

지형공간정보취득기술과 토목BIM을 활용한 부지선정 연구

The Application of Geospatial Information Acquisition Technique and Civil-BIM for Site Selection

문수정¹⁾ · 편무욱²⁾ · 박홍기³⁾ · 지장훈⁴⁾ · 조준호⁵⁾

Moon, Su Jung · Pyeon, Mu Wook · Park, Hong Gi · Ji, Jang Hun · Jo, Jun Ho

Abstract

Due to the recent development of measuring technology and 3D programs, it has become possible to obtain various spatial data. This study utilizes the 2-dimensional data and 3-dimensional data extraction technology based on the existing empirical and statistical DB. The data obtained from geospatial data technology are integrated with civil engineering BIM to conduct the modeling of the topography of the target region and select the optimum location condition by using the cut and fill balance of the volume of earth. The target area is the land around Tamjin River, Jangheong-gun, Jeolla-do. The 3-dimensional topology linked with 3-dimensional mapping technology by using the ortho-image and aerial LiDAR that uses aerial photo of the target area is visualized with Civil3D of AutoDesk. By using Civil3D program, the Thanks to the recent development of measuring technology and 3D programs, target area is analyzed through visualization and related data can be obtained for analysis. The method of using civil engineering BIM enables to obtain various and accurate information about the target area which is helpful for addressing the issues risen from the existing methodology. In this regard, it aims at searching for the alternatives and provides suggestions to utilize the information.

Keywords : Geospatial information acquisition technology, Civil-BIM, Ortho-Images, Airborne LiDAR

초 록

최근 측량기술과 3D프로그램의 개발로 인하여 다양한 공간정보 자료를 획득할 수 있게 되었다. 본 연구는 기존의 경험적, 통계적 DB를 활용한 2차원 정보와 3차원 공간정보 취득기술을 활용하였다. 공간정보 취득기술로 얻어진 데이터를 토목BIM과 연계하여 대상지역 지형에 대해 모델링하고 절.성토량을 이용하여 부지 선정시 최적의 입지 조건을 선정 하는 연구이다. 대상지는 전라도 장흥군 탐진강 일대이며 이 지형에 대하여 항공사진을 이용한 정사영상과 항공LiDAR를 활용하여 3차원 맵핑 기술을 접목한 3차원 지형을 AutoDesk사의 Civil3D를 활용하여 시각화 한다. 연구 대상지를 Civil3D 프로그램을 활용하여 대지에 관한 지형분석을 시각적으로 표현하고 관련 데이터를 얻어 분석한다. 토목 BIM을 활용한 방식은 기존의 방법에서 극복하지 못했던 부지선정시 문제점에 대하여 객체의 다양하고 정확한 정보를 얻어 대응방향을 모색하고 향후 그 활용방향에 대한 제안에 그 목적이 있다.

핵심어 : 지형공간정보취득기술, 토목BIM, 정사영상, 항공 LiDAR

1. 서 론

1.1 연구배경 및 목적

현재 지구는 지구온난화에 따른 집중호우의 빈발함과

이상기후 등에 몸살을 앓고 있다. 통계자료에 의하면 1990년대 이후 우리나라의 홍수피해는 급증하고 있고 최근 100년 동안 한반도 주변의 온도는 약 1.5℃상승하였으며, 1℃상승에 따라서 공기 중의 수증기는 7%, 강수량은 1~2%정

1) 주저자 · 정회원 · 건국대학교 신기술융합학과 박사과정(E-mail:msujung@konkuk.ac.kr)
2) 교신저자 · 정회원 · 건국대학교 토목공학과 부교수(E-mail:neptune@konkuk.ac.kr)
3) 정회원 · 경원대학교 공과대학 토목환경공학과 교수(E-mail:hgpark@kyungwon.ac.kr)
4) 한국건설기술연구원 건축도시연구본부 건축계획환경연구실 전임연구원(E-mail:janghunji@kict.re.kr)
5) 정회원 · 건국대학교 토목공학과 박사수료(E-mail:jjh430@hanmail.net)

도 증가하는 것으로 알려져 있다. 이처럼 집중호우 시 하천의 범람 및 제방의 붕괴 등에 따른 방어 대책이 중요한 시점에서 기존의 경험적, 통계적 홍수량 산정에 의하여 설치된 구조물의 이상 홍수에 의한 피해가 빈발함에 따른 원인을 찾아 대처할 필요가 있다(김장근, 2006).

