

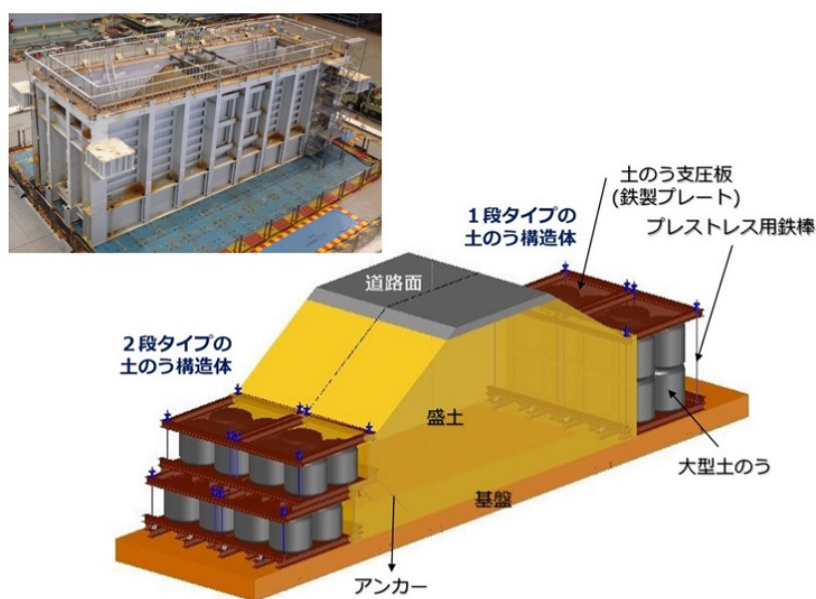


(Published by E-Defense, NIED, January23 2020, Vol.15 No.4)

これまで盛土のような土構造物は、たとえ地震により崩壊しても修復が比較的容易であるため、被災後の応急復旧により流通機能の維持がなされることが多く、2011 年の東日本大震災における常磐自動車道の早期復旧が世界中から称賛された実績もあります。一方、道路のような線状の構造物では、一箇所の盛土が崩壊しても救急活動や物資輸送が困難となり、社会的ダメージが極めて大きいことが特徴です。

通常の災害では、応急復旧から本復旧の流れとなりますが、特に大規模災害時には、救援・救護活動のための迅速な道路啓開が重要です。また、それを支え得るための被害の最小化や迅速な復旧が必要なことは言うまでもありません。また、被災した盛土の本復旧には多大な時間と費用を要するのが現状です。国土強靱化の一環として社会基盤諸施設の耐震化が進む中で、低廉で迅速な盛土の耐震補強工法の研究開発は、まさに喫緊の課題となっています。そこで、本復旧までを含めた合理的な復旧・補強方法とトータルコストミニマムを見据えた技術開発である、「土のう構造体を用いた道路盛土の耐震補強工法」の実証実験を、2019年11月12日、Eーディフェンスにおいて公開実験として行いました。この公開実験では、関係者・見学者含め140人、プレス5社12名にお集まりいただき、新たな補強工法の効果検証実験をご覧いただきました。

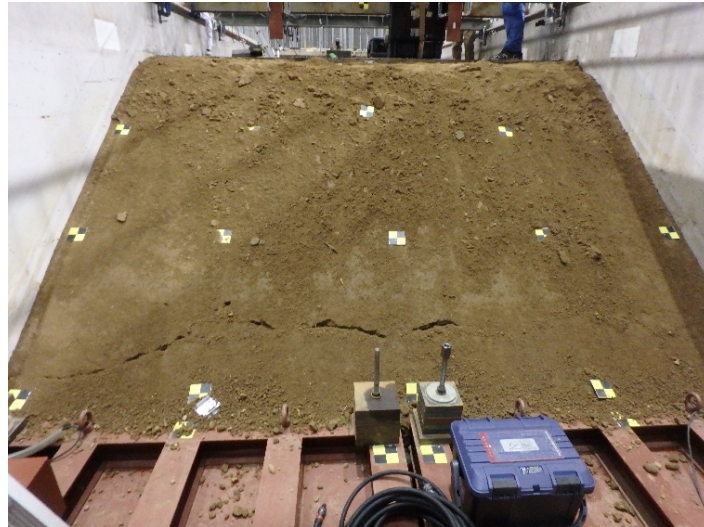
実験で試した補強方法は、図 1 に示す試験体です。盛土の土を使用した大型土のうの上下を鉄板と鉄棒により締め付けて硬い補強材を作製し、盛土の先（法尻と言います）に設置することで、地震時の崩壊を最小限に留める工法です。この工法は、通常であれば柔らかい土のうを簡単な方法で硬くさせることで対策効果を発揮しますが、高価なコンクリート、鉄などの人工物ではなく、盛土の土をそのまま活用することにより工費・工期の縮減を図ることができるのが最大の特長です。



