

# ノンエンジニアド住宅の地震被害軽減方策に関する研究 -学際的, 業際的, 国際的なアプローチの提案- Study on Strategies for Safer Non-engineered Houses -A Proposal of Inter-disciplinary, Inter-sectoral and International Approach-

榎府龍雄<sup>1</sup>  
Tatsuo NARAFU<sup>1</sup>

<sup>1</sup>独立行政法人国際協力機構  
Japan International Cooperation Agency (JICA)

Reducing earthquake disasters in non-engineered houses is an acute issue because they are a main cause of human casualties. Since non-engineered houses differ from engineered houses in many respects, we conducted a comparative study and clarified the characteristics of the former. Based on this study, we found that a comprehensive approach covering a wider field of activity and effort was necessary as users/dwellers of non-engineered houses are low income people and a professional housing supply sector usually does not exist for such houses. This paper indicates the items to be tackled in reducing earthquake disasters in such dwellings, and proposes an inter-disciplinary, inter-sectoral and international approach, which covers all the items.

**Keywords :** *non-engineered houses, earthquake disaster reduction, comprehensive approach, inter-disciplinary, inter-sectoral, international*

## 1. 研究の背景

開発途上国では毎年のように地震により甚大な被害を蒙ってきている。その被害の特徴の一つは、多くの人命が失われることで、主要な原因は一般住民が居住している住宅の倒壊である。これらの住宅のほとんどは、地域で入手できる材料<sup>(1)</sup>を使い、工学的な知識の十分でない地域の職人や住民自身が建設を行うもので、工学的な関与が少ないことからノンエンジニアドと呼ばれることが多い。ノンエンジニアド住宅は、工学技術者が設計、施工に関与する住宅(エンジニアド住宅)とは、多くの側面において特性を異にしていることから、その特性に合わせた被害軽減のための取り組みが必要である。本論文は、そのあり方について提案を行うものである<sup>(2)</sup>。

## 2. ノンエンジニアド住宅の地震被害軽減のため総合的なアプローチの必要性

### (1) 被害軽減のための技術の開発と普及

被害軽減を実現するためには、現場で実施可能な耐震技術の開発と、それを現場の職人、労働者に採用してもらえるように普及を図ることの2点が基本と考えられる。<sup>①</sup>現場で実施可能な技術の開発

開発途上国に対する技術協力において、先進国の技術ではなく、現地の実情にあった技術(*appropriate technology*: 適正技術と称されている)が必要との主張がなされて久しい。これを受けて、現在では多くの分野で現地の研究者、技術者に業務を依頼することが一般的となっている。しかしながら、これらの専門家は、低所得層が発注者であるノンエンジニアド住宅の建設に関わることは少ない。そのため、その実情についての知識、情報は充分ではなく、彼らに任せるだけでは本来の意味での適正技術は開発できない。また、ノンエンジニアド住宅についての適正技術は、現場の制約条件(廉価な材料、

簡易な道具など)の下で、技術レベルの低い職人が理解し実施できるようなものである必要がある。また、低所得層が発注者でも経済的に手が届くような低コストのものである必要がある。こうした難しい条件を満たす技術の実現がまず必要である。

### ②技術の現場への普及

先進国では、通常、住宅に関する技術は、技術基準、ガイドラインなどにまとめられ、設計者、施工者などの住宅供給セクターの技術者がそれを習得することや、建築基準行政の形での地方政府による住宅供給セクターへの働きかけにより普及が図られる。一方、開発途上国のノンエンジニアド住宅の場合には、住宅供給セクターは地域の職人が主体であり、こうした技術者による技術の習得による方法は十分機能しない。また、行政サービスは一般的に充分でないうえ、ノンエンジニアド住宅は数が多いものの、規模が小さく、行政にとって重要な施策対象とはなりにくい。こうしたことから、技術の普及は大変困難な課題となっている。

### (2) 総合的なアプローチの必要性

ノンエンジニアド住宅の住民は低所得層が多く、住宅は彼らにとり極めて高額な資産である。中高所得層についても、住宅取得のために融資、利子補給などの支援が必要となっており、ノンエンジニアド住宅の場合にはその必要性は更に高い。また、これらの住民は、言語の障壁や公的な書類作成の経験がないことが多く、経済的な面以外での支援も必要としている場合が多い。

