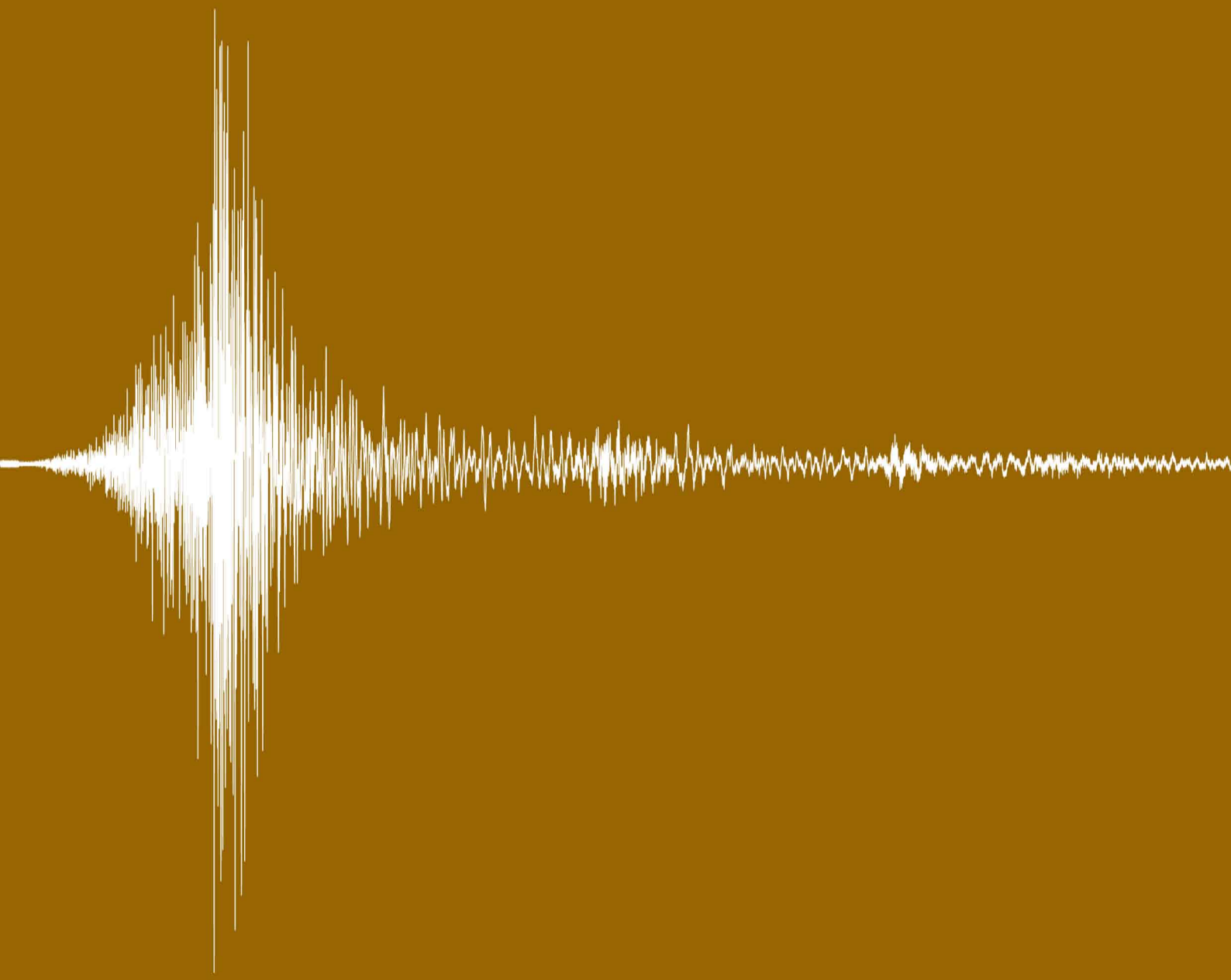
2015年

KOBORI RESEARCH COMPLEX INC.



株式会社小堀鐸二研究所

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、八千代エンジニヤリング株式会社、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/

◆役員

代表取締役社長	五十殿　侑弘
常務取締役	小鹿　紀英
取締役	森永　彰
	沢田　敏男
	嶋田　善多
	米倉　和義
	熊谷　直紀
	大江　功一
	小川　一郎
	眞嶋　光夫
	兼近　稔
監査役	市橋　克典
	小栗　薫

◆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エアに関する研究開発

多発する日本の自然災害

近年、日本で発生する自然災害は、気象庁始まって以来とか想定外といったことが、あまりにも多いのではないでしょうか。昨年も２月には、山梨県をはじめこれまで雪による被害があまり見られなかったような地域で、大雪により道路や鉄道など陸路が遮断され、人的被害並びに経済的損失を伴った雪害が多発いたしました。

７、８月には西日本を中心に京都府福知山市や、兵庫県丹波市の市街地が広範囲に亘り集中豪雨にみまわれ、住宅の床上・床下浸水が多数発生、自衛隊の災害派遣要請があったほどです。中でも８月広島市では、集中豪雨により大規模な土砂流出が起こり、山裾に広がる閑静な住宅地を一気に飲み込み、死者 74 名という極めて痛ましい大惨事が発生しました。

また日本では、立春から数えて 210 日目の９月１日前後に、台風の到来が頻発するといわれていますが、近頃は早くも６月や７月に大型の台風が日本列島に上陸することも度々です。昨年は７月としては記録的な「大型の雨台風８号」が西日本を襲い、８月には「強い台風 11 号」が発生、四国に上陸して近畿圏を通過して猛威を振るいました。この台風の通過に伴い、日本列島に停滞していた前線が刺激され日本各地に大雨をもたらし、四国・東海各地で記録的な降雨量を観測し、大きな被害をもたらしました。

さらに９月末には長野・岐阜両県にまたがる御嶽山が噴火して、死者 57 名行方不明７名の戦後最悪の火山災害となりました。

そして 11 月には長野県北部で M6.7 の神城断層地震が発生し、白馬村や小谷村では、240 棟もの家屋が全半壊いたしました。幸いにも死者が０であったことは、まさに奇跡といえるでしょう。

今年に入ってからも５月２９日、鹿児島県屋久島町口永良部島の新岳で爆発的噴火が発生、噴煙が 9,000m 以上まで上がり火砕流が海岸まで達し、気象庁が噴火警戒レベル５を出し、全島民が避難。さらに、翌 30 日には、小笠原諸島西方沖で震源深さ 682km、東京都小笠原村と神奈川県二宮町で震度５強を観測した M8.1 の地震が起き、日本全土を震撼させました。

