



Epistula

えびすたら



国立研究開発法人建築研究所
Building Research Institute
Vol.84 発行：2021.1

特集 国際地震工学研修の取組状況 ～通年研修参加国の最近のニーズと研修参加者の成果～

はじめに

建築研究所国際地震工学センターは開発途上国の地震・津波災害軽減に寄与するために国際地震工学研修を実施しています。研修参加者は開発途上国の技術者、研究者、行政機関関係者等です。現在実施しているコースは、通年研修（期間は約1年）と、短期コースとして中南米地震工学コースとグローバル地震観測研修コースがあります。

通年研修は10月に開始し、翌年の9月まで行われ、研修生は通常来日して研修を受けます。しかし、第61回目となる2020-2021年コースの実施にあたっては、国内外で新型コロナウイルスの影響が継続していることから、まずは遠隔研修として開始することとしました（写真1、写真2）。

通年研修は5月半ばまでの集団研修とそれ以降の個人研修に分けられます。集団研修では講義、実習、見学、研修旅行等が行われます。個人研修で研修生は個別研究を行います。通年研修は政策研究大学院大学の修士プログラムになっていて、個人研修のレポートは修士論文になります。

個人研修の研究テーマは各研修生の国の状況や課題を考慮して決めます。集団研修中に3回のコロキウム（発表会）があり、テーマの検討や研究準備に役立てています。第1回目のコロキウムで研修生は自国の現状や課題について発表します。第2回目では、研究テーマに関する文献をレビューして発表します。第3回目では、研究計画と準備状況やその予備的な結果を発表します。個人研修が円滑かつ効果的に行われるために、国際地震工学センタースタッフは集団研修期間中に発表会の準備も含めて研修生と継続的に議論します。

通年研修には地震工学コース、地震学コース、津波防災コースの3コースがあります。今回の特集ではこれらのコースに対するニーズや個人研修の成果を紹介します。



■写真1 建築研究所で行われた2020-2021年通年研修の開講式の様子（研修生は母国の自宅からリモートで参加）



■写真2 2020-2021年通年研修開講式のスクリーンショット（web会議ツールZoomを使用）

地震工学コース

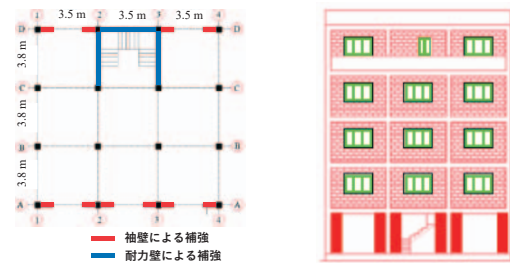
地震工学コースの個人研修は、構造物の地震被害軽減を目的としたものとなります。研修テーマをより具体的に見れば、最近では、既存建築物の耐震診断・改修に関するものや自国の耐震基準の妥当性又は見直しの検討を目的としたものが増えてきています。近年では、ほぼどこの国でも耐震基準を定めていますが、研修参加国の多くでは、この基準を満たしていない構造物も未だ数多く存在しているようです。耐震基準の制定あるいは改定後まだ間がない、耐震基準を定めていてもその運用体制が十分に整備されていない等の理由によります。また、米国の基準やユーロコードをモデルに自国の耐震基準を定めている場合には、自国の状況により適した耐震基準の実現に向けた研究ニーズも強く感じられます。

既存建築物の耐震改修に関する例として、2018-2019年コースのネパールの研修生Phadera Dhira氏の研究を紹介いたします。2015年のネパール・ゴルカ地震では、写真3に示すようなピロティ階を有する鉄筋コンクリート造建築物(多くの場合、壁はレンガ造)の被害が数多く見られました。同氏は、この種の建築構造物の耐震性能を新旧の耐震基準の違いや設計時には非構造壁として無視されることも多いレンガ造壁の地震応答に与える影響、さらには階数割増しが違法に行われている現状も視野に入れて分析を行っています。その上で、図1に示す袖壁と耐力壁を用いた耐震改修方法の有効性を明らかにしています。

