

**平成30年度研究拠点形成事業**  
**(B. アジア・アフリカ学術基盤形成型) 実施報告書**

### 1. 拠点機関

日本側拠点機関：	埼玉大学
(タイ)側拠点機関：	タマサート大学
(ベトナム)側拠点機関：	ベトナム国立建設大学
(スリランカ)側拠点機関：	モラトゥワ大学

### 2. 研究交流課題名

(和文)：アジア域の風土に適合した暑中コンクリートの設計・施工標準の策定に向けた研究拠点

(英文)：Collaborative research network on standardization of design and construction for hot weather concreting based on Asian climate and materials

研究交流課題に係るウェブサイト：<http://park.saitama-u.ac.jp/~asamoto/>

### 3. 採択期間

平成29年4月1日 ～ 平成32年3月31日  
(2年度目)

### 4. 実施体制

#### 日本側実施組織

拠点機関：埼玉大学

実施組織代表者（所属部局・職名・氏名）：学長・山口宏樹

コーディネーター（所属部局・職名・氏名）：理工学研究科・准教授・浅本晋吾

協力機関：東京大学、広島大学

事務組織：埼玉大学 学務部大学院理工学研究科支援室、研究協力部研究推進課

#### 相手国側実施組織（拠点機関名・協力機関名は、和英併記願います。）

(1) 国名：タイ

拠点機関：(英文) Thammasat University

(和文) タマサート大学

コーディネーター（所属部局・職名・氏名）：(英文) Sirindhorn International Institute of Technology, Professor & Director of Sirindhorn International Institute of Technology, Somnuk TANGTERMSIRIKUL

協力機関：(英文) King Mongkut's University of Technology Thonburi

(和文) モンクット王工科大学トンプリー校

(2) 国名：ベトナム

拠点機関：(英文) National University of Civil Engineering

(和文) ベトナム国立建設大学

コーディネーター (所属部局・職名・氏名)：(英文) Construction Inspection and Testing department & International Cooperation Department, Associate Professor & Director of International Cooperation Department, Hoang Giang NGUYEN

協力機関：(英文) なし

(和文) なし

(3) 国名：スリランカ

拠点機関：(英文) University of Moratuwa

(和文) モラトゥワ大学

コーディネーター (所属部局・職名・氏名)：(英文) Department of Civil Engineering, Professor, Anura NANAYAKKARA

協力機関：(英文) University of Ruhuna

(和文) ルフナ大学

## 5. 研究交流目標

### 5-1 全期間を通じた研究交流目標

本申請では、アジア熱帯地域を対象に、現地の気候、材料特性に着目し、コンクリート構造物の初期欠陥・劣化要因の分析及びその対策、産業副産物である混和材をセメントの一部に置換する有効性の検討を行うことで、アジア共通の暑中コンクリートの設計・施工に対する技術標準の策定に向けた研究拠点の形成を目指す。暑中コンクリートとは、気温が 25℃を超える暑中環境で設計・施工、供用するコンクリートである。

相手国のタイ、ベトナム、スリランカでは、インフラ整備が急速に進む一方で、熱帯地域の強い日射・高い気温によるコンクリートの初期ひび割れ、要因不明確な亀甲状ひび割れ、沿岸部の早期鉄筋腐食など、コンクリート構造物の問題が顕在化している。こうした開発途上国の問題は、気候・材料の異なる欧米諸国の設計・施工規準を使用してきたことが大きく関連している。そこで、独自の設計・施工規準を策定し、アジア域共通のコンクリートの規準（アジアモデルコード）の構築も主導している日本が、各国の異なる風土、技術レベルを勘案しながら、暑中コンクリートの共通対策を検討する意義は大きい。本検討は、近年、猛暑日や 40℃を超える気温が各地で観測され、暑中コンクリート対策が急務になっている日本にも反映できる。

タイでは、暑中コンクリート対策として、火力発電所の産業副産物であるフライアッシュを大量にセメントの混和材として置換する規準化が進められている。一方、ベトナムでは製鉄所から排出される高炉スラグが使用可能であり、またスリランカでは火力発電所設置計画があり、これらを活用できる。今後の経済発展を考えると、各産業副産物の活用の事前検討は重要である。混和材の適用が進む日本を中心に、各国の副産物排出、社会情勢の違いを理

解しながら、暑中コンクリート対策としての混和材活用の技術標準も検討する。

本研究拠点は、次世代の研究、国際規準策定の中核を担う 30 代、40 代前半を中心に構成され、本交流事業を基盤としてアジアモデルコード全般に展開し、ISO への提案までも図ることが、最終的な目標である。

## 5-2 平成30年度研究交流目標

### <研究協力体制の構築>

平成 30 年度は、平成 29 年度の議論を踏まえ、タイ、ベトナム、スリランカで共通の問題であった初期ひび割れ要因についての分析を進める。日本の温帯環境と比較しながら、暑中環境で表層のコンクリートの強度低下要因や初期収縮特性について、各国のセメントや骨材特性に基づいて検討を行う。まずは、初期ひび割れ対策に最も窮しているスリランカと共通実験を行い、初期ひび割れ要因の分析を進める予定である。

タイで問題となった高速道路フーチングの亀甲状ひび割れは、熱帯環境、タイの材料特性によって、アルカリ骨材反応 (ASR) と遅延エトリングイト生成 (DEF) の両者が誘発された可能性が示唆されたことから、タイの骨材、セメントを用いて ASR、DEF 促進実験を実施し、それらの分析を日本で行う。また、複合要因による大きな膨張が構造性能に与える影響も検討する。

