バングラデシュにおける耐震対策導入期の技術移転・普及の実態

— 援助供与側を主体として —

TECHNOLOGY TRANSFER AND DIFFUSION IN THE INTRODUCTION PERIOD OF EARTHQUAKE PROVISION IN BANGLADESH

— Focuses on the international donor —

佐々木留美子 — * 1 清家 剛 — * 2

キーワード：
バングラデシュ, 耐震対策, 技術移転, 技術普及, 国際援助機関

Keywords:
Bangladesh, Earthquake provision, Technology transfer, Diffusion, International aid agency

Rumiko SASAKI — * 1 Tsuyoshi SEIKE — * 2

This report focuses on the strategies of disaster management project by the international aid agencies in Bangladesh and tries to demonstrate the current situation of technology transfer in the introduction period. It is discovered that project's activities would overwrap and impact each other. Furthermore approaches such as a technological improvement have been conducted in order to take root in the architectural social system of recipient. However domestic diffusion requires recipient's own efforts. The studies of recipient reaction as well as cultural and social regional aspects are expected in the future.

1. 背景と目的

開発途上国では急速な都市化に伴い脆弱な建築物が多く建設されてきた。地震時の建物・人的被害に加え経済的損失の影響は大きいと予想され、地震リスクの高い開発途上国への耐震対策は急務である。国際援助機関が耐震対策プロジェクトによる技術移転を試みているが、開発途上国の実情に配慮しない先進国の技術やシステムは定着しないこともある。

既往研究では、先進国側の「途上国の建設現場の実情を踏まえた耐震性向上技術の開発や提案¹⁾」、「国際援助機関の役割」に関する研究²⁾、開発途上国側の「防災教育やシステムの整備」に関する研究³⁾⁴⁾⁵⁾⁶⁾や耐震技術を導入するプロジェクト内容に着目した研究⁷⁾⁸⁾⁹⁾があるが、援助供与側と受け手側の双方を対象とした耐震技術移転・普及の実態を俯瞰している研究は希少である。援助の全体像を把握しない断片的な対策では、効果的かつ効率的な技術移転は期待できない。

本稿は、援助供与側と受け手側の双方を主体とした耐震対策における技術移転・普及に関する研究の一部である。援助供与側を主体とした耐震対策導入期の技術移転と普及の実態を調査報告する。対象は、国際援助によって耐震技術の技術移転が始められているバングラデシュとし、開発途上国に向けた耐震対策の技術移転と普及の政策提言へ向けた課題抽出を試みる。なお本稿においては、援助を通し耐震技術の移転を行うステークホルダーを援助供与側と定義する。

2. 研究概要

2.1 バングラデシュ概要

バングラデシュは洪水及びサイクロンによる自然災害が良く知られているが、インド亜大陸とユーラシアプレート境界に位置してい

ることから、地震活動も比較的活発である。特に北部及び東部地域の地震危険度は高い。歴史的には近傍でマグニチュード7以上の地震が何度か発生している。1971年バングラデシュとして独立後は目立った被害はなく、近年でいうと Chittagong 地域のビル倒壊で20名死亡している1997年Bandarban地震(M_b 6.0)、1999年Moheshkhali地震(M_b 5.1)、2003年Barkal地震(M_b 5.5)があげられる。国連による調査研究で地震に対する脆弱性を指摘されている^{注1)}。

公共建築物の耐震設計に関係するバングラデシュ国家建築基準(Bangladesh National Building Code)は1993年に刊行され2006年に法制化している。2007年からは民間建築物にも耐震基準が適用されるようになっており、2012年現在も改正への準備が進んでいる。法制度の整備が進むが、近年に深刻な地震被害の経験はなく防災意識は低いと予想され、既存建築は未だ脆弱なものが多くを占める現状である。近年では国際援助機関によるバングラデシュに対する防災プロジェクトが始動し、外部から耐震技術が導入される初期段階である。

