

## Topics

### 【イベント出展報告】

- 第18回「震災対策技術展」横浜／第1回「震災対策技術展」大阪／第8回オフィス防災EXPO

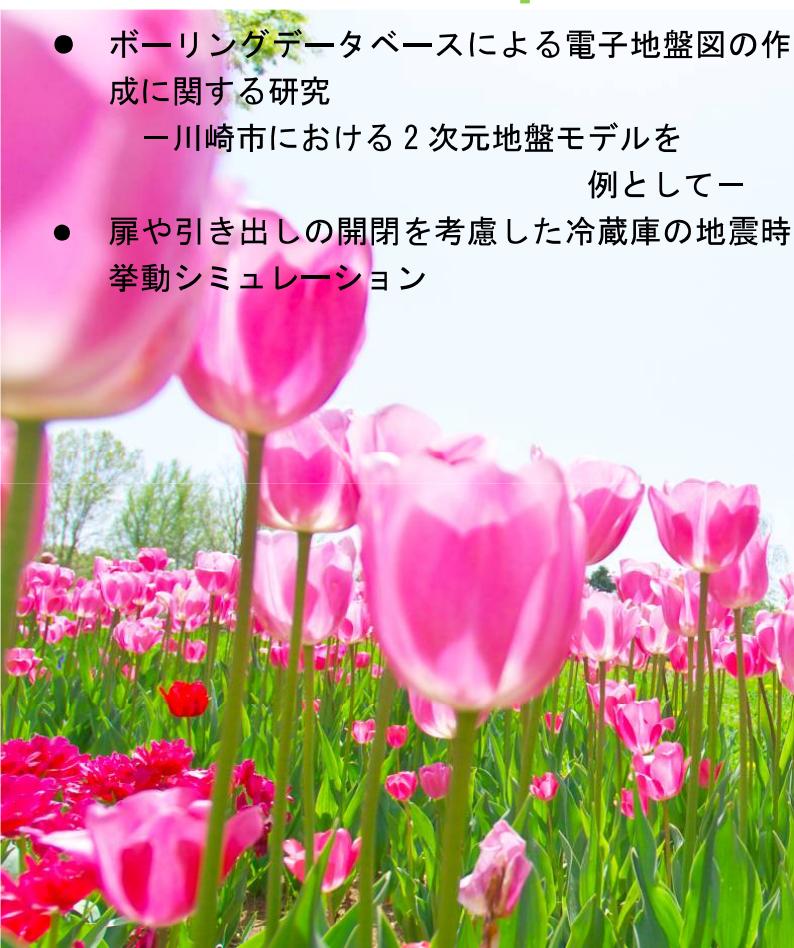
### 【ニュース】

- STANホームページリニューアルとVer.11リリースのお知らせ
- RESP-D Web認証ライセンス運用スタート／定期開催セミナーのお知らせ

## Technical Reports

- ボーリングデータベースによる電子地盤図の作成に関する研究  
—川崎市における2次元地盤モデルを例として—
- 扉や引き出しの開閉を考慮した冷蔵庫の地震時挙動シミュレーション

*Journal of Analytical Engineering*



## 頼りになる存在であるために

(株)構造計画研究所  
防災ソリューション部長  
坪田 正紀

少し前の話になりますが、2月に行われたソチ五輪では、寝不足になりながらも数々の競技をライブ中継で堪能しました。大きなプレッシャーと緊張感の中で繰り広げられた数々のシーンに心揺さぶられる毎日でしたが、伝える側の力量の差を感じずにはいられない場面が多々ありました。自然環境も影響する競技では思いもよらないことが起こります。臨機応変な対応で伝えようとした人、予め用意したフォーマットにはめ込んでしか伝えられなかつた人、ひりひりとした場面であればあるほど、大げさかもしれませんが、日々取り組んできたものの差が露呈してしまったように感じました。

私は長らく、減災や事業継続に係るコンサルティングに携わっています。災害にどのように備えておくかは企業にとって重要課題の1つです。置かれている環境や制約条件はお客様によって様々であり、紋切り型のコンサルティングではお役に立てません。臨機応変な対応でお応えできるコンサルタントであるために日々の取り組みを大切にしなければと、真夜中にテレビの前で考えた次第です。

企業の成長を支えてきた施設や機械設備類が更新時期を迎つつある状況の中で、今後起り得る災害に対してどのような備えを考えておくべきかというご相談をいただくケースが増えています。

災害対策の必要性は認識していてもどこから手をつければ良いか迷っておられたり、コスト対効果をふまえた議論ができず総論では賛成、各論で堂々巡りとなっておられたり、漠然と抱いている懸念を解消するための必要コストに思いを巡らせたところ、とても予算の手当ができるレベルではなく検討が止まっておられたりと、ご相談をいただくお客様の状況は様々です。

先行きが不透明な状況においては、投資効果への明確な戦略・意思決定が必要とされます。災害対策を検討する際には、災害時における具体的な状況を想定、共有化し、保有リスクの大きさや投資することによるリスクの低減度合いを定量的に把握することに努め、対策する／しないといったゼロイチ思考に陥らず、ゼロとイチの間にある微妙なグラデーションも見据え、今できることの優先度を見極めて進めていくことが大切だと考えています。

お客様が抱える課題は多岐に渡ります。本誌でもその一端をご紹介するように弊社では様々なソリューションを提供しておりますが、1つのソリューションで解決の道筋をつけられるケースは稀です。医療における総合診療医と専門医との連携のように、多岐に渡る技術を身につけたエンジニアと、特定分野の専門性を突き詰めたエンジニアとが連携をとり、課題解決のために効果的なソリューションをご提案できる「頼りになる存在」となれるよう、これからも研鑽してまいります。

今後ともお付き合いのほど、よろしくお願ひいたします。

# 解析雑誌 Vol.35 2014.4

巻頭言 『頼りになる存在であるために』

防災ソリューション部 坪田 正紀 02

## Topic 1

- 第18回「震災対策技術展」横浜 出展報告 04  
第1回「震災対策技術展」大阪（2014/6/17～18 開催）  
第8回 オフィス防災 EXPO（2014/7/16～18 開催） 出展のご案内

## Topic 2

- STAN ホームページリニューアルと Ver.11 リリースのお知らせ 08

## Topic 3

- RESP-D Web 認証ライセンス運用スタート／定期開催セミナーのお知らせ 10

## Technical Report 1

- ボーリングデータベースによる電子地盤図の作成に関する研究 14  
—川崎市における2次元地盤モデルを例として—  
落合 努、荏本 孝久氏、山本 俊雄氏

## Technical Report 2

- 扉や引き出しの開閉を考慮した冷蔵庫の地震時挙動シミュレーション 18  
正月 俊行、翠川 三郎氏、三浦 弘之氏、初岡 徹朗氏

## Editor's Note

- From Editors 23

## 第18回「震災対策技術展」横浜 出展報告

### 第1回「震災対策技術展」大阪（2014/6/17～18 開催）

### 第8回 オフィス防災EXPO（2014/7/16～18 開催）出展のご案内

構造計画研究所では、建築、建設分野において蓄積してきた構造解析技術や地震動、津波等の自然災害シミュレーション技術について、様々な業界の方に広く紹介し、交流を促進することを目的に、展示会への出展を積極的に行ってています。

今年の震災対策技術展では、災害対策ソリューションの展示や、粒子法を用いた災害評価事例についてセミナー講演を行いました。

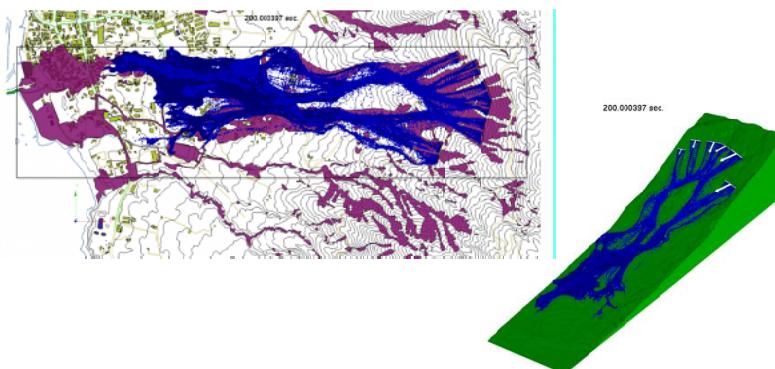
#### ■出展内容

- 災害対策ソリューション
  - 大規模地震、地盤液状化、津波、洪水、土石流など解析技術を用いた災害評価
  - 津波・河川氾濫 避難シミュレーション
  - 構造物、設備機器、家具・什器の耐震対策
  - BCP（事業継続計画）策定のための災害リスク評価コンサルティング

#### ■出展のご報告

##### 第18回「震災対策技術展」横浜

会期	2014年2月6日(木)～7日(金)
会場	パシフィコ横浜
主催	「震災対策技術展」実行委員会
セミナー	粒子法を用いた災害評価事例のご紹介 防災・環境部 地圈環境室室長 戸井 隆



