

4. 実証実験

実証実験は、選定したビデオカメラ及び照明装置を用いて、管きょ内で撮影した映像が、点検カメラとして必要な評価・判定を行うための要件（①管内通線の性能（到達距離，所要時間）、②カメラの走行性能（速度，安定性，段差等の影響，所要時間）、③撮影画像の実用性（画像の鮮明さ，支障箇所撮影，取付け管内の撮影，照明の性能））を満たしているかを確認することから始めた。

台車走行方式としては、3-1. 点検カメラの呼称の中にある、表 3-1 に示す方式について、(1)、(2)、(4) の番号順に実施した。

これらの実証実験の結果得られた結論を表 4-1 に示す。実証実験の実施概要は次頁の通り。

表 4-1 実証実験と得られた結論のまとめ

台車走行方式	実証実験	得られた結論
(1) 通線後引張り方式	A市にて実施	適切なカメラの撮影モードや照明を確認・検証した 720Pモード フレームレート60回/秒が良い
(2) イコ-ケーブル押し込み方式	B市にて実施	実施能率として601.2~975.6(m/日)を得た
(3) 船体流下方式	—	管きょ内の流量が少ないため実験はできなかった
(4) 電動自走台車(RC制御)	B市にて実施	626.6m/3時間10分の結果を得、目標としての1000m/日を達成できた

4-1 通線後引張り方式

(1) 概要

<実施場所>：東京都A市

<実施月日>：平成24年4月

表 4-2 実証実験路線詳細

マンホール番号	地盤高	管底高 T.P. (m)		マンホール深 (m)	管種	管径 (mm)	勾配 (%)	管きよ延長 (m)
		上流	下流					
403	162.23	159.329	159.290	2.94	HP	Φ250	3.00	49.91
404	161.97	159.121	159.086	2.88				
405	161.79	158.951	158.897	2.89	HP	Φ250	4.00	34.98
401	161.78	158.743	158.686	3.09				
							合計	117.12

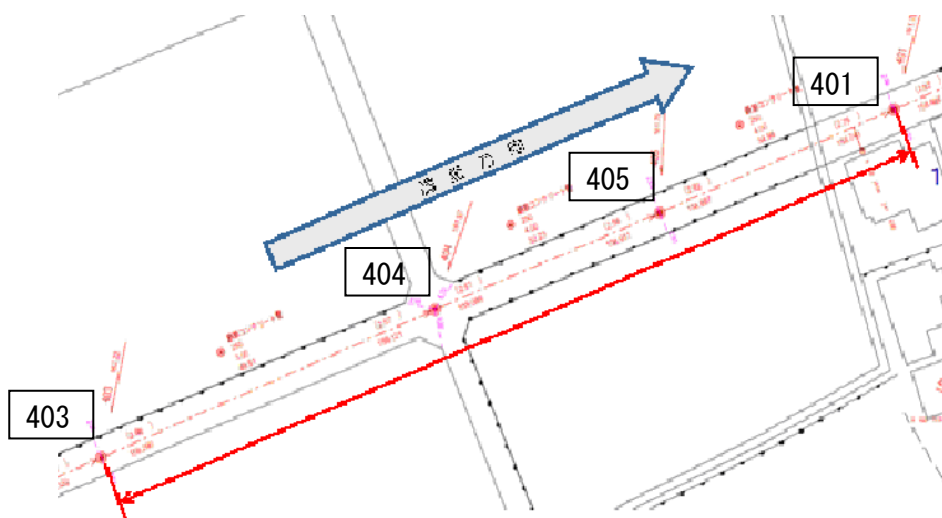


図 4-1 通線後引張り方式 実証実験路線

(出典：東京都A市下水道台帳より)

<使用機材>

表 4-3 使用機材

名称	仕様	数量	単位	備考
簡易ビデオカメラ	GoPro HD HERO2	1	台	
LED ライト	LEDLENSER P17	1	台	状況により台数追加
通線器	ス-ハ°-イエロ-(φ6.5 mm×50m)	1	台	
ポリエチレンクロスロ-フ°	φ6mm × 220m	2	式	
電動ウインチ	巻きとり速度：約 10m/min	1	台	
カメラ架台	ソリタイプ/タイヤタイプほか	1	式	
巻尺		1	台	
ストップウォッチ		1	台	

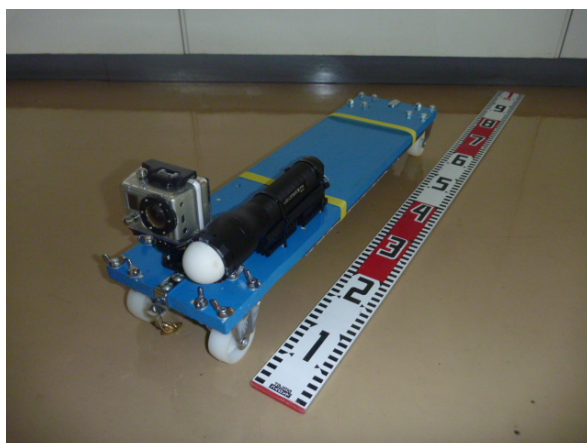


写真 4-1 車輪式台車



写真 4-2 管きょ内設置状況

(2) 実験方法

実験のフローを図 4-2 に示す。実験により確認する点を、以下の 3 項目に分類した。

- ① 管内通線の性能（到達距離，所要時間）
- ② カメラの走行性能（速度，安定性，段差等の影響，所要時間）
- ③ 撮影画像の実用性（画像の鮮明さ，支障箇所の撮影，取付け管内の撮影，照明の性能）