본 연구에서는 이러한 문제점을 극복하고자 하천계획에서부터 지형공간정보기술을 통한 3차원 맵핑 기술과 3차원 객체정보와 속성정보를 결합한 토목BIM을 활용하여 시뮬레이션을 함으로서 다양한 문제점에 대해 대응할 수 있는 부지를 선정해 보고자 한다.

1.2 연구범위 및 방법

본 연구는 전라도 장흥군 탐진강 일원의 사이트를 중심으로 하천계획을 위해 유수의 흐름 등을 3차원 모델링을 통해 분석하여 하천계획에 반영하는 것을 목적으로 하고 있으나 본 논문에서는 절·성토량 분석에 한정하였다.

연구의 방법은 기 문헌고찰을 통해 하천계획, 토목BIM, 공간정보취득기술 등의 현재 상황을 파악하여 대응방향을 모색한다. 경험적, 통계적 2D기반의 기존 문제점을 극복하여 지형공간정보취득기술과 토목BIM을 활용한 3D기반의 DB를 활용하여 본 사이트에 적용하여 본다. 첫 번째로 사이트를 항공사진을 이용한 정사영상을 제작하여 수치지도를 제작한다. 두 번째로 항공레이저측량을 이용한 DEM 제작하여 최종 등고선도를 작성한다. 세 번째로 LiDAR로 얻어낸 3차원 등고선도를 Civil 3D를 이용해 객체정보와 속성정보를 입력하여 최적의 절·성토량 산출을 위해 시뮬레이션 해본다.

2. 지형공간정보취득기술과 토목BIM의 현황

2.1 토목BIM의 현황

국토해양부는 BIM설계 가이드라인을 통해 BIM은 시설물의 기획, 설계, 시공, 유지관리의 모든 단계에 필요한 물리적 형상, 속성 및 관련 자료에 관한 정보를 통합적으로 생성, 활용, 축적, 유통, 관리 및 재활용함으로써 업무의 수준과 효율을 증대하기 위한 목적으로 ISO 및 건설분야의 비영리국제조직인 IAI(buildingSMART)등에서 제정한 국제표준 규격의 BIM데이터를 활용하는 개방형BIM 시스템을 국내에 도입하였다.

BIM은 1990년대에 국내 도입 후 건축분야를 시작으로 그 활용범위를 확장하고 있으며, 최근 정부는 세종시를 비

롯한 국책 토목사업분야에 BIM을 도입하였다. 또한 2010년 완공예정인 경부고속철도 2단계와 2011년 완공예정인 호남고속철도 등 대형 국책사업에도 적용되었다. 이외에도 국토해양부, 한국건설교통평가연구원, 한국건설기술연구원 등에서 BIM을 주제로 하는 다양한 연구들을 추진하고 있는 상황이며(서중철 등 2009), 토목분야에 있어 BIM은 현재 도입단계에 있지만, 최근 국내·외의 건설산업 경향을 보더라도 국가경쟁력 제고의 측면에서 BIM은 건설산업의 수익 증대와 가치창출을 위한 핵심요소로 부각되고 있다. BIM을 활용하면 프로젝트의 코디네이션이 가능하기 때문에 도면간 일치를 통해 시공상의 오류를 미연에 방지할 수 있으며, 이와 더불어 예산과 비용에 대한 분석과 모든 건축 요소들의 물량검토를 위한 물량표를 추출할 수 있다(오충원, 2010).

