

管口カメラ点検と展開広角カメラ調査 及びプロファイリング技術による 管渠マネジメントシステム

下水道革新的技術実証事業(B-DASHプロジェクト)
技術導入ガイドライン説明会

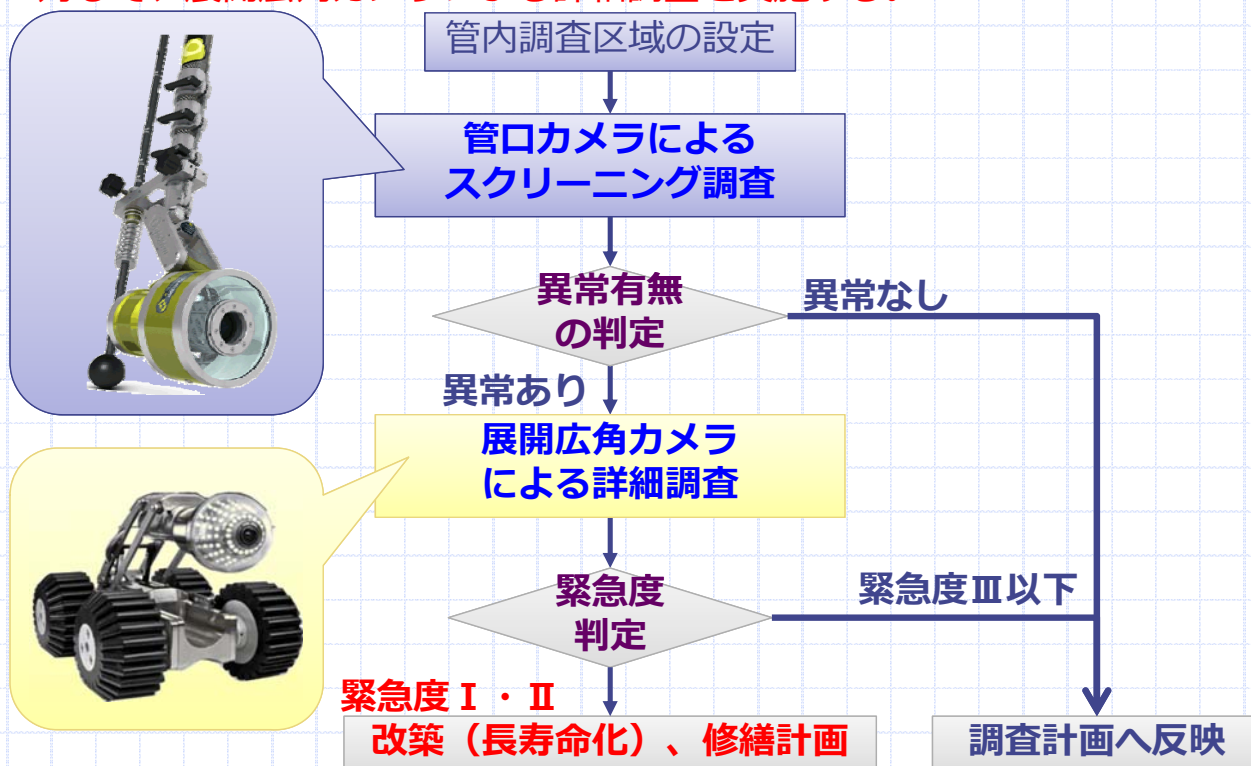
平成26年9月26日

管清工業・(株)日水コン・八王子市 共同研究体

1. 管渠マネジメントシステム運用フロー（例）

P.2
/24

※管口カメラ調査を用いて異常の有無を判定し、異常が確認された箇所に対して、展開広角カメラによる詳細調査を実施する。



2-1.技術の概要_管口カメラ_特徴

P.3
/24

(1)管内走行を行わない

- 光源とズーム機能を有したカメラを管口に設置し、地上にいる調査技士が、手元のモニターを見ながら内部の状況を確認する。
- 管内走行は行わないため、日進量を大幅に増加させることが可能。
- 土砂等の堆積の有無に関わらず一定の日進量を確保できる。

