

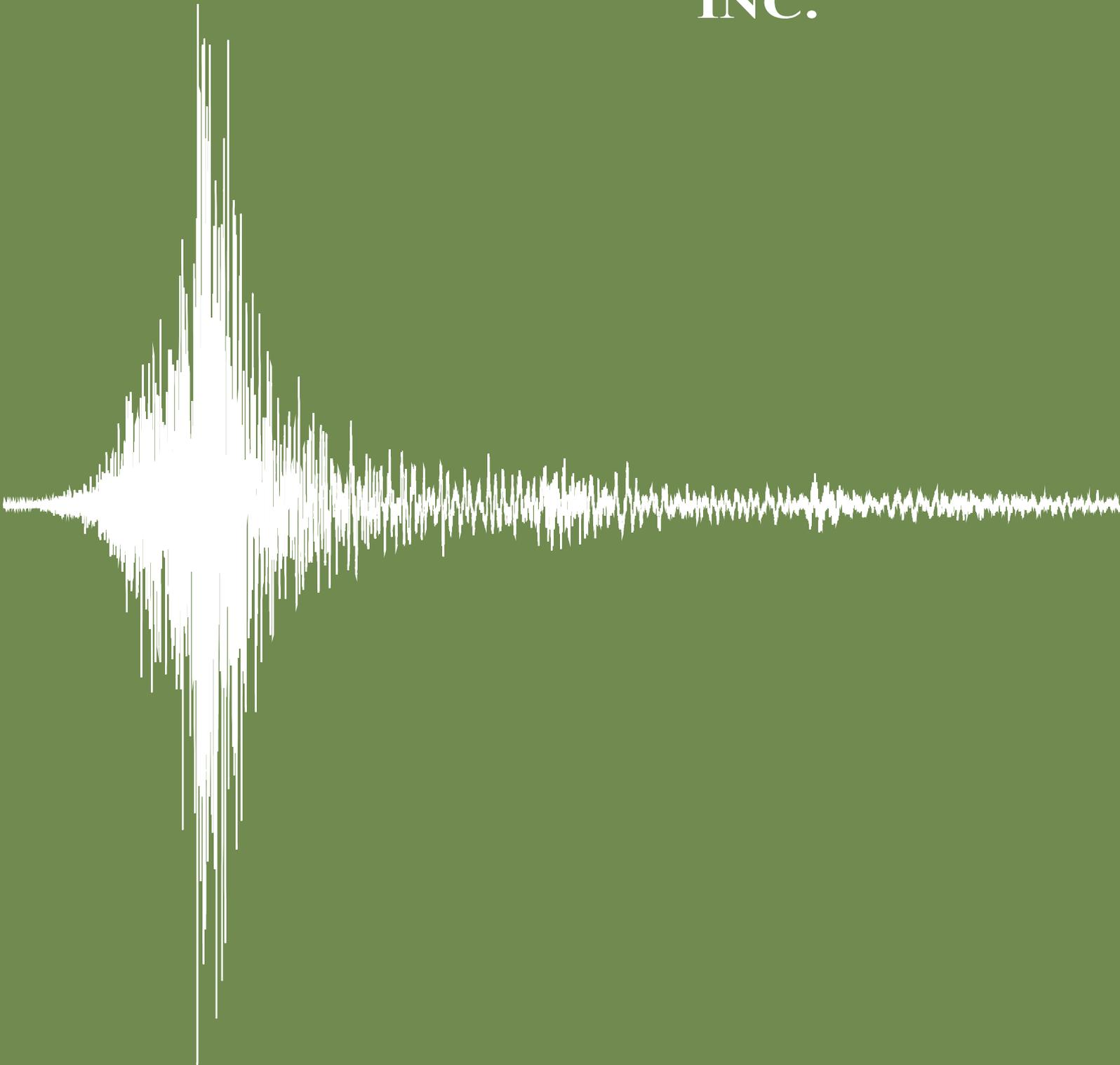
2017 年

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

代表取締役会長	五十殿	侑弘
代表取締役社長	中島	正愛
専務取締役	小鹿	紀英
取締役	佐藤	周吾
	小野木	隆浩
	角川	清春
	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	中島	正愛
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

## 「Human Network (人的ネットワーク)」と「Adaptation (適応)」に基づいた 世界の建築・建築技術・建築文化への貢献

第二次世界大戦で焦土と化したわが国は、先輩達のたゆまぬ努力のおかげで奇跡的とも言える発展を遂げ、世界で最も繁栄を謳歌する国の一つとしての地位を確保するに至りました。しかしながら冷戦構造の終結以来、発展から成熟へと社会が移行し、また少子高齢社会がひたひたと迫り、さらに南海トラフの巨大地震や首都直下地震の襲来等、わが国の存続を脅かすほどの巨大災害への危惧も高まっています。一方地球規模で見れば、人口は急激に増え経済活動のグローバル化が進むなど、人類の持続的発展を維持するために社会をどのように変革するかという究極の問題にも、私達は対峙しなければなりません。

この問題に対して、人と住まいと生活に関わる社会の要請に応える生活空間を創り出すことを使命とする建築が果たす役割は多大了。ご承知のようにわが国の建築はその品質の高さを特徴とし、それを支える高い技術力が挙げられます。とりわけ多種多様な自然災害に見舞われるわが国が築き上げてきた「防災技術」は世界に誇れるものです。わが国の持続と成長を確実にするために、これからわが国の建築は、他分野との一層の連携を通じて技術力に磨きをかけるとともに、産官学連携の強化等によってさらなる人材結集を図ってゆかねばなりません。