セミナー紹介事例（土石流解析）



展示ブース風景

#### ■出展のご案内

##### 第1回「震災対策技術展」大阪

会期	2014年6月17日(火)～18日(水)
会場	コングレコンベンションセンター
主催	「震災対策技術展」大阪 実行委員会

##### 第8回 オフィス防災EXPO

会期	2014年7月16日(水)～18日(金)
会場	東京ビッグサイト
主催	リード エグジビジョン ジャパン株式会社

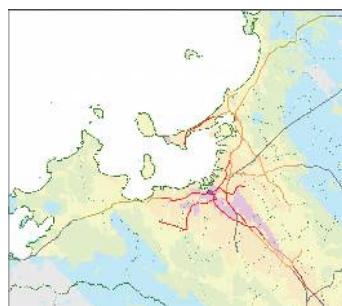
※招待状をご希望の方は、本誌裏面の「お問い合わせ先」までご連絡ください。

# 自然災害 + KKE



## 災害リスクマネジメントソリューション

周辺で発生する可能性のある震源と、発生した場合の地域・建物・収容物の揺れ・被害程度を評価します。交通等ライフラインについても、情報をご提供します。

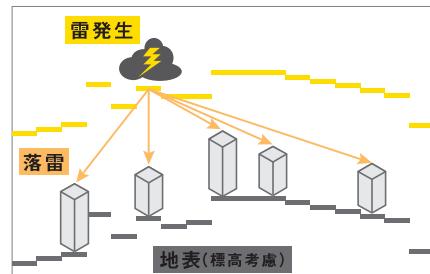


震度分布・公共交通の被害予測例

予想連休日数	
30日以上	震度7
15～30日	震度6強
5～15日	震度6弱
3～5日	震度5強
1～3日	震度5弱
1日以下	震度1～4
なし	

- 災害シナリオの特定と共有
- 地震保険契約の検討
- 施設の耐震性の第三者評価
- トータルコストの削減

過去の落雷状況を分析し、モンテカルロシミュレーションにより対象施設の直撃雷・誘導雷・瞬時電圧低下の可能性を検討します。

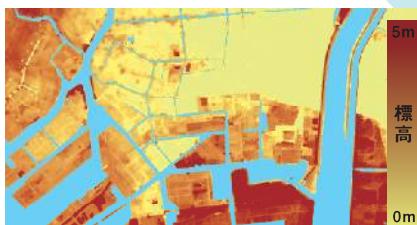


### より強固な

## 防災対策・事業継続計画 (BCP) への発展をサポートします。

### 地震

### 浸水



想定シナリオ名	地震規模	今後30年の発生確率	再現期間(年)	分析結果				
				本社	A支社	B支社	C支社	
想定東海地震	8.0	87.31	20	想定震度	6+	6-	6+	6+
				建物被害	軽微	軽微	小破	軽微
				復旧日数	0-1	0-1	2-5	1-5
				電気	0-1	0-1	0-1	0-1
				ガス	0-0	0-0	0-0	0-0
				水道	0-0	0-0	0-0	0-0
				交通	0.5-5	0.5-7	0.5-7	0.5-7
				想定震度	6-	6-	6+	6+
				建物被害	中破	中破	大破	中破
				復旧日数	2-10	2-10	10-60	10-40
大正型関東地震	7.9	0.15	20,000	想定震度	6-	6-	6+	6+
				建物被害	中破	中破	大破	中破
				復旧日数	2-3	2-3	3-4	3-4
				電気	40-60	50-70	50-70	50-70
				ガス	20-35	25-35	25-35	25-40
				水道	0.5-20	0.5-25	0.5-25	0.5-20
				交通	無し	1.0-2.0m	0.0-0.5m	
				想定浸水深				
				復旧日数			---	---
				電気			1-5	0.5-1
内水氾濫	---	10.0	約300	ガス			1-2	0-0.5
				水道				
				交通				
				想定最大風速	28.7cm/s	30.6cm/s	29.4cm/s	38.3cm/s
				復旧日数	ほぼ無し	0-1	ほぼ無し	0.5-1
				電気	0.5-1.0	0-0.5	0-0.5	0-0.5
				ガス				
				水道				
				交通				
				年間発生確率	90年	40年	160年	220年
台風シナリオ 99パーセンタイル	---	26%	100	復旧日数	0-7	2-10	0-5	0-7
				電気	0.5-1.0	0-0.5	0-0.5	0-0.5
				ガス				
				水道				
				交通				
				想定最大風速	28.7cm/s	30.6cm/s	29.4cm/s	38.3cm/s
				復旧日数	ほぼ無し	0-1	ほぼ無し	0.5-1
				電気	0.5-1.0	0-0.5	0-0.5	0-0.5
				ガス				
				水道				
落雷シナリオ 誘導雷	---	---	100	交通				
				年間発生確率	90年	40年	160年	220年
				復旧日数	0-7	2-10	0-5	0-7
				電気	0.5-1.0	0-0.5	0-0.5	0-0.5
				ガス				
				水道				
				交通				
				想定最大風速	28.7cm/s	30.6cm/s	29.4cm/s	38.3cm/s
				復旧日数	ほぼ無し	0-1	ほぼ無し	0.5-1
				電気	0.5-1.0	0-0.5	0-0.5	0-0.5
落雷シナリオ 誘導雷	---	---	100	ガス				
				水道				
台風	---	---	100	交通				
				想定最大風速	28.7cm/s	30.6cm/s	29.4cm/s	38.3cm/s
台風	---	---	100	復旧日数	ほぼ無し	0-1	ほぼ無し	0.5-1
				電気	0.5-1.0	0-0.5	0-0.5	0-0.5
台風	---	---	100	ガス				
				水道				
台風	---	---	100	交通				
				想定最大風速	28.7cm/s	30.6cm/s	29.4cm/s	38.3cm/s
台風	---	---	100	復旧日数	ほぼ無し	0-1	ほぼ無し	0.5-1
				電気	0.5-1.0	0-0.5	0-0.5	0-0.5
台風	---	---	100	ガス				
				水道				
台風	---	---	100	交通				
				想定最大風速	28.7cm/s	30.6cm/s	29.4cm/s	38.3cm/s
台風	---	---	100	復旧日数	ほぼ無し	0-1	ほぼ無し	0.5-1
				電気	0.5-1.0	0-0.5	0-0.5	0-0.5
台風	---	---	100	ガス				
				水道				
台風	---	---	100	交通				
				想定最大風速	28.7cm/s	30.6cm/s	29.4cm/s	38.3cm/s
台風	---	---	100	復旧日数	ほぼ無し	0-1	ほぼ無し	0.5-1
				電気	0.5-1.0	0-0.5	0-0.5	0-0.5
台風	---	---	100	ガス				
				水道				
台風	---	---	100	交通				
				想定最大風速	28.7cm/s	30.6cm/s	29.4cm/s	38.3cm/s
台風	---	---	100	復旧日数	ほぼ無し	0-1	ほぼ無し	0.5-1
				電気	0.5-1.0	0-0.5	0-0.5	0-0.5
台風	---	---	100	ガス				
				水道				
台風	---	---	100	交通				
				想定最大風速	28.7cm/s	30.6cm/s	29.4cm/s	38.3cm/s
台風	---	---	100	復旧日数	ほぼ無し	0-1	ほぼ無し	0.5-1
				電気	0.5-1.0	0-0.5	0-0.5	0-0.5
台風	---	---	100	ガス				
				水道				
台風	---	---	100	交通				
				想定最大風速	28.7cm/s	30.6cm/s	29.4cm/s	38.3cm/s
台風	---	---	100	復旧日数	ほぼ無し	0-1	ほぼ無し	0.5-1
				電気	0.5-1.0	0-0.5	0-0.5	0-0.5
台風	---	---	100	ガス				
				水道				
台風	---	---	100	交通				
				想定最大風速	28.7cm/s	30.6cm/s	29.4cm/s	38.3cm/s
台風	---	---	100	復旧日数	ほぼ無し	0-1	ほぼ無し	0.5-1
				電気	0.5-1.0	0-0.5	0-0.5	0-0.5
台風	---	---	100	ガス				
				水道				
台風	---	---	100	交通				
				想定最大風速	28.7cm/s	30.6cm/s	29.4cm/s	38.3cm/s
台風	---	---	100	復旧日数	ほぼ無し	0-1	ほぼ無し	0.5-1
				電気	0.5-1.0	0-0.5	0-0.5	0-0.5
台風	---	---	100	ガス				
				水道				
台風	---	---	100	交通				
				想定最大風速	28.7cm/s	30.6cm/s	29.4cm/s	38.3cm/s
台風	---	---	100	復旧日数	ほぼ無し	0-1	ほぼ無し	0.5-1
				電気	0.5-1.0	0-0.5	0-0.5	0-0.5
台風	---	---	100	ガス				
				水道				
台風	---	---	100	交通				
				想定最大風速	28.7cm/s	30.6cm/s</td		

# 津波シミュレータ **TSUNAMI-K**

## 津波波高・遡上計算プログラム

津波による浸水や被害を  
事前に予測することができます

地震発生頻度の高い日本は、周囲を海洋に囲まれており、津波発生の確率も高い状況にあります。東北地方太平洋沖地震では津波による甚大な被害が発生しました。今後発生すると予想される、東海、東南海、南海地震でも津波の発生が予想されており、海岸付近での防災対策が必要です。

株式会社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、津波シミュレータ「TSUNAMI-K」を使った津波解析コンサルティングサービスを実施しております。

### TSUNAMI-K 3の特徴



#### 特徴 **1 簡単操作**

簡易な操作で  
津波シミュレーション  
が可能です。

#### 特徴 **2 編集自由**

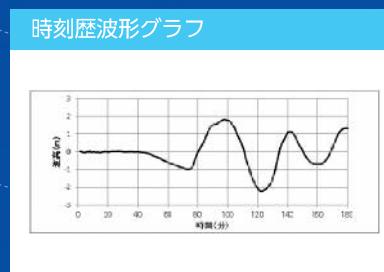
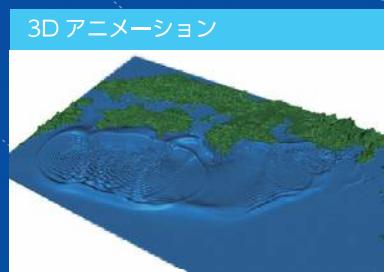
建物や地形の詳細な  
データの追加・修正などの  
編集が可能です。

#### 特徴 **3 出力多彩**

アニメーション等の  
多彩な結果出力に  
対応可能です。

### 2D・3Dアニメーション表示だから解析結果が一目瞭然

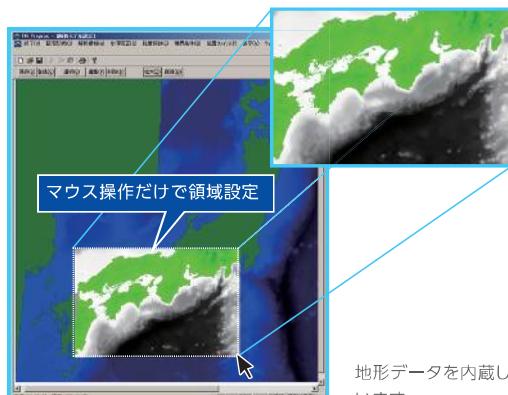
今まで津波・遡上解析を行う場合は、専門的な知識を要求される3つのプログラムを実行する事が必要でした。TSUNAMI-Kは地形・建物の作成、波源の設定、津波・遡上計算、結果の表示を1つのプログラムで、誰でも簡単に実行できます。津波・遡上計算機能は最新の知見を導入しており、高度な解析機能を有します。また、最大波高などの分布図や、時刻ごとの水位・流速等の表示や出力、アニメーション作成機能を持っています。様々な範囲での津波・遡上評価にご利用下さい。



# 津波シミュレータ「TSUNAMI-K」の使い方

## 1 まずは解析したい領域をマウスでドラッグ

- 解析したい領域をドラッグし、メッシュサイズの入力で領域設定は完了



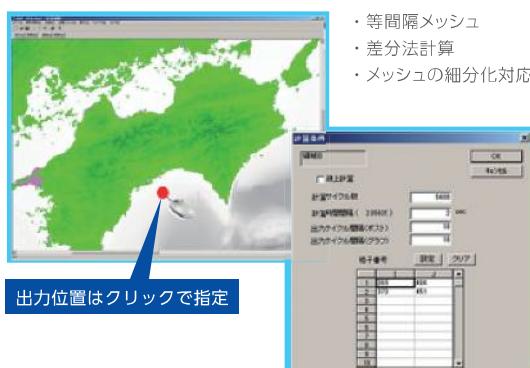
## 2 波源設定はデータベースから選択 データベースへの追加も容易!

- 波源設定はリストから選択するだけ
- データ追加は登録ボタンを押し、パラメータを入力
- 位置の設定はクリックでも手入力でもOK



## 3 計算条件を入力し 解析実行

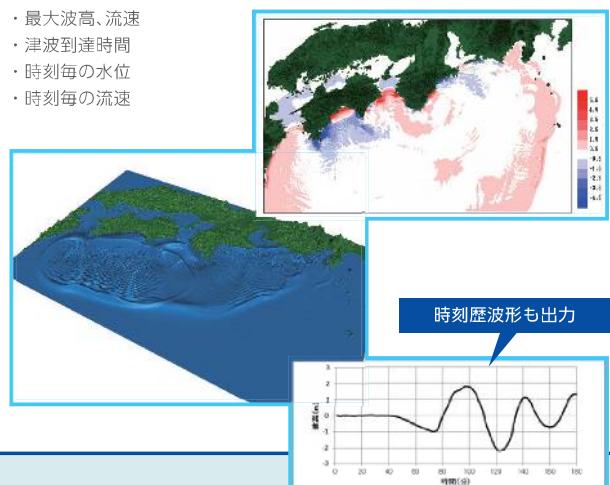
- 計算時間や出力間隔を設定
- 時刻歴の出力位置はクリックで指定



## 4 結果の図化、 アニメーションの作成

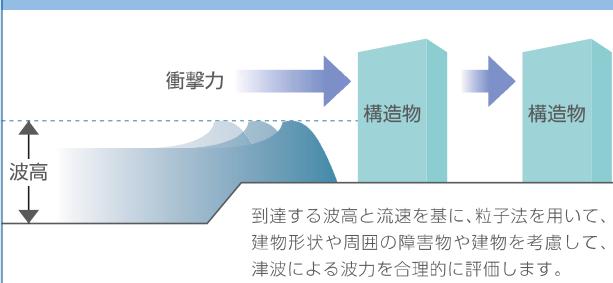
- 解析結果を読み込み2Dや3Dのアニメーションを作成

- ・ 最大波高、流速
- ・ 津波到達時間
- ・ 時刻毎の水位
- ・ 時刻毎の流速

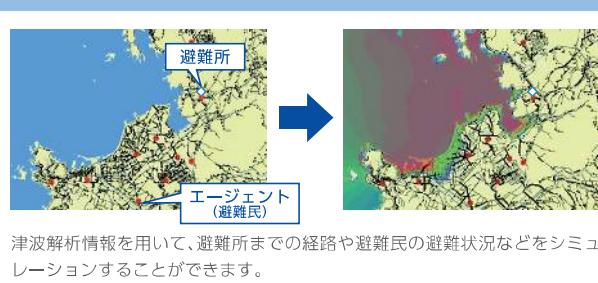


別ソフトとの併用で下記のようなシミュレーションも可能です

### 粒子法+FEMによる構造物の安全性評価



### 避難シミュレーション



## STAN ホームペジリニューアルとVer. 11リリースのお知らせ

構造計画研究所開発・販売の3次元任意形状フレーム構造解析ソフトウェア STAN/3D のホームページがリニューアルしました。

STAN/3D は、構造計画研究所が 1960年代初期に大型コンピュータ上で開発し、構造設計や解析コンサルティング実務に使用してきた実績のある3次元骨組構造解析ソフトウェアをベースに、パソコン向けに開発したソフトウェア・パッケージです。

3次元任意形状フレームモデルの静的・弾性応力の解析機能を、多分野に応用できる汎用性の高さが特徴です。形状に関する制限は無く、一般の建築構造物はもちろん、ドーム・鉄塔・橋梁・プラントなどの特殊な構造物、工作物の解析まで、その威力を發揮しています。

The screenshot shows the updated STAN homepage. At the top right is a navigation bar with 'トップページ' and 'お問い合わせ・ご購入の手順'. The main header 'STAN' is in large, bold letters with the subtitle '3次元任意形状フレーム構造解析ソフトウェア'. To the left is a sidebar with links: 製品概要, 製品構成, 価格表 & 動作環境, サポート体制, お試し版, プログラムインストール, 製品マニュアル, 旧バージョンのアップデート, よくあるご質問, お問い合わせ, ご購入の手順. Below the sidebar are two banners for 'RESP-D' and 'RESP-FBT'. The main content area features a large image of a Ferris wheel and a 3D model of a building structure. A call-to-action button says '詳細はこちらをクリック'. Below this is a section for 'STAN / 3D' with the text '三次元骨組構造解析ソフトウェア・パッケージ' and '一般的な建築構造物はもちろん、ドーム・鉄塔・橋梁・プラントなどの特殊な構造物・工作物の解析まで、その威力を發揮しています。' A 'お知らせ' section follows, containing news about Ver.10.5 release and Ver.10.5 update details.