(2)マンホール内への立ち入りが不要

- マンホール内に立ち入る必要がないため、事故等の恐れが少ない。
- 昇降が困難な場所でも調査が可能、安全面で大きな利点がある。

(3)簡易な操作性、高い携行性

- 機器はコンパクトで可搬性に優れ、操作も簡単。
- 短時間で現地調査を完了できる。



2-2.技術の概要_展開広角カメラ（詳細調査）_特徴

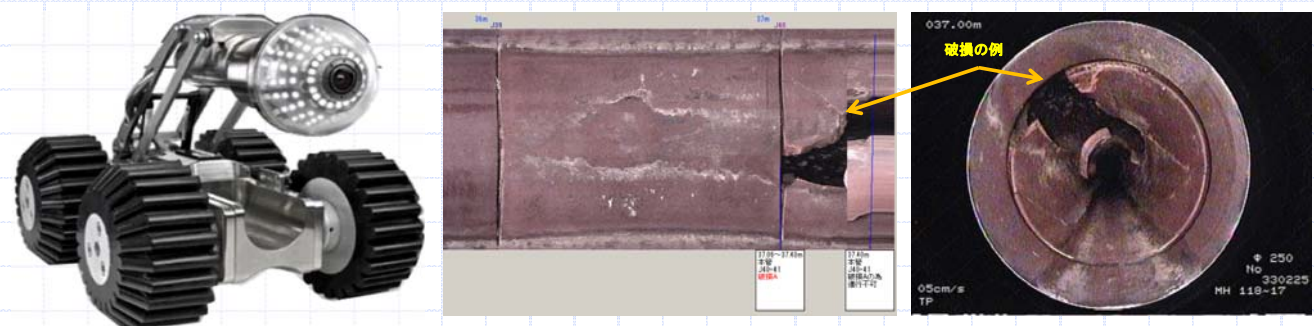
P.4
/24

(1)継手部の側視調査が不要

- 従来カメラの継手ごとの側視が不要、日進量を飛躍的に向上可能。
- 管内の展開画像を作成するため、管壁面の状況を把握することが可能

(2)洗浄後に調査を行うため微細な異常を確認可能

- 事前に管内洗浄を行うため、微細な破損、クラックまで確認可能。
- 現場および、室内作業で展開図を用いてランク判定
- 異常が確認された箇所でカメラを停止し、ランクの確認を行う
- 日進量はスクリーニング調査に用いる場合よりもやや少なくなる。



◆ 管口カメラ

評価項目	現場諸元
① 適用範囲 管きよ属性	管種：コンクリート管，塩ビ管，陶管 管径：200～700mm 土被り：7.0m以下 マンホールサイズ：内径900mm以上 スパン長：30m以下
② 適用条件 現場環境	水深、流速、光ファイバーの有無、交通量：問わない 道路幅員：作業帯範囲を確保できる幅員
③ 専門技術性 試験・資格	酸欠主任者，認定試験，管路管理技士（総合，主任，専門）と同等 ※異常診断は，判定モデル写真を参考に実施すること。 ※訓練をうけた調査員で実施することが望ましい。

◆ 展開広角カメラ（詳細調査）

評価項目	現場諸元
① 適用範囲 管きよ属性	管種：コンクリート管，塩ビ管，陶管 管径：200～700mm 土被り：問わない マンホールサイズ：内径900mm以上 スパン長：200m以下
② 適用条件 現場環境	流速：1.0m/s以下、光ファイバー有無：注意が必要 交通量：問わない、道路幅員：作業帯範囲を確保できる幅員
③ 専門技術性 試験・資格	酸欠主任者，認定試験，管路管理技士（総合，主任，専門）と同等

4.実証フィールドの概要

八王子市の概要

- 昭和28年に中心市街地を対象とする北野処理区単独公共下水道の整備
- 流域関連公共下水道として市東側の南多摩処理区，北野処理区の南に隣接する浅川処理区，北野処理区の北西に隣接する秋川処理区をそれぞれ整備
- 平成19年に概成、事業着手後50年以上が経過
- 北野処理区を中心に老朽管渠が増大
- 平成24年から長寿命化計画策定に取り組んでいる

八王子市の選定理由

- 上記の処理区のうち **地下水位が高い**
→ 管渠の **老朽化** に伴い **常時浸入水量も増加**
→ 常時浸入水は **地山を引き込む** → **道路陥没** を誘発
→ 長寿命 **優先順位が高い**
- 下水道の普及は低地旧市街地から開始
→ **老朽化が進み常時浸入水量が増加**
- 本事業で実証する技術は、**全国的に有用な技術**



スクリーニング調査前の清掃	なし
排除方式別の調査延長	分流式：26.5km 合流：9.5km
布設年次	昭和44年～昭和62年
管種	コンクリート管，塩ビ管，陶管
管径	200～700mm
平均スパン長	28.0m
土砂堆積状況（スクリーニング調査 進入不可の路線・延長の割合）	管口カメラは管渠内を走行しない ため，走行不可能路線は無し
調査対象全スパン数	1,429
緊急度Ⅰ及びⅡの推定スパン数	573
緊急度Ⅰ及びⅡの推定発生率	45.9(%)

地区名	総延長	管種 (m)			
		陶	塩ビ	ライニング	塩ビ
元本郷	9,113	3,940	4,910	255	7
東浅川	14,872	12,479	2,222	0	170
北野	12,032	9,069	2,767	134	60
合計	36,017	25,488	9,899	389	237
地区名	総延長	経過年数 (年)			
		25～30	30～35	35～40	40年以上
元本郷	9	854	3,473	2,663	2,113
東浅川	5,234	9,511	0	0	127
北野	8,009	4,022	0	0	0
合計	13,252	14,387	3,473	2,663	2,240

