国土交通省
関東地方整備局
Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism. Kanto Regional Development Bureau.
Press Release

令和６年５月８日
国土交通省関東地方整備局
企画部

産学官連携による先端的技術研究の成果を公表

～大学等研究機関との技術(シーズ)マッチング～

大学等研究機関との技術(シーズ)マッチングの過年度採択された研究における令和５年度研究成果の概要を公表いたします。

関東地方整備局では、産学のもつ先端的な技術を積極的に活用し、産学官連携による技術研究開発を促進することを目的として、令和２年度より大学等研究機関との技術(シーズ)マッチングに取り組んでおります。

この度、過年度に採択された１０件の研究について、「令和５年度　研究成果の概要」を、関東地方整備局のホームページにて公表しました。

なお、各研究の概要及び令和５年度の主な研究成果については、別紙のとおりです。
建設現場等での生産性向上や維持管理の高度化への貢献を目指し、今後も本取組を進めてまいります。

＜発表記者クラブ＞　竹芝記者クラブ　　埼玉県政記者クラブ　　神奈川建設記者会

＜問い合わせ先＞
関東地方整備局 企画部
電話：０４８－６００－１３４７（施工企画課）　FAX：０４８－６００－１３８９
建設情報･施工高度化技術調整官　中島　淳（なかじま　あつし）　（内線：３１３２）
施工企画課　建設専門官　大根田　英司（おおねた　えいじ）　（内線：３４５６）

【別紙】各研究の概要（令和５年度で研究期間が終了したテーマ）

■ 「令和５年度　研究成果の概要」の公表ページ
https://www.ktr.mlit.go.jp/gijyutu/gijyutu00000108.html

■ 令和５年度で研究期間が終了（３件）

研究期間	テーマNo.	研究開発テーマ	研究代表者	研究概要
令和３年度 ～ 令和５年度 （３年間）	①	生コンの廃棄物等を資源として革新的に活用する方法についての技術研究開発	横浜国立大学　大学院 教授　細田（ほそだ）　暁（あきら）	生コン工場で発生する戻りコン・残コンから生じるスラッジケーキなどの廃棄物等を資源として革新的に活用する方法の開発と社会実装を行う。本研究では、流動化処理土と造粒ポーラスコンクリートを主たる開発の対象とする。
	②	偏光画像処理に基づく「見えにくい」路面性状認識についての技術研究開発	東京電機大学 教授　中村（なかむら）　明生（あきお）	非接触・広範囲の路面性状監視技術の開発 ● 路面の表面性状、すなわち性質・材質及び状態のうち水たまり、濡れ、凍結等の「見えない」「見えにくい」湿潤状態の認識に関して従来の画像処理手法と深層学習利用手法を提案・比較し、実地検証 ● 画像処理対象としては、偏光画像及び通常画像の両者とし、長所・短所を明確化して提案手法の実利用へ展開
	③	河川監視カメラを用いた拡張現実についての技術研究開発	東京都立大学 教授　今村（いまむら）　能之（よしゆき）	河川水位が上昇する洪水時において、水位計の流失あるいは故障により計測ができない場合がある。対象箇所周辺の状況についてＬｉｄａｒ搭載ドローンによる３次元河道計測データとＡＩを用いた河川監視カメラの画像解析による河川水面の抽出技術を組み合わせ、ＡＲ（拡張現実）型河川防災情報をリアルタイムで発信することが可能となる技術開発を行った。

【別紙】各研究の概要（令和６年度も研究を継続するテーマ）

■ 令和６年度も研究を継続（７件）

研究期間	テーマNo.	研究開発テーマ	研究代表者	研究概要
令和４年度 ～ 令和６年度 （３年間）	④	混和剤大量使用締固めを必要とする高流動コンクリートの開発	東京理科大学 教授　加藤（かとう）　佳孝（よしたか）	本研究は、混和材を大量に使用した締固めを必要とする高流動コンクリートを開発し、従来コンクリートよりCO_2削減、施工の合理化および耐久性向上の実現を目指す。本年度は、鋼材腐食抑制方法の検討に必要な物質の透過に対する抵抗性のデータの取りまとめと、実構造物を模擬した標準的な配筋量の壁部材を対象とした施工実験を行い、施工性の評価を実施した。
	⑤	電気化学的手法による酸性河川水の中和処理と水素回収	前橋工科大学 教授　田中（たなか）　恒夫（つねお）	酸性河川水の中和処理では一般に、石灰などを用いた化学的手法が広く採用されている。その際、大量の中和生成物が発生する。加えて、貴重な鉱物資源を永久的に添加する必要がある。本研究では、石灰の使用量と中和生成物の発生量を抑制できる、酸性河川水の中和処理技術の研究開発を目的とした。ここでは、中和処理において電気化学的手法を適用することを提案し、その実用可能性について検討した。また、中和処理の際にセルより発生する水素の回収方法などについても検討した。
	⑥	副産物・廃棄物のみを主原料とする持続可能なジオポリマーコンクリートによる建設分野の脱炭素への取組	横浜国立大学大学院 教授　藤山（ふじやま）　知加子（ちかこ）	本研究は、石炭灰を原料としてセメントを一切用いないジオポリマーコンクリートの技術開発により実環境下で実物大の構造部材施工を行うことで、長期的な構造性能検証に資する知見を得るものである。同時に、今後石炭火力発電や製鉄高炉の利用減少とともにそれらの副産物である石炭灰や高炉スラグの量も減少が見込まれることを念頭に、新たなジオポリマーコンクリート材料として汚泥焼却灰の利用可能性を検討する。
	⑦	導水路トンネル維持管理のための損傷自動検出手法についての技術研究開発	東京大学大学院 特任准教授　全（ちょん）　邦釘（ばんじょ）	農業・工業用水や都市用水の供給、洪水時の内水排除といった重要な役割を担っている導水路トンネルの損傷や劣化が近年顕在化している。そこで、導水路トンネル維持管理の効率化のため、(1)画像解析AIによる損傷検出と位置同定手法の構築、(2)UAVによる撮影システムの構築、という2項目の研究開発を進め、そして両者を統合させたシステムの提案を目的とする。
	⑧	拡張現実表示を用いたインフラスマート点検および技術者養成のための支援システムの開発に関する研究	横浜国立大学大学院 准教授　田村（たむら）　洋（ひろし）	社会インフラの点検業務は重要であるが、その作業環境は過酷といえる。本研究では、インフラ点検業務の支援システムを開発し、過酷な環境における点検業務のスマート化を図る。これにより時間短縮、作業ミスの削減、点検の高度化、イメージアップを成し遂げ、インフラ点検の新しいモデルケースを示すことを目指す。また、次世代の技術者の養成に役立てることも目指す。
	⑨	わだち掘れ簡易評価手法の開発と、ＭＣＩの自動検出による点検業務の生産性向上	東京大学大学院 教授　長山（ながやま）　智則（ともの り）	車載カメラによるわだち掘れの定量評価技術を開発し、既開発の平たん性とひび割れ率の評価技術と組み合わせることで１台の簡易装置だけで舗装維持管理指数MCIを算出する。パトロールデータから補修、計画立案を可能とし、生産性向上に貢献する。
	⑩	人間とＡＩ協働型画像損傷セグメンテーションの開発	埼玉大学 准教授　党（とう）　紀（き）	橋梁維持管理、災害調査に関わる業務において、近年AI、UAV、IoTなどの先端技術を活用して、インテリジェンスな橋梁管理手法が求められている。特に地方自治体やコンサルタント会社におけるUAV橋梁点検、AIによる損傷認識のニーズが高まっている。本研究では、初期訓練された固定されたAIではなく、実用しながら点検者の経験と修正を加えて仕上げて行き、使えば精度が高くなるAIを提案して、実用方法を提示して、その有効性を検証する。