また、タイ、ベトナムとは、各国の材料特性、環境条件に応じたコンクリートのフレッシュ性状、収縮や強度特性を把握するべく、同一配合で共通実験を実施する。フライアッシュを混和したコンクリートでも同種の実験を行い、混和材特性の違いがコンクリートの物性にもたらす影響についても共同で検討する。

共同研究 R-3 の各国の暑中コンクリートの施工実態、対策及びその問題点の調査については、現状、大学関係者や国の省庁からの情報が中心であるため、平成 30 年度は、できるだけ各国の現地実務者からの情報を中心に整理を行う。その際、現地で働く日本人技術者にもヒアリングを行い、日本の基準の適用性、必要な現地規準に関して幅広く情報収集する。

上記の共同研究、調査について平成 30 年 9 月にハノイで実施するセミナーで中間報告し、各国の研究協力状況を互いに把握し、平成 30 年度後半に向けた課題、追加研究などについて議論する。

### <学術的観点>

コンクリートの初期ひび割れは、水和熱による温度変形、収縮、強度やクリープによる変形能など、複合要因が関連するため、支配要因の特定は困難であるが、暑中環境や国によって異なる材料特性の観点から、総合的に検討することで新たな知見が得られる可能性もあり、異なる気温、材料特性の観点から検討する学術的価値は高いと言える。

ASR、DEF については、それぞれ個別の膨張機構に関する検討は数多くあるものの、複合作用による膨張の検討は少ないため、微晶質石英を含み、風化変質し得るタイの骨材特性も踏まえ、総合的な検討を行う。また、タイでの事例はコンクリート表面に 3mm 以上のひび割れをもたらしており、コンクリートの大きな膨張によって内部鉄筋の降伏をもたらしている可能性も高い。ASR 膨張によるケミカルプレストレス効果で構造耐力が向上するとい

う検討が国内外で多い中、DEF も含んだ大きな膨張によって鉄筋降伏まで至った場合の構造性能の検討は、学術的にも新規性が高いと言える。

#### <若手研究者育成>

平成 29 年度と同様に、9 月にハノイで行う予定の国際セミナーでは、各国の大学院生を中心に、研究発表をさせることで、若い研究者同士の研究交流を積極的に促す。平成 29 年度に実施したセミナー、研究者交流によって、40 歳以下の参加研究者の共同研究も進みつつあり、引き続き、若手研究者の派遣（5 月 6 名、ベトナムとタイに派遣予定）、招へいを実施し、活発な意見交換の場も設ける。その際、シニアの研究者も同行してもらい（5 月 1 名、ベトナムとタイに派遣予定）、研究の方向性や規準作成に向けたこれまでの経験などを若手に指南いただく。また、昨年度購入した Webex を活用したインターネット会議を頻繁に行い、互いの研究の進捗の確認、問題点などの把握に努める。

#### <その他（社会貢献や独自の目的等）>

平成 29 年度のセミナーでは、スリランカのセメント会社の技術者も自社の予算で 2 名参加し、非常に有意義な会議であり、平成 30 年度のセミナーもぜひ参加したいという意見を得た。スリランカの他のセメント会社も平成 30 年度のセミナー参加の意思を示しており、相手国側の民間会社にも門戸を開き、学術的な課題のみならず、実務的な問題点を議論する場を設けるようにする。暑中環境での基準を策定するうえで、現場の状況を把握している実務技術者との議論は大変重要であり、タイ、ベトナムの民間会社の参加も促すように、相手国側拠点機関に協力いただく。

## 6. 平成 30 年度研究交流成果

### <研究協力体制の構築>

初期ひび割れについては、タイから R. SAHAMITMONGKOL 博士、P. SANCHAROEN 博士、W. SAENGSOY 博士、スリランカから H. SOORARACHCHI 博士を日本に招へいし、初期収縮測定、初期収縮ひび割れ実験手法の説明をしながら、実験見学を実施した。スリランカで行った混和材を用いた硬化前の初期ひび割れ実験を日本でも検証し、石灰石微粉末を混和するとひび割れ発生が早くなり、フライアッシュを混和するとひび割れ発生は遅くなるが、最終的なひび割れ幅はさほど変わらないというスリランカと同様の傾向が得られた。これは、プラスチック収縮の大きさが必ずしもひび割れ幅の大きさに直結しないことを示しており、ひび割れ発生メカニズムについてより詳細な検討を行うこととした。今後は、タイやベトナムとも連携して、硬化後も含め、初期ひび割れ発生要因について、検討を進める。

また、P. SANCHAROEN 博士を中心に、日本の高速道路会社と GIS を活用したインフラ維持管理のタイへの適用性についても議論が進められ、日本とタイの高速道路会社同士による共同研究も検討された。

