

解析雑誌

Vol.32 2013.4

Topics

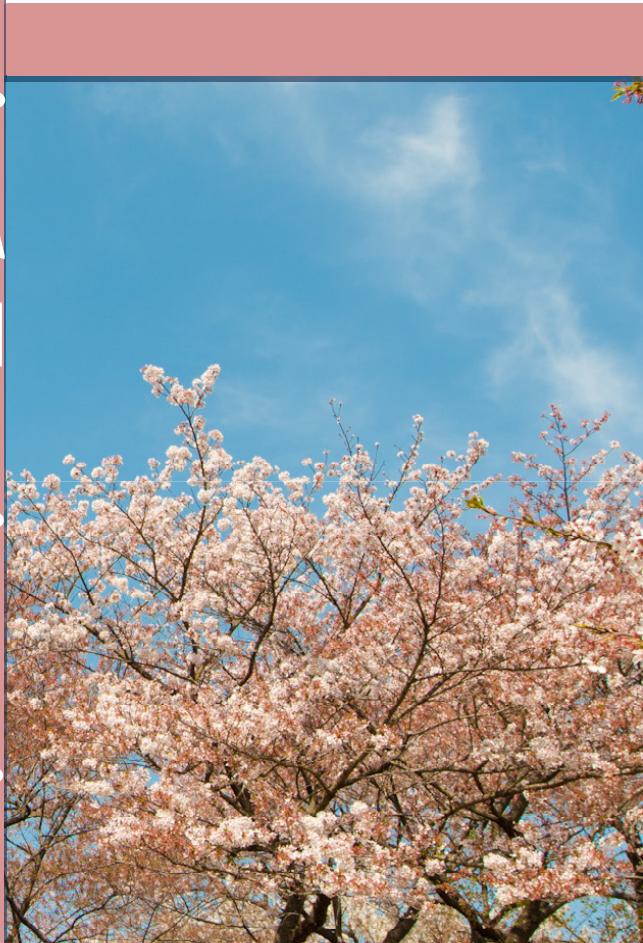
【インフラ維持管理の高度化 特集】

- インフラ維持管理の高度化セミナー 開催報告
- 点検現場の暗黙知から
 本質的なプロセス改善を
- 画像分析技術を用いた目視点検・目視判断支援
- センシングデータを活用した
 構造物の健康診断

【震災対策技術展】

- 出展報告

Journal of Analytical Engineering



インフラ維持管理の高度化

(株)構造計画研究所

エンジニアリング営業部ストックマネジメント室長

為広 尚起

社会インフラ維持管理の高度化に関する各方面の意識が、昨年末以来急変しています。

老朽化した社会インフラの中にヒトが感知しにくい不具合が潜在していることがあり、それによって想定外の崩壊が前触れもなく起こる可能性があることを再認識させられた事故があり、ほぼ同時期に政権が交代して公共事業のあり方が見直され、さらにその後「命と暮らしを守るインフラ再構築（老朽化対策、事前防災・減災対策）」等の項目を含む補正予算が編成されたことなどによる動向です。

このテーマに関して、我々には約十年に渡る取り組みがありますが、これほど熱を帯びた時期はありませんでした。既存の維持管理体系を見直して改善し高度化していくという機運は大歓迎です。

ただ緊急課題と認識されたことによる、悪い意味の拙速をつい懸念してしまいます。

例えば「とりあえず測ってみよう」とセンシングを始めたが、データが溜まるだけで何の役にも立たないという実例はこれまで多くありました。その類いがまた頻出してこないか？ということです。

このような時機であればこそ、これまでの取り組みの中で重要と感じるに至ったことを再確認しておきたいと思います。

1. 異なる見守り形態の必要性

従来のヒトによる点検とセンサーを用いた構造ヘルスモニタリング（S HM）はそれぞれ異なる見守りの形態や特徴を有しています。どちらかがどちらかを包含できるものではなく、どちらか一方だけでは十分とは言えません。これらを両輪として相互に補完し連携する体制を構築すべきと考えます。

2. 取得したデータの有効活用

点検記録や計測データを蓄積するのみで、それらを現状分析にも将来予測にも活用していないとしたら大変もったいないことです。元々の設計図書とその後の経過をカルテのように参照でき、ヒトや一般的な計算機環境では消化し切れない大量データの処理も可能な情報基盤の整備と、それらを用いたデータ分析や将来予測手法の充実が重要と考えます。

3. 簡単に壊れないシステム

耐用期間数十年以上と言われる社会インフラ構造物を監視する、現状のS HMや情報収集システムの多くは脆弱で短命です。耐用期間中には日常監視のほか、巨大地震など災害時の緊急情報収集を期待されることもあるのです。VIPより先に息切れし気を失うSPがいたらクビになると思います。

以上の意識を持って、ヒトの感覚・知識とテクノロジーを融合させたインフラ維持管理を支援ていきたいと考えています。この後本誌の中では、特に上記の2.について詳細にご紹介いたします。

解析雑誌 Vol.32 2013.4

卷頭言 『インフラ維持管理の高度化』 エンジニアリング営業部 為広 尚起 02

特集「インフラ維持管理の高度化」

Topic 1

- インフラ維持管理の高度化セミナー 開催報告 06

Topic 2

- 点検現場の暗黙知から本質的なプロセス改善を 12

Topic 3

- 画像分析技術を用いた目視点検・目視判断支援 16

Topic 4

- センシングデータを活用した構造物の健康診断 22

Topic 5

- 第17回震災対策技術展 出展報告 26

Editor's Note

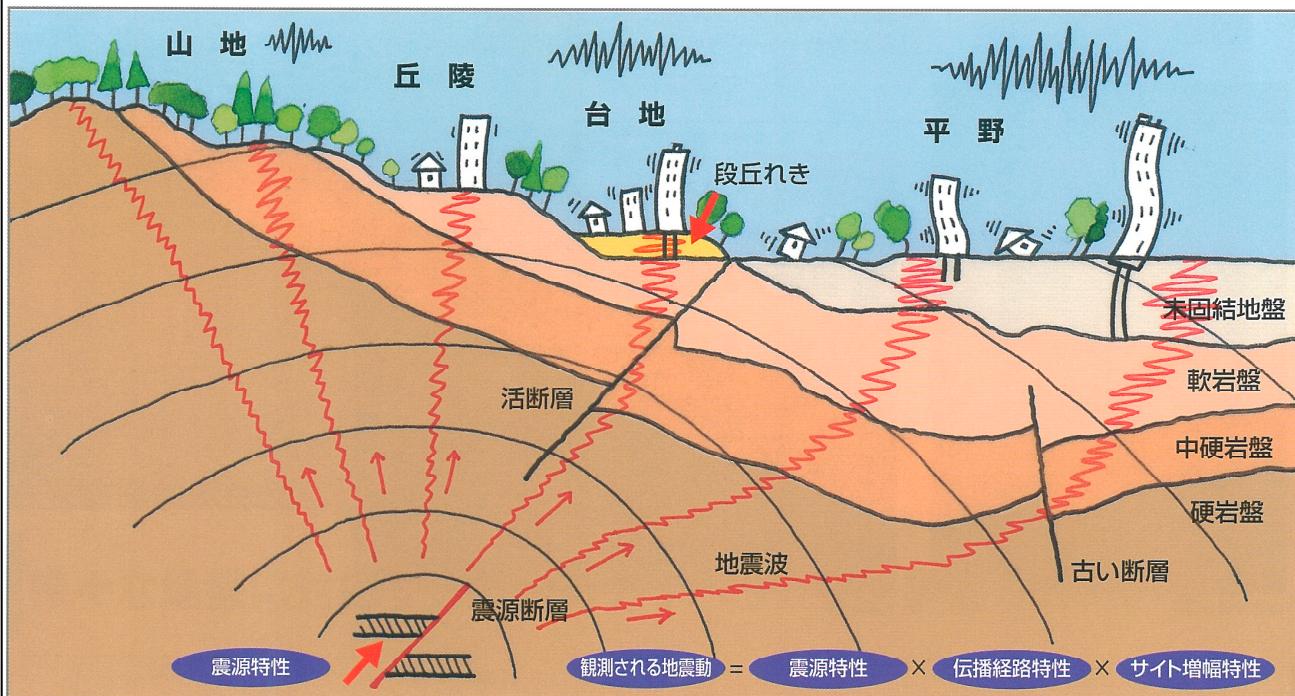
- From Editors 31

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）



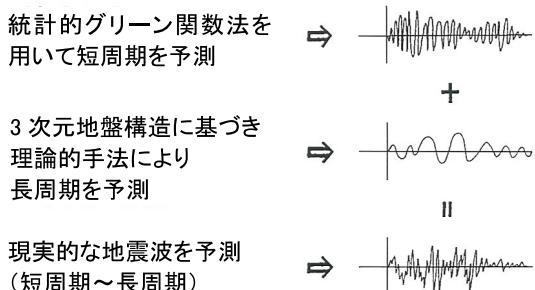
■ 基盤での地震動評価手法

- 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）

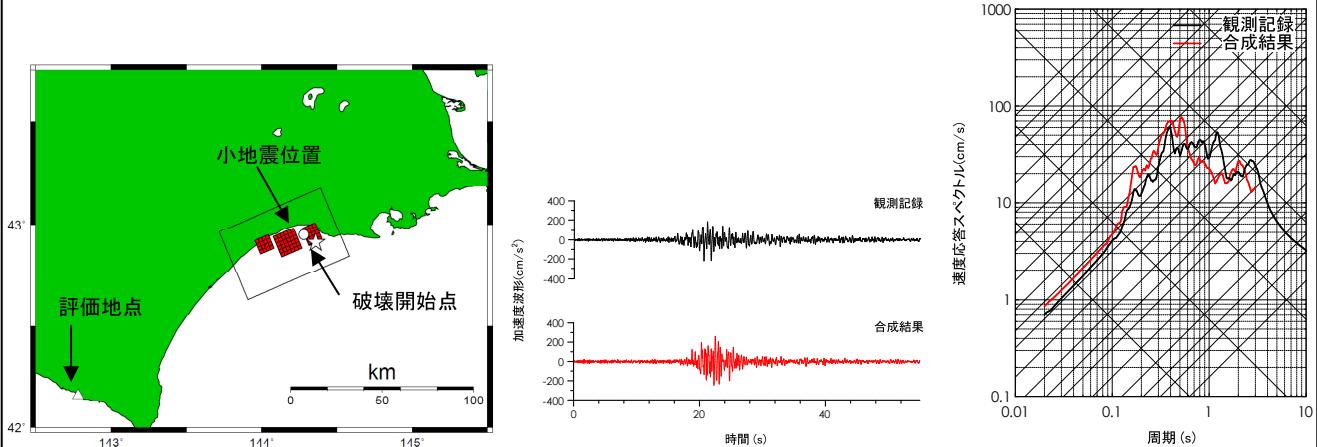


ハイブリッド合成法の概念

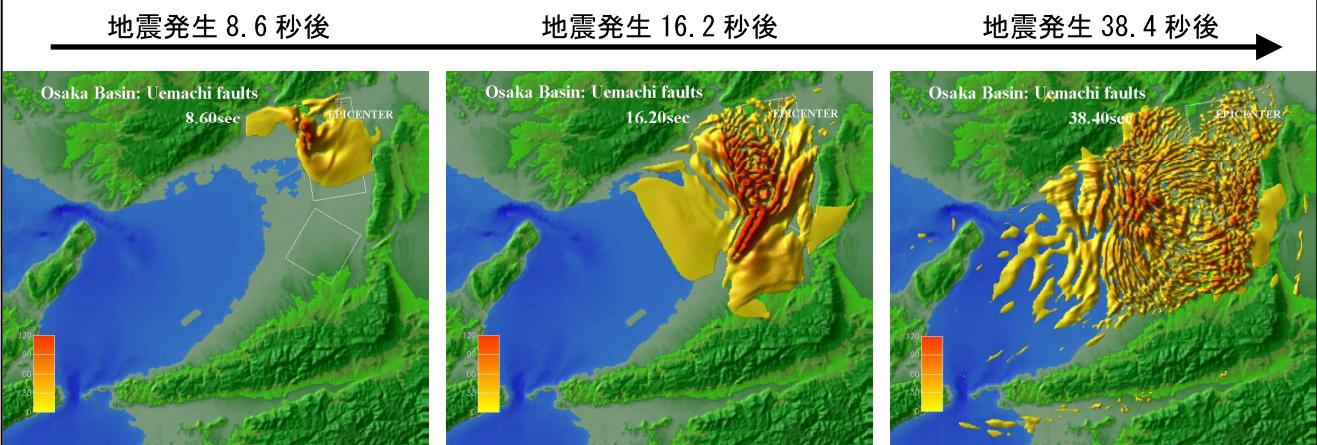
断層モデルによる地震動評価の事例紹介

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無くても、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の地震動評価が可能となる。