2.2 研究対象

本稿では、バングラデシュにおいて国際援助機関が実施している耐震対策の関連プロジェクトの二つを調査対象とする(表1)。国際協力機構(以下JICA^{注2)}と略)による「バングラデシュ国自然災害に対応した公共建築物の建設・改修能力向上プロジェクト(以下CNCRP^{注3)}と略)」は2011年から2015年の期間で、鉄筋コンクリート造に対する日本の耐震補強技術他を移転する技術協力である。JICAがバングラデシュで実施する防災・気候変動対策プログラムの中で、潜在的都市災害リスク要因の軽減を目的とした地震対策の一つである。カウンターパートは、公共建築物の構造設計及び施工管理と維持管理の中心的役割を担っているバングラデシュ政府の住宅・公共事業省公共事業局である。「GIS^{注4)}マッピング、建物診断

¹⁾ 東京大学大学院新領域創成科学研究科 博士課程
(〒277-8563 柏市柏の葉5-1-5 環境棟623号)
²⁾ 東京大学大学院新領域創成科学研究科 准教授・博士(工学)

¹⁾ Ph.D. Candidate, Graduate School of Frontier Sciences, The Univ. of Tokyo

²⁾ Assoc. Prof., Graduate School of Frontier Sciences, The Univ. of Tokyo, Dr. Eng.

および設計、補強技術、品質保証、研修企画運営」の五つのコンポーネントに分かれた建物の安全性確保による災害対策である。プロジェクト後には、習得した知識を活かしバングラデシュ政府が独自予算において耐震補強改修事業の実施を計画している。

国連開発計画（以下 UNDP^{注5)} と略）を主要な援助主体^{注6)} とする「包括的災害管理計画（以下 CDMP^{注7)} と略）」についても対象として扱う。カウンターパートは、バングラデシュ政府の食糧・災害管理省災害管理局である。2003 年から 2009 年で終了した CDMP フェーズ 1 は、「1. 災害管理システム専門化、2. リスク管理計画の主流化、3. コミュニティ制度メカニズム強化、4. 広域ハザードのリスク軽減

計画の拡張、5. 緊急対応システム強化」の五つのプログラムを政府や組織の発展を目標として実施した。2010 年から始まった CDMP フェーズ 2 は 2012 年現在も進行中で、「1. 災害管理専門組織の発展(国、地域レベル)、2. 農村部のリスク軽減、3. 都市部のリスク軽減、4. ネットワーク・管理能力強化による緊急対応、5. 省庁の災害対策、6. コミュニティレベルへの展開」の六つを目標に、国から地域レベルでの脆弱性の軽減を進めている。

2.3 研究方法

調査方法は文献調査とヒアリング調査を用いた（表 2）。文献調査については、援助供与側発行の報告書¹¹⁾¹²⁾¹³⁾¹⁴⁾、援助供与側から収集した資料^{注8)注9)}を参照した。ヒアリング調査は、バングラデシュにおけるプロジェクト関係者（第一回目：2012 年 2 月中旬～4 月初旬、第二回目：2012 年 8 月下旬～9 月中旬）と日本での JICA 日本専門家チーム（2012 年 6 月 1 日、2012 年 10 月 4 日）に対し行った。CNCRP に関しては①～③、CDMP に関しては④のヒアリング先へ実施した。

- ① JICA バングラデシュ事務所（企画調査員二名、シニアプログラマオフィサー、計三名へ三回）
- ② JICA 日本専門家チーム（構造設計担当者へ二回）
- ③ 公共事業局（プロジェクトディレクター、副プロジェクトディレクター、プロジェクトワーキングチームリーダー二名、計四名へ一回）
- ④ UNDP バングラデシュ事務所（プロジェクト分析家へ一回）

分析は、次の 1), 2) のプロセスを辿り耐震対策導入の現状把握と課題を明らかにする。

- 1) 耐震対策導入期の全体像を把握する目的で、耐震対策関連プロジェクト（CNCRP と CDMP フェーズ 1、フェーズ 2）比較分析
- 2) 援助供与側にみる技術移転の戦略と現状を把握する目的で、CNCRP 技術協力プロジェクトにおける移転技術と普及方策、それに対する受け手国の反応の分析

3. 耐震補強事業に関連するプロジェクトの比較整理

3.1 耐震対策の実施内容

耐震対策の実施内容について、主に文献調査により骨格を確認し、ヒアリング調査（②、③、④へのヒアリング）で補足した。ハード面、ソフト面で整理し各プロジェクトの特徴を分析した。

