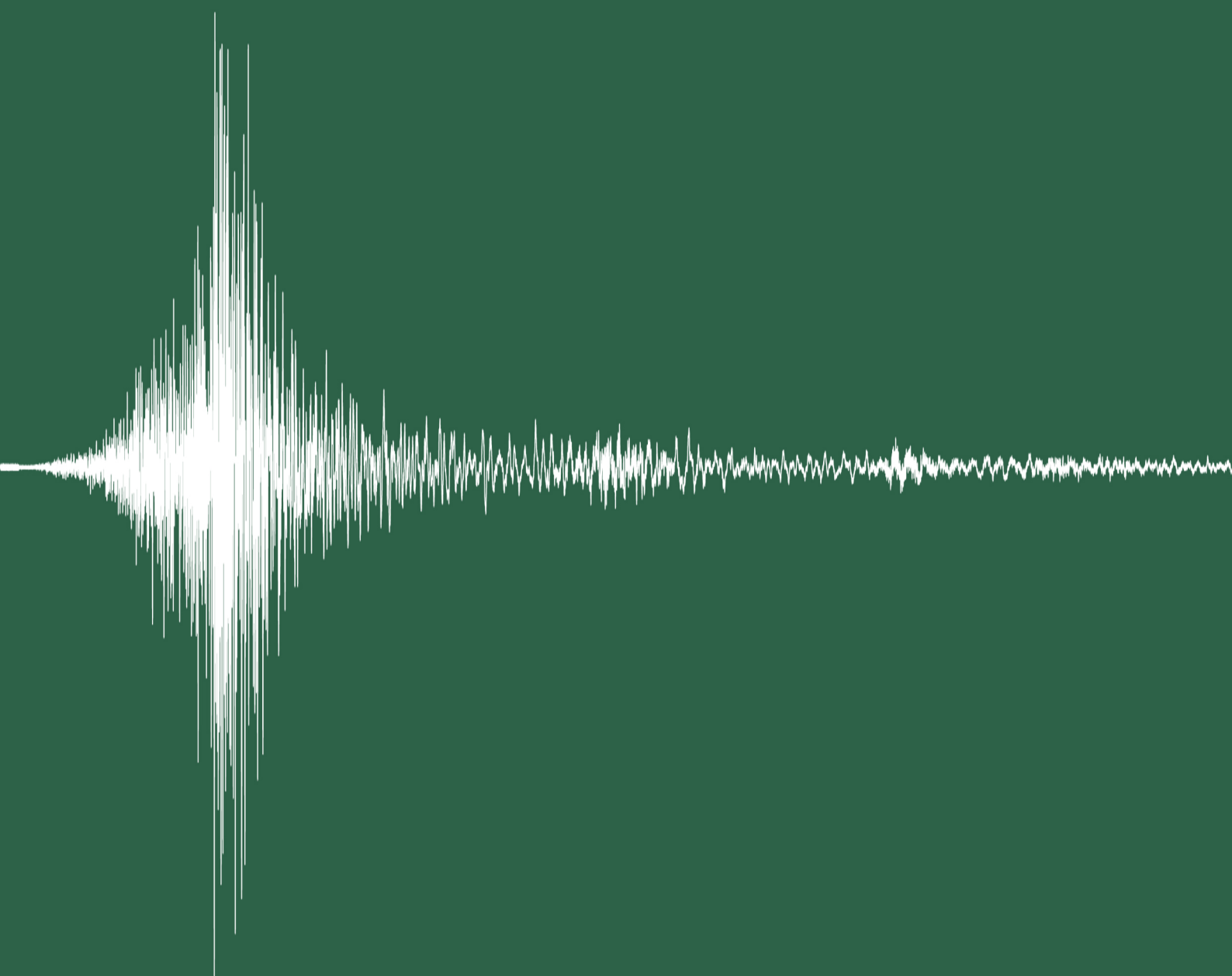


2016 年  
KOBORI   
RESEARCH  
COMPLEX  
INC.



# 会社概要

## ◆企業名

株式会社 小堀鐸二研究所 通称「小堀研」  
(英文名 KOBORI RESEARCH COMPLEX INC.)

## ◆設立

1986年11月1日

## ◆登録

一級建築士事務所東京都知事登録 第29193号、ISO9001 認証MSA-QS-3912

## ◆資本金

2000万円

## ◆株主

電源開発株式会社、株式会社東芝、株式会社日立製作所、三井不動産株式会社、三菱地所株式会社  
かたばみ興業株式会社、八千代エンジニアリング株式会社、株式会社アルテス

## ◆所在地

〒107-8502 東京都港区赤坂6-5-30

TEL 03-5561-2421

FAX 03-5561-2431

<http://www.kobori-takken.co.jp/>

## ◆取締役および監査役

代表取締役社長	五十殿	侑弘
専務取締役	小鹿	紀英
取締役	佐藤	周吾
	沢田	敏男
	嶋田	善多
	米倉	和義
	熊谷	直紀
	大堀	正博
	小川	一郎
	本間	完介
	兼近	稔
監査役	市橋	克典
	小栗	薫

## ◆執行役員

社長執行役員	五十殿	侑弘
専務執行役員	小鹿	紀英
執行役員	加藤	研一
	神田	克久
	佐藤	周吾

## ◆事業内容

1. 構造物に関する解析、設計、監理及びコンサルティング
2. 耐震・免震・制震構造に関する調査、研究開発、設計、解析及びコンサルティング並びに機材・製品の販売
3. 地震動並びに地盤特性に関する研究開発及びコンサルティング
4. 原子力施設、海洋施設、宇宙開発施設等の特殊構造物並びに先端技術領域の研究開発及びコンサルティング
5. コンピュータのソフトウェアに関する研究開発

# 天災は忘れる暇もなくやって来る

—2016年発生 of 熊本地震に思う—

2016年4月14日午後9時26分熊本県の日奈久断層帯で、M6.5の「前震」が発生しました。益城町では震度7の激震に見舞われ、死者9人の犠牲者が出たほか、電気、ガス、上下水道等のライフラインや道路、鉄道などの社会インフラに多大な被害が発生しました。その僅か28時間後の16日午前1時25分、M7.3の「本震」が布田川断層帯で発生し、再び益城町で震度7を観測しました。



「前震」が震度7を観測したことから、それを「本震」と思い込み、もうこれ以上の揺れは来ないものと判断して、家屋損壊の軽微な住民の多くが帰宅していました。ところが「前震」では大きな被害を免れたものの、耐震性能が低下していたものと思われる多くの家屋が、再び発生した震度7に見舞われ大破、倒壊に至ってしまいました。それに伴い死者も40人増え「前震」と合わせて49人（関連死等を含めると69人）と、多くの尊い命が奪われる結果となりました。建物の損壊は累計9万棟以上を数え、甚大な被害がもたらされました。

「本震」発生後一か月が経過した時点でも余震は収まる気配もなく、震度1以上の有感地震が1470回を超えました。さらに気象庁は今後暫くは、震度6弱の余震が発生する可能性もあり、十分注意するようにとの警告を発しています。また「本震」発生以降、熊本県阿蘇地方で震度6強が、大分県では震度5強の大きな地震が連鎖的に発生しています。

