

環境適応型高性能対人地雷探知システムの研究開発

名古屋大学・教授 福田 敏男

1. はじめに

特定された地雷原における地雷探知作業後の安全かつ効率的な対人地雷除去作業を目指し、センシング技術、アクセス・制御技術、システムインテグレーション技術の3点に着目し、総合的な環境適応型対人地雷探知システムの研究開発を進めます。

センシング技術では、状況に応じてその使用周波数帯を変更可能な超広帯域ベクトル型複合センサ装置の開発及びセンサからの膨大な計測データを処理し、自動的に地雷候補を呈示する地雷判定システムを開発します。

アクセス・制御技術では、センサヘッドを高精度かつ安定に地表を走査するためのマニピュレーションシステムを開発します。

2. システム構成

超広帯域ベクトル型複合センサ装置、センサを走査するマニピュレーションシステム、センサ・マニピュレーションを搭載する斜面探査ステージ（急斜面での探知作業可能）又は低接地圧移動車両（平地での探知作業）、他チームで開発しているセンサユニットのアクセスに用いられる長尺アーム付き大型車両、移動車両の操作やセンシング情報の処理・管理を行う操作車から本システムは構成されます。

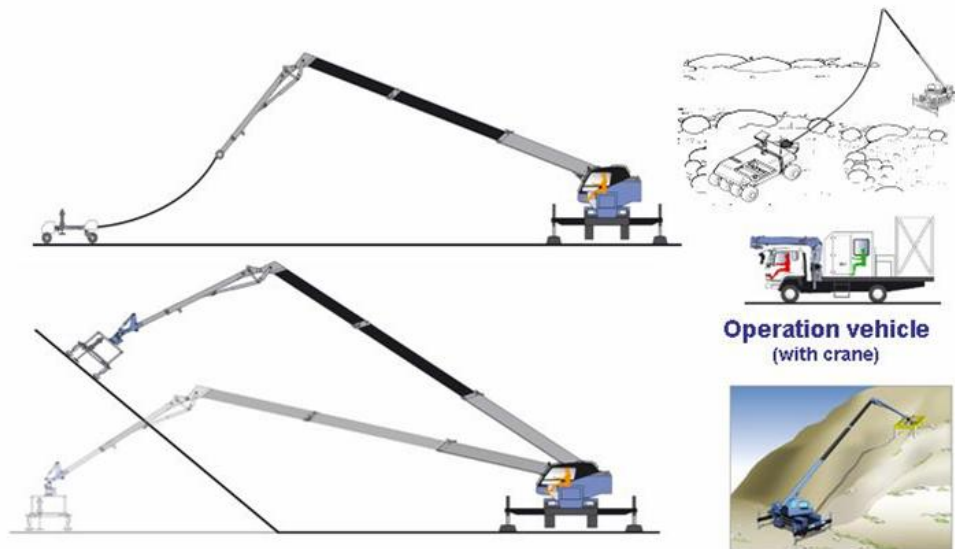


図1 地雷探査作業概要

(上図: 低接地圧型移動車両を用いた平坦地における探査作業、下図: 探査ステージを用いた急斜面における探査作業)

3. 超広帯域ベクトル型複合センサ装置の開発

現在、地雷探知作業は、地雷を構成している金属部品を探知できる磁気センサを利用した金属探知器が多く利用されていますが、地雷以外の金属でも反応して誤信号が多いという弱点があります。一方、地中埋設物（電力ケーブル、ガス管、水道管など）を探查するために、地中レーダ（Ground Penetrating Radar :GPR）が実用化されており、金属・非金属問わず地中埋設物の形状を映像化することができます。

そこで、金属を高感度に検知できる磁気センサと埋設物の形状を映像化できる GPR の特徴を活かし、GPR をより高精度、広帯域なものとして開発した上で磁気センサと複合化することにより、高精度に対人地雷が探知可能なセンサシステムの研究開発を行っています。

超広帯域ベクトル型複合センサの開発では、GPR について高周波モジュールの設計及びアンテナの設計・試作を行い、試験を行った結果、全帯域において基準を満足していることを確認しました。

