

特集

E-ディフェンス特集

- 2 E-ディフェンスの維持管理、活用状況について
- 4 地盤-構造物連成試験体の震動台実験
- 6 ため池堤体の耐震安全性に関する実験研究
- 8 基準等の整備に関わる研究への協力
- 10 E-ディフェンスでの次世代RC造建物実験
- 12 体育館などに敷設される吊り天井の地震による脱落メカニズムの研究
- 14 数値震動台開発と映像の利活用について
- 16 地震災害に対する強靱性向上への貢献
- 18 まとめ

行事開催報告

- 20 科学技術週間(雪氷防災研究センター)一般公開
- 20 [JpGU-AGU Joint Meeting 2017]
- 21 「第21回自治体総合フェア2017 地域社会に活力を与えるイノベーション」
- 21 第4回「震災対策技術展」大阪

受賞報告

- 22 平成29年度 科学技術分野の文部科学大臣表彰 科学技術賞(開発部門)受賞
- 22 2016年度日本地震学会若手学術奨励賞を受賞
- 23 兵庫耐震工学研究センターが日本地震工学会功績賞他を受賞
- 23 日本火山学会学生論文賞、2017年度日本火山学会論文賞を受賞

行事開催報告

- 24 一般公開(つくば本所) 2017年4月23日(日) つくば本所

Eーディフェンスの維持管理、活用状況について 運用開始から13年目を迎えて



兵庫耐震工学研究センター 安全管理室長 坂口 智子

はじめに

実大三次元震動破壊実験施設（愛称：Eーディフェンス）は、20m×15m（300m²）の震動台の上に最大重量1200tまでの試験体を搭載することができ、最大変位は水平方向±100cm、鉛直方向±50cm、最大速度は水平方向200cm/s、鉛直方向70cm/sの加振が可能な性能を有する世界最大級の振動実験施設で、三次元の震動台としてギネス認定を受けています。

本稿では、このEーディフェンスを効果的・効率のかつ安全・確実に運用するために欠かせない維持管理及び共用施設としての活用状況について紹介します。



施設の維持管理

Eーディフェンスは、大型の装置ですが、精密機器の集合体です。日頃から、細心の注意を払い、わずか数ミクロンのゴミすら許さない維持管理を行っています。1つの部品の不具合が大きなトラブルに繋がってしまうこともあるこ

とから、定期点検と日常点検を確実に実施することを徹底しています。

定期点検は、法令に基づく点検などを含め、2ヶ月半程度かけて行います。この定期点検は、限られた時間の中で効率よく行わなければなりませんので、前年度に見つかった不具合の解消を主として工事を行っています。

また実験期間においては、日常点検などを適切に実施することで、大きなトラブルを未然に防ぐよう努力をしています。

これらの点検以外にもEーディフェンスを長期間停止する大規模な更新工事も実施していますので、その概要を次に紹介します。

長周期化改造工事

2011年3月の東北地方太平洋沖地震で観測された地震波の加振を可能とするために、油圧システムの工事を2012年度に実施しました。

蓄圧能力を2割向上するアキュムレーターユニットの増設とバイパスバルブを設置し、使用する油を節減するための加振機の間引き運転を可能としました。

このことにより、Eーディフェンスでは兵庫県南部地震のような直下地震や東北地方太平洋沖地震のような海溝型地震で観測された地震波を再現できる震動台となりました。

三次元継手球面軸受交換等修繕整備

2014年度には、加振機と震動台を結合し、固定された加振機に対して震動台の6自由度の加振を可能とする、人間でいうところの「関節」に該当する三次元継手の球面軸受を交換する工事を実施しました。これまでの加振実験により三次元継手の球面軸受に多大な力が加わり、軸受に塗布されたテフロンに摩耗が見られました。このまま使い続けると重大事故に繋がりがかねない軸受の焼き付きを未然に防ぐための大規模工事です。この交換工事は、建設以来初めて震動台（重量：約800トン）を取り外すという大がかりな工事となりました。



加振制御システム等の更新

Eーディフェンスの頭脳でもある加振制御システムについて、経年劣化が進み、2015年度に設計・製作を行い、2016年度に更新工事を行いました。

更新工事では、震動台を目的とする地震波の通り正確に動かすためのテーブルコントローラとサーボバルブコントローラを更新しました。その結果、加振までの準備時間の短縮や加振精度向上も見られました。

活用状況について

地震減災研究の振興を図ると共に、Eーディフェンスの活用を促進するために、実施された実験データが公開されています。

2005年4月に運用が開始され、今年で13年目に入りました。昨年度末までの12年間で、84課題の実験を遂行してきています。そのうち、32件は防災科研が主体となって実験を実施しています。また、共同研究及び施設貸与による実験が、それぞれ23件、29件となっております。共用施設としての役割が図られています。

これらの実験で得られたデータは、以下のURLで公開を行っています。昨年度末までに50件の実験データが公開されています。

<https://www.edgrid.jp/>

おわりに

Eーディフェンスでは、施設の維持管理業務や更新工事等に加え、実験に関わる実大・大規模な試験体の製作・設置・加振・撤去・解体などの業務も並行して行っています。よって、作業エリアの調整、工程調整、安全管理については十分注意を払う必要があります。

これまで大きな工程遅延などなく、実験を遂行してきたことは、関係各位の協力なくしては成し遂げられないことです。改めて厚く御礼申し上げます。

Eーディフェンスの運用には、多くの時間と労力がかかりますが、Eーディフェンスで行った実験研究の成果が人類の未来の財産となると信じ、日々の業務に取り組んでいきたいと思えます。

地盤-構造物連成試験体の震動台実験 地盤と構造物の複雑な動きを検証する



地震減災実験研究部門 研究員 河又 洋介

はじめに

地下深くで発生した地震は、地盤中を伝播して、マンションやビル、港湾施設といった構造物に多大な被害をもたらします。したがって、構造物の地震時応答、耐震性、地震被害を評価・推定する際には、構造物とその周辺地盤が、お互いにどのように影響し合うのか（相互作用）を適切に把握することが重要になります。しかしながら、地盤と構造物の相互作用は、構造物や地盤の性質により様々なパターンの相互作用が起こりうる等、非常に複雑であり、E-ディフェンス実験の成果を基に、現象解明に繋がることが期待されています。

2016年度には、2つの地盤-構造物系のE-ディフェンス実験が計画・実施されました。これらの実験について、概要や今後の展開等を紹介いたします。

連成モニタリング実験

本実験は、文部科学省の「都市の脆弱性が引き起こす激甚災害の軽減化プロジェクト」の一環として実施されたものであり、共同研究機関である小堀鐸二研究所の研究チーム主体で計画されました。以下に記載する1)、2)を目的として、土槽、乾燥砂地盤、杭基礎および3層RC造上部構造物から構成される試験体(写真1)を作製、2017年2月上旬にE-ディフェンス震動台実験を実施しました。

1) RC造上部構造物や杭に設置されたモニタ

リングセンサによる計測データを基にして、地震直後の建物の健全性を評価します。

2) 2段階（ステップ1：地盤-杭-上部構造物連成試験体、ステップ2：上部構造物のみの試験体）の震動台実験を実施、2段階の実験(図1)から得られたデータを比較することにより、連成試験体における地盤-杭-上部構造の相互作用を定量評価します。

人工の模擬波を徐々に大きくしながら繰り返し試験体を震動させたところ、ステップ1では、

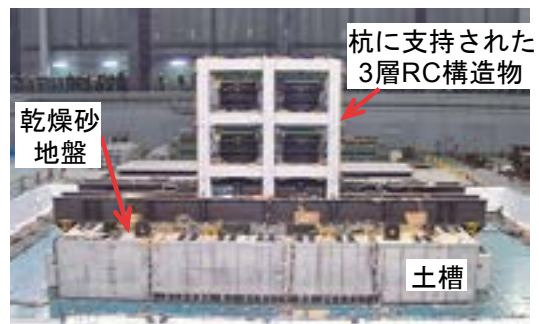


写真1 試験体外観

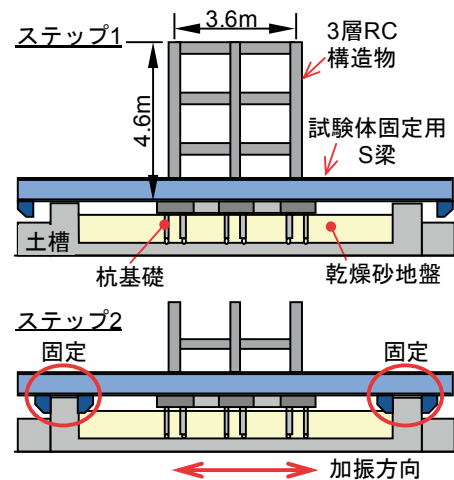


図1 試験体模式図

杭が顕著に損傷しました(写真2)が、上部構造物には、目立った損傷は見られませんでした。ステップ2では、上部構造物に多数のひび割れが発生していることが確認されました。