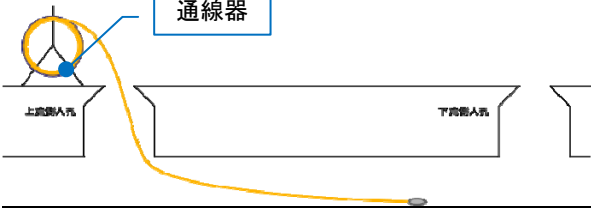
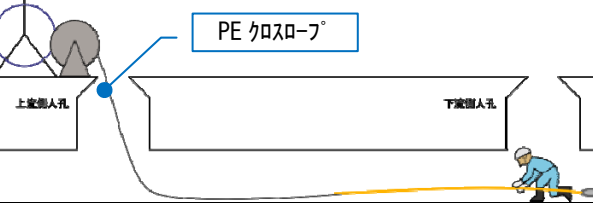
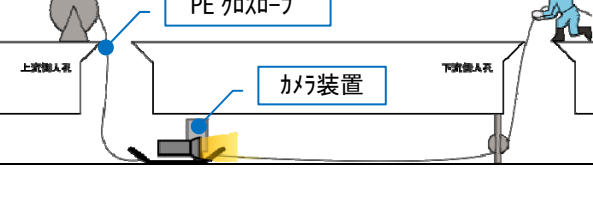

 <p>通線器</p> <p>上流側人孔</p> <p>下流側人孔</p>	<p>①管内通線 通線器（スパー・イロー）を用いて、汚水管内を通線する。通線を行なう際、到達可能距離や所要時間等の確認を行なう。</p>
 <p>PE クロスロープ</p> <p>上流側人孔</p> <p>下流側人孔</p>	<p>②ロープの引き込み 通線器の後端に、ポリエチレンクロスロープを取付け、通線器を押し込むことにより、マンホール内の通線を行なう。その際、下流側のマンホールで順次、通線器を押し込み、可能であれば、一度に複数スパンの通線を行なう。</p>
 <p>PE クロスロープ</p> <p>カメラ装置</p> <p>上流側人孔</p> <p>下流側人孔</p>	<p>③カメラの通過性確認 ロープにカメラ架台を取付ける。カメラ架台には、引き戻し用のロープも取付ける。必要に応じて、カメラ架台とロープの間には、よりもどりを取付ける。到着側マンホールから、ロープを引き寄せ、カメラが問題なく通過するか確認する。確認後、発進側マンホールまでカメラを引き戻す。</p>
 <p>電動ウインチ</p> <p>上流側人孔</p> <p>下流側人孔</p>	<p>④管内撮影 到達側マンホールにケーブルウインチをセットし、一定速度でカメラを引き寄せる。カメラが到達側マンホールに到着したら、発進側マンホールに引き戻し、実験条件を変更して、再度、カメラを引き寄せる。実験条件としては、牽引速度、照明の照度・配光、カメラ画角、解像度、撮影コマ数、撮影角度などが挙げられる。実験条件の組み合わせ全てについて、上記の作業を繰り返す。※カメラを発進させる前に、実験条件等を記入したパネルを調査映像に写し、設定条件と実験結果を一致させる。</p>

図 4-2 通線後引張り方式 実験方法

(3) 実験結果

実験条件を表 4-4 に示す。いずれの条件においても、管内状況を把握するには十分な画質が得られた。また、いずれの条件においても、カメラの進行速度が完全に一定ではないので、移動速度が速い時には、画像にブレが生じることがある。

表 4-4 実験条件

	カメラ移動手段	進行速度 (m/min)	映像解像度	撮影コマ数 (フレーム/sec)
条件 1	ウインチによる α - β 巻取り	11.2	1280×720	60
条件 2	同上	11.7	1280×960	30
条件 3	通線器で押込み	平均 13.6	1280×960	30

※ 条件 3 については、約35m 付近で進行不能のため調査終了。

TVカメラの映像解像度は、表 4-5 に示す実験で得られた動画を確認した結果、表 4-4 における条件 1 が最も適切な条件と考えられた。以降のカメラの設定は全てこのモード（720P モード：1280×720 60 フレーム/sec）にて行った。

表 4-5 実験作業経過

作業内容	時刻		所要 時間	備考（課題・問題点他）
	開始	完了		
現地到着・ツールボックスミーティング	10:30	10:40	0:10	
調査準備	10:40	11:05	0:25	
通線	11:10	11:20	0:10	通線器を人孔番号 403 より挿入
通線	11:20	11:30	0:10	通線器を人孔番号 404 より下流側へ押込み
通線	11:30	11:35	0:05	通線器を人孔番号 405 より下流側へ押込み
通線	11:35	11:40	0:05	通線器を人孔番号 403 より回収
通線	11:40	11:50	0:10	PE α - β 調整・設置完了
休憩				
簡易ビデオカメラ準備	13:00	13:40	0:40	
簡易ビデオカメラ実験	13:40	13:53	0:13	条件 1（ウインチ牽引、1280×720、60fps）
簡易ビデオカメラ実験	14:05	14:15	0:10	条件 2（ウインチ牽引、1280×960、30fps）
簡易ビデオカメラ実験	15:18	15:25	0:07	条件 3（通線器押込み、1280×960、30fps）
片付け・作業終了		16:00		片付け 30 分

<時間当たり実施効率>

通線の設置～片付け迄にかかる時間として、上表にて 10:40～11:50 迄の 1 時間 10 分と片付けに 30 分をみる。動画記録のためのウインチ牽引に 13 分を要するとして、1 時間 53 分で管きょ延長 117.3m が終了する。1 日実働 6 時間として、 $117.3\text{m}/1.88\text{hr} \times 6\text{h/日}$ $r=374.4\text{m/日}$ の実施効率となる。

