

# 国際地震工学研修の成果事例

国際地震工学センター 上席研究員 小豆畑 達哉

## I はじめに

国際地震工学センターは、過去約 60 年に渡り、地震学・地震工学に関わる国際地震工学研修を実施し、これまで開発途上国を対象に 102 カ国から 1,898 名の研修生(令和 1 年 9 月現在)を受け入れてきた。本報告では、国際地震工学研修が開発途上国からの要請にいかに対応しているかを紹介し、また、検証するため、2018-2019 年通年コースのネパールからの研修生 3 名の個人研修成果の概要を示すこととする。

## II 国際地震工学研修に対するニーズの想定

ネパールに限らず、国際地震工学研修を取りまく昨今の状況と対応すべき当面の研修ニーズ又は課題について、当センターでは次のように考えている。ただし、紙面の都合上、地震工学分野に関するものみに留める。これらは、最近の海外での建築物の地震被害状況や研究動向、あるいは、近年、国際地震工学研修に参加した研修生と接して得た情報等を踏まえ考察したものである。

- (1) レベル 2 の地震を想定した耐震基準が世界的にほぼ普及した状況と言えるが、これらは  $R$  ファクター等の適用による線形解析を基本としたものであるため、非線形挙動に関する知識が不十分なまま基準が適用されている。今後、自国で耐震基準を主体的に整備していくためにも非線形挙動に関する研修への要望が非常に高い。
- (2) 耐震診断、耐震改修、応急危険度判定等の重要性は認識されているが、自国の構造に適した技術基準類が整備されていないため、これらの技術に関する研修への要望が非常に高い。
- (3) 超高層、免震等の最新の知見を要する建築物の設計技術の普及が十分でなく、これらの設計は先進国に外注される場合が多い。従って自国にて主体的に防災対策を取ることが難しくなっているため、これらの技術に関する研修への要望が非常に高い。

2018-2019 年通年コースにおいて、地震工学コースには 5 名の研修生(ネパール 3、ペルー 1、フィリピン 1)が参加した。次章に示す個人研修テーマの設定プロセスに従い研修生と議論

を重ねるうち、本国際地震工学研修において、上記(1)~(3)に関連する研修(特に今回は(1)(2)に関するもの)を実施することの重要性を改めて認識している。

## III 個人研修テーマの設定プロセスと修士レポート概要

2018-2019 年コースのスケジュール概要を図 1 に示す。まず講義を主とする集団研修(Group training)を約 8 カ月かけて行い、5 月第 4 週目から約 2 カ月半かけて個人研修を実施する。後半の個人研修期間で研修生は各人の研究を実施し修士レポート作成に取り組むが、その準備は研修開始直後より始める必要がある。集団研修期間内に、3 回のコロキウムが開催され、そこで個人研修テーマに係る発表が行われる。本発表の準備のため自習日が設定され、当センターの研究スタッフ等と議論する機会が与えられる。第 1 回コロキウムでは、研修生の国別レポートと所属機関の役割、研修生個々の職務、課題等が報告される。この場で研修生個々の研究ニーズが、研究スタッフと研修員相互で共有され、第 2 回及び第 3 回のコロキウムを経て個人研修テーマと内容が徐々に具体化されていく。

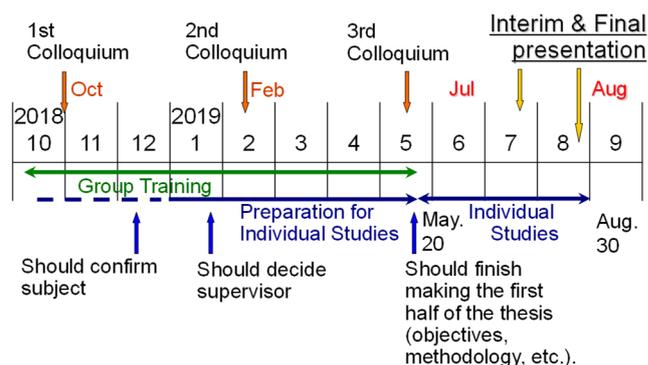


図 1 研修スケジュール概要(2018.10-2019.9)

ネパールでは、国の建築基準案が 1994 年に策定され、2006 年よりいくつかの地方政府が施行を開始している。耐震基準は NBC105 で規定されている。NBC105 は、構造計算により建築物の耐震性の検証を求めるが、実用的見地から、低層の建築物を対象に、より簡略的な仕様書の規定も Mandatory Rule of

Thumb(MRT)としてNBC205で定められている。また、当地においては、2015年にネパールゴルカ地震が発生し、これが建築物に甚大な被害を与え、死者数も8千人強に及ぶ大惨事となった。被害を受けた建築物のなかには建築基準を遵守していない建築物も多数見られた。復興のための補修や耐震改修のみならず、近年の急速な都市化への対応も必須となっている。こうした情報は、コロキウム等での議論の下、共有化されたものである。