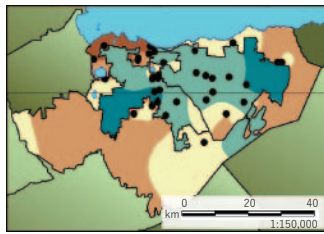
自国の耐震基準を検討対象とした例としては、2017-2018年コースのニカラグアの研修生Jorge Vigaray Rojas Gonzalez氏の研究を紹介いたします。ニカラグアの首都マナグア市を対象に、当地で極めて稀に生じると見なされている再現期間475年の地震動を対象に地盤条件に応じた設計用加速度応答スペクトル(地震力算定用に建築物の固有周期に応じた最大加速度を定めたもの)の検討を行っています。地盤区分を図2(左)のようにボーリング調査と微動観測の結果に基づき行い、その確からしさを地形や用途の現状と照合して検証しています。また、図2(右)に示す地盤区分に応じた設計用加速度応答スペクトルを地盤の非線形効果も加味して提案しました。これにより建築物の地震力を算定し設計すれば社会の求める水準を満たす安全な建築物が実現できると期待されます。



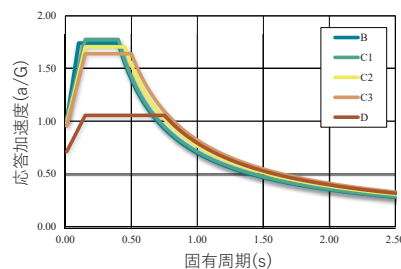
■写真3 ネパールのピロティ建築物の地震被害



■図1 袖壁等を用いた耐震補強事例 (Phadera氏の修士論文の図に加筆)



注) 黒丸は地盤データが公表されている地点。データ補間、地形分類等に基づきゾーニングを提案。



(凡例)

左図	右図	Vs-20	地形
B	B	450 - 540	扇状地等
C1	C1	360 - 450	扇状地等
C2	C2	315 - 360	扇状地等
C3	C3	270 - 315	火山灰の台地、扇状地等
D	D	180 - 270	湖岸沿いの低地、埋め立て地等

Vs-20: 深さ20mの平均せん断波速度[m/s]



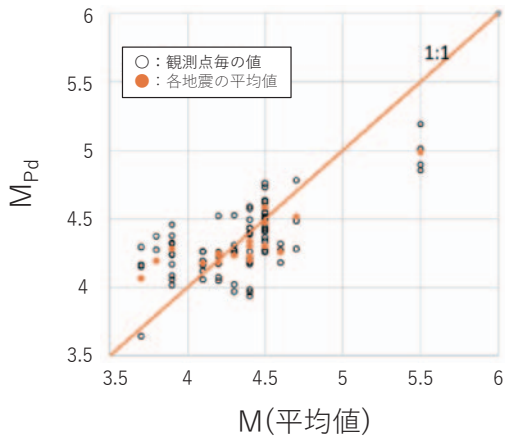
■図2 (左) マナグア市の地盤増幅評価のためのゾーニング。(右) 提案された設計用加速度応答スペクトル。Rojas Gonzalez氏の修士論文の図に加筆

地震学コース

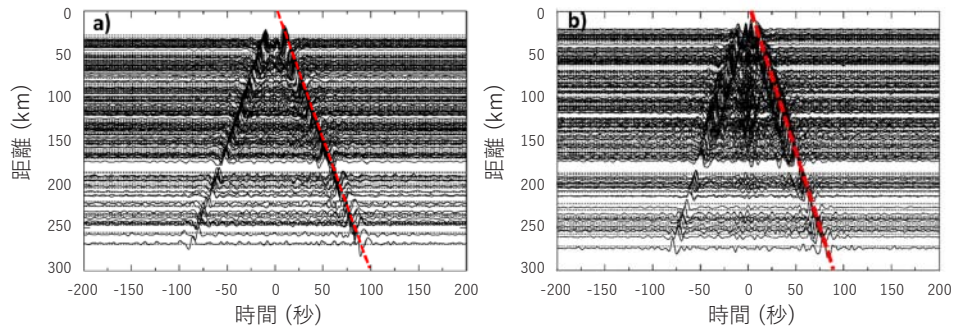
地震学コースの個人研修は、地震の震源に関する情報(震源の位置、大きさ、断層運動など)を推定する研究や、強震動予測・地盤構造の推定といった工学的地震学分野のテーマが多く、次に多いのは地震活動や地震波速度構造といった地震学分野の研究です。震源に関する情報については、国内外で開発と実用化が進められている緊急地震速報への関心が高まり、集団研修の講義科目となり、また個人研修の課題にもなってきました。地震波速度構造の推定については、近年盛んに研究が行われている地震波干渉法への関心が高くなってきました。

