

解析雑誌

Vol.22 2009.4

【 Topics 】

- 汎用構造解析プログラム使用時の注意点
- 技術セミナーのお知らせ
「強震動評価と耐震検討の最新技術」
- 解析事例のご紹介
粒子法を用いた固液混相流解析

【 Technical Reports 】

- 家具類の移動・転倒・落下のシミュレーション

Journal of Analytical Engineering



技術開発に対する思い

(株)構造計画研究所
耐震技術部長 山本 一美



今年の桜の開花は、平年より1週間程早く、東京では3月21日にソメイヨシノが開花したそうです。新入社員が入社した4月1日は既に満開になっていたのです。今年は新入社員が花見の場所取りや宴席で活躍する場面は少なかったのではないのでしょうか？

新入社員の入社や人事異動により新しい仲間を自分達のチームに迎え入れ、新たな気持ちで新年度のスタートを切った顧客の皆様方がいらっしゃるものと存じます。弊社の新年度は7月からとなりますが、新入社員が入社する月、あるいはお付き合いさせていただいております皆様方の新年度のスタート月である4月は、弊社も新たな決意で「将来を切り開くための活動」をスタートさせることに注力しております。これからの日本経済のトレンドが、どのように推移して行くのかが不透明であるこの時期においては、周囲の雑音（例えば、マスコミ報道等）に惑わされることなく、将来を見据えた付加価値の高い技術開発を推進していくことが肝要であると考えております。

過日、弊社は、経済産業省の委託事業としてサービス産業生産性協議会が行う、『ハイ・サービス日本300選』に選出されました。『ハイ・サービス日本300選』とは、生産性向上に役立つ先進的な取り組みを表彰・公表することにより、企業の一層の取り組みを喚起するとともに、先進事例をベストプラクティスとして広く普及・共有することで、サービス産業全体の生産性向上を図る事を目的に実施されており、年に3~4回、各回30組織前後を選定・公表し、2007年~2009年までの3年間で300選を目標とされております。弊社が選出された理由は、弊社が大学や研究機関で追求される「学問知」と、社会の実務から得られる「経験知」を結びつけ、その相互作用から生まれる「エンジニアリング（工学知）」をサービスとして提供し、付加価値の高いサービス（ソリューション）を創出していることが高く評価されたとのことです。

弊社は、1959年の設立以来「大学、研究機関と実業界とをブリッジする総合エンジニアリング企業」を経営理念とし、「知」をつなぎ、つむぎだすエンジニアリングの本質を大切にする Professional Engineering Solution Firm を目指してまいりました。サブプライム問題等の米国経済の混乱に端を発した世界的な不況下においてこそ、皆様方が目に見える、あるいはイメージできる具体的なソリューションを創り上げる、継続的な技術開発の重要性を再認識いたしました。今後も、前述した経営理念を実践すべく、継続的かつ戦略的に技術開発に取り組んで行く方針でございます。「解析雑誌 Vol.22」においても、日頃、弊社が取り組んでいる技術開発テーマの1部をご紹介させていただいております。現状のような厳しい経済環境下の時こそ、弊社のソリューションが皆様方の業務や研究のお役に立てるよう、一丸となって努力を重ねてまいります。

今後ともよろしくお引き立てのほどお願い申し上げます。

解析雑誌 Vol.22 2009.4

【巻頭言】	技術開発に対する思い	耐震技術部 部長 山本 一美	02
Topic 1	汎用構造解析プログラム使用時の注意点		04
Topic 2	【技術セミナーのお知らせ】 「強震動評価と耐震検討の最新技術」		06
Topic 3	【事例紹介】粒子法を用いた固液混相流解析		14

Technical Report 1			
■	家具類の移動・転倒・落下のシミュレーション		22
	正月 俊行		

お問い合わせはこちらへ

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。

汎用構造解析プログラム使用時の注意点



(株)構造計画研究所
エンジニアリング営業部
宇佐美 祐人

本稿は「建築技術 2008 年 6 月号」に寄稿した記事「特集 力の流れと構造物のモデル化—構造デザインと数値解析—構造物のモデル化と設計への展開 汎用プログラム使用時の注意点」(全4ページ)より、概要説明と一部項目を抜粋したものである。原記事は(株)構造計画研究所 ADINA、midas Gen、RESP 各プログラムのユーザサポート担当、および解析担当から材料提供を受け、まとめた。読者として、日常的に一貫構造計算プログラムは使用しているが、有限要素法 (FEM) 等、汎用構造計算プログラムの使用経験が少ない実務者や、学生など構造解析の初学者を想定したため、初歩的な注意点についても取り上げた。

FEM 等、汎用構造解析プログラムは、以前に比べ操作性が良く、導入もしやすくなり、使用機会が増えている。だが、構造設計にかけられる時間が短くなってきているためか、基礎的なことを理解せずに使っていると思われるミスも多く見かけるようになってきた。本稿では、汎用プログラム使用時の注意点を要因別に分類し、その一部事例と対策について説明する。

一般的な注意点やノウハウは参考文献 1)~6)にも多数記載されているので、あわせて参考にされたい。

注意点の分類

汎用構造解析プログラムの使用時に注意する点を要因別に、以下のとおり分類する。

- ・有限要素法等の理論そのものが原因を持つもの
- ・コンピュータの仕組み、数値計算方法に起因するもの
- ・個々のプログラム製品の仕様によるもの
- ・モデル化によるもの (一般的な注意点、非線形解析、動的解析での注意点)
- ・設計慣例によるもの
- ・入力、操作によるもの
- ・運用方法によるもの

このうち、モデル化によるもの (一般的な注意点) について概要と対策を説明する。モデル図、結果図は midas Gen により作成した。

初歩的なことであるが、モデル化の際、二次元要素の種類を選択を間違える例を見かける。建築でよく使用する二次元要素には、平面応力要素、平面歪要素、シェル要素などがある。平面応力要素は面外の剛性を持たないので、床スラブの解析には使えない。スラブの解析で不安定エラーが発生する最も多い原因の一つである (図 1)。平面応力要素は、比較的薄くて面外剛性を無視したい壁のモデル化などに用いる。対して、平面歪要素は面外に変形しない要素であり、長さ方向に拘束されている厚肉円筒や堤防の断面モデルなどに使用する。スラブや面外剛性を考慮する壁のモデル化には通常、シェル要素を用いる (図 2)。

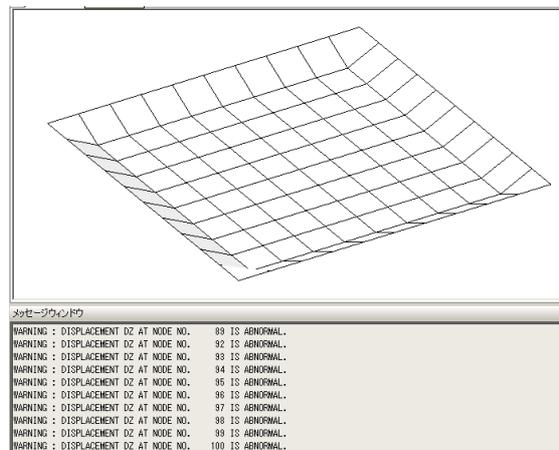


図 1 スラブを平面応力要素でモデル化し、鉛直方向に不安定となった例 (不安定を示すメッセージが出力されている)

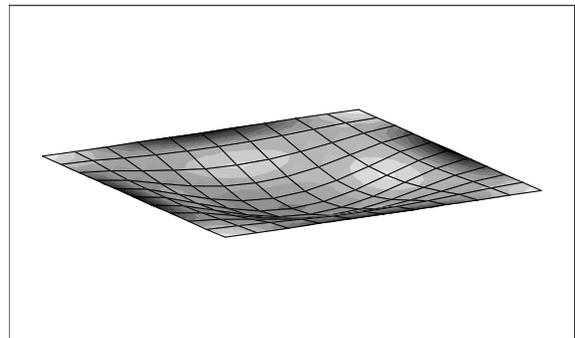


図 2 スラブをシェル要素 (板要素) でモデル化した例

もう一つの初歩的なモデル化間違いは、1枚のスラブを1つのシェル要素でモデル化してしまうことである。梁要素では自重等の中間荷重を両端節点に振り分けた等価節点荷重に、曲げモーメントを含んでいることもあって、1本の梁を1つの梁要素でモデル化しても、静的解析であれば問題ない。これに対しシェル要素の場合、有限要素法の慣例として、等価節点荷重には曲げモーメントは含まれない。1枚のスラブを一つのシェルとすることは分割が粗い (分割していない) ことによる誤差も問題であるが、自重等による曲げモーメントが生じないことになるため、注意が必要である (図 3, 図 4, 図 5)。

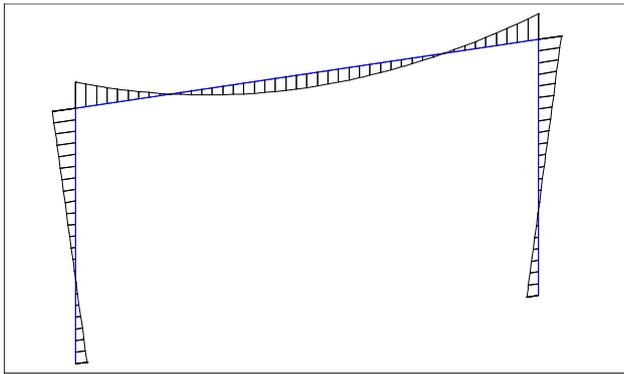


図3 梁要素による長期曲げモーメント
(1本の梁を1つの梁要素でモデル化しても問題ない)

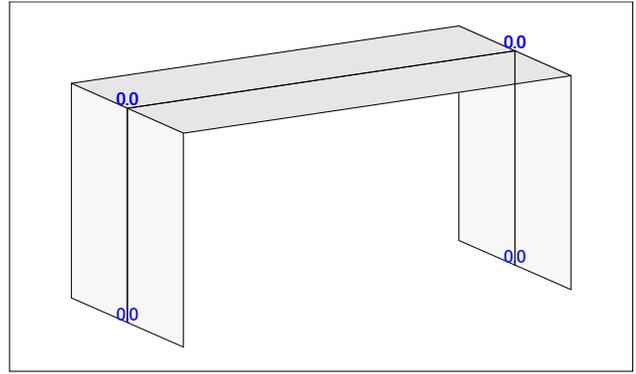


図4 1枚のスラブをシェル1要素でモデル化した例
(自重による曲げモーメントが生じない)

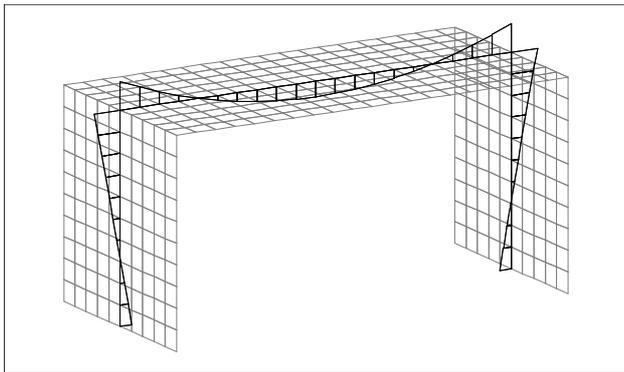


図5 要素分割することで曲げモーメントが生じる

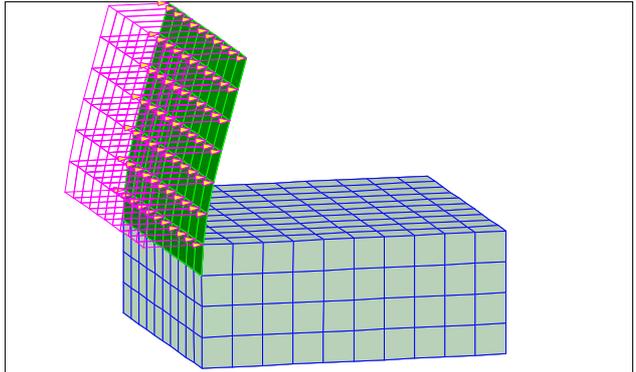


図7 シェル要素をソリッド要素1グリッド分、延長したモデル

ソリッド要素（三次元要素）を使用する際は、ソリッド要素を定義する節点の回転自由度が拘束されないことに注意が必要である。マットスラブをソリッド要素でモデル化し、周辺から立ち上がる壁をシェル要素とする場合、シェル要素の端部をソリッド要素に接続しただけでは回転方向に不安定となる（図6）。回避策としては、剛体連結機能を用いる、1メッシュ分シェル要素を長くし、ソリッド要素の面と重ねるなどする（図7）。ただし、シェル要素とソリッド要素を重ねた場合、剛性が二重に評価されるので、工夫が必要となる。

ソリッド要素にビーム要素を接続する場合も同様であり、ビーム要素の場合はさらにねじれ方向の拘束も必要となる。

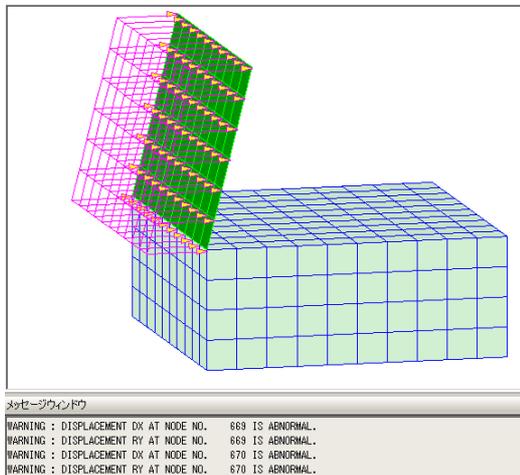


図6 ソリッド要素とシェル要素を1辺で接続したため、回転方向に不安定となったモデル

【参考文献】

- 1) 岸正彦：構造解析のための有限要素法実践ハンドブック、森北出版、2006年5月
- 2) コンクリート構造物の設計に FEM 解析を適用するためのガイドライン、(社)日本コンクリート工学協会、1989年3月
- 3) コンピュータ時代の構造設計と解析を考える、建築技術、No.593、1999年7月
- 4) 平成9・10年度耐震設計ソフトウェアに関する研究委員会報告書、(財)土木研究センター、1999年4月
- 5) 橋の動的耐震設計法マニュアル、(財)土木研究センター、2006年5月
- 6) SBD メールマガジン：

<http://www.kke.co.jp/sbd/sbd/magazine/index.htm>

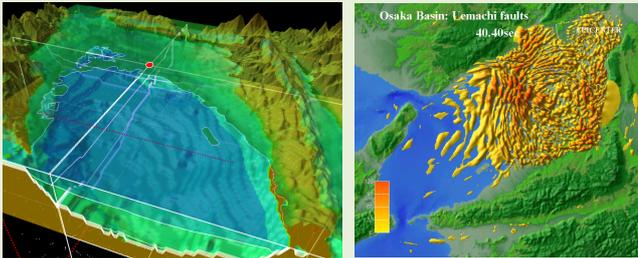
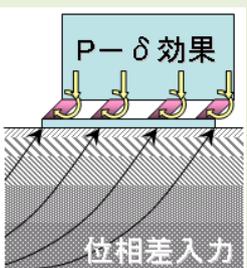
【技術セミナーのお知らせ】

強震動評価と耐震検討の最新技術 ～最近の話題と検討事例のご紹介～

昨今、中央防災会議やE-ディフェンス、各種学会などにおいて、堆積層が厚い平野部における地震動特性（長周期・長継続時間）をふまえた耐震検討に関する話題が増えてきています。

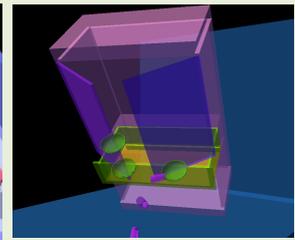
この度、独立行政法人建築研究所 国際地震工学センター上席研究員の斉藤大樹氏を講師としてお迎えし、長周期地震動に対する超高層建築物の揺れの性状と安全性・機能性・居住性への影響、防災対策等に関するご講演の機会をいただきました。弊社における強震動評価や耐震性評価に関わる最近の話題と評価事例のご紹介も合わせ、「強震動評価と耐震検討の最新技術」と題する技術セミナーを開催する運びとなりましたので、ご案内申し上げます。