【別紙】令和５年度の主な研究成果（テーマ①）

国土交通省
関東地方整備局

■ 研究概要

研究開発テーマ	生コンの廃棄物等を資源として革新的に活用する方法についての技術研究開発
研究代表者	横浜国立大学大学院　教授　細田　暁
研究概要	生コン工場で発生する戻りコン・残コンから生じるスラッジケーキなどの廃棄物等を資源として革新的に活用する方法の開発と社会実装を行う。本研究では、流動化処理土と造粒ポーラスコンクリートを主たる開発の対象とする。
研究期間内の達成目標	本研究では、以下の二つを目的とする。 1. 戻りコンクリートから製造したIWA細骨材、スラッジ微粉末を用いた流動化処理土の製造方法の確立、配合設計法の構築、品質管理手法の検討、社会実装 2. 環境負荷低減効果の大きい造粒ポーラスコンクリート舗装の製造方法の確立、強度・排水・保水機能や耐久性などの評価，社会実装

■ 研究項目及びスケジュール

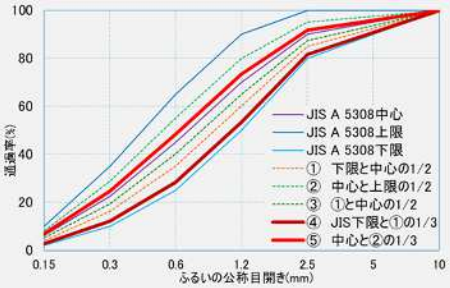
研究項目	令和3年度	令和4年度	令和5年度
1. 戻りコンクリート中のスラッジから炭酸カルシウムを含むコンクリート用混和材を生産する技術の構築（流動化処理土への適用）			
1）混和材の製造、混和材の活用（基礎的検討）	↔		
2）スラッジ微粉末を用いた流動化処理土の開発と品質評価		↔	↔
3）流動化処理土の配合設計・試験施工・実施工		↔	↔
2. 戻りコンクリートを活用した造粒ポーラスコンクリート舗装の製造技術の構築			
1）GPOC舗装の試作	↔		
2）環境負荷低減効果の大きいGPOCの製造・性能評価		↔	↔
3）GPOC舗装の社会実装		↔	↔

■ 令和５年度の主な研究成果

主な研究成果

1. IWA細骨材を用いた流動化処理土
・適切な流動性と材料分離抵抗性を持つ流動化処理土を製造するためのIWA細骨材の粒度分布の範囲を得ることができた
・セメントを使わない高炉スラグ微粉末のみの流動化処理土を実施工した
2. 環境負荷低減効果の大きい造粒ポーラスコンクリート
・スラッジ微粉末を用いた造粒ポーラスコンクリートを開発した

1. IWA細骨材を用いた流動化処理土
成果を以下の論文として公表した。
「船山真里・細田暁・武南浩二・宮本充也：戻りコンクリートから製造した細骨材を使用した流動化処理土の物性に関する検討，コンクリート工学年次論文集，Vol.45，No.1，pp.1252-1257，2023.7」
右に示す2本の赤い太線に囲まれた領域の粒度分布のIWA細骨材を用いると、適切な流動性と材料分離抵抗性を持つ流動化処理土を得られることが分かった。



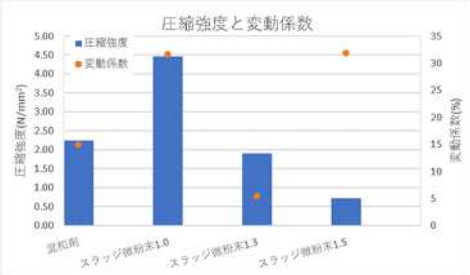
高炉スラグ微粉末とIWA細骨材のみで製造した流動化処理土は、普通セメントを用いた場合よりも圧縮強度の発現に優れた。環境負荷低減効果の極めて大きい材料の開発に成功し、実施工に使用した。

2. 造粒ポーラスコンクリート

フレッシュコンクリートにスラッジ微粉末を後添加することで、GPOCを製造できることが分かった。
表に示す配合について検討し、単位セメント量の1.3倍の量のスラッジ微粉末を添加した配合が、特殊混和剤を用いた従来のGPOCと同程度の性能（圧縮強度と透水性）を持つ結果となった。

配合設計

配合	W/C (%)	空気量(%)	s/a (%)	単位量(Kg/m³) 水	セメント	細骨材	粗骨材	SP	外割(後添加) A剤	B剤	スラッジ微粉末
混和剤	65.1	4.5	48.78	155	238	923	973	3.57	0.50	1.50	
スラッジ微粉末1.0	65.4	4.5	48.82	155	238	923	973	3.57			238
スラッジ微粉末1.3	65.4	4.5	48.82	155	238	923	973	3.57			309
スラッジ微粉末1.5	65.4	4.5	48.82	155	238	923	973	3.57			357



現場でのGPOC舗装の施工を模擬した大型試験体を作製し、現場透水試験を実施し、コアを採取して圧縮強度を調べた。
締固め方法の違い等がGPOCの圧縮強度と透水性に与える影響が定量的に分析できた。

【別紙】令和５年度の主な研究成果（テーマ②）

国土交通省
関東地方整備局

■ 研究概要

研究開発テーマ	偏光画像処理に基づく「見えにくい」路面性状認識についての技術研究開発
研究代表者	東京電機大学　教授　中村 明生
研究概要	非接触・広範囲の路面性状監視技術の開発 ● 路面の表面性状，すなわち性質・材質及び状態のうち水たまり，濡れ，凍結等の「見えない」「見えにくい」湿潤状態の認識に関して従来の画像処理手法と深層学習利用手法を提案・比較し，実地検証 ● 画像処理対象としては，偏光画像及び通常画像の両者とし，長所・短所を明確化して提案手法の実利用へ展開
研究期間内の達成目標	■項目1: 偏光画像の検証 i) 路面性状認識に重要な特徴量，撮影条件の調査 ii) ハンドクラフト特徴量と識別器による路面性状認識 ■項目2: 深層学習の導入及び路面性状認識手法の提案 i) 深層学習手法を導入し，通常画像を用いた路面性状認識の可否を調査 ii) CCTVカメラ画像，路温・気温・湿潤専用センサのデータの併用によるデータセット構築 ■項目3: 実用性の検証 項目1, 2の実用性に関して，積雪地の画像を利用して検証

