

ドローン搭載型グリーンレーザースキャナーを活用した人工リーフの変状計測

(株) オリエンタルコンサルタンツ

正会員 ○赤川嘉幸

(同) 非会員 藤樫和佳奈、非会員 酒巻健太、非会員 後藤厳河

1. はじめに

海岸保全施設（堤防、離岸堤、人工リーフ等）のうち、離岸堤や人工リーフ、突堤等の海域施設は、沈下等が進行して消波機能が低下すると、陸上施設が所定の防護機能を確保できなくなり、背後地の被災リスクが高まるため、重要なインフラ施設である。人工リーフの大きな特徴は、構造物が海面下に没水していることであり、サンゴ礁域のような消波領域を人工的に創出して堤体背後への透過波を選択的に減衰させることで越波を減少させ、また、漂砂を制御して汀線を維持若しくは回復させる機能を有している。そのため、段階施工による順応的管理（施設の消波効果や堆砂効果の発現状況をモニタリングしながら少しずつ施工する）が求められる。

従って、人工リーフの機能を発揮するには、所定の天端水深と天端幅を維持し続けることが必要であり、これら諸元を定量的に把握することが重要となる。

本稿では、代表的な海域施設である人工リーフ（延長 250m、幅 40m）（写真-1）について、最新技術であるドローン搭載型グリーンレーザーを用いて変状を計測して、変状要因の推定を行った。

2. ドローンによる外観目視調査（簡易調査）

変状計測に先立ち、施設の設置状況や変状の規模・



写真-1 調査対象とした人工リーフの全景写真

程度を把握することを目的として UAV による空中写真の撮影と水中ドローン撮影による外観目視調査を行った。

外観目視調査の結果、被覆材の散乱や天端高の不同沈下が生じていることに加えて、背後地への堆砂効果が発現していないことも確認された。そのため、施設形状や海底地形を計測して変状要因を推定し、対策検討のための基礎データを収集する必要がある。

しかし、人工リーフにおける計測には以下のような問題があり、詳細調査における課題であった。

1. 水深が非常に浅いため、天端上や施設周辺に測量船が入って計測することができない。
2. このような極浅水域は、潜水土による人力作業となるが、波の碎波や強い流れが生じることがあるため、静穏時でないとは作業できない。
3. 航空レーザ測深（ALB）による三次元計測も考えられるが、費用が高価であり、局所的な範囲を継続的にモニタリングする手法とはならない。

3. UAV グリーンレーザーを用いた人工リーフの変状計測（詳細調査）

(1) UAV グリーンレーザー計測の概要

浅水域において、操作性が容易で海岸管理者自らが迅速かつ低コストで実施できる UAV グリーンレーザーを用いて詳細調査を行った。本稿では、UAV グリーンレーザーとナローマルチビーム測深及び潜水土によるレッド計測を組み合わせた人工リーフと海底地形の計測を実施した（図-1）。

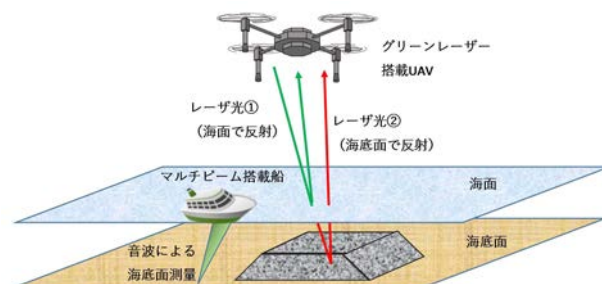


図-1 UAV グリーンレーザー計測の概念図

キーワード 海岸保全施設, 人工リーフ, UAV, グリーンレーザー, 地形計測

連絡先 〒151-0071 東京都渋谷区本町 3-12-1 住友不動産西新宿ビル 6 号館 TEL 03-6311-7863

(2) 法面の変状要因と対策

人工リーフ及び周辺海底地形のコンター図を図-2に示す。リーフ天端については、西端部岸側（左上）から東端部沖側（右下）の対角線上に向かって全体的に天端高が 0.5m～1.0m 程度沈下している。また、沖側のリーフ法面は、東端部沖側の隅角部を中心にして全体的に法面形状が変化している。

図-3 は竣工図と計測断面の比較である。これより、変状は東端部の A 断面で大きく、天端及び法先の被覆材が沖側に移動・流出した結果、断面形状が大きく変化していることが確認できる。また、人工リーフ全般で沖側の法肩部分の被覆材が沖側に移動したような形状の断面が多い。そのため、復旧工法としては、法肩部分の被覆材の大型化や、法面を保護する消波ブロックを沖側に増設して波当りを弱める対策が考えられる。

(3) 沖側東端部における局所洗掘の要因と対策

海底地形に着目すると、西端岸側から東端沖側に向かって水深が傾斜している。特に、東端沖側の海底は水深-4.0m の局所的な深掘れが生じていて、波当りが強くなっていることが推察される。一方で、人工リーフの法先付近については、東端部を除いて洗掘の発生は確認できなかった。東端部の局所的な深掘れについては、波浪解析や海浜流解析等で詳しく検討しないと変状要因を考察できないが、洗掘対策としては、根固め方塊ブロックの設置や洗掘防止マットの敷設などが考えられる。

