

橋梁定期点検における 近接目視点検代替え技術の開発

橋梁点検車が利用できない橋梁の点検技術のニーズと開発

毛利 茂 則・長谷川 智 史

社会インフラの維持管理・更新が建設業界に課せられた大きな課題となりメンテナンス元年と位置付けられる今日、道路ストックの中で橋梁の維持管理に欠かすことのできない橋梁点検については、従来技術である橋梁点検車の利用が最も普及している。しかし、現存する橋梁には橋梁点検車が利用できない橋梁が多く存在する。本稿ではこのような橋梁に対して、ビデオカメラを利用して橋面上からの遠隔操作で橋梁下面を撮影し、その鮮明な画像を橋面上のモニター画面で確認する方法による近接目視点検代替え技術の開発に着手以来5年間におけるプロセス、点検へのニーズ、対応および課題について報告する。

キーワード：橋梁点検、橋梁点検車、近接目視点検、橋梁点検カメラ、ビデオカメラ、交通規制回避

1. はじめに

現在全国で橋長2m以上の橋梁は約70万橋存在する。国土交通省によれば高度成長期以降に集中的に整備された橋梁が今後一斉に高齢化して20年後には建設後50年を超える道路橋の割合は現在の16%から約65%に増加する見込みである。その老朽化の現状把握が急務な中、現時点では主に橋梁点検車を活用した近接目視点検が盛んに行われている。しかし橋梁点検車が利用できない橋梁も数多く存在している（例えばトラス橋、アーチ橋、歩道橋、橋梁点検車の車道上への設置に伴う交通規制が困難な橋梁、桁下空間が狭小な橋梁等）。このような橋梁においても容易に点検が可能なシステムを求めて、平成20年に開発に着手し、現在では試作機から1号機そして2号機へ、さらなる機能向上を目指して試行を兼ねた点検を実施している。

2. 開発コンセプトと開発過程

(1) コンパクトで安全な点検システム

開発背景には前述のとおり、橋梁点検車が利用できない橋梁が多いという事情がある。即ち橋梁点検車が1車線を占有することにより1車線道路では点検時全面通行止めを、2車線道路の場合でも1車線が占有されることによる片側交互通行規制が必要な橋梁が対象になる。又、特に交通量の多い路線では規制による渋滞の誘発や関係機関との規制時間帯等の事前協議、予

告看板設置や保安要員の確保等準備段階から渉外事務への対応も多い。また、点検員の作業環境も劣悪で、橋梁点検車のバケットに搭乗して終日上向き姿勢での高所作業となり、近接困難な部位等には双眼鏡やズームレンズによる目視確認を行うが、安定した映像が得にくく視力の個人差や経験に左右される部分も多い。このような課題を解決すべく、コンパクトで安全な点検システムをコンセプトとして開発に着手した。

(2) 試作1号機（Type20）の特徴

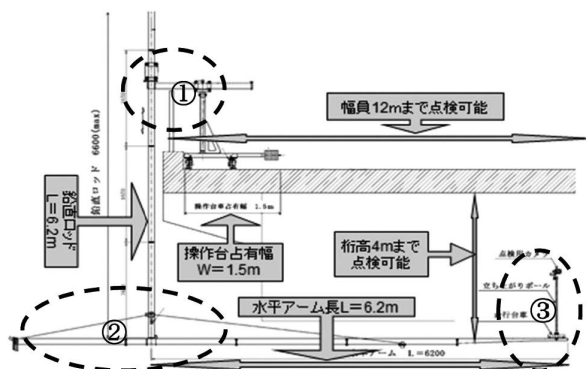
(a) 概要

コンパクトで安全な点検システムは、現場搬入を容易にするためワンボックスカーへの収納可能な形状寸法を目標として、平成20年度に開発に着手した。システムは①操作ユニット、②アームユニットおよび③カメラユニットで構成され、現地でこれらのユニットを組み立てる方法を採用した（図—1）。1号機は、道路幅員6.0mの1車線道路橋を想定して、道路片側から全幅員の点検が可能となるよう、水平アーム長を6.2mとし、カメラ走行台車の移動速度、ビデオカメラチルト機能の回転速度等の確認並びに調整を行った（写真—1, 2）。