本セミナーでご紹介する評価技術は、発表事例以外にも様々な場面で適用可能な内容と考えております。設計者のみならず、研究・維持管理・商品開発などをご担当の方にもご参考になると思っております。最近の技術動向を把握していただき、今後の業務に役立てていただければ幸いです。

開場	13:00
開会挨拶	13:30 ~ 13:40
(第一部) 基調講演	13:40 ~ 14:40
<p>長周期地震動に対する超高層建物の揺れと対策</p> <p>超高層建築物は、比較的小さな長周期地震動でもエレベーターが停止するなどの障害が発生しやすく、巨大地震に伴う長周期地震動では、構造的な被害が発生することも懸念されています。講演では、長周期地震動に対する超高層建築物の揺れの性状と安全性・機能性・居住性への影響、防災対策等についてご紹介いただきます。</p> <p style="text-align: right;">独立行政法人 建築研究所 上席研究員 斉藤 大樹 氏</p>	
休憩	14:40 ~ 14:50
(第二部) 構造計画研究所における評価事例のご紹介	14:50 ~ 17:30
<p>堆積層が厚い平野部における強震動評価</p> <p>2009年3月に日本建築学会より刊行された「最新の地盤震動研究を活かした強震波形の作成法」の内容をふまえ、震源から対象地点までの地下構造モデルを考慮したハイブリッド法を用いて、堆積層が厚い平野部における強震動評価を行った事例をご紹介します。</p>	
<p>超高層建物の振動解析技術</p> <p>法改正以後、超高層・免震の評定では、位相差入力・非剛床・上下動・段階施工・P-δ効果の評価に際して、簡易な手法による予測ではなく、数値解析が求められる事例が増えています。これらの検討事例を通じて、解析手法・ツールの現状をご紹介します。</p>	
	 

地震時の家具・什器類の挙動解析

超高層建物の上階で生じるような長周期の揺れによる家具・什器類の移動については検討がほとんどされていないのが現状です。そこで超高層建物におけるオフィス内の固定されていない什器類の地震時挙動を、剛体の物理シミュレーションを用いて評価した事例をご紹介します。

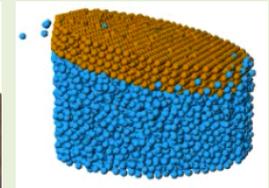
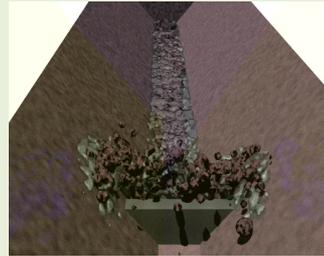


※東京工業大学翠川研究室との共同研究

☞ 本誌 p. 22 でも関連話題をご紹介します。

粒子法を用いた高架水槽などの挙動解析

粒子法は、水や空気などの流れを粒子の動きで模擬して、激しい水面の変化や飛沫の発生などもシミュレーションできる新しい評価手法です。この粒子法を用いて、高架水槽・タンクのスロッシングに伴う溢流や、土石流をシミュレーションした事例をご紹介します。

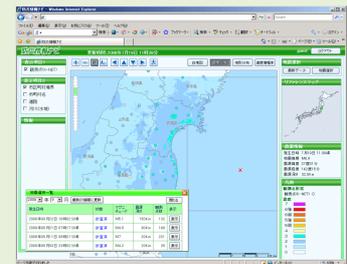


☞ 本誌 p. 14 でも関連話題をご紹介します。

その他、最新技術のご紹介

その他、様々な最新技術をご紹介します。

- ・ 準リアルタイム配信される観測記録を利用した地震発生後の被害シミュレーションシステム
- ・ 地震ハザード評価プログラム
- ・ 3次元地盤非線形解析プログラム など



※タイトル・発表内容等は、都合により変更する可能性があります。 ※第二部の途中に10分程度の休憩を予定しております。

【日 時】 **平成21年4月22日(水)**
13:30 ~ 17:30 (受付開始 13:00)

【場 所】 構造計画研究所 本所新館 B1F レクチャールーム
〒164-0011 東京都中野区中央4-5-3
(東京メトロ 丸ノ内線 「新中野駅」より徒歩1分)

【参加費】 **無料** (定員80名) ※原則として先着順です。定員に達し次第、締め切らせていただきます。

【申込方法】 参加ご希望の方は、下記事項を記入の上、電子メールまたはFAXにてお申込みください。
電子メールの表題: 「強震動評価と耐震検討の最新技術セミナー」 申込み
電子メールの本文に、参加を希望される方の
氏名、所属、連絡先住所、電話番号、FAX番号、メールアドレス
をご記入の上、下記のお申込先までお送りください。

【お申込先】 セミナー事務局 (担当: エンジニアリング営業部 丘 (オカ))
メールアドレス: eng-seminar@kke.co.jp FAX: 03-5342-1236

※個人情報の取り扱いにつきましては、本誌最終頁をご一読いただきますようよろしくお願い致します。
また、弊社ウェブサイト (<http://www.kke.co.jp>) で公開中の「プライバシーポリシー」も併せてご覧ください。

地震ハザード評価プログラム

k-HAZARD Ver.2.0

最新知見の地震活動データに基づいた地震危険度を確率論的に評価する

=特徴=

- 任意の地点・再現期間・基準日に対する地震ハザードの評価が可能です
- 最大速度や加速度応答スペクトルによる地震動評価が可能です
- 対象建物の固有周期に合わせた地震ハザードカーブや一様ハザードスペクトルの出力、
また、地震ハザードに影響を及ぼす地震種別の分析など、様々な評価が可能です
- 内蔵されている地震活動データはユーザによる編集が可能です
- 評価結果の図化が可能です*

(※一部の評価結果を除く)

地震ハザードの評価方法

地震活動のモデル化

- 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

地震動の予測に用いる距離減衰式

- 最大速度
 - 司・翠川(1999)〈基盤面〉
- 加速度応答スペクトル
 - 安中・山崎・片平(1997)〈基盤面〉
 - 内山・翠川(2006)〈基盤面〉
 - Kanno et al.(2006)〈基盤面〉

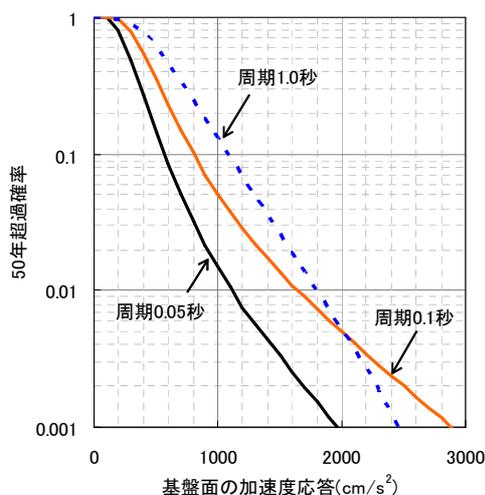
表層地盤増幅率

- 最大速度
 - 藤本・翠川(2003)に基づき評価した地盤増幅率データベース
 - ユーザ指定
- 加速度応答スペクトル
 - 藤本・翠川(2003)に基づき整備したAVS30データベース(約250mメッシュ単位)を用いた地盤増幅率(Kanno et al.(2006)利用時のみ)
 - ユーザ指定

評価事例

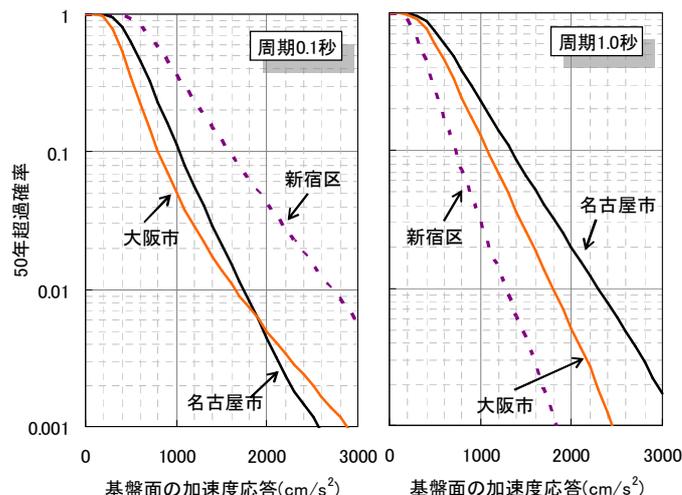
- 地震動の予測に用いた距離減衰式：Kanno et al.(2006)
- 評価基準日：2008年1月1日

地震ハザードカーブ



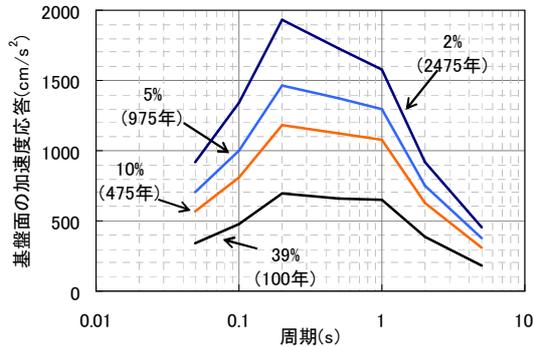
評価期間50年における大阪市の基盤面の地震ハザードカーブ（周期0.05秒、0.1秒、1.0秒）を示します。地点や周期を指定することにより、対象建物の周期特性に合わせた地震ハザードの評価を行うことができます。

地震ハザードカーブ地点比較



評価期間50年における大阪市、名古屋市、新宿区の基盤面の地震ハザードカーブ（周期0.1秒、1.0秒）を示します。複数地点の地震ハザードを比較することにより、周期によって、地点間の傾向が異なることがわかります。

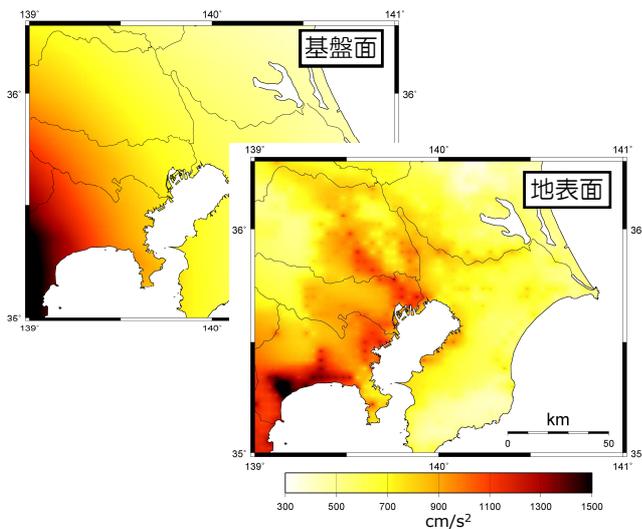
一様ハザードスペクトル



50年超過確率2%(再現期間2475年)、50年超過確率5%(再現期間975年)、50年超過確率10%(再現期間475年)、50年超過確率39%(再現期間100年)における、大阪市の基盤面の一様ハザードスペクトルを示します。

任意の再現期間に応じた加速度応答スペクトルを確率的に評価することができ、設計用地震動の検証などに利用することができます。

地震ハザードマップ



0.04° 間隔で関東圏の基盤面および地表面の50年超過確率10%(再現期間475年)の加速度応答(周期1.0秒)を評価し、地震ハザードマップを作成した例を示します。基盤面から地表面までの増幅率は藤本・翠川(2003)に基づき整備したAVS30データをKanno et al.(2006)に適用して評価しています。

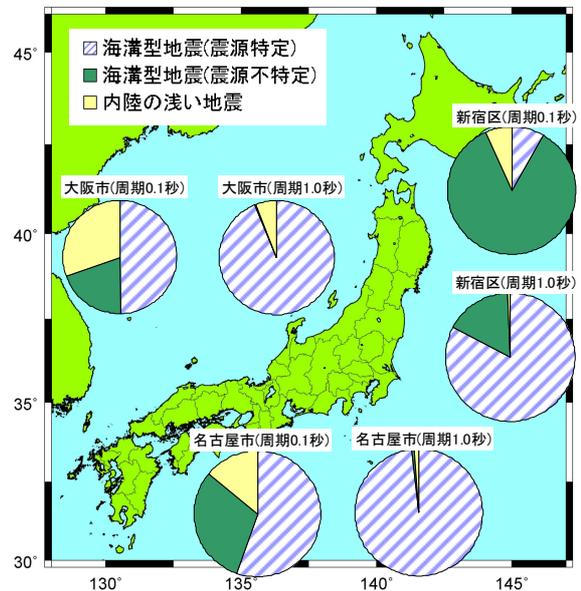
※本プログラムにGIS表示機能は含まれておりません。

地震ハザードへの影響度

地震ハザードへの影響度とは、地震ハザード評価の対象となる全地震を地震のタイプ別にグルーピングし、全地震による超過確率に対して各グループが占める割合を評価したものです。本事例では「海溝型地震(震源特定)」、「海溝型地震(震源不特定)」、「内陸の浅い地震」の3種類にグルーピングを行いました。

今後50年間における大阪市、名古屋市、新宿区の基盤面の加速度応答(周期0.1秒、1.0秒)が400cm/s²以上となる確率に対して、各グループの影響度を円グラフで示したものです。

短周期では、周辺地域の地震環境の特徴によって、想定すべき影響度の高い地震の傾向が異なります。周期が長くなりますと、どの地域も長周期成分が卓越する「海溝型地震(震源特定)」の影響が大きくなるのがわかります。



カスタマイズ対応

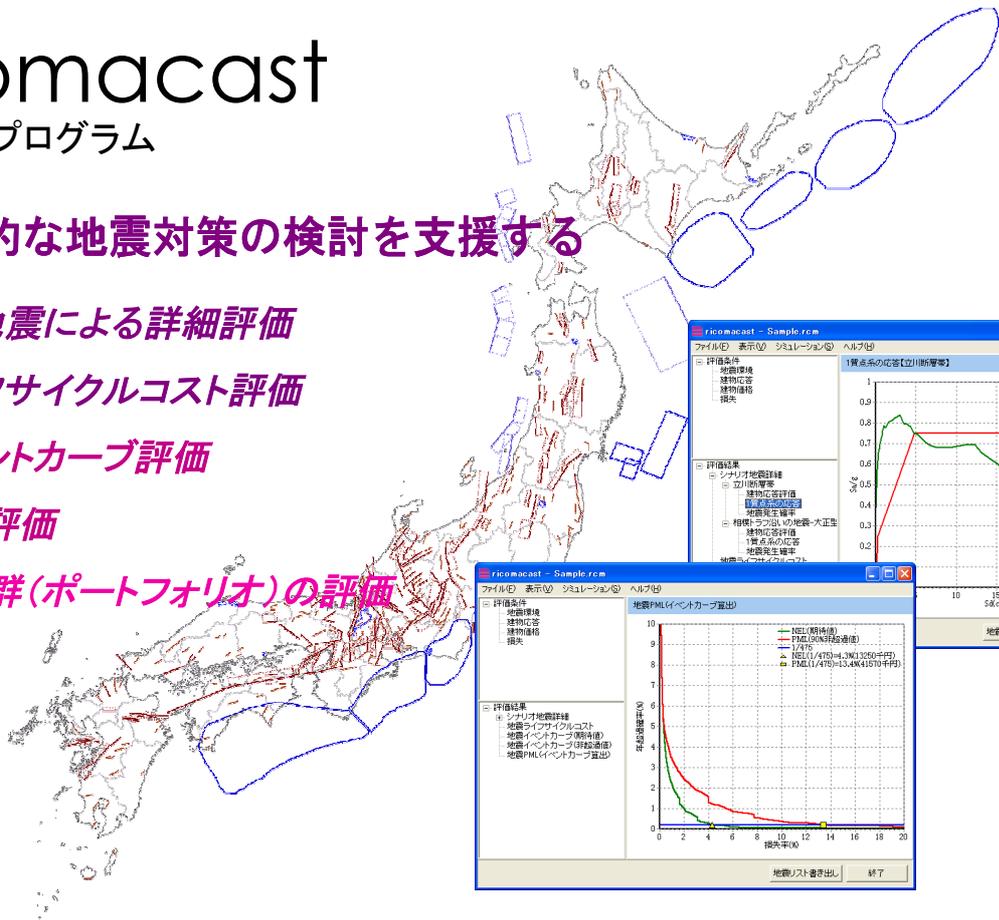
本プログラムについては、機能追加や出力形式の変更等、お客様のご利用目的に応じてプログラムのカスタマイズを受託開発として対応いたします。ご質問、ご要望などがございましたら、本誌最終頁のお問い合わせ先までお願いいたします。