また、上述の耐震工法を検討するための前提である、種々の住宅タイプ毎の構造的な特性の把握も充分ではない<sup>①</sup>。さらに、それぞれの地域での地震リスクの把握もクリティカルな課題である。ノンエンジニアド住宅は、材料、施工者の技術力等の制約から高い耐震性の実現は困難であることから、その立地地域について科学的に把握されたリスクに基づく、必要かつ十分な耐震性能の要

求水準の設定は切実な課題である。

さらに、限られた資源、人材で、全世界に膨大に存在するノンエンジニアド住宅の被害軽減を進めるための工夫も重要な課題となっている。ノンエンジニアド住宅の地震被害軽減を実現するためには、(1)で述べた、技術の開発と普及に加えて、上述のような多様な側面をカバーする総合的なアプローチが必要と考えられる。

### 3. 学際的、業際的、国際的なアプローチの提案

#### (1) フレームの提案の狙い

ノンエンジニアド住宅の被害軽減が困難な課題となっている理由の一つに、地震防災分野の課題であると同時に、「開発途上国の住宅対策」、「開発途上国の低所得層対策」の課題の一つとしても捉えられる。そしてこの課題の難しさの原因は、保健衛生、教育、居住環境などの分野の開発途上国の低所得者対策と共通しているものがあると考えられる。即ち、工学技術面のアプローチのみでなく、長年の開発途上国の低所得層の居住環境対策や貧困削減のためのプロジェクトの経験、教訓の蓄積を活用した、学際的、業際的、国際的なアプローチが必要と考えられる。その取り組むべき範囲の広がりから、そのフレームを提示することにより分野の広がりや示すことは、今後の研究開発、被害軽減のプロジェクトの企画立案に有益との認識に基づき、図1に示すフレームと表1のを取りまとめた。

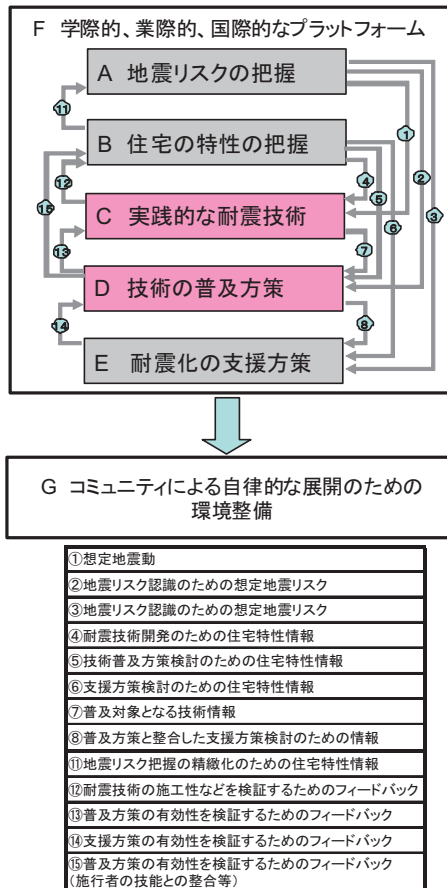


図1 学際的、業際的、国際的なアプローチのフレーム

#### (2) フレームの構成及び各項目の概要

フレームの各項目は相互に深く関連しており、その関

係を図1に付記している。また、各項目、細項目についての、所要の取り組み、関係分野と開発途上国、ノンエンジニアド住宅を取り巻く状況を表1に整理した。各項目の概要は以下の通りである。(記述の順序は、主要な項目である耐震技術と普及方策から始め、以降、順次、密接に関連する項目へ移っていくこととしている。)

##### ①実践的な耐震技術 (図1及び表1のC)

地震被害軽減を実現するための中核的な項目である。耐震工法 (C1) については、実際の施工者を想定する必要がある。工学知識が不十分な場合に備えて、多くのドナーは簡潔なガイドラインを作成し、現場の施工者の分かりやすさや、公用語が使えない、あるいは識字自体ができないなどの状況も想定しながら、イラストを多用するなどの工夫をしたマニュアルなどの作成を行っている。これをさらに進めて、公式の建築基準を小規模の住宅に限定して簡易なものとするという取り組みがインドネシアでおこなわれており、注目に値する<sup>(3)</sup>。

