

令和 5 年 6 月 29 日現在

機関番号：17301

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2018～2022

課題番号：18K04305

研究課題名（和文）橋梁狭隘箇所の変状認識を目的とするGNSSを援用したUAV自律航行システムの開発

研究課題名（英文）Development of UAV-autonomous control system with GNSS for monitoring bridge members in narrow spaces.

研究代表者

奥松 俊博（Okumatsu, Toshihiro）

長崎大学・工学研究科・教授

研究者番号：30346928

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,400,000円

研究成果の概要（和文）：橋梁維持管理に対し、環境変動によって生じる構造力学上の問題を対象とし、UAVによるインフラ点検時の安全性確保を含めた検証を行うことを本研究の目的とする。対象とする箇所を支承部に設定し、機能上の劣化を数値解析および実験より把握するとともに、移動体による点検を支援するためのシステム構築および実証を行った。

研究成果の学術的意義や社会的意義

インフラ維持管理の複雑性を考慮すると、点検や状況確認に要する検討が十分になされていないのが現状である。本研究は、狭隘箇所であり、且つ劣化が生じやすい橋梁支承部やその周辺部などの維持管理に焦点を当てたものである。環境要因による支承部付近の応力発生メカニズムを解明するとともに、省力化手段として導入が期待されているUAVを援用した、安全で効率的なインフラ維持管理手法を提案した。本手法の有効性や運用上の課題について数値解析と実験の両面から評価を行った。本研究によって得られた成果をより発展させることで今後のインフラ維持管理の質的向上に貢献できると考えている。

研究成果の概要（英文）：The object of this research is aimed for solving structural problem induced by environmental effect such as temperature distribution of bridges. This research also deals with the UAV application for bridge maintenance including aerial risk management. Specific maintenance object/point is set to the bridge supports since the location are to be narrow and difficult for periodic inspection. Functional deterioration of the member and UAV monitoring system which supports maintenance/inspection are evaluated by the series of the numerical analysis and/or experiments.

研究分野：維持管理工学

キーワード：橋梁維持管理 i-construction GNSS UAV 橋梁支承 SfM 温度変化

## 1. 研究開始当初の背景

少子高齢化に伴う労働人口の減少や社会インフラの老朽化に伴う維持管理業務の増加により、建設に携わる技術者の業務の在り方が問われる時代となった。i-Construction は、今後の建設や維持管理の方向性を変えるものと位置付けられ、建設マネジメントの観点からも期待が寄せられている。その一方で、インフラ維持管理の複雑性を考慮すると、点検や状況確認に要する検討が十分になされていないのが現実である。課題の特定とそれに対する対策が必要である。特に橋梁の維持管理においては、点検対象が狭隘箇所にあること、省力化の手段として導入が期待されている UAV は安全上、位置確定や制御が重要となることなど運用上の未確定事項が存在する。支承およびその周辺部の変状の確認方法に加え、支承装置の稼働状況や周辺部の応力状態についてもそのメカニズムを含めた解明が必要である。

## 2. 研究の目的

社会インフラの観測体制の構築、橋梁支承部など局所的かつ狭隘な部分の外観や機能劣化状態の早期把握は、構造物の長寿命化や、安全が担保された供用につながる。本研究では、橋梁維持管理に対して影響を与える温度変化など、環境要因の究明、またそれに伴い発生すると考えられる桁端部周辺の応力集中や支承自体の機能不全など環境変動によって生じる構造力学に関する問題を対象とし、その上で UAV の飛行時の安全性確保を含めた検証を行うことを目的とする。維持管理上、本研究が重点的に対象とする箇所を支承部に設定し、機能上の劣化を数値解析および実験より把握するとともに、移動体による点検を支援するためのシステム構築および実証を行う。

## 3. 研究の方法

本研究では、橋梁維持管理上の着目点を整理した上で、移動体の位置情報や制御を支援するシステムの開発と検証を行う。具体的な項目を以下の4要素に設定し段階的に調査・解析・実証実験を実施した。各項目の概要を以下に示す。

