

令和5年度国土交通省住宅建築技術国際展開支援事業
(うち事業環境整備に関する事業)

「フィリピンにおける安全なブロック造技術の普及」

成果報告書

【概要】

令和 6 年 3 月

一般社団法人 北海道建築技術協会

1. 補助事業の目的

発展途上国では、コンクリートブロック造が、戸建て等の小規模住宅やビルの間仕切壁等の非構造壁として広く使われている。これらは、地震や高潮などの自然災害に極めて脆弱で、多くの犠牲者を出す原因となっている。

日本は、第 2 次世界大戦後、廉価な耐火性の構造として補強コンクリートブロック造を政策的に推奨し、技術開発、公共住宅への積極的な採用(簡易耐火平家住宅、簡易耐火 2 階建て住宅)を行った経緯があり、技術的な蓄積を有している。それらは、地震や台風などの災害にも強いことが実証されている。

そこで、日本の有する技術を開発途上国に紹介し、関係する日本企業の海外進出を実現するための環境を整備する。

一般社団法人北海道建築技術協会(HoBEA Hokkaido Building Engineering Association)は、2018 年度より国土交通省住宅建築技術国際展開支援事業の補助を得て、「フィリピンにおける安全なブロック造技術の普及」に取り組んできている。

本年度は、これらの活動を受けて、広報活動等についての現地での調整活動、現地ワークショップの開催、ガイドライン案の公式化の支援、建築関係者などへの広報、非構造壁のガイドラインの作成・公式化、技術的妥当性を実証するための構造実験の実施、フィリピン製品規格(PNS)の施行状況の把握と助言、関係する活動の実施、国際的情報発信及び報告書の作成と公開を行った。

2. 実施体制

一般社団法人北海道建築技術協会が関係機関の協力を得ながら実施した(成果報告書第1章1.2参照)。

3. フィリピン現地調査の概要

2023 年 10 月 24 日ー11 月 4 日の間、実行委員の 3 名がフィリピンに出張し、フィリピンにおける、提案工法に関する広報のためのワークショップ開催についての、共催者の ASEP、参加が期待させる各種の主体との協議、調整を行った。

ASEP とはワークショップの開催日程と広報、招待者への連絡、開催経費の分担、技術ガイドラインの最終化・製本印刷・配布等について合意した。

併せて、その際に実施する提案工法のブロック積の実演について、実施主体であるNeco社と打ち合わせを行い、実演内容・参加者のためのバスチャーター等について確認した。

また、改訂されたフィリピンの製品規格の施行状況、日系デベロッパーのプロジェクトの進捗状況などの現地事情のアップデート、提案工法に関する関係主体との意見交換、JICAへの説明などを行い、提案工法とその取り組みに強い関心を持っていただいた(2024 年 1 月のワークショップに参加)。

4. フィリピン現地ワークショップ及びブロック積み施工デモンストレーションの開催

設計実務において本ガイドラインの適用が実現するよう、設計等に携わる技術者を主な対象とする広報のためのワークショップを、フィリピン国内 3 か所程度(マニラ首都圏、中部ビサヤ地域、南部ミンダナオ地域)において、フィリピン構造技術者協会と北海道建築技術協会との共催により開催した。併せて、ブロック積み施工のデモンストレーションをメロマニラ近郊のブラカン州において開催した(実行委員 3 名の出張期間:2024 年 1 月 16-26 日)。

(1)ワークショップの開催

①2024 年 1 月 18 日 1-5PM メロマニラワークショップ

- ・会場:ケソン市 Luxent Hotel
- ・参加者:107 名
- ・オンライン配信を実施



メロマニラワークショップ会場



質疑応答のセッション。講演者などが登壇

②2024 年 1 月 23 日 1-5PM ダバオ市ワークショップ

- ・会場:Rogen Inn
- ・参加者:86 名



ダバオ市ワークショップ会場

③2024 年 1 月 24 日 1-5PM セブ市ワークショップ

- ・会場: Bai Hotel Cebu
- ・参加者:106 名



セブ市ワークショップ会場



ASEP 事務局職員による受講証明書の交付

(2) ブロック積み施工デモンストレーションの開催

日時:2024年1月19日10-12AM

会場:ブラカン州栄住ビルディング

参加者:約50名(マニラ市より送迎のバスを用意)



