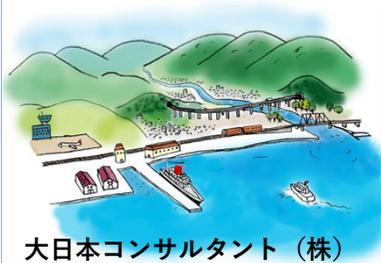
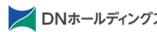


画像計測技術 ドローンを使用した画像点検技術の概要



大日本コンサルタント（株）
インフラ技術研究所

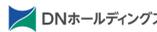
2023年6月30日
岡山県コンクリート診断士会
情報提供会




1

目次

- 1 発表者自己紹介
 - 1.1 発表者
 - 1.2 所属会社
- 2 橋梁点検技術としての画像計測技術の概要
 - 2.1 画像計測技術とは？
 - 2.2 画像計測技術の要点
 - 2.3 光学デジタルカメラのマメ知識
 - 2.4 光学デジタルカメラが取得する画像の特徴
 - 2.5 画像合成の必要性とその手法
 - 2.6 精度管理の必要性と点検要領などでの記載
- 3 精度管理実施例（M300RTK-iでの実施例）
 - 3.1 M300RTK-iの概要
 - 3.2 精度管理実施例
- 4 画像計測技術の展望




2

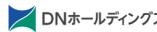
1 発表者自己紹介

1.1 発表者



小林 大（だい）
大日本コンサルタント株式会社
インフラ技術研究所 技術開発部
保全エンジニアリング研究室
主任研究員

専門（資格）	技術士（建設部門） 鋼構造及びコンクリート 道路橋点検士 3級特殊高所技術者 など
研究開発	ドローンを使用した画像点検技術 電磁波レーダを使用した 床版上面の非破壊調査技術 など
その他	三重県桑名市出身の56歳 妻と娘の3人家族 趣味は山スキー、山サイクリング

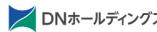



3

1 発表者自己紹介

1.2 所属会社

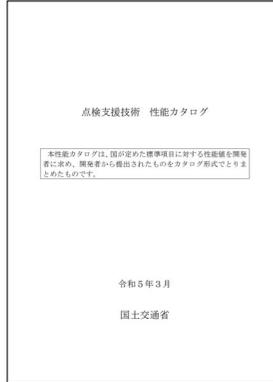
商号	大日本コンサルタント株式会社 NIPPON ENGINEERING CONSULTANTS CO., LTD.
設立	1963年1月23日
資本金	13億9,900万円
代表取締役社長	橋本 良徳
本社所在地	〒101-0022 東京都千代田区神田練堀町300番地 住友不動産秋葉原駅前ビル4F
本社電話番号	03-5298-2051
従業員数	764名〔2022年6月30日現在〕
登録	建設コンサルタント 建01第26号 測量業 第(15)-717号 地質調査業 質05第453号 計量証明事業 第音27号（音圧レベル）、第振16号（振動加速度レベル） 土壌汚染対策事業 指定番号 2017-3-1003 一級建築士事務所 東京都知事 第17144号 など
URL	https://www.ne-con.co.jp/




4

2 橋梁点検技術としての画像計測技術の概要

2.1 画像計測技術とは？



✓ 「性能カタログ」における画像計測技術の定義は、「**点検対象構造物（橋梁・トンネル）の画像を撮影又は計測する技術、画像を処理し調査作成を支援する技術**」。

✓ 簡単にいうと、**撮影した画像に基づき橋梁やトンネルの点検**を実施する技術。

2 橋梁点検技術としての画像計測技術の概要

2.1 画像計測技術とは？

【近接目視】

点検対象部材
(実際)



実際と画像は
同じ？

【画像計測】

点検対象部材
(実際)

