

持続可能開発目標達成支援事業（aXis）

Bタイプ研究分野「防災」

研究課題名「ミャンマーの地震災害に対する橋梁構造物

強靱化へ向けた課題抽出のための大型共同実験」

相手国名：ミャンマー

令和2（2020）年度実施報告書

研究期間

2020年4月1日から2022年3月31日まで

研究代表者：古川愛子

京都大学大学院工学研究科・准教授

I. 国際共同研究の内容 (公開)

1. 当初の研究計画に対する進捗状況

(1) 研究の主なスケジュール

研究題目・活動	2020年度				2021年度			
	4～6月	7～9月	10～12月	1～3月	4～6月	7～9月	10～12月	1～3月
1. ワークパッケージNo. 1	対象橋梁の選定・耐震対策の検討	実験・現地調査計画の策定*1	数値解析プログラム作成・数値解析*2 供試体製作・実験実施*3		R2と異なるケースの数値解析*4 供試体製作・実験実施*4			社会実装の検討
2. ワークパッケージNo. 2	実橋梁に対する試験体の設計	実橋梁での振動実験および分析	試験体の製作および荷重実験 (VTU)		R2年度の結果の再考と実験実施*1			社会実装の検討*3
3. ワークパッケージNo. 3	提案構造の設計 実橋梁での鉄筋腐食事例の調査	腐食促進・腐食部取替・荷重実験*2 供試体製作*2			供試体製作 供試体設計			腐食促進・腐食部取替・荷重実験 社会実装法の検討
機材導入								
渡航活動								

【ワークパッケージ No. 1】

- * 1 コロナ禍の影響で相手国に渡航できないため、ヤンゴン工科大学の先生方だけで実験と現地調査をして頂くことに方針変更し、実験計画・現地調査計画を策定した。
- * 2 ヤンゴンがロックダウンとなり、ヤンゴン工科大学の先生方をお願いしていた実験と現地調査の実施の目途が立たないため、数値解析を実施することに方針変更した。
- * 3 ヤンゴンのロックダウン解除の目途が立たず、ヤンゴン工科大学の先生方をお願いした実験と現地調査の年度内の実施は困難と判断し、京都大学で実験を実施することとした。
- * 4 ミャンマーのクーデターの影響で、ヤンゴン工科大学での実験と現地調査の実施は不可能と判断し、京都大学で数値解析と実験を実施することとした。

【ワークパッケージ No. 2】

- * 1 コロナ禍の影響で相手国に渡航できなく、相手国の政情により、京都大学での実験実施に変更。
- * 2 * 1に伴い、より多くの解析を実施し、実験結果の補完を行う。
- * 3 * 1に伴い、社会実装の時期を1年間遅れらせて、遠隔会議などで情報共有・周知を進める。

【ワークパッケージ No. 3】

- * 1 コロナ禍の影響で相手国への渡航が実現できない可能性を考慮した実験計画に変更する必要性が生じたため。
- * 2 コロナ禍の影響による設計変更に伴って、供試体製作が遅れたため。
- * 3 コロナ禍の影響により相手国での実験実施が不可能であったため。

(2) プロジェクト開始時の構想からの変更点 (該当する場合)

コロナ禍およびクーデターの影響で、京都大学で実験を実施することとした。

2. プロジェクト成果の達成状況とインパクト (公開)

(1) 成果目標の達成状況とインパクト等

ワークパッケージ毎の成果目標の達成状況とインパクトは以下の通りである。

【ワークパッケージ No. 1】

当初は、ミャンマーに渡航し、橋梁の現地構造調査と、現地調査結果を踏まえた実験をヤンゴン工科大学の大型実験施設で実施する予定であった。しかし、コロナ禍の影響により渡航できず、さらにヤンゴンでのロックダウンによりヤンゴン工科大学の先生方だけで現地構造調査と実験を実施して頂くことも許可が下りなかった。そこで、京都大学にて数値解析と実験を実施することとした。

対象橋梁として、日本とミャンマーの両国で用いられている石造アーチ橋を選択した。2016年熊本地震の被害状況分析より、石造アーチ橋の内側の中詰め材の寸法によって耐震性が異なる傾向を発見したため、中詰め材の寸法が耐震性に及ぼす影響について検討を行うこととした。まず、研究代表者が開発した個別要素法ベースの数値解析プログラムを改良し、石橋を構成する壁石や中詰め材をモデル化できるようにした。次に、改良した数値解析プログラムを用いて、単純化した石造アーチ橋の数値解析を実施し、中詰め材が大きい方が耐震性の高い傾向を確認した。さらに振動台実験を実施したところ、数値解析と同様に、中詰め材が大きい方が耐震性の高い傾向を再現することができた。数値解析と振動台実験結果の分析を通して、中詰め材の大きさが耐震性に寄与するメカニズムを解明することを試みた。以上の成果から、石造アーチ橋の補修の際は、中詰め材の寸法に配慮し、中詰め材が小さい場合は大きいものに交換することで耐震性を向上できる可能性のあることがわかった。

