

日本地震工学会誌

Bulletin of JAEE

No.12

Jul.2010

会長挨拶：新会長の挨拶

特集：地震防災における確率論的アプローチ



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

一般社団法人 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12号 2010年7月)

Bulletin of JAEE (No.12 July.2010)

INDEX

会長挨拶：

新会長の挨拶／久保 哲夫	1
--------------	---

特集：地震防災における確率論的アプローチ

全国地震動予測地図／藤原 広行	3
確率論的地震ハザードの理解と活用／石川 裕	7
港湾におけるレベル1地震動の設定とその利用／長尾 毅、野津 厚	11
レベル2地震動の評価はなぜシナリオ型地震動評価に基づくべきか／野津 厚	15
確率論を用いた耐震設計／神田 順	19
地震リスクマネジメントにおけるリスク処理／矢代 晴実	23

連載：

名誉会員に聞く／田村重四郎	27
---------------	----

学会ニュース：

第10回通常総会ならびに講演会／一般社団法人 日本地震工学会第1回定時社員総会 ／保井 美敏、高田 一、倉本 洋、中村 孝明	29
日本地震工学シンポジウムの開催の御案内 和田 章、倉本 洋、久田 嘉章、福和 伸夫、勝俣 英雄	35

学会の動き：

会員・役員・委員会の状況	38
行事	41
会務報告	42
論文集目次・出版物	46
入会・会員情報変更の方法	50
投稿要領	51
学生会員「会費値下げ」のお知らせ	53

編集後記

新会長の挨拶

久保 哲夫

●東京大学大学院工学系研究科



会長就任にあたり、ご挨拶を申し上げます。

日本地震工学会は、地震工学および地震防災に関する学術・技術の進歩発展をはかり、それを以て地震災害の軽減に貢献することを設立趣意に掲げ、2001年1月に任意団体として設立され、その後9年余間にわたり

学会事業としての展開をはかって参りました。昨2009年の第9回通常総会において、法人格の取得に向けての方向が会員の総意として承認され、濱田政則前会長のリーダーシップの元に、法人化準備委員会での作業、理事会での審議を経て、多くの会員諸氏のご支援・ご鞭撻により本年2月4日に一般社団法人日本地震工学会の成立が登記されました。本2010年5月20日に開催された任意団体としての第10回通常総会と一般社団法人としての第1回通常総会において、任意団体の解散と残余財産処分、今までの任意団体の会員と財産を一般社団法人日本地震工学会に移行する一連の議案が承認されました。事業計画等も、基本的には任意団体のそれらを微修正して引き継ぎ、会員に皆さまの権利・義務については、基本的には法人化後において変更はありません。

本年5月20日の第1回通常総会を以て実質的な活動をスタートすることになりました一般社団法人日本地震工学会は、法人の憲法に位置付けられます定款に於いて本会の目的を次のように宣しております：“当法人は、地震工学および地震防災に関する学術・技術の進歩発展をはかり、もって地震災害の軽減に貢献することを目的とする。その目的に資するため、次の事業をおこなう。”とし、以下に“調査研究とその振興”、“研究会の開催”、“会報・論文集及び研究成果等の発行”等の事業を挙げ、第2項として、“各事業の実施地域は日本国内及び海外とする。”と記し、国際協力への展開を目的として据えております。

本会が法人格を取得したことによるメリットとしては、幾つかの点があると考えられます。一つは、法人

格を有することにより他学会・協会に対するプレゼンスを確保することができ、今後イコールパートナーとしてのより強い協調関係を構築することが出来る、二つは、競争的資金による研究課題に応募が出来るようになること、三つは、例えば文部科学省に於ける若手研究者の表彰事業に候補者を推薦できることになること、その他としては、研究・調査をサポートして戴ける寄付金を受け入れることが出来る等であります。そのほかにも、法人格を有したことによって新たに出来るようになることがあると思われませんが、これらについては更に実情を継続して調べ、その結果については会員皆様方へホームページ等を通じお知らせいたします。デメリットは、任意団体から法人格団体へ移行したことによって規則、規約等に若干の新たな制約が生じることです。後者については、柔軟に対応して参ります。

本年度の本会の活動方針については、先ず、一般社団法人となった体制の確立をはかって参りたいと考えております。具体的には、後述します本会の特色を活かした学術活動の活性化に関連して一般社団法人日本地震工学会としての競争的資金の獲得、本会趣意にご賛同戴ける方々、諸団体からの共同研究の提案、寄付金等の獲得、ならびに一般社団法人日本地震工学会として本会会員の活動に対して外部の表彰制度への推薦などに前向きに取り組んで参り、念願でもあった法人化によって期待されてきたことに途がつけられることを期しております。

第二には、最近やや低調気味であった本会の学術活動の活性化を目指したいと考えております。私の捉えるところでは、本会の特色としては、①本会会員は、土木学会、日本建築学会、日本地震学会、日本機械学会、地盤工学会等の関連学協会において主導的な活動をされている；②本会の活動目的は、その内容は広範に及ぶものの、“地震工学および地震防災”の進歩、発展に絞っている等が挙げられる。この本会の有する特色を活かし、本会だからこそ出来る災害情報、社会システムを含めた各分野の協調による分野横断的な課題を取りあげ、推進したいと考えております。その為には、研究統括委員会をはじめとし、広く会員の皆様

方よりいろいろなご提案を戴くとともに、理事会としては、そのような分野横断的な提案については支援を惜しむことのないよう、推進をはかって参ります。

2010年にはいっても、ハイチとチリにおいて大きな災害を伴った地震が日をおかずに続いて発生しました。これらの災害は、地震災害がそれぞれに地域性を有することを示しており、さらには事前の地震・防災対策および事後の救援体制の在り方を啓示していると受けとめられます。我が国においても、タイプの異なる南海トラフに沿った南海・東南海・東海地震や首都圏直下地震等の発生確率が高い値で評価されております。日本地震工学会が、定款に記す“地震工学・地震防災に関する諸課題に取り組み、その進歩発展を以て地震災害の軽減に貢献する”ことにより、社会的に果たすべき役割と期待もますます大きくなっております。日本学術会議をはじめとし、地震災害の軽減を広く共有する他の国内・国外の諸学協会との密な連携を推進し、地震工学、地震防災に関連する分野に係わる研究者、技術者の団体として本会趣意に沿い、主導的に国内外の地震災害の軽減に貢献をはかる本会の役割を明確にし、具体的な貢献、成果をあげるように取り組んで参ります。

会員各位の、一層のご支援とご協力を切にお願い申し上げます。

全国地震動予測地図

藤原 広行

●防災科学技術研究所

1. はじめに

兵庫県南部地震により引き起こされた阪神・淡路大震災を契機として発足した地震調査研究推進本部では、平成11年4月に決定された「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－」に基づき、「地震動予測地図」の作成を進めてきた。その検討の一環として、平成17年3月には、「全国を概観した地震動予測地図」が公表され、その後、毎年新たな知見を加えながら地図の更新が行われてきた。こうした中、2009年7月には、これまでの10年間の検討のとりまとめとして、「全国地震動予測地図」¹⁾が公表された。

防災科学技術研究所では、地震動予測地図作成に必要な技術的検討²⁾を実施するとともに、2005年5月から運用していた地震ハザードステーションJ-SHIS (<http://www.j-shis.bosai.go.jp>)の大幅な機能アップを実施し、「全国地震動予測地図」に関するデータを一元的に管理し、背景地図と重ね合わせてわかりやすく提供できる新システムを開発した(図1)。

以下では、「全国地震動予測地図」の概要を紹介し、そこで用いられている確率論的なアプローチによる地震ハザード評価について考察する。



図1 地震ハザードステーションの画面の例

2. 全国地震動予測地図の概要

「全国地震動予測地図」は、地震発生 of 長期的な確

率評価と強震動の評価を組み合わせた「確率論的地震動予測地図」と、特定の地震に対して、ある想定されたシナリオに対する詳細な強震動評価に基づく「震源断層を特定した地震動予測地図」の2種類の性質の異なる地図から構成されている。

「確率論的地震動予測地図」は、日本及びその周辺で起こりうる全ての地震に対して、その発生場所、発生可能性、規模を、確率論的手法を用いて評価し、さらにそれら地震が発生したときに生じる地震動の強さをバラツキも含めて評価することにより作成されている。地点ごとに地震ハザード評価を実施し、地震動の強さ・期間・超過確率のうち2つを固定して残る1つの値を求めた上で、それらの値の分布を示したものが「確率論的地震動予測地図」である。「確率論的地震動予測地図」には、いろいろな種類のものが作成されているが、代表的なものとしては、今後30年以内に各地点が震度6弱以上の揺れに襲われる確率を地図として示したのものがある。

一方、「震源断層を特定した地震動予測地図」は、ある特定の断層帯で発生する地震について、断層破壊の物理モデルに基づき、複雑な地下構造を考慮した地震波動伝播のシミュレーションを実施することにより、断層近傍域でのリアリティのある地震動予測を示したものである。ここで用いられている予測手法は、計算手続きが大変複雑なため、それらを標準化したものとして、「震源断層を特定した地震の強震動予測手法(レシピ)」がまとめられている。

3. 確率論的地震ハザード評価

「確率論的地震動予測地図」の作成においては、確率論的地震ハザード評価が用いられている。確率論的地震ハザード評価とは、ある地点において将来発生する「地震動の強さ」、「対象とする期間」、「対象とする確率」の3つの関係を評価するもので、大まかな手順は、以下に示す通りである。

- ① 地震調査委員会による地震の分類に従い、対象地点周辺の地震活動をモデル化する。なお、地震活動のモデル化では、震源断層が特定できる地震のみならず、震源断層が特定しにくい地震について

も統計的なモデルを作成する。

- ② モデル化したそれぞれの地震について、地震調査委員会の長期評価結果に基づき、地震の発生確率を評価する。
- ③ 地震の規模と位置が与えられた場合の強震動評価のため、予測のバラツキを考慮した経験的距離減衰式を用いる。
- ④ モデル化された各地震について、対象期間内にその地震により生じる地震動の強さが、ある値を超える確率を評価する。
- ⑤ 上の操作をモデル化した地震の数だけ繰り返し、それらの結果を確率的に足し合わせることで、全ての地震を考慮した場合に、対象期間内に生じる地震動の強さが、ある値を少なくとも1度を超える確率を計算する。

こうした評価の手続きからもわかるように、確率論的地震動予測地図において用いられている地震ハザード評価では、対象としている地点ごとに、その周辺で起こりうる可能性のある地震による地震動が、発生確率も含めてすべて考慮されている。

一方で、地震発生予測と強震動予測という2つの性質の異なるものを、それぞれに対して確率分布を用いることにより、同じ土俵にのせて掛け合わせる操作が行われるため、すべての地震が考慮され統合されたのちの地震ハザードの値だけでは、そこに含まれている個別の地震による地震動情報が見えにくくなっている場合もある。

例えば、発生間隔が100年程度の海溝型地震と発生間隔が数千年程度の活断層による地震を考えた場合、今後30年間の地震発生確率が、海溝型地震では、数10%以上になる場合があるのに対して、活断層の地震では、高くてもせいぜい数%で、多くの場合1%にも満たない。このように発生確率の大きく異なる地震をまとめてしまうと、地図表現をした場合、結果として発生確率及び地震規模の大きな海溝型地震が、地図のパターンを決める主要因となり、他の情報が相対的に小さくなり、色の付け方などの表現手法によっては、多くの情報が失われてしまう可能性がある。

4. 地震カテゴリーの分類による地図の作成

日本で発生する地震によるハザードを1つにまとめてしまうと、南海トラフの地震等が目立ってしまい、活断層の地震の情報をマスクしてしまう。地震発生確率が、正確に評価されているという前提に立てば、ハザードレベルの違いは、客観的な事実であり、相対的な数値の違いをそのまま受け入れて、地震に対する備

えを考えるとということも1つの考え方ではある。

しかし、地震にもいろいろなタイプがあり、それぞれのタイプごとに分類するという考えられる。例えば、同じ雨といっても、台風による雨もあれば、局所的な雷雨のような雨もあり、さまざまな降り方がある。それらに対する備えも、対する相手の性格を知った上で、適切に行うことがより効果的だと考えられる。地震も同様で、発生間隔や規模、発生する場所も異なる地震を、1つにまとめてしまうのではなく、いくつかのタイプに分類して、それぞれのタイプごとに、ハザードを評価して地図として表現すると同時に、それらをあたかも違う災害のように考えて、相対的に比較してみることも考えられる。

全国地震動予測地図では、上記のような考え方を採用して、日本で発生する地震を大きく3つのカテゴリーに分類して、それぞれのカテゴリーごとに地図を作成している(図2)。具体的には、地震カテゴリー1として、海溝型の地震のうち震源断層を特定できる地震、地震カテゴリー2として、海溝型地震のうち震源断層を特定しにくい地震、地震カテゴリー3として、活断層など陸域と海域の浅い地震としている。

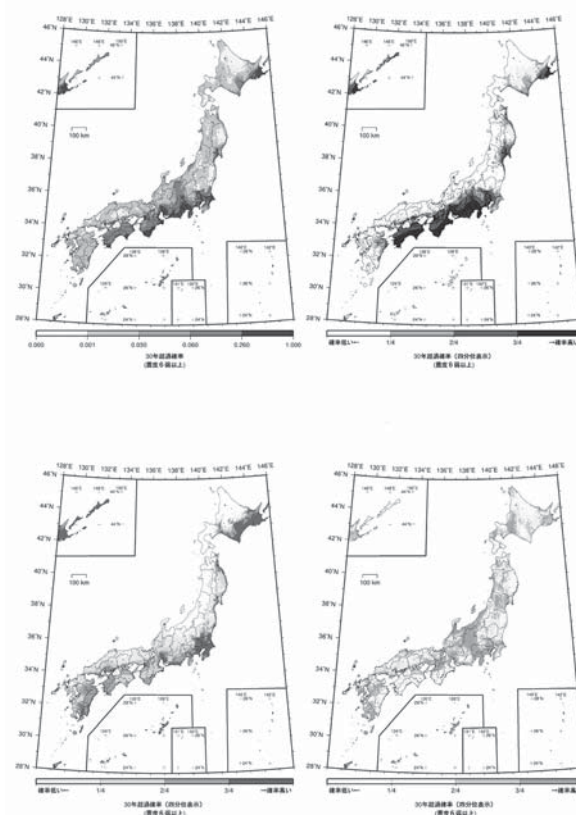


図2 確率論的地震動予測地図の例。すべての地震を考慮した場合(左上)、地震カテゴリー1(右上)、地震カテゴリー2(左下)、地震カテゴリー3(右下)。

地震カテゴリー1に含まれる地震は、発生間隔が数十年から数百年と短く、発生確率が高く、歴史上でも繰り返し地震が発生した記録が残されており、また発生規模や発生場所などについてもある程度特定された、いわゆる名前の付いた地震である。

地震カテゴリー2に含まれる地震は、プレート間及びプレート内で発生する海溝型地震で、地震カテゴリー1の地震と比較すると規模が一回り小さく、震源を断層特定できないものからなる。発生間隔は比較的短く、発生頻度は高いが、いつどこで発生するかを特定することが困難なタイプの地震である。

地震カテゴリー3に含まれる地震は、活断層で発生する地震に加え、震源が特定できない地震も含む、陸域及び海域で発生する地殻内の浅い地震で、発生間隔が数千年程度以上と長く、発生確率が低いタイプの地震である。しかし、都市の近くで発生した場合、震源が浅いため、強い地震動を発生させる可能性があり、局所的ではあるが、甚大な被害を生ずる可能性がある地震が含まれている。

地震活動の長期評価では、地震発生確率を評価するために、地震の平均発生間隔と、最新活動時期を評価し、BPT分布を仮定して発生確率を評価している。一方で、情報が不十分で最新活動時期などが評価できない地震については、平均発生間隔のみの評価によるポアソン過程を用いた発生確率の評価が実施されている。地震カテゴリー1に属する地震については、BPT分布を用いた発生確率の評価がなされ、地震カテゴリー2の地震については、ポアソン過程による評価がなされている。地震カテゴリー3の地震については、BPT分布及びポアソン過程に基づく評価が混在している。

全国地震動予測地図は、毎年新たな知見を加えて更新されているが、確率の計算の基準日が1年進むごとに、地震発生確率が変化する様子も見る事ができる。カテゴリー1の地震によるハザードは、BPT分布により評価されているため、基準日が1年進むごとに、地震が発生しなければ、各地震の発生確率が大きくなる影響があらわれ、毎年地震が切迫してくる様子が地図として表現されている。一方で、カテゴリー2の地震によるハザードは、発生確率がポアソン過程を用いて評価されているため、地震活動モデルそのものの見直しがなされない限り、地図の年更新においてもハザードの変化は見られない。カテゴリー3の地震については、BPT分布により地震発生確率が評価されているものもあるが、発生間隔が長いため、年更新の影響はほとんど現れず、活断層評価そのものの更新などの、地震活動モデルの見直しがない場合には、大きな変化が

現れない。このように、3つのカテゴリーに地震を分類した場合、地震の切迫度が年ごとに変化して現れるのは、カテゴリー1に属する地震に対するハザードであることがわかる。

3つに分類された地震タイプに対して、それぞれの地域でどのタイプの地震ハザードが、相対的に大きいのかを調べることにより、地域ごとに、特に備えるべき対象となる地震タイプを認識することが可能となる。全国地震動予測地図では、震度レベルごとに、もっとも大きな影響を与える地震カテゴリーを示した地図もあわせて作成している(図3)。これによれば、震度レベルが大きくなるにつれ、日本海側を中心に、カテゴリー3の地震によるハザードが相対的に大きな地域が拡大する様子がわかる。

このように性質の違う地震を分類し、分類された地震ごとにハザードを評価し、それぞれの地震カテゴリーに応じた対策を考え、地域の特徴を考慮して組み合わせることができれば、全国地震動予測地図に含まれる地震ハザード情報を用いた、より合理的な地震対策立案が可能になると期待される。

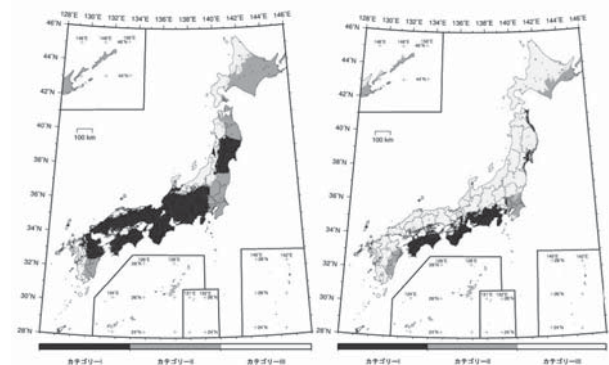


図3 震度階級ごとに見た、最も影響の大きい地震カテゴリー。震度5弱(左側)、震度6強(右側)。

5. シナリオ地震の設定

地震の発生確率は、一部の海溝型地震では、数10%からほぼ100%に近い数値となるものもあれば、ほぼ0%、0.1%といった大変小さな数値のものまであり、対数軸を用いて地震発生確率をプロットした方が、見やすいような状況になっている。一方で、強震動のパラッキ評価は、震度などの指標でみた場合、平均値に対してほぼ正規分布している。このため、地震ハザード評価の過程で、地震発生確率と強震動の発生確率を掛け合わせる場合、地震発生確率は、0.1,1,10,100というような対数軸上で分布する大きなバラツキをもった確率値を用いるのに対して、強震動発生確率は、

10,20,30,・・・というよう線形軸で変化する確率値を扱うことになる。地震ハザードからある地震動レベルを設定する場合、地震発生確率のバラツキの大きさが、地震動レベルを大きく変化させる可能性があるため、注意が必要である。現状の長期評価では、地震発生確率は、ほぼ0%から数%などというように大きな不確定性を持って評価されている場合が多いため、現実的には、地震ハザードレベルから逆算して、想定すべき適切な地震動の絶対値を決定することは、困難な状況にあると考えられる。

想定すべき適切な地震動レベルを設定するためには、シナリオ地震を考え、その地震に対して地震動を評価することが、現状では望ましいと考えられる。ここで問題となるのは、適切なシナリオ地震が設定できるかどうかということである。前述した、地震カテゴリーを考えると、地震カテゴリー1に属する地震の影響度が最も大きな地域では、対象とすべき地震像がある程度明確であり、備えるべき地震シナリオを想定することが比較的容易である。一方、地震カテゴリー3の影響度が大きな地域では、近くに活動度の高い活断層が存在する場合のように、備えるべき対象となる地震像が明確な場合には、カテゴリー1と同様に、シナリオ設定が可能になろう。しかし、活断層が近くにないにもかかわらず、地震ハザードが評価されているような場合、その原因となるのは、いわゆる震源断層が特定しにくい地震であるため、地震像を明確にしたシナリオ設定が困難な場合がある。こうした状況は、カテゴリー2の地震の影響度が高い地域についても同様であり、震度6強以上の超過確率でみた場合、日本国土の3分の2程度の地域では、震源断層が特定された地震に対する情報のみに頼ってはいは、必ずしも明確にシナリオ地震が設定できない可能性がある。

近年、内陸部や日本海側の周辺海域で発生した被害地震の多くは、全国地震動予測地図では、地震カテゴリー3に含まれる、震源断層が特定しにくい地震に分類される。このため、個々の地震としての評価がなされておらず、実際に発生した地震による地震動に直接対応するような予測情報が示されていないため、適切な評価情報がなかったとの批判がある。

確率論的地震ハザード評価は、その中から、適切なシナリオ地震を選び出す母体となる情報を含んでいる。しかし、現状では、すべての地震の震源断層が特定されているわけではないため、どのようにしたら適切なシナリオ地震が設定できるかについては、必ずしも明確ではない。少しでも多くの地震について、震源断層を特定した評価が可能になるようにすることと、それ

でも残る不確定な部分について、震源断層が特定できない場合の、地震動レベルの適切な設定手法についての研究は、今後の地震ハザード評価において大変重要な課題となっている。

6. 確率評価とシナリオ評価の融合に向けて

地震動の確率評価とシナリオ評価は、時として、対立する概念のような扱いで語られる場合があるが、不確定な要素を持つ自然現象の将来予測において、本来は、それぞれの役割を分担しながら、適切に使い分けられることが望ましい。理想的な地震ハザード評価においては、地震発生予測や強震動予測に含まれる不確定性が確率分布として定量的に評価され、それら分布の持つ全体的な性質が、確率評価としてとらえられ、実際に発生する地震は、確率分布を形成する事象の集合の中の1つの要素としてシナリオ評価されることが望ましい。実際に、このようなことを可能とするためには、予測における不確定性を、きちんと確率分布の形で定量的に表現すること、及びバラツキを考慮しながら適切にシナリオ地震のパラメータを設定するための手続きが必要となる。この時、「震源断層が特定しにくい地震」の取り扱いは、今後解決しなくてはならない重要な課題である。

また、予測における不確定性を十分小さくし、予測結果の精度的な分解能の向上が望まれる。特に、確率モデルとして表現された場合、その確率モデルがどの程度の分解能をもっているのかを把握することが、評価結果だけからは困難な場合が多い。もともと確率モデルがもっている分解能を超えた情報を確率モデルから読み取ることは無意味である。こうした観点からは、地震発生予測における時間分解能の向上は、困難ではあるが大変重要な課題である。

現在、地震調査研究推進本部では、新たな総合基本施策に基づき、地震ハザード評価の高度化に向けた取り組みが開始されており、新しい長期評価手法がまとめられつつある。また、活断層基本図作成に向けた検討も進められている。今後こうした取り組みに基づき、地震活動の再評価が実施される予定となっており、地震ハザード評価の高度化が期待されている。

参考文献

- 1) 地震調査研究推進本部：全国地震動予測地図,2009.
- 2) 藤原広行・他：「全国地震動予測地図」作成手法の検討,防災科学技術研究所研究資料,第336号,2009.