今現在、小堀鐸二研究所を中心に、モニタリングセンサを含んだすべての計測データの分析を実施しており、建物の健全性評価や、地盤と構造物の相互作用による影響検証を進めていく予定です。

コンビナート施設の液状化実験

本実験は、内閣府が推進する戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)「レジリエントな防災・減災機能の強化」(管理法人：JST)の一環で、共同研究機関である港湾空港技術研究所・消防研究センターの研究者主体で計画、沿岸部のコンビナート施設を対象とした液状化対策工法の効果検証を目的として、2017年2月末に実施されました。

直方体剛土槽(内寸：長さ16m、幅4m、高さ4.5m)を鋼板で仕切り、双方に栈橋式岸壁、護岸、それらを繋ぐ渡り橋などの構造物模型と地震時に液状化する砂を設置しました。仕切り板を隔てて、液状化対策をしている試験体としていない試験体を築造しました(図2)。

この試験体に1方向(土槽長手方向)の想定地震動を入力したところ、無対策試験体において、渡り橋の落下が確認されました。一方、対策試験体では、地震により護岸が海側に移動する等の影響が見られましたが、顕著な損傷はなく、実験した対策法の効果が明らかとなりました(写真3)。

港湾空港技術研究所を中心として得られた実験データの分析を進めています。研究成果を基に、コンビナート施設の液状化対策を促進していきます。

おわりに

2017年度には、「戦略的イノベーション創造プログラム」において、土木研究所主体の地盤-構造物系実験が予定されています。地盤-構造物の相互作用に関しては、未解明な点も多く残されていることから、社会に役立つ成果だけでなく、次世代研究に繋がる情報を発信していければと考えています。

謝辞：実験分科会、共同研究機関、試験体製作・解体業者他、関係各位に篤く御礼申し上げます。



写真2 加振により損傷した杭

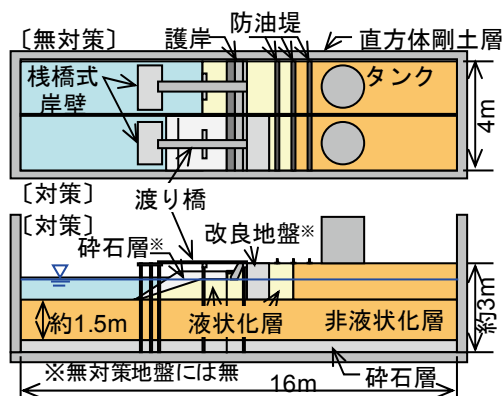


図2 試験体模式図

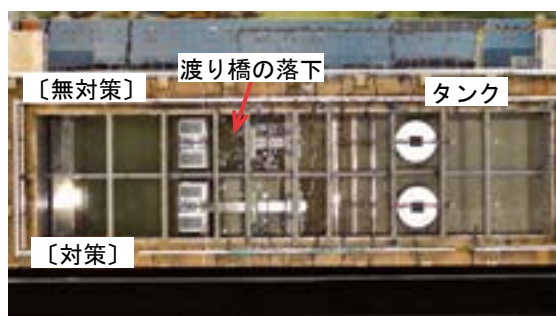


写真3 試験体の状況(実験後)

ため池堤体の耐震安全性に関する実験研究 ため池の漏水・決壊による事故を未然に防げ



地震減災実験研究部門 主幹研究員 中澤 博志

ため池の地震被害

ため池は、主に農業（灌漑）用水を確保するために水を蓄える人口池のことです。蓄えた水を必要に応じ耕作地に送ることで、農作物を安定して栽培させることができます。全国には、約20万箇所の農業用ため池があり、約7割は江戸時代以前に築造されたものです。私たちの生活空間に馴染んでいるものも少なくありませんが、中には老朽化が進み漏水が多くなるなど決壊のリスクが高いため池も多いのが現状です。先の2011年東北地方太平洋沖地震では、福島県のため池が決壊し、濁流が一気に流下し、甚大な被害が生じたことが知られています。

耐震対策の現状

耐震対策といえば、家屋をイメージされる方が多いと思います。ため池堤体（堤防）についても、決壊すると被害が広範囲に拡大することから、豪雨や地震が原因となる漏水を防ぐ事前の対策が求められています。

さて、Eーディフェンスの地元兵庫県内に目を向けると、ため池は約3.8万か所を数え、全国一の数を誇り、同時に改修対策が必要な箇所も多いのが現状です。ため池改修は、図1に示す刃金土（はがねど）という粘土によって遮水する前刃金（まえはがね）工法が一般的ですが、兵庫県内では、現場条件等により前刃金工法の採用が困難な場合に限り、図2に示す様に、遮水シートを使った遮水シート工法を採用する事例が増えつつあるのが現状です。しかし、今のところ堤体の耐震性能は十分に調べられておら

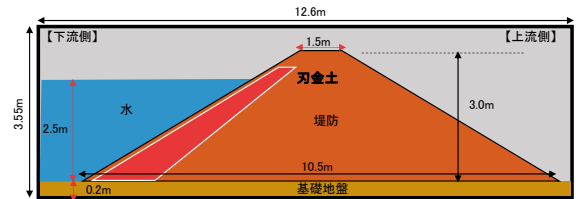


図1 前刃金工法断面図

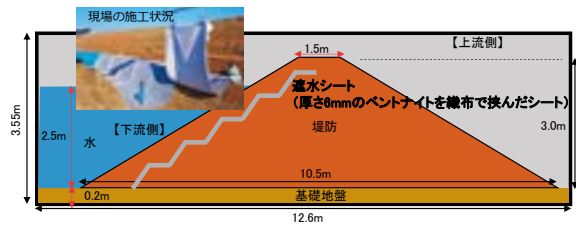


図2 遮水シート工法断面図

ず、少なくとも前刃金工法と同等の耐震性と遮水性能が確保されることが重要です。そこで、防災科研では、兵庫県・神戸大学と共同で実大実験による遮水シート工法の耐震安全性の検証を行いました。

実験の概要

今回の実験では、写真1に示す土槽という2基の鋼製容器内に、前刃金工法と遮水シート工法による堤高3mの堤体をそれぞれ造成し、上流側に貯水しました。実験断面は、図1と図2にそれぞれ示した通りです。平成28年3月17日(木)に、一定間隔と振幅の規則的な正弦波による加振を加速度150galで行い、翌3月18日(金)には加速度400galによる正弦波加振を行いました。加振時の堤体挙動のデータ取得を行うとともに、堤体の損傷度の把握のため、3Dレーザー計測やひび割れ観察を詳細に行った結果、興味深い結果を得ることができました。

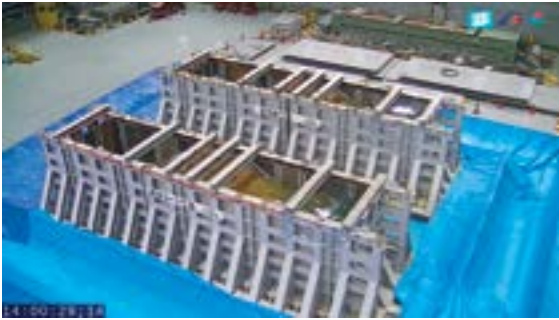


写真1 実験棟内全景

実験からわかったこと

土地改良事業設計指針「ため池整備」では、供用期間中に1～2度発生する確率のレベル1地震動、および発生確率は低いが地震動強さが最大の地震動であるレベル2地震動に対する2段階の耐震性能が示されています。今回の加振条件では、前者が150Gal、後者が400Galに相当します。

