

# 橋梁点検における 新技術の試行 - 第一報 -

技術本部 道路構造部  
菅井 文彦 長谷川 直久 技術士(建設部門)



菅井 文彦 長谷川 直久

## 概要

本稿は、札幌市南区の豊平川に架かるミュンヘン大橋において、通常の点検が困難な箇所(河川上の床板、橋脚上部)を対象に橋梁点検の新技術を試行した経緯及び方法、結果を報告するものである。今回採用した新技術は、ドローンや高解像度カメラで撮影した画像を、AIによる画像解析技術を用いて、ひび割れ等を抽出するというものである。

キーワード：●斜張橋 ●点検支援性能カタログ(案) ●高解像度カメラ ●UAV(ドローン) ●AI

## 1. はじめに

道路橋は、他の道路構造物と同様、高度経済成長期以降に整備されたものが多く、今後20年間で老朽橋梁の割合増加が加速していくと予想されており、定期的な橋梁点検の重要性は一層高まっていくところである。

しかし、橋梁の中には、特殊な形式あるいは厳しい地形に架橋してあるなど、橋梁点検車などを用いた一般的な点検が困難なものも多く、点検費用も含めて課題となっている。

国土交通省では、これら課題への対応から、新技術を用いた点検を多数提案しているところであり、弊社においても、このような点検の必要性を強く認識し、実施、検証の機会をうかがっていた。

折しも、2020年度に受注した橋梁点検業務の中には、斜張橋であるミュンヘン大橋が含まれていた。

この橋梁は、2021年度に補修工事の中で吊足場の設置が予定されていたため、新技術で点検を行った翌年度に、足場から近接目視で新技術点検の精度検証が可能である。この点を発注者に説明し、承認を得て新技術による点検を行った。この結果を第一報として紹介する。

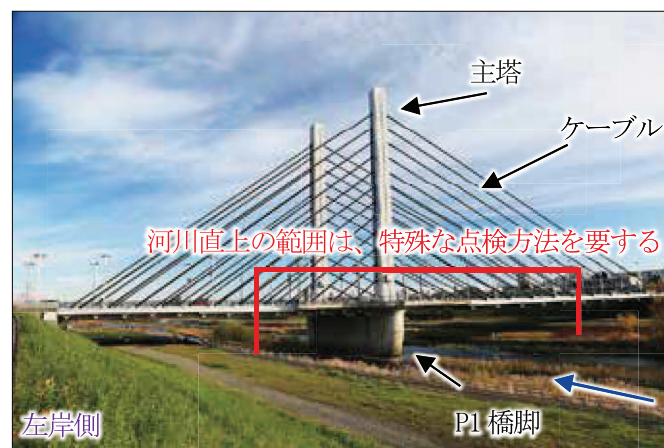


写真-1 ミュンヘン大橋全景

表-1 ミュンヘン大橋 諸元

橋梁名	ミュンヘン大橋(斜張橋)
架設年度	1991(H3)年4月1日
橋長	171.70m
幅員構成	22m(歩道3.0m+車道8.0m+8.0m+歩道3.0m)
橋梁形式	2径間連続PC箱桁/斜張橋/直接基礎
斜角	A1=84°0'0"、P1=76°0'0"、A2=72°45'0"
渡河条件	石狩川水系 豊平川
河川管理者	北海道開発局 札幌河川事務所
定期点検	2巡目以降

## 2. 試行した新技術

### (1) 新技術の選定

新技術の選定は、国土交通省が発行した「点検支援性能カタログ(案)」(対象:橋梁、技術の分類:画像計測技術、全24案)を基に決定した。選定条件として、①専用機材が必要なく、一般に利用できる機材で撮影した画像の解析が可能。②現場作業は、業務受注者が対応可能な技術。③システムの購入または年間契約を要する技術は除外。今回は業務工期や経済性の観点から、以上を選定の条件とし抽出した。検討の結果、2案を採用することとした。