ハード面の内容比較

CNCRP では、耐震改修に至るプロセス（脆弱性評価、改修設計、補強施工工事、品質保証）について、設計手法の開発や理論的な研修の導入、マニュアル作成による耐震補強工事に至る全般的な知識の普及を目指している。公共事業局が管轄する公共施設について GIS を用いた建物リスト作成、脆弱性評価をダッカを含む主要三都市^{注10)}で実施している。主に建築年代や構造種別等の収集、設計図書の収集・作成や危険度分類を行っている。その中から、実際に改修設計を行う建築物を各 3 棟選定し、改修計画・設計図書の作成、改修のモニタリングを行う計画である。

一方 CDMP フェーズ 1 では、プログラム 4「広域ハザードのリスク軽減計画の拡張」で、地震や津波、気候変動問題への対策の一つとしてハード面での耐震対策事業を実施している。主に地震リスク評価、建物リスト作成、脆弱性評価^{注11)}（三段階）を行い、脆弱性マ

表 1 プロジェクト概要

略称	CNCRP	CDMP	
名称	バングラデシュ国自然災害に対応した公共建築物の建設・改修能力向上プロジェクト	包括的災害管理計画	
期間	2011 年～2015 年	2003 年～2009 年 フェーズ 1	2010 年～2014 年 フェーズ 2
援助主体	国際協力機構・日本（JICA）	国連開発計画（UNDP） 他 DFID, EC, Sida	
カウンターパート	住宅・公共事業省 公共事業局	食糧・災害管理省 災害管理局	
プロジェクト目標	建物の安全性の確保による災害発生後の応急対応の円滑化	長期的リスク軽減・緊急対応・復旧の運用能力強化による政府・組織の発展	リスク軽減と包括的災害管理活動における技術協力を通じた脆弱性の軽減
内容	1. GIS マッピング 2. 建物診断および設計 3. 補強技術 4. 品質保証 5. 研修企画運営	1. 災害管理システム専門化 2. リスク管理計画の主流化 3. コミュニティ制度メカニズム強化 4. 広域ハザードのリスク軽減計画の拡張 5. 緊急対応システム強化	1. 災害管理専門組織の発展（国、地域レベル） 2. 農村部のリスク軽減 3. 都市部のリスク軽減 4. ネットワーク・管理能力強化による緊急対応 5. 省庁の災害対策 6. コミュニティレベルへの展開

表 2 調査概要

略称	CNCRP	CDMP（フェーズ 1, 2）
名称	バングラデシュ国自然災害に対応した公共建築物の建設・改修能力向上プロジェクト	包括的災害管理計画（フェーズ 1, 2）
調査方法	文献 ヒアリング先 ①JICA バングラデシュ事務所 ②JICA 日本専門家チーム ③公共事業局	現地収集資料 ^{注8)注9)} 年次報告書 ¹¹⁾¹²⁾¹³⁾¹⁴⁾ ④UNDP バングラデシュ事務所

図 1 耐震対策の実施内容

表3 各組織の特徴と役割 (①、④へのヒアリングより作成)

CNCRP (JICA)	・防災分野では技術協力・無償資金協力を主力をおいている機関。 ・二国間支援で日本の技術を相手国に合わせた技術へ改良し移転
CDMP (UNDP)	・ソフト面強化に主力 ・独自の技術を持った組織ではない。 ・政府機関への喚起と意識向上 ・政府を中心とした国家的発展の重要性を伝える ・グローバルな緊急課題を国・地域レベルの活動へ翻訳

表4 プロジェクトの特徴 (①、④へのヒアリングより作成)

略称	CNCRP	CDMP
援助主体	国際協力機構・日本 (JICA)	国連開発計画 (UNDP)
発足経緯	防災・気候変動プログラム 内での地震対策導入経緯 ・2000年以降の急速な都市 膨張に対し、地震を含む都 市災害に対するリスク軽減 策が議論され、建物の耐 震化についても必要性が 検討されてきた ・国際機関でも地震分野を 含む包括的防災事業が開 始され、政府の関心が高ま っていた ・2010年「Bangladesh 国防災セクタープログラ ム協力準備調査」注15)で サイクロン・洪水に加え、 地震も包括的に対策を進 める方針が打ち出された	・注意喚起や災害意識が低かった から ・国連報告書注1)でBangladesh の首都Dhakaの危険性を指摘 ・CDMP1の延長
プロジェクトの特徴	・JICAによるBangladesh での本格的な地震対策 事業の第一弾 ・今後も必要な対策を進め ていく予定	・単災害から複合災害へ関心移行 ・災害の種類 ・実施地域の数 ・単災害から複合災害へ 害へ
耐震補強事業の役割	技術移転による同国で導 入可能なモデル作りの一 環	政府に対し、脆弱な 建物へ何が出来る かを示すこと

