

## 44. 高所点検車両

(財)首都高速道路技術センター：\*田村 尚美  
藤田 健, 高田 恭一

### 1. はじめに

「高所点検車両」とは、橋脚梁上などの死角位置にある支承等のほかに床版下面等における視認性の悪い構造部分に対する点検作業を地上（車両内）からの遠隔操作で簡易に実施することを目的とした点検システムである。

### 2. システム概要

#### 1) 高所点検車両

高所点検車両（以下「車両」）は、高架下などの狭い地形に対応できるように車両本体を可能な限りコンパクト化を図り、ベース車台は2トトラックシャーシを採用して改造を加えた。車両内部は、運転室と操作室及び格納室に区分けされている。操作室には高所点検機構の制御装置と点検画像モニタ及び記録装置を配置して、ここで点検作業を実施する。格納庫には高所機構及び発動発電器を搭載し、その他カラーコーン等を収納するスペースが設けてある。

#### 2) 高所点検機構

車両に搭載している高所点検機構は、地上高さ15m伸長が可能な多段式伸縮ポール、その頂部に1～3m伸縮する水平アームを組合せた高所機構と、水平アームの先端部に取付けた点検用カメラ設備によって構成している。

伸縮ポール及びアームは、構造上軽量化を図る必要から高剛性カーボングラスファイバー製（円断面）を採用した。格納の都合上、ポール部が13段構造、アーム部が3段構造となっており、それぞれの伸縮駆動方式には作業時の微妙な位置調整が容易な「帯型曲面板バネ鋼」（コンベックス）による電動送り出し／巻き取り方式を採用した。伸縮ポールの上昇速度は4m/min、アームの伸縮速度は6m/minである。

本機構では、ポール軸が360度旋回可能になっているので車両の停車方向・位置に関係なく目標方向を簡単に設定することができる。

先端部の点検用カメラは、3CCDデジタルカメラで12倍ズーム機能を有する。カメラ雲台の可動範囲は左右180度及び上下90度であり、これにより全方向カメラ視野に入れることができる。

また暗部の物標に対応できるように照明器具、異常発生音等を収録するための集音マイクが点検用カメラに併設してある。

#### 3) 画像表示とデータ記録

操作室の画像モニタ（高解像度14インチ）は、点検用カメラからの画像データがリアルタイムに表示され、また記録装置からはタイムリーな画像再生ができる。データ記録装置は、DV方式とS-

VHS方式の2種類を備えており、それぞれ目的に応じて使い分けができる。

デジタルデータは、プリントアウトやパソコンへの出力が可能であり通信機器に接続すれば基地等にデータ送信することができる。

### 3. 検討事項

#### 1) 伸縮ボール

伸縮ボールは、重量軽減の目的もありカーボングラスファイバー製を採用したが、材料の特性上タワミ易さによる変形・揺れ等の挙動が懸念されたことから、事前に類似のボールを用いて要素実験を実施し、ボールの偏荷重によるタワミ変形の影響をはじめ振動特性や減衰状況等を調査し適性の検証を行った。

ボールの伸縮駆動にはコンベックス方式を採用した。この方式はボールの1段目（最上段ボール）にコンベックスの先端部を取付け駆動装置により筒内のコンベックスを上方に送り出すことで、2段目のボールが1段目に引き上げられ、順次これを繰り返して下段側12段目が上昇して伸長が完了する。

コンベックスは、直線状態で大きな軸力に耐え、かつ巻き取りが容易であることが望ましい。板バネ鋼の曲率半径 $r$ 板厚 $t$ として円弧開き角度が一定なら座屈強度は $r^3 t$ に、巻き取りトルクは $r t^3$ にそれぞれ比例する。採用断面についてはFEM解析及び座屈試験を実施して強度確認を行った。

コンベックス方式の伸縮ボール自体は既存技術であるが、本車両に採用するにあたっては以下の点で技術的対策を必要とした。

#### 2) 伸縮駆動装置

高架下に進入するためには車高を出来るだけ抑える必要がある。格納高の制約はボール段数を増加させる一方で、駆動装置についても形状寸法を小型化する必要がある、特に基段ボール直下に位置するコンベックスの送り出し機構については新たな検討項目となった。

本機ではコンベックスの送り出し部分のスペースが狭いことから、コンベックスを1対の凹凸円弧状の回転ローラに挟んで送り出す方法を採用することにした。この場合、凹凸ローラは回転軸から表面までの回転半径が断面上で異なるので、表面の回転速度が一定にならず、凸ローラは中央部で速度が大きく辺端部は小さくなり、凹ローラではその逆となることから、コンベックス表面には常時板幅方向にスリップ現象が生じ摩耗するおそれがある。このため幾つかのタイプのローラを試作して実験を行った結果、図-2のようなコンベックス円弧より緩やかな円弧をもつ「緩凹凸型のゴムローラ」を本機構に採用した。更に安全を期して軸方向のスリップ防止用