実験結果から、今回の規模のため池堤体では、土が十分に締固められていれば、レベル1地震動に対する安定性は保持されると言っても良いでしょう。また、レベル2地震動でも、遮水シート工法のベントナイトシート沿いに、土塊が滑り落ちる等の大規模破壊は生じませんでした。

この結果からも分かるように、湛水する上流側の締固めは極めて重要です。図3に堤体の加振後の変形状況を示しますが、上流側は下流側に比べ飽和度が高く、加振時に変形が生じやすいため、締固めにより堤体を強化しておく必要があるのです。

遮水シート工法の評価は？

実験後に撮影した遮水シート工法の堤体天端のひび割れ状況を写真2に示します。遮水シート工法では、天端に幅10mm程度の比較的大きな亀裂が確認されました。一方、前刃金工法では、細かい亀裂が生じたのみでした。冒頭でも述べましたが、ため池とは、「水を蓄える人

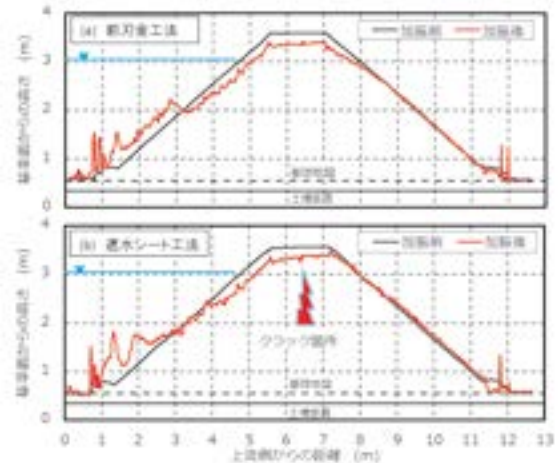


図3 加振前後の堤体変形量の比較

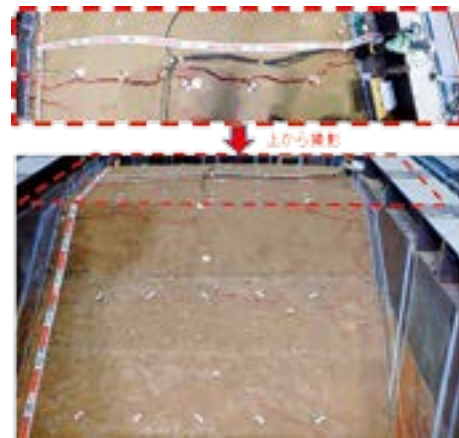


写真2 遮水シート工法による堤体のひび割れ

口池」のことです。いずれの工法も、加振時に決壊に繋がる堤体の崩壊はなく、かつ加振後に漏水もなかったことから、今回の実験条件では、堤体の基本的な機能は維持されるものと解釈できます。

今後の対応

遮水シート工法の耐震性が今回の実験で確認できました。ここで検証した事実は、既に数件の施工実績がある同工法に対し、より一定の安心材料を与えることになったのは間違いありません。また、兵庫県のみならず、同様の課題を抱えている自治体にとっても、今後のため池整備を計画的に進める一助となり得ることでしょう。なお、遮水シート工法について、更なる検証実験を計画しております。是非ご注目ください。

基準等の整備に関わる研究への協力 国土交通省との共同研究事例の紹介

地震減災実験研究部門 主任研究員 中村 いずみ
副部門長 井上 貴仁



はじめに

Eーディフェンスは、防災科研が独自に行う研究のみならず自治体や民間企業等との共同研究、施設貸与による実験でも活用されています。特に、他省庁との共同研究は、さまざまな構造物の耐震基準の高度化や設計手法の整備を目的としていることが多く、比較的短い期間で実験の成果が社会に還元されるという特徴があり、継続的に実施しています。

本稿では、国土交通省（以下、国交省）との共同研究事例の一つとして、CLTを用いた木造建築基準の高度化推進事業（国交省住宅市場整備推進等事業）で実施した実験について紹介します。

CLTパネルを用いた建築物の性能検証実験

CLT（Cross Laminated Timber、クロス・ラミネイティド・ティンバー）は、挽き板（ラミナ）を層ごとに直交するよう積層し、接着してパネ

ル化した木質材料です。日本にはCLTを用いた中高層建物を建てるための基準がなかったため、新たに構造設計法を構築する必要がありました。そこで、平成26年度、平成27年度に、新たな木造建築物の構造設計法構築を目的とし、CLTパネルを用いた建築物の構造性能検証震動台実験（以下、CLT建物実験）がEーディフェンスで実施されました。

平成26年度の実験では、建物を建てる際に比較的高度な計算を行って設計をする場合の検証を中心に検討を行いました。平成27年度の実験では、一般的な計算で建物を設計した場合に、高度な計算を行った場合と同等の耐震安全性を確保するための仕様規定のあり方と妥当性の検討を主目的としました。写真1に実験状況を示します。CLT建物実験では、2ヶ年にわたり計5体の試験体に対して震動台実験を行いました。



(a) 平成26年度実験
(試験体：A棟)



(b) 平成27年度実験
(試験体：D棟・E棟)

写真1 Eーディフェンスにおける実験状況



写真2 開口入隅部の破壊
(試験体：B棟)

実験では、建築基準法で規定される地震動の入力レベルにおける加振を行い、試験体の性能確認を行いました。その後、試験体に損傷が生じるまでの加振を行い、それぞれの試験体の終局強度までの耐震性能を調査しました。写真2に試験体の損傷状況の例を示します。2ヶ年の実験を通じ、CLTを用いた建築物の地震等に対する安全性検証に必要な技術的知見の収集を行いました。

これらの実験結果は、国土交通省より告示された「CLTを用いた建築物の一般設計法」(平成28年4月1日公布・施行)の根拠の一つとなっています。

大型耐震実験施設との連携

CLT建物実験では、Eーディフェンスにおける実験とともに、防災科研がつくば本所に所有する大型耐震実験施設(以下、大型耐震)における加振試験も実施しました(写真3)。大型耐震では、Eーディフェンス実験実施前の事前検討実験を行い、その知見をEーディフェンス実験用の試験体に反映しました。また、Eーディフェンス実験で確認された現象を検証するため、Eーディフェンスで使用した実大試験体の耐力壁部分を取り出した要素実験を実施しました。要素実験では、CLTで製作された耐力壁単

体に対し振動実験(動的載荷)と静的載荷を行い、耐力壁の挙動に対する動的効果を検証しました。このように実験施設を連携させ、それぞれの施設がもつ特長を活かした実験を実施することで、信頼性の高い実験データを効果的に蓄積できました。

おわりに

本稿で紹介したCLTを用いた木造建築物の実験のほか、Eーディフェンスでは、長周期地震動に対する各種構造物の安全性検証に関する実験(建築基準法整備促進事業、平成23年度～平成25年度)(写真4)などを実施してきました。

平成29年度からは、国交省国土技術政策総合技術研究所と新しい木質材料を活用した混構造建築物についての共同研究を5ヶ年の計画で実施する予定です。こちらの研究でも、Eーディフェンスや大型耐震実験施設を用いた検証試験を行い、新たな構造物を建設できるようなガイドライン整備に協力する予定としています。

今後も国交省をはじめとした他省庁との共同研究により各種構造物の基準等の整備に貢献し、Eーディフェンス実験結果の社会への還元に努めたいと思います。



写真3 大型耐震で実施した要素実験の実験装置外観



(a) 20層縮尺RC実験



(b) 免震部材実験

写真4 長周期地震動に対する限界性能検証実験(平成23年度実施)

Eーディフェンスでの次世代RC造建物実験 10層建物の基礎すべり構造実験



地震減災実験研究部門 主任研究員 佐藤 栄児

はじめに

防災科研では、10階建て鉄筋コンクリート造建物による実験を2015年11月から12月にかけて実施しました。この実験は、大地震後においても建物の継続使用を可能とするための技術的知見の取得を目的としています。震災後における建物の継続使用のための1つの方法として、基礎すべり構法を検証し、各種データを取得しました。また比較のため、従来の基礎固定条件の実験も加えて実施し、基礎すべり構法との応答性状の比較や各部材の損傷過程の把握および損傷や応答の評価方法の検討も試みました。

