

# 『新技術導入による効率的な維持管理への工夫』

株式会社フジヤマ 社会基盤整備部 赤堀 孝俊

## 1. はじめに (概要も含む)

平成25年度の道路法改正に伴い、平成26年度から橋梁、トンネル及び大型構造物(横断歩道橋、門型標識、シェッド等)を近接目視により、5年に1回の頻度で定期点検を行うことが義務付けられた。この定期点検は、現在2巡目のサイクルに入っており、近接目視点検の1巡目で課題となった「点検方法の効率化」について、平成31年度の点検要領改訂で方向性が示されている。新要領では、留意事項として近接目視点検を充実・補完・代替する技術が導入できると明記している。

国土交通省は、使用技術決定までの受発注者双方の手順や留意点などをまとめたガイドライン、技術毎の性能を記載したカタログを作成した。

ガイドラインによると、図-1に示すように受注者は性能カタログなどを基に、導入する点検支援技術を選択し、選定理由と活用範囲、目的をまとめ、道路管理者に提案する流れとなっている。

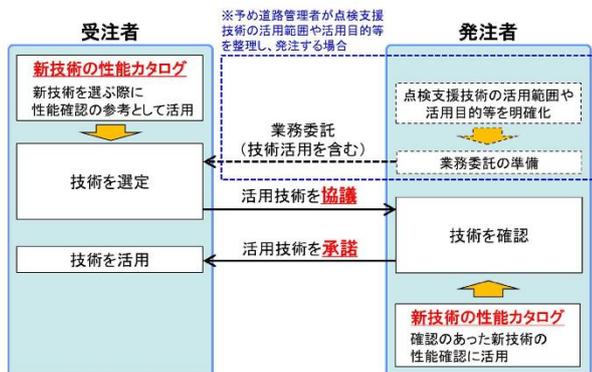


図-1 点検支援技術活用の流れ

## 2. 課題・問題点

点検支援技術を用いた点検を実施するにあたり、現状として新技術を使用した場合の費用や適用条件が不明確であること、近接目視と同等以上の判定が可能であるか定かでないことが、新技術使用の妥当性を判断するにあたって、課題となっている。

さらに、各自治体ではインフラ維持管理の財源が十分ではなく、維持管理に携わる技術者も少ない状況が続いており、建設業界への若者の入職者の減少や、団塊世代のベテラン技術者の退職が大きな問題になっている。

国土交通省では、地方自治体における効率的かつ効果的なインフラメンテナンスの実現に向け、新技術の導入に関する課題の解決を目的に、「インフラ維持管理における新技術導入の手引き(案)」を令和3年3月に作成している。

新技術導入にあたっての課題を以下に挙げる。

- 従来手法と比較して初期の導入コストが高くなる可能性があり、初期の導入コストが足かせとなって普及促進が進まない課題がある。
- 自治体によっては、受注者の提案を評価することが技術的に難しい場合がある。

### 3. 対応策・工夫・改善点と適用結果

新技術の導入コスト、技術的評価を検証するために、業務内で横断歩道橋の点検を対象に、対応策・工夫・改善点の検討を行った。

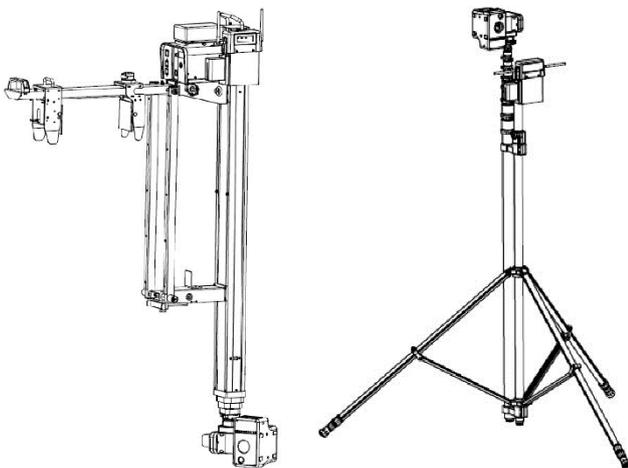
なお、点検支援技術は、「点検支援技術 性能カタログ(案)」で示される標準項目に基づき、その性能値が当該技術の開発者等から明示された技術を用いる。これまでに、国でNETIS(新技術活用システム)テーマ設定型等により技術公募、仕様確認が行われ、性能カタログに掲載された技術を参考にした。

横断歩道橋は大半が鋼橋であり、主な損傷は腐食が占めている。画像計測技術(橋梁)【24技術】のうち、ひび割れだけでなく腐食も検出可能な技術を抽出した。また、横断歩道橋は跨道橋であり、桁下を車両が往来するため、飛行型の新技術は安全性の観点から見送ることとした。

