

UAV を用いた写真測量の港湾構造物への適用の検討

五洋建設株式会社 正会員 三國 貴一
 正会員 勝田 哲史
 正会員 石田 仁
 正会員 山中 哲志

はじめに

i-Construction の取り組みが加速する建設現場において、UAV を用いた写真測量は急速に普及し始めているが、活用事例は大規模土工が多く港湾工事はあまり報告されていない。

UAV 測量の活用例の多くが大規模土工を主とされている背景に、【UAV を用いた公共測量マニュアル(案)平成 28 年 3 月】を基にした実施要領【空中写真測量(無人航空機)を用いた出来形管理要領(土工編)(案)平成 28 年 3 月】が大規模土工を対象に設けられていることがあげられる。港湾工事を対象としたマニュアルは現時点では存在しないため、UAV 測量を港湾工事へ導入する場合は上記マニュアルと同様の手法で運用できるのか検討する必要があると考えられる。そこで、本稿では港湾構造物を対象に撮影手法及び SfM 処理の設定を変え、生成された 3 次元モデルを比較することで適用性を考察した。

1. 対象構造物

対象とした港湾構造物は、相馬 LNG 基地建設工事(発注者:石油資源開発株式会社)のうち LNG パース建設工事の、外航船および内航船の係留パース護岸である。(図-1 参照)

護岸上部工の総延長は 300m、上部工天端幅が 2.5m であり、その外周は消波ブロックで囲まれている。(図-2 参照)



図-1 測量範囲

2. UAV 測量の実施要領

本稿で使用した UAV は Phantom 4 であり、カメラ性能表は表-1 の通りである。上記マニュアルに準じ、1 ピクセル当りの解像度を 1cm とするため、飛行高度は 18.0m を基本とした。標定点は上記要領に倣って岸壁延長方向に 100m 間隔で配置し、飛行計画は写真のラップ率を進行方向に 90% とした。なお、港湾構造物の特性として、岸壁は延長方向に長く、UAV による空撮では 1 枚の画角に対象構造物が収まるため、便宜上飛行ルートサイドラップは必要ないと考え、ラップ率 60% 以上を満たしたケースも含めた。(図-2 参照)

以上の手法により、港湾構造物の UAV 測量を実施した。



図-2 対象物の構造

表-1 カメラ性能表

カメラ性能表	
センサー	1/2.3" 有効画素数:1,200画素
レンズ	FOV(視界領域)94° 20mm(35mm換算) f/2.8(時)
ISO範囲	100-3200(ビデオ):100-1600(写真)
電子シャッター速度	8~1/8000秒
最大画像サイズ	4,000×3,000
静止画撮影モード	単写 連続撮影:3/5/7フレーム オート露出ブラケット(AEB) 3/5フレーム(0.7EV/ピアス時) タイムプラス HDR

キーワード UAV、SfM、港湾構造物

連絡先 〒329-2746 栃木県那須塩原市四区町 1534-1 五洋建設株式会社技術研究所 TEL 0287-39-2100

3. 検証内容

撮影コースは ~ の3コースとした。(図-3 参照)

Photo Scan (Agisoft 社) による解析ステップのうち、写真のアライメント設定(カメラ位置の推定)を6パターン、高密度ポイントクラウドを3パターンとし、各ケースについて生成される3次元モデルの違いを比較検証した。

4. 検証結果

結果概要を図表-5 に示す。

岸壁-1 のアライメント設定 L1、L2 では、岸壁法線の海側に凸の歪みが発生したが、M1、H1、HH1 の場合は、岸壁法線の歪みは解消した。その一方で鉛直方向に凸の歪みが発生したため、写真のアライメント設定がモデルの精度向上に繋がるとは限らない結果となった。

岸壁-2 のアライメント設定 L1、L2 では、岸壁法線の歪みが陸側に凸となったが、M1、H1、HH1 では改善されたのに加え鉛直方向の歪みは発生しなかった。岸壁法線の歪みについては岸壁-1 の結果と同じ傾向であるのに対し、鉛直方向の歪みが解消された。この原因としては、岸壁-2 の解析に使用された写真に海面が含まれていないことが原因として考えられる。(図-4 参照)

岸壁-3 は、全飛行ルートの写真解析を使用した結果、いずれの条件においても鉛直方向に少し凹の歪みが発生した。このため、海面が含まれている写真を増やしても、歪みが発生し精度が確保できない可能性が考えられる。