販売開始日(予定)：2009年4月
販売価格(予定)：380万円(税抜)

本稿の記載内容、評価結果は開発段階のものであり、今後見直す可能性がございます。
本稿の一部の図の作成については、GMT Ver4.1.3を使用させていただきました。記して感謝いたします。

建物に効果的な地震対策の検討を支援する

- シナリオ地震による詳細評価
- 地震ライフサイクルコスト評価
- 地震イベントカーブ評価
- 地震PML評価
- 複数建物群(ポートフォリオ)の評価



ricomacastとは？

ricomacastは、建設地周辺の活断層の状況や過去の地震活動状況をふまえて、建物の地震リスクを評価するプログラムです。

日本全国の地震活動モデルのデータベースと、建物の地震リスクを評価するために必要な基本機能を内蔵しており、建物の属性を設定することにより、対象建物の地震リスクを評価することができます。

震源

現在の工学的知見に基づく地震情報データベースを利用して評価することができます。また、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*1。

[地震情報データベース]

- 主要98断層帯*2
- 主要98断層帯以外の活断層*2
- 海溝型地震*2*3
- 震源断層を予め特定しにくい地震* 2

*1 国土交通省国土計画局の国土数値情報を基本地図として利用。

*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利用。

*3 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。

建物応答評価

応答スペクトル法により建物応答を評価します。建物の耐カスペクトルは、以下の4つの設定方法を用意しています。構造計算や耐震診断結果等に基づいた設定を支援しています。

[耐カスペクトルの設定方法]

- 保有水平耐力(せん断力係数Ci)の入力
- Bird-21保有水平耐力計算結果を利用する
- Is値の入力
- 耐力スペクトルの直接入力

震源特性・伝播経路特性と増幅特性の評価

応答スペクトルの距離減衰式と表層地盤の増幅特性を与えて地震動を評価します。地震動の不確実性は地震動強さ(基盤面)の生起確率を離散化して評価します。

[距離減衰式・増幅特性]

- 安中・山崎・片平(1997)
 - ・建築基準法に基づく地盤種別の増幅特性
 - ・ユーザー指定によるサイト増幅特性
- 山内・山崎・若松・SHABESTARI(2001)
 - ・11種類に分類された地盤種別の増幅特性

損失評価

イベントツリー分析により建物損失を評価します。フラジリティおよび再調達価格はユーザーが自由に設定することができます。また、既往の研究結果を参考に設定したフラジリティを内蔵しています。

[フラジリティ]

- 鉄筋コンクリート造
- 鉄骨造
- 鉄骨鉄筋コンクリート造
- 非構造部材(加速度依存)
- 非構造部材(層間変形角依存)

動作環境

- 対応OS : Microsoft Windows XP 日本語版
Microsoft Windows Vista 日本語版
- CPU : Pentium 4以上
- 必要メモリ : 512MB以上
- プロトコル : TCP/IP (同一ルータ内で接続されている範囲)
- その他 : USBポートにセキュリティデバイスの接続が必要でインストールには管理者権限が必要です

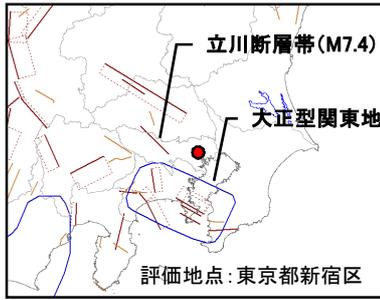
* ポートフォリオ評価を行う際には、必要メモリが仮想メモリ含め2GB以上となる場合があります。

ricomacastをベースとしたシステム開発(受託開発)

ricomacastは単独で動作するソフトウェアですが、お客様のニーズに合わせたカスタマイズに対応いたします。

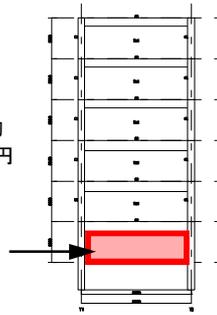
「自社独自の損傷評価モデルやコストモデルをricomacastに導入したい」、
「自社の仕様に合わせてレポート出力機能が欲しい」等のご要望にお応えします。

評価地点と周辺の地震環境



建物モデル

- ・現状
地上6階、RC造
1Fにピロティを有する
旧耐震に準拠した建物
建物再調達費用 3億円
- ・耐震対策案
1Fピロティに壁を増設
補強費用 1千万円



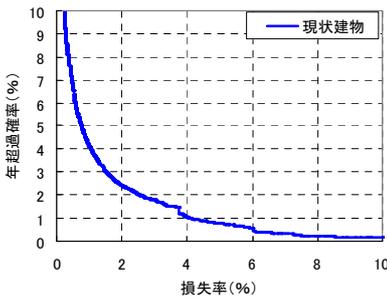
評価条件

距離減衰式	安中・山崎・片平(1997)
地盤種別	第2種地盤(建築基準法)
評価基準日	2009年1月
地震動の不確実性	地震動強さの生起確率を11等分に離散化して評価
発生頻度の評価方法	マグニチュード0.2刻みで評価
地震データ	J-SHIS(2008年版)

周辺の地震環境をふまえた現状建物の地震リスクはどの程度？

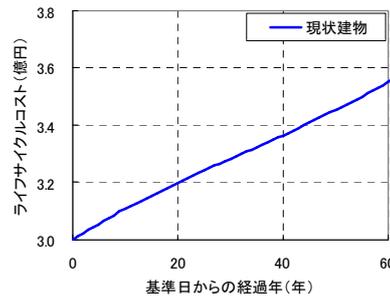
現状建物の地震リスクを評価します。

地震イベントカーブ(期待値)



損失率とは、建物が地震を受けたときに生じる損失を建物の再調達費用で除した割合です。年超過確率とは、それ以上の損失が生じる年間あたりの確率です。

地震ライフサイクルコスト



地震がもたらす長期的なキャッシュフロー(ライフサイクルコスト)への影響を評価します。

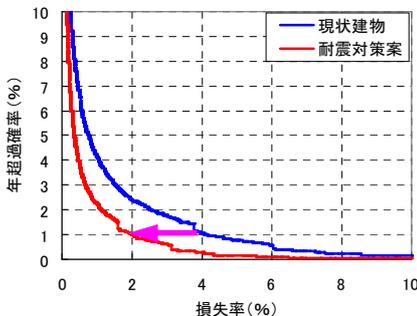
再現期間100年(年超過確率1%)の地震に対して予想される損失期待値は約4%(0.12億円)である。

30年間の地震ライフサイクルコストの期待値は約2千万円。

耐震対策の効果は？

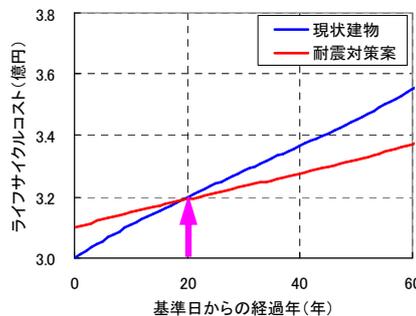
耐震対策前後の地震リスクを比較評価することにより、耐震対策の効果を検討します。

地震イベントカーブ(期待値)



再現期間100年(年超過確率1%)の地震に対して再調達費用の約2%の損失低減。

地震ライフサイクルコスト



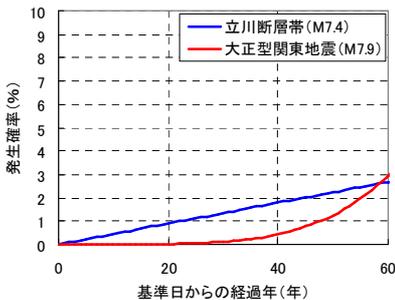
旧耐震基準の現状建物は地震に対するリスクが高いため急勾配のグラフになっています。一方、耐震対策を施した場合には初期投資が発生しますが、地震に対するリスクが低減されるために緩勾配のグラフになります。

耐震対策のために初期投資は発生するが20年後には地震ライフサイクルコストが逆転する。

発生リスクの高い地震は？

建物周辺で予想される地震の発生リスクを地震調査研究推進本部による長期評価結果に基づき評価します。

地震発生確率



評価基準日と確率分布(BPT分布、ポアソン過程)により評価します。

M7.4クラスの立川断層帯による地震の40年発生確率は約2%である。

その他にも・・・

ricomacast では、以下のような評価を行うことができます。

□ 建物の応答結果の確認

シナリオ地震に対する等価1質点系の建物応答評価結果(加速度、変位)を確認することができます。

□ 地震PMLは？

90%非超過値のイベントカーブより地震PMLを評価することができます。

□ 複数の建物についての地震リスクは？

複数建物群(ポートフォリオ)の評価を行うことにより、保有する複数の建物に対する地震リスクを評価することができます。

設計用入力地震動作成システム 2009年バージョンアップ

【2009年のバージョンアップ項目】

設計用入力地震動作成システムは、4.x から 5.0 へのバージョンアップを行っており、2009年1月より順次販売を開始しております。

今回のバージョンアップでは、各パッケージの Windows Vista 対応、新規機能の追加、使いやすさの向上のための改良を実施しております。

その他、保守契約ユーザ様を対象に最新版プログラム等のダウンロードサービスも開始する予定です。

なお、保守契約ユーザ様および過去のバージョンを保有のお客様へは、特別価格にてご提供する予定です。

【各パッケージの機能追加・リリース予定一覧】

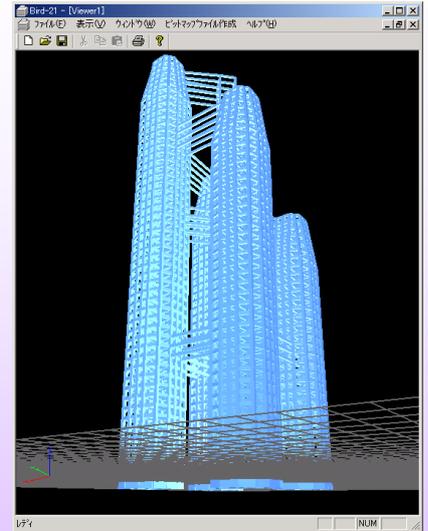
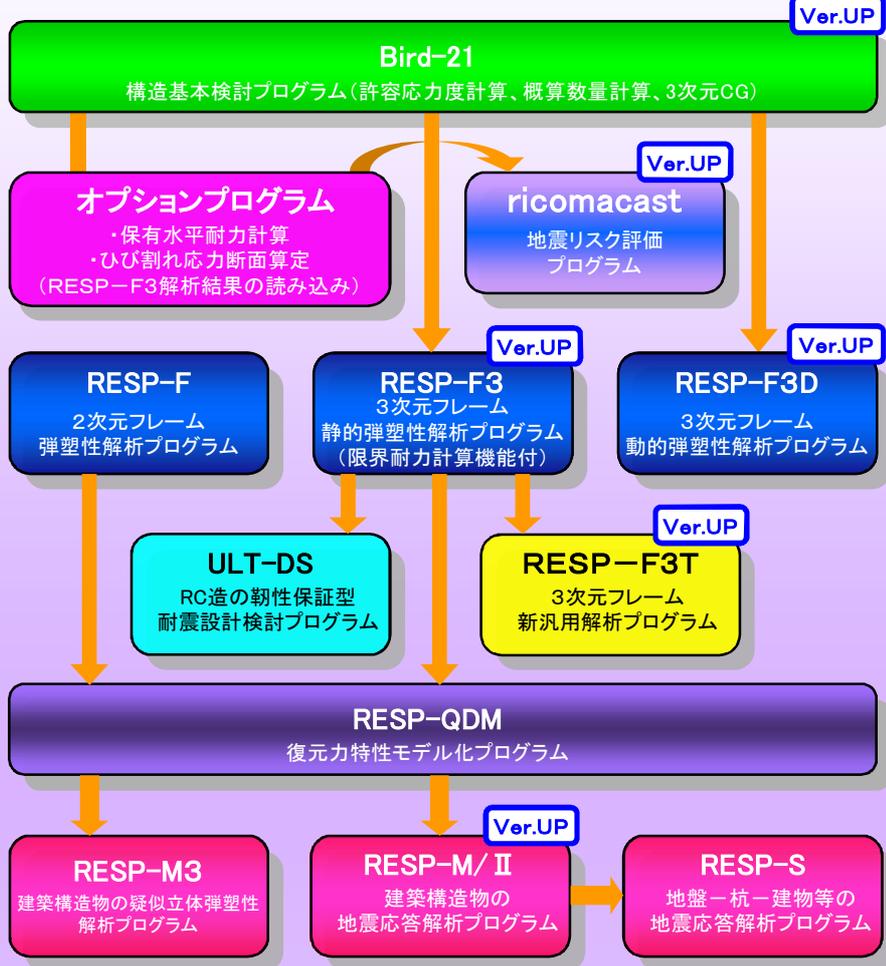
パッケージ名	追加機能など	販売中/リリース予定
地震荷重設定システム SeleS for Windows セレス Version 5.0 販売予定価格：1,890,000円（税込）	<ul style="list-style-type: none"> ・Windows Vista(32bit Business)に対応します。 ・新しい地図データに対応します。 	・2009年6月リリース予定
模擬地震波作成プログラム ARTEQ for Windows アーテック Version 5.0 販売予定価格 フル機能版：1,050,000円（税込） 建築限定版：735,000円（税込） 土木限定版：525,000円（税込）	<ul style="list-style-type: none"> ■ 共通機能 ・Windows Vista(32bit Business)に対応しました。 ・任意の減衰定数の応答スペクトルを目標スペクトルとして設定できる機能を追加しました。 ・建築基準法の目標スペクトルに掛け合わせる係数の上限値を1.5までに変更しました。 ・耐専スペクトル計算機能を追加しました。 	・販売中
成層地盤の地震応答解析プログラム k-SHAKE+ for Windows ケイシェイク プラス Version 5.0 販売予定価格 フル機能版：840,000円（税込） 基本機能版：525,000円（税込） 非線形オプション：315,000円（税込）	<ul style="list-style-type: none"> ■ 共通機能 ・Windows Vista(32bit Business)に対応しました。 ・CSV形式の入力地震動ファイルに対応しました。 ■ 基本機能 ・日本建築学会：「建物と地盤の動的相互作用を考慮した応答解析と耐震設計」に掲載されているひずみ依存特性を追加しました。 ・改良型複素剛性係数による計算機能を追加しました。 ■ 非線形解析機能(オプション) ・復元力特性として、骨格曲線と履歴曲線を別々に設定する方法(石原・吉田の方法)を追加しました。 	・販売中
波形処理プログラム k-WAVE for Windows ケイウェイブ Version 5.0 販売予定価格：210,000円（税込）	<ul style="list-style-type: none"> ・Windows Vista(32bit Business)に対応しました。 ・処理状態の保存機能を追加しました。 ・スペクトルの平滑化ウィンドウにParzenウィンドウを追加しました。 	・販売中

設計用入力地震動作成システム

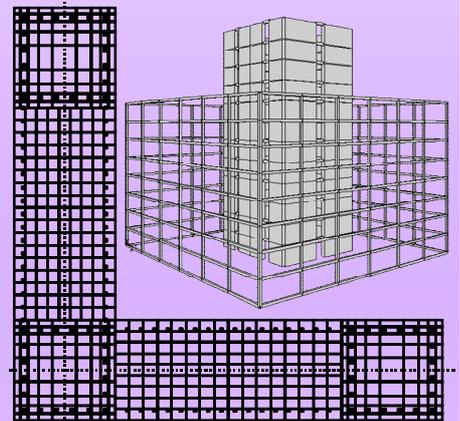
このパンフレットの記載内容は2009年3月現在のものです。本製品・サービスの内容の条件は、改善のために予告無く変更することがあります。

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



Bird-21による形状表示例



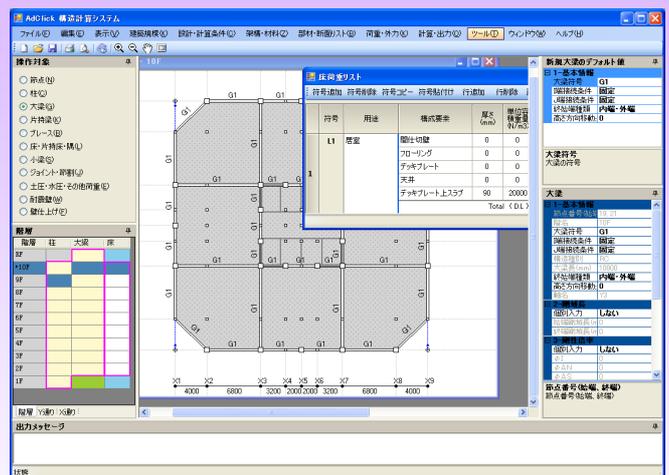
RESP-F3Tによるコア壁解析例

RESP & Bird-21最新情報

- ・Bird-21 より使いやすく便利に、新法にも一部対応
- ・RESP-F3 地盤一杭一建物の一体増分解析、V字柱に対応
- ・RESP-F3D 基礎免震、制振装置(粘性・粘弾性・流体)に対応
- ・RESP-F3T ファイバー要素・上下動・位相差・段階施工に対応
- ・ULT-DS 靱性保証だけでなくSH-RC(UR都市機構)に対応

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
- ・免震建物、超高層免震建物の解析
- ・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・非剛床応答解析
- ・段階施工解析(要素の生成・消滅)
- ・高層建築、免震建築の地盤一杭連成解析
- ・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)



振動解析一貫処理プログラム開発中

● 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。

構造計画研究所
KOZO KEIKAKU ENGINEERING Inc.

