

下水道用施設管理ロボット の開発基礎調査

研究報告

'94 下水道新技術研究所年報ダイジェスト 1994 No.23



財団法人 下水道新技術推進機構

序 文

本機構は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、平成4年9月28日設立以来、新しい技術の研究・開発に取り組んでまいりました。

平成6年度は、継続課題を含めて、公的機関から新技術活用モデル事業である「造粒調質濃縮技術の実用化研究」他37課題、民間企業から「真空式下水道システムに関する共同研究」他13課題、審査証明5課題の合計57課題の調査研究及び審査証明を実施しました。

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

下水道の普及に伴い、下水道施設本来の機能を保持するために必要な維持管理作業業務も増大しつつある。しかし、その作業の多くが厳しい条件下での単純な繰り返し作業であり、かつ重労働であることなどから、現在も作業員が不足がちである。一方、高齢化社会と出生率の低下により若年労働者の数は平成10年度以降減少することが予想されており、下水道の維持管理要員の確保はさらに難しくなることが懸念される。

このような状況の中で、維持管理作業のロボット化による作業の軽減、効率化、作業環境の改善などが求められている。

本調査は、現在人力作業が主体となっているφ800～2,000mmの管渠を対象とした調査・清掃作業用ロボットの開発を行うものである。

平成6年度は、実機の開発に向けて、調査・作業用ロボットの各模型を製作し、実験を通じて改良点の抽出と仕様の確定を行った。また、調査機器の搭載イメージを提案するとともに清掃ロボットについては前年度に製作した模型に改良を加え、ロボットユニットの仕様を確定した。

ここでは、清掃ロボットについて報告する。

調査内容

①清掃ロボット

清掃ロボットの模型Ⅰ号機は前年度に製作と基本動作実験を行い、開発の方向を確認している。本年度は清掃作業の状況や管渠内の堆積土砂の性状を考慮した改良機（模型Ⅱ号機）による実験を行い、浚渫土砂回収システムを検討した。表-1に清掃ロボット模型の仕様比較を示す。また、表-2に改造内容の

表-1 清掃ロボット模型仕様比較表

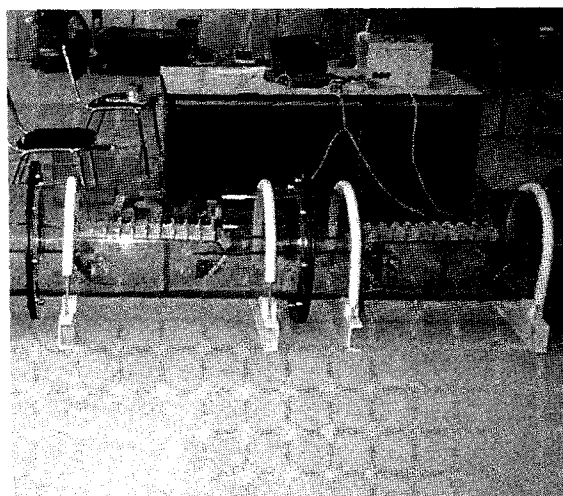
	改造前	改造後
全 長	700mm	570mm
全 幅	180mm	180mm
重 量	27kg	24kg
最大速度	3.0m/s	3.7m/s
モータ出力	60W	90W
最大トルク	120.3kgcm	292.1kgcm
クローラ	ゴム製ベルト	チェーン式
形 式	クローラ方式	アタッチメント方式
防水方式	Oリング方式	オイルシール方式
本体材質	ステンレス (SUS304)	アルミ (6061)

一覧表を示す。

②ロボットの動作環境

清掃ロボットの実験条件を設定するため、清掃作業の状況、管渠内の堆積土砂の性状を調査した。

調査結果



①清掃ロボット

今年度は、清掃ロボット模型の改造部分の性能に関する実験と、クローラ材質・形状の選定を可能にする実験を行った。

- (1) 走行速度実験の結果は平均3.7m/分であり、目標値3.5m/分を上回った。
- (2) クローラフィンの形状と設置間隔を替えて牽引力と土砂のかき出し量を測定したが、両者の関連性は見いだせなかった。
- (3) 最大8cmの段差の乗り越えが可能であった。
- (4) クローラ内の噛み込みは、最大粒径10mm

