

海外との研究連携に関する検討（トルコ共和国訪問）

2018 年 6 月 20 日から 27 日にかけて、トルコ共和国の研究機関との研究連携の検討と同国の最新免震構造の視察などのため、イスタンブールとアダナを訪問してきました。

イスタンブールでは、Bogazici 大学に属している研究所 Kandilli Observatory and Earthquake Research Institute (KOERI) を訪問させていただきました。KOERI はイスタンブールのアジア側に位置しており、1868 年に設立され、1911 年に気象観測、1926 年に地震観測を開始し、現在では耐震工学、地震災害リスクなどの研究を行っている研究施設です。KOERI では、Mustafa Erdik 教授、Erdal Safak 教授、Ali Pinar 教授、S. Bilgen Özbay 氏などと耐震工学、特に免震構造に関する研究に関して将来的な E-ディフェンスとの研究連携について議論させていただきました。また KOERI が所有しているトルコ国内の地震観測網設備、地震早期警報システム、振動実験施設、地震災害に関する教育システムなどの見学をさせていただきました。トルコも日本同様地震が多いため、KOERI の地震観測を行っている建物（Regional Earthquake – Tsunami Monitoring Center）は免震化されており、地震災害に対する備えもしっかりされていると感じました。

アダナ（Adana）は、イスタンブールより約 700km 離れたトルコの中南部に位置し、トルコで 5 番目に大きな都市です。アダナでは、2017 年 5 月に開院した病床数約 1,500 床（日本の病院では最大病床数は 1,384 床）、敷地面積 437,000m² の Adana Sehir Hastanesi（アダナ市立病院）を訪問しました。Adana Sehir Hastanesi は、現在も一部施設を建設中で、病院の建設に関わっている Rönesans Holding 社の職員に病院を案内いただきました。Adana Sehir Hastanesi は、病棟が免震化されており、米国 EPS 社製 Triple Friction Pendulum（E-ディフェンスでも過去に振動台実験を実施）という免震装置を 1,552 台（2 つの形式の免震装置を使用）設置したかなり大きな規模の病院です。免震としてのクリアランスは 35cm とそれほど大きくないと感じました。これほど大規模な免震病院などは、日本でもほとんどなく、地震国日本として大規模施設への免震の普及が今後の課題であると感じました。

最後に、今回のトルコの訪問について様々な支援をしてくれ、また将来的なトルコとの国際連携について協力を約束してくれた名古屋大学減災連携研究センター Cem YENIDOGAN 研究員に感謝申し上げます。



【KOERI 地震津波モニタリングセンター】



【Adana Sehir Hastanesi】



【免震装置（TFP）

Adana Sehir Hastanesi 地下駐車場】



【Rönesans Holding 社の職員および

Cem YENIDOGAN 研究員】

（文責：主任研究員 佐藤 栄児）

GEESD V: The fifth decennial Geotechnical Earthquake Engineering and Soil Dynamics Conference

米国土木学会（ASCE）のGeo-Instituteにより2018年7月10日から4日間開催されたカンファレンス「GEESD V」に参加し、研究成果の発表や意見交換などを行いました。

GEESD Vは1978年より10年毎に開催されているカンファレンスの第5回に当たり、第1回のパサデナ、ユタ州パークシティ、シアトル、サクラメントに続き、今回はテキサス大学オースティン校（UT Austin）が会場でした。UT AustinのEllen Rathje教授によるWelcome Remarksではカンファレンス各回の概要や会場の様子などの紹介があり、米国での地盤地震工学・土質動力学の変遷を知ると共に、先生方の若かりし頃からその後のお姿の写真を拝見する貴重な機会に感銘を受けました。筆者自身は、次回以降もこの輪に加わることができるよう一層努めたいとの思いに至りました。

カンファレンスには期間中500人以上の参加者（うち約130人が国外からの参加者）があり、カンファレンス名に冠している地盤地震工学や土質動力学に限らず、様々な工学・理学分野の研究者、技術者、実務者らが会した感がありました。このことは、事例調査、現象解明、理論構築、対策技術などの研究開発に加え、次に記す項目をはじめとする新たな対象や課題、考察する手法、展開する手法の研究開発もスコープの主を成すトピックになっていると、筆者は感じました。以下は、筆者のメモ書きからの転載です。（正確さ・適切さに欠けますが、ご容赦ください）：