インフラ維持管理の高度化セミナー

開催報告

株式会社 構造計画研究所
エンジニアリング営業部
田邊 功一

■ はじめに

去る2月25日、株式会社構造計画研究所(以下、構造計画) 本所新館(新中野)にて、「インフラ維持管理の高度化セミナー」を開催いたしました。

年度末の迫る中での緊急開催にもかかわらず、200名近い方々のお申し込みを受け、当日も大盛況のうちに、無事セミナーを終了出来ましたことをここに報告し、厚く御礼申し上げます。

開催から少々時間が経過しておりますが、ここにセミナーの開催報告をし、また以降のトピックでは、当日弊社から発表しました講演関連記事を、発表者執筆にてご報告いたします。



写真1 当日の会場の様子

■ セミナー全体概要

構造計画では、「技術者の知識・経験・感覚」と「最新のIT 技術やシミュレーション技術」を融合させた、情報活用を基盤とする維持管理サイクルの構築支援に数年前より取り込んで参りました。

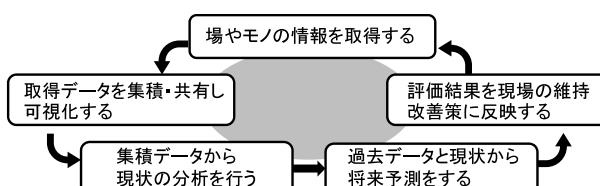


図-1 情報活用のサイクル

図-1は東京大学大学院の藤野陽三教授がかねてから提唱されていた「知動化都市空間」いう概念を基に、我々なりの解釈を加えて社会インフラの維持管理テーマで目指す方向性として数年以上前に描いたものです。

昨年末以来、橋梁やトンネルなど社会インフラの老朽化問題があらためてクローズアップされ、それらの健全性を確保するための維持管理の重要性が再認識されています。今回、これまでの構造計画における、社会インフラの老朽化・維持管理問題に対する取り組みと、その成果をご紹介する場として、上記情報活用のサイクルを提唱された東京大学大学院 藤野教授を基調講演にお迎えし、「インフラ維持管理の高度化」に関する技術紹介セミナーを緊急開催いたしました。

■ 基調講演：東京大学大学院 藤野教授

午前中のセッションでは、基調講演として藤野先生に「インフラ維持管理の今後のあり方」と題してのご講演いただきました。

社会インフラの健全性監視は従来、技術者(ヒト)による点検が主体で行われてきました。今後もこれが重要なことには間違いないと思われます。

しかし昨年暮れの中央自動車道笹子トンネルの天井板崩落事故や、2007年の米国ミネソタ州ミネアポリスの鋼トラス橋崩落事故などで明らかになったように、社会インフラの中でヒトが感知しにくい不具合が潜在潜行していることがあり、それによってヒトが想定していない形での崩壊が前触れもなく起こる可能性を再認識させられました。

笹子もミネアポリスも点検業務を怠っていたわけではありません。ヒトの感覚や経験的知識は大事故を未然に防ぐ上で今後も非常に重要ではありますが、それだけは限界がある可能性が示唆されたのです。



写真2 藤野教授ご講演

これまで大事故を引き起こすインフラの不具合とは老朽化・経年劣化に原因があると、我々は考えていましたが、藤野教授による本基調講演の中では、それだけで大事故に至った例は実は少ないというお話をありました。

例えばミネアポリスの事故は元々のガセットプレート厚不足に建設後四十年間の劣化が重なって発生したものでしたが、このように古い構造物には供用直後のごく初期段階からずっと潜在し続けている不具合というものがあり、大事故はこれと経年劣化が重なって発生している例が多いとのことでした。そうであれば、まず必要なのは経年の変化を参照できるのみならず、元の図面(設計時や建設直後)に立ち返ることが出来るカルテのようなデータの整備であるということになります。

藤野教授には、上記以外にも国外・国内の現在までの状況や事例などを多数交えての大変有意義な基調講演をいただきました。ありがとうございました。

当日ご講演に関連する内容が公益財団法人高速道路調査会機関紙「高速道路と自動車」の2013年03月号(第56巻 第3号)に掲載されております。ご興味お持ちいただけました方は是非御覧ください。

■ セッション 1： I T技術を活用した現場知識の獲得と点検業務の効率化

構造物の変化を監視することは非常に重要なことです。

これをより充実させるために、我々は従来型のヒトによる目視点検業務の高度化とセンシング等による構造ヘルスモニタリングの導入の両面を推進しています。

この課題解決のため日常的な運用の中で維持管理に関する活動を記録し、そこに含まれる知恵や経験を共有する仕組みを構築し解決の糸口を見つけることを提唱いたします。

本セッションでは、その考え方や手法の有効性、およびそのためのソリューションとして、構造計画にて開発した「モバイル点検システム」などについて、事例を交えてご紹介いたしました。



写真3 講演の様子（セッション1）

→詳細内容は、本誌12～14ページを御覧ください。

■ セッション 2:画像分析技術を用いた目視点検・目視判断支援

インフラ設備の点検に、熟練技術者の目視が不可欠です。しかし、現状では、検査結果の定量化と客観化による評価のバラつき是正、ベテラン点検員のノウハウ伝承などの課題が出てきています。

そのため、目視をITによって支援する仕組みの必要性は年々増しているといえます。

画像認識技術の活用によって、目視点検の支援がどこまで出来るようになったのか、本セッションでは、多様な事例をもとにその最前線をご紹介いたしました。



写真4 講演の様子（セッション2）

→詳細内容は、本誌16～19ページを御覧ください。

■ セッション 3:センシングデータを活用した構造物の健康診断

セッション1・2では点検を支援するための技術をご紹介しましたが、点検という業務形態である以上、検査していない期間が必ず存在し、十分な装備を携帯して赴けない難所や、断続的な短時間の集中検査では感知しにくい不具合等、解消が困難な課題が残ります。

こうした点検の形態上の不利を補う別形態の劣化検知手段と我々が位置付けているのが、主に振動センシングを基盤とする構造ヘルスモニタリング(SHM)です。

高頻度で継続的に取得される分布歪みや加速度の時刻歴データから求まる振動特性値の変化による評価、ミクロ(部材毎の歪み等)マクロ(橋桁全体のたわみ等)両視点での評価といった点検とは異なる特色を活かして、「詳細は不明ながら何か正常時と違う」という一次劣化検知を行い、緊急詳細点検を促すという点検との連携を想定しています。

本セッションは三部構成で講演とし、まず第一部では、現在開発中の路線バスの後輪車軸から得られた加速度データを用いて通過した中小橋梁の簡易健康診断をする方法について、次に第二部では、実在の

PC橋梁での実測事例を元に、弊社で開発した光ファイバセンサを利用したSforDによる橋梁のより精密な健全性評価法についてを、最終の第三部では、昨今より重要性が認識されつつある、データマイニングによる構造物の変状予測・異常検知などの適用事例、センシングデータを有効活用する具体的な方法についてをご紹介いたしました。



写真5 講演の様子（セッション3）

→詳細内容は、本誌22～23ページを御覧ください。

■ 最後に

当日は午前・午後に渡る長時間のセミナーとなりましたが、多くの方々にご来場いただき、厚く心より御礼申し上げます。ありがとうございました。

構造計画では、今後も引き続き、「技術者の知識・経験・感覚」と「最新のIT技術やシミュレーション技術」を融合させた、情報活用を基盤とする維持管理サイクルの構築支援に貢献してまいります。

当日ご参加いただけなかった方々に関しましても、当日資料の送付や、またご訪問しての内容紹介なども可能ですので、以下担当者までご連絡いただきたく、お願ひいたします。

以上。

#

株式会社 構造計画研究所 エンジニアリング営業部

田名部・田邊

TEL: 03-5342-1147 FAX: 03-5342-1236 / kaiseki@kke.co.jp

「インフラセミナーに関して」とお問い合わせ下さい。

#

画像分析技術を用いた 目視点検・目視判断支援

「熟練技術者が実際に目で見て判断する以外に方法がない」
そう思われている業務はありませんか？
そんな目視確認業務を大きく省力化できる技術をご提供します

屋外での目視確認・計測

製品表面の仕上がり具合の判断

屋外での対象物の認識・探索

構造物の劣化度の判断

複雑な環境下でも
対象物を認識

技術者の主観的な
判断基準を学習

対象物の検出と計測

道路標識の検出



路面の劣化検知



ひび

亀甲状

ポットホール

判断の自動化と定量化

鋼構造物の劣化度判定

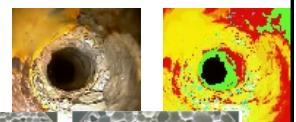


製品外観の良否判定



鋼管内の劣化度診断

送電線の劣化によるむくみ検知



鋼製梁の亀裂箇所検出

特定設備の自動探索

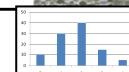


コンクリートの亀裂検出・評価

図面の差異の確認

微細構造状態の定量化

…など多数ございます。



点検現場の暗黙知から本質的なプロセス改善を

株式会社 構造計画研究所
知識デザイン戦略室 高幣 玲児
井野 昭夫
相川 実

はじめに

今後、高齢化する社会資本ストックの割合が増大する中で、点検・診断業務をより効率的に効果的に改善し、構造物の安全性を確保することが重要な課題となっている。

そのような背景のもと、弊社がこれまで実施してきたITを活用したインフラ維持管理の高度化に関する取り組みの中から、本稿では現場知識の獲得による点検業務の効率化の事例について詳述する。

1. 現場の暗黙知から本質的なプロセス改善を

従来のインフラ点検のプロセスは、一見すると点検要領やマニュアル等に沿って点検を実施し標準書式に沿って損傷有無を報告するといった、言わば「形式化」されたプロセスに則って仕事を進めているように映る。

しかし、そのようなイメージとは裏腹にそもそも点検が確実に実施されているかどうかといったコンプライアンスの課題がある。また、点検現場では技術者の知識と経験に裏打ちされた高度な判断や個人のスキルに依存し、その課題も継承問題に絡んだ人手不足の要因にも繋がっている。今回の試みは、勘や経験に裏打ちされた業務に着目し、問題解決の可能性を探った。

実際の点検業務において、単に損傷箇所を見つけるだけではなく、設計時の思想を汲み取りながら損傷が構造物全体に及ぼす影響にも思いめぐらせ、構造上のあらゆるリスクについて想像力を働かせてチェックを実施しなければならない。この表出化しにくい点検者の頭の中で行われている「暗黙的な」判断こそが点検における本質的な部分であり、「形式化」した客観的な報告書やデータのみでは点検の結果を正確に把握することは非常に難しい。我々は、センシングデータを活用した構造物の健康診断や、画像分析技術を用いた目視点検・目視判断支援ソリューションに加え、実施有無の確認や報告に関わる大量のデータ整理だけでなく、個人個人の暗黙的な判断や行動を分析することによって、現状の点検における改善点や技術者の知識を抽出するといった取り組みを行ってきた。以下に維持管理プロセスの効果的な改善をもたらす手段について検討・検証した一例を示す。