国際連合は、2015年に「Sustainable Development Goals(SDGs)」において、地球の持続的発展のために解決すべき課題として、Poverty(貧困)から始まる17項目<sup>\*1</sup>を挙げ、それぞれに複数のFacts(現状)と2030年までに果たすべきTargets(射程)を表しています。これら17項目のうち建築は、Infrastructure(社会基盤)、Cities(都市)を始めとして、多数の項目に大いに関連し、SDGsの実現に大きな役割を果たすことが期待されています。地球という舟の舵取りとしてわが国の建築が、その技術力を持ってSDGsに貢献するのは当然の義務であって、むしろ貢献への明確な姿勢こそが、わが国建築が今後めざすべき国際展開に新たな機運と機会をもたらします。

私は、大学工学部建築学科を卒業した後、数年間を大学院生として米国で過ごし、帰国後は、建設省(現国土交通省)、国立大学、文部科学省、内閣府等さまざまな機関に籍を置きつつ、一貫して「地震防災」の研究開発に従事してまいりました。またその間継続して、地震防災に関する日米共同研究の運営、国際地震工学会の運営、耐震工学関連国際誌の編集を始めとして、海外研究者・技術者との交流と連携に努めてきました。これらの経験から、特に国際連携や展開においては、相手の技術や文化を読んでそれに配慮したうえで連携の中身を具体化する「適応(Adaptation)」というマインドが、その成就を握る最大の鍵であることを痛感しています。

大学での定年退職を機に、わが国の建設実践を牽引する代表的な企業で働く幸運を得たことにより、今まで培ってきた国内外の「Human Network(人的ネットワーク)」のさらなる強化を通して、人類の持続的発展のための社会改革を建築の立場から「Adaptation(適応)」を基軸に推進し、わが国はもとより、世界の建築・建築技術・建築文化への貢献を率先するわが国建設業の具現に微力を尽くしたいと考えます。以上、社長就任に当たり、所信を述べさせていただきます。前社長同様、皆様のご指導・ご支援を賜りますよう、ここに謹んでお願い申し上げます。

2017年6月

なかしま まさよし  
中島 正愛

株式会社小堀鐸二研究所 社長  
京都大学 名誉教授  
国際地震工学会 会長  
米国工学アカデミー 外国人会員



(\*1) 1) Poverty, 2) Hunger and Food Security, 3) Health, 4) Education, 5) Gender Equality and Women's Employment, 6) Water and Sanitation, 7) Energy, 8) Economic Growth, 9) Infrastructure and Industrialization, 10) Inequality, 11) Cities, 12) Sustainable Consumption and Production, 13) Climate Change, 14) Oceans, 15) Biodiversity, Forests, and Desertification, 16) Peace, Justice, and Strong Institutions, 17) Partnership

## 文部科学省「都市機能の維持・回復のための調査研究」での振動台実験の実施

文部科学省は、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」を実施しました。その中で、当社は「建物のモニタリング(連成システム)」の研究を担当しました。最終年度となる2016年度には、防災科学技術研究所のEーティフェンス震動台を用いて、2017年2月3日～10日に、杭基礎に支持された建物を対象とした振動台実験を実施しました。

この実験の目的は、①杭支持建物の上部構造と杭基礎を対象に、健全度評価のためのモニタリング技術の検証用データを蓄積すること、②建物-杭-地盤連成系の地震時挙動を詳細に把握することの2点です。

振動台実験では、杭-地盤系の破壊(ステップ1)と上部構造の破壊(ステップ2)からなる2段階の加振を行う計画としました。ステップ1ではフーチング上に接続したS梁(H-700×300×16×28)を土槽に固定せずに、フリーの状態で行い、ステップ2ではストッパーを用いてS梁を土槽に固定し、基礎固定とした上部構造の加振を行いました。

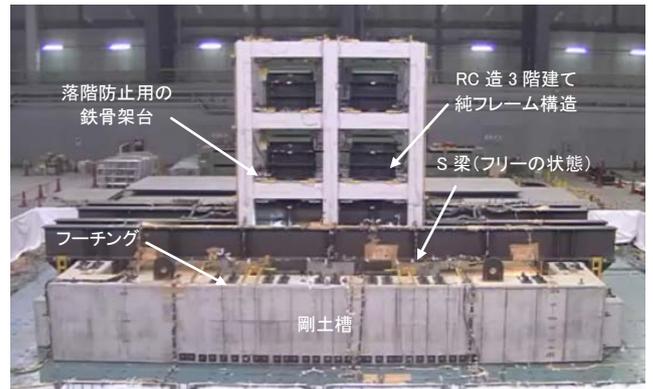
試験体は剛土槽の砂地盤中に既製杭で支持された建物としました。建物は縮尺率1/2.5のRC造3階建ての純フレーム構造、杭は中空の150φのPC杭とし、柱直下のフーチング一つに対して4本(全体で24本)の杭で支持させました。加振に用いる入力地震動は、マグニチュードM8.0、深さD30km、震源距離X50kmの距離減衰式による応答スペクトルに適合する模擬地震動とし、レベルを徐々に上げながら加振を行いました。

ステップ1の連成系加振では、上部構造の損傷はほとんど進展しませんでした。杭頭が圧壊して耐力低下後に軸力保持不能となり、基礎が沈下すると共に残留変形が生じました。この結果から、建物-杭-地盤連成系で、杭基礎が損傷することにより、上部構造の損傷が抑制される場合があることが再現できました。

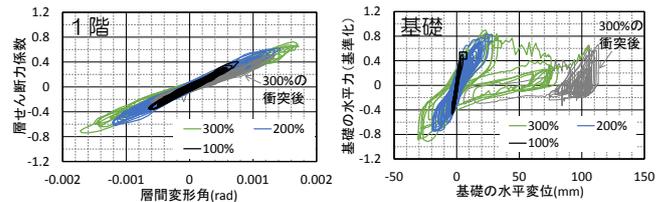
ステップ2の基礎固定加振での建物応答は、連成系加振での応答よりも増大する結果となりました。これより、建物-杭-地盤連成系の方が、相互作用の影響により、基礎固定の場合と比較して建物応答が低減することが確認できました。

今回の実験では、杭基礎に支持された建物が、杭の破壊によって軸力保持能力を喪失するまでの加振を行い、これによりモニタリング技術の検証と、地震時挙動の詳細な把握に資する貴重なデータを蓄積できました。

