현장기술소개

현장 드론 운용 사례 소개
(인천검단 택지개발사업 2-2공구)

글 김회진 / 토목기술팀 차장 **전화** 02-3433-7768 **E-mail** kimhj20@ssyenc.com

01. 머리말

최근 4차 산업혁명시대로의 변화 속도가 급속하게 빨라지면서 건설산업 또한 생산성 향상을 위해 최신 기술을 적용하려는 노력을 기울이고 있다.

정부도 이에 맞춰 스마트건설 로드맵을 2018년경수립하여 스마트건설 관련 대형 연구개발(R&D) 추진 및 시범 적용사업 추진 등 스마트 건설기술에 많은 관심을 기울이고 있다. 당사도 이런 추세에 맞춰 스마트 건설기술 관련 전문 조직을 구성하여 BIM, 드론측량, 장비자동화(MG/MC) 등 스마트 건설기술의 주요 기술을 선별하고 적용함으로써 건설 생산성 향상을 도모하고 있다.

본고에서는 당사가 수행중인 여러 스마트건설기술 중 인천검단 택지개발사업 2-2공구에 적용한 드론 측량 기술을 활용한 토공 기성관리 사례를 소개하고자 한다.

02. 현장소개

[그림 1] 현장 조감도

[표 1] 공사개요

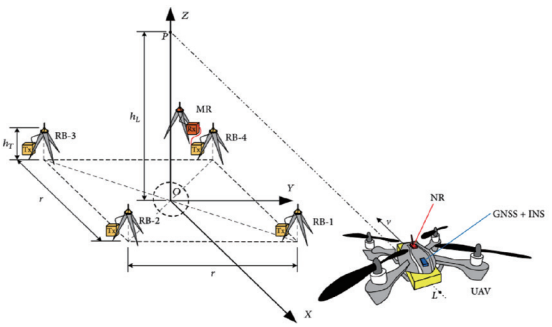
공사명	인천검단 택지개발사업 2-2공구
발주처	한국토지주택공사
공사기간	2019.05 ~ 2023.06
공사종류	택지조성(2,180,579㎡)
공사내용	토공 (절토4,061천m³, 성토5,837천m³) 포장공 (차도196천m²) 보도 및 자전거도로 (100천m²)

03. 드론운용

3.1 개념

드론을 활용한 측량은 기본적으로 '공선조건식의 원리'를 이용한 항공사진측량 원리와 동일하다. 동시에 기존 항공사진측량의 문제점(작업가능일수, 경제성, 편리성)을 보완할 수 있는 대표적인 스마트 건설기술이다. 최근에는 정부가 '무인비행장치 이용 공공측량 작업지침 제정안'을 공표하여 드론측량이 공공측량 성과로서 인정받을 수 있는 제도적 절차를 마련함에 따라 택지 개발 등의 광범위한 토공 측량이 필요한 현장을 필두로 많은 공사 현장에서 드론 측량 기술을 도입하고 있다.

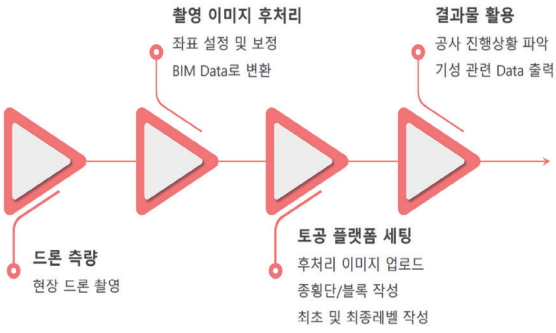
[그림 2] 드론측량의 원리



3.2 진행과정

드론측량 기술을 활용한 현장 토공기성관리 및 운용은 크게 1) 드론을 활용한 현장 사진 촬영, 2)촬영 이미지 정합작업, 3)토공플랫폼 세팅작업, 4)결과물 활용의 총 4단계의 과정을 거쳐 진행된다.

