

# 解析雑誌

Vol.18 2006.12

## 【 Topics 】

- KKE Vision2006 開催報告

## 【 Technical Reports 】

- 応答スペクトル法による建物の地震リスク評価プログラムの開発
- 津波防災地図作成ワークショップにおける津波浸水シミュレーションの効果
- 地域の地形に対応した地震防災マップの作成
- 軟弱地盤上の新幹線高架軌道から発生・伝播する地盤振動への波動論的考察

Journal of Analytical Engineering

【巻頭言】

## 地震に関する最新知見の耐震設計への反映に対する取組み — 「原子力発電所の耐震設計指針」が25年ぶりに改定されて—

取締役 兼 執行役員 澤飯 明広

我が国において、1995年兵庫県南部地震以来、地震及び地震動に関する研究や免震や制震などの構造物の耐震性向上研究が、国の防災に対する施策とともに盛んに研究され、著しい成果を挙げているように感じられる。特に、地震および地震動研究については、内閣府の地震調査研究推進本部による主要98活断層の調査により、その発生時期や発生頻度が評価され、その結果として、日本全国で可能性がある地震動の大きさに対する発生確率が、確率論的地震動予測地図として報告されてきている。

また、活断層などの震源が活動した場合の地震動の推定についても、地震動の大きさを決める震源過程の解明研究が進み、これらの震源過程をモデル化した、いわゆる断層モデルから地震動を評価する方法が実用レベルまで精度向上してきている。

このような地震および地震動研究の最新知見を受け、最近、これらの知見を反映した「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針」が改定されている。

この原子炉施設の耐震設計審査指針は、昭和56年7月に建築基準法の改定にあわせて、原子力安全委員会が決定して以来、平成13年に一部改定するものの、ほぼ25年間、改定されてこなかったものである。

原子力安全委員会では、上記のような近年の地震学や地震工学、設計技術の著しい進歩を鑑み、平成13年、指針改定の審議を開始し、約5年の審議を経て、今年9月に指針改定を決定したものである。

この改定指針の大きな特徴的な変更点は、1つは設計用地震動（いわゆる基準地震動）の策定において、最新の地震学や地震工学の知見が大きく取り入れられた結果、対象となる活断層などの考慮範囲が広がったことや地震発生様式別に評価することとなったことであろうと感じている。

また、もう1つとしては、策定された設計用地震動を上回る地震動の影響が施設に及ぶことにより、施設に重大な損傷事象が発生する可能性を「残余のリスク」と称し、指針に明記したことであろう。なお、この「残余のリスク」については、その定量評価を確率論的手法で行うことについては採用されなかったが、設計用地震動の超過確率を参照することなど、将来の確率論的評価の安全規制への本格的導入検討に役立つ情報については、可能な限り活用していくことを求めており、今後の確率論的評価への足がかりとしている。

私自身は、昭和56年の入社以来、原子力発電所の耐震設計に係わる解析コンサルタントに多く関わってきており、昭和58年から原子力発電所の確率論的耐震安全性評価手法の調査開発にも、多少なりとも携わってきていました。また、今回の指針改訂に関する公開審議の場にもここ1年間については参加し、傍聴してきました。

このような経緯から、今回の原子力発電所の指針改訂は、未だ議論があるところですが、私自身は、将来の地震に対する安全性を定量的に評価する信頼性設計への足がかりとなるものではないかと感じており、今後の耐震設計に対する大きな変化の予兆であるように感じています。

このような耐震設計の変化の予兆も含め、今後とも、皆様のパートナーとして、実用レベルでの適用方法など、最新の技術開発や研究を進め、更なる構造設計の技術向上と信頼性向上に努めていきたいと強く感じています。今後とも、皆様の更なるご支援、ご協力など、よろしくお願い申し上げます。

## 解析雑誌 Vol.18 2006.12 目次

---

---

【巻頭言】	地震に関する最新知見の耐震設計への反映に対する取り組み — 「原子力発電所の耐震設計指針」が25年ぶりに改定されて— 取締役 兼 執行役員 澤飯 明広	02
Topic 1	KKE VISION2006 開催報告	07
<hr/> <hr/>		
<b>Technical Report 1</b>		
■	応答スペクトル法による建物の地震リスク評価プログラムの開発 浪田裕之、坪田正紀、梁川幸盛、樋口真由子	15
<b>Technical Report 2</b>		
■	津波防災地図作成ワークショップにおける津波浸水シミュレーションの効果 栗山利男、森伸一郎、須賀幸一、神野邦彦	17
<b>Technical Report 3</b>		
■	地域の地形に対応した地震防災マップの作成 栗山利男、荏本孝久、山本俊雄	19
<b>Technical Report 4</b>		
■	軟弱地盤上の新幹線高架軌道から発生・伝播する地盤振動への波動論的考察 竹宮宏和、島袋ホルヘ	21
<hr/> <hr/>		
	お問い合わせはこちらへ	27

---

---

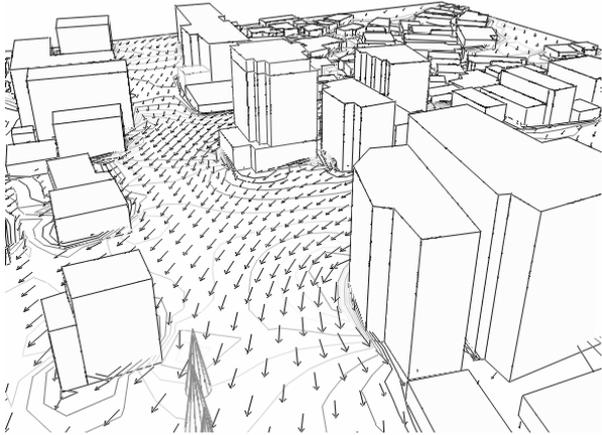
解析雑誌バックナンバーは KKE 解析ホームページでご紹介しています。  
PDF 形式でダウンロードも可能ですので、是非下記アドレスにお立寄りください。

<http://www4.kke.co.jp/kaiseki/>

‘KKE’は弊社（株）構造計画研究所の略称です。

# Wind-design

for Windows

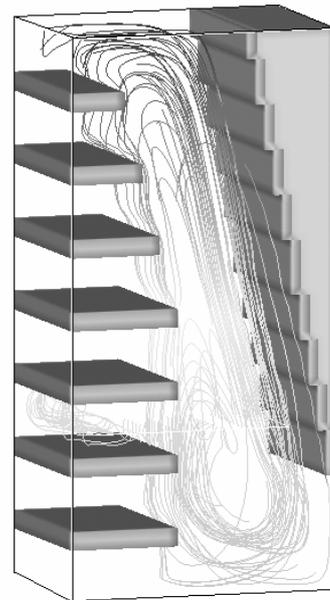


- 地図情報(bmpファイル)の読み込み可能
- 2D or 3Dによる確認表示
- 自動メッシュ分割機能
- GUI操作によるメッシュ範囲分割や追加・削除が可能
- 簡単な計算条件設定および出力指定
- 風環境評価機能による客観的評価が可能

# AC-design

for Windows

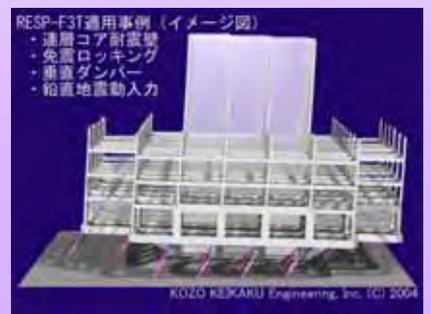
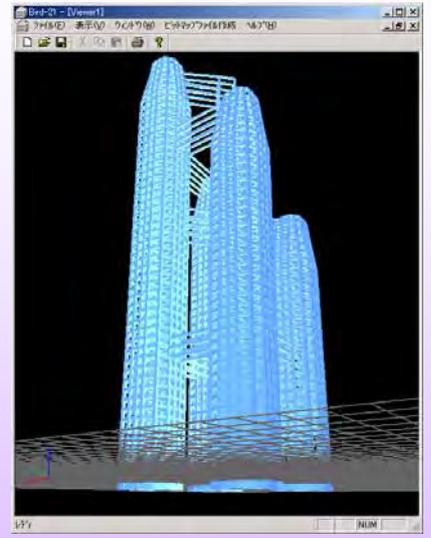
- AutoCADをカスタマイズした容易な形状定義機能
- 自動メッシュ分割機能
- 高性能熱流体ソルバの搭載。流れと熱の連成計算や濃度拡散解析が可能
- 豊富な可視化機能。ベクトル・コンタ等値面・マーカ粒子追跡・ストリームライン表示・アニメーション表示



水、空気、ガス拡散、地下浸透流・・・ 流体解析コンサルもお任せ下さい

# 建築構造物の耐震解析プログラム RESPシリーズ

建築構造の高性能化を支援し続ける構造解析プログラム



## RESP & Bird-21最新情報

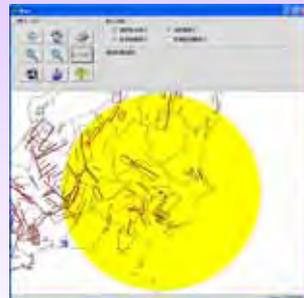
- ・Bird-21 アンボンドブレースに新規対応
- ・RESP-F3 地盤 - 杭 - 建物 一体増分解析に対応
- ・RESP-F3D 基礎免震、制振装置(粘性・粘弾性・流体)に対応
- ・ULT-DS SH-RC(UR都市機構)にも対応

## RESP & Bird-21シリーズ適用事例

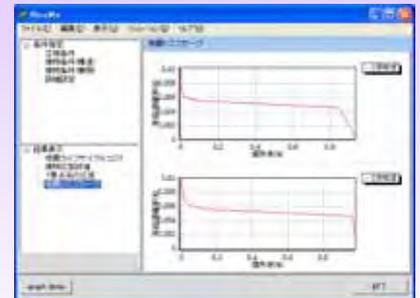
- ・超高層・高層RC建築の地震応答解析、断面設計
- ・免震建築、超高層免震建築解析
- ・各種制震構造解析(曲げせん断分離型制振要素)
- ・不整形構造のねじれ応答解析
- ・非剛床構造の静的動的解析
- ・高層建築、免震建築の地盤 - 杭連成解析
- ・長大構造物の位相差入力解析
- ・大スパン構造物の上下動水平動同時入力解析
- ・高層建築の風応答解析(風洞実験に基づく外力を作用)
- ・建築構造物の機械振動、交通振動、歩行振動解析

## ricomacast(地震リスク評価プログラム)新登場

建物が保有する地震リスクを、周辺の地震環境を考慮して評価します。ricomacastには、地震リスクの評価に必要な専門知識と、日本全国の地震データベースが統合され、簡単な操作で地震リスク(コスト)評価を行うことが可能です。単独利用の他にBird-21保耐の読み込みが可能です。



・半径100Km以内の断層の検索例



・地震リスクカーブの計算例

## 短時間で構造基本検討・数量計算が可能なBird-21が大好評

実績豊富なRESPシリーズを1ヶ月単位でレンタル利用いただけます。また、解析業務の受託も承っております。



# 地震リスク評価プログラム ricomacast

ricomacast は、建物が保有する地震リスクを周辺の地震環境を考慮して評価することができます。地震リスクの評価には、専門知識と日本全国の緻密な地震データを必要としますが、ricomacast は、評価に必要な計算機能と地震データベースが統合され、簡単な操作で対象建物の地震リスクを評価することができます。

## 地図表示機能

GIS 機能を標準搭載しており、建物周辺の地震環境を地図上で確認することができます。背景地図は、国土地理院刊行の数値地図25000(行政界・海岸線)を基本地図として内蔵しています。

## 地震情報データベース

- 主要98断層帯※1
- 主要98断層帯以外の活断層※1
- 海溝型地震※1※2
- 震源断層を予め特定しにくい地震※2

※1 地震ハザードステーション J-SHIS で利用されている防災科学技術研究所の断層形状データを利用。

※2 地震ハザードステーション J-SHIS で利用されている防災科学技術研究所の断層形状データを数値化。

## 立地条件の地震・地盤評価機能

内蔵する地盤分類データベース検索をして、評価地点の地形分類を表示します。また、建物に影響を及ぼす断層情報を地震情報データベースから検索して表示します。有償オプションとして、評価地点の想定震度や液化化危険度の表示機能も搭載予定です。

## 建物応答評価機能

検索された断層による地震(シナリオ地震)が発生した際の建物応答を、キャパシテスペクトル法により評価します。建物の耐カスペクトルについては、建築構造計算プログラム *Bird-21* 保有耐力計算結果ファイルのインポート機能や保有水平耐力・ $I_s$ 値による設定など、簡易なデータ設定から推定します。また、地震損傷度曲線(フラジリティ曲線)を設定することにより、建物応答結果を反映した予想損失額(損傷期待値)計算を行います。

## 出力機能

グラフ表示またはリスト出力により以下の項目が出力されます。

- ・地震イベントカーブ
- ・地震ライフサイクルコスト
- ・シナリオ地震に対する予想損失額一覧
- ・指定したシナリオ地震発生時の建物被害評価
- ・指定したシナリオ地震の建物応答結果(層間変形、加速度)