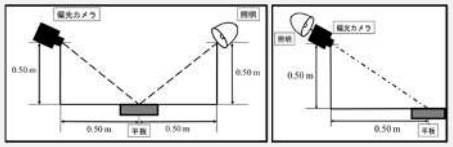
■ 研究項目及びスケジュール

研究項目	令和3年度	令和4年度	令和5年度
1.偏光画像の検証			
i) 偏光カメラで撮影した画像から得られる偏光度・偏光角度といった偏光パラメータを調整・調査し，路面性状認識のための特徴量，及び照明やカメラ角度等の撮影条件の明確化	←→	←→	←→
ii) ハンドクラフト特徴量設計と識別器の選定を行い，実際に路面性状認識手法の検討			←→
2.深層学習の導入及び路面性状認識手法の提案			
i) 深層学習手法を導入，従来の画像処理手法との比較	←→	←→	←→
ii) CCTV等既存監視カメラ網画像，既設置の路温・気温・湿潤専用センサのデータ，その他の併用によるデータセット構築	←→	←→	←→
3.実用性の検証			
項目1に関して，現場調査で撮影した偏光画像を利用した検証，項目2に関して，特別提供を受けたCCTVカメラ画像及びセンサデータ(路温・気温・湿潤)を利用した検証		←→	←→

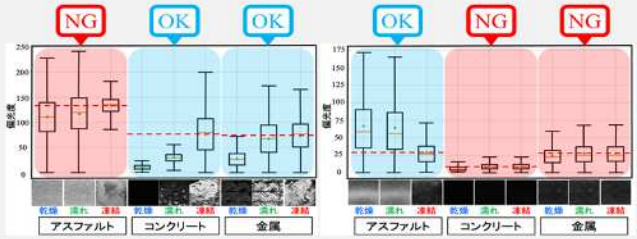
■ 令和５年度の主な研究成果

主な研究成果

■項目1: 偏光画像の検証
- (前提) 想定する湿潤状態: 乾燥・濡れ・凍結 / 対象路面材質: アスファルト・コンクリート・金属
- (内容) 撮影時のカメラと照明の位置関係が湿潤状態認識に及ぼす影響について調査
- (結果) アスファルトに関してはカメラと照明の向きを同一に設定した場合，コンクリート及び金属に関してはカメラと照明の向きを対向に設定した場合において湿潤状態の認識可能性



(a) 対向　(b) 同一
Fig. 1 照明とカメラの位置関係



(a)対向　(b) 同一
Fig. 2 路面状態，路面材質に関する箱ひげ図

■項目2: 深層学習の導入及び路面性状認識手法の提案
- (前提) 道路に設置されたClosed Circuit Television System (CCTV)カメラ映像から凍結路面を認識
- (内容) 深層学習技術の一つである異常検知手法を利用し，乾燥・濡れ，と凍結を認識
  - 精度向上のため，CCTVカメラ毎の画像データセットを自動構築
  - 3種のモデル(PatchCore, PaDiM, DifferNet)を比較，PatchCoreの場合に認識結果が最大
- (結果) CCTV画像を用いた凍結路面認識の可能性を示唆

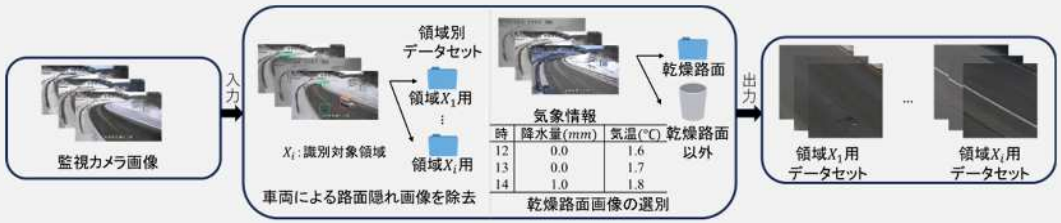


Fig. 3 異常検知による凍結路面認識に向けた各CCTVカメラ専用データセットの自動構築

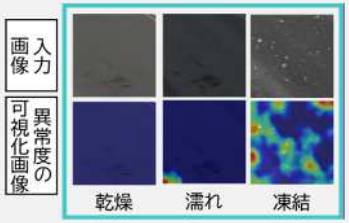


Fig. 4 凍結路面認識例 (左車線 / PatchCore)

TABLE I 凍結路面認識結果(AUROCで評価※)

車線＼モデル	PatchCore	PaDiM	DifferNet
左車線	0.9273	0.9089	0.8475
右車線	0.9829	0.8218	0.9273

※Area Under the ROC Curve，評価指標の一種．1.0に近いほど，認識性能が高い．

■項目3: 実用性の検証
- 項目1: 長野県上水内郡信濃町において現地調査，凍結路面を撮影した偏光画像を利用して検証
- 項目2: 長野県上水内郡信濃町国道18号，栃木県那須郡那須町豊原乙国道4号のCCTVカメラ映像及びセンサデータ(路温・気温・湿潤)の特別提供を受け，それらを利用して検証

※現地調査においては長野国道事務所，株式会社サンタキザワ，及び国土交通省 関東地方整備局にご協力いただいた．また，CCTVカメラ映像及びセンサデータは，国土交通省関東地方整備局から特別提供をいただいた．

【別紙】令和５年度の主な研究成果（テーマ③）

■ 研究概要

研究開発テーマ	河川監視カメラを用いた拡張現実についての技術研究開発
研究代表者	東京都立大学　教授　今村 能之
研究概要	河川水位が上昇する洪水時において、水位計の流失あるいは故障により計測ができない場合がある．対象箇所周辺の状況についてLidar搭載ドローンによる３次元河道計測データとAIを用いた河川監視カメラの画像解析による河川水面の抽出技術を組み合わせ，AR（拡張現実）型河川防災情報をリアルタイムで発信することが可能となる技術開発を行った．
研究期間内の達成目標	本研究では，AIモデルによるカメラ画像からの水位推定，LiDARドローンによる河川地形計測，河道解析モデルと水理特性データベースを構築する．また，これらのデータを用いて，河川監視カメラ画像に流速ベクトルと水深をリアルタイム表示するシステムおよび3次元に拡張した河川仮想空間モデルを開発する．

■ 研究項目及びスケジュール

研究項目	令和3年度	令和4年度	令和5年度
1.河川監視カメラを用いた拡張現実についての技術研究開発			
1)研究環境整備	↔		
2)データ収集整理	↔		
3)水理計算およびデータベース化		←→	←→
4)３次元河道データの計測および作成		←→	←→
5)カメラ画像から水面位置を抽出するAIの構築		←→	←→
6)3次元河道データ計測・AI抽出カメラ画像の空間座標推定			←→
7)AR型河川防災情報の作成			←→

■ 令和５年度の主な研究成果

主な研究成果

1. LiDARによる河道データの計測・作成
2. AIを用いた河川監視カメラ画像認識の改良
3. 水理特性データベースの作成
4. AR（拡張現実）型河川防災情報の作成
   - ・カメラ画像と水理特性の合成
   - ・仮想空間モデルの構築

1. LiDARによる河道データの計測・作成

３次元河道データの計測は，写真測量用カメラおよびLiDARを用いて，大芦橋河川監視カメラ付近を中心に，大芦橋から荒川水管橋までの区間を重点的に実施した．本データは，水理モデルおよびAR(拡張現実)型河川防災情報の構築に活用した．

2. AIを用いた河川監視カメラ画像認識の改良

カメラ画像からの水位推定は，水位が低い場合は護岸部を，水位が高い場合は大芦橋の橋脚部を用いて水位推定を行った．

3. 水理特性データベースの作成

水理計算には５mメッシュの地形データを用い，粗度係数は参考資料から低水路・高水敷に分けて設定した．上流端流量を10から6,000m³/sを段階的に与え，既存の水位・流量との関係，既往洪水の流出率などからモデル妥当性を確認して水理特性データベースを作成した．