4-1.機器性能_管口カメラ

◆ 性能諸元（精度）

P.7
/24

異常項目		精度検証結果			備 考
		検出率（コンクリート管）			
		スパン長 10m以下	スパン長 10～20m以下	スパン長 20～30m以下	
腐食	A	100%			● Bランク以上はほぼ検出可能
	B				
	C	未確認			
たるみ	A	100%			● A,Bランクのたるみは管口からの調査でほぼ検出可能
	B	78%			
	C	未確認			
破損	a	60%	38%	31%	● a,bランクともにスパン長が長いほど管口から離れた距離に異常が発生するため、検出率低下
	b	60%	33%	20%	
	c	28%	23%	17%	
クラック	a	88%	55%	62%	● 管口付近に発生する傾向
	b	67%	51%	46%	
	c	43%	32%	30%	
継手ズレ	a	未確認	未確認	未確認	
	b	70%	59%	52%	
	c	10%	6%	5%	
浸入水	a	14%	11%	6%	● 管口カメラ調査時と従型TV調査時では浸入水発生状況が異なる
	b	10%	8%	4%	
	c	12%	8%	7%	
突き出し	a	未確認			● bランク以上であれば70%以上で検出
	b	85%	86%	73%	
	c	38%	27%	24%	
油脂	a	未確認			
	b	未確認	未確認	未確認	
	c	－			
木根	a	未確認			● スパン長に依らずaランクは検出可能
	b	73%	70%	66%	
	c	－			
モルタル	a	85%	73%	65%	
	b	0%	20%	30%	
	c	3%	12%	8%	

4-1.機器性能_管口カメラ

P.8
/24

◆ 性能諸元（日進量・コスト）

評価項目	性能諸元
① 日進量（m/日）	現場作業：1,200m/日 ※30mスパンを想定。 報告書作成業務：900m/日
② 調査コスト（円/m）	210円/m ※30mスパンを想定して算定。
③ 確認可能な異常項目とランク	下水道管路施設の点検・調査マニュアル（案）に記載のある10項目（異常のランクの判定は行わない）。

◆ 現場諸元

作業区分	作業内容	
	調査員人数・職種	使用車両・機材
準備(作業帯・酸欠等)	調査技士×1 調査助手×1 調査作業員×1 計3名	ライトバン、管口カメラ ガス検知器、マンホール鍵、作業帯（カラーコーン、バー等）
機材設置		
計測(管口・管内の撮影)		
機材回収		
片づけ		
異常診断	管路主任技士×0.3 管理技士×1 調査技士×1 調査助手×1 計3.3名	パソコン等
報告書作成		

4-2.機器性能_展開広角カメラ（詳細調査）

P.9
/24

◆ 性能諸元（精度）

異常項目		精度検証結果		備 考
		検出率	適合率	
管の腐食	A	100%	100%	
	B			
	C			
上下方向のたるみ	A	100%	100%	- 水深が低い場合は水位の変化を把握しがたいため、ランクc程度の軽微な場合は、把握が難しい - 調査時の水量によっても程度が変わるため、一致は難しい
	B			
	C	81%	81%	
管の破損 管のクラック 管の継手ズレ	a	100%	100%	
	b			
	c			
浸入水	a	100%	71%	- 浸入水の異常の程度は、天候や調査時期に左右されるため、一致しないことがある - 浸入水は水の動きで判断するため、広角カメラ特有の湾曲した画像や、動きがない展開図上では判断が難しい
	b	69%	69%	
	c	78%	78%	
取付管突き出し 油脂の付着 樹木根の侵入 モルタルの付着	a	100%	100%	
	b			
	c			

4-2.機器性能_展開広角カメラ（詳細調査）

P.10
/24

◆ 性能諸元（日進量・コスト）

評価項目		性能諸元
①	日進量（m/日）	現 場 作 業：450m/日 報告書作成業務：400m/日
②	調査コスト（円/m）	930円/m（うち洗浄工270円/m）
③	確認可能な異常項目とランク	下水道管路施設の点検・調査マニュアル（案）に記載のある10項目

◆ 現場諸元

作業区分	作業内容	
	調査員人数・職種	使用車両・機材
準備(作業帯・酸欠等)	調査技士×1 調査助手×1 調査作業員×2 一般運転手×1 計5名	展開広角カメラ搭載型車両、マンホール鍵、送風機、ガス検知器、作業帯（カラーコーン、バー等）
機材設置		
計測(カメラ走行・計測等)		
機材回収		
片づけ		
異常診断	管路主任技士×0.3 管理技士×1 調査技士×1 調査助手×1 計3.3名	専用ソフトウェア パソコン等
報告書作成		

