

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 20 日現在

機関番号：16401

研究種目：基盤研究(B)

研究期間：2011～2013

課題番号：23380143

研究課題名(和文) 農業用RC開水路の機能保全に向けた対策工法選定の最適化に関する研究

研究課題名(英文) Optimization of technical measure selection for functional conservation of agricultural open channel made of reinforced concrete

研究代表者

松本 伸介 (MATSUMOTO, Shinsuke)

高知大学・教育研究部自然科学系・教授

研究者番号：00181769

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 14,900,000円、(間接経費) 4,470,000円

研究成果の概要(和文)：本研究課題では、わが国の農業にとって不可欠な農業水利施設の戦略的な保全管理を実現するための材料および技術開発を目的とした。

3年間の研究の結果、機能保全スキームを確立するには、以下の3点が重要であるとの結論に至った。すなわち、(1) 農業用水路の所有者・管理者に対する技術的知識の教授、(2) ストックマネジメントの本質に基づく必要最低限の機能保全に関する考え方の普及、(3) そのための性能評価指標の設定。

研究成果の概要(英文)：The purpose of this research is to develop the materials and techniques in order to realize the strategic conservation and maintenance of the water utilize facilities which are indispensable to the agriculture in our country.

From the research for three years, three important points are derived to establish the functional conservation scheme, i.e. (1) the educational support of technical knowledge to the owner and manager of each open channel, (2) the spread of thought of functional conservation based on the essentials of stock management system, and (3) the setting method of the guideline on its performance evaluation.

研究分野：農学

科研費の分科・細目：農業工学・農業土木学・農村計画学

キーワード：材料・施工 ストックマネジメント

1. 研究開始当初の背景

農業農村空間における農業水利施設は、安定した食糧生産機能や国土保全機能に代表される多面的機能を支える重要な社会基盤施設であり、国民全体の貴重な資産（ストック）である。現在までに営々と建造されてきた各種水利施設は、恒久的に各種機能を発揮するものではなく、たとえばダムであれば80年、頭首工（コンクリート）であれば50年、用排水路（鉄筋コンクリート）であれば40年と、構造種別に応じた標準耐用期間が設定されている（たとえば：「土地改良事業の経済効果算定に用いる標準耐用年数」農林水産省構造改善局長通達）。つまり、建造された施設は竣工年次に応じて、順次耐用年数を迎えることになり、既に耐用年数を越えて供用される農業水利施設の数が増加し、今後も恒常的に増加するという予測がある（「農業水利コンクリート構造物の更新と維持管理」長束勇ほか4名、農業土木学会誌、70(12)、3-6、2002）。

一方、農業水利施設の突発的な事故は増加傾向を示している。事故原因の内訳をみると、施設の経年的な劣化および局部的な劣化が60%強を占めることが報告されている（農林水産省農村振興局整備部水利整備課施設保全面管理室調べ）。このような現状および厳しい将来予測が現実に存在するにもかかわらず、現下の厳しい社会経済状況では、耐用年数を超えたもの全てを改築更新することは困難である。特に、近年の国内情勢により農業農村整備事業に係る予算措置は不安定性を増しており、将来的に当該事業への恒常的かつ十分な予算措置が期待できない情勢である。上記の社会的・経済的背景を受け、平成22年3月には新たな食糧・農業・農村基本計画が、また同年6月には新成長戦略が閣議決定された。その骨子は、今後の農業水利施設等に対しては、リスク管理を伴いながらライフサイクルコストの低減を図ること、すなわち施設機能の監視・診断、補修・補強・更新等を機動的かつ確実に行うという戦略的な保全面管理（ストックマネジメント）を目指すものであり、施設の長寿命化を図ることで更新する施設数の平準化を狙うものである。だが、その実現には、施設の機能・性能を中心とした施設管理を徹底するのみでなく、補修や補強工法といった各種対策工法の設計理論についても性能規定化を強固に推進する必要がある。特に農業水利分野では、構造性能を中心とした設計理論への性能規定化が先行して進められているが、対策工法の設計理論に関する性能規定化は十分とは言い難い。現状では、補修工法の性能規定化がやや先行しつつあるものの、施設の耐久性・安全性さらには経済性等に直結するため重要度の高い構造的耐力回復、すなわち補強工法に至っては、未だ体系的な整理が為されていない。