構造工学からのみではなく、C2 の材料、部材の改善も重要な課題となっている。また、C3 の施工の水準確保も大きな課題となっている。

##### ②技術の普及方策 (図1及び表1のD)

開発途上国のノンエンジニアド住宅については、先進国の方法は多くの場合機能しないことから、種々の方法が試みられている。職人に実際の作業をしてもらいながら技術を覚えてもらうトレーニングはいくつかの国で試みられている。それを大規模かつ効率的に実施するため、トレーニング講師養成のトレーニング (TOT Training of Trainers) と養成された講師による講習の展開という取り組みも行われている。

住宅の需要者サイドへの技術普及も試みられている (D2)。発注者である住民に対して耐震技術の基本を知ってもらう活動などである。ノンエンジニアド住宅の場合、住宅建設が住民に近いセクターで行われ、また、住民の余裕時間が多いこともあり、住民は頻繁に建設現場を訪問する機会が多い。そうした際に、住民自身に施工者に対して働きかけてもらうという狙いである。

同様の趣旨から、住民の支援のために雇用されるハウジングファシリテーター<sup>(4)</sup>に対するトレーニングも実施されている。

##### ③耐震化の支援方策 (図1及び表1のE)

住宅の耐震性を高めるための建て替えや補強は多くの費用を要することから、融資、補助、材料の提供などの経済的な支援が行われている。(E1)

経済的な支援に加えて、住民が支援制度にアクセスすることに対する支援も必要である。低所得層は、公的な制度と関わりなく生活している場合が多く、支援制度の存在を知る、申請書を入手し作成する、申請書を提出して手続きを進めるといった制度へのアクセスは、住民のみでは困難な場合が多い。公用語を使えない住民も少なからず存在する。さらに、こうした階層は居住している土地についての権利が明確でない、居住地移動の制限をしている国では居住権を有していないなどの問題を有している場合も多い。こうした、住宅建設に到達するまでの種々の問題に対して住民をサポートすることも必要である。(E2) この点は、エンジニアド住宅の場合には必要とされない事項のため、認識されにくく、留意が必要である。

地震災害復興住宅の場合には手厚い助成がなされる一方、短期間に住宅建設を行う必要があることから、E1 と E2 とを一体的かつ効率的に行うことが求められる。さら

に地震被害を繰り返さないためには、「D 技術の普及方策」との連携も重要となる。

地震防災は、発生頻度の高い風水害や干ばつ、低所得層の日々の問題となっている不安定な収入、失業の不安などと比較して、高い優先度を持ちにくい課題である。また、援助機関による支援も、被災後の復興住宅を除く

と、地震防災を中心にした取り組みの事例は多くない。こうしたことから、公衆衛生改善、居住環境改善、コミュニティ開発など他のテーマによるプロジェクトの中で住宅建設との連携を図ることが期待される(E3)。この方向は、援助コミュニティの近年の潮流である、開発などの取り組みに防災の視点を取り込むという方向に合致するものである(5)。