【ワークパッケージ No. 2】

2020年度は年度期間を大きく3分割して、第一期(4月から7月):過去に取得済みの鋼橋の基礎データの見直しと不足分の新規現地調査に基づいた小型構造モデルの試設計、第二期(8月から11月):小型モデルの載荷実験に向けて、現地にて実橋を用いた振動性状による構造モデルの検証と載荷実験の準備、および第三期(12月から3月):現地における載荷実験の実施・結果の整理に基づく鋼橋の強靱化策ならびに維持管理策の試案を立案し、現地技術者への技術移転を目指す予定であった。新型コロナの蔓延ならびに社会情勢の変化に伴い、現地調査を行えず、載荷実験を実施出来なかった。

したがって、2020年度の達成できた成果としては、①取得済みの鋼橋の腐食損傷事例に基づく小型構造モデル(接合部)の試設計ならびに製作、②鋼橋の防食機能(塗装仕様)の低下メカニズムの評価手法の確立、③耐候性鋼を用いた鋼橋の簡易健全度評価手法の確立、ならびに、④高耐久なステンレス鋼を用いた鋼橋の疲労特性評価を行った。特に、得られた成果の中でインパクトが認められるものは、促進試験による重防食塗装の劣化指標として、表面観察から評価できる光沢・色差の経時変化、および塗膜の破壊実験から得られる付着強度を定性的に評価できた点である。さらに、耐候性鋼の保護性さびの性状を表面から簡易に得られる情報として、表面硬度と錆厚の相関関係、ならびに防食性能の高いステンレス鋼の繰り返し荷重を受ける際の疲労耐久性を評価する基礎データの取得である。特に、耐候性鋼のさびの評価はこれまで外観評価の基づくものがほとんどであるが、表面硬度を用いて定量的に評価しようとする試みは非常に新規性がある試みである。また、耐食性のあるステンレス鋼を土木構造物に適用しようとする試みは世界的な趨勢であるが、疲労試験

【令和2年度 aXis-B 実施報告書】【210531】

結果は非常に少なく、得られた疲労試験結果は世界的にも貴重な基礎データである。

【ワークパッケージ No. 3】

取替え時に軸力を支持する永続部と、軸方向鉄筋の腐食を許容し取替えを行う可換部からなるメタボリズム RC 柱構造を提案した。提案構造の実験を行った結果、軸力支持下で取替えを行うことができ、腐食の有無によらず取替えでの耐力への影響がないことを確認した。そのため、本提案構造は、塩害の影響を受ける柱において容易に軸方向鉄筋の取替えを行うことを可能にする構造であることがわかった。柱構造は上部工重量を軸力で支持するため、従来の RC 柱で軸方向鉄筋の取り替えを伴う大規模更新を行うには、交通規制により柱構造の機能を停止させる必要があった。提案構造を実装させることで、構造物が提供する機能を維持させながら、軸力支持下で鉄筋を取り替えることが可能となるため、環境の変化に合わせて継続的な維持管理を行うことができるといえる。

(2) プロジェクト全体のねらい（これまでと異なる点について）

日本とミャンマーはともに地震国であり、社会活動を支える橋梁の強靱化は共通した課題である。ミャンマーの主要な橋梁である鋼橋、コンクリート橋、組積橋梁を対象とし、構造種別毎のワークパッケージに分かれ、ミャンマーの橋梁の問題解決に資する強靱化策や維持管理策を整理することが、プロジェクト全体のねらいである。

ところで、JICA によってヤンゴン工科大学に提供された大型実験施設が、2019 年に完成した。ヤンゴン工科大学の最新の実験施設を用いた実験を共同で実施することによる教育的支援の側面も、プロジェクト全体のねらいの 1 つであった。しかし、コロナ禍とクーデターの影響で、ヤンゴン工科大学の実験施設を用いた実験実施が困難となったため、京都大学にて全ての研究を実施することとなった。ヤンゴン工科大学の方々への直接的な教育支援は困難な状況となったが、ワークパッケージ No. 2 では京都大学のミャンマー人留学生が参加しており、彼ら・彼女らへの指導を通してミャンマーへの教育支援に代えたい。

なお、ワークパッケージ No. 2 に関しては以下の問題点が明らかとなり、検討項目が追加された。

【ワークパッケージ No. 2】

対象とする鋼橋（曲弦トラス形式のアーチ橋）は、設計当時の地震荷重が、現在推定している地震動によって橋に入力される地震力より著しく小さく、想定地震動が実際に発生すれば対象橋梁の多くの部材は塑性変形を生じる結果となり、落橋の可能性があることが地震時応答解析から明らかとなった。部材接合部の腐食損傷がある状態では、さらに被害が拡大する可能性があり、早急な耐震補強策を立案する必要があると認められた。特殊な部材接合手法が採用されている鋼橋であるため、耐震補強においては、座屈拘束ブレースの設置、支承の免震化などわが国で取り入れられている補強策の現地施工性を詳細に検討する必要があることが明らかになった。