ブロック積デモンストレーション



参加者の集合写真

5. 日本の知見をベースとした技術基準の策定及び関係活動

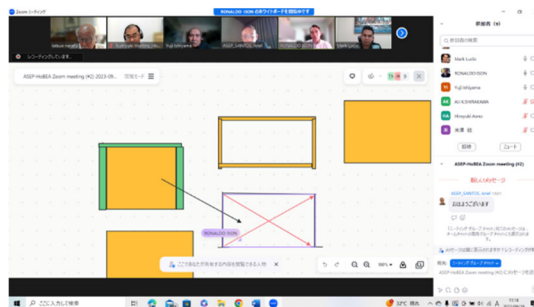
(1) 活動の経緯と概要

フィリピンにおいて安全なブロック技術を普及するための効果的な方法について検討を行った結果、長年にわたってフィリピンにおいて実践されてきている建築許可制度の際に参照される技術的な基準を整備することが最適との結論に至った。そこで、フィリピンにおいて構造基準を策定している、構造技術者により設立された民間の団体であるフィリピン構造技術者協会と協議を行った。その結果、協働で技術基準を策定することで合意し、2021年6月1日付で合意書を締結した。

2021年度より前述の合意書に基づき、構造基準の作成を進めた。併せてそれがフィリピンの建築許可制度において活用できるような制度的な位置づけを得るための手続きの検討、調整を行った。

こうした積み重ねの上に、2023年度は、

- オンライン会議の開催(ワークショップ開催の枠組み、準備作業の検討、ガイドラインの技術的検討など。右図)
- 技術基準の文章表現等の最終化
- フィリピン構造技術者協会と北海道建築技術協会との共催による技術基準の広報のための3か所でのワークショップ(技術基準の冊子を配布し、その内容を説明)及びブロック積み施工デモンストレーションの開催(成果報告書 第4章4.3参照)
- 上記と並行しての、技術的妥当性を実証するための構造実験の実施などを行った。



5.3 壁式 RCHB の技術基準(案)及び解説 Guidelines on Engineered Reinforced Concrete Hollow Block (RCHB) Construction in the Philippines	
GUIDELINE	COMMENTARY
<p>Article 1. Scope</p> <p>1. These guidelines shall be used for buildings of reinforced concrete hollow block (RCHB) construction, where concrete hollow block (CHB) walls are reinforced with vertical and horizontal rebars to resist vertical load, seismic forces, wind pressure, etc.</p>	<p>Note: See Commentary C.</p> <p>In order to apply these guidelines, RCHB construction should be performed by skilled workers using good quality materials, appropriate arrangement of rebars and firm grout to all hollows where rebars are placed.</p>

作成した壁式 RCHB の技術基準(案)及び解説(冒頭部分)

5.4 非構造壁の技術基準(案)及び解説 Guidelines on Nonbearing Wall of Concrete Hollow Block (CHB) Construction in the Philippines	
<p>Article 1. Scope</p> <p>1. These guidelines shall be used for nonbearing walls of concrete hollow block (CHB), where the walls are reinforced with vertical and horizontal rebars.</p> <p>2. Some parts of these guidelines may be ignored and alternative ways are acceptable, if structural calculation and/or structural experiments show that the nonbearing wall is structurally sound.</p>	
<p>Note: In order to apply these guidelines, CHB wall construction should be executed by skilled workers with</p>	

作成した非構造壁の技術基準(案)及び解説(冒頭部分)

(2) 構造実験の実施

CHB 壁体の上端に鉄筋コンクリート造床スラブと一体化した鉄筋コンクリート造の矩形の臥梁を施工する手間とコストの削減に向けて、臥梁の成と床スラブの厚さを同一寸法とし、臥梁の成の

不足に伴う強度を補強鉄筋で補う構造仕様とした床スラブの当該部分の試験体を製作し、構造耐力の確認実験を試みた。変形が進むにつれて加力梁の平行維持が困難となり、また、試験体にねじれが生じて変位の計測が困難になるなど、実験方法が課題となった。

また、フィリピン現地で使用されている CHB を用い、モルタルを充填しての補強鉄筋の引抜実験や CHB の面外方向の構造耐力の確認実験を実施し、現状の品質の CHB では十分な耐力を確保できないことをわかりやすく伝えることのできるデータを整備した。



臥梁の加力実験



補強鉄筋の引抜実験

6. 提案工法の活用促進に向けた検討

(1) フィリピン製品規格 (PNS) の施行状況の把握と課題の検討

フィリピン製品規格 (PNS) を所掌するフィリピン通商産業省フィリピン規格局 (BPS/DTI) によると、「6 編の規格を整備し、そのうちほとんどが 2024 年 7 月から強制規格となる。製造と流通が規制され、各ユニットにその旨の印刷や刻印が必要である。現時点で、認証の申請はない。」とのことであった。