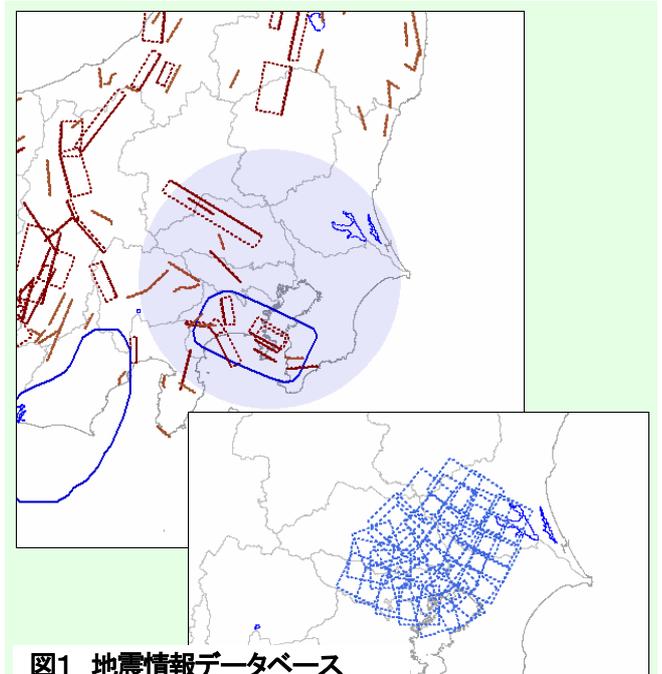


図1 地震情報データベース

### \* 距離減衰式

- ・山内・山崎・若松・SHABESTAR(2001)
- ・安中・山崎・片平(1997)

### \* 建物応答

- ・加速度:  $A_i$  分布に基づく震度分布
- ・層間変形角: エネルギー一定則による推定  
(保有水平耐力・ $I_s$  値より地震リスク評価を行う場合)

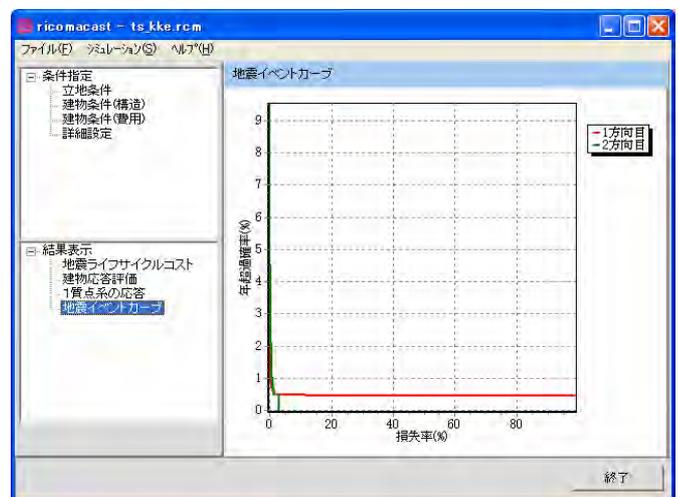


図2 地震イベントカーブ

【ご報告】

# KKE VISION2006 開催報告

KKE VISION 2006は、9月14日に無事盛況に開催することができました。  
参加していただいた皆様、誠にありがとうございます。当日のセミナー概要をお伝えいたします。

## トラック B 都市防災の最新動向

トラック B では「都市防災の最新動向」と題しまして、都市の防災問題に関わる最新のご研究について先生方にご講演いただきました。

以下に概要をお知らせします。

### セッション B-1 「都市地震防災における先端技術」

千葉大学 工学部 都市環境システム学科 教授 山崎 文雄 氏

■地震災害のリアルタイム対応技術、■都市ガス供給網の超高密度防災システム、■高速道路への緊急地震速報の課題、■リモートセンシングによる災害把握、と大きく4つの話題をご提供いただき、今後の社会情勢の変化やニーズに対して、専門家と同等の目やノウハウを持つ災害検知・シミュレーション技術の開発と実用化の必要性について考えさせられる内容でした。

### セッション B-2 「情報技術を利用した地震防災活動支援」

三重大学 大学院 工学研究科 助教授 高田 豊文 氏

三重県における地震・津波対策の最新動向についてご講演いただきました。ご講演の中では、自治体との共同プロジェクトや、簡易型地震防災支援ツールの開発、津波避難シミュレーションソフトの開発のお話など非常にリアルなご研究の現状をご紹介いただきました。また、これらのご研究が地域にお住まいの方々の防災意識の向上に貢献できるようにとの思いも伝えていただきました。

### セッション B-3 「緊急地震速報を利用した防災への取り組み」

気象庁 地震火山部 管理課 地震情報企画官 関田 康雄 氏

緊急地震速報の提供に関する話題をご提供いただきました。運用に至るまでの取り組みや、実用化にあたっての課題などはとても興味深く拝聴させていただきました。また、実際、緊急地震速報が発する場合の基準や利用にあたっての「心得」の整備など、実用に向けたスケジュールなどについてご講演をいただきました。

### セッション B-4 「橋梁維持管理支援システムの現状と課題」

山口大学 工学部 知能情報システム工学科 教授 宮本 文徳 氏

防災上でも重要になる常時の構造物の維持管理の問題にスポットをあて、ご講演いただきました。維持管理にITを導入する動きは少なからずありますが、進みだしています。しかしながら、まだ課題も多く、これまで先生が取り組んでこられたご研究の中でのシステム化の課題を中心にお話をいただきました。橋梁の「診断システム」開発におけるデータベース化の課題（必要な“データ”とは？）、橋梁の「性能評価システム」開発におけるエキスパートアルゴリズムの採用における課題（専門家と同等の判断を持たせるには？）、さらには、維持管理費用、対策費用およびその効果の評価などをご紹介いただき、今後システムに求められる未来像をお話いただきました。



展示ブース風景



講演風景

## トラックC 構造設計の社会的役割

### セッションC-1 「これからの構造設計はどうあるべきか」

パネラー：明治大学 工学部 建築学科 教授 平石 久廣 氏  
株式会社 東京建築検査機構 構造技術部長 春原 匡利 氏  
株式会社 坂倉建築研究所 取締役副所長 宮川 幸雄 氏  
株式会社 構造計画研究所 執行役員 西尾 啓一  
司会：株式会社 構造計画研究所 執行役員 奥菌 敏文

**平石氏**：制定から四半世紀以上も経つ「新耐震」は、新しい知見に照らした場合、不備や矛盾点が目立つようになってきている。制定後、大きく発展した解析技術や地震被害状況との整合性の観点から、特に保有水平耐力計算の必要保有耐力・杭の設計方法などは、意識改革を含めて早急に改善するべきだろう。

**春原氏**：建築基準法の改訂状況を中心に、特定構造建築士・構造計算適合性判定（指定構造計算判定機関）の制定状況を含めて、来年6月の施行に向けた見通しを紹介した。新しい見方として、人命の保護だけでなく、機能性保持も含めた体系となるべきであろう。

**宮川氏**：個人の職業人生よりも長きに渡って耐震性能を担保し続ける特殊な職業を誇りと感じ、自己研鑽を通じてデザイナー側の信頼に添えてほしい。社会に対しては、資格・制度に頼るよりも、組織として継続的な技術研鑽・性能保証を強化するべきであろう。

**西尾**：平石氏・春原氏・宮川氏と考えは同じだ。構造設計を取り巻く環境は、制度面・技術面では複雑高度化し、社会的にも大きな変化の局面にあって問題が山積しているが、我々は常に主体性を持って、本質を見失わない設計を追求していく。

●地盤の影響が大きく評価が難しい点が、設計を難しくしてはいないか？

既存法令と限界耐力計算法の乖離において問題が表面化しているが、限耐法による地盤増幅の精算値の妥当性は高いと考えられる。新しい知見を必要以上に怖がらずに有効活用したい。実際には、運用方法の改善と法令の調整で解決できると考えている。

●限耐法では、違和感の訴えと正当性を論じる声が交錯してはいないか？

既存の設計法に比べて、限耐法には応答層間変位が推定できるメリットがある。工学的判断が問われる場面においては、不慣れな面はあるかもしれないが、活用は困難ではないと思う。

●工学的判断によるバラツキが不信を招いているという見方はないか？

来年6月に施行される政令では、モデル化方法・判定規準といった工学的判断についても、言及していく方向で調整している。

●アメリカでは学会や所属団体による社会的信用が期待できるようだが？

日本とは異なり、ライセンスよりも学会・協会のような任意団体による信用担保が機能しているように感じる。価値観の違いから、簡単に真似はできないと思うが、一つの解決策だと思う。

●建築構造士の認定は、信用担保になりうるか？

自主認定資格として長く運営されてきたが、社会に対する認知はいまひとつと言わざるを得ない。国家資格となることで、新しい展開が期待できる。否定意見もあるが、肯定派が大多数だろう。

結局のところ、信用問題は「責任を負えるか、補償できるか」という話に帰着する。しかし現実には、設計者個人による保証・補償は無理だろう。現状では、国家資格に頼らざるを得ないと思う。

構造設計者は、社会からの信用に応えられるよう、高い倫理感を持ち、切磋琢磨していく必要がある、という再認識で会場の皆様、パネラーの方々の意見がまとまりました。

### セッションC-3 免震建築のマーケット創造に向けて

スターツコーポレーション株式会社 代表取締役副会長  
スターツ CAM 株式会社 代表取締役社長 関戸 博高 氏

・免震建築マーケットの創造には「売れる仕組み」「継続する仕組み」が必要。しかし、なによりも事業者の「信念」が必要だろう。免震建築が売れて継続する仕組みとしては、下記の点に関して「共感できる内容」および「ブランドイメージ」が重要だと考えている。

- より安全に（単体ではなく、地域防災も含めてリスク軽減する）
- より安価に（ライフサイクルの視点から顧客の財を確保する）
- 地震と建築（免震システム）に関する知識と技術の普及を促す
- 産・官・学の連携を活用する（より高性能・合理的に・素早く）

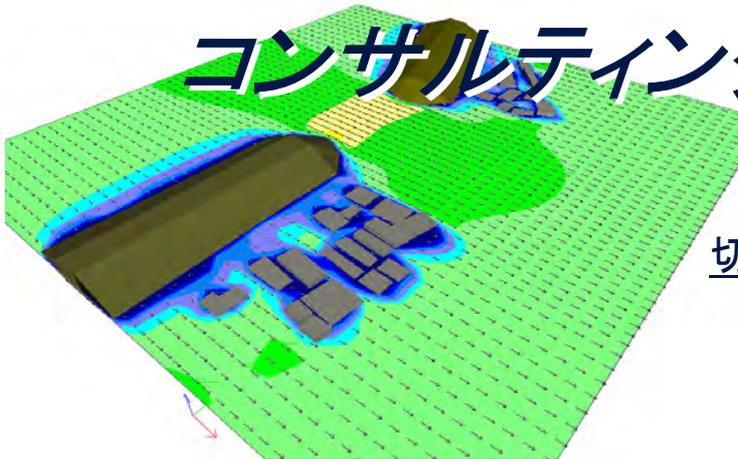
スターツでは、最も共感できるテーマとして「免震+井戸」を挙げ、これを軸に業務を展開している。

当日は、セミナー参加だけでなく展示にも多くの方が立ち寄って頂き、要望、苦情を聞かせて頂いたり、新製品の紹介をさせて頂くことができました。ありがとうございました。

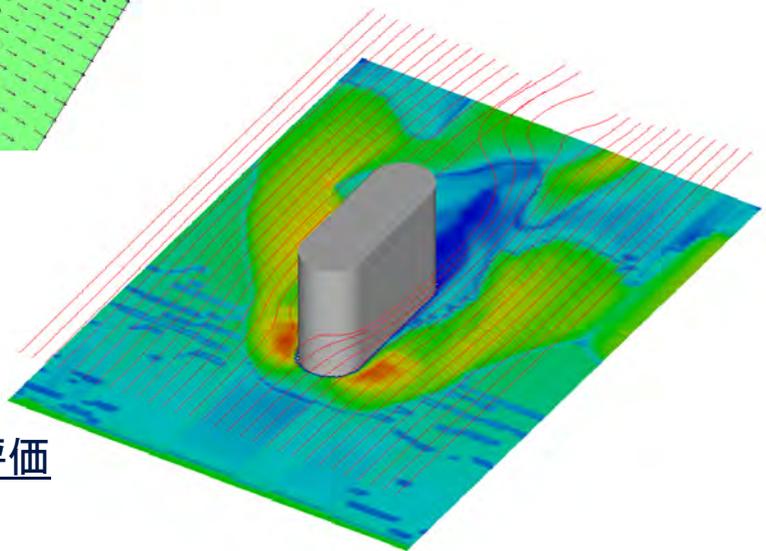
流れが見える！ 温度が見える！ 大気質が見える！

おまかせください！

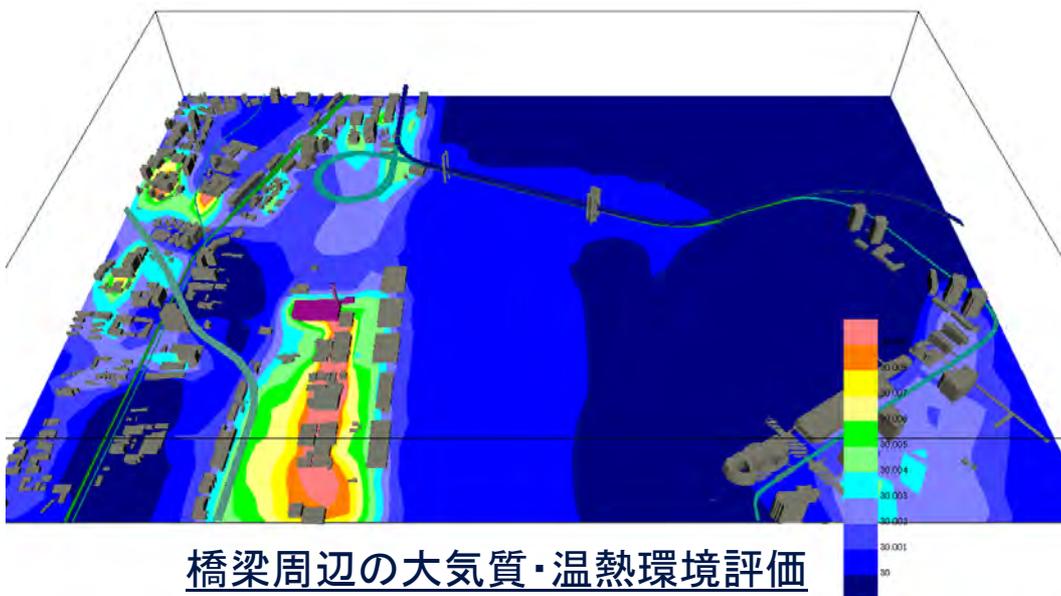
# 環境影響評価シミュレーション・ コンサルティングサービス



切土・盛土に伴う風環境評価



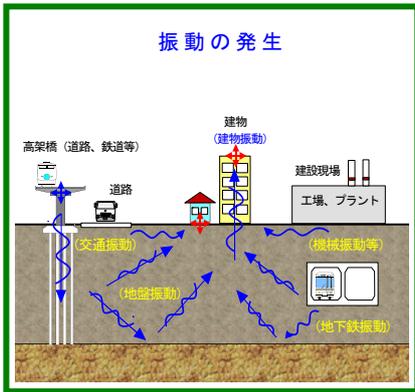
橋脚周辺の流況評価



橋梁周辺の大気質・温熱環境評価

# 環境振動の影響評価

## コンサルティングサービス



### 環境振動とは？

自動車や列車等の走行時に発生する交通振動、工場での大型機械稼働時に発生する機械振動、建物内部で発生する床振動等、地盤、建物を介して我々が日常感じる振動は環境振動と呼ばれます。

