

地球規模課題対応国際科学技術協力プログラム (SATREPS)

研究課題別中間評価報告書

1. 研究課題名

都市の急激な高密度化に伴う災害脆弱性を克服する技術開発と都市政策への戦略的展開プロジェクト
(2016年8月～2021年7月)

2. 研究代表者

2. 1. 日本側研究代表者：中埜 良昭（東京大学 生産技術研究所 教授）

2. 2. 相手側研究代表者：Mohammad Shamim Akhter

（バングラデシュ人民共和国 住宅建築研究所 所長）

3. 研究概要

バングラデシュ国は近年の高い経済成長にともない、首都ダッカをはじめとした中核都市の成長が著しい。その一方で、無秩序な都市の高密度化と低品質建物の建設が原因で、災害脆弱性が露呈し、建築物の重力崩壊といった災害を招いた。

本プロジェクトは、バングラデシュ国の首都ダッカの建築物を対象に、その災害脆弱性を克服するための技術を開発し、さらにその効率的な普及を通じてより安全な都市を築くための戦略を提案するものである。ここで提案される知見ならびに技術の社会実装を通して、研究成果が建築関連基準の改訂や都市政策等に反映され、上位目標として掲げた同国全体の強靱化が達成されることが期待できる。

プロジェクトは下記の4つの研究題目で構成されている。

- (1) ダッカの都市・建築の実態把握と課題抽出及び研究対象建築物・領域の選定
- (2) 過剰外力による崩壊診断法の開発と診断事例の分析
- (3) 低品質建築物の新たな補強技術の開発
- (4) 高密度化都市の耐災害強靱化計画

4. 評価結果

総合評価：A（所期の計画と同等の取組みが行われている）

プロジェクトは目標に向かって着実に進捗しており、今後の研究成果が期待できる。プロジェクト開始直後に発生したダッカ襲撃事件に伴い、日本人研究者の渡航活動が制限されたにもかかわらず、日本側にバングラデシュ研究者を招聘するなどの工夫を加えながらプロジェクトを推進している。相手国が自立的に運用可能な耐震補強技術を相手国へ展開することを目指しており、社会実装の道筋をつけることも強く意識されている。渡航活動の制限やカウンターパートのエフォート不足により研究題目（4）「高密度化都市の耐災害強靱化計画」に遅れが生じたが、相手国

研究機関を追加して主体的に調査活動を実施することを促すなど、適切な対応がなされた。

このプロジェクトでは、地震発生時の被害予測、脆弱な都市の建築物への耐震補強など、相手国に受け入れられるような具体的な研究成果の創出が求められる。その上で、強度にばらつきのある脆弱な構造物を有する他の国に広く受け入れられるよう、技術体系の確立を進められたい。このような研究開発は一見して科学技術的には最先端には見えないが、プロジェクトを通して開発された技術を体系化することで、ひとつの研究分野として世界的な取り組みにつながるきっかけとなしてほしい。

4-1. 国際共同研究の進捗状況について

本プロジェクトは 2016 年度から本格的にスタートする予定であったが、ダッカで襲撃事件が発生したことから渡航・現地活動が制限されることとなり、当初の計画は甚大な影響を受け、1 年余りの遅れが生じた。そのため、とくに安全優先の観点から、研究計画を変更せざるを得なくなったが、研究代表者のリーダーシップの下、相手国研究者を招聘して国内の研究機関にて実験を遂行することや、出口としての社会実装に向けた活動を中心に据えた適切な研究活動にシフトしたことで、短期間に遅れを回復しつつあることは高く評価できる。

しかし、相手国にて現存する建物を広範囲に調査する必要がある研究題目（4）「高密度化都市の耐災害強靱化計画」については、日本人の渡航活動制限やカウンターパートのエフォート不足により進捗が遅れている。相手国の研究体制に新たに研究機関（ジャハンギルナガル大学）が加わったことにより、今後のさらなるキャッチアップを期待したい。

