# 特集>>> 橋梁

# 高性能橋梁点検システム『橋竜』の開発と提案

ロボット技術導入による橋梁維持管理業務の高度化・効率化と 更なる安全性向上に向けて

友 野 洋 平

日本に架かる橋梁は様々、大小合わせておよそ 67 万橋、橋の寿命は一般的に 50 年程度と言われており、67 万橋のうち、今後十数年で約 47%が寿命を迎える。橋梁の大規模補修や架け替えには多額の費用が掛かり、増大するインフラ点検・管理需要に対し、将来的には労働力不足も懸念されている。

補修による長寿命化を進めているものの、補修箇所を特定するにも費用対効果の課題が残り、その対策として暗中模索の実情が潜在しているのが現況である。

限られた時間と予算でより多くの橋梁点検を効率良く進めることが急務となっている。

キーワード:橋梁点検車,遠隔操作,観測データ,包括管理,ひび割れ計測

# 1. はじめに

これまでの橋梁点検は橋梁の桁下に点検員が入り込む為の仮設吊り足場を設置したり、人が乗るバスケットタイプの橋梁点検車を使用し点検作業を行って来た。

外部環境によっては.

①長大橋での場合,補修個所の特定をする為には膨 大な費用と時間が掛かる。

(費用対効果の課題)

②アーチ,トラスなど複雑な構造の橋において,バスケットタイプでは鉄骨などが干渉し進入出来ない部分も多くある。

(点検範囲の限定)

③橋梁桁高が高くバスケット上で立ち馬などの設備 が必要となる場合もある。

(危険作業の増大)

本報告はこれらの課題と問題点を解決する新しい技術であり、今後のインフラ維持管理分野に於いて観測データの電子化から点検帳票類のまとめ整理、保存まで包括した省力化によるコストダウンの実現を可能としている。

## 2. 高性能橋梁点検システム「橋竜」

今回紹介する「橋竜」(以下「本システム」という) (写真一1) は、人の代わりにアーム先端に取り付けた遠隔操作雲台付カメラ(写真-2)で撮影した観測



写真一1 本システム



写真-2 アーム先端の遠隔操作雲台付カメラ

映像を確認分析することで、従来工法に対し省力化と 高い安全性を提供することが可能となった。

オペレータはキャビン内の操作席でモニターと 3DCGを同時に確認しながらジョイスティックで操作 し、多関節アームと複雑な鉄骨橋梁との接触を回避 し、アーム先端の遠隔操作雲台付カメラ装置を橋梁下 部床版まで誘導操作を行う。(オペレーション補助装 置:3DCG、監視カメラ、及び接触防止センサー)

点検作業の内容は静止画,動画,これらの点検座標



写真一3 操作キャビン内

データまでキャビン内でリアルタイムで確認することが出来、その場でデータ化された点検結果から報告書作成として必要なフォームのまとめを行うことが出来る(写真一3)。

また、記録した点検座標データは数年後の点検時に同じ座標にアームを誘導することが可能で、今まで難しかった定点での経年劣化の観測や補修工事後の確認など様々な調査に活用することが期待出来る。

# 3. 本システムの期待効果

## (1) 品質の向上(図-1)

- ①人間による計測データではなく,自動的に電子 データ化され,信頼性の高いデータ収集が可能。 (信頼性の確保)
- ②3次元座標情報を記録保存している為,数年後でも同じ点検ポイントを探査可能。 (経年劣化のビジュアル化)
- ③高性能カメラの近接画像より、コンクリート床版 損傷の点検と記録が可能で、専用ソフトによりひ び割れ解析を行うことが出来る。
- ④事務所内での損傷図と写真台帳の作成をスピーディーにまとめることが可能。 (事務作業の効率化)

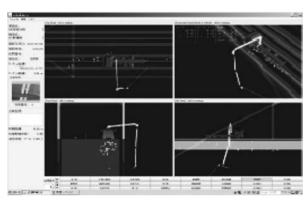


図-1 3次元 CG 描画システム

## (2) 作業安全の向上

多関節伸縮アームを運転席より遠隔操作にて操作することが出来る為,人間が直接橋梁下部等へ立ち入ることが無く,墜落・転落災害を未然に防止し,また複雑な橋梁鉄骨との挟まれ事故に於いても防止することが可能となった(写真一4)。



