

## 巨大地震による高層建物の揺れと室内被害に関する実験速報

本実験は平成 19 年度より文部科学省が推進する「首都直下地震防災・減災特別プロジェクト」の一環として行われたもので、首都圏を襲う巨大地震の長周期地震動による高層建物および低層建物の室内被害を再現し、非構造部材や設備機器の地震時安全性を検証しました。

試験体は平面寸法 20m×10m、高さ 16m、総重量 650ton の鉄骨造建物で、2011 年 8 月より E-ディフェンスの敷地内で作成されました。試験体は高さ 120m 級の高層建物の上層階と下層階の揺れを再現するために、免震建物で用いる積層ゴムとコンクリートの錘で中間層をモデル化しています。また低層建物の揺れを再現する場合には、中間層を鋼材プレートで固定し積層ゴムが効かない状態にしてモデル化しました。

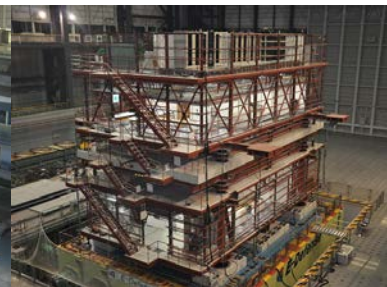
試験体の室内部分は、天井高さ 2.4m の室内にはオフィスと住宅を再現し、家具・什器は転倒防止対策を施したものと施さないものを配置しました。オフィス部分の床は 0A フロア（高さ 5 cm）とし、天井は二種類のシステム天井をモデル化しました。また天井内部には空調設備を稼働した状態で、スプリンクラーには水を圧入した状態で震動実験を行いました。



試験体施工状況



試験体の震動台への吊り込み



試験体の全景



中間層の積層ゴム



天井内部の設備機器



オフィス家具とシステム天井

震動実験は 2011 年 10 月上旬の 3 日間で実施されました。うち 2 日は高層建物をモデル化した実験を行い、残り 1 日は低層建物をモデル化した実験を行いました。入力地震動は、直下地震タイプの一つである 1995 年兵庫県南部地震の神戸海洋気象台（JMA 神戸）での観測記録と、東京大学地震研究所の首都圏地震観測網（MeSO-net）の西新宿観測点での観測記録を用いました。西新宿観測点の記録は、2011 年東北地方太平洋沖地震の本震の 30 分後に発生した茨城県沖の地震（マグニチュード 7.7）の記録の最大速度を、首都直下地震で想定される大きさに拡大して入力しました。

西新宿余震 330%入力を高層モデルに入力した場合と、低層モデルに JMA 神戸 75%入力の場合の室内被害の状況です。高層モデルの上層階では最大振幅で約 1m の揺れが発生し、固定していないキャスター付の家具は室内を大きく移動しましたが、転倒防止対策を施した書棚等は転倒せず、天井板の落下等もありませんでした。一方、低層モデルの JMA 神戸入力では対策を施した書棚は転倒しませんでした。今回の実験では家具の転倒防止や天井設備の振れ止め防止等の対策を施せば室内被害を低減できることが解りました。しかしそれらの対策も入力される地震動レベルが大きくなれば万全では無いことも改めて認識されました。地震の揺れによる室内被害から人的被害を減災するためには、転倒防止対策などに加え、安全確保のための適切な避難行動などの建物利用者側のソフトな対応が重要です。



高層モデル（27階相当）西新宿余震330%入力      低層モデル（3階相当）JMA神戸75%入力

今回の実験では、世界最大規模かつ現実性の高い室内空間をモデル化した震動実験ができました。これは 2011 年東日本大震災の建物の室内被害を受け、防災科研からの非構造部材や設備機器のモデル化に関する実験協力依頼に応じて頂いた多数の機関の協力の成果です。現在、協力機関とともに実験データの分析に取り組んでいます。室内被害の軽減のための技術資料を作成し、引き続き、建物の地震被害軽減の啓発活動に取り組んでいきます。

（文責：研究チーム 吉澤 睦博）

実験協力機関：

長周期 WG：建築研究所、東京理科大学、名古屋大学、建設会社（大林、鹿島、清水、大成、竹中）、非構造部材 WG：ロックウール工業会、岡村製作所

設備機器 WG：設備機器会社（空研工業、新晃工業、テラル、特許機器、テクノフレックス、ダイキン工業、暖冷工業、千住スプリンクラー、三井化学産資、アサヒ産業、環境システック）

情報機器 WG：NTT ファシリティーズ

家具什器 WG：岡村製作所、北川工業、サガワ、プロセブン、千葉大学、京都大学

消防 WG：総務省消防庁、日本火災報知機工業会、日本照明器具工業会、日本消火装置工業会

防災センターWG：セコム、三菱電機

## 数値震動台研究開発分科会 研究成果発表会

当研究センターでは、地震により建築土木構造物が崩壊に至るまでの挙動をシミュレーションすることにより、耐震技術の高度化や地震防災促進を図ることを目的として、超大規模数値計算手法を組み込んだ数値震動台(E-Simulator)の研究開発を推進しています。