試験体概要

本実験では、図1に示す10階建て鉄筋コンクリート造建物試験体を用いて振動台実験を行いました。試験体の平面寸法は、基準階で長辺方向13.5m、短辺方向9.5mであり、スパンは長辺方向では4.0m×3スパン、短辺方向では3.1m、1.8m、3.1mの3スパンです。階高は1階が2.80m、2階～4階が2.60m、5階～7階が2.55m、8階～10階が2.50mで、震動台床面からの試験体の最高部までの高さは27.45mとなり、これまでのEーディフェンスで実施した試験体としては最大の高さとなり、世界で最も高い振動実験用の試験体となります。長辺方向は柱と梁で構成される純フレーム構造、短辺方向は1階～7階に連層耐震壁を持つフレーム構造です。

まず、試験体基礎梁の底面の柱位置16箇所には鋳鉄製の板（鋳鉄支承、図2）を組み込み、震動台に固定した基礎コンクリートの上に試験体をこの鋳鉄支承を介して載せただけとした基礎すべり構法で振動台実験を実施した。この基礎すべり構法は、ある程度の地震が起きると、上部建物が基礎コンクリート上を滑り、地震力が上部建物に加わらないため、被害を大幅に軽減することが期待できます。

次に比較のため、試験体基礎梁を震動台に固定した基礎固定状態での振動台実験も実施しました。



図1 10階建て鉄筋コンクリート造建物試験体



図2 鑄鉄支承

実験結果

基礎すべり構法と基礎固定構法時の実験結果として、各層の層間変形角を図3に示します。基礎すべり構法実験でのJMA神戸波（兵庫県南部地震 神戸海洋気象台観測波）100%加振による最大層間変形角はフレーム方向で0.0060rad (1/170)、壁方向で0.0030rad (1/330)となり、加振後の固有周期はフレーム方向で0.87秒、壁方向は0.69秒となりました。躯体の損傷は、主に2階から5階の梁端部やスラブ、柱中間部等に幅0.05mm以下のヘアクラックが生じた程度で、基礎すべりによる大きな損傷低減効果が確認されました。

一方、基礎固定状態でのJMA神戸波100%加振による最大層間変形角はフレーム方向で0.0305rad (1/33)、壁方向では0.0150rad (1/67)、加振後の固有周期はフレーム方向で2.43秒、壁方向は1.13秒と、それぞれ初期固有周期0.57秒に比べて大きく伸びています。加振後の躯体の損傷についても、柱梁接合部の破壊（図4）が進行してかぶりコンクリートの剥落が生じ、壁方向では連層壁脚部の圧縮側コンクリートに圧壊が生じました。耐震構造実験では、現行の耐震基準（2015版RC基準）で安全と判断される柱梁接合部でも極大地震では大きな損傷が発生することが確認されました。

今後

今回の実験で、基礎すべり構法の有効性は確認されました。しかし、基礎が滑ると同時に浮き上がりの発生と基礎の回転による捻じれとそれによる周辺構造物への早期衝突などの問題点も明らかになりました。これらの解決のため、今後最適な設計法の検討が必要になってきます。

また、基礎固定構法では、極大地震時の接合部等の大きな損傷を抑制する方法の検討が必要であり、更に損傷を受けた構造物の補修性なども検討も必要であると考えています。

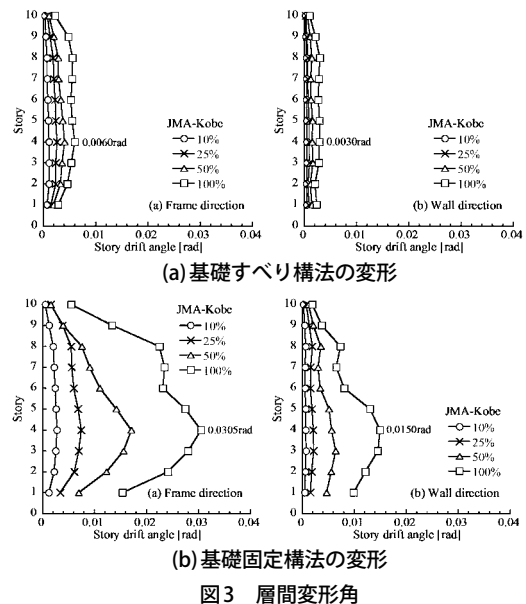


図3 層間変形角



図4 耐震実験時の構造物損傷（柱梁接合部）

体育館などに敷設される吊り天井の地震による脱落メカニズムの研究

兵庫耐震工学研究センター センター長 梶原 浩一



はじめに

2016年4月の熊本地震では、体育館等を避難場所として利用する際に、それら施設の構造部材や天井等の非構造部材の損壊・落下が大きな問題となりました。Eーディフェンスでは、東日本大震災を含むこれまでの多数の地震による体育館等の天井落下について、そのメカニズム解明や被害軽減に向けた対策のための研究を計画し、「学校施設における大空間建築物の実験研究プロジェクト」を企画・推進しました。

大地震発生の際に避難拠点となる体育館等大空間を持つ建築物は、災害発生後も使用でき、波状的に発生する地震にも耐える施設であることが求められています。しかし、東日本大震災では、本震に加えて最大震度6弱以上の地震が多数回発生し、学校体育館等では、柱脚の損傷やブレース材（斜材）が折れ曲がる等の構造部材の被害に加え、天井材等の非構造部材や照明等の設備機器の落下被害が生じています。特に天井等の非構造部材の損傷・落下は、人命第一の観点から、あってはならない事象であり、速やかに対策されるべき課題です。

研究の概要

研究では、学校体育館をモデル化した試験体に東日本大震災で観測された地震動を入力し、試験体の構造部材と天井等非構造部材の動的な応答特性と、その過程での天井の脱落メカニズムの解明を目指しました。実験工程では、平成26年1月に、地震への対策のない天井（未対策天井）を模擬した脱落再現実験を、2月には、同年4月に国が施行した、脱落防止対策が施された吊り天井（耐震天井）の耐震余裕度を調べる実験を実施しました。

実験で分かったこと

未対策天井が脱落に至る様子を、天井裏からカメラで捕えました。そして、膨大な量の実験映像を幾度も観察し、天井がどのように壊れ脱落に至ったのかについてデータの分析を行いました。これにより明らかになったメカニズムは、次のようになります。（図1参照）

1. 地震の揺れを受けることにより天井は頂部で浮き上がるような力が作用し、これによ

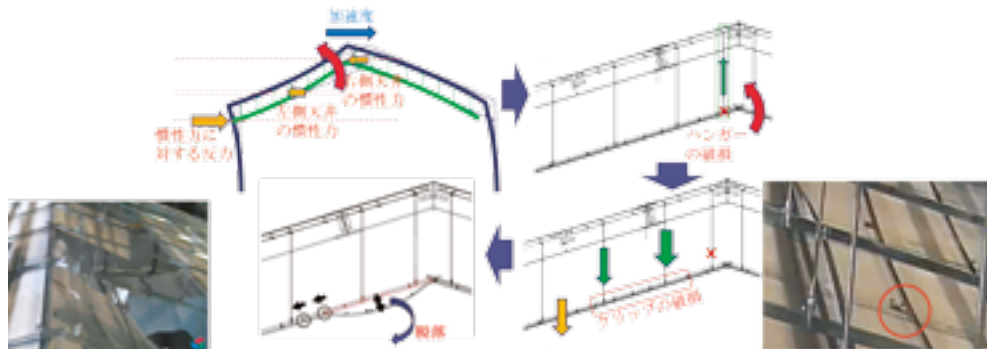


図1 未対策天井の落下メカニズム

り天井を吊り上げるハンガーと称する金具が損傷し外れる

2. 金具が外れたことにより、それが支えていた重量を隣の金具が負担せざるを得なくなり、その結果、天井面を支えるクリップと称する金具が破損する
3. 天井面を支えるクリップが破損した結果天井面が大きいたわむ。たわんだ状態の天井はさらなる揺れにより大きく振動し、次々と破壊が進行、最終的に脱落に至る