以上、昨年から今年にかけて日本で発生した主な自然災害を列挙いたしましたが、今後も地球温暖化の影響に加え、2011 年 3.11 東日本大震災を契機として、日本列島は地震や火山活動が活発化すると共に、一昨年 11 月フィリピンを襲った超巨大台風（中心気圧 895ｈPa,最大瞬間風速 105m/s）＊ が将来日本でも起こり得るとも言われており、これまで以上に自然災害の脅威に悩まされる事になりそうです。尊い人命と財産を自然災害から守るためには、日ごろから十分な備えをすることはもとより、もはや規基準を守るだけではすまなくなってきたことを、強く認識すべきと思う次第です。当社といたしましても、今後とも減災・防災技術の一層の進化を目指してまいります。

＊米軍合同台風警報センターによる観測値

2015 年６月

代表取締役社長　五十殿（おみか） 侑弘（ゆきひろ）
工学博士

普及型被災モニターq-NAVIGATOR 本格運用開始

東北地方太平洋沖地震で顕在化した帰宅困難者への対策として、東京都では「帰宅困難者対策条例」（平成 25 年施行）が制定されました。同条例では、建物の安全確認をした上で、建物内での待機を指示することが、建物所有者に求められています。

小堀研では、建物の安全性確認をサポートするために、被災モニターの開発を行ってきました。同システムの開発にあたっては、広く普及することを目指して、中低層建物の事業規模を念頭においた価格設定を行いました。一方、機能においては妥協することなく、従来の超高層向けのシステムと同等の機能品質を実現しました。さらに、地震時の動作の確実性を高めるために、遠隔の死活監視を新たに導入し、１日１回の動作確認を行うこととしました。

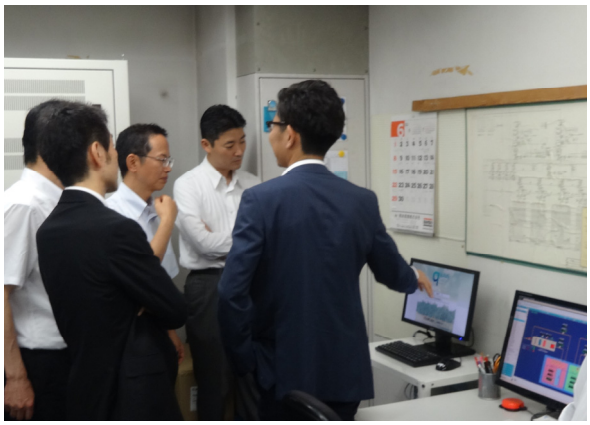
中低層の建物は、柔構造が前提となっている超高層建物と異なり、変形能力は建物毎に大きく異なっています。したがって、超高層建物に対して簡略的に行われているように一律の判定限界値を当てはめることはできません。中低層建物への適用を視野に入れた場合、建物毎の限界値設定は必須と判断して、本システムから、標準パッケージの中に含めることとしました。限界値は、構造計算書、耐震診断などを活用して設定します。

本システムは約半年の試験運用を経て、日本生命保険相互会社殿保有の全投資用ビル（※１）に採用されることが決定し、2015 年１月 14 日にプレス発表が行われました。2014 年度末から本格設置に着手し、首都圏を皮切りに全国展開される予定です。また、機能面においては、遠隔死活監視に用いているモバイル回線を利用して、被災状況の中央監視機能の整備を進める予定です。

今後は、小堀研独自の研究開発として、本システムのハード基盤を利用したオンサイト地震速報（※２）の実装、およびビル設備の制御への適用を検討する予定です。また、建物の経年変化の把握への活用も検討する予定です。

※１　各ビルの特徴と運用形態を踏まえ、一部のビルにおいては、本システム以外のシステムを含め、採用検討が行われる場合もあります。

※２　オンサイト地震速報は、建物基礎に取り付けた地震計を用いて、P 波と S 波の速度差を利用して、大きく揺れる前に揺れの大きさを予測するものです。気象庁の緊急地震速報は、原理的に震源が近い場合に通報が間に合わない可能性がありますが、オンサイト地震速報は、震源が近い場合にも揺れの大きさの予測を行うことができるという利点があります。