### (1) 移動体位置管理および制御情報の高度化に関する検討

移動体位置情報のロバスト性を高めるための方策として、自動追尾型トータルステーション（以下 TS）を採用した観測システムを開発し、フィールドでの検証を行う。

### (2) 小型カメラによる橋梁支承部の挙動・変状検出に関する検討

移動体から任意の距離にある狭隘箇所（支承装置）の変状確認を目的とし、小型カメラを用いた変状検出装置を構成、フィールドおよび実橋における検証を行う。

### (3) 温度変化による橋体変状の把握と支承部付近の応力状態の解明

特に偏った日射を受ける橋梁では、左右の支承の移動量に設計時では考慮していない差（偏り）が生じる可能性がある。これにより橋体および支承部付近には応力集中の発生が予想される。実橋環境および変状計測を行い、周期的なトレンドについて把握した上で、観測データを用いて支承部付近に集中する応力状態を 3D 有限要素解析により解明する。

### (4) GNSS 情報に基づく移動体経路決定に関する検討

移動体より橋梁を観測する場合、獲得画像の精細さと第三者被害を含めた安全性はトレードオフの関係となる。維持管理対象の橋梁には、一般に主塔やアーチなどが、観測箇所の上部に位置することになり、これらが位置確定のために移動体に搭載された GNSS の障害物となり得る。移動体の航行上の懸念材料となることから、予め位置精度に与える影響を把握することが肝要となる。本項では、対象橋梁の 3D 点群データ、GNSS 軌道履歴情報、DOP（位置精度劣化情報）による移動体経路決定を構築、数値解析的検討を行う。

## 4. 研究成果

### (1) 移動体位置管理および制御情報の高度化に関する検討

移動体には通常 GNSS が搭載されているが、位置精度のロバスト性を向上させるため、本研究では自動追尾型 TS を採用した移動体の位置把握の方式を検討し、移動体上に設置した 360° プリズムを自動追尾する方式を採用した（図-1）。基準点からの移動体が視通が一時的に途絶えた場合や移動体の位置変更など実際の運用を想定し、追尾可能距離、追尾角速度、測定時間間隔および測距精度を実験的に検証した。ここに基準点から対象物までの距離は、実現場への設置を想定して 100m 程度としている。TS による自動追尾・計測用ソフトは仮想計測器

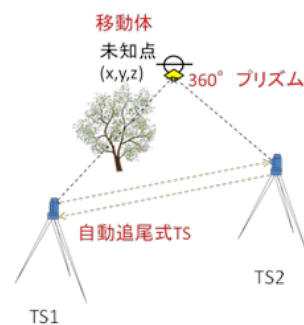


図-1 移動体追尾方式

ソフトウェア LabVIEW を用いて作成、PC 画面上には対象構造物や付近の地物座標とともに3次元的位置表示に対応できるように設定してある(図-2)。観測結果を図-3に示す。移動体までの距離を100m、移動速度4m/sとした場合の移動体の欠損率(ロスト率)は30%程度と高い数値であったが、3m/sと減速することで10%程度に改善する結果を得た。TSそのものが光学機器であるため、環境照度も機器の制御に影響するため、本システムを用いた対象構造物の観測は運用上上記の数値以下とすることが望ましい。

## (2) 小型カメラによる橋梁支承部の挙動・変状検出に関する検討

移動体へのカメラ搭載に関しては、光量が少ない狭隘箇所への撮影を対象とすることから、変状抽出用デバイスとしてタイム(ナイト)ラプス機能を有する小型デジタルカメラ(Gopro Hero5 session: 1000万画素)を選定した。実証実験に際してはステレオ写真の原理および画像処理より、対象物の任意の位置に貼付したターゲットシールの3次元位置を確定するためのシステムを構築した。