(3) SDGs 達成に向けた重要性、科学技術・学術上の独創性・新規性（これまでと異なる点について）

ワークパッケージ毎に整理すると以下の通りとなる。

【ワークパッケージ No. 1】

ワークパッケージ No. 1 は、組積橋梁のなかでも石造アーチ橋の耐震性向上策について検討するものであり、SDGs の目標 9 の「強靱（レジリエント）なインフラ構築、包摂的かつ持続可能な産業化

の促進及びイノベーションの推進を図る」および目標 11 の「包摂的で安全かつ強靱(レジリエント)で持続可能な都市及び人間居住を実現する」に貢献するものである。我が国の石造アーチ橋で採用されている伝統的な耐震対策や 2016 年熊本地震での被害事例の分析を通して、有効と考えられる耐震性向上策を収集する。伝統的な耐震対策は、経験的に耐震性向上効果があると考えられ用いられているものの、実際に効果があるのかどうか、未解明なものも多い。数値解析と実験によって耐震性向上効果があるかどうかを検証し、ある場合は耐震性に寄与するメカニズムを解明し、分かりやすい形で整理するという点で、学術上の独創性と新規性があると考ええる。

【ワークパッケージ No. 2】

SDGs の目標 9 に関連して、レジリエントなインフラ構築のため、ミャンマーにおける鋼橋の耐震性能を評価し、必要な耐震補強策の提案を予定している。また、目標 11 に関連して、持続可能な都市の実現のため、防食性に優れた耐候性鋼およびステンレス鋼の研究を実施することで、鋼橋の防食に必要な維持管理費の低減を目指している。

【ワークパッケージ No. 3】

本提案構造のように、軸力支持下での軸方向鉄筋取り替えを前提とした RC 柱構造の提案、ならびに実際に取り替えを実証した検討例は極めて少なく、高い独創性・新規性を有するといえる。そのため、今後構造物の老朽化が深刻化することが予想される中で、供用しながらインフラ構造物の大規模更新が可能な本提案構造の実現は、SDGs の「9. 産業と技術革新の基盤を作ろう」「11. 住み続けられるまちづくり」、「12. つくる責任 つかう責任」に関する社会への実装法を提案できるとともに、気候変動がもたらすインフラ維持管理に厳しい自然環境にも対応でき、「13. 気候変動に具体的な対策を」の実現にも貢献できる。

(4) 研究運営体制、日本人人材の育成(若手、グローバル化対応)、人的支援(研修、若手の育成)およびネットワーク構築等

ワークパッケージ毎に整理すると以下の通りとなる。

【ワークパッケージ No. 1】

現在の研究運営体制は、京都大学のグループ(学部生・大学院生を含む)と、ヤンゴン工科大学の教授 1 名とその指導学生である。ワークパッケージ No. 1 を分担する清野教授は、本プロジェクトの国際コーディネータも務める。当初、ミャンマーにて橋梁構造調査と実験を実施する予定であった。橋梁構造調査に関しては、ミャンマーの建設省のマネージャーが立ち会い、調査結果の報告会や意見交換会を実施する予定をしていた。また、ヤンゴン工科大学において種々の実験を共同で実施し、ヤンゴン工科大学の方々への教育支援の効果を期待していた。また、京都大学の学生にとっても、海外での調査・実験と、外国人研究者と交流する絶好の教育の機会になると考えていた。しかし、コロナ禍の影響で渡航することも、ヤンゴン工科大学の方々だけで調査・実験をしていただくことも許可が下りなかった。そこで、京都大学にて数値解析と実験を行うこととした。研究を通じた日本人学生の人材育成と、研究成果をヤンゴン工科大学の方々に伝えることでヤンゴン工科大学の若手育成とネットワーク維持に努めたい。

【ワークパッケージ No. 2】

現在の研究運営体制は、京都大学のグループ(大学院生を含む)と、相手国ミャンマーの協力機

関であるヤンゴン工科大学の教授 2 名とその指導学生である。当初計画では、腐食損傷事例に関して現地調査を実施し、京都大学の大学院生の現地調査経験とすると同時に、相手国の大学院生の育成を行うことを予定していた。また、ヤンゴン工科大学における新設の大型構造実験室の施設を使用してトラス接合部の構造実験を実施し、構造実験装置の使用法および構造実験の実施方法の研修を行うことで、ヤンゴン工科大学の教員および大学院生の育成支援を行う予定であった。しかし、現地での調査実験を実施することが現状では困難なことから、現時点では、京都大学にて載荷実験を行うように変更を検討している。したがって、オンラインで実験室内の状況を配信し、個々の小型試験体の準備手順、実験室内での設置準備、載荷装置の設置準備等を、リアルタイムで共有しながら進めることにより、ヤンゴン工科大学の共同研究者の研修とすることを検討している。