今回の実験は、勾配を持つ天井を対象としており、勾配天井に地震力が作用することにより、頂部が持ち上がる現象を初めて明らかにしました。



図2 屋内運動場等の天井等落下防止対策事例集
(文部科学省Webサイトより入手可能)

協調による成果

実験の計画と試験体の設計と製作には1年以上の期間を要します。国土交通省では、平成25年7月に建築基準法施行令を改正（平成26年4月施行）し、天井脱落防止対策を義務づけることとしました。また、文部科学省では、「学校施設における非構造部材の耐震対策の推進に関する調査研究」において、「学校施設における天井等落下防止対策のための手引き」を作成し、これを活用して全国の学校体育館等の天井等の総点検と対策を推進しました。文部科学省地震防災・研究課の指導と上記の両機関ご担当との意見・情報交換、協調を背景に実験は実施され

ました。

実験後、得られたデータの詳細な分析を進め、「大規模空間吊り天井の脱落被害メカニズム解明のためのEーディフェンス加振実験 報告書」をまとめるとともに、その成果を広く一般に報告する成果発表会を平成27年2月24日に開催致しました。最終的にはプレス8社を含む124名の方々に参加いただき、大盛況の内に終わりました。



写真1 成果発表会での経緯説明

センシングの課題

センシングは実建物の評価で重要です。学校体育館等、広い空間を持つ建物では、通常の建物とは異なる性状を示すことが知られており、天井に主眼を置いた今回の実験においても、体育館自体の応答も含めセンシングし、地震後の状況を詳細に評価することができました。建物等の評価とともにセンシングについても今後さらに検討を進めていきたいと考えます。

最後に

実験研究分科会と実験検討WGの委員方々よりは、実験の具現化に向けて貴重なご指導いただきました。参画いただいた天井メーカー関係者よりは、多数のご尽力とご協力をいただきました。ここに厚く御礼を申し上げます。引き続き皆様のご指導・ご協力をお願い申し上げます。

数値震動台開発と映像の利活用について シミュレーションの主要な成果と10層RC実験のVR映像取得



地震減災実験研究部門 主任研究員 山下 拓三

はじめに

Eーディフェンス震動台を活用して、実大／大規模試験体を実際の地震動で揺らすことにより、建築、土木構造物や地盤などの地震被害を再現し、安全性の検証や限界性能の把握ができます。しかし、実験できるケースは限られており、また、超高層建物など大規模構造物を実大スケールで全体を揺らすことはできません。様々な条件での検証や、大規模構造物については、コンピュータシミュレーションを用いた検証が重要になります。そこで、防災科研では、構造物の地震被害を再現するためのシミュレーター（数値震動台）の開発を進めています。

また、Eーディフェンス実験で取得された数値データ、映像や実験情報（加振条件、計測条件、試験体図面）をEーディフェンス実験データアーカイブ（ASEBI）で公開しています。我々は、実験データのより一層の利活用を目指し、近年発展めざましい仮想現実（VR）技術を用いた映像利活用の取り組みを進めています。

ここでは、数値震動台の開発とEーディフェンス実験の映像利活用の取り組みについて紹介します。

数値震動台の概要

数値震動台では、構造物の損傷破壊過程を再現するための解析技術開発が重要な研究課題となります。加えて、地震被害のあらゆる状況をシミュレートするためには、構造物だけでなく

室内被害を再現する解析技術開発も必要となります。更に、シミュレーションを耐震性評価等に活用するために、利便性の高いプリポスト処理システムの構築が求められます。我々は、建築物、土木構造物、地盤などのEーディフェンス実験の再現解析を通して、各種構造物および非構造部材のモデル化手法を構築し、数値震動台の開発を進めています。以下に、構造物シミュレーションと室内被害シミュレーションの主要な成果について紹介します。

構造物シミュレーション

局所的な損傷・破壊挙動と構造物の全体挙動を同時にシミュレートするため、図1、図2に示すような、3次元詳細解析モデルを用います。本開発において、解析精度を向上させるには材料構成則の開発が重要となります。

鋼材構成則として、降伏棚やバウシंगाー効果を考慮できる「semi-implicit型ルールを用いた区分線形複合硬化モデル」を開発しまし

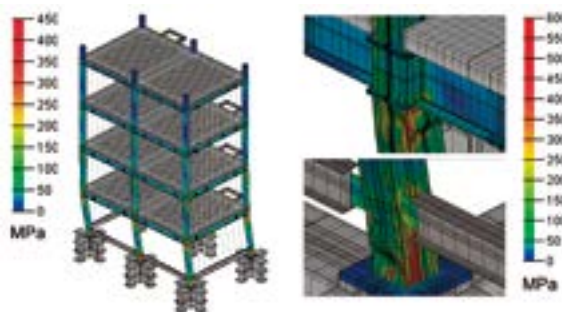


図1 4層鋼構造骨組の再現解析

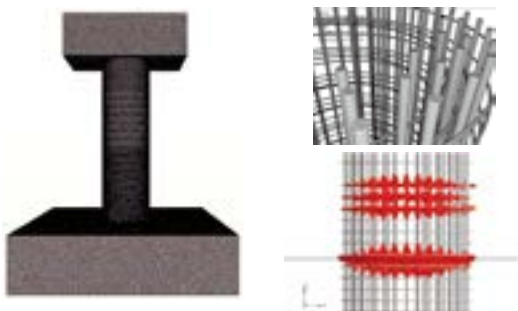


図2 C1-1橋脚の再現解析

た。この材料構成則を用いて、4層鋼構造実大崩壊実験の再現解析を実施し、1層の層崩壊の引き金となった柱の局部座屈の再現に成功しました(図1)。コンクリート構成則として、前川構成則を大規模問題に適用できるように再定式化して実装し、亀裂進展を再現するためPDS-FEMという手法を開発しました。これらを用いて、C1-1橋脚実験の再現解析を実施し、実験結果を良好な精度で再現することに成功しました(図2)。

室内被害シミュレーション

室内の天井やドアなどの非構造部材や設備機器、什器などの変形、脱落、転倒挙動を再現できるシミュレーション技術を開発しています。本シミュレーションでは材料の弾塑性挙動や部材の破断を含む非線形性の強い解析でも安定して行えるASI-Gauss法によるはり要素モデルを用いています。これまでの室内被害シミュレーションの成果として、家具の転倒挙動解析(図3)や、大空間建物実験の天井落下解析(図4)を実施しています。

映像利活用の取り組み

地震による室内被害のVR体験システムの構築を目指し、10層RC建物のEーディフェンス震動台実験においてVR映像の生成を行いました。ここでは、映像の取得方法として、6台の



図3 家具の転倒挙動解析

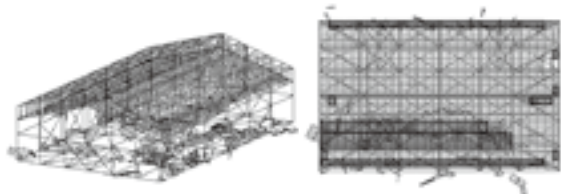


図4 大空間建物実験の天井落下解析

カメラを用いて高解像な全方位映像を取得する方法と、空間センサーを用いて3次元点群を取得する方法の2種類の方法を試みました。

全方位映像を図5に示します。全方位映像はヘッドマウントディスプレイ(HMD)を装着して表示することで、没入感、臨場感のある室内の仮想被害体験を提供することができます。本映像コンテンツについては、H28年度は3つの防災イベントに出展し、合計540名の方に地震体験を提供できました。3次元点群については、図6に示すように映像のクオリティはまだ十分とは言えませんが、任意の位置からの可視化、数値シミュレーションとの融合が可能であり、今後の展開が期待できます。

まとめ

Eーディフェンス実験の成果を最大化すべく、今後とも、耐震性評価や室内安全性評価に向けたシミュレーション技術の高度化、並びに、防災教育のためのリアリティの高い映像コンテンツ生成に関する研究開発を推進して参ります。