4-2 イエローケーブル押し込み方式

(1) 概要

<実施場所>：神奈川県 B 市（図 4-3 実施箇所図参照）

<実施月日>：平成 24 年 7～8 月

1) 実験場所の管きょ主要諸元

- (ア) 管径：250mm
- (イ) 管種：ヒューム管、陶管、塩ビ管、ライニング管
- (ウ) 全延長：約 2,020.41m（表 4-6）
- (エ) スパン数：80 スパン
- (オ) スパン平均延長：25.25m
- (カ) 本地域は、平成 19 年より不明水調査を実施している箇所であり、多量降雨時には下流の低地より溢水が発生している。

表 4-6 数量集計表

ブロック NO.	路線番号	選定理由			延長 (m)
		段差	段取り替え	不明水の所見	
1	路線 No. 1～No. 6	無し	多い	H18 調査で最も多い	501.53
2	路線 No. 7～No. 10	多い	多い	雨天時踏査では多い	366.91
3	路線 No. 11～No. 17	多い	多い	雨天時踏査では少ない	538.00
4	路線 No. 18、路線 No. 19	無し	少ない	H22 調査で最も多い	613.97
				合計	2020.41

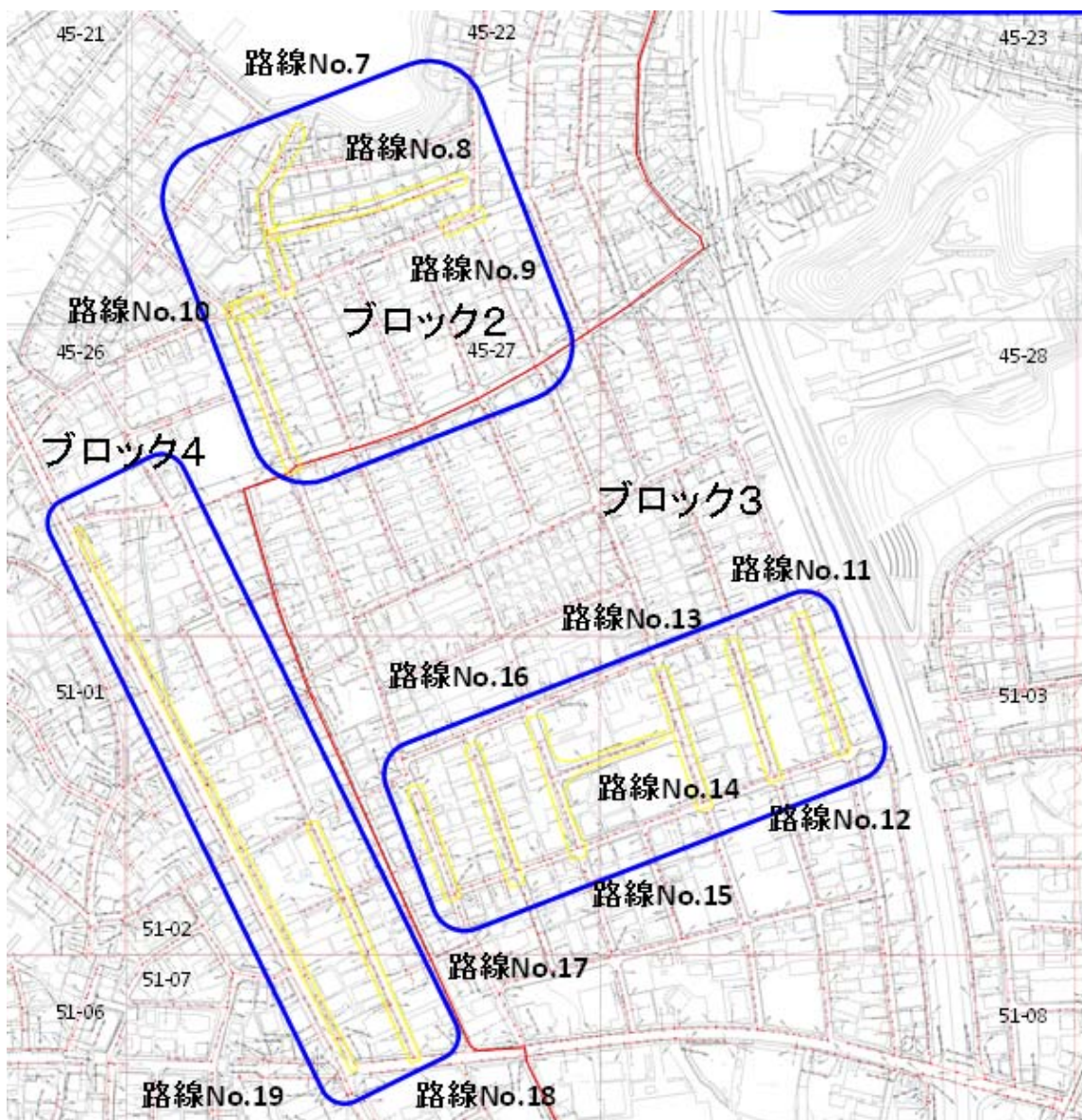


図 4-3 実施箇所図

(出典：神奈川県 B 市下水道台帳より)

2) 使用機材

調査に使用した機材は、表 4-7、表 4-8 に示す通りである。全て市販品であり、ホームセンター等で購入が可能である。

表 4-7 使用機材

名称	仕様	数量	単位	備考
ビデオカメラ	GoPro HD HERO2	1	台	720P モード [*] 使用
LED ライト	LED LENSER P14	1	台	
通線器	スーパーイエロー(φ9.0 mm×100m) E-4131R	1	台	
カメラ架台	車輪台車タイプ、そりタイプ	1	式	
資機材運搬車	各種機材、人員運搬用	1	台	