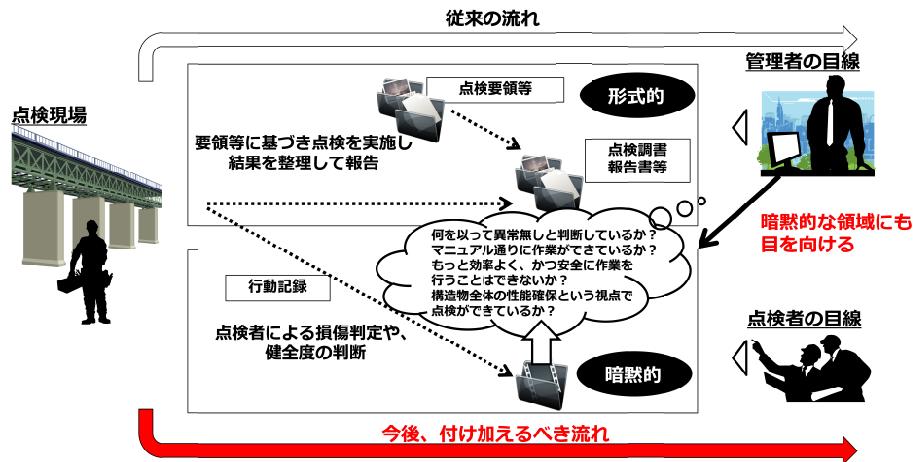


図-1 現場の暗黙知に目を向けたプロセス改善

2. 行動分析による業務改善の事例

我々はこれまでマーケティング分野において、人間判断をヒューリスティックによる行動分析から発見し、改善するといったソリューションを提供してきた。この手法の効果を元に維持管理の現場にも応用し、技術者の暗黙知を表出化することができないかと考えている。

一般的に、暗黙知は経験や勘に基づくものとされ、意識的に言葉や文章で表現して形式化したものに残すことは困難とされる。そのため、現場の技術者の持つ知識を引き出そうとするには、現場に同行し自らの体験として直接的に知識を獲得する必要があった。

そこで、日常的に現場に同行することは現実的には困難であることから、点検者の自然な行動から暗黙知を抽出する手法を開発している。この手法では、カメラやスマートフォン端末等を活用し、実際の現場がどのような判断を持って、維持管理がなされているのかを俯瞰的に記録することで、改善に向けた仮説を生み出すことができるようになると考えている。その中で特徴的な活動の抽出と改善ポイントを発見し、その仮説の正当性を評価する。

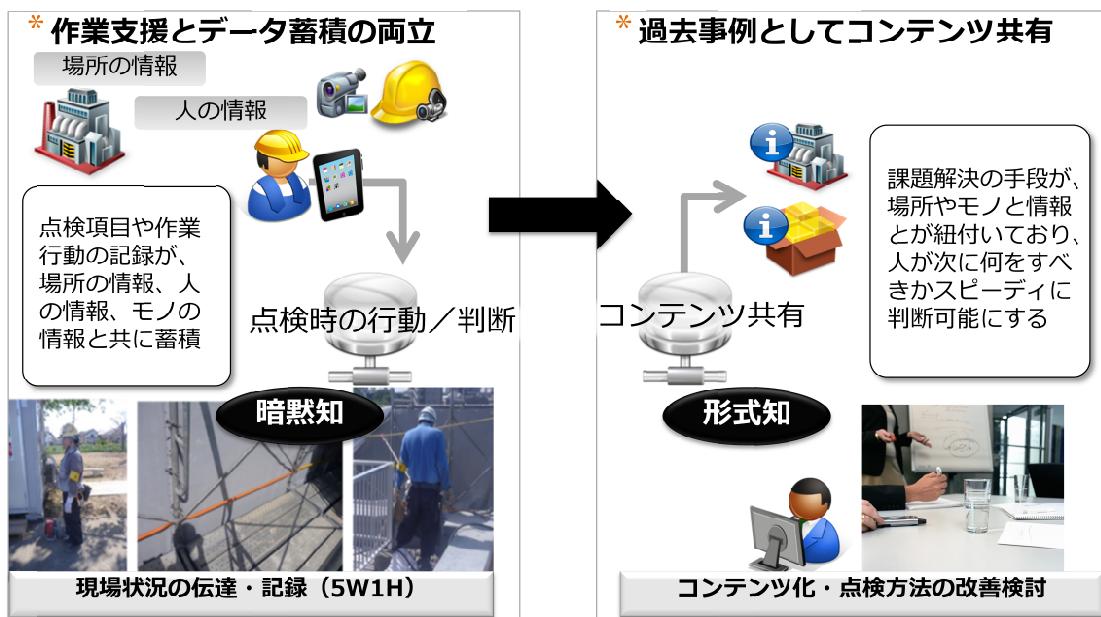


図-2 点検現場のコンテンツ共有

例えば鋼部材の点検作業について着目してみると「腐食しやすい急所を見つけるスピードが点検者によってばらつきがあり、中には非常に速く点検を行う作業者がいる」ことが分かった。この点検者の行動を深く分析すると「隈なく点検する、というよりも構造物全体としてリスクの大きいポイントをあらかじめ絞り、メリハリのついた点検をしている」ということにたどりついた。我々はこの事実を組織で保有すべきノウハウとして位置付け、他の点検者にも展開をする提案を行った。また、別の点検作業では「目視点検のひび割れや剥離が点検者によって判断の差が生じている」といった課題も抽出し、改善提案を行っている。

このように報告書等の形式的な情報だけでなく、現場の暗黙的な情報も合わせて収集することで、点検者のノウハウを他の点検者とも共有し、点検方法に関する課題を現場の作業の中からいち早く発見することが可能となる。現場にとどまらず点検記録の電子化により事務作業が軽減するメリットを追加することで積極的な活用を促すことができる。



図-3 行動分析による仮説抽出

おわりに

今後のインフラ維持管理では、実際に点検を行っている現場に着目し、点検方法の改善やノウハウ共有ができるいかといった視点で改善を検討するべきであると考える。

業務効率化などの現場課題を克服するための仮説を立てるのに、必要な基礎情報は質・量とともにまだまだ不足している。今回の分析作業においては、かなり多くの手作業が発生し、仮説検証プロセスを実施するための効率化の余地はまだ多く残されている。我々はこの経験を生かして分析手段を容易化するためのシステム化を実現しつつある。いつ、誰であっても簡易に改善に向けた作業分析ができることが我々の目指す姿である。

そのうえで、本稿で紹介したように点検現場の行動分析により何が起きていて、どのような対処をしているかを把握し、映像や音声コンテンツなどを用いて作業の手順や実施内容を確認する手段を模索したいと考えている。様々な手段を今後も検討し、維持管理プロセス改善へ向けた活動を続けていきたい。

RESP-D

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

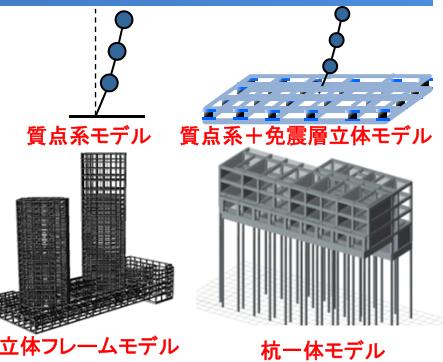
RESP-Dは許容応力度設計から質点系振動解析、立体振動解析までをシームレスで行う新世代の構造計算プログラムです。RESPシリーズが取り組んできた超高層建築、免震構造、制振構造に対して、数々の新しいアイディアを盛り込むことで、より高度で質の高い構造計算やプレゼンテーションをサポートします。

■ プログラムの特長

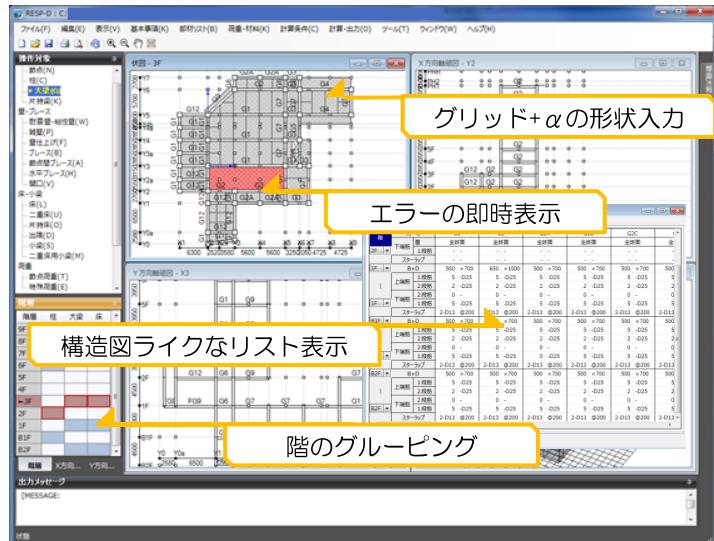
1. 許容応力度計算、荷重増分解析、振動解析まで一連処理可能です。
 2. 立体振動解析・質点系振動解析をはじめ多様な解析が選択可能です。
 3. 超高層、免震、制振構造に対しスピーディに振動アニメーションを作成可能です。
- これらの機能はすべて標準機能です。オプション等の購入は不要でご使用いただけます。



RESP-Dで全て対応。建物モデルは常に1つ。設計・解析を一元管理できます。



■ 建物データ入力および計算機能の特長



構造図ライクなリスト表示
階のグルーピング

グリッド+ α の形状入力

エラーの即時表示

入力の特長

- 直交する通り軸を基本とした任意形状に対応します。
- エラーは逐次表示されるためミスが早期に発見できます。
- 断面リストは構造図表現に準じた直観的な入力形式です。
- 階グルーピングにより基準階の入力が大幅に省力化できます。

計算の特長

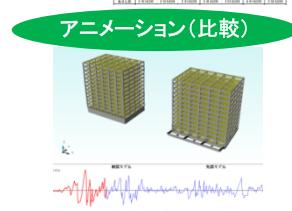
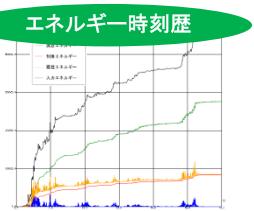
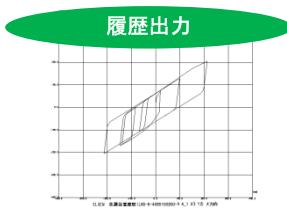
- 多剛床および剛床解除の指定がモデル化できます。
- 長期荷重に対し施工段階解析が可能です。
- 中間層免震を含む免震建物の解析が可能です。
- 免制振装置のばらつき検討を1つのデータ内で考慮可能です。
- 鉄骨、コンクリートの数量出力に対応しています。
- ファイバモデルによる袖壁の考慮が可能です。
- 位相差の考慮がスイッチ一つで行えます。

主要機能追加情報

機能追加項目	対応内容
免震層偏心率計算機能 (Ver.2.3)	免震層変形時の偏心率の計算
免震層実効周期計算機能 (Ver.2.3)	免震層変形時の実効周期、モード図の出力
R/C大梁曲げ耐力精算 (Ver.2.3)	ACI規準に準じた計算方法による耐力
SRC耐震壁耐力計算機能 (Ver.2.3)	SRC規準、技術基準解説書、診断規準式
ST-BRIDGE出力 (Ver.2.2)	国内の建築構造分野標準フォーマット対応

■ 構造計算・出力機能の特長

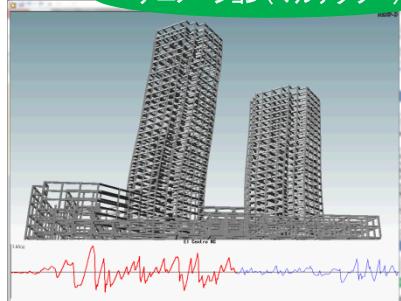
- 標準書式に則した構造計算書を出力可能です。
- 伏図・軸図・部材断面リストは図面表現に準じています。
- 時刻歴応答解析結果に対する、ヒンジ図・部材応力・履歴等の出力が可能です。
- 伏図、軸組図の分割出力が可能です。
- 解析モデルの応答解析アニメーションが作成できます。
(塑性化部材の表示が可能)
- 応答解析アニメーションでは2棟並べての応答比較が可能です。