【ワークパッケージ No. 3】

現在の研究運営体制は、京都大学のグループ（大学院生を含む）と、ヤンゴン工科大学の教授 2 名とその指導学生である。厳しい自然環境、建設事情、維持管理状況を抱える相手国において、スクラップ&ビルド以外の方法論が存在することを理解することが、人材育成としての効果が期待できる。また、高度な維持管理技術を有する日本において、維持管理の重要性は認識されているものの、維持管理よりも新規建設に魅力を感じる人材は多い。新しい技術を取り入れ易いメタボリズムの概念は、維持管理手法の魅力を高め、これを志す人材を増やす効果が期待できる。

II. 今後のプロジェクトの進め方、および成果達成の見通し（公開）

ワークパッケージ毎に整理すると以下の通りとなる。

【ワークパッケージ No. 1】

ミャンマーでの政情悪化により、ヤンゴン工科大学での実験は困難であると考え、引き続き京都大学にて数値解析と実験を実施する予定である。

2020 年度に石造アーチ橋の中詰め材の大きさに着目した検討を実施したが、他にも耐震性向上のために採用されている様々な伝統的な工夫がある。今後は、他の伝統的な耐震対策についても数値解析と実験を通して効果を検証する。伝統的な耐震対策が、本当に効果があるのか、どのようなメカニズムで効果があるのか、どの程度効果があるのかを、数値解析と実験により明らかとしたい。

ミャンマーの石造アーチ橋は都心よりも地方で採用されており、鋼橋やコンクリート橋に比べて規模が小さい。コストの高い工法を提案しても社会実装は困難と考えられるため、コストへの配慮が必要である。我が国の石造アーチ橋は文化財に指定されているものも多く、鋼橋やコンクリート橋などで採用される近代的な工法と違い、歴史的・伝統的な工法が守られている。つまり、最新の材料を用いた工法ではなく、現地の材料を用いた工法であることから、ミャンマーに成果を転用するにあたっては、建設コストを抑えた工法を提案できると考えられる。

【ワークパッケージ No. 2】

社会情勢の変化により、ヤンゴン工科大学での小型モデルに対する載荷実験が、共同研究者との協働作業にて実施することが困難であると考えられ、現時点では、京都大学にて載荷実験を行うように変更を検討している。したがって、現地にいる共同研究者との協働作業は、オンラインで実験室内の状況を配信し、個々の小型試験体の準備手順、実験室内での設置準備、載荷装置の設置準備等を、リアルタイムで共有しながら進めることを検討している。京都大学では、リモートハイブリ

ッド実験システム（特許 3412012）の特許権を 2003 年 3 月に取得済みであり，オンラインでの載荷実験の実施経験は豊富にあるため，支障なく実施が可能と考える。

また，実験結果をもとに，ミャンマーの鋼トラス橋に対する具体的な耐震補強策を提言する予定である。

【ワークパッケージ No. 3】

今後の検討では，ミャンマーにおける実橋梁への提案構造の適用に向けて，昨年度提案した梁構造を柱構造へと発展させる。その際，柱構造での腐食部の取替を可能とするためには，鉄筋継手部を有する構造での腐食劣化部の取替を実現する必要があるため，鉄筋継手部を有する構造に対しての検討が，今年度の主な検討内容となる。そこで，重ね継手部を有するメタボリズム橋脚に対して，鉄筋腐食促進実験，ならびに鉄筋取り替え実験，正負交番載荷実験を実施することで，鉄筋継手を有するメタボリズム構造におけるひび割れ性状や破壊に至るプロセスを明らかにするとともに，腐食部の取替えおよび鉄筋継手部が本構造の耐震性能に与える影響を検証する。最終的に，得られた知見から本構造の耐震設計フローを提示することを目指す。

Ⅲ. 社会実装に向けた課題とそれを克服するための工夫、教訓など（公開）

(1) 研究成果を社会実装につなげるための課題、現状および課題解決に向けて取り組んだこと

ワークパッケージ毎に整理すると以下の通りとなる。

【ワークパッケージ No. 1】

対象橋梁として，日本とミャンマーの両国で用いられている石造アーチ橋を選択した。石造アーチ橋は，ミャンマーでは都心よりも地方で採用されており，建設コストも低い。研究成果を社会実装につなげる上で，建設コストに比べて耐震補修コストの高い工法は採用されにくいと考えられる。そこで，我が国の石造アーチ橋において配慮されてきた歴史的・伝統的な工法の中から，耐震性向上に有効で且つ安価なものを選択することとした。2020 年度は中詰め材の大きさに着目した数値解析と実験を実施し，石造アーチ橋の中詰め材が小さい場合は大きいものに交換することで耐震性を向上できる可能性のあることがわかった。2021 年度は，他の伝統的な工法の効果を検討し，コストの面でも実現可能な強靱化策の検討を行いたい。

