

巨大地震に対する社会の強靱性向上を目指して E-ディフェンスを活用した地震減災研究



兵庫耐震工学研究センター 主任研究員 田端 憲太郎

巨大地震を再現するE-ディフェンス

防災科研は、地震動を三次元で再現できる世界最大の震動台を有する実大三次元震動破壊実験施設「E-ディフェンス」を、共用実験施設として運用しています。E-ディフェンスでは、震動台に実物大の構造物を載せて巨大地震の揺れを再現する震動実験を行い、構造物の損傷・破壊過程などを捉えることにより、地震被害の再現や破壊現象の解明、対策技術の実証、数値シミュレーション技術の研究開発に必要な知見の取得などに取り組んでいます。

2010年度より推進する「E-ディフェンスを活用した社会基盤研究」プロジェクトを通して、我が国全体の防災科学技術の水準向上を図るためにE-ディフェンスの運用と保守・管理、外部機関との共用を推進するとともに、地震被害を軽減するために構造物の被災過程解明と対策技術に関する研究及び数値シミュレーション技術に関する研究を実施し、災害に強い社会づくりへの貢献を目指しています。

E-ディフェンスの安定運用のために

2005年のE-ディフェンスの運用開始から2016年3月まで、防災科研自体の研究や共同研究、文部科学省などから委託を受けた研究に加え、外部機関への施設貸与実験を含む80課題の実験を実施しました。実験を計画通りに行うため、施設の保守・点検、震動台で地震動を正確に再現するための重要なパーツである三次元継手の球面軸受交換、震動台をコントロール

する加振制御システム更新などの維持管理や老朽化対策により、安定運用を続けています。2012年には東北地方太平洋沖地震の際に大きな被害をもたらした長周期・長時間地震動の再現を可能とする改修工事を行うなど、性能向上も進めています。また、研究開発振興と防災意識啓発のため、40課題以上の計測データ・映像をウェブサイト上で公開すると共に、年間5千人以上の方々に実験や施設をご見学いただいています。

地震被害を軽減するために

E-ディフェンスを活用した社会基盤研究プロジェクトでは、各種建築物、機器・配管系、地盤・地中構造物などの被災過程解明と対策技術に関する実験研究、E-ディフェンスでの震動実験の構造物の挙動を高精度に解析する数値シミュレーション技術「数値震動台」の構築を目指した研究に取り組んでいます。

実験研究では、2015年に高さ約27mの10層鉄筋コンクリート（RC）造建物の実験を、2014年に広さ約560m²の小中学校の体育館を模した大規模空間建物の実験を実施し、損傷・破壊被害の再現と対策技術の有効性評価を行いました。これらの建物はE-ディフェンス実験の中でそれぞれ最大の高さ・広さを有するものであり、世界最大の三次元震動台だからこそ実現可能な、実際の地震時挙動を把握できる実験と言えます。2013年には長周期地震動などで

懸念される免震建物の衝突が周囲や建物機能維持に及ぼす影響を評価する世界初めての衝突加振実験を実施し、その結果が設計指針に反映されました。2012年に実施した機器・配管系の実験では、設計限界を超えて損傷に至る過程を捉える事例を取得し、耐震安全性評価手法合理化を目的としたガイドライン作成に繋がっています。同じく2012年に実施した地盤・地中構造物の実験では、直径8m、深さ約6mの円筒形地盤内に曲がりや接合部、異なる地層を横断する地中構造物モデルを作製し、地震時応答や損傷過程を把握するデータを取得しました。このデータを活用して、数値震動台などの構築に必要な構成則の評価と検証を行っています。また、文部科学省が2013年度から推進する「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」の一環として実施した共同研究では、構造物の崩壊余裕度の定量化やモニタリング技術の研究開発を目的として、18層鉄骨造建物、6層RC造建物、地盤・杭基礎のEーディフェンス実験を行い、崩壊・破壊に至る詳細な計測データや映像を取得しました。

数値震動台の構築に関する研究では、Eーディフェンスで行った4層鉄骨造建物の実験の再現解析を行うため、材料構成則を開発し、柱の局部座屈再現に求められる解析条件を把握し

た上で詳細モデルを構築し、1層崩壊を伴う崩壊現象をシミュレーションにより再現できました。RC橋脚のEーディフェンス実験結果の再現解析では、コンクリートの材料構成則の大規模解析への適用、亀裂進展解析手法を開発することにより、亀裂発生傾向を再現できました。さらに、地盤・地中構造物、室内什器類の挙動、大規模空間建物の天井落下現象などのEーディフェンス実験の再現解析に取り組み、研究成果の外部機関での利活用が始まっています。

巨大地震に対する社会の強靱性向上を目指して

これからも防災科研は、地震減災に資するためにEーディフェンスを活用した研究プロジェクトを推進し、巨大地震に対する社会の強靱性向上を目指します。新たな中長期計画では、構造物の高耐震化、応答制御や機能維持技術、社会基盤構造物の地震時挙動解明、解析技術の耐震性能評価への活用に関する課題について、重点的に取り組みます。

私たち防災科研は、社会のニーズを捉えた研究課題に取り組むとともに成果を速やかに社会へ還元する実戦研究を、関係機関のご協力や連携とともに進めてまいります。皆様方には、引き続きの温かいご指導・ご支援をお願い申し上げます。



Eーディフェンス震動実験の例（2011～2015年度）