表5 技術面での地域特性とその分類

地域特性	分類
コンクリート強度が低い	建築産業の 技術レベルの課題
鉄筋は丸鋼が多い	
施工不良（ジャンカ等）がある	
柱が細い	構造設計の課題
レンガ壁が多い	
柱梁接合部にせん断補強筋が入っていない場合がある	
地震地域係数の国内での差異が大きい	地形的特徴

ップ作成と統計的分析から、脆弱性要因の地域的特徴や構造的特徴などを指摘している。Dhakaを含む主要三都市注12)で実施している。フェーズ2は、アウトカム3「都市部のリスク軽減」においてフェーズ1の情報更新を主に、対象地域を六都市注13)に拡張している。また、実在する建築物へ、耐震診断、耐震補強設計による耐震補強事業注14)を計画している。

各プロジェクトにおける耐震対策関連事業の整理（図1）から、主に「地震リスク評価、建物リスト作成、脆弱性評価の後に改修事業」というプロセスを辿っていることがわかる。Bangladeshでは、各地区の建物情報が正確に把握されておらず、特に住宅や商業施設・宗教施設など設計図書がないこともあり、実測が重要な手段となっている。開発途上国におけるデータベース整備の重要性が確認できる。

ソフト面の内容比較

教育プログラムはいずれのプロジェクトも導入しているが、CNCRPは耐震技術の理論や実務教育を経て、省庁エンジニアの能力向上、技術移転と普及を目指しており技術面に特化した内容である。CDMPは地震だけでなく、津波、洪水、サイクロン、気候変動問題といった災害を包括的かつ広域に捉えながら、幅広い層への災害ハザード認知教育が充実している。フェーズ1では省庁専門家や世帯単位でのコミュニティ、フェーズ2では、学校、宗教指導者、施工業者へと対象範囲が広がっている。NGOの参加やスラム地区や自治体を対象とした防災計画等からもプログラムの直接的受益者が幅広いことがわかる。また、CDMPの耐震改修事業では、「耐震診断と耐震補強工事の設計技術について公共事業局との連携を計画している（③へのヒアリングから）」。

システムの整備内容については、CNCRPは技術面に特化し、耐震改修事業にかかるプロセスを網羅出来るマニュアル作成を実施している。CDMPのアプローチは、両フェーズを通して災害管理に関する政府組織や災害管理情報センターの能力強化による緊急対応システム強化を主な活動内容としている。両プロジェクトの受益者と受

表6 CNCRPのマニュアル作成方針 (②へのヒアリングより作成)

種類	既存の状況の問題点	作成における参照資料	利点	移転事項
脆弱性評価 (耐震性)	具体的な評価方法がなく、マニュアルが存在しなかった	「既存鉄筋コンクリート造建築物の耐震診断基準・同解説（財）日本建築防災協会2001年版」 アメリカ基準（FEMA、ASCE等）も参照	PWDの標準設計の骨組み構造に適用可能 構造指標（Is）で各階の一方向の指標が出来る点が利点	構造耐震判定指標（Iso値）の設定 第二次診断を中心 鉛直部材である柱・梁の破壊を条件に、強度・じん性などの指数を算出し耐震性を評価 Bangladesh建築基準との整合性 日本基準の適用範囲外の対象に対して二次（2012年）に構造実験を現地で行って性能把握
既存建築物の耐震改修	実施例がほとんどなく、指針・マニュアルが存在しない。品質保証の導入が必要	「既存鉄筋コンクリート造建築物の耐震改修設計指針・同解説（財）日本建築防災協会2001年版」	構法ごとの耐力計算が可能	設計指針として改修構法の事例記載 評価手法について事例計算の記載
新築設計	マニュアルが存在したが、実務者に使いにくい内容	Bangladesh国家建築基準の解説 アメリカの文献参考	実務者に使いやすいように作成	Bangladesh国家建築基準の改定後の内容に準拠（現在改定準備中）
補強工事施工	マニュアルが存在しなかった	「既存鉄筋コンクリート造建築物の耐震改修設計指針・同解説（財）日本建築防災協会2001年版」 「公共建築改修工事標準仕様書、平成22年版、国土交通省大臣官房官庁営繕部監修、（財）建築保全センター 第8章耐震改修工事」	事例を用いた各構法の詳細の解説などを検討	試験施工や技術改良を反映 施工法について、新築と異なるところを重点的に記載

