

2010 年

KOBORI 
RESEARCH
COMPLEX
INC.

株式
会社 小堀鐸二研究所

迫り来る巨大地震に備えて

—軟弱地盤上の構造物を地震被害から守るためには—

太平洋側の埋め立て臨海地域における生産施設の多くは、1950年代から1980年代にかけて建設されてきました。1995年の兵庫県南部地震では、神戸の臨海部に構築された多数の港湾施設や生産施設が大打撃を受け、多くの企業が存亡の危機に立たされました。

2010年に発表された地震調査研究推進本部の報告書によれば、首都直下型大地震の発生確率は、今後30年以内で70%と推定されています。さらに、南海トラフ沿いで発生する海溝型巨大地震の切迫性も指摘されており、東海地震の30年以内の発生確率は87%と極めて高く、また、東南海、南海地震が連動して発生する可能性も高いと言われています。これらの地震が発生した場合は、過去の地震被害の例を見るまでも無く、多くの施設で致命的被害を蒙ることが懸念され、早急に「迫り来る巨大地震」に備える必要があります。

一方、過去の地震による被害例から、建物が受ける被害は地盤条件に大きく左右されることが知られています。また、新潟地震や兵庫県南部地震では、地盤の液状化により杭そのものが被害を受けています。基礎は建物を支持する土台であり、一旦損傷を受けると補修は極めて困難です。上部構造だけでなく基礎を含めて総合的に安全性を評価するためには、表層地盤によって地震動が増幅する効果と、地盤と基礎の動的相互作用など複雑な現象を忠実に取り入れた解析が必要です。

確実にやってくる大地震から構造物を守るためには、先ず当該構造物の耐震安全性を最新の知見を取り入れた信頼性の高い動的解析により評価し、被害の影響度を正しく把握する事が重要です。このような解析手法は新設・既設を問わず、重要度の高い構造物はもとより、免震・制震構造物に期待される効果を、より確実なものにするためにも極めて有効な手段です。

当社は1986年の創立以来、地震関連の研究開発並びに解析業務を中心に、超高層建築や免震・制震建築物をはじめ、原子力発電所関連等の極めて高度な技術要求に数多く対応してまいりました。

これらの多くの対応実績を踏まえて、これまで培ってきた高度な地震対応技術及びノウハウを広く社会に還元するという当社設立の精神に則り、今後とも地震に関する社会の多様な要求品質に対して、迅速にベストソリューションを提供してまいります。

2010年6月

代表取締役社長 五十殿 侑弘

工学博士

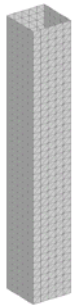
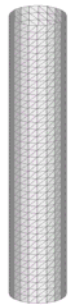
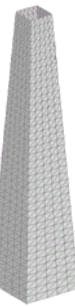
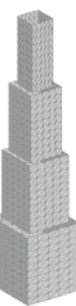
会社概要

社名	株式会社小堀鐸二研究所 (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
所在地	〒107-8502 東京都港区赤坂6丁目5番30号
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

研究トピックス

新形態を有する超々高層ビルの振動性状評価

近年、都市のランドマークとなる独創的な新しい形態を有する超々高層建築物が数多く実現しつつあり、これらを分類すると、Tapered、Tilted、Twisted の「3T」のキーワードで表現できます。これらの形状では、通常の正方形や円形の平面形の建物に比べて、特殊な振動性状を示すことが予想されます。特に日本での計画を考えると、設計上重要な長周期地震動や強風時の応答性状を把握することは、必要不可欠となります。そこで、試設計した正方形平面の建物の骨組モデルをシェル要素モデルに置き換えることによって、容易にねじったり、テーパをつけたモデルを構築でき、それを用いて地震応答や風応答を解析的に評価して、各形状の応答特性を把握することができました。