5-1.調査方法_管口カメラ

P.11
/24

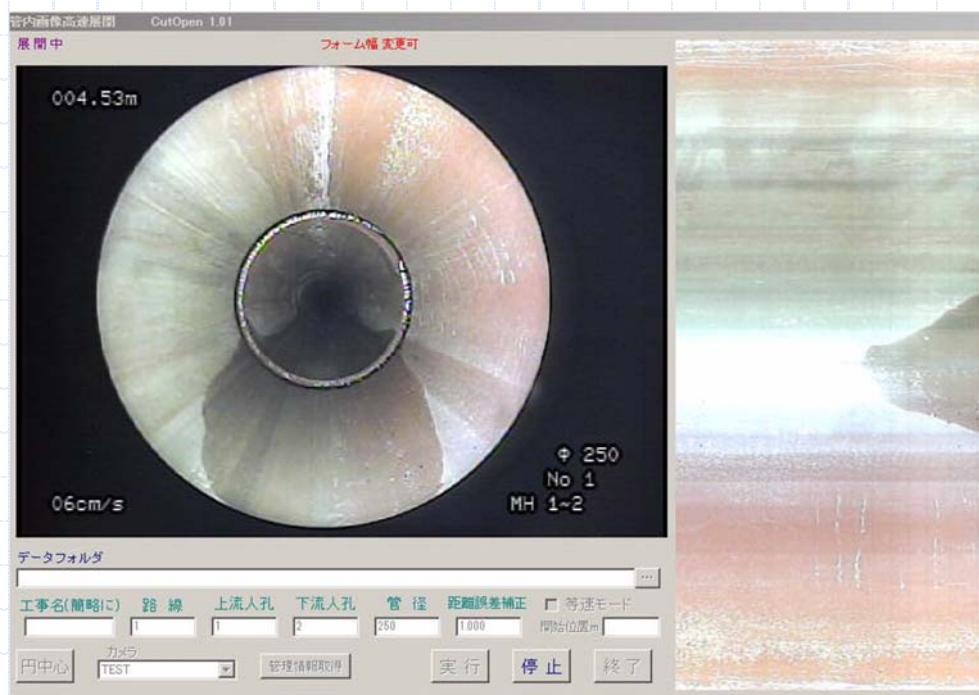
準備	- 作業帯設置，マンホール内ガス濃度確認 - マンホールの下流側に，件名・場所・施工者・図面番号・マンホール番号等を記入した黒板を設置し，撮影を開始。黒板を撮影後，地上部の風景を撮影，その後，マンホール内部を撮影	
機材設置	- 管内の撮影は，下流側から開始 - 下流管きよを12時とし，時計回りに撮影 - 管口近くにカメラをセットすると，管口付近が死角となり異常を見逃す - 必ずマンホールの中心にカメラをセット，管口付近の確認を行う	
計測	- 管口の全景を撮影後，管内の撮影を行う - 管口から3m未満は異常の発生確率が高い - 異常項目の有無を判断し，記録及び撮影を行う - 本管部は管壁に生じたクラックや破損，取付管等に注意して調査を行う - 目地部は，隙間，ズレ，浸入水，木の根等に注意して調査を行う - 可視範囲内の調査が終了したら，録画を止めずに，他の流入管の調査を開始する	 ※カメラ動作の動画あり

5-2.調査方法_展開広角カメラ

P.12
/24

- ◆ 基本的には通常カメラと同一
(安全確認、カメラセット、走行)
- ◆ 展開図の作成は専用ソフトが必要

※展開中画像の動画あり



◆ 劣化判定基準

区分	管内異常※1の有無	
	無し	有り※2
流下阻 害物※3 の有無	無し	<u>洗浄工+</u> <u>詳細調査</u>
	有り	<u>洗浄工+</u> <u>詳細調査</u> ※4