2. 研究の目的

本研究課題では、我が国の農業を支える基盤である農業水利施設の戦略的な保全面管理の実現に資することを目的とする。具体的には、我が国においてストック量が特に大きい既設の農業用RC開水路を対象とし、その機能保全における実務的課題のうち、対策工法の性能規定化を水理性能および構造性能に特化して進める。対策工法の水理性能に関しては、性能評価指標、評価技術および診断方法に至るまでを一括して対象とする。対策工法の材料開発に関しては、補修材料そのものの研究開発および補強材料の評価方法を実験・解析的に進める。最終的に目指すものは、無数に存在する対策工法の中から、機能保全の実施担当者が直感的に最適な工法および材料選択が可能となるような「農業用RC開水路への最適な工法選定を可能にするスキーム開発」である。

本研究課題では、現場技術者が農業用RC開水路の機能保全を実務として実施していく上で、未だ十分に解決できていない課題の解明・解決を第一の目的とする。具体的には、補修工法に求められる性能のうち、水理性能に係る評価指標および評価手法の確立である。特に、農業用水路としての機能で重要な通水性能はマンシングの粗度係数を指標としている。しかし、粗度係数は経験則から求められた数値であり、実務的に用水量の計算で使用されるにもかかわらず、施工直後の完了検査で検査されることはない。この背景にもかかわらず、機能診断においては現場粗度係数として流況を加味しない状態での実測値を用いることになっている。また、補修工法に用いる各種材料の粗度係数についても、流況に関する規定がない状態で求めた粗度係数を代表値として用いている。本研究課題では粗度係数に焦点を当て、通水性能の評価指標としての妥当性を明らかにするとともに、既設水路および補修材料の粗度係数測定方法を確立する。またその結果を基に、通水性能に関わる水路管理水準を明確化し劣化度診断方法を提案する。

本研究課題での二つ目の目的は、無数に存在する対策工法から最適な工法選定を可能にするためのスキーム開発である。現在、農業水利施設の機能保全に係る事業で利用される工法は、ある程度の予算規模が確保できる基幹的農業水利施設に対しての対策事業では実現可能であっても、中・小規模の農業水利施設ではコスト的に困難になることが想定される。また、予算規模が確保できたとしても、発注者側の性能規定能力と受注者側の性能明示能力の両者が伴わなければ、最適な対策工法が選定できるとは限らない。そこで本研究課題では、中・小規模の農業用RC開水路に最適な補修工法の開発を進めると同時に、最適な対策工法の選定を可能にするスキームの開発を行う。

3. 研究の方法

本研究では、農業用 RC 開水路の機能保全に向けた対策工法選定の最適化を目的としている。研究実施項目は6つの副課題に分類されているが、概略は以下のとおりである。まず、現在まで進められている各種の機能保全事業の実態から対策工法に要求される性能レベルを明確化すること、機能保全事業の実施主体者として必要な既存対策工法に関する情報を整理すること、である。続いて、未だ解明が十分ではない水理性能の評価方法および既設水路の水理性能評価技術に関する検討を実施する。また、特に簡易補修という位置づけでの新たな性能を持つ対策工法（補修工法）および補修材料の開発を実施する。さらに、最適な補修工法に関する材料開発のみならず、高強度材料を混合した補強材料による構造的耐力向上の効果について検証を進める。これらの成果を総合することで、基幹的水路から小規模水路までを対象とした最適な機能保全の実施を可能とするスキームの構築が可能となる。

本研究では、大目的となる課題の解決に向け、以下に示す副課題を階層的に配置して研究開発を進めた。なお、研究協力者として株式会社日本ジッコウ 技術研究所所長の藤澤健一氏、高知県土地改良事業団体連合会事務局長の畠山心徳氏の参集を得ることで、調査研究の機動性を向上させた。