- 自然現象としての地震に加え、石油掘削などの産業活動に起因する現象も対象
- 多種多様なデータを包含するデータベースの構築・蓄積、多種多様かつ多量なデータの解析手法の開発、解析データに基づく考察
- マルチモーダルなアセスメント手法の研究開発（フィジカル、セオレティカル）
- ハザードやリスク評価の結果の見せ方に加え理解のさせ方を研究開発、システムとして社会へ展開

筆者はEーディフェンス実験結果を利用した繰返しせん断変形特性の考察について報告し、変形特性と言う基礎的な内容からEーディフェンス実験のような大きなことまで、様々な質疑応答や議論を行うことができました。発表のほか、カリフォルニア大学ロサンゼルス校（UCLA）のJonathan Stewart教授のsoil-structure interactionのコースを受講しました。大学院でのクラスと同様、先生の流れるような（筆者にとってかなり捉え辛い）口調での4時間にわたる講義は豊富な知見を包含していたため、充実感が得られる内容でした。

今回のカンファレンスで特にうれしかったことは、恩師であるUCLAのMladen Vucetic教授にお会いできたことです。先生の7月1日の最終講義を拝聴できなかったことをとても残念に思っていたところ、会場でばったりお会いして、とても驚きました。先生はご指導いただいた頃と全くお変わりなく、休憩時間も食事中も含め、期間中の終日しっかりとご指導をいただきました。先生からはこれからも一緒に研究を続けようとお話をいただき、非常にうれしかったです。



【カンファレンス会場の様子】



【Vucetic 先生と筆者】

（文責：主任研究員 田端 憲太郎）

ネパール出張報告

平成 30 年 5 月 24 日から 28 日にかけてのネパール国への出張報告をいたします。

突然ですが、“蛇籠”というものをご存知でしょうか？見たことがないとおっしゃる方も、山間地等に行かれた際、自然に目に映っているかもしれません。蛇籠とは、竹や鉄線を円筒や箱型に編んだ籠に石や岩塊を詰めた構造体のことです。今日では、金網の生産技術向上により、鉄枠が用いられていますが、**写真 1** に示す様に、元来、紀元前 360～250 年、中国の都江堰において手編みの竹籠に石材を詰め、治水工事に使われたのが発祥です。海を渡って日本に伝来してきたのは 400 年～500 年頃とされていますが、当時の籠枠は、竹だけではなく、藤かつら、つたかずら、松ふさや細工しやすい木などが用いられ、**写真 2** の様に鉄が使われるようになったのは、明治期に入ってからのことだそうです。

さて、この蛇籠とネパール出張との関係について述べたいと思います。蛇籠は、材料入手が容易で運搬、撤去等の作業性にも優れ、誰でも施工が可能であることから、世界中で幅広く利用されています。南アジアに位置するネパール国でも例外ではありません。今回のネパール国出張に至る一連の経緯については、2015 年 4 月にネパール・ゴルカ地震がその始まりです。この地震では、都市部における甚大な被害もさることながら、中山間地の主要道路において、**写真 3** に示す様に、道路擁壁や車両防護壁の崩壊等による道路閉塞が多発しました。この道路の障害によって、市民の平穏な生活は勿論、復興遅れによる集落の孤立等、生活に大きな影響をもたらしました。現地において、道路構造物として蛇籠が多く使われており、その後の復旧にあたり蛇籠の強化が必要であると考え、調査と実験を手掛けてきた次第です。この震災以降、ネパールへの出張は 7 回を数えます。2015 年 4 月地震発生後、同年 7 月に被害概要調査を実施しました。それ以降、4 回の現地蛇籠調査と調査結果に基づき実施した 3 回の実大蛇籠擁壁の振動台実験実施を経て、JICA 事業への協力を目的として、一年前に蛇籠擁壁の現地試験施工サイト（Dhading 郡内）の確認を行っております。今回の出張は、この現地試験施工完了に伴う確認を目的としたものです。なお、試験施工では、蛇籠擁壁そのものの設計要領は存在しないため、3 回の振動台実験の成果が活かされており、日本風の設計技術が応用されています。