益効果に違いがみられる。

3.2 援助主体の組織的役割

CNCRP の援助供与主体である JICA は、主に開発途上国への技術協力や資金協力（有償・無償）を中心とした国際協力を行う二国間政府開発援助機関である。日本の技術を現地に適応できるよう改良し、移転している（表3）。

CDMP フェーズ1、フェーズ2の主な援助主体である国連開発計画は、「貧困削減とミレニアム開発目標の達成、民主的ガバナンス、危機予防と復興、環境と持続可能な開発」の四分野を重点項目に掲げ¹⁶⁾ 各国を支援している国際機関で、バングラデシュでは、独立直後の1973年から活動を開始している。ヒアリング先④によると、組織としては「ソフト面強化に主力を置き、グローバルな課題と国・地域への」橋渡的存在である（表3）。

3.3 プロジェクト方向性

国際援助機関による耐震対策関連プロジェクトは、災害復興の後に継続的な支援として起こることが多い。しかし、①、④へのヒアリングから、近年での地震被害の経験が少ないバングラデシュでは、「学術機関や国連機関の研究^{注1)}による指摘」と「政府の関心の高まり」が発足を促したと思われる（表4）。特に、CDMP フェーズ1における災害管理局の設立、災害所掌業務規定 SOD^{注17)} 策定が政府の防災意識向上へ大きな貢献を果たし、国内での防災・耐震への関心が高まったと思われる。政府レベルでの関心の高さは CNCRP や CDMP フェーズ2での耐震対策事業につながっていると考えられる。

現在進行中の CNCRP と CDMP フェーズ2の両プロジェクトでは、耐震改修が計画しているが、いずれもプロジェクト内では限られた数の建物の設計・モニタリングに留まっている。これは、プロジェクトのモデル事業としての位置づけであり、国内での普及はバングラデシュの自助努力に頼ることとなっている。

4. 技術協力プロジェクトにみる技術移転の普及方策

本章では CNCRP 技術協力プロジェクト（図2）における移転技術と普及方策を精査し、援助供与側の技術移転の現状把握を試みる。

4.1 地域特性を考慮した技術移転への発展

技術面にみる地域特性（②へのヒアリングから）

日本と異なる地域の現状として、②は表5に記載している地域特性を把握していることがわかった。本稿ではこれらの特徴を「建築産業の技術レベルの課題」、「構造設計の課題」「地形的特徴」に分類した。CNCRP による技術移転では、「構造設計の課題」への対処を主に、「地形的特徴」を配慮した改良を加えながら、最終的には「産業の技術レベルの課題」の解決を視野に入れていると考えられる。

各マニュアルについては、脆弱性評価、耐震改修、新築設計、補強工事施工について作成を検討している（表6）。また、二年次には静的モデルを用いた構造実験を予定しており、既存 RC 骨組みの崩壊に至る挙動の把握に努めている。バングラデシュ特有の条件を反映した実験を行うことで、耐震診断に必要な部材・骨組みの強度・靱性にかかる有用なデータ・情報を収集する予定である。このように、CNCRP では主に日本の技術を移転しているが、技術面での現地状況を把握することで地域に適応出来る技術への改良を積極的に試みていることがわかる。