- (1) 中・小規模農業用 RC 開水路に対する機能保全事業の実態検証
- (2) 対策工法に要求する性能および現行技術の特色の分析
- (3) 農業用 RC 開水路を対象とした簡易補修材料の開発
- (4) 水理性能における粗度係数の性能評価指標としての妥当性の検証
- (5) 農業用 RC 開水路に最適な補修工法用材料の開発
- (6) 農業用 RC 開水路の対策工法選定の最適化スキームの検討

4. 研究成果

- (1) 中・小規模農業用 RC 開水路に対する機能保全事業の実態検証

本副課題を実施するにあたり、地域が主体となって維持管理する中・小規模の農業用水路の補修に関して、その現状と受益者の意識について事前に調査を行った。その結果、現状において、小規模な農業用水との補修を行う上で、適切な補修材料の選択および下地処理が行われている事例はわずかであった。（佐藤ら，2009，農業農村工学会誌，77(12)，pp.995-998.）そのため、受益者が直接施工可能な簡易補修を含め、適切な材料選択およびその性能保持期間の明確化と下地処理方法およびその完了検査方法について明確化することが重要な課題として挙げられた。また、受益者が農業用水路

の変状として捉えるのは、ひび割れと目地の割合が非常に多く、コンクリート表面の劣化や摩耗については大きな問題として捉えていないことが明らかとなった。これを受けて、県営・団体営を主とした既往の事業を対象に、水路補修・補強箇所や施工工法、またその際の検査方法、管理基準等に関する聞き取り調査を実施し、現在もデータの蓄積および解析を継続中である。

また、寒冷地といった特定環境下におけるコンクリート構造物の劣化にも着目した。加速期程度の著しい凍害が見られる農業用 RC 開水路の側壁の気中部では、中性化が進行しており、凍害と中性化の複合劣化が生じていた。凍害が顕在化していない潜伏期の側壁では、気中部に比べ、水中部の中性化深さが大きくなった。この理由として、非灌漑期の凍害劣化に加え、 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ の溶出に伴う pH の低下によって、中性化が進行したと考えられた（松浦ら，2013，平成 25 年度農業農村工学会大会講演会 東京）。

- (2) 対策工法に要求する性能および現行技術の特色の分析

経済・労働力の観点からも、今後地域受益者が主に負担する水利施設の維持管理には、高効率性、低コストの対策工法・技術選択の最適化およびマニュアル化が望まれる。本副課題においては、まずこの達成に向けた基礎的資料の収集を目的として、コンクリート構造物に生じる普遍的な劣化である中性化ならびに ASR 等に関する新規知見の収集および劣化度評価手法の検討を行った。中性化について、変色深さの測定にフェノールフタレイン溶液とトロペオリン溶液という二種類の指示薬を使用することで、コンクリートの内部 pH を詳細に評価できる可能性を示した（長谷川ら，2013，コンクリート工学年次論文集，35(2)pp.1435-1440）。また、ASR 発生後の水分供給の遮断が力学的特性におよぼす影響を実験的に検討した。その結果、モルタルの密度および超音波伝播速度については、養生条件による違いは確認できなかった。力学的特性については、封緘養生後から圧縮・曲げ強度は回復傾向にあり、とくに、曲げ強度の回復率の高いことが明らかとなった（内田ら，2013，平成 25 年度農業農村工学会大会講演会，東京）。

また、並行して、新規のコンクリート劣化度診断手法の開発、既存技術の特徴について整理を行った。とくに、水路の通水性に関わる表面すり減りについて、三次元画像解析を導入することにより、その有効性を検討し、本解析による簡易的劣化度診断手法を提案した（長谷川ら，2012，コンクリート工学年次論文集，34(2)，pp.1423-1428）。