対象構造物は敷地内に移設された実橋の旧支承(図-4)である。同図後方に写るケージは実験フィールド内でのUAV飛行および撮影の際に使用したものである。図-5は、セオドライトで計測した座標値とともに変状比較の基準として用いた3Dレーザスキャナによる点群データ画像である。任意に支承変位を発生させたときの画像から本システムにより抽出した対象ターゲットの3次元座標の誤差率は面内方向において3%程度であることを確認した。奥行き方向の抽出精度については、実験の過程において、3次元カメラ設置位置が敏感に影響する結果となった。照度が極端に少ない夜間時撮影については、ナイトラプス機能の使用により、画質自体は改善したが、カメラを用いた狭隘箇所への撮影には、実質、別途2次的な光源の利用は避けられないという結果に至った。

実験フィールドでの検証後、当該システムを実橋支承の変位検出に適用し、その有効性について検討した。対象橋梁は橋長約150mの鋼ランガートラス桁橋(1本ローラ支承)である。別途実施した鋼材表面の温度計測結果(後述)により、日温度差は日射面において10~20℃であることを確認している(橋体の平均的な温度変化を10℃と仮定した場合、支承水平方向の日変位は約15mm程度)。本計測システムを用いての支承部の撮影状況を図-6に示す。3次元計測に加え、水平成分のみを対象とした計測についても行った。夜間撮影もしくは狭隘箇所への撮影については2次的な光源が必要であると判断したため、カメラと支承間にLED光源を設置することとした。変位基準を桁端部に設置したシリンダー式変位計の観測値とし両者を比較した結果、実橋においても実験フィールドで得られた結果と同様の値であることを確認した。支承回転成分の検出には至っていないが、ターゲット貼付位置などを適宜調整することにより、水平成分同様の抽出が可能と考えている。