株式会社構造計画研究所 耐震技術部
〒164-0011 東京都中野区中央4-5-3 TEL : (03)5342-1138 E-mail : resp@kke.co.jp
RESP ホームページ : <http://www.kke.co.jp/resp/>

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

※このパンフレットの記載内容は2009年4月現在のものです。※本製品・サービスの内容の条件は、改善のために予告無く変更することがあります。
※構造計画研究所、構造計画研究所ロゴは、株式会社構造計画研究所の登録商標です。 ※記載されている会社名や製品名は、各社の商標または登録商標です。



【解析事例のご紹介】

粒子法を用いた固液混相流解析

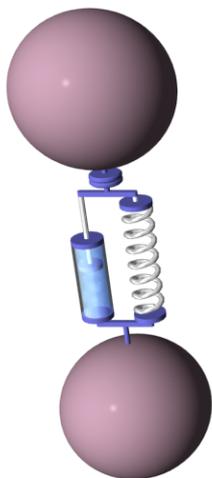
(株)構造計画研究所
防災・環境部
渡辺 高志



構造計画研究所では、プロメテック・ソフトウェア株式会社と業務提携し、粒子法を用いた解析コンサルティングサービスを開始いたしました。

土石流のような固液混相流問題（高濃度の粗粒分を含む流れ）を粒子法（MPS法：Moving Particles Semi-implicit Method）とDEM（Distinct Element Method）を連成することで解くことができます。巨礫を含む土石流が砂防ダムに衝突する過程を粒子法とDEMの連成解析により行った解析事例をご紹介します。

MPS-DEM 連成による固液混相流解析

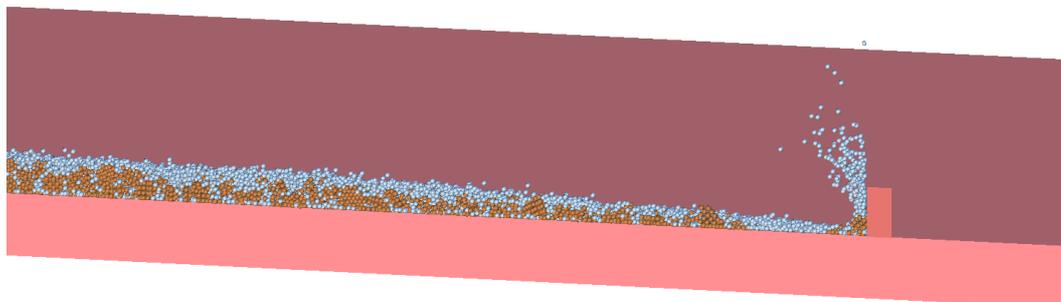


DEMは代表的な離散体解析手法です。接触する2要素間に左図に示すようなフォークトモデルによる作用力伝達系を各軸方向に挿入し、計算された要素間作用力により生じる運動を個々の要素毎に陽的に解き進める手法です。固相の粗粒分に生じる衝突現象はこの手法で解き明かします。

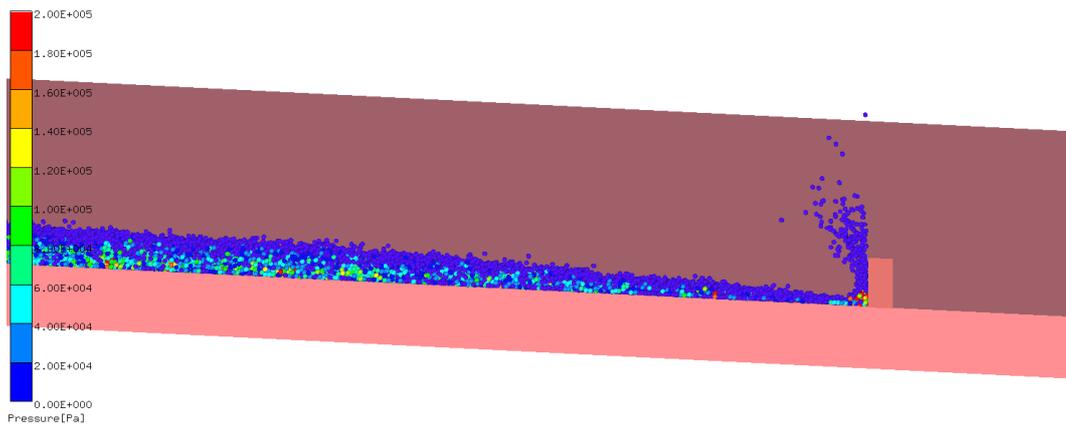
粒子法での計算においては、固相要素を粒子法の要素として取り扱うことで、粒子法による計算に組み込み連成計算を行います。粒子法ではNavier-Stokes方程式を計算して仮の粒子移動を行った後、圧力のPoisson方程式を解くことで速度と粒子位置を修正します。この修正時に固相の粒子を組み込むことで相互作用を計算します。

固液混相流解析の事例

水無川に鉄砲水が発生し、上流より巨礫を含む土石流が砂防ダムに衝突する過程を粒子法とDEMの連成解析により行いました。下図は混相流の粒子モデルが流れる様子を中央断面表示で図示したものです。個々の粒子は圧力や速度情報を持ち、次項の図に示すようにコンタ表示で評価することができます。



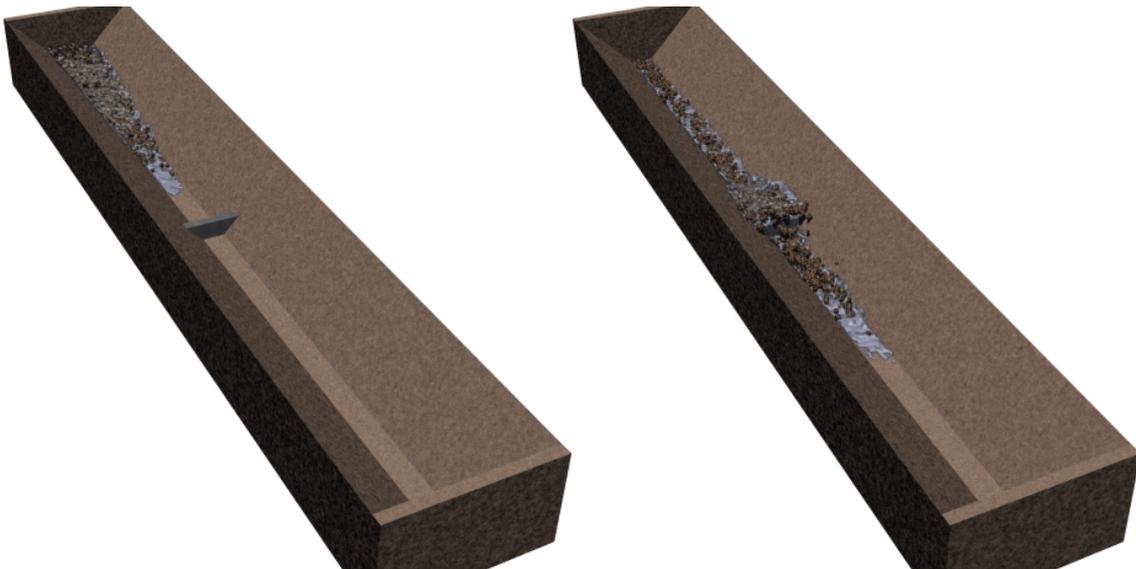
混相流の中央断面での流動状況



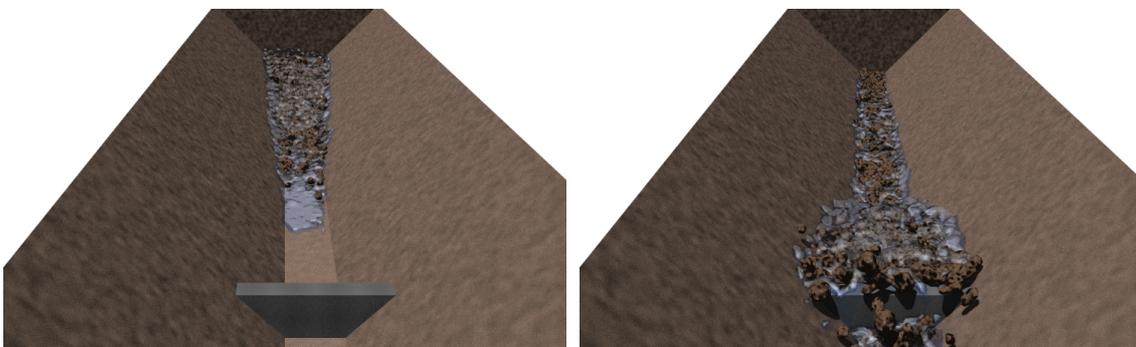
混相流の中央断面での圧力分布

解析結果のレンダリング

解析結果の粒子分布情報から、サーフェースを抽出しポリゴン化することで、レイトレーシング等の高度な描画処理を行うことができます。



解析モデル全体を俯瞰（レイトレーシング法によりレンダリング）



堤体付近より土石流を観察（レイトレーシング法によりレンダリング）

風環境コンサルティングサービス



風環境（ビル風）問題を手軽に解決！

数値計算によるビル風解析コンサルティングサービスを提供！
対応ソフトWind-design for Windows の提供！

近年、市街地に大規模かつ複雑な建築物が数多く建設されるに伴い、建物と周辺環境との調和がますます重要なテーマになってきております。特に再開発建物では、建物建設が周辺の風環境に及ぼす影響（いわゆるビル風問題）を事前検討しなければならないケースが増加しています。また、道路環境影響評価の改正に伴い、高架橋、切土・盛土周辺での通風悪化や増風域の発生等、風環境を事前に評価し、事業計画に反映させるといった風環境アセスメントの要求が増えてきております。

（株）構造計画研究所では、従来から蓄積してきました建築計画・構造設計や流体問題の解析技術を基に、数値シミュレーションによる風環境評価コンサルティングサービスを手掛けて参りました。豊富なコンサルティング実績を誇る解析スタッフが問題解決を強力にサポートします。

【対象】

- 再開発建物、高層住宅、超高層建築
- 道路高架、切土・盛土
- プラント施設

【用途】

- 環境アセスメント
- 近隣説明
- 道路、鉄道施設の影響評価
- 広域山間部での局地風予測

【評価内容】

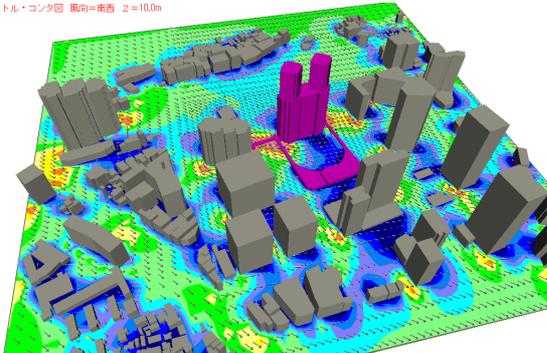
- 強風域の予測
- 近隣地域への影響（近隣住宅、公園）
- 建設前後の風環境比較
- 風環境ランクの評価
- 防風対策の検討

【所要期間】

- 2週間～

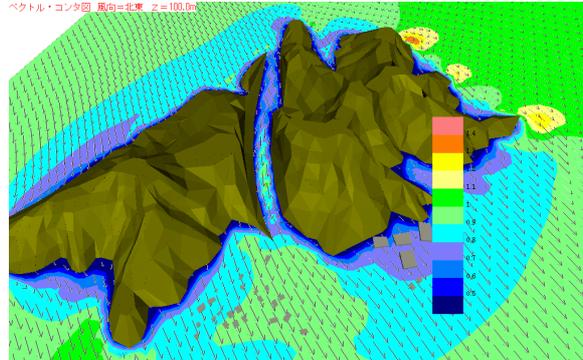
Wind-designは、新規建物の建設、地形変化、植栽や防風フェンス等に対応して風環境を評価します。

ベクトル・コンタ図 風向=南西 z=10.0m



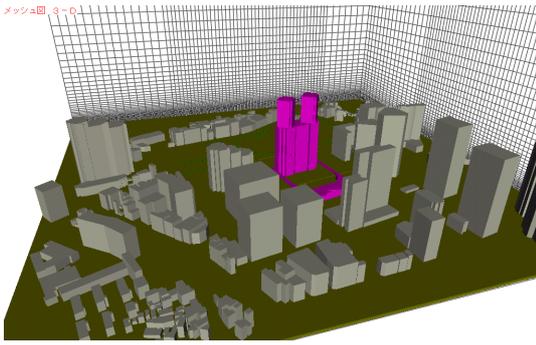
計画建築物供用後の風環境

ベクトル・コンタ図 風向=北東 z=100.0m

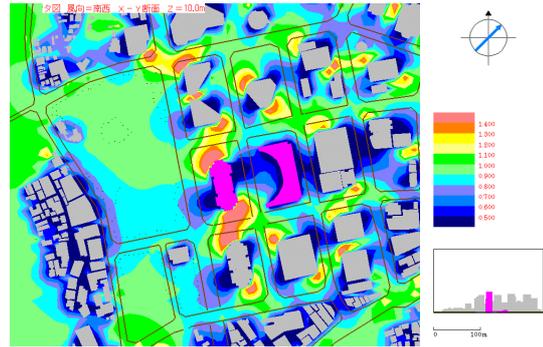


道路建設（切土）後の風環境

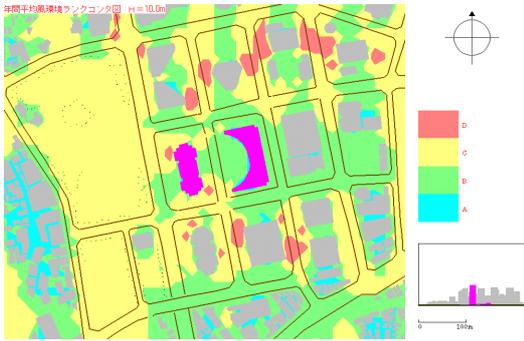
建築物供用後の風環境評価



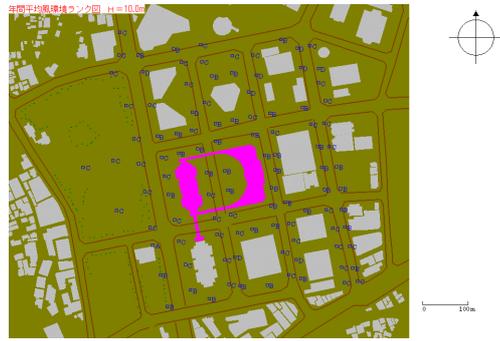
計算モデルとメッシュ分割



等風速線図 (地表面上2m)

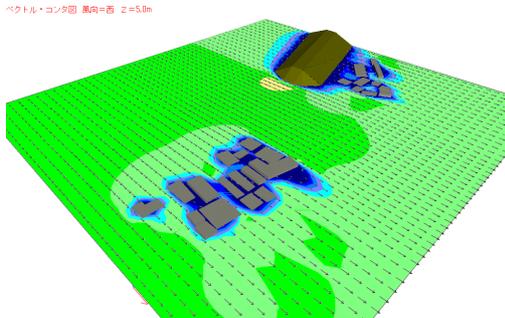


風環境ランクコンタ (地表面上2m)