今後は、得られたデータの分析とシミュレーション解析などを進めて、杭基礎建物の耐震性能評価技術の高度化に向けた研究開発に取り組んで参ります。



試験体の震動台への設置状況(連成系加振時)

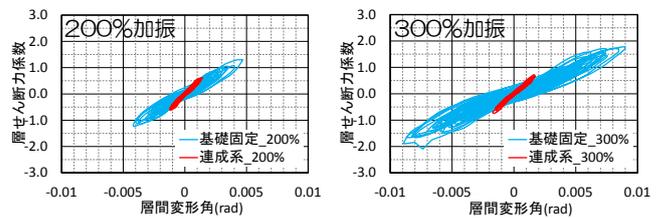


1階と基礎の荷重-変形関係

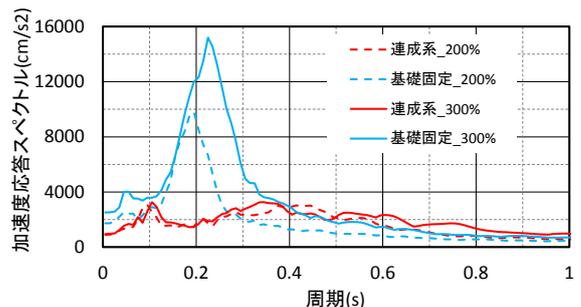


杭の損傷状況(杭頭の圧壊)

連成系加振の実験結果

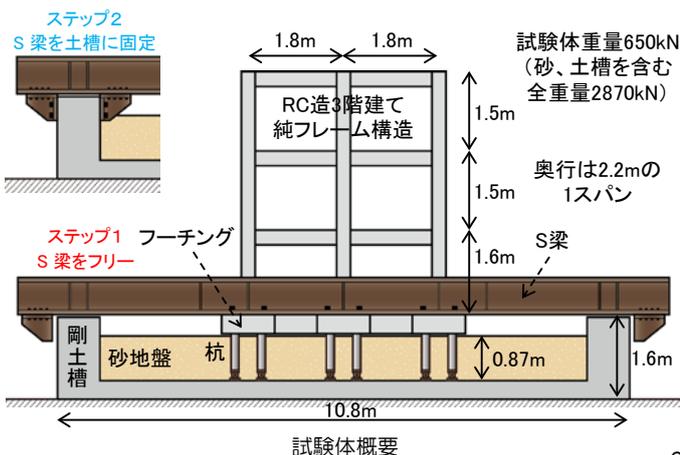


1階の荷重-変形角関係



建物頂部の加速度応答スペクトル

連成系加振と基礎固定加振の実験結果の比較



試験体概要



## 原子力施設の新規制基準対応業務

平成 23 年東北地方太平洋沖地震の発生を受けて、平成 24 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。

東北地方太平洋沖地震の発生以降も、その M7~8 クラスの大きい余震・誘発地震や平成 28 年熊本地震などが発生しており、それらの研究によって様々な知見が得られています。これらの最新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。

## 2011 年東北地方太平洋沖地震の長周期地震動シミュレーションと適合度評価

2011 年東北地方太平洋沖地震 (M9.0) において、日本全国を伝播した長周期地震動の特性を明らかにすることは重要です。

当社では、同地震を対象に、東北地方から近畿地方を含む大領域の長周期地震動シミュレーションを実施しました。複雑な三次元地下構造を考慮し、疑似点震源モデルを用いた独自の震源モデルを構築することで、観測記録の再現性向上を図りました。

東北から近畿の水平 1200km×600km、深さ 100km の大領域を、三次元地下構造が考慮可能な有限差分法により計算するには、総格子点数が約 115 億と膨大になります。そこで、計算には JAMSTEC の地球シミュレーターを利用し、1600 並列の大規模並列化計算を行うことで演算を効率化しました。

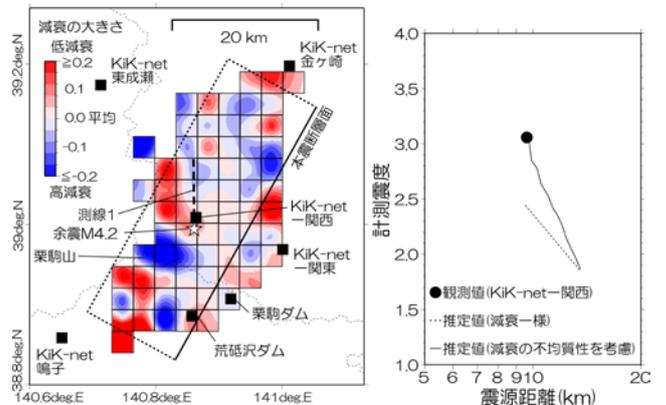
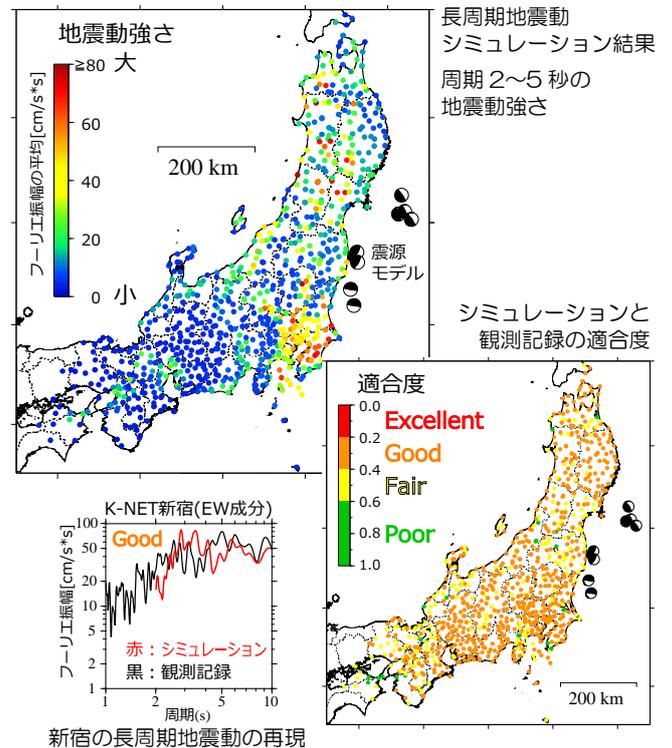
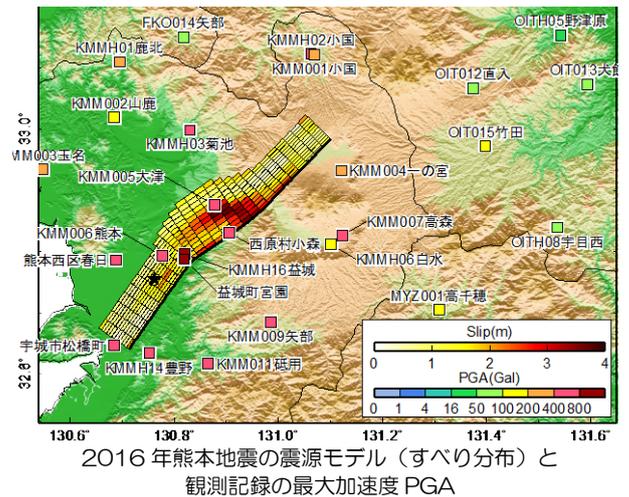
シミュレーション結果に対しては、観測記録との適合度 GOF (Goodness of Fit) を定量的に評価することが重要です。GOF 指標による適合度の判定は概ね Good となり、観測記録を良好に再現しているという結果が得られました。

