



# Epistula

えぴすら



国立研究開発法人建築研究所  
Building Research Institute  
Vol.77 発行：2017.7

特集

## 途上国の地震防災のための工学的地震学と地震工学分野の取り組み

### 国際地震工学センターの活動 ～研修と研究～

建築研究所国際地震工学センターは、開発途上国の地震・津波災害の軽減のために、地震学・地震工学・津波防災分野の知見と技術を系統的に指導する国際地震工学研修を国際協力機構（JICA）と協力して実施しています。対象は開発途上国の研究者、技術者、行政機関関係者等です。

国際地震工学センターが現在実施している集団研修コースを表1に示します。期間が1年の通年研修と2か月のグローバル地震観測研修及び中南米地震工学研修を実施しています。通年研修には、地震学コース、地震工学コース、津波防災コースの3コースがあります。写真1は研修で行った観測実習の様子です。通年研修のカリキュラムは、政策研究大学院大学の修士プログラムとなっていて、必要な単位を取得した研修生は修士号を取得できます。

国際地震工学センターには研修実施のために、地震学、地震工学、津波分野の研究スタッフが所属しています。研修と並行して、スタッフが行っている研究課題は、理学的な分野（地震学、津波）、理学と工学の境界分野（工学的地震学、強震動地震学）、地震工学分野にわたります。これは地震・津波による災害の軽減には、地震・津波の発生、地震波・津波の伝わり方と増幅、強震動の観測・分析、建築物の応答解析・補強・モニタリング等の分野をカバーする必要があるからです。

今回の特集では、国際地震工学センターで行っている研究のうち、工学的地震学と地震工学分野の取り組みを紹介します。

研修コース		概数	期間
通年研修	地震学	10名	1年
	地震工学	10名	
	津波防災	5名	
グローバル地震観測研修		20名	2カ月
中南米地震工学研修		16名	2カ月

■表1 国際地震工学研修コース



■写真1 国際地震工学研修で行っている微動観測の実習



## 高まる地盤構造探査の需要

開発途上国では建設技術の蓄積が不十分であることが多いため、開発や建設を進める上において、地震発生時の危険度がなるべく低い場所を選ぶことが防災上有効となります。そのためには建物の直下にあたる地盤をあらかじめ調査し、地盤の軟弱さや地震時の揺れやすさを把握しておくことが必要となりますが、ボーリング調査のような既存の地盤調査には多額の費用を要することから、開発途上国でこのような調査技術の普及を期待することは現実的ではありません。

一方、近年に日本を中心に数多く実施されている地球物理学的な地盤評価技術に「微動アレイ探査」(図1)という手法があります。これは、常時微動とよばれる、海洋の波浪や人間活動などによって常時発生している地盤の微弱な振動を計測することで、測定地点直下の地盤の軟らかさ・建築物との共振を起こしやすい周波数を精度よく把握するための技術です。敷地内に感度の高い地震計を複数台設置するだけで容易に微動を測定することができるため、微動アレイ探査の需要は開発途上国において急速に高まっています。

また、日本では現在、この微動アレイ探査を密に実

施し、既往の地盤調査資料を補間することで面的な地盤構造の変化を把握しようとする動きが各地で進められています。これらの結果を用いることで、より高精度な地震危険度マップの作成が可能となります。近年では微動アレイ探査に加え、地下数百m～数kmといった深い地盤の構造を調べ、長周期地震動の伝播の過程を簡便に把握するための微動解析技術(地震波干渉法)も日本や欧米諸国を中心に急速に普及が進んでいます。



■図1 微動アレイ探査の概要

## 開発途上国における住宅等の耐震性向上技術に関する取り組み

近年、開発途上国で発生した地震としては、2001年エルサルバドル地震、2003年アルジェリア地震、2005年パキスタン地震、2006年インドネシア地震、2010年チリ地震、2015年ネパール地震等が挙げられ、多くの人的・物的被害が発生しています。倒壊した住宅・建築物には、レンガやブロックを積んだ組積造等があり、地震時の被害低減に向けて、各国では耐震性向上のための検討が行われています。この検討に、日本からの技術協力を通じて、国際地震工学センターが関わる場合があります。その一例として、エルサルバドルにおける組積造住宅の耐震性向上プロジェクトを紹介し、また、国際地震工学センターで実施している組積造壁の振動実験も紹介します。