- (3) 農業用 RC 開水路を対象とした簡易補修材料の開発

新規に開発されたアクリル繊維混入被覆

材について、強度特性ならびに水路のひび割れ変動の抑制効果を検証した。同材料による既設水路への補修試験の結果、同材料による被覆面では、全測定期間を通じて被覆材表面にひび割れが発生しなかった。また、繊維混入率によりひび割れ抑制効果に差異が見られ、とくに繊維混入率 0.5% の被覆面において、長期・短期的ひび割れ変動に対して最も抑制効果が高くなった。これらの結果、新規繊維混入モルタルを表面被覆材として適用した場合、被覆部分に再度ひび割れが生じにくくなり、より長期的な漏水防止効果が期待できることが示唆され、今後の実用性・応用性の向上へ向けて追跡調査を継続中である。

水利施設躯体あるいは補修材料への地域資源の活用および産業副産物のカスケード利用は、低コスト化といった経済面のみならず、地域文化・産業の振興の観点からも意義は大きい。そこで、本副課題では、低度処理骨材や建設汚泥固化物といった産業副産物および花崗岩をはじめとした地域資源のコンクリートへの利用の可能性について、主に力学的観点から検討した。たとえば、低度処理再生コンクリートの性能を向上させるための簡易な手法として、コンクリートミキサーによる再生骨材の空練り処理を試みた。その結果、空練り処理を行った再生コンクリートにフライアッシュを混和すると、強度や塩害抵抗性の向上が期待できることが分かった (ex. 松坂ら, 2011, コンクリート工学年次論文集, 33(1), pp.1565-1570.)。また、花崗岩採石の際に生じる廃棄物 (岩ずり) のコンクリート生成への有効利用を目指して、当材料を使用したモルタルを作成し、各種強度試験を行った。その結果、花崗岩ずりを標準砂と内割置換した際には、置換率増加に伴い、早期の高い強度発現を生じさせる可能性を有することが明らかとなった (松浦ら, 2012, 平成 25 年度農業農村工学会大会講演会, 札幌)。

(4) 水理性能における粗度係数の性能評価指標としての妥当性の検証

壁面の劣化・摩耗の生じた水路の管理において、通水性能の評価は非常に重要であるが、その指標となる粗度係数の推定法については確立されていない。本課題においては、様々な壁面条件を設けた通水実験を実施し、適切な推定方法の提案に向けた課題の抽出とその解決に向けた検討を行った。開水路通水実験の結果、粗度係数は流況の変化に伴い、大きく変動することが明らかとなり、とくに粗度係数とフルード数との間には強い相関があることが明らかとなった (齋ら, 2010, 平成 22 年度農業農村工学会大会講演会, 神戸) 。また、20m 長程度の開水路実験の規模においてはフルード数を 0.35 以上に設定することが適切であると考えられた。さらに、適切な粗度係数の推定のためには、水路下流端の背水の影響を極力排除する必要性が指

摘されるとともに、実務上、下流端の背水の影響が及ぶ領域も水路の規模により異なると考えられるため、粗度係数推定の際には注意が必要であることが指摘された (太田垣ら, 2011, 平成 23 年度農業農村工学会大会講演会, 福岡)。

航空写真を用いた写真測量手法に基づく RC 開水路の天端標高の推定では、特に標高差の小さい平野部の水路において上流と下流での標高の逆転が見られるなど、期待された精度を得ることは難しかった。この原因として、航空写真の解像度が低いことから、立体視に必要なタイポイントの取得精度が得られない事が考えられた。そこで、航空写真、衛星写真の解像度を画像処理によって向上させるパンシャープン処理について検討を行なった。航空機ハイパースペクトルセンサである AVIRIS を用い、既存の 7 手法を適用した画質を定性的・定量的に評価することで高解像度化手法の検討を行なった。その結果、Generalized Laplacian Pyramid with Spectral Distortion Minimization, Generalized Intensity-Hue-Saturation transform Adaptive が優れていることが示された (Matsuoka, 2012, ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences) 。また、衛星画像 (ALOS/AVNIR-2) を使用した同様の評価では Gram-Schmidt spectral sharpening や additive wavelet intensity が有効であった (Matsuoka, 2012, ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences) 。両者は空間解像度と観測波長帯に大きな違いがあり、これが異なる結果を生じた原因であると考えられる。有効な手法に違いが出たものの、画像の高解像度化においては期待された結果が得られたことから、今後このような画像が提供されることで RC 開水路の天端標高推定の高精度化が期待できた。