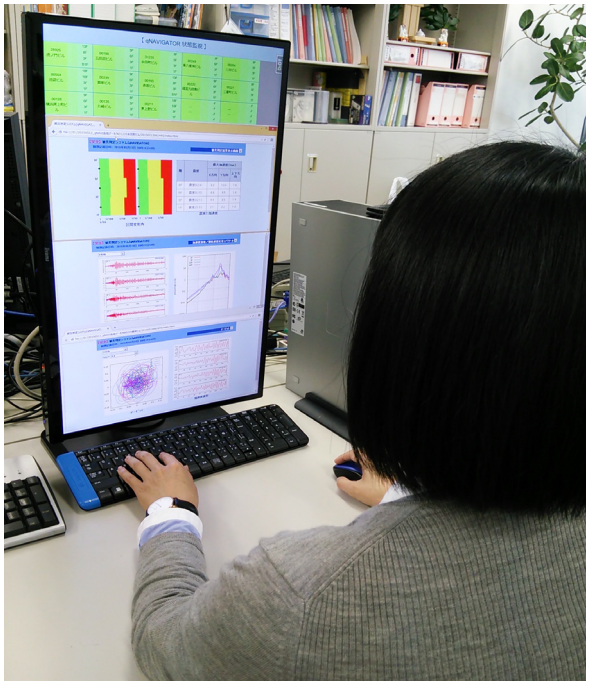


試験設置機器の公開風景

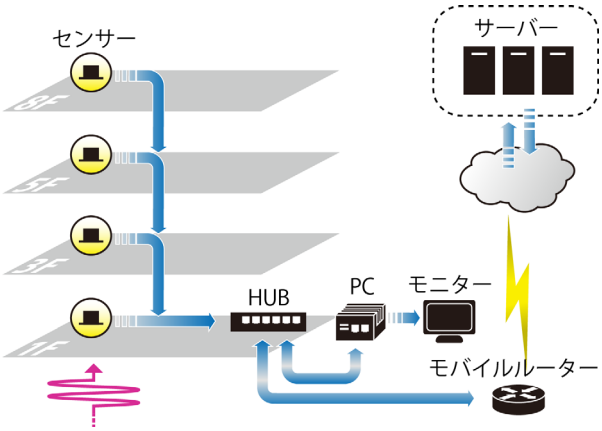
モニター画面

地震計

日経 BP 取材風景　「日経ビジネスオンライン」2015 年４月



センターサーバーにおける死活監視状況



モバイル回線を用いた死活監視とバックアップ

戦略的ｲﾉﾍﾞｰｼｮﾝ創造ﾌﾟﾛｸﾞﾗﾑ（SIP）における地震被害推定情報と実被害の統合評価研究の受託

SIPとは、科学技術イノベーションを実現するために新たに政府が創設したプログラムで現在 10 課題が実施されています。

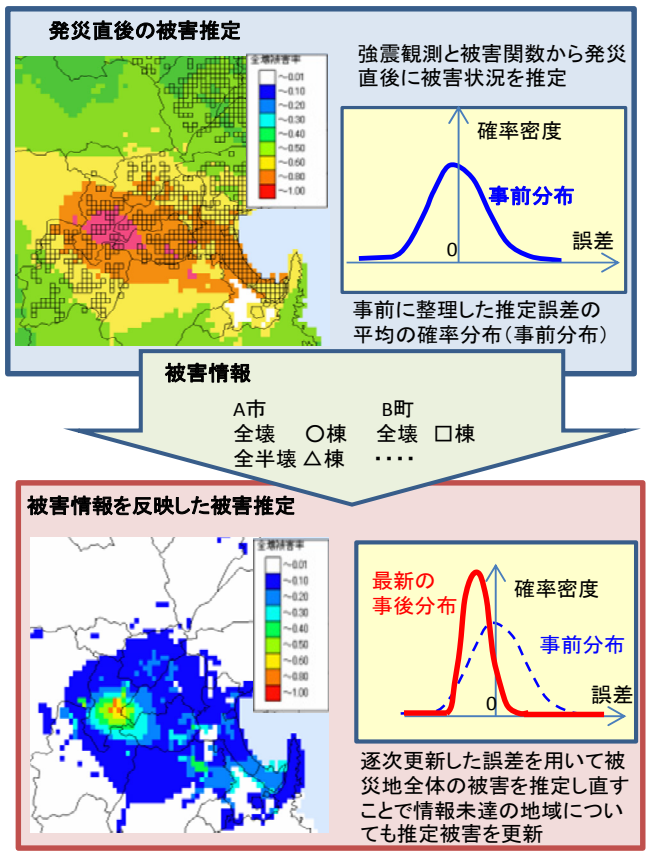
当社は、SIP 課題のひとつ「災害情報収集システムのリアルタイム被害推定システムの研究開発」の中で、逐次集積される被害情報を災害直後の被害予測と融合することで被害の全体像をいち早く把握する手法の研究開発を、防災科学技術研究所から受託し実施しました。この研究では、これまでの知見と新たに入手した情報を融合するのに「ベイズ推定」という統計手法を応用することで課題の解決を図っています。

ベイズ推定は、近年、ビッグデータの活用やコンピュータの処理能力の飛躍的な向上を背景に、自然科学分野だけでなく経済学を始めとした社会科学分野、需要予測などのビジネス分野でも用いられるようになってきました。その特徴は、データを得る前の予測である「事前分布」を、データが得られる確率（尤度）を反映して「事後分布」に更新することにあります。

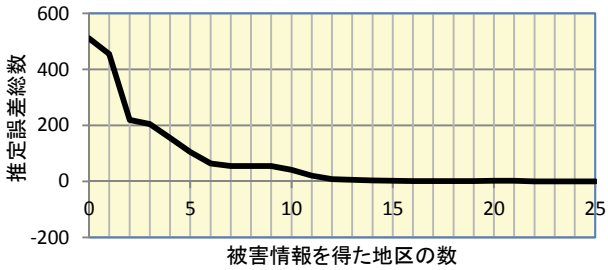
今後、ベイズ推定の活用が期待できる場面として、例えば、構造体の損傷部位や機器の故障時期などを推定するのに過去の事例数が十分ではなくても、ベテラン技術者の経験から助言が得られるという状況が考えられます。類似事象のデータであれば入手できることがあるかもしれません。こうした知見を利用して上手く「事前分布」を設定できれば、サンプルサイズが小さくてもそれなりに妥当な推定が可能です。

また、「事前分布」と「事後分布」の違いは、あるデータを境にした相対的なものなので、ある時期までのデータを反映した「事後分布」を次の「事前分布」とすることができますから、継続的なデータ蓄積により推定精度を向上させる取り組みにも適しています。

ベイズ推定は、近年本格的な応用が始まった新しい技術であり、推定結果の解釈について議論の余地はありますが、事例が増えるにつれて、適用範囲が益々広がってゆくと考えています。



被害情報と推定情報の融合による地震被害の全体像の早期把握

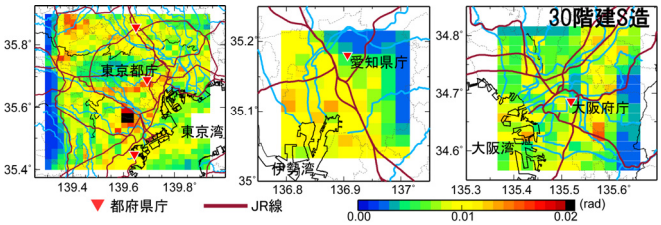


情報蓄積により推定誤差が減少するさまを示す事例計算

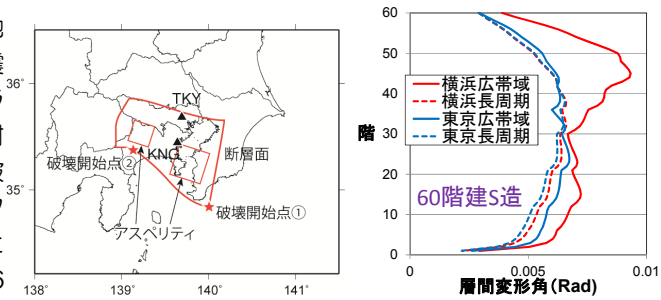
防災科学技術研究所から長周期地震動に関する支援事業を継続受託

文部科学省の委託を受けて独立行政法人・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等の提示方法の検討等」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４年連続で受託実施しました。

主な検討項目としては、①地震ハザード評価に基づく南海トラフ沿いの巨大地震による大阪、名古屋、東京近郊の面的長周期地震動に対する超高層建物の応答解析及び被害予測、②長周期地震動の大きさの尺度と超高層建物の応答値の関係分析、③相模トラフ地震による長周期地震動に短周期成分を含む広帯域地震動に対する東京・横浜での超高層建物応答への影響評価、④応答値と被害の関係の整理、⑤長周期地震動に関係した超高層建物、石油タンク及び昇降機の基準・指針などの調査・整理、⑥距離減衰式と３次元差分法シミュレーションによる長周期地震動の比較、の６項目です。これらの成果が長周期地震動ハザードマップ提示方法の一つとして参考になると大いに期待されています。