断面リスト



応力図



アニメーション(マルチタワー)

画像分析技術を用いた目視点検・目視判断支援

可視化ビジネス部 佐藤 壮

構造計画研究所では、インフラ施設の維持管理業務における目視点検のIT化に取り組んできました。点検業務のIT化には以下の2つの側面があります。

- 1) 報告書作成支援 : 点検結果の入力、報告、閲覧のIT化による作業の効率化
- 2) 目視判断支援 : 画像分析技術による目視判断の自動化、高度化、平準化

本稿では、2) の目視判断支援に関する当社の取り組みを中心に、維持管理業務における画像分析技術の活用状況の最前線をご紹介します。

1. 目視点検におけるIT化のメリット

インフラ施設の維持管理業務において、対象物の現状を把握するということが最初の重要なステップとなります。その際、熟練の技術者が自らの目で見て判断するという作業が、IT技術の進んだ現在でも非常に重要な役割を担っています。

しかし一方で、人の目に頼りきることによる弊害もあります。検査する人が変わると判断結果も変わってしまうということは頻繁に起き得ますし、判断結果が定性的で、対外的に客観的な説明が難しいという問題もあります。判断基準が曖昧で、判断するためのノウハウを他者に伝承しづらいという問題もあります。

こういった課題を解決するために、近年、画像分析技術がクローズアップされてきてています。この技術を導入することによって、以下の様なメリットを得ることができます

- ・常に一定の基準のもとで、ブレない判断結果が得られる
- ・熟練技術者に限らず、だれでも同じレベルの判断を行える
- ・判断結果を定量化し、客観性をもった対策に繋げることができる

2. どのように画像を取得するのか？

画像認識技術を活用するためには、まず判断すべき情報が含まれている画像を取得することが必要です。その場合、照明環境と画像の鮮明さが重要なポイントになりますが、そういった撮像における要求を満たすための機器の発展は近年目覚しいものがあります。

特に、交通インフラ関連施設を撮像するための移動型の撮像機器が相次いで実用化されており（右図参照）、これによつて、トンネルや舗装道路面、鉄道線路の鮮明な画像の取得が可能になってきています。

狭隘部や高所など、人が入れない場所の撮影におけるロボットの活用事例も増えてきており（右図参照）、画像を取得するという点に関しては、コスト面での課題はあるとはいえ、技術的にはかなりの部分がクリアされつつあると言えます。



撮像機器例：
トンネル覆工表面レーザ計測システム
(株式会社トノックス)



撮像機器例：
橋梁鋼床版超音波探傷ロボット
(一般財団法人首都高速道路技術センター、
株式会社イクシシリサーチらが開発)

3. 画像分析技術の現在

取得した対象物の画像は、そのまま目視判断に用いる場合もありますが、画像処理技術によってそこから何らかの情報を取得することも可能です。しかし、画像分析技術は、もともと製造業での品質検査のために発展してきた技術であるため、インフラ施設の維持管理業務における目視点検の支援に用いようとする場合、以下の様な課題がありました。

- 1) 対象の多様性 : 対象物の形状、品質が一定しておらず、単純な比較ができない。
- 2) 環境制約 : 撮像可能時間が短い、想定した光量、撮影角度、距離を確保することができないといった制約がある場合が多い。
- 3) 判断基準の不明確さ : 劣化状況が多様で、対象の状況に対する判断基準が決めづらく、担当者の経験と勘に頼った定性的な判断にならざるをえない。

しかし、下図に示すように、他分野で発展してきた次世代の画像分析技術との融合によって、より広い分野で活用できるようになってきました。

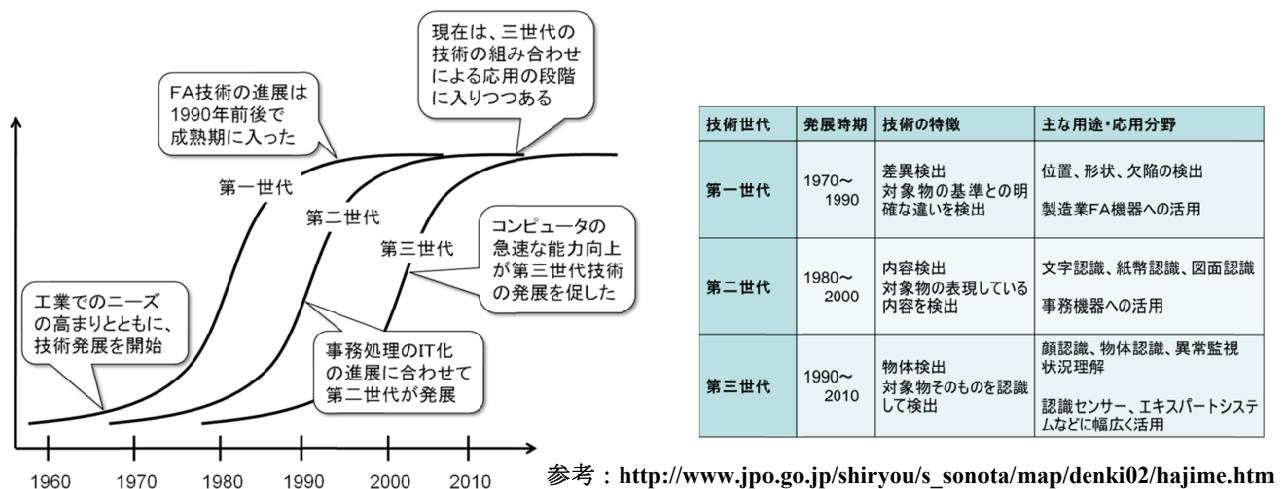


図1：画像分析技術の発展状況

画像分析技術には、目視点検の支援の程度に応じて、以下の3つのレベルがあると考えられます。



図2：画像分析技術による目視点検の支援レベル

現状ではレベル1、もしくはレベル2が最も多い活用方法ですが、目視点検の自動化を考えた場合、レベル3の「判断する」という処理まで行う必要があります。現在では、図1に示したように、第三世代の技術の発達によって、人の認識に近い処理が可能になりつつあります。構造計画研究所の目視点検支援ソリューションは、レベル3での活用まで視野に入れた技術をベースとしています。

4. どのように画像を分析するのか？

目視点検支援に用いられる画像分析技術は、おおまかに整理すると以下の3種類に整理出来ます。

1) 亀裂、キズ、境界の検出技術

亀裂やキズ、境界線のような、大きく画像特徴が変化していると人が認識するような部分を検出する技術です。この技術は、境界の繋がりや領域間のテクスチャの違いなど、境界認識を構成する要素を組み合わせることでできるため、非常に状態の悪い部位にも適用できます。

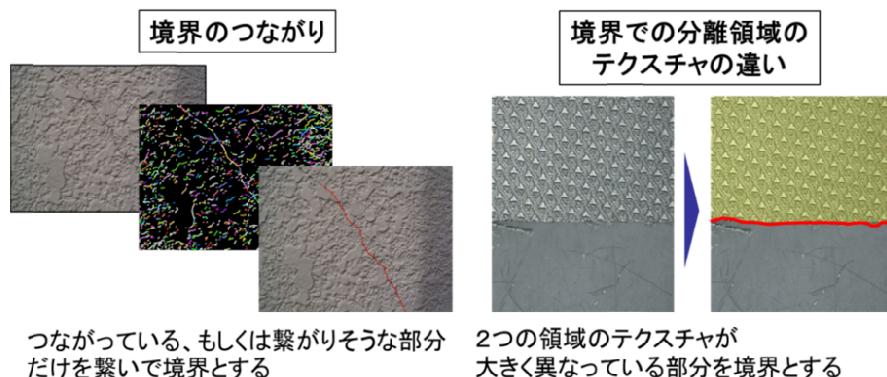


図3：境界の検出技術

この技術は、以下の様な事象の判定に活用しています。

- ・コンクリート構造物のひび割れ検出、計測
- ・アスファルト路面のひび割れ検出、計測
- ・鋼構造物の疲労亀裂の検知

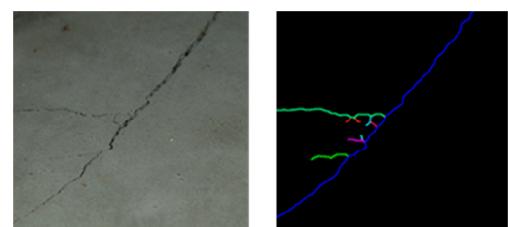


図4：コンクリートのひび割れの検出

2) 主観的な状態判断の定量化技術

対象物の状態程度を定量化する技術です。単純に対象物の持つ画像特徴量を事象に当てはめて数値化するのではなく、特定の対象物の状態を人が外観で判断する際に、無意識のうちに使用している画像特徴量の組み合わせを抽出し、その認識傾向を学習、アルゴリズム化するという手法を用いています。これにより、それまで人の目によって行われていた高度な判断をそのままIT化することが可能になります。

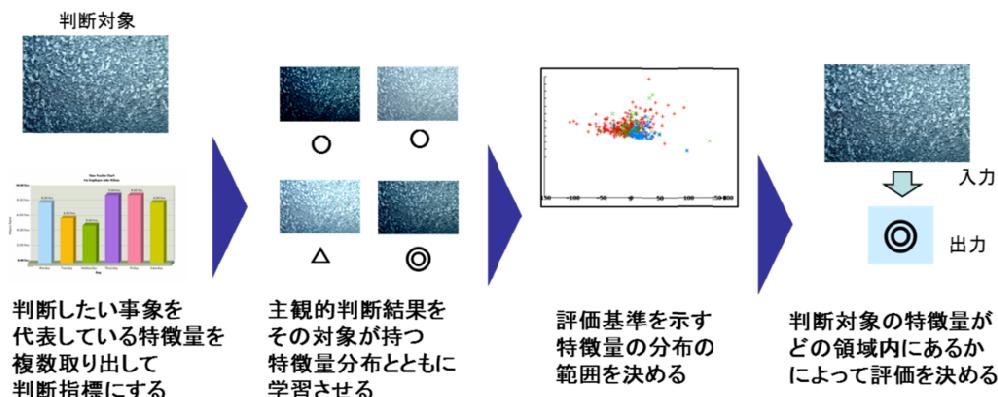


図5：画像特徴の機械学習

この技術は、以下の様な事象の判定に活用しています。

- ・鋼構造物の劣化度判定
- ・鉄道線路の道床の状態把握
- ・コンクリート構造物のひび割れ性状による破損原因特定

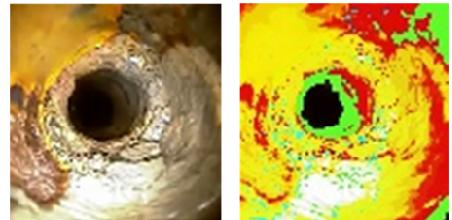


図 6 : 鋼管内の劣化度判定

3) 特定物体の検出技術

特定の対象物を検出する技術です。登録されている対象物だけでなく、通常、人が同じカテゴリに属していると判断するような共通の特徴を持つものを、ひとまとめの対象として検出することができます。デジタルカメラに搭載されている顔認識機能は、この技術の応用事例の一つです。

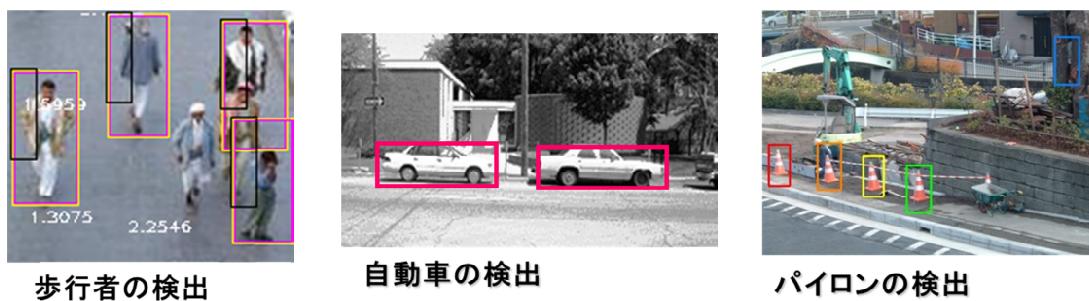


図 7 : 物体認識の事例

この技術は、以下の様な事象の判定に活用しています。

- ・歩行者立ち入り禁止区域での歩行者検知
- ・車載カメラによる特殊構造物の自動検知

5. まとめ

近年、撮像機器の高性能化と低コスト化が現場での画像活用の範囲を大きく広げました。と同時に、採取した膨大な画像から的確に情報を引き出すための画像分析技術も、ここ数年で大きく進歩しています。