以上述べた通り、この度の熊本地震では今まで経験したことの無いような様々な特異な現象が見られます。このような現象は熊本地震固有のものなのか、それとも日本の他の地域でも起こり得ることなのか、現地の被害状況をしっかりと精査し、実態の解明を着実に推進する必要があります。今回蒙った多大な人命、財産上の犠牲を無駄にすることなく、減災・防災対策の一層の進化につなげていくことが求められます。

「天災は忘れた頃にやって来る」の名文句は、物理学者で随筆家の寺田寅彦博士が、1923年の関東大震災が発生した時に、地震への警鐘として鳴らした警句です。しかし現代はといえば、1995年の阪神淡路大震災の発生を境に、日本列島は地震の活動期に入ったといわれ、5年前の東日本大震災を筆頭に震度7級の大地震が日本列島の各地で多数発生しています。

「天災は忘れる暇もなくやって来る」の文句を、地震をはじめとするあらゆる天災に対する現代の警句として、今まさに日本国民が全員で共有する必要があると言えましょう。

2016年6月

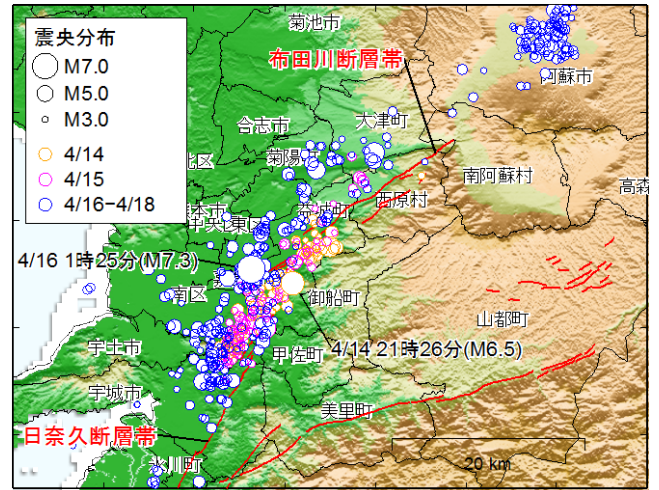
代表取締役社長 おみか ゆきひろ 五十殿 侑弘  
工学博士

## 2016年熊本地震の現地調査(地震動)

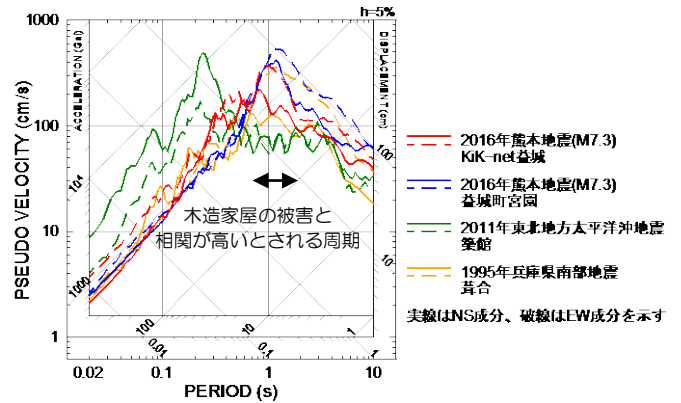
熊本地方で2016年4月14日にマグニチュード(M)6.5の前震が、また4月16日にM7.3の本震が発生しました。ひとつの特徴として、短期間にMの大きな地震が複数回(3日間にM6以上が3回)起きていることが挙げられます。産業技術総合研究所による活断層トレースと一連の地震の震央分布から、これらの地震は布田川断層帯・日奈久断層帯の周辺で発生していると考えられます。

熊本県の益城町宮園と西原村小森で震度7が観測され、周辺では木造家屋を中心に大きな被害が生じています。益城町宮園とその近隣のKiK-net 益城で得られた強震観測記録を、震度7を経験した過去の観測記録(例えば1995年兵庫県南部地震M7.3の葦合観測点の記録)と比較しました。益城町宮園とKiK-net 益城のEW成分の周期1秒の擬似速度応答スペクトルは、過去の地震よりも大きいことが確認されます。また、一般に断層に近づくほど地震動が強くなり、被害も大きくなりますが、断層極近傍では被害が小さいとの知見も知られており、未解明な部分も残されています。特に、断層極近傍の地震動評価は重要課題のひとつになります。

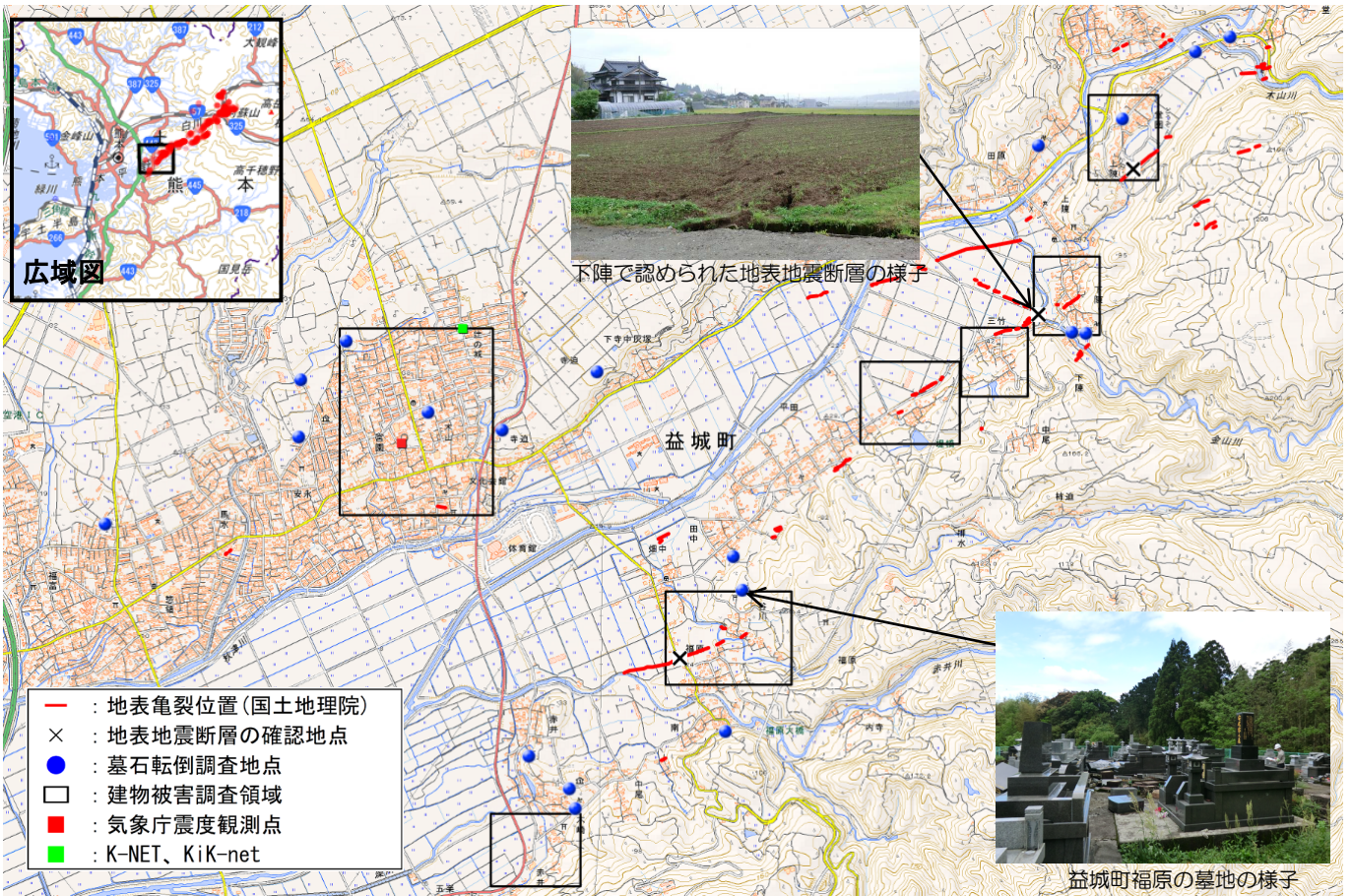
そこで、2016年熊本地震の断層極近傍で生じた建物被害の大きさ、および地震動の強さを推定するために、地表地震断層付近における木造家屋の被害と墓石転倒率の調査を4月27日から29日にかけて行いました。断層極近傍では、木造家屋の被害や墓石転倒率が小さい地域もあり、場所によって様々です。今後これらの調査結果を詳細に分析し、断層極近傍における地震動強さを解明していきます。