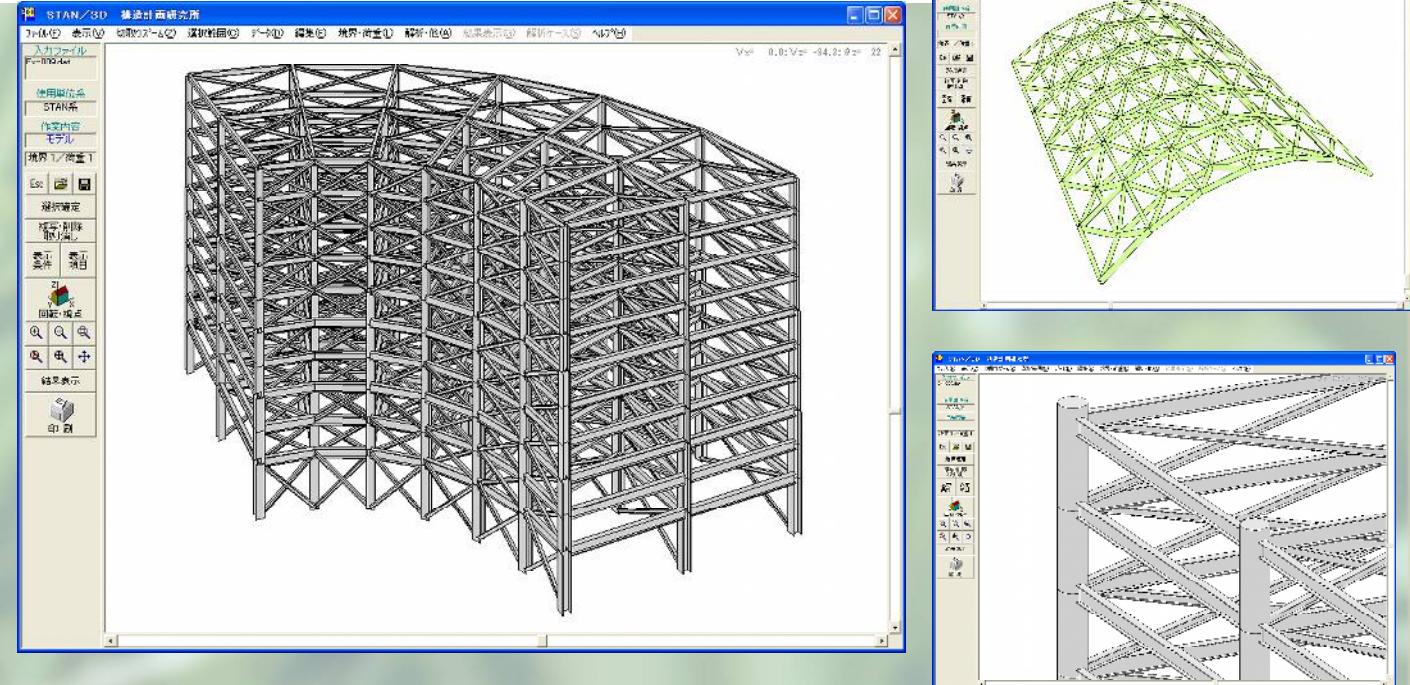
### ■Ver. 11リリースと技術サービスリニューアル

2014年春にVer. 11のリリースと技術サービスのリニューアルを予定しています。

- Ver. 11対応項目
  - Windows8.1対応
  - 積算機能更新  
従来のバージョンでは、部材の総重量および骨組み要素毎の重量を出力していましたが、新たに断面符号毎、部材長さ毎の簡易積算機能を追加いたします。  
本機能では、分割された骨組要素も一本部材として自動認識した上で長さの認識を行いますので、鉄骨造や木造における概算数量計算としてお使いいただくことができます。
  - Web認証機能更新
  - 平面応力要素機能更新
  - 板曲げ要素機能追加（要保守契約）
- 技術サービスのリニューアル
  - 詳細は近日ホームページでお知らせいたします。

URL → <http://www4.kke.co.jp/stan/>

# 3次元任意形状フレーム構造解析ソフトウェア **STAN**



太陽光発電システムの架台、テントのフレーム、収納ラック、広告塔、立体駐車場、通信・送電 鉄塔、軸組構法、プラント構造物 全般、全ての「フレームの応力解析」に！

次期バージョン(Ver11)にて  
板曲げ要素(厚板)を追加予定  
(Windows 8.1 対応)  
※リリース:2014年春 予定

3次元任意形状フレームモデルの静的・弾性応力解析を簡単かつスピーディに実行。  
5000節点、18000要素までのモデルを扱えます。  
形状に関する制限は一切なく、不安定でない限り、どんな形状のフレームモデルでも応力解析を実行します。不定形の構造物、プラント構造物、工作物の解析に威力を発揮します。

詳細はこちら → <http://www4.kke.co.jp/stan/>

STAN 3次元任意形状フレーム構造解析ソフトウェア

お問い合わせ・お問い合わせ・ご購入の手順

STAN

3次元任意形状フレーム構造解析ソフトウェア

一般的な建築構造物はもちろん、ドーム・橋梁・機械・プラントなどの特殊な構造物・工作物の解析まで、その威力を発揮しています。

お問い合わせ

STAN シリーズ (Ver.10.5) Web認証機能 リリース!

プロダクトコードの登録は、Ver.10.5 になります。

リリース: 2013年06月18日 (火)

対応 OS: Windows Vista (32ビット版) / Windows 7 (32ビット版) / Windows 8 (32ビット版)

※ Windows 8 (64ビット版) での動作は未検証です。

※ Ver.10.5 バージョンアップ内容: PDF

STAN バージョンアップ内容: PDF

※既バージョンからのバージョンアップは有償となります。

STAN シリーズ Ver.8 ガイドマニュアル

STAN シリーズ (Ver.10.0) のリリースに合わせて、2003年3月より販売いただいております。Ver.8 のプロダクトコード・ガイドートは2012年3月末をもちまして終了させて頂きました。

Ver.8 サポート終了ご案内: PDF

※サポート終了後も問題がござりましたら、お持ちのライセンスは現行の機能で引き続きご利用になれます。

Ver.10 バージョンアップ内容: PDF

※バージョンアップをご購入されました (2012/03/29) !

※バージョンアップページへようこそ! お問い合わせください。

株式会社設計事務所 TEL: 03-5342-1052 FAX: 03-5342-1234 〒164-0011 東京都中野区中央4-5-3

お問い合わせセキュリティ・個人情報について

Copyright © KOZO KEIKAKU ENGINEERING Inc. All Rights Reserved

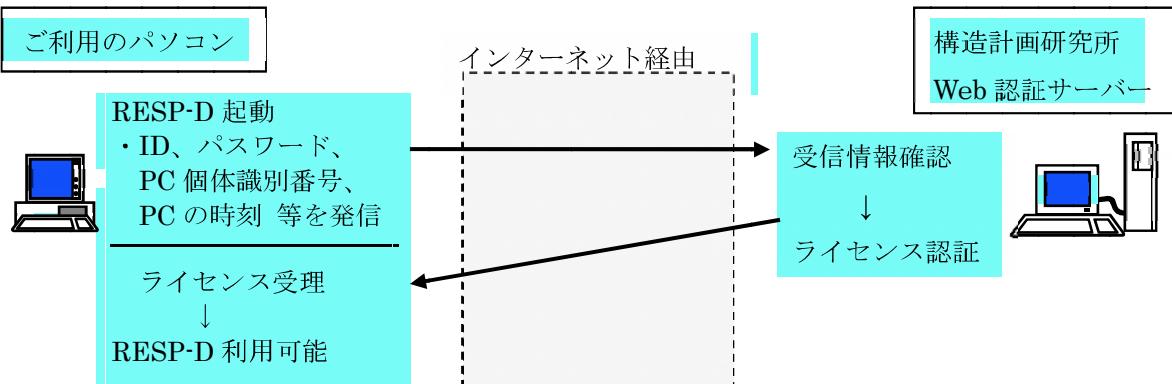
構造計画研究所 KOZO KEIKAKU ENGINEERING Inc.

ホームページ リニューアル

## RESP-D Web認証ライセンス運用スタート／定期開催セミナーのお知らせ

時刻歴応答解析による設計を支援する統合構造解析プログラム「RESP-D」が、Web認証型ライセンスに対応します。キーの管理が容易になり、ライセンスの取得・返却もスムーズに行うことができるようになります。

### ■Web認証ライセンスの仕組み (STAN/3Dと同じ仕組みです)



Web認証版では、上図のような過程を経てライセンスが認証されRESP-Dが起動します。ただし、通常のご利用におきましては、これらの過程は表面には出ませんので、ご利用者はこの間のやり取りを意識することなくRESP-Dを起動できます。

また、ライセンスの解放は、RESP-Dを通常終了するだけです。

※インターネット環境が無いパソコンではご利用になれません。(常時接続が必要になります。)

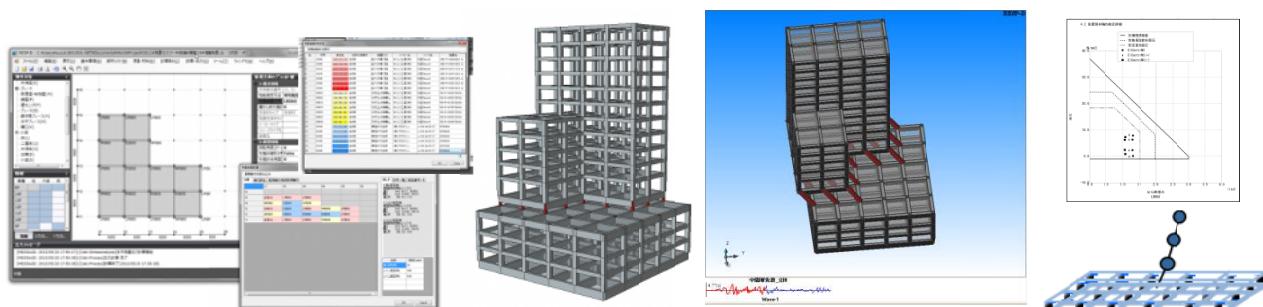
### ■定期開催セミナーのお知らせ

振動解析およびRESP-Dの概要をご理解いただくため、月に1回のペースでセミナーを開催しております。現在下記メニューから順次開催しており、RESPユーザー様を初め多くの方にご参加いただいております。ご興味のある方はどなたでもご参加いただけます(免震中級編セミナーを除く)。お気軽にお申込みください。

セミナー名	内容	型式
RESP-D入門セミナー	RESP-Dの基本操作	演習
振動解析体験セミナー	振動論解析基礎	講義+演習
免震検討体験セミナー	免震解析基礎	講義+演習
免震検討体験セミナー(中級編:RESP保守ユーザー様限定)	中間層免震解析	演習
制振検討入門セミナー new	制振解析基礎	講義+演習

企画中のセミナー情報とお申し込みは下記サイトをご覧ください。

→<http://www4.kke.co.jp/resp/seminar/index.html>

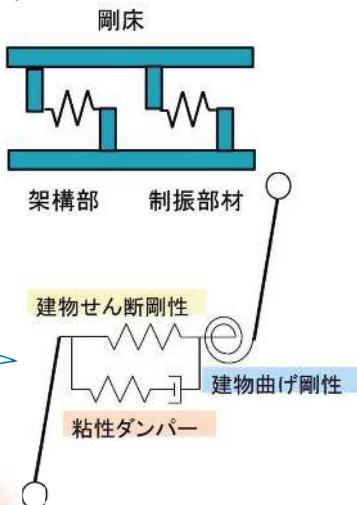


時刻歴応答解析による設計を支援する統合構造計算プログラム

## □ 概要

RESP-Dは許容応力度設計から質点系振動解析、立体振動解析までをシームレスで行う新世代の構造計算プログラムです。RESPシリーズが取り組んできた超高層建築、免震構造、制振構造に対して、数々の新しいアイデアを盛り込むことで、より高度で質の高い構造計算やプレゼンテーションをサポートします。

