A dark blue vertical bar is on the left side of the page. A blue arrow points from the bar towards the right, pointing at the first line of text.

令和 5 年度

住宅市場整備推進等事業費補助金  
(住宅建築技術国際展開支援業)

**Retrofitting Technology Dissemination  
Project in Bangladesh**

1. プロジェクト報告書

令和 6 年 3 月

Several thin, light blue lines resembling grass or reeds grow from the bottom left corner of the page.

応用地質株式会社

|   |   |
|---|---|
| 目次 .....  | i |
| 1. 事業名 .....  | 1 |
| 2. 事業主体名 .....                                      | 1 |
| 3. 事業の目的 .....                                      | 1 |
| 4. 事業の概要 .....                                      | 1 |
| 4.1 計画・準備 .....                                     | 2 |
| 4.2 耐震診断技術の普及関連資料の整備.....                           | 3 |
| 4.3 耐震診断、補強計画、施工監理及び防火技術の普及用の研修の実施.....             | 4 |
| 5. 事業の効果 .....                                      | 6 |
| 6. 事業の必要性 .....                                     | 6 |
| 7. 事業の効率性 .....                                     | 7 |
| 8. 事業の有効性 .....                                     | 7 |
| 9. 海外促進につながる成果.....                                 | 7 |
| 9.1 相手国との商談や事業が成立（あるいは相談がきている） .....                | 7 |
| 9.2 相手国での基準・マニュアル等（あるいはその案）の作成につながった .....          | 7 |
| 9.3 JICA 支援事業（案件化調査、普及・実証・ビジネス化事業など）につながった。 .....   | 7 |
| 9.4 相手国への技術・制度の導入に向けて相手国から具体的な相談があった .....          | 7 |
| 9.5 セミナー等の実施により更なるフォローアップにつながった（あるいはつながる見込み）等 ..... | 7 |
| 9.6 日本企業の海外展開 .....                                 | 8 |
| 10. 別添の報告書 .....                                    | 8 |

本事業の概要を以下に記す。

## 1. 事業名

令和5年度 住宅市場整備推進事業 住宅建築技術国際展開事業(うち事業環境整備に関する事業)

## 2. 事業主体名

応用地質株式会社

## 3. 事業の目的

国土交通省の補助のもとに、これまで5年間にわたって、ミャンマーの既存鉄筋コンクリート造建物の実態の把握、診断方法と補強方法の検討を実施し、ミャンマーに適した建物の構造補強の流れがほぼ確立されてきた。令和元年度からは、耐震診断と補強の方法の普及のための検討と試行を行い、ミャンマー建設省及びミャンマー技術者協会連合会を対象として研修とセミナーを行ってきた。

これらの活動を通じて、ミャンマーの技術者に対する診断技術の普及の足掛かりができ、現地側からは、診断の普及を進めてきたが、ミャンマーは令和2年度末に政治的に不安な事態が発生した。そのため、令和3年度には、現地との交流をせずに、診断方法の普及資料の整備及び補強計画の普及のための基礎的な検討を実施したが、実際にこれらの手法を実地に適用していくためには、現地のエンジニア及び関係者との交流が不可欠であることが明白となり、令和4年度には、現地での活動の対象地域を、南アジアの同様な状況にあるバングラデシュに移して、これまでのミャンマーでの事業の流れを踏襲し、既存建物に対する耐震補強技術を普及させていくことにした。

バングラデシュでは令和4年度と同様に、民間技術者等に対する改修技術の普及とし、バングラデシュに適合させたトレーニング手法を引き続き民間技術者等へ研修により技術普及を目指した。特に、今年度は、これまで日本人が実施した改修技術の研修講師をバングラ人技術者が主体となって実施することで、より効果的な普及を目指した。

## 4. 事業の概要

世界的にみると、耐震診断は日本とアメリカ基準の2つの手法に大別される。この手法であるが、世界的にみれば、圧倒的にアメリカの基準で設計された建物が多いため、耐震診断もアメリカに準拠すべきとの意見が多い。そのため、これまで、バングラデシュなどで、日本の手法の定着をめざしていたものの、大多数の民間エンジニアは、アメリカ基準に準拠したソフトで計算している。その基準については、確認作業ができていないので品質管理に難がある。一方、日本式の計算は、手計算でできるものの、計算手法が通常の本バングラデシュの設計手法と違うので、なかなか日本基準の手法が理解できないが現実である。