緊急地震速報に関する例として、2017-2018年コースのエジプトの研修生Ibrahim Zahra氏の研究を紹介いたします。短時間で正確に地震の大きさを表すマグニチュード(M)を推定することは、地震発生直後に強い揺れの震度や到達時刻を予測する緊急地震速報にとって大変重要です。同氏はカイロ東部とシナイ南部を研究対象領域として、観測された地震波形の最初の数秒間の部分からMを推定する複数の手法を適用して、比較・検討しました。最も精度が高かった最大変位振幅を使った手法の結果を図3に示します。同氏は研究成果に基づいて、エジプトにおける緊急地震速報の実用化に向けた提案を行いました。

地震波干渉法の適用例として、2018-2019年コースのモンゴルの研修生Lkhagvadorj Dalajjal氏の研究を紹介いたします。地震波干渉法とは2つの地震観測点で測定された連続波形記録の相互相関から地震波に相当するシグナルを抽出し、観測点間の地下構造を推定する手法です。地震波の一種である表面波のRayleigh波は主として地震動の上下動成分とradial成分(水平成分の動径方向)に、Love波はtransverse成分(radial成分に直交する水平成分)に現れることが知られています。同氏がモンゴルのウランバートル及びその周辺に設置された広帯域地震観測網の記録に地震波干渉法を適用したところ、Rayleigh波とLove波の明瞭なシグナルが得られました(図4)。同氏はこのシグナルを解析して表面波の位相速度と群速度を推定し、手法の有効性を示しました。



■ 図3 観測波形の最初の数秒間の最大変位振幅から推定したマグニチュード M_{pd} (縦軸)と複数の機関のMの平均値 (横軸)の比較 (Zahra氏の修士論文の図に加筆)



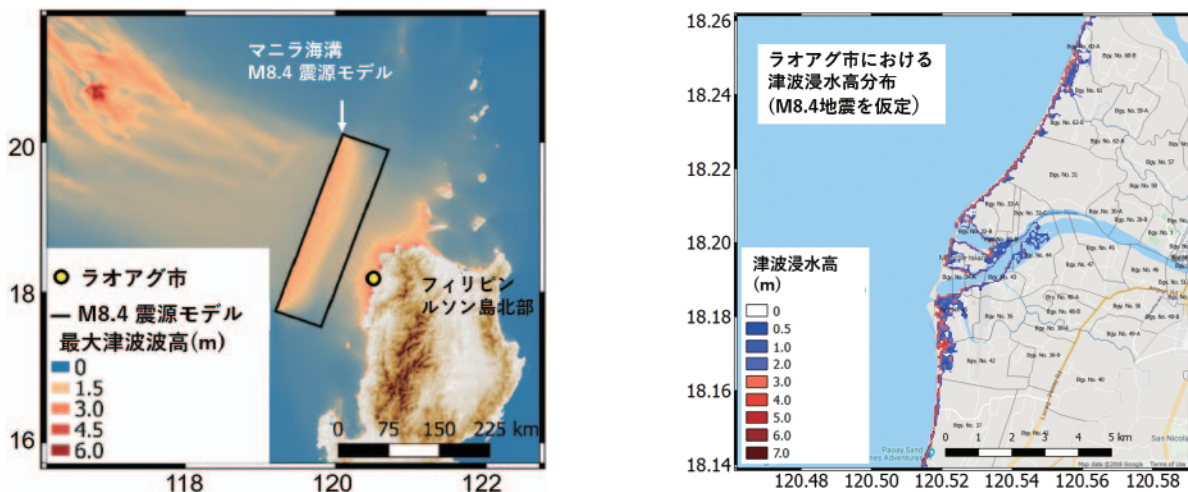
■ 図4 地震波干渉法により抽出された表面波 (Dalajjargal氏の個人研修レポートに加筆。横軸は時間、縦軸は観測点間の距離)。(a)はradial成分と上下動成分の相互相関関数を用いて表面波以外の波の影響を除去した波形を示しており、Rayleigh波が認められる。(b)はtransverse成分の相互相関を示しており、Love波が認められる。赤い破線は表面波の伝播速度がそれぞれ3.0 km/s、3.45 km/sの場合を表している。