表 4-8 ビデオカメラと照明の仕様

	仕様 1	仕様 2				操作方法など
		モード [*]	解像度	視野角(°)	フレームレート	
ビデオカメラ	寸法：42D×30H×60Wmm 重量：141g 記憶容量：32GB SDHC 電池寿命：4 時間 防水：水深 60m 迄	1080P	1920×1080	127・170	30	マニュアルで録画モード [*] に設定して管きよ内撮影を開始し撮影終了もマニュアルでスイッチを OFF にする
		960P	1280×960	170	30, 48	
		720P	1280×720	170	30, 60	
		WVGA	848×480	170	60, 120	
照明(懐中電灯)	パワーチップ [®] 型 LED×1 寸法：φ47×205mm 重量：383.5g 主要素材：アルミニウム 電池：アルカリ単 3×4	最長照射距離：約 280m 最大光束：約 210 ルメン 点灯時間：パワーモード [*] (100%点灯時) 約 5 時間				プッシュスイッチを押して明かりをつける。小口径管きよ内部を照らすには十分である

※赤枠は、実験時の設定モード。

3) 機材外観

試作機の外観を写真 4-3 に示す。



<台車タイプ>

<そりタイプ(試験的にのみ使用)>

写真 4-3 イエローケーブル押し込み方式試作機

(2) 点検カメラ業務実施方法

1) 人員配置

上流 2 名（マンホール内部 1 名、地上 1 名）

下流 1 名（マンホール上部より下流マンホールの段差の有無や管内ミラー等を用いて到達状況を確認）

2) 手順

- ① 保安設置工
- ② マンホールふた解放・酸素濃度・硫化水素濃度等確認、換気設備運転
- ③ マンホール内部の写真撮影（全マンホール実施）を行い、異常個所を確認
- ④ 管内点検作業開始
 1. 地上にてカメラ録画開始（これ以降、カメラ引上げまで撮影継続）
 2. 路線番号と日付・時間を書いた黒板を撮影

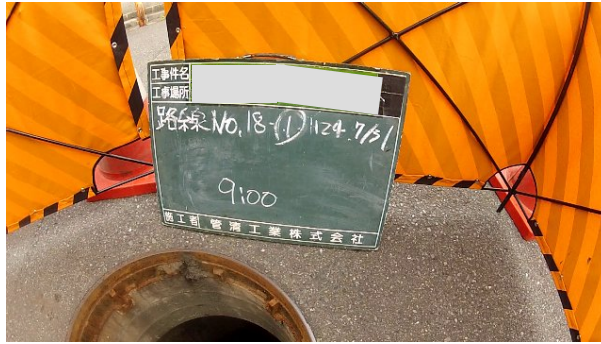


写真 4-4 作業状況を示す黒板

3. 地上の風景を撮影



写真 4-5 風景撮影例

4. マンホール内部を撮影



写真 4-6 マンホール内部撮影例

5. カメラをインバート（マンホールを中心）に設置
6. 管口および、管口から1 mまでの管壁が写るように手で移動
7. 1 m程度挿入後は一定のスピードで下流マンホールまで挿入を継続
8. 下流マンホールを解放、内部を写真撮影、異常箇所および段差をチェックする
9. 下流マンホールに到達したことを確認し、段差があれば後退する、なければ点検継続を上流に指示



写真 4-7 点検ミラーでのカメラ位置確認状況

10. 段差および会合マンホールまで押し切った場合は、発進マンホールまで後退する
11. 1 から 10 までを繰り返し行う

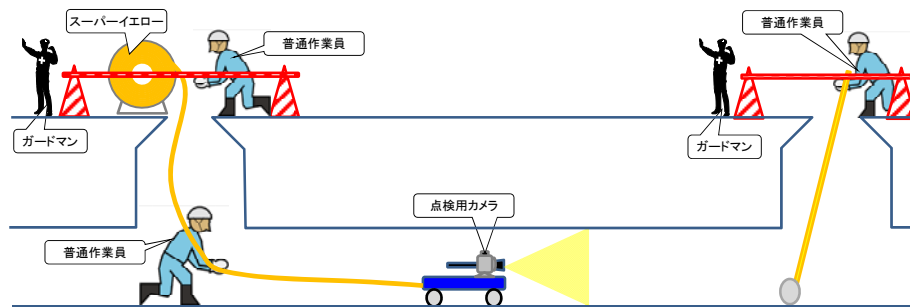


図 4-4 作業イメージ図

⑤ 連続的に実施する場合の手順について

1. 段差がない場合は、スーパーイエローをすべて引出し、途中下流マンホールに移動し、そのマンホールにて引き続き挿入を行うことも可能である。なお、その際スーパーイエローは到達側マンホールで回収することになる。（路線番号 18 と 19 で実施）