図5 全方位映像



図6 3次元点群の可視化

地震災害に対する強靱性向上への貢献

安全・安心を確立する防災・減災知識の創出と普及を目指して



地震減災実験研究部門 主任研究員 田端 憲太郎

地震が引き起こす現象を見える形にする Eーディフェンス

Eーディフェンスは、構造物など実大規模のモデル（試験体）を震動台に載せて、地震の揺れを三次元で与え、揺れによって生じる挙動を観測する震動実験を行うことができる世界最大規模の共用実験施設です。震動実験により、想定する地震の揺れが引き起こす被害などの現象を、私たちが見える形に具現化することができます。

防災科研は、地震災害に対する我が国の強靱性の向上に貢献するため、Eーディフェンスを活用した「社会基盤の強靱性の向上を目指した研究開発」プロジェクト（研究統括：梶原浩一・地震減災実験研究部門長）を推進しています。このプロジェクトにおける様々な取組の意義と成果を社会へ提供する過程を、図に示します。

地震時挙動の具現化とデータ化

プロジェクトでは、Eーディフェンスにおいて震動実験を行うことにより、構造物や非構造部材、地盤など、研究開発課題が対象とするモデルの挙動を具現化し、地震時に起こり得る現象を私たちが認知できる形で提供します。震動実験では、意図どおりの地震の揺れをモデルへ忠実に与えることが肝要です。この要件を充たしつつ、Eーディフェンスでの震動実験による信頼性の高い地震時現象の提供に繋げるため、施設や設備、装置の保守、点検、整備とともに、改善、改良、性能向上による機能高度化に取り

組んでいます。日常点検や定期点検、加振の長時間・長周期化、加振制御システムの更新が、取組の一例です。これらの取組により、Eーディフェンスは安全・確実に利用できる環境のもと、運用を継続しています。

次に、震動実験により具現化する挙動の解析に必要なデータを取得するため、多様な機器を用いてモデルの挙動を観測します。観測した挙動を、変位、加速度、荷重などの数値や映像・音声にデータ化します。取得したデータは研究開発の行方を左右することから、機器の高性能化、多点化、無線化や三次元点群データ化を含むセンシング技術の高度化に関する取組は、これまでにない成果を得るためのデータの価値向上において重要です。また、この取組により大量のデータが取得可能になることから、人工知能を活用したビッグデータ処理技術の導入なども視野に入れています。

挙動の情報化と災害を防止・軽減するための知識化

地震により生じる災害を防ぎ、発災時においても災害規模を軽減するためには、私たちの社会を形作る生活空間が地震の揺れに対して健全なのか、構造物などが損傷を受け崩壊や使用不能に至るのかなど、想定する地震時に生じる事実を予め把握する必要があります。そこで、地震時挙動を具現化する震動実験から取得したデータを解析することにより、構造物や室内などが被害に至る現象を顕在化して耐震性を評価する課題に取り組んでいます。また、震動実験

を数値解析で再現するシミュレーション技術(E-Simulator)の耐震性評価への活用も行っています。これらの取組では、地震によって被害に至るメカニズムなどの事実を解明するとともに、地震に対する健全性や損傷度合などの耐震性を評価した情報を提供します。

震動実験から得た情報に基づき、構造物の高耐震化や応答制御、機能維持システムなどの地震減災技術の高度化に関する課題に取り組むことにより、地震後も社会活動を確実に継続するための対策技術など災害への対応手法の研究開発を行っています。また、震動実験から得た情報を研究者・技術者による活用に限ることなく、私たち自身が実行する防災・減災行動の質の向上にも貢献するため、震動実験の映像・音声を素材として、地震災害を身近に体験できる被害様相のバーチャルリアリティや、シミュレーション結果と実験映像との複合現実化など、防災教育や意識啓発に資する課題にも取り組み、災害を防止・軽減するための防災・減災知識の社会全体への普及に繋がります。

防災・減災知識の実践による安全・安心な社会の実現に向けて

運用開始から12年を経た現在においても、

E-ディフェンスは想定する地震によって生じる被害などの現象を具現化できる唯一的な共用実験施設です。E-ディフェンスを活用した地震時現象の具現化とデータ化に関する取組は、防災科研が目標とする防災科学技術研究のイノベーションの中核的機関の形成の一環として、我が国の地震減災に関する課題の解決に必要な性能を有する基盤機能確立の礎になるとともに、E-ディフェンスをはじめとする様々な実験施設の標準的な運用手法の構築にも繋がります。また、被害に至る事実の情報化と災害への対応手法の知識化に関する研究開発の取組により、広く社会に適用する防災・減災知識を創出します。このプロジェクトでの研究開発の過程を、地震減災の研究開発の標準的手法として構築することも、防災科研が担う中核的機関としての役割と考えます。

地震災害に強靱な社会の安全・安心を確立するためには、私たちひとりひとりが防災・減災知識を理解し、行動することが必要です。防災科研は、防災・減災行動の質の向上に役立つため、ICTをはじめとするヒトとモノを繋ぐ新たな技術の活用により、研究開発成果である防災・減災知識の社会への普及に努め、地震災害に対する我が国の強靱性向上に貢献していきます。

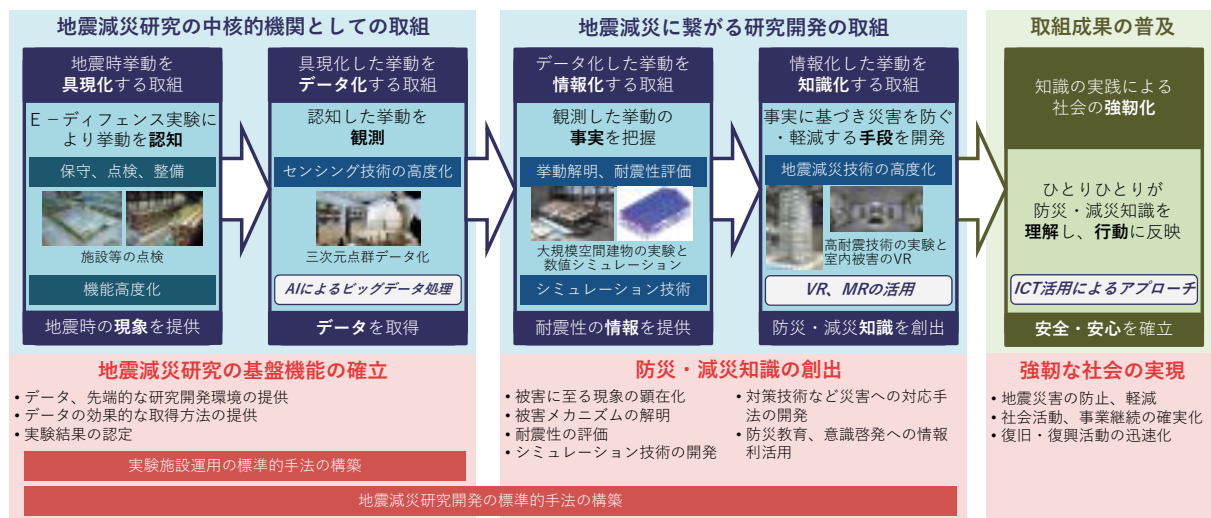


図 プロジェクトで実施する各取組の意義と位置付け

まとめ

Eーディフェンスの活動について

兵庫耐震工学研究センター センター長 梶原 浩一



はじめに

2005年1月15日に竣工した防災科学技術研究所の実大三次元震動破壊実験施設(以下、Eーディフェンス)は、運用を開始してからこれまでに、建築、土木、地盤、設備・配管等に関連した84課題の実大・大規模実験を実施し、大量のデータ取得・蓄積と公開を行ってきました。このEーディフェンスのユニークさは、長さ20m、幅15m、高さ5.5mの鋼製箱型の震動台(重量775tonf)に搭載された、最大重量1,200tonfまでの実規模試験体に、破壊を生じさせる加振ができることです。加えて、その際に、精緻なセンシングを900チャンネル以上で同時に実施できることにもあります。加振の能力では、兵庫県南部地震での記録地震動(JR鷹取波)の1.3倍、東日本大震災で観測された長時間の地震波の再現を可能としています。