履歴系ダンパーの並列ばねモデル



## 質点系振動解析モデル

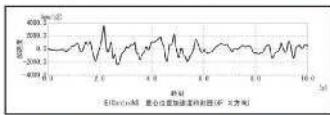
ダンパーの種別に応じた様々なモデル化に対応

速度依存型ダンパーの曲げせん断分離

## 制振機能紹介

### 各種出力機能

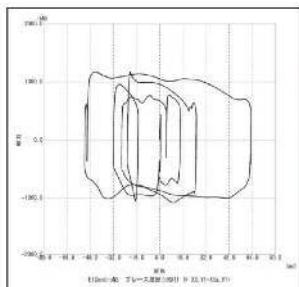
- ・時刻歴図
- ・プレース・ダンパー応力履歴図
- ・節点間プレース・ダンパー応力図
- ・間柱ダンパー応力履歴図
- ・耐震壁・粘性制震壁応力履歴図など



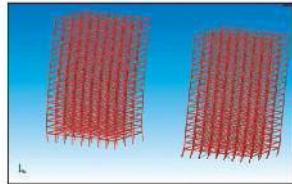
重心位置加速度時刻歴



粘性壁の千鳥配置



粘性ダンパー履歴



アニメーション

## 近日対応予定機能

### Webライセンスの導入が始まります

利用ライセンス数と使用者がリアルタイムで確認でき、社内運用・管理を明確化できます。

### 杭の応答変位法がオプションで登場

杭の応答変位法による設計が可能となります。  
一体解析モデル、または建物分離モデルが選択可能です。

### 対応装置：履歴系制震ダンパー

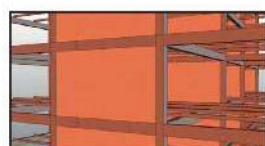
メーカー	装置名
新日鉄住金エンジニアリング(株)	アンボンドプレース(バイリニア)
日鉄住金関西工業	鋼製座屈拘束プレース

### 対応装置：粘性・粘弹性系制震ダンパー

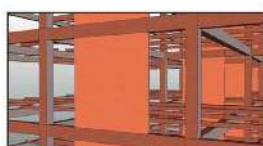
メーカー	装置名
各社オイルダンパー	マックスウェル(バイリニアダッシュポット)
各社ピングムダンパー	マックスウェル(速度べき乗ダッシュポット)予定
オiles工業(株)	制震壁・制震壁(最大変位依存性)
オレス工業(株)	制震壁(支持剛性付き)
新日鉄住金エンジニアリング(株)	ユニットゴムダンパー(簡易モデル)
新日鉄住金エンジニアリング(株)	ユニットゴムダンパー(高精度モデル)
(株)免制震ディバイス	VWD(粘性制震壁)
(株)免制震ディバイス	RDT(精算モデル、質量効果考慮モデル)
(株)免制震ディバイス	iRDT(精算モデル、質量効果考慮モデル)

## 立体振動解析モデル

シアリンク型ダンパーや制震壁の梁上配置など質点系モデルで考慮が難しい配置を精密にモデル化



制震壁の柱間配置



制震壁の梁上配置

## □ プログラムの特長

- 許容応力度計算、荷重増分解析、振動解析まで一連処理可能です。
- 立体振動解析・質点系振動解析をはじめ多様な解析が選択可能です。
- 超高層、免震、制振構造に対し簡単に振動アニメーションを作成可能です。これらの機能はすべて標準機能です。

オプション不要

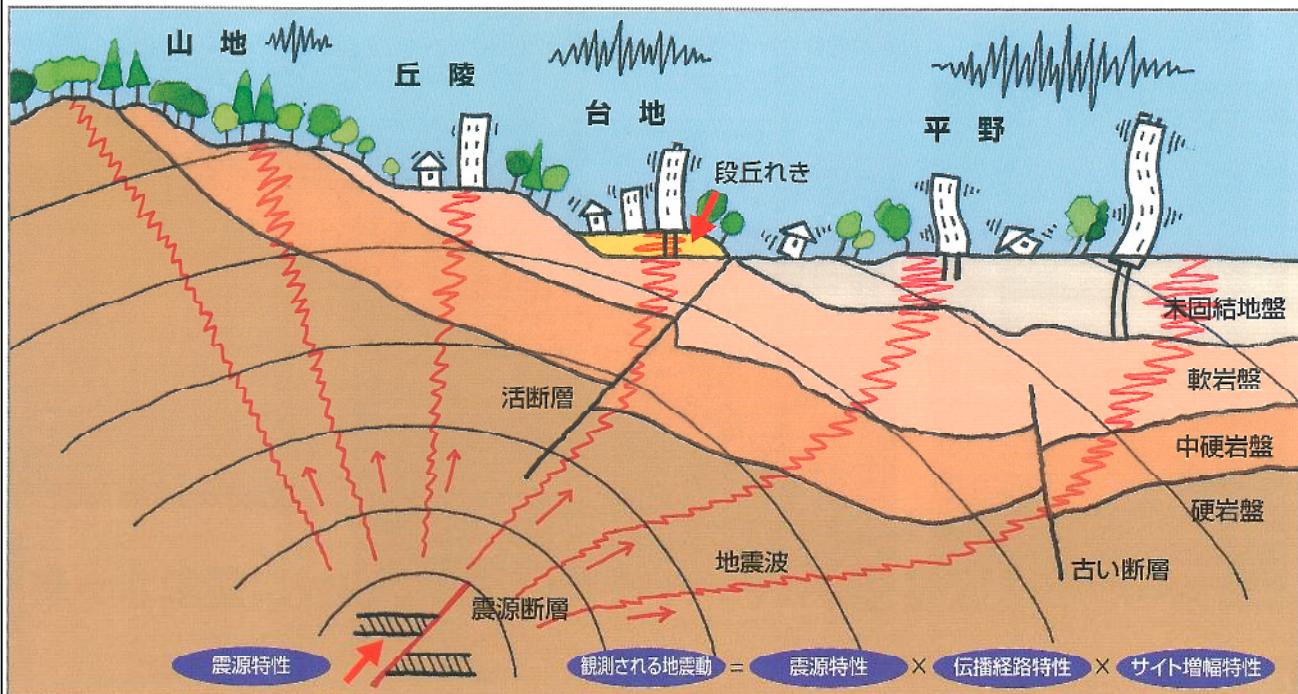


# 強震動評価・シミュレーション・設計用入力地震動 断層モデルによる地震動評価

地表で観測される地震動の特性は、震源特性・震源から基盤への伝播特性・表層地盤の增幅特性により決定されます。断層モデルを考慮した地震動評価は広く行なわれ、様々な手法が提案されています。弊社では永年培ってきた地震動評価の経験と実績に基づき、お客様の目的・予算に応じた手法により地震動の評価・シミュレーション・各種構造物への設計用入力地震動の作成を行ないます。

## ■ 地震動評価のためのモデル化

- 震源断層のモデル化（断層パラメータの設定）
- 伝播経路のモデル化（深部地盤構造の設定）
- 表層地盤のモデル化（表層地盤構造の設定）



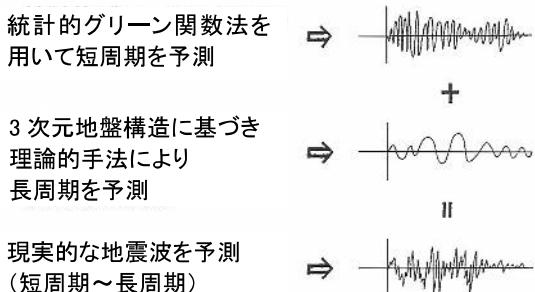
## ■ 基盤での地震動評価手法

- 経験的手法（翠川・小林の方法）  
／半経験的手法（経験的グリーン関数法、統計的グリーン関数法）
- 理論的手法／ハイブリッド合成法

## ■ 地表での地震動評価手法

- 等価線形化手法／非線形地震応答解析法
- 有効応力解析法（液状化の考慮）

地震観測記録のシミュレーション  
各種構造物への設計用入力地震動の作成  
広域を対象とした強震動評価・予測  
地震動の可視化（アニメーション）

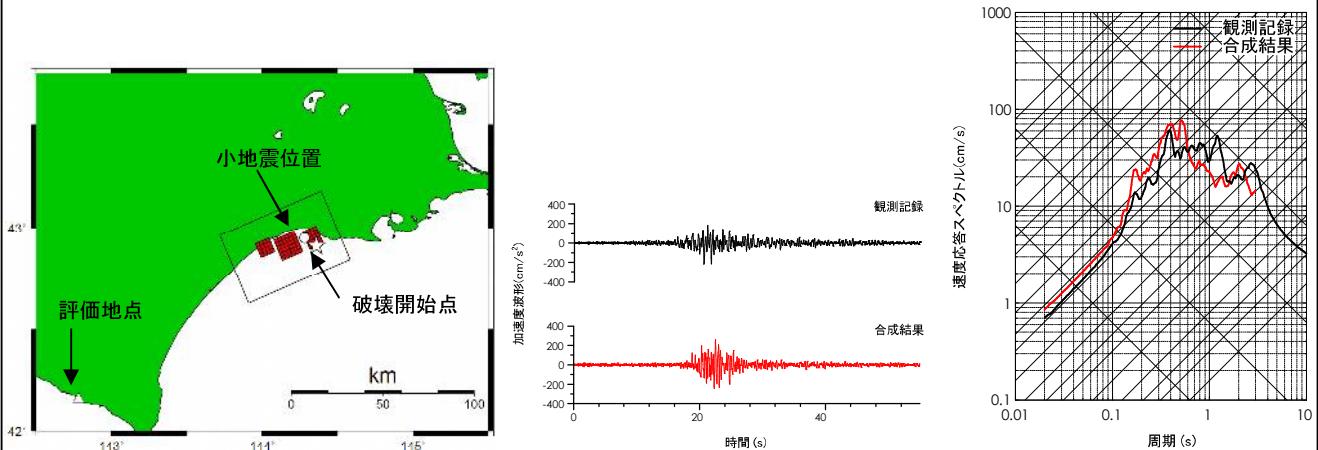


ハイブリッド合成法の概念

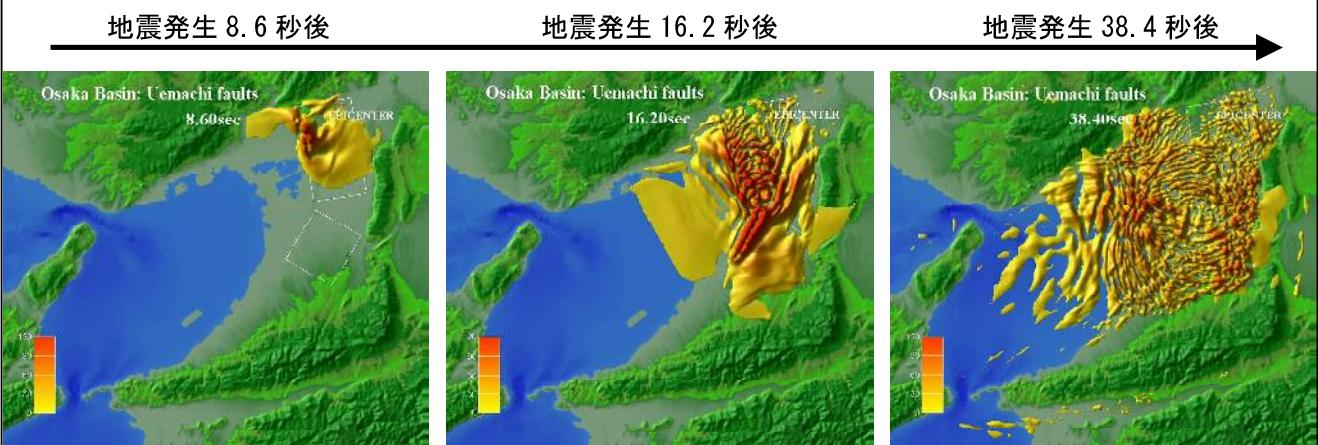
# 断層モデルによる地震動評価の事例紹介

弊社がこれまでに行った地震動評価の一例を紹介します。1993年釧路沖地震を対象とした経験的グリーン関数法による地震動評価では、評価地点の観測記録を精度よく再現できました。また、上町断層を対象に行なった3次元差分法シミュレーションでは、大阪盆地のような3次元地下構造の影響を評価できるとともに、計算結果をアニメーションとして可視化することで地震波伝播の様子をよく理解することができます。

## ■経験的グリーン関数法を用いた1993年釧路沖地震の地震動評価



## ■3次元差分法を用いた上町断層の波動伝播シミュレーション



## ■地震動評価手法の種類と概要

地震動評価手法		概要
経験的手法	翠川・小林手法	点震源の距離減衰式に断層モデルによる地震動評価手法を組み合わせた手法。 地震基盤での応答スペクトルを評価する。断層面の広がりや破壊過程を考慮でき、比較的簡便に行える。
半経験的手法	経験的グリーン関数法	震源メカニズム、伝播経路が似通った小地震記録を重ね合わせることで、大地震による地震波形を求める。伝播経路、表層地盤の影響は小地震記録に含まれているため、詳細な地下構造情報がなくても、それを考慮した評価が可能。但し、評価地点で小地震記録が得られていることが前提となる。
	統計的グリーン関数法	経験的グリーン関数法で用いる小地震記録が得られていない場合に、小地震波形を人工的に作成することで、大地震波形を評価できる。
理論的手法	波数積分法	断層モデルあるいは点震源による波動場を理論的に求める方法。 設定する地下の媒質構造は水平成層の場合にのみ用いることができる。計算時間は短い。
	有限差分法	3次元的に変化する媒質に対し、理論的に波動場を求めることが出来る。 但し、3次元的な媒質構造の情報が必要であり、計算負荷も大きい。
ハイブリッド合成法	理論的手法+半経験的手法	長周期側を理論的手法、短周期側を半経験的手法で評価し、それぞれを重ね合わせる手法。両者の利点を活かした広域域の地震動評価が可能となる。