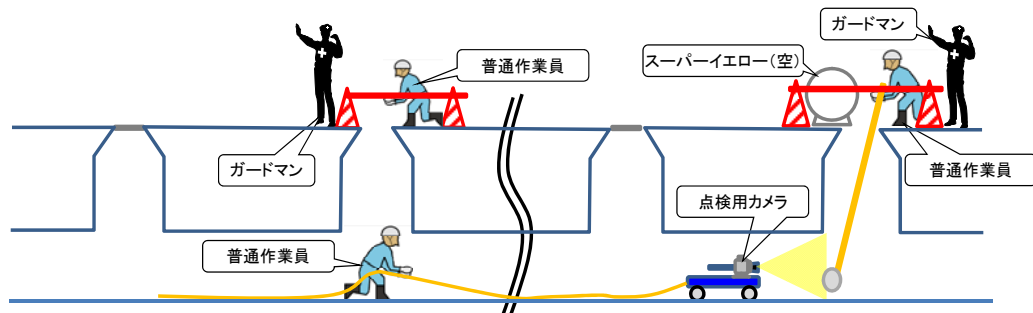


図 4-5 連続実施のイメージ図

(3) 実験結果

- 点検対象延長：2,020.41m/80 スパン (1 スパン平均 25.25m)
(内 24 スパン再実施 (21 スパン照明不備、3 スパン蜘蛛の巣や水滴付着の為))
- 実点検延長：2,439.94m (再調査分を含むため)
- 押し込み限界 (実績)：80m程度 (上流からの流入水が無い場合 (起点MH) に限る。流入水がある箇所では 100m のスーパーイエローをすべて挿入することができた。)
- 実稼働時間

※ 全日とも、7:00~8:30 現地移動、8:30~9:00 ミーティング

7月17日

- ・ 09:00~16:30：段取り替え多い→29 スパン実施 725.37m
- ・ 17:30~23:00：データ整理

7月18日

- ・ 09:00~13:00：10 スパン実施 (内 3 スパン再実施) 143.06m
- ・ 14:00~18:30：片付け・データ整理

7月31日

- ・ 09:00~17:00：22 スパン実施 (内 2 スパン再実施) 677.65m
(09:00~15:30 前半：段取り替え多い→17 スパン 444.56m)
(15:30~16:30 後半：連続実施→7 スパン 233.09m)
- ・ 17:30~21:00：データ整理

8月1日

- ・ 09:00~17:00：30 スパン実施 (内 19 スパン再実施) 893.86m
(09:00~10:35 前半1：(路線18)：連続実施→7 スパン 233.09m)
(10:35~12:45 前半2：(路線19)：連続実施→11 スパン 380.38m)
(14:00~16:30 後半：段取り替え多い→12 スパン 280.39m)
- ・ 17:30~23:30：片付け・データ整理

表 4-9 点検作業時間のみの集計 (保安施設設置・移動時間等を除く)

	1スパン 延長距離 (m)	点検に要 した時間	点検平均速 度(m/min)	回収完了までに 要したすべての 時間	回収完了まで含めた 点検平均速度 (m/min)
単純平均	25.25	0:02:55	8.66	0:06:48	3.71
一時停止スパン 除く	24.76	0:02:26	10.18	0:06:16	3.95

表 4-9 は、撮影動画の時刻から得た全スパンの点検平均速度を示している。【一時停止】とは、連続実施の際に一時的にカメラを管内に残置する状態のことである。この時間が発生した理由は、連続実施の際にスーパーイエローをすべて管内に押し込んだ後、すべて押し切った後に、挿入担当作業員が下流のマンホールに移動する必要があるため、それに要した時間である。このことから、【一時停止スパン除く】とは、この状態が発生したスパンを除いたもののみで集計した結果である。

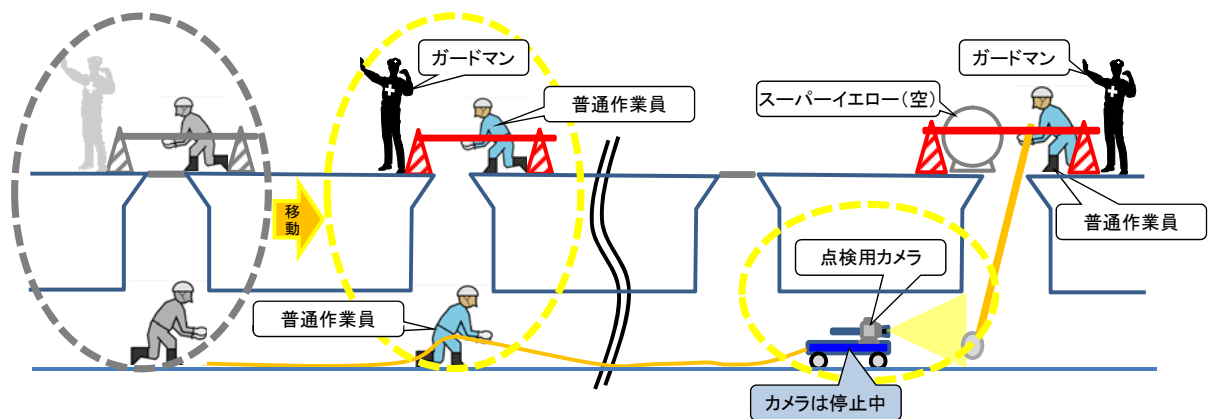


図 4-6 一時停止時のイメージ図

表4-9によると点検平均速度は、単純平均が8.66m/分、一時停止スパンを除くと10.18m/分であり、スーパーイエローの回収完了まで含めた平均速度では、単純平均 3.71m/分、一時停止スパン除く 3.95m/分であった。このことから、点検そのものの作業（管内にカメラを挿入し、それを前進させて、終了するまでの作業）では、一時停止スパンを除く場合は、単純平均よりも1.5m/分程度は能率的であるにしても、回収完了まで含めた平均速度では、さほど違いがなく、本点検手法による時間短縮の要点は、作業準備等を含む段取り替え作業等によるものと考えられる。

しかしながら、作業準備を含む段取り替えの時間には、①資機材移動、②保安帯設置、③酸素濃度等測定、④換気設備運転などの作業の基本である安全管理にかかわる部分であることから、この部分の削減は難しいと考えられる。