4. AR（拡張現実）型河川防災情報の作成

・カメラ画像と水理特性の合成

カメラ画像と水理特性の合成には，ゲームエンジンであるユニティ・テクノロジーズ社のUnityを用いた．３次元座標上に表示させた物体の３次元座標値と河川監視カメラ視点からの２次元座標の関係を求め，カメラ画像の水面上に流速・水深に応じたマーカーを表示させるシステムを構築した．

・仮想空間モデルの構築

仮想空間モデルの構築には，ゲームエンジンとしてEpic Games社のUnreal Engineを用いた．LiDARにより計測した点群データを用いて河道地形およびその周辺の堤内地を再現し，具体的な形状は現地での写真を参考に植生，護岸，橋脚を配置した．水理特性データベースから推定水位に相当する流速ベクトル（Vx,Vy）を用いて仮想空間に反映させた．仮想空間モデルの操作は，自由な視点移動，リアルタイムでの河川水位面の反映，水位の調整，流向表示の切り替え，水流の抵抗力の再現などの機能を開発した．

AR（拡張現実）型河川防災情報の作成画面（左）および操作メニュー（右）

【別紙】令和５年度の主な研究成果（テーマ④）

■ 研究概要

研究開発テーマ	混和材大量使用締固めを必要とする高流動コンクリートの開発
研究代表者	東京理科大学　教授　加藤 佳孝
研究概要	本研究は，混和材を大量に使用した締固めを必要とする高流動コンクリートを開発し，従来コンクリートよりCO_2削減，施工の合理化および耐久性向上の実現を目指す．本年度は，鋼材腐食抑制方法の検討に必要な物質の透過に対する抵抗性のデータの取りまとめと，実構造物を模擬した標準的な配筋量の壁部材を対象とした施工実験を行い，施工性の評価を実施した．
研究期間内の達成目標	本研究では，呼び強度24N，27N，スランプフロー45～55cmで，混和材を大量使用することでCO_2排出量を削減したコンクリートの開発を目標とする．なお，混和材の使用量は，中性化による鋼材腐食への抵抗性によって決定されると想定されるが，これについては，配合を工夫し水分浸透抵抗性を向上させることで，最大限可能な使用量（適用範囲）を明確にする（検討(1)）． 試験室レベルで検討した結果に基づき，実構造物を模擬した実験を通して施工性および硬化体品質（品質変動）を検証する（検討(2)）． 以上の結果に基づき，研究期間内に混和材大量使用型締固めを必要とする高流動コンクリートのマニュアルを整備することを目標とする（検討(3)）．

■ 研究項目及びスケジュール

研究項目	令和4年度	令和5年度	令和6年度
1.　開発に関する基礎的検討	←→	←→	←→
1)配合設計手法の検討	←→ フレッシュ性状の網羅的理解	←→	
2)鋼材腐食抑制方法の確立	←→ 物質の透過に対する抵抗性の把握	←→	←→
2.　実大規模試験による検証		←→ 施工実験 施工性評価	←→ 硬化品質の測定
3.　マニュアルの整備			←→ マニュアル作成

■ 令和５年度の主な研究成果

主な研究成果

1. 開発に関する基礎的検討・・・硬化特性について，材齢28，91日時点での圧縮強度，静弾性係数は，N（OPC）と比較して同等程度であった．長さ変化は，乾燥開始から半年経過時点でN，B80，B70の順で大きい傾向であったが，1年経過時点では各配合間で同程度となった．長期的な傾向を把握するため，今後も測定を継続する予定である．中性化速度係数に関して，B70，B80はNと比較して2.2～2.8倍程度大きかった．また，水分浸透速度係数に関して，B70およびB80は，Nと比較して0.33～0.67倍と非常に小さいという結果となった（**図-1**）．また，塩化物イオン拡散係数に関しては0.14～0.20倍となった．

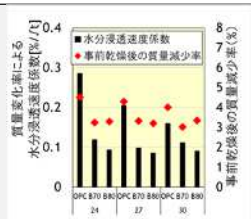


図-1　水分浸透速度係数

2. 実大規模試験による検証・・・実大施工実験に先立ち，市中のプラントで開発コンクリートの配合検討および試し練りを行った結果，市中プラントで製造し，施工場所までの予定運搬時間経過後も目標のフレッシュ性状が確保でき，強度についても呼び強度以上になることを確認できた．

実大施工実験の諸条件は**図-2**，**表-1**に示す通りであり，呼び強度27Nのコンクリートをポンプ圧送により型枠内に打ち込み，高周波バイブレータで締固めを行った．施工性の検証は，従来のスランプ12cmのコンクリートを標準的に施工した場合と比較することで行った．打込み完了後は，材齢5日で脱型し，材齢12日まで不透水性シートで覆って湿潤養生を行った．試験施工結果について，試験中のフレッシュ性状の変化は，SL12N：SL -1.0cm・Air -0.3%，SF45B80：SF +0.5cm・Air -0.7%，SF45B70：SF -0.5cm・Air -0.1%，SF45N：SF +0.5cm・Air +0.1%であり，ほとんど変化がなかった．**図-3**に各配合のSL12Nとの施工時間比を示す．本実験では，部材あたりのコンクリート数量が少ないため施工人員は変わらなかったが，開発コンクリートを使用することで施工時間は50%以上削減できることが確認できた．また，締固め時間を比較すると半分以下であることから，締固めに要する労力を低減できることが分かった．**図-4**に脱型後の充填状況を示す．目視評価結果について，いずれの配合とも表面に初期欠陥は確認されなかった．また，出来栄えは，標準的な打上がり速度2.0～3.0m/hよりも速く打ち上げたため（9.8～12.3m/h），打重ね線は生じなかったが，一部に軽微な沈みひび割れが生じた．目視評価法の点数は，一般的に「良」とされる範囲の中で4～1点に分類し，「3点」を現場で達成しうる平均的な品質としている．本実験の各No.の合計から求めた平均値は3.5～3.6点であり，全体的に良好な出来栄えであった．試験体と同様の養生を行ったテストピースの材齢28日の圧縮強度は，いずれの配合とも呼び強度27を上回っていた．

実大施工実験結果より，開発コンクリートの施工性は，従来のスランプ12cmと比較して施工時間を50%以上削減できることが分かった．また，施工時間の短縮に加え，締固めに要する労力の低減が可能となるが構造物に初期欠陥は発生せず，良好な出来栄えを確保できることも確認できた．

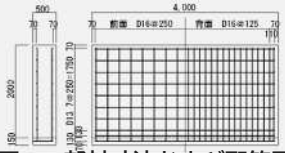


図-2　部材寸法および配筋図

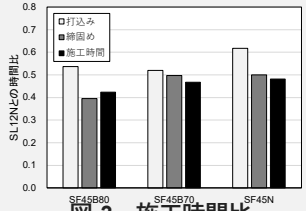


図-3　施工時間比

図-4　脱型後の充填状況

表-1　実験条件

記号	セメント種類※	SL・SF (cm)	締固め作業高さ (m)	標準的な施工方法 打込み高さ (m/層)	打込み間隔 (m)	締固め時間 (sec)	締固め間隔 (cm)	測定項目
SL12N	N	12	2	40～50	2～4	5～15	50以下	SL・SF / 空気量 / 温度/ 外気温 / 施工時間 / 充填状況 /初期欠陥/ 出来栄え
SF45B80	B80	45			流動距離 5m以下	5程度	50～100	
SF45B70	B70							
SF45N	N							

