

## 配管検査ロボットのための試作機設計

### Prototype design for a piping inspection robot

○学 二宮 綾香 (弓削商船), 学 藤田 和友 (弓削商船), 佐々木 俊一 (カンツール),  
後藤 幹雄 (カンツール), ◎正 前田 弘文 (弓削商船)

Ayaka NINOMIYA, Yuge National College of Maritime Technology, 1000 Yuge Shimoyuge, Kamijima-cho  
Ochi-gun, Ehime, 794-2506, Japan

Kazutomo FUJITA, Yuge National College of Maritime Technology, 1000 Yuge Shimoyuge, Kamijima-cho  
Ochi-gun, Ehime, 794-2506, Japan

Toshikazu SASAKI, Kantool Co.,Ltd., Sinyuurakutyou Bld., 1-12-1, Yurakucho, Chiyoda-ku, Tokyo, 100-0006, Japan

Mikio GOTO, Kantool Co.,Ltd., Sinyuurakutyou Bld., 1-12-1, Yurakucho, Chiyoda-ku, Tokyo, 100-0006, Japan

Hirofumi MAEDA, Yuge National College of Maritime Technology, 1000 Yuge Shimoyuge, Kamijima-cho  
Ochi-gun, Ehime, 794-2506, Japan

**Key Words:** Exploration Robot, Mobile Robot, Robot Control, Prototype Model, Bluetooth

#### 1. 緒言

我国では昭和 40 年代以降, 下水道事業の実施都市が急増し, 各地で下水道整備の普及が促進されてきた. これまでに全国の下水道施設は, 管路総延長約 42 万 [km], 下水処理場数約 2,100 ヶ所となっている. そのため, 管理施設の増加とともに, 長期使用施設の老朽化が顕在化している. 下水管渠の標準的耐用年数は 50 年とされており, すでにこの年数を超える下水管渠の延長は約 9,000 [km] 以上になっている. また, 管渠布設後 30 年が経過すると道路が陥没する箇所が急増する傾向もある. このような背景から, 排水管・下水管の維持管理は重要であり, 継続的に行っていかなければならない. しかし, 実際に管内を調査する作業は人が行うには過酷であり, 調査範囲も広大である. そこで, 近年ではロボットを用いた調査が活発に行われている. ところが, これらのロボット調査にも問題があり, 有線による外部制御・外部電源が主流であることから, ロボットシステム全体が大掛かりなものとなり, メンテナンス性が悪い上, 高価なシステムとなっている.

そこで, 本研究ではこれまで研究してきたレスキューロボット<sup>(1)(2)</sup>のノウハウを活かし, 小型で持ち運びが容易な配管検査ロボットの開発を行っている. 本発表では, 試作初号機ということで, 直径 150 [mm] 以上の管内探査が可能なモビリティロボットの設計と基本システムの構築を行った. 以下にその詳細を示す.

#### 2. システム構成

モビリティロボットのシステム構成を行う上で, 以下の機能が最低限必要となる.

- ・走行のモータ制御
- ・カメラ位置調整のためのモータ制御
- ・配管内を照らすライト調整
- ・状態を示すための LED 表示
- ・遠隔操作のための通信機能

次に図 1 にハードウェア構成図を示す. なお, 色が薄い部分については, ハードウェア未実装のもので, 回路上は動作可能な状態になっている.

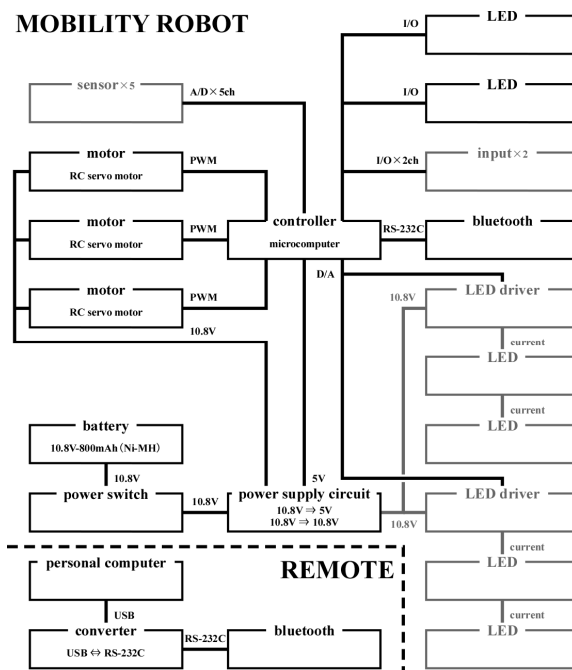


Fig. 1 Hardware Organization

モビリティロボットはマイコンを用いて制御を行う. モータには RC サーボモータを使用し, PWM によって制御する. その他にも A/D 変換によるセンサ値の読み取り, I/O による LED 制御, D/A 変換による LED 調整が可能である.

また通信には, シリアル通信 (RS-232C) を使い, Bluetooth 変換機を使用することで無線化している. なお遠隔装置については, 試作機ということで PC を直接使用している.

