

下水道用施設管理ロボットの 開発基礎調査

研究報告

'93 下水道新技術研究所年報ダイジェスト 1993 No.2

財団法人 下水道新技術推進機構

序 文

生活大国をめざすわが国の下水道事業がかかえている多様な課題を解決するため、下水道に係わる新技術の研究及び開発を行い、下水道事業への導入を促進し、下水道事業の効率的かつ円滑な推進を図ることを目的に、本機構は、設立以来、新しい技術の研究・開発と実用化に取り組んでまいりました。

本報告書は、下水道新技術研究所における平成5年度の研究成果をとりまとめたものです。

平成5年度は、建設省新技術活用モデル事業として5課題、下水道技術開発連絡会議での共同研究として3課題、建設省下水道部からの受託として2課題、建設省土木研究所からの受託として3課題、日本下水道事業団からの受託として4課題、地方公共団体との共同研究として12課題、民間との共同研究として8課題、固有研究として1課題、技術審査証明事業を1課題として合計39課題について5年度分の調査研究、審査証明を完了しました。

本書は、下水道技術開発連絡会議での共同研究のうち『下水道用施設管理ロボットの開発基礎調査』についてその概要を報告するものであります。

この報告書が実務の中で積極的に活用されることを願う次第です。

財団法人 下水道新技術推進機構

理 事 長 遠 山 啓

下水道用施設管理ロボットの開発基礎調査

はじめに

下水道施設を適正に管理するための維持管理業務は、普及率の向上に伴い年々増加している。一方、維持管理は、恒常的で重要な作業であるにもかかわらず、下水道というイメージや作業の内容から「3K」の代表的なものとして見られがちで、人手不足の現状にある。今後、高齢化社会と出生率の低下により若年労働者は著しく減少し、維持管理要員の確保はさらに厳しくなることが予想される。

しかし、維持管理業務の中には重労働でかつ危険、非衛生的な劣悪条件のもとでの単純な繰り返し作業もあり、ロボット化による作業の効率化や作業環境の改善が可能なものも多くある。

このような状況から平成4年度より、下水道用施設管理ロボットの研究開発を進めてお

り、その中で実施したアンケート調査の結果、現状の下水道施設の維持管理作業のうち、管渠の維持管理作業の改善が強く望まれていることが分かった。特に口径800mm以上の管渠については、狭小空間での人力作業が主体となっていることから、危険防止や維持管理の充実が急務となっている。

そこで平成5年度は、前年度の調査結果に基づき、現在人力作業が主体となっている口径800～2,000mmの管渠を対象とする調査・清掃ロボットのイメージを固めるため、次の検討を行った。

調査内容

平成5年度は、口径800～2,000mmの下水管渠を対象とした調査・清掃ロボットの開発を行うにあたり、以下の内容について調査を実施した。

表-1 維持管理作業の問題点と対処法

酸欠	問題点	作業中の酸欠
	対処法	作業前の測定器による管内の酸素濃度の測定
換気	問題点	換気量の確認。大管径、大スパンの換気は困難
	対処法	大型送風機の使用
騒音	問題点	夜間作業時の騒音
	対処法	防音型の機械の使用
臭気	問題点	伏越し部の臭気
	対処法	芳香剤の使用、送風機の設置
交通状況	問題点	市街地内での作業
	対処法	作業時間帯の検討、作業時間の短縮
防爆	問題点	作業用機械の防爆タイプは高価となる
	対処法	特種な場合以外は対応していない
住民対策	問題点	周辺住民への作業、交通規制の必要性、臭気、騒音の説明
	対処法	管理者との共同による説明、広報活動

(1) ロボット開発のための条件設定

(2) 調査および清掃ロボットの具備すべき機能

(3) ロボット化による効果

調査結果

(1) ロボット開発のための条件設定

アンケート調査によって表-1に示すような維持管理作業の問題点と対処法が明らかとなった。その結果を集計、検討し、維持管理ロボットの作業環境と搭載する機能を設定した。

①作業環境についてはロボットの汎用性を考慮し出来るだけ条件の厳しい値を採用した。

特にマンホールの入り口はロボットの外形寸法を制限することから口径600～900mmのうち口径600mmを採用した。

②調査ロボットの作業内容についてはアンケートの結果から次の項目の調査が行えるものとした。▽管内水位▽土砂の堆積厚▽管渠のひび割れ・破損、接合部の状態▽管渠の勾配・蛇行▽管渠材料の劣化状態▽管渠内硫化水素ガス等の濃度

③清掃ロボットは、下水管渠内に堆積している土砂を浚渫し、マンホール付近まで運搬するまでの作業を行うものとした。

(2) 調査・清掃ロボットの具備すべき機能

①アンケート結果と既存の技術を検討した結果、維持管理ロボットは調査用と清掃用とに分離して開発することとした。

②調査ロボットの移動方法については、下水管渠内での走行という条件から比較検討した結果、移動効率、移動機構、管渠内の流水状況等を考慮して、ロボットは水面の上部スペースを走行する構造とした。調査機器の搭載方法は、装置を分割し、調査の必要性に応じた調査機器をロボットに搭載できる方式とした。重量、大きさ、価格、耐久性、測定原理、適用性、将来技術の予測等を総合的に検討し、表-2に示す仕様のものとした。また、調査して得られた情報は、通信用光ファイバーケーブルを使用して地上に伝送し、管内状況をモニター画面で表示するとともに、プリンターによる出力および記録装置によるデー