また、相手側研究機関に十分な設備がなかったこともあり、他の研究題目においても多少の遅れが発生している感がある。しかし、載荷装置も相手国に導入され、現地のコンクリートなどの建材を用いた実験が行えるようになったことなど、単に研究の進捗が図られるだけでなく、これまで気づかれなかった問題の発見にもつながる可能性もあり、今後の進展が期待される。

成果として得られるものは分かりやすく簡易な技術なので、科学的・技術的という点ではインパクトが低い、その分社会実装しやすいという点では高く評価できる。技術や科学的根拠となるデータが不足している地域の性質を考慮した上で、既存手法を組み合わせる新たな手法を提案しており、相手国にて自立的に運用が可能となるよう簡便な強度推定の手法も開発され、相手国に受け入れられている。

本研究は、単にコンクリート構造物の耐震工学という観点ではなく、脆弱なコンクリート構造物の補強技術、低いレベルの施工監理への対処技術、診断技術の開発といった観点から重要度は高い。相手国では、耐震に対する意識が想像以上に低いこと、施工監理の意識が低いことなどにより、想定外のことが多く生じている。こうしたことは、開発途上国では往々にしてありえることであり、その対策は最先端の新技术の開発と同様に重要なものである。研究活動を通して技術体系が確立されれば、近い将来に研究成果をカスタマイズし他の似たような開発途上国に技術を展開することが可能となるはずである。

4-2. 国際共同研究の実施体制について

研究チームは適切な分担のもとでよくまとまっており、全体を統括する研究代表者の卓越したリーダーシップにより、現地調査が十分に行えない時期があったにもかかわらず、プロジェクト全体としてバランスの取れた実施状況となっている。相手国の建物の実態が明らかになるにつれ、研究の方向性を微修正しながらプロジェクトを推進している。日本側のペースで研究プロジェクトをうまくとりまとめているが、相手国側研究機関の主体性のみならず、日本や欧米で教育を受けてきた個々の相手国研究者のコミットをさらに引き出しつつプロジェクトを推進することに留意されたい。

渡航活動の制限などで研究計画に変更が生じ、相手国研究者を日本へ招聘し国内で研究を実施することが活動の中心となつてはいるが、全体として研究費の執行状況は良好であると言える。また現地への導入機器の活用も研究活動の正常化とともに活発になるなど、有効活用が図られていると判断できる。特に載荷装置は今後大いに利用されるものと期待される。

4-3. 科学技術の発展と今後の研究について

これまでの知識の積み重ねに基づき社会実装を目指す研究が進められてきたが、今後は当初の方針に沿った新たな研究開発にも着手し、最終的には研究開発、社会実装ともに優れた取り組みとなることを期待できる。

相手国の体制にまだ不確実性があるものの、相手国の状況の分析、社会構造的な課題の設定が優れているため、各ワークグループ相互に研究成果を活用するサイクルが回り始めている。進捗に遅れがみられる研究題目（4）「高密度化都市の耐災害強靱化計画」については、広い調査対象地域で多くの現存建築物について限られた時間で効果的に調査することが求められる。広範囲を素早く把握できるよう、衛星データ等との連携により短時間で調査を進めていく手法を確立されたい。

我が国における今後の展開・発展というよりは、相手国の科学技術能力の向上への貢献がかなり期待されている。建物種別、設計図面がない中で、目視に基づく予備診断方法を新たに開発するなど、相手国における実装を意識した取り組みがなされている。このような評価システムの開発は具体的であり、それと連携したリスクマップの利用法も明確となり、今後の成果に期待ができる。また、研究成果は2015年版BNBC¹の付録に記載するため、診断マニュアルや補強マニュアルが執筆されつつあり、社会実装の一部が達成されつつあると言える。今後は付録に記載された各種マニュアルが相手国にて効果的に活用されるよう働きかけていく必要がある。