確率論的地震ハザードの理解と活用

石川 裕

●清水建設株式会社

1. はじめに

将来起こるかもしれない問題を確率を介して考えることは合理的である。とりわけ現代の意思決定は情報洪水の中での説明性を求めており、地震防災分野においてもそのリスク量や投資効果を「数字で示す」ことが重要である。確率論的地震ハザードはそのための基礎情報を提供するものであり、わが国ではこの10年、地震動予測地図¹⁾ならびに地震ハザードステーション「J-SHIS」²⁾を通して標準化されるとともに、広く情報開示されてきた。本稿では、確率論的地震ハザードの基礎的な考え方と活用の方向性について論じる。

2. 確率論的地震ハザードの表現と算定方法

対象地点における確率論的地震ハザードとは、その周辺で発生する地震によって、「将来の t 年間に少なくとも一度以上 y を上回る地震動強さに見舞われる確率 $P(Y>y; t)$ 」で表現される。

$P(Y>y; t)$ は、 t 年間に発生するいずれの地震(群)によっても地震動強さが y 以下である確率を1から引くことにより、次式で評価される。

$$P(Y > y; t) = 1 - \prod_k \{1 - P_k(Y > y; t)\}$$

ここに、 $P_k(Y>y; t)$ は地震 k によって t 年間に少なくとも1回地震動強さが y を超える確率であり、次のように展開される。

$$P_k(Y > y; t) = 1 - \sum_{l=0}^{\infty} \{P(E_k^{[l]}; t) [1 - P(Y > y | E_k)]^l\}$$

ただし、 $P(E_k^{[l]}; t)$ は期間 t の間に地震 k が l 回発生する確率、 $P(Y>y|E_k)$ は地震 k が一度発生した条件下で対象地点での地震動強さが y を超える条件付確率である。

ここで、 t 年間での地震 k の発生がただか一度だとすると、上式は次のようになる。

$$P(Y > y; t) = 1 - \prod_k \{1 - P(E_k; t) \cdot P_k(Y > y | E_k)\}$$

さらに、感覚的に理解するために、支配的な地震が一つのみ($k=1, E_k=E$)と考えると、

$$P(Y > y; t) = P(E; t) \cdot P(Y > y | E)$$

となる。すなわち、大づかみには、確率論的地震ハザードは、「地震の発生確率」と「地震が発生した場合の地震動強さの条件付超過確率」との積」として捉えられ

ばよいことがわかる。もちろん、実際には数多くの地震の影響を考慮して確率論的地震ハザードが算定されていることは言うまでもない。

確率論的地震動予測地図¹⁾では、わが国周辺で発生する地震の特徴に応じて、複数の地震活動モデルを用いて地震発生確率を算定している。また、地震のタイプ別の地震動予測モデル(距離減衰式とばらつき)を用いて地震動強さの超過確率を算定している。そこでこの確率論的地震ハザードの定式化や評価モデルについては文献3)に詳しく記されている。

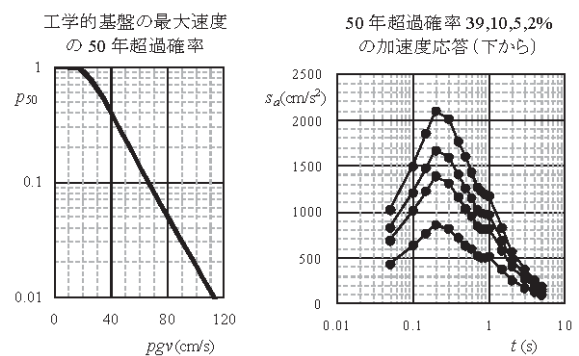


図1 ハザードカーブと一様ハザードスペクトルの例

確率論的地震ハザードの表現方法としては、ハザードカーブ、一様ハザードスペクトル、ハザードマップの3つが代表的である。このうち、ハザードカーブと一様ハザードスペクトルの例⁴⁾を図1に示す。

ハザードカーブは、期間 t を固定し、 y と $P(Y>y; t)$ の関係を図示したものである。同じ地震動強さ y に対して、超過確率 $P(Y>y; t)$ が大きいほど「ハザードが高い」ということになる。ハザードカーブより、特定の地震動強さを定めたときにそれをを超える確率、あるいは特定の超過確率を与えたときにそれに対応する地震動強さを知ることができる。さらに、 $P(Y>y; t)$ の特定の値のみならず、カーブの形状そのものがその地点での地震ハザードの特徴を表していることに注意が必要である。近傍に活断層が分布するような地点では、 $P(Y>y; t)$ の小さい領域で y が急激に大きくなるような形状を呈することがある。

一様ハザードスペクトルは、複数の周期の応答スペクトルのハザードカーブに基づいて、同一の超過確率

となる応答値を周期を横軸にしてつないだものである。一様ハザードスペクトルは全周期において同じ超過確率となる地震動を表現したものであるが、種々の地震の影響が周期ごとに異なる度合いで統合されているので、例えば特定の周期に鋭いピークをもつような実観測記録のスペクトルとは異なった形状となる。

ハザードマップは複数の地点（メッシュ）において算定されたハザードカーブを基に、同一の地震動強さとなる超過確率または同一の超過確率となる地震動強さを地図として示したものである。個別地点での地震ハザードの値を把握することに加えて、確率論的地震ハザードの地域的な相対比較が行える。ハザードマップの代表例が確率論的地震動予測地図^{1)~3)}であるが、それについては本誌別稿に詳述されている。

3. 確率論的地震ハザードの再分解

確率論的地震ハザードは、対象地点に影響するすべての地震を考慮して評価されるが、ハザードカーブなどの最終的な結果には個々の地震の物理的なイメージは陽には現れない。耐震設計や防災計画を検討する場合、確率論的地震ハザードを意識しつつも、影響の大きな地震を特定して検討を進めたいことがよくある。こうした際に用いられる考え方が確率論的地震ハザードの「再分解」であり、その代表的な一つの方法が確率論的想定地震である。

(1) 確率論的想定地震

確率論的想定地震とは、対象とする確率レベルに対応するような強さの地震動を起こし得る可能性が高い地震を想定地震として選定するための方法論であり、その際、そのような地震動をもたらし得るような地震の相対的な出現可能性を表わす指標として各地震の「影響度（原論文では貢献度）」を定義している⁵⁾。影響度が大きい地震ほど想定地震を選定するにあたって重要視すべきと評価される。なお、影響度は同一地点であっても対象とする確率レベルや周期帯域に応じて変化する特徴を有している。

影響度は先に示した記号を用いて次式で定義される。

$$c_k(p;t) = P_k(Y > y;t) / \sum_k P_k(Y > y;t)$$

ここに、 $c_k(p;t)$ が t 年間の超過確率が p の確率レベルに対する地震 k の影響度である。

影響度は地震ごとに定義されるが、地震を一括りにした地震群に対しても適用できる。それを応用したが、次に示すカテゴリー別の地震ハザードである。

(2) カテゴリー別の地震ハザード

わが国周辺では至るところで地震が発生するが、地震の起こり方にはそれぞれ個別性があり、確率論的地

震ハザードにもその特徴が反映されている。ハザードマップ一枚のみを見ると、南海トラフの巨大地震などの発生確率が高い地震が影響する地域の地震ハザードが強調されるきらいがあるが、それ以外の地域が地震に対して安心ということでは決してない。

著者らは、確率論的地震ハザードの理解を深めることを目的に、わが国周辺で発生する地震を表1に示す3つのカテゴリーに分類し、カテゴリー別の確率論的地震動予測地図を作成した⁶⁾。併せて、対象地点に強く影響するのがどのようなタイプの地震であるかを把握するために、確率論的想定地震の影響度の考え方を応用して、カテゴリー別の最大影響度マップも作成した。これにより例えば、カテゴリー1の地震の影響が大きい地域では警戒すべき地震像が明確であるので、その地震の発生を前提とした防災対策が推進されるべきであるし、カテゴリー3の地震の影響が大きい地域に対しては、運悪く地震が発生した場合に備えて事後の保障を手厚く準備しておくなど、地域により異なる防災戦略を講じるための検討材料となる。

図2に札幌、仙台、東京、名古屋、大阪、福岡におけるカテゴリー別の影響度の例³⁾を示す。影響度が最大となるカテゴリーを示しているが、場所により影響が大きい地震のタイプが異なることが理解できる。

表1 地震カテゴリーの分類
(各カテゴリーに含まれる地震の詳細は文献6)を参照のこと)

地震カテゴリー1	海溝型巨大地震 震源断層が予め特定でき、再来間隔が数百年オーダーの海溝型の巨大地震。広い範囲で強い揺れが生じ、発生確率が高い地震は確率論的地震ハザードへの影響が非常に大きい。
地震カテゴリー2	海溝型震源不特定地震 海溝のプレートで発生する震源断層を予め特定しにくい地震。中小規模の地震を含めて発生頻度が相対的に高く、規模が大きい地震では震源近傍で震度6強以上となる可能性がある。
地震カテゴリー3	陸域浅発地震 活断層帯の地震および陸域と周辺海域で発生する震源断層を予め特定しにくい地震。発生頻度は低いが、規模が大きい地震では震源域で震度6強以上となる可能性がある。

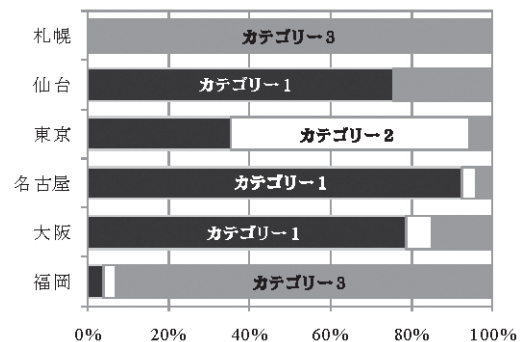


図2 主要都市の地震カテゴリー別影響度の例

表2 確率論的地震ハザードの利用形態⁷⁾

分類	アウトプット	利用目的と利用形態				
		a) 耐震設計 耐震補強	b) リスクマネジメント LCC評価	c) 地域防災計画 国レベルのリスク評価	d) 不動産評価 地震保険	
①震源情報の利用	個別地震の発生確率	想定地震の選定 (漠然とした認識)	想定地震の選定 (漠然とした認識)	想定地震の選定 (漠然とした認識)	-	
	特定領域内での規模別地震発生頻度	-	-	-	地震債権におけるトリガー指標	
	すべての地震の震源情報 (断層諸元・発生確率)	-	ポートフォリオリスク評価の入力	-	地震保険料率の評価	
②一地点でのハザード評価結果の利用	ハザードカーブ	設計地震動のレベルの設定	リスク評価の入力 対策の優先度決定	-	ハザードレベルの把握 (PML評価の一環)	
	一様ハザードスペクトル /地震動波形	設計地震動の設定	リスク評価の入力	-	-	
	確率論的想定地震 (ハザード適合想定地震)	設計想定地震の選定 (選定根拠の説明)	想定地震の選定 (選定根拠の説明)	想定地震の選定 (選定根拠の説明)	-	
③ハザードマップの利用	確率論的 地震ハザードマップ	地域係数の評価 補強の優先度決定	対策の優先度決定	対策の優先度決定	-	
④地震リスク評価への展開	個別地点での リスク評価	リスクカーブ	リスク制御型設計 補強効果の定量評価	安全目標の検証 (PSA) 対策投資の最適化	-	地震保険料率の評価
		PML (予想最大損失)	設計目標 補強目標	対策目標	-	不動産評価の一指標 投資意思決定
		リスクマップ	-	-	地域単位のリスク比較 震度曝露人口マップ	-
	広域 リスクの評価	ポートフォリオリスクカーブ ポートフォリオPML	-	対策投資の最適化	-	不動産評価の一指標 保険料率評価/証券化
		確率論的想定地震 (リスク適合想定地震)	-	地域での想定地震選定 (選定根拠の説明)	地域での想定地震選定 (選定根拠の説明)	-

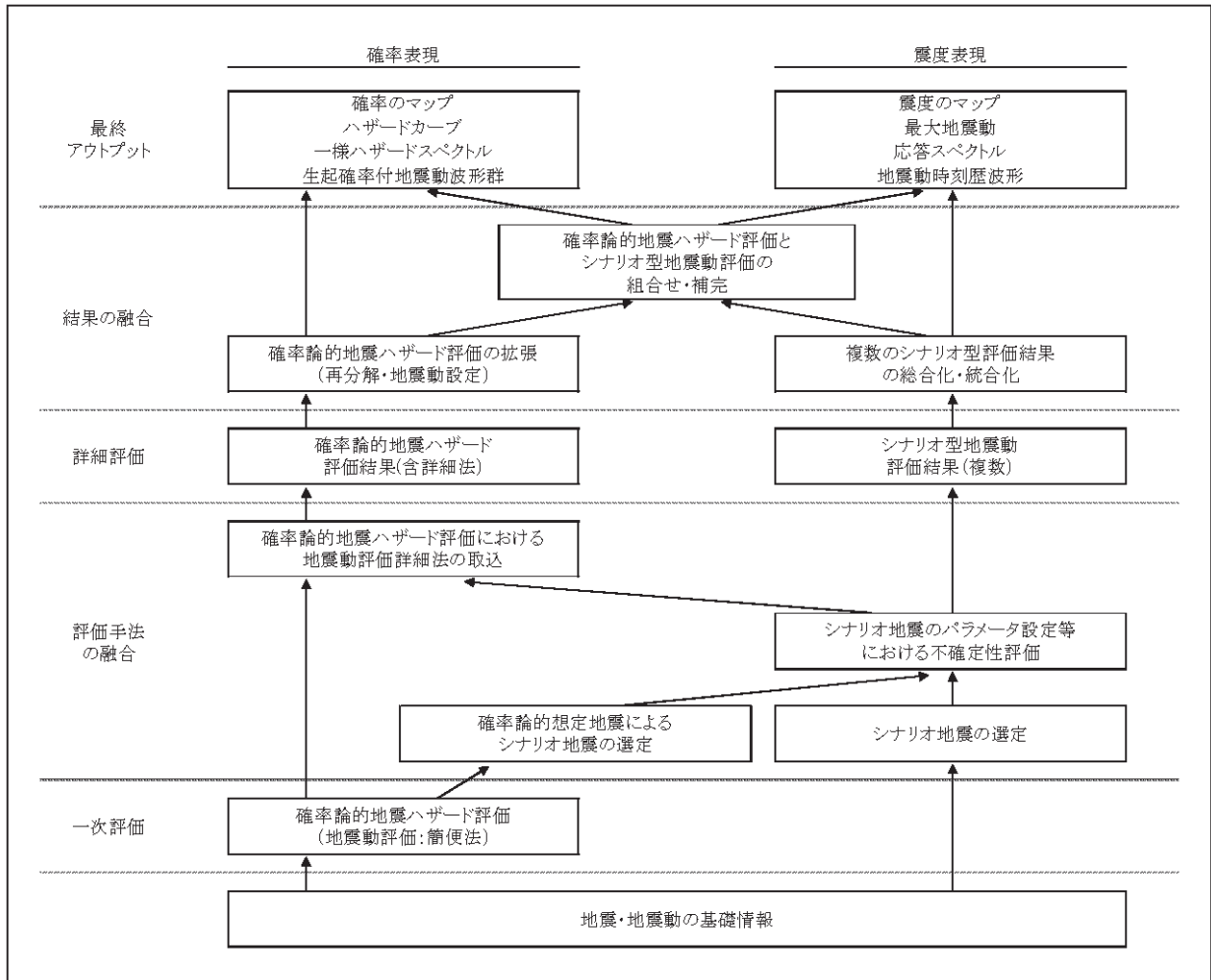


図3 確率論的地震ハザード評価とシナリオ型地震動評価の融合のフロー⁹⁾

4. 確率論的地震ハザードの活用に向けて

(1) 確率論的地震ハザード評価の利用形態

確率論的地震ハザードは、対象地点において想定すべき地震動の強さや地震の特徴を理解することに加えて、建物や施設などの情報を重ねることによって被害や損失をアウトプットとした確率論的地震リスク評価に展開できる。こうした点を加味して、確率論的地震ハザードの利用形態を整理したものを表2に示す⁷⁾。表の横方向は利用の目的別に、縦方向は確率論的地震ハザードのどのような情報を利用するかによって分類している。なお、表2では現時点ですでに規定や実務で利用されているもののみならず、今後の利用が期待されるものも含めている。このうちのいくつかの活用例については本誌別稿において論じられている。

確率論的地震ハザードは、基本的には地震が発生する前に活用されるものである。しかしながら一方で、実際に地震が発生した後に、それがどの程度の事前確率だったのかを事後評価することも重要と思われる。著者らも一つの方法を提案しているが⁸⁾、確率論的地震ハザードの検証の意味でも、今後はこのような事後評価データも組織的に蓄積していく必要がある。

(2) 確率論的地震ハザード評価とシナリオ型地震動評価の融合

確率論的地震ハザード評価とは別の地震動評価法として、対象とする地震の発生を前提としたシナリオ型地震動評価がある。一時、両手法の対立構造が際立つ面もあったが、使用データ、評価手法、評価結果の共有化や相互乗り入れを行うことによって補完的な関係を構築すれば、それぞれの弱点を克服し、多様化・高度化した地震動評価へ発展させることができると考えられる。こうした方向性を著者らは確率論的地震ハザード評価とシナリオ型地震動評価の「融合」と定義している⁹⁾。

確率論的地震ハザード評価とシナリオ型地震動評価の融合の概念を具体化するために、評価手順のフローを図3に示した⁹⁾。ここで、確率表現とは、地震動とその超過確率もしくは生起確率がセットとなったアウトプットを意味しており、確率表示の地震ハザードマップのみならず、ハザードカーブ、一様ハザードスペクトル、生起確率付地震動波形群¹⁰⁾などについても包含したものである。一方、震度表現とは、超過確率もしくは生起確率がすでに消去された形での地震動情報を意味している。地震動の分布図(シナリオ型マップや震度表示の確率論的地震ハザードマップ)に加えて、個別地点での最大地動、応答スペクトル、時刻歴波形などが含まれる。

これまで行われてきた評価では、確率表現へは確率論的地震ハザード評価からの矢印、また震度表現へは確率論的地震ハザード評価とシナリオ型地震動評価からそれぞれ別の矢印で結ばれているに過ぎなかった。今後は、生起確率情報と結びついた地震動波形の作成など、両手法の長所を組み合わせ、総合的な地震ハザード評価の体系を具体化していく必要がある。

5. むすび

わが国ではややもすると「ゼロリスク」の名の下に、定量的なリスクの議論を避けるきらいがあるが、望ましいことではない。地震防災の分野でも、特定の地震に対する被害想定が注目される場合が多いが、一方でわが国の国際競争力を損なわないために、地震に対する国全体のリスク量とリスクヘッジの枠組みを開示していくことが重要である。地震のような自然災害は過去の経験が将来もそのまま当てはまるとは限らず、リスクの定量化には困難な面もあるが、確率論的地震ハザードをベースとして、定量的なリスク評価さらにはリスクマネジメントへと一層の飛躍を期待したい。

謝辞

本稿の内容は参考文献に記した方々との共同研究成果を含んでいる。ここに記して謝意を表する。

参考文献

- 1) 地震調査研究推進本部：全国地震動予測地図,2009.
http://www.jishin.go.jp/main/chousa/09_yosokuchizu/index.htm
- 2) 防災科学技術研究所：地震ハザードステーション「J-SHIS」.
<http://www.j-shis.bosai.go.jp/>
- 3) 防災科学技術研究所：「全国地震動予測地図」作成手法の検討,防災科学技術研究所研究資料,第336号,2009.
- 4) 同上,巻末資料及び付録,2009.
- 5) 亀田弘行・石川 裕・奥村俊彦・中島正人：確率論的想定地震の概念と応用,土木学会論文集,第577号/I-41,pp.75-87,1997.
- 6) 石川 裕・藤原広行・能島暢呂・奥村俊彦・宮腰淳一：地震カテゴリー別の確率論的地震動予測地図,日本地震工学会大会-2008梗概集,pp.220-221,2008.
- 7) 防災科学技術研究所：地震動予測地図の工学利用-地震ハザードの共通情報基盤を目指して-,防災科学技術研究所研究資料,第258号,2004.
- 8) 石川 裕・宮腰淳一：確率論的地震ハザードの事後評価マップ,日本地震工学会大会-2007梗概集,pp.100-101,2007.
- 9) 石川 裕・能島暢呂：地震ハザード評価の体系化に向けて-確率論的評価とシナリオ型評価の融合-,土木学会地震工学論文集,Vol. 28,2005.
- 10) 安中 正・香川敬生・石川 裕・江尻讓嗣・西岡勉：期待損失評価のための確率論的ハザードに適合した地震動波形群の設定方法,土木学会地震工学論文集,Vol. 28,2005.

港湾におけるレベル1地震動の設定とその利用

長尾 毅

●国土技術政策総合研究所港湾施設研究室長

／野津 厚

●港湾空港技術研究所地震動研究チームリーダー

1. はじめに

港湾構造物の設計は、「港湾の施設の技術上の基準」(以下、港湾基準)に従って行われている。港湾基準は過去数度にわたり改訂が行われてきており、最新のものでは平成19年版¹⁾である。平成19年版では、性能設計体系の本格導入、地震動の扱いの大幅な改訂、破壊確率や変形量を指標とした新たな設計手法の導入など、これまでの改訂とは様相を異にする大幅な改訂が行われた。レベル1地震動については、従来は日本全国を5つのブロックに分割して、0.08～0.15の地域別震度という形式で設定していたが、現在は、確率論的地震危険度解析を利用し、年超過確率が1/75の一樣ハザードスペクトルに基づく時刻歴波形として、港湾毎に異なる地震動が設定されている。本稿では、港湾におけるレベル1地震動の設定、およびこれを利用した耐震照査手法について紹介する。なお、性能設計体系の導入により、性能照査手法等の具体的仕様については基準の対象外となっており、本稿で述べる方法はあくまで標準的な方法であることに注意されたい。

2. 港湾における設計地震動設定の基本的考え方

港湾における設計地震動の設定は、基本的に土木学会第三次提言²⁾等を踏まえたものとなっている。まず、定義については、レベル1地震動は「技術基準対象施設を設置する地点において発生するものと想定される地震動のうち、地震動の再現期間と当該施設の設計供用期間との関係から当該施設の設計供用期間中に発生する可能性の高いもの(レベル2地震動を除く)」、レベル2地震動は「技術基準対象施設を設置する地点において発生するものと想定される地震動のうち、最大規模の強さを有するもの」と定義されている。レベル2地震動の定義は土木学会第三次提言における定義と整合するよう配慮されている。

地震動の設定方法については、レベル1地震動は「地震動の実測値をもとに、震源特性、伝播経路特性及びサイト特性を考慮して、確率論的時刻歴波形を適切に設定」することになっており、レベル2地震動は「地震動の実測値及び想定される地震の震源パラメータ等をもとに、震源特性、伝播経路特性及びサイト特性を考

慮して、時刻歴波形を適切に設定」することになっている。レベル1地震動のフーリエスペクトルは、いずれの周波数成分においても年超過確率が1/75であるような一樣ハザードスペクトルとする。レベル2地震動は、過去に大きな被害をもたらした地震の再来、活断層の活動による地震、M6.5の直下地震等による地震動の中から最大規模のものを選定する。

このうち、レベル1地震動については、対象地点のサイト特性を考慮した確率論的地震危険度解析により設定することを標準としている。

3. 港湾におけるレベル1地震動設定の方法¹⁾

従来の確率論的地震危険度解析は、①地震動の代表値である最大加速度または加速度応答スペクトルを経て想定地震の時刻歴波形が求められており、その際、物理的意味の乏しいランダム位相が仮定されることが多いこと、②最大加速度または加速度応答スペクトルを求める際には距離減衰式が用いられていることが多く、震源特性、伝播経路特性、深層地盤による地震動増幅特性といった地震動の物理的な影響因子が十分に考慮されない場合があること、以上二点の問題が存在していたと考えられる。そのため、港湾においては、各港湾のレベル1地震動を評価するために、フーリエ振幅と群遅延時間に着目した確率論的地震危険度解析^{3),4)}を利用している。この方法では、対象地点のサイト特性を厳密に考慮して、与えられた年超過確率に対応した地震動の時刻歴波形を得ることができる。

図1にフーリエ振幅と群遅延時間に着目した確率論的地震危険度解析の全体フローを示す。図中の太枠は従来の方法と異なる部分を示している。この方法では、まず、想定されるすべての地震シナリオを考慮する。このとき考慮される想定地震には二通りのものがある。一つは震源を予め特定しにくい地震(図2(a)のシナリオ1, 2, ..., m)であり、もう一つは活断層やプレート境界で発生するような震源を特定できる地震である(図2(a)のシナリオm+1, m+2, ..., n)。個々の想定地震にはあらかじめ発生確率を割り当てておく。そして、個々の想定地震に対し、図2(b)に示すように、震源特性・伝播経路特性・サイト特性を考慮して対象地点