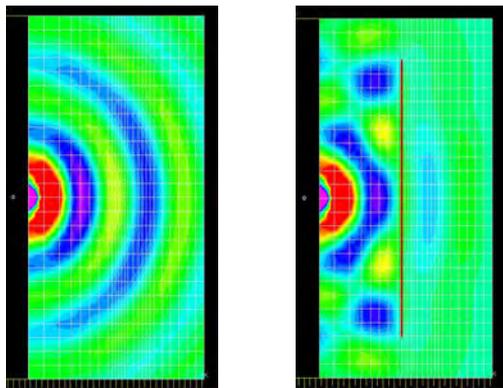
近年、高速・大量輸送に適應するため、道路の拡張や列車の高速化が行われるに從い、幹線道路の沿道や鉄道沿線に近接する住居からの苦情などが多くなる傾向にあります。

弊社では、これまで培ってきた地盤と構造物の相互作用解析のノウハウを基に、交通振動、機械振動の影響評価解析や振動対策工法の提案等のコンサルティングサービスを提供しています。

### 列車振動解析事例

目的: 列車振動の低減を目的に施工された鋼甲板による振動対策工の効果を解析的に検証する。

解析手法: 3次元モデルによる加振解析  
加振源: 列車軌道位置

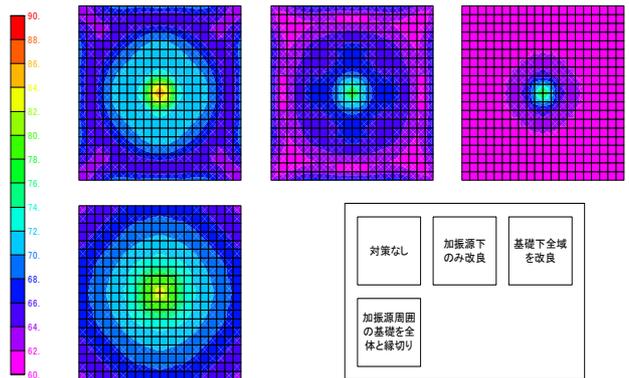


対策前 対策後  
地表面での振動伝播性状

### 機械振動解析事例

目的: 工場内で稼働する機械による振動に対し、基礎下の地盤改良を行った場合の振動の伝播性状の相違を解析的に検討する。

解析手法: 3次元モデルによる加振解析  
基礎マット: 20m×20m、厚さ20cm  
加振源: 基礎マットの中心



基礎マット表面の鉛直方向加速度レベル(10Hz)

## 走行車両と橋梁の相互作用振動シミュレーション技術の紹介

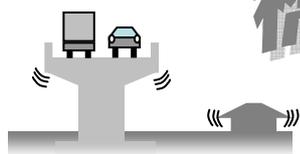
■ 構造計画研究所  
KOZO KAIKAKU ENGINEERING Inc.

放っておけない

橋のゆれ

※1

環境振動シミュレーター  
がお役に立ちます



問い合わせ先

株式会社構造計画研究所 耐震技術部 構造保全技術室

〒164-0011 東京都中野区中央4丁目5番3号

TEL. 03-5342-1138

E-mail. doboku@kke.co.jp http://www4.kke.co.jp/kaiseki

- ・振動低減対策工検討に
- ・モニタリング計画時のセンサー取り付け位置検討に
- ・調査段階、設計段階での不快振動予測に
- ・点検調査計画時の検討に
- ・疲労損傷箇所予測の検討に
- ・その他 車両側の振動、橋梁活荷重の検討にもお使いいただけます

※1 環境振動シミュレーターは、日本技術開発(株)と(株)構造計画研究所が共同開発したプログラムです。現在、茨城大学・日本技術開発(株)との共同研究で使われています。

# 二次元有限要素法の統合解析システム

# FRONT for Windows

FRONT for Windowsは、地盤に関する様々な変化を予測する統合解析システムです。

## ◆特長◆

- 1) 二次元有限要素モデルの作成～解析～結果の図化をWindows上で容易に行うことができます。
- 2) 必要な機能のプログラムのみを組み合わせることで導入できます。
- 3) 有限要素法による静的・動的解析  
掘削・盛土などの施工過程を考慮した地盤の安定問題  
地盤と構造物の相互作用を考慮した動的挙動解析  
交通や機械などから発生する振動の影響評価解析

## ◆構成プログラムの紹介◆

### 有限要素モデルの作成プログラム

#### —— F- Mesh for Windows

二次元有限要素モデルを作成することができます。DXF形式のCADデータより、形状をインポートすることもできます。

### 地盤の掘削・盛土を考慮した静的解析プログラム

#### —— EXAP for Windows

建物基礎、地下構造物、トンネルの掘削工事に伴う周辺地盤の挙動を解析することが可能です。

### 地盤・構造物連成系の動的解析プログラム

#### —— SuperFLUSH/2D for Windows

杭基礎建物、地中構造物、ダムなど、地盤・構造物連成系の動的解析を行います。地震応答解析、地震時安定解析の他、機械振動、交通振動による応答解析も可能です。

### すべり安全率・すべり変形量の算出プログラム

#### —— POST- S for Windows

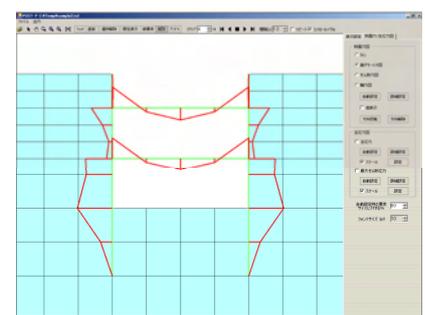
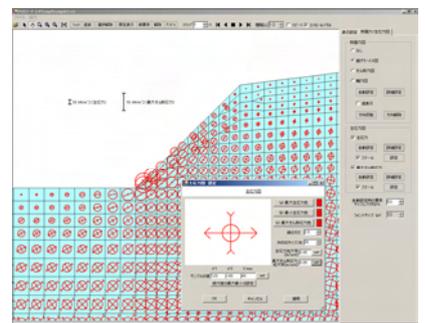
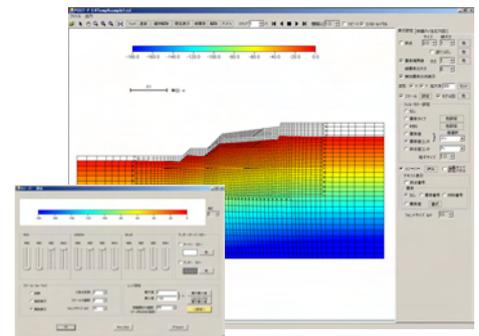
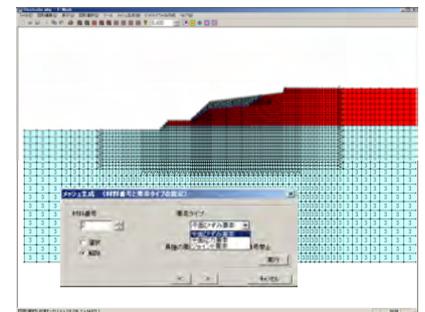
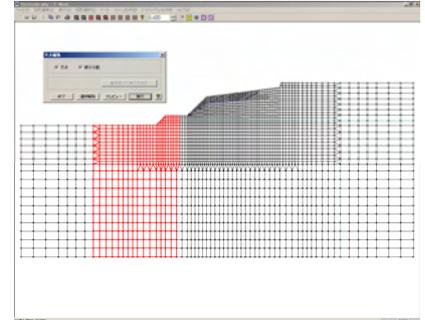
斜面の安定解析を行います。渡辺・馬場の方法による残留すべり計算にも対応しています(オプション機能)。

### 解析結果図化プログラム

#### —— POST- P for Windows

変形図、主応力図、断面力図の作成を行います。応答値のコンタ図表示、動画再生が可能です。

FRONTシステムのプログラム以外の解析結果も図化を行うことができます。



■WindowsはMicrosoft Corporationの登録商標です。

■SuperFLUSH/2D for Windowsは(株)構造計画研究所と(株)地震工学研究所の共同開発商品です。

## 有限要素モデルの作成プログラム

# F-Mesh for Windows

F-Mesh for Windowsは、二次元有限要素モデルの作成プログラムです。  
DXF形式のCADデータより、形状をインポートすることもできます。

### ◆特長◆

- 1) DXF形式のCADデータをインポートし、二次元有限要素モデルを作成することができます。
- 2) EWSでご提供してきた総合地盤解析システムFRONTのメッシュ作成機能と同等の機能を有しており、これまでと同様の操作で新規にモデルを作成することが可能です。
- 3) これまでにFRONTで作成したデータを取り込むこともできます。

### ◆機能◆

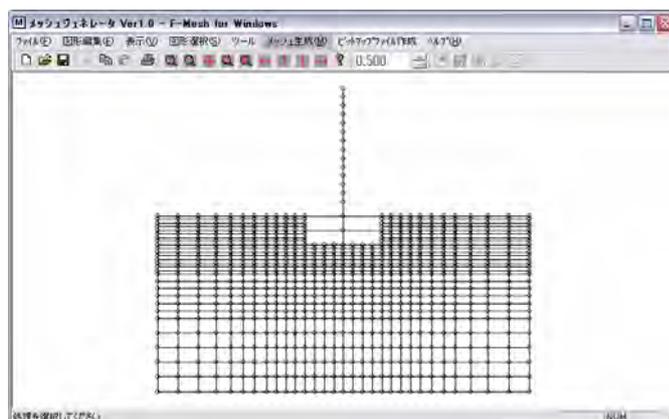
- DXFファイルをインポートし、交点と線分割を行います。これを基に二次元有限要素モデルの作成ができます。
- DXFファイルインポート時に長さの単位を変更することができます。
- CADと同様の動作により、点・線分を配置することで、モデルの作成が行えます。
- これまでFRONTで作成したデータをインポートすることができます(FRONT-DB形式)。
- 線分の等分割機能や、回転、鏡像コピーなど、様々な図形機能を有しており、複雑な形状のモデル化が容易に行えます。
- 各図形編集機能には簡単なヘルプが用意されており、動作を確認しながらの作業が容易に行うことができます。
- 作成中の線分の色や要素の色を任意の色に変更できます。表示画面はワープロソフト等に貼り付けることもできます。
- 節点の拘束条件を設定することができます。
- 作成したメッシュは、弊社の書式の他、任意の書式(テキストファイル)でも出力することができます。
- 作成したデータは、SuperFLUSH/2D for Windows・EXAP for Windowsに取り込むことができます。

### ◆動作環境◆

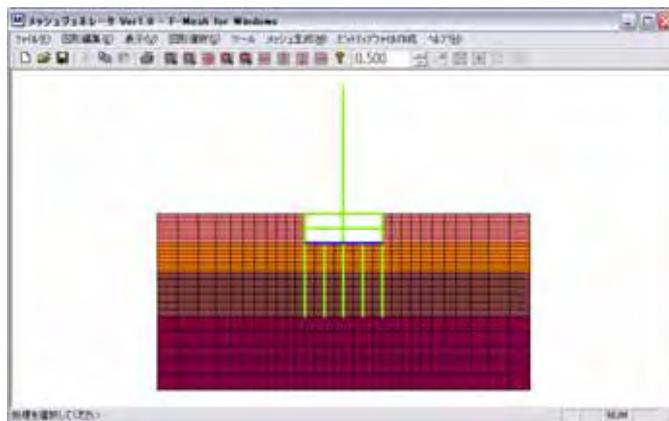
対応機種	: IBM PC/AT 互換機
対応 OS	: Windows2000, WindowsXP の日本語版
CPU	: 上記 OS が正常に動作する CPU
必要メモリ	: 128MB 以上 (256MB 以上を推奨)
必要ディスク	: システムインストール時 15MB
画面解像度	: 800×600 ピクセル以上 (1024×768 ピクセル以上を推奨)

USBポート用のセキュリティデバイスを使用します。

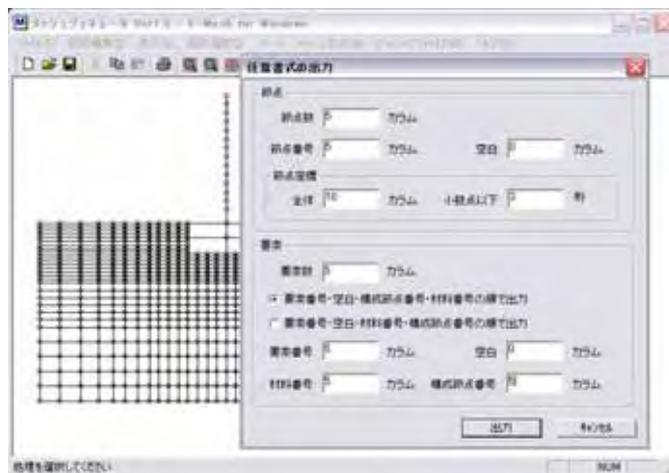
WindowsはMicrosoft Corporationの登録商標です。  
SuperFLUSH/2D for Windowsは(株)構造計画研究所と(株)地震工学研究所の共同開発商品です。



