

浜岡原子力発電所前面海域における航空レーザ測量技術の適用性評価 グリーンレーザによる合理的な測量方法の提案

Applicability Evaluation of Airborne Laser Bathymetry Technology in the Sea Area in Front of the Hamaoka Nuclear Power Station
Proposal of a Rational Survey Method by Green Laser

(原子力安全技術研究所 地震・津波・防災G)

(Earthquake and Tsunami Disaster Prevention Group, Nuclear Safety Research and Development Center)

浜岡原子力発電所では、敷地前面海域および陸域の地形測量を実施している。陸域は人力による水準測量、海域は船舶による音響測深により実施しているが、測量全体に時間を要し、測量困難な場所も存在する等の課題があった。そこで、近年、河川測量に導入が進んでいるグリーンレーザを用いた測量方法の海域への適用性について評価を行った。

At the Hamaoka Nuclear Power Station, topographical surveys are conducted on the sea area in front of the site and on land. The land area is surveyed by manual leveling, and the sea area is surveyed by echo sounding from ships. but the whole survey takes time and there are issues such as places where it is difficult to survey. Therefore, we have evaluated the applicability of the survey method to the sea area using a green laser, which has recently been introduced into river surveying.

1 背景・目的

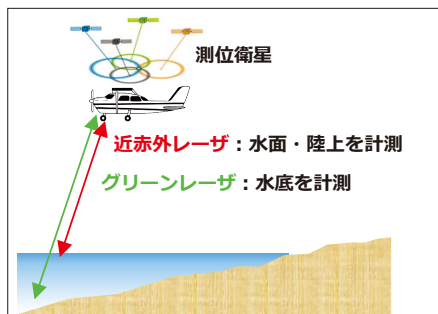
浜岡原子力発電所では、敷地前面海域および陸域の地形測量を年2回実施している。海域の測量は、船舶による音響測深により実施しているが、船舶の航行には海象の影響を大きく受けるため、測量可能な日数は年間平均約14%程度に限定されることから、全範囲の測量に平均半月程度の時間を要している。

また、水深が数m程度の極浅海部では船舶が航行できず、人による測量も困難という課題があった。

前面海域においては、定期的に地形測量を行っており、関連データが豊富にあることから、それらのデータを基に航空レーザ測量の適用可能性について検討を行った。

2 航空レーザ測量の概要

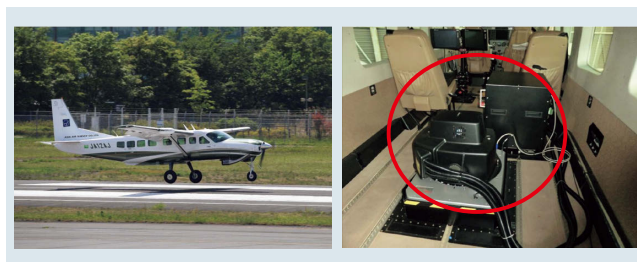
航空レーザ測量 (ALB : Airborne Laser Bathymetry) は、計測対象までの光の往復時間から距離を算出する技術である。陸域では近赤外レーザが用いられるが、水中部では近赤外レーザの減衰・吸収が大きいいため、波長が短く透過性の高いグリーンレーザが用いられる。ALBは、航空機およびレーザ技術各々の長所を活かした測量法であり、対象とする測線上を飛行しながらレーザを連続的に発射・受信することにより、非常に短時間で広範囲を面的に測量できる(第1図)。



本検討において使用した機器および仕様を第1表に、使用した航空機を第2図に示す。

第1表 機器仕様

航空機	セスナ208 (単発固定翼機)
飛行高度	500m
飛行速度	時速223km (毎秒62m)
計測面積	約5.5km ² (5km×1.1km)
飛行コース数	9コース+検測線1コース
レーザ発射頻度	グリーンレーザ：毎秒35,000回 近赤外レーザ：毎秒500,000回
計測密度	海域：1点/m ² 陸域：10点/m ²



第2図 使用航空機およびALB機材状況

3 検討内容

測量精度は海象条件により変わると想定されるため、波高に着目し、①平穏時、②高波浪時の2ケースについてALBを実施し、比較を行った。各ケースにおける観測日の気象・海象状況を第2表に示す。

第2表 気象・海象条件

ケース ^{*1}	天候	潮位 ^{*2} (cm)	最大波高 ^{*3} (m)	風速 ^{*4} (m/s)	濁度 ^{*5} (ppm)	有義波高 ^{*6} (m)
①平穏時	晴	-3~51	1.5	8	0.85	-
②高波浪時	曇	27~41	3.1	15	1.06	2.2