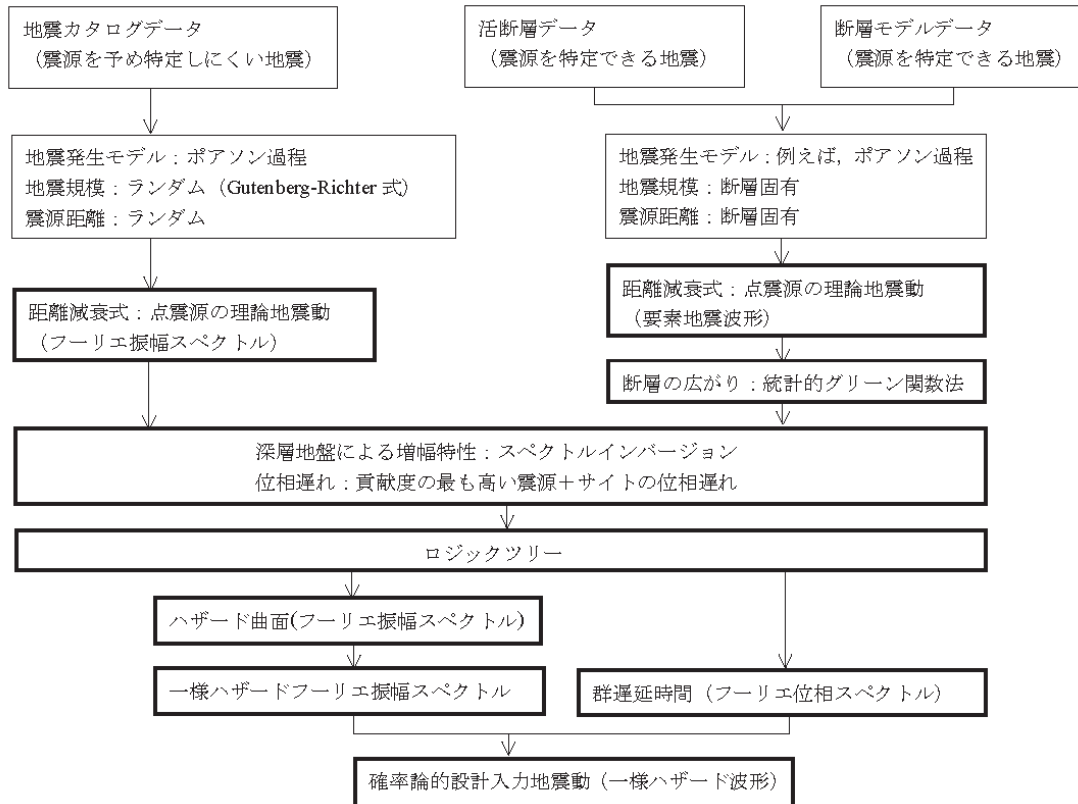


図1 フーリエ振幅と群遅延時間に着目した確率論的地震危険度解析のフロー

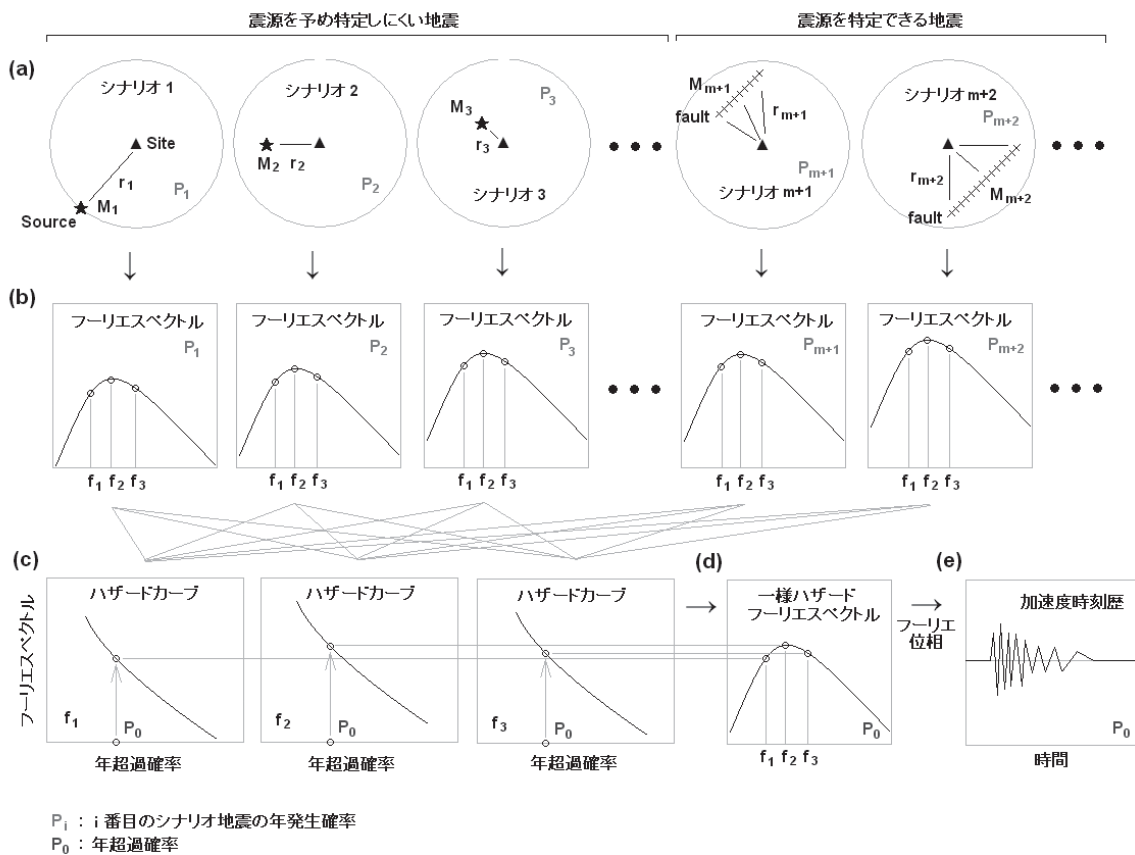


図2 一様ハザードフーリエスペクトルの算出手順

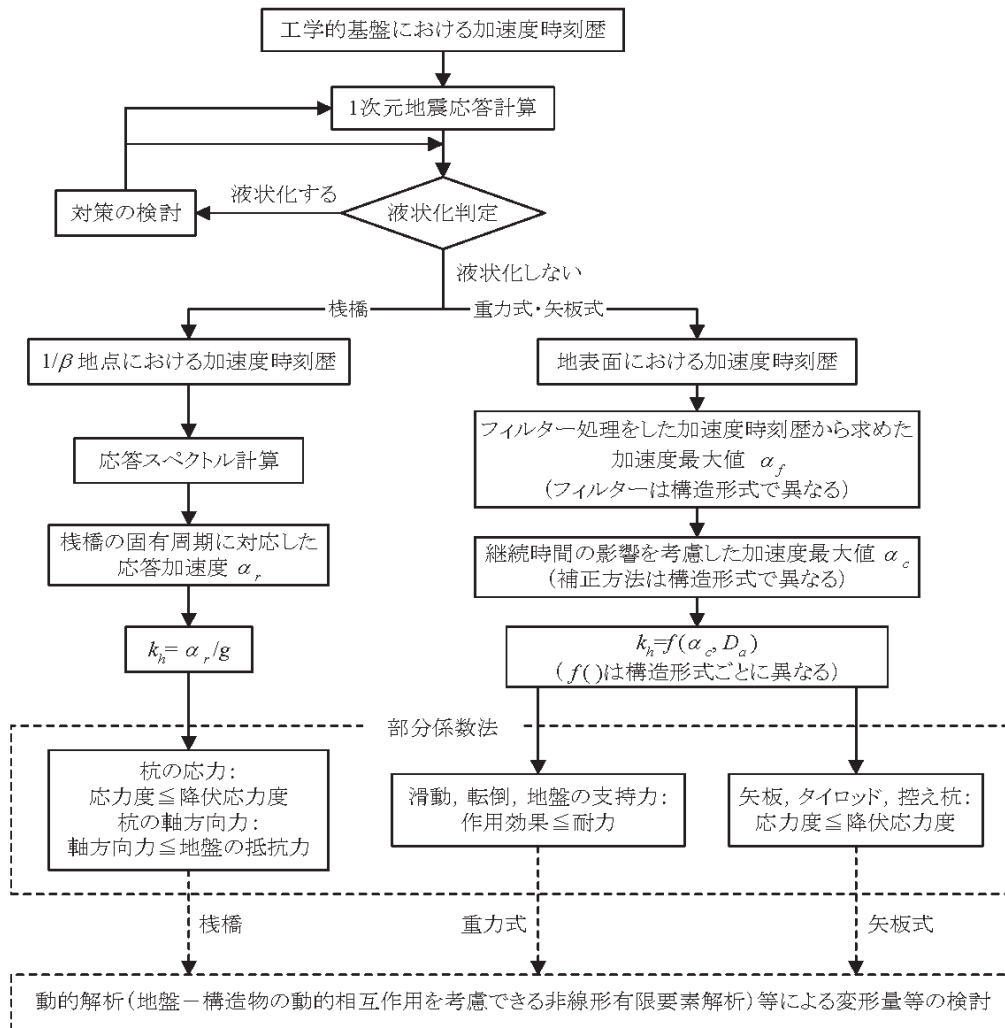


図3 レベル1地震動に対する耐震性能照査フロー

におけるフーリエ振幅を評価する。この時、震源が小規模なものであれば震源スペクトルは ω^2 モデルに従うと仮定し、震源が大規模なものであれば統計的グリーン関数法を用いて震源の広がりも考慮してフーリエ振幅を評価する。こうして評価されたフーリエスペクトル群と対応する発生確率に基づき、ハザード曲線(フーリエ振幅と年超過確率の関係)を周波数毎に求める(図2(c))。そして、与えられた年超過確率に対応するフーリエ振幅を読みとり、周波数の関数としてプロットすれば、一様ハザードフーリエスペクトルが得られる(図2(d))。最後に、一様ハザードフーリエスペクトルとフーリエ位相を組み合わせてフーリエ逆変換すれば、与えられた年超過確率に対応した地震動の時刻歴波形が得られる(図2(e))。この時与えるフーリエ位相には、対象地点で得られている既往の地震観測記録のフーリエ位相を反映させる。以上の手順について詳しくは文献3),4)を参照していただきたい。

4. 岸壁のレベル1地震動に対する性能照査

上述の手順で設定されたレベル1地震動に対する港湾構造物の標準的な性能照査フローを図3に示す。以下では、岸壁を例に、レベル1地震動に対する耐震性能照査方法を説明する。なお、レベル2地震動に対しては有効応力解析により性能照査を行うことが一般的となっている。

岸壁とは係留施設の種類であり、RC製のケーソンや矢板などにより直立壁を構成することによって船舶の接岸を可能とするものであり、基本的に抗土圧構造物としての性格を有する。このため、地震動に対しては変形が支配的なモードとなる。ここで、矢板式の岸壁についても、基本的に軟弱地盤に建設されることから構造部材の断面力よりも変形が問題となることが指摘されている⁵⁾。従来の性能照査法では、岸壁の変形量は評価しない手法が採用されていたが、平成19年度の基準においては、岸壁の残留変形量を考慮した形で照査用震度を算定する方法⁶⁾が採用された。この方法

においては、まず、工学的基盤におけるレベル1地震動を設定し、これを入力地震動とした一次元地震応答解析により、背後地盤における地表面の加速度時刻歴を算定する。地表面における加速度スペクトルから、重力式係船岸の変形に対応した周波数特性を勘案したフィルター処理を行う。ここで用いるフィルター（図4に例を示す）は、周波数の異なる複数の正弦波に対して実施した地震応答解析の結果より、重力式係船岸の天端の水平残留変位が目標値となるような自由地盤地表面における加速度最大値を求めたものであり、地震動を構成する各周波数成分の波の岸壁の変形への寄与を評価したものである。よって、フィルター処理後のスペクトルは、一様変形スペクトルになるので、フーリエ逆変換（IFFT）後に得られる加速度最大値が周波数に関係なく一定の変形量と対応づけられる。次に、フィルター処理後の加速度時刻歴より加速度最大値 α_f を求め、地震動の継続時間を勘案した低減率 p を乗じ、地表面における補正加速度最大値 α_c を算出する。この補正加速度最大値 α_c と係船岸の天端において許容される変形量 D_a を用いて照査用震度の特性値を算出し、震度法により照査を行う。

紙幅の関係でこの方法について詳細を示すことは出来ないが、一例として重力式岸壁についてのフィルターを表1の算出条件に対して示すと図4のようになる。なお、表1において H は壁高(m)、 T_b は背後地盤の初期固有周期(s)、 T_u は壁体下地盤の初期固有周期(s)である。一般に岸壁は高い周波数成分に対しては変形しにくく、壁高が高く、地盤が軟弱であるほど変形しやすいという特徴を有しているが、この特徴がフィルターに適切に反映されていることが分かる。

岸壁とともに代表的な係留施設として栈橋がある。栈橋は杭-上部工のラーメン構造である。栈橋については図3に示したように、スペクトル応答加速度に基づく震度を算出することとなるが、標準スペクトルを用いるのではなく、各サイトの地震波形を用いた応答スペクトルをもとにした部分係数法による⁷⁾こととしている。この部分係数は、信頼性解析により目標とする信頼性指標を設定して、設計パラメータの確率分布を考慮して設定されたものである。

5. おわりに

以上のように、平成19年版の技術基準には多くの新しい技術が取り込まれたが、性能照査体系として完成されたものではなく、今後も引き続き性能照査方法の合理化・高度化に向けて取り組んでいく必要があると考えている。

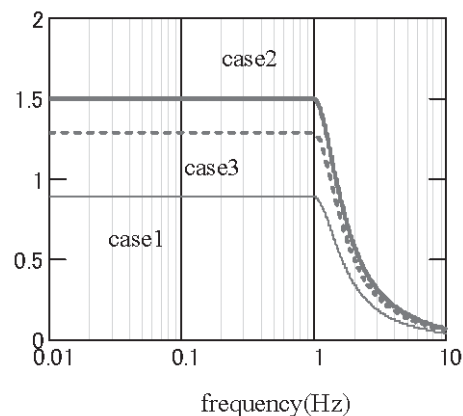


図4 重力式岸壁のフィルターの例

表1 フィルター算出条件

	H	T_b	T_u
case1	11.50	0.80	0.40
case2	14.50	1.20	0.75
case3	11.50	1.20	0.75

参考文献

- 1) 日本港湾協会：港湾の施設の技術上の基準・同解説、2007。
- 2) 土木学会：土木構造物の耐震設計法に関する第三次提言と解説、2000。
- 3) 長尾毅，山田雅行，野津厚：フーリエ振幅と群遅延時間に着目した確率論的地震ハザード解析，土木学会論文集，No.801，I-73，pp.141-158，2005。
- 4) 長尾毅，山田雅行，野津厚：確率論的地震ハザード解析の適用－八戸港，仙台塩釜港（塩釜港区）におけるレベル1地震動－，第12回日本地震工学シンポジウム，CD-ROM，2006。
- 5) 長尾毅，尾崎竜三：控え直杭式矢板岸壁のレベル1地震動に対する性能規定化に関する研究，土木学会地震工学論文集，CD-ROM，2005。
- 6) 長尾毅，岩田直樹：重力式及び矢板式岸壁のレベル1地震動に対する耐震性能照査用震度の設定方法，構造工学論文集，Vol.53A，pp.339-350，2007。
- 7) 長尾毅，菊池喜昭，藤田宗久，鈴木誠，佐貫哲朗：栈橋式係船岸のレベル1地震動に対する信頼性設計法，構造工学論文集，Vol.52A，pp.201-208，2006。

レベル2地震動の評価はなぜシナリオ型地震動評価に基づくべきか

野津 厚

●独立行政法人港湾空港技術研究所

1. はじめに

本特集のテーマは「地震防災における確率論的アプローチ」である。土木構造物の耐震設計においても、レベル1地震動^{*}の評価においては、確率論的地震危険度解析 (PSHA) の利用がすでに始まっている^(例えは¹⁾、²⁾)。しかし、土木構造物の耐震設計におけるレベル2地震動^{**}の評価にPSHAの結果を直接用いることに対しては、土木学会の中では否定的見解が多い。なぜレベル2地震動は (PSHAではなく) シナリオ型の地震動評価に基づいて設定することが望ましい¹⁾ののだろうか。本稿ではその理由を出来るだけわかりやすく説明することを主な目的とする。以下においては、まず、土木分野におけるレベル2地震動の有する性格について述べることから始める。

2. 土木分野におけるレベル2地震動の性格

土木構造物の耐震設計におけるレベル2地震動の出発点は、1995年兵庫県南部地震がもたらした大被害への深刻な反省である^{***}。この地震の際に神戸市内で観測された地震動は、最大加速度800Gal、最大速度100cm/sを越えるような、それまでの耐震設計では考慮されていない強いものであった。「外力を過小評価していたことが土木構造物の大被害の第一義的要因である」との認識が土木学会の中で広く共有され、地震後直ちに、従来よりも大きい設計地震動を設定することが検討された。その結果生まれたものがレベル2地震動である^{***}。実はこの点が建築分野と大きく異なっている。建築分野では「既存不適格建物の存在が大被害の第一義的要因である」と認識されたので、兵庫県南部地震を踏まえて設計地震動を従来よりも大きくすることはあまり議論されなかった。

土木学会が地震後に公表した第一次提言⁴⁾(1995年)と第二次提言⁴⁾(1996年)では、土木構造物の耐震設計において、従来の設計地震動に加え、「陸地近傍で発生する大規模なプレート境界地震や直下型地震による地震動のように供用期間中に発生する確率は低いが大きな強度をもつ地震動」をレベル2地震動として考慮することを求めている。第三次提言⁵⁾(2000年)では、レベル2地震動の定義が「現在から将来にわたって

当該地点で考えられる最大級の強さをもつ地震動」と修正され^{****}、これが作用の指針¹⁾(2008年)に引き継がれている。また、第三次提言と作用の指針では、対象地点周辺に活断層やプレート境界が存在しない場合、M6.5程度の直下地震が発生する可能性に配慮することを求めている。以上を踏まえ、土木分野におけるレベル2地震動のイメージをわかりやすく言えば「東南海・南海地震のような海溝型地震であれ、内陸活断層地震であれ、対象地点に対して最も大きい影響をもたらす地震による地震動をレベル2地震動とする。対象地点周辺に活断層やプレート境界が存在しない場合にはM6.5程度の直下地震による地震動をレベル2地震動とする」ということになる。

3. シナリオ型の地震動評価が望まれる理由

3.1 PSHAのおさらい

PSHAについては、本特集の他の記事でも言及されると考えられるが、そのエッセンスのみ記せば次のようになる。まず、対象地点周辺において想定されるあらゆる地震シナリオ (震源距離やマグニチュード) を考える。各々の地震シナリオに対しては、その(1年あたりの)発生確率と、実際に発生した場合の対象地点における地震動強さの確率分布を評価しておく。例えば1,2,3のシナリオがあり、各々の年発生確率が $P_1, P_2,$

* 作用の指針¹⁾では「使用性照査用地震動」と呼ばれ「設計供用期間内に発生する可能性が高い地震動」と定義される。

** 作用の指針¹⁾では「安全性照査用地震動」と呼ばれ「当該地点で考えられる最大級の強さをもつ地震動」と定義される。

*** 1990年に道路橋の耐震設計に導入された地震時保有耐力法のための照査用震度³⁾がレベル2地震動の始まりとの見方もできるが、道路橋の照査用震度も神戸の地震を踏まえ大幅に改定されているので³⁾、少なくとも、「現在見るようなレベル2地震動の起源は兵庫県南部地震である」と言って良いだろう。

**** このように修正されたのは、第一次提言、第二次提言におけるレベル2地震動の定義に含まれる「供用期間中に発生する確率は低いが大規模なプレート境界地震には当てはまらない」という認識が高まったためである。

P_3 、実際に発生した場合に対象地点の地震動強さが A を上回る確率が $P_1(A), P_2(A), P_3(A)$ であったとすると、対象地点で1年間に A を上回る地震動が発生する確率（年超過確率）は $P(A) = P_1 P_1(A) + P_2 P_2(A) + P_3 P_3(A)$ となる。当然 A が大きいほど $P(A)$ は小さくなる。この関係を図にしたものがハザード曲線である（図1）。この関係から、特定の年超過確率に対応した地震動強さを求めることができる（図1の矢印）。最初の「発生確率の評価」の部分では活断層研究の成果を取り入れることができる。また、地震動強さの指標として各周期における応答スペクトルの値を選べば、どの周期においても等しい年超過確率を有する応答スペクトル（一様ハザードスペクトル）を求めることもできる。

この一見合理的に見えるPSHAをレベル2地震動の評価に適用することの何処に問題があるのだろうか？以下の内容は、このことに関して著者の考えを説明したものである。土木学会としての見解をお知りになりたい方は作用指針¹⁾を御覧下さい。

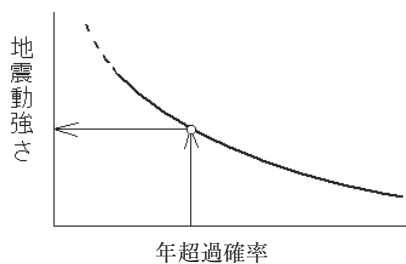


図1 PSHAによるハザード曲線

3.2 Realisticな地震動に対する地震応答解析がで きなくなる

現在、シナリオ型の地震動評価では、経験的グリーン関数法⁶⁾や古和田の方法^{7,8)}、ハイブリッド法⁹⁾などを用いることにより、震源特性・伝播経路特性・サイト特性を考慮した非常にrealisticな地震動を生成できるようになっている（ただしそれらを適切に運用した場合）。それに対してPSHAで得られるものは多くの場合一様ハザードスペクトルであり、これと物理的意味を有しないランダム位相を組み合わせ生成した地震動では、質の高い地震応答計算が出来ないのではないかと心配する人は多い。著者もこの点は心配であり、これがレベル2地震動の評価にPSHAをお勧めできない理由の一つである。もっとも、これだけのことであれば、解決法が無くもない。PSHAにおける地震動評価では、通常は距離減衰式が用いられるが、手間さえいとわなければ、シナリオ型の地震動評価と同様の手法を用いることも可能である。しかし、次に述

べるようなもっと本質的な問題もある。いま、対象地点に影響を与える震源として、遠くの大きい震源と近くの小さい震源があるとする。遠くの大きい震源だけを考えた場合の年超過確率1/1000に対応する応答スペクトルが図2の細実線、近くの小さい震源だけを考えた場合の年超過確率1/1000に対応する応答スペクトルが図2の破線であったとする。このとき両者の寄与を考慮した最終的な年超過確率1/1000に対応する応答スペクトルは図2の太実線のように両者を包絡したものとなるはずである。こうして得られた応答スペクトルは、遠くの大きい地震とも近くの小さい地震とも異なる現実にはあり得ないスペクトル特性を有してしまっている。つまり現実にはあり得ない地震動を対象に地震応答計算を行うことになる。

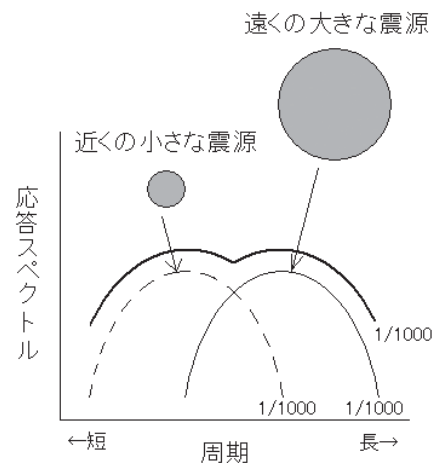


図2 平均化にひそむ思わぬ落とし穴

3.3 地域防災計画やBCPとの関係

上で述べたことを言い換えれば、PSHAで得られる特定の年超過確率に対応した地震動においては、個別の地震に関する具体的なイメージが失われてしまっているということになる。このことは、レベル2地震動に対する要求性能の設定でも問題となる。港湾の場合、レベル2地震動に対する耐震強化岸壁の要求性能は、主に地震後の緊急物資輸送を念頭に置いている²⁾。これは、兵庫県南部地震の経験（写真1）を踏まえ、地震後の緊急物資輸送において港湾の果たすべき役割を重視しているためである。道路橋の場合も、地震後の緊急物資輸送のために橋が必要とされる度合いが高い場合には、レベル2地震動に対してより高い耐震性能が設定される¹⁰⁾。このように、レベル2地震動に対する土木構造物の性能は、自治体による地域防災計画の策定や企業によるBCPの策定と深く関わっている。地域防災計画やBCPの策定においては、例えば「東南海・南海

地震は広域が揺れる地震であるから周辺自治体からの支援を受けることは難しい」といった個別の地震に関する条件が考慮される。従って、これらの策定において自治体や企業が土木構造物の設計者に求める情報とは、「東南海・南海地震」や「内陸活断層地震」のような個別の地震に対して岸壁が、あるいは橋がどのよう



写真1 港湾を活用した緊急物資輸送の例
(兵庫県南部地震直後の神戸港)



図3 専門家と一般市民の間でのコミュニケーションがうまくいっていない例

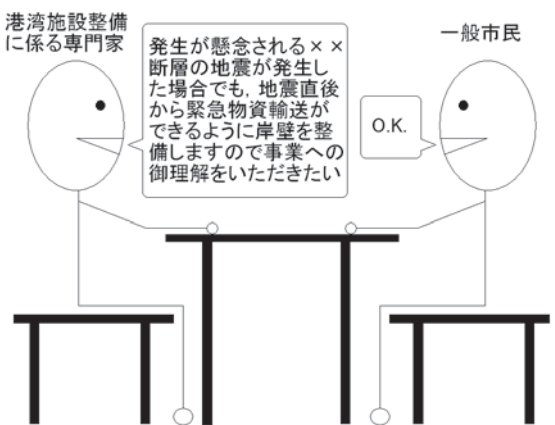


図4 専門家と一般市民の間でのコミュニケーションがうまくいっている例

なパフォーマンスを示すのかである。この期待に設計者が応えるには、個々の地震シナリオに対して要求性能が規定されていなければならない。港湾施設整備に携わる専門家が一般市民に対して事業への理解を求める場合、「年超過確率0.0005の地震動に対しても地震直後から緊急物資輸送ができるように岸壁を整備しますので事業への御理解をいただきたい」のように説明しても、理解は得られにくい(図3)。それに対して「発生が懸念される××断層の地震が発生した場合でも、地震直後から緊急物資輸送ができるように岸壁を整備しますので事業への御理解をいただきたい。××断層の地震が発生すれば〇〇道路が寸断されることが懸念されるので、防災上の観点からも岸壁の整備が望まれます」のように具体的な地震のイメージをもとに説明したほうが、一般市民としても、地域防災計画やBCPの観点から、事業の是非を判断しやすくなる(図4)。確率論は、専門家と一般市民の間でのコミュニケーションを図る上での最適なツールであるように考えられがちであるが、常にそうであるとは限らない。

3.4 ハザード曲線の低確率側の信頼性

レベル2地震動の評価にPSHAがお勧めできないもう一つの理由として、PSHAによって得られるハザード曲線(図1)の低確率側の信頼性が十分でないことを挙げざるを得ない。

PSHAではほとんどの場合距離減衰式により地震動が評価されることは上述の通りであるが、その際、距離減衰式に含まれる様々なσが無分別のまま地震動のσに反映されるので、結果的に地震動のσの信頼性が低下し、ハザード曲線の低確率側の信頼性が低下してしまうことに注意が必要である。例えば距離減衰式のσの中には異なる震源域で発生した同一マグニチュードの地震間での地震動のばらつきも含まれることになるが、このばらつきなどは再来大地震による地震動の評価では本来考慮する必要の無いものである可能性が高い。一般にPSHAでは活断層の近傍よりもプレート境界地震の近傍で非常に大きい地震動が評価される傾向がある。これは活断層で地震が1回発生する間にプレート境界では例えば10回の地震が発生し、10回分の地震動のばらつきが考慮されるためであるが、再来大地震による地震動のばらつきが距離減衰式のばらつきに置き換えられている点に問題がある。

もう一つ、兵庫県南部地震以降のわが国における規模の大きい(M6.8以上の)内陸地殻内地震を振り返ってみると、2000年鳥取県西部地震(M7.3)、2004年新潟県中越地震(M6.8)、2005年福岡県西方沖の地震