南海トラフ地震による大都市圏の面的最大層間変形角分布



相模トラフ地震の断層モデルとシミュレーションされた長周期と広帯域地震動に対する超高層建物の応答比較

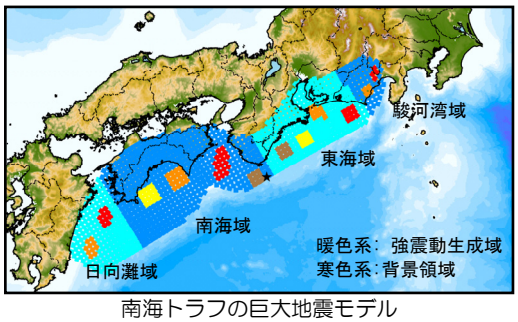
南海トラフの巨大地震に対する長周期地震動評価

既設・新設を問わず、超高層建物や免震建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。その検討に用いるための地震動評価技術の整備を進め、設計対応やコンサル業務に適用しています。

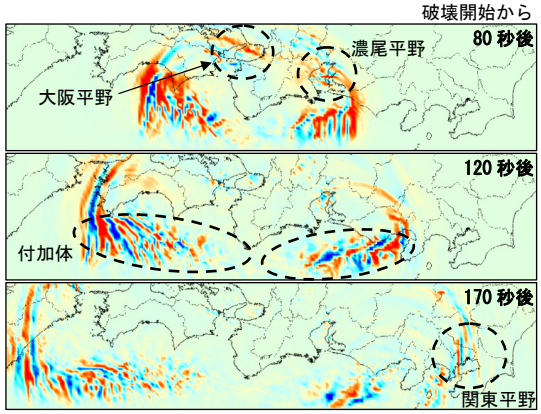
発生が危惧されている南海トラフの巨大地震に対しては、震源域から建設地点に至る大領域をモデル化し、三次元差分法を用いた数値解析によって理論的に地震動を評価することが可能です。三次元差分法とは、三次元的に変化する地盤構造を離散化したグリッドで表現し、波動方程式を差分近似して解く手法です。

南海トラフの 4 連動地震（日向灘域～駿河湾域）のシミュレーションを行い、各地域に地震波が到達する様子や、評価地点の地震動に対する各断層領域の寄与、地下構造特性が地震動に及ぼす影響を検討しました。波動伝播の様子から、南海トラフ沿いの付加体付近や、関東平野、濃尾平野、大阪平野などの低速度層が厚い地域では、周辺よりも大きな地震動となっていることがわかります。

今後は、数値解析に加えて観測データに基づく方法の高度化も図って参ります。



南海トラフの巨大地震モデル

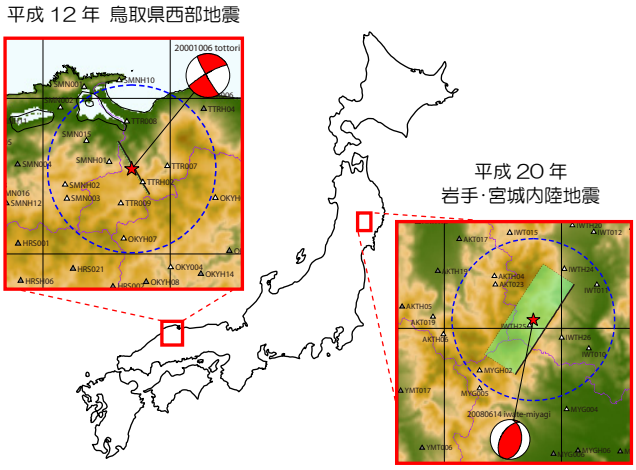


長周期地震動の伝播の様子

原子力施設の新基準対応業務

平成 23 年 3 月 11 日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。

例えば、平成 12 年鳥取県西部地震、平成 20 年岩手・宮城内陸地震、平成 23 年東北地方太平洋沖地震などについて、観測記録の分析や断層モデルを用いた地震動評価などの研究を、継続的に進めています。これらの研究成果は、原子力関連施設の耐震設計に適切に反映するために活用されています。



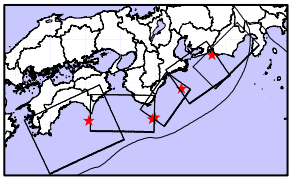
過去に発生した地震の例

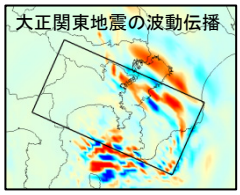
超高層・免震建物の性能評価取得に資する入力地震動評価

超高層建物や免震建物の性能評価では、建設地周辺で発生した過去の地震や今後発生が予想される想定地震を考慮した検討が求められます。当社では、様々な地震動評価技術を開発・整備し、性能評価取得を支援してきました。

例えば、観測データに基づく方法としては、国土交通省が 2010 年 12 月に公表した「超高層建築物等における長周期地震動への対策試案について」に示された手法に則り、東海地震、東南海地震、南海地震やさらにこれらの連動型地震による地震動を評価することが可能です。数値解析に基づく方法としては、三次元差分法を用いて、大正関東地震等に対する評価を行うことができます。また、波形合成法や距離減衰式などの各種メニューを揃えています。

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設計支援体制の充実を図って参ります。


観測記録に基づく方法



数値解析に基づく方法

地震動評価技術の開発・整備

（仮称）新日比谷プロジェクト

建築主：三井不動産株式会社

（仮称）花咲町 6 丁目プロジェクト

建築主：横浜市住宅供給公社

入力地震動評価の適用例

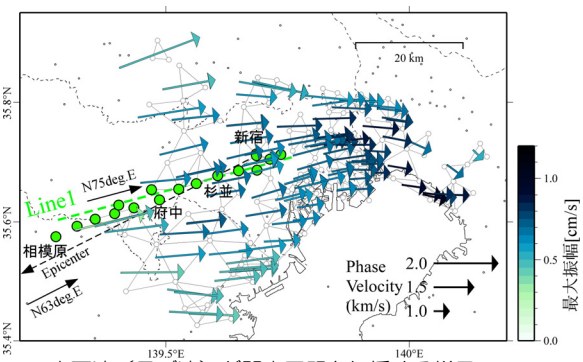
最新知見を反映した
地下構造探査技術の開発と適用

理論的手法に基づいた地震動評価のためには、地下構造の適切な把握が重要です。今日、日本全国で様々な地下構造モデルが提案されていますが、より高精度な地震動評価のためには、地下構造探査技術の開発・適用によりサイト固有の特性を適切に把握することが必要です。以下、新たに開発した３手法を紹介します。

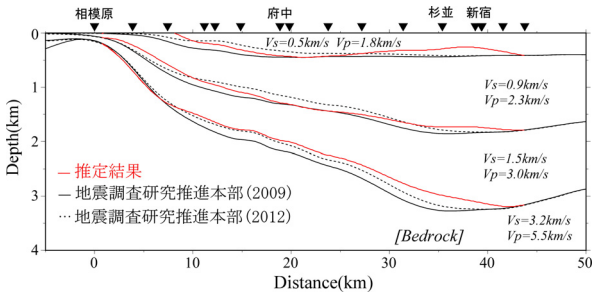
①2011 年富士山付近の地震の観測記録を用いて、表面波が関東平野を伝播する空間分布を詳細に調べました。これに基づいて、二次元断面の地下構造を推定しました。