[그림 3] 드론운용 진행과정



04. 현장 드론 촬영

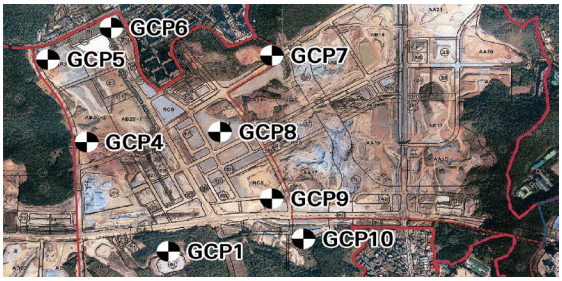
4.1 인허가 절차 및 지상기준점(GCP)

드론을 활용한 토공 측량을 수행할 경우 비행 시작전 준비해야 될 사항이 몇 개 있다.

먼저, 항공안전법에 따라 현장에서 보유 중인 드론의 규격에 맞는 초경량 비행장치(드론) 조종자 증명을 취득해야 하며 비행 및 항공 사진촬영 허가 승인을 받아야 한다. 이후, 측량 성과의 정밀도를 높이기 위해 지상기준점(GCP)❶ 의 설치를 해야 한다. 정부의 '무인비행장치 이용 공공측량 작업지침 제정안'의 지상기준점(GCP) 설치 관련 내용을 준수한다. 지상기준점(GCP)은 일반적으로 측량 Data 보완을 목적으로 설치되므로 측량 영역 1㎢당 9점 이상을 배치하고, 고도 값이 불규칙한 지역에 집중하여 설치한다. 기존 지상측량과 동일한 방식인 측량기준점에 기반한 공공삼각점측량 혹은 네트워크 RTK❷ 방법 등으로 해당 기준점의 좌표를 취득한다.

당 현장에서는 [그림 4]와 같이 총 10개의 지상기준점(GCP)을 설치 하였으며 지상기준점(GCP)을 설치함으로써 드론 기체의 GPS센서 부정확성과 고속이동 및 강풍으로 인한 측량성과의 오류를 보완 하였다.

[그림 4] 지상기준점(GCP) 설치위치



[그림 5] 지상기준점(GCP) 설치방법

(a) 스프레이 (b) 흑백타일

지상기준점(GCP)은 일반적으로 [그림 5]와 같이 락카 스프레이를 이용해 설치하거나 흑백 타일로 분할된 전문 제품이나 인쇄물로 설치한다. 설치 방법에 따른 큰 차이는 발생하지 않으므로 현장 상황에 맞춰 방법을 선택하여 설치하도록 한다.

당 현장은 락카 스프레이를 이용해 지상기준점(GCP)을 설치하였고, 설치순서는 [그림 6]과 같다. 영구 구조물에 GCP를 설치하여 활용하면 매 측량 시마다 반복하는 번거로움을 피할 수도 있다.

[그림 6] 지상기준점(GCP) 설치순서

(1단계) 지상기준점(GCP) 설치위치 선정

(2단계) 지상기준점(GCP) 설치

❶ GCP(Ground Control Points) ❷ RTK(Real Time Kinematic)

(3단계) 지상기준점(GCP) 좌표측정

(4단계) 지상기준점(GCP) 데이터 기록

4.2 자동비행촬영

지상기준점(GCP) 설치가 완료되면 현장의 기상 상황 등을 고려하여 비행을 시작한다. 이때 이륙/착륙 지점의 장애물 여부와 고층건물, 송전탑 등 비행 동선 내 위험요소 및 해당 비행구역의 고도제한을 사전에 검토하도록 한다. 검토가 완료되면 드론 측량을 위한 비행을 시작하게 되는데 이때 일정한 촬영 중복도와 비행경로유지 확보를 위해 자동비행제어 기능 사용을 권장한다.

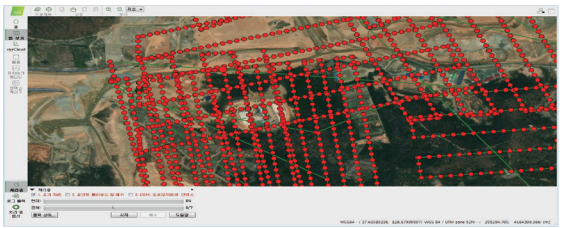
당 현장의 경우 DJI Pilot 어플리케이션을 사용하였으며 해당 어플리케이션의 Mission Flight 메뉴를 통해 자동비행촬영을 수행하였다.