(b) 課題

システム操作台の幅は0.9mであるが、システム台車の安定性を確保するバランスウエイトが0.6m車道側に張り出すために点検時の占有幅は1.5mとなり、占有幅の縮小（1.0m以下）を確保するための改良が

橋梁点検カメラ1号機仕様



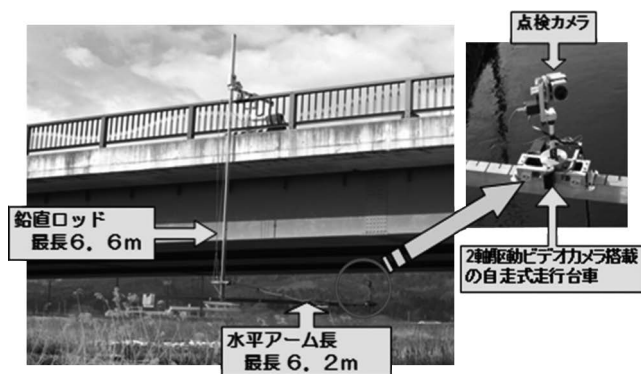
図一 試作1号機仕様

点検カメラシステム台車橋面上占有幅



写真一 機操作ユニット

水平アーム橋面下面に挿入



写真二 アームユニット/カメラユニット

課題となった。また、橋梁下面の障害物等の安全確認のために、桁下全体を確認できる補助カメラを鉛直ロッド下端部に設置して桁下確認を行うこととした。

(3) 1号機 (Type21) の特徴と課題

(a) 概要

試作1号機の課題を解決すべく改良を行い、図一2のシステムに改良した。

(b) 主な改良点

主な改良点はつぎの通りである(写真一3,4参照)。

特徴

- 操作台の幅は0.9mとコンパクト、路肩部又は歩道の一部上での作業が可能。
- 自走式の走行台車に高性能ズームカメラを搭載した橋梁点検カメラ。
- 安定した水平アーム上を走行台車が移動し、揺れの少ない点検画像の撮影が可能。
- 水平アーム長1.8～7.2mで、幅員14mまでの橋梁上部工の点検調査が可能。
- 幅員7mの橋梁であれば片側から全幅点検可能。
- 鉛直ロッド(多段式)長は最長7.7mで、桁高3～4mまで調査が可能。
- 水平ロッドは長2.2mで、地覆外側に1.4mの張り出しが可能。
- カメラの可動範囲は上下・左右360°で全方向の点検が可能。
- カメラのズーム機能(光学27倍)により微細なひび割れ(0.2mm)の確認が可能。
- 立ち上がりアタッチメント(0.3m～1.0m)を変える事で主桁の裏側・添架管の点検が可能。
- 変状箇所の位置特定は、水平アーム上の目盛りをカメラで読み取る事で可能。
- 点検結果はモニターで確認し、静止画及び、動画で記録。

図一2 橋梁点検カメラシステムType21の特徴

Type20 (20年度) ⇒ 1号機 (21年度)

ステップアップ

台車橋面上占有幅 1.5m ⇒ 0.9mに



システム稼動は手動 ⇒ 電動に

写真三 Type20・Type21の比較

水平アームを橋軸直角方向に挿入する際的主カメラと補助カメラ



写真四 監視用補助カメラ設置状況

- ・台車橋面上占有幅を1.5mから0.9mにした
- ・システム稼動は手動から電動にした

(c) 課題

1号機は、300kgを超えるシステムの移動と設置が人力によるものであり、可動性に劣り、制動装置がなく、下り勾配の移動が非常に危険であることが試行段階で判明した。そのため再度安全性、可動性向上の改良に着手することになった(写真一5参照)。