活断層トレースと震央分布の日変化



震度7クラスの観測記録の比較  
(擬似速度応答スペクトル 減衰定数5%)



被害調査地点の概要(国土地理院地図に加筆)

## 2016年熊本地震の現地調査(構造被害)

当社では、熊本地震による多数の建築物に被害が発生したとの報道を受け、4月28日から30日にかけて、前記の地震動の調査班とは別に、主に建築構造に生じた被害を対象とした現地調査を実施しました。調査地域は、多くの高層建物が建つ熊本市街地のほか、熊本市南部の液状化が生じた地区、震度7の揺れを受け多数の住宅被害が生じた益城町です。

熊本市中心部では、耐震性に劣るとされている、いわゆるピロティ形式をはじめ、新耐震以前に建築されたと思われる古い建物に大きな被害が確認されました。また、坪井川や白川の近傍では、少なからず地盤変状が生じており、建物被害につながる事例もありました。一方、比較的新しく十分に耐震性を有するとみられる建物では、タイルの剥離など外装に軽微な被害が散見されたものの、外観からわかる深刻な構造被害は見受けられず、とくに阪神大震災以後に充実された耐震対策が有効であったものと考えられます。

熊本市南区の西熊本駅周辺では、白川が湾曲する付近からはじまる道路に沿って幅約50~100mの帯状に細長く広がる液状化が生じました。あまり認識されてこなかった内陸部の液状化ですが、被害と地盤や地形との関係が指摘されており、地盤の特性を詳しく知ることの重要性が再認識されます。

2度にわたり震度7の激震に見舞われた益城町中心部では多数の住宅が大破・倒壊に至る甚大な被害が生じました。強い揺れが繰り返されることが、被害進展に与えた影響は今後の詳しい調査・研究を待たねばなりません。今回のように短い間に強い揺れが複数回襲った事例は、限られた人的・物的資源のもとで、震災からの復旧・復興がいち早く、かつ安全になされるために、専門家を支援し、強い揺れを受けた建物の安全性を迅速に判断できる技術の必要性を示すものといえるでしょう。

実際に現地に赴き災害調査を実施することで、特徴的な被害の有無にとどまらず、周辺状況や被害の背景など、報道や学会等の報告だけでは十分に知ることができない情報も収集することができました。今回得た知見は技術提案や研究開発など今後の業務に役立てる所存です。



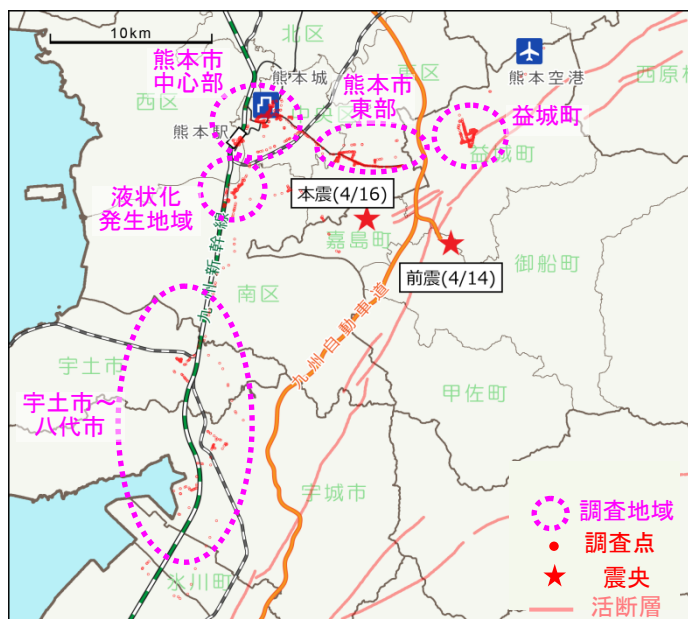
地震により崩れ落ちた熊本城の石垣と櫓



熊本市南区で確認した帯状に広がる液状化地区と地形分類の関係(国土地理院 治水地形分類図に加筆して作成)



液状化により約60cm沈下した電柱。周辺には激しい噴砂の跡



2016年熊本地震の現地被害調査(構造被害)の調査地域



震度7(激震)を受けた益城町の住宅被害。耐震性に劣る古い住宅の倒壊や盛土の地盤変状など多くの被害状況を確認

## 戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)での地震被害推定情報と実被害の統合評価の研究

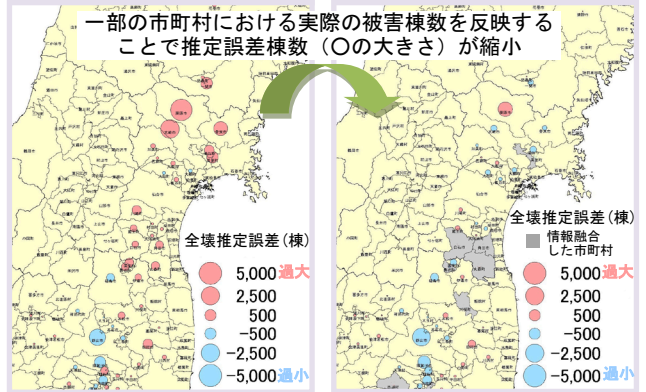
科学技術イノベーションを実現するために政府が創設したプログラムである SIP の課題のひとつ「災害情報収集システムのリアルタイム被害推定システムの研究開発」のなかで、昨年度に引き続き、(国研)防災科学技術研究所から研究業務を受託・実施しました。

この研究では、いち早く地震被害の全体像を把握することを目的として、地震が発生した直後になされる被害推定結果をもとに、「ベイズ推定」という統計手法を応用して逐次集積される各地の実際の被害情報を融合することで、常に最新の情報を反映した被害推定を実現する手法を開発しています。