今後は、超高層建物や免震構造物への入力地震動評価、三次元地下構造モデルの精度向上に活用していく予定です。

## 2008 年岩手宮城地震発生地域の減衰構造評価

2008 年岩手・宮城内陸地震では、KiK-net-関西、荒砥沢ダムなどの震源近傍の地震観測点で大振幅の強震動を観測しました。火山帯である当該地域は減衰構造が複雑であることが指摘されており、各地の強震動レベルに大きく影響したことが考えられます。そこで、余震記録の計測震度を用いたトモグラフィ解析を行い、震源域における減衰構造の不均質性を評価しました。

この地域の減衰構造は、やはり非常に複雑であるという解析結果が得られました。一関西の直下から東西にかけて分布する低減衰帯は、同地点で大振幅の地震動を観測する要因になっていることが考えられます。減衰構造の不均質性を考慮した計測震度の推定値は、観測値をよく説明することも確認できました。今後も検討を進め、周波数毎の定量的な減衰構造を明らかにする予定です。



(本研究は、北海道電力殿との共同研究として実施したものです。)

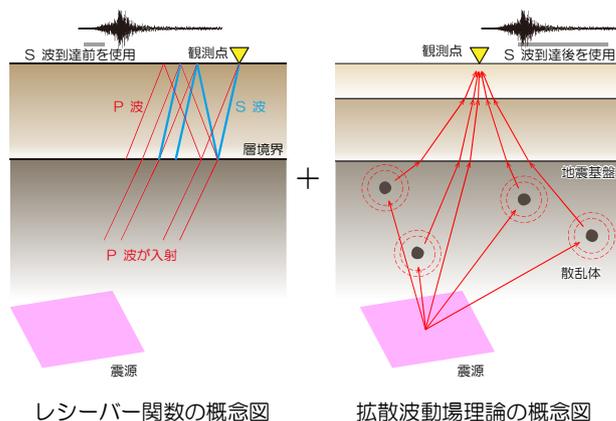
## 最新の地下構造探査技術の実装と展開

高精度な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です。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ており、当社の開発状況と取り組みを紹介します。

地表1地点の地震記録から地盤モデルを求める方法を推定する方法として、レシーバー関数や、拡散波動場理論に基づく水平/上下比に基づく方法があります。レシーバー関数は、P波入射時の境界面での屈折や反射による応答を表すもので、深い地盤の探査に向いています。拡散波動場理論は、地震波の散乱による影響を表現した理論で、地表付近の探査に向いています。当社では、それらの理論を相補的に活用し、浅部から深部までの広範囲で評価できるよう同時逆解析技術を実装しました。

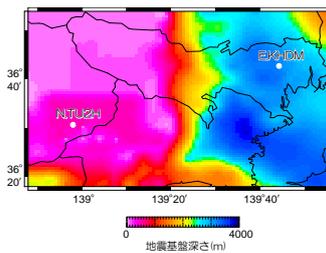
また、2地点で得られた微動記録の長期間にわたる相互相関は、その1点に力を与えた時の他点の応答に近似していく、その理論を地震波干渉法と呼びます。関東平野での適用例をみると、適用期間が長くなるにつれノイズの中からシグナルが浮かび上がるのが見え、2つの波群は不整形な地盤による影響と考えられます。当社では地震波干渉法を応用した方法も手掛け、例えば不整形地盤の基盤形状の推定に向けた方法の開発に取り組んでいます。