本プロジェクトチームは、建築研究所の関客員研究員の指導をうけ、日本の手法とアメリカの手法とを融合した手法を開発し、日本の利点を残し、アメリカの基準に準拠した手法で建物进行评估することを検討してきた。日本の手法の利点の1つは、Is (Seismic Index) を用いて建物の脆弱性を評価することである。また、アメリカの基準については、建物の靱性については、通常的设计値をつかうことにより、建物进行评估することである。この手法については、令和4年には、建物の評価の手法を、令和5年には建物の評価をもとに、耐震改修設計手法の検討を実施した。

また、上記の設計手法の開発とともに、IEB（バングラデシュ技術者協会）をもとに、同技術の普及関連資料の整備、耐震診断、耐震補強計画、施工監理を含めた耐震改修技術の普及に向けた研修を行った。加えて、バングラデシュでは火災による被害が多く、建物の安全性の向上を総合的に図るためには、耐震改修とともに重要な防火設計についての講義を行った。

なお、トレーニングについてはバングラデシュのエンジニアを活用し、将来はバングラデシュの技術者が自分たちにもトレーニングができるように、現地のエンジニアを雇用して実施した。

#### **4.1 計画・準備**

本年度事業全体の業務や工程の計画を整理し、バングラデシュのIEBでの活動などによる業務遂行のための準備を行うため、現地に渡航し関係者に説明するとともに、業務環境を整えた。具体的には、講義についての許可と協力についての同意をとりつけた。

図 4-1 に要請書を示す。



# The Institution of Engineers, Bangladesh (IEB)

Shaheed Prokaushali Bhaban, IEB Headquarters, Ramna, Dhaka-1000

Tel : 02223389485, 02223387860, , 02223386336, Fax : 88-02223382447

E-mail : [info@iebbd.org](mailto:info@iebbd.org), [info.iebhq@gmail.com](mailto:info.iebhq@gmail.com), Web site : [www.iebbd.org](http://www.iebbd.org)

Ref. No. HQ/IEB/G/Misc./2023/1857

Date : 22/08/2023

**Dr. Jun Matsuo**

Deputy Division Manager

Disaster Risk Reduction Business Division, OYO Corporation

GINZA YAMATO 3 BLDG, 4th floor, 1-10-2, Sakuragi-cho, Omiya-ku

Saitama-city, Saitama 330-0854

Japan

TEL (+81)-48-778-7789 FAX (+81)-48-782-9577

**Subject : Request for Fire protection and structure training for IEB Member Engineers.**

Dear Jun Matsuo,

Greetings from Institution of Engineers, Bangladesh (IEB).

IEB is working for supporting the Engineers and Engineering profession covering whole of Bangladesh and abroad through its Centers and Sub-Centers. As a prime Institution for Engineering, IEB has the authorized responsibility to ensure the building infrastructural quality, safety and infrastructural ergonomics. IEB performs this responsibility through the Centers and Engineering Divisions for sustainable and appropriate technology know-how exchange programs.

Our country is disaster risk prone for frequent cyclone, monsoon flooding and earthquakes. In and around the seismic active zones are vulnerable to earthquake and thousands of thousands buildings are at risk in Chittagong, Sylhet and Dhaka. A number of building collapse incidents confirms the necessity of ensuring building safety. Under these circumstances, IEB would like to improve the building quality and safety within the jurisdiction of Bangladesh.

We are aware that OYO Corp. and other JICA Expert Team is reputed for providing training on building safety, particularly on building retrofitting methods and techniques. Previously you played an excellent role while BSPP, PWD arranged a series of retrofit training courses from IEB Dhaka Centre for IEB structural Engineers.


Later through a RDBP program you gave four training delivery for our Engineers and IAB Architects with the help of MoLIT, Japan which had a very encouraging impact on our member engineers in Bangladesh.

In this regard, we would like to request you to arrange Building Structural Training covering following issues:

- Building structure assessment.
- Building structure design
- Project planning with cost estimation for retrofitting
- Retrofitting supervising
- Fire safety assessment and design techniques
- Any other Japanese technology and/or innovation regarding the building infrastructures.

We look forward for your cooperation for the capacity building program on resilient building design and construction.