(5) 農業用 RC 開水路に最適な補強工法用材料の開発

本副課題では、主に農業用 RC 開水路の補修工法に用いる表面被覆材料に複合材料を添加することで、補強材料としての曲げ耐力向上効果を曲げ破壊試験により検証した。使用した材料は、アクリル系ポリマーセメントモルタルに高強度繊維であるポリエチレン/ポリプロピレン (PE/PP) 合成繊維を添加したものである。評価方法は、材料の力学的特性ならびに破壊特性の観点から実施した。その結果、補強工法としての効果を実験的に確認するとともに、防水材の混入による透水性抑止効果や力学特性の向上を明らかにすることができた。(谷田ら, 2014, 第 19 回高専シンポジウム in 久留米講演要旨集, 久留米市) また、併せてコンクリート水路の補強効果に関する実証実験を進めた結果、補強工法としての可能性を実験的に得られた結果と同様に、透水性抑止効果や力学特性の向上を

確認することができた。

以上より、アクリル系ポリマーセメントの複合材として高強度繊維であるポリエチレン/ポリプロピレン (PE/PP) 合成繊維を添加した材料は、農業用 RC 開水路での補強材料としての使用が期待された。(政次ら, 2011, 題 66 回農業農村工学会中国四国支部講演会, 高知) コスト面については、今後の研究課題として継続的に評価する予定である。

(6) 農業用 RC 開水路の対策工法選定の最適化スキームの検討

農業用 RC 開水路における各種変状・劣化に対して、最適な機能保全効果・経済性等を満足する工法・材料の選択が求められる。すなわち、対策工法選定のための方法論ならびに対策工法を選択するための機能評価・性能診断、性能基準の規定化など、基礎研究に裏打ちされた科学的知見が不可欠である。一方、農業用 RC 開水路の対策工法の最適化スキームの構築には、当該事業の実施形態を含めた議論が必要である。

本研究課題においては、副課題(1)で中・小規模農業用 RC 開水路に対する機能保全事業の実態の把握を行い、機能保全の上で直面している実務的課題を抽出した。具体的に挙げると、受益者による簡易補修の判断指標は、ひび割れや目地の変状など、目視で判断できるものが大部分を占めていた。したがって、技術レベルが不明確な管理主体が日常点検の範囲で変状を抽出する場合、ひび割れ幅と目地の変状を中心に判断指標を設定する必要があると考えられた。これらを対象とする簡易補修マニュアルでは、下地処理方法がとくに重要であることを明記する必要があることを確認した。

副課題(2)~(5)を通じて、新規補強・補修材料の開発、各種劣化度の評価手法の検討、規定化の遅れている水理性能の評価手法の提案、といった本課題達成に向けた基礎的知見を得ることができた。新規補修材料に関しては、アクリル繊維混入被覆材の簡便性ならびに有用性が確認された。今後、さらに地域資源の活用および産業副産物の有効利用を踏まえて低コスト化といった経済面のみならず、地域文化・産業の振興の観点から引き続き検討を進める必要である。補強工法用の新材料に関しては、アクリル系ポリマーセメントモルタルに高強度繊維であるポリエチレン/ポリプロピレン (PE/PP) 合成繊維を添加することで、力学特性の向上や、複合材による透水性抑止効を新たに確認した。今後、農業用 RC 開水路の機能保全に向けた対策工法としての選択肢の一つとなるよう、コストに関する評価を実施する予定である。また、本研究課題では既存の無数の対策工法の特徴やコストを整理した。しかし、農業用 RC 開水路の補修・補強工法および材料選択といった対策事業の最適化を目指すためには、管理者あるいは補修・補強施工者の技術レベル

