

## 7. 総括

### 7-1 研究の経緯

- (1)当初は管口カメラを改良し、カメラヘッドを管きよの内部に入れる方式を考えたが、カメラヘッドの大きさ等からみて、不適切と判断した。
- (2)防水仕様でサイズも手頃なビデオカメラが市販されており録画状態にして照明と共に管きよ内を走行させて得られた管きよ内画像は鮮明で目的に合うことが判った。
- (3)従来の TV カメラの実施能率を鑑み、効率性の指標として、一日当たりの点検業務実施延長距離として、目標値 1000m/日を設定した。
- (4)ビデオカメラと照明を載せる台車を考案したが、最も効率的であったものは電動自走台車によるもので、3時間の現場作業で 600m を達成でき、1日当たりの目標値をクリアできた。但しこのときの現場では 300m に亘り段差が無く連続で管きよ内を走行できたという有利な条件の基で達成したことも勘案すると、標準的には 1000m/日の施工能率として良いと考える。

### 7-2 実証実験の結果からみた当面の課題

最も効率性の高い点検カメラは、電動自走台車と考えられた。効率性の観点から見た電動自走台車の有利な点と不利な点は、表 7-1 に示す通りであり、現行のカメラ類と比較すると有利な点が多い。

表 7-1 効率性の観点から既存の TV カメラと比較した点検カメラの有利な点と不利な点

項目	点検カメラ	側視付 TV カメラ	広角側視カメラ
日進量	1000m/日	300m/日	450m/日
準備作業	TV カメラ車の移動が無い 発電機を必要としない	TV カメラ車の移動が必要	TV カメラ車の移動が無い 発電機の電源が必要
前処理工	原則としては事前の、 洗浄・清掃はしない	事前の洗浄・清掃を行う	事前の洗浄・清掃をしない場 合もある
一般的 所用人数	点検技術者数：3名 交通誘導員：2～3名	調査技術者数：5名 交通誘導員：2～3名	調査技術者数：4名 交通誘導員：2～3名
機材価格	かなり安価に製作が可能	TV カメラ車は通常高額	側視付 TV カメラより安価
判定基準	簡易な判定基準の適用	従来の判定基準を適用	
詳細調査	詳細調査には向かない	従来基準に従った判定可能	同左（画像展開による）

摘要：


効率性の観点から比較して有利な要素

効率性の観点から比較してやや有利な要素

効率性の観点から比較して不利な要素

B市における実証実験の結果を基に、電動自走台車による調査手法の長所、短所と当面の改良・改善項目について考察すると下記の通りとなる。

#### <電動自走台車の長所>

- ・10～12m/分の速度のもとで撮影された管きよ内の動画画像は、処理能力があまり高くない4年程度前の PC であっても管きよ内部の支障物や管壁の瑕疵を判断するには十分であった。

- ・安全索が引張られて抵抗にならない限り、Φ250mmの管きょ内を終始一定の速度で走行できた。
- ・土砂堆積、モルタル付着、油脂付着、滞留水が多少認められる管きょ内部であっても円滑に進行した。
- ・電池の持ちが良く、1時間以上継続使用し600m以上走行しても走行継続に不安がなかった。
- ・電波が届かない状況の下では前進にスイッチが固定されるようにしたことは良かった。

#### <電動自走台車の短所>

- ・0号マンホール（内径75cm）のような狭い空間では、アンテナの向きなどで電波が届かないことがあり、確実な前進・停止の制御ができなくなることがあった。
- ・安全索が発進側で絡まって走行の支障になることがあった。
- ・落差のあるマンホールでは人が入らずに回収する際に、回収用の籠に工夫が必要である。
- ・マンホール内に電動自走台車をセットして走行させようとしても、特に流入があるインバートの形状によっては、シャーシの先端がインバートにぶつかって円滑な発進ができなくなることがあった。

#### <当面の改良・改善項目>

- ①安全索として現行のナイロンケーブルの代わりになる強くて軽い適切な素材を調査し採用する。
- ②絡まることの無い安全索巻き取りドラムを使用する。
- ③電動自走台車回収用の籠を工夫する。
- ④電動自走台車の先端形状を丸くして、インバートに接触しても滑って引っかからずに前進するように工夫する。