### エルサルバドル共和国における事例

エルサルバドルでは、組積造(アドベ：日干しレンガ)による住宅が多く建てられています。そして2001年の地震で、このアドベを積んで建てられた住宅に被害が多く発生したことを踏まえて、エルサルバドル政府により組積造住宅の耐震性向上プロジェクトが行われ、建築研究所も技術協力を行いました。

このプロジェクトでは、アドベ単体の品質改善(写真4)、アドベ壁の中に竹のような素材を挟んで補強することが提案され(写真5, 6)、その具体的な方法を示した技術基準がエルサルバドル政府から官報として発行されて、耐震性向上技術が普及されました。技術基準の原文(スペイン語)と日本語訳は以下でご覧いただけます：

<http://www.diariooficial.gob.sv/diarios/do-2014/06-junio/19-06-2014.pdf>, (pp.14-30)、

<http://www.kenken.go.jp/japanese/contents/publications/data/174/index.html>。



■写真4 組積体(アドベ)の製造(型枠に材料を打設し、天日で乾燥させる)



■写真5 アドベ壁の展示用モデル(組積体(アドベ)の間に竹のような素材を挟むことで補強されている)



■写真6 エルサルバドルの組積造(アドベ)住宅の例

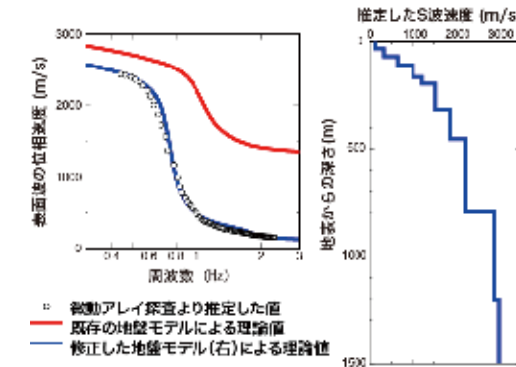
## 開発途上国における工学的地震学研究の普及に向けた取り組み

国際地震工学センターでは、様々な地域で測定した微動観測記録に基づく基礎研究を重ね、解析技術の開発や既往探査技術の有効性の検証に取り組んでいます。最近では、福島県いわき市を対象として、地表のごく表層から地下1km程度までの深さを対象としたマルチスケールの微動アレイ探査、既往の観測点がない市街地での強震観測を実施し、地方都市における地盤構造の効率的な検証・推定のための研究を実施しています(図2、写真2)。

国際地震工学研修では、微動探査に関する講義・実習を地震学・地震工学コースの研修生を対象として実施するとともに、微動探査技術・解析技術を研修生が通年研修の後半に取り組む研究課題のメニューの一つとして取り入れ、将来的に自国での地盤調査をリードする人材の育成に取り組んでいます。また、研修のみならず、国際技術協力プロジェクトなどにも参加し、外部機関と連携してこれらの技術の開発途上国への普及に取り組んでいます(写真3)。



■写真2 福島県いわき市で実施した微動アレイ探査



■図2 福島県いわき市で実施した微動アレイ探査の解析結果



■写真3 ネパールで実施した微動探査の様子

## 組積造壁の振動実験

国際地震工学センターで実施している振動実験は、開発途上国の住宅の一部に見立てたレンガ(日本での市販品)の壁を、水平1方向に中央壁の面外方向に振動させるものです(写真7)。このような組積造壁は、開発途上国の住宅の壁に類似しているため、研修生の関心も高く、地震による住宅の揺れ方を理解する一助となっています。この実験では、既存の組積造壁の内側に市販の金網を貼り付けて補強する効果を検証しました。試験体に計測装置を貼り付けた後に、振動実験を、小さい加振波から順に振幅を大きくして20回程度振動させて、ひび割れやレンガの脱落を記録しました(写真8)。実験後は、計測データから卓越周期の計算や地震応答解析を行い、わずかですが、金網を貼り付けるだけでもレンガが脱落しにくくなる効果のあることがわかりました。