(M7.0)、2007年能登半島地震 (M6.9)、2007年新潟県中越沖地震 (M6.8)、2008年岩手・宮城内陸地震 (M7.2) の6つがあるが、このうち、2004年新潟県中越地震が都市圏活断層図に事前に明記されていた小平尾断層に対応すること¹¹⁾を除けば、いずれも専門家間で活断層との認識が共有されていなかった断層が動いたものである^{12,13)}など。活断層に対して警戒することは当然であるが、活断層が存在しないことをもって安心情報とすることは適切でない。PSHAの結果は、近傍に活断層やプレート境界のある地域とそうでない地域との間で数字にかなりの隔たりがある場合が多い。しかし、上述の内陸地殻内地震の発生状況を踏まえると、近傍に活断層やプレート境界のある地域とそうでない地域との間で構造物の設計外力に大きな差を設けることは得策とは考えられない。

4. 活断層研究者と構造物設計者のよりよいコラボレーションのために

このように書いてきたが、構造物設計者が活断層研究の成果に対してリスペクトを払うことは当然であると考えられる。本稿の締めくくりとして、地震災害の軽減に向けた活断層研究者と構造物設計者のよりよいコラボレーションのあり方について私見を述べる。

活断層研究では、規模の大きい活断層に力点が置かれることはある意味当然である。しかし規模が小さい(とみなされた)活断層の中にも、土木構造物に被害を与えるものがある。このことから、活断層研究では位置を特定しにくい比較的規模の小さい地震については土木構造物設計者が設計で対応し、これを越える規模の地震については活断層研究者が発生場所を特定して設計者に情報を伝えるという連携プレーが考えられる(図5)。これが著者のイメージする活断層研究者と構造物設計者のコラボレーションである。土木学会第三次提言³⁾に含まれる「M6.5程度の直下地震が発生する可能性に配慮する」との文言は、「M6.5を越える地震の震源についてはぜひ見つけていただきたい」という土木工学者から活断層研究者へのメッセージであると受け取っていただければ有り難い(ただしM6.5という数字の妥当性については今後さらに議論する必要がある)。土木工学者と活断層研究者の双方がこの数字を「連携プレーのための数字」として認識することが重要ではないかと考える。

確率情報を含まない位置と規模の情報だけでも構造物設計者にとってはたいへん貴重である。活断層研究者と構造物設計者のコラボレーションは常にPSHAを介さなければならないとは限らない。

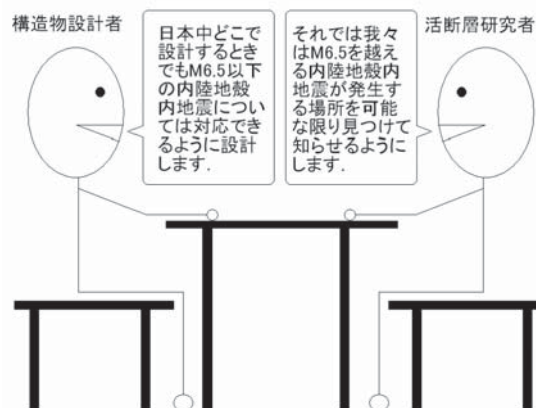


図5 著者のイメージする活断層研究者と構造物設計者のコラボレーション

参考文献

- 1) 土木学会：性能設計における土木構造物に対する作用の指針，2008.
- 2) 日本港湾協会：港湾の施設の技術上の基準・同解説，2007.
- 3) 時松孝次，大町達夫，盛川仁，翠川三郎：地震・津波ハザードの評価，朝倉書店，2010.
- 4) 土木学会：土木学会耐震基準等に関する提言集，1996.
- 5) 土木学会：土木構造物の耐震設計法に関する第三次提言と解説，2000.
- 6) 入倉孝次郎・香川敬生・関口春子：経験的グリーン関数を用いた強震動予測方法の改良，日本地震学会講演予稿集，No.2，B25，1997.
- 7) 古和田明・田居優・岩崎好規・入倉孝次郎：経験的サイト増幅・位相特性を用いた水平動および上下動の強震動評価，日本建築学会構造系論文集，Vol.514，pp.97～104，1998.
- 8) 野津厚，長尾毅，山田雅行：経験的サイト増幅・位相特性を考慮した強震動評価手法の改良，土木学会論文集A，Vol.65，pp.808-813，2009.
- 9) Kamae, K., K. Irikura and A. Pitarka, A technique for simulating strong ground motion using hybrid Green's function, Bull. Seism. Soc. Am., Vol.88, pp.357-367, 1998.
- 10) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説，V耐震設計編，2002.
- 11) 渡辺満久，鈴木康弘，伊藤武男：変動地形に基づく2004年中越地震の断層モデル，地震2，Vol.58，pp.297-307，2005.
- 12) 井上大榮・宮腰勝義・上田圭一・宮脇明子・松浦一樹：2000年鳥取県西部地震震源域の活断層調査，地震2，Vol.54，pp.557-573，2002.
- 13) 遠田晋次，丸山正，吉見雅行，金田平太郎，栗田泰夫，吉岡敏和，安藤亮輔：2008年岩手・宮城内陸地震に伴う地表地震断層-震源過程および活断層評価への示唆-，地震2，Vol.62，pp.153-178，2010.

確率論を用いた耐震設計

神田 順

●東京大学

1. はじめに

構造設計の枠組みは、限界状態を考えると確率論によらざるを得ない。その場合でも、現実には、さまざまなパラメータの評価にあたり、余裕を見込むことになるので、設計で想定する破壊確率に比べて、地震時の被害実態は、それほど大きくない。

また、信頼性指標を組み込んだ限界状態設計法も、設計式の表現は、従来からの設計荷重、設計耐力という構成となっていることもあり、確率論を意識せずに、実用化されていると見ることもできる。

しかしながら、耐震工学では、確率論というハザードマップを示すにとどまり、専門家が確率の意味を適切に把握して、防災に寄与するという状況が必ずしも多くないように思われるので、耐震設計を考察するなかで、ここで改めて確率の意味についても議論することを試みる。

2. 地震工学の不確定性

近年の地震に関する知見の集積は著しく、地球規模のマクロな動きから、岩石の滑りのミクロなところまで、総合的な視点が連携し、科学的な説明が精緻になってきている。しかしながら、規模と時期の将来予測に関しては、人間社会の営みにくらべて、時間・空間的スケールが異なり、とても確定できるという言い方はできない。

個々の地震断層に関しても、調査を行うことで、情報は集積するものの、特定の地点での50年間の最大地震動の評価という視点からは、まだまだ大きなバラツキを有している確率モデルの扱いが現実的である。

バラツキに関しては、本質的にランダムな扱いとみなす、アレアトリー不確定性と、知識や情報の不足から来るエピステミック不確定性にわけることが行われるが、地震の場合は、いずれも大きなバラツキの要素になっていると考えられる。

科学の進歩は、いろいろな現象を解明することをもたらし、プレートの変位速度とすべり強度とが、完全に把握できれば、いつどの大きさの地震が発生するかわかるはずであるという視点に立つと、厳密には、エピステミック不確定性と考えて、いずれは確定的に評

価できるという立場になりがちであるが、現実には、むしろ多くがアレアトリー不確定性とみなすことが適切な場合も多い。例えば、地震発生頻度については、トレンチ調査などで、特定の活断層について平均発生間隔とその標準偏差が推定できれば、地震発生を確率モデルで表現できるが、発生間隔のばらつきは、当面はランダムと考えることになる。

距離減衰式による地震動強さの予測や、地盤増幅による地表における地震動強さの評価については、地震記録や地盤データにより、ばらつきを減ずることが可能であり、エピステミック不確定性といえるが、変動係数として20%程度以下にまで小さくすることは、ほぼ無理であり、ランダムな要素を除くことはできない。

一般にハザードマップに表現される地震動強さの確率的表現、たとえば「50年超過確率10%で400ガル」などは地震発生の不確定性と距離減衰の不確定性をともに反映したものになっている。

異なる確率に対して、地震動強さが求まっていれば、年最大値や50年最大値のばらつき(変動係数)も推定できることになる。その値は、強風や積雪深に比べると著しく大きい。

建築物荷重指針(2004年)¹⁾に記されている、50年最大値の変動係数は、40%から80%であり、この値は、強風や積雪深の確率モデルによる50年最大値の変動係数に比べると、3倍から5倍にも相当する。従って耐震安全性を上げようとするれば、極めて大きな加速度や速度を想定する必要があることになる。

地盤増幅評価については、地盤種別によって評価するときには、安全側の評価を取ることを考えると考えられるが、時刻歴応答計算や限界耐力計算により、地盤定数を推定して評価する場合でも、ばらつきを20%程度以下にすることは難しい。

構造物の応答評価に関しても、建物が整形であれば、比較的精度の高いモデル化が可能であるが、15%程度のばらつきは避けられない。ピロティ建築で、1階の柱の破断が生じたのは、剛性分布の不均質な場合の応答評価の不適切さによると考えられる。

さらに、塑性域での変形性能あるいはエネルギー吸収能力も弾性応答以上のばらつきが想定される。低減

係数として用いられるDs値のばらつきとしては、建築物の限界状態設計指針²⁾では、20%という値が用いられている。

以上のように、地震荷重や地震耐力を構成するパラメータのばらつきは、小さくなく、それらが安全性にどのように影響するかを、設計者は、常に十分に理解したうえで設計判断をする必要がある。

3. 限界状態設計法の枠組み

確率論を用いた構造設計法の代表的なものが限界状態設計法である。米国で1980年代にLRFD(荷重抵抗係数設計法)として実用化され、ヨーロッパにおいても、ヨーロコードが限界状態設計になっているため、多くの国の基準は、限界状態設計を基本にしていると考えて良い。わが国でも、日本建築学会で、各種の構造に対して、指針が整備されている。²⁾

ISO2394³⁾は、安全性の基本として、信頼性指標を定義しており、設計荷重や設計耐力は、信頼性指標とそれぞれのばらつきが式の上で明確に表現されたものになっている。

簡便さのために荷重効果、耐力ともに正規分布をする変数としてモデル化できる場合について示すと、設計条件式は以下ようになる。

$$(1 + \alpha_Q \beta V_Q) \bar{Q} \leq (1 - \alpha_R \beta V_R) \bar{R} \quad (1)$$

ここで、 α は分離係数と呼ばれ、ばらつきの程度に応じた重み付きを与える。 β は信頼性指標で、破壊確率と標準正規分布の累積分布関数と以下のように1対1対応する。

$$P_f = \Phi(-\beta) \quad (2)$$

また、 V は変動係数、 $\bar{\bullet}$ は平均を表す。

(1)式の設計条件式は、荷重効果の平均値を信頼性指標とばらつきを考慮して割り増し、耐力については、同様に低減したものをそれぞれ設計値として考えることができることを示しており、それぞれの変数を確率密度関数で表すと、図1のように描ける。

従来の許容応力度設計や保有耐力設計にあっては、荷重は、過去の地震を参考に想定していたわけであるが、限界状態として、柱破断や層の崩壊を考えると、そのようなことが起こらない確率をある値以下に設定することとなり、稀に発生する事象を確率的に設定することと対応して考えることになる。

設計荷重を(1)式のように、基準期間(一般に終局限界状態にたいしては50年を考慮)の最大値の平均値に荷重係数を乗ずるのではなく、再現期間(年超過確

率の逆数)に対応する値を用いることも多い。

その場合、超過確率10%ということ(年超過確率としては1/475に相当)は、正規分布では、

$$\alpha\beta=1.28$$

に相当し、荷重側のばらつきが卓越する場合の分離係数として、0.85を想定すると、信頼性指標としては、1.5を見込んでいることに相当する。

その場合は、より小さな破壊確率を設計目標とすること、長い再現期間を設計用再現期間とすることは同じ意味である。

地震活動度のあまり高くない地域では、再現期間として500年では短いので2500年程度(50年超過確率で2%)とする議論がされている。わが国でも、設計荷重強さとしては、信頼性指標や超過確率を参照した考え方がもっと取り入れられるべきであろう。

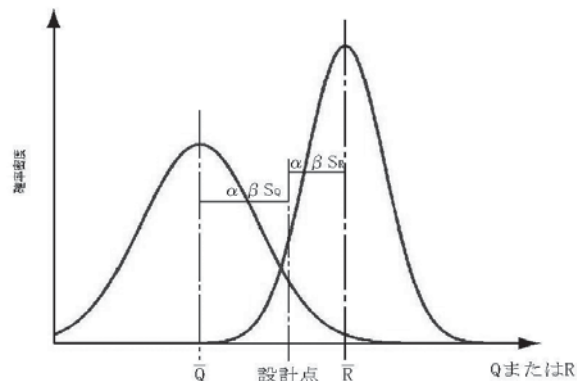


図1 限界状態設計の確率密度関数による模式表現

4. 耐震基準としての決断

基準として整備されるときは、従来の設計式で得られたものと同等な安全性が確保できるように信頼性指標を設定することとなる。

そのような決め方をキャリブレーションと呼ぶ。耐震設計においては、終局耐力に対する、信頼性指標の値は、風や雪に比べるとやや小さく1.5から2程度とされる。このあたりの数値は、米国で1980年代にコーネルやエリングウッドらの論文⁴⁾としてもまとめられているが、わが国では、坂本順を中心にとりまとめた鋼構造限界状態設計規準(案)(1990年)で、同様の扱いがされている。

各国の耐震基準は一般に歴史があり、その意味では、安全水準を過去と同等ということは、社会的にもっとも受け入れやすい。

わが国で、許容応力度設計に対するせん断力係数0.2の根拠は、関東地震における被害との関係で、設定されたものと考えてよかろう。もっとも、その後の

建築基準法の仕様規定の改正は、より高い耐震性を期待するものであったが、そこに地震動強さに対する確率的な考察はなかった。

また、1981年からは、保有耐力に対して、せん断力係数1.0を採用しているが、これについては、兵庫県南部地震の被害から、その妥当性が確認されたとみなされている。

筆者の推定被害率は、600ガル（建築基準法の保有耐力の要求水準の1.5倍）に対して、建築基準法の新築建物の倒壊推定率は0.5%である。⁵⁾この値を500年再現期待値400ガルという条件で、一般的なわが国の地震危険度モデルに対して、信頼性指標の推定を行うと、2.8程度となる。これが過去の最大級の地震をもとに基準の整備を積み重ねた結果であると読み取ることができる。

キャリブレーションされた設計式の上での信頼性指標は50年に対して、2程度であり、その意味で、現実は、かなり安全側になっているといえる。もちろん、老朽化建物や、1981年基準を満足しない建物にあっては、安全といえないものも多い。

5. 設計における決断

建築基準法の耐震水準は、最低基準であり、ある程度効率的に建築を促進するための社会制度としての意味も大きく、被害が社会問題をもたらさないことを政策的に取り組む必要という意味での成果といえるのではなからうか。1950年当初は、構造の要求は比較的簡潔で、一律としての意味を持っていたように思う。しかし、本来は、個々の建物の、自然条件、用途、規模に応じて、検討されるべきものである。そして、今日のように、技術の高度化が、建築物の大規模化や高機能化をもたらしていることを考えると、社会資産としての建築の安全水準は、個々に最適であることを要求する。

1998年の性能規定化もそのような意図のもとで法規制に反映することをねらったが、確認制度における羁束性の要求のもとで、むしろ詳細な仕様規定としての計算方法の告示化が徹底し、性能設計が生かされる状況が阻害されている。

その意味で、構造設計者といえども、どの程度の安全性が適切であるかという検討をすることは少なく、まして、建築主に対して、自信をもってこれが適切な安全水準であると説明することはまれである。

個々の建築物に対しての最適な安全性を論ずるにあたっては、総費用最小化の考え方が便利である。初期建設費と期待損失費用の総和が最小になる安全水準を

最適とする考え方である。^{5),6)}

期待損失費用の評価にあたっては、小破から大破・倒壊まで、それぞれの損失状況を把握して対応する破壊確率を評価することになるが、もっとも単純化した形であれば、次式のようにかける。

$$C_T = C_I + P_f C_f \quad (3)$$

ここで、 C_T は総費用、 C_I は初期建設費、 C_f は破壊時の損失費である。破壊時損失費を、設計時点で考えるということは、建物が壊れることはないという前提で設計することとは、大きな違いをもたらすものであり、小さいながらも建物が存在する限り、大破したり、倒壊したりする可能性はゼロではなく、そのことがどの程度大きな損失をもたらすかということで、直接的に安全の問題に対して向き合い、判断をすることを可能にする。

設計手法の中に、確率が明示的に表現されている利点があるが、このように総費用最小化という概念を具体的な建築の構造設計の個別の決断に用いることができることにあるといえるのではなからうか。

トップダウンの法規制により、これだけの安全性を満たせば、社会的に問題がないとみなすというシステムは、経済成長をよりどころとする社会では効率的であると言えたかもしれないが、21世紀のように持続可能社会にあっては、個々の条件を反映した適切な判断を実行することが求められる。

(3)式は、新築時の設計を想定したものではあるが、耐震補強による安全性の向上に際しての意思決定の問題に援用することも可能である。今後、より長期的に建築物を維持管理することが、省資源と豊かさを両立させることでもあり、期待損失費を低減することが、価値の創出であるという視点は、基本的に専門家として訴え続けるべきものである。

6. リスク・コミュニケーション

個々の条件に応じた最適な安全性が存在するということを前提とすると、国レベルの一律の基準ではなく、地域社会の要求水準という考えが基本になる。そのような状況を社会制度として実現するためには、確認制度によるトップダウンから、集団合議による協議調整が必要となろう。すでに集団規定に関しては、事前協議などにより、地域住民などの関係者の了解を求めていることが行われている場合があるが、耐震性などの構造安全性の問題にあっては、関係者の合意を建築許可の条件とするような社会制度の試みも意味があると考えられる。⁷⁾

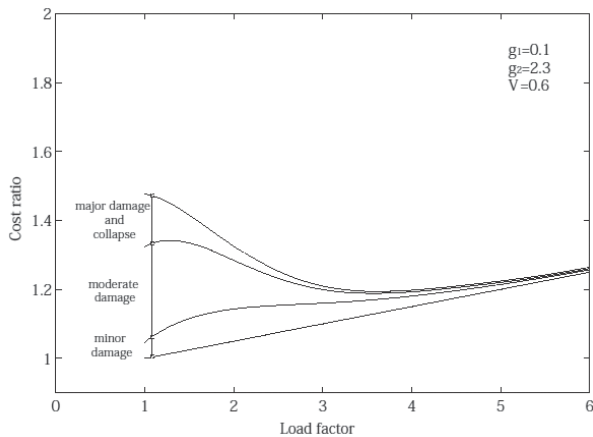


図2 総費用最小化による最適安全性の検討例

図2は、総費用を分解して示した図であり、⁸⁾横軸が荷重係数で、(1)式に示される意味で信頼性指標にも対応する。縦軸は、荷重係数が1のときの初期建設費で規準化した費用である。期待損失費は、下から小破、中破、大破・倒壊とで構成されており、荷重係数が1から2程度の比較的低い安全水準では、小破や中破の期待値が総費用を持ち上げていることがわかる。

建設により直接利益を得るが数十年後の損失にあまり関わらない立場からは、損失費を小さく計上することで良いとする判断が働くであろうが、隣接する住民にとっては、より高い安全性が安心材料になることもあって、損失費を大きく見るべきだと考えることになろう。また、標準的な期間としては、50年を想定することが一般的であっても、投資家の立場からは、より短い期間での評価を、また地域社会としては、より長期間での評価を求めることになろう。最大地震動の値は、期間が長くなれば確率的にも平均予測値は大きくなると考えられるので、最適な設計用地震荷重も大きくなる。

このように、関係者の間で利害得失に差があることが現実の社会であることから、十分な情報提供の上で、社会としての合議をめざすことを基本にすることが、地域としての望ましいあり方につながると考えられる。

もっとも、このように安全性が、将来の被害の可能性のシナリオを元に決定されるということは、集団合議にかかわらず、専門家と一般市民とのリスク・コミュニケーションの意義を示すものでもある。

耐震性の目標安全性が定量的な信頼性指標で明示されるということは、性能設計を現実のものにすることに他ならない。仮に、実務設計の計算方法が確率論を基礎においていない場合であっても、結果としての設計

で実現される耐震安全性を、たとえば(1)式を参照して、確率的に評価することができれば、専門家と市民の間でのリスク・コミュニケーションは可能となり、それが、持続可能な社会の構築に向けて役割を果たすことにもつながるものである。

7. おわりに

わが国では、関東地震を耐震設計の原点において、建築基準法における安全水準も確定論的に定められたものが枠組みを変えていないので、確率的な評価の必要性が説かれても、実務設計者の意識に乗りにくいという現実がある。

しかし、地震動評価ということからも、将来長く利用される建築にとって、安全性を定量化することは、確率的な評価以外には考えられない。巨大技術に囲まれた現代社会が持続可能性を規範とするためにも、情報や知識を十分に地域社会の意思決定に反映することが必要であり、そのためにも耐震設計における確率論的な枠組みは重要な役割が期待されている。

参考文献

- 1). 日本建築学会：建築物荷重指針・同解説、2004.
- 2). 日本建築学会：建築物の限界状態設計指針、2002.
- 3). ISO2394：General principles on reliability for structures, International Standard, 1998.
- 4). Ellingwood, B.R. et al: Probability based load criteria: load factors and load combinations, J. Structural Div. ASCE, 108(5), 978-997, 1982.
- 5). Kanda, J., Takada, T. and Choi, H.: Target structural reliability in life cycle consideration. Int. J. Risk Assessment and Management, vol. 7 Nos. 6/7, 846-861, 2007.
- 6). 神田順、平川倫夫：限界状態設計における設計荷重のための最適目標信頼性指標、日本建築学会構造系論文集、No.523, 39-46, 1999.
- 7). 神田順：安全な建物とは何か、技術評論社、2010
- 8). Kanda, J.: Optimal design safety as a risk communication tool, Australian J. Struct. Engr. Vol.9, No.1, 27-34, 2009.