上記の2つの方法を含めた最新の知見に基づく地下構造探査を複数の地点に適用して実績を積んでおり、原子力施設の安全審査などに使用されています。

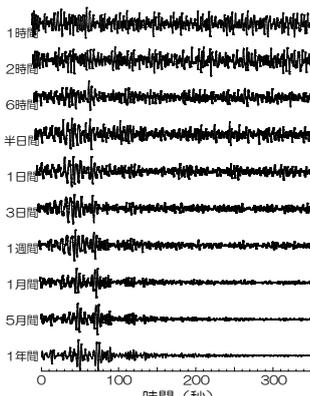


レシーバー関数の概念図

拡散波動場理論の概念図



地震波干渉法を適用した観測点と地震基盤深さ



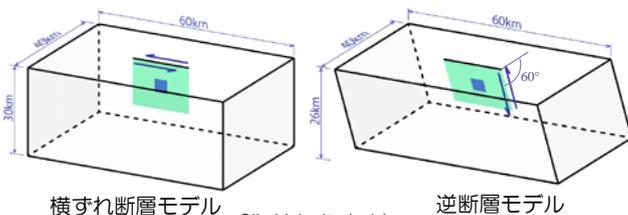
地震波干渉法適用例

## 動学的破壊シミュレーションによる横ずれ断層と逆断層の破壊特性と地震動評価

横ずれ断層と逆断層のどちらが地震動を強く励起するかは物理的に興味深いテーマであるとともに、想定地震に対する設計用地震動を設定する上でも重要です。そこで初期応力や応力降下量などのパラメータを統一し、横ずれ及び逆断層の破壊挙動を動学的断層モデルに基づいて検討しました。

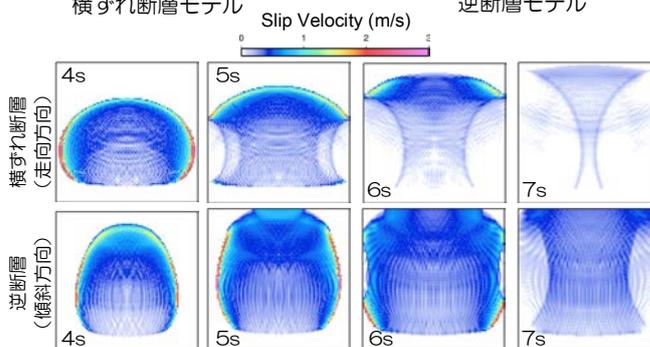
応力降下量等の条件が同じであっても、破壊による断層すべりの進行方向と自由地表面の関係から、逆断層による地表付近のすべり速度振幅は、横ずれ断層より大きい傾向となりました。

さらに、このような違いが断層の極近傍の地震動に与える影響について検討した結果、逆断層の方が横ずれ断層よりも地震動が大きくなるのが分かりました。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。



横ずれ断層モデル

逆断層モデル

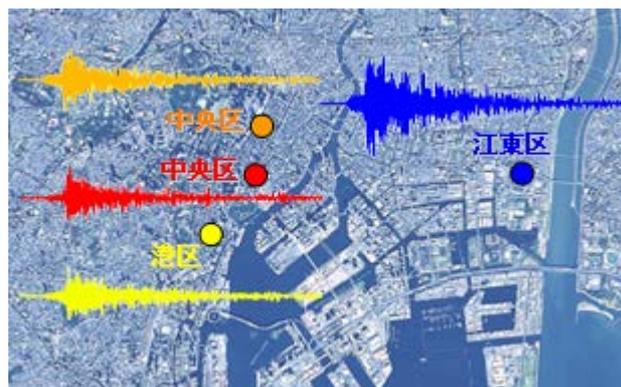


断層面上のすべり速度波形のスナップショット (4s~7s)

## 都内における地震観測の展開

建物への入力地震動評価では、想定震源域から建設地までの地震波伝播特性や地盤震動特性を適切に把握することが重要となります。関東平野は、プレートの沈み込みや地下構造の形状が複雑であり、さらに2011年東北地方太平洋沖地震では、東京湾岸地域とそれ以外で観測された地震動の大きさが異なっていたという指摘もあります。

そこで当社では都内4地点において地震観測を展開し、地震動・地盤震動の評価に関する技術や地下構造の推定に関する技術の検証・高度化のためのデータの蓄積を開始しました。今後は、観測の維持管理とデータの分析を進めていく予定です。



観測点と記録の一例 (400秒間)

[国土地理院地図 (<http://maps.gsi.go.jp/development/ichiran.html>) に加筆]

## 庁舎の耐震改修のための入力地震動評価

庁舎では、改修によって更なる耐震性能の向上を図ることが、日常業務機能だけでなく災害時の対策拠点としての機能の確保につながります。耐震性検討に際しては、影響が大きいと考えられる地震を想定して地震動評価を行う必要があり、そのための各種評価メニューを当社では揃えています。例えば、1923 年大正関東地震や東京湾北部地震に対して、短周期側を統計的グリーン関数法、長周期側を三次元差分法により評価し、さらに両手法の有効な周期帯域を合わせるハイブリッド法を用いて広い周期帯域の地震動を評価することが可能です。

## 超高層・免震建築物の耐震性検討に資する 入力地震動評価

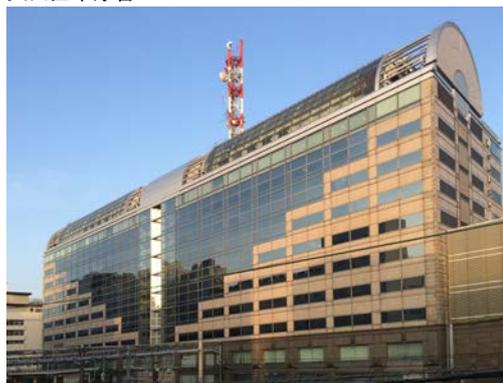
超高層建築物や免震建築物などの固有周期の長い構造物では、長周期地震動への対応が重要です。2016 年 6 月に国土交通省から「超高層建築物等における南海トラフ沿いの巨大地震による長周期地震動への対策について」が示されました。これに加えて、関東地域では 1923 年大正関東地震などの相模トラフ沿いの巨大地震への配慮も求められています。しかし、国の検討は始まったばかりであり、独自に地震動を評価する必要があります。また、立地や建築物の状況によっては、関東地震だけでなく、建設地周辺で過去に発生した地震や今後発生が予想されている想定地震を考慮し、地震動評価を行うことが重要となります。当社では、新しい知見を適宜反映した地震動評価技術の開発・整備と設計支援を継続的に実施しており、今後も公的機関等の動向に注目し、新たなデータを反映した実施体制の充実を図って参ります。