※1：腐食，たるみ，破損，クラック，
継手ズレ，浸入水

※2：異常のランク判定は、困難であるため行なわず、※1の項目が1箇所でも見られた場合、【有り】とする

※3: 樹木根侵入, 取付管の突出し, 油脂の付着, モルタルの付着

※4：流下障害物は管内の異常箇所から入ることが多いため詳細調査対象

◆ 調査記録表（例）

音口カメラ調査記録表		調査日: 平成27年7月31日	調査員: ○○ ○○ ○○	※			
回答番号: 330211		入札番号: 9123					
入札調査結果							
※調査結果が調査結果として正式に報告される調査結果							
	氏名	住所	役職	所属団体	入札	資格	備考
候補調査	☐	山田太郎	〒100-0001 東京都千代田区千代田1-1-1	代表取締役	山田組	☐	建設業(土木) 建設関係(建設士)
		田中次郎	〒100-0002 東京都千代田区千代田2-2-2	代表取締役	田中組	☐	建設業(土木) 建設関係(建設士)
		佐藤三郎	〒100-0003 東京都千代田区千代田3-3-3	代表取締役	佐藤組	☐	建設業(土木) 建設関係(建設士)
		鈴木一郎	〒100-0004 東京都千代田区千代田4-4-4	代表取締役	鈴木組	☐	建設業(土木) 建設関係(建設士)
落選	☐	佐藤三郎	〒100-0003 東京都千代田区千代田3-3-3	代表取締役	佐藤組	☐	建設業(土木) 建設関係(建設士)
		田中次郎	〒100-0002 東京都千代田区千代田2-2-2	代表取締役	田中組	☐	建設業(土木) 建設関係(建設士)
		山田太郎	〒100-0001 東京都千代田区千代田1-1-1	代表取締役	山田組	☐	建設業(土木) 建設関係(建設士)
		鈴木一郎	〒100-0004 東京都千代田区千代田4-4-4	代表取締役	鈴木組	☐	建設業(土木) 建設関係(建設士)
備考事項							
※調査結果が調査結果として正式に報告される調査結果							
音口カメラ調査結果							
※調査結果が調査結果として正式に報告される調査結果							
12							
氏名	氏名	氏名	氏名	氏名	氏名	氏名	氏名
氏名	氏名	氏名	氏名	氏名	氏名	氏名	氏名
氏名	氏名	氏名	氏名	氏名	氏名	氏名	氏名
氏名	氏名	氏名	氏名	氏名	氏名	氏名	氏名
備考:							
3							
氏名	氏名	氏名	氏名	氏名	氏名	氏名	氏名
氏名	氏名	氏名	氏名	氏名	氏名	氏名	氏名
氏名	氏名	氏名	氏名	氏名	氏名	氏名	氏名
氏名	氏名	氏名	氏名	氏名	氏名	氏名	氏名
備考:							
10時							
氏名調査							
※氏名調査結果が調査結果として正式に報告される調査結果							
1. 氏名調査結果が調査結果として正式に報告される調査結果							

5-2.劣化診断方法、判定、記録表 展開広角カメラ

◆ 劣化判定基準

(詳細調査)

スパン全体で評価	項目		ランク	A	B	C
	1) 管の腐食			鉄筋露出状態	骨材露出状態	表面が荒れた状態
	2) 上下方向のたるみ	管きょ内径700mm未満		内径以上	内径の1/2以上	内径の1/2未満
		管きょ内径700mm以上1650mm未満		内径の1/2以上	内径の1/4以上	内径の1/4未満
管きょ内径1650mm以上3000mm以下		内径の1/4以上	内径の1/8以上	内径の1/8未満		
管1本ごとに評価	項目		ランク	a	b	c
	3) 管の破損	鉄筋コンクリート管等	欠落	軸方向クラックで幅5mm以上	軸方向クラックで幅2mm以上	軸方向クラックで幅2mm未満
			軸方向クラックで幅5mm以上			
	陶管	欠落	軸方向クラックが管長の1/2以上	軸方向クラックが管長の1/2未満	—	
		軸方向クラックが管長の1/2以上				
	4) 管のクラック	鉄筋コンクリート管等	円周方向クラックで幅5mm以上	円周方向クラックで幅2mm以上	円周方向クラックで幅2mm未満	円周方向クラックで幅2mm未満
			円周方向クラックで長さが円周の2/3以上			
	5) 管の継手ズレ		脱却	鉄筋コンクリート管等：70mm以上 陶管：50mm以上	鉄筋コンクリート管等：70mm未満 陶管：50mm未満	
	6) 浸入水		噴き出ている	流れている	にじんでいる	
	7) 取付管の突出し		本管内径の1/2以上	本管内径の1/10以上	本管内径の1/10未満	
8) 油脂の付着		内径の1/2以上閉塞	内径の1/2未満閉塞	—		
9) 樹木根侵入		内径の1/2以上閉塞	内径の1/2未満閉塞	—		
10) モルタル付着		内径の3割以上	内径の1割以上	内径の1割未満		

(1) 管口カメラの視認性について

- 管壁面の異常（破損、クラック、継手ズレ等）は管口周辺の3m程度まで
- 管断面を阻害する異常（取付管突出しや木根等）は約15m程度まで
- 水平方向のズレ（管きよの抜け）、微細クラックの発見が困難である
- 異常箇所までの距離が実測不可能である
- 管径800mm以上になると焦点が合いにくい
- 側視は不可
- もや、クモの巣等が発生スパンでは視認範囲が限定、調査精度が低下