②地表の地震動記録の水平／上下のスペクトル比を理論的に表現する拡散波動場理論が近年示されました。その理論を利用して地表１地点の記録から地震基盤（S 波速度が約 3km/s）までの地盤モデルを推定するプログラムを開発し、複数の物件に適用しました。

③微動や地震動の相関（２地点：相互相関、１地点：自己相関）を用いた波動処理技術として、地震波干渉法が近年注目されています。当社では各種の開発を進めており、一例として、地表 １地点の地震動を用いて、傾斜基盤構造の増幅特性を推定する方法を開発しました。今後も技術の高度化を図って参ります。



表面波（ラブ波）が関東平野を伝播する様子



地下構造の二次元断面の推定例（上図の Line1［緑線］）

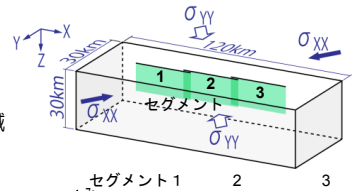
動力学的破壊シミュレーションによる
横ずれ断層の連動性評価

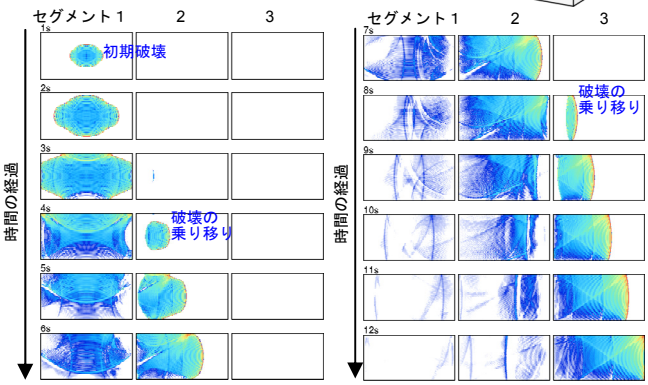
内陸地殻内で発生する大地震は、しばしば複数の活断層（活動セグメント）の連続破壊によって引き起こされます。その際、破壊が活動セグメント間を乗り移るかどうかは、地震の大きさを左右する重要な問題であると共に、震源近傍の地震動の大きさにも影響を与えます。

そこで、断層破壊の進展を物理法則に基づき時々刻々と解析可能な動力学的断層モデルを用い、活動セグメント間の配置パターンや破壊伝播形式が、破壊の乗り移りや震源近傍の強震動に与える影響を検討しました。３つの活動セグメントを対象とした１例では、２枚目のセグメントへは断層幅の中央から、３枚目のセグメントへは断層幅の全域にわたって破壊が乗り移り、地表まで破壊が到達する様子がシミュレーションされました。

今後も解析事例を蓄積し、長大断層を対象とした設計用入力地震動評価の高精度化に繋げていく予定です。

断層モデルと解析領域





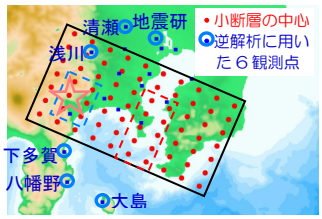
３つの活動セグメントを対象とした破壊シミュレーションの１例

短周期地震動励起位置の逆解析手法の開発

広帯域の地震動評価の精度向上のためには、強震動の励起位置を各周期帯について把握することが重要となります。観測波形から震源の破壊過程を求める逆解析手法（波形インバージョン）では、周期数秒の長周期成分を対象にしています。一方、周期 0.5 秒程度以下の短周期では、観測波形のランダム性が顕著となり、位相情報を含めた加速度波形を再現する震源モデルの構築は難しくなります。

そこで当社では、加速度波形を２乗平滑化した包絡波形を用いて逆解析する手法を開発し、数値実験により有効性を確認しました。現在、実地震に適用して、既往の知見を参考に短周期と長周期の励起位置に関する解釈のための検討に着手しています。

数値実験用モデル

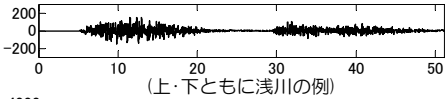


逆解析にて概ね再現された小断層の重み

正解値
太枠内=1.0
その他=0.0

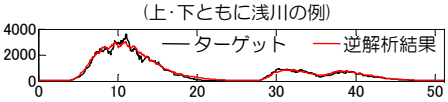
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	0.00	0.07	0.00	1.03	0.82	0.00	0.00	0.03	0.00	0.13
2	0.00	0.00	0.00	0.71	1.47	0.00	0.00	0.92	0.91	0.00
3	0.00	0.00	0.14	1.34	0.61	0.00	0.00	0.80	1.13	0.09
4	0.00	0.00	0.00	1.34	1.27	0.00	0.00	0.97	0.93	0.00
5	0.00	0.00	0.00	0.55	0.81	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00
7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.11	0.00	0.00

数値実験の入力として用いた加速度波形



（上･下ともに浅川の例）

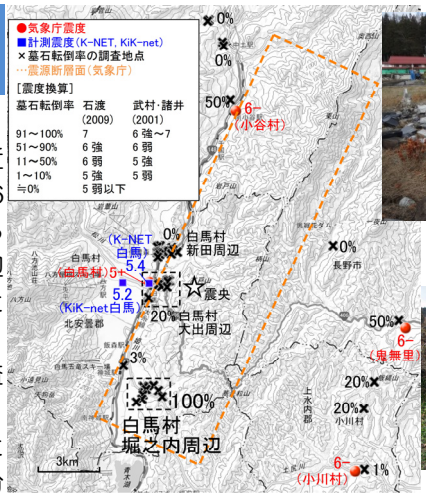
加速度波形を２乗平滑化した包絡波形のフィッティング状況



2014 年長野県北部の地震の被害調査

2014 年 11 月 22 日、長野県北部で M6.7 の地震が発生し、主に白馬村の堀之内で建物被害が生じました。この地震の震源近傍では、長野県の小谷村、小川村、長野市鬼無里で最大震度 6 弱が観測されていますが、堀之内には地震計が設置されておらず、震度に関する情報がありませんでした。そこで、震源域周辺における震度を把握するため、鹿島建設、東京ソイルリサーチと合同で、墓石転倒率を調査しました。