2.2 공간정보취득기술의 현황

공간정보취득과 관련된 다양한 기술들은 여러 분야에서 기술적 발달을 통해 3차원 공간정보의 하나의 주제로 통합, 중첩되는 양상을 보이고 있다. 즉, 과거의 아날로그 기술이 경험적, 통계적 2D기반의 환경에서 IT 및 디지털 기술의 발달로 인해 3D 맵핑기법을 활용한 다양한 기술로 대체되는 추세이다. 실제 자료로 수치지도 뿐 아니라 다양한 공간정보를 통해 설계가 가능하도록 계획하여 최근 활발하게 추진중인 3차원 공간정보사업에 활용되어질 수 있을 것으로 예상된다(이진영 등, 2010).

표 1은 현재 활용되고 있는 다양한 지형공간정보 취득을 위한 기술을 구분한 것으로 본 연구에서는 취득범위가 광역인 항공사진측량과 항공LiDAR를 활용하였다.

표 1. 지형공간정보취득기술의 구분

| 취득 기법 | 대상 축적 | 정 확 도 | 취득 범위 | 비 용 |
|-----------|---------------|---------------------------------|-------|-------------------|
| 항공 사진측량 | 1/1000 ~12000 | -촬영고도에 따라 결정 -수cm~수십cm | 광역 | 비교적 비용과다소음 |
| 고해상도 위성영상 | 1/500 이하 소축적 | -최대 1m 내외 | 최대 광역 | 비교적 비용과다소음 |
| 항공 LiDAR | 최대 1/1000 | -수직 : 0.1~0.15m -수평 : 0.2~1m | 광역 | 항공사진에 비해 상대적으로 적음 |

| 취득 기법 | 대상 축척 | 정 확 도 | 취득 범위 | 비 용 |
|----------|--------------|-----------------------------------|--------------------|---------------------|
| 자상 LiDAR | 1/100 이하 대축척 | -수mm정도 | 매우 협소 | 초기투자비용과다 소요 |
| MMS | 1/100 이상 대축척 | -수cm~수십cm | 매우 협소 | 비교적 비용과다소요 |
| TS | 1/100 이상 대축척 | -거리: 약 2mm±2ppm -각 : 약 0.2초 정도 | 매우 협소 | 점 단위로 관측으로 비용과다 소요 |
| GPS | 1/100 이상 대축척 | -수mm~수십cm | 매우 협소 | 점 단위로 관측으로 비용과다 소요 |
| 수치지도 | 최대 1/1000 | -1/1000 기준 0.2m이내 | 축척에 따라 범위 결정 매우 협소 | 기구축 자료 이용시 상대적으로 적음 |

3. 부지선정계획

3.1 3차원 공간정보 취득기술을 활용한 DB구축

항공사진은 카메라 렌즈의 중심으로 투영되어 얻어지는 중심투영 영상이기 때문에 지형의 기복에 따른 변위가 포함되어 있으며, 촬영당시 항공기의 자세에 의한 피사체의 왜곡이 존재한다. 이러한 기복변위를 제거하여 지도와 같은 정사투영의 기하학적 특징을 가지는 사진을 제작하는 과정을 수치미분편위 수정과정을 거쳐 정사영상을 제작한다.

3.1.1 정사영상

(1) 장비제원

본 연구에서 항공사진측량을 위해 사용된 대형 CCD카메라는 Intergraph사의 DMC(Digital Mapping Camera)를 사용하였다. DMC는 panchromatic 4개와 RGB 각각 1개 및 NIR(Near Infra-Red)1개로 구성되어 있다. DMC의 장비제원은 표 2와 같다.

표 2. DMC 장비제원

| 구 분 | 제 원 |
|-------|--------------------|
| 제조사 | Intergraph |
| 촬영방식 | 동시촬영(Flame) |
| 초점거리 | 120mm |
| 픽셀크기 | 12μm |
| 영상크기 | 13,824 × 7,640 |
| CCD | PAN : 4, Multi : 4 |
| 방사해상도 | 12bit |

(2)정사영상제작

연구대상지역에 대한 정사영상제작은 작업계획 후 사진기준점 측량, 정사보정을 통한 정사영상제작 및 색상보정을 실시하였다. 정사영상제작에 필요한 DEM은 항공 LiDAR 측량을 통해 획득한 5m격자의 DEM을 활용하였다.