表-2 改造内容一覧表

検討項目	問題点	対 策
クローラ構造の変更	・砂によるクローラ・スプラケット間のスリップおよびクローラの異常張力発生	・チェーンを使用した駆動方式によるスリップの防止 ・ゴム製クローラから金属製クローラへの変更
駆動系の伝達効率の向上	・ウォームギヤ使用による伝達効率の低下 ・駆動輪のロボットの下部配置による有効伝達歯数の少なさ	・減速機に平歯車することによる伝達効率の向上 ・駆動輪位置変更によるかみ合い歯数の増加
本体構造の改造	・本体部分に設置している軸等の防水構造必要箇所の多さ	・本体と軸関係の設置レイアウトの見直しによる防水必要箇所の減少
連結チェーンについて	・チェーン使用による重量増加 ・制御・電源線の分離接続によるとり回し性の悪化	・連結にワイヤーを使用し、電源線を一体化することによる重量低減、とり回し性の向上

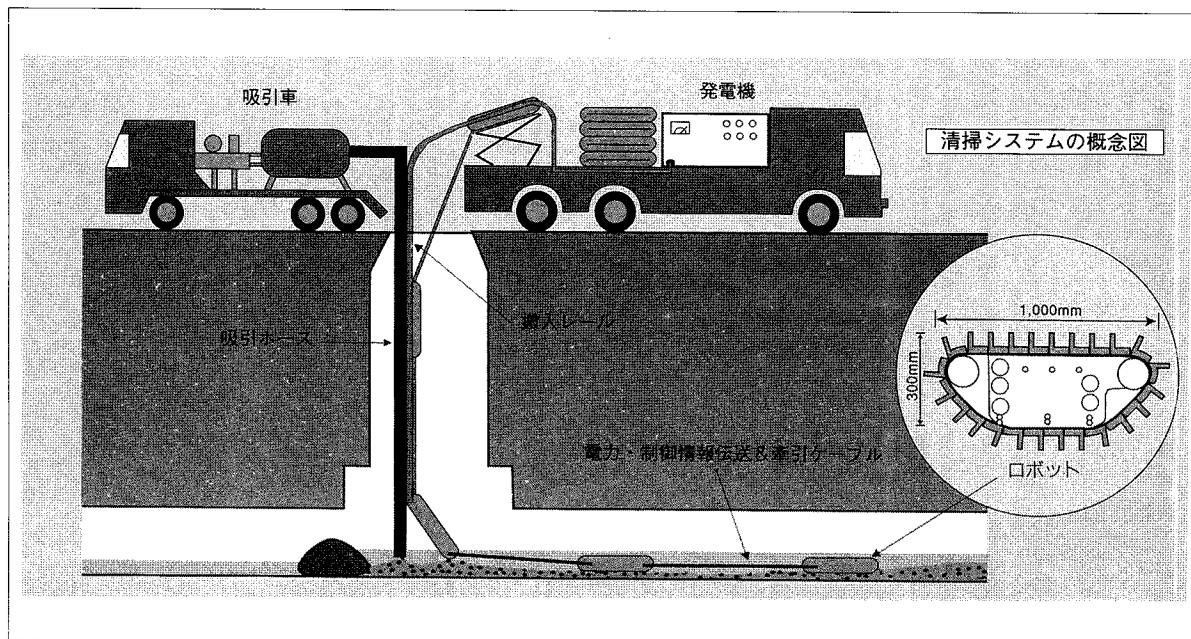


表-3 耐久性試験結果 単位mm

材質	磨耗量	左	右
デルリン		0.11	0.11
塩化ビニル		0.16	0.20
アルミニウム		0.09	0.06
ゴム		0.43	0.33

までは走行に支障が無かった。

(5)数種類の材質を使用した耐久実験から、クローラの材質には塩化ビニル、またはデルリンが適していることが分かった。表-3に耐久性試験結果を示す。

(6)土砂回収システムへの応用が可能な既存の技術に、水中連続吸引脱水機があるが、低騒音下や吸引ホースのロボット導入用レール等との一体化が必要となると考えられるため、次年度にさらに調査研究を進める。