【図 1 実験の様子と試験体の概要】

公開実験では、高さが4mの盛土の両脇に2種類（1段タイプ、2段タイプと言っています）の盛土

構造体を設置し、3回の加振を行い補強効果の比較を行いました。なお、盛土の天端（天辺の平坦部です）に道路を見立てた簡易舗装を敷いています。最終的に行った加振は、通常の耐震設計で考えるレベルよりも過酷な条件である 450Gal のピーク最大加速度 40 波を作用させるもので、その際の速報値としてアナウンスした盛土の変位量が 20mm 程度、また、**写真 1** に示すように、1 段タイプで補強した盛土には、加振後にクラックが生じました。これらは、道路機能を損なうほどのものではないと判断していますが、データの詳細な分析を進めて、結論付けたいと考えています。



【写真 1 加振後、盛土に生じたクラック】

この実験は、兵庫県との共同研究で実施したのですが、その前段として、平成 28-29 年度に防災科学技術研究所・神戸大学で実施した共同研究「道路盛土を対象とした実大実験による耐震診断手法および耐震補強工法の検証実験」において、つくばの大型耐震実験施設で実施した 2 回の実大実験による検討が基になっています。現在、データのまとめを行っている最中ですが、計 3 回の実大実験の成果をまとめることで、簡易に扱うことが可能な土のう袋を用い、迅速な応急復旧と半恒久的な耐震対策としての両面を有した被害規模の最小化を可能とし得る工法としての立ち位置を確立したいと考えています。

課題としては、設計手法、施工方法および積算方法の整備であり、また、社会実装のためのアプローチとして、行政や協会などと連携した枠組みで進めていくことも必要と感じています。

最後になりますが、無事に実験を終えることができました。実験をサポートしてくださった方々およびご見学に来られた方々に対し、実験関係者一同、この書面をお借りして感謝いたします。

（文責：主幹研究員 中澤 博志）

非構造部材を含む鉄筋コンクリート造建物の加振実験を実施しました

防災科学技術研究所では、文部科学省地球観測システム研究開発費補助事業「首都圏を中心としたレジリエンス総合力向上プロジェクト」・サブプロジェクト（c）「非構造部材を含む構造物の崩壊余裕度に関するデータ収集・整備」として、早稲田大学、東京大学他との連携により、大地震が発生した際の早期の被害推定及び都市機能の速やかな回復を目指し、都市を構成する建物の機能保持及び建物倒壊までの崩壊余裕度に関するデータの収集・分析・解析により建物の予防力向上を図る研究を実施しています。このプロジェクトの一環として、令和元年 11 月～12 月に、サブプロジェクト（c）課題 2「災害拠点建物の安全度即時評価および継続使用性即時判定」の鉄筋コンクリート造建物実験を E-ディフェンスで実施しました。

実験では災害拠点として設計された建物の耐震性能と継続使用性を確認することを目的としました。

また、非構造部材も再現した試験体とすることで、入力地震動と非構造部材の被害との関係や建物の継続使用性、復旧性も併せて確認することを目的としました。

試験体は、行政庁舎などの災害拠点建物を想定したほぼ実物大（実物の80%）の2×1スパン3層の鉄筋コンクリート造建物です（写真1）。本研究では、巨大地震時のコンクリートの損傷を低減するため、柱と二次壁との間に構造スリットを設ける代わりに二次壁の鉄筋を柱に定着させない新しい配筋方法を考案しました（図1）。実験ではこの新しい配筋方法の有効性を比較検証するため、1階袖壁脚と最上階垂壁端部では新しい配筋方法（図1(c)）を、それ以外の部分では構造スリットを設ける従来の配筋方法（図1(b)）を採用しました。

試験体には非構造部材として天井、窓、外壁タイルを施工しました。また、屋上には設備配管を模した配管を設置しました。天井は、建物の2階および3階の各1スパン分に施工しました。窓は天井を施工した区画と同じ位置の2階および3階に設置しました。外壁タイルは、天井および窓を施工していない区画の外壁に施工しました。

実験では試験体の長手方向への一方向加振を行いました。入力波は、極めて稀に発生する地震を想定した人工地震波とし、地盤増幅に略算式を使用した告示の2種地盤のスペクトルにフィットさせて作成したものです（位相は JMA 神戸 NS）。実験ではこの人工地震波をもとに試験体寸法により時間軸を補正した波形を段階的に増幅させて加振を行いました。人工地震波 20%、100%（建築基準法の極めて稀に発生する地震に相当）、150%×2回、160%の加振を行い、各入力レベルにおける試験体の挙動を調査しました。