▶ 画像・処理結果



2 橋梁点検技術としての画像計測技術の概要

2.2 画像計測技術の要点

- ✓ 画像では、**評価のみ**可能。
- ✓ 精度管理を行なうことにより、**画像の解釈**が可能となる。
- ✓ **画像撮影と精度管理はセット。**



図 同じ被写体の精度の差による評価の相違

2 橋梁点検技術としての画像計測技術の概要

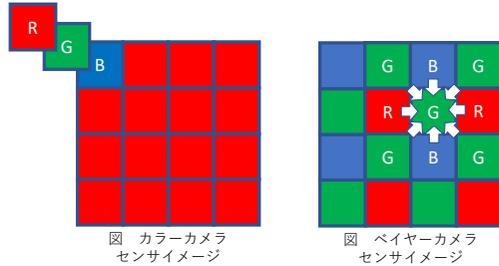
2.3 光学デジタルカメラのマメ知識

- ✓ **ベイヤーフォーマットセンサと現像**
- ✓ **圧縮**
- ✓ **像面湾曲**

2 橋梁点検技術としての画像計測技術の概要

2.3 光学デジタルカメラのマメ知識

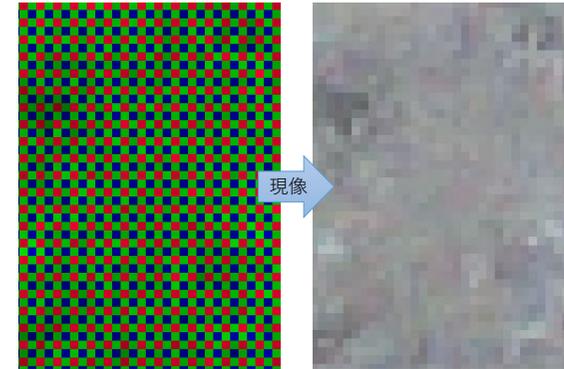
✓ ベイヤーフォーマットセンサと現象



2 橋梁点検技術としての画像計測技術の概要

2.3 光学デジタルカメラのマメ知識

✓ ベイヤーフォーマットセンサと現象



2 橋梁点検技術としての画像計測技術の概要

2.3 光学デジタルカメラのマメ知識

✓ 圧縮 ※jpegの場合



図 jpeg品質の高低による写りの相違

2 橋梁点検技術としての画像計測技術の概要

2.3 光学デジタルカメラのマメ知識

✓ 圧縮 ※jpegの場合

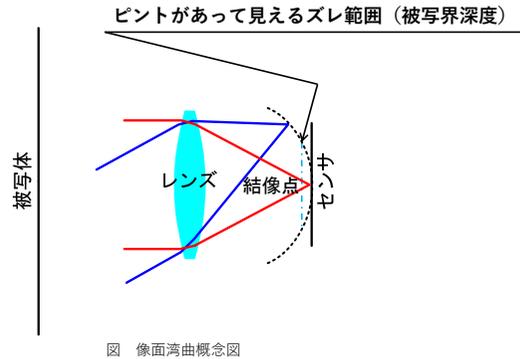


図 jpeg品質の高低による写りの相違

2 橋梁点検技術としての画像計測技術の概要

2.3 光学デジタルカメラのマメ知識

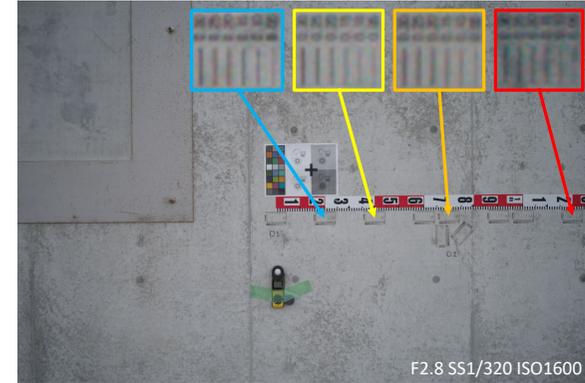
✓ 像面湾曲



2 橋梁点検技術としての画像計測技術の概要

2.3 光学デジタルカメラのマメ知識

✓ 像面湾曲



2 橋梁点検技術としての画像計測技術の概要