【ワークパッケージ No. 2】

ミャンマーの鋼橋の多くはかつての主ビジネス国であった中国の設計手法により構造寸法が決められ，中国の鋼橋メーカーでの製作，現地への部材搬入により，建設省（MOC）の作業員による架設・建設が行われてきた関係で，現地技術者は設計手法の見直しができる基礎知識を持ち合わせていない。したがって，採用されている ASSHOTO 米国基準による設計手順を明確に示す必要があり，不足する防食設計・耐震性向上策の理解を促し，技術移転を円滑に進める必要がある。

特に，1990 年代の急速な鋼橋建設から 30 年ほどが経ち塗装塗り替え時期となっている状況を踏まえ，塗膜の現況評価手法の理解ならびに再塗装技術の習得，また高耐久な耐候性鋼を用いた試験橋梁の供用が始まって数年が経った現時点での保護性さびの追跡評価の継続と維持管理への反映ならびに今後更なる高い腐食性能を有するステンレス鋼を用いた鋼橋の採用に向けて，新しい技術の周知を早く進める必要があると考えられる。

【令和 2 年度 aXis-B 実施報告書】【210531】

【ワークパッケージ No. 3】

これまでの検討では、柱を構成する全ての鉄筋を取り替えることで、軸力支持下での鉄筋取り替えが原理的に可能であることを示したが、実際は鉄筋取り替えを部分的に行うことも想定されるため、その際の鉄筋の接合法の確立、および本技術を設計基準に満足させるための検証が必要であるといえる。鉄筋の接合法については現在検討中であり、設計基準への適応に関する検討は、これまでに提案構造の挙動を再現可能な解析モデル開発を行っており、その解析モデルを用いることで、各種構造パラメータが構造性能の与える影響を抽出している。

- (2) 各種課題を踏まえ、研究プロジェクトの妥当性・有効性・効率性・インパクト・持続性を高めるために実際に行った工夫

ワークパッケージ毎に整理すると以下の通りとなる。

【ワークパッケージ No. 1】

研究プロジェクトの妥当性・有効性・効率性・インパクト・持続性を高めるために、組積橋梁の耐震性向上策に関しては、実装が容易でコストも低い工法を対象とした。ミャンマーの政情が落ち着き、ヤンゴン工科大学の方々がキャンパスに戻ったときには、ヤンゴン工科大学の方々だけで、ヤンゴン工科大学に導入された実験施設を用いて類似の研究ができる。

【ワークパッケージ No. 2】

研究プロジェクトの持続性および社会実装の実現性を高めるため、共同研究機関であるヤンゴン工科大学の教員との密なコミュニケーションによる連携、および、京都大学に留学中のミャンマー人大学院生の教育と研究プロジェクトへの参加を行ってきた。

【ワークパッケージ No. 3】

提案構造の有効性や持続性を確保するため、社会実装後も相手国の研究者が提案構造に対する検討を持続的かつ独自に実施できるよう、本プロジェクトで実施した実験的検証は、載荷システム・供試体寸法などを工夫することで、全て相手国の設備で実施できるような形態とした。

- (3) プロジェクトの自立発展性向上のために、今後相手国（研究機関・研究者）が取り組む必要のある事項

社会情勢の鎮静化により、ミャンマーの大学教員が安心して教育研究に励むことができる環境に戻る必要がある。また、研究機関において人材教育を持続的にを行い、ミャンマーにある実験設備を利用した構造実験が実施可能な人材を恒久的に確保することが必要である。

- (4) 諸手続の遅延や実施に関する交渉の難航など、進捗の遅れた事例があれば、その内容、解決プロセス、結果

ワークパッケージ毎に整理すると以下の通りとなる。

【ワークパッケージ No. 1】

当初は、ミャンマーに渡航し、橋梁の現地構造調査と、現地調査結果を踏まえた実験をヤンゴン工科大学の大型実験施設で実施する予定であった。しかし、コロナ禍の影響により渡航できないため、ロックダウン解除後にヤンゴン工科大学の方々だけで現地構造調査と実験を実施して頂くことに方

針変更し、計画を立案した。しかし、ロックダウンが解除されず、現地調査の許可が下りず、時間が過ぎていった。そこで再度方針変換し、2020年度は日本で数値解析と実験を実施し、現地実験は2021年度に持ち越すこととした。しかし、2021年2月にクーデターが発生し、現地実験は不可能と判断し、2021年度も日本で数値解析と実験を実施することとした。

【ワークパッケージ No. 2】

IIにも記載したが、社会情勢の変化により、2020年は現地調査およびヤンゴン工科大学での構造実験の実施ができなかった。構造実験については、京都大学で実施し、それをオンライン配信することにより解決する予定である。

【ワークパッケージ No. 3】

コロナ禍の影響で日本人研究者が相手国への渡航できない可能性を考慮し、日本から遠隔指導のもと実施可能な実験計画に変更した。その後、遠隔指導下での実験実施も困難と判断し、日本で当該実験を実施した。