その結果、150%の入力に対し、災害拠点建物としての継続使用性が確認されるとともに、160%の入力では大破*に至り、構造物および非構造部材の損傷状況に関する貴重な知見が得られました。実験後の試験体の損傷例を写真2に示します。実験では、新しい配筋手法の有効性や、試験体内部に設置した各種センサによる損傷判定の可能性も確認されました。

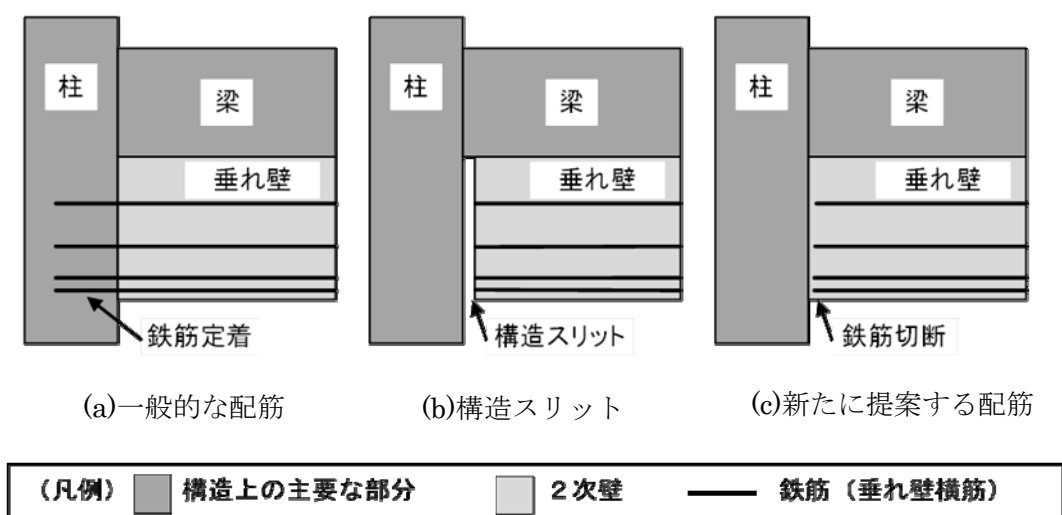
今後は得られたデータを詳細に分析し、大地震後の建物の継続使用性評価に活用していく予定です。

* 地震による建物の状態については、日本建築構造技術者協会の資料などを参考にして下さい。

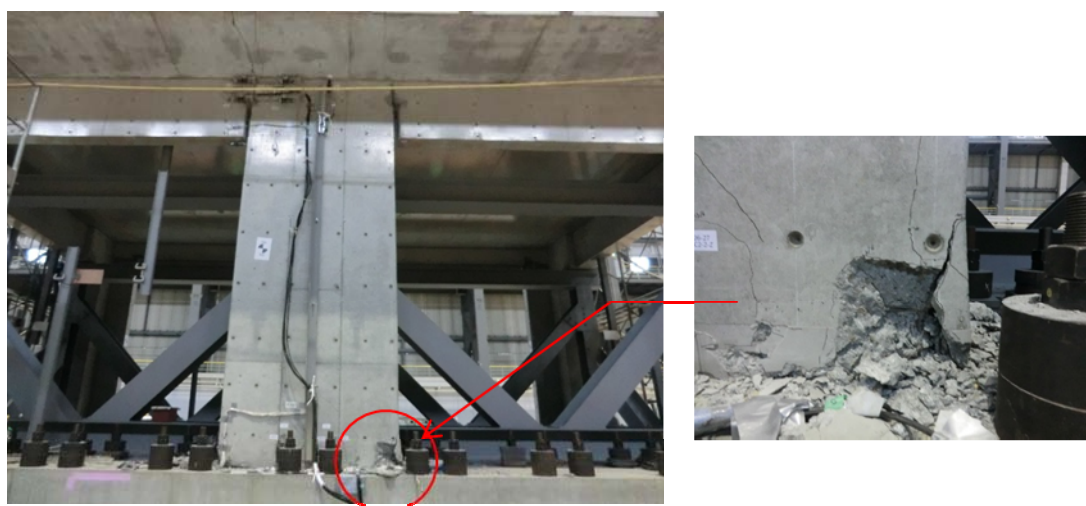
<http://www.jsca.or.jp/vol5/p4/pamphlet2.pdf>



【写真1 試験体全景】



【図1 二次壁端部の処理】



【写真2 160%入力後の試験体の損傷例】

(文責：主任研究員 中村いずみ)

「Asia Pacific Congress on Computational Mechanics-2019」報告

Asia Pacific Conference on Computational Mechanics (APCOM)-2019 held at Taipei International Convention Center (TICC), Taipei Taiwan on 18-20th December 2019. Conference, which started with plenary talk on contemporarily relevant topic on the development and application of modern multiscale material models for concrete in the context of structural analysis, definitely succeeded in providing a platform for researchers and practitioner to discuss and share their latest findings and developments in all aspects of computational mechanics.