北海道建築技術協会より BPS/DTI に対し、本プロジェクトの概要、コスト分析、ガイドラインの特長及び今年度予定している技術ガイドラインのワークショップとブロック積施工デモンストレーションの説明を行い、以下の提案・説明・助言を行った。

- BPS/DTI がワークショップの場において、CHB のフィリピン規格の説明と認証申請の要請を参加者に行うことを提案
- 日本における、設計図書に記載された CHB の規格の指定に基づき、現場での材料受け入れの際に現場技術者が規格適合のみを受け入れるという、設計者、施工者サイドからの規格の実効化の方法を説明
- BPS/DTI からの、フィリピンでは零細な CHB メーカーが多いという問題点を指摘に対し、零細メーカーには、資産家が CHB 製造マシンを購入して貸与している場合が多いとの情報があり、その場合、広報の対象は、それらの資産家であり、規格適合製品製造のための機器への投資の可能性はあると思われると説明
- 規格の施行のためには CHB の試験機器が必要で、現在、数が不足しており、JICA による支

援の期待を持っておられることから、JICA フィリピン事務所に相談するように助言

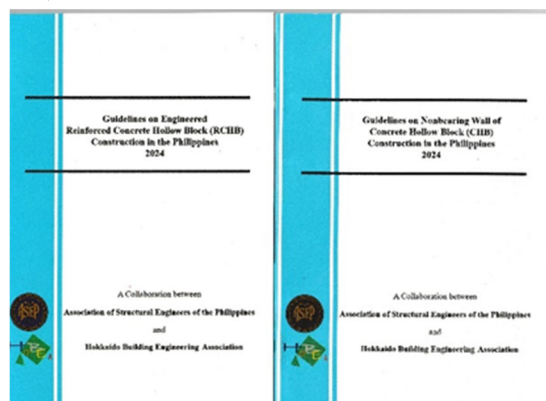
製品規格の改訂、強制規格化は、本プロジェクトによる技術ガイドラインが普及することにより、設計、施工サイドから規格適合製品を要求するプロジェクトが徐々に増加することにより、製品規格の施行が進むことが期待できる。

(2) 技術基準案の公式化の動向

今回提案の CHB ガイドラインが、フィリピン国内で建築物の設計に用いることができるようになるために、次の 2 ステップの公式化の手続きが考えられる。

*フィリピン構造技術者協会による公式のガイドライン化

フィリピン構造技術者協会として公式のガイドラインとする手続きは、同協会の理事会の承認を得ることが必要である。2023 年末に、低層用壁構造のもの及び非構造壁のものについて、理事会での承認を得ることができ、2024 年 1 月 18,23,24 日の現地での 3 回のワークショップにおいて、同協会の公式のガイドラインとして印刷され、参加者に配布された(右図)。



*公共事業道路省による参照基準としての指定

フィリピンでは、建築主事が建築許可の発出等の権限を行使する。その際に参照すべき基準として、構造基準などの技術基準が指定されている。フィリピン構造技術者協会は、速やかに公共事業道路省に指定の申請を行う予定である。

今回のメロマニラで開催したワークショップでは、同省スタッフに参加いただくとともに、質疑応答では前向きな回答をいただいている

(3) 社会実装の動向

ガイドラインの制度的な公式化に併せて、実際の建物への適用をしていただくための、建築活動の施主となる者への働きかけも併せて行っている。

- 公共事業道路省設計局: 同局は、庁舎、学校などの政府による建築物の設計を担当している。同局が設計等を行う建物への本ガイドラインの採用を前向きに検討いただいている。
- フィリピン火山地震研究所 (PHIVOLCS): 同研究所は、観測施設 (50m² 程度) を毎年 4-5 か所建設しており、それへの本ガイドラインの適用を検討いただいている。このため、この工法による建設が可能な現地の施工業者とのコンタクトを始めている。
- シェルター供給を行っている NGO: 国際的な大規模 NGO のフィリピンの組織である、ハビタットフォーヒューマニティ・フィリピンは熱心で、進行中のプロジェクトへの活用の検討のため、施工業者とのコンタクトを始めている。
- 日系のデベロッパー: 新たな技術であることについてのリスクの懸念から、特に分譲を行う建物への適用には慎重な姿勢となっている。また、同国での不動産業はフィリピン企業との合弁が