※N：普通セメント，B80・B70：基のセメント質量に対して高炉スラグ微粉末をそれぞれ80%，70%置換

【別紙】令和５年度の主な研究成果（テーマ⑤）

■ 研究概要

研究開発テーマ	電気化学的手法による酸性河川水の中和処理と水素回収
研究代表者	前橋工科大学　教授　田中 恒夫
研究概要	酸性河川水の中和処理では一般に、石灰などを用いた化学的手法が広く採用されている。その際、大量の中和生成物が発生する。加えて、貴重な鉱物資源を永久的に添加する必要がある。本研究では、石灰の使用量と中和生成物の発生量を抑制できる、酸性河川水の中和処理技術の研究開発を目的とした。ここでは、中和処理において電気化学的手法を適用することを提案し、その実用可能性について検討した。また、中和処理の際にセルより発生する水素の回収方法などについても検討した。
研究期間内の達成目標	活性炭素繊維電極を装着したセル（電解装置）を用いて通電実験を行い、電気化学的中和処理の可能性および設計・操作因子について詳細に検討する。また、通電の際には陰極から水素が発生するが、それを効率良く回収できるセル構造について検討する。さらに、セルをラボスケールからベンチスケールへと大型化し、その中和処理特性および水素生成効率などについて検討するとともに、現地（品木ダム水質管理所）にて通電実験を行い、実用性についても検討する。

■ 研究項目及びスケジュール

研究項目	令和4年度	令和5年度	令和6年度
1. ラボスケールセルを用いた通電実験			
1)セルの設計・操作因子	←→ 通電実験 データ解析	←→	
2)セルからの水素回収	←→ 組み立て 通電実験	←→ 通電実験 データ解析	
3)セルの大型化（ベンチスケールセル）		←→ 設計 組み立て	
2. ベンチスケールセルを用いた通電実験			
1)ベンチスケールセルの中和処理特性		←→ 組み立て 実験	←→ 通電実験 データ解析
2)セルにおけるイオン濃度の変化			←→ 通電実験 データ解析
3)セルの実用性（現地における実験）			←→ 通電実験 データ解析

■ 令和５年度の主な研究成果

主な研究成果

1. セルの設計・操作因子に関する研究
   ・陽極充填率の影響
2. セルからの水素回収に関する研究
   ・酸性河川水の電気分解
3. セルのスケールアップ
   ・反応器と多孔質電極の大型化

1. セルの設計・操作因子に関する研究

セルの設計・操作因子を検討するため、ラボスケールの装置を用いて通電実験（300mA）を行った。その結果、HRT：60分および15分の条件において、通電を開始してから10分後にpHは10以上となった。HRT：7分の条件では、通電終了時においてもpHは中性付近であった。電流：300mA、HRT：15分以上で酸性河川水はアルカリ性になることがわかった。すなわち、電気化学的手法による中和処理は可能であること、HRTは重要な操作因子であることが確認できた。

次に、電流を変化させて通電実験を行った。HRTと同様に、電流によりpH上昇の程度は大きく変化すること、すなわち電流も重要な操作因子であることがわかった。

さらに、セルの設計因子を検討するため、ラボスケールの装置を用いて、ACF（円筒形活性炭素繊維）の体積を変化させて実験（電流：300mA、HRT：60分、通電時間：120分）を行った。ACF体積（充填率）の減少にり、pH上昇の程度は大きく低下した。 ACFの充填率は重要な設計因子であることがわかった。

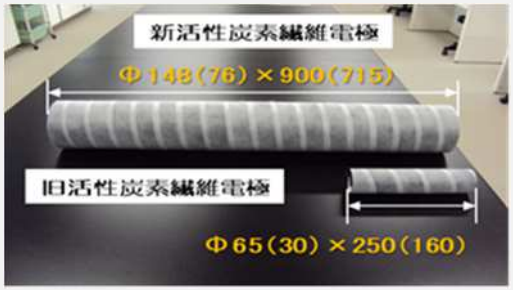
2. セルからの水素回収に関する研究

通電時の水素発生量を把握するため、ガラス製のセル（水素回収用）を構築して実験を行い、ガス発生量と水素濃度を測定した。ガス発生量はファラディー則より求めた理論量と概ね一致した。水素濃度は最大88%であった。酸性河川水の電気分解により、電流やHRTによらず水素は確実に発生することが確認できた。

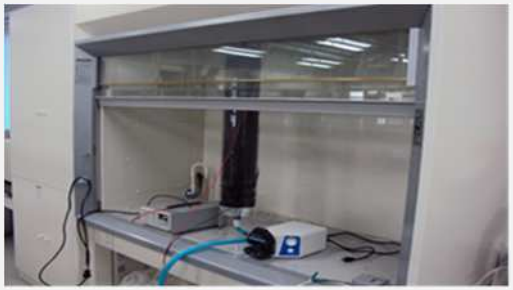
また、ラボスケールセルを用いた実験では、発生ガスはガスホルダーに溜まらず、セルの上部より外部に漏れていたため、ガス（水素）を回収できるようにするためには、セル上部の構造を改良する必要があることがわかった。

3. セルのスケールアップ

上記の実験結果に基づいて、ベンチスケールのセルを構築した（下図）。ラボスケールの反応器の有効容量は約0.5リットル程度であったが、ベンチスケールセルのそれは約12リットルである。被検水の酸性河川水の供給はローラーポンプ、通電は直流安定化電源を用いて行う。また、水素回収はセルの上端部に回収装置を取り付けて連続的に行う。今後は、ベンチスケールセルを用いて、連続方式の通電実験を行い、電気化学的中和処理の再現性などについて検討を行う。



新電極と旧電極（陽極）



ベンチスケール中和処理システム

【別紙】令和５年度の主な研究成果（テーマ⑥）

■ 研究概要

研究開発テーマ	副産物・廃棄物のみを主原料とする持続可能なジオポリマーコンクリートによる建設分野の脱炭素への取組
研究代表者	横浜国立大学大学院　教授　藤山 知加子
研究概要	本研究は，石炭灰を原料としてセメントを一切用いないジオポリマーコンクリートの技術開発により実環境下で実物大の構造部材施工を行うことで，長期的な構造性能検証に資する知見を得るものである．同時に，今後石炭火力発電や製鉄高炉の利用減少とともにそれらの副産物である石炭灰や高炉スラグの量も減少が見込まれることを念頭に，新たなジオポリマーコンクリート材料として汚泥焼却灰の利用可能性を検討する
研究期間内の達成目標	A.高吸水性粉体のジオポリマー固化技術の開発： 新たな材料によるジオポリマー化は成功したが，目標強度に達していない． B.プレパックド方式ジオポリマーコンクリートの開発： 目標を達成．自己充填ジオポリマーモルタルによる現場施工を実施済み． C.クリープ試験，疲労試験：およびD.実環境における部材の長期計測およびシミュレーション： 計画通り着手．（データ取得に時間がかかるため達成度の評価は無し）

