

那覇港湾・空港整備事務所長 優良業務業者・優秀業務技術者表彰 中城湾港測量業務 水域を含む軟弱な埋立て土砂処分場の地盤高を計る

陸からの進入不可を空と海から解決

九州国土保全コンサルタント技術部 **かみはし 幸二**
 先端技術研究所 **かねた 真一**

はじめに

現在、沖縄県中城湾港泊瀬地区においては、地域活性化の新たな拠点として期待されている人工島の埋立事業が進められています。事業の実施にあたっては、計画的な土砂投入による工事の進捗把握の観点から、埋立地の地盤高を正確に測量することが求められています。

埋立てに必要な土砂は、最寄りの航路や泊地の浚渫により発生した海底土砂を活用します。しかし、海底土砂は海水を含むため、現場（面積0.6km²）は軟弱な地盤と水域を形成し、人が直接進入して測量することができず、また水深が浅いことからボートでの測深も困難な場所です（図1）。そこで、アジア航測保有の航空レーザ測深機（以下、ALB^{*1}）と、測深機搭載型の無人リモコンボート（ソナー）を併用し、水域を含む地盤高を高精度で計測した事例を紹介します。

ALBは港湾や海岸、河川の浅水域を含む地盤高を空から高い精度で三次元計測できる新しい技術です。ここでは、ALB計測の不得意とする濁りのある水域で、測量方法の工夫により、地盤高をより精度良く計測しました。



図1 水域を含み軟弱な地盤が広がる土砂処分場

ALBの計測方法の工夫で精度良く計る

今回、水域を含む軟弱な地盤では、より高い計測精度を確保する必要があります。このため、計測コース数を通常の東西6コースに南北3コースを追加した全9コース、これを2回の計18コースとし、コース間の重複（ラップ）を通常の30%から50%として計測密度を高めました（図2）。

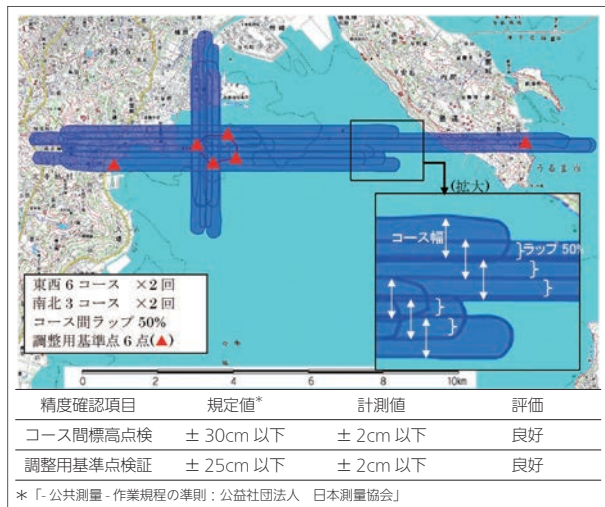


図2 ALBによる計測コースと精度確認結果

また、計測精度向上のため、通常4点の調整用基準点（陸上）を6点としました。こうした取組みの結果、高さ±2cm以下と規定値を大幅に上回る良好な精度を確保できました。

図3は、微地形を視覚的に捉えやすくした「赤色立体地図^{*2}」です。土砂処分場と周辺の地形が細部にわたり良く表現されています。



図3 土砂処分場の赤色立体地図

ALBの不得手を補間する無人リモコンボートによる計測

こうしたALBによる計測は、すべてにおいて万能というわけではありません。水域はシルトや粘土の混ざった濁りのある水質です。水質の濁りは、ALB解析において水底を捉えることを困難にする障害（ノイズ）要因です。

透視度計でみた現地水域の透明度は約30cm、この条件下でALBでは水深約40cmまでの計測が限界です。そこで、測深機を搭載した無人のリモコンボート（ソナー）を使用して、水深30cmより深い水域を測深しました（図4）。

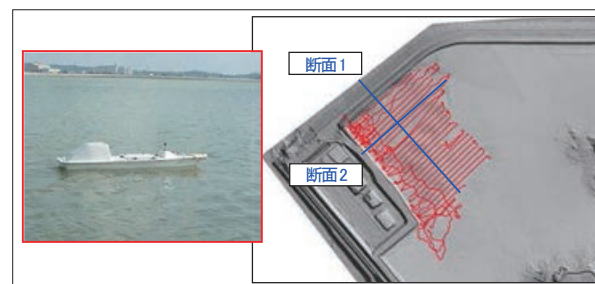


図4 リモコンボートと測深航跡図

図5はALBによる計測点群とソナーの水深データを重ね合わせた断面図です。水深約40cmまでは両者ほぼ一致するものの、これより以深のALBによるデータは、水底を捉えることには限界があることを確認できます。