연구대상지역에 대한 정사영상을 위하여 항공삼각측량을 실시하였고 항공사진 촬영 당시 각 사진 중심점의 위치와 3차원 좌표축을 기준으로 할 때 각 축 방향의 회전각을 계산하는 작업으로, 계산된 결과는 정사영상제작에 필수적인 외부표정요소를 구한다.

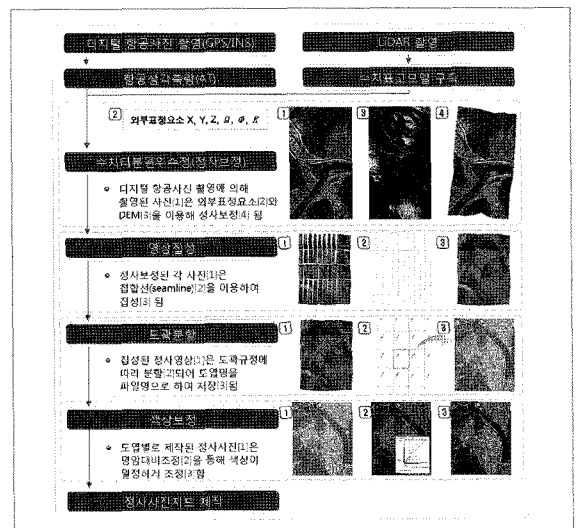


그림 1. 정사영상 제작순서

연구대상지역의 각 항공사진들의 외부표정요소와 수치표고자료를 이용하여 수치사진측량시스템 상에서 수치미분편위 수정을 통한 정사보정을 실시하여 정사영상을 제작하였다.

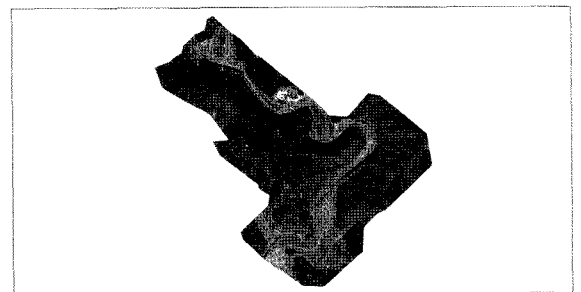


그림 2. 연구대상지역 정사영상

3.1.2 항공사진을 이용한 수치지도 제작

수치지도제작 수행절차는 작업계획수립, 항공사진촬영, 지상기준점측량, 사진기준점측량, 수치도화, 현지조사, 정 위치편집, 도면제작 편집 순으로 이루어진다.