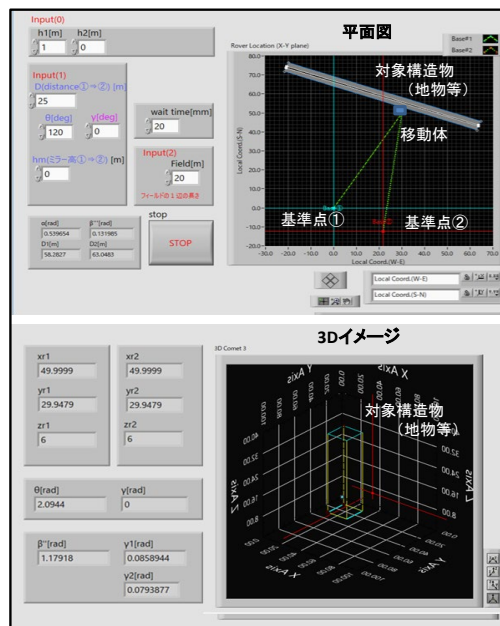


図-2 移動体の追尾状況

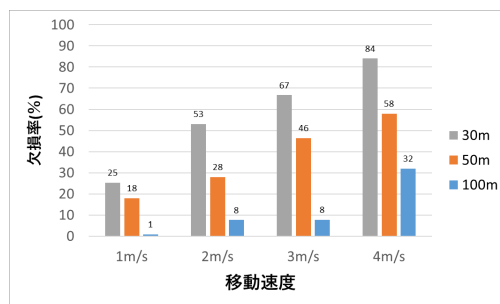


図-3 移動体速度と欠損率



図-4 支承装置及び変状抽出

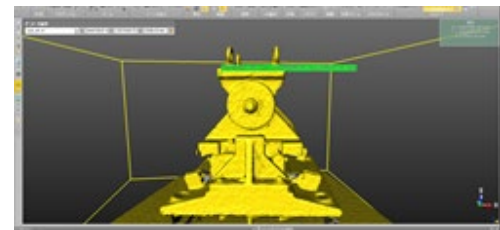


図-5 支承 3D 点群表示



図-6 支承の変状(変位)検出



### (3) 温度変化による橋体変状の把握と支承部付近の応力状態の解明

橋体温度が平均的に変化する場合、橋軸方向の橋体の伸縮は左右の支承部において同等と考えられるが、橋体に対する日射の方向に顕著な偏りがある場合、左右の支承部に偏差が生じる可能性がある。その結果、橋体また支承部付近に顕著な応力集中が発生することが予想される。維持管理の効率化の観点から、予め支障発生個所を予測することは有効であり、長期的な維持管理を支援できるものと考えられる。ここでは、日射の影響が顕著に異なる橋梁を対象にした検討を行う。温度等の環境計測およびそれに伴う桁端部の橋軸方向変位を計測し、周期的な変状を把握した上で、これらの観測結果を反映した3D-FE解析により、温度変化が橋体に与える影響について精査することとした。

対象橋梁は上述の鋼ランガートラス桁（図-7）である。北方より $-62^\circ$ の方向で架設されていることから、年間を通して日射の偏りが生じている。図-8は2019年9月上旬7日分の橋体温度変化および桁端部における橋軸方向変位を表す。日射面-非日射面の同一時間における偏差は、温度において $15\sim 20^\circ\text{C}$ 前後、橋軸方向変位において $5\text{mm}$ 程度であることがわかる。日変位が $15\text{mm}$ 程度であることを考慮すると、偏差の割合は30%程度に及ぶものである。

観測結果を用いてFE解析を実施した。全体解析（梁モデル）より得られた変形図を図-9に示す。温度変化により生じた変形状態が確認できる。支承格点の反力を、シェル要素でモデル化した局部モデルに入力したときの桁端部の応力状態を図-10に示す。日射による橋軸直角方向の温度勾配を考慮した場合の支承付近に生じる最大応力は、考慮しない場合の約1.4倍に及ぶことが分かった。支承の設計を行う際、道路橋示方書では、一定範囲以内の温度変化は考慮しているが、日射の影響は考慮されていないため、本対象のように、日射に対する架設方向が著しい場合、維持管理上の注視が必要であると同時に、効率的な維持管理の実現が可能であることを示唆するものとなった。