に依らない対策マニュアル(劣化度診断, 材料・工法選定も含む)の作成を進めていく必要がある。

水理性能評価については、水理実験による粗度係数推定の際の留意点を抽出した。また、三次元画像解析方法を用いた水理性能の劣化度診断の適用性を確認したが、今後現場レベルでの実用性とデータ蓄積が必要である。リモートセンシング技術の現場への適用では、分解精度ならびに適用性について確認ができたことから、実既設水路の水理性能および水利システムの適切な管理手法について検討を進めていく予定である。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計 9 件)

1. 内田美夏, 高田龍一, 野中資博, 佐藤周之: 廃ガラスを利用したコンクリート二次製品の開発に関する基礎的研究, セメント・コンクリート論文集, 67, pp. 224-230 (2014), 査読有
2. 兵頭正浩, 緒方英彦, 佐藤周之, 野中資博: 練混ぜ水の酸化還元電位がセメントから溶出する六価クロムに及ぼす影響, セメント・コンクリート論文集, 67, pp.25-31 (2014), 査読有
3. 兵頭正浩, 林尚希, 篠原芳宝, 緒方英彦: 鳥取県東伯地区の管水路システムにおける除塵機の機能診断, 水土の知, 81, pp.33-36 (2013), 査読有
4. 長谷川雄基, 崔 萬權, 佐藤周之, 野中資博: 水利コンクリート構造物の中性化の評価方法に関する一考察, コンクリート工学年次論文集, 35(2), pp.1435-1440 (2013), 査読有
5. 松浦悟, 長谷川雄基, 田村樹雄, 佐藤周之: 花崗岩採石副産物を細骨材として用いたモルタルの流動性および硬化特性, コンクリート工学年次論文集, 35(1), pp. 79-84 (2013), 査読有
6. CHOI Man-Kwon, HASEGAWA Yuki, YOKOI Katsunori, MATSUMOTO Shinsuke and SATO Shushi: A Study on Evaluation Method of pH in Concrete Applying Multiple Indicators, 農業農村工学会論文集, 81(2), pp. 49-56 (2013), 査読有
7. 長谷川雄基, 太田垣晃一郎, 佐藤周之, 野中資博: すり減りが生じたコンクリート水路の劣化度診断に関する研究, コンクリート工学年次論文集 34(2), pp.1423-1428 (2012), 査読有
8. 野中資博: 農業の用排水施設の老朽化問題, 農業と経済, 77(10), pp. 67-73 (2011), 査読有
9. 松坂裕介, 宮崎健治, 横井克則, 上田隆雄: 低度処理骨材を用いた再生コンクリートの性能向上に関する研究, コンクリート工

学年次論文集, 33(1), pp.1565-1570 (2011), 査読有

〔学会発表〕(計 32 件)

