¥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
2005.08.31	日本地震工学会誌N o. 2	○	¥1,000	¥1,500	¥1,000
2005.11.21	日本地震工学会大会-2005梗概集	○	¥6,000	¥10,000	¥2,000
2006.01.31	日本地震工学会誌N o. 3	○	¥1,000	¥1,500	¥1,000
2006.02.03	第10回震災対策技術展「安全な住宅はいのちを救う－日本と諸外国を対象として」	×			
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
2006.07.31	日本地震工学会誌N o. 4	○	¥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
2007.01.31	日本地震工学会誌N o. 5	○	¥1,000	¥1,500	¥1,000
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
2007.07.31	日本地震工学会誌N o. 6	○	¥1,000	¥1,500	¥1,000
2007.10.03	セミナー「実務で使う地盤の地震応答解析」資料	○	¥2,000	¥3,000	¥1,000
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
2007.11.13	日本地震工学会大会-2007梗概集	×			
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

※送料は別途実費でいただきます。



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。ぜひご活用ください。

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

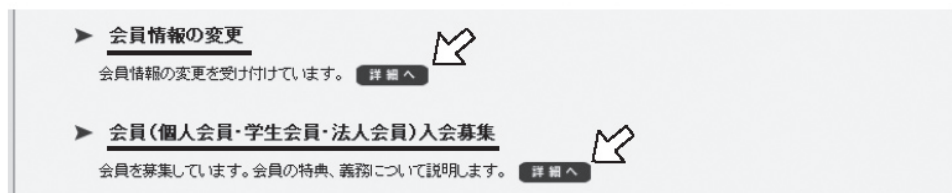
会員の方で、勤務先、住所、メールアドレス等が変更になった方は、会誌・「JAEE NEWS」等の確実な送付のため、ホームページから変更届をダウンロード、ご記入の上、事務局にお送り下さい。

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、Tel : 03-5730-2831、Fax : 03-5730-2830

編集後記：

会誌編集委員会では、昨年9月から新メンバー6名を加えた新たな体制で、会員の皆様にとってより有意義な会誌のあり方を模索しながら、この会誌第7号の編集に取り組んできました。

今号では、比較的ホットな話題の提供をコンセプトにして、昨年10月に本運用が開始された緊急地震速報と、7月に発生した新潟県中越沖地震と原子力発電所の耐震について特集しました。新たな取り組みとして、編集委員からの提案記事である「地震工学の名著を探せ！」と電子広報委員会にご協力いただいた「図解ホームページ」を企画・掲載するとともに、日本地震工学会の活動状況をより詳しくお伝えするために学会情報の掲載内容も一新しました。また、会誌の英文名称を「Bulletin of JAEE」に決定しましたので、英文献で会誌記事を参照される際にご使用下さい。

会誌編集委員会は、これからも会誌の充実に向けて努力していきますので、会誌への要望や企画のアイデアなどがございましたら、是非お寄せ下さい。最後になりましたが、ご寄稿いただきました皆様、新企画のアンケートなど企画・編集にご協力いただきました皆様に、誌上を借りて厚く御礼申し上げます。

上半 文昭(鉄道総合技術研究所)

会誌編集委員会

委員長	志波由紀夫	大成建設	委員	境 有紀	筑波大学
副委員長	大保 直人	鹿島建設	委員	西山 誠治	日建設計シビル
幹事	上半 文昭	鉄道総合技術研究所	委員	藤本 滋	湘南工科大学
委員	五十田 博	信州大学	委員	三宅 弘恵	東京大学地震研究所
委員	大原 美保	東京大学生産技術研究所			

日本地震工学会誌 第7号 Bulletin of JAEE No.7

2008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 2008

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