DXF ファイルをインポート



完成メッシュ図の表示



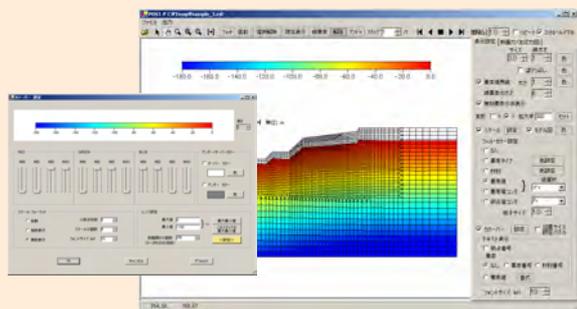
任意書式での出力

## 解析結果図化プログラム

# POST-P for Windows

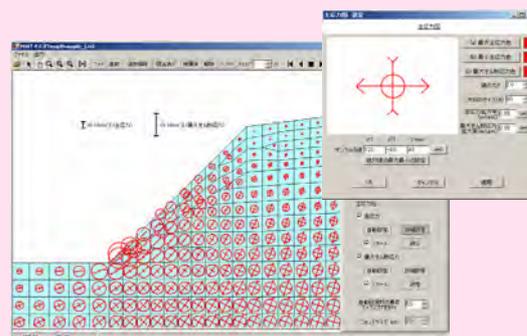
POST-P for Windowsは、SuperFLUSH/2D for WindowsおよびEXAP for Windowsの解析結果を読み込み、結果の図化を行うプログラムです。

### ●変形図・コンタ図の図化●



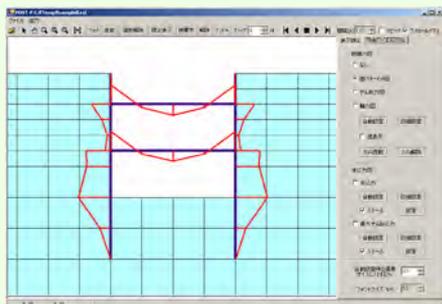
解析結果ファイルを読み込み、変形図やコンタ図を作成します。また、これらの図を重ね描きすることができます。描画した図は画像ファイルとして保存ができます。

### ●主応力図の図化●



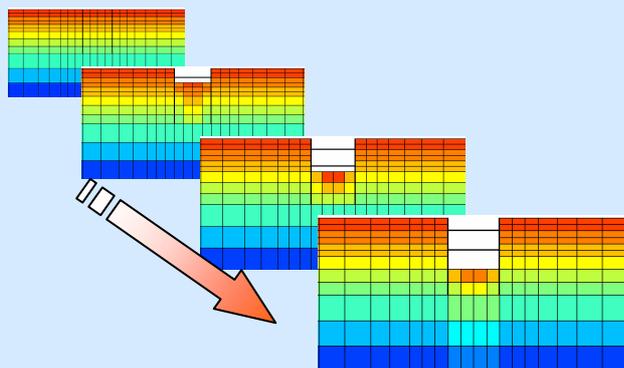
主応力を矢羽根と円で表示することができます。図の表示・非表示や表示色や拡大率などの詳細設定を主応力(矢羽根)と最大せん断応力(円)とで個別に設定することができます。

### ●断面力図の図化●



梁要素の曲げモーメント図・せん断力図・軸力図を作成します。表示拡大率や色を図毎に設定することができます。また、値の表示・非表示を選択することができます。

### ●ステップ表示・動画再生●



掘削解析など、ステップが複数ある場合には、表示ステップの切り替えができます。また、設定した時間間隔での動画再生や動画ファイルの外部出力が可能です。

動作環境	対応機種	: IBM PC/AT 互換機
	対応 OS	: Windows2000(SP4), WindowsXP(SP2)
	CPU	: 上記 OS が正常に動作する CPU
	必要メモリ	: 128MB 以上 (256MB 以上を推奨)
	必要ディスク	: システムインストールに 10MB
	画面の解像度	: 1024x768 ピクセル以上

※ SuperFLUSH/2Dの解析結果は付属の変換ツールにて読み込み可能形式に変換を行います。

※ USBポート用のセキュリティデバイスを使用します。

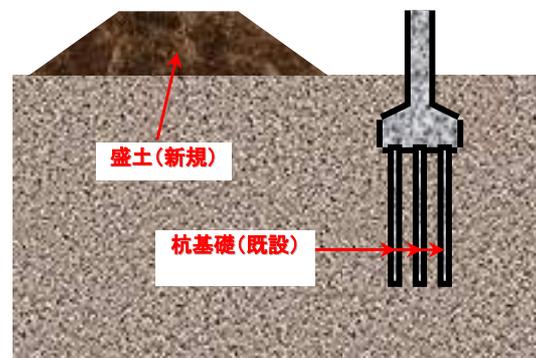
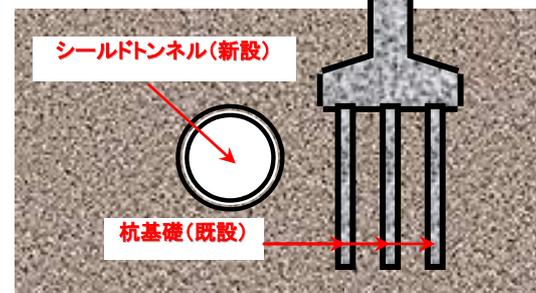
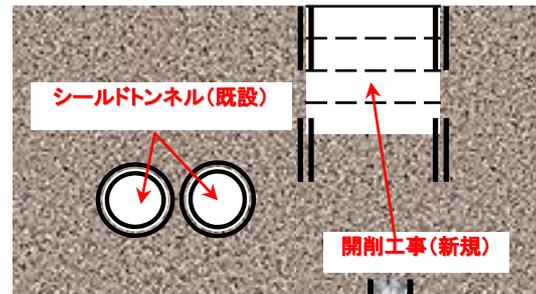
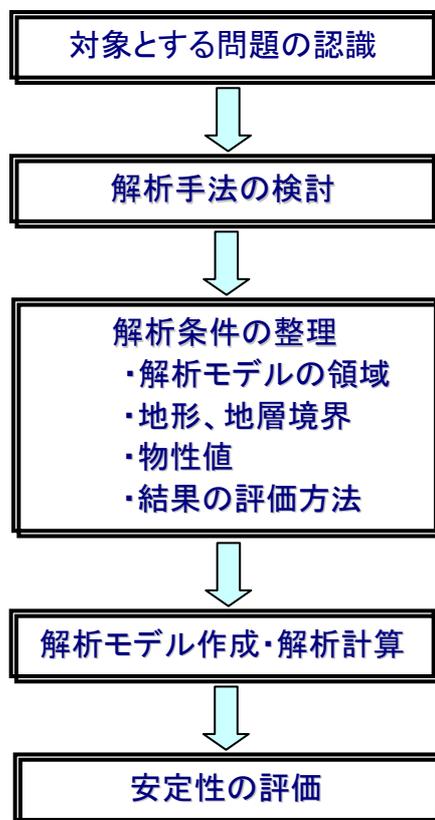
■ WindowsはMicrosoft Corporationの登録商標です。

■ SuperFLUSH/2D for Windowsは(株)構造計画研究所と(株)地震工学研究所の共同開発商品です。

# 近接施工影響解析 コンサルティングサービス

開削工、基礎工、トンネル、盛土等の施工において、地盤の変形に伴う近接構造物等への影響予測解析を行います。

## <解析の流れ>



## 応答スペクトル法による建物の地震リスク評価プログラムの開発

浪田 裕之<sup>1</sup>・坪田 正紀<sup>1</sup>・梁川 幸盛<sup>1</sup>・樋口 真由子<sup>1</sup>

1 株式会社構造計画研究所

### 1. はじめに

建物の地震リスク評価は、地震被害調査に基づく評価方法、応答スペクトル法あるいは地震応答解析による建物の応答に基づく評価方法が挙げられる。後者の場合は建物の構造的な性能を踏まえて評価を行えるため、目標とする地震リスクのレベルに建物を対応させていくことが可能となる。応答スペクトル法による建物の応答予測は簡便で精度の良い結果を得ることができる。この評価方法で地震リスク評価を行う代表的なシステムとして米国 FEMA が開発した HAZUS<sup>①</sup>が挙げられる。筆者らは、同様の手法を用い、応答スペクトル法に基づく建物の「地震リスク評価プログラム ricomacast」を開発中である。本報告では、このプログラムを用いた地震リスク評価の試解析結果を紹介する。

### 2. 評価方法

ricomacast の評価方法を以下に示す。

#### ①建設位置での地震動評価・増幅率の設定

地震ハザードステーション J-SHIS<sup>②</sup>の地震データベースを採用し、指定された範囲の地震評価を行う。また、地盤増幅率の設定を地盤種別に対して行う。

#### ②建物の耐力スペクトルの作成

保有水平耐力・Is 値から耐力スペクトルの作成、あるいは荷重増分解析結果から耐力スペクトルを作成する。

#### ③建物の層間変形角、応答加速度予測

建物の変形は、応答スペクトル法によって求める。階の変位分布には、固有モード形状を適用し、加速度分布には Ai 分布を適用する。

#### ④フラジリティによる地震リスク計算

構造形式に応じ、フラジリティ曲線を設定しリスク計算を行う。

### 3. 地震リスク評価例

#### (1) 建物モデル

都内に建つ3つの建物を想定した。

##### ①工場：S造、地上2階、高さ9.6m

延床面積960m<sup>2</sup>、保有耐力Ds=0.49、再調達価格1.1億円

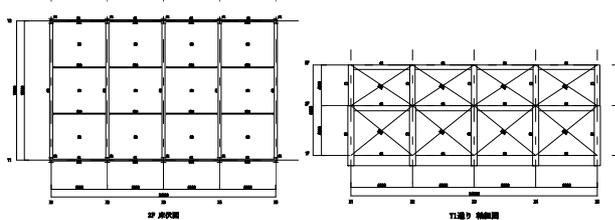


図1 工場モデル伏図・軸組図

##### ②共同住宅：RC造、地上8階、高さ21.0m

延床面積2400m<sup>2</sup>、保有耐力Ds=0.35、再調達価格5.4億円

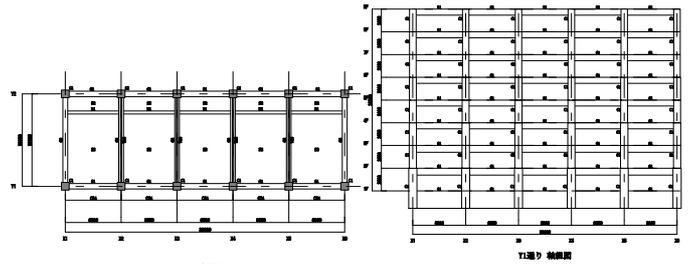


図2 共同住宅モデル伏図・軸組図

##### ③事務所：S造、地上15階、高さ45.0m

延床面積6480 m<sup>2</sup>、保有耐力Ds=0.38、再調達価格17.0億円

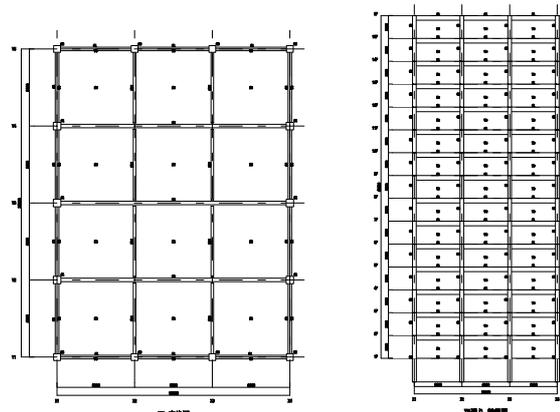
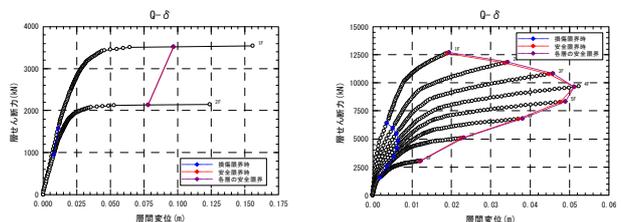
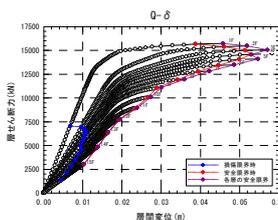


図3 事務所モデル伏図・軸組図

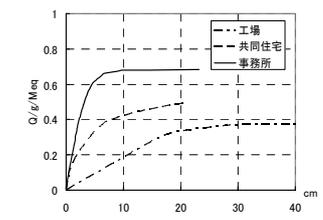


##### ①工場



##### ③事務所

##### ②共同住宅



##### ④耐力スペクトル

図4 Q-δ 曲線・耐力スペクトル

## (2) 地震動の設定

応答の比較を行うために、関東地震を想定した。図5に震源(図中囲まれた部分)と建物の位置を示す。また、図6に加速度波形を示す。地震波の位相は乱數位相とした。なお、建設位置の地盤区分は火山灰台地である。