その成果は、2011 年度より次世代スパコン「京」計算機の研究プロジェクトに採用される等、一定の評価を受ける段階にきています。また、研究成果を実務に応用する計画が具体化し、建設企業との共同研究を開始するに至っています。

今回、最新の研究開発成果を紹介することを目的に、2011 年 11 月 22 日(火)に東京大学地震研究所において数値震動台研究開発分科会研究成果発表会(後援:(特非)安全な社会研究会/(特非)災害救助技術情報協会)を開催しました。

オープニングでは、梶原センター長の挨拶、文部科学省防災科学技術推進室の南山室長よりの来賓挨拶に引き続き、東京電機大学 片山恒雄教授による基調講演「シミュレーション私論」が行われました。高精度化のために数値シミュレーションを大規模化しても多くの不確実性が残るといった指摘や、確定論的な解析を複雑系などの異分野の方法と組み合わせるべきとの考えは E-Simulator の開発を進めていく上で大変参考となるものでした。

続いて、これまでの成果として、山下が数値震動台研究プロジェクトの概要について報告を行った後、各 WG の主査より研究成果が報告されました。建築 WG の成果については、大崎建築 WG 主査(広島大学)より、4 層鋼構造実験の再現解析とその解析の高精度化に向けた高度材料構成則の開発、高精度合成梁モデルの構築および破断のモデル化の取り組みについて報告が行われ、また、企業との共同研究の取り組みについても報告されました。土木 WG の成果については、小國土木 WG 主査(慶應義塾大学)より、挙動が複雑でひび割れの進展が見られる RC 材料の解析手法の開発と RC 橋脚の崩壊実験の再現解析の試みについて報告されました。計算工学の研究成果については、宮村客員研究員(日本大学)により、超高層建物の地震応答解析、効率的なメッシュ生成手法の提案およびマルチコア、メニーコア向けチューニングによる計算性能の向上について報告が行われました。

また、2011 年度の新規研究課題である地盤研究について、飯塚地盤 WG 主査(神戸大学)より、地中構造物を対象とした地盤 WG の研究計画について報告が行われました。

その後、企業の大規模解析の現状紹介として、(株)竹中工務店中村尚弘氏より、建築構造物における高精度解析の現状と今後の展望について、鹿島建設(株)山田岳峰氏より、大型トンネル耐震設計への大規模三次元数値解析の適用について紹介が行われました。



最後に、堀委員長(東京大学)よりの閉会の挨拶があり、合計 54 名の方々に参加頂いた成果発表会を終了致しました。

数値震動台の構築に向けてご尽力頂いております数値震動台委員ならびに成果発表会の開催に際しご協力頂きました関係各位の方々に御礼申し上げますと共に、皆様方の引続きのご支援賜りますようよろしくお願い申し上げます。

(文責:研究チーム 山下 拓三)

## 新戦力紹介

昨年10月より客員研究員を務めさせていただいています久野雅祥です。7月から JICA の専門家として中国で活躍されています関松太郎さんの後任として、月に1度E-ディフェンスにお伺いしております。現在、大成建設の耐震推進室に在席し、既存建物の耐震・免震改修や、超高層建物の長周期地震動対策などの制振・免震に係る推進業務を行っています。

過去を遡れば、大学院時代に東京大学生産技術研究所の岡田恒男先生のご指導のもと、振動台を用いた鉄筋コンクリート造建物模型の振動破壊実験をスタートに、大成建設の技術研究所時代には、多度津にありました大型振動台を用いた原子炉建屋の振動試験の共同研究への参画(五十嵐客員研究員とご一緒しました。)や、すべり支承方式の免震構法の開発における免震建物模型による実証実験など、振動台実験も行いながら、耐震や免震・制振技術の研究・開発に携わってきました。また、日本建築防災協会で開催した「臨海部における大規模建築物群の総合的な構造安全性」に関する調査・検討委員会では井上さんともご一緒しました。

今後は、E-ディフェンスの成果がより広く社会に発信していけるように、お手伝いできればと思っています。



(文責：久野 雅祥)



外資系企業での秘書・マーケティングスタッフ・業務企画・総務職等を経て、昨年6月より研究支援Grに所属しています。

研究支援Grの中では、主にアウトリーチ活動の支援業務を担当し、ホームページや、施設見学等を通じて、実験研究の成果を一般の方に解り易く伝えるための支援活動をしています。

E-ディフェンスの研究成果をより一層 身近に感じていただけるよう、取組んで参ります。

どうぞ宜しくお願いいたします。

(文責：研究支援Gr 田邊マミ)