点検ロボット型のうち、安全性・作業性に優れる「橋梁等構造物の点検ロボットカメラ(ポールユニットタイプ)」を選出した。

表-1 点検ロボット型

No.	技術名	計測機器設置箇所	選出
2	主桁フランジ把握式点検装置(Turrets タレット)	主桁下フランジを自走式ロボットカメラで挟み込んで撮影。安全性を配慮し、道路規制が必要。	
5	橋梁点検支援ロボット+橋梁点検調書作成支援システム	橋面上にマシンを設置する必要があるが、横断歩道橋の階段を移動できない。	
6	橋梁等構造物の点検ロボットカメラ	懸垂型と高所型があるが、高所型であれば、離れた位置の路面から撮影可能。	○



架台ユニットタイプ

ポールユニットタイプ

図-2 形式

### 1) 対象部位及び対象変状

橋梁名：奥山歩道橋

橋長：15.9m

構造形式：鋼I桁下路橋

対象部材：主桁、横桁、添接板、床版、下横構排水樋

対象変状：腐食、土砂詰まり

### 2) 対象範囲

梯子では近接目視できない桁下を対象とする。

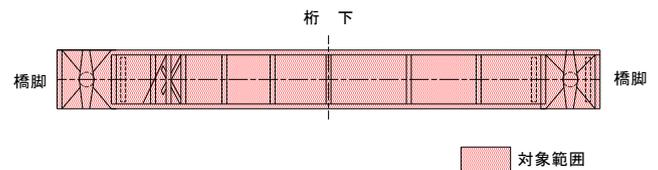


図-3 対象範囲

下記の2技術に対し、検証を実施した。

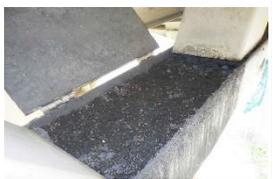
- ・高所作業車による点検(従来技術)
- ・点検ロボットカメラによる点検(新技術)

表-2 従来技術と点検支援技術との比較検討結果

技術名	高所作業車による点検	橋梁等構造物の点検ロボットカメラ
技術番号	-	BR010019-V0120
開発者	-	株式会社日立産業制御ソリューションズ 三井住友建設株式会社
点検状況		
実行条件	点検箇所 全部材	桁下(徒歩で近接できない箇所)
技術の特徴	必要な機器・装置等 高所作業車	橋梁点検ロボットカメラ、タブレット型パソコン
	現場規制 道路規制	特になし
検証結果	設置・測定・撤去の人工 630分・人(設置15分×3人、測定180分×3人、撤去15分×3人)	140分・人(設置5分×2人、測定60分×2人、撤去5分×2人)
	安全性 交通規制を伴う高所での作業	問題無し
	施工性 点検作業員、交通誘導員、高所作業車の運転員からなり、人員は多い。	仮設が不要及び作業人員の減少になるなど施工性の向上につながる
	優れた点 ・近接目視のほか、打音検査、触診も対応可能である。	・伸縮ポール、遠隔操作カメラを使用することにより、遠方から直接視準できない箇所の点検も可能である。 ・点検支援技術(画像計測技術)の中で、初期投資が比較的小さい。
	留意点 ・車線を規制して作業を行うため、利用者に負担がかかる。	・伸縮ポールを使用しての測定のため、比較的近距离(10m)での測定が必要。 ・損傷種類26項目全ての損傷の検出は不可。(腐食、亀裂、ひび割れ、床版ひび割れ、変形・欠損、漏水・滞水の6項目は確認可能)
材料費(安全費)	交通規制材等の安全費¥50,000	交通規制なし
労務費	作業員3人×¥40,000/人=¥120,000 交通誘導員2人×¥20,000/人=¥40,000	作業員2人×¥40,000/人=¥80,000
機器費	高所作業車¥35,000(1日レンタル)	橋梁点検ロボットカメラ¥72,300(3日レンタル)
点検費トータルコスト	¥245,000(1.0)	¥152,300(0.6)
点検期間の短縮日数	全部材(0.5日)	全部材想定(0.3日)
点検の質の向上	・全部材、近接目視可能のため適切な状態把握が可能。	・2回目以降の点検で損傷箇所が特定できる場合は活用できるが、新規変状をカメラで検出するのは困難。
点検環境の改善	-	点検支援技術と高所作業車を併用することで、高所作業車の点検時間を短縮できる。

高所作業車による点検写真と同じ損傷を新技術により撮影した写真とで対比を行った。

表-3 写真比較一覧

状態	高所作業車	点検ロボットカメラ
床版の腐食		
主桁下フランジの腐食		
排水樋の土砂詰まり		

【点検ロボットカメラによるメリット】

- ① 近接目視が困難な損傷を点検ロボットカメラで撮影した場合、ほぼ同等の近接目視及び撮影が可能である。
- ② 機器が軽量であるため、場所の移動が容易（移動約5分）であり、点検時間を短縮できる。
- ③ 光学30倍ズームで撮影可能であるため、遠隔地でも撮影が可能である。
- ④ 過年度調書により、損傷位置がある程度特定できれば、高所作業車と同程度の確認、撮影が可能である。
- ⑤ 腐食、ひびわれ、剥離・鉄筋露出等、複数の損傷の近接目視による判定が可能である。