共同研究 R-1 に関連して、埼玉大学とベトナム国立建設大学で実施している共同教育プ

プログラムに入学したベトナムの学生が、昨年度のタイでの調査と同様に、ハノイ近郷にある鉄筋コンクリートの橋梁の調査を行った。橋梁の選択、現地調査の指導は、H. G. NGUYEN 准教授の指導も受け、成果として、連名で日本国内の学会で発表する予定である。また、これらの内容は、2019年度埼玉大学大学院理工学研究科の修士論文に修める予定である。バンコク高速道路フーチングの亀甲状ひび割れについては、国内の実務技術者と見学を行い、構造耐力の観点から現地の高速道路管理会社と議論し、ひび割れ発生要因の継続的検討とともに、補修・補強方法について意見交換を続けることとした。ASR と DEF の複合膨張に関する実験的検討も、タマサート大学から埼玉大学に留学したタイの学生が中心に進めている。現状、構造性能の検討の前に、材料的な膨張特性を把握する室内実験を行っている。共同研究 R-2 に関連して、フライアッシュを用いたコンクリートの収縮、強度特性などに関する共通実験をまずはベトナムでスタートした。実験条件、実験の途中経過をセミナーで発表し、タイ、日本で同種の実験を行う上での課題などを議論した。また、スリランカで、現地のセメント会社の協力のもと、現地で主催された Annual session で、A. NANAYAKKARA 教授と連名で、コーディネーターの浅本が Keynote speech を行い、本プロジェクト概要及び混和材を暑中環境に適用したときの効果について発表を行った。現地の実務者、学識者から様々な質問を受け、好評を博した。また、高炉スラグ微粉末をセメント高置換してコンクリートに使用しているシンガポールを訪問し、日本人技術者・研究者、現地の技術者と、スラグ高置換の利点や問題点について、調査した。調査結果については、本事業の参加者にメールで情報として伝え、次年度、混和材大量置換に関するセミナーをシンガポールで行うことを提案した。

共同研究 R-3 では、現地の実務者や、東南アジアで働く日本人技術者を中心に、暑中コンクリートの施工実態、対策及びその問題点の調査についてヒアリングした。ベトナムでは、暑中コンクリート対策として混和材の利用も試験的に検討している一方で、現地の発注者は、強度発現を重視しているため、混和材置換によってセメントを減らすことを嫌う傾向にあり、粗骨材への散水、氷による練り混ぜ水の冷却による温度低減が多いようであった。スリランカでは、温度ひび割れ対策のためフライアッシュによる混合セメントの活用が進んでいる一方で、高炉スラグ微粉末の活用にも現地の技術者は興味を持っていた。タイでは、フライアッシュセメントの使用が標準となっており、ASR や DEF のリスクは今後低減すると思われる。どの国も国家プロジェクトになると、発注側の施工管理や要求性能が厳しいため、暑中環境でも大きな問題は発生していないようであったが、現地企業によるローカル工事では、施工不良に基づく初期欠陥などが顕在化しているようであった。

セミナーは、平成 29 年度と同様に、各国から多数の参加者があり、盛況であった。平成 30 年度のセミナーでは、インドネシアからも自経費で 3 名の参加があり、東南アジア各国の暑中コンクリート、混和材活用についての情報共有ができた。初日は、相手国側の若手研究者を中心とした研究発表を行い、2 日目は大学院生を中心に研究発表を行った。最終日は、生コンクリートプラント、プレキャスト工場及び現場見学も行い、昨年度と同様に、セミナーについては充実した成果が得られた。

## <学術的観点>

コンクリートの初期ひび割れについては、異なる種類の収縮低減剤を用いたときの収縮低減効果を検討し、そのメカニズムについて検討した。これらの成果は、国際会議で口頭発表した。ASR、DEFについては、その複合作用によるコンクリートの膨張特性、内部損傷を実験的に検討している。構造性能の評価までは至っていないため、平成31年度に実施する予定である。また、タイのダムコンクリートが膨張を継続しているという報告もあり、実構造物レベルでのASR、DEF膨張可能性についても検討を今後行う。

また、平成29年度から検討した暑中環境でのコンクリートの打ち重ねについては、モラトウワ大学とメールやWeb会議で議論を重ね、周辺温度、初期温度が変化しても、打ち重ねを行うための貫入抵抗の閾値は0.4-0.6MPaが適切という知見を論文としてまとめ、国際雑誌に掲載された。また、タイのSIITと東京大学、北海道大学の共同研究（本事業経費外）で、コンクリートの表層品質はかぶり厚さに依存し、かぶりが小さいと環境条件の影響を大きく受け、空隙は粗大化することが、本事業のセミナーで発表された。暑中環境では、表層品質に対するかぶりの影響がより顕著に現れると考えられ、今後の学術的検討課題として挙げられた。

#### <若手研究者育成>

昨年度と同様に、タイ、ベトナム、スリランカから、若手研究者を招へいし、実験指導、日本人若手研究者、さらには国内企業の技術者と議論をさせた。研究ベースの研究者との議論のみならず、国内企業の技術者との打ち合わせを通じて、実務的な研究開発についても知見を得ることができた。昨年度と同様に、これらの議論を継続するため、インターネット会議やメールによる継続的な議論も行った。

2018年9月に行ったベトナムでのセミナーでは、日本の民間企業から2名の若手研究者が自社経費で参加し、発表を行い、ベトナム2名、タイ3名、スリランカ2名の若手研究者も自身の研究発表を行った。インドネシアの若手研究者も自経費で参加し、インドネシアの混和材活用状況についての発表を行った。さらに、日本から7名、タイ、ベトナム、スリランカからそれぞれ3名ずつ、大学院生が質疑応答を含んだ20分の研究発表を行った。本事業の参加者のみならず、国内の民間企業、インドネシアという第3国の若手研究者も含めた議論ができ、今後の国際的なネットワークの構築に向けて、幅広い基盤ができたといえる。昨年度と同様に、コーディネーターの浅本は、シニアの教授とともにオープンディスカッションでセミナーのまとめを行い、40代で100名規模の国際セミナーを取りまとめるという貴重な経験を得た。特に、ベトナム建設省の副大臣、ベトナムセメント協会の会長と副会長、ベトナム国立建設大学の学長、アジアコンクリート連盟の初代会長と現会長をお招きし、ご講演を頂くという重大な任務を果たすことができた。また、ベトナム国立建設大学の学生を、埼玉大学とベトナム国立建設大学のJoint master programの学生として新たに受け入れ、昨年度と同様に、H. G. NGUYEN 准教授と Co-supervisor で指導している。