また、GPR センサと磁気センサにより計測されたデータから地雷形状を推定するシステム、探查結果や地雷探查システムからの情報を統合・管理することでより安全かつ効率的な地雷探知・除去作業を支援するシステムの開発を行い、作業者が行う地雷判定作業を支援し、作業者の負荷を低減します。

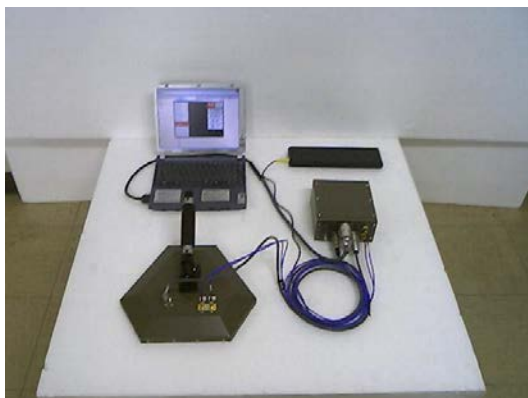


図2 超広帯域ベクトル型 GPR

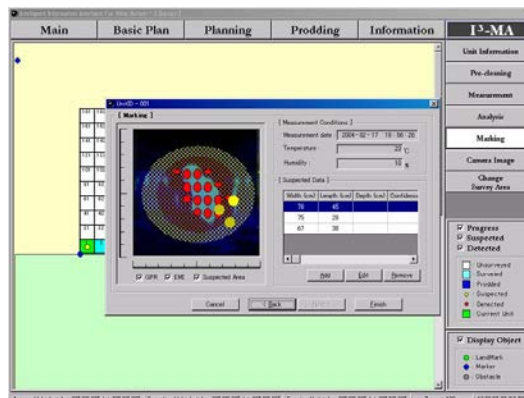


図3 探知情報管理システム

4. 地形適応型センサマニピュレーションシステムの開発

GPR は地表面上から地中に電波を送信して、物体からの反射波を受信することにより、地中の物体形状を計測します。この時、地表面においても電波が反射しており、地表に凹凸などがあって地表面反射が一定でないと、地中物体からの反射波計測に対してノイズとなります。そのため、レーザレンジファインダより地形情報を取得して、それに基づいてセンサヘッドを一定の高さに維持して走査できるマニピュレーションシステムを開発しています。

このシステムにより、探知フィールドを選ばず、地表面反射を一定に保つことにより電波の地表面反射の影響を低減可能とし、地雷の検出性能の向上を実現します。

従来型（センサ高さ一定）と地形適応型との比較実験においても、地形適応型の方が地雷を鮮明に映し出し、その有効性が確認されています。



図4 地形適応型マニピュレータ

5. センサ運用斜面探索ステージ、移動車両の開発

斜面での地雷探査も可能なように、センサ走査用マニピュレーションシステムを搭載できる斜面探索ステージの開発を行っています。本ステージを大型車両クレーン先端の3自由度先端機構に搭載して地雷探査場所へアクセスし、センサを搭載したマニピュレータを本ステージ上でXY方向に走査して、地雷の探査を行います。これにより、斜面に対してもセンサを常に正対させて効率的な地雷探査を可能にします。

また、平地に対しては、低接地圧型車輪を持つ移動車両の開発を行っています。これは、タイヤ接地面における圧力を極力低減して、地雷上を走行しても起爆しないようにするものです。実際に搭載することが想定されるセンサ走査用マニピュレーションシステムの大きさ、重量に対応できる移動機構の設計、試作を行い、また、地面のうねりに対してより適応できる機構としています。



図5 斜面探索ステージ



図6 低接地圧型移動車両

6. おわりに

超広帯域ベクトル型複合センサ装置については、GPR と磁気センサの性能を劣化させることなく複合化できる見通しが得られていますので、今後はこれらのセンサを複合・装置化して、その有効性を確認します。

地雷判定支援システムについては、GPR と磁気センサを適用できる深度や対象物が実験により明らかになりました。今後は GPR と磁気センサからの計測情報に基づき、適切に地雷候補を判定するルールを決定し、地雷判定支援システムの完成を目指します。

その他、地形適応型センサマニピュレーションシステム、斜面探査ステージなどの研究開発を進め、アクセス機との結合を含めた運用面から全体システムを検討し、システムインテグレーションを進めます。