

合成開口手法を使った高分解能海底地形計測用インターフェロメトリソナー

Expanded interferometry sonar with synthetic aperture for seafloor bathymetry mapping

浅田 昭[1]; 浦 環[2]

Akira Asada[1]; Tamaki Ura[2]

[1] 東大生研; [2] 東大・生研

[1] IIS; [2] I.I.S., Univ. of Tokyo

<http://unac.iis.u-tokyo.ac.jp/>

深海底の海底地形計測は、海面からのリモートセンシングであるマルチビーム音響測深機が主流であり、これまで改良と高精度化が進んできた。しかしながら、水深 1000m を超えるような深海底の地形計測となると、1m 以下の分解能で海底の微細地形を計測することが望めず、海底における熱水鉱床などのマッピングなど、詳細な計測機器の要望も高まっている。これを受け、最近では自律型海中ロボット (AUV) に数百 kHz の音波を使った高分解能のマルチビーム音響測深機が開発され、使用され始めている。我々は、海底探査を主目的とした AUV r2D4 を建造した。これは 4000m 対応海中ロボットであり、様々な観測センサを搭載し海中探査を行うものである。海底直上での音響画像による地形観測機器としてサイドスキャンソナーが標準的なものであり、r2D4 にも搭載された。我々はその左右の送受波器の脇にそれぞれ 3 本、計 6 本のハイドロホンを配置し、それらで受信される信号の位相差計測を行う事で、従来のサイドスキャンソナー画像計測に加え、海底の微細地形を計測する機能を備えたシステムを開発した。

インターフェロメトリソナーはサイドスキャンソナーが海底に向け送信した音波のエコーを受信する、3 本のハイドロホンを左右それぞれに配置し、受信したエコーの位相差を求め、それから信号の到来角を計測し、海底地形を計測するシステムである。このシステムと利点としては、既存のサイドスキャンソナーがそのまま使える点。また、片側に 3 本ずつハイドロホンアレイを取り付け、受波信号を収録し、後処理により地形解析を行うものであり、消費電力も小さく、経費負担も少ない。インターフェロメトリソナーはサイドスキャンソナーに組み込み、海底地形を計測する手法として使用されてきた。しかし、マルチビーム音響測深機に比べると地形計測の精度、分解能の点で劣っていた。これらの欠点を改善するため、通常 2 本のハイドロホンを使って位相差計測するところを 3 本 L 型に配置し、また、その間隔も 3 波長と 13 波長というように大幅に広げ、分解能を向上させた。L 字型の 3 本のハイドロホンを組み合わせることにより、低分解能の位相差計測と高分解能の位相差計測を同時に行い、3 波長計測結果から高分解能計測における位相のバイアスを計測している。これまで、佐渡沖、沖縄の黒島海丘での計測、データ収録を行い、後処理による地形解析法の開発を行ってきた。その結果、平坦な海底地形では良好な地形計測が行えたが、複雑な海底地形では直下付近、あるいは、探査幅の外側などで計測不能となる場合も生じることがわかった。このため、合成開口処理を行い、その後で位相差計測を行ったところ、これら計測不能であった箇所の音響信号が改善され大幅に計測域が広がり、ほぼ実用レベルに達した。合成開口手法は、本来は送受波器の実開口長を狭くし、後処理によって開口長を広げ画像解像度を上げるものであるが、我々は、画像計測機能としては海底直上であることから高分解能の画像計測が行えるので、海底地形計測の改善にのみ着目し、サイドスキャンソナーの本来の開口長をそのまま使用した。このため、サイドスキャンソナーのビーム幅内でのアジマス合成を行った。また、AUV には慣性航法装置として、光ファイバージャイロと加速度センサーを組み合わせた高性能のジャイロ PHINS が搭載されており、そのモーション計測データを使って、送受波器の位置補正を行った。サイドスキャンソナーのビーム幅内でのアジマス合成のため、数秒間という短い時間内での合成開口処理であるため、移動の精度計測もよく、良い結果が得られた。