#### <その他（社会貢献や独自の目的等）>

昨年度と同様に、本セミナーは、自社費用で、スリランカの民間セメント会社2社（一社の本社はタイ）から7名、日本の民間セメント会社からも2名の参加があり、実務からの

注目も高く、平成 30 年 8 月には、コーディネーターの浅本が上記のセメント会社からの招へいを受け、スリランカで Keynote speech を行った (<http://park.saitama-u.ac.jp/~asamoto/seminar/20180911.html>)。また、インドネシアからも 3 名の若手女性研究者の自主参加があり、同じく暑中環境にあるインドネシアでも本事業が展開できる可能性を示した。

#### <今後の課題・問題点>

上述のように、現状、研究者交流は、民間会社や第 3 国も含むことができ、期待以上に進んでいる。一方で、共同研究において、共通実験や構造性能評価などは、先方との調整や実験準備などで少し遅れが出ており、これらについては、最終年度で進めたい。

## 7. 平成 30 年度研究交流実績状況

### 7-1 共同研究

整理番号	R-1	研究開始年度	平成 29 年度	研究終了年度	平成 31 年度
共同研究課題名	(和文) 暑中環境におけるコンクリートの初期欠陥と劣化要因の検討 (英文) Study on initial defects and deterioration of concrete in hot weather				
日本側代表者 氏名・所属・ 職名・研究者番号	(和文) 浅本晋吾・埼玉大学・准教授・1-1 (英文) Shingo ASAMOTO, Saitama University, Associate professor, 1-1				
相手国側代表者 氏名・所属・ 職名・研究者番号	(英文) Raktipong SAHAMITMONGKOL, King Mongkut's University of Technology Thonburi, Instructor, 2-10 Hoang Giang NGUYEN, National University of Civil Engineering, Associate Professor, 3-1 Harsha SOORARACHCHI, University of Ruhuna, Senior Lecturer, 4-5				

<p>30年度の 研究交流活動</p>	<p>本研究課題では、外気温が 25℃を超える暑中環境で、強い日射や高い気温によるコンクリートの初期ひび割れ、コールドジョイント、要因不明確な亀甲状ひび割れ、沿岸部の早期鉄筋腐食など、各国での特徴の整理、要因分析を行うことを目的とする。</p> <p>平成 29 年度に引き続いて、熱帯地域のコンクリート構造物の問題点抽出及び特徴を把握するため、共同教育プログラムに入学したベトナムの学生が、ハノイ近郷にある鉄筋コンクリートの橋梁 25 橋について、簡易目視点検とかぶり厚さの測定を行った。橋梁選定、目視点検については、ベトナム国立建設大学の H. G. NGUYEN 准教授の指導のもと、安全に配慮しながら、調査を行った。</p> <p>また、ホーチミンの生コンクリート工場、地下鉄建設現場、プレキャスト工場に、日本人研究者 6 名を 5 月に 1 週間派遣し、ベトナムのセメント、生コンクリートの暑中環境対策について議論した。その後、バンコクに移動し、日本に留学中のタイの学生 1 名も派遣し、タイの高速道路のフーチングの亀甲状ひび割れ現場見学を行い、高速道路管理会社と議論を行った。ASR と DEF による膨張については、タイからの若手研究者 2 名を 2 月と 3 月にそれぞれ約 1 週間受け入れ、日本で行っている膨張実験の見学、タイにあるコンクリートダム of 継続膨張の原因解明について議論した。また、鉄筋腐食に対する非破壊検査手法、日本の高速道路会社と GIS を活用したインフラ維持管理のタイへの適用性などについて議論した。</p> <p>初期ひび割れについては、スリランカから研究者 1 名を 3 月に 1 週間受け入れ、実験方法の確認、初期ひび割れ幅特性、収縮低減剤による抑制効果について議論した。スリランカからは、他にも 1 名若手研究者を 8 月に 1 週間受け入れ、Water retention タンクのコンクリートひび割れ問題、熱一構造解析による共同研究について、打ち合わせた。</p>
<p>30年度の 研究交流活動 から得られた 成果</p>	<p>ハノイ近郷の橋梁調査では、昨年度行ったバンコクでの橋梁調査と同様に、梁のジョイント部分の漏水による鉄筋腐食、それに伴うかぶり剥落が確認された。また、膨張目地が適切に機能せずに、降雨による漏水が生じ、鉄筋腐食が確認されることもあった。かぶり計測によれば、ベトナムの設計基準にある最小かぶり厚 30mm 以上のかぶりが確保されていれば、建設年、境界条件に依存せず、鉄筋腐食はほとんど起きていなかった。よって、昨年度の考察と同じく、乾湿の厳しい熱帯地域でも適切なかぶり厚さが確保されていれば、鉄筋腐食に必要な水分や酸素が鉄筋位置までほとんど浸透しないことがベトナムでも示唆された。今後、水分浸透メカニズムをより詳細に検討することで、上記仮説を立証できると考えている。また、ベトナムでは、施工不良によって、型枠が構造物にそのまま残っていることもあった。</p> <p>ベトナムでの生コンクリート対策は、スリランカと同様に、氷を練り混ぜ</p>