### 3. 実機

図2と図3に3DCADソフト(solidworks)で設計したモビリティロボットを示す。

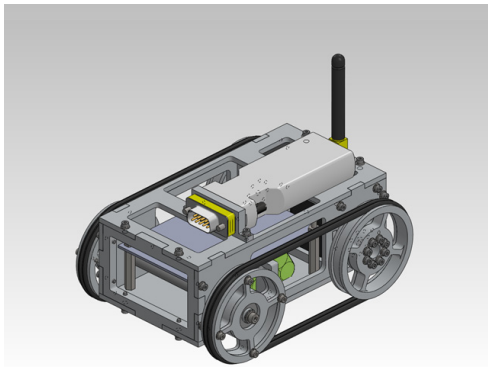


Fig. 2 Front Oblique

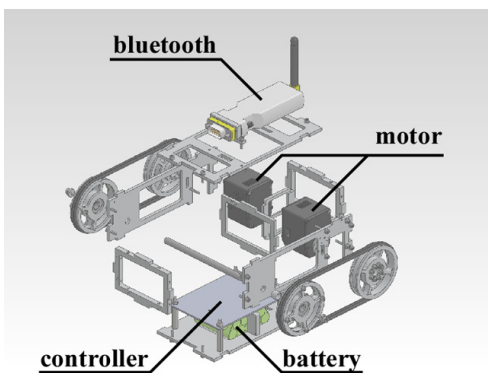


Fig. 3 Exploded View

本体部の外装は全てはめあいによる位置の精度出しを行っており、今回は防水を考慮していないことから軽量化を図っている。また車輪についても、はめあいにより位置精度を保っており、前輪は5枚構造、後輪は3枚構造となっている。なおサイズは、111.4 [mm] (W)×151.2 [mm] (D)×122.6 [mm] (H) (アンテナ収納時 78.1 [mm] (H))となっており、直径 150 [mm] の管内も探査が可能となっている(図4)。

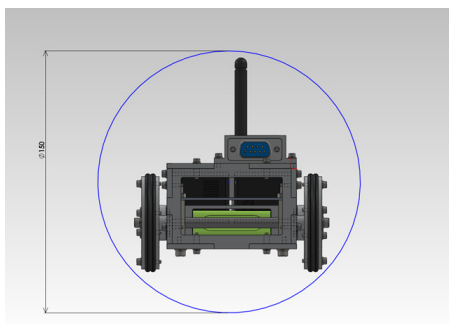


Fig. 4 Front View

次に実際に作成した実機を図5と図6に示す。回路部はテストも兼ねているため、ROMへのプログラム書き込み用回路も含まれている。また実機全体の重量は約780 [g]であり、回転軸、モータ、バッテリーが重量の多くを占めている。

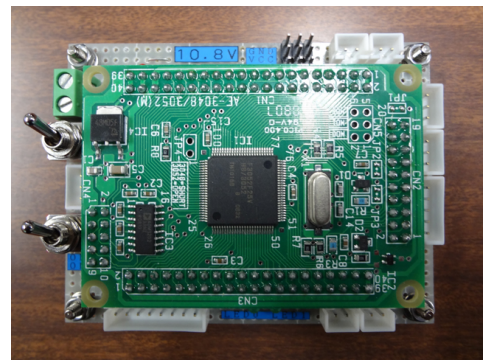


Fig. 5 Circuit

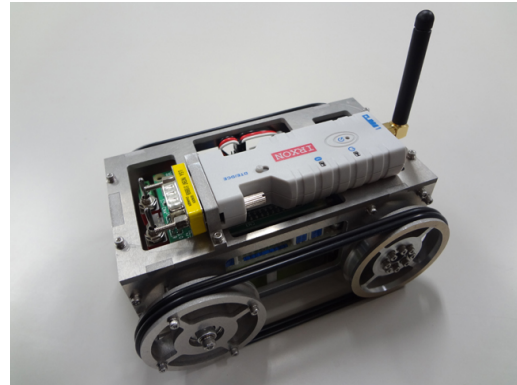


Fig. 6 Mobility Robot

### 4. 結言

本研究では、小型で持ち運びが容易な配管検査ロボットのための試作機のシステム構成と実機の詳細について述べた。また、狭隘空間内で最高速度 173 [mm/sec] (速度重視のモータ交換時は、最高速度 368 [mm/sec])を実現できる小型で軽量のモビリティロボットの製作が可能であることを実証した。

今後は実用化に向けて、以下の5つについて開発を行っていく予定である。

- 回路の改善とモータ配置の変更により、コンパクト化・軽量化を行う。
- 遠隔操作のための小型操縦機を作成する。
- 検査のための動画撮影用のカメラおよび制御部分を構築する。
- 管内での転倒を防止するための直進制御を追加する。
- 汚水等からロボットを保護するための防水機能を追加する。

### 文献

- (1) 石井 良典, 大坪 義一, 小林 滋, 小林 泰弘, 山本 祥弘, 梅田 栄, 海藻 敬之, 前田 弘文, 高森 年, 田所 諭, “閉鎖空間内探索ロボットのための遠隔操縦システムの開発”, 第11回システムインテグレーション部門講演会(2010), pp.1238~1241.
- (2) 前田 弘文, 小林 滋, 高森 年, “レスキューロボットにおけるデバイス管理を容易にするためのシステム開発”, 弓削商船高等専門学校紀要第34号(2012), pp.48~53.