

UAV 測量と合意形成を活用した綱取堤測量設計業務の報告

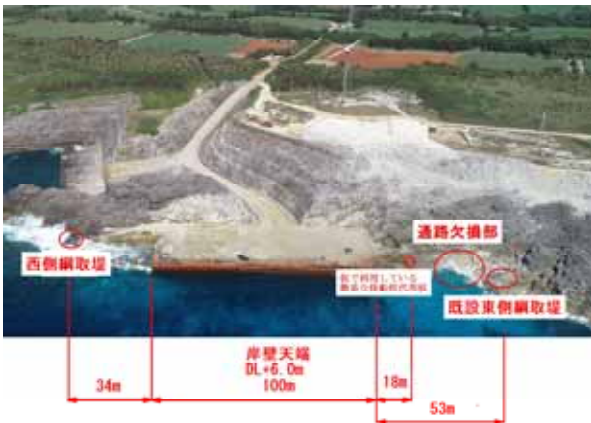
宮永和明¹・ 比屋根拓也¹

¹(株)沖縄建設技研(沖縄県浦添市字前田1124番地)

キーワード： 綱取堤、三次元 UAV 測量、ドローン空撮、合意形成、トレードオフ

1. 業務概要

本港は、沖縄本島から東側に 370 km 離れた離島の生活拠点として利用されている。本港が位置する B 島は、石灰岩が 1000m の高さにまでせり上がって形成された世界的にも珍しい地形を有している。そのため、港から 1 km 沖合では 1000m 以上の水深を有しており、沖合の波は、海底変形の急激な変化を受け、増大して島へ来襲する。その到達波高は、国内最大級とも言われており、これまで幾度となく港湾施設が被災している。このような状況の中、写真-1 に示す定期船が利用する右側の綱取堤の通路が台風時の波浪により被災した。



本綱取堤は、写真-2 のように船の荷役を行う上で必要不可欠な施設であり、島の生活を守るため早急な対策が求められた。



写真-2 綱取堤を利用する事例

本業務は、綱取堤の復旧を目的とする測量設計業務である。島の生活を守るために早期復旧を目指し、R1 年 9 月中旬～12 月中旬という 3 カ月の工期で実施した作業内容を報告する。

2. 課題

現場は、写真-3 に示すように綱取堤に向かう通路が基盤岩ごと決壊していた。業務着手時は、この状況から、難しい施工になると想定した。また、利用面では、複数の利用者から多方向の意見が出ると推測した。通常、このような状況では、時間を要すると想定されるが、1 日でも早く復旧を



写真-3 被災箇所の現地状況

急ぐ必要があることから、現地測量、対策案の比較検討、関係機関との会議、実施設計という内容を3カ月という短期間で行わなければならない事が、本業務の最重要課題であった。

3. 問題点

以上の課題を解決するためには、以下の問題点への取組みが必要と判断した。

測量作業の効率化：

綱取堤周辺は、複雑に切り立った岩に囲まれており、平版測量および対策案の比較検討のための3案の路線測量を、短期間で測量しなければならない。

そのため、工期遵守には、作業効率化を図る必要があった。



写真-4 現地周辺の岩の状況

対策案の手戻りによる工期遅延：

本綱取堤の利用者には、複数の船員を有する船社や複数の陸上荷役作業員が想定された。また、利用面から選定した対策案が実は施工困難で手戻りになる事態も考えられた。

これらの状況から、本業務成果の品質向上を図るには、時間を有するものであったにもかかわらず工期は3カ月しかなかった。

以上のように、品質の向上を図れば時間を有するという品質と工期がトレードオフする状況下で、最適な結果を得るためには、最低限、手戻りを避ける必要があった。

4. 解決策

4.1 UAV 測量による作業効率化の提案

業務計画において、測量分野の当初委託内容は、平版測量と路線測量であったが、現地状況と設計作業の目的を勘案し、UAV 測量への変更を提案し、受理された。

UAV 写真測量とは、ドローンにより撮影した空中写真を三次元形状復元計算（三次元点群データ）により、地形・地物の三次元形状を復元し、オリジナルデータを作成する方法である。

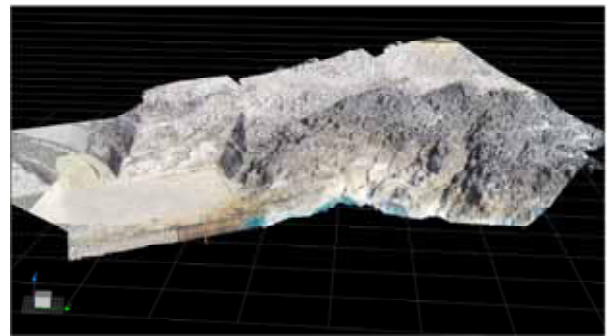


写真-5 三次元点群データ

本港へは、飛行機で移動するため時間的な制約を受ける。よって、従来の平版測量や路線測量の場合、1回目の出張で平版測量、戻って設計が線形を検討した後、2回目の出張で、3案分の路線測量となる。また新たな線形の検討が必要となった場合には、再度、現場へ出向き測量を行わなければならない。これに対し、UAV 写真測量の場合は、写真-5の点群データを作成すれば、机上で自由に縦横断の地形を展開することが可能となり、大幅な時間短縮が図れる。点群データから展開した横断図の一