Conference was attended by 727 participants from across the world, but as the name suggests major participants from Asia pacific countries with leading participation from Japan, 292 participants, to be exact. More than 75 mini-symposiums were organized emphasizing upon topics ranging from development of computational methods to development of constitutive modeling of concrete, soil, composite material and other advanced materials. Topic such application of computational mechanics in the field of biomechanics, microbiology, material modeling and

design, manufacturing process, Data Driven Analysis and Machine Learning, high performance computing, optimization and inverse problem and many more.

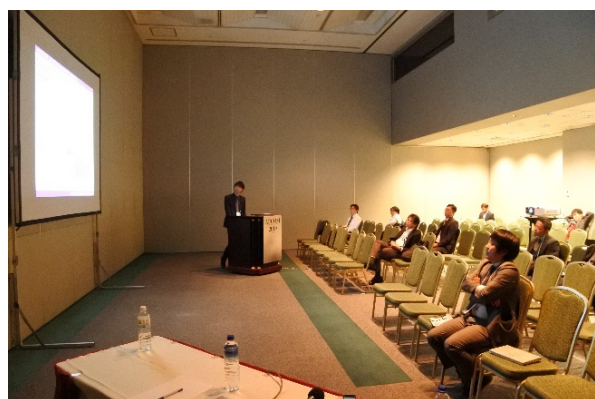
Mini-Symposium organized by E-Simulator Project titled “**Advanced Seismic Response Analysis and Design**”, had numerous interesting talks on topics namely high-fidelity seismic response analysis and its application to seismic design, modeling and mesh generation, visualization, Verification & Validation, and other underlying topics under seismic response analysis. Mini-symposium had 15 presentations spread across three sessions, out of which six talks (including two Keynote talks) were from E-Simulator Project members. Although, major presentations in this mini-symposium were from our project team members, but, talks on topics namely Inverse Analysis Using a Modal Iterative Error Correction Method Seismic Collapse Behavior of Steel Moment Frames, and Dynamic Analysis of Cylindrical Concrete Containment Structures Subjected to Shake Table Excitations expanded a new dimension to discussion.



【Keynote lecture by Dr. Takuzo Yamashita】



【Keynote lecture by Prof. Makoto Ohsaki】



【Attendees at the mini-symposium】



【Talk by Dr. Jun Fujiwara】

(文責：研究員 PAL Mahendra Kumar)

総合防災イベント「消防防災フェスタ北九州 2019」

令和元年 12 月 22 日（日）に、JR 小倉駅に隣接する西日本総合展示場新館にて開催された「消防防災フェスタ北九州 2019」に出展しました。

このイベントは平成 31 年 2 月に埼玉県川口市へ出展した際のご縁から北九州市危機管理室よりお声かけいただき実現しました。北九州市としては初の試みとして、近年の災害などの課題を踏まえ、若年層から高齢者まで幅広い年齢層の参加と啓発を目的とする防災複合イベント「未来を担う子どもたちへ

災害に負けない力をプレゼント」として企画されました。

当日は、未就学児を持つ家族連れを中心に1万5千人もの人が来場し、ステージではアンパンマンショー、気象予報士の天達武史氏の講演、ペッパー防災教室、そしてDr. ナダレンジャーの防災科学実験ショーが行われ、大盛況でした。

その影響からEーディフェンスのブースには、今まで関わることのできなかった未就学児連れの若い世代の家族に多数来場いただき、室内の耐震対策の有効性や長周期地震時の様子、免震構造の特徴などを、実験の映像やポスターを用いて説明し、多くの方々に興味を持っていただきました。

また、VR体験システムのデモンストレーションスペースでは、1歳児～80代までの幅広い年齢層の来場者にも携帯の簡易VRを併用しながら、待ち時間なくスムーズに体験をしていただけました。「築30年のマンションですが、耐震改修した方が良いでしょうか…?」とか、「小倉東断層の活動周期はどれくらいでしょうか…?」など、市民の防災意識や関心は高まる状況にあり、質問等にもスムーズに回答できるように、自己研鑽する必要性を感じました。

最後に、私たち防災科研およびEーディフェンスの紹介コーナーにお立ち寄りいただいた方々や出展機会をご提供の方々、年末の多忙な時期にも関わりませず、会場にてご支援いただきました研究員の皆さま、関係する全ての皆さまに厚く御礼申し上げます。関係各位の引き続きの温かいご指導・ご支援をお願い申し上げます。



【ステージをご観覧の様子】



【Eーディフェンスの展示ブース】



【Dr.ナダレンジャーの実験ショー】

(文責：研究推進室)