※1 各ケース年月日

平穏時 2016年11月17日

高波浪時 2017年12月12日

※2 観測時間における気象庁御前崎の公表値

※3 ALBで得られる水面の揺動幅の値

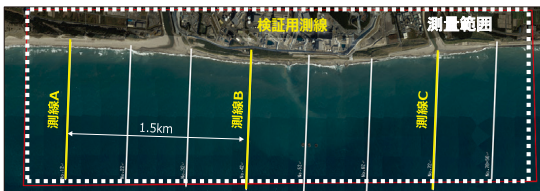
※4 航空機 (対地高度500m) の実測値

※5 浜岡原子力発電所4号取水槽における実測値

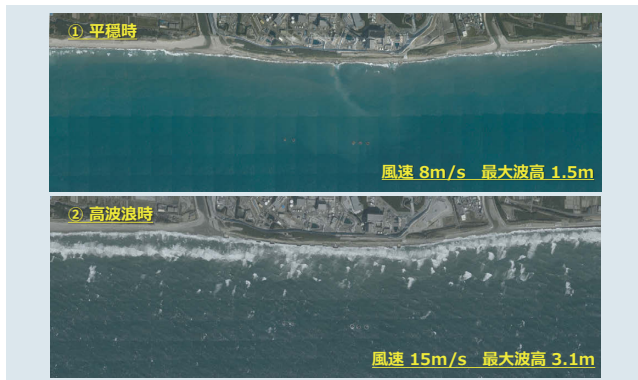
※6 波高計 (沖合2km) の実測値

測量範囲、検証測線を第3図に示す。測量範囲は、従来と同範囲の沿岸方向5km、沖合方向1.1kmの5.5km²とした。検証する測線は、測量範囲内で偏りが無いよう平均的に選定した。両日共ALBによる測量所要時間は2時間程度であった。

各ケースにおける航空写真を第4図に示す。高波浪時は、平穏時と比べ海岸付近において白波が広範囲に広がっているのが確認できる。



第3図 測量範囲および検証測線

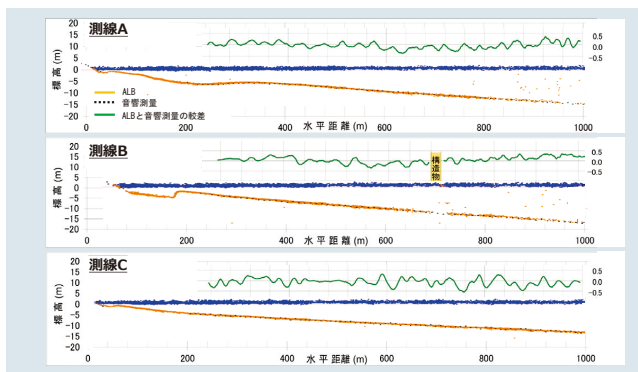


第4図 調査時の航空写真(上: 平穏時、下: 高波浪時)

4 検証結果

(1) 平穏時

測線A～CにおけるALBおよび音響測深の結果を第5図に示す。

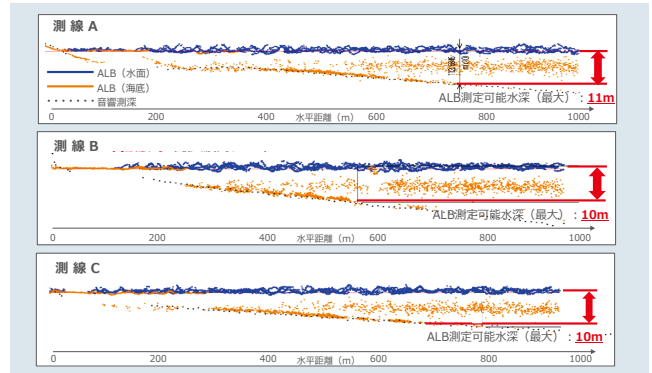


第5図 ALB-音響測量結果(平穏時)

ALBでは、測線A～Cいずれも測量範囲の最深部(水深15m程度)においても測量が可能であることを確認した。更に従来用いていた音響測深では測量できなかった極浅海部の測量も可能であることを確認した。音響測深結果との比較では、測線A～C平均で最大較差は0.5m程度、標準偏差は約0.2mとなった。

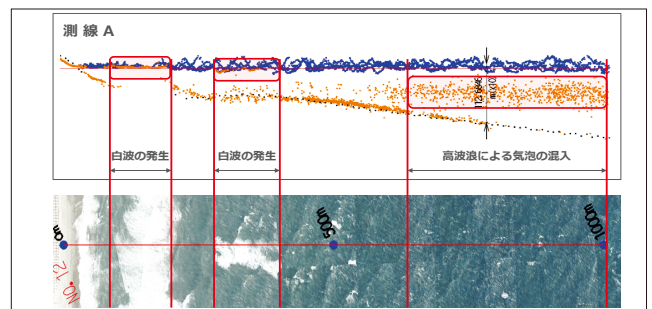
(2) 高波浪時

測線A～CのALBおよび音響測深の結果を第6図に示す。高波浪時は、平穏時(第5図)と比べ、測線A～Cいずれも沖合500m以遠(水深10m程度)では水中部(水深約3m～8m付近)でレーザの反射が多く見られ、測量精度が格段に落ちることを確認した。



第6図 ALB-音響測量結果(高波浪時)

精度低下の要因を調べるため、ALB結果と航空写真の状況を対比した結果の例(測線A)を第7図に示す。白波の発生場所と測量精度が低下している場所がほぼ一致しており、白波が精度低下の要因であったと考えられる。一方、沖合約500m以遠では、白波は確認できないが、水中部(水深3m～8m付近)にレーザの反射が多く見られることから、高波浪により発生した気泡が海中に混入し、それらを多く含む水中部でレーザが反射したのと考えられる。



第7図 ALB結果と航空写真の対比(測線A)

5 まとめ

ALB技術を用いて、浜岡原子力発電所の前面海域を測量し、従来手法の音響測深結果との比較を行った。主な結果を以下に示す。

- 波高1.5m程度の平穏時では、ALBが適用可能であることを確認した。音響測深との最大較差は0.5m程度とほぼ同程度であった。また、従来の測量法で困難であった極浅海部の測量も可能となり、測量時間も大幅に短縮された。
- 波高3m程度の高波浪時では、発生する白波や海水中の気泡影響により精度が大きく低下し、測量困難であることを確認した。



執筆者/横洲弘武