

曲管採用時におけるTVカメラ機材の作業性について

1. 実験の目的

下水道未普及解消クイックプロジェクトの社会実験を行う技術に挙げられている「道路線形に合わせた施工」については、下水道管きょにおける屈曲部のマンホールを省略し、代わりに曲管を採用するものである。

当技術については、曲管を採用することから、維持管理機材の作業性への影響が懸念される。現地施工条件による検証については、社会実験実施市町村による実施で実施する予定であるが、今回、事前に模擬施設による下記に関するTVカメラ走行実験を行い、当技術を採用する際の参考、あるいは今後の維持管理業務に資することを目的とする。



図一 実験風景

実験における曲管採用時のTVカメラ走行性の確認事項

- 曲管部においてTVカメラが通過可能か？
- TVカメラが曲管部を経由した場合、どこまでの距離を走行が可能か？
- 連続的に曲管を採用した場合、TVカメラの走行距離に影響はあるか？
- 曲管部においてTVカメラの視認性は良好か？
- 総合的に見て複雑かつ高度な技術を必要としないか？

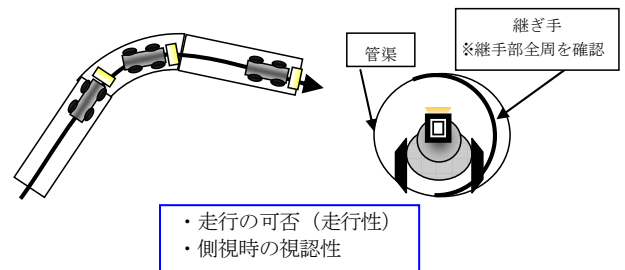
2. 実験内容

2.1 実験の概要

実験については、以下の実験を行った。なお、実験に使用した管渠はφ150mm、φ200mm（ともにUV）、曲管については15°、30°、45°を想定した。

① 曲管部走行性及び視認性検証実験

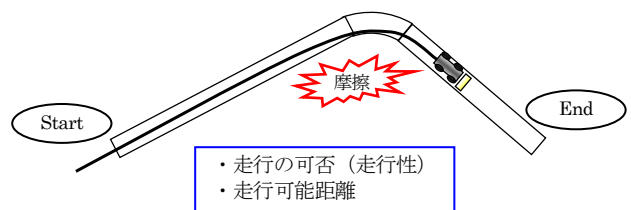
TVカメラ機材種類と走行可能な角度(曲率)、管きょ径との関係を明らかにするために、曲管の角度(曲率)の違いによるTVカメラの走行可否を確認する。また、側視における視認性を確認する。



図一 実験①

② 曲管経由時における走行距離検証実験

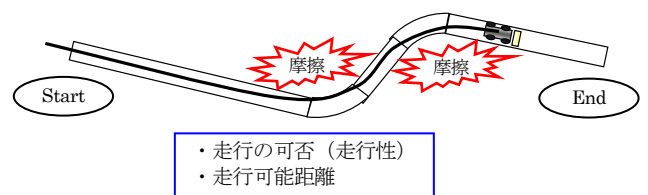
マンホール間に曲管が入った際、TVカメラケーブルと管きょが接して摩擦抵抗が働くことが予測されることから、維持管理可能な走行距離を把握する。



図一 実験②

③ 連続曲管採用時における走行距離検証実験


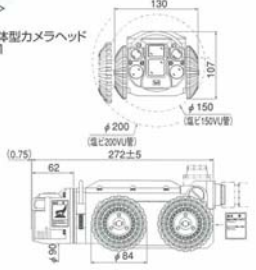

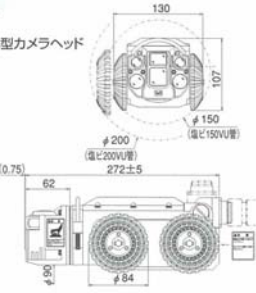

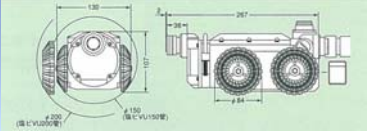

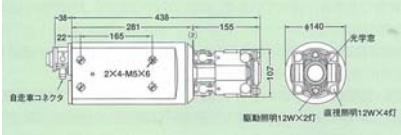
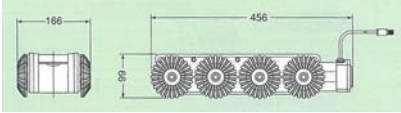
曲管を連続的に採用した際の走行距離への影響を把握する。