### (4) GNSS情報に基づく移動体経路決定に関する検討

橋梁維持管理を目的として移動体を対象構造物付近に航行させるためには、十分な安全を担保した航行計画の立案が必要不可欠である（図-11）。

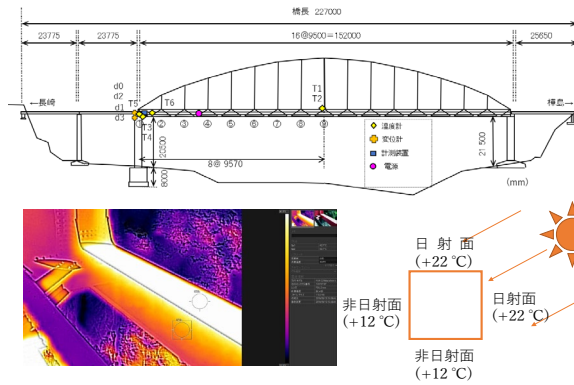


図-7 日射による橋体温度変化

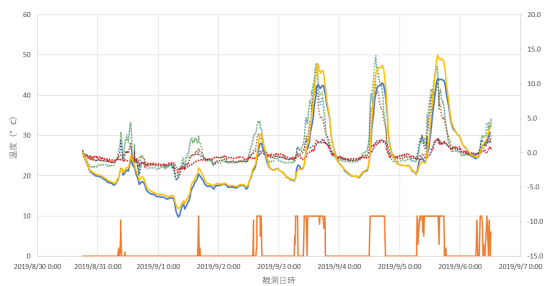


図-8 橋体温度と支承変位（観測結果）

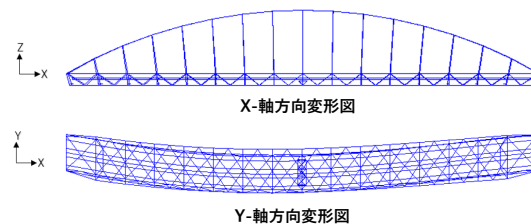


図-9 FE解析（全体モデル）

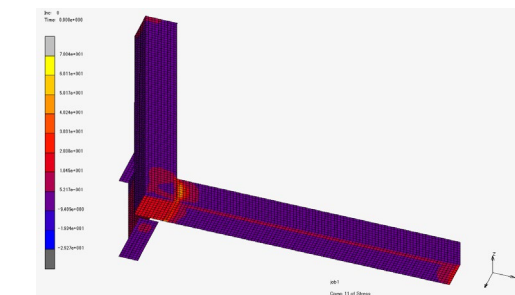


図-10 支承部付近の応力分布（局部モデル）



図-11 橋梁点検時の移動体観測計画

前項(1)に示した追尾式 TS を援用した位置管理のみでは、移動体速度や障害物の有無による移動体ロストの可能性が残ったため、構造物への衝突や第三者被害の発生を避けるための方策を講じる必要があった。そこで、①GNSS 衛星軌道履歴情報(図-12)、②対象構造物や付近の地物、地形などの3次元情報を内挿することで移動体経路の決定を支援するシステムを構築することとした。当該システムの流れを図-13に示す。

GNSS は地球を周回する複数の衛星を組み合わせ、幾何解析を行うことで移動体(アンテナ)の高精度測位を実現するものである。橋梁点検等に移動体を用いる場合、上空障害物の存在による観測精度の急激な劣化(DOP(精度劣化指数)値の劣化(図-14)が起こりうる。衛星位置は時々刻々と変化するが、上記の①および②を組み込むことで危険因子を排除した移動体経路計画が実現する。

試行的に簡略化した対象構造物や地物の3次元データを作成し、任意に設定した移動体位置および衛星軌道履歴より算出したGNSS衛星の位置情報をベクタデータとして内挿(図-15)することで、移動体とGNSS衛星間の障害物を判断し、DOP判定結果により、移動体位置の誤差円(対象構造物と移動体位置関係)を確定した。障害物を考慮した航行経路を可視化したものの一例(平面図)を図-16に示す。橋梁本体から一定のマージン(飛行禁止区域)を設定したうえで、飛行対象帯域におけるDOP値の算出と、それに基づく移動体経路の決定が可能となった。

### (5) 研究成果のまとめ

橋梁維持管理の効率化、また狭隘箇所位置する支承部を対象とする移動体を用いた観測精度の向上に資する研究として推進した。研究期間の一部がコロナ禍下と重なったことにより、当初計画の一部を余儀なくされたが、施設内の実験フィールドの有効活用や数値解析的検討の比重を高めることにより本研究の目的を達成できたと考える。研究の進捗とともに、新たな課題の発見や解決策の立案につなげることができた。本研究の成果を継続的に発展させ、新たな研究テーマの構築や社会実装につなげていきたい。