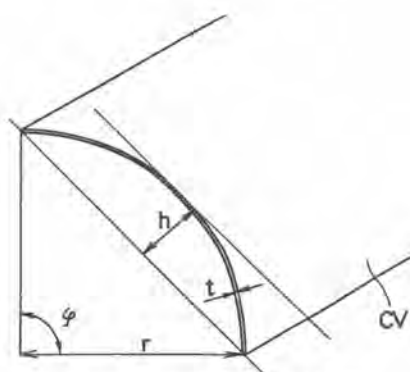


図-1 コンベックス斜視図

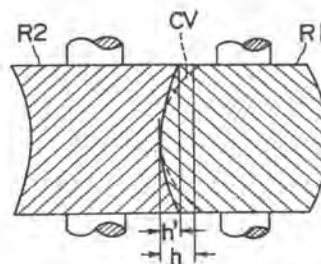


図-2 回転ローラ断面図

ブレーキ装置も一体的に取付けた。

高所機構の旋回動作は、ポール頂部における重量軽減と格納高抑制の理由から、頂部に旋回機構を設けるのは不利と判断し、車床部のポール基部に旋回用ラックギア装置を取付けてポール本体を旋回させる方式を採用した。

#### 4. 点検システム（車両）の仕様

##### 1) 車両

車両寸法	……………	全長5.13m、全幅1.71m、全高3.08m（ポール収納時）			
車両重量	……………	2.0ton	車両総重量	……………	4.5ton
最小回転半径	……………	4.6m	乗車定員	……………	5名
総排気量	……………	2,693cc			

##### 2) 搭載機構

ポール	……………	スライド高さH=2.90~14.80m
		最大径 280mm 最小径 110mm
		回転角度 左右各275度
		上昇速度 8cm/s 下降速度 9cm/s
		回転速度 15cm/s
アーム	……………	スライド長 L=1.5~3.0m
		最大径 110mm 最小径 73mm
		アーム角度 水平~20度（手動操作）
		伸縮速度 5cm/s, 10cm/s

##### ポール及びアーム伸縮方式

コンベックス駆動方式（帯型曲面ばね板鋼）

カメラ用俯仰装置	旋回角度	±180度	俯仰角度	±90度
安全装置	……………	監視カメラ、接触防止用超音波センサ、水平制御装置		

##### 3) 計測部

CCDカメラ	……………	1/2インチ38万画素×3板式（カラー）
水平解像度	……………	750TV本
レンズ	……………	12倍ズーム
マイク	……………	指向性集音マイク

##### 4) データ記録装置

記録方式	……………	デジタル記録、S-VHS
------	-------	--------------

##### 5) 画像表示装置

計測時	……………	リアルタイム画像表示
再生時	……………	テープ早送り、頭出し機能、画像プリント

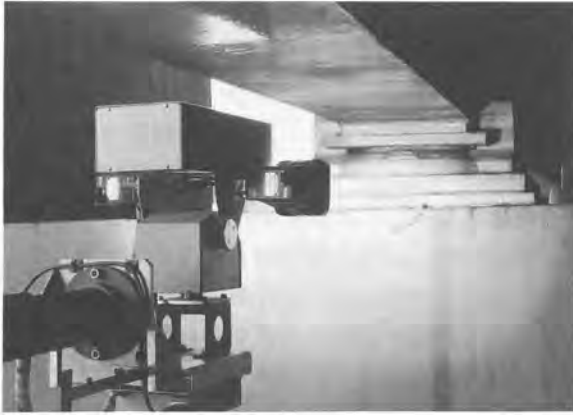


図-3 点検用から支承を望む



図-4 高所点検車

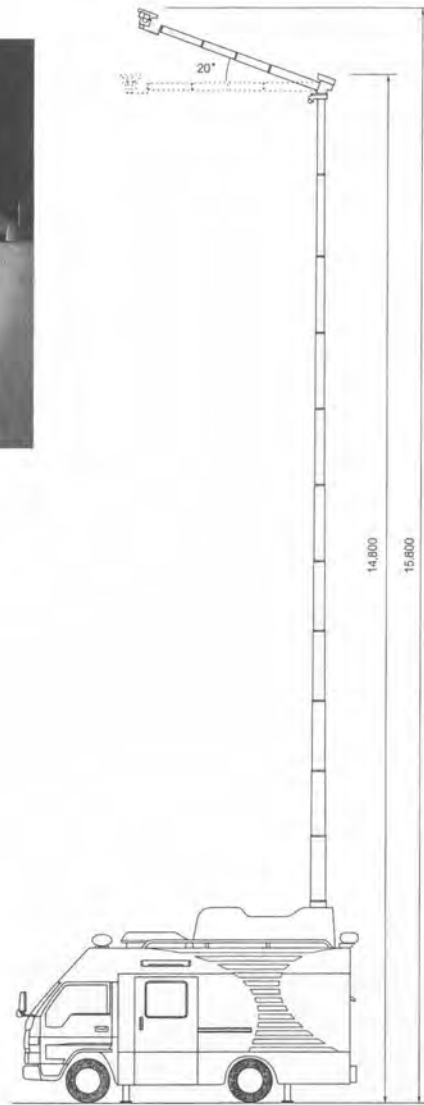


図-5 側面外観図

## 5. まとめ

本車両は、スポット的な点検に特に効果的であり、従来の高架下からの点検において点検者の視角に捉えにくかった構造部分の補完だけに止まらず、具体的な性状確認や追跡調査等にも適用できることから、定常的な点検手段として本車両の利用価値は大きいものがある。また、車両搭載型であり、機動性に富むこと、収録画像は後の対応検討時に有用な情報となることから、緊急的な点検出動において特に威力を発揮する。これらのことを、今後の実地点検にて検証する予定である。