今後も、各種研究機関との連携を強め、防災分野における最先端の技術開発を担ってまいります。

即時推定 (計測震度だけを用いた推定結果)

更新後 (9 市町村の被害情報を反映して更新した推定結果)



東日本大震災における東北地方の沿岸部を除く市町村別の全壊棟数の推定誤差を更新した事例計算の一例

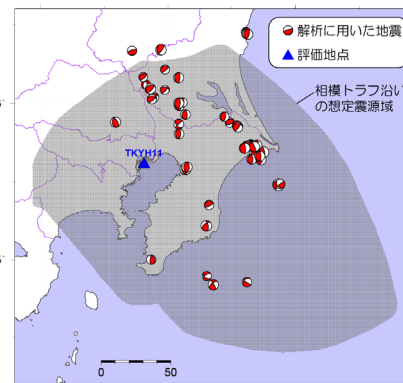
## 防災科学技術研究所から長周期地震動に関する支援事業を継続受託

文部科学省の委託を受けて(国研)防災科学技術研究所が実施する「長周期地震動ハザードマップ作成等支援事業」のうち、当社では、「長周期地震動ハザード評価結果の活用の検討等」に資する長周期地震動に関する事例等を収集・分析する事業を 5 年連続で受託実施しました。

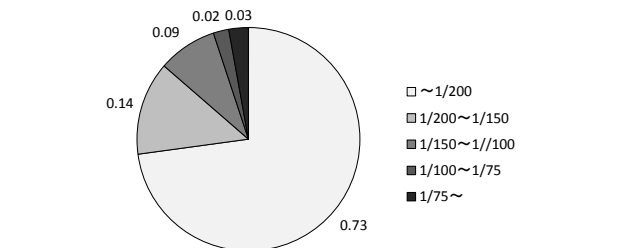
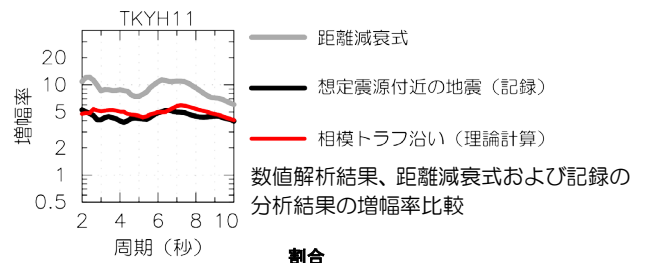
大正関東地震に代表される相模トラフ沿いで発生する大地震による長周期地震動の特性を考察するために、関東平野の三次元差分法による理論計算の地震動と、従来から提案されている距離減衰式による評価結果との比較を行いました。

関東平野における最近の地震の観測記録の分析による長周期地震動の増幅率は、理論計算による増幅率に類似しており、南海トラフ地震の理論計算によるものや距離減衰式によるものと大きく異なることが分かりました。これは、関東平野の深い堆積層のある地盤の影響や、既存の距離減衰式の評価には関東平野の地震があまり考慮されていないため、震源特性や地震波の到来方向の影響評価が重要であることが明らかになりました。

また、地震ハザード評価に基づく相模トラフの巨大地震による東京近郊の面的長周期地震動に対する超高層建物の被害予測を行いました。被害予測は、東京都内の超高層建物の多い区を対象とし、超高層建物棟数、構造種別、並びに地震動強さと建物応答との経験的關係式を用いて行いました。相模トラフの地震が発生した場合の統計的な被害予測としては、数パーセントの超高層建物が比較的大きな被害の可能性があることが分かりました。



相模トラフ沿いの想定震源域と解析に用いた地震の位置関係

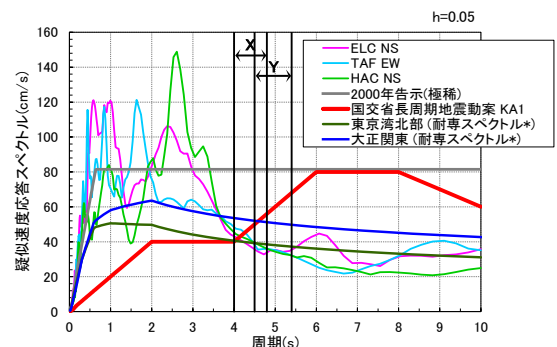


超高層建物の応答推定結果 (港区内割合、最大層間変形角)

## 南海トラフ長周期地震動と建物スクリーニング

2015 年 12 月に国土交通省は、南海トラフ沿いの巨大地震を想定した長周期地震動対策案を公表しました。この案は、新築の超高層建物や免震建物に適用されるとともに、既存の建物に対しても、自主的な検証が推奨される予定です。

これを受け、当社では、超高層建物や免震建物のデータベースを活用して、長周期地震動案に対する要検証建物のスクリーニングを実施しています。また、個別の建物に対しては、南海トラフ地震以外に当該建設地点で想定すべき巨大地震について、その選定と地震動評価を加えた検証を提案しています。



長周期地震動に対する超高層建物のスクリーニング例

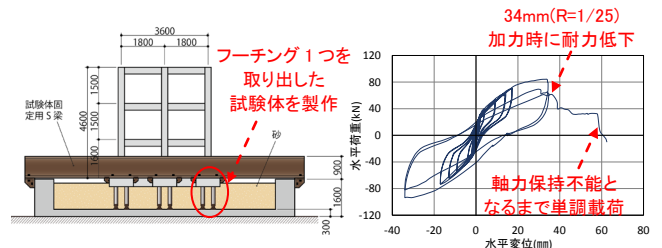
## 文部科学省「都市機能の維持・回復のための調査研究」の杭-地盤系の予備実験

文部科学省では、2012年から5年間にわたって「都市機能の維持・回復のための調査研究」を実施しており、当社は「建物のモニタリング(連成システム)」での実験を担当しています。

実験は最終年度の2016年度に、兵庫県三木市のE-ディフェンスで実施が予定されており、RC容器に砂を敷き詰めた模型地盤に建つ、3階建ての杭基礎建物を用いた加振実験を行います。2015年度には、それに向けた予備実験として、施工方法の妥当性の確認と、剛性・強度の確認を目的として、杭-地盤系の静的載荷実験を行いました。

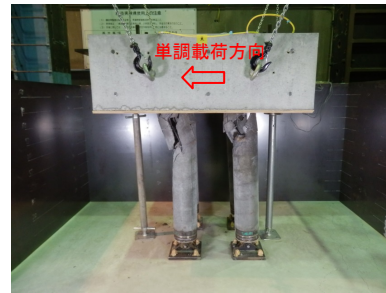
予備実験では、本実験の試験体から、150φのPHC杭4本からなるフーチング1つを取り出した試験体を、大きな支障なく試験施工できました。また、杭-地盤系の荷重-変形関係を取得し、杭の実耐力が確認できました。以上により所期の目的が達成できました。

この結果を踏まえて、現在本実験に向けて試験体の設計を行っています。試験体の完成は2017年1月、加振実験は2月上旬の予定です。



2016年度の本実験の試験体概要

予備実験で得られた杭-地盤系の荷重-変形関係



加力終了後の杭の破壊状況 (砂を撤去して確認)