表-2 調査ロボット概略仕様

形 状	本体円筒形	
全 長	2,000mm (分割・組立方式)	
外 径	500mm	
重 量	50kg	
性 能	走行方式	車輪駆動 (DCモータ)
	操作方式	有線遠隔制御
	速度	1.4m/min
	作業可能距離	240m
	防水性	汚水中で完全防水
調 査 機 能	画像取り込み	CCDカメラ
	照明	ハロゲンライト
	ガス検知	熱伝導式ガスセンサ 隔膜ガルバニ電池式 ガスセンサ
	管材質検査	超音波非破壊検査装置 中性化試験
	堆積汚泥検知	探触子方式検査装置
	傾斜検知	ジャイロ式検知装置
	搬 入 方 法	ガイドレール方式
作 業 環 境	円形下水管渠	
	管径	φ800~2,000mm
	最大流速	2.7m/s
	最大水深	管径の40%

タの記録が行えるものとする。

③清掃ロボットについては、移動、清掃、土砂運搬などの既存要素技術を組み合わせ、比較検討した結果、マンホールから投入できるサイズで、土砂の運搬も可能な浚渫車を数台連結した方式とした。

この方式は、下水管渠の断面形状が円形であることに着目し、中心付近の堆積土砂を排除することにより両脇の残された土砂は中心

付近に寄り集まってくる特性を利用したものである。攪拌された土砂は下水の流下能力を利用して下流マンホールに集め、強力吸引車で地上に吸い上げる方式とした。

(3)ロボット化による効果

以上のような調査ロボット、清掃ロボットの開発によって、作業時間の短縮と、これまで危険で入ることのできなかった場所での管渠の維持管理が可能となる。作業員は下水管渠に入る必要が無くなるため、維持管理上の問題点が解消され、維持管理業務の向上につながり、将来的な人員確保が容易となる。また、設備の大幅な軽減も可能となる。

まとめと今後の予定

本年度の調査結果から、口径800~2,000mmの下水管渠を対象とした調査・清掃ロボットに関する必要機能、要素技術等の設定およびイメージを固めた。

来年度からは模型を製作し、実験を行うことによって種々の問題解決を図る。さらに実際の下水管渠に適用するプロトタイプのロボットの製作を進めて行くことが必要である。ここでいう模型とは、ロボットの動作原理を確認するためのスケールモデルであり、走行、清掃等の機構確認を第一の目的とする。同様にプロトタイプとは、実機と同じ環境下で動作することを想定したもので、実機と同様の動作が行えるものをいう。

•この研究に関する問い合わせは

研究第一部長

研究第一部
主任研究員

研究第一部
研究員

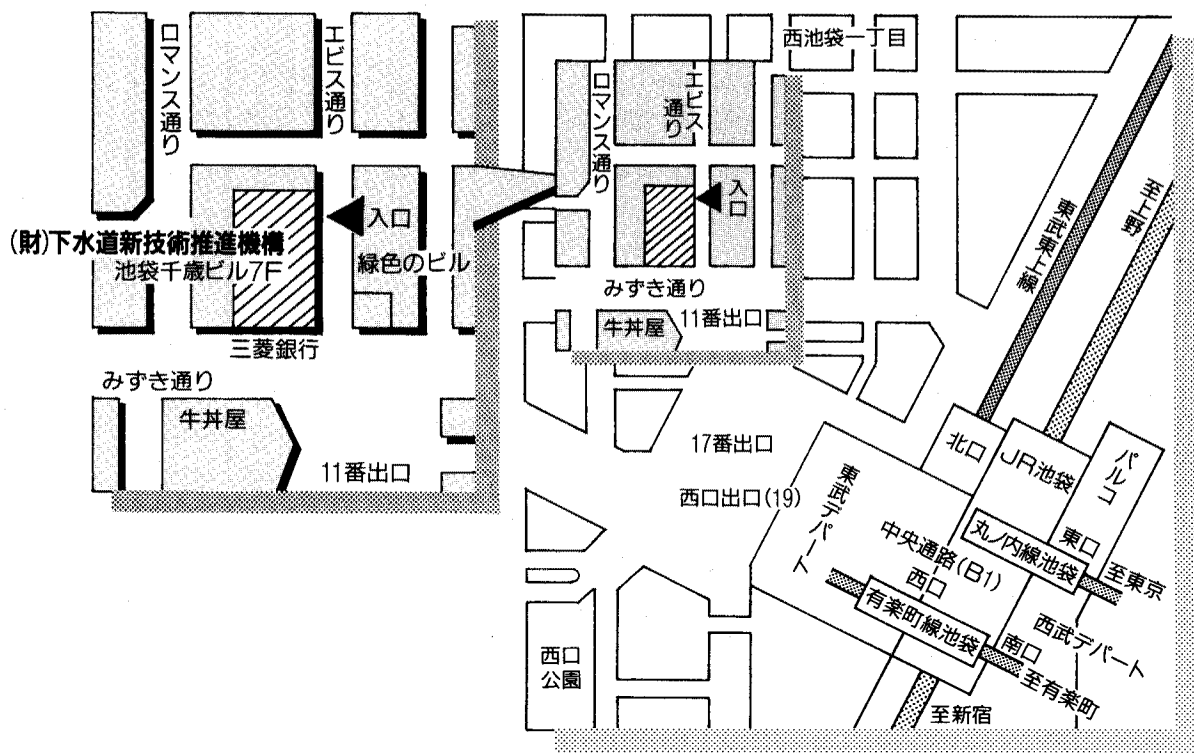
研究第一部
研究員

佐藤和明

鈴木茂

森正治

高木克也



財団法人 下水道新技術推進機構

〒171 東京都豊島区西池袋1丁目22番8号 池袋千歳ビル7階
 TEL 03-5951-1331 FAX 03-5951-1333