### (2) 新技術の概要

近接目視を伴わず、撮影画像からAIでひび割れを解析できる新技術2案について表-2に概要表を添付する。

以降は、新技術①および新技術②と呼称する。

新技術①は、撮影から画像解析結果の取りまとめまで依頼することが可能である(個別依頼も可能)。今回は、画像解析のみ依頼した。

新技術②は、専用のアプリをダウンロードして使用する。画像解析作業以外はすべて自社での作業となる。

## 橋梁点検における新技術の試行 - 第一報 -

表-2 新技術 概要表

	新技術①	新技術②
概要	<ul style="list-style-type: none"> <li>撮影画像を画像解析用に処理し、変状検知ソフトによりひび割れ等を検出するサービス。</li> <li>撮影、画像処理、変状検知の3工程のサービスがある。</li> <li>3工程とも単独で依頼可能。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>撮影した画像を、クラウドサーバにアップロードし画像処理、画像解析を依頼。</li> <li>処理完了後、サーバよりダウンロードし成果品用に編集可能。</li> <li>すべての作業がWeb上で可能。</li> </ul>
対象変状種類	ひびわれ/床版ひびわれ/剥離・鉄筋露出/漏水・遊離石灰/抜け落ち ※ひび割れ対応幅=0.05mm~	自動検出:コンクリート ひびわれ/床版ひびわれ 目視検出:剥離、鉄筋露出、遊離石灰、漏水 ※ひび割れ対応幅=0.1mm~
サービス形態/契約方法等/条件等	<ul style="list-style-type: none"> <li>撮影~画像処理~損傷解析~調査作成</li> <li>上記工程の一部依頼可能</li> <li>撮影機材のリースは不可(機材の紹介は可)</li> <li>損傷図作成支援ソフトの販売とサポートも可</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>利用形態:ソフトウェアサービスHPよりユーザー登録を行えば無償でインストール可能</li> </ul>
サービス開始時期	2019年12月	2018年4月
撮影画像ラップ率	45%程度	15~30%程度
許容撮影角度	最大45°まで	最大15°まで
作業自由度	<ul style="list-style-type: none"> <li>項目ごとに依頼可能であり、使用機材も自由度が高い。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>画像診断のみのサービスであり、その他の作業は依頼者側で作業可能。</li> <li>簡易に利用できるシステムである。</li> </ul>
備考	※技術管理・現場作業技術と、画像解析AIソフト管理技術を別々の会社で実施している。	※システムを無償で利用でき、月換算で精算できるため、利用しやすい。

## 3. 解析用画像

### (1) 撮影範囲

撮影対象範囲は、過年度特殊点検を要した箇所とした。主に河川上とし前回点検時にロープアクセスを利用した範囲を対象としている。

### (2) 画像品質

画像品質は、各技術資料および取扱説明書等を把握し条件に見合った画像を用意する。

検討の結果、「画素数/画角=0.3PIX/mm」を標準とした。本数値は、特に規定はないが「点検支援技術カタログ」等の資料に掲載されている、ひび割れ幅0.1mmを検出するために要する値を開発者に確認したところ、指示された数値である(詳細は後述する)。

### (3) 撮影手法

#### ① ドローンによる撮影

機体は、上部にカメラ設置が可能な「Matrice300RTK」を選定した(写真-2)。本機に搭載可能なカメラで、前述の条件を満たすためには、撮影対象に1m程度まで接近する必要があることがわかった。機体には全方向センサーが搭載されているが、安全を期するため監視員を置いた(写真-3)。

#### ② 高解像度カメラによる撮影(望遠レンズ使用)

カメラは、撮影距離(最大30m程度)等からフルサイズミラーレス一眼レフのSONY α7RⅢ(4,240万画素)を使用した(写真-4)。加えて、望遠レンズやフラッシュ、レバーを使用することにより、対象範囲はすべて徒歩での作業とすることができた。

新技術①は、最大45°まで撮影角度を許容できるため、移動回数が少なく作業性が良好であった。

新技術②は、ほぼ正対での撮影のため移動回数が多くなる結果となった(表-3)。



写真-2 ドローン使用機体



写真-3 ドローン撮影状況



表-3 撮影時移動回数表(参考値)

	撮影対象	対象範囲	単位	撮影距離	移動回数
新技術①	床板	100	m <sup>2</sup>	7.5m	1回
	橋脚	350	m <sup>2</sup>	35m	0回
新技術②	床板	100	m <sup>2</sup>	7.5m	20回程度
	橋脚	350	m <sup>2</sup>	35m	15回程度