義務付けられており、フィリピン側パートナーとの調整が課題となっている場合が多い。

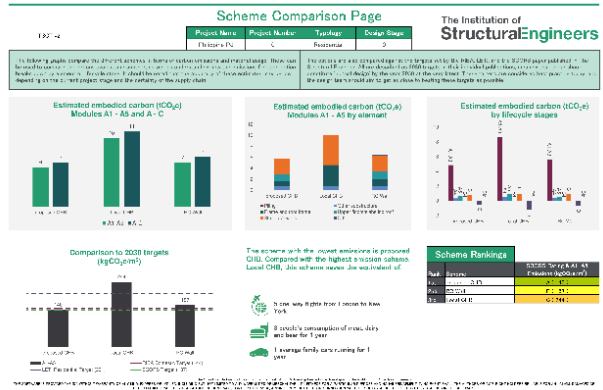
- ・日系のゼネコン: 日系のデベロッパーと同様に、活用の期待が大きい主体であり、これまで何度か概要説明を行ってきているが、積極的な動きは見られない。

(4) ブロック造の地球環境対策上の効果の検討(前島)

過年度に実施した提案工法のカーボン排出量試算について、欧州で用いられているツールによる効果の可視化と現地状況を反映するために追加収集すべき情報の確認を行った。

英国の構造技術者協会 (IStructE : Institution of Structural Engineers) のカーボン排出量算定ツールを用いて、工法と比較工法、計 3 つの工法の建材使用量を入力した。

3 つの工法のカーボン排出量の相対的な関係性においては同等の結果が得られ、カーボン排出量をライフサイクルに応じた段階別、建物部位別に把握することができた(右図)。



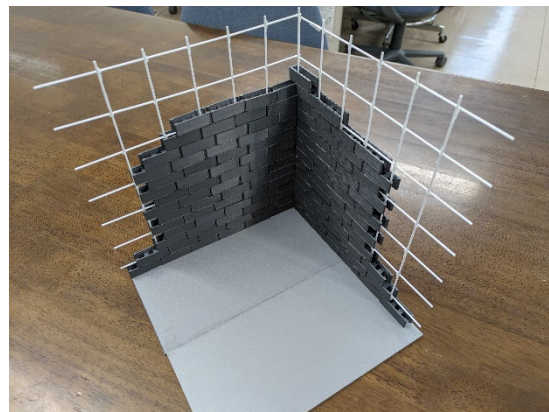
環境配慮意識が先行する欧州において評価指標における位置づけが可視化され、説明性に優れていると感じられた。

開発途上国では、カーボン排出量を把握するための基礎データの蓄積が十分ではない。こうしたなかで現地の状況を反映するためには、基礎データを一定の精度で収集する必要がある。インドにおける代替建材に関する報告資料(亀井製陶株式会社: インド・未利用資源を有効利用した無焼成レンガ製造事業調査, 104P., 2007)を参照し、把握すべき情報とそのまとめ方を整理した。バックヤードの手動製造と工場の機械製造について、シート形式で整理する必要性を確認した。

(5) ブロック造の構成法・施工法の理解支援のための模型製作

3D プリンターを活用し、施工の簡略化や意匠性の確保を目指した新しい形状の CHB (2 種類) を 7/100 スケールで製作した。一般部や隅角部で使用する際の CHB 単体のウェブ部分の加工方法とその合理性の理解を助けることができる。

また、これらCHBを用いて、異なる形状のCHBの使用部位や、縦補強や横補強筋との納まりを含む施工方法を確認することができる隅角部を含む壁体模型を組み上げた(右写真)。



(6) 補強コンクリートブロック造の構造計算ソフトの開発の検討

補強コンクリートブロック造(RCHB)に活用可能と思われる日本の大手のソフト制作会社U社の構造計算ソフトWRCについてU社と協議を行い、技術ガイドラインを適用するための構造計算ソフト

の整備の可能性を検討した。

その結果、U社の構造計算ソフトWRCを活用するには種々課題があること明らかとなった。

今後の進め方の検討を行った結果、壁式構造の荷重と応力の計算は基本的な作業であり、海外の市販ソフトでもその機能を有していると思われ、それを活用する方法を検討することとした。

7. 広報活動の概要

(1) 技術基準についてのワークショップ及びブロック積デモンストレーションの開催

成果報告書 第7章7.1 参照

(2) 第18回世界地震工学会議への投稿

フィリピンと同様に、低品質のコンクリートブロックと施工レベルが課題となっている国は多い。また、焼成煉瓦が多用されている国で、零細メーカーによる製造に伴う、大気汚染、エネルギー浪費、農業用地の荒廃などが深刻な課題となっており、代替の材料としてコンクリートブロックの開発に取り組んでいる国も多い。