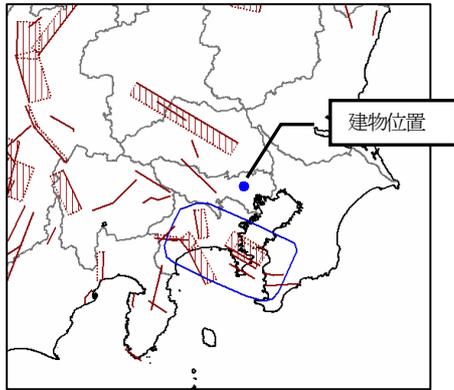


図5 想定地震

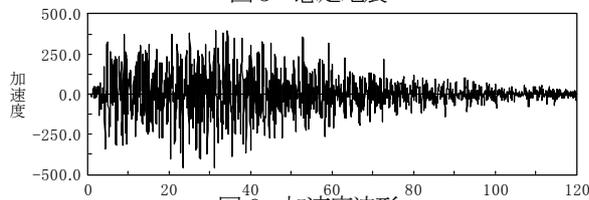


図6 加速度波形

## (3) 建物応答予測結果

図7に関東地震でのSa-Sd曲線と各建物の耐力スペクトルの関係を示し、図8に両者の交点から推定された層間変形角と精算(弾塑性振動解析結果)値との比較を示す。工場以外の建物は概ね対応する結果となった。

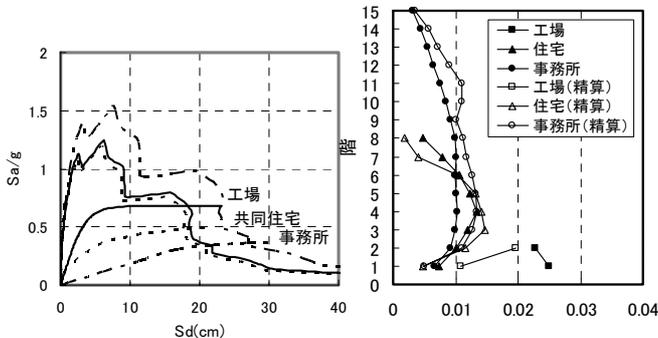


図7 Sa-Sd曲線

図8 層間変形角

図9に、Ai分布を仮定して推定した建物の加速度分布と、精算値の比較図を示す。推定精度の比較のため、他の推定方法(文献③の方法、および、応答スペクトル図と1次モード分布を組み合わせる方法)による結果も同時に示した。図によれば、主な対象を高層建物としている文献③の方法では推定できていないが、他の方法はよく応答を推定できている。分布に着目すると、低層部では良い対応が見られるが、高層になるにつれて乖離が大きくなった。これは、建物の高次モードの影響および弾塑性応答性状に起因するものと考えられる。Ai分布による加速度応答予測には、上階で若干過大評価となる傾向になるが、簡単な手順としてはよく推定できることが確認できた。

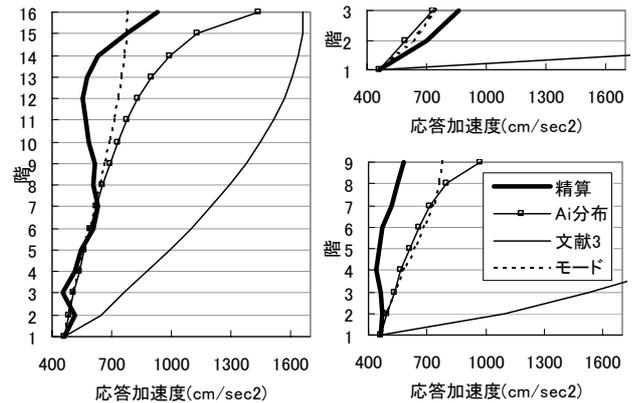


図9 応答加速度応答分布と推定分布の比較

## (4) 地震リスク評価結果

図10に3建物の地震リスクカーブの試解析結果を示す。建物位置から半径100km内での地震情報(約600地震)より計算を行った。

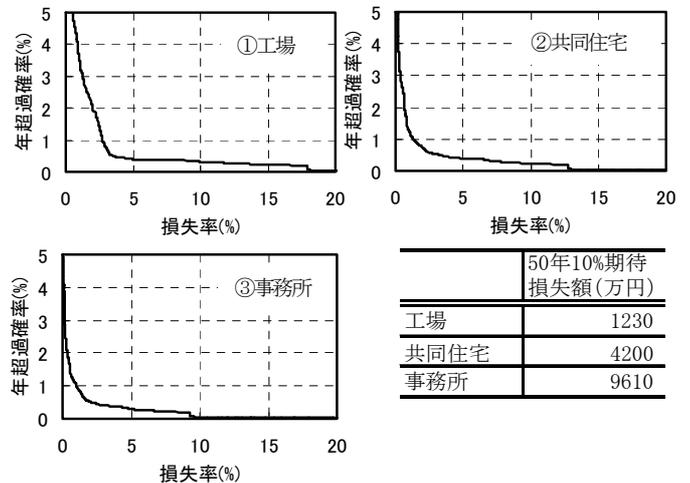


図10 地震リスクカーブ

## 4. まとめ

地震リスク評価として、応答スペクトル法による建物応答に基づく評価を行うプログラムを開発し、都内に建つ3建物を想定した試解析を行った。建物応答については、地震応答解析との比較から、低層の建物を除き概ね応答予測が可能であるものとなった。このことより、建物の計画段階や耐震補強前の地震リスク評価に構造的な性能を踏まえたケーススタディが行える有効なツールとなることを示せた。今後は低層建物を含め応答予測の精度向上と建物対象を免震・制振構造に拡張していく予定である。

### 【参考文献】

- 1) Federal Emergency Management Agency, HAZUS99 technical manual, Washington, D.C., NY, 1999
- 2)地震ハザードステーション: <http://www.j-shis.bousai.go.jp/>
- 3)木村・寺本他、地震時の床応答に関する研究—その1〜その3、学術講演梗概集1998,1999,2000: 日本建築学会

# 津波防災地図作成ワークショップにおける 津波浸水シミュレーションの効果 Effectiveness of Flooding Simulation in Workshop on Tsunami Hazard Mapping by Residents

栗山利男<sup>1</sup>, 森伸一郎<sup>2</sup>, 須賀幸一<sup>3</sup>, 神野邦彦<sup>4</sup>  
Toshio KURIYAMA<sup>1</sup>, Shin'ichiro MORI<sup>2</sup>, Koichi SUGA<sup>3</sup> and Kunihiko KOHNO<sup>4</sup>

<sup>1</sup> ㈱構造計画研究所

Kozo Keikaku Engineering Inc.

<sup>2</sup> 愛媛大学 工学部

Department of Civil and Environmental Engineering, Ehime University.

<sup>3</sup> ㈱芙蓉コンサルタント.

Fuyo Consultants Co.,Ltd.

<sup>4</sup> ㈱愛媛建設コンサルタント

Ehime Kensetu Consultants Co.,Ltd.

This paper describes the effect of tsunami run-up simulation in workshop on tsunami hazard mapping by residents. We simulated the tsunami inundation of Ainan-town at Hisayoshi area and made the animation and hazard map of the tsunami on the basis of the simulation result, for the purpose of that the inhabitant of Hisayoshi area understands the inundation dangerous degree by the tsunami. The animation and hazard map that we made showed it to the inhabitant as the disaster prevention information of Hisayoshi area. As a result, the animation and hazard map were effective in workshop on tsunami hazard mapping by residents.

**Key Words :** Tsunami, Flooding simulation, Tsunami hazard map, Work shop

## 1. はじめに

地域防災においては、地域住民が災害の危険性を正しく理解・認識し、住民自らが判断し行動することが原則となる。そのためには、災害や防災に関する情報を行政側から一方的に提供するだけでなく、地域住民が主体的に考える場を提供することが重要であり、その一つの方法として、地域住民参加型の防災に関するワークショップが全国各地で開催されるようになってきている。

筆者らは、津波防災地図作成ワークショップにおいて、参加住民に津波による地域の浸水危険性を具体的に認識してもらうことを目的として、津波浸水シミュレーションを実施し、ワークショップで地域の防災情報の一つとして提供した。

## 2. ワークショップ概要

津波防災地図作成ワークショップは、平成17年10月末日に愛媛県愛南町久良地区(旧西海町)の住民約60名を対象に実施した。図1に久良地区の位置を示す。久良地区は深浦港の西岸に位置した人口約1,160人(440世帯)の地区である。愛媛県が実施した地震被害想定調査結果によれば、安政南海地震クラスの巨大地震による津波が襲来した場合、深浦漁港は県内で最も早く津波の第1波が到達し、津波高は最大でTP+5.3~5.9mになると想定されている。また、内閣府中央防災会議においても5m程度の津波高が想定されており、津波による被害が懸念されている地域である。

ワークショップは、地震や津波に関する基本的な知識を身につけるための講演会と自分たちで津波防災地図を作成する作業の2部構成で実施した。講演会では、想定される南海地震の被害と津波被害の特徴やスマトラ島沖地震での津波被害などの講演のほか、愛南町における震

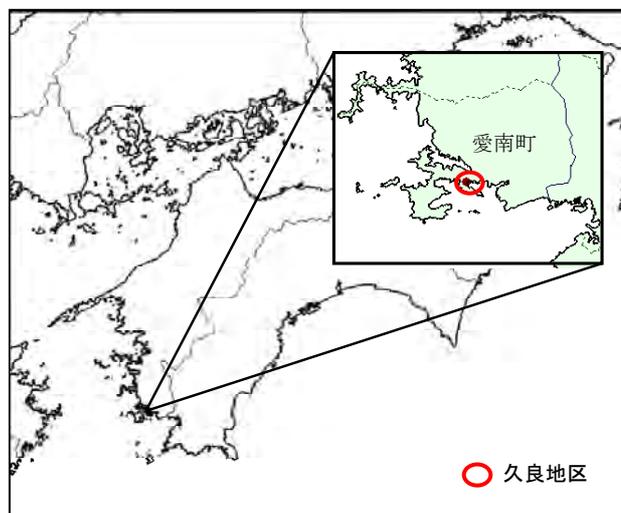


図1 愛南町久良地区の位置

度地図の例と津波遡上計算例と題して、久良地区を対象として実施した津波浸水シミュレーション結果を可視化して紹介した。

## 3. 津波浸水シミュレーション

### (1) 計算条件

本ワークショップでの津波浸水シミュレーションの目的は、来るべき南海地震を想定しているものの、津波高さや到達時間、遡上・浸水域などを精度よく求め行政の防災計画に資することではなく、参加住民に自分たちの地域における津波災害の危険性などを実感してもらうことにある。したがって、本検討では南海地震の断層モデルを設定して詳細に計算を行うのではなく、図2に示し

たように 3 領域のモデルを設定し、A 領域に初期水位を与えることにより計算を行い、久良地区への津波浸水シミュレーションを行った。シミュレーションに必要な水深は海上保安庁の水深データを、標高は国土地理院の標高データを用いた。ただし、最終計算領域となる C 領域については水深 7m と仮定し、標高は等高線を補間して 0m~20m までを段階的に設定した。計算格子間隔は A 領域が 90m、B 領域は 30m、C 領域は 10m とした。

#### (2) 計算結果

シミュレーション結果は、住民にわかりやすく説明するためにアニメーションにして可視化するとともに、久良地区の津波浸水予想マップを作成して試算結果として住民に紹介した。アニメーションのイメージ（スナップショット）を図 3 に、浸水マップを図 4 に示す。

アニメーションでは湾内や陸域に津波が浸入してくる様子や、第 1 波による津波で最大浸水域とはならないこと、繰り返し津波が襲来することなどを示し、浸水マップでは、久良地区ではほぼ標高 10m 以内の地域については浸水する可能性があることを示した。

#### 4. まとめ

津波防災地図作成ワークショップにおいて、住民に津波による浸水範囲などを実感してもらうことを目的として津波浸水シミュレーションを実施し、シミュレーション結果を可視化して試算結果として住民に示した。

その結果、対象地域における浸水範囲などを参加住民に具体的にイメージしてもらうことができ、対象地域における津波浸水シミュレーションは、地域住民らが自ら作業を行う津波防災地図作成ワークショップにおいて有効な手段の一つであることが確認できた。

#### 謝辞

津波浸水シミュレーションは、保志克則氏（株式会社構造計画研究所）の多大な協力により実施した。ここに記して感謝します。

#### 参考文献

- 1) 愛媛県地震被害想定調査概要版報告書、平成 14 年 3 月
- 2) 中央防災会議「東南海、南海地震等に関する専門調査会」第 14 回資料 2、平成 15 年 9 月 17 日

※久良地区における「津波防災地図作成ワークショップ」は、愛媛地震防災技術研究会・愛媛大学防災情報研究会・久良地区・愛南町の主催、土木学会四国支部・愛媛県技術士会の協賛により開催したものです。