1. 谷田雄麻, 横井克則, 佃 幸壽: 高強度繊維を混入した補修用ポリマーセメントモルタルの強度特性, 第 19 回高専シンポジウム in 久留米講演要旨集, 2014 年 1 月 26 日, 福岡県久留米市
2. Man-Kwon Choi, Yuki Hasekawa, Shushi Sato and Hyeon-Tae Kim: Experimental Study of Concrete and Mortar Mixing Waste Tire Rubber, Third International Conference on Geotechnique, Construction Materials and Environment, 2013.11.15, Nagoya, Japan
3. 長谷川雄基, 松浦悟, 佐藤周之: 補修材料の摩耗状態の評価における三次元画像解析手法の適用性に関する基礎的研究, 第 68 回農業農村工学会中国四国支部講演会, 2013 年 10 月 17 日, 香川県高松市
4. 長谷川雄基, 崔萬權, 松浦悟, 佐藤周之: コンクリート製開水路の表面状態が中性化の進行におよぼす影響, 平成 25 年度農業農村工学会大会講演会 2013 年 9 月 3 日, 東京都世田谷区
5. Masahiro Hyodo, Shushi Sato, Kohei Abe, Tsuguhiro Nonaka: A study on strength of self-disintegration vegetation base mixing unused resource and expansive admixture, 3rd International Conference on Sustainable Construction Materials & Technologies(SCMT3), 2013.8.18, Kyoto, JAPAN
6. Satoru MATSUURA, Mika UCHIDA, Katsunori YOKOI, Mikio TAMURA, Shushi Sato, Tsuguhiro NONAKA: INFLUENCES OF GRANITE BY-PRODUCT TO PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF MORTAR, ICCS 13 First International Conference on Concrete Sustainability, 2013.5.27, Tokyo, Japan
7. Yuki Hasekawa, Man-Kwon Choi, Shushi Sato, Isamu Natsuka and Shigeyasu Aoyama: A Study on Characteristic of Drying Shrinkage of Mortar Used Various Industrial-By Product as Aggregate, Twin International Conferences 2nd Civil Engineering & 5th Concrete Future, 2013.5.26, Covilha, Portugal
8. 谷田雄麻, 横井克則, 今井智也, 佃 幸壽: 防水剤を混和した補修用ポリマーセメントモルタルの品質と利用, 第 19 回土木学会四国支部技術研究発表会講演概要集, 2013 年 5 月 10 日, 愛媛県松山市
9. 長谷川雄基, 青木杏奈, 佐藤周之, 横井克則: モルタル供試体を使用した凍結融解試験方法に関する一考察, 第 11 回日本材料学会四国支部学術講演会, 2013 年 4 月 20 日, 愛媛県松山市
10. Koichiro Otagaki, Koji Sai, Kenichi Fujisawa, Shinsuke Matsumoto, Shushi Sato:

- Hydraulic Character of Estimation Method on Roughness Coefficient of Concrete Canal, First International Conference on Geotechnique, Construction Materials and Environment, 2011.11.23, 三重県津市
11. 松岡真如: Remote sensing of land surface by optical sensors-data processing and applications-, The Fourth International Remote Sensing and GIS Workshop Series on Demography, Land Use-Land Cover, Disaster, 2011.11.10, Bandung, Indonesia
 12. 太田垣晃一郎, 齋幸治, 佐藤周之, 長谷川雄基: コンクリート水路の通水性能評価における課題の抽出とその解決に向けた研究, 平成 23 年度農業農村工学会大会講演会, 2011 年 9 月 8 日, 福岡県福岡市
 13. 野中資博, 大畑勝徳, 福岡孝紘: 加熱処理した解体コンクリート微粉末の硬化作用に関する研究, 平成 23 年度農業農村工学会大会講演会, 2011 年 9 月 7 日, 福岡県福岡市
 14. 原田隆敏, 横井克則, 三岩敬孝, 齊藤彬郎: 石灰石砕石粉を細骨材置換したフライアッシュコンクリートの諸性状, 土木学会四国支部, 2011 年 5 月 14 日, 香川県高松市

6. 研究組織

(1) 研究代表者

松本 伸介 (MATSUMOTO, Shinsuke)
高知大学教育研究部自然科学系 教授
研究者番号: 00181769

(2) 研究分担者

野中 資博 (NONAKA, Tsuguhiro)
島根大学生物資源科学部 教授
研究者番号: 60093655

佐藤 周之 (SATO, Shushi)
高知大学教育研究部自然科学系 准教授
研究者番号: 90403873

松岡 真如 (MATSUOKA, Masayuki)
高知大学教育研究部自然科学系 准教授
研究者番号: 50399325

横井 克則 (YOKOI, Katsunori)
高知工業高等専門学校・環境都市デザイン
工学科 准教授
研究者番号: 80240183

齋 幸治 (SAI, Koji)
高知大学教育研究部自然科学系 准教授
研究者番号: 30516117

兵頭 正浩 (HYODO, Masahiro)
鳥取大学農学部 助教
研究者番号: 60611803