表4-10には、各作業日の点検実績時間の集計結果を示した。今回の点検における総括的な速度を示しており、前述の準備作業（移動・保安・酸欠・換気）をはじめ、点検作業やスーパーイエローの回収時間全てを含む速度は1.93m/分であった。1日の作業時間を6時間=360分とすると、 $1.93\text{m/分} \times 360\text{分} = 694.8\text{m/日}$ となった。また、3日間の限られたサンプルであるが、最大で893.86m/日、最小で604.79m/日の実績を得た。

表4-11に、点検手法別（各スパン段取り替え、または連続実施）の実績時間を集計したものを示す。段取り替えが多いスパンであると、点検速度が1.67m/分となり、連続実施の場合では、点検速度が2.71m/分となった。1日の作業時間を6時間=360分とし、段取り替えの有無で区別すると、段取り替えが多い場合では $1.67\text{m/分} \times 360\text{分/日} = 601.2\text{m/日}$ 、連続実施の場合は $2.71\text{m/分} \times 360\text{分/日} = 975.6\text{m/日}$ となった。

表 4-10 日別点検実績集計表

月日	項目	始	終	所要 時間	所要時間 (分)	スパン	延長 (m)	速度 (m/分)	特徴
7/17	前半	9:00	~ 12:00	3:00	180	12	309.67	1.72	段取り替え多い
	後半	13:00	~ 16:30	3:30	210	17	415.70	1.98	段取り替え多い
	合計					29	725.37		
7/18	前半	9:00	~ 13:00	3:00	180	10	143.06	0.79	途中中断、データとしては使用不可
	合計					10	143.06		
7/31	前半	9:00	~ 15:30	5:30	330	17	444.56	1.35	段取り替え多い
	後半	15:30	~ 16:30	1:00	60	5	160.23	2.67	連続実施
	合計					22	604.79		
8/1	前半①	9:00	~ 10:35	1:35	95	7	233.09	2.45	連続実施(ただし 7/31 実施した箇所含む)
	前半②	10:35	~ 12:45	2:10	130	11	380.38	2.93	連続実施
	後半	14:00	~ 16:30	2:30	150	12	280.39	1.87	段取り替え多い
	合計					30	893.86		
	総計				1,155	81	2,224	1.93	7/18 除く

表 4-11 手法別点検実績集計表

月日	項目	始	終	所要 時間	所要時間 (分)	スパン	延長 (m)	速度 (m/分)	特徴
7/17	前半	9:00	~ 12:00	3:00	180	12	309.67	1.72	段取り替え多い
7/17	後半	13:00	~ 16:30	3:30	210	17	415.70	1.98	段取り替え多い
7/31	前半	9:00	~ 15:30	5:30	330	17	444.56	1.35	段取り替え多い
8/1	後半	14:00	~ 16:30	2:30	150	12	280.39	1.87	段取り替え多い
	平均			3:37	218	15	362.58	1.67	

7/31	後半	15:30	~ 16:30	1:00	60	5	160.23	2.67	連続実施
8/1	前半①	9:00	~ 10:35	1:35	95	7	233.09	2.45	連続実施(ただし 7/31 実施した箇所含む)
8/1	前半②	10:35	~ 12:45	2:10	130	11	380.38	2.93	連続実施
	平均			1:35	95	8	257.90	2.71	段取り変えが多いスパンと比較し、1.05m/分早い

7/31	後半	15:30	~ 16:10	0:40	40	5	160.23	4.01	連続実施(MH写真撮影なし)
8/1	前半①	9:00	~ 10:10	1:10	70	7	233.09	3.33	連続実施(MH写真撮影なし)
8/1	前半②	10:35	~ 12:35	2:00	120	11	380.38	3.17	連続実施(MH写真撮影なし)
	平均			1:16	77	8	257.90	3.36	段取り変えが多いスパンと比較し、1.7m/分早い