地震リスクマネジメントにおけるリスク処理

矢代 晴実

●東京海上日動リスクコンサルティング株式会社

1. はじめに

地震リスクの減災対策は、構造物のハード対策である耐震設計、耐震補強等によるリスクコントロールと保険等のリスクファイナンスを利用した方法がある。

地震防災においては、ハード対策によるリスクコントロールが基本であると考えているが、コスト等を考えるとハード対応のリスクコントロールだけで100%の対応が可能なのではない。そこでリスクコントロールを補完するために経済的な面からのリスクファイナンスの利用も重要である。

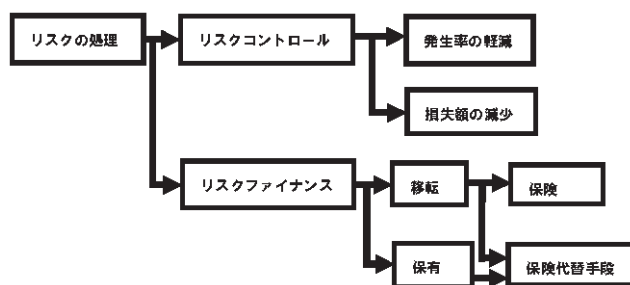


図1 リスクの処理

リスクファイナンスは、保険が代表的であるが、地震保険は、低頻度甚大災害であるため大数の法則にのりにくく、保険市場の引受能力に限りがあるため、住宅を対象とした地震保険（家計分野地震保険）以外の企業向け地震保険（拡張担保特約）では、制約を持って運用されている。そのため、企業等では、近年、地震リスクの定量化と金融技術の進歩により、保険代替手段として金融市場へリスクを移転する地震リスクの証券化（債権）や地震デリバティブが発展してきている。

また、近年、地震時の操業停止による営業利益の減少を防ぐため、事業継続計画（BCP）の策定といったソフト対策によるリスクコントロールを実施し地震リスクマネジメントをする動きが活発である。

以下で、確率論的アプローチによる地震デリバティブの設計と事業継続計画策定におけるリスクの定量化に関して述べる。

2. 地震リスクデリバティブの設計¹⁾

地震リスクマネジメントの実施主体にとっては、地震リスクデリバティブの利用は、地震保険や自家保有等のリスク処理手法と組み合わせながら、より柔軟な地震リスク処理スキームの構築が可能になる。しかし、流動性リスク、ベースリスク、信用リスク等の地震保険には無いリスクを負うことになる。保険契約や地震債券は一種のオプション契約であり、その際のベースリスクは、支払トリガーが発生した場合の実際の損害額（補填したいと考える額）と補填される金額の差となる。そのため、ベースリスクは、地震リスクデリバティブ等の設計上重要な問題として考える必要がある。

ここでは、ベースリスクに着目した地震リスクデリバティブの設計手法を示す。

具体的には、従来の地震リスクデリバティブは、単純なグリッドと元本没収率を用いてトリガーを設定しているが、このようなトリガー設定は、ポートフォリオを構成する建物の配置や地震環境の空間的な差異の影響を適切に反映することができない。

そこで、細分化された地震発生グリッド毎に地震規模とヘッジ対象損失への寄与率の関係を地震トリガーとして、より合理的に設定をおこなうことができる。

(1)トリガー設定

トリガー設定の手順を図2に示す。対象とする損失に対して、2段階のスクリーニングにより、当該損失に寄与するグリッドと地震規模を設定する。さらに、スクリーニングを複数の損失について実施することで、グリッド毎に損失と地震規模の関係を求め、元本没収関数の設定をおこなう。

図3は、損失に寄与するグリッドと地震規模から元本没収関数を設定する手順を示した。グリッド毎に、地震規模と損失の関係が求められ、元本没収関数が設定される。

(2)補填の対象とするグリッドと地震規模の抽出

グリッドの抽出においては、損失 x_c に対するグリッド j の寄与率 $\alpha_j(x_c)$ を次式で算出し、所与の閾値以下の寄与率を持つグリッドを棄却する。

$$\alpha_j(x_c) = \frac{v_{ij}}{\sum_{i \in S_j} v_{ij}} \bigg/ \frac{\sum_{j=1}^n \sum_{i \in S_j} v_{ij}}{n}$$

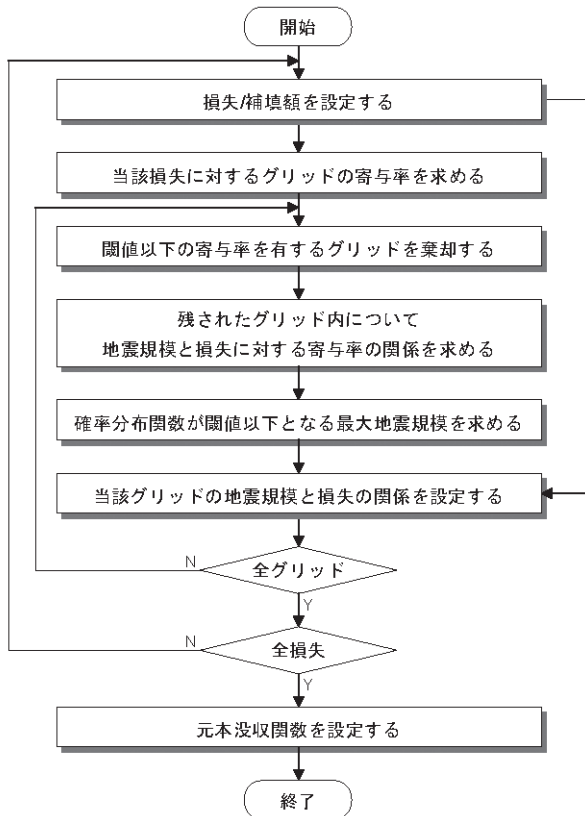


図2 トリガーの設定手順

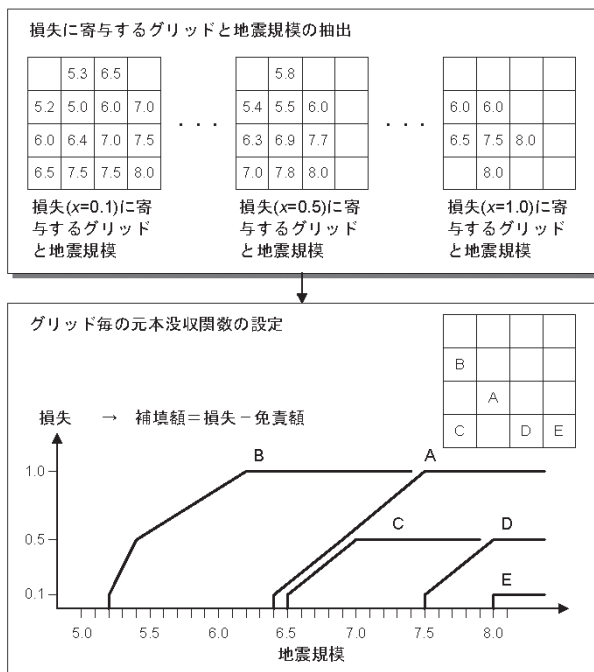


図3 元本没収関数の設定手順

ここに、 v_{ij} はグリッド j 内で発生するイベント i の年発生頻度、 n はグリッド数である。なお、イベントの発生手順は、福島・矢代²⁾による。

v_{ij} は次式で評価する。

$$v_{ij} = v_i \times p_{ij}$$

ここに、 p_{ij} は断層面が当該グリッドに含まれる割合 (面積比) である。また、集合 S_j は次式により定義する。

$$S_j = \{i \mid x_{ij} \geq x_c\}$$

ここに、 x_{ij} はグリッド j 内で発生するイベント i による損失である。

一方、補填の対象とする地震規模 m_j については、次式で与える寄与率 $\beta_{m_j}(x_c)$ が所与の閾値以下となるようなマグニチュードの最大値として設定する。

$$\beta_{m_j}(x_c) = \int_0^{m_j} f_{m_j, x_c}(m) dm$$

ここに、 $f_{m_j, x_c}(m)$ は、グリッド j 内で発生し、かつ、損失 x_{ij} が x_c 以上となるイベントに関するマグニチュードの確率密度分布である。

以上により、地震リスクデリバティブの合理的な設計手法のための、ベースリスクの低減に着目したパラメトリックトリガーの設定が可能になる。

3. 事業継続計画における地震リスク分析³⁾

地震による企業のリスクを考える場合、建物や生産設備の被害あるいは従業員の被災といった直接損害とともに、直接損害や地域の購買力低下による生産の減少といった間接損害を考えることが重要である。

間接損害は業務停止期間からある程度推定可能であり、また、企業存続の観点からはシェアの縮小や喪失の検討も重要であることから、間接損害のみならず業務停止期間そのものの評価が求められる。そこで、企業のサプライチェーンを含めた生産の業務停止期間に関する確率論的リスク評価を示す。なお、購買力の低下に関しては、多数の想定地震とその発生頻度を設定することで確率論的評価への拡張が可能であると考えている。

サプライチェーンの重要性は、BCP (Business Continuity Plan: 事業継続計画) の普及に伴い認識されてきたが、BCPで対象とするような大災害時において、全量供給が求められることは少ないと考えられる。BCPでは、必要な供給量を設定し、それに対しての業務停止期間の評価やリスク対策を行うことが実際的である。

また、複数拠点からの供給を考慮して、サプライチェーンは直列系と並列系からなるが、並列系については、それを構成する拠点の内、最良のものを選択するといった、単純なORゲートとしないことが実際的である。

ある。例えば、2拠点からなる並列系を考え、各拠点とも全量供給には多くの時間を要するが、半量供給にはそれほど多くの時間を必要としないとする。このとき、いずれかの拠点を選択するのではなく、各拠点から半量ずつ供給を行うことが業務停止期間の軽減に効果的である。

ここでは、現実的なサプライチェーンに対応可能な、業務停止期間に関するリスク解析手法を考える。

(1) ポートフォリオ解析

多地点を対象とした、ポートフォリオの直接損害に関する確率論的地震リスク評価手法は、膨大な数の想定地震を発生させ、想定地震 i について各建物の直接損害を評価し、その和としてポートフォリオの直接損害 $I_{D,i}$ を求める²⁾。想定地震 i の年間発生頻度 v_i と $I_{D,i}$ から直接損害のリスクカーブが得られる。また、地震動強さ等の不確実要因については、モンテカルロシミュレーションを援用してばらつきを考慮している。

さらに、ポートフォリオをサプライチェーンとし、直接損害 $I_{D,i}$ の代わりに期待業務停止期間 t_{scj} を評価することで業務停止期間に関するリスク評価手法の概要を図4に示す。

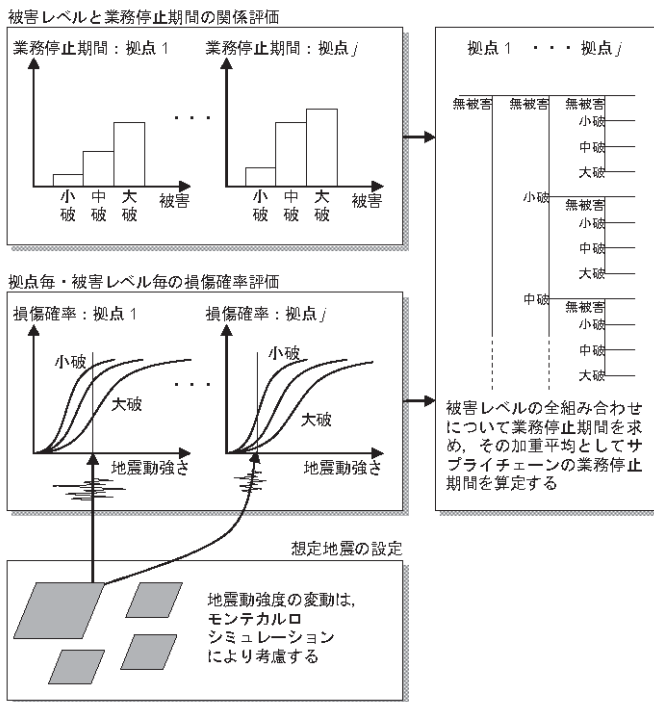


図4 サプライチェーンの業務停止期間の評価の概念

なお、 t_{scj} の評価は、イベントツリーを構築した上で次式により算定する。

$$t_{sc,j} = \sum_{k=1}^{n_s} P_{k,j} \cdot t_{jk,i}$$

ここに、 k はイベントツリーのシーケンスを示す変数、 n_s はシーケンス数である。サプライチェーンを構成する拠点数を n 、被害レベル数を n_D とすると、シーケンス数は $n_s = n_D^n$ となる。 $p_{k,i}$ と $t_{k,i}$ は想定地震 i が発生したときの、シーケンス k の条件付き確率と業務停止期間である。

シーケンス k の条件付き確率 $p_{k,i}$ は次式で求められる。

$$P_{k,i} = \prod_{j=1}^n p_{j,k,i}$$

ここに、 $p_{j,k,i}$ はシーケンス k における拠点 j での業務停止の条件付き確率である。

シーケンス k での業務停止期間は、サプライチェーンに依存するため、その関数形は評価対象毎に異なる。

サプライチェーンを直列系と並列系から構成し、直列系については構成する拠点の業務停止期間の最大値を、並列系については最小値を取っている。

(2) 供給量の反映

災害時の必要供給量に関する業務停止期間を次式で表す。

$$t_{jk,i} = r_{T,j} \times {}_0 t_{jk,i}$$

ここに、 ${}_0 t_{jk,i}$ はシーケンス k における拠点 j の全供給量に関する業務停止期間、 $r_{T,j}$ は係数である。全供給量に対する災害時の必要供給量の比を $r_{S,j}$ とする。 $r_{S,j} = 0.0$ ならば業務停止期間は0.0であるので $r_{T,j} = 0.0$ 、また、 $r_{S,j} = 1.0$ ならば全量供給であるので $r_{T,j} = 1.0$ である。そこで、これらを条件として、次式により $r_{S,j}$ と $r_{T,j}$ を関連付ける。

$$r_{T,j} = r_{S,j}^{(1-u_j)/u_j}$$

ここに、 u_j は係数で、 $0 \leq u_j \leq 1$ の値を取るものとした。 $r_{S,j}$ と $r_{T,j}$ の関係を5図に示す。なお、同図では拠点を

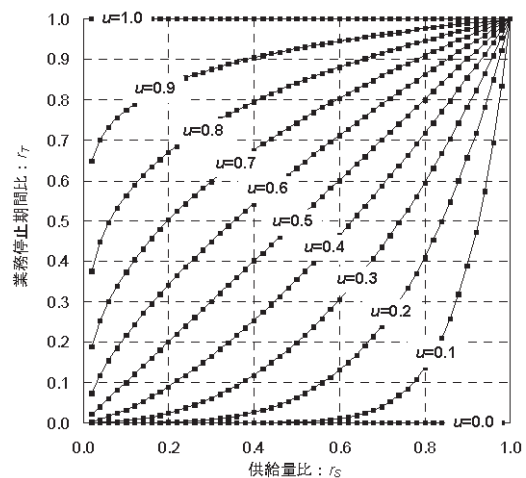


図5 供給量の比と業務停止期間の比関係

示す変数 j は省略されている。 $u_j=0.5$ のとき、供給量と業務停止期間は比例し、 u_j が 0.5 を下回るほど、供給量低減による業務停止期間低減の効果が大きくなる。反対に、 u_j が 0.5 を上回るほど、その効果は小さい。

(3) 複数拠点からの供給

並列系を構成する拠点の供給量を $s_j, j=1, \dots, n$ 、供給量 s_j に対する業務停止期間を $t_j(s_j), j=1, \dots, n$ とする。 n は拠点数である。このとき、並列系の業務停止期間は次式で与えられる。

$$t_p = \max[t_1(s_1), t_2(s_2), \dots, t_n(s_n)]$$

ただし、 $s_1 + s_2 + \dots + s_n \geq s_{sc}$ で、 s_{sc} は必要供給量である。

例として、拠点数を2とした場合を図6に示す。同図において太実線から上の領域 $s_1 + s_2 \geq s_{sc}$ が提案手法による解の範囲であり、 $s_1 + s_2 = s_{sc}$ となる線上で最短の業務停止期間を与える供給量組み合わせを求めることになる。

供給量 s_j は本来連続量であるが、全供給量の10%を単位として離散的に与え、業務停止期間を最小化する s_j を求めている。

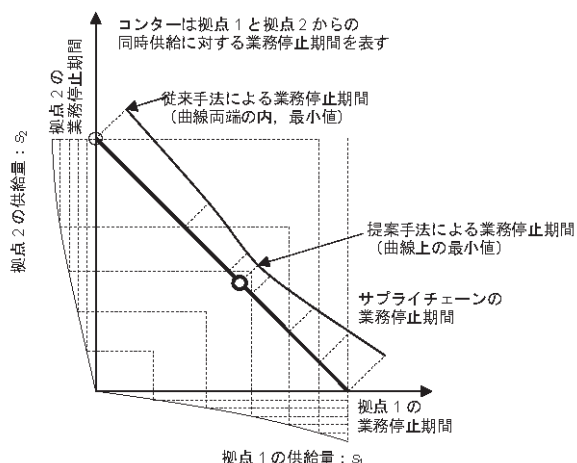


図6 複数拠点供給に対する業務停止期間の概念

(4) 拠点の寄与率

複数拠点からの調達の優位性を示すため、拠点の寄与率の考え方を導入する。所与の値以上の業務停止期間に対する各拠点の相対寄与を寄与率とし、拠点 j の寄与率 γ_j を次式で定義する。

$$\gamma_j = \frac{\sum_{i=1}^m v_i \cdot \gamma_{j,i}}{\sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^m v_i \cdot \gamma_{j,i}}$$

ここに、 v_i は想定地震 i の発生頻度、 $\gamma_{j,i}$ は想定地震 i が発生したときの拠点 j の条件付き寄与率、 m は想定地震数、 n は拠点数である。拠点 j の条件付き寄与

率 $\gamma_{j,i}$ は次式で求める。

$$\gamma_{j,i} = \sum_{k=1}^{n_k} p_{jk,i} \delta_j$$

ここに、 $p_{jk,i}$ はシーケンス k における拠点 j での業務停止の条件付き確率、 δ_j は二値変数で、以下のよう

$$\delta_j = 1.0 \quad (t_{k,i} \geq T \text{ かつ } t_{k,i} = t_{jk,i})$$

$$\delta_j = 0.0 \quad (t_{k,i} < T \text{ あるいは } t_{k,i} \neq t_{jk,i})$$

ここに、 T は前述した所与の業務停止期間である。

4. まとめ

地震防災における確率論的アプローチとして、地震リスクマネジメントにおけるリスク処理として、リスクファイナンスの地震デリバティブの設計とリスクコントロールの事業継続計画(BCP)における地震時のサプライチェーンを含めた事業停止期間のリスク評価手法に関して述べた。

手法の詳細に関しては、紙面の都合から、参考文献を参照いただきたい。

参考文献

- 1) 佐藤一郎, 矢代晴実, 福島誠一郎: ベーシスリスクに着目した地震リスクデリバティブの設計手法に関する研究, 建築学会計画系論文集, NO.614 P.261 2007年4月,
- 2) 福島誠一郎, 矢代晴実: 地震ポートフォリオ解析による多地点に配置された建物群のリスク評価, 日本建築学会計画系論文集, No.552, pp.169-176, 2002年2月
- 3) 福島誠一郎, 矢代晴実, 吉川弘道: 供給量を考慮したサプライチェーンの業務停止期間に関する地震リスク解析, 日本建築学会環境系論文集, No.655, 2010年9月

名誉会員に聞く

田村重四郎

●東京大学名誉教授

地震工学に進んだきっかけ

小生が地震工学(当時は耐震工学と呼ばれていた)の研究を志向したのは1965年頃と思います。その訳は大学を卒業して新潟県土木部技術補助員、東京大学生産技術研究所研究生、大学院、その後6年間(株)日本建設コンサルタントに勤務する等、土木分野の実務を約11年間勤めているからです。

学生時代は総武線西千葉に近い学寮で過しましたが、同室の長友広瀬利雄氏のダム建設にける強い熱意に感じ、鬼怒川、只見川等に建設されつつあったダムの建設現場を見学して廻っております。

新潟県土木部に配属されて、行ったまとまった業務としては、新潟港で長さ90mの栈橋形式の物揚場の建設があります。構造的に幾つかの手法を試みましたが、予算内に納まらず、最終的には設計震度の値によって決まることになりました。当時、この分野の総合的な耐震設計の教科書としては恩師岡本舜三博士の「地震力を考えた構造物設計法」(初版1954年)がありましたが、設計震度を決定するには技術的判断が必要です。その以前に中村左衛門太郎博士が当該地域に強い地震が発生することを予言しておりました。しかし街では、短期間の経験から新潟では大きい地震はないとの意見が支配的であり、これを拠所として設計震度を小さ目の値とし、その場を凌ぎました。この栈橋は1964年新潟地震で倒壊する迄は、その機能を果たしております。耐震設計の問題に正面から取り組んだのはこれが最初でした。

如何に非力であるかを悟った次第で、ダムの研究を手伝うと云う条件で研究生になることを許可され、東京大学生産技術研究所岡本研究室に在籍し、アーチダムの研究を行うことになりました。当時ダムは次第に大型化しており、スレンダーな断面をもつアーチダムを建設するには、本邦の様な地震活動の盛んな地域では、動的な挙動を明かにすることは必須の要件でした。

対象としたダムは関西電力(株)の黒部第四ダムで、石膏・珪藻土で小型模型を制作し、応力測定を行い、最適な形状を求めて行くことでありました。イタリア、ポルトガル等で研究の先例があり、日本では建設省土木研究所で行なっているとの事で、模型材料の開発か

ら始めております。静的な実験の範囲でしたが、水銀を貯水荷重として、堤体表面の歪分布を歪ゲージにより測定し得たことは当時としては大きな成果でした。この研究はその後同研究室の伯野元彦博士によって進められ、実アーチダムの地震観測、模型振動実験、実ダムの加振実験を総合して、アーチダムの地震時の挙動を知る上で基本的な性状を把握しています。

大学院修士課程在籍中には、当時環境の問題として浮び上った地下鉄道車輛の走行時の地盤震動、騒音の対策のため、先ず実体の現象を認識すべく、トンネル、近接地盤、軌道等の震動の測定に従事しました。また、実橋梁の交通時の振動性状を把握するための実地測定、若戸大橋の模型振動実験の見学等を行って、研究の第一歩は現象の把握と理解から出発しなければならないことを学びました。

大学院を修了後、当時珍しい職業であった(株)日本建設コンサルタントに勤務し、河川構造物の設計に従事しました。同社の副社長は我が国でアースダムの模型振動実験を初めて行った、内務省土木試験所を歴任した松村孫治博士でした。同社は我が国で最初の電気計算機(Facom128B, リレー式)を備えていて、数値解析に大変力を発揮しました。社会基盤施設の大型化が急激に進み、動特性、耐震性の検討が強く求められる状況になっていて、アーチダムの耐震設計、高橋脚橋梁等の動的解析には計算機はなくてはならない道具でした。高橋脚橋梁の場合、モード解析法を適用しました。しかし適用すべき地震動、実構造物の減衰定数等の基本となる物理量の資料がなく、大変困惑しました。強い地震力を受けたときの実物の挙動がいかに重要であるかを認識させられた次第です。

小生が関わった高橋脚橋梁で、震央域にあって強い地震動を受けた例が出て来ました。1974年伊豆半島沖地震(M=6.9)の際の天狗橋、伊鈴橋(何れも南伊豆道路-道路公団)及び2008年新潟県中越沖地震(M=6.8)の際の米山大橋(国道八号線柏崎市-建設省北陸地方建設局)です。天狗橋、伊鈴橋の設計震度は夫々0.415、0.345で割増しされており、近辺で烈しい被害が生じているにも拘らず、微かな変状が生じたのみでした。

この様に約11年を過した後、研究・教育の職につき

ました。先任の伯野元彦博士の研究を継いで地震動、構造物の地震時挙動等の研究に当たりました。1956年にサンフランシスコでサンフランシスコ地震50年記念として地震工学研究者による世界地震工学会議が初めて開催されたのですが、論文集の中にはEngineering Seismologyの文字が使われている程の知名度の段階であり、小生は幸運な一人として、この時期に耐震工学の研究に関わり始めたこととなります。

小生が従事した課題を2, 3述べることにします。

震害調査について

震害調査の重要性については1964年新潟地震の震害調査報告書(土木学会)の巻頭言に岡本舜三博士が強く主張しておられますが、数拾年～数千年の年月を間隔として発生する地震と、構造物の耐用年数、建設費用を勘案したとき、震害の調査・研究が如何に大切であるかは明かで、震害は重要な大実験と云うことができます。しかし多くの場合、静的な状態での結果のみしか見ることができません。従って調査者の経験(記憶)が重要になります。調査にはこの事を念頭におく必要があります。1965年に松代群発地震が起きたとき現地調査に当りました。震央域で、2, 3階の一般住宅の庇が、地震時に20～30cmの全振幅で、理論通りの基本モードで揺れるのを目撃しました。又長野市の郊外で段々畑の石積擁壁の上部が、地震時にかなり増幅して揺れることを視認しました。いずれも単純な振動の現象ではありますが、地震応答の実相を眼のあたりにして、衝撃を受けたことを記憶しています。

松代群発地震では震害調査の外に種々の研究が実施されていますが、土木工学の分野では特に埋設管の地震時挙動の研究が挙げられます。当時、送電線の地中化、送油管の敷設等が進められる趨勢にありました。この地震を利用して、電力中央研究所、中部電力、東京電力の各社は、協力して北信変電所内に実際の管路を建設し、管体並びに近接地盤に地震計を設置して、地震時の動きを測定しており、地中管体が地盤の変位に応じて挙動することを明かにしました。岡本研究室では、小型振動台上に地盤と管路の3次元模型を作成して振動実験を行い、全く同じ結果に到達しております。この実験手法は扇島沈埋トンネル(現日本鋼管海底トンネル)の耐震性の検討に使用されました。又1969年に我が国で初めて完成した本格的な沈埋トンネル(多摩川トンネル)では地震時のトンネルの変形を測定して、上記の事実を確認しました。帝都高速度交通営団地下鉄トンネルに於いても地震観測を実施しています。これ等の研究成果は、岡本舜三博士のトンネル

断面の地震時挙動の研究と併せて、地中管状構造物の地震時の挙動を明かにしたものであり、応答変位法確立の基礎となっています。

ダムの耐震性について

コンクリート重力ダム

ダムはその重要性から、高い耐震性をもつことが求められていて、想定される最大級の地震を受けた例は耐震性評価上非常に大切です。最近震央域或いはその近くにあつて強い地震を受けた例が幾つか出ています。ここでは当時は被災した最初の例であつたコンクリート重力ダムを紹介します。1967年コイナ地震(M=7.0, インド)の際には岡本舜三博士を団長とするUNESCOの調査団が組織され、主としてコイナダム(コンクリート, 重力式, 堤高103m)の震害調査が行われました。震源はダム直下にありました。幸運にも、日本の企業が提供した地震計がダム監査廊に設置されていて、最大加速度はダム軸水平方向で664ガルでした。堅岩上の記録としては非常に大きい値で、堤体には水平に亀裂が貫通し、漏水しておりました。岡本研究室では小型2次元模型を用いて振動実験を行い、堤体に水平亀裂が発生した要因を見出し、他の研究成果と併せて、この被害に断面形状の異状が強く関わっていることを明かにしています。コンクリート重力ダムで堤体が震動により被害しているのは極めてまれな例であります。堤軸水平、堤軸直交水平、鉛直方向に、夫々のブロック間に強い力が作用したことが見出されています。

フィルダム

岡本研究室では1963年から、フィルダムの耐震性研究のため、山王海ダム(アースダム, 堤高37m)の3次元的地震観測を始めています。これには地震計の改良、開発が伴っています。著者は1965年よりこれに参加し、小型3次元模型を用いて線形の範囲ではありますが振動実験を行い、その性状と地震観測で得られた性状との対比を行い、よい対応を得ています。高堤高のロックフィルダムが普く建設される様になり、地震時安定性の究明が急がれました。運よく高瀬ダムの耐震性の研究に参加し、フィルダムの破壊機構の研究に当る機会を得て、若干の貢献ができたと思っています。大, 中, 小型の2次元解析模型による振動破壊実験を行い、現象の高速度撮影で現象の解明を試みましたが、まとめられずにおります。

終わりに

研究の実施に当たっては多勢の方々のご協力を得ています。ここに記して謝意に代えます。

第10回通常総会ならびに講演会／ 一般社団法人 日本地震工学会第1回定時社員総会

保井 美敏／高田 一／倉本 洋／中村 孝明
●戸田建設 ●横浜国立大学 ●大阪大学 ●篠塚研究所

日本地震工学会の第10回通常総会、一般社団法人日本地震工学会の第1回定時社員総会および講演会が平成22年5月21日13:30～17:00、建築会館ホール（東京都港区）において開催された。また、総会終了後、建築会館ホールホワイエにて懇親会が催され、会員相互の懇親が図られた。その概要を報告する。