【写真1 古来からの蛇籠
(中国四川省都江堰)】



【写真2 現代の蛇籠の例
(大型耐震屋外ヤード)】



【写真3 道路閉塞の様子
(ネパール国・アラニコハイウェイ)】

さて、ネパールの気候は大きく6月～9月の雨期（モンスーン）と10月～5月の乾期に分けられます。前置きが長くなりましたが、今回の出張期間は、丁度、雨期への入り口で、出張の数日前には降雨があり、山間の舗装されていない道路では、車両の通行が部分的に不可となっているとの報告が事前に入っていました。幸運なことに、滞在時には雨が降ることなく、車両により片道2時間程度で現場へと到着することが出来ました。**写真4**がその道中での一コマですが、轍ぼれと粉塵により、車両の通行がままならないことがしばしばでした。車両が通るたびに粉塵が舞い上がり視界を妨げますが、この粉塵は現地にある花崗岩が風化したもので、雨期にはとどまることなく流されていくため、都市部にも影響を及ぼすこととなります。このような道路事情は人の往来や物流を妨げるため、排水を含めた道路整備が急務であると感じています。

試験施工ですが、**写真5**に示す様に完成しております。擁壁背後には、数件の世帯が暮らしており、当面、崩壊等の心配はなく暮らしていただけることと期待しています。しかし、これから雨期を迎えるため、しばらくのモニタリングを経て、技術的な見極めをする必要があります。その上で、現地の設計・施工ガイドラインを進めるとともに、今後、蛇籠に用いる金網を利用した耐震簡易耐震補強方法の開発や、現地で検討した技術を日本国内の蛇籠構造物の技術体系の整理に活かしていきたいと考えています。



【写真4 Dhading 郡試験施工
サイトへ通じる山道】



【写真5 試験施工でできた蛇籠擁壁 (JICA 事業)】

(文責：主幹研究員 中澤 博志)

防災科研とEーディフェンスの研究成果を紹介 ～第5回「震災対策技術展」大阪～

5月31日、6月1日開催の、第5回「震災対策技術展」大阪にて、Eー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。この技術展は、大阪駅に隣接するグランフロント大阪内のコングレコンベンションセンターで開催され、両日合わせ、前回とほぼ同数の約1万2千人の来場者がありました。

初日には林理事長による「Society 5.0に向けた防災科研のとりくみ」と題した講演が行われ、多数の方々が聴講されました。

展示ブースでは、Eーディフェンスのパネル展示での紹介と共に、これまでに実施した実験の中から木造建物、免震建物、大規模空間建物、建物室内に関する実験研究の成果を、実験映像を交えて説明をしました。



【林理事長による講演】

VR体験システムのデモンストレーションでは、今年は新たに、タブレットPCを取り入れて個別に事前説明をさせていただきました。それにより、防災科研やEーディフェンス、さらにVR体験で観られる試験体や実験の概要も、動画も交えてわかりやすく観ていただき、2次元的な動画と、VR体験での見え方の違いや、その意義を含め、より理解を深めていただけたようです。

今回は、100名近い方々にVR体験をしていただきました。体験後ご記入いただいたアンケート結果では、ほぼ全ての方から説明者の対応に良い印象をいただき、今回新たに取組んだ、タブレットPCを用いた事前説明も効果的であったと思います。このアンケート結果を励みに、地震防災教育や耐震判断・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、施設管理の立場からも支援してまいります。

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、この技術展への出展機会をご提供の方々、関係する全ての皆様に厚く御礼申し上げます。これからは私たちは、Eーディフェンスを活用した研究開発を通じて、国民の生活やわが国の活動が、如何なる巨大地震によっても妨げられない強靱な社会の実現に貢献するために取り組んでまいりますので、引き続きの温かいご指導・ご支援をお願い申し上げます。



【タブレットPCを用いた事前説明】



【VR体験】

（文責：安全管理室 瀧本 満）

危険物安全週間に伴う消防総合訓練を実施しました

危険物安全週間中の6月5日（火曜日）に、三木市消防署と連携し消防総合訓練を実施しました。

午前10時00分、屋外タンクから出火したという想定で、Eーディフェンスの自衛消防隊が初期消火、119番通報、避難誘導等の初動対応を実施し、到着した消防部隊が、救助工作車による人命救助、はしご車や化学消防車による放水などの消火連携訓練を行いました。この訓練により、相互協力体制の確立と、危険物火災に対する予防啓発を図ることができました。



【自衛消防隊 初期消火】



【避難誘導】



【消防部隊】



【消防隊放水】

（文責：安全管理室 小島 裕一）