破損をジョイントと見間違いした例



(2) 目地模様とクラック、破損の判別について

- 管1本の長さよりも短い間隔で目地模様が確認される場合は、その目地模様はクラックや破損である可能性が高い

(3) 判定者間の判定誤差の抑制と調査員の訓練の必要性

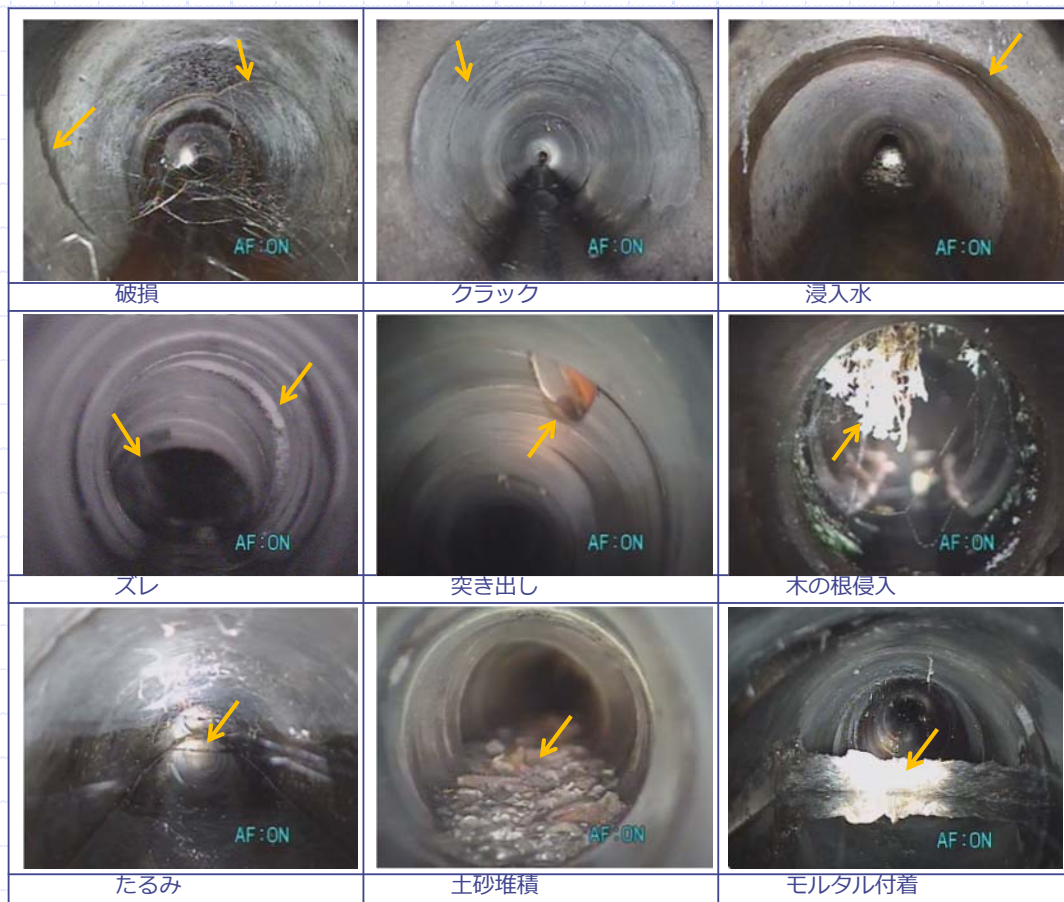
- 異常の見落としを可能な限り防止するため、室内作業にて異常有無の判定を行う2段階確認を基本とする
- 判定作業は、判定モデル写真を参考に
- 訓練を受けた調査員（もしくはTVカメラ判定経験者）が実施。

(4) 詳細調査の実施は必須

- 管口カメラでは、ランク判定を行わないため、緊急度を求めるためには、異常が検出されたスパンに対して詳細調査を実施

(5) 塩ビ管の調査精度は低下

- 塩ビ管は異常が少なく、目視範囲内に異常が見つからないことも多く、見落としが発生しやすい傾向
- よって、総合的な調査精度（緊急度適合率）が他の管種と比べて低下することに留意が必要



5-3.調査上の留意点_展開広角カメラ（詳細調査）

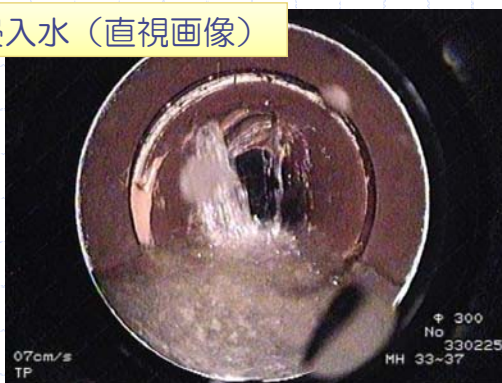
(1) たるみ判定の誤差

- たるみランクCの判定率が下がる傾向。
- たるみを精度良く判定する必要がある場合は、傾斜計測計による調査を合わせて実施。

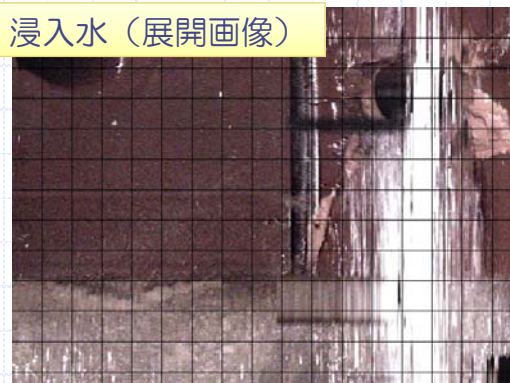
(2) 浸入水判定の誤差

- 室内における異常診断は、現場での撮影画像を展開画像にしたものを用いる。
- この際、展開図は平面的な静止画であり、断面方向に動きのある浸入水を判定することが難しいため、水の痕跡（水跡）の確認や、直視画像（動画）の確認等を行う必要がある。