## 1923 年大正関東地震の揺れを解明 M7 の余震は本震より揺れが大きい地域あり

1923 年大正関東地震の詳細な震度分布を用いてインバージョン解析によって強震動生成域を評価しました。大正関東地震は本震後 50 分間に M7 クラスの余震が 3 回記録されています。東京湾北部と山梨県東部の強震動生成域は M7 クラスの余震によると推定されたため、分離してそれぞれの震度分布を評価すると、大きな揺れが繰り返し発生したことが分かりました。東京東部や埼玉県南東部では、余震で本震より 1 段階大きな震度の揺れが生じたことが評価されました。これは当時の体験談の記録とも整合した結果です。これらの成果は、学会発表やプレスリリースを行い、新聞各紙やテレビ等で取り上げられ、高い評価や注目を受けました。

2016 年 4 月に発生した熊本地震では、益城町で震度 7 を 2 回観測し、内陸地震では大きな揺れが繰り返し発生する可能性があることが明らかになりました。関東大震災のように海洋型でも同様に大きな揺れが繰り返すことが分かりました。当社では、今回得られた新たな知見を踏まえ、今後建物の耐震設計やモニタリングシステムを用いた被災度判定に、このような「繰り返し地震」の影響を反映していく考えです。

大田区本庁舎



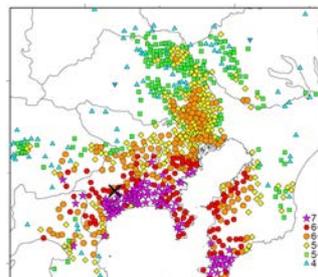
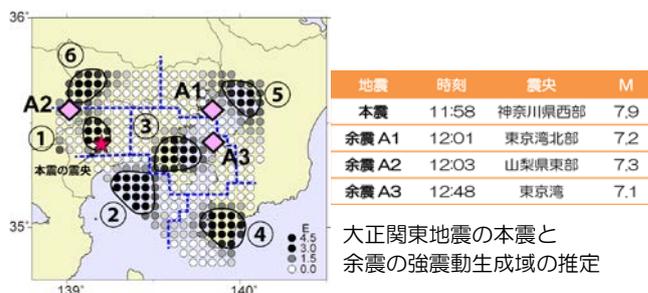
入力地震動評価の適用例

(仮称) 浜松町二丁目 4 地区 A 街区

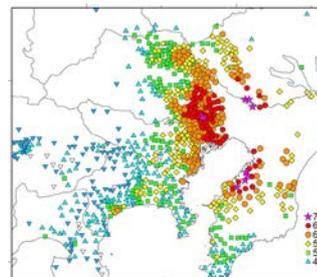


入力地震動評価の適用例

建築主:(株)世界貿易センタービルディング  
東京モノレール(株), 東日本旅客鉄道(株)



本震の震度分布



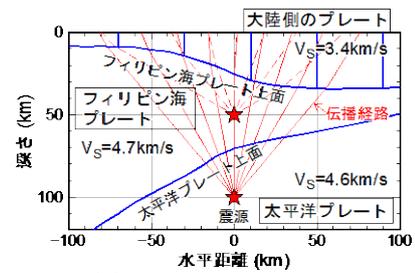
余震 A1 の震度分布

## 関東地方の地震動評価の高精度化

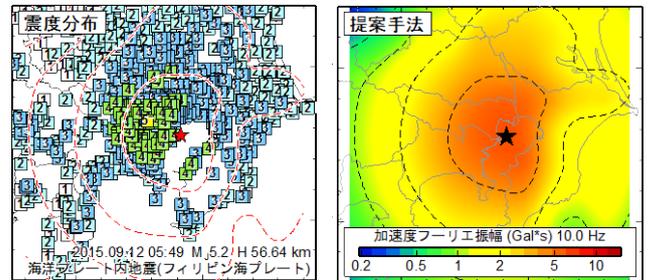
関東地方で発生する地震は震度分布が同心円状に広がらない場合があります。その原因の一つとして、伝播経路特性の不均質性が考えられます。関東直下では大陸側のプレートの下に太平洋プレートとフィリピン海プレートが沈み込んでおり、地震の発生場所によって各プレートを伝播する距離とその比率が変わってきます。このような伝播経路特性をモデル化し、地震観測記録から不均質性を考慮した伝播経路特性・震源特性・サイト増幅特性を分離して評価しました。

推定した伝播経路特性を用いて、基盤レベルの振幅の空間分布を評価しました。伝播経路特性に起因する不均質性が評価されており、震度分布に見られるような地震動が方位性をもって広がる特徴を再現できています。

今後は、評価した伝播経路特性とサイト増幅特性を用いて、関東地方の地震動評価の高精度化を図って参ります。



関東地方の断面図と伝播経路特性のモデル化



震度分布と提案手法による地震動評価の空間分布

## 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。2016年からは、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。

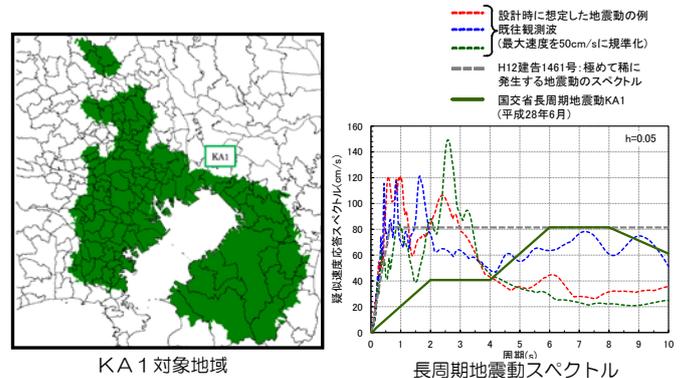


Nu-DAM 適用施設（火力発電所煙突）

## 東京都から「超高層建築物等における長周期地震動対策に係る業務」を受託

国土交通省は、2016年6月に南海トラフ沿いの巨大地震による長周期地震動対策を公表しました。これを受け東京都では、都内にある既存の超高層建築物等における長周期地震動対策を促進するために必要な調査・検討を実施することとなり、当社は本業務を受託しました。