2.4 光学デジタルカメラが取得する画像の特徴

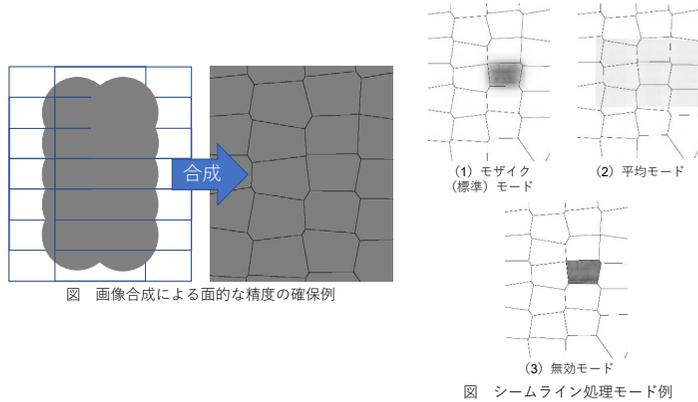
- ✓ 橋梁点検を念頭にすると、、、
- ✓ 細い線の検出、特に幅計測は難しい。
- ✓ 細かな点は、更に色識別も難しい。
- ✓ 1枚の画像のうち、画像周辺部の画像精度の低下を無視できない。

2 橋梁点検技術としての画像計測技術の概要

2.5 画像合成の必要性とその手法

- ✓ 1枚の画像のうち、点検に使用できるのは画角中央部のみ。点検に必要な画像精度を面的に確保するためには、重複した撮影（ラップ撮影）が必要。
- ✓ 1枚1枚の画像を使用して点検を行なうと重複部分により非能率で、損傷位置の特定に手間が掛かる。
- ✓ いち例として、画像合成による解決。SfM・MVS技術の応用。
- ✓ 画像合成が可能となるラップ率に加え、面的に画像精度の確保が可能なラップ率の設定。
- ✓ 合成継ぎ目（シームライン）処理モードの選定に留意が必要。

2 橋梁点検技術としての画像計測技術の概要
2.5 画像合成の必要性とその手法

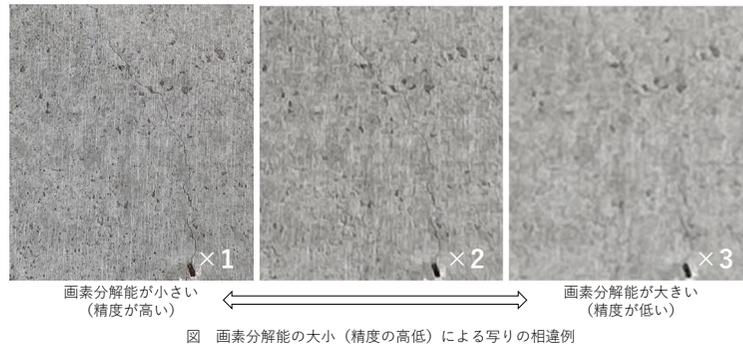


2 橋梁点検技術としての画像計測技術の概要
2.6 精度管理の必要性と点検要領などでの記載
2.6.1 画像精度に影響を与える主な因子

- ✓ 画素分解能 (1ピクセルあたりに写る距離)
- ✓ 被写体角度
- ✓ 被写体照度
- ✓ ブレ、流れ
- ✓ ピント

2 橋梁点検技術としての画像計測技術の概要
2.6 精度管理の必要性と点検要領などでの記載
2.6.1 画像精度に影響を与える主な因子

- ✓ 画素分解能 (1ピクセルあたりに写る距離)



2 橋梁点検技術としての画像計測技術の概要
2.6 精度管理の必要性と点検要領などでの記載
2.6.1 画像精度に影響を与える主な因子

- ✓ 画素分解能 (1ピクセルあたりに写る距離)