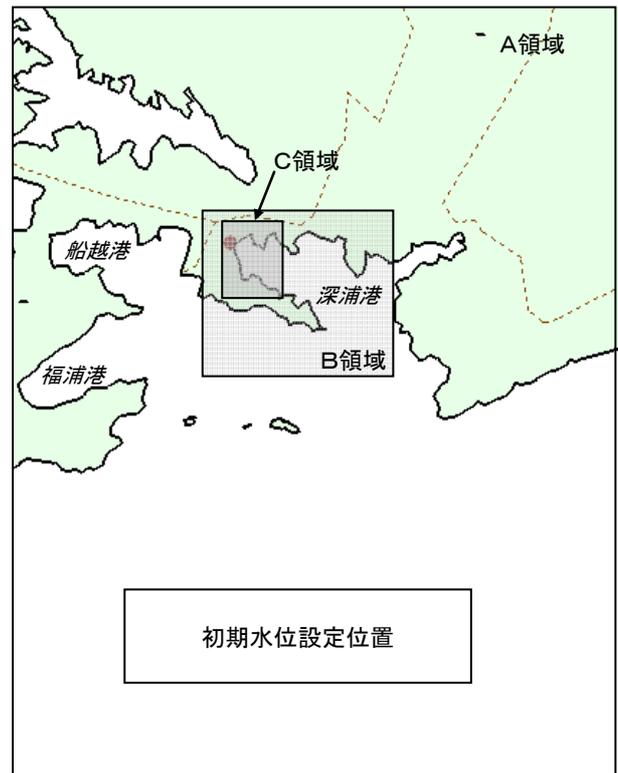


図 2 計算対象領域



図 4 シミュレーション結果に基づく浸水マップ

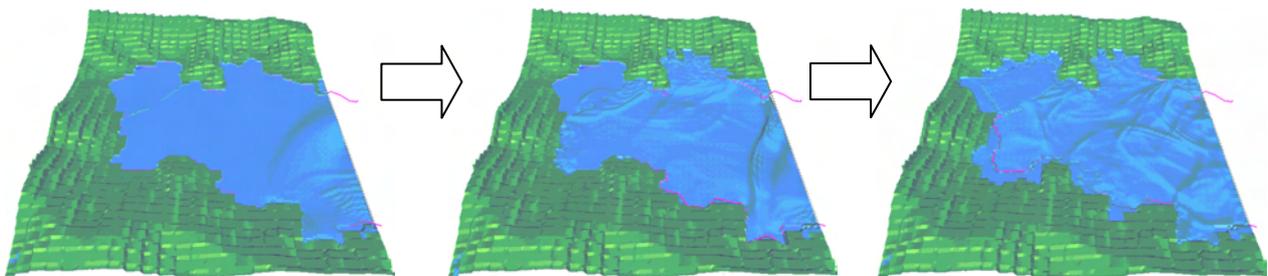


図 3 シミュレーション結果の可視化例（アニメーション）

## 地域の地形に対応した地震防災マップの作成 (その1) 微地形区分を用いた 50mメッシュでの震度マップ

栗山利男<sup>1</sup> 荻本孝久<sup>2</sup> 山本俊雄<sup>3</sup>

<sup>1</sup> (株)構造計画研究所

<sup>2</sup> 神奈川大学 工学部 教授・工博

<sup>3</sup> 神奈川大学 工学部 助手

### 1. はじめに

地域防災力の向上には、まずは地域住民が地域の地震災害に対する危険性を正しく理解・認識することが必要であり、地震ハザードマップなどを作成して HP での公表、住民への配布などを行なう自治体が多くなってきている。これらの地震防災マップは、メッシュごとに評価されているのが一般的であり、そのメッシュ単位は、国などが全国レベルで評価を行う場合は 1km が基本となっている。また、県や市などの地震被害想定調査などでは 500m あるいは 250m メッシュ単位で評価されている。

地表での地震動（揺れの大きさ）は、表層地盤の増幅特性の影響を大きく受けており、場所によっては数十メートル離れているだけでも地盤が異なれば揺れの大きさも異なってくる。内閣府による地震防災マップ作成技術資料<sup>1)</sup>（以下、技術資料）によれば、地域内の詳細な揺れの違いを把握するためには、地域の地形の違いに対応したメッシュ規模での評価が必要であり、できるだけ詳細に設定することが望ましいとしている。

本報では、神奈川県平塚市を対象として、技術資料に準じて 50mメッシュ（標準地域メッシュ第 3 次区画を 20×20 分割したメッシュ）での揺れやすさマップ（震度マップ）の作成を試み、従来から市レベルで多用されている 250m メッシュでの震度マップとの比較を行った。

### 2. 検討方法

技術資料によれば、揺れやすさマップとは、地域の揺れやすさを地盤の状況とそこで起こり得る地震の両面から評価し、揺れの強さで表したマップと定義されている。本検討では、技術資料による経験的手法による揺れやすさマップ作成の考え方に準じて、震度マップを作成した。以下にその作成方法の概要を述べる。

#### (1) 微地形区分

1/50,000 土地基本分類基本調査図のうち地形分類図と表層地質図を用いて、平塚市全域に対して 50m メッシュごとに微地形を読み取り、技術資料の既存の地形分類図の主な区分から中央防災会議による微地形区分を設定する手順に準じて、15 区分の微地形を設定した。

#### (2) 微地形と AVS30、増幅率

微地形区分と表層地盤の平均せん断波速度 (AVS30) と

の関係は、松岡・翠川 (1994) の経験式を用い、表層地盤の増幅率は Midorikawa et al. (1994) による AVS30 と最大速度の増幅率の経験式を用いて設定した。なお、本検討では各メッシュの AVS30 を設定する際に、ボーリングデータなどの地盤調査情報については考慮していない。

#### (3) 地震動の予測

工学的基盤における最大速度を、司・翠川 (1999) の距離減衰式により求め、AVS30 から設定した増幅率を乗じることにより地表での最大速度を算定し、童・山崎 (1996) による経験式を用いて計測震度に換算した。なお、本検討では想定地震として、1923 年関東地震の再来を設定し、その断層モデル（断層位置、大きさなど）は日本の地震断層パラメータハンドブックから図 1 に示す Matsu'ura et al. (1980) のモデルを用いて設定した。

### 3. 検討結果

図 2 および図 3 に 250mメッシュと 50mメッシュでの表層地盤図をそれぞれ示す。また、図 4 に 50mメッシュでの増幅率を示す。これらの図より、50mメッシュでの評価は、地域の詳細な地形に対応しており、より自然に近い形での表層地盤が評価できている。図 5 および図 6 に関東地震を想定した場合の震度分布図を示す。250mメッシュでは市域の概括的な震度しか読み取ることができないが、50mメッシュでは地形の違いに対応した詳細な震度分布が得られており、街区単位や任意地点での評価が可能となる。

### 4. まとめ

本報では、神奈川県平塚市を対象として 50mメッシュで微地形区分を行い、各種経験式に基づき表層地盤の増幅率を設定し、関東地震を対象に震度マップを試作し、従来から用いられている 250mメッシュでの評価結果と比較した。その結果、50mメッシュで評価することにより、きめの細かい評価が可能となり、地域の地形の違いに対応した揺れやすさマップが作成できることを確認した。

筆者らは平塚市において常時微動観測や、ボーリング柱状図の収集とデータベース化を行っており、今後、これらの地盤情報を考慮して表層地盤の増幅率をきめ細かく設定する予定である。また、神奈川県全域において市街地（居住地域）については、50mメッシュによる表層地盤の増

幅率を評価し、地震防災マップ作成などの基礎データとして整備する予定である。

## 参考文献

- 1) 地震防災マップ作成技術資料：内閣府、平成 17 年 3 月、
- 2) 松岡昌志・翠川三郎 (1994)：国土数値情報とサイスミックマイクロゾーニング、第 22 回地盤震動シンポジウム、建築学会、23-24
- 3) Midorikawa,S., et.al. (1994)：Site Effect of Strong-Motion Records Observed during the 1987-Chiba-ken-toho-oki, Japan Earthq. Eng. Sympo. Vol.3,85-90
- 4) 司宏俊・翠川三郎 (1999)：断層タイプ及び地盤条件を考慮した最大力速度・最大速度の距離減衰式、建築学会構造系論文報告集、523,63-70
- 5) 童華南・山崎文雄 (1996)：地震動強さ指標と新しい気象庁震度との対応関係、生産研究、第 48 巻、第 11 号、31-34
- 6) 日本の地震断層パラメータハンドブック：鹿島出版会

本研究は、神奈川県における文部科学省学術フロンティア研究プロジェクト「災害リスク軽減を目的としたソフト・ハード融合型リスクマネジメントシステムの構築に関する研究（研究代表者：荻本孝久）」の一環として実施したものである。

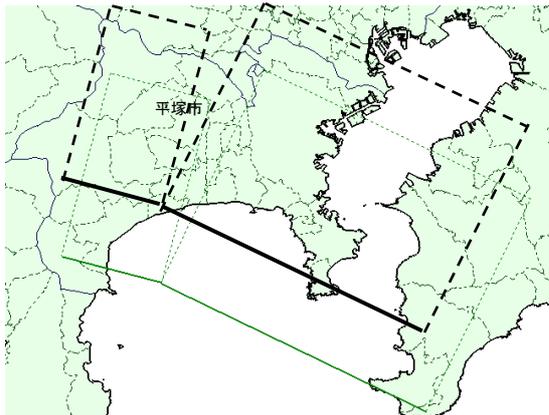


図 1 断層モデル（関東地震）

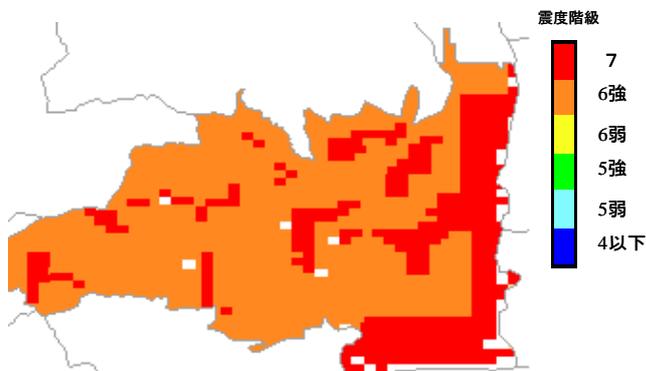


図 5 震度分布 (250m メッシュ)

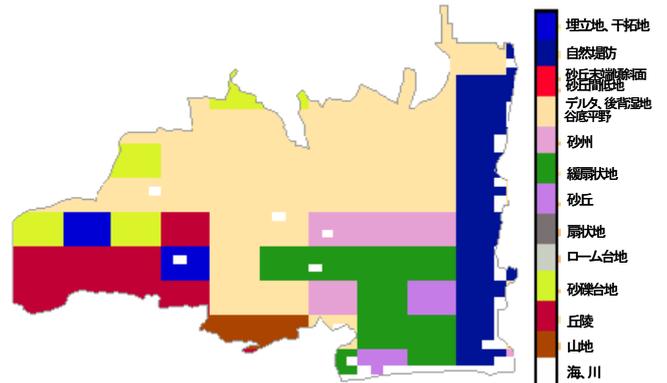


図 2 表層地盤 (250m メッシュ)

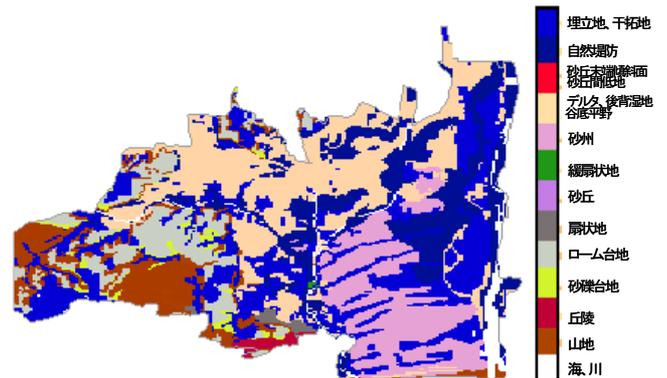


図 3 表層地盤 (50m メッシュ)

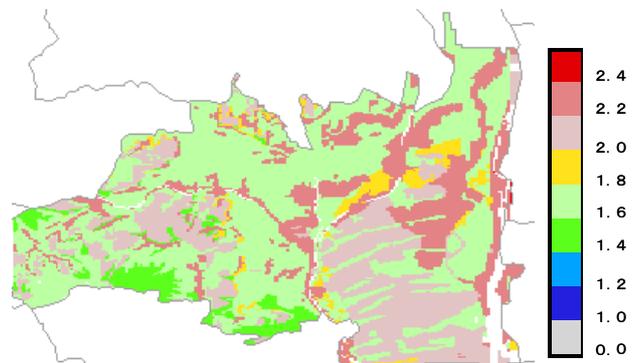


図 4 最大速度の増幅度 (50m メッシュ)

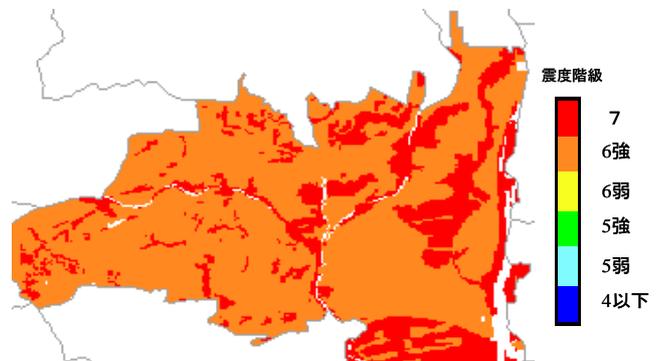


図 6 震度分布 (50m メッシュ)

# 軟弱地盤上の新幹線高架軌道から発生・伝播する地盤振動への波動論的考察

竹宮宏和<sup>1</sup> 島袋ホルヘ<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 岡山大学大学院

<sup>2</sup> (株)構造計画研究所

## 1. はじめに

軟弱堆積層の上に構築された高架軌道では、列車の走行に従って、軌道振動、高架振動、地盤振動が指摘され、これらが複合して沿線環境振動に原因する。本研究では、高架軌道で新幹線列車が高速走行する時の沿線への振動伝播、特に 10Hz 程度までの低周波振動を評価するため、フィールド計測を行い、現地の波動伝播特性との関係を波動理論から前論文<sup>1)</sup>の内容をさらに分析したものである。