長周期地震動等に関連する最新の知見を取り込み、業務を実施しました。



国土交通省南海トラフ長周期地震動（関東KA1）

## 風力発電設備の経済産業省審査対応

当社は、2007年の建築基準法改正以降、2014年3月時点で、陸上風車23箇所、洋上風車2箇所、合計25箇所の風力発電設備（国土交通大臣認定取得全案件の31%）と豊富な実績があります。さらに2014年4月の制度改正による経済産業省の工事計画届時の審査においても引き続き対応を実施しています。

現在は、「ウィンドファームつがる」（合計38基）の許認可取得に向けて、地盤調査、液状化等の特殊な地盤条件を含む地盤応答解析・地盤ばね評価、時刻歴による地震応答解析を実施し、ClassNK（一財）日本海事協会）によるサイト認証取得への対応を行っています。

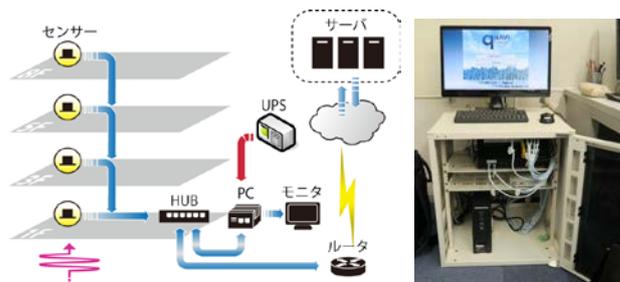


（ウィンドファームつがる 同型機写真）

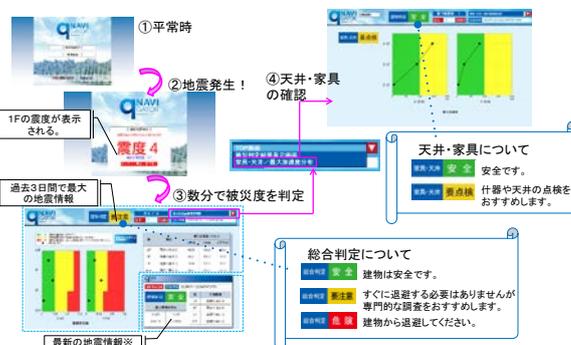
## 建物安全度判定支援システム(q-NAVIGATOR) 設置建物 200 棟以上に拡大

q-NAVIGATORは、建物に設置した地震計の記録に基づいて地震後即座に建物安全性を判断するもので、BCP対策および帰宅困難者対策のために有効な支援ツールです。日本生命保険相互会社保有の全国の投資用ビルは2015年から継続して設置が行われ、2017年3月末までに設置建物は200棟を超えました。モバイル回線を利用した遠隔監視などによって地震時に確実に移動しています。2016年は、4月の熊本地震や10月の鳥取県中部の地震などの大地震の記録も得られており、有益な情報を得られています。

適用建物は、新宿などの超高層建物や鹿島建設の全国拠点施設などの事務所ビル、さらに大学建物や工場施設内建物などにも拡大しています。設置建物が増えたことへの対応として、クラウド監視機能によって地震後に迅速に状況を確認できるようにしています。また、免震表示や繰り返し地震対応など追加機能を付与しました。評価結果については、実験や観測記録に基づいて検証を進めています。



システム構成とシステム本体の設置



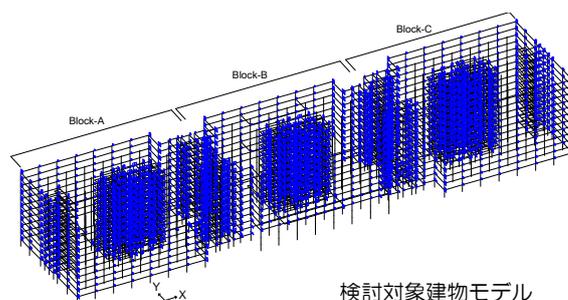
q-NAVIGATOR 表示画面の流れ

## 海外プロジェクトにおける地震応答解析に 基づく耐震性能評価業務受託

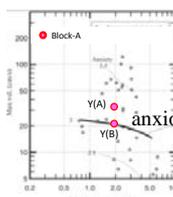
当社は、地震時の建物挙動を正確に評価できる時刻歴応答解析に基づく、耐震性能評価業務を実施しています。

昨年度は、海外で進行しているプロジェクトにおいて、海外の構造設計者によるRC造建物(壁柱+フラットスラブ)について、施主要望により、想定地震に対してアメリカ基準 ATC-40 の "Immediate Occupancy (継続使用可能)" レベルであることを確認する業務を受託しました。本業務では、地震による変形に伴う構造部材の損傷評価と併せ、家具・什器の滑りや転倒の可能性評価や、在館者の不安感・恐怖感の評価を実施し、客先の高い評価を得ました。

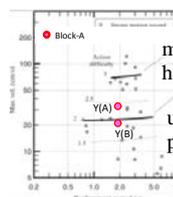
今後も、当社の強みである地震時建物挙動評価と、それに基づく建物耐震性能評価を進め、社会のレジリエンス向上に貢献してまいります。