Sincerely,

  
Engr. S. M. Monjurul Haque Monju

Honorary General Secretary

Copy to :

1. President, IEB
2. VP (Academic & International)
3. Office Copy

## 図 4-1 IEB からの要請書

### 4.2 耐震診断技術の普及関連資料の整備

これまでの事業で整えてきた耐震診断技術の普及関連資料を必要に応じて改訂して、より使い易い、効果的なものとするを旨してきた。実際に、SEKI-NAKAJIMA シート(SN シート)を開

発し、そのトレーニングを実施してきた。SE（簡易診断：Simplified Evaluation）、ASE（アドバンスト簡易診断：Advanced Simplified Evaluation）については、現地でトレーニングができるエンジニアが活用できるまで、人材を育成できた。

DSE（詳細診断：Detail Seismic Evaluation）については、令和5年度では、その手法の完成をめざして研究したとともに、昨年の研究をもとに、令和5年度は研修項目として検討した。

### 4.3 耐震診断、補強計画、施工監理及び防火技術の普及用の研修の実施

令和4年度には、防火設計と耐震診断・耐震補強設計・耐震補強計画の研修を各2回実施した。それらの研修は日本人が実施した。今年度は、昨年度実施した基礎的な研修（防火・構造）を、可能な限りバングラデシュの技術者を活用した研修として試行した。当初は、防火1回・構造を2回の研修実施を目標にしていたが、バングラデシュのエンジニアの希望があり、昨年同様、防火も構造も各2回の研修を実施することができた。研修の報告は別途報告書を作成した。

## 4. 今後の普及の方向性の検討

本プロジェクトは、日本で研究されてきた耐震診手法を、貴省の補助事業で現地の設計手法合わせるローカライズ的手法を開発し、手法を南アジアで普及させる。この普及により、日本の建物の安全性や耐震診断・耐震改修手法をバングラデシュで理解してもらうことで、日本の企業の耐震改修設計・施工の進出への環境を育成する。くわえて、本事業で培った知見を他の国でも活用し、他国にも日本の診断手法への普及を図ることを目的としている。

令和5年については、図4-2に示す目標を設定した。表4-1には達成度をまとめた。

表 4-1 令和5年度の活動の目標の達成具合

| 活動   | 評価 |
|--|----|
| <p><b>1-2 研修内容を定型化して、バングラデシュのトレーナーを育成する。</b></p> <p>構造のトレーニングについては、SNシートも含め、ほぼバングラデシュの技術者の講師によりトレーニングができた。地震の経験が少ないことから地震の講師は見つからなかった。また、今年初めて実施したDSEについては、ローカルの講師の確保はこれからの課題となる。</p> <p>防火についても、バングラデシュの防火アセスメントの講義は、バングラデシュの技術者によるアセスメントの講義は実施された、ただし、最近の国際的な防火の講義については、日本人での講義となった。</p> <p>上記、日本人が実施した講義があるが、内容は他国のエンジニアの招待トレーニングが有用であると考えるので、バングラデシュがオンラインで招待し実施したことは評価できる。また、キー項目であるSNシートの実習や防火のアセスメントは、バングラデシュ技術者で、講義も含め達成されたので、1-2の活動については達成されたと評価する。</p> | ◎  |
| <p><b>1-3 IEBと連携して、定期的な研修に組み込まれる。</b></p> <p>IEBの場合については、今回、定期的な会議には組み込まれることまでは達成できなかった。ただし、プロジェクトを指導いただいている中塾教授から、バングラデシュのスチール会社の建物構造の研修が実施されており協働の依頼をいただいている。IEBでの連携はできなかったが、トレーニングが評価されバングラデシュの中で継続したトレーニングの計画があることから、1-3の達成率は70%と評価した。</p>   | ○  |
| <p><b>1-4 動画を活用した研修マテリアルを作成し、日本人なしで研修が進む</b></p> <p>昨年も研修動画を作成したが、今年度はベンガル語の動画が作成されており、より有用な教育ツールとなった。これからバングラデシュと共有するので、研修の進捗具合までは確認できないが、研修マテリアルの作成について達成されたと評価する。</p>   | ◎  |
| <p><b>1-5 SNSを活用し、他国をふくめた簡易診断フォーラムを形成する。</b></p>   | ◎  |