白馬村の堀之内周辺の墓石転倒率は、ほぼ 100%という調査結果でした。既往研究に基づき墓石転倒率を震度に換算すると、震度 7 相当になります。各地で実施した墓石の調査結果をまとめると、震源断層の南側の地域で、転倒率が特に大きいことが分かりました。



墓石転倒率の調査結果（国土地理院地図に加筆）

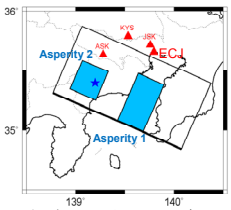
堀之内の墓地の様子

大出で認められた
地表地震断層の様子

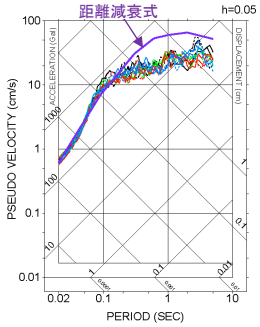
強震動予測手法のベンチマークテスト
統計的グリーン関数法による実施例

強震動予測手法の１つである統計的グリーン関数法は、高振動数帯域までの地震波形を簡易に計算できることから、設計用入力地震動の策定などに広く用いられています。しかしながら、乱数位相を用いた小地震動の作成法などに関して多様な手法が提案されており、手法間の相違が計算結果に及ぼす影響を把握する必要があります。

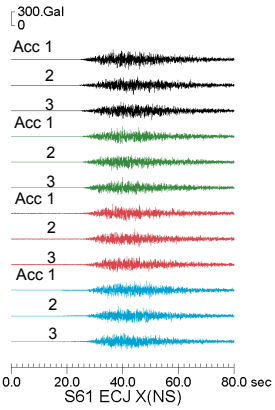
以上の背景の下、建築学会内に立ちあげられた研究プロジェクトチームに参加し、同じ与条件下で様々な手法・計算コードの結果の相互比較を行うベンチマークテストを実施しました。図は関東地震を対象とした適用例です。４機関の参加による地震動の評価結果は概ね一致しており、計算コードの検証も含めた数値計算自体の精度確認（Verification）ができました。一方、距離減衰式による経験的な地震動振幅とは差があり、結果の妥当性の検証（Validation）を今後も引き続き実施予定です。



関東地震の断層モデル



擬似速度応答スペクトル：ECJ 地点



加速度波形：ECJ 地点

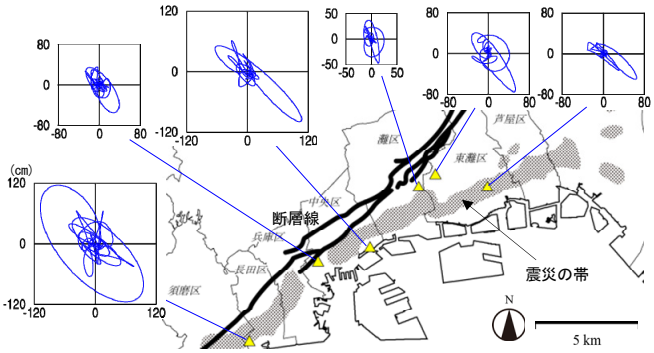
参加者 A
参加者 B
参加者 C
参加者 D（当社）

震源極近傍における地震動特性の検討

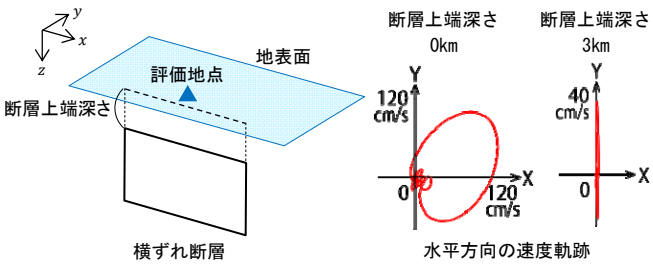
近年、強震観測網の充実に伴い、内陸地殻内地震の震源近傍では現行の耐震設計レベルを大きく超える地震動が観測されています。1995 年兵庫県南部地震（マグニチュード 7.3、横ずれ断層）の震源極近傍では、最大速度約 120cm/s となる観測記録もあり、それらの水平方向の速度軌跡を見ると、断層線に対して直交する方向が長軸となる楕円形の軌跡となっています。そのため、構造物の極近傍で発生する地震に対しては、地震動の大きさだけでなく、軌跡などの方向特性の評価が必要とされます。

そこで、内陸地殻内地震の震源極近傍の地震動を、理論的シミュレーションにより評価し、方向特性の要因の検討を行いました。要因の一つとしては、震源断層の深さが考えられ、断層が浅い場合と深い場合では速度軌跡の形状が大きく異なるという結果が得られました。

今後も、方向特性などに関して分析を進め、震源極近傍の地震動評価の高度化を図って参ります。また、これらの震源極近傍の地震動の方向特性が構造物に与える影響に関しても検討を進めています。



兵庫県南部地震の観測記録（神戸市）：水平方向の速度軌跡

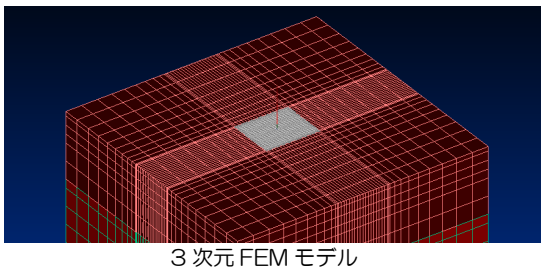


理論的シミュレーションによる断層極近傍の地震動

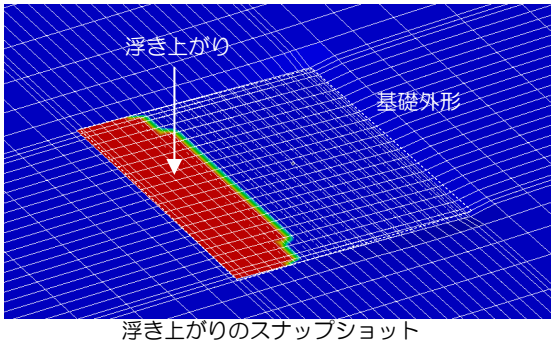
3 次元 FEM を用いた
原子力施設の浮き上がり解析

原子力施設では大きな地震動に対する高度な応答解析が不可欠であり、その一つとして建屋の浮き上がりに対する検証を行います。これは、地震動に対して、底面に引張力が生じて底面の一部が地盤面から浮き上がる挙動です。

そこで、RC 建屋を対象として、当社の解析プログラムを用いて、3次元 FEM による浮き上がり解析を実施しました。具体的には、建屋の底面と地盤の間に「Joint 要素」と呼ぶつなぎの要素を設定して、節点ごとにつながりの着脱の判定を行い、浮き上がりを考慮することができます。これにより、浮き上がりが顕著な場合でも、既往の地盤ばねを用いた手法に比べて、安定的に、実況に即して解析を行うことができます。また、応力の広がりを計算できる3次元 FEM の長所を活かして、基礎を支持する地盤の接地圧の分布を精度よく詳細に評価し、地盤の支持力の検討を行うことができます。