Square	Circle	Tapered	Setback	Helical 90°	Helical 180°	Void
						

ユニークな形態を持つ超々高層建物モデル



世界のユニーク超々高層建物

長周期地震動の超高層ビルへの影響評価と対策

2003 年十勝沖地震の苫小牧の石油タンクの大火災以来、長周期地震動の存在がクローズアップされ、そのメカニズムも明らかになってきました。その結果、東海・東南海・南海地震が発生したときに関東平野、濃尾平野、大阪平野の 3 大都市圏で長周期地震動が発生し、少なからず超高層ビルに影響を与えることが論じられるようになりました。当社では、客先のご要望に応じて、その敷地にどのくらいの地震動が想定され、既存の超高層ビルがどの程度の揺れが生じるかを最新の知見を用いて評価しています。超高層ビルの揺れが要求クライテリアを満足していない場合は、制震改修を施して、クライテリアを満足させることが可能です。すでに検討や制震改修を終えている超高層ビルもあり、現在も数棟の建物の耐震性検討を実施しています。



2003 十勝沖地震の苫小牧での石油タンク火災

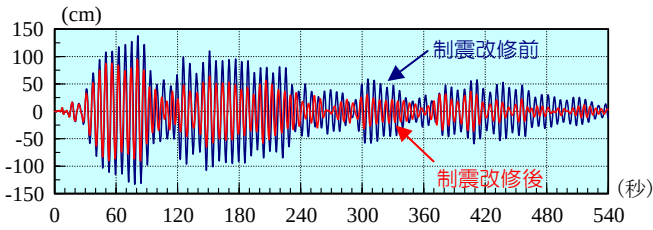


2003 年 9 月 26 日に発生した十勝沖地震により、震源から 150km 離れた苫小牧で、石油タンクのオイルが長周期地震動と共振し、スロッシング現象を起こして、溢流したオイルの火災により損壊しました



梁端の下フランジが破断
長く続く長周期地震で予想される被害例

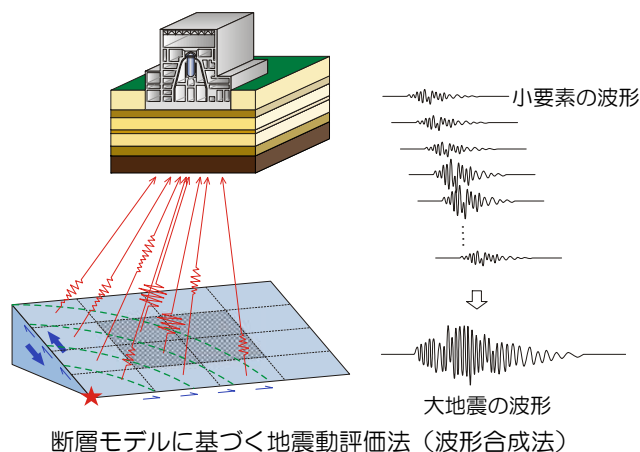
長周期地震後の超高層ビルの室内状況
E-defense での実験による



制震改修による応答低減効果の例
制震改修により、超高層ビルの揺れを小さくしたり、継続時間を短くすることが可能

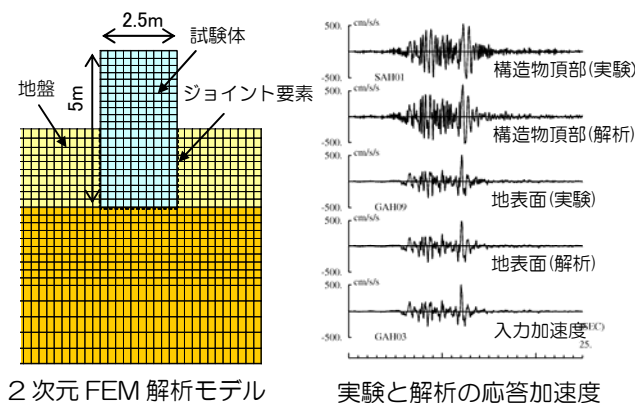
高度な地震動評価技術と重要建物への適用

原子力関連施設では、高度な技術による耐震安全性評価が求められます。これに対し、短周期から長周期までの広帯域地震動を合理的に評価する解析ツールの開発、さらに要素技術の高度化と観測記録のシミュレーションによる開発技術の信頼性向上を図り、それらの成果を耐震安全性評価に適用しています。本技術は、地震学・地震工学の最新知見を反映したもので、東海・東南海・南海などの巨大地震の地震動評価や、不整形地盤に対する評価を行うことも可能です。原子力関連施設だけでなく、超高層建物・免震建物の設計用入力地震動評価にも多数適用されています。