|  |   |
|--|---|
| <p>研修の参加者とは、SNSの中で参加者との簡易診断フォーラムは形成されている。今回の研修では、オンラインでエルサルバドルの技術者が参加しており、他国へも研修の輪は広がっている。研修の参加者のフォーラムの形成とトレーニングの他国の参加により、今年の実績は達成したとする。</p>   |   |
| <p><b>2-1 耐震診断と耐震改修の立案ができるような研修を開発する。</b></p> <p>今年は、建築研究所 関客員研究員により耐震改修の立案の研修資料まで作成いただいた。研修手法の開発としては達成された。</p>  | ◎ |
| <p><b>2-2 耐震計画の研修手法を定型化する。</b></p> <p>今年は、耐震改修計画の定型化を図るため、DSEの手法の研究を進めたが、やはり、経験と高い構造設計者のスキルを定型化にはいたっていない。しかしながら、DSEの開発などに現地のエンジニアと協働で研究しており、高いスキルがあれば、日本のIsの手法での耐震計画までできるようになったため、進捗は40%として、△とする。</p>                | △ |
| <p><b>2-3 ブレースや耐震壁の計算の計算手法を考える。</b></p> <p>海外で一般的に実施されている手法の非線形解析でのブレースや耐震壁の計算手法の完成は試行錯誤が必要である。DSEの完成として現地のエンジニアを指導しているが、現地エンジニアが独力で計算するまでには至っていない。着目点は正しく、現地のエンジニアが必要であることは理解できているので、進捗は30%とする。</p>                 | △ |
| <p><b>2-4 コスト計算時の留意点の研修手法を検討する。</b></p> <p>コストの計算については、多くのエンジニアの興味を引く項目でありニーズが高かった。今年度は、日本人技術者の指導のもと、現地講師が適切な研修教材を作成し、トレーニングを実施したため、目標は達成したとする。</p>  | ◎ |
| <p><b>3-1 DSE 普及のため、計算の試行を実施する。</b></p> <p>令和4年度に計算したバングラデシュ技術者に問題点を指摘し、再計算を実施した。今年度は新たな建物モデルでの計算はできなかったが、アメリカの基準の改訂に伴うソフトのバージョンアップなど、新たな知見は習得できないので、進捗は70%と評価する。</p>  | ○ |
| <p><b>3-2 DES の普及のための問題点を探り、その対策を検討する</b></p> <p>DSEの普及については、今年度はDSEの現地トレーニングを実施した。最近の非線形で評価も含め、ニーズが高いことがわかったが、現地技術者のトレーニングについては、時間がかかると判断した。問題点の把握はできている。対策としては、現地ローカル技術者の能力向上が望まれるが、対策に成果はでていないので今年の進捗は70%とする。</p> | ○ |
| <p><b>3-3 DSE の結果を蓄積する。</b></p> <p>DSEを実施していくにつれ、バングラデシュの解析者の解析ソフトの理解の問題などがあり、今年度は確認の方法など、協議してきた。そのため、ローカル技術者の能力向上はみられたものの、DSEの結果の蓄積まではいかなかった。この活動の達成は30%ほどとする。</p>  | △ |
| <p><b>3-4 DSE のための研修手法を開発する。</b></p> <p>今年度は、建築研究所関客員研究員によりDSEの研修資料まで作成いただいた。研修手法の開発としては達成されたので、達成したとする。</p>   | ◎ |