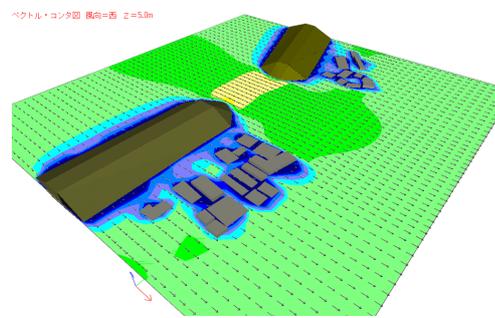


地点ごとの風環境ランク (地表面上2m)

道路 (盛土) 建設に伴う風環境評価



盛土前 (現況)

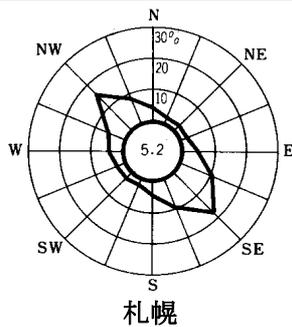


盛土後 (供用後)

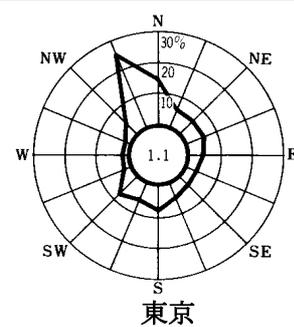
風洞実験結果や風観測データの分析



風洞実験



風観測 (風配)



地下鉄駅構内の列車風・温熱解析 コンサルティングサービス

列車走行による地下鉄内の風速評価, 温熱環境評価ならびに空調負荷解析を行います。さらに、地下駅構内、地下街等で発生する火災時の排煙シミュレーションも可能です。

■ 地下鉄の列車風・温熱環境評価

SES (Subway Environment Simulation: 通称セス) システムを利用した地下鉄列車風評価を実施いたします。SES は米国運輸省の元で開発された地下鉄および駅空間に発生する列車風や冷房設備などによる温熱環境の評価システムとして世界的に認められている風速・温熱シミュレータです。

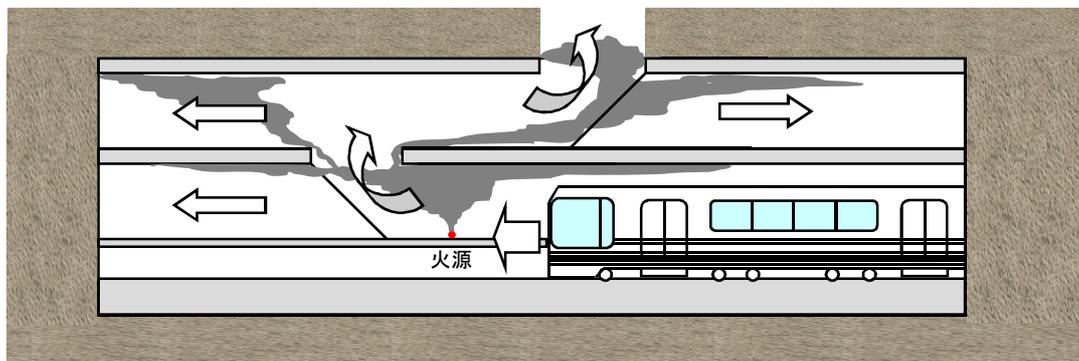
- 複数列車の運行による列車風の評価
- 緩和坑設置による地下鉄駅内の風速変化予測
- 換気能力を考慮した温熱・排煙評価
- 火災発生時の風速・温熱解析による防災対策

■ 地下駅火災・排煙解析

米国標準技術局の元で開発されたFDS (Fire Dynamics Simulator)を利用した火災・排煙解析を実施いたします。FDS は Navier-Stokes方程式、エネルギー方程式、移流拡散方程式を連成して解くことにより、流れ場、温度場、濃度場を同時に計算します。火災による温度上昇で上昇気流が発生し、さらに空気の動きにより煙の拡散が発生する過程をシミュレートすることが可能です。

- 排煙設備の能力、位置検討
- 火源位置を変更した検討

◆ 地下駅ホーム火災



DALIA

ver 1.00

Dynamic interaction Analysis program for Live Load and Any structure

乗り心地性能評価用

車両側デバイスの性能評価用

運行計画

車両側振動

速度依存性

走行振動シミュレーション DALIA

橋梁振動メカニズム

繰り返し応力

環境振動(騒音)問題

繰り返し活荷重による疲労問題

振動抑制デバイス設置計画

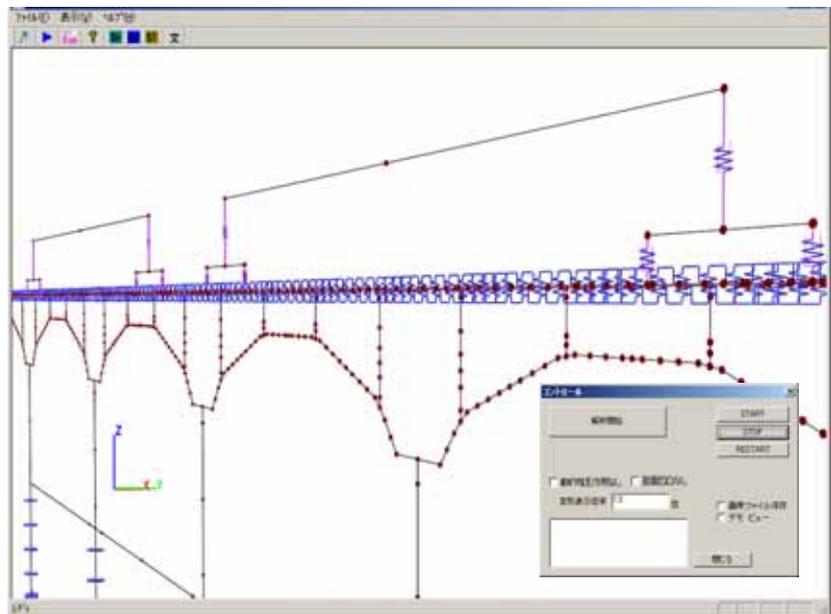
モニタリングセンサー設置計画

CSV形式でのテキストデータ書式 各種表計算ソフトが利用可能

入力したデータをすぐに確認

3D部材表示機能搭載

スベック		
バネ	2自由度間バネ	
ビーム	材端バネビーム	
板曲げ	ミッドリン・ライスナー8点厚板要素	
ソリッド	8点1次立体要素	
ダンパー	2自由度間ダンパー	
節点数		10000
要素数		10000
構造減衰	レーリー減衰	
計算方法	サブストラクチャー法	
応答計算方法	ニューマークベータ法による直接積分	
固有値解析手法	サブスペース法	
データ書式	CSVフォーマット書式	
出力	節点: 加速度, 変位履歴	
	要素: バネ, ビーム断面力履歴	
	その他, 固有モード図, 応答変位図(BMP)	



車両情報、軌道狂い等の情報はプログラムに含まれていません

製品・運用環境

製品 プログラム・マニュアル一式をメール及び、専用ダウンロードサイトより配布

運用環境 機種: IBM PC/AT互換機

OS: Windows 2000, Xp

CPU: Pentium 以上推奨 (OpenGL対応グラフィックカードが必要です)

価格 価格表を参照

取り扱い元: (株)構造計画研究所 〒164-0011 東京都中野区中央4-5-3 耐震技術部 構造保全技術室

電話: 03-5342-1138

FAX: 03-5342-1236

hozen@kce.co.jp

RESP-T

3次元汎用静的・動的非線形解析プログラム

あらゆる土木・建築構造物に対応する3次元汎用静的・動的非線形解析プログラムです。公的研究機関、大学、建設会社、設計コンサルタント等多数の導入実績と豊富な使用実績に裏付けられた信頼性の高いプログラムです。充実したサポート体制による高い信頼度を持った製品です。

解析機能

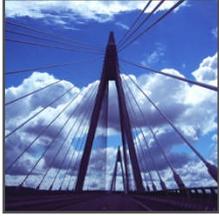
	適用	備考
初期応力状態作成	初期の釣り合い状態の解析	・固定荷重として節点荷重、部材荷重、温度荷重、テンション材の初期導入張力を静的に作用させる
静的解析	制御法： 荷重増分、変位増分、 弧長増分、強制変位	・材料非線形（弾塑性）および幾何学的非線形（大変形）の考慮が可能 ・節点荷重、部材中間荷重及び温度荷重の入力も可能 ・荷重増分と強制変位の同時作用が可能
固有値解析	固有周期、固有振動モードの計算	・サブスペース法により各次の固有周期、固有振動モードを計算
動的解析	解法： モード合成法、直接積分法	・モード合成法は線形（弾性）解析のみ ・直接積分法では材料非線形（弾塑性）および幾何学的非線形（大変形）を考慮した解析が可能 ・単一または多点での地震波または加振力が入力が可能
座屈固有値解析	座屈荷重倍率と座屈モードの計算	・初期応力状態作成で評価された幾何剛性（初期応力）マトリクスを用いて固有値解析を行い、座屈荷重倍率と座屈モードを計算

要素

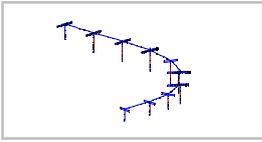
要素種別	備考
トラス要素	・2点間を結合する3次元線材要素 ・テンション材の指定も可能
ビーム要素	・2点間を結合する3次元線材要素 ・剛域の考慮、材端M- θ 関係。 ・応力相関M-N、M-M、M-M-Nインタラクションの考慮が可能
ハネ要素	・2点自由度間の剛性(相対ハネ)または1点自由度の剛性(絶対ハネ)を設定する要素 ・免震復元力特性などの設定が可能
剛域付き4点支持ハネ要素	・上下端に剛ビームが接続され、かつ剛域を有する4点間を結合する3次元の線材要素
剛域付き2点支持ハネ要素	・剛域を有する2点間を結合する3次元の線材要素
MSS要素	・X-Y方向に関する複数のせん断ハネ要素とZ方向の1つの軸方向ハネ要素を組み合わせた要素 ・免震装置等の設定に用いられる
メンブレン平面要素	・3点または4点を結合する3次元の面要素
材軸直交分割要素	・2点間を結合する3次元線材要素 ・内部的に材軸と直交方向に要素分割を行う（区間分割、断面分割） ・剛域の考慮、M- ϕ 関係 ・M-N、M-M応力相関の考慮が可能
減衰要素	・2点自由度間の減衰(相対減衰)または1点自由度間の減衰(絶対減衰)を設定する要素
剛域付き4点支持減衰要素	・上下端に剛ビームが接続され、かつ剛域を有する4点間を結合する3次元の線材要素
剛域付き2点支持減衰要素	・剛域を有する2点間を結合する3次元の線材要素
マクスウェル要素	・ハネ-ダッシュボット直列要素

適用事例

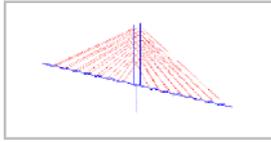
道路橋



- 荷重増分解析による
橋脚の地震時保有水平耐力の計算
- 曲線橋の動的非線形解析
- 斜張橋の動的複合非線形解析
- ラーメン橋/ラーメン橋脚の軸力変動を
考慮した解析
- アーチ橋の動的複合非線形解析



曲線橋動的解析モデル

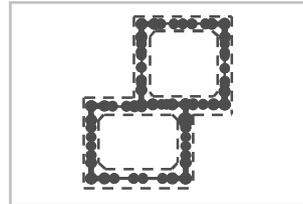


斜張橋動的解析モデル

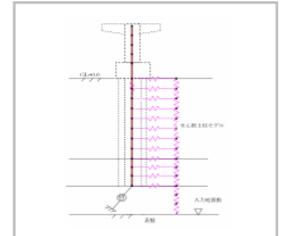
地中構造物



- 応答変位法による杭基礎の応力解析
- 応答変位法によるカルバートの応力解析
- 応答震度法によるカルバートの応力解析



カルバート解析モデル

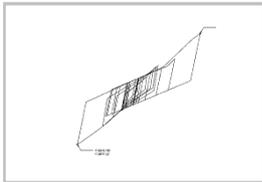


上部構造—基礎—一体モデル
(動的相互作用考慮)

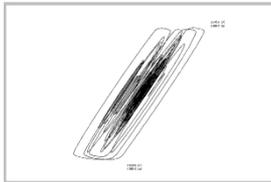
橋梁の耐震補強



- 各種免震/制震装置による補強検討
- 免震支承
(LRB、HDR、歪み依存特性も可)
- すべり支承 (各種依存性考慮)
- 制震ダンパー / 座屈拘束ブレース
履歴ダンパー / 粘弾性ダンパー等



免震ルーブ図 (歪み依存特性考慮)

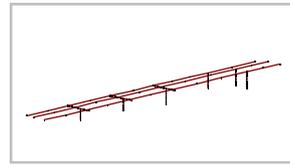


ダンパー履歴図 (MAXWELL履歴)

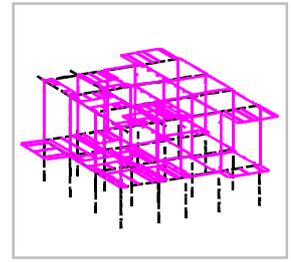
鉄道橋



- 立体架構による不整形ラーメン高架橋の
耐震解析
- 免震支承を使用した鉄道橋の耐震解析



鉄道橋解析モデル図



不整形ラーメン高架橋解析モデル
(ねじりモーメント図)

超高層建築



- 非剛床立体フレーム動的弾塑性解析
- 平面フレーム弾性上下動解析
- 3階吹き抜けの長柱の座屈検討
- 中間層免震高層住宅の耐火検証

上下水道施設



- 水門、堰の耐震解析
- ポンプ棟等の耐震解析
- 送・配水管の耐震解析

電力施設/プラント構造物



- 配管、設備、架台の耐震解析
- 送電鉄塔の地震応答解析

港湾施設



- 配管、設備、架台の耐震解析
- 棧橋の耐震解析

家具類の移動・転倒・落下のシミュレーション



(株)構造計画研究所
防災・環境部
正月 俊行

1. はじめに

弊社では、地震時における家具類の移動・転倒・落下による屋内被害に関して、東京工業大学翠川研究室と共同研究を行っております。従来の転倒率曲線等を用いた被害予測よりも、より詳細な被害予測が可能になるため、BCP策定時のリスク評価の精度向上等に貢献できると考えております。

本稿では、共同研究で検討を行った物理シミュレーションの安定性向上の検討結果と、扉や引き出しを持った複雑な形状をした棚のシミュレーション例を紹介いたします。

2. 物理シミュレーションプログラムの概要

家具の挙動の物理シミュレーションのプログラムのベースとして、精密な動摩擦、静摩擦が計算できる Springhead¹⁾を用いた。Springheadは接触する2物体の間にバネ・ダンパを設定し、2物体の侵入量と相対速度に応じて反力を計算する(図1参照)。また、キャスターのような回転する機構もシミュレーション可能である。

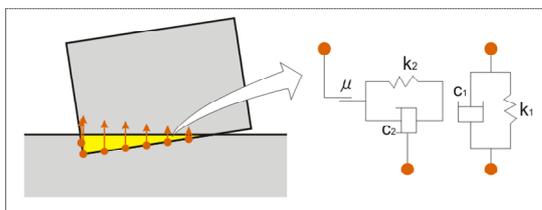


図1 接触力計算のイメージ図

3. シミュレーション安定性向上に関する検討

シミュレーションを安定させるには、計算の時間刻みを細かく設定する必要があるが、計算に非常に長い時間を要してしまう。そのため、本検討では、時間刻みを変えずに発散を抑える検討を行った。検討に用いたモデルを図2に示

す。計算が発散するように、キャスター付き椅子のモデルを高速で障害物(図中の三角形の物体)に衝突させたところ、キャスター付き椅子のキャスターの一つが異常な挙動を始めて計算が発散した(図3参照)。図4の左図に発散したキャスターの加速度時刻歴波形を示す。図を見ると、1秒付近で加速度が異常に大きくなっているのが分かる。この発散を抑えるために、物体の加速度に制限値を設け、それ以上の値が出たら、物体の加速度を強制的に制限値まで下げるという処理を行った。その結果を、図4の右図に示す。図をみると、発散が抑えられているのが分かる。

4. 扉や引き出しを持つ棚の転倒シミュレーション

本節では、扉や引き出しを持った複雑な形状をした棚が転倒する様子をシミュレーションした例を紹介する。図5にシミュレーションに用いたモデルを示す。モデルは、棚本体と引出し1個、扉2個、皿3個、コップ3個の計10個の剛体で形成されている。扉と棚本体の間には回転ジョイントが設定してある。また、中段にある引き出しと棚本体の間には1方向の平行移動だけ行なうスライダジョイントを設定して、引き出しの動きを表現している。なお、扉に付属している磁石やラッチ付きの引き出しの挙動を表現するため、ジョイントの値に応じて回転抵抗、または、すべり抵抗を変化させた。図6に棚の転倒の様子を示す。図を見ると、棚の中のコップが先に倒れ、その後、棚が転倒し、皿やコップが落ちてくる様子が分かる。

5. まとめと今後の課題

本稿では、物体の加速度に制限を設けることで、計算の時間刻みを細かくすることなく、計算の発散を抑えられることを示しました。また、シミュレーション事例として、扉や引出しを持った複雑な形状をした棚の転倒シミュレーションを紹介しました。

現状のシミュレーションプログラムは、物体の挙動を詳細に評価することが可能ですが、モ

デルの作成などの計算準備に時間がかかるため、より簡単にシミュレーションを行えるようにプログラムを改善していく必要があります。

参考文献

- 1) S. Hasegawa and M. Sato. Real-time Rigid Body Simulation for Haptic Interactions Based on Contact Volume of Polygonal Objects. EUROGRAPHICS 2004, Vol.23, No.3 2004.