コンポーネント1 GISマッピング	コンポーネント2 建物診断・設計	コンポーネント3 補強技術	コンポーネント4 品質保証	コンポーネント5 研修企画運営
・GISを用いた建物インベントリ作成（ダッカ、シレット、チッタゴン） ・ロードマップ作成	・既存資料のレビュー ・建物改修の緊急性にかかる判断基準の設定 ・脆弱性評価手法の確立 ・改修及び設計手法確立 ・建物評価、設計の実施 ・マニュアルの作成	・理論的研修の実施 ・既存工法レビュー ・バングラデシュに適した改修工法の開発 ・試験施工の実施 ・マニュアルの作成	・品質保証に関するチェック機能の確立 ・既存資料の作成 ・データベース作成 ・モニタリング実施 ・モニタリング結果のレビュー	・研修内容企画 ・ワークショップの企画運営 ・研修の実施 ・研修内容の評価 ・修了書の発給

図2 CNCRP のプロジェクト内容

表7 試験施工によって移転する耐震技術

補強工法（①②へのヒアリングを基に）	補強技術の種類	試験施工実施時期
既存柱コンクリート巻きたて工法（柱のみ） ^{注18)}	靱性型補強	一年次 (2011 年)
RC 袖壁補強工法	強度型補強	
RC 耐力壁工法	強度型補強	
鉄骨ブレース工法	強度型補強	
炭素繊維巻きつけモルタル仕上げ工法	靱性型補強	
れんが腰壁の構造スリットとアングル材補強工法 ^{注19)}	靱性型補強	二年次 (2012 年 予定)
コンクリート梁の新設（床スラブ下）	靱性型補強	
既存柱コンクリート巻きたて工法（床スラブ下まで） ^{注20)}	靱性型補強	
既存梁コンクリート巻きたて工法 ^{注21)}	靱性型補強	
外付け鉄骨ブレース工法	強度型補強	

移転する補強工法の選定と改良（②へのヒアリングから）

移転技術の選定は、援助供与側と援助受け手側の協議によって決定されている。主に、技術的レベル、材料の入手、コスト、工期などから総合的に判断し、現地での適用・普及が見込めると判断された耐震補強工法を試験施工の実施によって技術移転している（表7）。一年次（2011 年）には、既存柱コンクリート巻きたて工法（柱部のみ^{注18)}）、RC 袖壁補強工法、RC 耐力壁工法、鉄骨ブレース工法、炭素繊維巻きつけモルタル仕上げ工法、れんが腰壁の構造スリットとアングル材補強工法^{注19)} の試験施工を公共事業局の敷地内で実施している。二年次（2012 年）には、コンクリート梁新設（床スラブ下）、既存柱コンクリート巻きたて工法（床スラブ下まで^{注20)}、既存梁コンクリート巻きたて工法^{注21)}、外付け鉄骨ブレース工法の試験施工を予定している。このように、日本の耐震技術を、現地事情を考慮した地域に根付く工法、改修技術への改良・開発に取り組んでいる。普及の段階において、実際の耐震補強事業における補強工法の選定は受け手側が判断することであると認識しており、選択肢を多く用意している。

4.2 技術移転から技術普及への展開

講習などによる移転技術の普及（①へのヒアリングから）

「バングラデシュ政府が独自に公共建築物に対する耐震改修事業を展開出来るようになること」が CNCRP の到達点としている。プロジェクトで移転する技術やノウハウについては、公共事業局内の技術者に移転するところまでをプロジェクトの責任で支援し、その後の他機関等への普及についてはバングラデシュ政府側の自助努力を後押しする姿勢である。具体的には、その他の政府技術者や一般の

技術者への講習実施、マニュアル・ノウハウの伝達、更に建築に関する国家資格化への発展である。また「今後、バングラデシュ政府から更なる支援要請があれば対応を前向きに検討する」とのことであつた。

移転内容の公開（①、②へのヒアリングから）

メディアを用いた一般への積極的な公開やセミナーやワークショップの開催、学術関係者が参加する技術討論会の開催などによって、カウンターパートのみでなく様々なステークホルダーへ移転内容を公開している。

4.3 技術協力から受け側への余波

プロジェクト受け手側となる③へのヒアリングによると、2011年のプロジェクトの開始後に、バングラデシュ政府はトレーニングセンターを設立している。プロジェクトカウンターパートになっている公共事業局の技術者が、局内のその他技術者、他局の政府技術者、一般技術者や地方技術者を対象として、技術教育を行う機関である。今後、組織の主な役割や体系化、実施する教育内容などについては調査が望まれる。