表1 学際的、業際的、国際的なアプローチの関連項目

項目	細目	所要の取り組み	関係分野	開発途上国及びノンエンジニアド住宅を取り巻く状況(先進国、エンジニアド住宅との比較など)	
A	地震リスクの把握	1 発生想定地震	それぞれの地域に被害をもたらす可能性のある地震の規模、頻度等の把握	地震学、地質学	開発途上国では、活断層、地震活動などの情報の蓄積が不十分なため、地震発生想定把握が不十分
		2 想定地震動	発生地震波の伝播、対象地域の地盤等による増幅等を想定した地震動の想定	地震学、地質学、地盤工学、地震工学	開発途上国では、地質学、地盤工学、地震工学の蓄積が不十分で、想定地震動の把握が不十分
		3 建物被害のリスク	想定地震動により引き起こされる被害リスクの把握	地震工学、建築構造	ノンエンジニアド住宅の実態に関するデータはほとんどなく、リスク把握は不十分
B	住宅タイプ毎の特性の把握	1 構造特性	地震時の挙動に大きな影響を及ぼす事項についての特性の把握(階数、補強材、水平耐力要素、部材強度、荷重、部材接合部強度、脆弱破壊を起こす部位の特定など)	建築構造	ノンエンジニアド住宅は従来工学の研究対象とされることは少なく、蓄積は不十分
		2 材料、部材	構造材料、部材とその特性(強度、靱性、品質のばらつきなど)の把握	建築材料	それぞれの地域の材料、部材であり、ばらつきが大きく(エンジニアド住宅の材料のような規格、品質基準などの適用は通常ない)、実情把握が不十分。
		3 施工方法	施工手順、使用工具などの施工法の把握と施工精度の想定	建築施工	調査対象とされることが少なく、蓄積は不十分。
		4 施工者の技能	施工者の技能の実情の把握	建築施工	調査対象とされることが少なく、蓄積は不十分
C	実践的な耐震技術	1 耐震工法(設計、施工等)	B対象住宅タイプの特性の把握をふまえた、耐震性を向上させることができる構造設計、施工法などの耐震工法の開発	建築構造、建築施工	従来工学の研究対象とされることは少なく、蓄積は不十分
		2 材料、部材の改善	耐震性向上に効果が期待できる材料、部材の改善	建築材料、建築施工	従来工学の研究対象とされることはほとんどなく、蓄積は不十分
		3 施工水準確保の方策	施工精度向上、施工効率向上に資する工具、機器等の導入、施工手順の改善などによる耐震性向上	建築施工、建築生産	従来工学の研究対象とされることはほとんどなく、蓄積は不十分
D	技術の普及方策	1 供給者サイドへの普及方策	建設職人、労働者(住民の場合を含む)、材料・部材製造者、流通業者などの住宅供給サイドへの働きかけ(これらに対する行政による指導のための働きかけを含む)	技術教育、技術普及・訓練、部材開発、資材流通、建築基準行政	エンジニアドで一般的な住宅供給セクター(建設会社、設計者、材料・部材メーカーなど)を通じての技術普及(技術基準提供、建築許可制度など)の方策は有効ではない。通常の場合、行政等の関与はほとんど行われていない
		2 需要者サイドへの普及方策	住民及びその家族、地域コミュニティのキーパーソン、ハウジングファシリテーター、NGOなどの住民支援者などの需要者サイドへの働きかけ	防災教育、コミュニティ防災	住宅分野では全般に取り組みが不十分(ノンエンジニアド、エンジニアドともに)
E	耐震化の支援方策	1 経済的支援	住宅の耐震性向上に必要な経済的負担に対する、融資、補助金、材料支給などの支援	コミュニティ開発、貧困層対策	執行体制(地方政府、民間金融機関など)、住民の理解能力などの制約から、エンジニアドのような複雑な制度(融資など)の適用は困難
		2 社会的支援	経済的支援制度や建築許可制度へのアクセスのための多面的支援(場合により、土地の権利、居住の権利などの問題解決を含む)	コミュニティ開発、貧困層対策	ノンエンジニアドでは、住民が契約手続、行政手続に不慣れであり、必要性が高い。土地利用権、居住権などの問題がある場合も多い。
		3 低所得層対策などとの連携	公衆衛生、居住環境改善、地域開発などの他の目的からの同一対象層に対するアプローチとの連携	コミュニティ開発、貧困層対策	低所得層対策はこれまで種々の視点からの取り組みがある。一部にはシェルター対策が含まれているが、耐震性の視点は希薄。
		4 協力体制整備	E1E2E3の実施を担う、当該国政府、援助機関、技術者(コンサルタントなど)、NGOなどの連携のための体制の整備	開発援助、国際協力、NGO活動	現地事情に精通した者の協働が必要。低所得層が対象になる場合は、意欲と経験を有する者(NGOなど)の参加が不可欠。
F	学際的、業際的、国際的なプラットフォーム	困難、かつ、これまでの蓄積が不十分な課題に対する取り組みを進めるための、経験、教訓の共有のための国際的なプラットフォームの確立	本表「関係分野」のすべての分野	エンジニアド(特に先進国)の場合には、各国において、行政、関係機関・団体、実務者等の間の必要とされる情報共有の関係が整備されている。ノンエンジニアドでは、これらの者の関与自体がほとんどない状況。当該分野のプロジェクトは、個別にプロジェクトに必要とされる範囲の取り組みを単独に進めている状況。	
G	コミュニティによる自律的な展開のための環境整備	耐震化がより少ない資源で自律的、継続的に展開をしていくための環境の整備(耐震化の活動が、雇用機会の拡大、地域経済活性化などに繋がっていくような仕組みの導入)	開発援助、国際協力、NGO活動	援助機関コミュニティにおいて、多くの分野共通で自律的な展開の必要性が認識されている。エンジニアドでは、市場メカニズムが機能することが期待できる。	