浸入水（直視画像）



浸入水（展開画像）



6.維持管理効率の比較（調査日進量）

P.19
/24

スクリーニング調査

TVカメラ

約300m/日

管口カメラ

約1,200m/日

約4倍

- ✓ スクリーニング調査の日進量比較であり、従来のTVカメラ調査と同等の結果が得られるものではない
- ✓ スクリーニング調査で異常が確認された場合、別途、詳細調査を実施
- ✓ 調査費用（m単価）は約1/5に縮小

詳細調査

TVカメラ

約300m/日

展開広角カメラ

約450m/日

約1.5倍

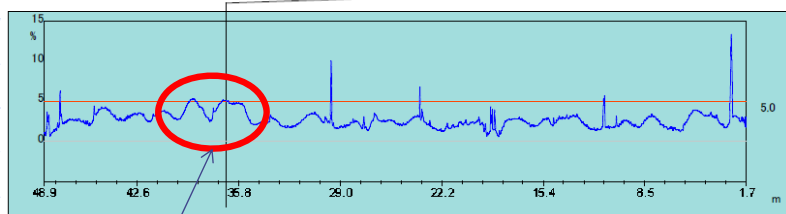
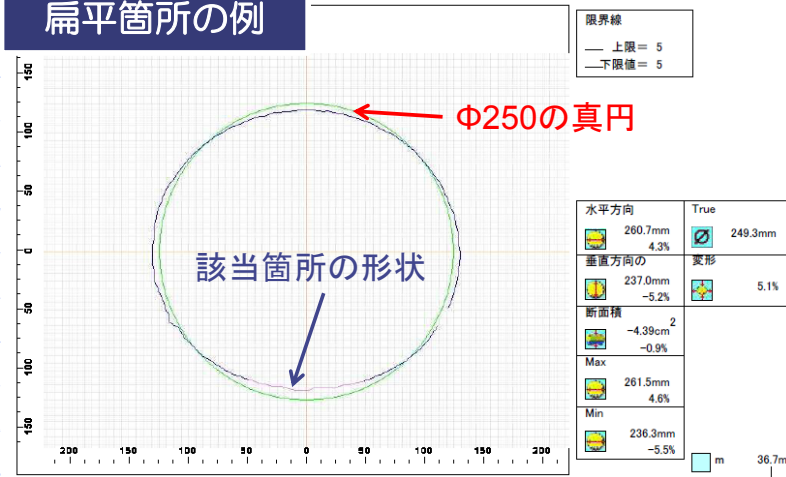
- ✓ 各調査技術の日進量については、実証結果をもとに30mスパンを想定して算定（現場条件により変動）
- ✓ 調査費用（m単価）は約1割削減

関連・追加調査技術の概要 プロファイラー

P.20
/24

概要	従来型TVカメラにレーザー照射装置を装着して管内面の断面形状を計測する。0.1mmの分解能で精密に解析することができ、腐食による減肉量、たわみ率、破損状況等を数値化することが可能である。	
特徴	（1）管さよの耐力判定等に活用 - 腐食が進んだコンクリート管の、減肉量、たわみ率、変形等を精緻に数値化が可能。 - 得られたデータから、耐力力の算出や、対策優先度の判断等に活用可能。 - 塩ビ管の変形量を定量的かつ正確に計測可能 （2）詳細調査と同時に実施 - 往路に従来型TVカメラ調査、復路で管路形状プロファイリングを実施。	 ※プロファイリングの動画あり
日進量	従来型TVカメラに対して、約0.9倍	
調査費	従来型TVカメラに対して、約1.26倍	
留意点	（1）機器の汎用性 - 管路形状プロファイリング機器を装着できるTVカメラが限定される。 （2）確認できる異常ランク - 単体ではクラック、継手ズレ等の見極めは不可。また、管の内径を正確に計測するため、表面の汚れや取付管からの流入水等も断面として計測してしまうため、TVカメラ調査と組み合わせて判定。 （3）等速走行 - 測定誤差を防ぐため、カメラを等速で走行させるよう留意する。	

扁平箇所例



5%を超えるピーク(bランク)
扁平→新しい判定基準に対応
(扁平a:たわみ率15%以上、b:たわみ率5%以上)