水に添加していることが多いようであった。現地企業のプレキャスト工場では、最高温度を 80℃まで上げており、DEF の危険性なども考えられた。タイの高速道路フーチングの亀甲ひび割れを、シニアの実務技術者が点検した結果、日本国内で発生している ASR のひび割れにも類似しており、損傷は激しいものの、鉄筋破断や構造耐力の大幅な低下は発生していない可能性が指摘された。DEF の可能性については、目視では分からず、原因分析のために、水和熱の影響が大きい中心部のコアを再度採取することを現地の高速道路会社に依頼した。

ASR と DEF の複合膨張については、埼玉大学にて、国内の反応性骨材を用いて、高温作用を与えて、膨張実験を開始している。ASR, DEF 単独による膨張に比べ、複合膨張では、動ヤング係数の低下が大きく、内部の損傷が著しくなることが示唆された。これらの成果を受け入れたタイの研究者と議論し、実験見学を通じて、タイでも同種の実験の実施を検討してもらうことになった。平成 30 年度では、構造体の実験まで至らず、平成 31 年度に構造体で、ASR, DEF, その複合による膨張が構造性能に与える影響を検討する。また、タイのダムのコアを採取し、継続膨張の要因について分析する予定である。

硬化前の初期のプラスチック収縮については、表面張力が同じでも収縮低減剤の種類によって、その低減効果が異なることが分かった。プラスチック収縮発生メカニズムについての検討を進めることで、暑中環境での初期ひび割れ抑制に最も有効な収縮低減剤をコストと効果の両面から検討する予定である。

受け入れたスリランカの若手研究者は、埼玉大学出身でもあり、「Vulnerability Assessment of Masonry Buildings against Natural Hazards」というタイトルで講演を行い、日本人及び留学生と研究議論も行った。

整理番号	R-2	研究開始年度	平成 29 年度	研究終了年度	平成 31 年度
共同研究課題名	(和文) 暑中コンクリートにおける混和材の有効性の検討 (英文) Examination of mineral admixture effect on hot weather concreting				
日本側代表者 氏名・所属・ 職名・研究者番号	(和文) ルアン ヤオ・埼玉大学・助教・1-2 (英文) Yao LUAN, Saitama University, Assistant professor, 1-2				
相手国側代表者 氏名・所属・ 職名・研究者番号	(英文) Somnuk TANGTERMSIRIKUL, Thammasat University, Professor, 2-1 Van Tuan NGUYEN, National University of Civil Engineering, Associate Professor, 3-3 Anura NANAYAKKARA, University of Moratuwa, Professor, 4-1				
30年度の 研究交流活動	<p>本研究課題では、ひび割れ、ASR、DEF、塩分浸透といった特徴的な劣化に対する混和材の効果、抑制メカニズムの把握を検討する。</p> <p>フライアッシュ、石灰石微粉末を用いたときの初期ひび割れ実験を行い、水和、毛細管張力、せん断クリープの観点から、ひび割れ発生要因について検討した。</p> <p>フライアッシュによる DEF 抑制効果については、昨年度までの実験を継続し、長期にわたる抑制効果を検討した。</p> <p>フライアッシュを用いたコンクリートのときの収縮、強度特性などに関する共通実験をまずはベトナムでスタートした。</p> <p>スリランカでは、現地のセメント会社の協力のもと、現地で主催された Annual session で、A. NANAYAKKARA 教授と連名で、コーディネーターの浅本が 8 月に Keynote speech を行い、混和材を暑中環境に適用したときの効果について発表を行った。</p> <p>暑中コンクリートの温度上昇対策の一つとして、高炉スラグ微粉末をセメントと大量に置換しているシンガポールに、コーディネーターの浅本を 11 月に 1 週間派遣し、暑中環境での高炉スラグ微粉末の活用の利点、問題点などの調査を行った。</p>				

30年度の  
研究交流活動  
から得られた  
成果

石灰石微粉末を混和した場合、水和初期に反応が促進され、水分が消費されるために毛細管張力による初期収縮が増大し、初期ひび割れの発生が早まることが示唆された。逆に、フライアッシュは、反応率が遅く、収縮に起因する初期ひび割れの発生は遅くなる傾向があった。収縮低減剤を活用すると、初期ひび割れの大きさは抑制され、その効果は、せん断クリープと関連する可能性が示唆された。これら一連の成果は、国際学会で報告した。

SO<sub>3</sub>を添加し、90°Cという高温を作用させたのち、炭酸イオン水溶液に浸漬させるという DEF の極端な促進環境であっても、フライアッシュを 25% セメントと置換させると、3 年を超えても全く膨張は生じていない。水和発熱対策で、フライアッシュの活用が進むタイやスリランカでは、今後、DEF による膨張のリスクはかなり低いと考えられ、混和材の活用は有用と言える。

フライアッシュを用いたときの乾燥収縮、強度測定などの共通実験をベトナムで開始し、9 月のセミナーでその結果を報告した。しかしながら、変動気温による温度変形の補正など課題もあり、基本実験についての適切な指導が今後必要ということが分かった。

スリランカの Society of Structural Engineers による Annual Sessions 2018 で、本プロジェクトの概要説明、混和材を活用したときの利点や留意点について発表を行ったところ、現地の技術者から好評を得ることができ、適切に混和材を適用することで、水和対策のみならず、耐久性にも効果があることを伝えられた。

シンガポールでは、高炉スラグ微粉末を 60%以上セメントと置換して使用することが多く、初期強度などの低下も考えられたが、暑中環境であること、水粉体比が低いことで、初期の強度も十分確保できていることが分かった。また、高炉スラグ微粉末を用いたときの自己収縮による初期ひび割れについても、発注者側の要求性能、仕様が厳しく、マツト養生後、散水養生を基本にしているため、初期ひび割れは抑制されていることが分かった。高炉スラグ微粉末の活用は、スリランカ、ベトナムでも関心が高く、シンガポールの経験、実績を、本事業のメンバーで情報共有することは有意義と考えられた。一方で、シンガポールでは、材料研究をしている研究者が少ないため、本事業の成果についての関心が高く、平成 31 年度に各国の代表メンバーをハブ地点でもあるシンガポールに集め、ワークショップを行うことを、ナンヤン工科大学の研究者と検討することになった。