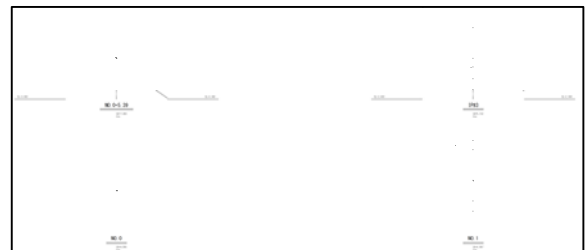


図-1 点群データから展開した横断図

部を図-1に示す。また、この横断図を用いて作成した「対策案比較検討結果一覧表」を表-1に示す。

表-1 対策案比較検討結果一覧表

項目	案別 横断図比較		
	案1	案2	案3
概要	案1: 堤防の延長と幅の拡大による安定性の向上を図る。ただし、コストが比較的高い。	案2: 既存の堤防を補修し、亀裂を修復する。コストが低いが、長期的な安定性は保証できない。	案3: 堤防の位置を調整し、水流の方向を変えることで亀裂の発生を抑制する。コストが最も低い。
費用	約151万円	約121万円	約121万円
工期	約10日	約10日	約10日
リスク	台風時の安全性が確保できない可能性がある。	亀裂が再発する可能性がある。	水流の変化による周辺環境への影響がある。

以上の提案により、約10日程度の作業短縮を図ることが出来た。

なお、従来測量と新たに提案した UAV 写真測量の比較を図-2に示す。

項目	従来測量	UAV写真測量
作業日数	現場作業(10日)+内業(7日) =計17日	現場作業(2日)+解析作業(5日) =計7日
費用面	約151万円	約121万円

図-2 測量作業方法の比較

なお、今回の案件では、UAV 測量が作業日数、費用面共に、有効性が高かった。しかし、UAV 写真測量にも短所があり、側溝や小構造物等、細かな形状を正確に把握することが出来ない。よって、今後は、現地状況と設計の目的を勘案して適用を判断することが重要となる。

4.2 迅速かつ的確な情報収集

作業の手戻りを避けるためには、現地の情報を迅速に漏れなく徹底して収集する必要がある。

地形面：ドローンを用いて撮影した動画から、写真-6に示す設計対象地点に広がる大きな亀裂を確認した。

これは、将来的な構造物の安定性に関わるものであり、後に重要な情報となった。

利用面：綱取堤の位置は、船の安定性に影響することから、船社の船員の意見が重要となる。従って、船社で全ての船員に集

まってもらい、現地状況に関する資料を元に、意見交換を行った。

その結果、写真-6に示す亀裂の状況から、これまで使用していた綱取堤自体の安定性が確保されておらず、いずれ台風時に消失する恐れがあること、また、現在の綱取堤を恒久的に利用するためには、通路の復旧を含めて高額なコストが必要となる事を理解してもらい、写真-6に示す位置で承諾を得た。

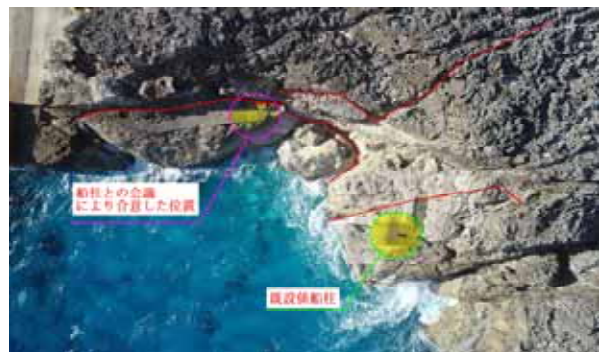


写真-6 現地状況

4.3 合意形成

本綱取堤の利用者には、複数の船員を有する船社や複数の陸上荷役作業を行う村役場が想定された。また、利用面から選定した対策案が施工困難で手戻りとなる事態も考えられた。

そこで、空撮による地形の情報、対策案別のコスト・品質・施工性を踏まえた比較検討の結果、予め船社側から入手した綱取堤希望の位置および高さ等、収集した情報



写真-7 合意形成の状況

を全て開示し、「島のために復旧を急ぐ」という理念のもと、発注者、陸上で荷役する村役場の代表者、施工経験者を交え、合意形成を目的とした現場検証を行った。

合意形成では、先に、船社から得た意見、その他、これまで収集した情報を開示して説明し、現地に残った通路を有効利用する暫定案で承諾を得た。



写真-8 新設網取堤位置 推奨案

次に、利便性と施工性を検証するため、新設網取堤の位置と通路をポールで再現し、検証してもらい、施工可能であること、および通路の線形を一部変化させることで合意を得た。



写真-9 現地での現場検証状況



写真-10 合意形成にて最終決定した案

以上により、関係者全員が承諾した施設配置が写真-10のとおり決定した。

この後、社内にて決定した配置案を元に、安定計算、図面作成、数量計算を行い、顧客の要望通り、9月中旬～12月中旬の3カ月で作業を終えた。

5. 終わりに

本設計は、3カ月という短期間での設計が求められる中、UAV 写真測量、ドローン空撮、その他情報収集の徹底、およびそれらを用いた関係者との現地での合意形成が工期を遵守できた大きな要素となった。

設計成果提出後、翌年2月には工事が発注され、現在は、無事に完成し、先日の台風10号の波浪にも耐えることができた。



写真-11 網取堤完成後(R2年9月30日撮影)

良かった点は、業務初期の段階で、課題と業務遅延につながる潜在リスクを見出し、速やかに改善策を顧客に提案した上で、関係者が心を一つにして建設的に進められたことである。

反省すべき点は、写真-9の現場検証時、右側の波がいつ来襲してもおかしくない状況であった。このような海象状況や天候に左右される場合は、安全対策を最優先として、CIMを活用した3Dでの整備後のイメージ図を現地でPC上にて確認することができると安全性の向上にもつながると感じる。