今後、非常に大量のインフラ構造物、施設の点検が必要となる一方で、それらを的確に点検できる熟練技術者の不足もまた明らかになってきています。画像分析技術を活用した目視点検の効率化、高度化が、今後もますます期待されます。

汎用の非線形有限要素法解析プログラム

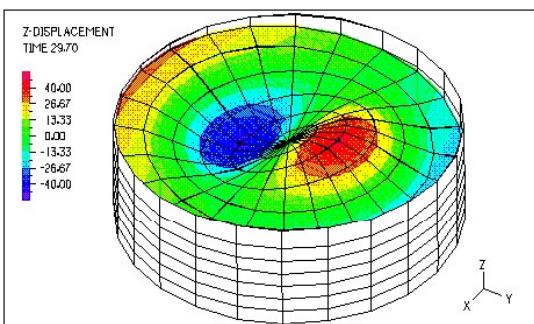
ADINA

特徴

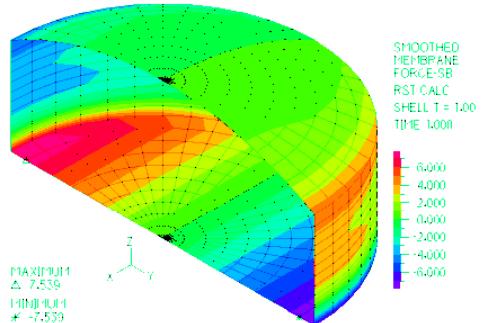
ADINA は、マサチューセッツ工科大学の研究成果を反映し ADINA R&D 社が開発した代表的な汎用の構造・熱伝導・熱流動解析プログラムです。非定常・非線形挙動を高精度な計算機能で解くことが可能です。弊社ではプログラム販売の他、解析コンサルティング・サービスもご提供しております。

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



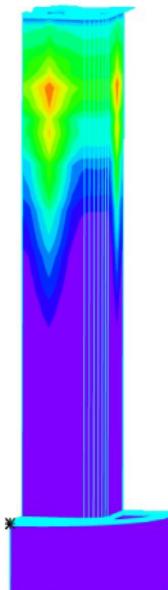
液面波形分布



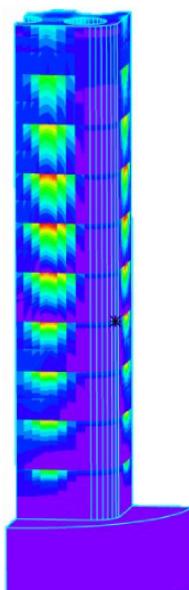
タンク壁面：断面力分布

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

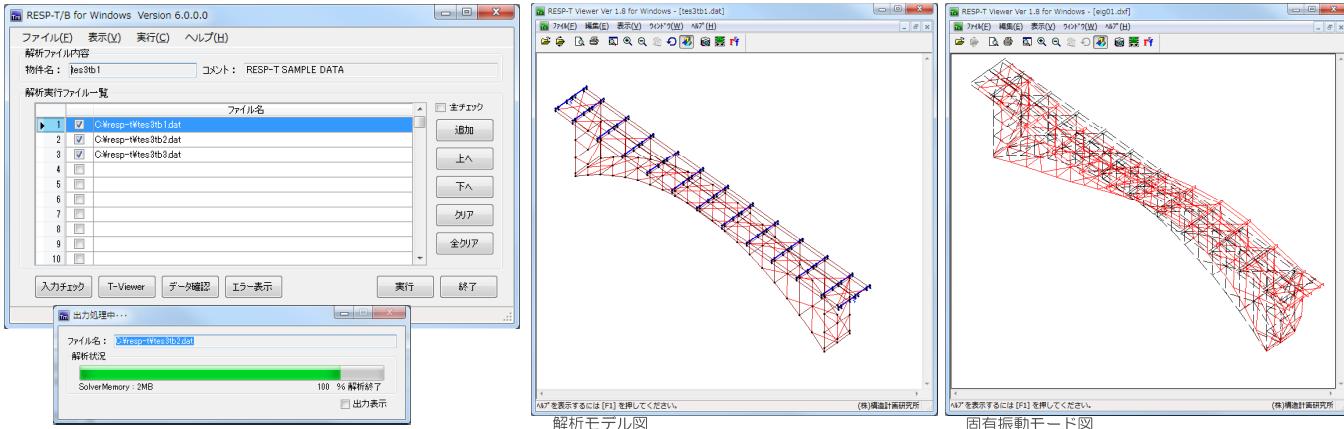
紹介セミナー・お試し版プログラム・教育訓練

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。

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、静的の解析⁽¹⁾ (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、動的の解析(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⁽¹⁾⁽²⁾、ビーム要素⁽¹⁾⁽²⁾、材軸直交分割要素⁽¹⁾⁽²⁾、バネ要素⁽²⁾、
剛域付き4点支持バネ要素⁽²⁾、剛域付き2点支持バネ要素⁽²⁾、MSS要素⁽²⁾、
平面ひずみ要素⁽¹⁾⁽²⁾、平面応力要素⁽¹⁾⁽²⁾、板要素、減衰要素⁽²⁾、
剛域付き4点支持減衰要素⁽²⁾、剛域付き2点支持減衰要素⁽²⁾、Maxwell要素⁽²⁾
*(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

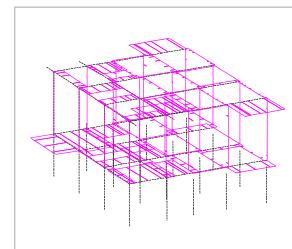
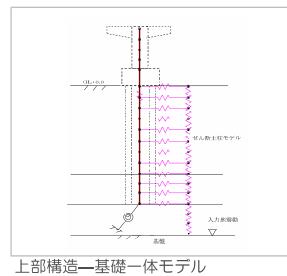
逆行型、武田型、スリップ型、JR総研RC型⁽¹⁾、JR総研SRC型⁽¹⁾、辻モデル、
岡本型、D-Tri(電共研案)型、武藤型、標準型、深田型、原点指向型、
最大点指向型、標準型テトラリニア⁽¹⁾、原点指向型テトラリニア⁽¹⁾、
最大点指向型テトラリニア⁽¹⁾
*(1)最終勾配負考慮可

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)ブリジストン鉛入り積層ゴム型、
東洋ゴム(株)HDR型修正バイリニア型、新日鐵(株)鋼棒ダンパー関数近似型、
新日鐵(株)鋼棒ダンパーバイリニア型、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

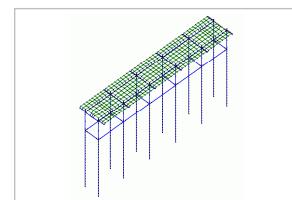
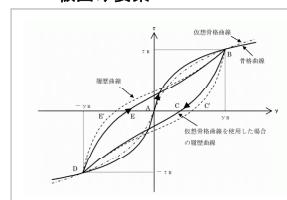
復元力特性(減衰)

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



機能追加予定

- GHE-S履歴モデル
- 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

◆ 解析コンサルティングも行っております。

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

センシングデータを活用した構造物の健康診断

(株)構造計画研究所

耐震技術部 矢部 明人

耐震技術部 楊 克儉

耐震技術部 滝 勇太

近年、構造物の健全度を定量的に調べる手段として構造ヘルスモニタリング（Structural Health Monitoring: SHM）が注目されている。一方で、取得された膨大なデータが十分に有効活用されていない現状も続いていると思われる。先日開催したセミナーでは、現在開発中の路線バスの後輪車軸から得られた加速度データから通過した中小橋梁の簡易健康診断をする方法と、弊社で開発した光ファイバセンサを利用したSforDによる橋梁のより詳細な健全性評価法、最後に、昨今より重要性が認識されつつある、データマイニングによる構造物の変状予測・異常検知、以上センシングデータを有効活用する3つの事例について紹介した。

■センシングデータ有効活用に関する取り組み

近年、センサの小型化や性能の向上、情報処理技術の発達を背景に、構造ヘルスモニタリングの研究も進化を遂げ、実際に計測して構造物の状態をより精度よく同定（構造同定：Structural Identification）することができるようになってきた。

また、過去の研究成果や実験、設計基準等を後ろ盾に構築した仮想の構造モデル（Virtual Model）と計測によって同定され、推定された構造モデル（Real Model）とに往々にして矛盾が存在することも認識されるようになっている。

その矛盾がいわゆる安全側と言われる設計思想（ロバスト性）による構造的安全性の猶予の範疇を超え損傷や劣化として現れることもあり、その矛盾究明に対して、FEMは非常に有力な道具となる。

耐震技術部では、地震や重車両などの大きな外乱によって構造物がどのような状態になるか、FEMを駆使して予測し、対策に必要な情報を提供するコンサルティング業務を伝統的に行っている。

その一方で、VirtualとRealの矛盾の解明を目的とするいわゆる「構造保全」関連業務へコンサルティングの領域を広げている。そういった展開の中で、我々自身がセンシングデータを扱い、センシング自体を提案する場面も増えるようになっている。今回のセミナーでは、図1に示すような、我々構造解析

やデータ処理を主体とする技術者が考える、構造力学的視点-センシング技術-統計的手法の融合と、そこから生み出されるユニークな技術について、3つの事例をあげて紹介した。

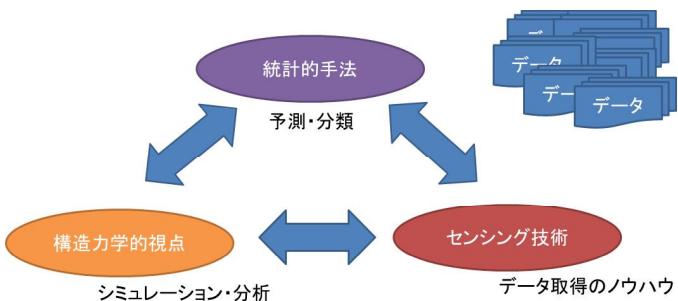


図1 センシングデータ有効活用のイメージ

■路線バスを利用した中小橋梁の簡易健康診断

高度成長期に建設した膨大な数の老朽化していく橋梁を適切に維持管理していく必要がある。「道路橋の予防保全に向けた有識者会議」は2008年5月16日「見ない、見過ごし、先送り」が現状の橋梁維持管理における3大危険因子であり、損傷の早期発見・早期対策の予防保全システムが今後重要であると提言している。今回のセミナーでは、限られたリソースを有効活用する観点から、山口県宇部市・山口大学・構造計画研究所の産学官連携による路線バス後輪車軸の鉛直振動計測による橋梁モニタリング

システム(図2)とその実証実験について紹介した。

紹介したシステムは、バスに搭載したセンサから鉛直加速度を計測し、たわみ特性値に変換後、通過する橋梁の変状をマクロにとらえることを目的としたシステムである。従って、橋梁個々にセンサを取り付けるよりも、導入コスト、運用コストの面で有利であり、また電力はバスから供給できること、橋梁を撓ませるのに必要な重量を確保できることなどのメリットもある。現在、開発中のシステムであり、運用に向けての実験を重ねており、数年以内の運用開始を目指んでいる。

■SforDによる橋梁の健全性評価法

路線バスを利用した簡易健康診断では橋梁の変状をマクロにとらえることを目的としたシステムであるのに対し、SforD(図3)は橋梁に設置した分布光ファイバーセンサ(FBG)からダイレクトにデータを収集し分析するシステムである。