### 7-3 現況把握・評価と今後の課題

今後の更なる効率化を達成するには、電動自走台車の走行速度を現在の約2倍(=20m/分)にし、想定されるトラブルに円滑な対処ができるようにすることが必要である。目標値の達成には、現場における小移動にかかる時間を短縮することも重要な要素であるが、安全面を考慮すると大きな改善は難しい。

今後の課題としては下記があげられる。

#### (1) 走行速度をどこまで早くできるかの検証

速度を上げるとトルクの減少と走破性能の悪化が予測され、トルクの大きいモータを使用すると電池の継続時間は短くなる。当面はモータを6個にしてギヤ比を1:100に上げ、バッテリーを3個積めば理論上は他の仕様はほぼ同じで1.5倍の速度(15~18m/分)を得ることができる。

#### (2) 走行速度を速くしたときの映像の鮮明度の検証

より早い速度の基で録画されたビデオ映像が管きよの劣化度を評価・判断するにあたって、必要十分であるかを検証する必要がある。

#### (3) 想定されるトラブルに円滑な対処ができるための更なる工夫が必要である。

今後どのような課題を解決してゆくべきかを、従来の詳細TVカメラ調査機器と比較してみると良くわかる。従来の詳細TVカメラと異なる項目は次のようであり同様な機能を持つことで発生が予測されるトラブルに対応できると考えられる。

- ①ビデオカメラの外部モニターがないので、現在TVカメラ車が何を見ているのかは外部からは不明となる状態が継続される。ドイツで使用されている清掃カメラという製品では下水道管きよの清掃時にビデオ映像を無線で電送し記録するシステムが実用化されている。
- ②ビデオ動画映像の記録開始・停止を外部から制御することはできない。
- ③電動自走台車は外部からの無線制御としているが、マンホール内部の可視範囲でしか電波は届かない。小口径管きよ内で無線の電波が確実に届けばより安全で確実な制御ができるようになる。①でできたのであれば、現在の技術で可能であると考えられる。
- ④従来の詳細TVカメラ調査業務では、洗浄した後で調査業務を行うが、点検カメラでは洗浄・清掃にはこだわらない。このため走破性を高めるための工夫を研究開発する課題がある。例えば、クローラ方式、6輪車、8輪車として、独立のサスペンションを設ける等の方向性が考えられる。

点検カメラの手法を構成する要素と現況把握・評価、今後の課題をまとめると表7-2の通りである。

表 7-2 点検カメラ手法の構成要素と現況把握・評価、今後の課題

	構成要素項目	現状	現況把握・評価 今後の課題
カ メ ラ	① カメラ本体の機能		
	カメラ	解像度、広角度合、動画フレームレート	機能として当面は十分
	映像記録	32GB SD カード	同上
	② 外部照明		
	照明	防水懐中電灯（単3電池2本）	LEDと充電池による方式の開発
	③ モニター機能（有線・無線）		
	カメラモニター	なし	今後は電波による映像データ搬送方式の研究
	④ 映像記録外部制御（有線・無線）		
映像記録外部制御	開始・停止・終了機能なし	当面は現状のまま。今後無線による制御	
動画の編集	動画編集は無しキャプチャ機能のみ	動画編集ソフトの選定と提出用ファイル作成基準	
電 動 自 走 台 車	① 走行系		
	電動走行方式	モーターリチウムポリマー電池	当面は現状のバッテリー電源方式
	走行用電源	内部電池方式	軽量化するための基本、当面は現状のまま
	走行方式	ゴムタイヤ四輪駆動	効率的なタイヤの開発、クローラ式、6輪式
	走行速度	10~12m/分	現状の2倍の速度での映像の状況確認
	走破性能	土砂、モルタル、油脂を走破する	さらなる走行系の改良：サスペンション等
	② 制御系		
	制御方式	無線による外部制御（不完全）	光、超音波方式 無線電波周波数・出力の検討
	③ 距離測定方式		
	距離測定	なし	無線で距離を測定しビデオ画像に入れる研究
	④ 安全性の確保		
	安全索	ナイロンケーブル	他の素材及びケーブル巻き取りドラムの選択
	回収装置	マンホールに入らずに籠を使用した回収	さらなる、回収かご等装置の工夫