

# 地雷探知ロボットと無人処理車による地雷除去支援

千葉大学・教授 野波 健蔵

## 1. はじめに

地雷探知・除去活動は、依然として数十年前に提案された人手による方法で行われています。しかし、このような人手による作業では、作業者に対して常に危険が伴います。そこで、高感度を有する金属探知機と地中レーダ技術の長所を積極的に活用し、安全かつ高精度な遠隔操縦方式で行う地雷探知小型車両の開発を行います。

## 2. 無人小型車両の開発

戦災のあったアフガニスタンの国情、すなわち橋、道路のインフラの整備を考慮して、無人小型車両の開発しました。具体的には、以下の点に留意しています。

- (1) 無人小型車両は2トン車に積載できること。
- (2) 車両本体を分割搬送できること。
- (3) アフガニスタンの気候の中で確実作動できる耐環境性を有すること。
- (4) 山岳部でも傾斜地を登坂できること。
- (5) 信頼性のある制御装置を有すること。

本車両開発では、車両前部にセンサアームを搭載することから重量バランスに配慮して、車体全長および車体強度の最適化、エンジンの後部配置などの対策を行い、防弾性、防塵性、防水性にも配慮して設計を行っています。

クローラは不整地での走行性向上のために左右対称としています。無人小型車両の主な仕様を表1に示します。



図1 無人小型車両

表1 無人小型車両の仕様

全 長	車体 2845mm (センサ部含む) 4535mm (センサアームが一番伸びた状態)
全 幅	クローラ取付時 1554mm タイヤ取付時 1630mm
全 高	クローラ取付時 1900mm タイヤ取付時 1794mm
重 量	1650kg (センサアーム含む)
速 度	2段切換 1段 0~10m/min / 2段 0~30m/min
駆 動	油圧駆動方式 HST (ハイドロスタティックトランスミッション) 閉回路
エンジン馬力	39PS (回転数 2000rpm 時)
油圧リリーフ圧	180kg/cm <sup>2</sup>
走行部	クローラ方式 (車輪取付も可能)
走行方式 (操 舵)	自律走行 (左右のクローラの回転差)
遠隔操縦	無線方式 (有線方式も可能)
その他	防弾構造 (対人地雷の爆発及び衝撃に耐えられる構造)

### 3. センサアームの開発

無人小型車両は、地中レーダ (Ground Penetrating Radar :GPR) を搭載して地雷探知を行いますので、そのためのセンサアームを開発しました。センサアームの主な仕様を表2に示します。センサアームは、動作範囲を広くかつ水平方向の位置精度を確保するため、水平多関節のスカラ型アームとしています。

更に正確な地雷探査のため GPR を高精度に走査する必要がありますので、センサアームは正確かつなめらかに動作するよう耐振動性を考慮して、減速機にはハーモニックドライブ (金属の弾性変形を応用した歯車装置) ではなくプラノセントリック方式 (同時かみ合い歯数が多く小型で高剛性な歯車装置) を採用しています。

また、センサアーム本体の防塵・防水対策は、防塵・防水保護等級で IP30 (2.5mm 以上の固体異物の接触・侵入に対する保護、水の侵入に対する保護なし) が限界であるため、アーム全体をジャケットで覆い防塵・防水性を確保する計画です。

地雷探知センサの方向を常に一定に保つ必要があるため、タイミングベルトを用いてアームの旋回方向に対して関節部を逆に旋回させ、センサ取り付け部は水平に走査できる機構としています。

表2 センサアームの仕様

構造	水平多関節型
動作自由度	4
駆動方式	AC サーボモータ（全軸ブレーキ付）
位置検出式	アブソリュートエンコーダ
最大可搬寸法	400mm × 400mm × 400mm
最大可搬質量	40kg
アーム長	第1アーム 800mm + 第2アーム 800mm
最大速度	10m/min
最大合成速度	10m/min
位置繰り返し精度	水平方向±5mm / 垂直方向±10mm
本体質量	150kg
保護仕様	IP30、ジャケット付

#### 4. 多機能アームの開発

地雷露呈作業に用いる高圧エアブローヤや金属片などを回収する電磁石について、要素技術として開発を行っています。電磁石は、センサアームに装着した地中レーダや金属探知機による地雷探知作業の前に、邪魔になる金属物を除去します。

高圧エアブローヤは、センサにより地雷埋設位置が確認された後、高圧エアを吹き付けて土を吹き飛ばし、地雷を土壌から露出させます。これらを、センサアーム横に搭載する多機能アームに取り付けて作業を行います。

#### 5. おわりに

現在までに、小型車両およびセンサアームを製作しました。今後は、センサチームの地中レーダを搭載して屋外試験・改良を行い、より完成度の高い実用機を目指します。また、後方支援車を含めた遠隔操縦系の開発も進め、無人の地雷探査車両を完成させます。