3 次元 FEM モデル



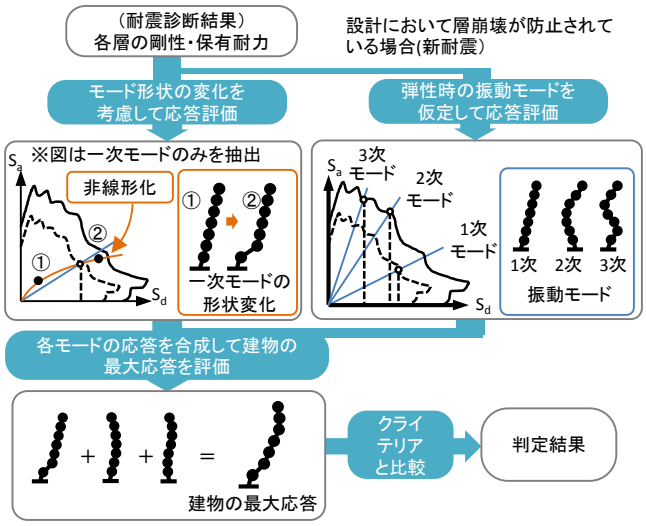
浮き上がりのスナップショット

簡易動的耐震診断ツールの開発

一般の耐震診断(静的耐震診断)では、診断基準に定められた耐震性を有するか否かを判定するのみで、敷地に想定される地震動の大きさや地盤と建物の周期特性との関係などで決まる建物の揺れやすさ（動的特性）を考慮していません。一方、超高層建物などの重要建築物の設計時のように部材レベルのモデル化を行う時刻歴応答解析では、かなりの費用と時間がかかります。

そこで、当社では、受託研究として簡易に動的応答解析を行うツールを開発しました。このツールでは、耐震診断結果や構造計算書の記載事項を利用して、多質点せん断ばねモデルを作成し、耐力スペクトル法により応答を評価します。

評価結果を利用して層レベルの損傷度が把握できますので、例えば、複数の建物の地震対策の優先順位を検討する場合や、巨大地震に備えて具体的な耐震補強を検討すべきか否かを判断する場合などに、このツールの活用が期待されます。



簡易動的診断ツールによる評価の流れ

質点系モデルを用いた超高層建物の安全性評価に関する研究業務受託

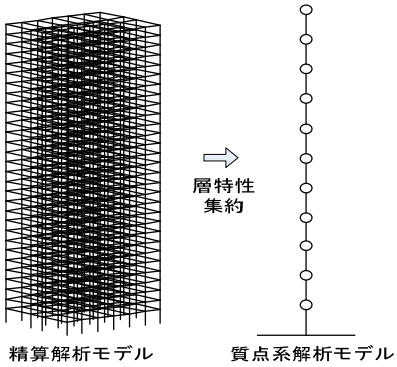
国立研究開発法人建築研究所より、超高層鉄骨造建物の梁端部の損傷予測に関する地震応答解析業務を受託しました。本業務は、超高層建物が繰り返し大きな変形にさらされる可能性がある長周期地震動に対する部材の損傷評価手法を構築する一環として委託されたものです。

超高層建物の地震時挙動を把握するために地震応答解析が行われます。その場合、各部材を詳細にモデル化した精算解析モデルや、各層の特性を集約した質点系解析モデルが用いられます。

精算解析モデルからは直接部材の応答が評価できますが、質点系解析モデルの場合には層の応答しかわからないため、層応答から部材応答を推定し、その上で損傷評価を行う必要があります。

ここでは、静的解析と動的解析を用いて層応答と部材応答を関連付けることでその課題をクリアしました。この成果は、長周期地震動に対する既存建物の損傷評価に広く一般に活用される予定です。

鉄骨造超高層建物の被害例



風力発電設備の経済産業省審査対応

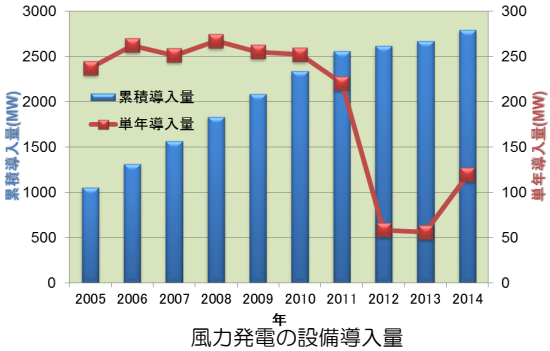
2012 年 7 月に固定価格買取制度（FIT）が導入され、再生可能エネルギー、特に太陽光発電の設備導入量が急速に増えました。一方、陸上風力発電は同時期に環境アセスメントが義務化されたために、2012 年度以降はほとんど増えていません。しかし、義務化から 3 年が経過し，今後は環境アセスが終了した案件から順次具体化していき，導入が加速していくことが見込まれています。

当社では、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、計 25 箇所の風力発電設備（大臣認定取得全案件の 31%）の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、40 基を超える大型ウィンドファームの建設に向けて、超高層と同等の地盤調査、地盤応答解析、地盤ばねの評価、時刻歴による地震応答解析を進めています。

男鹿風力発電所、12 基、2015 年完工・運開



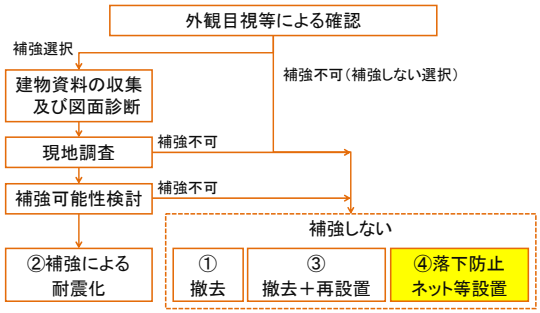
風力発電の設備導入量

天井脱落対策に関するコンサルと落下防止ネット設計

近年の地震被害に鑑み、国土交通省は告示により天井面高さ 6m 以上、面積 200m^2 以上の、脱落によって重大な危害を生ずるおそれがある天井(特定天井)について、地震に対する安全性の検証を求めています。

また文部科学省では学校施設における屋内運動場等の天井等落下防止対策を指導しています。同省の指導では、天井撤去を基本とし、必要がある場合には、補強、撤去＋再設置、落下防止ネット等設置の方策が示されています。これらの方策のうち既存の天井の対策としては落下防止ネット等の設置が最も有力で現実的な選択肢と考えられます。