ボーリングデータベースによる電子地盤図の作成に関する研究  
- 川崎市における 2 次元地盤モデルを例として -

正会員 ○落合 努<sup>\*1</sup> 菅本孝久<sup>\*2</sup>  
正会員 山本俊雄<sup>\*2</sup>

電子地盤図 ボーリング柱状図 地盤情報  
地質断面図 情報公開 川崎市

### 1.はじめに

近年さまざまなデータの整備・公開が進む中、全国を網羅した表層地盤情報のデータベース（以下 DB）や地盤図を作成し公開することは、防災や環境問題などに対し人々が安全な生活をするために重要である。全国を統一した手法で作成される地盤図は、地下構造を理解するための 1 つの重要なツールとなり整備が望まれている。本研究は、(社)地盤工学会が構築した全国電子地盤図作成支援システムを用いて、川崎市を対象として地盤モデルを作成した。また、作成した地盤モデルから地質断面図を作成し、既往の断面図との比較・検討を行うとともに、その作成過程で得られた問題点や課題を挙げ考察する。

### 2.全国電子地盤図の概要

全国電子地盤図は、(独)防災科学技術研究所を主体とした「統合化地下構造 DB の構築」に参画した(社)地盤工学会が「表層地盤情報 DB の連携に関する研究」の中で構築した、「既存の表層地盤情報 DB 連携のためのシステム」である。全国電子地盤図の構築フローを図 1 に示す。このシステムは、収集されたボーリングデータから地域ごとの DB を作成し、その DB と周辺地盤の堆積状況から 250m メッシュにおける代表地盤モデル(以下モデル)を作成、保存・追記・表示できる。完成したモデルは WEB 上での公開を目的とし表記する情報は、座標・地盤標高・柱状図・N 値・地下水位・主要な地質(沖積層・洪積層など)とされている。土質名は、原則的に礫質土・砂質土・粘性土・有機質土・人工材料・火山灰性粘性土・高有機質土の 7 種類に変換し登録される。

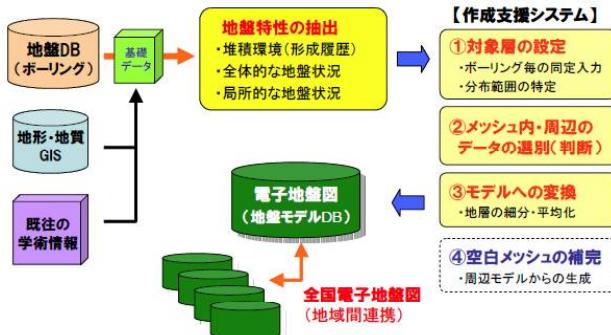


図 1 全国電子地盤図の構築フロー<sup>1</sup>

Investigation on The Development of Digital Soil Map Using Bore Hole Record Data Base –In Case of Soil Profile Model of Recent Formation In Kawasaki City-

### 3.電子地盤図の作成方法

電子地盤図の作成は、文献 1 の中で東京都に用いられた方法をもとに行った。ボーリングデータの位置情報をプロットした図を示す(図 2)。

文献 1 では地盤の成層状態やデータの密度でモデル化の方法としていくつか挙げられている(表 1)。今回はモデル化に伴う作成者の個人差が極力含まれないようにするために、B 法を基本とした。

- ① ボーリングデータの収集、確認、取り込み作業
- ② 250m メッシュの作成、ボーリング DB へ登録
- ③ 地図上でモデル化の範囲設定
- ④ 地盤に関する文献・資料をそろえ、地形・地質の概要(堆積状況など)を整理する
- ⑤ 地質断面図の作成
- ⑥ ④等と比較し修正を重ね、最終的なモデルを完成

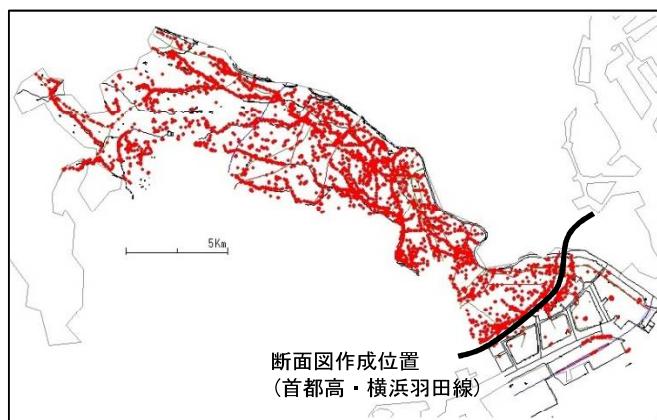


図 2 ボーリングデータの分布図

表 1 モデル化の方法<sup>1</sup>

成層状態	データの分布	モデル化方法	本モデル
ほぼ一様	多数&均一 (3 本以上)	A 法 メッシュ内で単純平均	使用せず
	少数/不均一 (0~2 本以下または偏り)	B 法 移動平均的に範囲を広げて平均	使用
一定の変化 (傾斜など)	多数~少数	C 法 その地盤条件に該当するものを選択して平均	一部使用
	局所的な変化 (埋没谷など)		

#### 4. モデル化範囲の地形概要

モデル化の対象とした首都高・横浜羽田線沿線は、多摩川低地臨海部の三角州地帯を横断している。モデル対象層は沖積層(最終氷期極相期(約2万年前)以降の堆積物)とした。対象地域の地盤の性質をまとめると、BGは最終氷期極相期の砂礫層、LS・LCは堆積環境が扇状地性低地から自然堤防地帯に変化した時の堆積物、MSは三角州性の堆積物、UCは海面高度の上昇により多摩川低地の下流部が入り江になった時のもので、USはその入り江に埋積した三角州性の堆積物とされる(地質記号は図3を参照)<sup>2,3</sup>。

#### 5. モデル化に関する考察・検討

図3・図4に既往の地質断面図と作成したモデルによる断面図を示す。また、モデル作成の過程で確認された課題で主要なものを以下に示す。

- ①DB形式: DBはXML形式のボーリングデータを用いたが、バージョンにより使用できないデータがあった。
- ②DBの精度: 緯度経度や地盤標高などで精度に疑問を有するデータがいくつか確認された。緯度経度では、同一の地点で複数のデータが存在し、おそらく近接地点でボーリングが行われた際に緯度経度を同一として整理している可能性がある。地盤標高は、周辺のボーリングデータや標高値と比較し、大きく差異が生じるデータは補正あるいは使用しないでモデル化を進めた。
- ③土質名: データごとのばらつきを抑えるため、DBへ登録するときに特定の土質に集約される。この処理により情報が均質的になるが、地域ごとの特徴的な土質を考慮する場合には留意する必要もある。
- ④地下水位: モデル作成にあたり地下水位の情報はデータの信頼性における根拠の一つになると考えられ、標高値と土質による整合性をもとにモデル作成を行った。
- ⑤地盤モデルの再現性(平面): メッシュサイズが250mとやや粗いため、詳細な地形である埋没段丘や埋没波波台が正確に表現されていない個所も見られ、文献や既存資料を参考にモデルを修正する必要があった。
- ⑥地盤モデルの再現性(深さ方向): 深さ方向の土質の概略は既往の地質断面図と概ね一致する結果となったが、細かな互層部分は表現されない個所があった。
- ⑦ボーリングデータの密度: 今回は比較的ボーリングデータが豊富なエリアでの検討であったが、データの密度によって作成される地盤図の精度が大きく異なり、データがないメッシュの補間方法が重要となる。
- ⑧モデル化方法: 詳細な地形を考慮するにはC法が望しいが、作成に時間がかかることや、作成者の知識や熟練度によりモデル化の精度が異なる問題点がある。

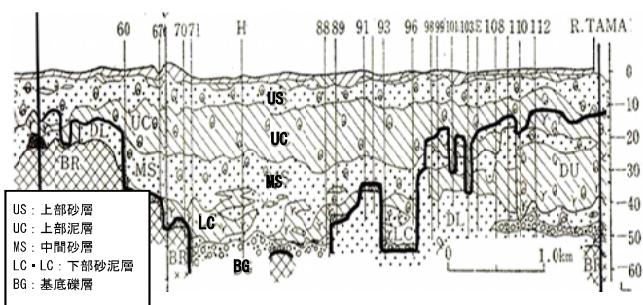


図3 既往の地質断面図<sup>3</sup>

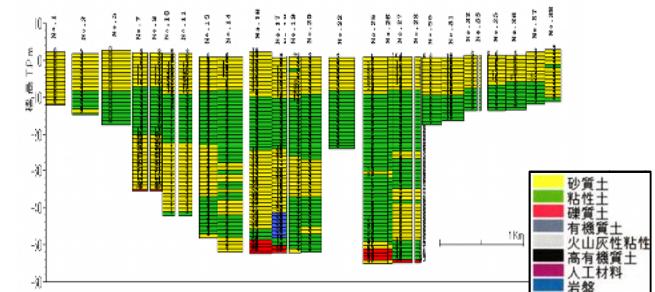


図4 作成された代表地盤モデルによる断面図

#### 6.まとめ

本研究では川崎市全域に至る代表地盤モデル柱状図の作成および既存の地質断面図との比較・検討を行った。作成したモデルによる断面図と既往の地質断面図とは大局的には良い対応を示している。ただし、互層部分や埋没谷など詳細な部分では一部不整合が確認されている。これらの不整合部分の精度向上は、モデル化方法を変更すればある程度は可能であると思われる。ただし、代表地盤モデルとしては、大局的なモデル化で良しとするか、精度向上を進める必要があるかは作成されるモデルの使用目的に応じ判断が可能と考える。

本研究であげた問題や考察により、電子地盤図が今後実用的な防災的・工学的見地からの活用に至ることも可能であり、本研究と同様な研究が継続的に様々な地域で行われることが今後重要と考えられる。

#### 【謝辞】

本研究では川崎市よりボーリングデータの提供を受けた。記して感謝申し上げる。(独)防災科学技術研究所・大井昌弘氏、基礎地盤コンサルタント・藤堂博明氏には多大なる御支援を頂いた。また御指導頂いた関東学院大学名誉教授・松田磐余氏、データ作成等を協力いただいた神奈川大学・柳澤雅人氏に心より御礼申し上げます。

#### 【文献】

1. 科学技術振興調整費【重要課題解決型研究】統合化地下構造データベースの構築 <http://www.chika-db.bosai.go.jp>
2. 技報堂出版:「大いなる神奈川の地盤」、2010年10月
3. 松田磐余:多摩川低地の沖積層、地理学評論 46,5 p339-356:1973

\*<sup>1</sup>構造計画研究所

\*<sup>2</sup>神奈川大学 工学部

\*<sup>1</sup> Kozo Keikaku Engineering Inc.