本プロジェクトにおける我が国の若手研究者の活動は、学会賞などの受賞例に示されるように顕著であり、人材育成が適切に行われていると判断できる。最先端の耐震工学を目標に据えると、日本側の若手研究者の関心は薄れるかもしれないが、途上国の構造物の診断や耐震補強技術を対象にした研究分野を確立することで、若い研究者に興味を持たせることが可能となるであろう。

研究を遂行するのが簡単ではない相手国の環境に、日本人の若手研究者が入ることは非常に意

¹ the Bangladesh National Building Code : バングラデシュ国 建築基準

義深い。渡航制限が厳しいため現地での活動を通じた人材育成は難しいかもしれないが、相手国から日本に招聘した研究者との国内での交流を通して人材育成が図られることを期待する。

4-4. 持続的研究活動等への貢献の見込みについて

本プロジェクトは災害脆弱性を克服するための都市政策への貢献を重視することから、ダッカ等の都市防災に関する政策への反映に向けた持続的発展は大いに期待できる。マニュアル化、ガイドライン化を目指してコストを含む評価シートの作成が進んでおり、社会実装に向けた工夫が見られる。建物の診断技術と補強技術を確立し、それらの運用の基盤となる都市全体のリスク評価にも取り組んでおり、防災への効果が期待できる。

人的交流については、研究担当者レベルから研究成果を行政に紹介するためのハイレベルミーティングを企画立案しており、研究成果を社会に根付かせる試みが構想されている。日本側研究機関は、相手国側の研究者を留学生や研修生として数多く受け入れるなど若手研究者の育成を精力的に行ってきたことから、人的交流の基礎が構築され、長期的見地から相手国の自立性・自主性の向上が期待できる。また、日本側若手研究者の育成にも今後さらに注力されたい。

5. 今後の課題・今後の研究者に対する要望事項

SATREPS は科学技術の進展と社会実装の道筋をつけることを両立すべきプログラムである。しかし、本プロジェクトのように相手国に制限があり、環境が整っていないような状況においては、まず社会実装面に注力し、それに付随して科学技術面でのチャレンジに取り組むといった方針で、プロジェクトを推進していくことが肝要であろう。

社会実装面においては、診断技術と補強技術の不足に伴い相手国の耐震に関する意識の低さがあり、依然として脆弱な建築物が増え続ける状況にある。その悪循環を断ち切るための方策や戦略を具体的に提案されるとよい。相手国の行政官や研究者が自立的に運用可能な建物の二次診断手法を確立することが、社会実装への鍵だと思われる。加えて、建物の補強マニュアルは、現地業者の力量による補強のバラツキを極力減らせるようなものにしていなければならない。相手国での設計や施工の慣習において抽出した課題については、様々な機会を通じて相手国に広く周知して改善につながるよう指導してほしい。施工監理の不備は脆弱性を著しく助長させることになるので、法整備と並行して施工監理の重要性をアピールしていくことが肝要である。

科学技術面においては、最先端の耐震技術を追求するのではなく、施工監理などの面で相手国での運用が可能な耐震技術を体系的に構築されることを望む。それにより、脆弱なコンクリート構造物への対策に関する一つの技術体系が確立できることが期待でき、加えて技術のカスタマイズにより他の開発途上国への展開も将来容易となるであろう。

以上

成果目標シート

研究課題名	都市の急激な高密度化に伴う災害脆弱性を克服する技術開発と都市政策への戦略的展開プロジェクト
研究代表者名 (所属機関)	中埜 良昭 (東京大学 生産技術研究所)
研究期間	H27採択(平成27年6月1日～平成33年3月31日)
相手国名／主要相手国研究機関	バングラデシュ人民共和国／住宅建築研究所(HBRI)、アジア太平洋大学(UAP)、バングラデシュ工科大学(BUET)、アサヌラ科学技術大学(AUST)、公共事業局(PWD)、ジャハンギルナガル大学(JU)