IV. 日本のプレゼンスの向上 (公開)

ワークパッケージ毎に整理すると以下の通りとなる。

【ワークパッケージ No. 1】

コロナ禍の影響により実現できなかったが、当初予定していた橋梁の現地構造調査では、ミャンマー建設省のマネージャーが立ち合う計画であったため、本プロジェクトの意義と成果をミャンマー政府にもアピールできる機会と考えていた。また、ヤンゴン工科大学に導入された新しい実験施設を用いて共同実験をすることで、ミャンマーの若手研究者の人材育成に貢献できると考えていた。

当該年度に実現できた成果として、石造アーチ橋は都心より地方で採用され、建設コストも低いことから、ミャンマーで採用して頂けるような安価で実施容易な工法を対象とし、数値解析と実験による効果検証を行った。

【ワークパッケージ No. 2】

ヤンゴン工科大学の教員および大学院生、さらに京都大学に留学中のミャンマー人大学院生と研究プロジェクトを進めることにより、彼らが鋼橋の耐震性能評価、耐震性新技術、および防食技術に関して日本の最新技術情報を習得し、今後、ミャンマー国におけるレジリエントなインフラ構築および持続可能な都市の実現のため活動する際に、日本の技術を採用することで、日本のプレゼンス向上につながることを期待している。

【ワークパッケージ No. 3】

軸力支持下での軸方向鉄筋取り替えを前提とした RC 柱構造はこれまでにいくつか提案されているものの、それらは原理上軸方向鉄筋取り替えが可能であるのみであり、実際に軸力支持下で鉄筋の取り替えに成功した事例は極めて少ない。そのため、本検討での軸力支持下における鉄筋の取り替え成功は、日本のプレゼンスの向上に資する成果であるといえる。

V. 成果発表等【研究開始～現在の全期間】 (公開)

VI. その他（非公開）

以上

1 論文発表等
Publication of Articles etc.

1. 1. 1 原著論文(相手側研究チームとの共著論文)
Original Publications (Articles co-authored with the Partner Research Teams)

年度 (西暦を入れてください) Japanese Fiscal Year	全著者名、題目、掲載誌名、巻、号、ページ、発行年 All Authors' Names, Title, Journal Name, Volume, Edition, Page, Year of Publication	DOIコード DOI Code ※“doi:”は不要	和文/英文 Language	出版済み Status	特記事項 (トップレベル雑誌への掲載など) Remarks (e.g. publication in top level journals etc.)

0	初年度
0	2年度
0	合計論文数

1. 1. 2 原著論文(相手側研究チームを含まない日本側研究チームの論文)
Original Publications (Articles by the Japanese Research Teams only, excluding the Partner Research Teams)

年度 (西暦を入れてください) Japanese Fiscal Year	全著者名、題目、掲載誌名、巻、号、ページ、発行年 All Authors' Names, Title, Journal Name, Volume, Edition, Page, Year of Publication	DOIコード DOI Code	和文/英文 Language	出版済み Status	特記事項 (トップレベル雑誌への掲載など) Remarks (e.g. publication in top level journals etc.)

0	初年度
0	2年度
0	合計論文数

1. 1. 3 原著論文(日本側研究チームを含まない相手側研究チームの論文)
Original Publications (Articles by the Partner Research Teams only, excluding the Japanese Research Teams)

年度 (西暦を入れてください) Japanese Fiscal Year	全著者名、題目、掲載誌名、巻、号、ページ、発行年 All Authors' Names, Title, Journal Name, Volume, Edition, Page, Year of Publication	DOIコード DOI Code	和文/英文 Language	出版済み Status	特記事項 (トップレベル雑誌への掲載など) Remarks (e.g. publication in top level journals etc.)

0	初年度
0	2年度
0	合計論文数

1. 2. 1 その他の著作物(相手側研究チームとの共著のみ)(総説、書籍など)
Other Media, e.g. reviews, books (Co-authored with the Partner Research Teams)

年度 (西暦を入れてください) Japanese Fiscal Year	全著者名、題目、掲載誌名、巻、号、ページ、発行年 All Authors' Names, Title, Journal Name, Volume, Edition, Page, Year of Publication	DOIコード DOI Code	和文/英文 Language	出版済み Status	特記事項 (トップレベル雑誌への掲載など) Remarks (e.g. publication in top level journals etc.)

0	初年度
0	2年度
0	合計論文数

1. 2. 2 その他の著作物(相手側研究チームを含まない日本側研究チームの総説、書籍など)
Other Media, e.g. reviews, books (by the Japanese Research Teams only, excluding the Partner Research Teams)

年度 (西暦を入れてください) Japanese Fiscal Year	全著者名、題目、掲載誌名、巻、号、ページ、発行年 All Authors' Names, Title, Journal Name, Volume, Edition, Page, Year of Publication	DOIコード DOI Code	和文/英文 Language	出版済み Status	特記事項 (トップレベル雑誌への掲載など) Remarks (e.g. publication in top level journals etc.)