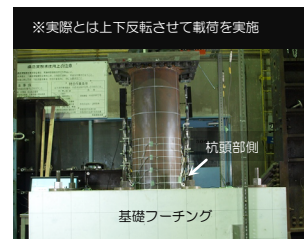
杭頭部分拡大 (全ての杭が杭頭破壊)

## 既製杭の変形性能に関する部材実験

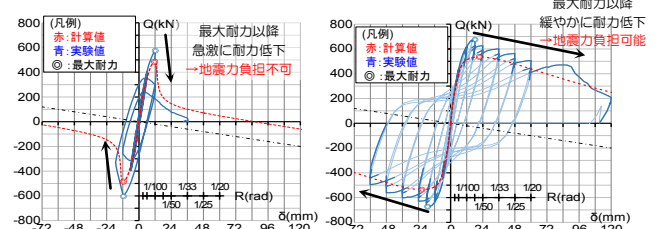
近年、中低層建物の杭基礎には、コスト性・施工性に優れた既製杭が採用されています。一般的に、既製杭は遠心成形によって製造される中空部材であり、材料には高強度コンクリートが用いられるため、変形性能は乏しく脆性的な破壊に至る傾向にあります。実際に、東北地方太平洋沖地震などの大地震時に既製杭の被害が生じ、建物の沈下や傾斜が報告されています。

そこで、変形性能を向上させる方法として、中空部に普通強度のコンクリートを充填することを考案し、その検証実験を実施しました。試験体は地震時応力が大きい杭頭部を模擬し、既製杭のうち杭頭部に用いられることが多い、SC杭※1とPRC杭※2を対象としました。いずれの杭種においても、変形性能を3~4倍程度向上させることが可能となりました。

さらに、中空部のコンクリート充填の有無に関わらず、既製杭の荷重-変形関係を精度よく評価できる手法を構築しています。



SC杭(コンクリート充填なし) 実験写真 [変形δ=-12mm時点]



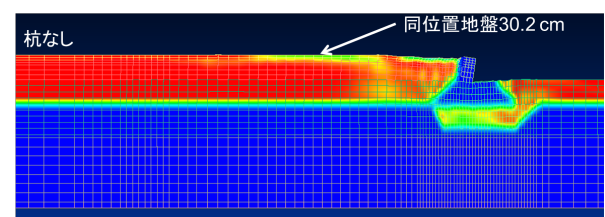
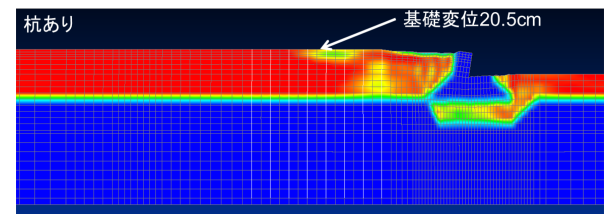
SC杭(コンクリート充填なし) シミュレーション解析結果と実験値の比較

※1: 外殻鋼管付きコンクリート杭 ※2: 遠心力プレストレスト鉄筋コンクリート杭

## 三次元 FEM による大変形問題の解析

近年の地震では液状化による被害が数多くみられ、特に湾岸地域の護岸近くや河川の堤防近くでは、液状化に伴う側方流動が生じました。側方流動が生じると、地盤や護岸、構造物に大変形が生じる恐れがあるため、大変形問題に対応した三次元 FEM による液状化解析が必要となります。

そこで、幾何非線形による大変形が考慮できるように当社の解析プログラムの機能を拡張して、地震で被害を受けた護岸と近傍の杭基礎を対象に三次元 FEM による液状化解析を実施しました。その結果、護岸の変形が調査結果と対応することを確認するとともに、杭の有無による応答の違い、杭位置による杭応力の違いを、詳細に評価することが可能となりました。



護岸の側方流動の解析

## 大正関東地震の長周期地震動評価・可視化と震度インバージョン解析による震源特性モデル

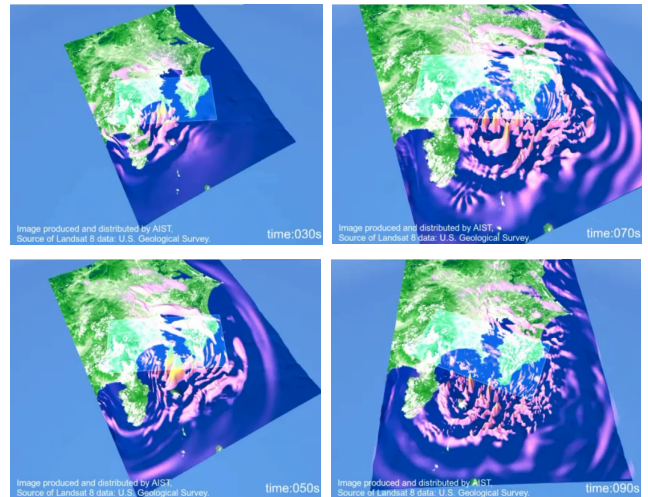
超高層建築物や免震建築物などの固有周期の長い構造物では、長周期地震動への対応が重要です。2015年12月に国土交通省から「超高層建築物等における南海トラフ沿いの巨大地震による長周期地震動への対策案について」が示されましたが、関東地域では1923年大正関東地震などの相模トラフ沿いの巨大地震への配慮も求められています。しかし、国の検討は始まったばかりで公表時期が未定のため、相模トラフ地震については、独自に地震動を評価する必要があります。

当社では、新しい知見を適宜反映した地震動評価技術の開発・整備と性能評価取得の支援を継続的に実施しており、大正関東地震に対する長周期地震動については、三次元差分法により評価を行うことができます。さらに、波動伝播の様子を把握するための可視化の高度化にも取り組んでいます。

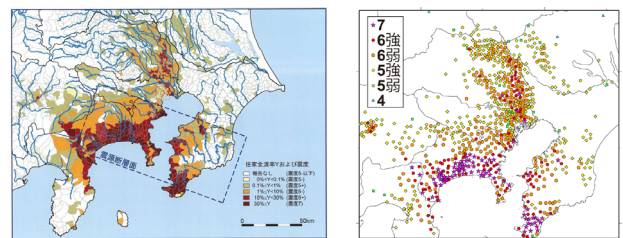
首都直下で発生した大正関東地震については、将来同様な地震が発生することが想定され、その震源特性を明らかにすることは建物の耐震検討や地震防災上重要と考えられます。地震発生当時の市町村単位での被害情報に基づく詳細な震度分布を、最近の観測データによる揺れやすさで補正し、インバージョン解析を行うことによって断層面上の短周期地震動エネルギーの発生分布を明らかにしました。

特定した強震動生成域は、本震直後に発生したM7クラスの東京湾北部と多摩西部の余震の破壊開始点と対応していることも分かりました。得られた結果に基づいて、地震動をシミュレーションするための断層モデルを作成しました。この結果に基づいて、任意の断層による震度分布を再現することが可能になりました。

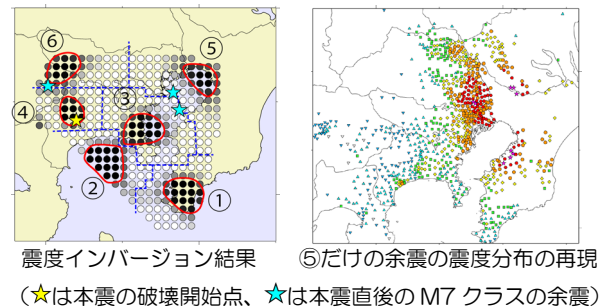
今後は、新たに構築した上記の断層モデルを用いて、広帯域の地震動を評価し、設計支援体制の充実を図って参ります。