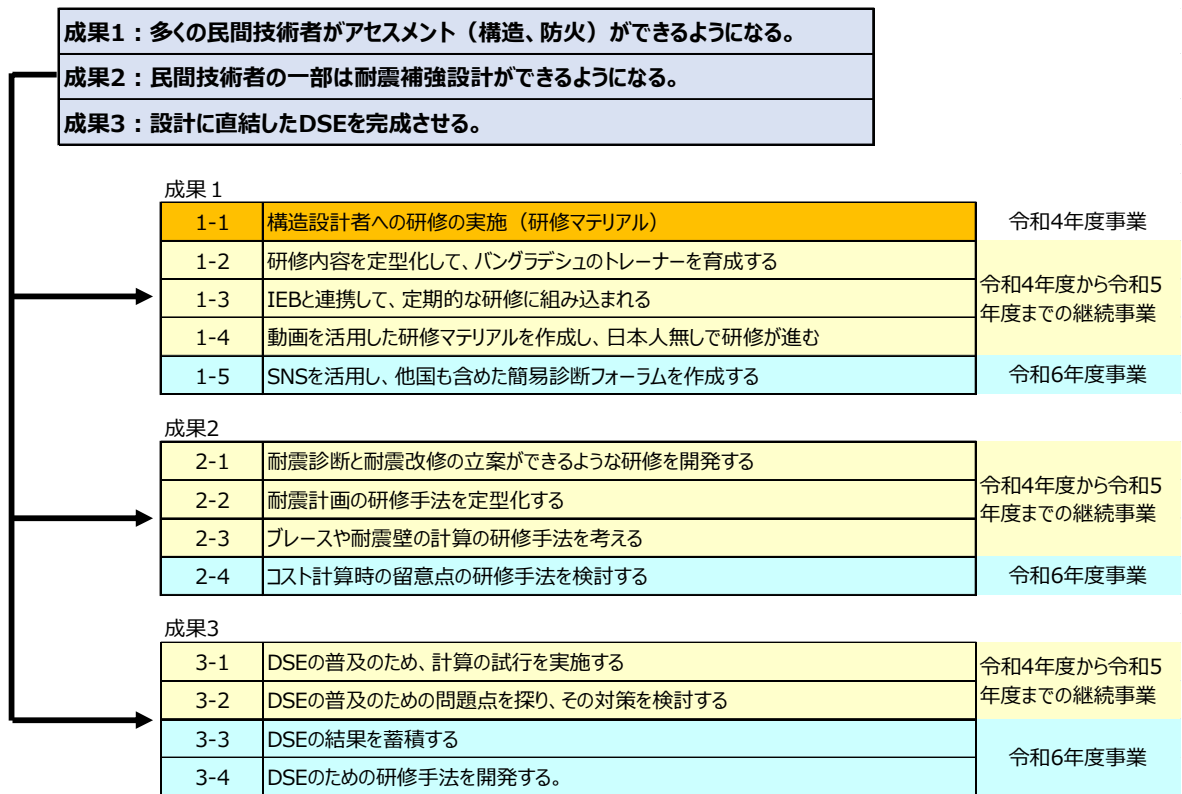


図 4-2 プロジェクトの各成果と活動（薄黄色が令和5年度の活動目標）

## 5. 事業の効果

バングラデシュでは、公共事業局（PWD: Public Works Department）が、耐震診断から耐震補強までのマニュアルを作成しているが、民間技術者の中では中途半端な理解のため、一部の民間の建物は、耐震補強後も十分な耐震強度を持たない結果となっている。令和4年度からの本事業の研修により、バングラデシュの民間技術者が、耐震改修事業の基礎を学び、バングラデシュのマニュアルに興味を持つことになった。

今年度からは、本プロジェクトでの研究成果であり、世界的なトレンドの非線形解析のトレーニングの研修も試行することで、現地では日本の耐震診断手法や耐震改修設計の手法の理解も深まり、日本の耐震設計手法についても理解が深まるので、このような活動の積み重ねにより、海外で民間による耐震改修プロジェクトの形成が期待できる。

## 6. 事業の必要性

バングラデシュは地震の可能性のある国の1つであり、現状のような脆弱な建物が多い状況では、ひとたび大きな地震に見舞われた場合には大きな建物災害を引き起こしてしまうことは明らかである。したがって、事前に既存建物への対策を施していくことが、地震災害低減には不可欠となる。

加えて、バングラデシュでは毎年のように火災が発生し、死者がでていく。原因の一つは、防火設計の理解がないために、適切な位置の階段が設置されていないなどが本プロジェクトでのアセスメントで顕在化しており、構造と防火に強い建物への対策は、バングラデシュのみならず、他国も含め日必要な技術の1つである。



## 7. 事業の効率性

バングラデシュでは、従前から減災対策へむけた「建物の耐震化対策」へ向けた努力が続けられており、技術者、政策関係者などからの既存情報や知識が事業の効率化に活用できる。また、隣国ミャンマーをはじめ、世界的にも「建物脆弱性対策」の課題は共通のものとなっており、周辺国での類似業務の経験や他国の耐震改修技術に関する知識も活用することによって、事業の効率性の向上を図ることができた。

加えて、トレーニングの参加者が耐震改修への興味をもつようになり SNS での発信など、口コミでの研修情報の発信もあり、現地でのサポートも受けている。

## 8. 事業の有効性

建物の安全性の向上に向けた対策（防火設計・診断、補強など）を進める際に、具体的な方法を示していくことは、その対策活動の促進及び定着化を図るための一助となり、有効な情報となる。現地側の要望も踏まえて、診断、補強の分野で、エンジニアと意匠設計者の能力を向上させた。