■ 研究項目及びスケジュール

研究項目	令和4年度	令和5年度	令和6年度
A. 高吸水性粉体のジオポリマー固化技術の開発	←→	←→	←- - -→
B. プレパックド方式ジオポリマーコンクリートの開発	←→	←→	
C. クリープ試験，疲労試験		←→	←→
1）クリープ試験		←→	←→←- - -→
2） 疲労試験		←→	←→
D. 実環境における部材の長期計測およびシミュレーション		←→	←→

■ 令和５年度の主な研究成果

主な研究成果

1. 汚泥灰と同様に吸水性の高い火山性泥において，メタケイ酸ナトリウム9水和物（粉体）をアルカリ源としてジオポリマーとして固化する手法の適用可能性を見出した．

2. 石炭灰ベースの自己充填ジオポリマーモルタルの流動性に温度および高炉スラグ置換が及ぼす影響を明らかにした．

A.高吸水性粉体のジオポリマー固化技術の開発：

前年度，汚泥焼却灰を用いて，石炭灰を用いた場合と同様のアルカリ溶液を用いた通常法によるジオポリマー製造を様々な配合パターンおよび養生条件にて試みたが，目標としていた圧縮強度30MPaには至らなかった．このため，今年度は汚泥灰と同様に吸水性の高い火山性泥で実積のある「乾式混合法」を適用したが，目標の強度は得られなかった．次に今年度新たに，高炉スラグ微粉末をバインダーとした固化実験を実施した．結果，一軸圧縮強度が30MPaを超える固化体を得た．ただし，これはシリカの縮重合反応によるジオポリマー固化体ではなく高炉スラグの水硬性（他の化学反応）による固化体である．学術的な定義ではジオポリマーとは異なるが，汚泥焼却灰を用いてかつ副産物をバインダーとした十分な強度の固化体の製造した点では，目標を達成することはできたと言える．

B.プレパックド方式ジオポリマーコンクリートの開発：

本項目は昨年度既に石炭灰を原料として目標達成していたが，今年度はさらに実用化に向けて，材料の温度管理値の把握と養生温度抑制に向けて，「材料保管温度および練り混ぜ時温度がフレッシュ性状に及ぼす影響」および「石炭灰の一部を高炉スラグに置換がフレッシュ性状と硬化後特性に及ぼす影響」の把握を目標に，追加の配合検討を行った．この結果，練り混ぜ時の気温が低いとSCGMの粘性が高くなり，自己充填性に悪影響を及ぼすが，粘性の改善には事前の材料の加温が最も効果的であることを確認した．また，練り上がり後の一定時間自己充填性を保つためには石炭灰の高炉スラグ置換率は15%程度が上限と考えられ，その中で置換率は高いほど流動性が減少するが，置換により打設直後の養生温度を低減できる効果を確認することができた．

C.クリープ試験，疲労試験：

複数のジオポリマーコンクリートの配合について，クリープ試験および乾燥収縮測定を開始した．無応力状態での乾燥収縮測定は，実験室内だけでなく屋外（降雨や日照条件の異なる複数地点）にて実施し，ジオポリマーコンクリートの実用化に向けた基礎データを取得中である．本研究助成で開発した様々な材料のジオポリマーコンクリートおよびセメントを用いた基準供試体について，曲げ疲労試験の予備実験を実施した．

D.実環境における部材の長期計測およびシミュレーション：

実構造物スケールを想定したジオポリマーコンクリート梁の配合設計および構造設計を行った．屋外での温度湿度とともに長期の変形計測を行う予定地の視察を行い，必要な特注治具の設計および計測装置の選定・試験計測を実施した．

【別紙】令和５年度の主な研究成果（テーマ⑦）

■ 研究概要

研究開発テーマ	導水路トンネル維持管理のための損傷自動検出手法についての技術研究開発
研究代表者	東京大学大学院　特任准教授　全 邦釪
研究概要	農業・工業用水や都市用水の供給，洪水時の内水排除といった重要な役割を担っている導水路トンネルの損傷や劣化が近年顕在化している．そこで，導水路トンネル維持管理の効率化のため，(1) 画像解析AIによる損傷検出と位置同定手法の構築，(2) UAVによる撮影システムの構築，という2項目の研究開発を進め，そして両者を統合させたシステムの提案を目的とする．
研究期間内の達成目標	本研究では導水路トンネルの適切な維持管理を実現するため，導水路トンネルを対象とした撮影手法構築，損傷検出手法構築を目的とする．研究期間は3年間を計画しており，２年目である令和５年度は，令和４年度に構築を開始した損傷検出手法について，適用範囲を広げるとともに，精度も向上させる．また，令和４年度に見出した，損傷検出に必要となる撮影条件をもとに，UAVによる新たな撮影方法や，撮影画像を結合する手法，点群を生成する手法についても検討・開発を進める．

■ 研究項目及びスケジュール

研究項目	令和4年度	令和5年度	令和6年度
1. 画像解析AIによる損傷検出と位置同定手法構築	←	―	→
1）画像解析AIの高精度化についての研究開発	←	―	→
2）学習データが不足した場合のデータ拡張手法提案	←	―	→
3）損傷位置同定手法の構築			↔
2. UAVによる撮影システムの構築	←	―	→
1）損傷を検出するために必要な撮影条件の調査	↔		
2）1)を満たす撮影システム構築		↔	→
3）画像結合手法の構築	←	―	→

■ 令和５年度の主な研究成果

主な研究成果

1. 画像解析AIによる損傷検出と位置同定手法構築
・多種多様な大きさの腐食損傷を高精度に検出でき，位置評価もできる画像解析AIの構築に成功
2. UAVによる撮影システムの構築
・大幅省力化されたUAVによる撮影手法の構築に成功
・3次元点群の出力，カメラ位置の出力に成功．高い精度についても確認．

1. 画像解析AIによる損傷検出と位置同定手法構築

本テーマについては，昨年度より検討を行っており，導水路トンネルの損傷検出にはYOLOv7というアルゴリズムが精度・速度面を勘案すると適しているという結果を得た．ただし昨年度の段階では，大きすぎ/小さすぎる損傷については検出精度が低下するという課題があった．そこで本年度の研究ではYOLOv7アルゴリズムをもとに，様々な大きさの損傷を検出する層を用意し，その組み合わせにより多種多様な大きさの損傷を評価するというモデルを新たに構築した．その結果，昨年度の課題を解決することができた．また，損傷の画像内位置についても精度良く評価することができている．

図１：画像解析AIによる損傷自動検出結果．右図の赤く塗られた部分が自動検出された損傷．

2. UAVによる撮影システムの構築

本年度は昨年度に明らかにした輝度などのUAV撮影条件を反映させた撮影手法を考案した．以下の図２のように，２人体制での撮影が可能であり，これまでの撮影車両を導水路トンネル内部に持ち込むというコスト・時間・労力のすべての面において大変だった作業が圧倒的に簡略化される．

また，このようにUAV撮影した結果から，Structure from Motion（SfM）技術により，３次元点群を構築することもできた．ただし，UAVを複数回飛ばしているため，それらから得られる点群のレジストレーションは必要であり，そのためにヘルマート変換を行うシステムを構築した．また，SfMを行うことで，撮影位置/カメラ方向の角度についても評価することが可能である．カメラの位置と方向をプロットした結果について図３に示す．このようにカメラ位置がわかれば，どのような損傷がトンネル内のどこに位置しているか，グローバルな３次元位置を得ることが可能となる．