写真一4 作業状況

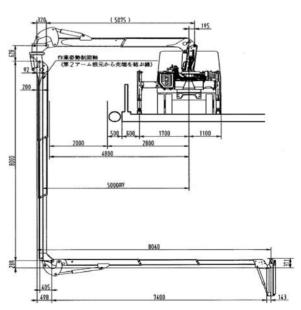
#### (3) 現場効率の向上

従来の点検に比べ人員削減が出来,また道路規制設置作業のみで直ちに点検作業に取り掛かることが可能であり,作業効率向上を図ることが出来る。

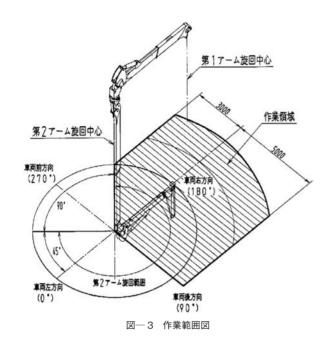
# 4. 装置の概要 (図-2, 3, 表-1)

# (1) 安全装置

- ①第1アーム最大旋回半径5m以上の最大転倒モーメント時に自動停止(転倒防止装置)
- ②第1, 第2アームの作業半径制御 (旋回制限装置)
- ③構造物とカメラ雲台部との衝突防止(超音波接触 防止装置)



図一2 アーム寸法図



表一1 仕様

<del>衣─</del>   位依	
フレーム関係	
フロントアウトリガー張と	出幅 1700 mm
リアアウトリガー張出幅	950 mm
アーム	
第1アーム長	4000 mm ~ 5200 mm
第1アーム起伏角度	-5°~63°(対地角度)
第1アーム旋回角度	0°~90°(車両後方0°とし時計回転方向を正)
第2アーム長	3585 mm ∼ 8000 mm
第2アーム旋回角度	-45°~215°第1アーム先端 方向を0°として反時計回転 方向を正
第3アーム長	$3600 \text{ mm} \sim 7400 \text{ mm}$
第3アーム起伏角度	0°~180° (第2アームとの相対角度)
第4アーム長	$371 \text{ mm} \sim 2511 \text{ mm}$
第4アーム起伏角度	0°~90° (第3アームとの相対角度)
その他仕様	
パソコン	ノート PC2 基 デスクトップ PC 基
レーザー距離計	LDS-5
超音波センサー	OM7-1S
ネットワークカメラ (監視用)	BB-HCM100 BB-HCM110
点検撮影カメラ	SR8
発電機	YDG3000 (3kVA)
カメラ雲台	PTC-103HU-23N
安定化電源	SVR-3000

- ④構造物とアーム接触防止(接触防止監視カメラ5台)
- ⑤アーム未格納警告装置(格納位置検知装置)
- ⑥アウトリガー完全張出し検知装置 (ジャッキインターロック装置)
- ⑦橋梁点検作業警告灯(LED 警告灯)

## 5. おわりに

本システム高性能橋梁点検システム「橋竜」には様々な機能を搭載しているが、今後は更に「ひび割れ解析」の機能アップを図り、かつ床版コンクリートなどの剥離検知機能を装備した完成度の高い橋梁点検システムの構築に推進し今後益々要求される社会インフラ点検の需要に対応していく所存である。

## ■特許取得と NETIS 登録

2006年7月特許申請後,従来の点検作業に比べQ(品質), C (コスト), D (工期), S (安全性) などから高い評価を受け実績を積み重ねて来た。

特に,河川幅の大きい山岳橋梁,複雑な構造橋梁などでの点検は,需要も多く2009年8月にNETISに登録された。

<u>特許登録番号 第 5002756 号</u> NETIS 登録番号 HK-090007-A

# 謝辞

本システム開発にあたり(株)帝国設計事務所様には多 大なる協力を頂きました。ここに誌面を借りて謝辞を 申し上げます。

J C M A



[筆者紹介] 友野 洋平(ともの ようへい) ㈱カナモト 広域特需営業部 技術営業主任