住民に対する支援は、主に地元地方政府とそれに雇用される現地コンサルタントが担ってきているものがあるが、地方政府に十分な財政力、執行能力がない場合が多く、中央政府、さらには海外の援助機関の支援が不可欠な場合がほとんどである。また、こうした主体がそれぞれ業務執行のためのコンサルタント、専門家などを雇用している。片や、施策対象の低所得層は、政府の施策による恩恵を受ける経験が少なく、逆に、徴税、不法行為(不法占拠、居住地制限の違反など)の取り締まりなどで敵対的な状況に立たされることもあり、行政に対しては必ずしもオープンではない。また、支援の円滑な実施のためには住民の価値観、生活様式などを熟知し、親身になって活動できる者が必要である。こうした役割の多くを、低所得層を対象に活動をしてきている現地のNGOが担ってきている。支援の実施に当たっては、これらの立場を大きく異にする数多くの主体の協力が必要であり、そのための協力体制整備は、その成



否を左右する重要な課題である。(E4)

また、この支援方策(E)は、対象層が低所得層であることから特に重要となっているが、当該階層は開発途上国支援のほとんどの分野において主要な対象となっており、長年にわたって努力が積み重ねられてきている他の分野における支援方策に関する経験、教訓の活用も期待される。

#### ④住宅タイプ毎の特性の把握(図1及び表1のB)

耐震性向上の方策を検討する場合、対象の住宅タイプの実態と特性の把握は基本である。特に、地域毎に材料、工法が異なるノンエンジニアド住宅を対象にする場合は不可欠といえる。これまでの耐震性能に関する蓄積の多くは、地震後の現地被害調査によっており、必ずしも十分ではない。また、建築構造面以外も、材料等の特性やその製造、流通プロセス、施工方法(手順、使用工具など)、施工者の技能レベルなども重要なインプットである。さらに、こうした実態把握の中で得られる労働者の雇用形態、収入、モチベーションなどについての情報は、技術の普及方策(D)、耐震化の支援方策(E)などを考える上でも貴重な情報となることが期待できる。これらの建設現場の実情は、ノンエンジニアド住宅の建設方式をエンジニアド住宅のものに切り替えていけばよいと考える技術者にとっては、消滅させるべきものであり、その把握を行うことの意義自体が認識されることは少なく、これまでは現場の問題点を指摘するための短時間の現場視察が行われる程度状況である。

#### ⑤地震リスクの把握(図1及び表1のA)

各地域の地震リスクの把握は、そもそも地震防災対策が当該地域で必要かどうかを決める出発点である。また、耐震技術を検討する上でも必須の要件である。特にノンエンジニアド住宅では、種々の制約から高い耐震性能の実現は困難であり、また、科学的な地震リスクの明示は、関係主体が地震防災対策に取り組むためのインセンティブの基盤であり、技術の普及(E)を進める上でも不可欠な情報である。

地震リスク把握に関する、地震学、地質学、地盤工学や地震観測データなどの蓄積についても開発途上国は十分ではなく、地道な積み重ねが必要となっている。特に、建物のリスク(A3)の把握に必要なノンエンジニアド住宅に関するデータ(特に、地震に対する脆弱性に関する、構造材料、補強材の有無、階数、屋根架構など)は、開発途上国ではほとんど整備されておらず大きな課題となっている。