この施設を用いた実験から、地震防災に役立つ成果を得ることを目指していることは言うまでもありませんが、震動台の大きさが目的に繋がるものでないことを、自戒を持ってここに記述いたします。

これから

Eーディフェンスで行うことをまとめると以下となります。

- 1) 実験による構造物・減災技術の評価
- 2) 実験によるセンシング技術・装置の評価

と実測に向けた検討

- 3) 実験によるデータ蓄積・活用・提供(実構造物計測へも挑戦)

データについては、情報、知識への昇華が必要であり、シミュレーション技術との連動は不可欠です。シミュレーションは実験と両輪を成すものと考えています。

次にこれら実験の対象についてです。実際の建物に着目した場合、地震に耐える「質」という表現をすると、質の高い建物から質の低い建物までが全国に存在します。首都圏と地方では、その質における建物数の割合も異なります。例えば、以下を例とすると、

- ① 地震に対して質の高い建物・住宅
- ② 質がそれほど高くない、あるいは低い建物・住宅

首都圏の①に含まれるオフィス群は、我が国の経済活動を支える生産性を維持しなくてはなりません。これらの多くは、建築会社・設計事務所等による維持管理が行われ、センシングが施されているものも多数あります。問題は、②の震災時の対応です。巨大な地震が到来した場合、それらの建物利用に係る可否判断と罹災証明発行に要する時間・労力は膨大となります。経済活動の継続にも影響します。力を入れるべきは、②を含み、都市全体の防災力を向上させるための、1)、2)、3)の推進と考えます。少

し細かい意見を加えるならば、2)に関わるセンシング技術・装置の普及は喫緊の課題です。装置仕様は、設置しやすさ、低コスト、わかりやすい状況表示、スタンドアロンをコンセプトとして、普及の規模と時間を優先させるべきと考えます。また、Ai、IoT、Bigデータへの展開を見据えていくべきとも考えます。建物について述べましたが、センシング装置には、建物、土木構造物、地盤、機器・配管、非構造部材等、それぞれに応じた仕様が必要でしょう。

中長期計画で

防災科研の7年間となる第4期中長期計画が、林春男理事長のリーダーシップの下に平成28年度から始動し1年が経過しました。この中長期計画の前文には「防災科研は、防災科学技術に関する基礎研究及び基盤的研究開発等の業務を総合的に行うことにより、防災科学技術の水準向上を図ることを目的としている。防災科学技術とは、自然現象により生じる災害を未然に防止し、これらの災害が発生した場合における被害の拡大を防ぎ、及びこれらの災害を復旧することに関する科学技術であり、防災力を構成する「予測力・予防力」「対応力」「回復力」の全てを対象として災害から被害の発生を防ぐための科学技術とも言えるものである」が謳われています。

兵庫耐震工学研究センターを拠点とする、地震減災実験研究部門の研究員とEーディフェンスの運用と維持管理を担当する職員は、一致団結し、この計画を推進する責務があります。特に、この中の「予防力」を主たる対象とした科学技術の水準を高めるため、その業務として以下の2本柱を推進します。

Eーディフェンスの運用促進と維持管理：効

果的・効率的な運用を行うと共に、その安全・確実な運用のため、施設・設備・装置等の保守、点検及び整備を着実に実施します。また、共同研究や外部研究機関等への施設貸与によるEーディフェンスの活用を促進するとともに、実験データを外部研究機関等へ提供します。さらに、関連する施設・設備・装置等の改善、改良及び性能向上など、地震減災研究に関する研究基盤機能の高度化に取り組みます。

Eーディフェンス等研究基盤を活用した地震減災研究：研究基盤を活用して、地震被害の再現や構造物等の耐震性・対策技術を実証及び評価する実験を実施することにより、地震減災技術の高度化と社会基盤の強靱化に資する研究及びシミュレーション技術を活用した耐震性評価に関する研究を行います。

更に中長期計画では、研究開発法人として防災科学技術の「研究開発成果の最大化」に向けて、関係府省や大学・研究機関、民間企業等の多様な組織と人材がそれぞれの枠を超えて、防災科学技術の新しいイノベーションの創出に向けて連携できる防災科学技術の中核的機関としての機能を強化することも謳っています。

おわりに

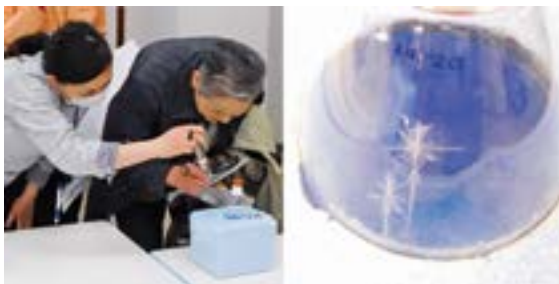
推進では、予算、期間と人的資源の状況により、その全てが実施出来る訳ではありませんが、工学に軸足を置く当方の部門・施設では、専門の蛸壺に填らないように、他部門との連携と協調も意識し、社会還元の視点を持って進めていきます。また、個々の職員のモチベーションを維持・活性化するための支援・対応も重要と考えています。関係各位には、引き続きのご高配とご尽力をお願い申し上げる次第です。

科学技術週間（雪氷防災研究センター）一般公開

雪氷防災研究センター（長岡）では、4月21日（金）午後から22日（土）にわたって一般公開を開催しました。240名の方が見学に来られましたが、学校の授業参観と重なったこともあり、子供の数はあまり多くありませんでした。

−5℃と−20℃の低温室などを活用して、雪と氷に関する様々な実験や観察を体験してもらうコーナーでは、ダイヤモンドダスト・過冷却

水・凍るシャボン玉などが好評でした。とくに今回は見学者全員にセンターの名前入りの軍手を配布し、低温室見学時に重宝していただきました。そのほか、雪崩などの雪氷災害に関する模擬実験やパネル展示なども行い、雪氷現象の面白さだけでなく危険性も伝わるように工夫しながら説明を行いました。



見学者による人工雪の作成実験



巨大霜柱の展示

「JpGU-AGU Joint Meeting 2017」

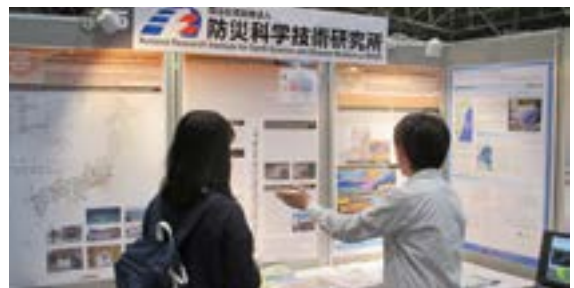
2017年5月20日～25日にかけて幕張メッセにおいて「JpGU-AGU Joint Meeting 2017」が開催されました。今年度は日本地球惑星科学連合大会と米国地球物理学連合大会の初めての共同主催となりました。

ブース展示では防災科研が取り組む研究活動を紹介し、特に全国に広がる地震津波火山観測網や地震津波予測技術の戦略的高度化プロジェクト、海底地震津波観測網で得られた成果などを紹介しました。

また、前回も好評だったスタンプラリーに参加し、多くの方にブースに足を運んでいただき

ました。

学生や海外からの参加者も来場され、多くの方に防災科研の取り組みを紹介することができました。



行事開催報告

「第21回自治体総合フェア2017 地域社会に活力を与えるイノベーション」

5月24～26日に東京ビッグサイトにおいて、第21回自治体総合フェア2017が開催されました。防災科研は、プレゼンテーションセミナーでの講演と展示会へのブース出展を行いました。

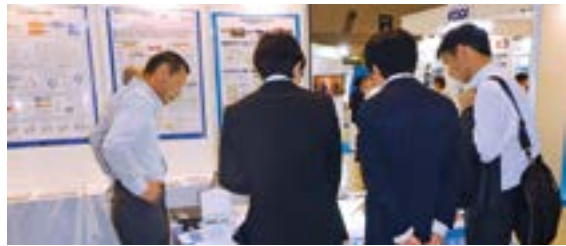
プレゼンテーションセミナーでは、「大規模災害時における情報共有・利活用の課題と展望～SIP4D～」と題し臼田裕一郎総合防災情報センター長が、熊本地震の際の府省庁連携防災情報共有システム(SIP4D)を用いた支援と今後の展望についての講演を行いました。