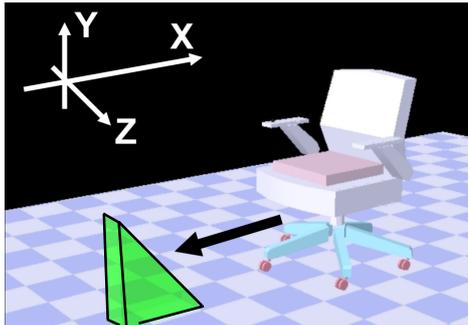
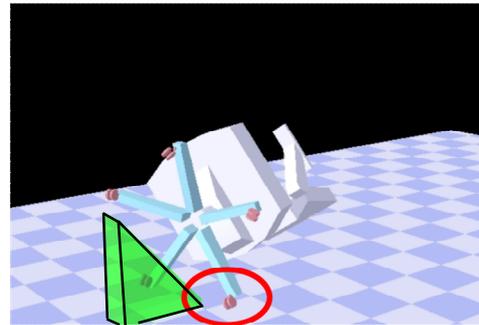


図 2 シミュレーション安定性向上に関する検討に用いたモデル



床とキャスターが衝突して回転ジョイントが高速回転を始め、発散する。
図 3 発散の様子

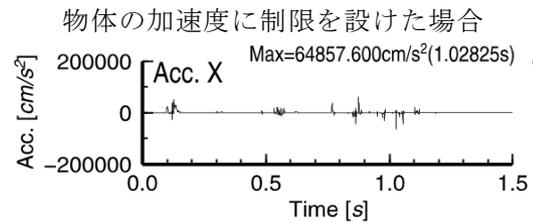
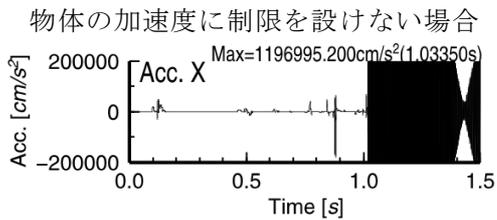


図 4 キャスター付き椅子のキャスターの加速度波形(X成分)

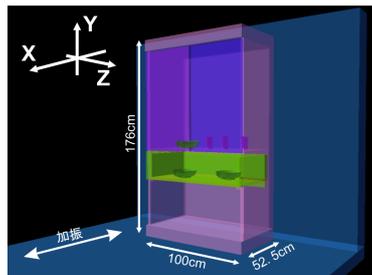


図 5 扉や引き出しを持つ棚のモデル

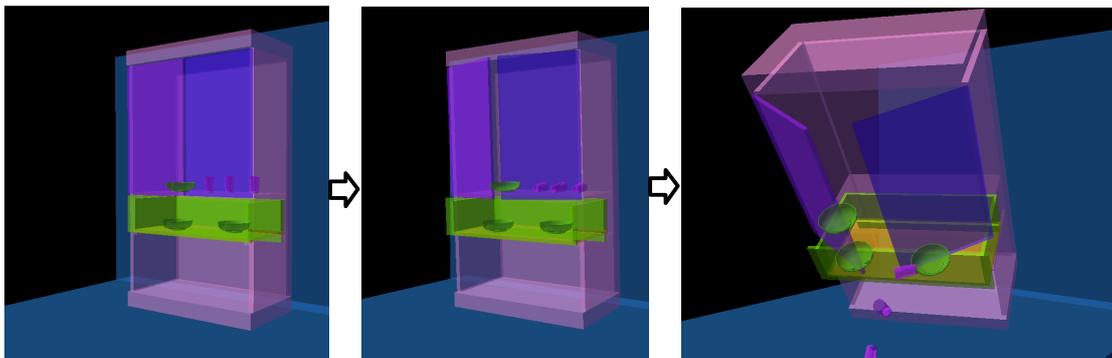


図 6 棚の転倒の様子

設備・機器・家具・什器の耐震解析コンサルティングサービス

近年、日本国内では被害地震が相次いで発生し、建物の耐震化が急速に進んでいます。しかし、一方で設備機器や商品などの建物内の収容物に対する耐震対策は遅れているのが実状です。建物が健全であったとしても収容物が機能しないことによる被害は深刻です。実際に、製造設備やサーバの稼働停止といった数多くの被害が発生しています。これらの被害を最小限にとどめるために建物内の収容物の耐震安全性について検討する必要があります。

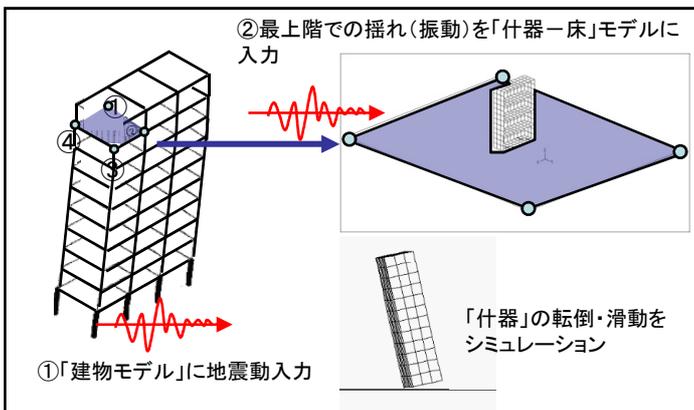
株式会社構造計画研究所では、豊富な建築・土木構造物の耐震解析実績と最新の地震に関する解析技術をもとに、お客様の目的に合った設備機器や商品などの耐震解析コンサルティングサービスをご提供いたします。

■耐震検討事例

□什器の転倒・滑動シミュレーション

オフィス内での什器（本棚等）の転倒・滑動（すべりによる移動）をシミュレーションした事例です。

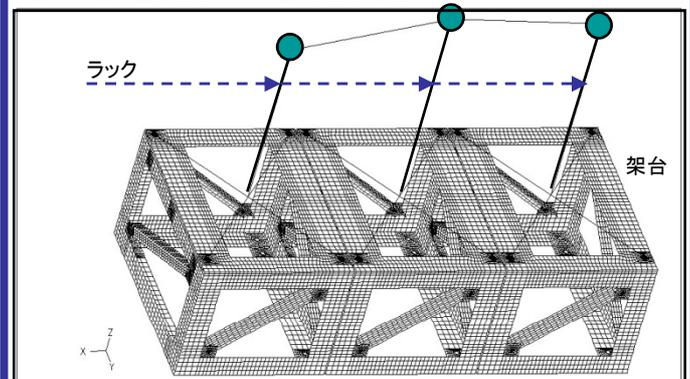
地震の揺れは、建物の構造やフロアによって異なります。事例では、まず建物全体を地震動で揺らし、次に最上階で得られた揺れ（振動）を用いて、什器の転倒・滑動について検討を行いました。



□通信機器ラック・架台の耐震検討

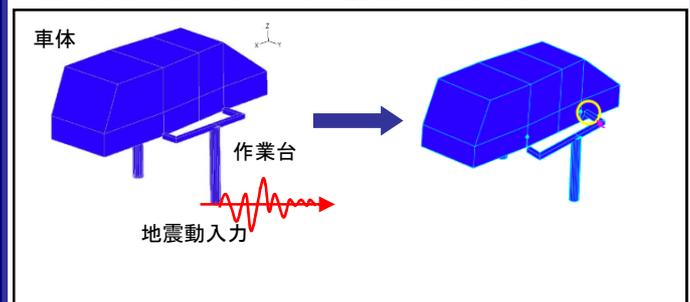
通信機器を搭載したサーバラックの架台が地震によってどのような損傷を受けるかを検討した事例です。

架台の挙動に着目し、ラックは簡略化したモデル化を採用しています。目的にあった最適なモデル化・解析手法を用います。



□生産ライン上に設置された車体の落下検討

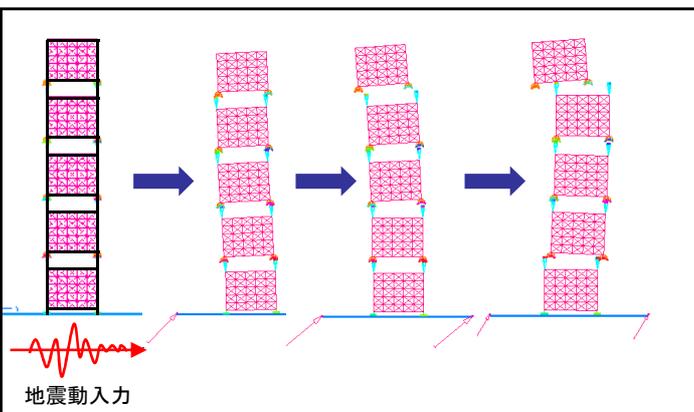
自動車製造ラインにおいて、作業台に設置された車体が地震を受けた際に、車体が落下しないかどうかを検討した事例です。



□段積みされた商品ラックの落下検討

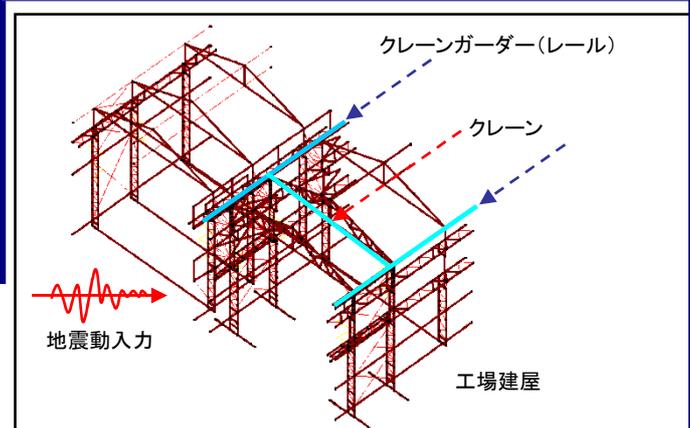
5段積みされた商品のラックが地震を受けた際に、倒壊や落下しないかどうかを検討した事例です。

検討では、水平方向と上下方向の地震動により、ラックの接合部がはずれ、落下する現象を確認しました。



□工場建屋内に設置されたクレーンの落下検討

工場建屋の天井に設置された移動式クレーンが地震を受けた際に、落下しないかどうかを検討した事例です。



汎用の非線形有限要素法解析プログラム

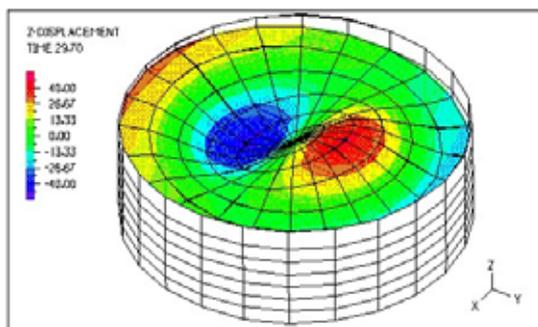
ADINA

特徴

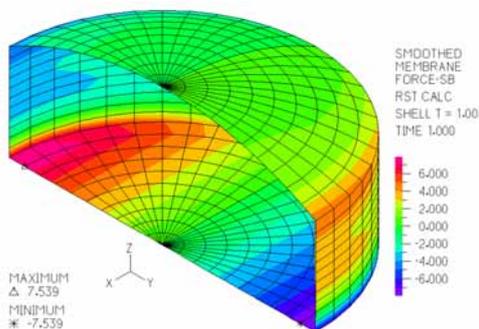
ADINA は、マサチューセッツ工科大学の研究成果を反映し ADINA R&D 社が開発した代表的な汎用の構造・熱伝導・熱流動解析プログラムです。非定常・非線形挙動を高精度な計算機能で解くことが可能です。 弊社ではプログラム販売の他、解析コンサルティング・サービスもご提供しております。

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



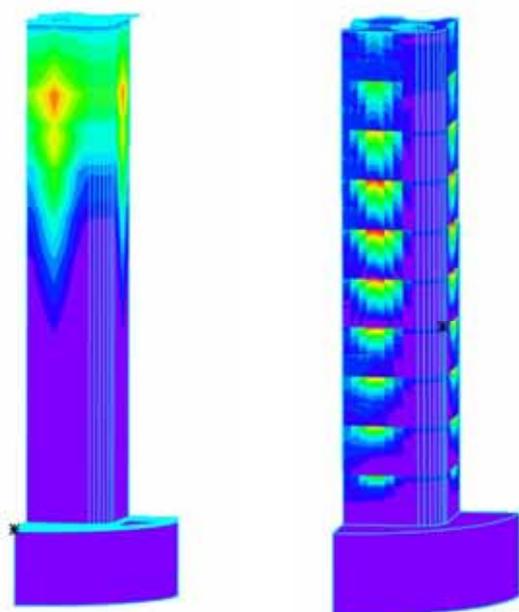
タンク壁面：断面力分布

■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

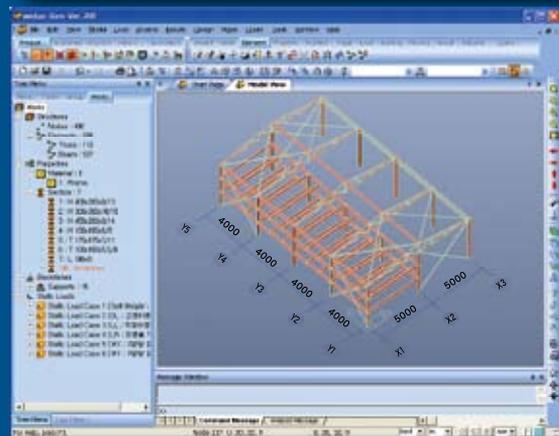
ADINA プログラムや解析事例を紹介するセミナーをご用意しております。お試し版 CD とプログラム使用法の教育訓練もご提供致します。 また一般的な有限要素法解析についてのセミナーや教育も貴社のご事情に応じた内容で行います。 お気軽にご相談下さい。



設計業務を広くサポートする構造解析システム

「報告書作成支援機能*」搭載予定!