[그림7] 자동비행제어 어플리케이션

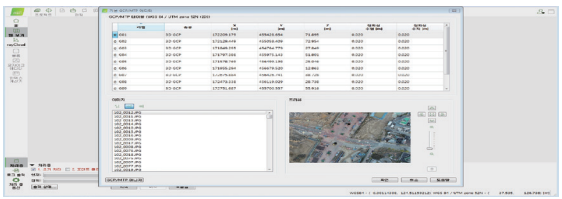
05. 이미지 정합

현장 드론 촬영이 완료되면 촬영된 이미지를 정합하여 수치표고모델(DEM)❸을 생성하는 매핑 작업에 착수해야 한다. 매핑 작업은 드론으로 촬영한 정사사진이 드론 기체의 좌표센서와 지오태깅(Geotagging)❹되어 각각 좌표값을 내장하고 있다는 점을 활용하는 것이다. 드론으로 촬영한 수백에서 수천 장의 정사사진으로부터 카메라 좌표값을 추정하고, 사진의 특징점들을 자동 분석하여 삼각 측량 방식으로 물체나 지역을 입체적 3차원 구조로 복원하는 방법이다. 이 과정에서 지상기준점(GCP)를 활용하여 정합된 수치표고모델(DEM)의 좌표를 정확하게 보정하게 되는데 이 과정에서 약간의 수작업이 수반된다. 아래 설명 그림 8의 (2단계) 그림에서와 같이 동일한 지상기준점(GCP)이 촬영된 3개 이상의 사진을 찾는다. 해당 포인트에 대하여 사전에 측량을 통해 취득한 데이터를 수기로 입력한다. 이를 통해 드론으로 촬영된 사진이 정밀한 측량값을 통해 보정되면서 보다 정확한 수치표고모델(DEM)을 얻을 수 있게 된다. 당 현장에서는 매핑 작업에 보편적으로 사용되는 Pix4D 소프트웨어를 직접 구매하여 사용 하였으며 작업 순서는 다음과 같다.

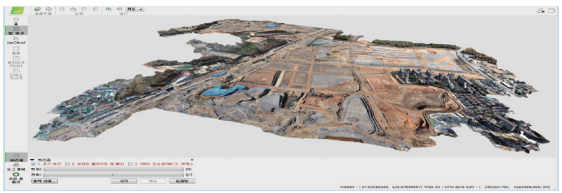
[그림 8] Pix4D 매핑 작업순서



(1단계) Initial Processing



(2단계) GCP 활용한 정합 Data 보정



(3단계) 최종 수치표고모델(DEM) 추출

❸ DEM(Digital Elevation Model) ❹ 지오태깅(Geotagging) : 지상 사진 등에 지리적 위치를 알 수 있는 메타데이터를 추가하는 것

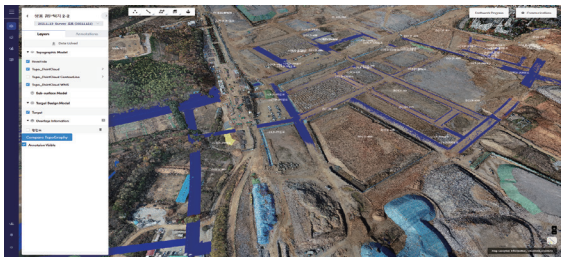
06. 드론측량 성과물

6.1 토공플랫폼

드론측량을 통해 수치표고모델(DEM)을 생성하였지만 해당 지형 모델의 경우 포인트 클라우드 구조로 모델이 형성되어 있어 건설현장에서 이를 직접 활용하는 것은 현실적으로 많은 어려움이 있다.

이런 이유로 보다 다양하고 사용자인 건설사의 실정에 맞게 사용하기 위하여 플랫폼 상에서 활용하는 것이 일반적이다. 당 현장은 사이트 클라우드라는 상용 토공 플랫폼를 사용하고 있다.