また、ブース展示では、自治体の防災担当者、



地域防災リーダーに防災対策手法・実践事例を提供する「地域防災Web」やプレゼンテーションセミナーで紹介された戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)「レジリエントな防災・減災機能の強化」の研究成果を紹介しました。

いずれも参加者から多くの関心を集めていました。



行事開催報告

第4回「震災対策技術展」大阪

6月1・2日開催の第4回「震災対策技術展」大阪にて、E-ディフェンスの実験施設と研究成果の紹介と、地震被害の仮想現実(VR)体験システムのデモンストレーションを行いました。

開催期間中、前回を上回る1万2千人の方がご来場されました。初日には林理事長による「平成28年熊本地震における生活再建支援業務の教訓」と題し講演が行われ、多数の方が聴講されました。

展示ブースでは、E-ディフェンスの施設説明の他にデモンストレーションを行い、E-ディフェンス実験から取得した建物室内の地震被害映像などをご体験いただきました。今後、体験後にご記載のアンケートの結果を取り入れ、地震防災教育や耐震診断・対策への意識啓発などへ効果的に活用できるシステムの研究開発に取り組んでいきたいと思っております。



写真1 開会式

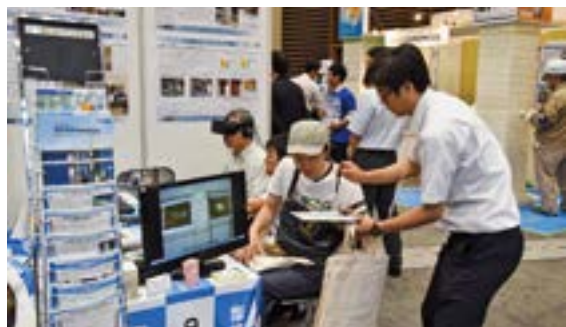


写真2 展示ブースの様子

受賞報告

平成29年度 科学技術分野の文部科学大臣表彰 科学技術賞(開発部門)受賞

白田裕一郎総合防災情報センター長(社会防災システム研究部門副部門長兼務)、田口仁客員研究員(内閣府政策統括官(防災担当)付参事官(地方・訓練担当)付参事官補佐)、李泰榮主任研究員が「災害対応支援のための情報共有及び利活用基盤の開発」により、平成29年度科学技術分野の文部科学大臣表彰を受けました。

本表彰では、情報共有・利活用基盤である「eコミュニティ・プラットフォーム」の開発と活用成果が高く評価されました。約10年前に、地域コミュニティでの事前防災を支援する仕組として研究開発を始めた「eコミ」は、東日本大震災における災害対応支援の経験を経て、自治

体の災害対応を支援する「官民協働危機管理クラウドシステム」、国の災害対応を支援する「府省庁連携防災情報共有システム(SIP4D)」、災害時の情報集約・提供サイト「防災科研クライシスレスポンスサイト(NIED-CRS)」等の研究開発へと発展し、今に至っています。

白田裕一郎総合防災情報センター長らは、「これらの研究開発と一緒に取り組んでくださった、防災対策や災害対応を行う現場の方々、研究者の方々、防災科研職員の方々に感謝申し上げますとともに、今後も「現場との協働」を常に大事に、さらなる研究開発を推進してまいります」と語っています。



白田裕一郎総合防災情報センター長(中央)、田口仁客員研究員(左)、李泰榮主任研究員(右)

受賞報告

2016年度日本地震学会若手学術奨励賞を受賞

地震津波防災研究部門の武村俊介特別研究員が、2016年度日本地震学会若手学術奨励賞を受賞しました。この賞は、すぐれた研究により地震学の分野で特に顕著な業績をあげた35歳以下の会員に贈られます。

武村俊介特別研究員は、「防災科学技術研究所が管理する基盤的地震観測網のデータから地震波伝播の特徴を抽出し、地震動シミュレーションにより、その特徴を再現する不均質構造モデルを模索するという研究スタイルでこれまで研究を続けてきました。観測網の運用に携わってこられた皆様、地震動シミュレーション

の分野を切り開いて来られた皆様にも深く感謝申し上げます」と語っています。



公益社団法人日本地震学会会長 山岡耕春先生(左)
武村俊介特別研究員(右)

受賞報告

兵庫耐震工学研究センターが日本地震工学会功績賞他を受賞

兵庫耐震工学研究センターが、「世界最大の3次元振動台の整備と運用による地震工学および地震防災の進歩と発展に対する貢献」で、平成28年度日本地震工学会功績賞を受賞しました。

また、梶原浩一センター長が、平成29年度兵庫県功労者表彰(防災部門)を受けました。これは、兵庫県政の伸展、公共の福祉増進に功労のあった者、その他広く県民の模範となった者のうち、特に功績顕著な者を表彰するものです。

梶原センター長は、「Eーディフェンスの運用を開始してから13年目を迎えました。これまで多くの方々のご尽力とご支援により実験研究を継続できました。関係各位へ心より感謝を申し上げます。この度の表彰は、これまでの研究活動に加え、皆様のご支援による成果が認

められたものとして大変嬉しく思っています。引き続きEーディフェンスの整備と運用に細心の注意を配し、国民に貢献する実験・研究を進めてまいります」と語っています。



日本地震工学会 目黒公郎会長(左)、梶原浩一センター長(右)

受賞報告

日本火山学会学生論文賞、2017年度日本火山学会論文賞を受賞

火山防災研究部門の山田大志特別研究員が共同研究者として執筆に参加した「Volcanic eruption volume flux estimations from very long period infrasound signals」が日本火山学会の日本火山学会学生論文賞受賞対象論文となり、山田大志特別研究員が同賞を受賞しました。

また、火山研究推進センターの中田節也センター長、長井雅史特別研究員らによる論文が、2017年度日本火山学会論文賞を受賞しました。

本論文は、社会的に注目を浴びた御嶽2014年噴火に関して、火口近傍堆積物の火山地質学的解析に、実際の噴火映像も加味して、噴火過程を明らかにしたものです。

中田節也センター長らは、「私たちが担った研究がこのような形で評価

して頂けたことを非常に光栄に思います。今後も噴火現象の実態解明と火山防災の推進に尽力して参りたいと思いますので、ご指導ご鞭撻のほどよろしくお願ひします」と語っています。



一般公開(つくば本所) 2017年4月23日(日)つくば本所

科学技術週間に合わせ一般公開「ぼうさいミュージアム～その時に備えて^{プラス}～」を開催しました。

各イベント工夫を凝らして行い、今回は1400名を越える方にご参加頂きました。

「科学実験屋台村」では、各研究部門が、来場者と実験・工作を行い、様々なことを学んで頂き、講演会場「研究者のお話」では、6名が登壇し熊本地震に関する話をしました。また、今回

は体験を出来るイベントとして地震ザブトンに加え新たに地震被害のVR体験を実施しました。

大型降雨実験施設では1時間降雨量300mmの豪雨体験、大型耐震実験施設ではDr.ナダレンジャーが発泡スチロールのブロック1000個で大きなタワーを作り、大地震を発生させて倒壊する実験を行いました。今年の一般公開も大盛況に行われました。



【ゲリラ豪雨ってどんな感じ? -豪雨体験】



【台風の目、見えるかな? -台風を観察しよう】



【メントスコラ火山で噴火実験】



【地震計ってなんだろう? -ペットボトルで地震計をつくってみよう】



【熊本地震を体験中-地震ザブトン】



【迫力満点! Dr.ナダレンジャーとブロック1000個で大地震】

編集・発行



国立研究開発法人 防災科学技術研究所

〒305-0006 茨城県つくば市天王台3-1 企画部広報課

TEL.029-863-7768 FAX.029-863-7699

URL : <http://www.bosai.go.jp> e-mail : k-news@bosai.go.jp

発行日

2017年6月30日発行 ※防災科研ニュースはWebでもご覧いただけます。