■写真7 組積造試験体の振動実験(加力前)



■写真8 振動実験後の試験体

## 終わりに

地震学・地震工学・津波防災の人材育成機関及び関連する科学技術情報と専門人材ネットワークのハブ機関として、今後も国際地震工学研修各コースと当該分野の研究活動及び技術の普及を通して、開発途上国における地震・津波災害が軽減されるよう努めてまいります。



## 建築生産研究グループの研究成果 — BIM活用の国際動向の把握 —

建築物の部位や空間を表す3次元モデルに仕様や性能に関する情報を付けて関係者間で共有し、設計内容や施工方法、完成した後の維持管理の仕方等、様々な検討、確認を行う BIM (Building Information Modeling) の取り組みが広がってきています。建築物の新築や改修では、プロジェクトの企画、計画から、意匠、構造、設備等の設計、ゼネコンと専門工業者、部品メーカー等による建設、工事が完成した後の維持管理に至るまで、様々な主体が情報を伝達、共有しながら事業が進められます。従来、2次元の図面とドキュメントを中心に扱われていた情報を、3次元モデルを中心として扱うことで建築物のどの部位、部分に関する何の情報かを明確にして、無駄なく手戻りなく事業を進めようというのが BIM の取り組みです。

BIM を本格的に活用しようとする、従来の仕事の進め方、行政への手続きや契約や商取引の慣習等を変える必要も出てきます。データの構造や形式、受け渡しのルール等については、国際的な情報標準化団体 buildingSMART を中心に整理が進んできています。BIM 活用の次の段階として、様々な建築実務の改善や業務プロセスの改革に関係者の関心が移ってきています。

建築生産研究グループでは、国内外の BIM 活用に関わる研究会等に積極的に参加し、建築事業における先進的な取り組みや諸外国の建築事情について情報収集を行うとともに、建築確認の電子申請の検討等の議論を深めています。