②ロボットの動作環境

実際の動作環境に近い状態で実験を行うため、管内土砂と清掃作業の実態を調査した。

(1)管内土砂

管渠内及び下水道施設内に堆積している土砂の性状を調査した結果、ロボットによる清掃の対象となる管内土砂の一般的な性状は、標準砂程度の粒度で、粒子間にほとんど水の入る隙間が無いような、締まった状態にあることが分かった。

(2)マンホールについて

マンホールと管渠中心軸とのずれ、蓋の取り付け金具や内部のステップ、作業帯の形によってはロボットを管渠内に入れる時の障害となる。

まとめと今後の課題

今年度は清掃ロボットの模型の改良と、改良機による実験を行い、ロボットユニット単体の仕様を確定した。今後は、清掃システム全体としての作業効率を検討していく。その過程で必要があれば、モデル管路実験や実際の管渠を使用した現場実験、ロボットユニットの構造の更なる改良を行うこととしている。

•この研究に関する問い合わせは

研究第一部長

佐藤 和明

技術部次長

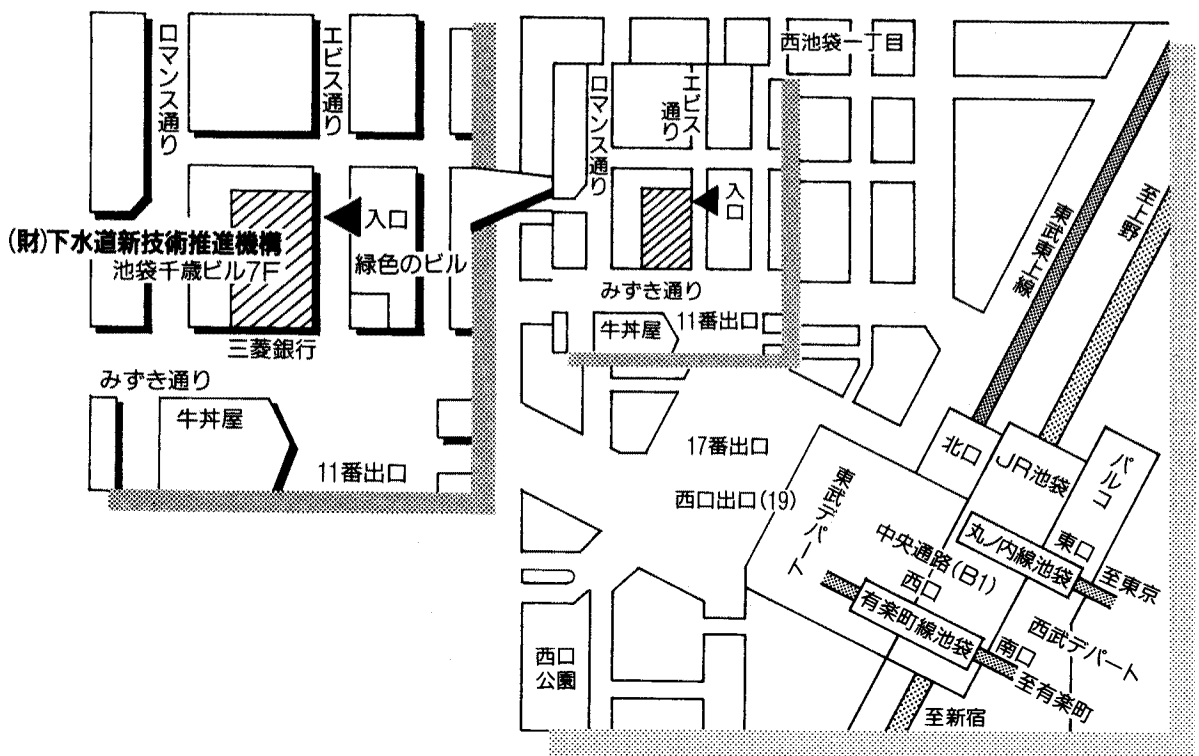
鈴木 茂

研究第一
部 研究員

森 正治

研究第一
部 研究員

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