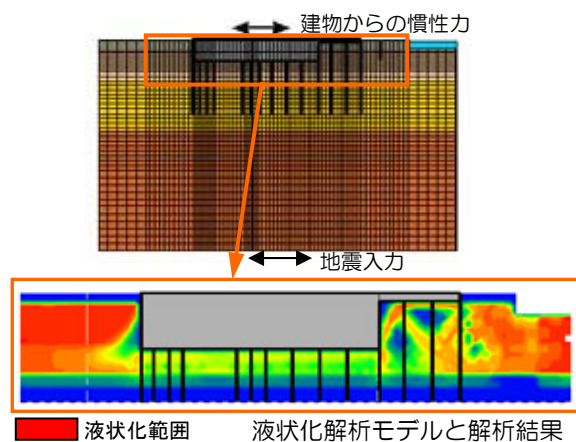
極大地震に対する地震応答解析法の高度化

大地震時の重要施設の耐震性を検討するためには、基礎底面の浮上りや滑り、側面での地盤とのやりとりなどの複雑な挙動まで考慮できる地震応答解析手法が必要です。そのため、基礎底面の浮上りや側面地盤の非線形性の影響を把握することを目的として、振動実験と解析を実施しました。実験は遠心载荷装置により、埋込み条件をパラメータとして行った結果、支持層への埋込みにより構造物の変位は抑えられること、砂質土と粘性土では側面土圧の発生状況が異なることが明らかとなりました。また、埋込み有りのケースを対象に、地盤と構造物の間にジョイント要素を設けた二次元FEMで解析し、実験と対応することを確認しました。



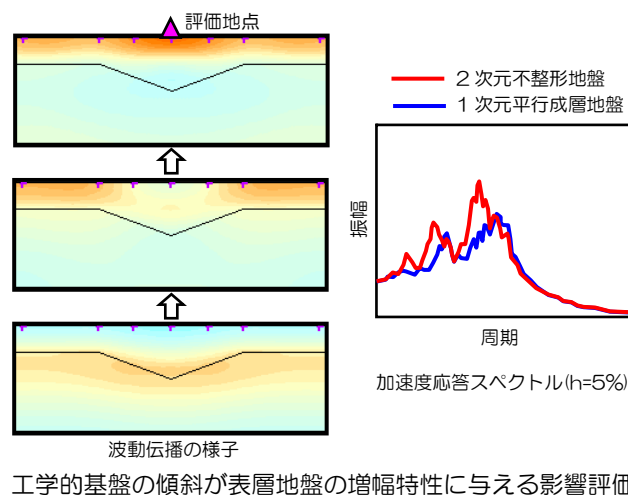
液状化地盤での入力地震動の評価

構造物の設計において、敷地の状況に応じた入力地震動の評価はきわめて重要です。特に、液状化の可能性のある地盤ではその影響を考慮した入力地震動の評価を行うことが必須で、高度な解析ツールを駆使して設計用地震波に対して、敷地地盤の原位置採取試料による液状化試験結果をもとに、過剰間隙水圧の上昇を考慮した有効応力解析を行います。右はその解析例で、大地震時に砂層が液状化することを考慮した、地盤の応答加速度や変位、建物への入力地震動を評価することができます。



国交省の基準整備促進事業を受託（第2年度）

本事業は、国土交通省が建築基準法等に係る技術基準の整備と見直しを図ることを目的とし、民間事業者等から調査者を募るとともに調査費用を補助する公募事業です。2009年度の公募事業のうち、「10.地震力の入力と応答に関する基準の合理化に関する検討」を昨年度に引き続いて受託し、(イ)RtとAiの規定における基礎パネの考え方の整理、(ロ)床の面内剛性に着目した場合の偏心率規定の適用方法の検討、(ハ)表層地盤の加速度増幅率Gsに与える工学的基盤の傾斜の影響の整理、の3つのテーマについて調査・検討を行いました。このうち(ハ)では、有限要素法を用いた波動伝播解析によって、工学的基盤の傾斜が地表面応答の増幅特性に与える影響を評価した上で、基盤傾斜を考慮した増幅係数の提案を行いました。