※移動や段取り時間をすべて含む。連続スパンについては、後追いでマンホール写真撮影時間含む。

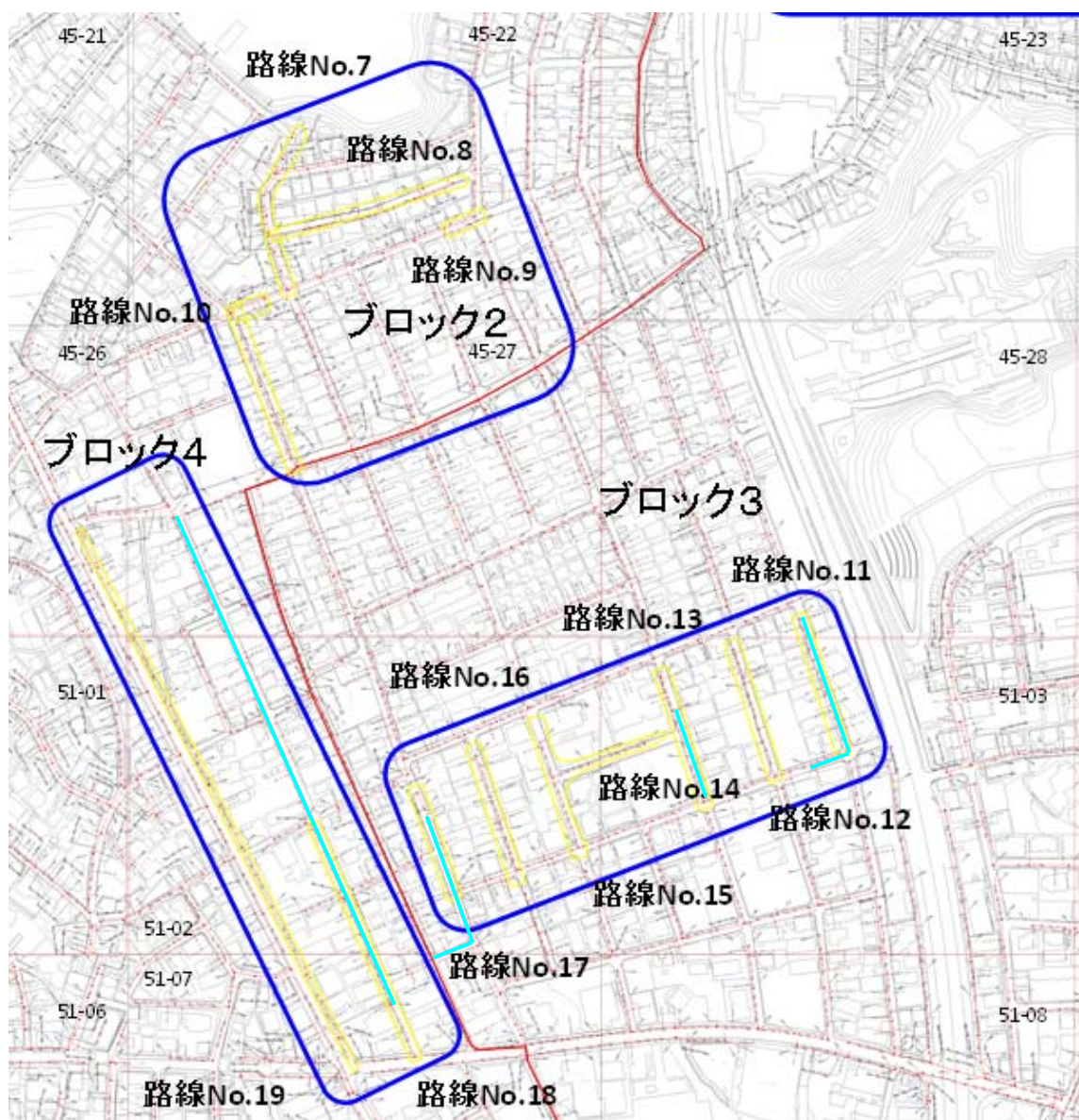
※再調査分の延長、スパン数を含んでいるため、合計は実施延長とは合致しない

4-3 電動自走台車方式

(1) 概要

<実施場所>：神奈川県 B 市地内（図 4-7 参照）

<実施月日>：平成 25 年 2 月 28 日



（ブロック 3、4 のうち水色の線で示す路線が実施箇所である。）

図 4-7 電動自走台車方式実施箇所概略図

（出典：神奈川県 B 市下水道台帳より）

実験場所の管きょ主要諸元

- (ア) 管径：250mm のみ
- (イ) 管種：陶管
- (ウ) スパン全延長：約 626.6m
- (エ) スパン数：20 スパン
- (オ) スパン平均延長：31.33m

表 4-12 実証実験実施延長集計表

プロック NO.	路線番号	選定理由			延長
		段差	段取り替え	不明水の所見	
3	路線 No. 11、路線 No. 13	多い	多い	雨天時踏査では少ない	175.56
4	路線 No. 17、路線 No. 18	無し	少ない	H22 調査で最も多い	451.05
				合計	626.61

表 4-13 使用機材

名称	仕様	数量	単位	備考
ビデオカメラ	GoPro HD HERO2	1	台	720P モード 使用
LED ライト	LED LENSER P14	1	台	カメラ、ライトは他と同様
電動自走台車	RC 制御方式	1	台	2号機（四輪駆動）
カメラ架台	車輪台車タイプ、そりタイプ	1	式	
資機材運搬車	各種機材、人員運搬用	1	台	

(2) 電動自走台車の取り扱い：設置と走行及び回収

マンホール内のインバートに電動自走台車を配置する前に、マンホール開口部の養生や、内部の酸素濃度等を有害ガス検知器により確認し十分な安全性の確保を行う必要がある。

<電動自走台車の設置と走行及び回収>

次の手順で実施する。

- ① 発進側マンホール（No. 1）ふた廻りの道路交通の安全確保（交通誘導員）
- ② 開放するマンホール周囲にカラーコーン、安全柵を設置する
上記作業は到達側マンホール（No. 2）においても同時に同様に行う。
- ③ マンホールふたを開き、酸素濃度等の測定を行い基準内であることを確認する
- ④ 安全索を付け、照明を点灯してから動画撮影用のビデオカメラのスイッチを押して録画モードにし、インバートに電動自走台車を設置する。
- ⑤ RC 送信器 1 のスイッチを入れ、レバーを前進側に倒して管きょ内を進行開始させる。
- ⑥ 目視可能範囲では RC の電波が有効であるが、管きょ内部に入り視界から消えると電波が途絶えてしまい、マイクロセーフティーユニットが働き前進を継続する。

<Case 1：マンホール内部に落差があり走行通過できない場合>

- ⑦ 到達側のマンホール（No. 2）のふたを開けておき、電動自走台車が到達側のインバートに到達した時点で、RC 送信機 2 のレバーを中立（停止）にすることで電動自走台車は停止させる。
- ⑧ 到達側のマンホール（No. 2）インバート上部には洗濯籠などを加工した回収用の装置を予め設置しておき、電動自走台車が落ちないように捕捉して、マンホール内に入らずとも回収ができるようにする。
- ⑨ 電動自走台車の安全索 1（ナイロンロープ等）をはずし、新たに安全索 2 を付けて、到達したマンホール（No. 2）のインバートに電動自走台車を設置する。
- ⑩ RC 送信器 2 のレバーを前進側に倒して次の到達側のマンホール（No. 3）に向けて管きょ内