## 2. 計測からの知見

図-1, 表-2 に対象高架橋および地盤構造を示す。図-2 に新幹線列車走行時のフィールド計測位置を示す。図-3, 4 に約 300km/h で走行時、沿線での計測データ（時間刻み 0.005 秒の 4098 個）のフーリエスペクトルおよび 1/3 オクターブスペクトル分析結果を示す。ここでは、0m は、橋脚下端で、5m, 10m, 15m, 20m は橋脚からの距離である。0m 結果に着目すると、ピーク振動数には、3Hz, 10Hz の低周波と 30Hz, 33Hz, 40Hz, 43Hz の高周波振動が卓越して見られる。これらの振動数の発生源として、3Hz は高架軌道構造の地盤との連成における固有振動で、10Hz の振動は列車の輪重配置から 300km/h の走行速度で発生する振動数と考えられる。30Hz 以上の高振動は列車の輪重配置、高架橋の構造振動と思われる。図 4 より、計測点がある程度の距離になれば、それより以遠の振動伝播性状はあまり変化がないことが分る。振動の地盤内伝播はいずれの方向成分においても 3Hz より伝わり始める。つまり、層状地盤の遮断振動数<sup>2)</sup>が 3Hz 付近に存在することを示唆している。水平応答では、橋直角方向にかなりの応答量が見られるが、これは、対称高架は曲率 1/400m を持つためである。

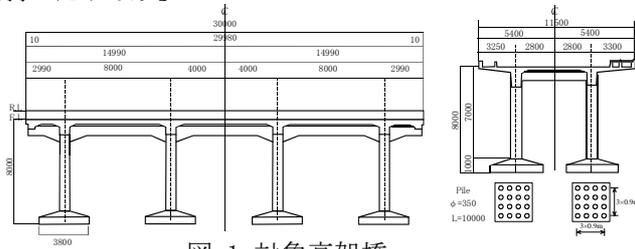


図-1 対象高架橋

表-2 地盤構造

層番号	層厚 [m]	密度 [t/m <sup>3</sup> ]	Vs [m/s]
1	1.0	1.5	141
2	5.5	1.6	70
3	0.5	1.7	275
4	0.5	2.0	173
5	7.5	1.7	310
6	2.0	1.8	256
7	—	1.9	320

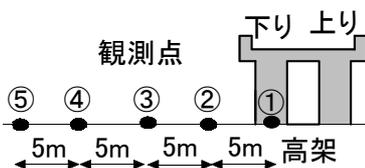
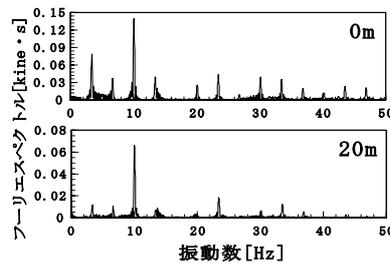
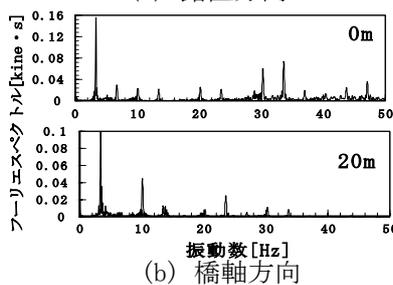


図-2 フィールド計測位置



(a) 鉛直方向



(b) 橋軸方向

図-3 橋脚下端の応答速度フーリエ振幅

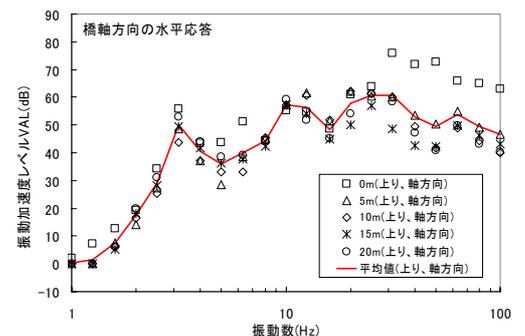
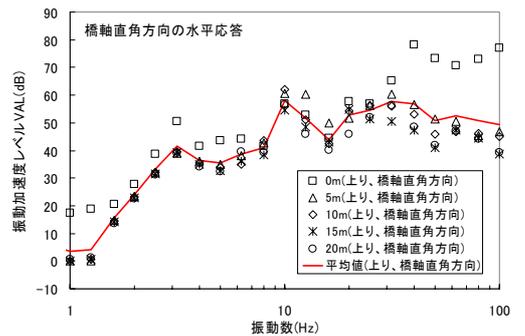
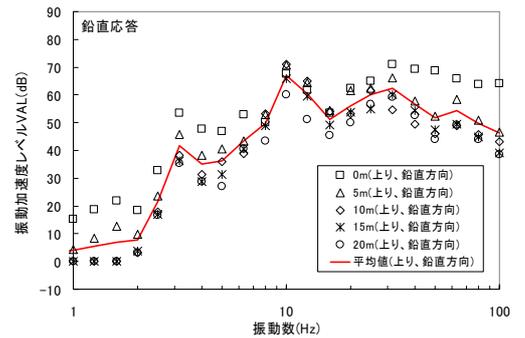


図-4 計測データの 1/3 オクターブバンド・スペクトル

### 3. 分散性波動伝播理論

低周波振動に関して、地盤内発生振動との関係を明確にするため、対象地盤（表-2）の分散曲線を薄層要素法から計算した結果を図-5に示す。ここで面内波とはP波とSV波から、面外波とはSH波からなる場動場である。

**位相速度 vs. 振動数**では、新幹線走行時の計測に加えて現地での常時微動観測および地表面への衝撃実験（ガイドハンマー）による計測データの表面スペクトル法(SASW)に従った分析結果も併せ記入した。数Hz以下の低周波に関しては、SASW結果は算出できなかったが、数Hz以上では新幹線走行による振動は地盤の基本波動よりもむしろ2次～3次の波動モードで伝播していることが分る。これは衝撃実験同様な傾向であり、表層を伝播する振動であると言える。一方、常時微動は常に1次の波動モードに近い結果である。

**群速度 vs. 振動数**からは、面内波のエアリー相振動数が面外波のそれよりも僅か高い。面内波に着目すると、1次モードで約4.5Hz、2次モードで約13Hzにエアリー相が現れ、対象地盤での伝播し易い振動数になっている。面外波では、3Hz、9Hzにそれぞれのエアリー相が見られる。

**振動数 vs. 波数**の特性図に列車の走行線を記入すると、各波動モードの分散曲線の交点から走行加振によって動的に誘発される波動場が推定できる。つまり、走行加振は特定の加振振動数  $f_0$  を併せ持って速度  $c$  で移動する状況であると  $f = f_0 \pm ck/2\pi$  となり、同振動数を切片とする走行線となる。ここでは、 $c=300\text{km/h}$ 、高架橋の橋脚下端の卓越振動数（図-3）より、 $f_0=0, 3, 6, 10\text{Hz}$  とした。同図には、参考のためエアリー相の振動数を示す。走行線と分散曲線の交差振動数に着目すると、面内方向では3Hz加振線で1次、2次モード、面外方向では3Hz加振線で1次、6Hz加振線で2次モードのエアリー相振動数に近い結果になり、低周波振動領域で卓越している1次、2次モードの大きな貢献度が予測される。なお、3Hz、10Hz加振振動数は列車速度と輪重配置に、3Hzは地盤と高架の相互作用による全体振動に起因していることより、振動を伝播し易いサイトとなっている。

今後の列車速度の向上を考えると、地盤内の波動モードと密に交差する傾向にあり、沿線振動がより増大することが予想される。しかし、20Hzより高い振動数成分は発生する可能性は非常に低い。

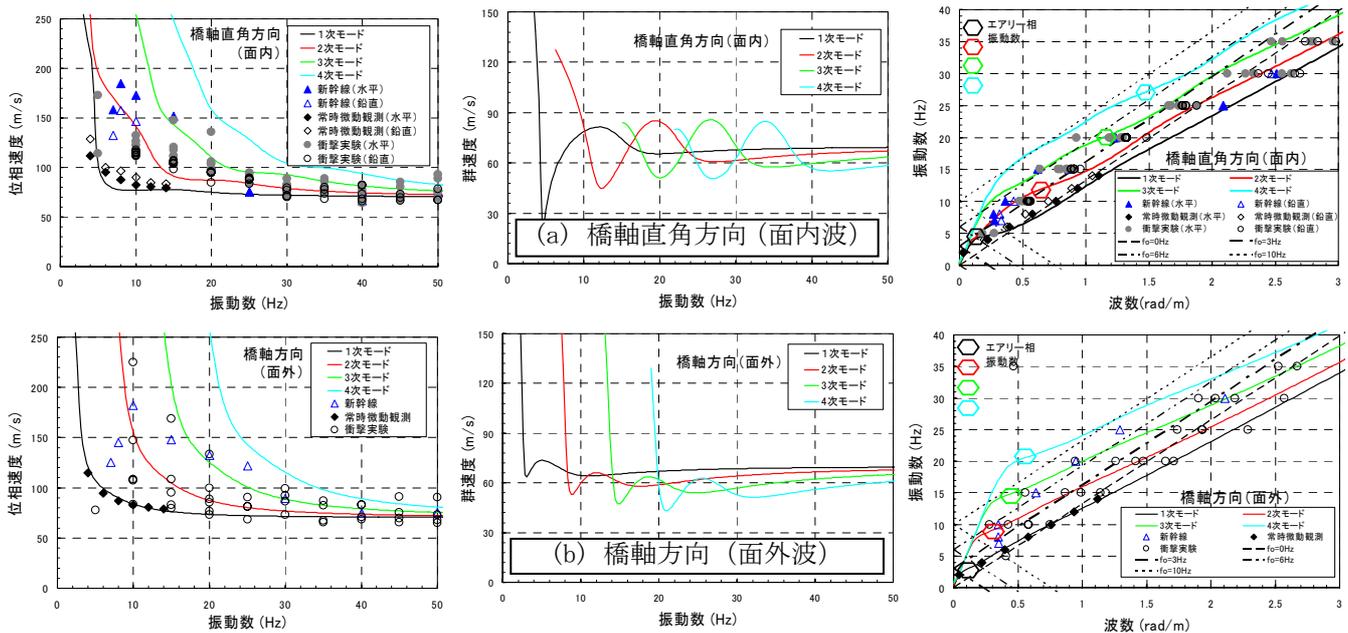


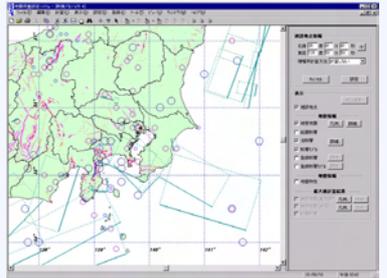
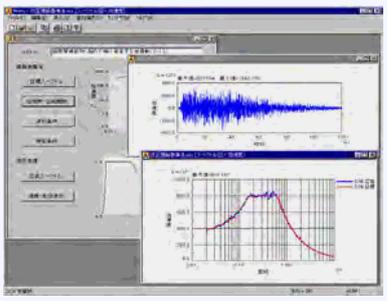
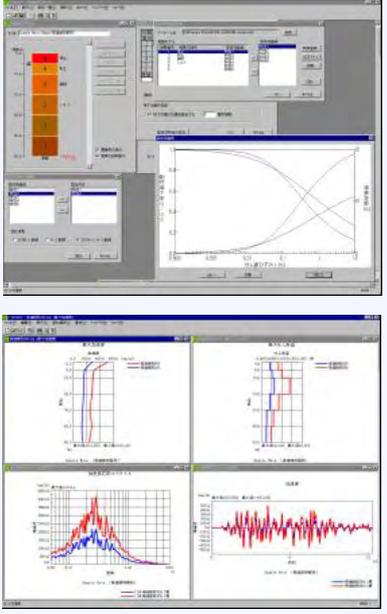
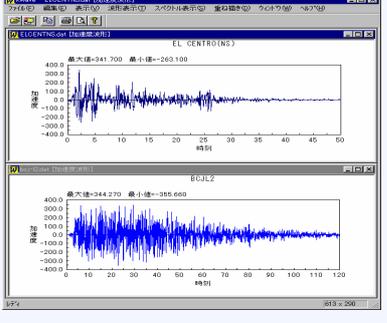
図-5 地盤分散曲線(左：位相速度 vs.振動数，中：群速度 vs.振動数，右：振動数 vs.波数)

### 4. むすび

本論文では、新幹線沿線で計測したデータの分析と、対象サイトの地盤特性から理論的解析をし、列車の走行に伴う沿線振動の実証的な予測をした。解析対象サイトは軟弱地盤で、列車の輪重配置と走行速度からの発生振動、高架軌道構造物の地盤との連成における固有振動、地盤内での伝播し易い波動が低周波振動数においてほぼ重なっている状況であることが分った。新幹線列車走行からの地盤振動は、振動数と共に貢献波動モードが変化することが判明した。

参考文献：1)竹宮：高架軌道からの新幹線列車振動の地盤内伝播性状，鉄道力学シンポジウム論文集，土木学会，Vol.8，2004年7月，pp.53-58。  
2)竹宮・合田：衝撃/移動荷重による剛基盤上の成層地盤の波動伝播非伝播現象，土木学会論文集，No.605/I-45，1998年10月，pp.161-169。