5. まとめ

5.1 考察

本稿では、耐震対策プロジェクト援助供与側を主体として、耐震対策導入期の実態把握と技術移転・普及の現状を報告してきた（図3）。バングラデシュでは耐震関連の各プロジェクトが相互に作用しながら耐震対策を一体となって進めようとしていることがわかった。

普及を円滑に進めるために、JICAのCNCRP耐震プロジェクトでは、移転技術の地域性を考慮した改良を実施しながら、多くの耐震補強工法を移転している。このような試みは、受け手国が普及の段階で十分な選択肢をもつことが期待できる。一方で、プロジェクトという期限がある技術協力においては、援助効果を直接的に享受できるステークホルダーには限りがある。プロジェクト後の耐震対策内容の国内での普及は、受け手国の自助努力に頼らざる負えない状況であることが明らかになった。CNCRPによる技術協力に反応して、受け手国でも自国政府がプロジェクトに参加していない技術者へ技術教育を施すトレーニングセンターの設立などの自発的な普及方策が起っていることがわかった。

5.2 今後の課題

受け手国における間接的受益者への普及の現状把握

技術協力プロジェクトで耐震補強の技術移転が進む一方で、受け手国の一部学術関係者（現地の大学工学部構造系）から以下の意見も聞かれた。

- 繊維巻き付けによる補強構法の普及を目指している
- 民間による商業施設での補強事業が始まっている
- 鉄骨はコストが高くバングラデシュでの普及は見込めない
- 柱コンクリート巻きたて工法は、施工時の問題（不衛生・時間）や、デザイン性の低下、空間の減少といった点で建築家に好まれない

国際援助プロジェクトにおいては、直接的に援助効果を享受するステークホルダーの数は限られている。CNCRPにおける耐震補強の移転技術は政府技術者が使用することを想定しているが、受け手国の耐震化を進めるには学術関係者や一般技術者レベルでの普及や定

着が求められる。プロジェクト間接的受益者との意見調整には課題が残っているようだ（図3）。今後は受け手側を主体とした技術移転・普及の実態把握により、技術移転・普及の全体像を俯瞰する研究が望まれる。

社会文化面での地域特性の整理

②へのヒアリングでは、「ラマダン期などの地域性も考慮した工夫を行っている。」などの対応策が聞かれた。また、一般技術者への技術普及についてはエンジニア協会の機能が期待されるが、協会の役割など基本的情報についても開発途上国では明らかにされていないことも多い。法令による規制が耐震対策や防災対策に直結しない開発途上国において、効果的な技術移転と、長期的視点での技術普及を目指していくには、より詳細な社会・文化面での地域特性の整理が今後望まれる。

注釈

- 注1) Risk Assessment Tools for Diagnosis of Urban Areas against Seismic Disasters (RADIUS), United Nations Initiative towards Earthquake Safe Cities, United Nations,1999
- 注2) JICA (Japan International Cooperation Agency) は「開発途上地域等の経済及び社会の開発若しくは復興または経済の安定に寄与することを通じて、国際協力の促進並びに日本及び国際経済社会の健全な発展に資すること」を目的とする日本の独立行政法人である。（JICA ホームページ、組織概要、<http://www.jica.go.jp/about/jica/index.html>、アクセス日 2012/10/17）
- 注3) Project for Capacity Development on Natural Disaster Resistant Techniques of Construction and Retrofitting for Public Buildings
- 注4) Geographical Information System
- 注5) United Nations Development Programme
- 注6) イギリスの国際開発省と欧州委員会のサポートにより運営されている
- 注7) Comprehensive Disaster Management Programme
- 注8) バングラデシュの耐震建築事業と JICA 技術協力プロジェクト CNCRP、2012 年、日本建築学会 地震防災小委員会発表資料
- 注9) JICA バングラデシュ事務所作成資料
- 注10) ダッカ、チャッタゴン、シレット
- 注11) 建物リスト作成、脆弱性評価では三都市において全種建築を対象とし三段階で調査している。第一次調査は建物の階数、建築年代などの簡易的なものである。そのうちの 10% に対して実測を含んだ二次調査を行っている。常時微動計測器やシュミットハンマーを使用する三次調査は更に限られた数の建物で行っている。
- 注12) ダッカ、チャッタゴン、シレット
- 注13) マイメンシン、タンガリ、ボグラ、ラングプール、ディナブル、ラジシャヒ、
- 注14) 対象建築はバングラデシュ事務局とダッカ医科大学病院を予定
- 注15) 「バングラデシュ国防災セクター協力準備調査（プログラム形成）報告書」JICA 南アジア部、2010 年
- 注16) 国連開発計画 UNDP 駐日代表事務所、UNDP について、