- 静的線形解析
- 静的フレーム非線形解析
- 静的材料非線形解析
- 動的線形解析
- 動的フレーム非線形解析
- 免震制振解析
- 座屈解析
- Pーデルタ解析
- 幾何学的非線形解析
- 施工段階解析
- 水和熱解析
- 断面算定
- 断面DB設定
- 構造図作成
- メッシュ・ジェネレータ

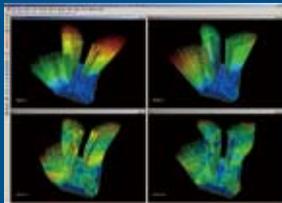


*「報告書作成支援機能」は、2008年12月時点の開発内容をもとにしております。実際にリリースされる内容とは異なる場合があります。

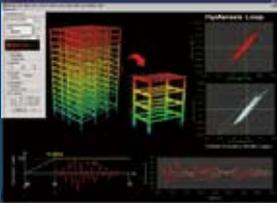
midas FEA
建設用 FEM専用解析ツール



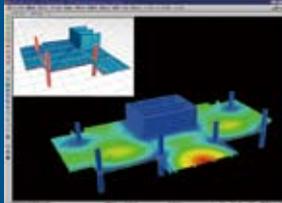
層の自動生成機能を使ったモデリング



固有振動数解析 (固有モード図)



動的フレーム非線形解析



床板の応力コンター図

「Gen-Tekla Interface(データ連携機能)」提供中!

midas Gen, midas Drawing Shop 及び midas FEAは、MIDAS IT社の商標です。
表記の社名及び製品名等は、各社の登録商標または商標です。

各種お問合せ先

構造計画研究所
KOZO KEIKAKU ENGINEERING Inc.

耐震技術部 midas Gen担当
TEL : 03-5342-1050 FAX : 03-5342-1238

Mail : midas@kke.co.jp

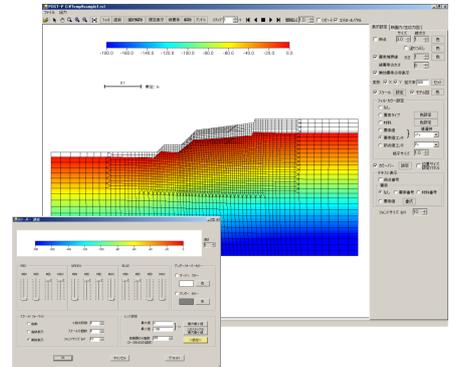
二次元有限要素法の統合解析システム

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

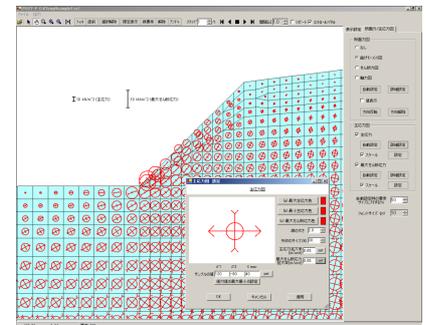
— F- Mesh for Windows

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

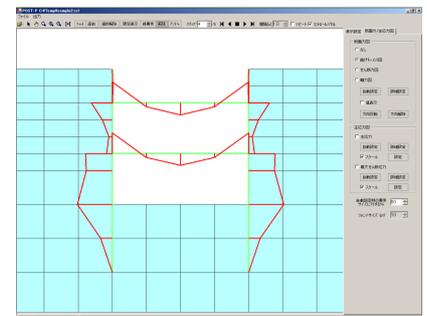
建物基礎、地下構造物、トンネルの掘削工事に伴う周辺地盤の挙動を解析することが可能です。



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。

バージョンアップ予定のお知らせ

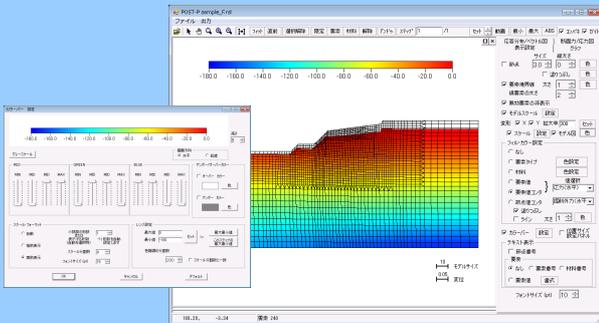
プログラム	追加機能		
	Vista 対応	ネットワークライセンス (オプション)	機能追加
F-Mesh	○	○	—
EXAP	○	○	—
SuperFLUSH/2D	○	○	—
POST-S	○	○	○
POST-P	○	○	○

POST-P

for Windows

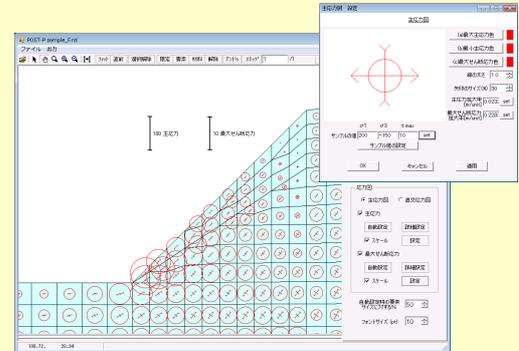
POST-P for Windowsは、SuperFLUSH/2D for WindowsおよびEXAP for Windowsの解析結果を読み込み、結果の図化を行うプログラムです。

変形図・コンタ図



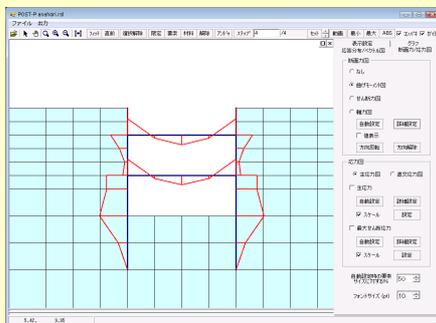
解析結果ファイルを読み込み、変形図やコンタ図を作成します。また、これらの図を重ね描きすることができます。描画した図は画像ファイルとして保存ができます。

主応力図



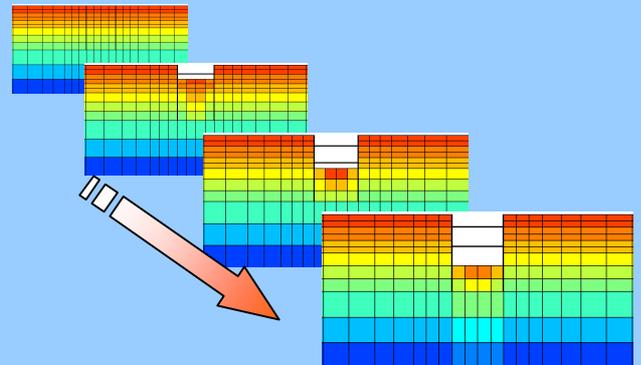
主応力を矢羽根と円で表示することができます。図の表示・非表示や表示色や拡大率などの詳細設定を主応力(矢羽根)と最大せん断応力(円)とで個別に設定することができます。

断面力図



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。

Up

読み込みファイル形式

POST-P バージョン 1.0 では、以下のファイルの読み込みに対応しています。

静的解析結果: RSL 形式ファイル

動的解析結果: SuperFLUSH/2D 解析結果ファイル(付属の変換ツールで RSL 形式に変換)

POST-P バージョン 2.0 では、

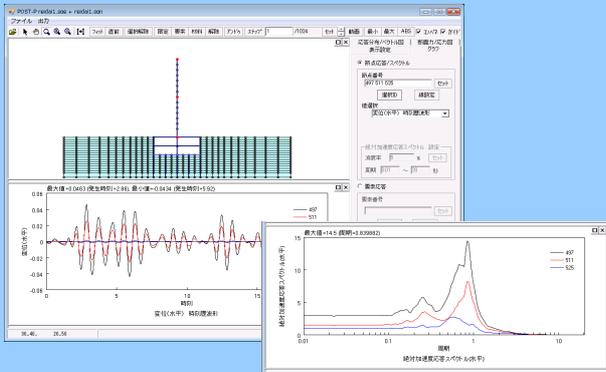
動的解析結果が直接読み込み可能となり、応答の重ね合わせ機能が追加されます。

読み込み時に、動解のみ、静解のみ、動解 + 静解(3 ファイルまで)、静解 + 静解(3 ファイルまで)を指定することができます。

バージョン2.0で追加される図化機能

動的解析結果の直接読み込み対応により、時刻歴波形や伝達関数などのグラフを表示することができるようになります。その他、ラインコンタ、応答分布図、ベクトル図など、図化機能が強化されます。

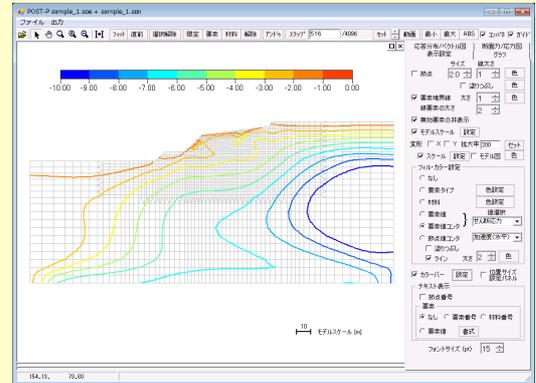
New ●グラフ●



モデル画面で選択した節点や要素について、応答値の時刻歴波形・伝達関数を描画することができます。

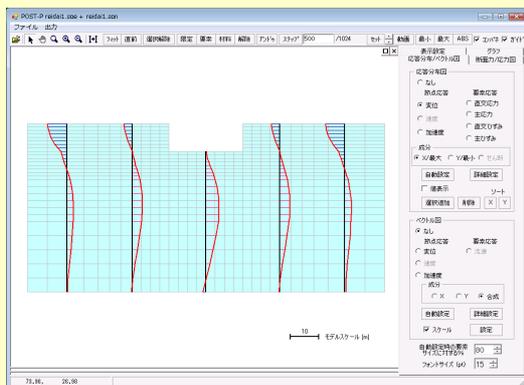
また、読み込んだデータよりフーリエスペクトルと応答スペクトルを計算し表示します。

New ●ラインコンタ●



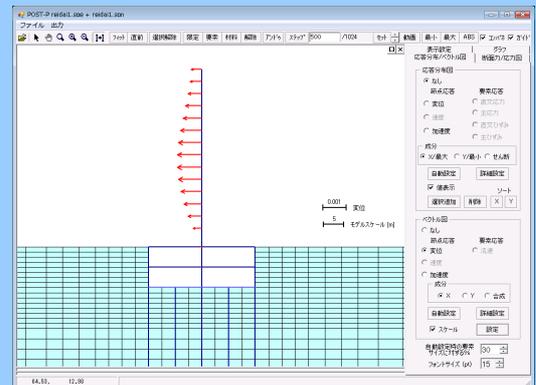
コンタ図の拡張機能として、ラインコンタ機能を追加しました。ラインコンタではコンタの境界線を表示するため、傾向をより明確に把握することができます。

New ●応答分布図●



応答分布図とは変位や加速度の応答値を柱状に表示する機能です。選択した柱列における応答分布の確認に適しています。

New ●ベクトル図●



節点応答(変位・速度・加速度)や要素単位の流速をベクトルで表示する機能です。応答の方向と大きさを合わせて確認することができます。

動作環境

対応機種	: IBM PC/AT 互換機
対応 OS	: WindowsXP, WindowsVista
CPU	: 上記 OS が正常に動作する CPU
必要メモリ	: 512MB 以上 (1GB 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	: 1280×1024 ピクセル以上
その他	: Microsoft .NET Framework 3.5 以上

※ USBに接続するハードウェアプロテクトキーを使用します。キーは以下の2種類からお選びいただけます。

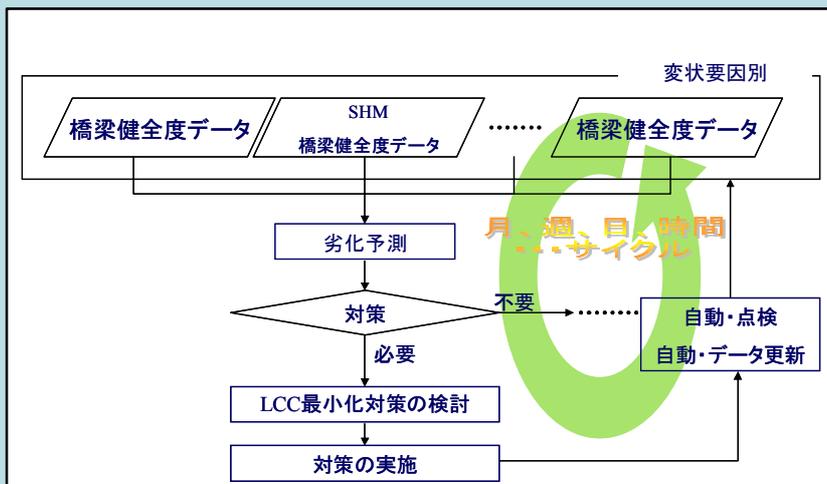
- ・スタンドアローン版
- ・ネットワークライセンス版(オプション)

■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。

FEMとモニタリングを活用した 構造保全技術の紹介

～安心・安全を支える技術～

今日、橋梁をはじめとする各種構造物の維持管理を目的とした構造ヘルスマニタリング (SHM) の有用性が注目されています。計測データから構造物の同定、損傷、劣化進展および荷重等の各種作用を検知・推定を行い、健全度判定、寿命予測、およびLCC(Life Cycle Cost) 最小化のための施策検討などに利用されています。構造ヘルスマニタリングを含めたインフラ維持管理システムの全体像を下図に示します。



SHM導入を検討するに当たって、実際に計測された加速度やひずみといった物理量を、維持管理に必要な工学的指標として用いる場合、「実測データ」と「構造解析」を併用し、その双方の結果を補完し合いながら評価データとしての信頼度を高めることが行われます。

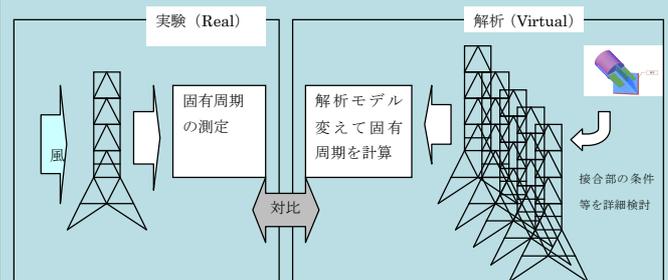
提案ソリューションのご紹介

環境問題、維持管理対策等様々な目的で実測データを保有されている方々へ、当社では、構造解析技術を応用した様々なソリューションのご提案をさせていただきます。また、実測と合わせたご提案も行っております。今後とも、我々が保有する要素技術を駆使し、安全管理に関わる様々な問題に対して、お客様にとって最適なソリューションのご提案をいたします。

<使用実績のある要素技術>

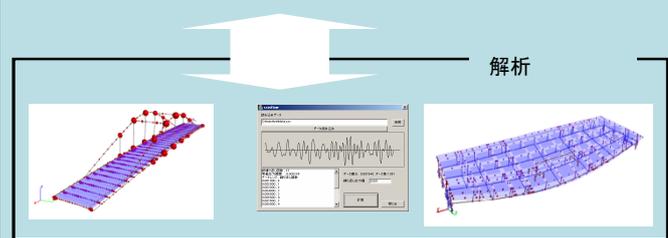
- ・FEM構造解析
- ・FFT、ウェーブレット等の波形処理
- ・加速度センサ計測
- ・FBGによる歪み計測
- ・レーザ変位計測
- ・HMMIによる状態推定と予測

実測と固有値解析による構造同定問題



実測とDALIA(走行振動解析)による 環境振動・疲労対策検討

実測との対比



CP弾性衝撃波計測による折損有無検知技術の研究開発

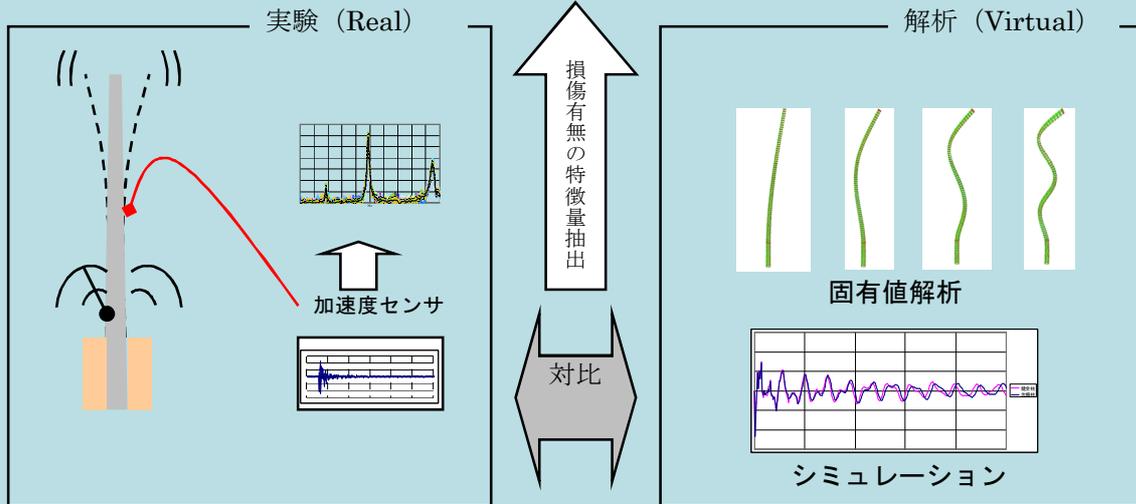
CPの損傷検知を目的とした構造解析と実測の事例です。損傷のあるCPと損傷のないCPに対して、加速度センサを用いた打突による弾性衝撃振動の計測と、シミュレーションの結果を比較し、精度良くCPの損傷有無による特徴量抽出を行います。本件は、弊社にて加速度センサを用いた計測を行っております。