検討対象建物モデル



地震時不安感の評価結果

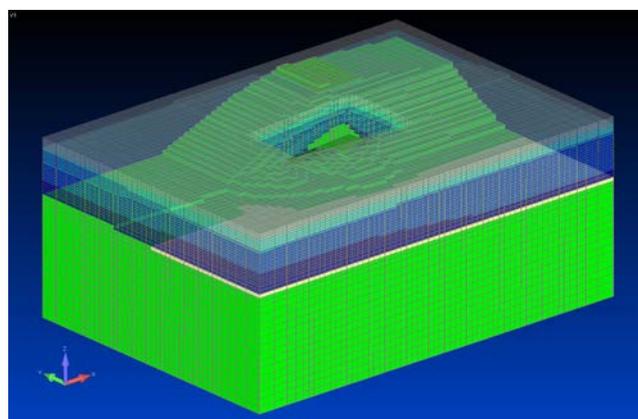


地震時行動難度の評価結果

## 3次元FEMによる傾斜地盤における杭応答評価

当社保有の3次元FEMプログラムでは、敷地地盤の不整形性をFEMモデルに忠実に取り込み、地盤が弾性域を超える巨大地震に対して、逐次非線形の時刻歴応答解析が可能です。支持地盤が傾斜する場合や、杭径・杭長が多様な多本杭の建物などに対して、ねじれの影響や応力集中を適切に評価するツールです。

実際の適用例として、支持地盤(右図の緑色の層)が傾斜する敷地に立地する基礎形状が55m×35mの建物の基礎入力動、地盤ばね、各位置の杭応力を評価しました。本事例の場合、基礎の一部が支持地盤に直接支持しているため、ねじれは拘束されると考えられました。実際に、3次元FEMによりねじれの影響は小さいことを定量的に評価し、杭基礎の設計が耐震上安全であることを確認しました。



支持地盤(緑色の層)が傾斜する地点の3次元FEMモデル例

## 戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)における 繰返し揺れを受けた住宅のリスク評価業務の受託

当社は、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、防災科学技術研究所から受託した研究業務を実施しました。

本業務は、熊本地震で震度7に至る強い揺れが続けて2回も生じた結果、多くの建物に甚大な被害が生じたことへの対応として実施されたものです。そこで、木造を中心とした住宅の地震リスク評価において、繰返し揺れを受ける影響を反映して、被害棟数を推定できるように被害推定法を改良しました。

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。

## 耐震部材あるいは制震装置として使用可能な 座屈拘束ブレースの開発

当社では、ホリー(株)と共同で、鋼製の芯材を鎖断面のアルミニウム製拘束管で覆った座屈拘束ブレース「オクトブレース」を開発しました。本ブレースは、一般財団法人日本建築総合試験所にて性能確認実験を行い、同試験所にて建築技術性能証明(GBRC 性能証明第 16-34 号)を取得しています。その中では、圧縮軸力下でも座屈しないブレース(BA ランク相当)として扱えること及び制震装置としてのエネルギー吸収性能(繰返し変形性能)が証明されています。

本ブレースは軽量で施工性が良く、コストパフォーマンスに優れるため、制震装置の適用が進んでいる高層建物等ばかりでなく、中低層建物や物流倉庫等への適用範囲拡大が期待されています。

## 第16回世界地震工学会議(16WCEE)への参加

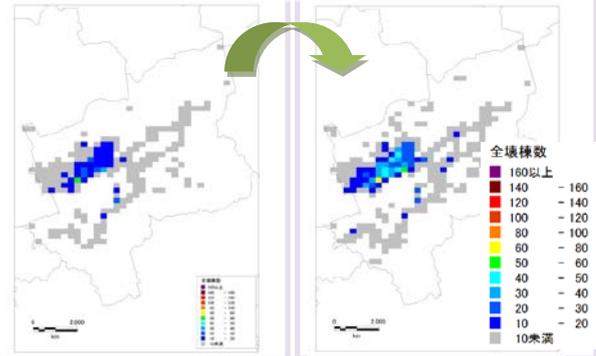
世界地震工学会議(World Conference on Earthquake Engineering)は、第1回会議(1956年)以来4年毎に開催される、地震工学に関する最大規模の国際会議です。会議では、世界中の研究者・技術者が一同に会し、世界的権威による基調講演や最先端の研究結果の発表がなされるほか、コーヒープレイクの間でも活発な情報交換が行われます。

今回の第16回会議は、2016年1月9日から13日までの5日間にわたり南米の地震国チリ(サンチアゴ)で開催され、世界各国から約2500人が集いました。当社からも3名が参加し、それぞれ耐震構造、地震動評価、地震防災に関する研究成果を口頭発表するとともに、当該技術の国際的動向や最新知見の調査、各国の研究者や技術者との交流を図りました。

当社では、今後も世界に通用する高いレベルの研究開発を行い、積極的な情報発信に努めてまいります。

従来手法(4/16の本震  $M_j=7.3$  単独の揺れに基づく被害推定) 開発手法(4/14と4/16の2回単独の揺れを反映した被害推定)

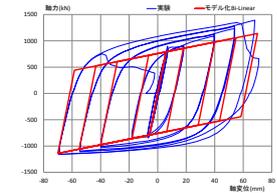
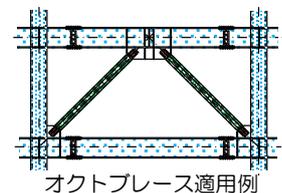
被害棟数の累積に加え、強い揺れを繰返し受けることで個々の被害が進展する現象を反映



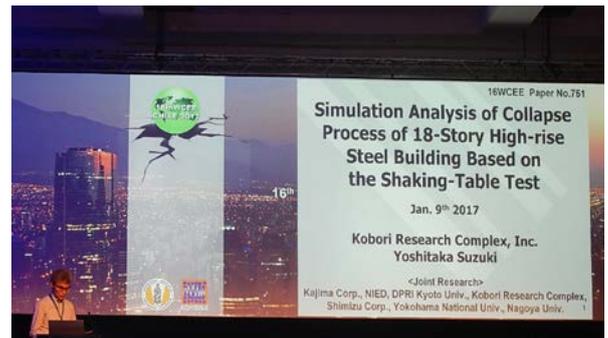
開発手法(繰返し揺れを受ける影響を反映)と従来手法による益城町における熊本地震本震後の推定全壊棟数分布の比



オクトブレース  
性能確認実験の様子



実験時の復元力履歴特性と  
解析モデル



当社社員による発表風景



コーヒープレイクでの意見交換

## 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. 2017