#### ⑥学際的、業際的、国際的なプラットフォーム(図1及び表1のF)

上記の項目A~Eの記述から明らかなように、ノンエンジニアド住宅の被害軽減を実現するためには、学際的、業際的な取り組みが必要である。また、これまでの蓄積の乏しく、取り組んでいる主体も限られているノンエンジニアド住宅の被害軽減に関しては、限られた成果をできるだけ広く共有し、有効活用を図ることが求められ、そのための世界規模でのプラットフォームが期待される。これまでこのような役割を果たして来たのは主に工学研究者コミュニティの中の構造工学分野の専門家によるものであるが、今後は、材料、施工などの他の工学分野や社会科学分野や実践活動家、政府、援助機関などが加わることが必要である。特に、開発途上国の低所得層対策のノウハウを蓄積してきている分野との連携を重視することが必要である。

#### ⑦コミュニティによる自律的な展開のための環境整備

(図1及び表1のG)

改善を必要とする全世界のノンエンジニアド住宅には膨大なものがあり、一方、支援のための経済的、人的な資源には限りがある。このため、支援を受けて一定の成果を得たコミュニティが、その流れを自律的に周辺地域を巻き込みながら展開していくことが期待される。「政府開発援助に関する中期政策」(2005年2月4日外務省)がいう「地方全体の経済成長を促進していくアプローチ」の方向であるが、これまで住宅の地震被害軽減の分野において、こうした方向が議論されることはほとんどなかった。ノンエンジニアド住宅は、地域の材料、労働力によっていることから、この可能性の高い分野であると考えられる。ノンエンジニアド住宅の改善のための投資を、地域の雇用創出や地域産業の活性化に繋げ、それによってもたらされる住民の所得が次の住宅投資に回っていくような環境を創り出していくことが期待される。

## 5. 終わりに

著者らは文献、ヒアリング等によりこれまでの事例を調査し、また、種々のプロジェクトに参画してきた。ノンエンジニアド住宅関係は、まだまだ期待したとおりの成果を上げているものは多くないのが実情である。一方、想定外の展開が見られるものも存在する。こうした実践事例のレビューとそのフィードバック、それを生かした次のステップへの取り組みといった積み重ねにより、ノンエンジニアド住宅の地震被害の軽減という極めて困難な課題に対して、少しずつではあっても進展が期待されるのではないかと考えている。そうした活動を行う際に、本論文の提案が多少の役に立つことを願っている。

## 補注

(1) 石材、木材、アドベ、レンガ、コンクリートブロックなど、それぞれの地域で調達が可能なのが使われている。

(2) 本論分は、地域安全学会論文集No.14、2011.3の同名の論文(11名共著)を、著者の責任により要約したものである。

(3) 2006年5月のジャワ島中部地震復興において、復興住宅に限定した措置として、平屋建ての住宅についての簡略な建築基準(「キーリクワイヤメント」と呼称)を定めて、補助金支給の条件とした。その後、中央政府の指導により、JICAの技術協力を得ながら全国に広める活動が進められている。概要は、参考文献1)参照。

(4) コミュニティベースのプロジェクトにおいて、住宅建設についての知識、経験が無いコミュニティのメンバーを支援するために雇用される者で、建築、構造などの若い技術者が多い。その状況については、参考文献2)参照。イの構築:兵庫行動枠組み2005-2015」の序文において、「防災を持続可能な開発や貧困削減の取り組みに体系的に取り組む」

(5) 2005年国連防災世界会議「災害に強い国・コミュニティ必要性は、今や国際的な認識を得ている」と述べられている。

## 参考文献

- 1) 亀村幸泰他:中部ジャワ復興支援と JICA 耐震性向上プロジェクト:2009年9月「建築防災」(財)日本建築防災協会、pp41-46
- 2) 榑府龍雄、今井弘他:スマトラ沖地震復興事業(アチェ・世界銀行事業)における安全な住宅づくりの取り組み その1、その2、2007年8月建築学会2007年度大会梗概集F-1、pp631-634
- 3) 榑府龍雄:世界銀行の住宅分野の援助の動向、2004年4月「住宅」(社)日本住宅協会、pp.75-84