0	初年度
0	2年度
0	合計論文数

1. 2. 3 その他の著作物(日本側研究チームを含まない相手側研究チームの総説、書籍など)
Other Media, e.g. reviews, books (by the Partner Research Teams only, excluding the Japanese Research Teams)

年度 (西暦を入れてください) Japanese Fiscal Year	全著者名、題目、掲載誌名、巻、号、ページ、発行年 All Authors' Names, Title, Journal Name, Volume, Edition, Page, Year of Publication	DOIコード DOI Code	和文/英文 Language	出版済み Status	特記事項 (トップレベル雑誌への掲載など) Remarks (e.g. publication in top level journals etc.)

0	初年度
0	2年度
0	合計論文数

2 学会等発表(セミナー、ワークショップ、シンポジウム等)
Presentations at Academic Conferences etc. (Seminars, Workshops, Symposia)

2.1 学会発表(相手側研究チームと連名の発表)
Conference Presentations (Joint Presentations with Partner Research Teams)

年度 (西暦を入れてください) Japanese Fiscal Year	日本語／英語／その他 Language	発表者、「題目」、学会等名、場所、月日等 Speaker, "Title", Conference Name, Location, Date etc.	招待講演、口頭発表、ポスター発表の別 Type of Presentation

0	初年度
0	2年度
0	合計発表数

2.2 学会発表(相手側研究チームを含まない日本側研究チームの発表)
Conference Presentations (by Japanese Research Teams, excluding Partner Research Teams)

年度 (西暦を入れてください) Japanese Fiscal Year	日本語／英語／その他 Language	発表者、「題目」、学会等名、場所、月日等 Speaker, "Title", Conference Name, Location, Date etc.	招待講演、口頭発表、ポスター発表の別 Type of Presentation
2020	日本語 (Japanese)	林学、「埋込継手構造を用いた塑性ヒンジ部取替によるRC橋脚の耐震性能回復に関する検討」、第40回地震工学研究発表会、オンライン、2020/10/1・2	口頭発表 (Oral Presentation)
2020	日本語 (Japanese)	林学、「埋込メナーゼヒンジRC橋脚の地震後復旧性に関する実験的検討」、第23回橋梁等の耐震設計シンポジウム、オンライン、2021/1/19	口頭発表 (Oral Presentation)
2020	日本語 (Japanese)	前田紘人、「塑性ヒンジ外殻部取り替えにより履歴特性が変化するメタボリズムRC橋脚の解析的検討」、第23回橋梁等の耐震設計シンポジウム、オンライン、2021/1/19	口頭発表 (Oral Presentation)

3	初年度
0	2年度
3	合計発表数

2.3 学会発表(日本側研究チームを含まない相手側研究チームの発表)
Conference Presentations (by Partner Research Teams, excluding Japanese Research Teams)

年度 (西暦を入れてください) Japanese Fiscal Year	日本語／英語／その他 Language	発表者、「題目」、学会等名、場所、月日等 Speaker, "Title", Conference Name, Location, Date etc.	招待講演、口頭発表、ポスター発表の別 Type of Presentation

0	初年度
0	2年度
0	合計発表数

3 ワークショップ・セミナー・シンポジウム等の開催
Workshops, Seminars, Symposia and Other Events

3.1. ワークショップ・セミナー・シンポジウム(日本側研究チームおよび/または相手側研究チーム主催)
Workshops, Seminars, Symposia (Organized by the Japanese and/or Partner Research Teams)

年度 (西暦を入れてください) Japanese Fiscal Year	開催期間 Event duration	主催者名 Name of Organizer	名称 Title of the Event	場所(国名、都市名、会場名) Location (Country, City, Venue)	参加人数(チームメンバー含む) Number of Participants (Including Team Members)	概要 Overview

- 0 初年度
- 0 2年度
- 0 合計開催数

4 研究交流の実績
Record of Research Exchanges

4.1 日本側の本プロジェクト関連海外出張
Record of Visits by the Japanese Side to Overseas

4.1.1 日本側研究チームメンバーのみ
Only those by Japanese Research Team Members

年度 (西暦を入れてください) Japanese Fiscal Year	出発日 Date of Departure	帰国日 Date of Return	氏名 (1名ごとに記載) Last Name & First Name	所属機関 Affiliation	役職 Position	用務先(国名、都市名、研究機関名等) Exchange Destination (Country, City, Research Organization etc)	用務の内容 Description of Exchange Content/Purpose	出張日数(自動計 算) Duration of Exchange (autocompleted)
								0
								0
								0
								0
0 初年度	延べ出張者数(人)		0				初年度	0
0 2年度							2年度	0
							延べ出張日数(人・日)	0

4.1.2 日本側研究チームメンバー以外
Excluding those by Japanese Research Team Members

年度 (西暦を入れてください) Japanese Fiscal Year	出発日 Date of Departure	帰国日 Date of Return	氏名 (1名ごとに記載) Last Name & First Name	所属機関 Affiliation	役職 Position	用務先(国名、都市名、研究機関名等) Exchange Destination (Country, City, Research Organization etc)	用務の内容 Description of Exchange Content/Purpose	出張日数(自動計 算) Duration of Exchange (autocompleted)
								0
								0
								0
								0
0 初年度	延べ出張者数(人)		0				初年度	0
0 2年度							2年度	0
							延べ出張日数(人・日)	0