高性能制震装置の新たな普及拡大

世界最高レベルの性能を誇る制震装置 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)を受賞しました。当社の制震技術は一般高層建築以外の分野へも適用され、空港ターミナルビルの大空間屋根の振動制御にもオイルダンパ HiDAM（ハイダム）が採用されました。また、これまでの汎用品のオイルダンパでは実現不可能であった高性能・大速度対応の新開発制震オイルダンパ Nu-DAM（ニューダム）は、中部電力浜岡原子力発電所排気筒の耐震裕度向上工事を皮切りに、他の原子力発電所施設にも続々と適用が進んでいます。更に精密機械工場やプラント施設にも適用を拡大中です。これらの制震装置の性能は他の追随を許さず、期待される制震効果を常に発揮できるように、厳しい品質管理の下、装置を納入・設置して、構造物の高い耐震安全性を確保しています。

電力各社の免震事務本館の装置設計・品質管理

新潟県中越沖地震における教訓をもとに原子力発電所内の事務本館に免震構造を採用する動きが広がっています。東京電力柏崎刈羽原子力発電所、中部電力浜岡の原子力発電所など、多くの電力において地震災害の緊急時に対応する対策本部として機能を果たせることを目的とした免震事務本館の建設が計画され、免震設計、地震応答解析、性能評価審査対応を担当しました。これらの免震事務本館では、一般免震建物の設計地震動より大きな地震入力により耐震安全性の確認を行っています。また、各種免震装置製作の品質管理、設置施工コンサル、維持管理計画立案などの業務も行っています。

既存建物の耐震性評価と制震・免震改修

中低層の既存建物の耐震性評価にあたっては、建物の状況や重要度に応じて、通常行なわれている静的耐震診断のみならず、敷地付近の活断層などを念頭においた地震危険度を考慮した動的な耐震診断など、客先のご要望に応じた各種の耐震診断が実施可能です。また、耐震性が不足していると判定された場合の補強法については、一般に用いられる壁や筋違いによる耐震補強はもちろんのこと、最新の知見を取り入れた制震補強、免震補強の各種メニューの中から建物に最適な構法を提案します。これらの提案を元に、特に役所の庁舎などを中心に制震・免震改修する建物が増えています。

既設火力発電所の耐震性評価

一般の事務所ビルや集合住宅以外にも、既存火力発電所などの重要構造物を対象として、その構造形式の特殊性から、鉄骨ブレースの座屈やスラブの柔性、さらに敷地の地盤状況や杭基礎の挙動まで考慮した、詳細解析モデルを用いて地震応答解析を実施し、建屋の応答最大値や部材の塑性化状況を調べて、要求性能を満足するための最適な補強方法や補強量を提案しています。