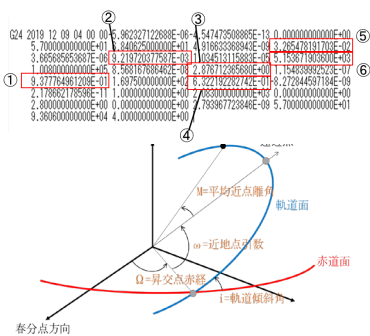


図-12 衛星軌道履歴に基づく緯度体位置予測

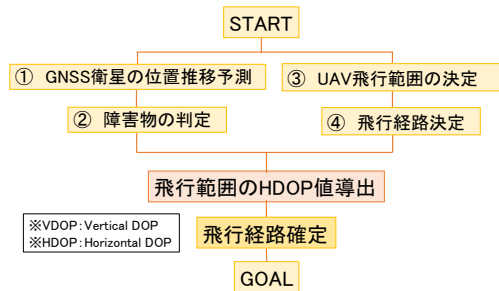


図-13 GNSS 情報に基づく移動体経路決定

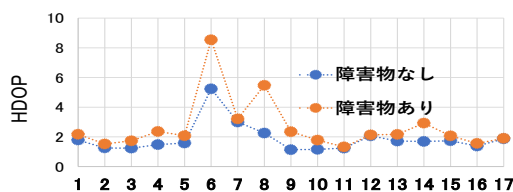


図-14 障害物有無によるDOP値の変化

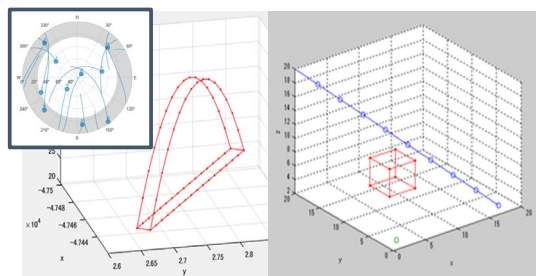


図-15 GNSS 受信時の障害物判定

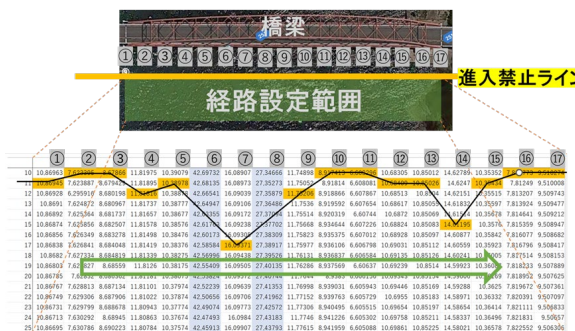


図-16 障害物を考慮した航行経路の可視化

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計16件（うち査読付論文 13件 / うち国際共著 3件 / うちオープンアクセス 7件）

1. 著者名 木本 啓介, 松田 浩, 出水 享	4. 巻 21
2. 論文標題 インフラ点検の現状と新技術利用の動向 – デジタル画像を用いたインフラ点検の効率化 –	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 実験力学	6. 最初と最後の頁 77, 83
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.11395/jjsem.21.77	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 本多 雅匠, 森田 千尋, 安井 賢太郎, 出水 享, 中野 敦	4. 巻 21
2. 論文標題 UAV とSfM 技術を利用したコンクリート構造物の ひび割れ幅計測の道路橋への適用	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 実験力学	6. 最初と最後の頁 232, 239
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.11395/jjsem.21.232	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 林 謙介, 奥松 俊博, 山口 浩平, 高橋 知子, 松田 浩	4. 巻 50(95)
2. 論文標題 たわみの変化率による橋梁の損傷箇所同定法に関する研究	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 長崎大学大学院工学研究科研究報告	6. 最初と最後の頁 59, 64
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Thavone Khounsida, Takafumi Nishikawa, Shozo Nakamura, Toshihiro Okumatsu, Douangmixay Dounsuvanh	4. 巻 28
2. 論文標題 Experimental and analytical study on the dynamic behavior of the deteriorated Bailey bridge	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 鋼構造年次論文報告集	6. 最初と最後の頁 771, 777
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Z.Tang, K.Shimasaki, M.Jiang, T.Takaki, I.Ishii, A.Koga and H.Matsuda	4. 巻 60(5)
2. 論文標題 Ironworks Conveyor Monitoring Using Mirror-drive High-speed Active Vision	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 ISIJ International	6. 最初と最後の頁 960,970
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2355/isijinternational.ISIJINT-2019-643	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 宮濱 晃一, 出水 享, 古賀 掲維, 市川 辰旺, 石井 抱, 島崎 航平, 松田 浩	4. 巻 50(95)
2. 論文標題 高フレームレートカメラとコーナーキューブを用いた橋梁の多点変位・振動計測システムの開発	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 長崎大学大学院工学研究科研究報告	6. 最初と最後の頁 55,58
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 T. Fujimoto, S. Uto, Y. Ishizuka, T. Fujishima, C.-E. Guan, T. Okumatsu, S. Sugimoto, S. Iwasaki	4. 巻 55
2. 論文標題 Energy storage solution for wireless sensor network used in bridge surface corrosion monitoring	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 IET Electronics Letters	6. 最初と最後の頁 1186 ~ 1188
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Yugo Fukuoka, Toshihiro Okumatsu, Shozo Nakamura and Takafumi Nishikawa	4. 巻 9
2. 論文標題 Influence of temperature and bearing condition on the vibration characteristics of a steel arch bridge	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Proceedings of ARCH 2019	6. 最初と最後の頁 CD-ROM
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 林 謙介, 木本啓介, 河村太紀, 奥松俊博, 山口浩平, 松田 浩	4. 巻 26
2. 論文標題 損傷を有する鋼トラス橋の固有振動数とたわみ影響線変化率の関係	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 鋼構造年次論文報告集	6. 最初と最後の頁 390-395
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計33件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 3件)