I. 第10回通常総会講演会

通常総会に先立ち、「後期高齢者から見た地震工学」と題する講演会と論文奨励賞の授与式及び受賞者の講演が行われた。司会は事業担当の中村理事が行った。

1. 講演会「後期高齢者から見た地震工学」

伯野元彦氏（東京大学名誉教授・震災予防協会会長）

地震被害を現地で調査するという点からすると、特に後期高齢者は厳しい面があるが、様々な情報を用いて後期高齢者でもなにかできるという観点からユーモアあふれる講演がなされた。

まず、地震からどうしたら生き延びられるか、全世界で方法はわかったが、方法はわかって、経済、教育などの問題があり、理想は遠いとして、ハイチ地震やチリ地震をとりあげて死亡者の数や津波被害の例が紹介された。

次に日本で残された問題として、耐震補強、津波警報の軽視、原発耐震の安全と安心の乖離について紹介された。

耐震補強については、日本では死者の出るような建物は、老朽瓦葺木造家屋で、高温多湿の日本では木造は50年以上経つと、腐食、虫害で耐震強度が落ちる。1995年阪神・淡路大震災、2007年新潟県中越沖地震、2007年能登半島沖地震での重い瓦屋根の被害例を示した。また、地盤条件も大きく影響しているとのことであった。これに対し、外国では無筋レンガ造が上から下までペシャンコになり、死者を多数出してしまうとして、2008年中国・四川地震、1999年ギリシャ・アテネ近郊地震、2003年イラン・バム地震でのレンガ被害の例を示した。

耐震補強の進まない理由として、個人負担になっていること、老朽木造家屋の所有者が年金生活者、地震

がいつ来るかわからないことが述べられた。

津波警報の軽視の問題については、津波は海から来る洪水であるとして、津波の波長は数100m以上で速さも毎秒約10m以上と速いので、遠くに見えたら逃げることはできない。実験では50cmの津波でも人は立ってられない、子供では20cmでも立ってられないこと、先頭に舟や漂流物があれば浮いているものが一番速いので凶器となる。このようなことから、海岸で地震を感じたら逃げるが勝ちと考えることが大切とした。事例としてスマトラ大津波や1993年北海道南西沖地震を取りあげた。



写真1 伯野氏による講演

原子力発電の耐震安全性については、技術者からみた原発の耐震安全性は「大量の放射能を外部に出さない」というのに対し、市民の安心は「原発のどこも大破壊しない」ということであるとして事例を紹介された。

2007年新潟県中越沖地震では、変圧器の火災等が発生したが、「大量の放射能を外部に出さず、自動停止した」ということからみれば耐震的には安全であった。また、近くには延焼防止用の壁や重要構造物は窓がない構造で安全なものであった。しかし、市民感情は少し違っている面があると述べられた。

原発の安全性という点では、Aクラス施設では、一般建築物の3倍以上の荷重が設定されており、また、強固な岩盤上に建設されている。壁は厚く太い鉄筋が多量に配筋されており、粘り強く地震力に抵抗する。680galという想定外の地震にもひびひとつ入らなかったことが述べられた。

原子力発電所でも一般建築物は被害を受けて、岩盤でなく埋め戻した地盤では建物沈下等を生じた例が示された。

講演終了後会場から質問を受けた。

質問 原子力発電について、耐震の安全と安心が乖離していることはそのとおりだと思うが、どうすれば一般の人が安心できるようにできるか先生のご意見をお聞かせ下さい。

伯野元彦氏(東京大学名誉教授)より

ひとつ有効な方法として東京につくれば市民は安全と感じるのではないかと。官庁街周辺につくればまず安全だと思わないのではないかと。安全でないから辺鄙なところに作っていると市民は思っているかもしれない。

2. 論文奨励賞の授与式と受賞者講演

栗田理事より、「日本地震工学会・論文奨励賞」受賞者の紹介があり、濱田会長より高浜勉氏と飯塚祐暁氏への表彰が行われた。その後、高浜勉氏と飯塚祐暁氏より対象となった論文内容の講演が行われた。表彰論文の概要を以下に示す。

(1) 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(第9巻 第5号、2009年11月)

高浜勉氏(株構造計画研究所)

1978年宮城県沖地震、1995年兵庫県南部地震、2004年新潟県中越地震による鉄道構造物の被害資料を収集・整理し、被害発生地点を震度分布と重ね合わせ、計測震度とメッシュ単位での鉄道構造物の被害率との関係を地形・地盤分類ごとに整理した。さらに被害率の傾向が類似した地形・地盤分類を統合し、震度4～7で適用可能な被害関数を構築した。その結果、鉄道構



写真2 論文奨励賞の授与式(高浜氏)

造物の被害は震度5強程度から生じ始めること、被害率は山地・丘陵や谷底低地などで高いことを確認した。

(2) 木造建物における一自由度系地震応答解析のための復元力特性モデルの提案(第9巻、第1号、2009年2月)

飯塚祐暁氏(筑波大学)

木造建物の地震応答解析をより簡便に行うために、建物を一自由度系の単一ばねにモデル化する際の復元力特性モデルを提案した。具体的には、Takeda-Slipモデルに木造建物の挙動を表現できるよう修正を加えた。提案したモデルの妥当性を確認するため、地震応答解析を行って、既往の実大振動実験結果を再現できるかどうかを検証した。その結果、実験結果を概ね再現できることを確認した。そして、建物を構成する耐力壁の仕様より復元力特性モデルのパラメータを決定する方法について検討した。耐力壁ごとの復元力特性を重ね合わせることで、提案するモデルのパラメータを設定し、地震応答解析を行って実大振動実験結果と解析結果との比較を行った。解析結果は実験結果を概ね再現することができ、耐力壁の仕様がわかれば、提案するモデルのパラメータを設定して地震応答解析ができることになり、提案するモデルの有効性を確認できた。



写真3 論文奨励賞の授与式(飯塚氏)

Ⅱ. 第10回通常総会議事録

1. 日時：平成22年5月20日(木) 14時50分～15時35分

2. 場所：建築会館ホール

3. 出席者(50音順)(出席=42名、他に委任状出席801名)

飯塚正義、飯塚裕暁、飯場正紀、和泉眞一、犬飼伴幸、井上範夫、運上茂樹、大堀道広、鹿嶋俊英、勝俣英雄、金子美香、木全宏之、久保哲夫、倉本 洋、栗田 哲、後藤洋三、境 有紀、佐藤清隆、佐藤俊明、澤本佳和、高田 一、高浜 勉、武村雅之、千葉一樹、東畑郁生、中島正愛、中村孝明、中村英孝、練木道夫、野中康友、野畑有秀、伯野元彦、長谷川良輔、濱田政則、東 貞成、久野通也、樋渡 健、藤田 聡、細川洋治、真崎雄一、保井美敏、吉田 望

4. 議事

(1) 開会：定足数の確認

総会の定足数は、規約第24条により4月現在の正会員1140名、法人会員88社の1/3以上である410名以上となる。本日の出席者は委任状出席を含めて841名となり総会が成立することが総務担当の犬飼理事より報告され、平成21年度通常総会の開催が宣言された。(その後出席者2名追加の843名となった)

(2) 議長指名

総務担当の犬飼理事より、規約第16条により会長が総会の議長を務めることが説明され、本総会の議長を濱田会長にお願いした。

(3) 会長挨拶

濱田会長より、議案の審議に先立ち挨拶があった。概要は以下の通りである。

本日は任意団体である日本地震工学会の第10回通常総会と、その後に開催される一般社団法人日本地震工学会の第1回定時社員総会の両方があります。昨年(平成21年度)の第9回通常総会における議決を受け、法人化に向けて検討を行い、平成22年2月4日に一般社団法人日本地震工学会が設立されました。任意団体の総会で通常通り事業報告、決算、解散を審議し、その後一般社団法人日本地震工学会の総会で役員(会長、副会長、理事、監事)の選任、事業計画、予算の審議を致します。この一年の最大の課題であった法人化については、次期久保会長をはじめ会員の皆様のおかげで無事登記が完了しました。また、1月18日の

阪神・淡路大震災15周年シンポジウムを本会が幹事学会となり、13の学協会とともに開催しました。

今年度は新規の研究会発足がなかったので、今後研究活動を活発にしていきたいと思っております。会員数は現在1,300名余りですが、この数年やや減少傾向にありますので、学生会員の会費値下げや、大会での若手表彰などを企画しました。法人になっても課題が多いので理事の方が団結して盛り上げていただきたいと思っております。

(4) 議案の審議

(1号議案：平成21年度事業報告)

平成21年度事業内容について、犬飼理事より議案書に沿って報告された。主な報告内容は次の通りである。

- ・規則の改定として、学生会員の年会費を1,000円に引き下げた。
- ・平成21年5月に第9回通常総会を開催し、活動計画の承認を得るとともに、新会長、副会長、監事、理事などが選任された。
- ・平成21年度は理事会を10回開催し、一般事務議決や本学会の運営方針について懇談した。主な課題と取り組みとして、1) 法人化準備委員会を発足させ、平成22年2月4日に一般社団法人日本地震工学会の登記を完了した。2) 平成22年11月につくばで開催予定の第13回日本地震工学シンポジウム(13JEES)の開催に向けて、本会が幹事学会となることから、運営委員会(委員長：和田章)の活動を支援した。13JEESと日本地震工学会設立10周年記念事業の関連についても大枠定められた。3) 10周年記念事業のうち記念式典は、平成23年3月28日(月)午後(建築会館ホールにて)片山恒雄先生に講演をいただくこととした。4) 阪神・淡路大震災15周年フォーラムの代表学会として地震災害低減に関わる学協会に共催を呼び掛け、組織委員会、実行委員会設立とその支援を行った。
- ・各委員会・部会の主な取り組みとして、1) 法人化準備委員会を平成21年6月から9回開催し、一般社団法人日本地震工学会の定款(案)や規則(案)を作成し理事会へ報告した。平成22年2月4日に法人登記を完了した。2) 会員部会では、学生会員増強のため会費の値下げ(年会費3,000円を1,000円とする)を平成21年6月より行った。年度末の学生会員数は123名となり、前年度に対し43名増となった。また、日本地震工学会大会で、優秀論文発表賞を設定した。3) 電子広報委員会では、会員への情報サービスとして、JAEE NEWS(No.184～

205)を半月に1度発行した。また合計11回の臨時ニュース配信を行い、臨機応変に情報を提供した。4) 会誌編集委員会では、平成21年7月に会誌第10号を、平成22年1月に会誌第11号をそれぞれ刊行した。5) 事業企画委員会では、第9回通常総会の行事として「最近の地震被害から学ぶ」と題する講演会を開催した。その他技術セミナー、講習会等を開催した。6) 大会実行委員会では、第7回の年次大会を平成21年11月12日～14日の3日間の日程で、東京・国立オリンピック記念青少年総合センターにおいて開催した。発表論文数は175編であり、登録参加者数は合計278名であった。本年度より新設した優秀論文発表賞を10名に授与した。7) 国際委員会では、IAEE事務局および日本代表への支援と、海外関係機関との連絡調整を行った。8) 論文集編集委員会では、2010年の論文奨励賞の選考を行った。9) 研究統括委員会では、5つの研究委員会の活動を支援した。10) 第13回日本地震工学シンポジウム関係では、運営委員会を3回開催し平成22年11月18日から20日につくばでの開催を決定した。11) 阪神・淡路大震災15周年シンポジウム関係では、フォーラム組織委員会が平成22年1月18日に神戸でフォーラムを開催した。参加者は約550名であった。他学会との交流として、多数の共催、後援、協賛があったことを報告した。

続いて審議に入り、議長が本件について意見と質問をないことを確認して出席者に承認を諮り、承認された。

(2号議案：平成21年度収支決算報告および監査報告)

平成21年度収支決算、貸借対照表、正味財産増減計算書、財産目録について、会計担当の佐藤理事より議案書に沿って報告された。次に、平成21年度監査報告として、井上監事より適切に会計処理されていることを確認している旨が報告された。続いて審議に入り、議長が本件について意見と質問をないことを確認して出席者に承認を諮り、承認された。

(3号議案：一般社団法人日本地震工学会からの報告)

一般社団法人日本地震工学会の代表理事である濱田政則氏より設立の経緯の報告があった。

平成22年2月4日、濱田政則、久保哲夫、武村雅之、犬飼伴幸が発起人となり、東京法務局へ一般社団法人日本地震工学会の設立申請を行い、平成22年2月9日、東京法務局より一般社団法人日本地震工学会の設立が認可された。(設立日：平成22年2月4日)

平成22年5月6日に一般社団法人日本地震工学会臨時理事会が開催され、議決事項について報告があった。

(4号議案：日本地震工学会の解散)

濱田会長より、任意団体である日本地震工学会から一般社団法人日本地震工学会への移行にあたり、本会を解散する旨説明があり、出席者に承認を諮り承認された。

(5号議案：日本地震工学会の残余財産の処分)

濱田会長より、本会の解散に伴う残余財産を一般社団法人日本地震工学会へ寄付する旨の説明があった。続いて審議に入り、以下の質問があった。

質問

解散日はいつになりますか？

犬飼理事

本日の議決を受けて、1週間から10日程かかります。その後4号議案について出席者に承認を諮り、承認された。

(5) 閉会

犬飼理事より、本日の予定議事が終了したことを宣し、閉会を宣言した。



写真4 会場の様子

Ⅲ. 一般社団法人 日本地震工学会 第1回定時社員総会議事録

1. 日時：平成22年5月20日(木)15時50分～17時00分

2. 場所：建築会館ホール

3. 出席者(50音順)

出席者(社員)：犬飼伴幸、久保哲夫、武村雅之、濱田政則

出席者(オブザーバー)：飯塚正義、飯塚裕暁、飯場正紀、和泉眞一、井上範夫、運上茂樹、大堀道広、鹿嶋俊英、勝俣英雄、金子美香、木全宏之、倉本洋、栗田哲、後藤洋三、境有紀、佐藤清隆、佐藤俊明、澤本佳和、高田一、高浜勉、千葉一樹、東畑郁生、中島正愛、中村孝明、中村英孝、練木道夫、野中康友、野畑有秀、伯野元彦、長谷川良輔、東貞成、久野通也、樋渡健、藤田聡、細川洋治、真崎雄一、保井美敏、吉田望

4. 議事

(1) 開会：定足数の確認

総会の定足数は、定款第16条により総会が成立することが犬飼理事より報告され、平成22年度定時社員総会の開催が宣言された。

(2) 議長指名

犬飼理事より、定款第17条により会長が総会の議長を務めることが説明され、本総会の議長を濱田会長にお願いした。

(3) 議案の審議

(1号議案：平成21年度事業報告)

犬飼理事より「平成21年度事業報告」の説明があり、出席者員全員の賛成を以って承認された。

(2号議案：平成21年度収支決算報告)

犬飼理事より「平成21年度収支決算報告」があった。
武村監事より「平成21年度監査報告」があった。
いずれの報告も出席者員全員の賛成を以って承認された。

(3号議案：平成22年度理事・監事の選任)

議長より、平成22年度理事候補者19名および監事候補者1名の紹介があり、理事、監事は出席者員全員の賛成を以って承認された。

その後、臨時理事会が開催され、会長および副会長が選出され、理事会の体制が以下になった。

会長：久保哲夫(東京大学)

副会長：中島正愛(京都大学)、東畑郁生(東京大学)、運上茂樹(国土交通省国土技術政策総合研究所)、

理事：中村孝明(篠塚研究所)、澤本佳和(鹿島建設)、高田一(横浜国立大学)、東貞成(電力中央研究所)、保井美敏(戸田建設)、佐藤俊明(清水建設)、栗田哲(東京理科大学)、藤田聡(東京電機大学)、境有紀(筑波大学)、鹿嶋俊英(建築研究所)、倉本洋(大阪大学)、木全宏之(清水建設)、山中浩明(東京工業大学)、飯場正紀(建築研究所)、庄司学(筑波大学)

監事：井上範夫(東北大学)

(4号議案：平成22年度選挙管理委員会委員の選任)

議長より、「平成22年度選挙管理委員会委員の選任」について説明があった。

一般社団法人日本地震工学会平成22年度の選挙管理委員会委員として、日比野浩(大成建設)、岡野創(鹿島建設)、金子美香(清水建設)および佐藤俊明(清水建設)の4名が指名され、出席者員全員の賛成を以って選任は承認された。

(5号議案：平成22年度役員候補推薦委員会委員の選任)

議長より、「平成22年度役員候補推薦委員会委員の選任」についての説明があった。

一般社団法人日本地震工学会平成22年度の役員候補推薦委員会委員として、下記の16名が指名され、出席者員全員の賛成を以って選任は承認された。

一井康二(広島大学)、犬飼伴幸(竹中工務店)、植竹富一(東京電力)、大友敬三(電力中央研究所)、小林信之(青山学院大学)、西田哲也(秋田県立大学)、高宮進(国土技術政策総合研究所)、原田隆典(宮崎大学)、諸井孝文(小堀鐸二研究所)、新井洋(国土技術政策総合研究所)、川口順(三重大学)、坂田弘安(東京工業大学)、澤本佳和(鹿島建設)、田蔵隆(清水建設)、中山学(防災科学技術研究所)、野畑有秀(大林組)

(6号議案：平成22年度事業計画)

中村理事より、「平成22年度事業計画」の説明があり、出席者員全員の賛成を以って「平成22年度事業計画」は承認された。

H22年11月18～20日につくば国際会議場で開催され

る日本地震工学シンポジウムにおいて「地震工学会設立10周年記念事業」を企画している。H23年3月28日に「地震工学会設立10周年記念式典」を開催予定である。

研究総括委員会では、地震災害対応委員会（常設委員会）、津波災害の実務的な軽減方策に関する研究委員会、災害リモートセンシング技術の標準化と高度化に関する研究委員会、地震災害・復興の記録のアーカイブ構築のための研究委員会、微動技術利用研究委員会、および原子力発電の地震安全問題に関する調査委員会が活動予定である。また、新たな研究委員会をスタートさせる予定である。その他、会員部会、電子広報委員会、会誌編集委員会、論文編集委員会、事業企画委員会、国際委員会などが例年通りの活動を予定している。



写真5 久保新会長の挨拶

(7号議案：平成22年度収支予算)

高田理事より、平成22年度収支予算の説明があり、出席者員全員の賛成を以って「平成22年度収支予算」は承認された。

勝俣氏（大林組）より10周年の記念事業関連の支出項目についての質問が、また、大堀理事より国際交流事業支出についての確認があり、それぞれについて高田理事および犬飼理事から説明があった。

(4) 新会長挨拶

久保哲夫会長から会長就任の挨拶があった。

「土木、建築、地震、機械、地盤、災害情報等を横断的とする課題に取り組み、地震工学および地震防災に関する学術・技術の向上に資する活動を心がけたい。また、“本会でのみ”取り組める課題を取り上げ、推進したい。そのためには、研究統括委員会や会員諸氏にいろいろご提案戴きたいとともに、理事会としてはそういう積極的な提案に対して支援を惜しまないようにしたい。」との所信表明があった。

(5) 閉会

犬飼理事より、本日の予定議事が終了したことを宣し、閉会が告げられた。

日本地震工学シンポジウムの開催の御案内

和田 章／倉本 洋／久田 嘉章／福和 伸夫／勝俣 英雄
●東京工業大学 ●大阪大学 ●工学院大学 ●名古屋大学 ●大林組

1. はじめに

第13回日本地震工学シンポジウムは2010年11月18日～20日につくば国際会議場（エポカル）で開催されます。運営委員会（委員長 和田章：東京工業大学）から日本地震工学会会員の皆様に開催概要を紹介します。このシンポジウムの中で日本地震工学会10周年記念行事も開催しますので、会員の皆様には是非参加下さい。なお、詳細はホームページ<http://www.13jees.jp/>に掲載していますので、参照下さい。

2. Not “if”, but “when”

運営委員会委員長の御挨拶「Not “if”, but “when”」を開催主旨として紹介します。（ホームページから転載）日本の地震工学シンポジウムは、世界地震工学会議（WCEE）が4年ごとに開かれていることに合わせ、この中間の年にやはり4年ごとに開かれ、2010年秋に開く会が第13回になる。2008年秋に中国北京郊外で開かれた世界地震工学会議が第14回だったから、1回少ない。1956年にサンフランシスコで第1回世界地震工学会議が開かれ、1960年に第2回が日本で開かれたあと、この日本のシンポジウムが始まったことが分かる。米国内、ヨーロッパ連合でもそれぞれ地区ごとの地震工学会議が開かれており、米国では第9回がカナダと合同で、ヨーロッパでは第14回が日本と同じ2010年に開かれる。しかし、アジアはまだ一つになってはいない。言葉や文化だけでなく経済力の違いがありすぐには難しいが、近年の地震災害がアジアに多いことを考えると、研究や技術開発およびこれらの普及に、協同で力を注いでいくべきと考える。今回はアジアの研究者を集めて国際パネルディスカッションを持つ予定である。

我国は世界で起きる大きな地震の20%を受けていると言われる地震国であり、このことは世界に自慢できることではない。ただ、理学から工学、社会学の広い範囲にわたる問題に関して多くの研究を進め、土木構造、建築構造の耐震性確保から、地震後の政府や行政の対応、市民活動に広がる総合的な対策は、世界でも進んでいるといえる。ただ、これでも十分といえないのが現状であり、さらなる研究、実際の対応への努力が必要である。

国が豊かになり、生活レベルが高まり、便利な社会になればなるほど、大地震によってこれらを失った場合の打撃が大きい。日常の人々の生活や社会の活動を大地震のあとにも失うことなく、もとの活動が維持でき、障害を受けたとしてもできる限り短い期間で復活できる復元力を社会に持たせなくてはならない。環境問題ではSustainable（持続性のある）な社会作りが重要課題であるが、地震工学の分野ではResilient（復元力のある）な社会作りが重要である。

国によらず、人々や社会には楽しいことつらいことが沢山ある。食料、住むところ、仕事、子供の将来、老後の生活、健康などいろいろである。地震災害低減だけが重要課題とはいえない。この中で、ほとんどの人々は大地震がもし来たらと考えていろいろな対策をする。しかし、必ずしも生きていうちに大地震が来るとは考えていない。この気持ちの持ちようが大災害を世界からなくせない理由である。もし来たらではなく、孫の世代までには必ず来るとして対策を講じなくては、地震災害は減らない。

この耐震工学の分野は我国に少ない輸出技術の一つである。日本のためだけでなく世界のためも考えて、行動を起こさねばならない。今回のシンポジウムには予想以上の約650の論文発表があり、ほかの企画も含めた活発な学術、技術の交換、議論が期待される。

3. 開催概要

第13回日本地震工学シンポジウムの開催概要を表1に示します。地震工学の広がりや考慮して共催団体を今回は4団体増やしました。

5月7日に発表申し込みを締め切りましたが、前述のように約650編（正確には649編：オーガナイズドセッションと一般セッションの総和）という予想以上の申し込みがありました。前回並みの350編～400編と予想していたため、以下のような対応をしました。少し窮屈なシンポジウムとなりますが、御了承下さい。

①発表会場を増設（パラレルセッションが最大8）

②開催時間の延長（19日（金）は18:30まで、20日（土）も午後まで）

③発表時間の短縮（目安が12分：質疑応答込み）

また、参加者数とともに収入も増える見込みとなったので、参加費を値下げすることとしました。

4. 日本地震工学会10周年記念行事

第13回日本地震工学シンポジウムの中で開催される日本地震工学会10周年記念行事についてももう少し詳しく紹介いたします。

(1) 国際パネルディスカッション：「アジアの大地震被災地のその後 ―地震工学者がなすべきことは―」（11月18日14:00～16:30）

国際パネルディスカッションでは、「大地震被災地のその後」に焦点を当て、「巨大地震の被災地が今どうなっているのか」、「地震工学者は何をなしたのか」、「今後防災・災害復興に対して地震工学が何をすべきか」を議論します。2008年5月の四川大地震、2005年10月のパキスタン地震、2004年スマトラ沖地震津波など、アジア各地の被災地の地震工学研究者・復興関係者をパネリストにお招きし、議論にご参加いただきます。

(2) スペシャルテーマセッション1：「この10年の被害地震」（11月19日9:00～12:30）

21世紀に入ってからこの10年間で、数多くの被害地震が国内外で発生しました。その被害形態は、震源の位置、生じた地震動の性質、被害を受けたエリアの状況

などにより様々です。本セッションでは、この10年に発生した国内外の10地震について、それぞれの被害の特徴について、震源、地震動、地盤、構造物、機械設備、社会的対応といった様々な観点からレビューを行い、生じた課題、それに対してこれからどう取り組んで行くかについて議論します。

(3) スペシャルテーマセッション2：「この10年の地震工学の動向と発展」（11月19日14:30～18:00）

21世紀に入ってこの10年間で、地震工学の分野では、様々な新しい取り組みがなされ、一方では、社会情勢などの変化に伴って様々な問題も浮上してその対応を迫られると同時に発展してきました。本セッションでは、この10年の地震工学の様々な分野の動向とその発展についてレビューし、それを受けて、従来のいわゆる縦割りではなく利用者の立場に立った連携のあるべき姿などについて議論します。

(4) 筑波研究学園都市地震工学ツアー（11月17日13:00～17:30、集合場所つくば駅（予定））

つくば市は、各種の研究機関が集結した学術・研究都市です。今回、日本地震工学シンポジウムがつくば市で開催されることから、地震工学に関連する施設を対象としたバスツアーを企画しました。見学地は国土地理院、国土技術政策総合研究所、防災科学技術研究所、です。