津波防災コース

津波防災コースでは、個人研修のテーマとして自国の実情に合わせた津波早期警報システム構築のための基礎研究、津波伝播及び浸水計算に基づく津波ハザード評価、もしくは津波リスク評価などの研究を行い、各国の津波防災に貢献しています。

津波リスク評価の例として、2017-2018年コースのフィリピンの研修生Benz Rodriguez氏の研究を紹介します。Rodriguez氏はフィリピンのルソン島北西沿岸にあるラオアグ市における建物被害や人的被害の評価を行いました。フィリピン北部の西方沖にはマニラ海溝沈み込み帯が存在し、地震空白域があり、巨大地震による巨大津波の発生が懸念されています。この研究では、マニラ海溝沈み込み帯にM8.4の巨大地震を設定し、津波浸水計算を行いました。図5 (左)に仮定したM8.4の巨大地震の矩形断層及びそれにより生じる最大津波波高を示します。図5 (右)にラオアグ市沿岸における浸水計算の結果を示します。最大浸水域が6.8 km²及び最大遡上高が6.8 mと見積もられました。被害の予測には、インド洋大津波の際に甚大な被害を受けたバンドアチェの調査で得られた津波被害関数を用いました。被害を受ける建築物は河口付近に集中することを示しました。津波避難計画など十分な対策がとられれば、人的被害を軽減することは可能になると考えられます。

最近では、火山活動が励起した地すべりにより生じた津波のモデル化も行われています。スンダ海峡にあるアnak・クラカタウ山の2018年の火山活動に伴う山体崩壊では、発生した津波により426名にも及ぶ犠牲者をだしました。2019-2020年コースのインドネシアの研修生Arif Nurokhim氏は、スンダ海峡における津波早期警報システムの高度化のために、2018年アnak・クラカタウ火山崩壊による津波を再現するとともに、将来起こり得る津波の評価を行いました。



■ 図5 (左) マニラ海溝沈み込み帯におけるM8.4の地震を想定した場合のフィリピンルソン島周辺における最大津波波高。(右) ラオアグ市における津波浸水深分布図 (Rodriguez氏の修士論文の図に加筆)。

おわりに

今回は最近の通年研修参加国における研修・研究ニーズと研修参加者による個人研修の成果を紹介しました。今後も開発途上国それぞれの状況やニーズを踏まえて、実り多い成果が得られるよう努めてまいります。なお、今回紹介したのは成果の一部です。国際地震工学センターのホームページで個人研修の成果の概要を公開していますので (<https://iisee.kenken.go.jp/syndb/?language=jp>)、ご興味ございましたらぜひご覧ください。

環境研究グループ - コージェネレーションシステムの性能評価方法の開発 -

建築研究所では、建築物の省エネルギー化を目的として、国土技術政策総合研究所及び有識者、実務者と共同で建築物の省エネルギー性能の評価方法を開発しています。また、開発した方法に基づくプログラム（Webプログラム）を整備して公開しています。このWebプログラムは建築物省エネ法に基づく省エネルギー基準への適合性を判定するツールとして利用されています。

しかし、これまでの評価方法においては、ガスから電力と熱を同時に高効率で供給するコージェネレーションシステム(以下、CGS)については、非住宅建築物に年間数百件の導入があるものの、その性能の実態が不明であったため、Webプログラムでは評価が行えませんでした。そこで、CGSの実態調査・実測を行い（研究成果は建築研究資料No.191で報告）、この実態調査を基にして非住宅建築物におけるCGSのエネルギー消費性能を精緻に評価する方法（標準入力法）を開発し、更に安全側（より厳しい評価）となるが標準入力法より少ない入力項目で簡易に評価ができる方法（モデル建物法）を開発しました。

両方法による評価は、建築物のエネルギー消費性能に関する技術情報ページ（<https://www.kenken.go.jp/becc/index.html>）にて公開しているプログラムで行うことができます（モデル建物法はβ版（図1））であり、正式版は令和3年4月公開を予定しております。（T.U.）



図1 モデル建物法入力支援ツール(β版)

「調達情報メールサービス」をご利用下さい！！

建築研究所では、調査・研究、工事、試験体製作、物品の調達等の一般競争入札や企画競争の応募等、調達に関する情報のメール配信サービスを提供しています。ご登録いただけますと、新たな調達案件の公告（公示）開始と同時に右のようなメールが配信されますので、弊所のホームページを見ることなくタイムリーに情報を入手することができます。