1. 発表者名 奥松俊博, 友廣健太, 中村聖三, 西川貴文, 松田浩, 森田千尋
2. 発表標題 日射によるアーチ橋トラス桁部の温度変化に関する基礎的検討
3. 学会等名 土木学会第76回年次学術講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 本多雅匠, 森田千尋, 安井賢太郎, 出水享
2. 発表標題 UAVとSfMを活用した橋梁点検におけるひび割れ幅計測手法の検討
3. 学会等名 土木学会第76回年次学術講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 石井抱, 島崎航平, 胡少鵬, 妹尾拓, 奥松俊博, 松田浩
2. 発表標題 エリアセンシング技術による遠隔クレーンモニタリング
3. 学会等名 日本鉄鋼協会第182回秋季講演大会
4. 発表年 2021年



1. 発表者名 田中良治, 奥松俊博, 中村聖三, 西川貴文, 熊天
2. 発表標題 PC橋梁の振動特性推定および設計図書情報に基づく構造解析
3. 学会等名 令和3年度土木学会西部支部研究発表会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 大友湧斗, 奥松俊博, 中村聖三, 西川貴文
2. 発表標題 橋軸直角方向の温度勾配を考慮した鋼ランガートラス桁橋の3次元FE解析
3. 学会等名 令和3年度土木学会西部支部研究発表会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 直塚大成, 西川貴文, 中村聖三, 奥松俊博
2. 発表標題 遠隔橋梁長期観測のためのデータ送受信モジュールの構築に関する一考察
3. 学会等名 令和3年度土木学会西部支部研究発表会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 友廣健太, 奥松俊博, 中村聖三, 西川貴文, 木村晃彦
2. 発表標題 日射が鋼ランガートラス桁橋トラス桁部の温度変化に与える影響の照査
3. 学会等名 令和2年度土木学会西部支部研究発表会
4. 発表年 2020年～2021年

1. 発表者名 山口嵩生, 西川貴文, 奥松俊博, 中村聖三
2. 発表標題 遠隔橋梁長期観測のためのデータ送受信モジュールの構築
3. 学会等名 令和2年度土木学会西部支部研究発表会
4. 発表年 2020年～2021年

1. 発表者名 古賀掲維, 伊勢田幹太, 奥松俊博, 松田浩
2. 発表標題 製鉄所ベルトコンベアの実測3D計測データに基づく3DFEM振動・変形解析
3. 学会等名 R2年度鉄鋼協会秋期大会
4. 発表年 2020年～2021年

1. 発表者名 鈴木航作, 大山智也, 伊勢田幹太, 山口浩平, 松田浩, 出水享
2. 発表標題 復元設計に着目した3D計測の利活用について
3. 学会等名 令和2年度土木学会全国大会第75回年次学術講演会
4. 発表年 2020年～2021年