\*<sup>2</sup> Kanagawa University

# 液状化問題に対するソリューション

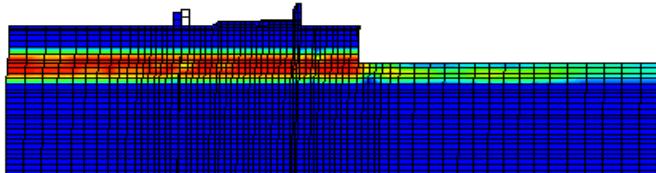
護岸および河川堤防などは、防災上重要な土木構造物です。これらは大地震時に背後地盤の変形や液状化により地盤が大きく変状することが予想され、防災対策として現状の変形、沈下を把握すること、および対策工による効果を検討することが重要です。

また、住宅地、工場敷地内の地盤が液状化することにより、地盤沈下、インフラとして重要な地中構造物の破損、工場施設の破損などを引き起こし住民生活、事業継続に対して大きな被害が生じます。これら防災対策の検討を行う上で、地盤と構造物をともに考慮した解析モデルによる有効応力非線形解析が有効です。

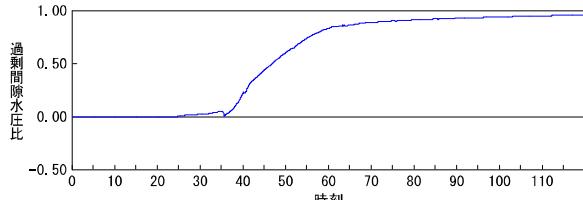
弊社では、自社開発の有効応力非線形解析プログラムの他に、各種解析プログラムを使用した解析にとりくんでおりまます。予測された地震動強さと地盤種別から簡便的に評価する方法から有効応力解析に基づく方法まで、検討内容に応じた解析手法、解析ツールを選択し対応いたします。

## ■海岸付近の地盤における液状化検討事例

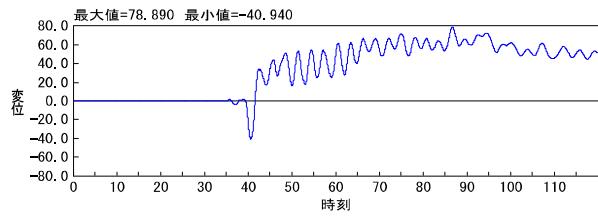
### ●過剰間隙水圧比コンタ図



### ●過剰間隙水圧比の時刻歴

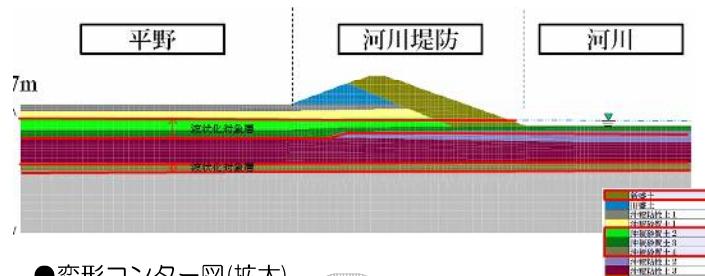


### ●着目点の変位の時刻歴

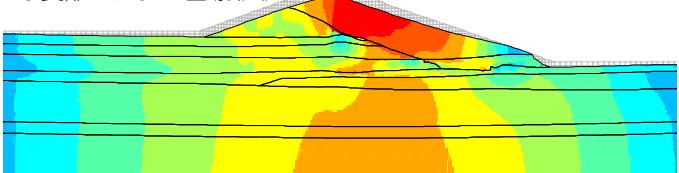


## ■FEMにより河川堤防の液状化による挙動をシミュレーション

### ●解析モデル図(全体)

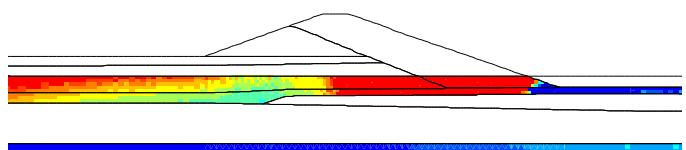


### ●変形センター図(拡大)



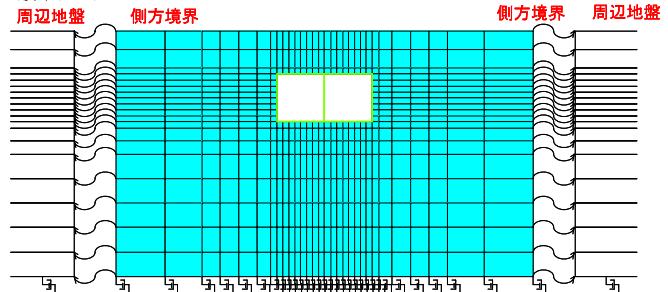
### ●過剰間隙水圧比センター図

(拡大：赤色は液状化している状態)

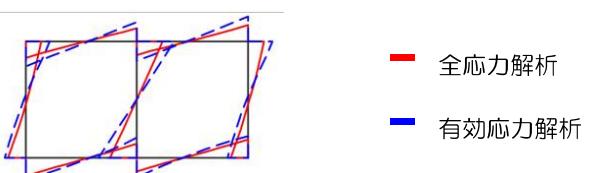


## ■有効応力解析と全応力解析により地中構造物の耐震性を比較検討

### ●解析モデル図



### ●モーメント図



## 実績（2007年以降で異なる内容の4件を抽出）

盛土の液状化解析（某コンサルタント）

護岸の液状化解析（某電力研究所）

液状化対策工の影響に関する検討（某コンサルタント）

土木構造物基礎岩盤の液状化解析業務（公）

## 使用ソフト

NANSSI	2次元有効応力非線形解析プログラム(自社開発・地震工学研究所と共同開発)
F L I P	2、3次元有効応力非線形解析プログラム
L I Q C A	2次元有効応力非線形解析プログラム
A L I D	2次元 F E M 液状化流動解析システム
L i Q S M A R T	1次元簡易有効応力解析プログラム

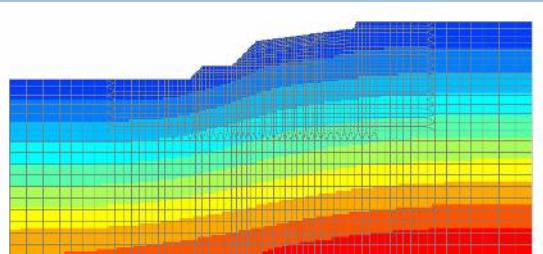
# 降雨時の地盤安定性問題に対するソリューション

近年、台風や大雨による土砂災害の増加に伴い、斜面や盛土の安定性に対する関心が高まっています。降雨時の地盤安定性を確認することは、災害発生の危険度予測や有効な対策の第一歩となります。

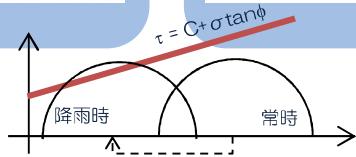
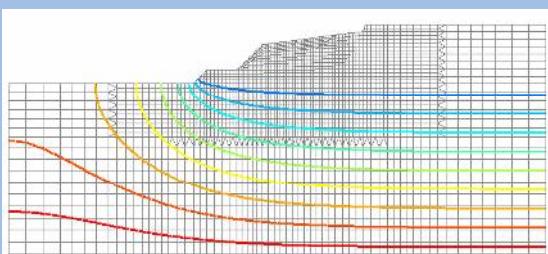
弊社では非定常浸透流解析プログラムをはじめ、すべり安全率・すべり変形量の算出プログラムなど様々な自社開発を積極的に行っております。これにより、浸透流解析結果から降雨時に時々刻々と変化する水圧や水位を把握し、有効応力を用いて想定すべり面の危険度を判定するなど、総合的な検討が実施可能です。

また、永年培ってきた解析コンサルティングの経験と実績に基づき、お客様の目的・予算に応じたモデル化や解析手法のご提案などニーズに合わせた柔軟な対応を行っています。

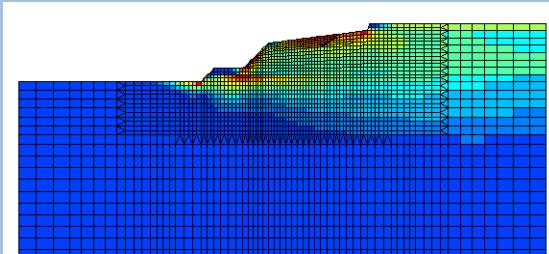
●平時の応力状態（常時応力解析結果）



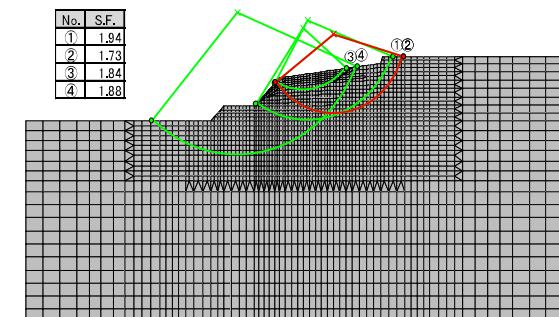
●降雨時の水圧分布（非定常浸透流解析結果）



●有効応力を用いた斜面安定の検討



局所安全係数と破壊状況のチェック



想定したすべり面毎にすべり安全率を時刻歴で算出

## 実績

降雨時の斜面安定性評価（某コンサルタント）

降雨による地下水位面の変動予測（某コンサルタント）

ロックフィルダムコア部の定常浸透流解析および非定常浸透流解析（二次元と三次元の比較。自社検討）

## 使用ソフト

UNSAT	二次元飽和-不飽和浸透流解析プログラム（自社開発）
NASKA	二次元応力と浸透流の連成解析プログラム（自社開発）
POST-S	二次元すべり安全率・すべり変形量の算出プログラム（自社開発）
GEOACE	三次元土水連成FEM解析プログラム（他社と共同開発）

## 扉や引き出しの開閉を考慮した冷蔵庫の地震時挙動シミュレーション

冷蔵庫 家具の挙動 振動台実験  
剛体の物理運動シミュレーション 室内被害

正会員 ○正月俊行<sup>\*1</sup>  
同 翠川三郎<sup>\*2</sup>  
同 三浦弘之<sup>\*3</sup>  
同 初岡徹朗<sup>\*4</sup>

### 1. はじめに

室内の家具・什器の地震時挙動を把握しておくことは、室内被害の軽減を図る上で非常に重要である。冷蔵庫は揺れの最中に扉や引出しが開閉したりして複雑な挙動をすることが知られており<sup>1)</sup>、転倒や移動をした際の危険度も高いが、既往の転倒限界式等で評価することは困難である。本研究では、扉や引き出しの開閉が冷蔵庫の地震時の挙動に与える影響を検討するため、振動台実験に基づいて計算モデルの構築を行った結果について述べる。

### 2. 冷蔵庫のモデル化

計算モデルの構築にあたり、初岡ら<sup>2), 3)</sup>が行った冷蔵庫の振動実験結果を再現することで、計算モデルの妥当性を確認する。図1に冷蔵庫の写真と諸元を示す。冷蔵庫底面壁側の2箇所には、移動しやすいようにローラー（キャスター）が付いている。

シミュレーションのプログラムとしては、剛体の物理運動シミュレーションが可能な Springhead2<sup>4)</sup>をベースとしたプログラムを用いる。衝突する剛体間の接触力を求める方法は、ペナルティ法である。初岡ら<sup>3)</sup>もシミュレーションを行っているが、本検討ではより詳細なモデルを構築する。本検討に用いたモデルを図2に示す。回転する扉やローラーには回転ジョイントを設け、引き出しにはスライダジョイントを設置している。

質量や慣性テンソルは、実験時の測定により得られた質量や重心位置を参考に設定する。衝突する2剛体間の接触力を計算するためのバネ・ダンパ係数については、既往の文献<sup>例えは、5)</sup>を参考に、垂直の理論固有周波数が 20Hz、水平が 10Hz となるように設定する。垂直の跳ね返り係数については、0.3程度になるように設定する。冷蔵庫と床が接する際における摩擦係数については、実測により得られた摩擦係数（静止摩擦係数：0.30、動摩擦係数：0.27）を初期パラメータとしてパラメータスタディを行い、実験に合うように調整している。冷蔵庫の扉や引き出しが収納物と接する際の摩擦係数は、実測値が得られていないため、一般的な値（静止摩擦係数：0.33、動摩擦係数：0.30）を仮定する。

ジョイントにはバネ・ダンパを設定しており、目標値（速度 or 変位）に対するずれの大きさに比例した抵抗がかかるようしている。ローラーの回転ジョイントについては、ジョイントの回転速度に比例した回転抵抗がかかるように設定している。ここで、実物のローラーは、冷蔵庫の重みにより若干つぶれていたため、動き始めの抵抗が大きいと推測される。その影響をシミュレーションにも反映させるため、回転速度がある閾値以上になると大きな回転抵抗を設定しており、閾値を超えた場合は回転抵抗を下げるような非線形なバネ・ダンパを設定した。非線形なバネ・ダンパのイメージを図3に示す。扉の回転ジョイントには回転角に比例した抵抗をかけ、



寸法: W80 × D65 × H170cm  
重量: 102.6kg  
本体: 76.6kg  
扉: 4kg × 2  
引き出し: 5kg × 2 + 8kg × 1