図一 実験③

2. 2 使用機材

使用したTVカメラは以下のとおりである。

対象管径	使用機材	概要	写真・寸法
φ 150mm および φ 200mm	機材 A	小型であるが、走行能力が低く、長距離走行が困難と予測される。	 <p data-bbox="1153 405 1476 674"><寸法図> 自走車一体型カメラヘッド VCM561</p>  <p data-bbox="1204 689 1484 719">W130×L272×H107mm</p>
	機材 B	VCM561 の走行能力を補うため、KH150 をオプションとして連結し、走行能力の向上を図る。ただし、連結によりTVカメラが長くなるため、曲管部での走行性に劣ることが予測される。	<p data-bbox="805 763 885 792">機材 A</p>  <p data-bbox="1142 752 1476 1043"><寸法図> 自走車一体型カメラヘッド VCM561</p>  <p data-bbox="1204 1070 1484 1099">W130×L272×H107mm</p> <p data-bbox="1134 1122 1158 1151">+</p> <p data-bbox="805 1167 954 1196">(オプション)</p>   <p data-bbox="1204 1458 1484 1487">W130×L267×H107mm</p>
φ 200mm	機材 C	管きょ径φ200mmで頻繁に使用されており、一般的な維持管理業者の所有実績が多い。	 <p data-bbox="901 1697 1142 1720">※自走車M205L3に搭載した状態です。</p>  <p data-bbox="788 1827 1190 1872">W140×L438×H140mm</p>  <p data-bbox="1204 1984 1476 2013">W166×L456×H99mm</p>

3. 実験結果

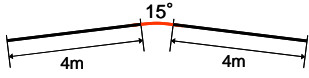
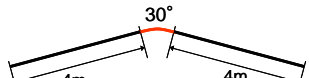
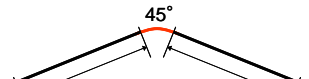



3. 1 曲管部走行性および視認性検証実験（実験①）

曲管を採用した場合の曲管の角度による TV カメラ通過可能最大角度について実験した。

φ 150mm については、機材 A は 30° まで、連結タイプの機材 B は 15° のみ走行可能であった。φ 200mm については、機材 A は 45° まで、連結タイプの機材 B は 15° のみ走行可能であったが、機材が長い機材 C は全ての角度で走行不可であった。なお、φ 150mm への適用時や φ 200mm における機材 B 採用時については、TV カメラの傾きや数回の切り返しが必要な場合が生じたため、TV カメラ操作者の技術を要する。

なお、視認性については、通常より回数、時間を要するが側視可能である。

表一実験結果（実験①）

実験ケース	使用機材	管径 曲管条件	実験による走行可否判定 (○：走行可×：走行不可)		
			15°	30°	45°
1) φ 150mm 2) φ 200mm   	機材 A 	φ 150mm	○	○	×
		φ 200mm	○	○	○
	機材 B 	φ 150mm	○	×	×
		φ 200mm	○	×	×
	機材 C 	φ 200mm	×	×	×

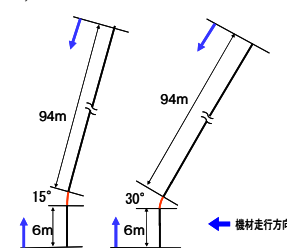

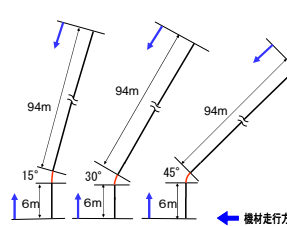

注) 表中の については、走行可能条件（角度）

3. 2 曲管経由時における走行距離検証実験（実験②）

曲管を1つ採用した場合の曲管の位置による TV カメラ走行可能距離について実験した。

機材 A については走行能力が低く、長距離調査では連結タイプ機材 B より調査効率が落ちる（所要時間がかかる）。また、曲管の位置については、遠くなるとそこまでの直線走行によるケーブル牽引に伴う走行能力低下によって、曲管を通過するだけの能力を確保できない状況にあり、曲管を通過できない場合がみられた。また、近い場合にも 100m の完走が困難な場合がみられた。

表一実験結果（実験②）

実験ケース	使用機材	管径	曲管 までの 距離	曲管通過可否 (○：走行可×：走行不可) 総走行可能距離(100m まで)		
				15°	30°	45°
1) 150mm 	機材 A 	φ 150mm	近い (6m)	○	○	—
			遠い (94m)	○	×	—
		φ 200mm	近い (6m)	○	○	○
			遠い (94m)	×	×	×
2) 200mm 	機材 B 	φ 150mm	近い (6m)	○	—	—
			遠い (94m)	○	—	—
		φ 200mm	近い (6m)	○	—	—
			遠い (94m)	○	—	—