整理番号	R-3	研究開始年度	平成 29 年度	研究終了年度	平成 30 年度
共同研究課題名	<p>(和文) 東南アジアの暑中コンクリート対策と課題の分析</p> <p>(英文) Analysis of measure and agenda for hot weather concreting in south-eastern Asia</p>				
日本側代表者 氏名・所属・ 職名・研究者番号	<p>(和文) 長井宏平・東京大学・准教授・1-10</p> <p>(英文) Kohei NAGAI, The University of Tokyo, Associate professor, 1-10</p>				
相手国側代表者 氏名・所属・ 職名・研究者番号	<p>(英文)</p> <p>Pakawat SANCHAROEN, Thammasat University, Researcher, 2-3</p> <p>Hoang Giang NGUYEN, National University of Civil Engineering, Associate Professor, 3-1</p> <p>Anura NANAYAKKARA, University of Moratuwa, Professor, 4-1</p>				
30年度の 研究交流活動	<p>本研究課題では、タイ、ベトナム、スリランカ、さらには、ミャンマーを加え、各国の暑中コンクリートの施工実態、対策及びその問題点の調査を目的とする。</p> <p>ベトナム、タイに日本人研究者6名を6月に1週間派遣した際、各現地での実務者に暑中コンクリートの実態、対策などを調査するとともに、現地で働く日本人技術者にも状況をヒアリングした。</p>				
30年度の 研究交流活動 から得られた 成果	<p>現地の日本人技術者にヒアリングしたところ、ベトナムでも、未燃カーボンの少ないフライアッシュがありマスコンクリート対策としての活用も進みつつあり、高炉スラグ微粉末の活用も試験的に検討していることが分かった。ベトナムの学識者や協会も混和材の活用に大きな期待を寄せている一方で、現地の発注者は、強度発現を重視し、混和材置換によってセメントを減らすことを嫌う傾向にあるようで、耐久性の観点などから混和材に関する正しい理解が必要ということが分かった。現状は、粗骨材への散水、氷による練り混ぜ水の冷却によるコンクリートの温度低減対策が実績として多いようであった。</p> <p>スリランカでは、フライアッシュによる混合セメントの活用が進んでいる一方で、高炉スラグ微粉末の活用にも現地の技術者は興味を持っていた。低い拡散係数による塩害対策なども期待できるが、自己収縮による初期ひび割れの懸念もあるため、上述のシンガポールでの活用事例も参考に情報交換が重要と考えられる。</p> <p>ベトナム、スリランカともに、川砂が枯渇し、砕砂の利用が必要であることが現地のヒアリングで分かった。しかしながら、現地の生コンクリートプラントは、砕砂によるフレッシュ性状の変化について懸念しており、砕砂に対する技術者教育が必要であることも分かった。</p>				

	<p>タイでは、フライアッシュの活用が標準になっており、新設の構造物では、ASR や DEF の懸念は少ないが、約 15 年以上前に建設された既設構造物については、亀甲状のひび割れの可能性もあることが分かった。特に、ASR については、反応性骨材が少ないということでタイではあまり認識されていないが、化学法で反応性骨材と診断されなくても、暑中環境で ASR が促進され、膨張が発生する可能性があり、同じく、ASR に対する認識がさほどないベトナム、スリランカでも今後注意が必要と言える。</p> <p>ミャンマー建設省にヒアリングを行ったところ、暑中コンクリートへの対策として、現場での水温の調整や養生方法などの基本的な概念が記されているガイドラインはあるが、現場での実効性は乏しいことが確認された。混和材の活用など、より積極的な対策は取られていない。現状では、丁寧で確実な施工を行う体制を整えることが重視されている。国直轄工事では現場での材料の管理がなされているが、地方では材料の保管状態も良くない。</p> <p>どの国も国家プロジェクトになると、発注側の施工管理や要求性能が厳しいため、暑中環境でも大きな問題は発生していないようであったが、現地企業によるローカル工事では、施工不良に基づく初期欠陥などが顕在化しているようであった。</p>
--	--

## 7-2 セミナー

整理番号	S-1
セミナー名	(和文) 日本学術振興会研究拠点形成事業「暑中環境でのコンクリート構造物の劣化と混和材の活用」
	(英文) JSPS Core-to-Core Program “Deterioration of concrete structures and application of mineral admixture in hot weather conditions”
開催期間	平成30年9月25日～平成30年9月26日(2日間)
開催地(国名、都市名、会場名)	(和文) ベトナム, ハノイ, ベトナム国立建設大学
	(英文) Vietnam, Hanoi, National University of Civil Engineering
日本側開催責任者 氏名・所属・職名・ 研究者番号	(和文) 浅本晋吾・埼玉大学・准教授・1-1
	(英文) Shingo ASAMOTO, Saitama University, Associate Professor, 1-1

相手国側開催責任者 氏名・所属・職名・ 研究者番号 (※日本以外での開催の場 合)	(英文) Hoang Giang NGUYEN, National University of Civil Engineering, Associate Professor, 3-1
---	--