表1 第13回日本地震工学シンポジウム開催概要

日時	2010年11月17～20日(17日はツアーのみ)
会場	つくば国際会議場(エポカルつくば) (〒305-0032 茨城県つくば市竹園2-20-3) つくばエクスプレスつくば駅より徒歩10分 http://www.epochal.or.jp/index.html
プログラム	特別講演(無料公開)、国際パネルディスカッション(無料公開;資料実費)、スペシャルテーマセッション、オーガナイズドセッション(OS)、論文口頭発表、論文ポスター発表、早わかり講義、技術展示、テクニカルツアー、懇親会
論文発表	11月18日(木)13:00～17:30 11月19日(金)9:00～18:30 11月20日(土)9:00～16:30
特別講演	11月18日(木)10:30～12:00 講師:長島忠美氏(旧山古志村村長) 題名:防災における学会との連携の必要性～山古志村からの報告～
OSのテーマ	①地震動予測地図、②2008年岩手・宮城内陸地震から何を学ぶか、③原子力発電所施設の地震安全ロードマップ構築に向けてー地震工学の役割ー、④原子力発電施設における高経年配管系の耐震裕度評価、⑤事業・業務継続計画(BCP)と地域継続計画(DCP)の現状と課題、⑥巨大地震に備えた長周期地震動対策の現状と課題、⑦2010年チリ地震による被害とその教訓
主催	一般社団法人日本地震工学会(幹事)、(社)地盤工学会、(社)土木学会、(社)日本機械学会、(社)日本建築学会、(社)日本地震学会、(財)震災予防協会、地域安全学会、日本活断層学会、日本災害復興学会、日本自然災害学会
参加費	論文発表・聴講:一般19,000円、学生9,500円 聴講(事前登録):一般10,000円、学生5,000円 聴講(当日登録):一般12,000円、学生6,000円 別途、有料の企画もございます。 懇親会:一般5,000円、学生2,500円
問合せ先	第13回日本地震工学シンポジウム運営委員会 〒108-0014 東京都港区芝5-26-20建築会館 日本地震工学会事務局 TEL:03-5730-2831、FAX:03-5730-2830 E-mail:13jees@general.jaee.gr.jp



会員・役員・委員会の状況

(1) 会員の異動

会員種別	2009年12月24日 会員数	2010年1月から2010年6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	15	/	/	/	- 2	/	/	- 2	13
正会員	1176	18	6	/	- 36	- 29	4		1139
学生会員	157	10	- 6	/	- 8	- 30	/		123
法人会員	90	1	/	/	- 2	/	/	- 1	89

(2010年6月2日理事会承認)

新入会員氏名(1月～6月)

正 会 員：金子大二郎 (株) 遥感環境センター) 後藤 浩之 (京都大学防災研究所)
 沼田 宗純 (東京大学生産技術研究所) 練木 道夫 (明星電気株)
 吉川 弘道 (東京都市大学) 新井佑一郎 (日本大学)
 須崎 敦史 (応用地質株) 柳田 佳伸
 澤本 佳和 (鹿島建設株) 射場 大輔 (京都工芸繊維大学)
 時田 伸二 ((独)都市再生機構) 大窪 克己 (中日本高速道路株)
 清田 隆 (東京大学生産技術研究所) 桜井 俊一 (日本エヌ・ユー・エス株)
 原田 浩之 (三井住友建設株) 加藤 雅樹 (大成建設株)
 稲毛 孝 (株) 日産クリエイティブサービス) 香取 慶一 (東洋大学理工学部建築学科)

学生会員：高野枝里子 (慶應義塾大学) 伊藤 洋一 (東京大学)
 Upadhayay Bigyan (愛媛大学) 大喜 聖洋 (東京都立産業技術高等専門学校)
 権 淳日 (東京大学生産技術研究所) 横地 未咲 (東京大学)
 タカキ カーラ (上智大学比較文化研究所) 李 煥九 (東京大学)
 高岸万紀子 (横浜市立大学) 澤村 康生 (京都大学)

法人会員：東京都市大学 (図書館)

(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 碧 田治見 宏 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
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
(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
株式会社間組
(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
社団法人日本建築総合試験所
社団法人日本免震構造協会
東京都市大学図書館
(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22年度役員一覧 (2010年6月1日～2011年5月31日)

会 長	久保 哲夫 (東京大学大学院工学系研究科 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)
副会長	* 運上 茂樹 (国土交通省国土技術政策総合研究所 危機管理技術研究センター 地震災害研究官)
理事 (総務)	中村 孝明 (㈱篠塚研究所 主席研究員)
理事 (総務)	* 澤本 佳和 (鹿島建設㈱ 技術研究所 建築構造グループ 上席研究員)
理事 (総務会計)	高田 一 (横浜国立大学大学院 教授)
理事 (会計)	* 東 貞成 (財電力中央研究所 地球工学研究所 地震工学領域 上席研究員)
理事 (会員)	保井 美敏 (戸田建設㈱ 技術研究所 地盤震動プロジェクトチーム 主管)
理事 (会員)	* 佐藤 俊明 (清水建設㈱ 技術研究所 原子力施設技術センター センター長)
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 (東京電機大学工学研究科委員長)
理事 (情報)	境 有紀 (筑波大学大学院 教授)
理事 (情報)	* 鹿嶋 俊英 ((独) 建築研究所 独立行政法人建築研究所 国際地震工学センター 主任研究員)
理事 (事業)	倉本 洋 (大阪大学大学院 教授)
理事 (事業)	* 木全 宏之 (清水建設㈱ 土木技術本部設計第一部グループ長)
理事 (事業)	* 山中 浩明 (東京工業大学 総合理工学研究科 准教授)
理事 (調査研究)	飯場 正紀 ((独) 建築研究所 構造研究グループ グループ長)
理事 (調査研究)	* 庄司 学 (筑波大学大学院システム情報工学研究科 准教授)
監 事	井上 範夫 (東北大学大学院 教授)

* 印新任：平成22年6月1日～平成24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	濱田政則 (会長・早稲田大学)
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・明治大学)
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	武村雅之 (副会長・小堀研究室)
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)
災害リモートセンシング技術の標準化と高度化に関する研究委員会	委員長	松岡昌志 (産業技術総合研究所)



行 事

本会主催による実施行事

2010年1月1日～6月30日

日 程	行事名	
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2月26日	Eーディフェンス橋梁耐震実験見学会	主催
2010年3月24日	チリ地震(4学会)合同調査団派遣	主催
2010年5月20日	平成22年度第10回日本地震工学会通常総会開催・平成22年度第1回一般社団法人日本地震工学会通常総会開催	主催

共催・後援・協賛した行事

2010年1月1日～6月30日

2010年1月8日	地震防災フォーラム2010(大阪)	協賛
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4日	国土セフティネットシンポジウム～災害軽減：震度の一歩先を目指して～(NPOリアルタイム地震情報利用協議会他)	共催
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4月20日	2010年チリ地震合同調査団報告会開催	共催
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

今後の行事予定

2010年6月現在

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 22 年 1 月～平成 22 年 6 月)

01月06日(水)	・事務所仕事始め
01月12日(火)	阪神・淡路大震災15周年フォーラム実行委員会（第5回）開催 鈴木祥之組織委員長、実行委員会委員長代理、犬飼理事、実行委員他（於 神戸市国際会議室（神戸市）14時00分～18時00分）
01月13日(水)	・財団法人震災予防協会について懇談 伯野元彦理事長、本会濱田会長、事務局から嶋原事務局長出席（於 本会事務所 17時00分～17時30分）
01月13日(水)	・中米ハイチ国地震発生
01月14日(木)	・「ハイチ国地震」発生に伴う本会対応について濱田会長より関係理事、地震災害対応委員会中榎委員長に対応について指示
01月15日(金)	・JAEE NEWS No.201 配信
01月18日(月)	<p>・阪神・淡路大震災15周年フォーラム開催（13時00分～17時30分）</p> <p>共催：日本学術会議、（社）地盤工学会・同関西支部、（財）震災予防協会、地域安全学会、（社）土木学会・同関西支部、（社）日本機械学会、（社）日本建築学会・同近畿支部、（社）日本建築構造技術者協会・同関西支部、日本災害情報学会、日本災害復興学会、日本自然災害学会、（社）日本地震学会、日本地震工学会、（社）日本都市計画学会・同関西支部</p> <p>後援：国土交通省近畿地方整備局、兵庫県、神戸市、大阪府、大阪市、関西地震観測研究協議会、神戸新聞社、NHK神戸支局</p> <p>■フォーラムプログラム</p> <p>1. 場 所：神戸国際会議場メインホール（兵庫県神戸市）</p> <p>2. フォーラム次第</p> <p>総合司会 入江さやか（NHK報道局社会部）</p> <p>開会式挨拶 井戸 敏三 兵庫県知事 大垣眞一郎 日本学術会議副会長 鈴木 祥之 フォーラム組織委員会委員長（立命館大学）</p> <p>第一部 基調講演</p> <p>・基調講演 [1]：土岐憲三（立命館大学） ・基調講演 [2]：濱田政則（早稲田大学）</p> <p>第二部 パネルディスカッション</p> <p>地震災害軽減に向けての学協会の役割と地域社会との連携</p> <p>司 会 翠川三郎（東京工業大学）、副司会 大西一嘉（神戸大学）</p> <p>パネリスト</p> <p>武村雅之（鹿島小堀研究室） 梶原浩一（（独）防災科学技術研究所） 越山健治（人と防災未来センター） 目黒公郎（東京大学生産技術研究所） 石崎勝伸（神戸新聞社社会部） 桜井誠一（神戸市保健福祉局） 森崎輝行（いきいき下町推進協議会） 黒田裕子（NPO阪神高齢者・障害者支援ネットワーク）</p> <p>フォーラム参加者：550名</p> <p>■関連行事</p> <p>①パネル展示実施：防災技術等の展示 ②見学会開催：フォーラム参加者を対象として、JR鷹取駅からJR新長田駅までのガイドウォーク 参加者：55名</p>

01月20日(金)	・法人化準備委員会（第8回）開催 濱田会長、武村副会長、犬飼総務理事、中村総務理事他予定（於 建築会館306会議室 17時00分～19時00分）
01月22日(金)	・ JAEE 臨時NEWS 配信 （講習会「性能設計に基づく耐震設計事例の紹介」開催） ・ 東京都から一般社団法人申請の定款認証通知（行政書士新妻氏）→役員通知
01月25日(金)	・ 講習会「性能設計に基づく耐震設計事例の紹介」 本会・土木学会共催（企画：事業企画委員会）中村理事・委員長、講師 森伸一郎（愛媛大）他（於 土木学会講堂 13時30分～17時00分）参加者72名
01月29日(月)	・ 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）
02月01日(金)	・ JAEE NEWS No.202 配信 ・ 第83回理事会開催 濱田会長、久保次期会長他予定（於 建築会館301会議室 16時30分～18時30分）
02月02日(火)	・ 事業企画委員会開催 中村理事・委員長他予定（於 建築会館306会議室 15時00分～18時00分）
02月04日(木)	・ 本会后援 第14回震災対策技術展（横浜）開催 濱田会長・同実行委員会委員長開会挨拶及びオープニングテープカット（於 パシフィコ横浜9時50分～10時00分） ・ 共催（本会、（独）防災科学技術研究所、NPO リアルタイム地震情報利用協議会共催）「国土セフティネット ネットシンポジウム～災害軽減：震度の一步先を目指して～」開催（於 パシフィコ横浜アネックスホール 会議室13時00分～16時50分）
02月09日(火)	・ 一般社団法人 日本地震工学会法人登記（東京法務局） ・ 日本地震工学シンポジウム運営委員会（第5回）開催 和田委員長、武村副会長、本会理事他（於 建築会館301会議室17時00分～19時00分）
02月12日(金)	・ 会計税理士（涌井税理士会計事務所）12月・1月定期監査実施（於 本会事務所10時30分～17時00分）
02月15日(月)	・ 阪神・淡路大震災15周年フォーラム組織委員会（第4回）開催 鈴木 祥之組織委員長、濱田会長、犬飼理事他（於 建築会館308会議室 16時00分～17時30分） ・ JAEE NEWS No.203 配信
02月16日(月)	・ 一般社団法人 日本地震工学会法人登記完了通知受領（東京法務局）
02月18日(月)	・ 事務所移転等に関するWG開催 久保次期会長、東畑副会長、中村理事、高田理事、佐藤理事、嶋原事務局長（於 建築会館307会議室 15時00分～16時40分）
02月23日(火)	・ JEES行事部会・本会10周年記念事業委員会合同部会開催 武村副会長、福和理事、中村総務理事他（於 建築会館306会議室 10時00分～12時00分）
02月24日(金)	・ 災害リモートセンシング技術の標準化と高度化に関する研究委員会開催松岡委員長他（於 東工大田町キャンパスイノベーションセンター8階会議室 16時00分～18時00分）
02月26日(金)	・ 「E-ディフェンス橋梁耐震実験見学会」実施 会場：独立行政法人防災科学技術研究所兵庫耐震工学研究センター 13時30分～17時00分（事業企画委員会企画）参加者10名
02月27日(土)	・ チリ地震発生（南米西部）
03月01日(月)	・ JAEE NEWS No.204 配信
03月02日(火)	・ 法人化準備委員会（第9回）開催 濱田会長、武村副会長、犬飼理事他（於 東京機械会館第5会議室 15時30分～17時00分） ・ JAEE 臨時NEWS 配信（22年度「会費自動引落とし日変更」のお知らせ） ・ 第85回理事会開催 濱田会長、久保次期会長他予定（於 建築会館301会議室 17時00分～19時00分）
03月03日(水)	・ チリ地震発生に伴う本会「地震災害対応本部」設置
03月09日(火)	・ チリ地震調査連絡会開催（第1回）中埜地震災害対応委員会委員長、濱田会長、北川元会長他関係学会団体委員（於 建築会館301会議室 18時30分～20時30分）
03月15日(月)	・ JAEE NEWS No.205 配信
03月16日(火)	・ 総務部会開催、会計理事（佐藤・高田）、総務理事（犬飼・中村）、嶋原事務局長、平成21年度決算見込み及び平成22年度予算原案の検討（於 本会事務所 14時00分～17時00分）
03月17日(水)	・ チリ地震調査連絡会開催（第2回）中埜地震災害対応委員会委員長、北川元会長他関係学会団体委員（於 地盤工学会会議室 11時00分～13時00分）
03月18日(木)	・ 会計税理士（涌井税理士会計事務所）2月定期監査実施（於 本会事務所13時00分～17時00分）
03月24日(水)	・ 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 東京機械会館6F 会議室 13時30分～16時00分）

03月27日(土)	<ul style="list-style-type: none"> ・2010年「チリ地震(4学会)合同調査団」派遣 日本地震工学会・(社)土木学会・(社)地盤工学会・(社)日本建築学会 本調査団の派遣については(独)国際協力機構(JICA)の協力を得て実施 【調査団構成】 団長 北川良和(日本地震工学会 元会長/慶応義塾大学 元教授) 幹事 安田 進(地盤工学会/東京電機大学 教授) 幹事 翠川三郎(日本地震工学会/東京工業大学 教授) 他各団体から団員による構成 【調査行程】 平成22年3月27日(土)~4月7日(水)(但し移動時間含む) ・現地ワークショップ開催予定:平成22年4月5日(月)サンチャゴ・カトリカ大学(予定)
04月01日(木)	<ul style="list-style-type: none"> ・JAEE NEWS No.206 配信
04月02日(金)	<ul style="list-style-type: none"> ・拡大正副会長会議開催 濱田会長、久保次期会長、総務理事・会計理事 他(於 建築会館306会議室 17時00分~19時00分)
04月07日(水)	<ul style="list-style-type: none"> ・会計税理士(涌井税理会計事務所)3月定期監査実施及び平成21年度決算書作成(於 本会事務所10時30分~17時00分)
04月08日(木)	<ul style="list-style-type: none"> ・2010年「チリ地震(4学会)合同調査団」帰国 ・会誌編集委員会開催 境理事・委員長他(於 建築会館307会議室 16時00分~18時00分)
04月15日(木)	<ul style="list-style-type: none"> ・JAEE NEWS No.207 配信
04月16日(金)	<ul style="list-style-type: none"> ・第86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)
04月19日(月)	<ul style="list-style-type: none"> ・事業企画委員会開催 中村理事・委員長他(於 建築会館307会議室 15時00分~18時00分)
04月20日(火)	<ul style="list-style-type: none"> ・チリ地震(4学会)合同調査団報告会開催 濱田会長、北川団長、翠川理事、中埜地震災害対応委員会委員長 他(於 東京大学生産技術研究所An棟2階 コンベンションホール 13時30分~17時50分)参加者170名
04月22日(木)	<ul style="list-style-type: none"> ・総会対応打ち合わせ 濱田会長、犬飼理事、中村理事、鳴原事務局長(於 早稲田大学濱田研究室)
04月23日(金)	<ul style="list-style-type: none"> ・監事監査会開催 平成21年度事業報告・収支決算報告 井上監事、佐藤会計理事、高田会計理事、犬飼総務理事、中村総務理事、鳴原事務局長(於 建築会館303会議室 17時00分~18時30分)
04月26日(月)	<ul style="list-style-type: none"> ・監事監査会開催 平成21年度事業報告・収支決算報告 高田監事 犬飼理事出席(出張)(神戸市)
04月30日(金)	<ul style="list-style-type: none"> ・JAEE NEWS No.208 配信
05月06日(木)	<ul style="list-style-type: none"> ・本会名誉会員 柴田拓二先生(北海道大学名誉教授、北海道工業大学名誉教授)逝去(2010年5月2日 82歳)
05月07日(金)	<ul style="list-style-type: none"> ・87回理事会開催 濱田会長、久保次期会長他予定(於 建築会館301会議室 17時00分~19時00分)
05月10日(月)	<ul style="list-style-type: none"> ・新法人対応について打合せ 中村総務理事、行政書士新妻氏、鳴原事務局長(於 本会事務所 16時30分~17時30分)
05月12日(火)	<ul style="list-style-type: none"> ・税理士監査 涌井税務会計事務所(於 本会事務所10時00分~15時00分)
05月18日(火)	<ul style="list-style-type: none"> ・総会対応打合せ 濱田会長、犬飼総務理事、中村総務理事 鳴原事務局長(於 早稲田大学濱田研究室 10時00分~11時30分)
05月20日(木)	<ul style="list-style-type: none"> ・第10回本会通常総会、第1回一般社団法人日本地震工学会通常総会 場所:建築会館ホール 13:30~17:00 1. 基調講演「後期高齢者が見た地震工学」財団法人震災予防協合理事長・東京大学名誉教授 伯野元彦氏 2. 論文奨励賞授与式ならびに記念講演 <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/>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 氏(構造計画研究所) <input type="checkbox"/>木造構造物における一自由度系地震応答解析のための復元力特性モデルの提案 飯塚祐暁 氏(筑波大学) I.第10回通常総会議案 <ul style="list-style-type: none"> 第1号議案 平成21年度事業報告 第2号議案 平成21年度収支決算報告 平成21年度監査報告 第3号議案 一般社団法人日本地震工学会からの報告 第4号議案 日本地震工学会の解散

	<p>第5号議案 日本地震工学会の残余財産処分</p> <p>Ⅱ. 一般社団法人日本地震工学会第1回通常総会議案</p> <p>第1号議案 平成21年度事業報告</p> <p>第2号議案 平成21年度収支決算報告 平成21年度監査報告</p> <p>第3号議案 平成22年度理事・監事の選任</p> <p>第4号議案 平成22年度選挙管理委員会委員の選任</p> <p>第5号議案 平成22年度役員候補推薦委員会委員の選任</p> <p>第6号議案 平成22年度事業計画</p> <p>第7号議案 平成22年度収支予算</p>
05月23日(日)	・ 名誉会員柴田拓二先生ご逝去(5月2日)お別れの会 久保会長弔電(札幌パークホテルパークホール)
05月26日(水)	・ 共同(パートナー)事務所について打合せ 久保会長、中村総務理事、高田総務会計理事、鳴原事務局長、田中礼治東北工大教授、但木幸男氏(於 建築会館301会議室 15時30分~16時00分)
06月01日(火)	・ 第1回一般社団法人日本地震工学会理事会開催 久保会長、東畑副会長、運上副会長他理事予定(於 建築会館301会議室 17時00分~19時00分)
06月08日(火)	・ 任意団体預金口座解約、新法人移行手続き、濱田前会長、鳴原事務局長
06月11日(金)	・ 日本地震工学シンポジウム運営委員会(第6回)開催 和田委員長、武村副会長、本会理事他(於 建築会館301会議室17時00分~19時00分)
06月18日(金)	・ 論文集編集委員会開催 栗田理事・委員長他(於 建築会館304会議室16時00分~18時00分)
06月21日(月)	・ JEES行事部会・本会10周年記念事業委員会合同部会開催 武村委員長、福和委員、倉本理事、中村総務理事他(於 建築会館306会議室 16時00分~18時00分)
06月23日(水)	・ 事業企画委員会開催 木全理事・委員長他(於 建築会館305会議室 15時00分~18時00分) ・ 会計税理士(涌井税理会計事務所)4月・5月定期監査実施及び新法人会計ソフト入れ替え入力作業(於 本会事務所10時30分~17時00分)



論文集目次・出版物

日本地震工学会論文集 第10巻 第1号・第2号・第3号

Journal of Japan Association for Earthquake Engineering, Vol.10, No.1-No.3

目 次

第10巻 第1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 | |
| 2 | 平成21年査読者一覧
(論文) | | |
| 3 | コーダ波H/Vスペクトルの逆解析に基づくS波速度構造の推定
Estimation of S-wave Velocity Profile by Inversion of Coda H/
V Spectrum | 小林源裕、儘田 豊
KOBAYASHI Genyuu, and
MAMADA Yutaka | 1-16 |

第10巻 第2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 | マグニチュードの影響を考慮した計測震度と地震動強さ指標の関
係式
Empirical Relationship between JMA Instrumental Seismic
Intensity and Ground Motion Parameters Considering the Effect
of Earthquake Magnitude | 藤本一雄、翠川三郎
FYJIMOTO Kazuo and MIDORI-
KAWA Saburoh | 1-11 |
| 3 | 1968年十勝沖地震の八戸港湾での強震記録の再数値化
Re-digitization of strong motion accelerogram at Hachinohe har-
bor during the 1968 Tokachi-oki, Japan earthquake | 翠川三郎、三浦弘之
MIDORIKAWA Saburoh and
MIURA Hiroyuki | 12-21 |
| 4 | 震度曝露人口による活断層の地震リスク評価
Seismic Risk Assessment of Active Faults in Japan in Terms of
Population Exposure to Seismic Intensity | 能島暢呂、藤原広行、森川信之、
石川 裕、奥村俊彦、宮腰淳一
NOJIMA Nobuoto, FUJIWARA
Hiroyuki, MORIKAWA No-
buyuki, ISHIKAWA Yutaka,
OKUMURA Toshihiko and MI-
YAKOSHI Junichi | 22-40 |
| 5 | 関東地方の揺れやすさ分布特性
Spatial Distribution Characteristics of Seismic Ground Motion
Intensities in the Kanto Region | 栗田哲史、高橋聡、安中 正
KURITA Tetsushi, TAKA-
HASHI Satoru and ANNAKA
Tadashi | 41-56 |
| 6 | 地震災害時におけるライフライン被害の産業部門への影響評価－
小地域メッシュ統計を活用した2004年新潟県中越地震の交通分析
Impacts and Infrastructure Damages on Industrial Sector-Traf-
fic Analysis during the 2004 Mid-Niigata Earthquake Based on
Small Area Statistics | 梶谷義雄
KAJITANI Yoshio | 57-72 |
| 7 | 超高層建築における常時微動・人力加振・地震観測記録と3次元立
体解析結果の比較検討による振動性状評価に関する研究
Study on Vibration Characteristics of a High - rise Building
using results of Microtremor, Manpower Excitation Measure-
ments, Earthquake Observations and Simulations of a 3D Mo-
ment - frame structure | 星幸男 久田嘉章 山下哲郎 鱒
沢曜 島村賢太
HOSHI Yukio, HISADA Yo-
shiaki, YAMASHITA Tetsuo,
MASUZAWA Yoe and SHI-
MAMURA Kenta | 73-88 |
| 8 | 微動の2点同時観測から求められる空間自己相関係数と位相速度
に関する一考察 | 盛川仁・大堀道広・飯山かほり | 89-106 |

A Study on Stochastic Properties of Auto-Correlation Coefficients for Microtremor Data Simultaneously Observed at Two Sites