これまで落下防止ネットは構造計算せず、安全性が不明なまま施工された例も多くありました。そこで当社は国土交通省による構造計算手順を基に、落下時の衝撃力を独自の算定式で求める落下防止ネット設計の手順を構築し、運用を始めました。今後さらに適用が広がることを期待しています。



文部科学省の天井落下防止対策のフロー

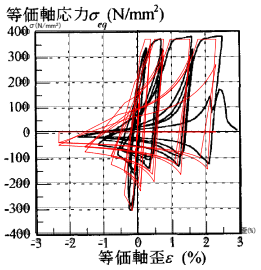
天井落下防止ネットの施工例

屋上搭載型無線鉄塔の耐震性能評価検討

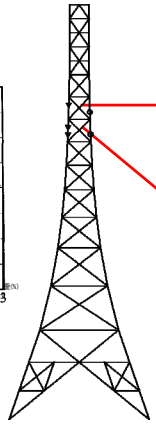
近年、従来の設計用地震動のレベルを大きく上回る地震動を想定し、それに対する屋上搭載型無線鉄塔の耐震安全性の検討が求められ始めています。

当社は、最新の研究に基づき、座屈後の繰り返し変形に伴う破断まで考慮した復元力履歴特性を地震応答解析に取り込むことで、従来行われてきた座屈に加えて破断も考慮した耐震性能評価を可能としました。

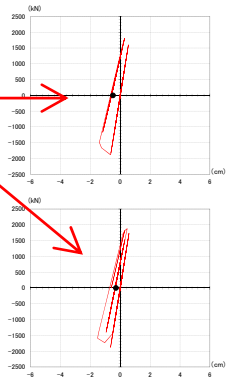
本業務においては、上記の最新の知見を取り込み、形式が異なる５棟の屋上搭載型無線鉄塔を対象として、地震時挙動や形式別の損傷発生箇所を把握し、さらにはその倒壊・崩壊の可能性評価を実施しました。



破断考慮履歴と既往実験



鉄塔の評価例



軸変形-軸力の関係

高性能制震装置の普及拡大と超高層ビルの制震改修設計

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）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。

また、新設、既設を問わず、原子力発電所の排気筒・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。

さらに、今後発生が懸念される南海トラフ地震による長周期地震動への対策として、既存超高層ビルの耐震性評価を実施し、建物毎に最適な制震改修法を提案し、改修設計を実施しています。

Nu-DAM 取付部

火力発電所煙突　Nu-DAM 適用施設

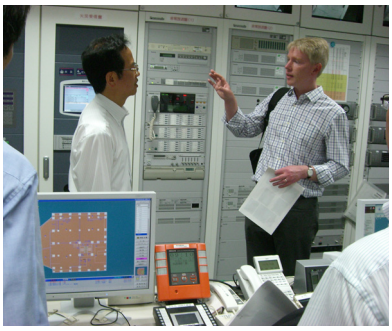
小堀研方式の震度予想を用いた緊急地震速報サービス

小堀研方式の緊急地震速報は、2015年 6 月現在、鹿島建設の本支店や工事現場、放送局、ホテル、地下街、工場、事務所、共同住宅など全国 40 地点に配信されています。

小堀研方式の緊急地震速報の特徴は、①震度予想手法として、気象庁の距離減衰式と地盤増幅率を用いた標準手法ではなく、震源や伝播経路の影響を観測や実データに基づく経験的で精度の高い独自の方法を用いていること、②気象庁の予報業務許可事業者である Takusu(株)のサーバによる中枢配信型予報方式のサービスを用いており、気象庁から 1 秒以内で震度予想結果を配信すること、③市街地でも数百 m の範囲で無線配信が可能で、配線なしで工事現場や超高層建物で利用可能であることが挙げられます。

横浜駅東口地下街「ポルタ」では、防災センターへの小堀研方式の震度予想の配信だけでなく、気象庁の緊急地震速報の警報を受信した場合は館内放送を行い、一般の人にも携帯電話のサービスよりも早く確実に通報できるようにしました。今後とも新規の地点へのサービス拡大を進めています。

横浜駅東口地下街「ポルタ」
（防災センターへの配信、警報レベルで館内放送）



カリフォルニア大バークレー校の Richard Allen 教授に緊急地震速報の装置を設置した建物の防災センターを案内

（壁のラックに受信装置、手前朱色の装置が表示端末）

JIS Q 9001(ISO9001)品質マネジメントシステムの再認証

2012 年に ISO 審査認証機関である株式会社マネジメントシステム評価センター(MSA)から認証を取得した JIS Q 9001:2008（ISO 9001:2008)品質マネジメントシステム(認証番号：MSA-QS-3912)について、年２回行う内部監査や幹部会などのマネジメントレビューの会議において、業務におけるシステムの実施状況を確認し、是正処置や改善活動を推進してきました。特に、顧客の要求事項を反映した実施計画作成、適切な時期のジョブレビューの実施、顧客への提出物の妥当性の確認、重要なプロセスでの記録の作成を徹底してきました。

2015年 4 月 22 日に再認証審査を受け、3 年間の各部ごとに品質保証活動を報告し、高い評価を受けました。5 月末、判定委員会の決定を経て、今後３年間の登録証の発行を受けました。今後ともシステムを改善維持していき、業務においてより良い品質の成果を提供できますよう努力してまいります。

MSA
MSA-QS-3912

品質マネジメントシステムに関する国際認証機関フォーラム(IAF)多国間相互承認協定(MLA)メンバーにより認定されています。

MS JAB CM024

登 録 証

株式会社 小堀鐸二研究所

東京都港区赤坂6丁目5番30号

貴組織は、MSAの品質マネジメントシステム審査認証制度に基づき審査した結果、下記の内容について認証されたことを証明します。

認証された品質マネジメントシステム

1.地震・地盤研究と評価、
構造物と地盤の動的相互作用研究と評価
2.耐震・制震・免震構造研究と適用、
構造物の地震応答解析、構造設計及び監理

（適用除外：なし）

認証範囲に含まれる関連組織

（登録証に記載されないサイトはMSAのホームページに掲載するものとします。）

JIS Q 9001:2008 (ISO 9001:2008)

認証番号　MSA-QS-3912

認証日：2012年 6月27日　再認証日：2015年 5月27日　有効期限：2018年 6月26日

MSA 東京都港区芝浦四 株式会社 マネジメントシステム評価センター

代表取締役社長　塚越 修

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

株式会社小堀鐸二研究所
KOBORI RESEARCH COMPLEX INC.
〒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

©KOBORI RESEARCH COMPLEX INC. 2015

表紙:2011 年 3 月 11 日　東北地方太平洋沖地震　観測加速度波形(東京都赤坂)