5. おわりに

本検証は港湾工事における UAV 測定の導入を検討するために実施した。本検証ではいずれのケースにおいても岸壁法線、鉛直方向に歪みが発生した。この理由としては海面の写り込みが原因と考えるため、活用は事前に飛行計画を検討し、写真に海面が写らないような対策が必要であると考えられる。また、本稿で述べていないが歪みの発生理由として、標定点の配置位置も原因として考えられる。そのため、本稿で実施した岸壁の3次元モデルの歪み解消について、今後も港湾工事の活用に向けて引き続き検証を行う。

参考文献

- 1) UAV を用いた公共測量マニュアル(案)平成28年3月
- 2) 空中写真測量(無人航空機)を用いた出来形管理要領(土工編)(案)平成28年3月

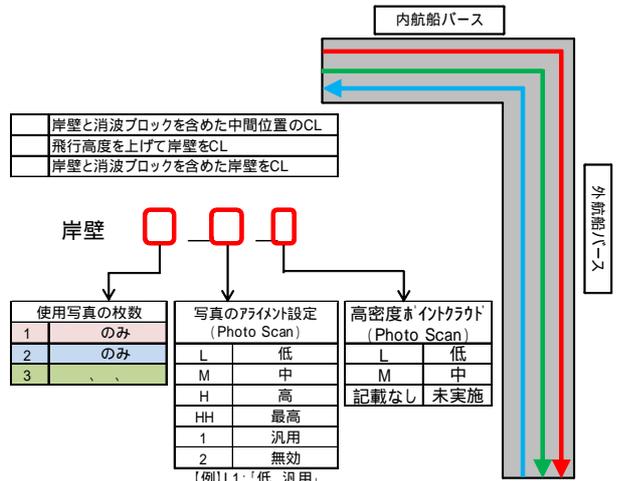


図-3 検証内容

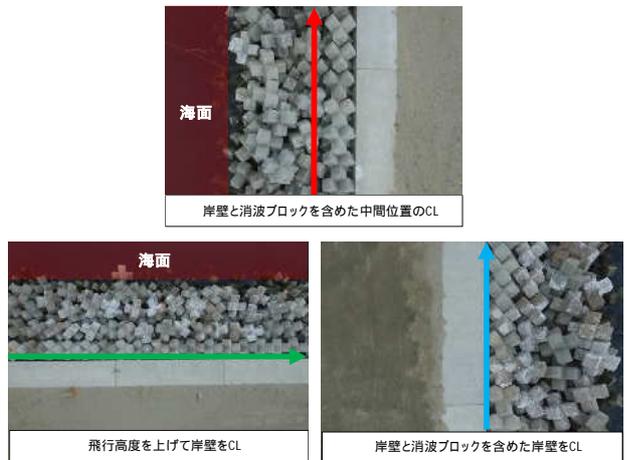
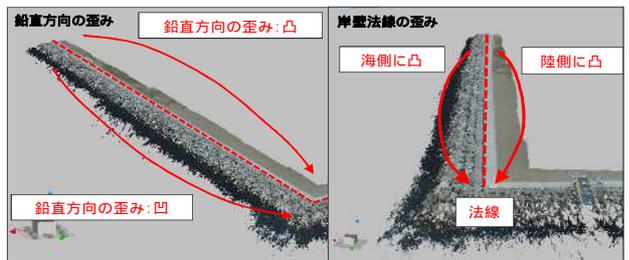


図-4 各飛行ルートの撮影状況



プロジェクト名	鉛直方向の歪み	岸壁法線の歪み
岸壁-1 L1 M	-	海側に凸
岸壁-1 L2 M	-	海側に凸
岸壁-1 M1	x 凸	-
岸壁-1 H1	x 凸	-
岸壁-1 HH1	x 凸	-
岸壁-2 L1 L	-	陸側に凸
岸壁-2 L2 L	-	陸側に凸
岸壁-2 M1	-	少し陸側に凸
岸壁-2 H1	-	少し陸側に凸
岸壁-2 HH1	-	少し陸側に凸
岸壁-3 L1 M	少し凹	-
岸壁-3 L2 M	少し凹	-
岸壁-3 M1 M	少し凹	-
岸壁-3 M2 M	少し凹	-
岸壁-3 H1	少し凹	-
岸壁-3 HH1	少し凹	-

図表-5 結果概要