1. 発表者名 伊勢田幹太, 出水享, 松田浩, 古賀掲維, 山口浩平
2. 発表標題 3D計測を用いた橋梁点検に関する研究
3. 学会等名 令和2年度土木学会全国大会第75回年次学術講演会
4. 発表年 2020年～2021年

1. 発表者名 本多雅匠, 森田千尋, 安井賢太郎, 出水享
2. 発表標題 UAVを利用した橋梁点検におけるSfMによるひび割れ幅計測手法の検討
3. 学会等名 令和2年度土木学会西部支部研究発表会
4. 発表年 2020年~2021年

1. 発表者名 福岡優吾・中村聖三・奥松俊博・西川貴文
2. 発表標題 鋼ランガートラス桁橋横桁取り付け部におけるき裂の発生原因に関する解析的検討
3. 学会等名 土木学会西部支部研究発表会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Rui Sucheng・奥松俊博・中村聖三・西川貴文・松田拓巳・持丸郁也
2. 発表標題 日射・橋体温度変化に伴う鋼ランガートラス桁橋の支承および全体挙動に関する検討
3. 学会等名 土木学会西部支部研究発表会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 松田拓巳・奥松俊博・中村聖三・西川貴文・Rui Sucheng
2. 発表標題 サーモグラフィカメラによる日射に伴う鋼ランガートラス桁橋温度分布の観測
3. 学会等名 土木学会西部支部研究発表会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 田中修平・奥松俊博・中村聖三・西川貴文
2. 発表標題 移動体による橋梁の観測計画支援のためのGNSS信号劣化に関する基礎的研究
3. 学会等名 土木学会西部支部研究発表会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 持丸郁也・奥松俊博・中村聖三・西川貴文
2. 発表標題 アクションカメラおよび画像処理による鋼ランガートラス桁橋の変位検出に関する基礎的研究
3. 学会等名 土木学会西部支部研究発表会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Yugo Fukuoka, Toshihiro Okumatsu, Shozo Nakamura and Takafumi Nishikawa
2. 発表標題 Influence of temperature and bearing condition on the vibration characteristics of a steel arch bridge
3. 学会等名 Proceedings of ARCH 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Rui Sucheng, 奥松俊博, 中村聖三, 西川貴文, 福岡優吾
2. 発表標題 日射に伴う中規模橋梁の支承変位に関する解析的検討
3. 学会等名 土木学会西部支部研究発表会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 澤誠一郎, 奥松俊博, 斎藤隆史, 松田浩, 中村聖三, 西川貴文
2. 発表標題 UAV等移動体位置管理の高度化に関する検討
3. 学会等名 土木学会西部支部研究発表会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 梶山裕平, 奥松俊博, 中村聖三, 西川貴文
2. 発表標題 光学的計測装置と画像処理による支承変位計測
3. 学会等名 土木学会西部支部研究発表会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 米澤裕基, 奥松俊博, 中村聖三, 西川貴文
2. 発表標題 ネットワーク型計測装置を用いたインフラ環境モニタリングシステムの構築
3. 学会等名 土木学会西部支部研究発表会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 宇津伸太郎, グアン チャイ ユー, 藤本孝文, 石塚洋一, 奥松俊博, 藤島友之, 杉本知史, 岩崎昌平
2. 発表標題 腐食モニタリング用センサネットワークにおけるレクテナ活用法の一検討
3. 学会等名 電子情報通信学会技術研究報告(無線電力伝送研究会)
4. 発表年 2018年



〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究 分担者	森田 千尋  (Morita Chihiro)  (60230124)	宮崎大学・工学部・教授   (17601)	
研究 分担者	松田 浩  (Matsuda Hiroshi)  (20157324)	長崎大学・工学研究科・教授   (17301)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------