注 1) 表中の については、実験①の結果より走行不可と判断（実験ケースから除外）

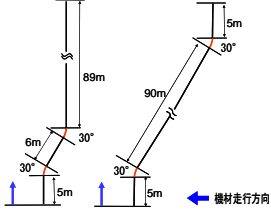
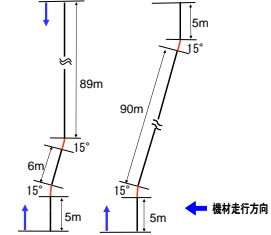
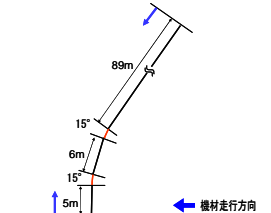


注 2) 表中の については、走行可能条件（角度、位置）

3. 3 連続曲管採用時における走行距離検証実験（実験③）

曲管を複数（2つ）採用した際の曲管の位置による TV カメラ走行可能距離について実験した。なお、実験については、φ150mm で行った。

曲管の設置組み合わせについては、同方向に比べ異方向の方が所要時間がかかること、また、ケーブルの張り具合より、同方向に比べ異方向の方が条件が厳しいと思われる。

表一実験結果（実験③）

実験ケース	使用機材	管径	曲管通過可否 (○：走行可×：走行不可) 総走行可能距離(100m まで)			
			曲管までの距離	15°	30°	45°
1) φ150mm 異方向 (VCM561)  異方向(VCM561+KH150)  同方向(VCM561+KH150) 	機材 A 	φ150mm	異方向	近い (5m, 11m)	○ 100m	—
				遠い (89m, 95m)	—	—
				両端 (5m, 95m)	×	—
	同方向		近い (5m, 11m)	—	—	
			遠い (89m, 95m)	—	—	
			両端 (5m, 95m)	—	—	
機材 B 	異方向	近い (5m, 11m)	○ 100m	—	—	
		遠い (89m, 95m)	○ 100m	—	—	
		両端 (5m, 95m)	○ 100m	—	—	
	同方向	近い (5m, 11m)	○ 100m	—	—	
		遠い (89m, 95m)	○ 100m	—	—	
		両端 (5m, 95m)	—	—	—	

注1) 表中の □ (white) については、実験①および実験②の結果より走行不可と判断（実験ケースから除外）

注2) 表中の □ (diagonal) については、実験未実施

注3) φ200mm については、実験未実施

注4) 表中の □ (yellow) については、走行可能条件（角度、設置合わせ、位置）

4 実験結果のまとめ

- ・ $\phi 150$ については曲率 30° まで、 $\phi 200$ については 45° までが、既存のTVカメラ車での対応が可能であることが分かった。ただし、3種類全てのカメラ車が使用可能ではないため、機器選定に注意が必要である。
- ・ 継ぎ手部等の側視については、通常1回（1周あたり15秒程度）のところ、曲管部においては車体の位置調整等により2～3回に分けた側視が必要となり、時間を要する（1周30秒以上）。
- ・ 曲管の設置位置が近い場合と遠い場合とでは、遠い場合の方が通過困難であることが分かった。これは、曲管通過には直線走行時以上の力が必要であり、遠い場合では牽引するケーブルの重量が過負荷となり、曲管通過に必要な力が得られないためと考えられる。
- ・ 走行距離が長距離になると、牽引ケーブルの重量の影響で、走行能力が極端に低下する（走行速度が低下する）傾向が見られた。100mを走行させることは可能であるが、走行能力が低下する分、時間を要する。
- ・ カメラ車が小型なほど曲管を通過しやすいが、牽引力が弱いため走行能力（走行距離）が落ちる。
- ・ 複数の曲管を組み合わせた場合でも、曲管个数2個であれば 15° までは走行可能である。



機材 A



機材 B



機材 C

【謝辞】

本実験の実施にあたり、TVカメラ機材の調達や実験作業に関して管清工業株式会社の多大な協力をいただいた。また、日本下水道管路管理業協会田中専務理事並びに管清工業株式会社伊藤技術部長に技術的な助言をいただいた。ご協力いただきました方々に深く感謝の意を表します。

走行可否一覽表

$\phi 150$									
15°		○	○	○	○	○	○	○	○
		○	○	○	○	○	○	○	○
30°		○	○	×	×	×	×	×	×
		×	×	×	×	×	×	×	×
45°		×	×	×	×	×	×	×	×
		×	×	×	×	×	×	×	×

$\phi 200$									
15°		○	×	未確認	未確認	未確認	未確認	未確認	未確認
		○	○	未確認	未確認	未確認	未確認	未確認	未確認
		×	×	×	×	×	×	×	×
30°		○	×	未確認	未確認	未確認	未確認	未確認	未確認
		×	×	×	×	×	×	×	×
		×	×	×	×	×	×	×	×
45°		○	×	未確認	未確認	未確認	未確認	未確認	未確認
		×	×	×	×	×	×	×	×
		×	×	×	×	×	×	×	×