CP衝撃構造解析を用いた実験計画

CP弾性衝撃波計測実験

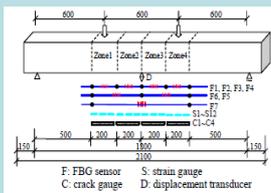
構造解析の実施と実測との対比

損傷有無に関する特徴量の抽出



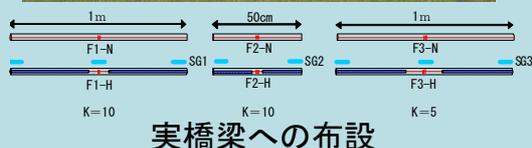
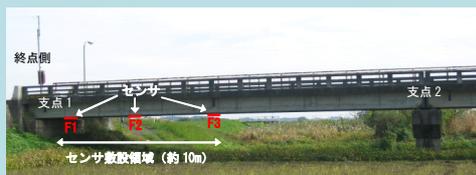
※要素技術キーワード: FEM、FFT、加速度センシング、ノイズ除去技術、特徴量抽出技術

FBGひずみセンサ配置計画最適化検討および実橋梁での計測



構造解析によるセンサ配置間隔の検討

最適配置間隔の決定



実橋梁への布設

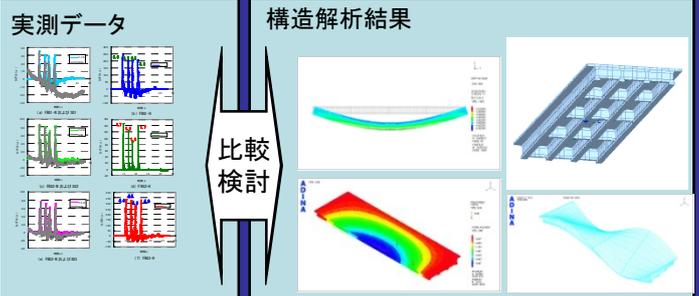
FEMによるFBGセンサー配置計画

実橋梁への布設と実測

実測によるひずみ計測

構造解析の実施と実測との対比

橋梁健全度特徴量の抽出

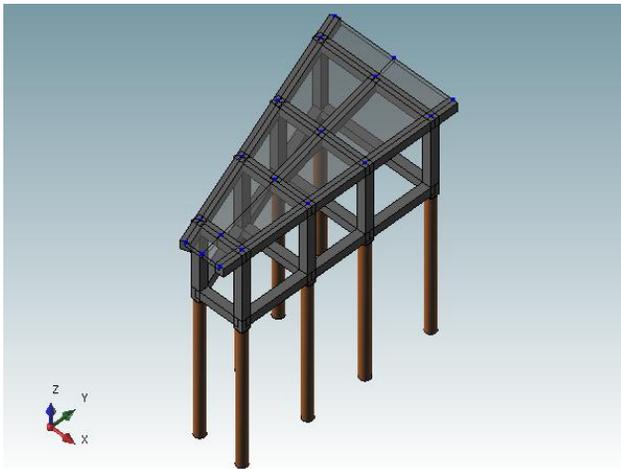


※FBGセンサー最適配置計画および実橋梁計測実験は茨城大学との共同研究開発です

Dars

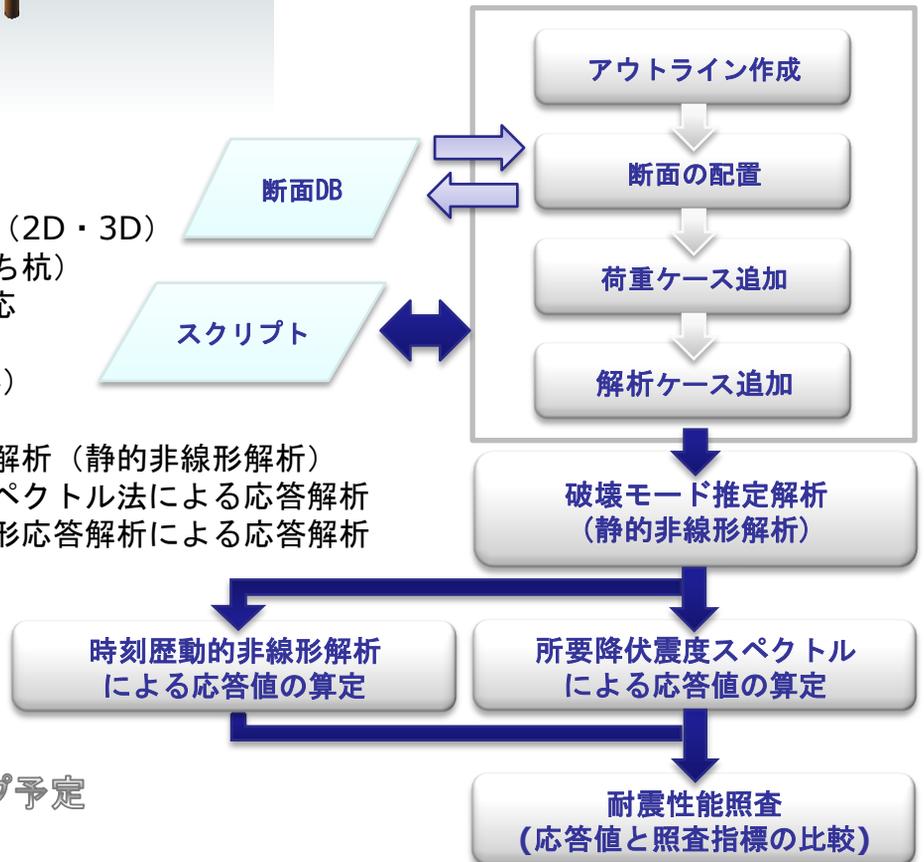
本プログラムは、鉄道構造物全体を3次元骨組構造としてモデル化し、非線形スペクトル法または時刻歴動的解析法により地震時の動的応答を算出し、線路方向、線路直角方向の損傷レベルを部材毎に求めるプログラムです。

プログラム概要



3次元でのモデル化により、これまでの2次元耐震性能照査プログラムでは対応できなかった不整形なラーメン高架橋に対応します。また、スラブへの直接的な荷重配置により複雑な荷重計算、荷重分担計算の省略や、1モデル2方向に解析・照査することにより解析ケース数、作業量を大幅に軽減し、これまでの設計者の悩みを解決します。

- 対象構造形式
 - ラーメン高架橋 (2D・3D)
 - 杭基礎 (場所打ち杭)
 - * 群杭効果未対応
- 対象部材
 - RC (矩形・円形)
- 計算機能
 - 破壊モード推定解析 (静的非線形解析)
 - 所要降伏震度スペクトル法による応答解析
 - 時刻歴動的な非線形応答解析による応答解析
 - 固有値解析



バージョンアップ予定

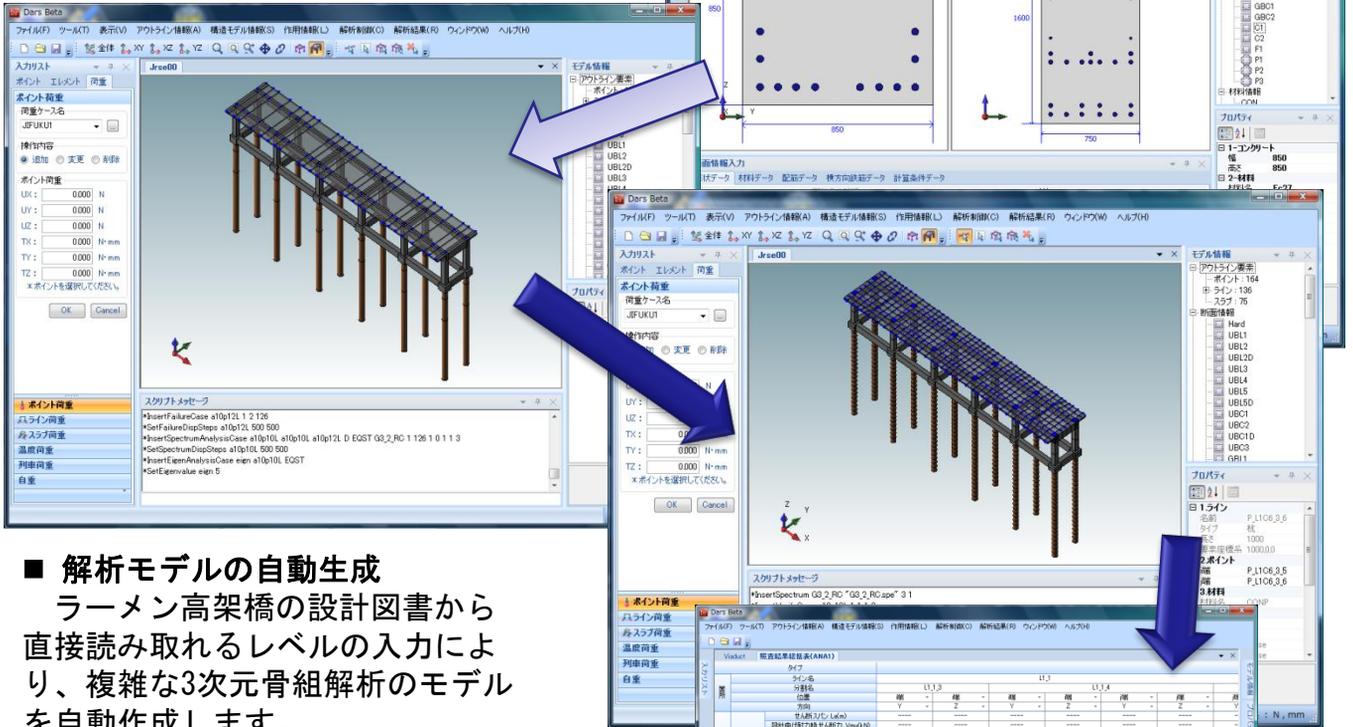
- * 鋼・複合構造対応
- * 次期鉄道構造物等耐震設計標準(仮)対応

本プログラムは、(財)鉄道総合技術研究所と(株)構造計画研究所との共同開発によるものです。

プログラムの特徴

■ CADライクな入力

3次元でのCADライクな入力により、効率的・直感的な形状の入力が可能です。



■ 解析モデルの自動生成

ラーメン高架橋の設計図書から直接読み取れるレベルの入力により、複雑な3次元骨組解析のモデルを自動作成します。

■ トレーサビリティの高いデータ

構造データの入力する手順をスクリプトとすることで、トレーサビリティを向上しました。

■ 結果の可視化

照査例に準拠した荷重変位曲線、照査結果総括表やアニメーションを表示します。



運用環境	対応機種	Intel プロセッサ (Pentium 4 以上推奨) 搭載のPC/AT互換機
	対応OS	Windows XP Professional /Vista Business
	ディスプレイ	解像度1024×768以上、256色以上
	グラフィックカード	OpenGL対応 (OpenGL2.0以上推奨)
	メモリ	1GB以上 (Vista 2GB以上)
	ディスク容量	10GB以上の空き容量
	ドライブ	CD-ROMドライブ
販売価格	対応プロテクト	スタンドアローン、ネットワーク
	税込販売価格	お問い合わせ下さい。
	年間技術サービス費用	お問い合わせ下さい。

本誌限定特価にて発売いたします！

新刊

地震時の構造不安定とその照査法

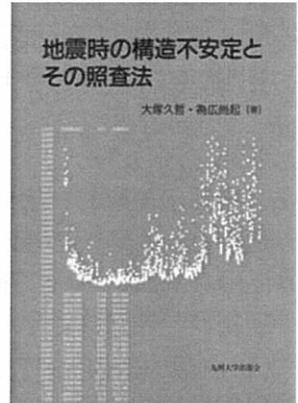
大塚久哲・為広尚起 著

定価 3,990 円（消費税 5%込） B5 判 112 頁 ISBN 978-4-87378-961-3

著者紹介

大塚久哲：1971 年，九州大学工学部土木学科卒業。1976 年，同大学大学院工学研究院博士課程修了。同大学助手，助教授などを経て，現在，九州大学大学院工学研究院建設デザイン部門教授。

為広尚起：1985 年，東京理科大学建築学科卒業。2007 年，九州大学大学院工学研究院博士課程修了。現在，（株）構造計画研究所勤務。



本書は，構造物の地震時不安定現象を予測する新しい解析手法である「増分形式座屈固有値解析」を詳細に解説するものである。振動中の不安定現象の代表例として「動的座屈」と「パラメトリック励振」を取り上げ，模型実験結果と解析結果を併せて示すことで，これらの現象を理解し，解析手法の有効性を認識できるようになっている。さらに座屈現象が現れない場合の余裕度の定量的評価，座屈現象への対処方法を決定するためのシミュレーション手法なども丁寧に解説されている。また，既設のアーチ橋の座屈性能照査事例や，耐震補強による座屈性能の改善が具体的に示されており，本手法を適用して，地震時不安定現象を見逃すことなく，地震に強い構造物の設計が行えるように配慮されている。

注文書

地震時の構造不安定とその照査法	ISBN 978-4-87378-961-3	特価 3,000 円（税込）	冊
（好評既刊書）			
最新 地中・基礎構造の耐震設計 [改訂増補版]	ISBN 978-4-87378-907-1	特価 4,000 円（税込）	冊
中径間橋梁の動的耐震設計 [改訂版]	ISBN 978-4-87378-702-2	特価 4,000 円（税込）	冊
ご住所 〒 -			
お名前			
(Tel) - - 請求書宛名 ()			

九州大学出版会

URL: <http://www1.ocn.ne.jp/~kup/>

Fax: 092-641-0172

Phone: 092-641-0515

E-mail: salesdep@mocha.ocn.ne.jp

- * このご案内に記載の特価は，小会へ直接お申し込みいただいた場合にのみ適用されます。
- * 小会へ直接ご注文いただく際は，送料として別途 380 円をいただいております。発送は代金引換郵便となります。
- * 社費によるご注文の場合は，請求書の宛名を明記して下さい。

お問い合わせはこちらへ

本誌掲載記事ならびに弊社の商品・サービスに関するお問い合わせは下記までお願いいたします。

kaiseki@kke.co.jp

(株)構造計画研究所 エンジニアリング営業部

〒164-0012 東京都中野区本町 4-38-13

TEL (03) 5342-1136

(株)構造計画研究所 エンジニアリング営業部 西日本営業所

〒541-0047 大阪市中央区淡路町 3-6-3 NMプラザ御堂筋ビル 5F

TEL (06) 6226-1231

(株)構造計画研究所 中部営業所

〒460-0008 愛知県名古屋市中区栄 1-3-3 朝日会館 11F

TEL (052) 222-8461

構造計画研究所の解析関連部門ホームページにぜひお立寄りください。本冊子のバックナンバー(カラー版・PDF形式)をダウンロード※いただけます。※個人情報のご記入が必要です

■ KAISEKI PORTAL

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



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。

解析雑誌

Journal of Analytical Engineering Vol.22 2009.4

発行日 平成 21 年 4 月 1 日

編集・発行 株式会社構造計画研究所 エンジニアリング営業部

〒164-0012 東京都中野区本町 4-38-13

電話 (03) 5342-1136 FAX (03) 5342-1236

お問い合わせ kaiseki@kke.co.jp

非 売 品

Journal of Analytical Engineering,
Vol.22, 2009.4

Kozo Keikaku Engineering, Inc.