システム運用の際に重要なポイントとして

- ・構造解析によるセンサ設置計画
- ・構造解析と組み合わせた計測結果の確認・検証
- ・大量データの処理の方法

について、事例を交えて紹介した。

現在、主要国道や鉄道高架橋などで、長期の危険変状を24時間監視する目的で運用も始まっている。

■データマイニングによる変状検知への適用事例

データマイニングによる変状検知とは、多種多様でかつ非常に膨大の計測データから、それらの中には存在する統計的特徴をモデル化(掘り起こし:マイニング)して、モデルの違いや変化から抽象的に変状を見極め、将来を予測する技術である(図4)。今回のセミナーでは、鉄道の軌道構造物を対象とした軌道のゆがみの将来予測や急変箇所の検知について紹介した。将来のゆがみ量や急変箇所を予測できることが、軌道のような非常に長尺なインフラの維持管理において、点検計画をより合理的に立てることができるようにになり、人員やコストといったリソース配分の最適化に寄与できることを示した。

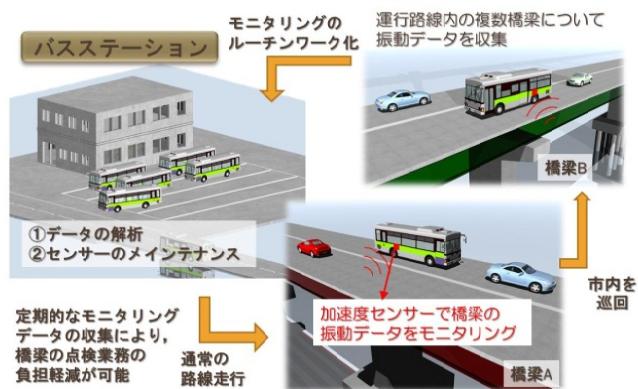


図2 路線バスを利用した中小橋梁モニタリング

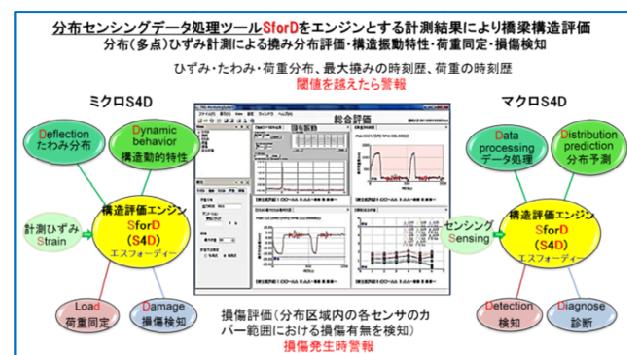


図3 変状検知用模擬解析モデル

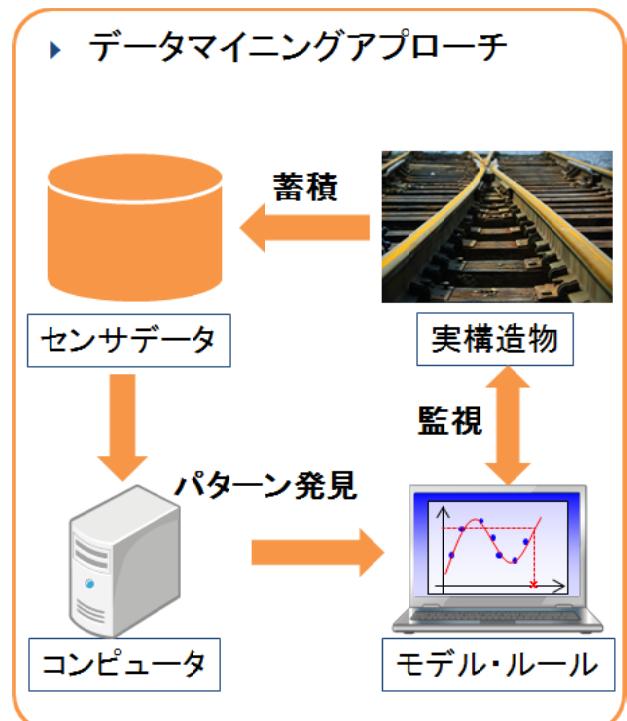


図4 データマイニングによる変状検知

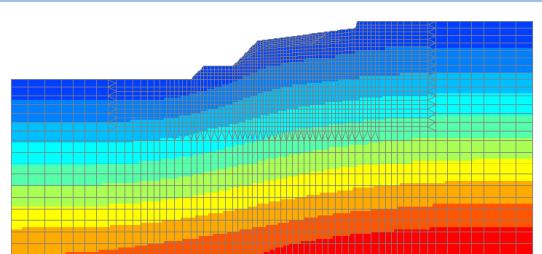
降雨時の地盤安定性問題に対するソリューション

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。

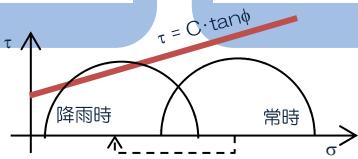
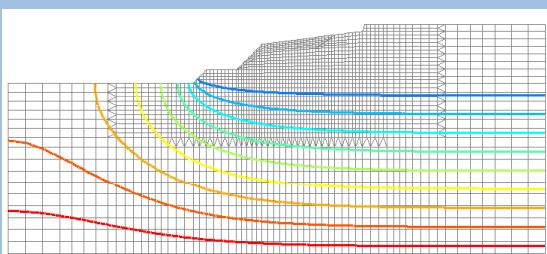
弊社では非定常浸透流解析プログラムをはじめ、すべり安全率・すべり変形量の算出プログラムなど様々な自社開発を積極的に行っております。これにより、浸透流解析結果から降雨時に時々刻々と変化する水圧や水位を把握し、有効応力を用いて想定すべり面の危険度を判定するなど、総合的な検討が実施可能です。

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。

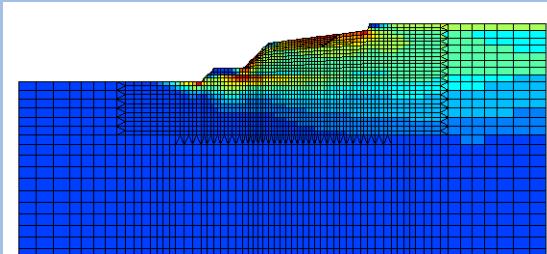
●平時の応力状態（常時応力解析結果）



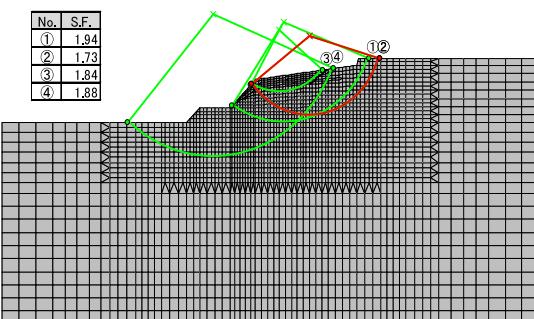
●降雨時の水圧分布（非定常浸透流解析結果）



●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）

降雨による地下水位面の変動予測（某コンサル）

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）

液状化問題に対するソリューション

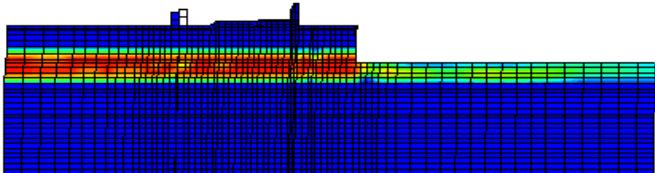
護岸および河川堤防などは、防災上重要な土木構造物です。これらは大地震時に背後地盤の変形や液状化により地盤が大きく変状することが予想され、防災対策として現状の変形、沈下を把握すること、および対策工による効果を検討することが重要です。

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。

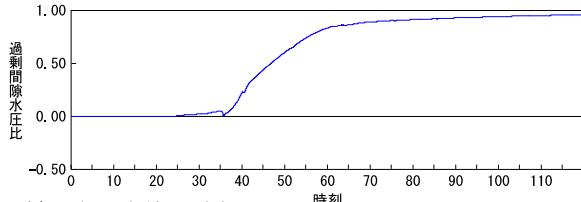
弊社では、自社開発の有効応力非線形解析プログラムの他に、各種解析プログラムを使用した解析にとりくんでおり、予測された地震動強さと地盤種別から簡便的に評価する方法から有効応力解析に基づく方法まで、検討内容に応じた解析手法、解析ツールを選択し対応いたします。

■海岸付近の地盤における液状化検討事例

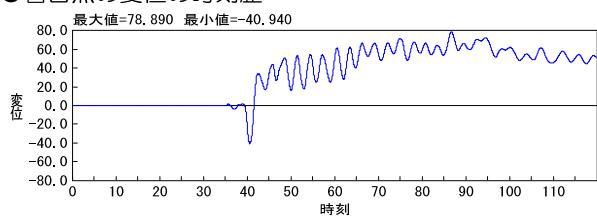
●過剰間隙水圧比コンタ図



●過剰間隙水圧比の時刻歴

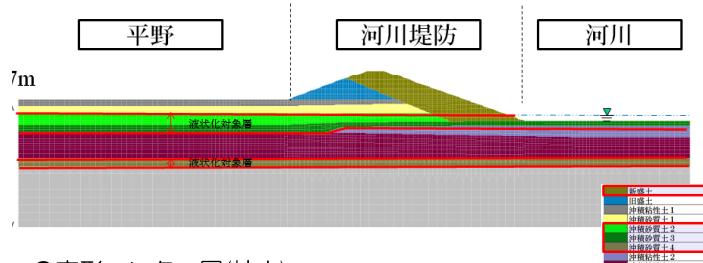


●着目点の変位の時刻歴

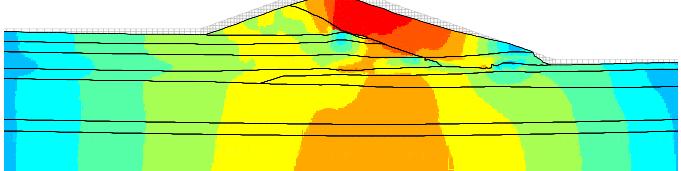


■FEMにより河川堤防の液状化による挙動をシミュレーション

●解析モデル図(全体)

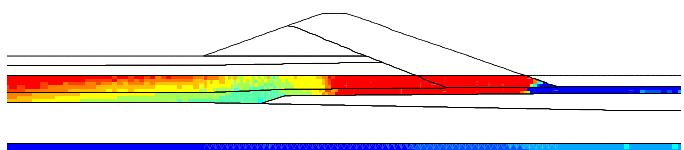


●変形センター図(拡大)



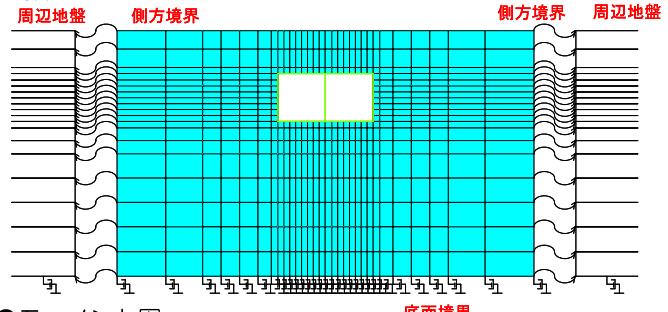
●過剰間隙水圧比センター図

(拡大：赤色は液状化している状態)

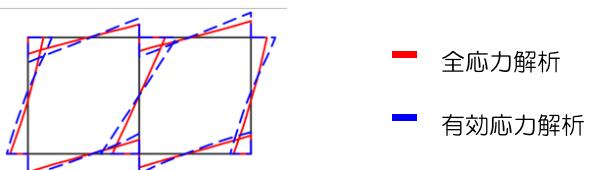


■有効応力解析と全応力解析により地中構造物の耐震性を比較検討

●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6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

NANSS-I	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

第17回震災対策技術展 出展報告

構造計画研究所では、これまでに建築、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、地盤液状化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、津波の浸水予測と粒子法による構造物への影響評価の取り組みについてセミナー講演を行いました。