【点検ロボットカメラによるデメリット】

- ① 孔食は判読できるが、板厚減少の有無を確認するのは困難である。
- ② 排水樋の土砂詰まりは、死角となり確認不可である。
- ③ 伸縮棒により高さを調節するため、風の影響を受けやすい。
- ④ バッテリーの消耗が激しいため、電源確保が必要である。

【まとめ】

道路規制の必要がないため安全性に優れ、作業人員の減少など効果的な面がある。

新技術の機器はレンタル対応のため、初期の導入コストは不要である。点検日のトータルコストは、従来点検の6割程度である。さらに、レンタルは最低3日間からであるため、複数橋梁を対象とした場合には、コスト面で効率的である。

点検ロボットカメラの操作は容易であり、今後技術者を増やし普及することができれば、自治体の評価にも繋がっていくと思われる。

【課題への対応策】

センサー・モニタリング、ロボット、非破壊検査などの新技術を点検作業に活用することが考えられるが、道路構造物の点検現場で必要と考えられる技術としては、以下が挙げられる。

- ① 近接目視あるいは打音など人の手による作業を代替あるいは支援し、点検作業の効率化を図る技術。点検に交通規制が伴う場合は、点検結果の記録など作業の一部でも時間短縮を図ることができれば、規制時間の短縮効果も期待できる。
- ② ロボット等により高所など近接目視確認が困難な箇所における劣化・損傷の把握を効率的に行う技術

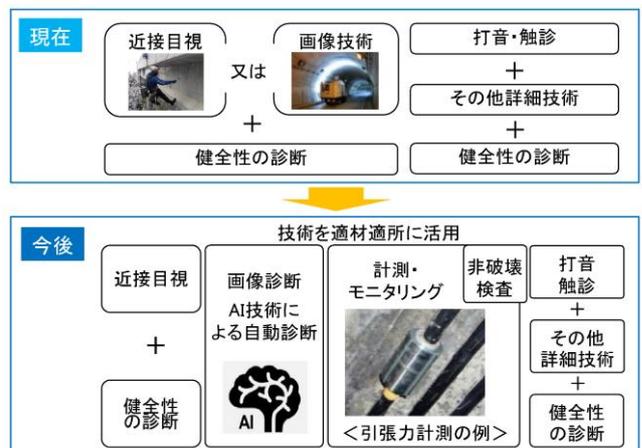


図-4 技術を活用した効率的な点検の方向性

近接目視と同等の健全性の診断を行うことができる方法として、近年、UAV やロボット等の新技術を活用した状態把握が行われている。一般に、UAVやロボット等の新技術を活用して定期点検を行った場合、以下のようなメリットがあると考えられる。

#### ① 点検の効率化

点検期間の短縮、点検人員・労力の低減、足場設置、橋梁点検車利用等による費用の縮減及び交通制限期間の短縮等による点検の効率化を図ることができる。

#### ② 点検の高度化

近接目視による点検では、損傷と判断した部位のスケッチ図や近接写真が判断の根拠として点検調書に記録されるが、損傷と判断しなかった部位は記録が残らず、点検後に客観的な比較ができなかった。しかし、UAVやロボット等の新技術を活用して施設全体又は部材全体の近接画像や動画を一定の仕様で撮影し記録を残すことで、次回定期点検時に記録していた画像や動画と比較することができ、より精度の高い状態把握が可能となる。

また、打音検査ロボット、レーダーロボット、非破壊検査ロボット、センサーによるモニタリング等を併せて活用することによって、損傷の評価や原因推定を、計測データに基づいて行うことができるようになり、点検の高度化を図ることができる。

### 4. おわりに

道路構造物の維持管理への活用が期待される開発者ニーズは多く開発されているが、開発した技術が現場で使えるものとなるためには、現場の具体的なニーズが技術開発者に伝わるのが重要である。また、メンテナンスサイクルを着実に回して行くためには、技術開発だけではなく、維持管理に携わる技術者の育成も重点的に取り組んでいかなければならない。

インフラの維持管理を更に効率化、高度化していくためには、点検支援技術を積極的に活用し、検証に取り組んでいく必要がある。

### 参考文献

- 1) インフラ維持管理における新技術導入の手引き(案) 令和3年3月 国土交通省総合政策局
- 2) 点検支援技術 性能カタログ(案) 令和2年6月 国土交通省
- 3) 新技術利用のガイドライン(案) 平成31年2月 国土交通省