を進行開始させる。

- ⑪ 発進側マンホール(No.1)で安全索1を回収した後の担当者は、次の到達側のマンホール(No.3)に移動して電動自走台車を待ち受け、RC送信器1を使用して上記の⑦～⑩を実施する。

<Case2：マンホール内部に落差がない場合>

- ⑦ 到達側のマンホール(No.2)のふたを開けておき、電動自走台車が到達側のインバートに到達した時点で、RC送信機2のレバーを中立(停止)にすることで、電動自走台車を一時停止させる。特にカメラや照明などに異常が無いことを確認した後、次のマンホールに向けて走行を再開する。
- ⑧ 到達側のマンホール(No.3)のマンホール内部に障害となる落差が無い場合には、上記の⑦と同様に、状況を確認後、走行を継続する。
- ⑨ 電動自走台車の安全索1(ナイロンロープ等)の延長が走行距離を越えない前に、到達したマンホール内部で、電動自走台車を停止させて、安全索をはずす。新たに安全索2を付けて、到達したマンホールのインバートに電動自走台車を配置する。
- ⑩ RC送信器2のレバーを前進側に倒して次の到達側のマンホールに向けて管きょ内の進行を再開する。
- ⑪ 発進側マンホール(No.1)で安全索1を回収した後の担当者は、次の到達側のマンホールに移動して電動自走台車を待ち受け、RC送信器1を使用して上記の⑦～⑩を実施する。

<電動自走台車による点検カメラ業務実施状況 写真>



写真 4-8 下流マンホールへのカメラの到達



写真 4-9 下流マンホールでのカメラ回収

(3) 電動自走台車による点検カメラ業務実施結果

- 1) 電動自走車の走行速度は最大 12m/分、平均 11m/分程度とみなせる
- 2) 安全ロープの送り出しにトラブルがあると、管きょ内で車輪が空回りしロスが発生する
 - ・ 18-6 路線にて、絡まった安全ロープをほぐすため 18 分を要した。
 - ・ 11-4 路線は 90° 曲がったスパンを折れ曲がり地点のガイドローラーなしで進行させた。
 - ・ 17-4 路線も 90° 曲がった箇所であったが、曲がり地点で安全ロープを人力で送り出しロスが少なかった。
 - ・ 17-2 路線、11-2 路線では安全ロープの送り出しに抵抗があり、やや遅れが発生した。
- 3) 各箇所移動と安全対策含めて点検カメラ開始までには 20~40 分を必要とした。
- 4) 録画した撮影データを PC で確認するための時間が 30 分程度必要であった。

表 4-14 B 市点検カメラ実証実験の結果

路線 番号	延長 (m)	累計 (m)	新旧比較	時刻	開始分秒	終了分秒	所要時間 (秒)	走行速度 m/分	備考
18-1	30.82		新 18-1	13:20	00:39	03:18	159	11.6	
18-2	38.60		新 18-2		03:23	06:44	201	11.5	
18-3	31.90		新 18-3		06:49	09:41	172	11.1	
18-4	37.02		新 18-4		09:46	12:59	193	11.5	
18-5	35.90		旧 18-1		14:41	17:37	176	12.2	
18-6	36.96		旧 18-2		17:41	36:01	1100	2.0	安全ロープ絡まり
18-7	25.90		旧 18-3		01:23	03:39	136	11.4	
18-8	25.90		旧 18-4		03:44	05:56	132	11.8	
18-9	36.48		旧 18-5		06:00	09:09	189	11.6	
18-10	36.58	336.06	旧 18-6	14:13	09:14	12:28	194	11.3	
11-1	28.74		旧 11-1	14:52	00:45	03:22	157	11.0	
11-2	30.78		旧 11-2		03:32	07:26	234	7.9	
11-3	30.73		旧 11-3		07:38	10:37	179	10.3	
11-4	24.42	114.67	旧 11-4	15:11	10:46	17:13	387	3.8	90° 曲がったスパン
17-1	31.16		旧 17-2	15:30	00:34	03:41	187	10.0	参考_報告書作成例
17-2	26.15		旧 17-3		03:46	06:56	190	8.3	同 上
17-3	31.95		新規		07:00	10:04	184	10.4	
17-4	25.73	114.99	新規	15:45	10:16	12:54	158	9.8	90° 曲がったスパン
13-1	30.29		旧 13-2	16:20	00:34	03:21	167	10.9	
13-2	30.60	60.89	旧 13-3	16:29	03:26	06:28	182	10.1	
合計	626.61			3:09			4677		

<実証実験の結果より得られた結論>

- ・電動自走台車は通線や、イエローケーブルの回収などの手間がないため、作業能率は良い。このため、3時間程度で600mの点検カメラ調査が可能であった。これにより、目標であった一日当たり1000mの点検カメラ業務実施は達成できたものとする。

表 4-15 所要時間の概算

項目	摘要	所要時間	備考
小移動（現地内での安全対策・設置回収含む小移動）	4箇所	1hr20min	20min／1箇所程度
点検カメラ稼働実時間	626.6m	1hr20min	実質 8m／min 想定
撮影画像の現地での確認時間		30min	
合計		3hr10min	

- ・落差がない場合には、安全ロープを延ばして段取り替えをすることなく点検実施ができるので効率的である。
- ・落差がある場合には、マンホール内に入り人力で機材を回収して次のスパンを実施する段取りとした。この場合、走行距離が長くないこともあり、安全ロープの段取り替えをしないため、手間取ることはない。
- ・走行速度を5割増しとしても、600mの点検カメラ調査を実施したときに短縮できる時間は25分程度である。