1923年大正関東地震の長周期地震動の伝播の様子



1923年大正関東地震の被害率と震度分布 (諸井・武村,2002)



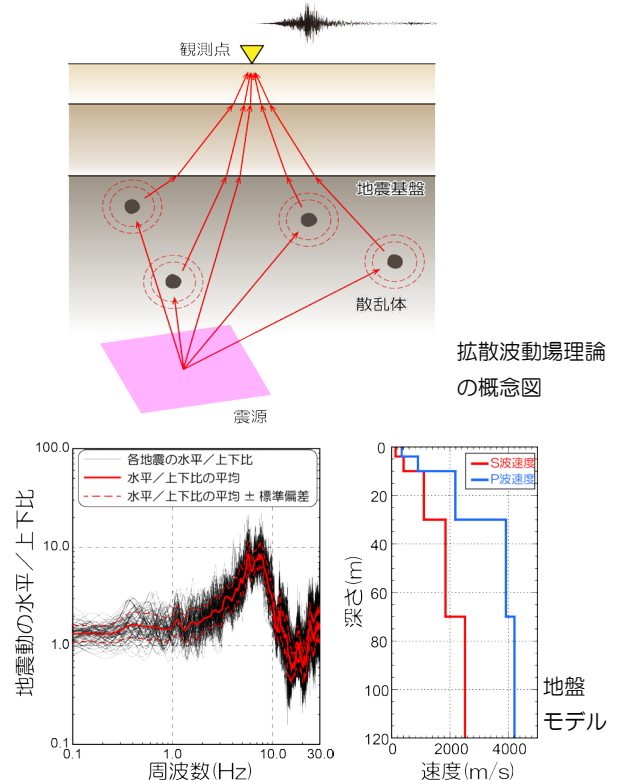
震度インバージョン結果 ⑤だけの余震の震度分布の再現 (★は本震の破壊開始点、☆は本震直後のM7クラスの余震)

## 地下地盤構造探査技術の開発と適用

地震時の地盤増幅率は地盤の軟弱やその厚さによって変化するため、地震動評価には正確な地盤物性や層厚を反映した地盤モデルが必要となります。地盤モデルは主に、各種地下構造探査法によって構築されます。最新の知見を反映し、新しい地下構造探査法の開発を進めることは、地震動評価の高精度化に必要な検討項目です。

近年、地震波の散乱の影響を表現した拡散波動場理論により、複数地震の地震動の水平/上下比を平均化すると、地震基盤から地表までの伝達関数(地盤の周波数応答特性)の水平/上下比で表現できることが明らかにされました。当社ではその理論に基づく地下構造探査技術を実装しました。本手法の利点は、地表1地点の地震動記録から地盤モデルを推定できる点です。他の探査法の適用が難しいサイトなどで実績を積んでおり、原子力施設の安全審査などに使用されています。

さらに、深い地盤を推定することに適した理論(レシーバー関数)と組み合わせ、長周期地震動が卓越する深い地盤への推定精度を高める試みも行っています。また日常に存在する雑振動(微動)に関する最新知見も取り入れ、地震動記録が得られなくても、地盤モデルを構築できる体制を整えています。



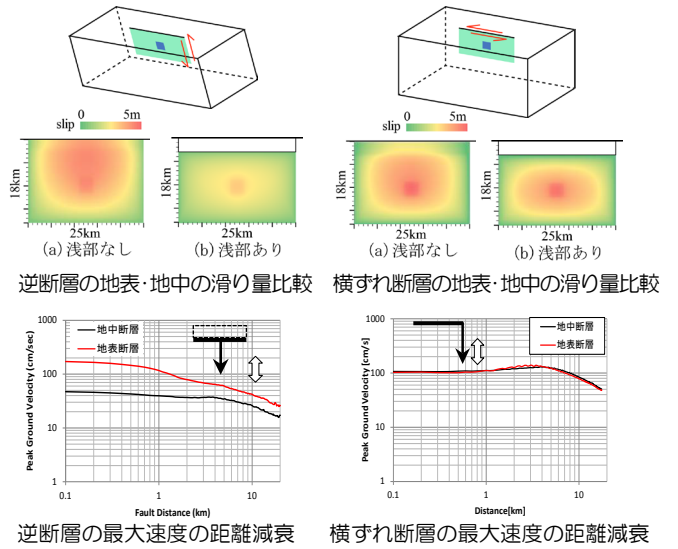


## 動力学的破壊シミュレーションによる 断層極近傍の地震動評価

断層の極近傍の強震動を精度良く評価するためには、地表付近（以下浅部）の破壊の影響の評価が重要です。そこで逆断層および鉛直横ずれ断層を対象として、浅部の破壊が強震動に与える影響を動力学的断層モデルに基づいて検討しました。

断層モデルは浅部の破壊を考慮した場合（地表断層）と浅部の破壊を考慮しない場合（地中断層）の2つを考え、各々の地表面上の地震動を比較しました。逆断層では地表断層の断層近傍の振幅は地中断層に比べて大きくなりますが、鉛直横ずれ断層では両者の違いはほとんど見られない傾向となりました。

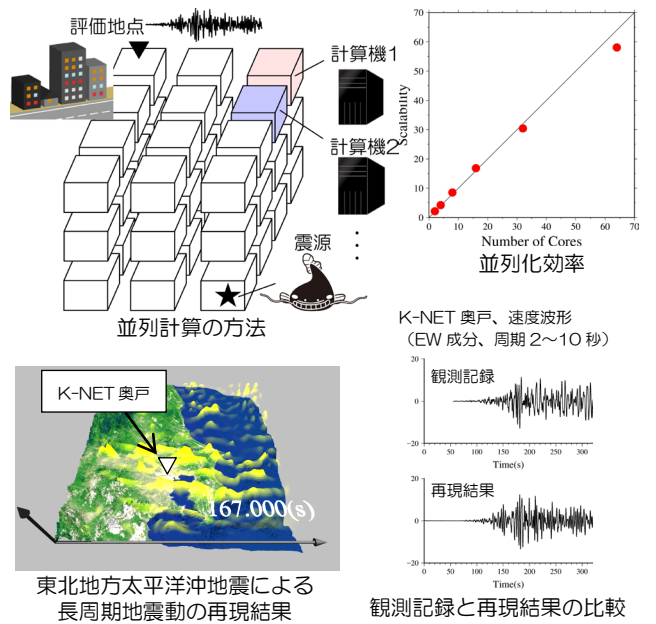
逆断層では浅部の破壊が強震動の速度振幅に及ぼす影響が大きい可能性があります。このような解析事例を積み重ね、断層の極近傍の地震動評価に繋げていく予定です。