<http://www.undp.or.jp/aboutundp/>、アクセス日 2012/12/11

注17) Standing Orders on Disaster : 具体的な事前・防災・災害対応業務を記載した防災基本計画

注18) RC 柱との接合部に近いレンガ腰壁に部分スリットを設け、レンガ腰壁部分はアングル材で補強し、柱の変形能力を向上させる工法

注19) 既存柱に RC (配筋の上コンクリート打設、上部はモルタルグラウト注入) を巻きたて、柱の曲げ耐力・せん断耐力を増大させる補強工法 (上部が梁のみで床スラブがない場合の施工例)

注20) 既存柱から床スラブまで連続して RC (配筋の上コンクリート打設、上部はモルタルグラウト注入) を巻きたて、柱の曲げ耐力・せん断耐力を増大させる補強工法 (上部に床スラブがある場合の施工例)

注21) 既存梁に RC (配筋の上コンクリート打設、上部はモルタルグラウト注入) を巻きたて、梁の曲げ耐力・せん断耐力を増大させる補強工法

謝辞

本研究は現地関連諸機関の協力の元を実施したものである。JICA バングラデシュ事務所のプロジェクト担当者、専門家チームの方々には全面的にご協力頂いた。謝意を表します。

参考文献

- 1) 榎府龍雄、今井弘：建設現場の実情を踏まえた耐震性向上方策の提案、建築防災、2009.9、pp.27~33
- 2) 岡崎健二：JICA の地震防災関連国際協力について、建築防災 2006.12、pp.7~9
- 3) 榎府龍雄：開発途上国の住宅耐震化のための新たな取り組み、建築防災 2006.12、pp.29~32
- 4) 岡崎健二：途上国における持続的地震防災の動機づけとマネジメントに関する研究—国連 RADIUS (都市の震災対策推進) プロジェクトの実施を通して—、京都大学大学院博士論文、2003

- 5) 栗田智史、寺西章浩、西川智、北本政行：バングラデシュにおける地震防災システムの問題点、地域安全学会梗概集(15)、2004、pp.43~46
- 6) 岡崎健二：耐震技術の社会への定着方策、建築防災、2009.9、pp.20~26
- 7) 亀村幸泰、白川和司：中部ジャワ復興支援と、JICA 耐震性向上プロジェクト、建築防災、2009.9、pp.41~46
- 8) 安藤尚一：建築基準の普及を通じた住宅の地震安全対策 (HESI)、建築防災、2009.9、pp.47~50
- 9) 榎府龍雄、今井弘：特集「途上国の庶民住宅に係る耐震性向上プロジェクト」開発途上国の地震被害軽減のための国際共同研究 (全体概要)、建築防災、2009.9、pp.2~9
- 10) M.A.Ansary, M.Sharfuddin. "Proposal for a new seismic zoning map for Bangladesh", Journal of Civil Engineering, The Institution of Engineers, Bangladesh, Vol.CE30, No.2, 2002
- 11) Government of the People's of Bangladesh, Ministry of Food and Disaster Management, "Earthquake Vulnerability Assessment of Dhaka, Chittagong and Sylhet City Corporation Area, 2009"
- 12) Government of the People's of Bangladesh, Ministry of Food and Disaster Management, Disaster Management and Relief Division, "Comprehensive Disaster Management Programme (2010-2014), CDMP II, Annual Progress Report 2010"
- 13) Government of the People's of Bangladesh, Ministry of Food and Disaster Management, Disaster Management and Relief Division, "Comprehensive Disaster Management Programme (2010-2014), CDMP II, Inception Report 2010"
- 14) Government of the People's of Bangladesh, Ministry of Food and Disaster Management, Disaster Management and Relief Division, "Comprehensive Disaster Management Programme (2010-2014), CDMP II, Annual Progress Report 2011"

[2012 年 10 月 17 日原稿受理 2012 年 11 月 30 日採用決定]