11) 扁平 | 塩ビ管 | たわみ率15%以上の扁平 | たわみ率5%以上の扁平 |

扁平箇所のTVカメラの写真



扁平していない箇所の
TVカメラの写真

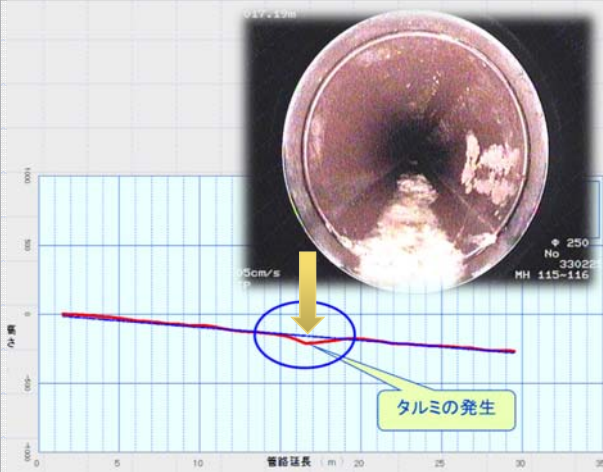
プロファイラー精度

- ◆ スケール実測結果及びプロファイラー測定結果と、塩ビ管の許容差を考慮した管の内径を比較
- ◆ スケール実測結果及び管路形状プロファイリングの測定結果は、JSWAS K-1の規定を基にした内径の許容差の範囲内におさまることを確認
- ◆ 管路形状プロファイリングによる管径の測定結果は、十分な精度を有していることを確認

呼び径	許容差を考慮した内径		スケール 実測結果	プロファイラ 測定結果
	最大	最小		
200	203.7	200.3	202.0	201.4
400	397.7	391.9	396.0	397.7

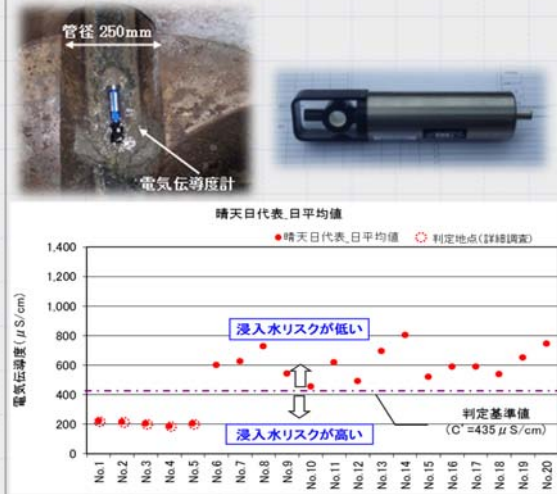
関連・追加調査技術の概要 傾斜計測計

P.23
/24

概要	傾斜計測計が内蔵された展開広角カメラをもちいて管きよの勾配を計測するものであり、スパン全体の縦断勾配を定量的かつ連続的に自動計測するとともに、局所的なたるみ量も精度良く把握することが可能である。	
特徴	(1) たるみを定量的に把握できる - 従来型カメラでは、滞水量からたるみの発生およびたるみ量を推測 - 傾斜計測を自動で行うため、たるみを定量的かつ正確に把握することが可能。 (2) 詳細調査と同時に実施 - 往路に展開広角カメラ調査、復路で傾斜計測を実施。	
日進量	従来型TVカメラに対して、約1.5倍	
調査費	従来型TVカメラ対して、約1.27倍	
留意点	(1) 機器の汎用性 - 傾斜計測計を内蔵しているカメラは展開広角カメラ1機種に限定される。 (2) 管内残留物の影響 - 洗浄で除去しきれない固形物が管底に付着している場合には、調査結果の勾配の精度が低くなる可能性がある。 (3) 等速走行 - 測定誤差を防ぐため、カメラを等速で走行させるよう留意する。	

関連・追加調査技術の概要 電気伝導度計

P.24
/24

概要	マンホールのインバート部に設置し、一定期間の連続測定により下水中の電気伝導度（物質の電気伝導のしやすさを表す物性値（単位 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ））を計測する機器である。	
特徴	(1) 区域スクリーニング - 下水に比べ、地下水の電気伝導度は低い。 - 地下水が常時浸入水として下水中に流入する区域では、電気伝導度の値が低下。 - 電気伝導度の計測結果をもとに、その後の詳細調査の優先箇所を絞り込むことが可能。 (2) 現場の制約を受けにくい - 既存の流量計と比べて小型であり、曲がり、会合、段差等の制約を受けにくい。 - これらのことから、設置撤去にかかる時間が短いため、これらにかかる費用が安価。	
日進量	既存技術の流量計測に対して、約1.5倍	
調査費	既存技術の流量計測に対して、約0.8倍	
留意点	(1) 区域スクリーニングの特性 - 本調査は区域単位での浸入水リスク評価であり、異常があるスパンの特定は困難 (2) 調査時期の制約 - 電気伝導度計による調査の実施時期は、地下水位が高い時期（5月から10月頃）を選定することが望ましい。 (3) 水位嵩上げ対策の実施 - 電気伝導度計はセンサーが常に水に浸かるよう設置する必要がある。	