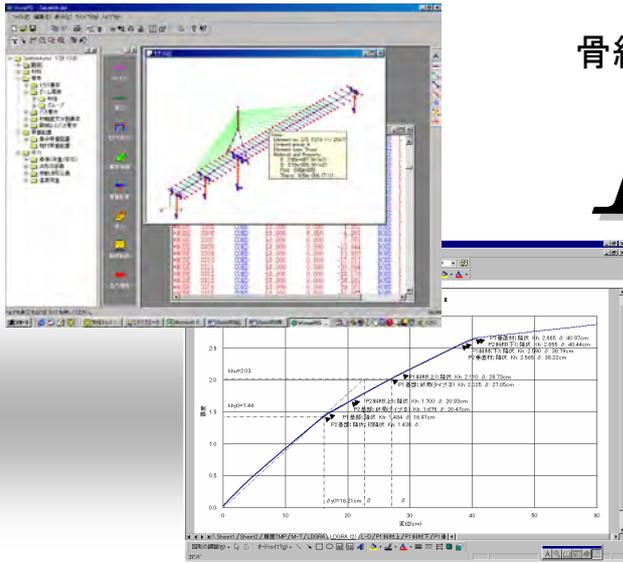
# 設計入力地震動作成システム

パッケージ名	概要	
<p>地震荷重設定システム <b>SeleS</b> for Windows セレス</p> <p>販売価格: 180万円</p>	<p>耐震設計のための地震荷重を設定するために、建設地点周辺の地震環境を検索し、被害地震および活断層によってもたらされる建設地点での地震動強さを評価するシステムです。 建設地点での最大振幅計算や再現期待値計算、断層の拡がり考慮した翠川・小林手法によるスペクトル評価が可能です。</p>	
<p>模擬地震波作成プログラム <b>ARTEQ</b> for Windows アーテック</p> <p>販売価格 フル機能版: 100万円 建築限定版: 70万円 土木限定版: 50万円</p>	<p>構造物設計用の地震応答スペクトルを設定して、その応答スペクトルに適合する地震波を作成するプログラムです。 改正建築基準法の告示1461号や設計入力地震動作成手法技術指針(案)、道路橋示方書に準拠した目標スペクトル、SeleSで算定した地震応答スペクトル等を設定することが可能です。</p>	
<p>成層地盤の地震応答解析プログラム <b>k-SHAKE+</b> for Windows ケイシェイク プラス</p> <p>販売価格 フル機能版: 80万円 基本機能版: 50万円 非線形機能版: 50万円</p>	<p>水平方向に半無限に広がる成層地盤を対象とした地震応答解析プログラムです。強震記録波形や ARTEQ で作成した模擬地震波を入力地震波として与えることが可能です。</p> <p>■基本機能 重複反射理論による等価線形解析機能を有します。土の非線形性は歪依存特性により考慮することが可能です。</p> <p>■非線形解析機能(オプション) 直接積分法による時刻歴非線形解析機能を有します。直接積分法は線形加速度法を用い、レーリー減衰により粘性減衰を指定することができます。復元力特性として、線形/非線形(Ramberg-Osgood モデル)を選択することが可能です。</p>	
<p>波形処理プログラム <b>k-WAVE</b> for Windows ケイウェイブ</p> <p>販売価格: 20万円</p>	<p>強震記録波形データや ARTEQ、k-SHAKE で得られた波形データを読み込み、積分・微分・フィルタ処理・中立軸補正処理・各種スペクトル表示を行う波形処理プログラムです。処理可能な波形データ点数はパソコンのメモリに依存します。 複数の波形に対して行った処理結果を簡単に重ね書き表示することが可能です。</p>	

設計入力地震動作成システム

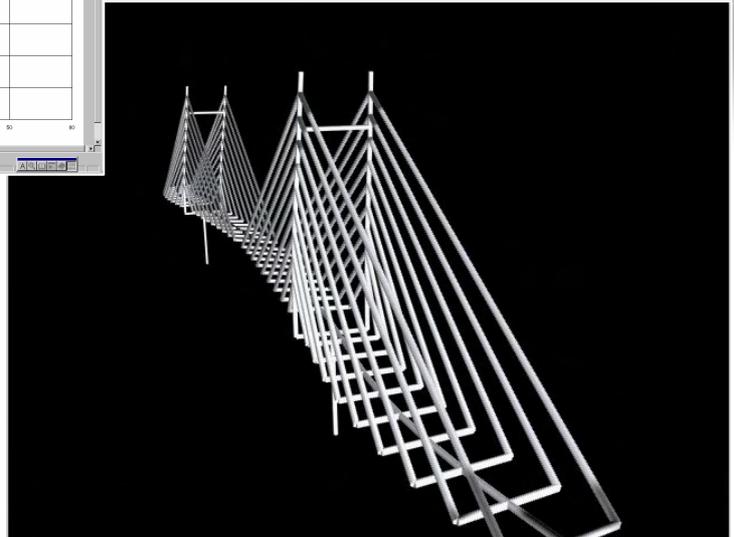
骨組構造物の汎用非線形解析プログラム

# RESP-T for Windows



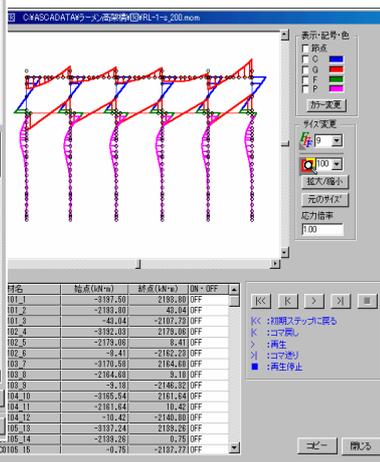
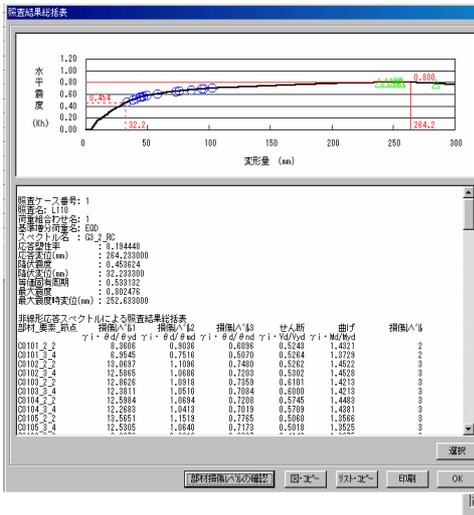
非線形問題、動的問題を  
高解析機能でカバー！

- 3次元任意形状骨組モデル対応
- 静的／動的／固有値／座屈固有値解析
- 弾塑性／幾何学的非線形
- 各種の免震制振機構にも対応



鉄道構造物等設計標準・同解説

耐震設計編に準拠！



- Windows対応
- 静的非線形解析
- 所要降伏震度スペクトル
- 地盤応答変位解析
- 部材の損傷レベルによる耐震性能チェック
- テトラリニア対応

鉄道構造物等の耐震性能照査プログラム

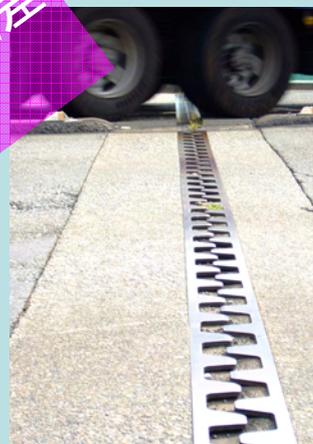
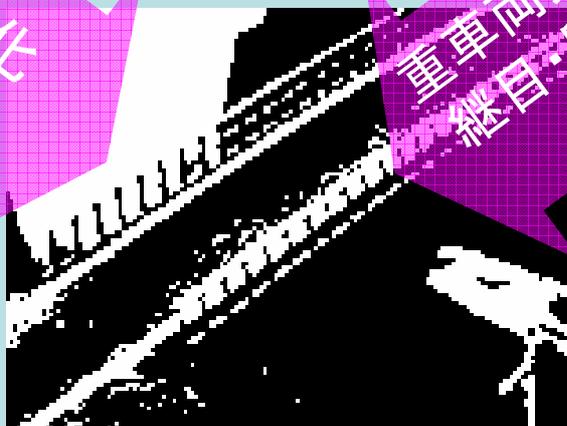
# ASCARS

Assessment Program for Seismic Capacity of Railway Structure

ASCARS は(財)鉄道総合技術研究所と(株)構造計画研究所の協同開発商品です。

# 構造物・維持管理 解析エンジニアリングソリューション

～安心・安全を支える技術～



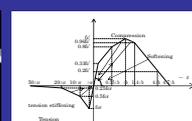
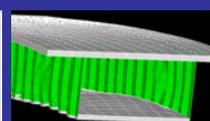
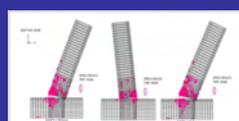
劣化  
剥落

重車両交通  
継目段差

## 構造物の劣化・損傷による健全度・安全性評価

FEMを用いた破壊シミュレーション

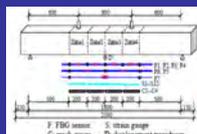
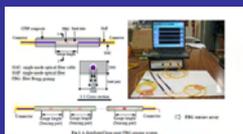
評価システム・アルゴリズムの開発



## センサー・制震デバイス配置計画最適化検討

FEMによるFBGセンサー配置計画

走行解析によるTMD配置計画

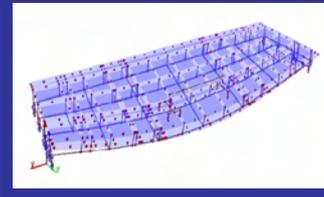
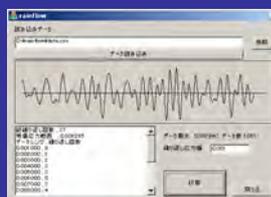


※FBGセンサー最適配置計画は茨城大学との共同研究開発です

## 環境振動評価・疲労検討

走行解析による振動レベル評価

FEM、走行解析による累積損傷予測



## 汎用の非線形有限要素法解析プログラム

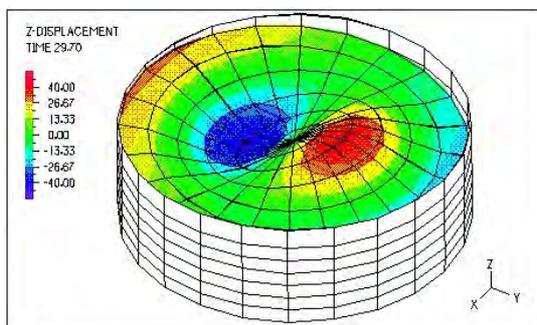
# ADINA

### 特徴

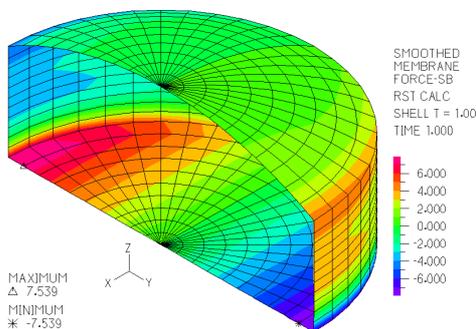
ADINA は、マサチューセッツ工科大学の研究成果を反映し ADINA R&D 社が開発した代表的な汎用の構造・熱伝導・熱流動解析プログラムです。非定常・非線形挙動を高精度な計算機能で解くことが可能です。 弊社ではプログラム販売の他、解析コンサルティング・サービスもご提供しております。

### 構造物—流体連成問題

貯蔵液体タンクのスロッシング解析



液面波形分布



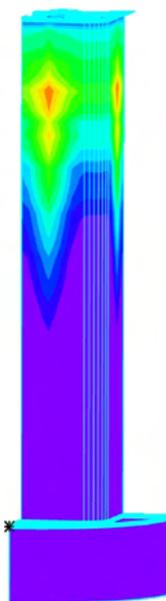
タンク壁面：断面力分布

#### ■スロッシング解析のポイント

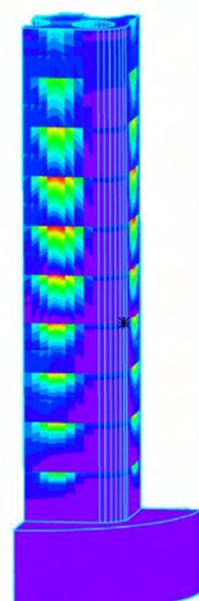
- ・構造と流体の相互作用解析
- ・タンクはシェル要素、流体は流体要素
- ・地震入力による動的応答解析
- ・スロッシング波高やタンク応力の算定
- ・浮き屋根の有無による差異の検討

### 非定常温度計算—熱応力問題

施工手順を考慮したRC橋脚の水和熱による、ひび割れ発生の予測



温度分布



引張応力度分布

#### ■水和熱によるひび割れ発生予測解析のポイント

- ・コンクリート打設サイクルの段階施工解析
- ・水和熱量の時間変化を考慮
- ・3次元非定常温度計算による温度予測
- ・型枠の脱却を反映した熱伝達境界の設定
- ・打設コンクリートのヤング係数の時間依存性

### 紹介セミナー・お試し版プログラム・教育訓練

ADINA プログラムや解析事例を紹介するセミナーをご用意しております。お試し版 CD とプログラム使用法の教育訓練もご提供致します。 また一般的な有限要素法解析についてのセミナーや教育も貴社のご事情に応じた内容で行います。 お気軽にご相談下さい。

## お問い合わせはこちらへ

本誌あるいは弊社の解析サービス・解析ソフトに関してのお問い合わせは下記までお願いいたします。

**(株) 構造計画研究所 都市環境営業室**

〒164-0011 中野区中央4丁目5番3号

TEL 03-5342-1136 FAX 03-5342-1236

Eメール: [kaiseki@kke.co.jp](mailto:kaiseki@kke.co.jp)

● 西日本営業所 06-6226-1231 ● 中部営業所 052-222-8461

また、本誌と連携して情報発信を行っております、構造計画研究所 解析関連部門のホームページにも是非お立ち寄りください。

<http://www4.kke.co.jp/kaiseki/>

尚、構造計画研究所全社の URL は <http://www.kke.co.jp/> です。



お客様が当社に提供された氏名・年齢・住所・電話番号等の個人情報は、当社の製品・ソリューションなどの情報提供や営業などの目的で使用することがあります。あらかじめご了承ください。お客様がご自身の個人情報の内容について照会または変更することをご希望される場合には、あるいは当社による個人情報の利用の中止をご希望される場合には、上記宛てにご連絡ください。可能な限り対処させていただきます。

**解析雑誌**

*Journal of Analytical Engineering Vol.18 2006.12*

**(株) 構造計画研究所 都市環境営業室 編集・発行**

本誌は非売品です。本誌掲載記事・広告の無断転載を禁じます。

Windows は米国 Microsoft 社の登録商標です。

*Journal of Analytical Engineering,*  
*Vol.18, 2006.12*

*Kozo Keikaku Engineering, Inc.*