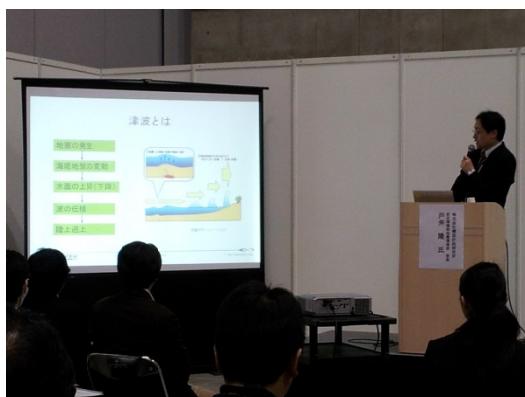
■出展内容

- 災害対策ソリューション
 - 大規模地震による、強震動、長周期地震動、津波、地盤液状化問題への解析技術の適用
 - 津波・河川氾濫 避難シミュレーション
 - 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

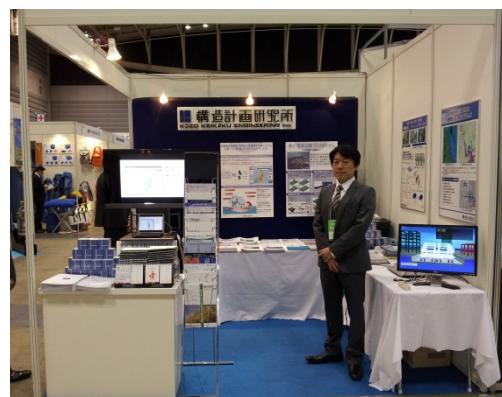
■出展のご報告

第17回震災対策技術展

会期	2013年2月7日(木)～8日(金)
会場	パシフィコ横浜／アネックスホール
主催	「震災対策技術展」実行委員会
セミナー	津波浸水予測と粒子法－構造解析連成による構造物への影響評価 防災・環境部 地圈環境室室長 戸井 隆



セミナー風景

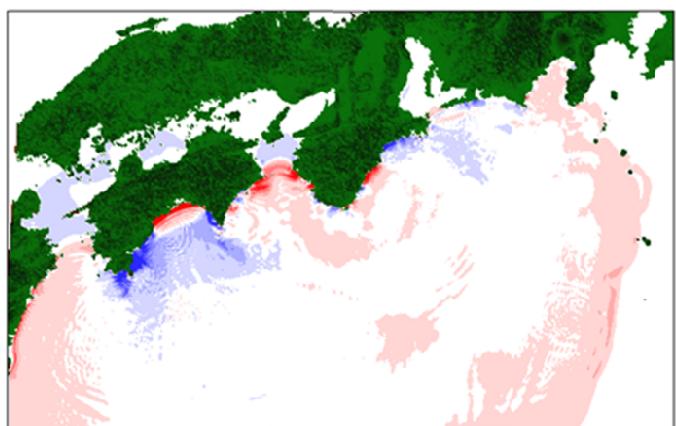


展示ブース風景

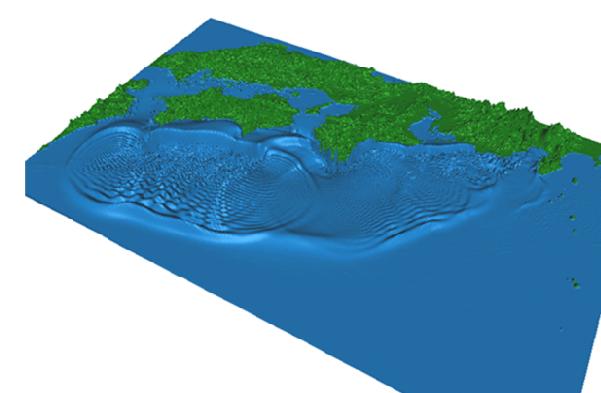
■出展概要紹介

- 津波シミュレータ TSUNAMI-Kによる津波浸水評価

津波シミュレータ TSUNAMI-Kを使用した津波解析事例のご紹介です。津波被害予測や防災計画の策定をサポート致します。



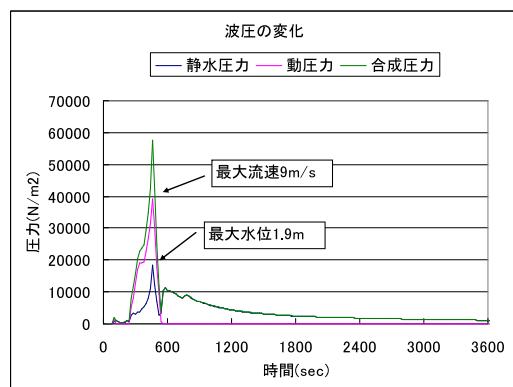
TSUNAMI-Kによる津波解析例（二次元表示）



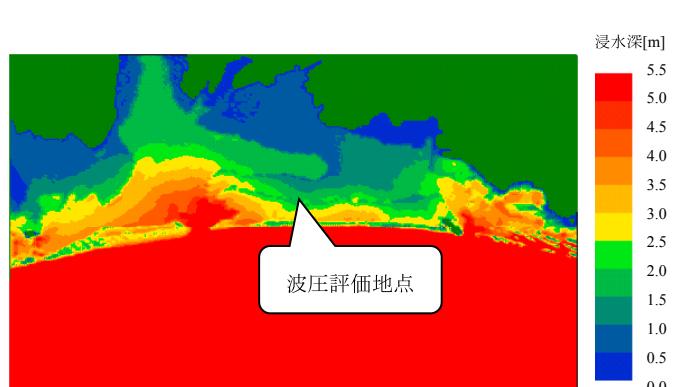
TSUNAMI-Kによる津波解析例（三次元表示）

● 津波による波圧の評価

津波シミュレーションに基づく波圧の計算例のご紹介です。波圧を評価することにより、建物の損傷度合などを算定することができます。



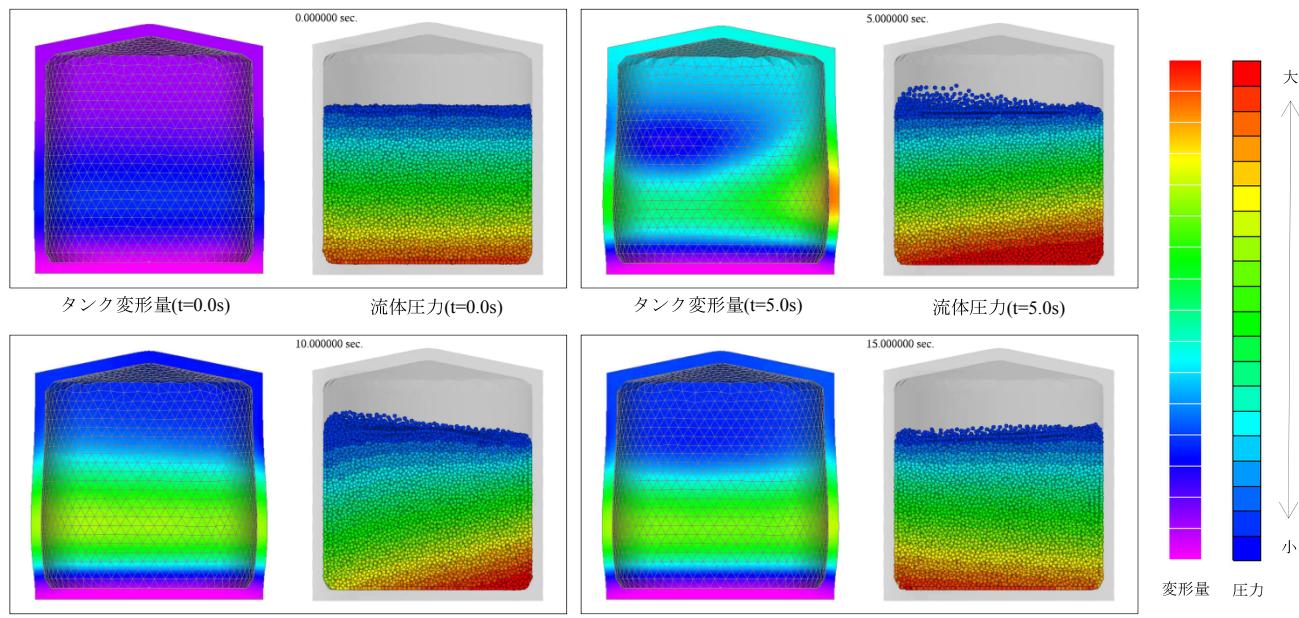
波圧時刻歴（合成圧力＝静水圧力＋動圧力）



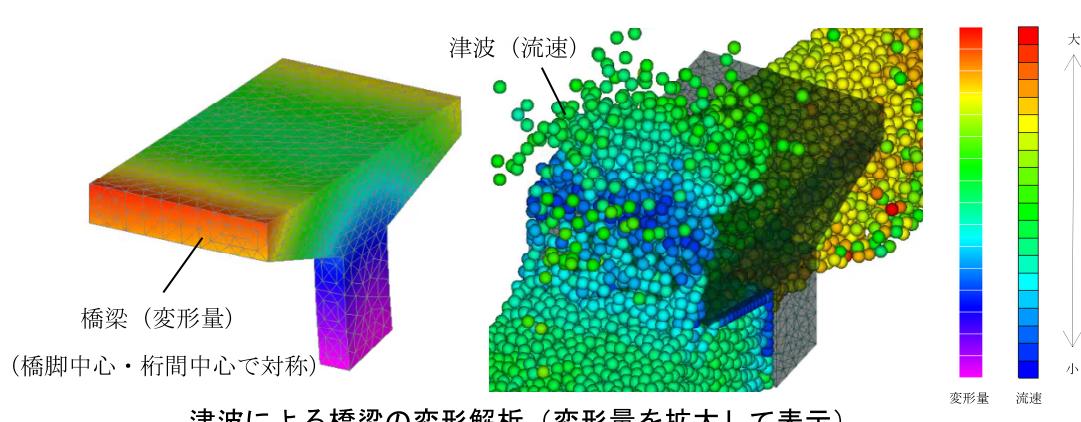
津波遡上計算による浸水深

● 粒子法による流体解析と構造解析連成

粒子法による流体解析と構造解析の連成計算のご紹介です。粒子法は自由表面流れに優れた流体解析手法で、構造解析と連成させることにより地震動・津波による構造物への影響を評価することができます。例として地震時のスロッシングによるタンクの変形解析例、および津波による橋梁の変形解析例をご紹介します。



地震時スロッシングによるタンクの変形解析（変形量を拡大して表示）



津波シミュレーター「TSUNAMI-K」

津波波高・遡上計算プログラム

■ TSUNAMI-Kの特徴

特徴1：簡易な操作で津波をシミュレーション

特徴2：建物や地形の詳細なデータの追加・修正も可能

特徴3：多数の結果出力に対応

①まずは解析したい領域をマウスでドラッグ！



- 解析したい領域をトラッグし
メッシュサイズの入力で領域設定は完了

③計算条件を入力し解析実行！



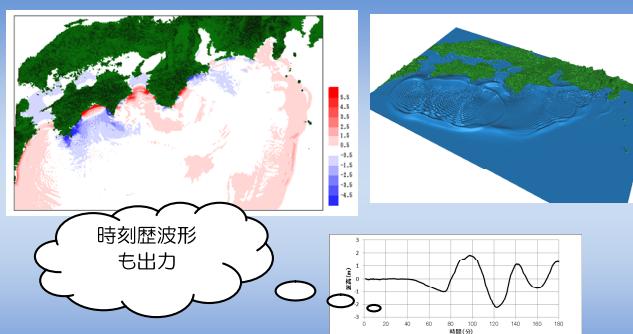
- 計算時間や出力間隔を設定
- 時刻歴の出力位置はクリックで指定

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

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3Dや2Dのアニメを作成

TSUNAMI-Kの入出力と解析事例

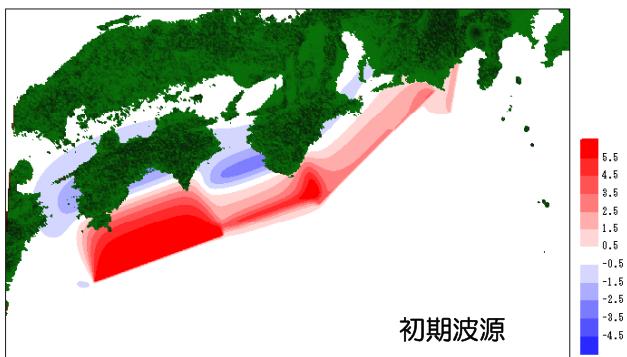
■入力

- ・多重メッシュによる解析領域の設定
- ・海上保安庁や国土地理院のデータに対応
- ・サイト近傍の詳細な地形データの取込が可能
- ・地図を基にして建物の追加が可能
- ・初期波源は断層以外に、任意位置での水位や流量も設定可能