調達に応札、応募を考えている方は是非ご利用下さい。

詳しくは、建築研究所ホームページをご覧ください。（URL <http://www.kenken.go.jp/cyoutatsu-ml/>）

このバナーが
目印です！

建築研究所
調達情報メールサービス

登録すると、こんなメールが届きます。

[chotatsu:0474] 【建研】 調達情報メールマガ 令和2年10月21日更新

本文： 建築研究所 調達情報メールマガジンをご利用いただきありがとうございます。

一般競争入札に関する入札公告等をお知らせします。【参加表明書の提出期日】

- 工事
- 役務
- 1 令和2年度国立研究開発法人建築研究所講演会運営等業務 【10月26日】
- 2 2021年度電子ジャーナル提供業務 【11月2日】
- 3 (新規) マスティンパー工法による復興住宅の構造設計例の作成業務 【11月5日】

○物品

- 1 (新規) 2021年外国雑誌購入 【11月2日】

詳細は、建築研究所HPの「発注情報」ページからご確認ください。

「発注情報」ページのURL <http://www.kenken.go.jp/japanese/information/information/bidding/hachuu/fyouhou.htm>

編集後記

新型コロナウイルスの影響により国際地震工学センターでは2020年4月から研修に遠隔講義を取り入れています。2020-2021年コースは研修生全員が母国にいて遠隔講義を受ける形で始まりました。センタースタッフはこの新しい実施形態でも研修が円滑かつ効率的に行えるよう努めているところです。

今回の特集では通年研修で行っている個人研修を紹介しました。約1年の研修期間のうち、個人研修の研究期間は3カ月半と限られていますので、円滑に進められるように事前の準備にも注力しています。現在行っている研修は今回紹介した通年研修に加えて、中南米地震工学コースとグローバル地震観測研修コースがあり、えびすとらの70号で紹介しています。また、研修の充実に係る研究や技術の普及活動の推進について、工学的地震学、地震工学分野の取り組みをえびすとらの77号で紹介しています。どちらも建築研究所のホームページで公開されていますので、ご興味のある方はご覧いただけると幸いです。（T.H.）

建築研究所講演会のご案内

研究成果や調査活動の発表を通じて、住宅、建築及び都市の各分野における最新の技術情報を広く一般の方々に提供することを目的として、3月に「建築研究所講演会」を開催いたします。

建築研究所が取り組んでいる研究活動を中心に、各分野における研究開発の最新情報をいち早くご紹介します。また、会場のホールロビーでは、研究成果等をポスターにして展示いたします。

さらに、特別講演として、北海道大学名誉教授の越澤 明氏をお招きし、ご講演をいただきます。最新情報は、建築研究所ホームページ（<https://www.kenken.go.jp>）をご覧ください。

開催概要

日 時：令和3年3月5日(金)
10:30～16:20(開場 10:00) 予定

会 場：有楽町朝日ホール
(東京有楽町マリオン11階)

申込み：要事前登録・指定席
(建築研究所ホームページからお申し込みください。定員になり次第申込みを締め切らせていただきます。)

参加費：無料



特別講演
北海道大学名誉教授
越澤 明氏

「都市計画法・建築基準法制定100周年を記念して」

令和2年防災功労者内閣総理大臣表彰を受賞

令和2年防災功労者内閣総理大臣表彰を建築研究所緊急災害対策派遣隊(建研 TEC-FORCE)が受賞しました。

表彰の対象は、令和元年房総半島台風及び東日本台風等による災害に対して、国等からの要請を受けて建研職員を派遣して行った高度な技術支援等の活動です。

表彰式は令和2年9月4日に首相官邸にて行われ、建研 TEC-FORCE 隊長である奥田泰雄シニアフェローが出席しました。



●バックナンバーは、ホームページでご覧になれます。
<http://www.kenken.go.jp/japanese/contents/publications/epistula.html>



●えびすとらに関するご意見、ご感想はこちらまで。
epistula@kenken.go.jp



Epistula

第84号 令和3年1月発行
編集：えびすとら編集委員会
発行：国立研究開発法人 建築研究所
〒305-0802 茨城県つくば市立原1
tel. 029-864-2151
fax. 029-879-0627