MORIKAWA Hitoshi, OHORI Michihiro

第10巻 第3号 (特集号：災害とリモートセンシング) Remote Sensing Technology for Disaster Management

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	
2	巻頭言 (論文)	特集号編集委員長	
3	ALOS/PALSAR画像を用いた2008年岩手・宮城内陸地震による水域の変化抽出 Detection of Flooded Areas using ALOS/PALSAR Images for the 2008 Iwate-Miyagi Inland Earthquake	加藤圭太、山崎文雄 KATO Keita and YAMAZAKI Fumio	1-11
4	ALOS/AVNIR-2画像を用いた2008年岩手・宮城内陸地震における斜面崩壊の検出 Detection of Slope Failures using ALOS/AVNIR-2 Images for the 2008 Iwate-Miyagi Inland Earthquake	石出貴大、山崎文雄 ISHIDE Takahiro and YAMAZAKI Fumio	12-24
5	高分解能SAR画像による2008年岩手・宮城内陸地震での斜面崩壊域の抽出 Extraction of Landslide Areas due to the 2008 Iwate-Miyagi-Nairiku, Japan Earthquake from High-Resolution SAR Image	翠川三郎、三浦弘之 MIDORIKAWA Saburoh and MIURA Hiroyuki	25-32
6	デジタル航空画像を用いた新潟県中越沖地震の建物被害抽出 Damage Detection of Wooden Houses after the Niigata-ken Chuetsu-oki Earthquake using Digital Aerial Images	鈴木大輔、丸山喜久、山崎文雄 SUZUKI Daisuke, MARUYAMA Yoshihisa and YAMAZAKI Fumio	33-45
7	人工衛星光学センサ画像の目視判読による2008年中国四川地震での北川県南東部の建物被害分布 Distribution of Building Damage in the Southeastern Part of Beichuan County due to the 2008 Sichuan, China, Earthquake Based on Visual Detection of Satellite Optical Images	三浦弘之、翠川三郎 MIURA Hiroyuki and MIDORIKAWA Saburoh	46-57
8	丸の内・銀座地区における都市脆弱性の変遷とGoogle Earthを用いた都市復興デジタルアーカイブズの構築 Study on Vibration Characteristics of a High-rise Building using results of Microtremor, Manpower Excitation Measurements, Earthquake Observations and Simulations of a 3D Moment-frame structure	星幸男 久田嘉章 山下哲郎 鱒沢曜 島村賢太 HOSHI Yukio, HISADA Yoshiaki, YAMASHITA Tetsuo, MASUZAWA Yoe and SHIMAMURA Kenta	73-88
9	人工衛星LバンドSARに基づく建物の地震被害推定モデルの構築とALOS/PALSAR画像への適用 Development of Earthquake-induced Building Damage Estimation Model Based on Satellite L-band SAR and its Application to ALOS/PALSAR	松岡昌志、能島暢呂 MATSUOKA Masashi and NOJIMA Nobuoto	73-86
10	1993年北海道南西沖地震津波の家屋被害の再考 - 津波被害関数の構築に向けて - Tsunami fragility inferred from the 1993 Hokkaido Nansei-oki earthquake tsunami disaster (報告)	越村俊一、萱場真太郎 KOSHIMURA Shunichi and KAYABA Shintaro	87-101
11	Google Earthを用いた集集鎮における都市復興デジタルアーカイブズの構築 Construction of Urban Recovery Digital Archives for Chi-Chi City on Google Earth (ノート)	村尾修、宮本篤、川崎拓郎 MURAO Osamu, MIYAMOTO Atsushi and KAWASAKI Takuro	102-118
12	被災前後に撮影した都市域空撮画像の位置合わせ手法 A method for registration of urban aerial images taken before and after a disaster	佐治斉、田村裕之、小林真紀 SAJI Hitoshi, TAMURA Hiroyuki and	119-122

日本地震工学会出版物在庫状況

刊行図書

2010.07.01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

2010.07.01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	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	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
2010.01.31	日本地震工学会誌No. 11	○	¥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

2010.07.01 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	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 - 構造物の地震リスクマネジメント -	○	¥2,000	¥3,000	¥1,000
2010.01.25	講習会「性能設計に基づく耐震設計事例の紹介」	○	¥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

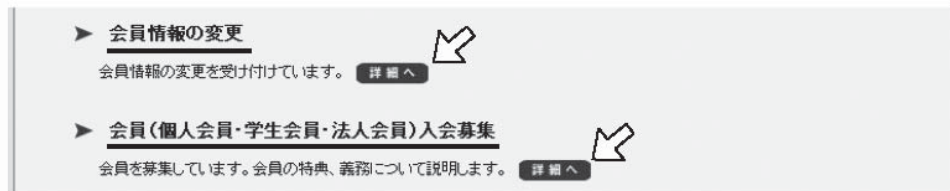
会員の方で、勤務先、住所、メールアドレス等が変更になった方は、会誌・「JAEE NEWS」等の確実な送付のため、ホームページから変更届をダウンロード、ご記入の上、事務局にお送り下さい。

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 一般社団法人 日本地震工学会
E-mail : 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ください。

・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ください。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ください。

・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ください。

・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¹⁾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。

一般社団法人 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、研究室の学生さんに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、引き続き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。

編集後記：

会誌第12号の発行にあたり、お忙しい中、原稿執筆を引受けて下さった皆様、編集にご協力いただいた皆様に紙上を借りてお礼を申し上げます。

日本地震工学会は今年から一般社団法人へと移行し、新たな節目を迎えようとしています。会誌編集委員として、これまで以上に充実した会誌の発行を目指していきたく思いますので、会誌に関するご意見やご要望などがございましたら、是非お寄せ下さるようお願い申し上げます。なお、次号から2号に渡り、日本地震工学会創立10周年記念事業の一環として創立10周年特別号の発行が予定されています。次号の発行は来年1月末の予定ですのでご期待下さい。

引田 智樹(鹿島建設)

会誌編集委員会

委員長	境 有紀	筑波大学	委員	近藤 伸也	東京大学
副委員長	田村 良一	篠塚研究所	委員	副島 紀代	大林組
幹事	藤田 香織	東京大学	委員	豊岡 亮洋	鉄道総合技術研究所
幹事	引田 智樹	鹿島建設	委員	中村 いずみ	防災科学技術研究所
幹事	芝 良昭	電力中央研究所	委員	野津 厚	港湾空港技術研究所
委員	川島 豪	神奈川工科大学			

日本地震工学会誌 第12号 Bulletin of JAEE No.12

2010年7月31日発行(年2回発行)

編集・発行 一般社団法人 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

時刻歴応答解析による設計を支援する統合構造計算プログラム

RESP-Dは時刻歴応答解析を必要とする建築構造物を対象とした構造計算プログラムです。RESPが取り組んできた超高層建築、免震構造、制振構造の構造設計に対して、数々の新しいアイデアを盛り込んだ立体フレーム動的解析を基本とする、新世代の構造計算プログラムをご提供いたします。

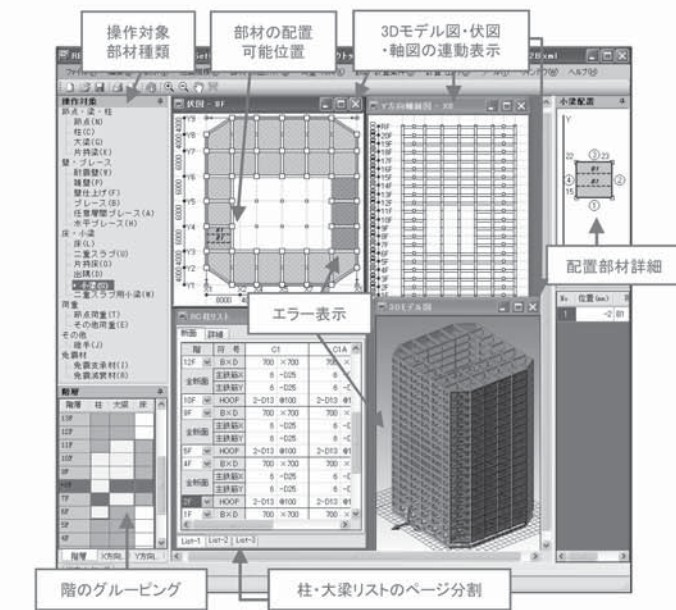
プログラム概要

- ・建物データ入力、許容応力度法による構造計算、立体フレーム非線形静的解析・動的解析、構造計算書作成の一連処理機能を持ちます。
- ・RC造、S造、SRC造、CFT柱、オイルダンパー、制振間柱、座屈拘束ブレース、免震装置に対応しています。
- ・XYグリッドを基本としながらも、任意建物形状(隅切り、軸振れ、セットバック、節点の上下移動、柱の軸回転)に対応しています。
- ・地震応答解析結果から、簡単にアニメーションを作成できます。
- ・RESP-F3T(非線形静的動的解析)/F3(立体フレーム静的弾塑性解析)/F3D(剛床立体フレーム動的弾塑性解析)の入力データファイルの作成が可能です。

入力機能の特徴

建物データ入力

- ・GUIによる建物形状、部材断面、荷重の入力
- ・伏図、軸組図、3Dモデル図の同時表示、編集結果の即時連動表示
- ・マウスポインタ移動時に部材の配置可能位置を表示
- ・階のグルーピングによる、超高層建築の効率的な部材配置
- ・柱・大梁リストのページ分割入力機能による、整理された部材リストの作成(高層部・低層部、X方向大梁・Y方向大梁など)
- ・Microsoft®Excelで編集した断面リストからコピーペーストが可能
- ・伏図は見上げ表示、見下げ表示が切り替え可能
- ・床組のコピー&ペーストによる、床スラブ入力の省力化に対応
- ・基本検討時に不可欠な、階・通り軸の追加・削除が可能
- ・入力エラーの即時表示、エラーの対処を保留したままの編集も可能
- ・免震装置(支承材・減衰材)の配置(一部メーカーの装置は型番での配置も可能)



計算機能・出力機能の特徴

構造計算・構造解析

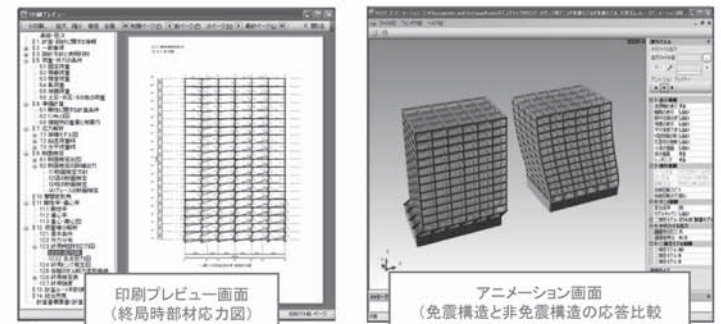
- ・一連の解析処理に同一の立体解析モデルを用いることで、整合性の高い計算が可能
- ・荷重計算(地震・風)、部材剛性計算、応力計算、偏心率・剛性率計算、断面検定計算は「2007年版建築物の構造関係技術基準」に準拠
- ・非剛床解析の指定(剛床解除節点の指定)が可能、水平ブレースに対応
- ・立体モデル(非剛床を含む)による固有値解析、上下動解析が可能
- ・荷重増分解析による保有水平耐力計算(4方向の加力に対応)、部材余裕度計算、水平・上下の3成分地震波入力による弾塑性立体振動解析が実行可能
- ・複数入力波(X・Y・指定角度、Z方向)の連続計算に対応
- ・柱のM-Nインタラクションはファイバー断面モデルを採用し、軸力変動を受ける2軸曲げ柱に対して妥当性の高い解析が可能

RESP-F3T, RESP-F3/F3Dとの連動

- ・非線形静的動的解析プログラムRESP-F3Tの入力データファイルに変換でき、RESP-F3Tを用いたより高度な解析が可能
- ・RESP-F3/F3Dの入力データファイルに変換でき、既存プログラムの活用も可能

構造計算書作成およびアニメーションの作成

- ・告示等で定められた書式による構造計算書出力
- ・断面検定比図は数値ごとに色分け表示
- ・荷重増分解析結果に対する、ヒンジ図・部材余裕度図等の出力
- ・印刷前のプレビュー機能
- ・モデルの応答比較を動画ファイル(.AVI)に出力可能



開発・サポート体制、カスタマイズ

- ・RESPシリーズの開発およびユーザーサポートは、(株)構造計画研究所 防災ソリューション部 建築構造室が担当します。
- ・RESP-Dは非線形動的静的解析プログラム RESP-F3T 技術サービス契約(保守)ユーザーには同数ライセンスを無償提供いたします。
- ・RESP-Dは、各社様向けカスタマイズも承ります。独自に開発された工法・設計法をRESP-Dに組み込み、限定された利用者にお使いいただくことが可能です。

耐震解析を幅広く
サポート

Windows版

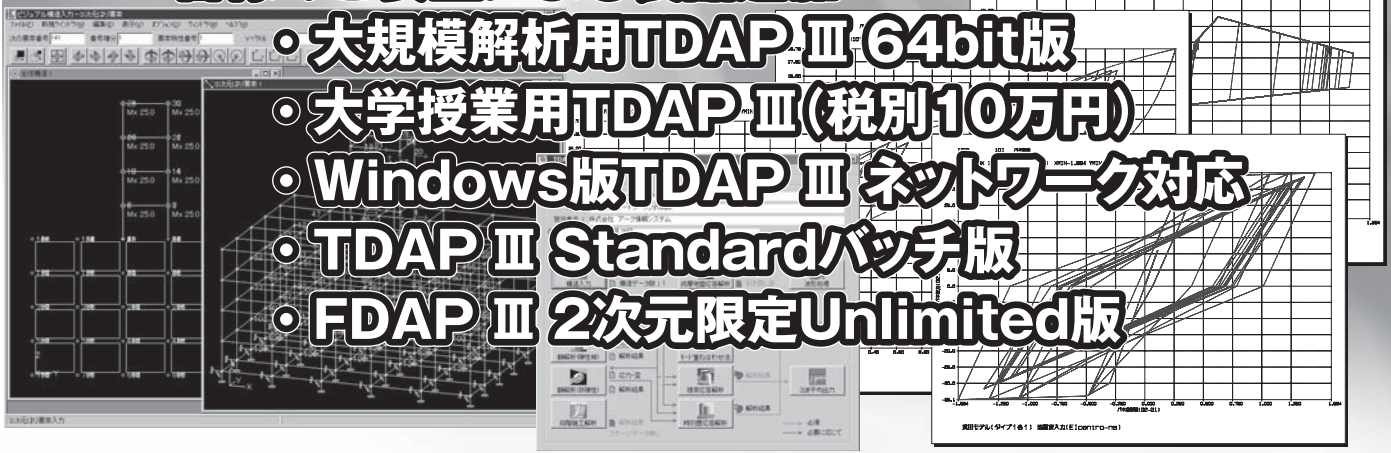
TDAP III / FDAP III

3次元非線形動的地震応答解析プログラム

- 大手ゼネコン、公的研究機関、コンサルタント会社をはじめ国内900本以上の導入実績
- 骨組、シェルなどの構造要素、各種境界を含む地盤要素、液体要素など幅広い要素種類
- 免震、コンクリート、鉄筋、地盤用モデルなど多数の材料非線形モデルをサポート

皆様のご要望による製品追加

- 大規模解析用TDAP III 64bit版
- 大学授業用TDAP III (税別10万円)
- Windows版TDAP III ネットワーク対応
- TDAP III Standardバッチ版
- FDAP III 2次元限定Unlimited版



解析対象

- 高層建築物
- 免震構造物
- 橋梁、橋脚
- 高速道路
- 地下トンネル
- 地中埋設構造物
- ダム
- 防波堤
- 液体タンク
- 浮体構造物
- 原子力関連施設等重要構造物
- 地盤・構造物連成モデルなど

サイズオプション

- ①スタンダード (標準的2次元モデル、小規模3次元モデル)
- ②アドバンス (大規模2次元、中規模3次元モデル)
- ③制限なし (メモリ容量やOSの制約によります)

機能オプション

- ①基本 (線形静解析・固有値解析)
- ②応答スペクトル法
- ③モード重ね合わせ法
- ④非線形静解析 (段階施工解析含む)
- ⑤非線形時刻歴応答解析
- ⑥複素応答解析

要素オプション

- ①骨組み要素 (2次元はり⁽¹⁾、3次元はり⁽¹⁾、バネ⁽²⁾、マルチスプリング⁽²⁾、ダンパー⁽²⁾、トラス、弦、連成節点バネ、2次元ファイバー、3次元ファイバー)
 - ②FEM要素 (六面体、平面応力、平面歪⁽²⁾、シェル、板曲げ、ジョイント⁽²⁾、底面および側方地盤境界⁽³⁾、軸対称リング、軸対称シェル、ユーザー定義要素)
- ※ (1) P- δ 効果考慮可、材料非線形可 (2) 材料非線形可 (3) 切り欠き力考慮可

- Windows TDAP III に英語版追加
- 各社免震装置に対応
- 3次元完全弾塑性 (MC-DP) モデル

材料非線形モデル

非線形弾性⁽¹⁾、バイリニア⁽¹⁾、トリリニア⁽¹⁾、原点指向⁽¹⁾、最大点指向⁽¹⁾、負勾配原点指向、スリップ型、すべり型、ディグレイディングバイリニア (Clough、修正 Clough⁽¹⁾、武田)、ディグレイディングトリリニア (深田、武藤、江戸⁽¹⁾、武田⁽¹⁾)、軸力変動バイリニア⁽¹⁾、軸力変動ディグレイディングバイリニア⁽¹⁾、軸力変動ディグレイディングトリリニア⁽¹⁾、Hardin Drnevich、Ramberg Osgood、Mohr-Coulomb 完全弾塑性、平面歪 τ - γ 曲線モデル (バイリニア、HD、RO)、高減衰積層ゴムモデル、鉛プラグ入り積層ゴムモデル、各種ゴム支承モデル (鉛プラグ挿入型、超高減衰型、H13名高速対応型)、木質基本型非線形モデルなど

※ (1) 非対称可

さらに高度な解析機能

コマンドラインから実行するバッチ処理インターフェースでは、構造・液体連成解析 (スロッシング・浮体動揺解析を含む)、複素固有値解析 (ダブルQR法、べき乗法)、建築構造用弾塑性要素群、各種免震材料モデル (積層ゴム、鉛入り積層ゴム他)、ユーザー非線形モデル、などをサポートします。

骨組モデル専用 TDAP III LT Version 2

- TDAP III の骨組み専用版です。よく使用される要素および非線形モデルのものをサポートします。
- 上位版である TDAP III へ差額だけでアップグレードが可能です。LT版で作成したデータは基本的に TDAP III で利用できます。

■ 価格

- 静解析版/本体：60万円 年間サポート料：8万円
 - 動解析版/本体：72万円 年間サポート料：10万円
 - 静・動解析版/本体：96万円 年間サポート料：13万円
- ※サポート料は初年度のみ必須。2年目以降はオプション。

●TDAP III、FDAP IIIおよびTDAP III LTは、大成建設株式会社と練アーク情報システムが共同で開発した製品です。●WindowsはMicrosoft Corp. の登録商標です。

インターネットでも詳しい情報を提供しております。 <http://www.ark-info-sys.co.jp/>



株式会社 アーク情報システム

〒102-0076 東京都千代田区五番町4の2 東プレビル
TEL.03(3234)9232 営業直通 FAX.03(3234)9403

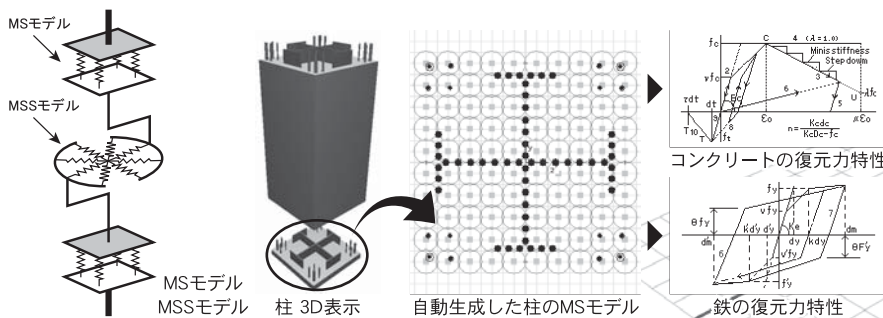
SNAP Ver.5

構造設計の効率化を目指します

SNAP Ver.5では、従来の高度な解析機能に加えて、構造解析モデル作成機能を充実させました。SNAPの特徴である解析の速さと共に、設計業務の効率化を実現します。

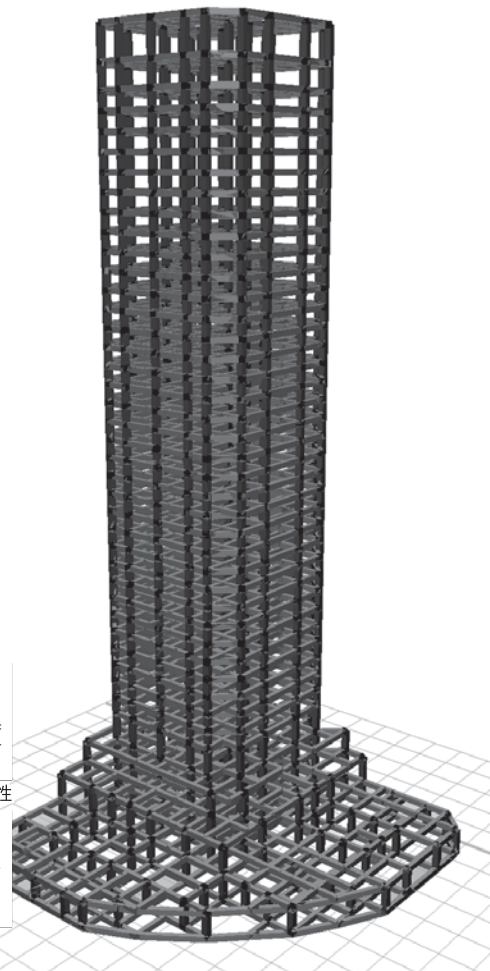
- ・断面と仕上げ・積載荷重などを入力するだけで、荷重拾いから剛域・剛性増大率などの弾性モデルとMSモデルなどの弾塑性モデルの作成まで自動的にを行います。大規模な建物も短時間で解析モデルを作成できます。また、荷重拾いから地震応答解析までを一貫して行えるので、設計変更にも柔軟に対応できます。
- ・CADデータを取り込み、架構データを作成することができます。複雑な建物も簡単に解析モデルを作成することができます。
※データ形式は、MPZ、DWG、DXF、JWWの各形式に対応しています。
- ・免制震装置は、製品、型番を指定するだけで、データベースから解析に必要なデータを読み込みます。制震補強をした建物の解析モデルも簡単に作成できます。

※社団法人 日本免震構造協会編「免震部材標準リスト」に掲載されているデータをもとに、天然ゴム系/高減衰ゴム系/積層ゴムアイソレータ、鉛プラグ挿入型/錫プラグ挿入型積層ゴムアイソレータ、すべり支承、鋼製/鉛製ダンパー、オイルダンパー、減衰こまをデータベース化しています。



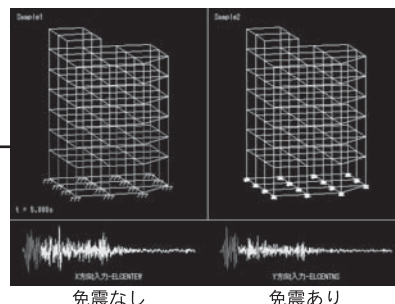
任意形状立体フレームの弾塑性解析

SNAPは任意形状の構造物に対する部材レベルの弾塑性の動的応答解析、応力解析、増分解析を行います。また、超高層建物、制震構造や免震構造など各種の構造物の設計にも対応できる機能を備えています。



SNAP-GP 別売オプション

2つのモデルの解析結果をアニメーション表示します。免震・制震装置の設置前後の比較をシミュレーションできるので、より効果的なプレゼンテーションを実現します。



SNAP	部材レベル・質点系の静的・動的応答解析	3,500,000円(税込 3,675,000円)
SNAP LE	SNAPの節点数制限(1000節点まで)版	950,000円(税込 997,500円)
SNAP-S	静的応力解析・静的増分解析	1,200,000円(税込 1,260,000円)
SNAP-GP	解析結果のアニメーション表示ツール	50,000円(税込 52,500円)
年間保守料		100,000円(税込 105,000円)

更に詳しい情報はホームページをご覧ください。

弾塑性解析プログラム SNAP

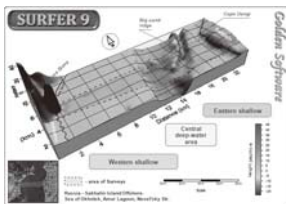
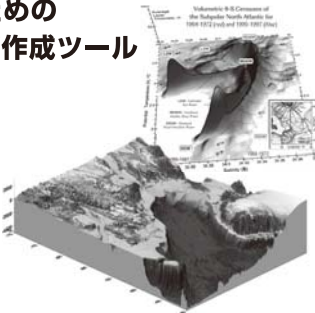
<http://www.kozo.co.jp/program/kozo/snap/index.html>

SURFER 9

サーファー 9 英語版

科学者とエンジニアのための 等高線・3D 地表マップ作成ツール

Surfer は最も強力で、柔軟性があり、使いやすい等高線・3D 地表地図作成ツールです。高画質のカラー等高線地図、地表地図、ワイヤーフレーム地図、陰影のある起伏をもつ地図、イメージ地図、ポスト地図、ベクトル地図などを、Surfer を使えばデータをもとに簡単に、精密に、しかもスピーディーに作成できます。



- 地理座標参照データ付き画像のインポートとエクスポート
- 投影データをワークシート上で変換
- 最高水準のグリッド性能
- 頼りになる地図作成ツール
- 独自のスクリプトを作成して作業を自動化
- 豊富なカスタマイズ・オプション
- 膨大なグリッド機能
- 様々な方法でのデータ操作が可能

VOXLER 2

ヴォクスラー 2 英語版

高度な機能と軽快な操作性をあわせもつ 新しい 3D データ可視化ツール

VOXLER® は、3次元データの可視化ソフトウェアです。複数のソースデータをインポートし、それらの関連性をわかりやすい形で表現することができます。読み込んだ複数のソースデータのデータポイント値、DEM サーフエス、等値面、等高線、断面などを表示します。

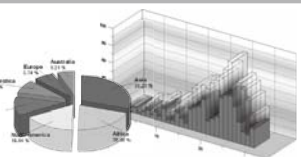


Grapher 8

グラファー 8 英語版

簡単に素早く高度なグラフが描ける科学技術グラフ作成ソフト

データファイルとグラフタイプを選択し、Open ボタンをクリックするだけで簡単にグラフの作成ができます。Grapher が自動的に描きたいグラフに最適な設定をデフォルトで選んでくれます。これをベースにさらに修正を加え、設定をテンプレートとして登録し、2回目以降のグラフ作成に適用することが可能です。



知的創造性を支援するソリューションカンパニー



HULINKS 株式会社ヒューリンクス

TEL:03-5642-8380 FAX:03-5642-8381

ヒューリンクス取扱い製品の最新情報は下記 URL をご覧ください。

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

お問い合わせはこちら: soft.sales@hulinks.co.jp

開発元

Golden Software