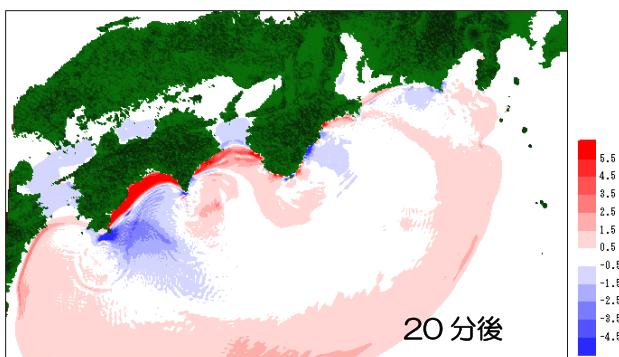
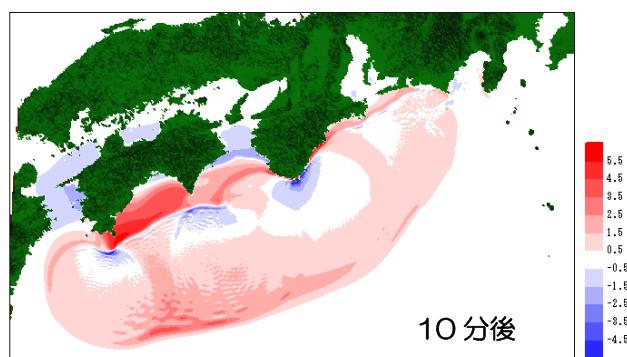
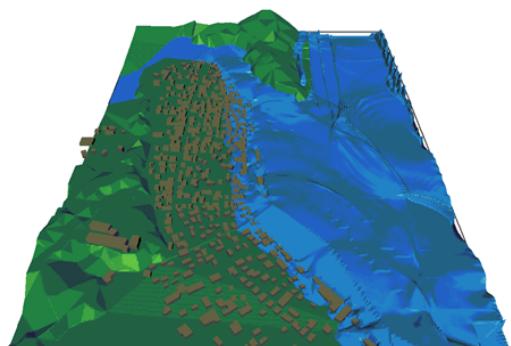
■出力

- ・最大波高、流速
- ・時刻毎の水位
- ・時刻毎の流速
- ・アニメーションデータ

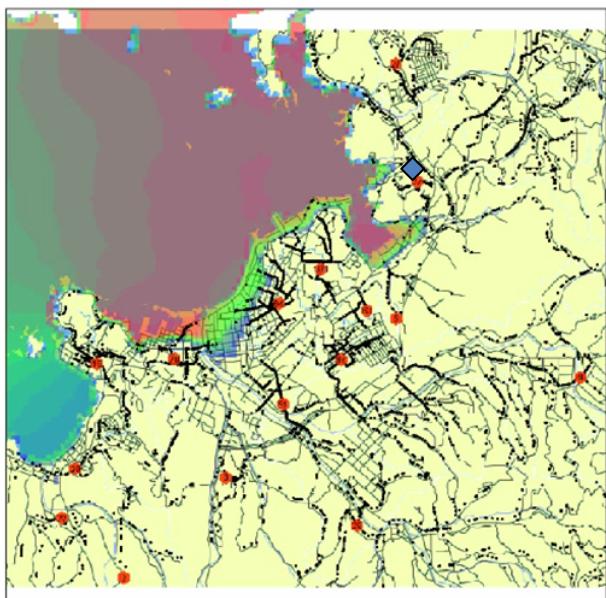
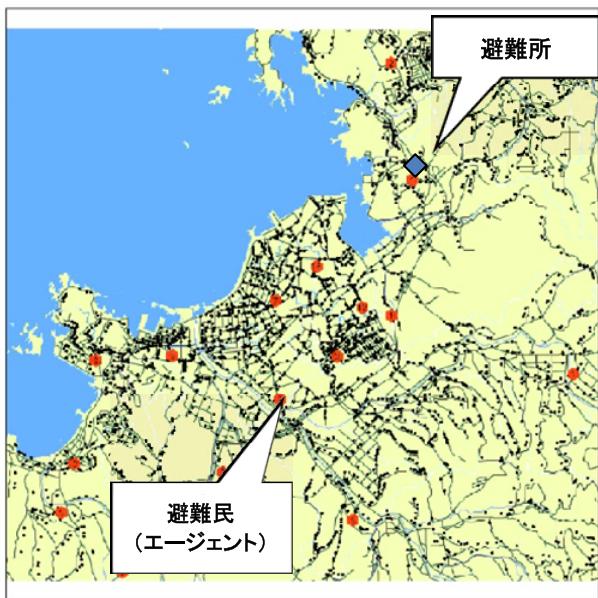
◆東海・東南海・南海地震波の計算例



◆津波の遡上解析例

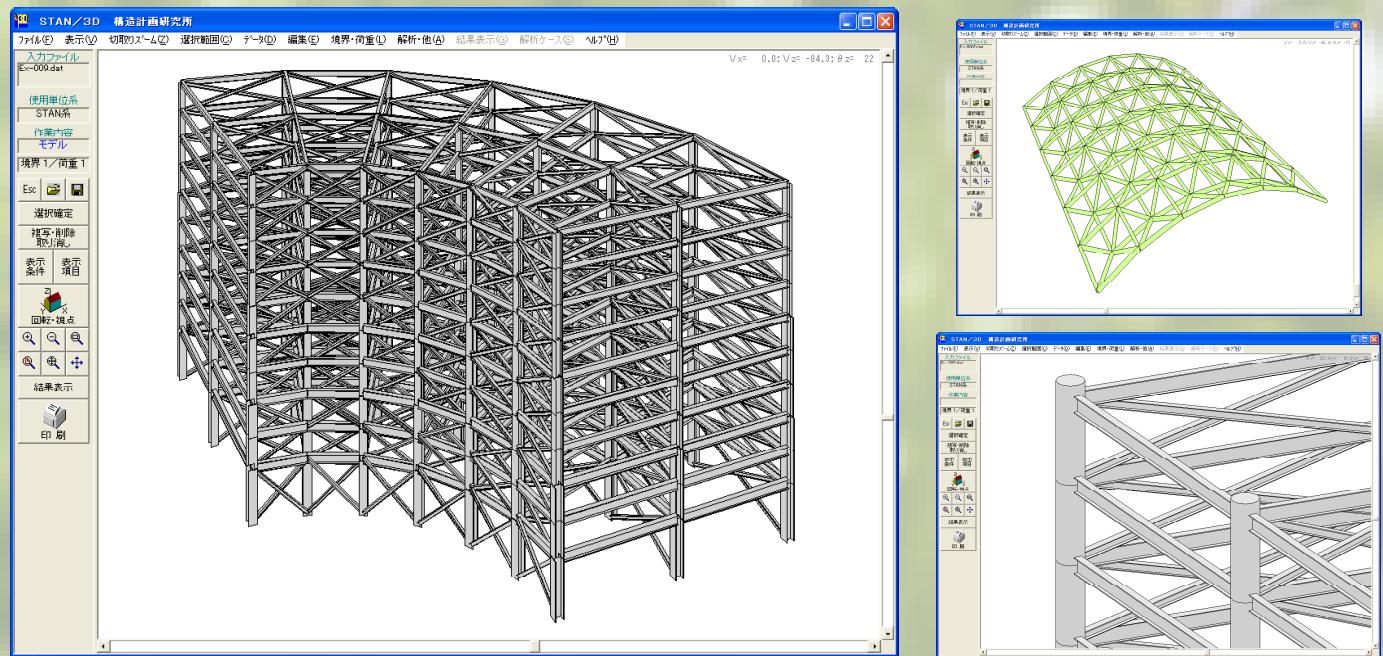


◆津波解析結果を用いた避難シミュレーション



3次元任意形状フレーム構造解析ソフトウェア

STAN



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ありません。

平面応力要素の主応力図

Webライセンス版
近日リリース予定！

- USBロック不要。ネット環境があれば任意のパソコンで STAN の利用が可能です。
- ライセンス資源をチーム内で有効に活用できます。
- 多人数での利用管理に最適。
- ネット環境の無い場所への、ライセンスの一時持ち出しも可能。
- 緊急用ライセンスでネット寸断時にも利用可能。



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/>

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

先日の飲み会で技術者の先輩から面白いものを見せてもらいました。それは、タバコ4箱分ぐらいの大きさになったサーバでした。もうこれだけのスペースで、10年前のタワー型以上の性能があるという技術の進歩を感じると共に、自分は果たして10年前からどのくらい、進化できたのかということを自問自答しました。

コンピュータのめまぐるしい進歩に較べると、人間性能の向上というものは緩やかなものかもしれません。しかし、そのめまぐるしい進歩を起こしたのは人間自身であり、それは先人の知恵を引き継ぎ、毎日一步ずつ、確かな歩みを踏みしめながら前進したからこそ到達できた現時点なのです。

現代に生きる人間として過去の先駆者に敬意を払い、また未来の若人達に誇れるものを手渡せるよう、日々を過ごせねばと考えています。

防災ソリューション部 建築構造室 井上隆則

去年の3月初旬、梅で有名な水戸の偕楽園へ行ったのですが、まだ咲き初めで、枝ばかりを鑑賞した経験から、今年は3月末まで待つことにしました。しかし、どうやら今年は遅すぎたようで見頃は過ぎたとのことでした。一旦偕楽園は白紙にし、冬の味覚を求め、鮭鱈を食べにいざ大洗へ。吊るし切りショーやを見て楽しみ、鮭鱈鍋を食して楽しみ、それは大変満足のいくものでした。大洗といえば関東最大規模の水族館「アクアワールド」が有名なので、第2の目的地アクアワールドへ。意気揚々と赴いたところ、たくさんの人、人、人。春休みということもあってか、そこは大変な賑わいをみせていました。後日、知ったのですが、02年の開館以来、毎年、年間来場者が100万人を越えていたようですが、震災直後の11年度は約86万5000人と初めて100万人を下回ったとのこと。施設自体に大きな損傷はなかったものの風評被害から来場者を減らしていたようです。「風評被害打破」を目指して、ショーやイベントに取り組んだことが実を結び、先日3/29に今年度の来場者数が100万人を超えたようです。(余談ですが、私は3/31来場なので100万～人目ということになります。)館長さんやスタッフの皆様の努力もあり、こういう形で地域が活性化していくことは大変喜ばしいことだなと思います。ただ、イルカショーに並ぶ時間がなく、今回は泣く泣くあきらめる結果となりましたが・・・。大盛況のアクアワールドを出た後は、那珂湊の魚市場で岩牡蠣を食べて、大蛤と鱈2匹買って帰路につきました。こんな感じで大洗を満喫したわけですが、次の冬こそは偕楽園リベンジでしょうか、ドブ汁も食べたいですね。いよいよ春ですが、こうやって来年の冬をうっすらと思い浮かべつつ、変わらない日常に幸せを感じながら、今年度も美しい日本の四季を満喫して過ごせたらな幸せだなと思います。(2013.4.4)

耐震技術部 施設耐震室 安部光史



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

(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.32 2013.4

発行日 平成 25 年 4 月 22 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