図1 冷蔵庫の諸元<sup>2)</sup>

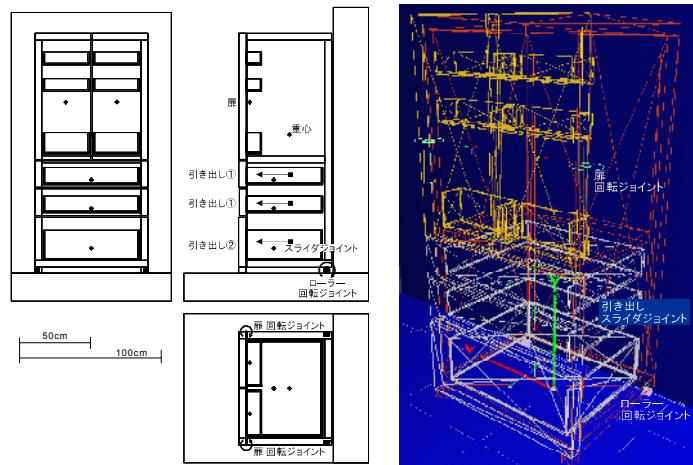


図2 冷蔵庫の計算モデル

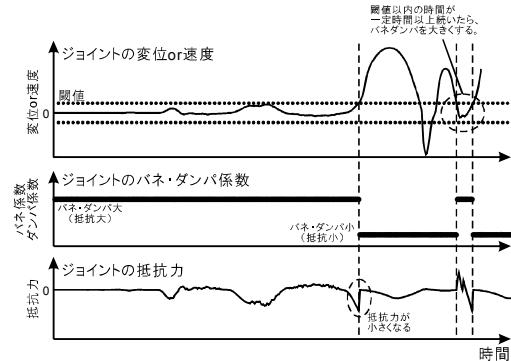


図3 ジョイントの非線形なバネ・ダンパのイメージ図

引き出しのスライダジョイントには移動量に比例した抵抗を設定している。扉と引き出しは、開き始めの抵抗が大きく、ある程度開くと小さな抵抗で動くように、ローラーと同様に非線形なバネ・ダンパを設定する。また、閾値よりも開きが小さい状態が一定時間以上続いた場合（ローラーは 5 秒、扉・引き出しは 0.01 秒とした）は、初期の大きな抵抗に戻す処理も行っている。なお、ジョイントには可動範囲の制限を設けて、扉や引き出しが開きすぎないようにしている。

### 3. 振動実験の再現

初岡ら<sup>2), 3)</sup>は、以下に示す3種類のパターンの振動実験を行っている。本節では、それぞれの実験に対して、実験結果の再現を試みた結果について述べる。

- ① 扉や引き出しが開かないようにして冷蔵庫を加振
- ② 冷蔵庫本体を壁に固定し、扉や引き出しだけが動くようにして加振
- ③ 何の固定も行わないで加振

#### 3.1. 扉・引き出しの開閉無の場合における冷蔵庫の挙動

まず、冷蔵庫と床の摩擦係数、および、ローラーの回転ジョイントのパラメータを主に調整して、加振パターン①の再現を試みた結果について述べる。図4に再現結果の一例を示す。図は、加振周期2.0秒・加速度350cm/s<sup>2</sup>の正弦波加振時における冷蔵庫の床に対する相対変位、相対速度を示している。実線がシミュレーションで破線が実験結果である。図を見ると、動き出しのタイミングや相対変位・相対速度波形の全体的なトレンドは同じ傾向となっており、振動実験を比較的再現できていることが分かる。なお、最初の動き出しの移動量がシミュレーションの方が小さいのは、ローラーの初期の回転抵抗を大きく設定しているためとも考えられ、この点については、改善の余地がある。

#### 3.2. 扉・引き出しの開閉挙動

加振パターン②では、収納物無のケースと、扉に3kg・引き出しに3kgの収納物を配置したケース、および、扉に7kg・引き出しに10kgの収納物を収めたケースの3種類の実験が行われている。扉や引き出しの開閉の有無に着目して、扉と引き出しのジョイントのパラメータの調整を行った。実験の再現結果の一覧を表1に示す。開閉の境界となる加振加速度にやや差がある場合があるものの、概ね振動実験を再現できているものと考えられる。

#### 3.3. 扉・引き出しの開閉有の場合における冷蔵庫の挙動

加振パターン③では、冷蔵庫が移動しそぎないようにバンドで移動量を拘束した状態で加振が行われている。各扉・引き出し・上部の冷蔵庫室内には収納物が配置されている。図5に、実験とシミュレーションにおいてバンドによる引っ張りが生じた直後の様子を示す。シミュレーションでバンドの動きを再現するのは困難だったため、冷蔵庫の移動を拘束するストッパーの剛体を配置することで、バンドの効果を疑似的に表現した。なお、ストッパーと扉は衝突判定から除外している。シミュレーションによる振動実験の再現性の確認は、扉や引き出しの開閉の有無、および、バンドによる引っ張りの有無のみに着目して行った。振動実験の再現結果の一覧を表2に示す。表を見ると、概ね振動実験を再現出来ているものと考えられる。

### 4.まとめ

本研究では、冷蔵庫の詳細な計算モデルを構築し、扉や引き出しの開閉挙動も含めて振動実験の結果を概ね再現できることを確認した。

### 参考文献

- 1) 東京都防災ホームページ:家具・家電転倒防止対策.  
<http://www.bousai.metro.tokyo.jp/japanese/athome/falling.html>
- 2) 初岡・ほか、高層住宅におけるキッチン家具の地震時挙動に関する予備的実験、日本建築学会大会学術講演梗概集(中国). 9.2008.
- 3) 初岡・ほか、高層住宅におけるキッチン家具の地震時挙動に関する研究、日本建築学会大会学術講演梗概集(東北). 8.2009.
- 4) 長谷川・ほか、Springhead2. <http://springhead.info/wiki/index.php>
- 5) 林・ほか、建物内の家具類の地震時安定性評価法の提案、構造工学論文集. 3. 2000.

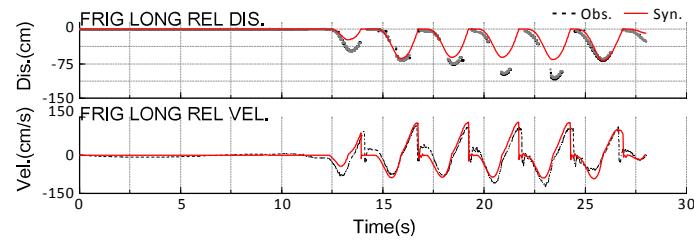


図4 加振パターン①の再現結果(加振周期2.0秒・加速度350cm/s<sup>2</sup>)

表1 加振パターン②の再現結果一覧

収納物なし	●: 開閉あり -: 開閉なし						実験 屏 引き 出し	シミュレーション 屏 引き 出し
	加振ケース			屏 引き 出し				
加速度 (cm/s <sup>2</sup> )	速度 (cm/s)	変位 (cm)	周期 (s)	屏	引き 出し	屏	引き 出し	
200	64	20	2.0	-	-	-	-	
200	80	32	2.5	-	-	-	-	
200	95	46	3.0	-	-	-	-	
200	127	81	4.0	-	-	-	-	
250	99	40	2.5	●	-	●	●	
250	119	57	3.0	●	●	●	●	
300	95	30	2.0	-	●	●	●	
300	143	68	3.0	-	●	●	●	
350	111	35	2.0	●	●	-	-	
350	139	55	2.5	●	●	●	●	
400	127	41	2.0	●	●	●	●	
450	143	46	2.0	●	●	●	●	

扉3kg・引き出し3kg	●: 開閉あり -: 開閉なし						実験 屏 引き 出し	シミュレーション 屏 引き 出し
	加振ケース			屏 引き 出し				
加速度 (cm/s <sup>2</sup> )	速度 (cm/s)	変位 (cm)	周期 (s)	屏	引き 出し	屏	引き 出し	
300	95	30	2.0	-	-	-	-	
300	119	47	2.5	-	-	-	-	
300	143	68	3.0	-	-	-	-	
350	111	35	2.0	●	●	-	-	
350	139	55	2.5	●	●	●	●	
400	127	41	2.0	●	●	●	●	
450	143	46	2.0	●	●	●	●	



図5 バンドによる引っ張りの直後の様子

表2 加振パターン③の再現結果一覧

加振ケース	実験結果						シミュレーション		
	実験 屏 開閉			引出し 開閉			バンド 引っ張り <sup>*1</sup>	屏 開閉 <sup>*2</sup>	引出し 開閉 <sup>*2</sup>
加速度 (cm/s <sup>2</sup> )	速度 (cm/s)	変位 (cm)	周期 (s)	バンド 引っ張り	屏 開閉	引出し 開閉	バンド 引っ張り <sup>*1</sup>	屏 開閉 <sup>*2</sup>	引出し 開閉 <sup>*2</sup>
250	80	25	2.0	-	-	-	-	-	-
250	99	40	2.5	-	-	-	-	-	-
250	119	57	3.0	●	-	-	-	-	-
300	95	30	2.0	-	-	-	-	-	-
300	119	47	2.5	●	●	-	-	-	-
300	143	68	3.0	●	●	●	●	●	●
350	111	35	2.0	●	●	●	●	●	●
350	139	55	2.5	●	●	●	●	●	●
400	127	41	2.0	●	●	●	●	●	●
450	143	46	2.0	●	●	●	●	●	●

●: 扉・引き出し開閉有、または、バンドによる引っ張り有

-: 扉・引き出し開閉無、または、バンドによる引っ張り無

\*1 移動量拘束用剛体と冷蔵庫が衝突したら、バンド引っ張り有とみなした

\*2 扉や引き出しのジョイントの変位量が閾値を超えたら、開閉有とみなした

\*1 株式会社構造計画研究所 防災ソリューション部

\*2 東京工業大学総合理工学研究科人間環境システム専攻 教授・工博

\*3 広島大学 大学院工学研究科 建築学専攻 准教授・博士(工学)

\*4 鹿島建設株式会社 技術研究所

\*1 Disaster Prevention Solution Dept. Kozo Keikaku Engineering Inc.

\*2 Professor, Dept. Built Environment, Tokyo Tech., Dr. Eng.

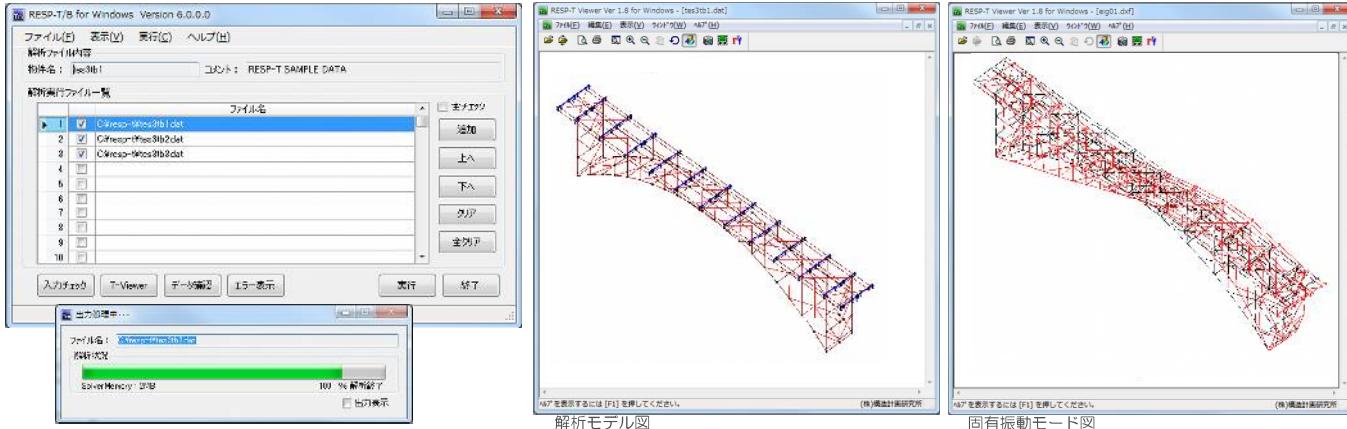
\*3 Associate Professor, Hiroshima Univ., Dr. Eng.