図6中の赤い円は水域をソナーによるデータで補間す

る前後の標高段彩図です。補間後においては、水域を含む土砂処分場の地形をより詳細に捉えることが可能になりました。

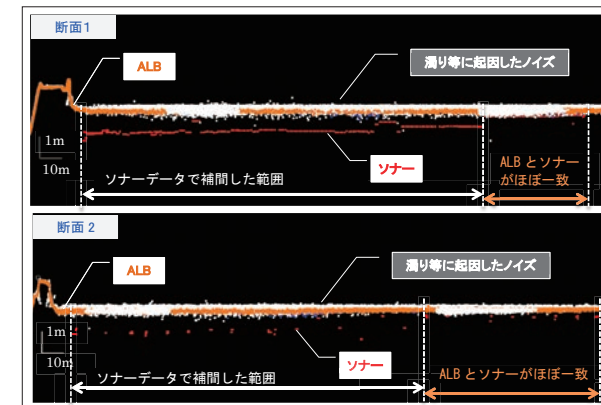


図5 ALBとソナーにより計測した水深の比較断面図

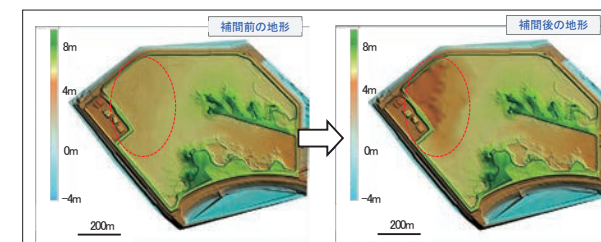


図6 ソナーデータによる補間前後の標高段彩図

地盤高の経年変化

当該区域をALBで計測した過年度成果として、前年度（2016年12月）における三次元データがあります。ここでは、1mメッシュに置き換えた地盤高について、当年度（2017年9月）との差分解析を行い、図7に示す差分図を作成しました。

差分図からは、土砂の投入や投入した土砂の整地等により増減を示す地盤高の変化が、細部にわたり確認することができます。同時に、差分解析の結果からは、2時期における土砂の変化量を算出することも可能です。また、現況の地盤高と計画地盤高との差分解析を行うことで、土砂量の過不足を求めることができます。

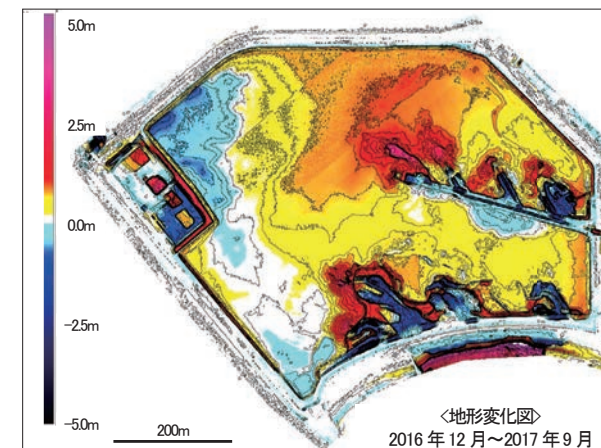


図7 2時期のALBによる地盤高の差分図

おわりに

今回紹介した内容は、水域を含む土砂処分場という特殊な場所でのALBの活用事例です。

濁りを不適とするALBは、計測コースの重複増やラップ率増という計測密度を高める工夫に加え、リモコンボートによる測深データとの組み合わせにより地盤高をより高い精度で計測できました。その結果、投入土砂量を正

確に求め、事業工程の把握および施工計画の吟味等に貢献することができました。

水深を面的に高精度で計測できるALBは、水域における微細な地形の把握に寄与し、各種事業の効率化等に役立つ技術です。今後、多くの現場でALBの適用性や精度の検証等を進め、実用化向上に取り組んでまいります。

*1 ALB: Airborne Lidar Bathymetryの略称。

*2 赤色立体地図: アジア航測独自の技術(特許3670274号)で、勾配の度合いを赤の濃淡で表現(急勾配は濃い赤)、凹凸の度合いをグレースケール(尾根が白、谷は黒)で表現する手法。