参加者数

派遣先 派遣元		セミナー開催国 (ベトナム)		備考
		A.	B.	
日本	A.	13/65		
	B.	10		
タイ	A.	9/36		
	B.	0		
ベトナム	A.	6/18		
	B.	50		
スリランカ	A.	5/20		
	B.	6		
合計 〈人/人日〉	A.	33/139		
	B.	66		

A. 本事業参加者 (参加研究者リストの研究者等)

B. 一般参加者 (参加研究者リスト以外の研究者等)

※人/人日は、2/14 (= 2人を7日間ずつ計14日間派遣する) のように記載してください。

※日数は、出張期間 (渡航日、帰国日を含めた期間) としてください。これによりがたい場合は、備考欄にその内訳等を記入してください。

<p>セミナー開催の目的</p>	<p>本国際セミナーで、各国の拠点機関の研究者が参加し、タイ、ベトナム、スリランカといった熱帯地域でのコンクリート構造物の劣化メカニズムと混和材活用について発表を行う。また、日本からは、暑中環境での劣化問題のみならず、熱作用が構造性能に与える影響や劣化診断手法、各国の混和材の分析結果などの発表を行い、熱帯地域のコンクリート構造物の劣化機構に基づいた対策、混和材活用について総合的に議論する。セミナー後は、代表者で拠点機関連携会議を開き、共同実験など今後の共同研究計画を協議することも目的とする。</p> <p>昨年度と同様、セミナー後に現場見学会を実施し、ベトナムのコンクリート構造物の施工、劣化状況を、各国の参加者で情報共有する。</p>
<p>セミナーの成果</p>	<p>昨年度は、初日、日本人の若手研究者の発表を中心としたため、今年度は、相手国の若手研究者の研究発表を行い、シニアの研究者を含め、会場からの質問、議論によって、若手研究者育成を図った。</p> <p>また、初日の午前は、ベトナム国立建設大学の学長、ベトナム建設省の副大臣にもご参加頂き、スピーチ、本事業への期待のお言葉を頂いた。ベトナムセメント協会も共催として参加頂き、会長、副会長から、ベトナムにおける混和材、超高強度コンクリートの活用状況についての発表を頂いた。初日の午後には、アジアコンクリート連盟の初代会長魚本名誉教授と現会長横田教授もお招きして、各国のコーディネーター、ベトナムセメント協会会長とともに、アジア共通の暑中コンクリートの設計・施工に対する技術標準の策定に向けたアジア域での研究協力の今後について、パネルディスカッションを行った。</p> <p>2日目は、若手研究者や大学院を中心に、各国の最新の研究発表を行い、活発な意見を交わすことで、若い世代の国際経験を研鑽させた。また、R-1、R-2の共同研究の進捗も学生たちに報告させ、今後の研究の方向性について各国で議論した。インドネシアや日本やスリランカの民間企業の若手研究者も自己負担でセミナーに参加し、発表を行い、本事業の参加国以外、民間企業への拡大もできた。</p> <p>最終日には、ハノイ近郊の生コンクリートプラント、プレキャスト工場及び現場見学を行った。</p> <p>本セミナーの成果については、アジアコンクリート連盟のNewsletterに掲載され、日刊建設工業新聞にも掲載された (<a href="http://park.saitama-u.ac.jp/~asamoto/seminar/">http://park.saitama-u.ac.jp/~asamoto/seminar/</a>)</p>

セミナーの運営組織		<p>宿泊施設の手配，セミナーの会場手配，現地の大学，企業へのセミナーの連絡などの事前準備は，ベトナム国立建設大学が行った．ベトナムセメント協会も共催として，政府など各方面への連絡を行った．日本側開催責任者の浅本は，昨年度と同様に，セミナー開始前に，各発表者の ppt 資料を収集，データ管理をし，会議資料として 100 部印刷し，当日，参加者に配布した．現場見学は，T. K. TONG 博士が中心にとりまとめ，バスにおける移動の際はベトナム国立建設大学の大学院生のサポートも受けた．</p> <p>スリランカの A. NANAYAKKARA 教授には，スリランカのセメント会社にセミナー案内をして頂き，8 名が自己負担で参加した．</p>	
開催経費 分担内容 と金額	日本側	<p>内容</p> <p>国内旅費</p> <p>外国旅費</p> <p>その他経費</p> <p>不課税取引・非課税取引に係る消費税</p>	<p>金額</p> <p>86,932 円</p> <p>2,021,244 円</p> <p>66,959 円</p> <p>167,041 円</p>
	(ベトナム) 側	<p>内容</p> <p>会議準備費など経費 10,000,000 VND</p>	金額