CHASKA 茶屋町



梅田ゲートタワー



三井記念病院



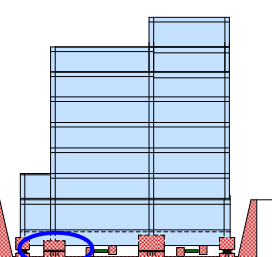
中電浜岡排気筒



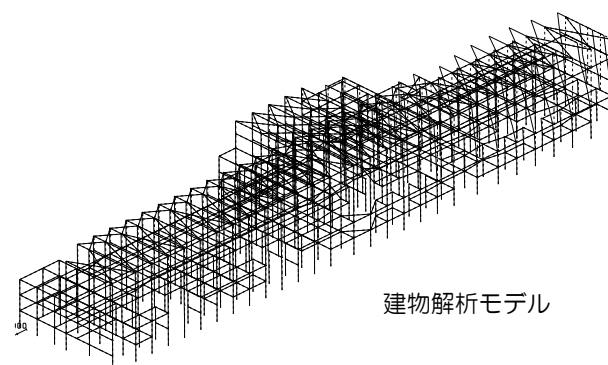
東京電力柏崎刈羽原子力発電所免震重要棟



制震改修例



免震改修例



建物解析モデル

風力発電設備の大臣認定取得業務

計測・通信装置を組合せた防災システムの実用化

長周期地震動に対するエレベータ管制を実用化

衝突現象や石垣の地震時挙動を解析で評価

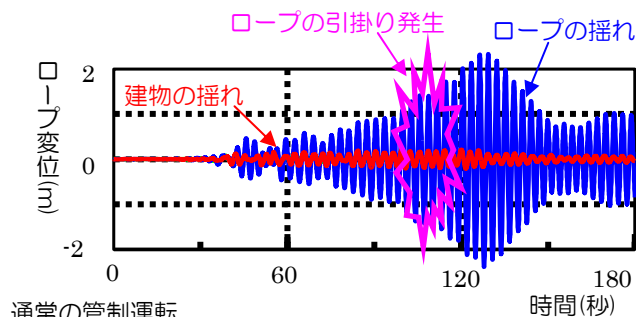
指定性能評価
機関による評価 → 大臣認定 → 建築確認申請

高さ 60m 超の風力発電設備の申請の流れ



融合判定結果				
構造体の構造	無修正	小改	中改	大改
設備機器の構造 (口開)	無修正	ア/ホ→口の構造	機口の形状	
器具什品の形状 (1～6図)	形状なし	一部形状	大多數形状	
内・外壁の構造	無修正	シ→S壁構造	既得のおそれ	
天井の落下 (1～6図)	落下なし	一部落下	大多數落下	

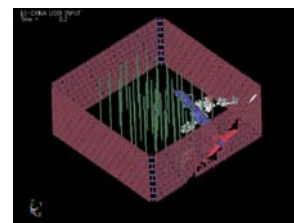
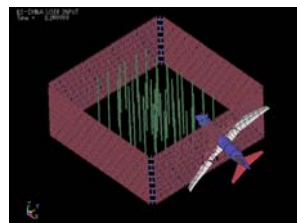
被害想定システム



通常の管制運転

P 波検知でエレベータ停止

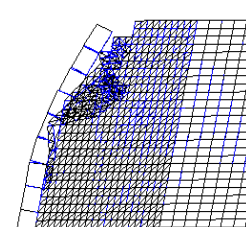
エレベータ
自動再起動



ニューヨーク WTC 衝突解析



石垣の被害例



石垣の損傷解析

小堀鐸二研究所の技術

超高層建物の設計

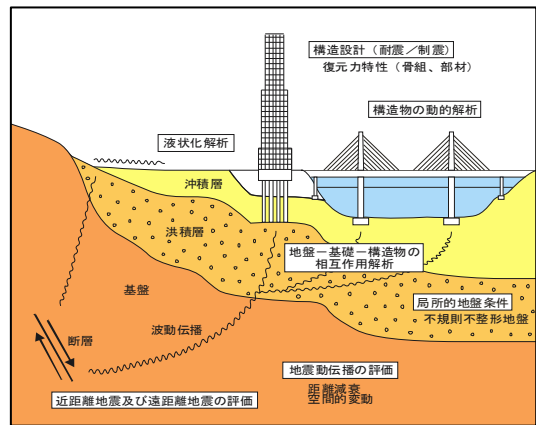
地震時の現象分析から構造物の設計に至る一貫評価



新宿パークタワー



FCGビル



制震装置(HiDAM、HiDAX)の適用 強風から大地震まで高い効果



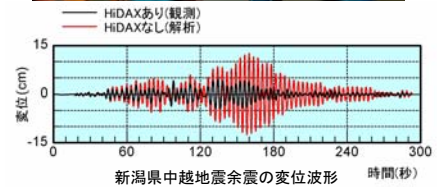
東京ビル



日本橋三井タワー



万代島ビル



スーパーRC フレーム構法

制震装置(HiDAM)を組み込んだ超高層建築構法



屋上設置の HiDAM



トキョウタイムズ タワー

免震構造

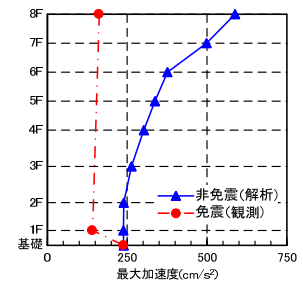
高度な技術で設計・コンサル



キャピタルマークタワー



ウイカー工法



DUOX

錘で強風時の不快な揺れを低減



汐留ダイアタワー



ニッセイ同和損保フクオカタワー

ハニカムダンパ (HDS)

コンパクトで取扱いが容易
新築から既存建物の制震補強まで



葛飾区総合庁舎



秋葉原 UDX



大正製薬本社ビル



〒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