付随的成果

日本政府、社会、産業への貢献	<ul style="list-style-type: none"> ・戦略的対災害強靱化手法の日本を含む世界中での活用(基標準への反映も含む) ・途上国への日本企業進出及びそのための安全安心な社会基盤構築
科学技術の発展	<ul style="list-style-type: none"> ・変形能力の極めて乏しい建物の崩壊メカニズム解明と診断法の新規開発 ・世界中に潜在する低品質建築物の補強工法の新規開発 ・高効率な都市建築の補強シナリオに基づく総合的都市開発手法の新規開発
知財の獲得、国際標準化の推進、生物資源へのアクセス等	<ul style="list-style-type: none"> ・応用性の高い補強工法の開発(国際標準化) ・急激に高密度化する都市の災害脆弱性の指標化と高効率な都市計画手法(国際標準化)
世界で活躍できる日本人材の育成	<ul style="list-style-type: none"> ・文化や社会背景の異なる地域での人的交流ならびに共同研究を通じて、普遍的な科学技術が議論できるようなタフでグローバルな若手研究者を育成
技術及び人的ネットワークの構築	<ul style="list-style-type: none"> ・日本人ー現地外国人研究者の交流体制構築(若手ー若手を含む) ・現地建設業界とのネットワーク構築
成果物(提言書、論文、プログラム、マニュアル、データなど)	<ul style="list-style-type: none"> ・ダッカの建築・都市の調査報告書 ・建物の崩壊危険度診断法の技術マニュアル ・低品質建物の補強法技術マニュアル ・ダッカの災害強靱化計画提案書

上位目標

バ国全体の建築物の災害脆弱性が低減され、都市が災害に対して強靱化される

バングラデシュの建築基準法や対災害計画・政策に研究成果が反映される

プロジェクト目標

バ国の技術開発と研究資源を充実させつつ首都ダッカの災害脆弱性を克服するための診断・補強技術とその高効率な実装手法が提案される。

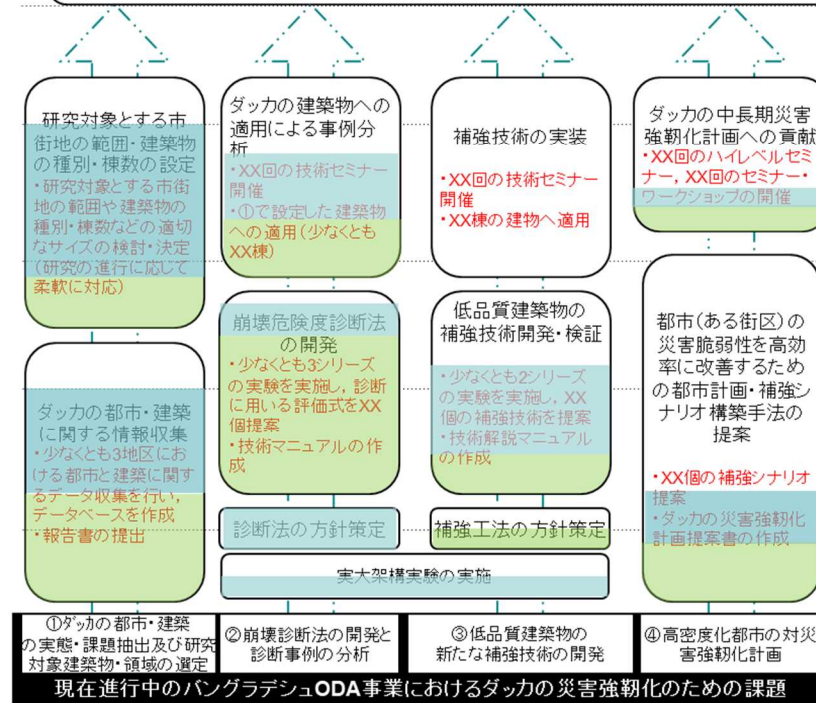


図 1. 成果目標シートと達成状況 (2019年7月時点)