図２：北千葉導水路でのUAV撮影の様子

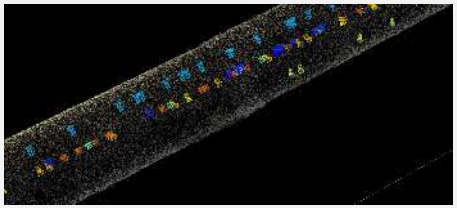


図３：再現点群と，カメラ位置可視化

【別紙】令和５年度の主な研究成果（テーマ⑧）

国土交通省
関東地方整備局

■ 研究概要

研究開発テーマ	拡張現実表示を用いたインフラスマート点検および技術者養成のための支援システムの開発に関する研究
研究代表者	横浜国立大学大学院　准教授　田村 洋
研究概要	社会インフラの点検業務は重要であるが，その作業環境は過酷といえる．本研究では，インフラ点検業務の支援システムを開発し，過酷な環境における点検業務のスマート化を図る．これにより時間短縮，作業ミスの削減，点検の高度化，イメージアップを成し遂げ，インフラ点検の新しいモデルケースを示すことを目指す．また，次世代の技術者の養成に役立てることも目指す．
研究期間内の達成目標	・目標１：橋梁を対象とした点検支援システムの考案 ・目標２：点検現場への点検支援システムの具現化により支援システムの有効性を評価 ・目標３：支援システムの新人技術者教育への転用とその有効性の評価

■ 研究項目及びスケジュール

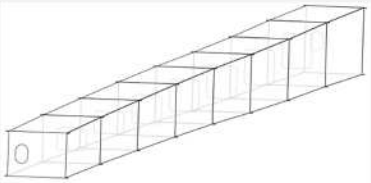
研究項目	令和4年度	令和5年度	令和6年度
1. 橋梁を対象とした点検支援システムの考案			
1)資料収集，対象構造物の選定	↔	↔	
2）実装機能の精査	↔		
3)対象構造物の3次元モデル化	↔	↔	
4)実装機能の開発・キャリブレーション	↔	↔	↔
5)実証実験と実用性確認		↔	↔
3. 支援システムの教育への転用			
1）技術教育ツールの開発			↔
2）研修会の実施と実用性評価			↔

■ 令和５年度の主な研究成果

主な研究成果

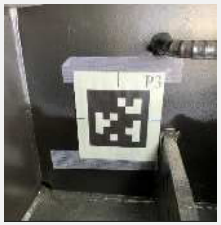
1. 対象橋梁を3次元モデルで再現
2. 持ち込みデバイスに種々の機能を実装
3. 位置合わせ機能を中心に対象橋梁においてシステムキャリブレーションを実施
4. 実用性の観点から位置合わせ精度向上に関する研究を実施

1. 対象橋梁としては電波による点検支援が期待できない閉塞環境として鋼箱桁を有する道路橋を選定し，鋼箱桁の約50mの区間を3次元モデルで再現した．



2. 持ち込みデバイスに実装した機能としては，まず，点検現場で使用しやすいようにアプリのデザインを行った．位置調整ボタンのレイアウトやハンバーガーメニューの配置，画面の自動回転といった画面上のデザインを中心に行い，橋梁点検支援システムの実用性を向上させた．そのほか，次に述べる位置合わせ精度を向上させるためのマーカ機能，平面検出ON/OFF機能の実装を行った．

3. システムキャリブレーションとしては，拡張現実表示において肝要となる3次元モデルと実橋の位置合わせ精度が不十分であることが現場実験で判明したため，誤差を低減するため，マーカ型位置合わせ機能を開発した．マーカ型位置合わせ機能では，点検範囲内のダイヤフラム毎に設置されたマーカの認識によるARオブジェクトの再配置と，マーカ間移動時での平面検出機能の実装により，拡張現実表示による橋梁点検支援システムの高精度化を図った．



4. 位置合わせ精度の向上に関しては，システムの精度検証を重ね，ユーザー移動による誤差発生のメカニズムの解明を試みた．最終的に，ユーザー移動による誤差は拡張現実空間上座標系と現実空間上座標系の間に発生するずれであることが分かった．これにより，ユーザー移動による誤差を低減するためには，拡張現実空間上座標系と現実空間上座標系の間に発生するずれを補正する必要があることが分かった．また，今年度開発したマーカ型位置合わせ機能によって，ユーザー移動時に発生する誤差が低減されることを確認した．現場における重畳の状況の一例を右に示す．

【別紙】令和５年度の主な研究成果（テーマ⑨）

国土交通省
関東地方整備局

■ 研究概要

研究開発テーマ	わだち掘れ簡易評価手法の開発と，MCIの自動算出による点検業務の生産性向上
研究代表者	東京大学大学院　教授　長山 智則
研究概要	車載カメラによるわだち掘れの定量評価技術を開発し、既開発の平たん性とひび割れ率の評価技術と組み合わせることで１台の簡易装置だけで舗装維持管理指数MCIを算出する。パトロールデータから補修,計画立案を可能とし、生産性向上に貢献する。
研究期間内の達成目標	令和４年度に開発されたわだち掘れの評価手法の精度改良およびMCIの精度検証を実施 - 目標１：カメラパラメータの更新手法を開発し、横断形状の推定精度を改良する。 - 目標２：特徴点検出性能を改善し、光条件不足の路面における横断形状の推定精度を向上させる。 - 目標３：開発したわだち掘れ評価手法に加え、平たん性とひび割れ率と組み合わせることで,MCIを専用車並みの精度で算出する。

■ 研究項目及びスケジュール

研究項目	令和4年度	令和5年度	令和6年度
1.車載カメラによるわだち掘れの定量評価技術を開発			
1)白線や影等の特徴量を利用したわだち掘れ評価	←→		
2)一般道路に適用するわだち掘れ評価	←→		
2. 検出精度向上、精度の明確化			
1)カメラパラメータの更新による精度改良		←→	
2)特徴点検出性能向上による精度改良		←→	
3)MCI精度検証		←→	
3.解析ロジックの自動化、サーバ実装・可視化			←→

■ 令和５年度の主な研究成果

主な研究成果

1. カメラパラメータの更新手法を開発し、横断形状の推定精度を改善することが実現した。
2. 従来手法のLoFTRと新たに提案したテンプレートマッチングの組み合わせにより、特徴点検出性能を改善し、光条件が不良の路面における横断形状推定の精度を向上させた。
3. わだち掘れ評価手法に加え,平たん性とひび割れ率と組み合わせることで、MCIを専用車並みの精度で算出することに成功した。

1. 令和４年度に開発されたわだち掘れの評価手法では、車両走行時にカメラの角度や走行位置に大きな変化が発生すると、鳥瞰画像が正確に変換できないため、路面横断形状の推定において大きな誤差が生じる。

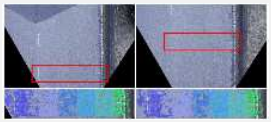


図1: 画角変更なし、鳥瞰変換が正確
(特徴点数：10604点)

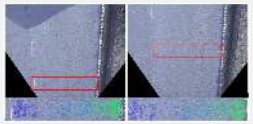


図2: 画角変更あり、鳥瞰変換が不正確
(特徴点数：4300点)