時間	内容	講師
13:00-14:00	中国鉄路建設集団有限責任公司 報告	Ying Sun
14:00-15:00	中国鉄路建設集団有限責任公司 報告	Wen Song
15:00-16:00	中国鉄路建設集団有限責任公司 報告	Wang Song
16:00-17:00	中国鉄路建設集団有限責任公司 報告	Wang Song
17:00-18:00	中国鉄路建設集団有限責任公司 報告	Wang Song
18:00-19:00	中国鉄路建設集団有限責任公司 報告	Wang Song
19:00-20:00	中国鉄路建設集団有限責任公司 報告	Wang Song
20:00-21:00	中国鉄路建設集団有限責任公司 報告	Wang Song
21:00-22:00	中国鉄路建設集団有限責任公司 報告	Wang Song
22:00-23:00	中国鉄路建設集団有限責任公司 報告	Wang Song
23:00-24:00	中国鉄路建設集団有限責任公司 報告	Wang Song
24:00-25:00	中国鉄路建設集団有限責任公司 報告	Wang Song
25:00-26:00	中国鉄路建設集団有限責任公司 報告	Wang Song
26:00-27:00	中国鉄路建設集団有限責任公司 報告	Wang Song
27:00-28:00	中国鉄路建設集団有限責任公司 報告	Wang Song
28:00-29:00	中国鉄路建設集団有限責任公司 報告	Wang Song
29:00-30:00	中国鉄路建設集団有限責任公司 報告	Wang Song
30:00-31:00	中国鉄路建設集団有限責任公司 報告	Wang Song
31:00-32:00	中国鉄路建設集団有限責任公司 報告	Wang Song
32:00-33:00	中国鉄路建設集団有限責任公司 報告	Wang Song
33:00-34:00	中国鉄路建設集団有限責任公司 報告	Wang Song
34:00-35:00	中国鉄路建設集団有限責任公司 報告	Wang Song
35:00-36:00	中国鉄路建設集団有限責任公司 報告	Wang Song
36:00-37:00	中国鉄路建設集団有限責任公司 報告	Wang Song
37:00-38:00	中国鉄路建設集団有限責任公司 報告	Wang Song
38:00-39:00	中国鉄路建設集団有限責任公司 報告	Wang Song
39:00-40:00	中国鉄路建設集団有限責任公司 報告	Wang Song
40:00-41:00	中国鉄路建設集団有限責任公司 報告	Wang Song
41:00-42:00	中国鉄路建設集団有限責任公司 報告	Wang Song
42:00-43:00	中国鉄路建設集団有限責任公司 報告	Wang Song
43:00-44:00	中国鉄路建設集団有限責任公司 報告	Wang Song
44:00-45:00	中国鉄路建設集団有限責任公司 報告	Wang Song
45:00-46:00	中国鉄路建設集団有限責任公司 報告	Wang Song
46:00-47:00	中国鉄路建設集団有限責任公司 報告	Wang Song
47:00-48:00	中国鉄路建設集団有限責任公司 報告	Wang Song
48:00-49:00	中国鉄路建設集団有限責任公司 報告	Wang Song
49:00-50:00	中国鉄路建設集団有限責任公司 報告	Wang Song
50:00-51:00	中国鉄路建設集団有限責任公司 報告	Wang Song
51:00-52:00	中国鉄路建設集団有限責任公司 報告	Wang Song
52:00-53:00	中国鉄路建設集団有限責任公司 報告	Wang Song
53:00-54:00	中国鉄路建設集団有限責任公司 報告	Wang Song
54:00-55:00	中国鉄路建設集団有限責任公司 報告	Wang Song
55:00-56:00	中国鉄路建設集団有限責任公司 報告	Wang Song
56:00-57:00	中国鉄路建設集団有限責任公司 報告	Wang Song
57:00-58:00	中国鉄路建設集団有限責任公司 報告	Wang Song
58:00-59:00	中国鉄路建設集団有限責任公司 報告	Wang Song
59:00-60:00	中国鉄路建設集団有限責任公司 報告	Wang Song
60:00-61:00	中国鉄路建設集団有限責任公司 報告	Wang Song
61:00-62:00	中国鉄路建設集団有限責任公司 報告	Wang Song
62:00-63:00	中国鉄路建設集団有限責任公司 報告	Wang Song
63:00-64:00	中国鉄路建設集団有限責任公司 報告	Wang Song
64:00-65:00	中国鉄路建設集団有限責任公司 報告	Wang Song
65:00-66:00	中国鉄路建設集団有限責任公司 報告	Wang Song
66:00-67:00	中国鉄路建設集団有限責任公司 報告	Wang Song
67:00-68:00	中国鉄路建設集団有限責任公司 報告	Wang Song
68:00-69:00	中国鉄路建設集団有限責任公司 報告	Wang Song
69:00-70:00	中国鉄路建設集団有限責任公司 報告	Wang Song
70:00-71:00	中国鉄路建設集団有限責任公司 報告	Wang Song
71:00-72:00	中国鉄路建設集団有限責任公司 報告	Wang Song
72:00-73:00	中国鉄路建設集団有限責任公司 報告	Wang Song
73:00-74:00	中国鉄路建設集団有限責任公司 報告	Wang Song
74:00-75:00	中国鉄路建設集団有限責任公司 報告	Wang Song
75:00-76:00	中国鉄路建設集団有限責任公司 報告	Wang Song
76:00-77:00	中国鉄路建設集団有限責任公司 報告	Wang Song
77:00-78:00	中国鉄路建設集団有限責任公司 報告	Wang Song
78:00-79:00	中国鉄路建設集団有限責任公司 報告	Wang Song
79:00-80:00	中国鉄路建設集団有限責任公司 報告	Wang Song
80:00-81:00	中国鉄路建設集団有限責任公司 報告	Wang Song
81:00-82:00	中国鉄路建設集団有限責任公司 報告	Wang Song
82:00-83:00	中国鉄路建設集団有限責任公司 報告	Wang Song
83:00-84:00	中国鉄路建設集団有限責任公司 報告	Wang Song
84:00-85:00	中国鉄路建設集団有限責任公司 報告	Wang Song
85:00-86:00	中国鉄路建設集団有限責任公司 報告	Wang Song
86:00-87:00	中国鉄路建設集団有限責任公司 報告	Wang Song
87:00-88:00	中国鉄路建設集団有限責任公司 報告	Wang Song
88:00-89:00	中国鉄路建設集団有限責任公司 報告	Wang Song
89:00-90:00	中国鉄路建設集団有限責任公司 報告	Wang Song
90:00-91:00	中国鉄路建設集団有限責任公司 報告	Wang Song
91:00-92:00	中国鉄路建設集団有限責任公司 報告	Wang Song
92:00-93:00	中国鉄路建設集団有限責任公司 報告	Wang Song
93:00-94:00	中国鉄路建設集団有限責任公司 報告	Wang Song
94:00-95:00	中国鉄路建設集団有限責任公司 報告	Wang Song
95:00-96:00	中国鉄路建設集団有限責任公司 報告	Wang Song
96:00-97:00	中国鉄路建設集団有限責任公司 報告	Wang Song
97:00-98:00	中国鉄路建設集団有限責任公司 報告	Wang Song
98:00-99:00	中国鉄路建設集団有限責任公司 報告	Wang Song
99:00-100:00	中国鉄路建設集団有限責任公司 報告	Wang Song