2 橋梁点検技術としての画像計測技術の概要

2.6 精度管理の必要性と点検要領などでの記載

2.6.1 画像精度に影響を与える主な因子

✓ 被写体角度



図 被写体角度による1枚の画像内の精度の相違

2 橋梁点検技術としての画像計測技術の概要

2.6 精度管理の必要性と点検要領などでの記載

2.6.1 画像精度に影響を与える主な因子

✓ 被写体照度

✓ 絞り、シャッタースピード、ISO感度を自由に調整できるのであれば、被写体照度の影響は受けにくい。

✓ ただし、1枚の画像精度分布に対する絞りの下限、ドローン機体の挙動に対するシャッタースピードの下限、画像精度の低下に対するISO感度の上限の範囲。

✓ カメラ側で自動で調整を行なうフルオート設定とすることにより、カメラの性能を最大限活用可能。

✓ シャッタースピードを遅くできる静止（ホバリング）撮影が有利。

2 橋梁点検技術としての画像計測技術の概要

2.6 精度管理の必要性と点検要領などでの記載

2.6.1 画像精度に影響を与える主な因子

✓ プレ、流れ



図 流れの有無による写りの相違例

2 橋梁点検技術としての画像計測技術の概要

2.6 精度管理の必要性と点検要領などでの記載

2.6.1 画像精度に影響を与える主な因子

✓ ピント

✓ カメラは、画像ベースでピントを合わせている。

✓ ピントを合わせるためには、被写体にピントを合わせるための模様が必要。

✓ コンクリート部材は、型枠線、気泡、ひびわれなどの明瞭な模様があるためピントを合わせやすい。

✓ 塗装された部材で損傷がない場合は、明瞭な模様がないためピントを合わせにくく、ピントが合っているか否かも分かりにくい。

2 橋梁点検技術としての画像計測技術の概要

2.6 精度管理の必要性と点検要領などでの記載

2.6.2 精度管理

- ✓ 必要な画像精度が確保可能な因子条件を予め確認し、点検時に撮影した画像がその範囲内となるように管理。
- ✓ 精度管理を実施することにより、画像の解釈が可能。
- ✓ Omm以上のひびわれが写っているはずだ、ひびわれ幅計測精度Omm以下であるはずだ、など。
- ✓ 撮影した瞬間における因子条件の参照が必要。
- ✓ 現場での精度管理の実施が効率的。

2 橋梁点検技術としての画像計測技術の概要

2.6 精度管理の必要性と点検要領などでの記載

2.6.3 点検要領などでの記載

- ✓ **橋梁定期点検要領 国土交通省：**
定期点検記録様式（その5）状態把握の方法 健全性の診断のための支援 対応策・機器等の性能や条件
- ✓ **新技術利用のガイドライン（案）国土交通省：**
点検支援技術は現場条件等に応じて誤差が含まれる可能性があるものの、キャリブレーションなどの精度確認の結果を踏まえた健全性の診断を行うことで定期点検に活用できるものと考えられる。