※上記数値は、本作業での参考値



写真-4 高解像度カメラ各部解説

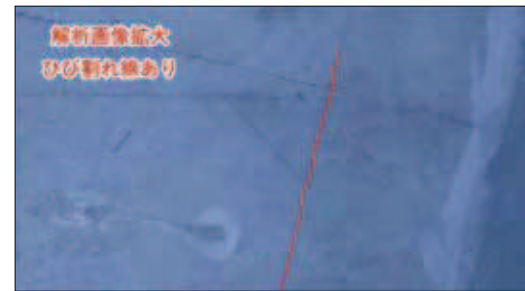


写真-5 ケース1の画像解析結果-1

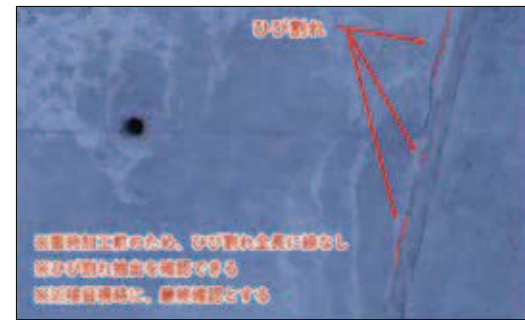


写真-6 ケース1の画像解析結果-2

② ケース2 (ドローン) の解析結果

本ケースは、橋脚の画像を例に報告する。現状の橋脚は、床板に比べひび割れが多い。解析画像にも反映されており、ひび割れ幅の種類も0.05mm～0.3mm以上で検出された。詳細な結果は、近接目視点検後になるが、画像からもある程度は検出していることが確認できた。ただし、未検出の箇所もあった(写真-7)。

表-5 新技術①のひび割れ抽出種類選定画面

ひび割れ種類	抽出数
ひび割れ(0.05mm未満)	42
ひび割れ(0.05mm以上0.1mm未満)	36
ひび割れ(0.1mm以上0.2mm未満)	100
ひび割れ(0.2mm以上0.3mm未満)	114
ひび割れ(0.3mm以上)	383

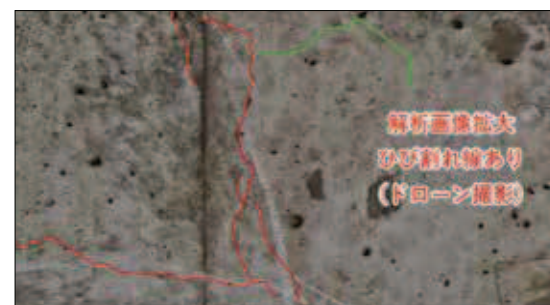


写真-7 ケース2の画像解析結果

(2) 新技術②の画像解析結果

③ ケース3 (高解像度カメラ) の解析結果

ケース1と対比するため、床板の画像を例として報告する。床板の状況は、前述のとおりである。結果は新技術②もある程度ひび割れを抽出しているが、未検出箇所も確認できた。

4. 試行した新技術の組合せ

今回、試行した新技術の種類は、前述の撮影手法(ドローン撮影画像、高解像度カメラ撮影画像)および今回選定した新技術2案での試行としたため、全4ケースとなった(表-4)。

表-4 試行した新技術ケース表

ケース1	ケース3
新技術① + 高解像度カメラ画像	新技術② + 高解像度カメラ画像
ケース2	ケース4
新技術① + ドローン撮影画像	新技術② + ドローン撮影画像

5. 新技術試行結果

(1) 新技術①の画像解析結果

① ケース1 (高解像度カメラ) の解析結果

本ケースでは、床板の画像解析結果を報告する。

本橋梁の床板は損傷が少なく、床板端部以外は目立つひび割れは無かった。次に示す写真(写真-5、写真-6)内にある赤線がひび割れを表しているが、確認した限り「写真-5」はコンクリートの打ち継ぎ目と思われる。ただし、「写真-6」の様に、ひび割れも抽出しているのが確認できた。その他、未検出のひび割れもあった。

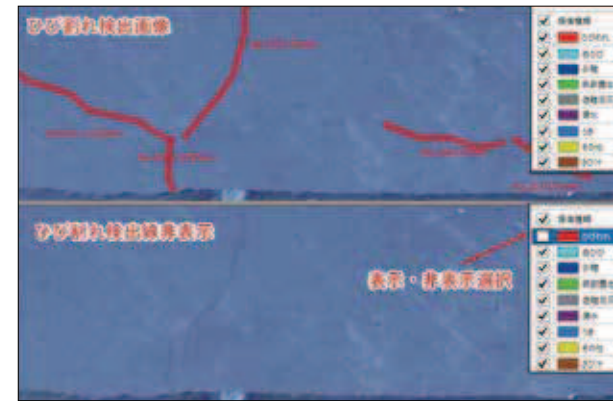


写真-8 ケース3の画像解析結果

④ ケース4 (ドローン) の解析結果

ケース2と対比のため、橋脚の画像を例として報告する。使用画像は、亀甲上のひび割れが発生している箇所とした。検出本数は多く、また詳細にひび割れ幅も分けられていた。ただし、未検出箇所もあった(写真-9の黄丸箇所等)。