4.2 相手国側の本プロジェクト関連海外出張
Record of Visits by Partner Research Teams to Overseas including Japan

4.2.1 相手側研究チームメンバーのみ
Only those by Partner Research Team Members

年度 (西暦を入れてください) Japanese Fiscal Year	出発日 Date of Departure	帰国日 Date of Return	氏名 (1名ごとに記載) Last Name & First Name	所属機関 Affiliation	役職 Position	用務先(国名、都市名、研究機関名等) Exchange Destination (Country, City, Research Organization etc)	用務の内容 Description of Exchange Content/Purpose	出張日数(自動計 算) Duration of Exchange (autocompleted)
								0
								0
								0
								0
0 初年度	延べ出張者数(人)		0				初年度	0
0 2年度							2年度	0
							延べ出張日数(人・日)	0

4.2.2 相手側研究チームメンバー以外
Excluding those by Partner Research Team Members

年度 (西暦を入れてください) Japanese Fiscal Year	出発日 Date of Departure	帰国日 Date of Return	氏名 (1名ごとに記載) Last Name & First Name	所属機関 Affiliation	役職 Position	用務先(国名、都市名、研究機関名等) Exchange Destination (Country, City, Research Organization etc)	用務の内容 Description of Exchange Content/Purpose	出張日数(自動計 算) Duration of Exchange (autocompleted)
								0
								0
								0
								0
0 初年度	延べ出張者数(人)		0				初年度	0
0 2年度							2年度	0
							延べ出張日数(人・日)	0

5 特許出願
Patent Applications

5.1. 日本側の単独出願
Independent Applications by Japanese Research Teams

出願年度 (西暦を入れてください) Year of Application	出願番号 Application Number	発明の名称 Name of Patent/Patent Name	出願日 Application Date	出願人(全出願人を記載) Patent Applicants (Fill in All Members)	公開番号 (未公開は空欄) Publication Number (leave blank if unpublished)	発明者 Inventor	出願国 Country of Application	登録番号 (未登録は空欄) Registration Number (leave blank if unregistered)

0	初年度
0	2年度
0	合計出願数

0	初年度
0	2年度
0	合計出願数(登録番)

5.2. "相手国"側の単独出願
Independent Applications by Partner Countries

出願年度 (西暦を入れてください) Year of Application	出願番号 Application Number	発明の名称 Name of Patent/Patent Name	出願日 Application Date	出願人(全出願人を記載) Patent Applicants (Fill in All Members)	公開番号 (未公開は空欄) Publication Number (leave blank if unpublished)	発明者 Inventor	出願国 Country of Application	登録番号 (未登録は空欄) Registration Number (leave blank if unregistered)

0	初年度
0	2年度
0	合計出願数

0	初年度
0	2年度
0	合計出願数(登録番)

5.3. 共同出願
Joint Applications

出願年度 (西暦を入れてください) Year of Application	出願番号 Application Number	発明の名称 Name of Patent/Patent Name	出願日 Application Date	出願人(全出願人を記載) Patent Applicants (Fill in All Members)	公開番号 (未公開は空欄) Publication Number (leave blank if unpublished)	発明者 Inventor	出願国 Country of Application	登録番号 (未登録は空欄) Registration Number (leave blank if unregistered)

0	初年度
0	2年度
0	合計出願数

0	初年度
0	2年度
0	合計出願数(登録番)

6 受賞等 Awards

6.1 受賞 Awards

年度 (西暦を入れてください) Japanese Fiscal Year	賞の名称 Name of Award	受賞日 Date of Award	受賞者 Recipient	特記事項 Remarks
2020	第23回橋梁等の耐震設計シンポジウム優秀講演賞	2021/1/19	前田紘人	

1	初年度
0	2年度
1	合計受賞数

6.2 新聞報道 Newspaper Reports

年度 (西暦を入れてください) Japanese Fiscal Year	新聞名、記事のタイトル Name of Newspaper & Title of Article	掲載日 朝刊・夕刊の別 Date of Publication (Morning or Evening Edition)	掲載者 Publisher	特記事項 Remarks

0	初年度
0	2年度
0	合計掲載数

6.3 その他 Other

テレビ、雑誌等に取り上げられた場合などありましたらご記入ください。

年度 (西暦を入れてください) Japanese Fiscal Year	テレビ:放送局、番組名/ 雑誌:雑誌名、巻号数、引用した箇所のページ Television: Broadcasting Station, Program Name/ Magazine: Name, Volume/Edition, Reference Page	テレビ:放映日/ 雑誌:発行年月 Television:Broadcasting Date Magazine: Date of Publication	出演者/掲載された人 Presenter/Person mentioned	特記事項 Remarks

0	初年度
0	2年度
0	合計出演・掲載数