こうした国々にとって、本プロジェクトの取り組みは参考となると考えられるため、本プロジェクトの概要を広く国際的に情報発信するため、4年毎に開催される地震防災分野の大規模国際会議である世界地震工学会議に、フィリピン側参加者を含めた参加者の共著により、論文投稿を行った。

8. 令和5年度活動のまとめと今後の課題

(1) 令和5年度活動のまとめ

今年度に計画していた活動を、概ね予定通り実施することができた。

ガイドラインの公式化については、フィリピン構造技術者協会としてのオーソライズを得た。公共事業道路省による参照基準の指定までは至らなかったが、今後の速やかな指定の実現が期待できると考えている。

建築関係者への広報では3か所でのワークショップのいずれも予定を上回る参加者を得ることができ、質疑応答も本工法の採用を前提としたものが多くを占めるなど、有意義な活動を実現できた。関連する、構造実験、フィリピン製品規格関係、地球環境対策上の効果の調査などについても、計画通り実施することができた。

(2) 今後の課題

今後、フィリピンにおいて、本ガイドラインに基づく設計、建設が行われるようにするためには、以下のような課題がある。

① 構造計算ソフト

構造計算ソフトの開発、提供について現地ワークショップにおいて要望が出され、日本のブロック造設計経験者からも、実務を行う上で必要との見解であった。

日本の大手のソフト制作会社のヒアリングや設計実務者との意見交換の結果、現地技術者が実務で活用できるようなソフトの開発が、大規模な作業をすることなく整備できると考えられるとの結論となった。今後、提案工法をフィリピンで広く活用してもらうため、ソフト作成の実現が期待される。

② ビジュアルの教材

提案工法の具体的な内容を分かりやすく理解してもらうために、ブロック積みなどの実務についてのビジュアルな教材の作成が要望された。特に、フィリピンの通常的方式と異なる点や、提案工法で留意すべき点の理解や、熟練工による効率的なブロック積み作業の実態などを伝えるために、ビジュアル教材の作成が期待される。

③ 職人の育成

ブロック造の品質、安全性は、施工の水準に大きく左右されるため、施工にあたる職人が、正確な知識と的確なブロック積を行うことができる技能を有することが必要である。今後、フィリピンにおいて、本工法に基づくブロック造が十分な質の施工が行われるためには、必要な知識、技能を有する職人の育成が不可欠である。フィリピンの技術教育、人材育成担当部署との連携も視野においた職人育成の活動の検討が期待される。

④ 改訂された製品規格に適合した CHB の製造、供給

市場で流通しているブロックの大部分は、規格に不適合であるという実態があり、品質の確保されたブロック製造の強化は実現していない。

今後、本ガイドラインに基づき設計、建設を行おうとする場合には、設計図書の仕様に合致するブロックの調達に苦勞することが想定される(特に、規格適合製品を製造する工場が立地していない地方部で深刻と予想)。本ガイドラインの普及に伴い、建築主／施工業者からの規格適合製品の製造の圧力が高まり、それにより適合品が増えることが期待される。本ガイドラインの広報普及活動の際に、併せて規格改定の周知と規格適合製品製造の推奨を行うことを組み込むことも考えられる。

また、複数の事業者から、製造プラントの導入を検討するための見積もり依頼や金型の受注を受けるなどの動きが出てきている。こうした動きを更に活性化する取り組み(ブロック製造方法、製造プラントについての広報活動など)も、今後の活動の際に視野に置くべきと考えられる。

⑤ 建築主／施主の立場の者への広報と採用の働きかけ

今年度のワークショップの参加者は ASEP の会員である技術者が多く、主として設計業務に当たる方々であった。実際の建物への提案工法の採用に決定権限を有するのは、工事を発注する建築主／施主の立場の者であり、こうした立場の者への広報にも努めてきている。今年度の活動でも、こうした立場の者からの前向きな反応をいただいている。

今後、本格的な規模での社会実装を目指すためには、建築主の立場の者の理解が重要である。具体的には、活発な分譲住宅供給を行っているデベロッパーなどであり、社会住宅の供給を行っている政府機関の国家住宅庁(NHA National Housing Authority)もその一つである。

また、ビルの非構造壁の材料、工法の選定に強い発言力を有するゼネコンへの広報も重要である。公共事業道路省による参照基準の指定をいただいた際には、更に広報活動の有効性が高まると考えられる。その場合、品質の確保をより重視することが期待できる日系企業に重点を置くことが期待される。