2 橋梁点検技術としての画像計測技術の概要

2.6 精度管理の必要性と点検要領などでの記載

2.6.3 点検要領などでの記載

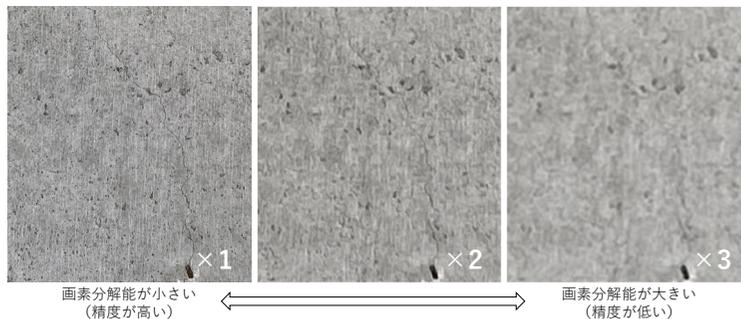


図 画素分解能の大小（精度の高低）による写りの相違例

3 精度管理実施例（M300RTK-iでの実施例）

3.1 M300RTK-iの概要

表 技術概要
※点検支援技術性能カタログより抜粋

技術番号	BR010028 - V0223		
技術名	無人航空機(マルチコプター)を利用した橋梁点検画像取得装置 M300RTK-i		
開発者	DJI JAPAN 株式会社株式会社FLIGHTS 大日本コンサルタント株式会社		
連絡先等	TEL : 03-5860-1023 (代表連絡先)	E-mail : infra@droneagent.jp (代表連絡先)	株式会社FLIGHTS 渡辺、栗原、有持、伊東
技術概要	本技術は、ドローンに搭載されたフルサイズセンサデジタルカメラにより、部材表面のデジタルカラー画像を撮影して損傷の状態を把握し、損傷図画、損傷写真および精度管理報告書を提供するサービスである。 本技術の特徴として近接目視点検の代替の精度を安定して確保し1日約1000㎡の点検が可能。		
技術区分	対象部位 下部構造（橋脚、橋台）		

3 精度管理実施例 (M300RTK-iでの実施例)

3.1 M300RTK-iの概要



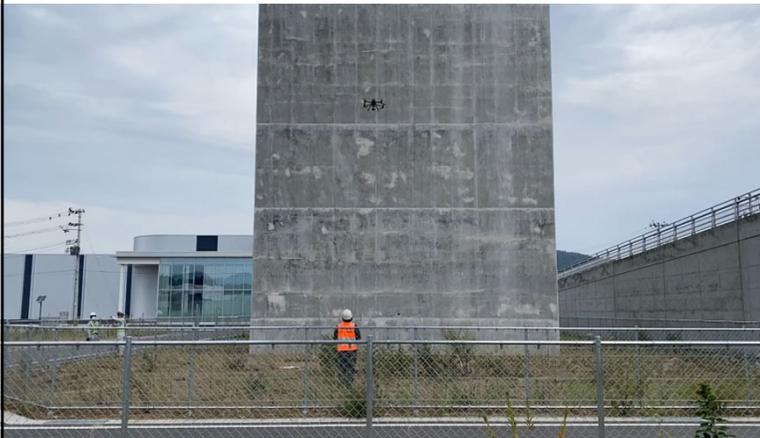
3 精度管理実施例 (M300RTK-iでの実施例)

3.2 精度管理実施例

- ✓ **遠かったり高かったりする場所で飛行するドローン機体を、手動で所定の因子条件に制御することは困難。**
- ✓ **ドローン機体と点検対象部材の位置関係をセンシングするなどしないと、因子条件が所定内であるか否かの確認も困難。**
- ✓ 所定の因子条件を満足するように、**市販ドローン機体に実装された対物センサなどを利用して、専用アプリケーションを開発して自動飛行撮影を実現。**
- ✓ **センシング値のログを用いて精度管理を実施。**

3 精度管理実施例 (M300RTK-iでの実施例)

3.2 精度管理実施例



3 精度管理実施例 (M300RTK-iでの実施例)

3.2 精度管理実施例



図 精度管理アプリ

4 画像計測技術の展望

- ✓ 点検対象部材の**精度が管理された客観的な画像の時系列的な集積**は、**診断に本質的に必要とされるもの**と考えられる。
- ✓ しかし、**どのように、どの程度の精度管理**を行えば診断に影響がないか？、あるいは維持管理結果に影響がないか？、は未知。
- ✓ 最初は、**診断が可能であることが分かっている近接目視と同等の精度**が得られるように管理することが必要。
- ✓ **そのような部材、損傷に限定して活用し始め、知見の蓄積、ドローン機体やカメラの性能向上、材料や構造側の対応などにあわせ、適用領域の拡大を図る**ことが望まれる。

A screenshot of a Facebook post from the page 'MARUKO'. The post features a photograph of a drone flying over a wide river with a bridge in the background. A QR code is overlaid on the right side of the image. The Facebook interface shows the profile picture of 'MARUKO', the name 'マルコ', and the number of posts and followers. At the bottom of the post, there are buttons for 'いいね！' (Like), 'メッセージ' (Message), and a search icon.

ご清聴ありがとうございました。