昇降作業は1人でコントロール可能

システム台車方向転換
作業員3名で実施昇降スタンド立上げ状況
動力:インパクトレンチ又は手動

現地組立後点検位置への移動



写真—5 移動設置

(4) 2号機 (Type22) 製作

(a) 概要

1号機の課題を解決するために、自走式クローラータ車(積載荷重1t)をベースとしてこれに1号機の機能を全て搭載し、且つ鉛直ロッド長を6.6mから9.2mに延伸した2号機を製作した。

(b) 準備工程と据え付け(写真—6～13)

現場へは2tトラックで搬入し、降車後水平アーム、



写真—6 現場着からシステム降車仮置き(約5分)



写真—8 カメラ台車・ケーブル取付け



写真—9 モニター設置・準備完了(現場到着から45分)



写真—10 移動時水平アーム先端部を補助員固定誘導



写真—7 水平アーム組み立て



写真—11 点検位置への設置完了(現場到着から50分)



写真—12 橋面歩道に設置する場合の例



写真—13 点検用アーム降下状態の例

ビデオカメラ等の組み立てをして点検現場へ移動する。しかし、準備から点検までの間約50分の時間を要するところに改善の余地を感じている。

以下、写真—6～13準備工程参照。

(c) 鮮明画像からの診断

橋面上の安全な位置から鮮明なモニター画面を通した近接目視が可能であり、複数技術者の目に触れることで、点検精度も向上する（写真—14参照）。



写真—14 モニター画面と複数技術者による確認

(d) システム仕様

システム仕様を図—3に示す。

操作 ユニット	形 式	ゴムクローラ キャリア	
	幅×長	0.95m×2.57m	
カメラ ユニット	走行台車	自走式 (鉛直・水平旋回)	
	ビデオ画質	HD画質	
	ズーム機能	光学10倍	
アーム ユニット	水平アーム長	7.2m	
	鉛直ロッド長	2.0～9.2m (多段伸縮式)	

図—3 2号機の仕様

(e) NETIS 登録認証

システムの機能及び安全性についてほぼ満足できる内容になったことで、新技術名称を「橋梁点検カメラシステム視る・診る」として国土交通省のNETIS（新技術情報提供システム）への登録を行い認証された（登録No：KK-110063-A）。

(5) 点検車が利用できない橋梁の主な例（写真—15, 16）



写真—15 点検車が利用出来ない橋梁の例



写真—16 狭隘な構造の例

(2) その他の接触・非接触機能の追加

現時点では2号機をベースマシンとして機能を追加したが、この他にも各種目的の調査・診断を行うことが可能である。今後はさらに2号機をベースとした各種測定機器を搭載することによる幅広い点検調査のツールとして役立つよう改良していきたい（写真—20）。

4. 橋梁点検車との比較

2号機の可動範囲と従来技術である橋梁点検車（BT110/BT200）の可動範囲の比較を図—4に示す。

図—4は、歩道付き2車線道路橋を例とした略図である。橋梁点検車のアウトリガーを車道上に設置した時を想定しているが、2号機の水平アームはほぼ橋梁点検車点検用バケットと同じ領域の可動が可能なのが図から読み取れる。

5. おわりに

橋梁点検車が利用できない橋梁に対する点検サポートシステムとして開発を行ってきたが、前述のとおりようやく無人の点検アームの可動範囲は、橋梁点検車の点検用バケットのものに近くなった。しかし、点検の全てが橋面上からの遠隔操作による点検となる事か

ら、システムを操作するオペレーターの技量が重要となり、システムオペレーターの効率的な育成が課題と言える。この様な視点から当システムを見る時、今後安全なシステムとしての完成度の向上に努めたい。

今回、この様な投稿の機会を頂きましたが、老朽化する社会インフラの維持管理の一助になれることを念じる次第です。

また、展示会や点検をとおして本システムに対して多くのご意見、ニーズを頂き本誌をお借りして感謝申し上げますと共に今後も忌憚無いご意見等をお願い致します。

J C M A

【筆者紹介】

毛利 茂則（もうり しげのり）
ジビル調査設計㈱
代表取締役



長谷川 智史（はせがわ さとし）
ジビル調査設計㈱
技術部