## 大規模地震動評価での並列化計算

三次元地下構造を考慮した大規模地震動評価を実施するために、MPIを用いた差分法による並列計算プログラムを開発しました。計算領域を小領域に分割して、各小領域の計算をPCクラスタに搭載したCPUコアに分散させることで効率的な地震動計算を行います。並列化効率を調べたところ、ほぼ理想的な実行速度が得られることを確認できました。プログラム開発に併せて、当社独自にPCクラスタを整備しました。また、プログラムを地球シミュレータ（JAMSTEC）に移植しました。これらの成果により、従来よりも大規模かつ高速な大規模地震動計算が可能となりました。

開発成果を用いて、2011年東北地方太平洋沖地震(M9.0)を対象に、長周期地震動の再現を検討しました。独自に震源モデルを構築することで、関東平野の観測記録を概ね再現する結果が得られています。今後は、首都圏の超高層や免震構造物への入力地震動評価などに活用していく予定です。

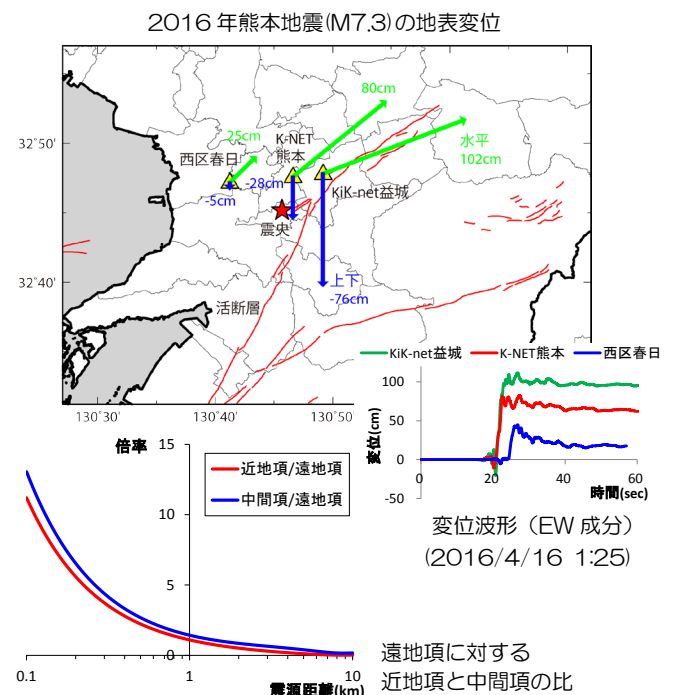


## 震源極近傍の地震動評価手法の高度化

2016年熊本地震では、震源断層の極近傍の益城町で震度7の強震動と大きな地表変位が観測されました。地表変位は、震源から離れるに従い小さくなっており、その減衰の大きさは地震動（揺れ）よりも大きい傾向にあります。

地表変位や揺れの減衰が大きくなる現象は、地震動の理論式によって説明できます。理論式は近地項・中間項・遠地項の3項で構成され、主に、地表変位は近地項・中間項が、揺れは遠地項が寄与しています。震源から遠方地点の地震動評価においては、遠地項のみを考慮することが多いですが、震源の極近傍では、近地項・中間項の影響の大きさを検討する必要があります。

そこで理論式に基づき、遠地項に対する近地項と中間項の比の震源距離との関係を求めました。その比は震源距離0.1kmで10倍を超え、震源極近傍では近地項と中間項が推定精度に影響します。震源極近傍における強震動や地表変位の評価は、近地項と中間項を取り込んだ手法（薄層法など）を用いる必要があります。当社ではそれらの手法を用いた検討を蓄積しており、今後も研究を進め、地震動評価の高度化を図って参ります。

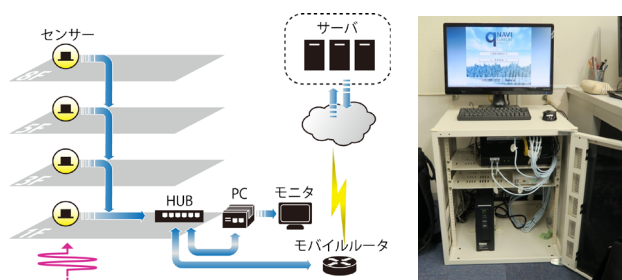


## 普及型被災モニタ(q-NAVIGATOR)の 設置建物 100 棟以上に拡大

大地震が発生した際のBCP対策および帰宅困難者対策のために、施設の安全を確認した上で、従業員を建物内に留めることが求められています。地震後の建物安全性を即座に判断する支援ツールとして建物被災モニタのニーズが高まっています。

日本生命保険相互会社保有の全国の事務所ビルを中心に2015年3月から本格適用を進め、首都圏を皮切りに全国に展開しています。2016年3月末までに設置建物は100棟を超えました。モバイル回線を利用した遠隔サーバからの日常的な監視によって故障もなく正常に稼働しています。今までに観測した2015/5/30 小笠原諸島西方沖 (M8.1)、2016/4/7 三重県南東沖 (M6.5)、4/16 熊本地震本震 (M7.3)などに基ついて、システムの検証や建物特性の分析を進めています。

適用建物は、サッポロ不動産開発株式会社殿の恵比寿ガーデンプレイスや鹿島建設の本支店などにも拡大しています。さらに、遠隔サーバに情報を集約して行うクラウド監視機能を追加し、地震後に迅速に状況を確認できるように改良しました。



システム構成とシステム本体の設置



ニッセイ池袋ビル



恵比寿ガーデンプレイス

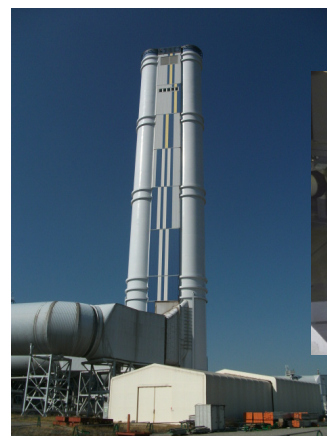
q-NAVIGATOR 適用建物例

## 高性能制震装置の普及拡大

世界最高レベルの制震性能を誇るオイルダンパ HiDAX (ハイダックス) シリーズは、これまで 20 棟以上の超高層ビルに適用されており、2008 年度日本建築学会賞(技術)を受賞しています。

昨年度には、更なる高性能化を図った、世界初の振動エネルギー回生システム搭載の新世代制震オイルダンパ HiDAX-R の開発が終了し、実建物への適用を開始しました。

また、新設、既設を問わず、原子力発電所の排気筒や火力発電所の煙突などの塔状構造物や、各種産業プラントなどにも適用可能な、高性能・大速度対応の新開発オイルダンパ Nu-DAM も実用化し、多くの適用実績を挙げています。