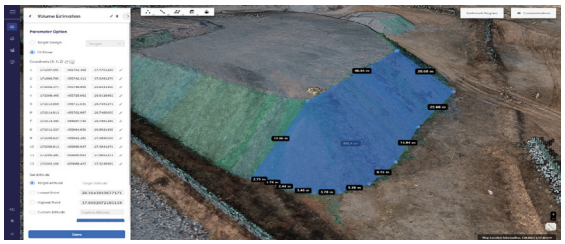
[그림9] 토공관리플랫폼 _ 사이트클라우드



6.2 성과물 활용

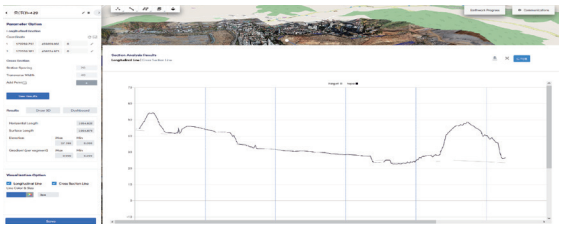
주기적으로 촬영하여 작성된 수치표고모델(DEM)를 통하여 공정 진행 현황을 시각적으로 확인할 수 있다. 뿐만 아니라 플랫폼에서 제공되는 기능을 활용하여 거리, 면적, 부피를 측정하거나 특정 위치의 좌표값을 바로 확인해 볼 수도 있다.

[그림 10] 수치표고모델(DEM) 길이, 면적, 부피 측정

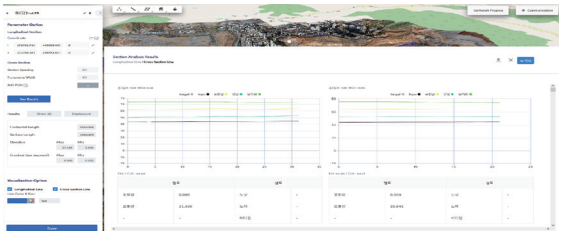


현장에서 측량을 수행하는 가장 큰 목적 중에 하나가 기성과 관련한 물량을 산정하기 위함이다. 이를 위하여 현재 대부분의 발주처가 과거의 방식인 두 개의 횡단면도를 이용하는 양단면 평균법으로 계산된 기성 서류를 요구하고 있다. 플랫폼 상에서 횡단면도를 추출하기 위해서는 사전에 공사 대상에 대한 최종 레벨 및 종횡단 정보를 세팅해 주는 작업이 필요하다. 이렇게 세팅된 종횡단 상에 측량된 수치표고모델(DEM)이 매번 업데이트가 되면 아래 그림과 같이 종단면도와 횡단면도를 2D CAD로 변환하여 출력할 수 있다.

[그림11] 토공관리플랫폼(XiteCloud) 도면화



(a) 수치표고모델(DEM) 종단데이터



(b) 수치표고모델(DEM) 횡단데이터

07. 맺음말

현재 BIM과 더불어 가장 보편적으로 사용되고 있는 스마트 건설기술 중 하나가 드론을 활용한 기술이다. 일부 대형 시공사는 드론팀을 별도로 구성하여 운용할 뿐 아니라 자체 드론 플랫폼을 개발하여 사용하기까지 한다. 당사도 다수 현장에서 드론을 활용하여 공정 사진 촬영을 실시하고 있다.

발주처에서도 점차 변화가 일어나고 있는 모습이다. 아직 수치표고모델(DEM)상에서 직접 산출되는 토공량이 기성으로 인정받지 못하고, 기존의 2D 도면을 추출하는 수단 정도로만 활용되는 정도가 대부분이나, 최근 도로공사 발주 현장에서 수치표고모델(DEM)상에서 바로 산출되는 수량을 기성으로 인정하는 시도가 있다.

스마트 건설기술의 시행 초기이다 보니 실효성도 명확하지 않고, 그렇다고 업무량이 줄어드는 것 같지도 않아 보인다. 오히려 업무가 더 가중되는 것 같기도 하다.

하지만 이러한 논란을 차치하고 정부와 발주처는 BIM을 비롯한 스마트 건설기술 활용을 적극 권장되고 있고, 해외에서는 이미 일반적 기술이 된 상황이다.

아직 상용화는 멀었어! 지금까지 스마트 건설기술 없어도 잘 해왔잖아! 라는 일단 부정부터 하는 자세보다는, 어차피 마주해야 할 미래라는 생각으로 스마트 건설기술 활용 방안을 고민하고 긍정적으로 검토하였으면 한다.