\*4 KAJIMA Technical Research Institute

# RESP-T

Version 5.1.2.2  
3次元静的・動的複合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次元静的・動的複合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を有し、  
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。



- **相関モデル(M-N、M-M、M-M-N)** 時々刻々と変化する軸力に対して、対応する曲げ耐力を計算し、剛性変更の制御をすることが可能
- **幾何学的非線形対応** 修正ラグランジュ定式化による幾何学的非線形を考慮可能
- **様々な復元力モデルに対応** 硬化則型を始め、さまざまな復元力を使用することが可能
- **粘性減衰力モデル** 質量比例型、剛性比例型(部材別指定可)、Rayleigh型(部材別指定可)、モード別、ひずみエネルギー比例型が考慮可能

## 適用事例

道路橋、鉄道橋、地中構造物、上下水道施設、河川構造物、港湾施設、電力施設  
プラント構造物、高層建築物、免震・制振構造物、鉄塔

## 解析機能

初期応力状態作成、静的解析<sup>(1)</sup> (荷重増分法、変位増分法、弧長増分法、  
強制変位法)、固有値解析、動的解析(モード合成法、直接積分)、座屈固有値解析  
\*(1)荷重増分と強制変位の同時作用が可

## 要素

トラス要素<sup>(1)(2)</sup>、ビーム要素<sup>(1)(2)</sup>、材軸直交分割要素<sup>(1)(2)</sup>、バネ要素<sup>(2)</sup>、  
剛域付き4点支持バネ要素<sup>(2)</sup>、剛域付き2点支持バネ要素<sup>(2)</sup>、MSS要素<sup>(2)</sup>、  
平面ひずみ要素<sup>(1)(2)</sup>、平面応力要素<sup>(1)(2)</sup>、板要素、減衰要素<sup>(2)</sup>、  
剛域付き4点支持減衰要素<sup>(2)</sup>、剛域付き2点支持減衰要素<sup>(2)</sup>、Maxwell要素<sup>(2)</sup>  
\*(1)幾何学的非線形考慮可 (2)材料非線形考慮可

## 復元力特性

逆行型、武田型、スリップ型、JR総研RC型<sup>(1)</sup>、JR総研SRC型<sup>(1)</sup>、辻モデル、  
岡本型、D-Tri(電共研案)型、武藤型、標準型、深田型、原点指向型、  
最大点指向型、標準型テトラリニア<sup>(1)</sup>、原点指向型テトラリニア<sup>(1)</sup>、  
最大点指向型テトラリニア<sup>(1)</sup>  
\*(1)最終勾配負荷考慮可

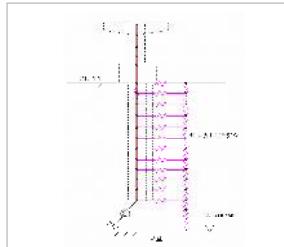
## 特殊復元力特性

D-Tri型、ひび割れ域剛性低減型、バイリニアスリップ型、D-Tri(電共研案)型、  
3次関数逆行型、歪み依存型バイリニア型、高減衰積層ゴム修正バイリニア型、  
Ramberg-Osgood(hardening考慮)型、(株)ブリジストン船入り積層ゴム型、  
東洋ゴム(株)HDR型修正バイリニア型、新日鐵(株)鋼棒ダンバー関数近似型、  
新日鐵(株)鋼棒ダンバーバイリニア型、5社共通仕様新LRB型、  
新日鐵U型ダンパー(関数定義式)型、ゴム支承トリリニア、  
オイレス工業(株)BMRダンパー型

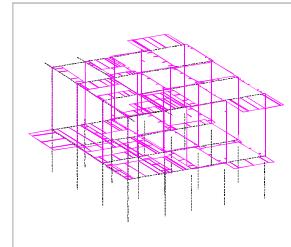
## 復元力特性(減衰)

変位依存マルチリニア逆行型、変位依存3次関数逆行型、制震壁(オイレス)型、  
速度依存バイリニア逆行型、速度依存トリリニア逆行型

◆ 解析コンサルティングも行っております。



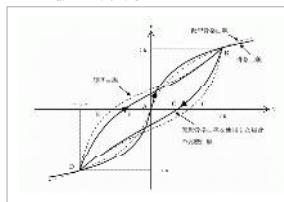
上部構造・基礎一体モデル  
(動的相互作用考慮)



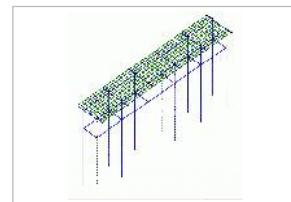
不整形ラーメン高架橋解析モデル  
(ねじりモーメント図)

## 機能追加予定

- GHE-S履歴モデル
- 板曲げ要素



GHE-Sモデル



板曲げ要素

## 製品

- RESP-T/B for Windows (大変形対応版)
- RESP-T/A for Windows (弾塑性対応版)
- RESP-T/E for Windows (機能限定版)
- RESP-T/S for Windows (静的解析限定版)

## 動作環境

- 対応OS  
Windows XP / Vista / 7 / 8 (64bitOS対応)
- 必要メモリ、ディスク  
メモリ256MB以上、空きディスク容量1GB以上

## 汎用の非線形有限要素法解析プログラム

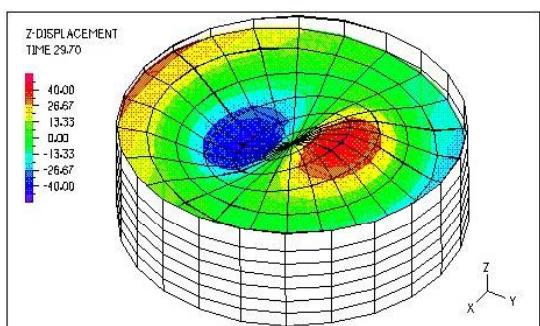
# ADINA

### 特徴

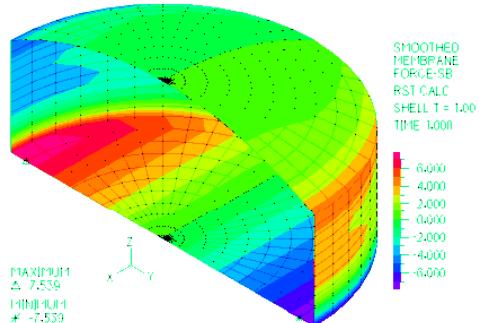
ADINA は、マサチューセッツ工科大学の研究成果を反映し ADINA R&D 社が開発した代表的な汎用の構造・熱伝導・熱流動解析プログラムです。非定常・非線形挙動を高精度な計算機能で解くことが可能です。弊社ではプログラム販売の他、解析コンサルティング・サービスもご提供しております。

### 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



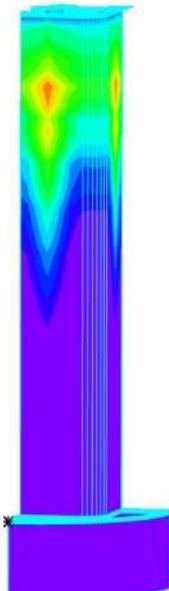
液面波形分布



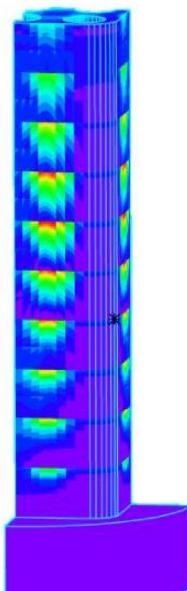
タンク壁面：断面力分布

### 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

### ■スロッシング解析のポイント

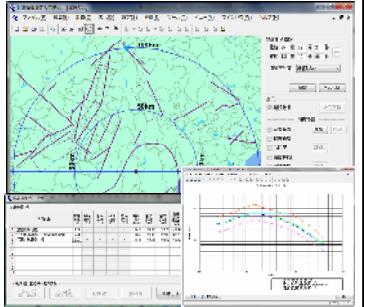
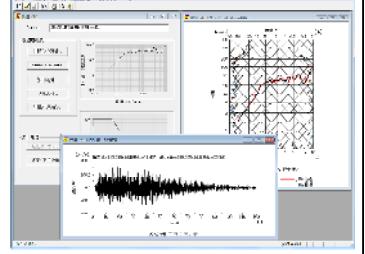
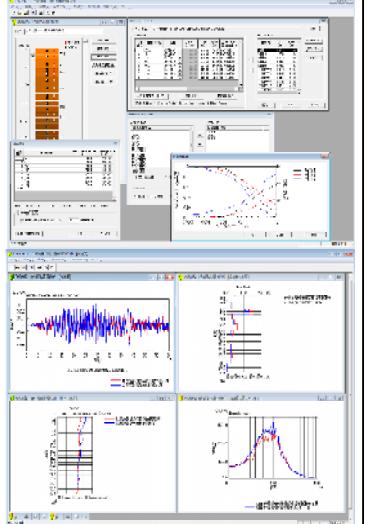
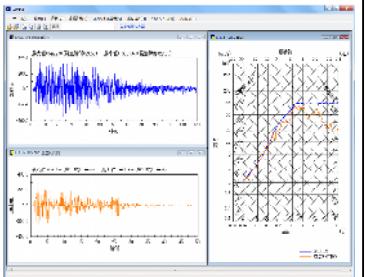
- 構造と流体の相互作用解析
- タンクはシェル要素、流体は流体要素
- 地震入力による動的応答解析
- スロッシング波高やタンク応力の算定
- 浮き屋根の有無による差異の検討

### ■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。

設計用入力地震動作成システム	
【設計用入力地震動作成システムとは】	
<p>耐震設計に用いる入力地震動を建設地点に応じて作成することができるソフトウェアです。基準・法令等で定められている応答スペクトルに適合する模擬地震波を作成するだけではなく、建設地点周辺での地震環境や地盤特性を考慮した入力地震動を作成することができます。</p> <p>2013年8月までに、各パッケージを順次6.1にバージョンアップし、Windows7への対応や新機能の追加等を行いました。また、SeleSの被害地震DBを更新し、2013年7月までに発生した地震を追加収録しました。</p>	
【各パッケージの機能概要と販売価格】	
パッケージ名	概要
<b>SeleS for Windows</b> セレス  <b>販売価格</b> フル機能版 : 2,100,000円(税抜) 翠川・小林版 : 1,800,000円(税抜) ダム機能版 : 1,800,000円(税抜)	<p>耐震設計の際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。各種距離減衰による建設地点での最大振幅計算や再現期待値計算、安中ほか(1997)やH20ダム式による応答スペクトルの計算、断層の拡がりを考慮した翠川・小林手法によるスペクトル評価が可能です。</p> 
<b>ARTEQ for Windows</b> アーテック  <b>販売価格</b> フル機能版 : 1,000,000円(税抜) 建築限定版 : 700,000円(税抜) 土木限定版 : 500,000円(税抜)	<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号や設計用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、耐専スペクトル、ダムの照査用下限スペクトル、SeleSで算定した地震応答スペクトル等を設定することができます。</p> 
<b>k-SHAKE+ for Windows</b> ケイシェイク プラス  <b>販売価格</b> フル機能版 : 800,000円(税抜) 基本機能版 : 500,000円(税抜)	<p>水平方向に半無限に拡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できます。</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できます。</p> <p>■非線形解析機能(フル機能版のみ) 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て、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Hardin-Drnevichモデル、骨格曲線・履歴曲線を別々に設定する方法)を選択することができます。</p> 
<b>k-WAVE for Windows</b> ケイウェイブ  <b>販売価格</b> : 200,000円(税抜)	<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。複数の波形に対して行った処理結果を簡単に重ね描き表示することができます。また、波形データに対する処理過程を保存することができ、前回終了時の状態から作業を再開することができます。</p> 

## Kaiseki Portal

「解析ポータル」サイトでは、災害、環境、維持管理、建築、土木の各分野での解析に関する様々な情報やコンサルティングサービス、構造解析、設計用入力地震動作成システム、地震リスク評価、災害時対策、地盤と構造物の動的相互作用、熱・流体解析に関するソフトウェアについてご紹介しています。

本誌のバックナンバー(PDF形式)をダウンロードいただけます。ぜひお立ち寄りください。

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

## From Editors

忙しかった3月が終わり、私も入社5年目を迎えました。最近は、以前よりも写真を撮るのが好きになった気がします。咲いている桜を見てはパチリ、美味しい料理を前にパチリという具合にどんどん枚数が増えています。カメラは一眼レフでもデジカメでもなく、スマホに付いているカメラです。対象物に応じてシーンやフォーカス設定を変えて、よりきれいに撮る工夫も覚えました。スマホには写真の編集機能も付いているので、トリミングや色彩調整もできます。顔写真だと美白・しわ取り・デカ目効果というのもあります(これは微妙な結果になりますが)。おまけに撮った写真をすぐに友達とシェアできるのだからとても便利です。ありがとうございます。しかし、一昔前までは個別に購入するしかなかったカメラが、今は携帯電話にタダで付いてくるのですから、これからカメラの価値はどうなってしまうのだろう?と余計な心配をしたりもします。この春も、外出先でたくさん素敵なお写真を撮れることを楽しみにしています。

防災ソリューション部 地震工学室 田島 礼子

先日、建て替えの決定している国立競技場に行く機会がありました。今まで国立競技場に行く機会はあまりなかったのですが、現在の国立競技場に一度は行ってみようと思い足を運んでみました。私の座った席はバックスタンド側上方だったのですが、そこからメインスタンド方向を見ると、右手に新宿の高層ビル群がそびえ立っているのが見えました。いかにも「首都のスタジアム」という感じがして素晴らしい眺めだと個人的には思いました。物議を醸している新国立競技場ですが、他の場所ではまず体験できないこの貴重な眺めはぜひ残してほしいな、と思いました。本誌が発行されてからもJリーグやラグビー、ポール・マッカートニーのコンサート等、国立競技場に行く機会はまだあるようなので、興味のある方は是非足を運んでみてはいかがでしょうか。

耐震技術部 構造保全技術室 八木 康仁



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ひいたします。

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

(株)構造計画研究所 エンジニアリング営業部

〒164-0011 東京都中野区中央 4-5-3

TEL (03) 5342-1136

(株)構造計画研究所 エンジニアリング営業部 大阪支社

〒541-0047 大阪市中央区淡路町 3-6-3 NMプラザ御堂筋 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 アムナットビル朝日会館 11F

TEL (052) 222-8461

## 解析雑誌 Journal of Analytical Engineering Vol.35 2014.4

発行日 平成 26 年 4 月 14 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

〒164-0011 東京都中野区中央 4-5-3

お問い合わせ 電話 (03) 5342-1136 FAX (03) 5342-1236

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