

マイクロ波センサを利用した災害救助用探査装置の開発

電子技術部 電子システムチーム

(株) タウ技研

新菱工業 (株)

井菅 上
日高 間
高橋 藤
後辛 島
秋山 祐
秀直 昭
真一 祐
崇晃 美
雄二 郎
子

大規模地震などの災害現場では、様々な探査装置を使い分けているが、運搬の煩雑さや各種装置を効率よく使い分けることが難しいため、災害救助に従事する多くの隊員から、複数の機能をもつ探査装置の開発が求められている。そこで、本開発では、現場からの要求に合わせ、狭い領域しか探査できなかった画像・音声探査機と、より広い領域を探査できる電磁波探査機を融合した新たな災害救助用探査装置の開発を行った。

キーワード：レスキュー，防災，探査装置，画像，レーダー，マイクロ波，センサ，音声

1 はじめに

大規模地震などの災害現場では、様々な探査装置をその特性に応じて使い分けているが、運搬が煩雑になることや混乱した災害現場でそれぞれの機能を効率よく使い分けることが難しいため、災害救助に従事する多くの隊員から、複数の機能をもつ探査装置の開発が求められている。

従来の画像・音声探査機は、探査範囲がカメラで見える範囲又は要救助者の発する音声が聞き取れる範囲に限られるが、確実に探査できるため需要は高く普及も進んでいる。

一方、電磁波探査機は、呼吸による微小な動きを感知することが可能なため、要救助者が瀕死の状態でも発見することができ、より広い領域を探査できる。しかし、装置が複雑で大型化し高価格となるため、東京消防庁のハイパーレスキューなど一部の部隊に配備されるのみであった。

また、従来の探査装置は、災害現場でリアルタイムに探査することを目的としていたため、記録再生機能などを搭載していなかった。しかし、混乱した現場では、要救助者をカメラで捕らえても見過ごされてしまう可能性も考えられるため、記録再生・解析機能も要求されている。

そこで、本開発では、上記のような現場からの要求に合わせ、狭い領域しか探査できなかった画像・音声探査機と、より広い領域を探査できる電磁波探査機を融合した新たな災害救助用探査装置の開発を行うこととした。開発に当たっては、装置を小型・高機能化するとともに、画像の記録再生・解析機能、電磁波による探査・解析機能の強化を実現し、探査効率を高めることを目指した。

2 研究開発の概要及び成果

本開発では、画像・音声による生存者確認用センサ、および呼吸の有無を探査するマイクロ波ドップラーセンサを内蔵した融合型センサヘッド部と、画像解析や信号処理機能を内蔵した本体部の開発を実施した。

まず、瓦礫内部に挿入するセンサヘッド部を従来の画像・音声探査機サイズに納めるため、従来の電磁波探査機より波長の短い 10GHz 帯のマイクロ波を利用し、実装が容易で、カメラ等他のセンサ類の実装を妨げないような構造の新たなマイクロ波ドップラーセンサモジュールを開発した。

次に、開発したモジュールを利用し、円筒状の金属ケース内に、マイクロ波ドップラーセンサ、送受信アンテナ基板、マイク、スピーカ、前面および側面用カメラ、照明用 LED、電子基板を内蔵するセンサヘッドの設計を行った。一般的に、このような金属ケース内にアンテナ基板を設置する場合、レドーム、金属ケース、内装部品 (LED、マイク等) の影響により、アンテナ特性が基板単体での設計値 (指向性、リターン・ロス、送受信アンテナ間クロストーク) から劣化する。そのため、金属ケース内におけるアンテナ基板位置を最適化する必要があり、電磁界シミュレーションによる最適化を実施した (図 1)。

その後、結果を反映した試作品を用いて、電波暗室を利用した測定により、性能の確認を行った。また、電磁界シミュレーションによる最適化と同時に、従来の画像・音声探査機並みの堅牢さと小型化を実現するため、構造設計を実施した。さらに、画像の記録再生・解析機能の付加と電

磁波による探査・解析機能の強化をめざし、最新の信号処理技術を取り入れた手法の検討を実施した。

これらの研究開発の結果、ほぼ目標通りとなる直径48mm×長さ128mmの円筒内部にマイクロ波ドップラーセンサと画像・音声による生存者確認用センサを融合したセンサヘッドを開発し、新たな災害救助用探査装置の試作機を作製した(図2および3)。

本試作機の表示画面には、上部に探査画像、下部にレーダー波形が表示され(図4)、画像及びレーダーデータの記録・再生機能を備えると共に、一度の充電で4時間の連続運転が可能である。また、電波出力0.01W以下、ARIB-STD-T73 準拠の特定小電力機器として無線局免許なしに使用可能となっている(表1)。

実際の探査性能については、実証実験により、距離3mでの呼吸検知が確認され、初期目標としていた検知距離3m以上の達成が確認できた。

最後に、完成した試作機による性能確認試験(振動、熱サイクル、耐静電気、ヘッド部圧縮・せん断試験)を行い、問題のないことを確認した。

3 おわりに

本開発では、経済産業省 H22 年度戦略的基盤技術高度化支援事業の支援を受け、現場からの要求に合致した新たな災害救助用探査装置(ボーカーメレーダー)を開発した。今後、さらなる改良を進め、早期の商品化を目指していきたい。

表1 試作機諸元

本体	
寸法	360×500×200(縦、横、高さ)mm
質量	11.7kg
電源	12VDC Ni-MH バッテリー
モニター	Panasonic CF 19 10.4インチTFTカラー
信号処理基板	アナログおよびデジタル専用基板内蔵(デジタル未実装)
センサ	
ドップラーレーダー	10GHz帯 ドップラー センサ ARIB STD-T73 準拠
カメラ	上面および側面 1/4インチCCD NTSC出力
マイク	エレクトレットコンデンサマイク
スピーカ	40×20mm楕円形スピーカ
伸縮竿	
材質	非導電性ガラスファイバー
長さ	収納時1060mm 伸長時 3600mm
質量	センサ部込 2.3kg
付属品	
ヘッドセット	
専用充電器	AC100V仕様 充電時間約3時間
ソフトウェア	専用ソフトウェア

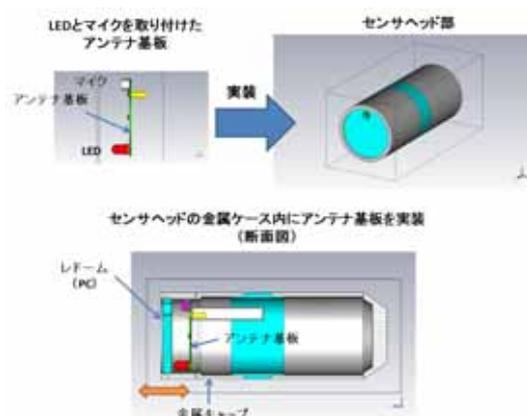


図1 電磁界シミュレーションによる最適化



図2 試作機全体写真



図3 開発したセンサヘッド



図4 操作画面