## 9. 海外促進につながる成果

### 9.1 相手国との商談や事業が成立（あるいは相談がきている）

バングラデシュでは、世界銀行バングラデシュ支部から現在実施中の都市強靱化プロジェクトの業務レビューを依頼され、実施している。

### 9.2 相手国での基準・マニュアル等（あるいはその案）の作成につながった

バングラデシュでは PWD が作成した耐震診断マニュアルがあり、日本でいえば 2 次診断までである。DSE の理解により、マニュアル化については目処がたっている。

### 9.3 JICA 支援事業（案件化調査、普及・実証・ビジネス化事業など）につながった。

本プロジェクトの趣旨、民間研修との項目（国別研修）の案件形成を JICA より打診された。

### 9.4 相手国への技術・制度の導入に向けて相手国から具体的な相談があった

今回のカウンターパート機関である IEB からは引き続き研修の実施の依頼があったが、より高いレベルのものであるため、事業目的と研修内容の検討が必要である。

### 9.5 セミナー等の実施により更なるフォローアップにつながった（あるいはつながる見込み）等

2019 年のコロナ拡大後に広がったオンライン研修は、日本からの遠隔研修で、一度に 30 人を超える技術者協会や意匠設計者協会の関係者が集まりトレーニングを実施できたものである。

バングラデシュの技術者や意匠設計者の中心である組織に、日本人が直接教えることで耐震診断や防火設計アセスメントに興味をもった技術者・設計者が増えているのは事実である。また、本プロジェクトの評判が良いのは、オンラインで、実習形式で参加型の手法を開発したことによるものと考えられる。

今年度は、具体的なフォローアップはなかったが、今年度は現在バングラデシュで進められている、世界銀行により都市の強靱化プロジェクトのチームリーダーにも参加してもらうなど、今後ダッカで進められる耐震改修プロジェクトに日本の企業が入れる環境をつくることはできた。

## 9.6 日本企業の海外展開

日本の耐震補強の手法は日本の施工業者には理解しやすい指標であるが、海外ではあまりなじみがない。日本の企業が海外で仕事をするには、ASCE41 に準拠したアメリカの手法の理解が必要である。一方で、日本は地震が多く、そのたびに、耐震診断・補強設計の方法の妥当性については確認されてきた手法である。

そのため、本プロジェクトでは、日本の企業の海外進出のため、アメリカ基準と日本の方法を融合させ、簡易診断・高精度簡易診断、DSE により、海外では馴染みの深いアメリカ基準での診断結果を  $I_s$  値として、日本の業者が海外で耐震補強プロジェクトに参画しやすくすることを目的としている。令和5年までに手法がそろってきたので、その手法の普及が引き続き必要である。

表 2 日本企業の海外展開の方向性

| 項目          | 方向性   |
|-------------|---|
| 必要性         | バングラデシュでは、テナントビルの崩壊事故以来、建物の構造の補強の必要性が認識され、世界銀行などのサポートで耐震診断や補強設計が進められている。また今度、耐震補強工事も計画されている。  |
| 日本人技術への配慮   | このようなプロジェクトに対し、日本の企業が入るには、日本人技術者の ASCE41 の手法の理解が必要である。  |
| 本プロジェクトの方向性 | 日本の診断法の基本的な $I_s$ (Seismic Index) 指標を用いることを前提にして、現地で設計されたアメリカの設計基準の考え方、特に変形性能を ASCE41 の方法を組み合わせた診断法、SE (簡易診断)、ASE (アドバンスト簡易診断)、DSE (非線形解析) を開発し、ASCE41 と $I_s$ を融合した。また一部は、バングラデシュの耐震改修マニュアルになっており、有効性は確認されている。 |
| バングラデシュ側の理解 | 日本人がバングラデシュへ進出した場合、承認機関として日本人技術者が実施した耐震診断手法や耐震補強設計手法への理解が必要である  |
| IEB の協力     | 本プロジェクトでは、IEB (バングラデシュの技術者協会) のサポートを得て実施している。研修後には CPD の単位の発行などがあり、参加者が昨年から数えて 100 人程度になっている。このように、バングラデシュの技術者の理解を得て始めて日本の耐震診断手法が承認されるので、日本の民間エンジニアが参加できる環境ができるまで、いまの研修により海外向けの耐震診断手法・補強設計手法の完成と研修による普及を目指す。    |

## 10. 別添の報告書

- 詳細診断法 (DSE)
- 研修結果報告書