第 4 回 Government BIM Symposium Beijing の概要



buildingSMART International 2017 SPAIN での発表

## 「2017つくばちびっ子博士」に伴う施設公開のご案内

建築研究所では、つくば市教育委員会等が主催する「つくばちびっ子博士」事業に賛同し、研究所の実験施設と展示館を公開しています。

本事業は、全国の小中学生を対象に毎年実施されているもので、日本の将来を担う子供たちが、つくば市内に立地する研究・教育機関において科学技術に触れることにより、科学技術に対する関心を高めることを目的としています。

参加者は、特製パスポートを持って各研究機関を見学しながらスタンプラリーを行い、期間終了後、取得したスタンプ数により、事務局から「つくばちびっ子博士」の博士号認定証が交付されます。

建築研究所の施設公開は、1コース2施設程度を体験するツアー形式で行い、各施設では、担当の研究者が実験や体験を通して、その施設で行っている研究をわかりやすく紹介します。

公開日は以下のとおりです。

- ・7月22日(土) 10:00~16:00
- ・7月26日(水) 13:00~16:00

見学ツアーは電話による事前予約制で、予約方法やツアー内容等の詳細は、当研究所のホームページ

(<http://www.kenken.go.jp>)に掲載しています。なお、定員になり次第、受付を終了させていただきます。また、展示館のみ、以下の期間は自由見学を随時受け付けています。

- ・7月24日(月)~8月31日(木) 10時~16時



## Epistula



第77号 平成29年7月発行

編集：えびすたら編集委員会

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

●えびすたらに関するご意見、ご感想は

[epistula@kenken.go.jp](mailto:epistula@kenken.go.jp)までお願いいたします。

また、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>)

## 編集後記

国際地震工学センターは開発途上国の地震・津波防災軽減のために、地震学、地震工学、津波防災分野の研修を継続的に実施しています。

今回のえびすたらでは、研修と並行して行っている研究や技術の普及活動について紹介しました。開発途上国における都市化や開発の進展等に伴って、災害軽減の必要性は増していますが、各国で重要な課題や適用可能な技術は多岐にわたります。そこで各国の異なる事情を考慮しながら研究を進め、技術の普及に取り組むのは国際地震工学センターの活動のユニークな点だと思えます。(T.H.)