このような状況認識の下、ネパールからの研修生3名は、表1~3、及び、図2~4に示す個人研修を実施した。図は2018-2019研修コース修論セレクト集(<http://iisee.kenken.go.jp/syndb/>)からの抜粋である。

Praveen Pratap ADHIKARIは、NBC105に基づき設計された鉄筋コンクリート造建物の破壊確率を推定している。NBC105はRファクターに相当する係数等の設定根拠があいまいで、建築物に対する要求性能レベルも判然としない。また設計用地震力のレベルも低めの設定になっている。本研究は全体崩壊形実現のための保証設計を徹底すれば地表面最大加速度が0.3~0.4Gレベルの地震動に対しても十分な耐震性を発揮できる建築物を無理なく設計できるとしている。(表1及び図2)

Jyoti LAMSALは、都市化に伴う建築物の用途変更の耐震性に与える影響を検討し合理的な耐震改修計画を提案している。また、用途変更に伴う積載重量の変化が無視し得ない影響を及ぼす場合のあることを明示している。(表2及び図3)

Phadera DHIRAは、ゴルカ地震での典型的な建築物の被害パ

表1 修士レポート概要(1)

著者: Praveen Pratap ADHIKARI  
 題名: Fragility evaluation of a RC building designed by Nepal Building Code considering deformation capacity  
 概要: ネパールの現行耐震基準で設計された建築物の破壊確率を算出し、崩壊形を曲げ破壊形とすることで破壊確率を大幅に低減できることを明らかにしている。

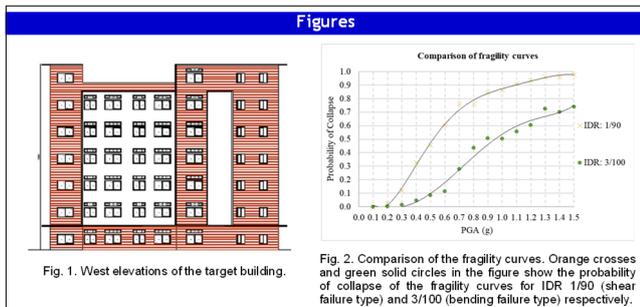


図2 2018-2019 研修コース修論セレクト集より (1)

表2 修士レポート概要(2)

著者: Jyoti LAMSAL  
 題名: Seismic retrofit of an existing residential building in Nepal to functionalize as a hospital using ferrocement  
 概要: ネパールに実在する脆弱な建物について、住宅から病院への用途変更を前提として、耐震性能を複数の手法で把握し、フェローセメントを用いた経済的な補強方法の効果を検証している。

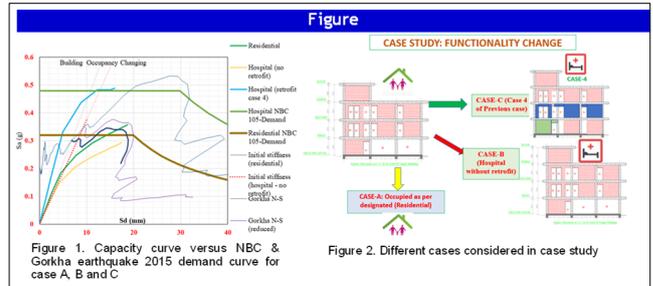


図3 2018-2019 研修コース修論セレクト集より (2)

表3 修士レポート概要(3)

著者: Phadera DHIRA  
 題名: A study on seismic performance and retrofit approach for current RC buildings with soft first story in Nepal  
 概要: ネパールに相当数存在するとみられる1階にピロティ層を有するインフォーマルな既存RC造建築物の耐震性能を解析的に分析するとともに、RC袖壁およびRC耐震壁増設による耐震補強効果を検証している。

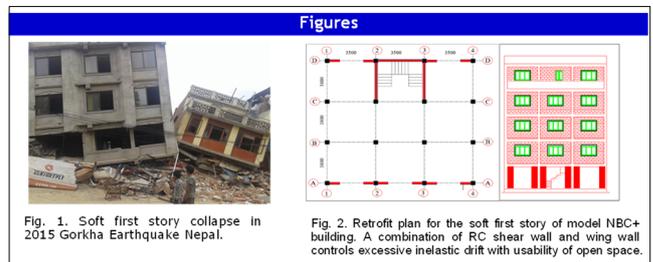


図4 2018-2019 研修コース修論セレクト集より (3)

ターン(最下層崩壊)を地震応答解析により再現し、袖壁を用いた耐震改修方法の有効性を明らかにしている。MRT規定の変遷や規定が必ずしも遵守されていない現況を分析し、その結果を応答計算に用いた解析モデルに反映させている。(表3及び図4)

#### IV まとめ

個人研修により作成された修士レポートは、集団研修で習得した知見や解析技術を自国における問題解決に適用した成果である。結論に至るまでにはコロキウム等での研究スタッフや修論指導者との多くの議論の積み重ねがある。これらの成果が自国での地震防災対策に有効に活用されることを期待する。