## 8. 平成30年度研究交流実績総人数・人日数

### 8-1 相手国との交流実績

派遣先 派遣元	四 半 期	日本	タイ	ベトナム	スリランカ	ポルトガル(第三国)	シンガポール(第三国)	合計
		1		7 / 23 ( ) / ( )	6 / 22 ( ) / ( )	0 / 0 ( ) / ( )	0 / 0 ( ) / ( )	0 / 0 ( ) / ( )
2		0 / 0 ( ) / ( )	0 / 0 ( ) / ( )	13 / 65 ( 11 / 24 )	0 / 0 ( ) / ( )	0 / 0 ( ) / ( )	13 / 65 ( 12 / 30 )	
3		0 / 0 ( ) / ( )	0 / 0 ( ) / ( )	0 / 0 ( ) / ( )	1 / 7 ( ) / ( )	1 / 5 ( ) / ( )	2 / 12 ( ) / ( )	
4		0 / 0 ( ) / ( )	0 / 0 ( ) / ( )	0 / 0 ( ) / ( )	0 / 0 ( ) / ( )	0 / 0 ( ) / ( )	0 / 0 ( ) / ( )	
計		7 / 23 ( ) / ( )	19 / 87 ( 11 / 24 )	0 / 0 ( ) / ( )	1 / 7 ( ) / ( )	1 / 5 ( ) / ( )	28 / 122 ( 12 / 30 )	
日本	1							
2	1 / 9 ( ) / ( )		9 / 36 ( ) / ( )				10 / 45 ( ) / ( )	
3	0 / 0 ( ) / ( )		0 / 0 ( ) / ( )				0 / 0 ( ) / ( )	
4	2 / 15 ( ) / ( )		0 / 0 ( ) / ( )				2 / 15 ( ) / ( )	
計	3 / 24 ( ) / ( )		9 / 36 ( ) / ( )				12 / 60 ( ) / ( )	
タイ	1							
2	0 / 0 ( ) / ( )						0 / 0 ( ) / ( )	
3	0 / 0 ( ) / ( )						0 / 0 ( ) / ( )	
4	0 / 0 ( ) / ( )						0 / 0 ( ) / ( )	
計	0 / 0 ( ) / ( )		0 / 0 ( ) / ( )				0 / 0 ( ) / ( )	
ベトナム	1							
2	0 / 0 ( ) / ( )						0 / 0 ( ) / ( )	
3	0 / 0 ( ) / ( )						0 / 0 ( ) / ( )	
4	0 / 0 ( ) / ( )						0 / 0 ( ) / ( )	
計	0 / 0 ( ) / ( )		0 / 0 ( ) / ( )				0 / 0 ( ) / ( )	
スリランカ	1							
2	1 / 9 ( ) / ( )		5 / 20 ( 8 / 16 )				6 / 29 ( 8 / 16 )	
3	0 / 0 ( ) / ( )		0 / 0 ( ) / ( )				0 / 0 ( ) / ( )	
4	1 / 7 ( ) / ( )		0 / 0 ( ) / ( )				1 / 7 ( ) / ( )	
計	2 / 16 ( ) / ( )		5 / 20 ( 8 / 16 )				7 / 36 ( 8 / 16 )	
ポルトガル(第三国)	1							
2	0 / 0 ( ) / ( )						0 / 0 ( ) / ( )	
3	0 / 0 ( ) / ( )						0 / 0 ( ) / ( )	
4	0 / 0 ( ) / ( )						0 / 0 ( ) / ( )	
計	0 / 0 ( ) / ( )		0 / 0 ( ) / ( )				0 / 0 ( ) / ( )	
シンガポール(第三国)	1							
2	0 / 0 ( ) / ( )						0 / 0 ( ) / ( )	
3	0 / 0 ( ) / ( )						0 / 0 ( ) / ( )	
4	0 / 0 ( ) / ( )						0 / 0 ( ) / ( )	
計	0 / 0 ( ) / ( )		0 / 0 ( ) / ( )				0 / 0 ( ) / ( )	
合計	1	0 / 0 ( ) / ( )	7 / 23 ( ) / ( )	6 / 22 ( ) / ( )	0 / 0 ( ) / ( )	0 / 0 ( ) / ( )	0 / 0 ( ) / ( )	13 / 45 ( ) / ( )
2	2 / 18 ( ) / ( )	0 / 0 ( ) / ( )	27 / 121 ( 19 / 40 )	0 / 0 ( ) / ( )	0 / 0 ( ) / ( )	0 / 0 ( ) / ( )	0 / 0 ( ) / ( )	29 / 139 ( 20 / 46 )
3	0 / 0 ( ) / ( )	0 / 0 ( ) / ( )	0 / 0 ( ) / ( )	0 / 0 ( ) / ( )	1 / 7 ( ) / ( )	1 / 5 ( ) / ( )	2 / 12 ( ) / ( )	
4	3 / 22 ( ) / ( )	0 / 0 ( ) / ( )	0 / 0 ( ) / ( )	0 / 0 ( ) / ( )	0 / 0 ( ) / ( )	0 / 0 ( ) / ( )	3 / 22 ( ) / ( )	
計	5 / 40 ( ) / ( )	7 / 23 ( ) / ( )	33 / 148 ( 19 / 40 )	0 / 0 ( ) / ( )	1 / 7 ( ) / ( )	1 / 5 ( ) / ( )	47 / 218 ( 20 / 46 )	

※各国別に、研究者交流・共同研究・セミナーにて交流した人数・人日数を記載してください。(なお、記入の仕方の詳細については「記入上の注意」を参考にしてください。)

※相手国側マッチングファンドなど、本事業経費によらない交流についても、カッコ書きで記入してください。

※相手国以外の国へ派遣する場合、国名に続けて(第三国)と記入してください。

### 8-2 国内での交流実績

第1四半期	第2四半期	第3四半期	第4四半期	合計
0 / 0 ( ) / ( )	1 / 2 ( ) / ( )	1 / 2 ( ) / ( )	1 / 3 ( ) / ( )	3 / 7 ( ) / ( )

## 9. 平成30年度経費使用総額

(単位 円)

	経費内訳	金額	備考
研究交流経費	国内旅費	610,105	国内旅費、外国旅費の合計は、研究交流経費の50%以上であること。
	外国旅費	3,822,572	
	謝金	0	
	備品・消耗品購入費	605,875	
	その他の経費	266,271	
	不課税取引・非課税取引に係る消費税	320,177	
	計	5,625,000	研究交流経費配分額以内であること。
業務委託手数料		562,500	研究交流経費の10%を上限とし、必要な額であること。また、消費税額は内額とする。
合計		6,187,500	