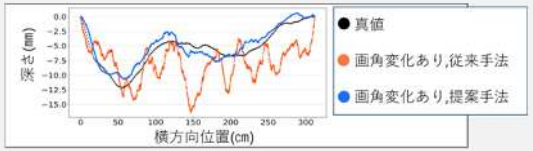


図3：横断形状の推定結果

今年度には、GAを適用することで鳥瞰変換パラメータ（カメラの角度や走行位置）の最適化を行う手法を開発した。それによって、従来の手法に比べて、より正確な鳥瞰画像が得られるとともに、横断形状やわだち量の推定精度が大幅に向上したことが確認された。

2. 令和４年度に利用した特徴点マッチングの手法(LoFTR)は、光不足やボケの影響を受けた画像に対して、得られる対応特徴点数が不十分である。そのため、横断形状の推定においては大きな誤差が生じる。

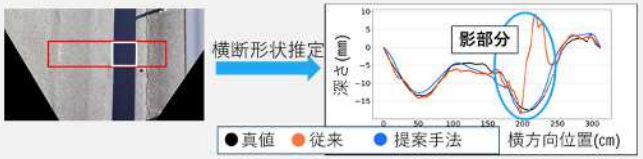


図4：光不足箇所における提案手法の精度改良効果

表1：計算コスト(時間)の改良効果

	精度	時間
テンプレートのみ	○	900秒
提案手法 (LoFTR&テンプレート)	○	235秒

削減

今年度には、計算コストは高いものの密なマッチングが可能なテンプレートマッチング手法を適用した。その結果、画像の条件を問わず多くの対応特徴点が得られるようになり、わだち掘れ形状の推定誤差が従来と比べて大幅に減少できたことが確認された。また、従来のLoFTRとテンプレートマッチングを組み合わせることによって、光不足やボケの影響を受けた箇所の誤差低減に加え、計算コストの増加も抑えられることが確認された。

3. わだち掘れ評価に加え、既開発の平たん性とひび割れ率の評価技術と組み合わせることで、１台のスマートフォンだけで舗装維持管理指数MCIを算出した。路面性状測定車の計測値と比較したところ、同程度の精度を有することが確認された。

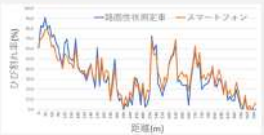


図5-a：ひび割れ率

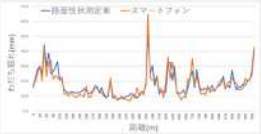


図5-b：わだち掘れ

図5-c：平たん性

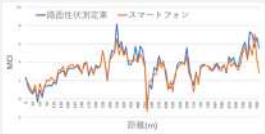


図5-d：MCI

【別紙】令和５年度の主な研究成果（テーマ⑩）

■ 研究概要

研究開発テーマ	人間とAI協働型画像損傷セグメンテーションの開発
研究代表者	埼玉大学　准教授　党 紀
研究概要	橋梁維持管理、災害調査に関わる業務において、近年AI、UAV、IoTなどの先端技術を活用して、インテリジェンスな橋梁管理手法が求められている。特に地方自治体やコンサルタント会社におけるUAV橋梁点検、AIによる損傷認識のニーズが高まっている。本研究では、初期訓練された固定されたAIではなく、実用しながら点検者の経験と修正を加えて仕上げて行き、使えば精度が高くなるAIを提案して、実用方法を提示して、その有効性を検証する。
研究期間内の達成目標	本研究では今までの研究を踏まえて、下記の技術の実現を目的としている。 (1)現複数損傷を認識するセグメンテーションAIの訓練を実施する。 (2)現場写真を用いた増強AIを提案して、その効果を検証する。 (3)人間と機械の協働するプラットフォームの土台を構築する。 (4)AIが自動的に再訓練されるアプリを開発する。

■ 研究項目及びスケジュール

研究項目	令和4年度	令和5年度	令和6年度
1. 複数損傷を認識するセグメンテーションAIの訓練。			
1)データの抽出・ラベリング・AIの訓練	←→		
2. 現場写真を用いた増強AI			
1)背景写真増強		←→	
2)3次元損傷モデルの作成		←→	
3)プロットタイプAPPの開発		←→	
3. YoloV5に基づいた損傷検出スマホアプリ			←→
4. 人間と協働型AIを実装したアプリの開発			←→

■ 令和５年度の主な研究成果

主な研究成果

2. 現場写真を用いた増強AI
1)背景写真増強
2)少数アノテーション写真による増強
3)プロットタイプAPPの開発

2. 現場写真を用いた増強AI

1)背景写真増強

訓練済みのAIモデルをそのまま使うのではなく、２、３枚現場の雰囲気写真を使って仕上げ訓練を実施することで、背景を損傷として誤認識を減らし、精度を向上する方法を提案して、日本の橋梁と背景や形式が異なるケニアで調査した橋をベンチマークとして検討を行った。
Case1:点検調書画像のみで訓練したAI
Case2:少量検証橋梁のデータと点検調書で学習したAI
Case3: 既存のAIモデルをもとに、ファインチューニング
Case4:既存のAIモデルをもとに、転移学習
その結果を図1に示しているように、Case4ではもっといい損傷認識効果が得られた。

2) 3次元損傷モデルの作成

個々の二次元損傷写真からではその損傷箇所が把握できず、従来の2次元的損傷管理から脱皮し、構造物の三次元損傷モデルを構築することで、橋梁の損傷をより効率かつ正確的に捉えることができる。ここでは，損傷セグメンテーションされた画像に対してStructure from Motion (SfM)とMulti View Stereo (MVS)と呼ばれる技術を適用することによって3D損傷モデルの作成を実施した.図-2に作成した3D 損傷モデルの例を示している.こちらのモデルは414枚 の画像を用いて作成されており，隣り合う画像同士の特 徴点の一致率を計算したオーバーラップ率は47.0%であった.いずれのモデルにおいてもセグメンテーション 情報を3Dモデルに正確に反映可能であった。

3)プロットタイプAPPの開発

さらに、訓練されたAIを現場でも実用するように、AI損傷認識を組み込めたスマホアプリの作成を試みた。このプロットタイプAPPではiPhoneやiPadなどのiOSスマートデバイスに向き、Swiftによる構成した。作成されたアプリでは、橋梁情報システム(BMS)の枠組みの上に、スマホを点検現場に持ち込みその場で点検報告するUIを設け、さらに撮影された写真に対して、Yolo v5を用いたAI損傷認識を行う機能を設けた。

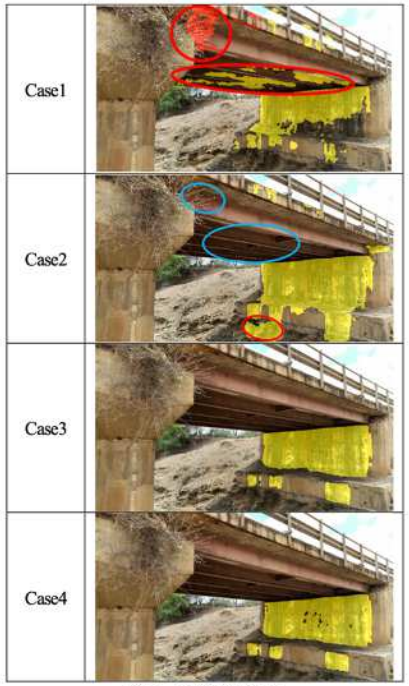


図-1　損傷検出結果

図-2　3D損傷モデル