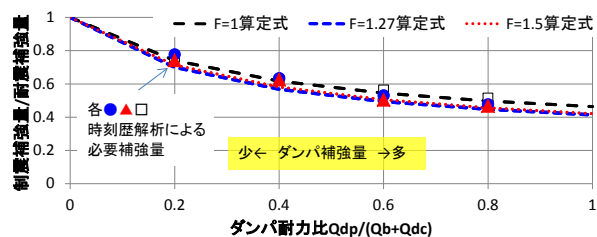
Nu-DAM 取付部

火力発電所煙突 Nu-DAM 適用施設

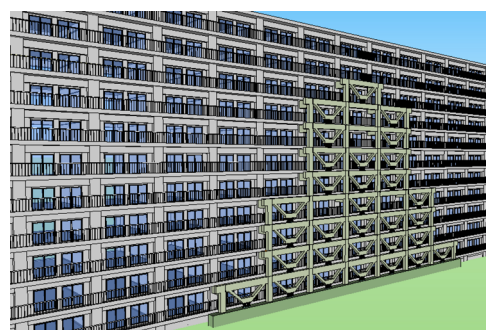
## 鋼板ダンパのエネルギー吸収を考慮 した耐震補強法の開発

耐震補強においては、従来から建物耐震性能を建物耐力(強さ)と変形性能(粘り)で評価する方法が採用され、耐震補強量も必要な耐震性能を満足するだけの強さと粘りを確保することを目指して定められてきました。制震補強では、エネルギー吸収性能を取り込む評価法がなく、個別の時刻歴応答解析により制震装置の効果を確認する必要がありました。

そこで、既存建物の外周に新設柱梁部材で枠組みを作り、ブレース材を介して鋼板ダンパにより上下階を接続する、外付け制震補強工法(株式会社富士ピー・エス)を対象に、鋼板ダンパのエネルギー吸収性能を事前の時刻歴応答解析により評価し、その効果を取り込んだ補強量を算定できる新たな耐震補強法を開発しました。本補強法は、日本 ERI にて性能評価を取得しました。これにより、時刻歴応答解析を行わずに鋼板ダンパを用いた制震補強が可能となりました。



エネルギー吸収を考慮した制震補強量算定

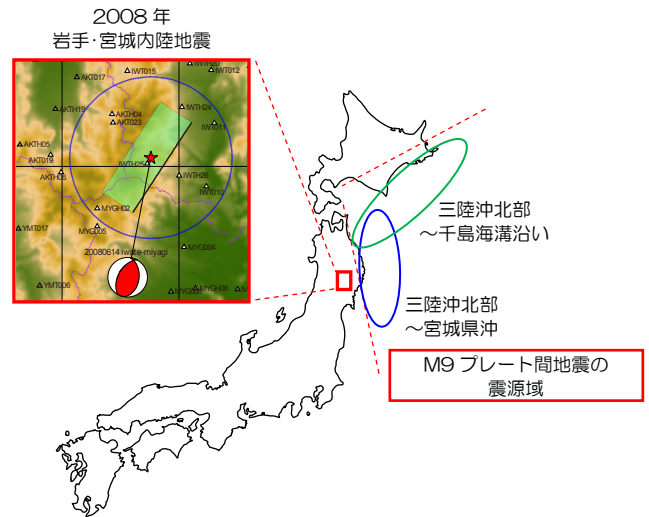


制震補強のイメージ (株式会社富士ピー・エス提供)

## 原子力施設の新規制基準対応業務

2011年3月11日東北地方太平洋沖地震の発生を受けて、2012年6月に原子力規制委員会設置法が制定され、同委員会において新規規制基準への適合性の審査が進められています。原子力関連施設では高水準の耐震安全性が求められ、過去に発生した地震から得られる地震学・地震工学の最新知見を反映した高度な検討が必要となります。

基準地震動は「敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」と「震源を特定せず策定する地震動」について策定されます。このような地震動に対し、例えば、2011年東北地方太平洋沖地震の知見を踏まえたM9クラスの巨大地震に対する断層モデルを用いた地震動評価、2008年岩手・宮城内陸地震の観測記録の分析などの研究を、継続的に進めています。これらの研究成果を活用し、原子力関連施設の基準地震動評価の高度化に努めています。



過去に発生した地震および想定巨大プレート間地震の例

## 第2回先端技術セミナーの開催

超高層・免震構造物や原子力施設の耐震設計に際し、最新の知見を反映した地震動評価が要求事項になっています。このうち、震源特性についてはまだまだ不明な点が多いものの、震源近傍の観測記録の蓄積や、計算環境の進化により、着実に進展しつつあります。

そこで2014年長野県北部の地震を例にとり、震源特性評価の最先端を紹介いただく第2回先端技術セミナーを2016年3月に開催しました。

東京電力の引間和人博士からは運動学的震源モデルに基づく解析結果を、また産業技術総合研究所の加瀬祐子博士からは動力学的震源モデルに基づくシミュレーション結果をご講演いただきました。

その後、各モデルの長所と短所や、両モデルの融合などの将来の方向性に関する活発な質疑応答が行われました。今後も各分野の第一人者による講演の場を定期的に企画し、最新動向の把握に努めていく所存です。



引間博士(左)と加瀬博士(右)



先端技術セミナーの会場風景

## 物理探査学会賞(奨励賞)の受賞

公益社団法人物理探査学会による平成27年物理探査学会賞(奨励賞)を、当社の笠松健太郎課長代理が受賞いたしました。

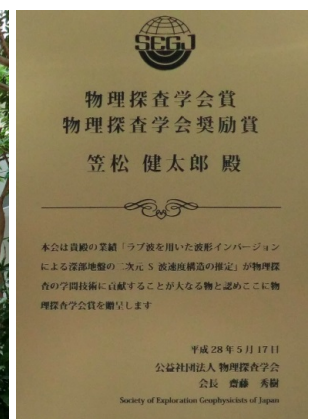
対象論文は「ラブ波を用いた波形インバージョンによる深部地盤の二次元S波速度構造の推定」であり、2015年の物理探査の第68巻に東京工業大学の山中教授、東京大学の酒井教授と共著で掲載されました。

提案手法を2011年富士山付近の地震(M6.4)を対象とした地震動のシミュレーション波形に適用して妥当性を確認した後、同地震の相模原と世田谷を結ぶ測線上の地震観測記録から、2地点間の二次元速度構造を高精度で推定することが出来ました。

今後は首都圏の地下構造評価に適用し、超高層や免震構造物への入力地震動評価の精度向上に繋げていく予定です。



笠松健太郎課長代理



表彰盾

## 小堀鐸二研究所の技術

地震の発生から建物応答、応答制御までトータルに評価

- ◇ 地震動評価（南海トラフ地震、直下地震など）・コンサルティング
- ◇ 液状化を含む相互作用解析と対策・コンサルティング
- ◇ 超高層建物の構造設計・振動解析、コンサルティング
- ◇ 制震装置（HiDAX、HiDAM、Nu-DAM、HDS）の適用・コンサルティング
- ◇ 免震構造の構造設計・コンサルティング
- ◇ 地震時の実挙動評価のための動的耐震診断・コンサルティング
- ◇ BCP 対応技術（被災モニター、緊急地震速報など）・コンサルティング
- ◇ お客様の技術サポート（オーナーズコンサルティング）
- ◇ 爆発・衝突現象などの特殊解析・コンサルティング
- ◇ 制震・免震改修の設計・コンサルティング
- ◇ 超高工作物（風力発電タワー、煙突など）の大臣認定対応



〒107-8502 東京都港区赤坂6丁目5番30号  
TEL : (03) 5561-2421 FAX : (03) 5561-2431  
URL <http://www.kobori-takken.co.jp>  
E-mail : [info@kobori-takken.co.jp](mailto:info@kobori-takken.co.jp)

©KOBORI RESEARCH COMPLEX INC. 2016