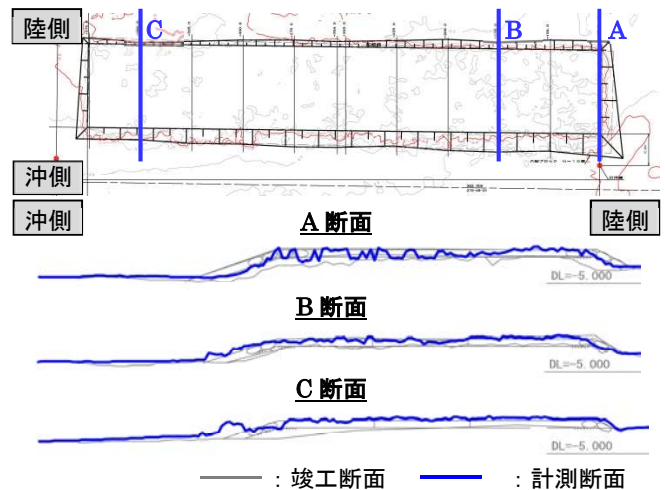


図-3 竣工図との比較

4. まとめ

UAV グリーンレーザー計測は、人工リーフ天端などの極浅海領域とリーフ周辺の浅海域をシームレスに計測でき、広範囲を 1 日で計測できることが最大のメリットである。一方で、海水が濁っている場合は計測深度が限られ、風速が 5s 以上の場合や少雨の場合でも計測できないといった自然条件の制約がある。そのため、現時点では、UAV グリーンレーザー計測と従来手法（ナローマルチビーム測深及びレッド計測）は、お互いが補完し合う関係である。

今後は、海岸保全施設についても防護機能や安全性を確保するための老朽化対策が急務となっており、効率的に施設の変状を計測できる UAV グリーンレーザー計測が汎用化されることが期待されている。今後も様々な現場で本手法を適用して、点検手法として確立できるよう取り組んでいきたい。

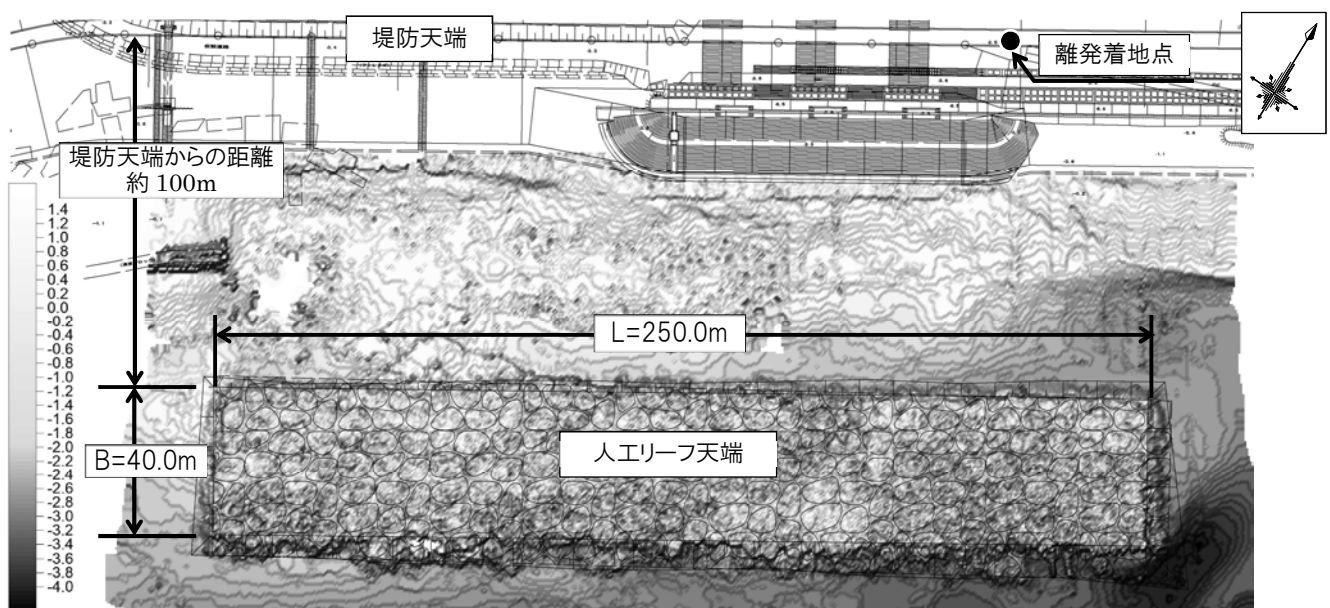


図-2 人工リーフ及び周辺海底地形のコンター図