写真-9 ケース4の画像解析結果(ひび割れ表示)

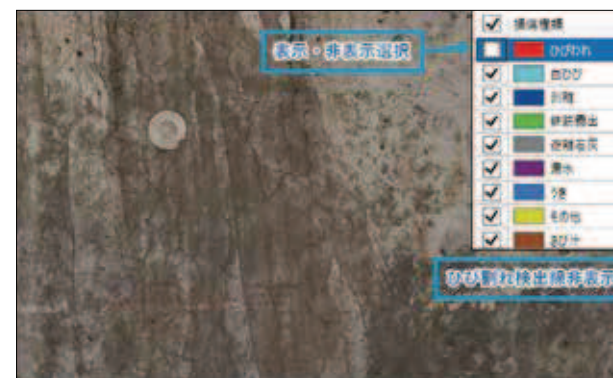


写真-10 ケース4の画像解析結果(ひび割れ非表示)

6. 画像解析結果の考察

本試行では、2案を選定し実施したが、本条件下においては、新技術②のAI画像解析による、ひび割れ抽出率が若干高かった(1.5倍程度 写真-11)。理由として、新技術②が先行でサービスを開始していたためと推察する。ただし、ひび割れ検出(AI)以外のすべての作業を自身で行う必要があるため、利用者の都合(撮影作業、価格、

撮影範囲等)で、ある程度の作業を依頼できる新技術①と使い分けても良いと考える。また、現時点ではどちらの技術も近接目視点検の精度は有していないため、点検者の精査を要する。

撮影作業に関し現時点では、風の影響が大きいことが分かった。強風の場合は、画像のブレが発生するため対策を要する。ブレてしまった画像は、ひび割れが検出できない。経済性は、対象面積にもよるが、過年度に実施したロープアクセスとほぼ同程度の価格となった。安全性は、高所作業や危険作業が無いいため、各段に向上している。

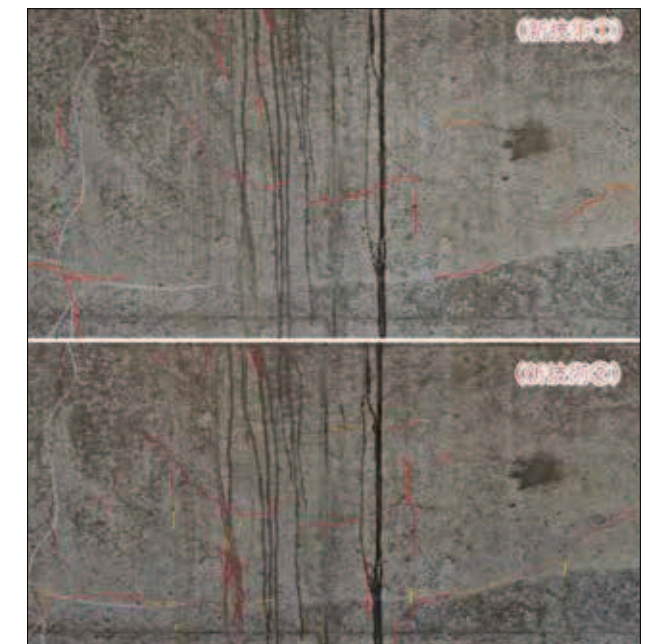


写真-11 新技術比較写真(ひび割れ比較)

7. おわりに

AI画像解析技術は、現時点で結果の補完が必要であることが分かった。その割合は、近接目視を100%とした場合、AI画像解析は約70%程度で残りの30%を人の手による補完といった印象であった。

また、今回の新技術では打音検査が行えないため、浮き・剥離が疑われる箇所には、別途近接での作業を要する。よって、点検を支援するシステムであるという認識の基に利用することが重要と考える。

ただし、今回使用したAI画像解析は発展途上の技術であり、多くの損傷をAIに学ばせることにより、解析結果は100%に近づくものと考えられる。

その他、緊急点検時等の早急な対応が求められる状況では、点検機械の手配や大規模な災害時は車両の乗入れが不可能となる場合がある。その際は、近接に及ばないものの、遠方から判定が可能であり、ある程度の損傷も検出できるため、非常に有効な手法である。

翌年度に実施する近接目視との比較結果に期待したい。