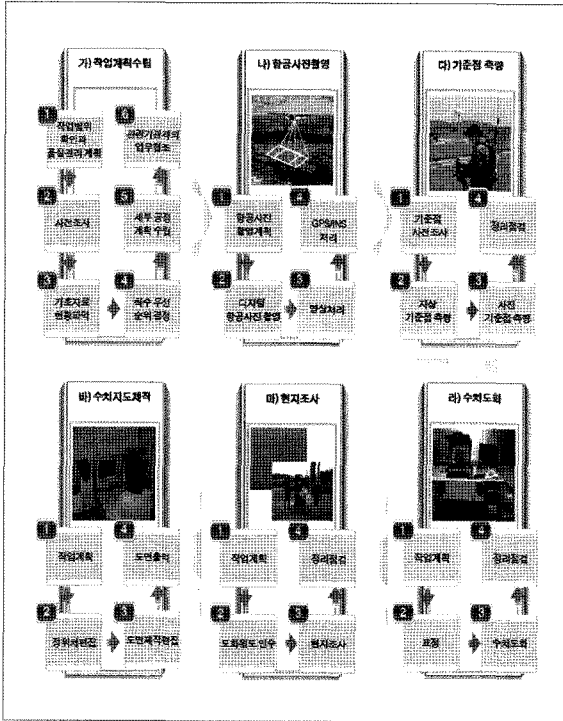


그림 3. 수치지도 제작과정

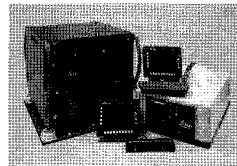
3.1.3 항공레이저측량을 이용한 DEM제작

(1) 장비제원

본 연구에 원시 항공LiDAR 데이터를 취득하기 위하여 사용된 항공레이저측량 장비는 스위스 Leica 사의 ALS50-II로 레이저 펄스 주사율이 최대 150kHz이며 정확도는 비행고도 1,000m일 촬영을 할 경우 H : 15cm, V : 11cm 정도를 갖는 장비로 하나의 펄스로 최대 4개의 반사파를 취득할 수 있다. GPS는 항공기 상단에 탑재하였고, IMU는 ALS50-II에 내장형으로 IPAS10이 탑재되어 항공기의 자세관련 하여 정보를 획득한다. GPS/INS 시스템을 이용한 항공레이저측량에서 INS는 GPS로부터 얻어진 위치 정보를 보간하고 관측자료의 결손을 보충하는데 이용되는데, GPS의 위치 정보가 관측률이 낮을 뿐만 아니라 자료의 손실을 포함하고 있기 때문이다. 그림 1, 2는 ALS50-II와 IMU이며, 표 3은 ALS50-II의 장비사양이다.

표 3. ALS50-II 장비 및 사양과 IMU

| 구분 | 사양 |
|---------------|-------------------------------------|
| 장비명 | ALS50-II |
| 제작사 | Leica Geosystems |
| 촬영가능고도 | 200m~6000m |
| 스캔각(FOV) | 75 deg full angle |
| 최대 Pulse Rate | 150 kHz |
| 최대 Scan Rate | 90 kHz |
| 레이저 반사파 수 | 4(first, second, third, last) |
| 강도분류 수 | 3 (first, second, third) |
| 정확도 | 비행고도 1,000m (H : 15cm, V : 11cm) |
| | 비행고도 2,000m (H : 24cm, V : 13cm) |
| | 비행고도 3,000m (H : 34cm, V : 15cm) |
| 기록장치 | 300GB HDD |



<항공 LiDAR 시스템 구성 장비>



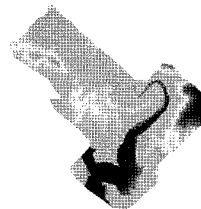
<IMU>

(2) 항공레이저측량 데이터취득

FOV 24° 촬영고도 1600m, 비행속도 125 kts, 점밀도 2.8pts/m²으로 촬영방향은 대각방향으로 촬영하였다. 그림 4는 연구대상지역에 대한 항공사진과 취득된 LiDAR 자료의 원시자료이며, 표 5는 연구 자료획득을 위한 LiDAR 촬영설계 내역이다.

표 4. 연구대상지역 3차원데이터 및 LiDAR 촬영설계

| Description | Planned |
|---------------|-----------|
| Test Field | 경기도 남부 |
| Date | 2009년 12월 |
| FOV | 20 deg |
| Flying Height | 2000 m |
| Speed | 125 kts |
| Pulse Rate | 54000 Hz |
| Scan Rate | 40.6 Hz |
| Point Density | 2.5pts/m² |
| Sidelap | 50% |



<연구대상지역 3차원 데이터>

<LiDAR 촬영 설계>

(3) 항공레이저측량 데이터 전처리

데이터 전처리는 지상기준국 데이터의 처리를 포함하여 레이저 관측점에 대한 3차원 좌표 값을 얻는 처리 단계를 의미하며, 항공 GPS-INS 성과 및 지상기준국의 GPS 성과를 이용하여 취득된 스캐닝 레이저 데이터에 대한 3차원 좌표를 계산하고, 캘리브레이션 과정에서 산출된 Roll, Heading, Pitch 및 Torsion, Elevation offset 등 보정량들을 적용하여 산출한다.

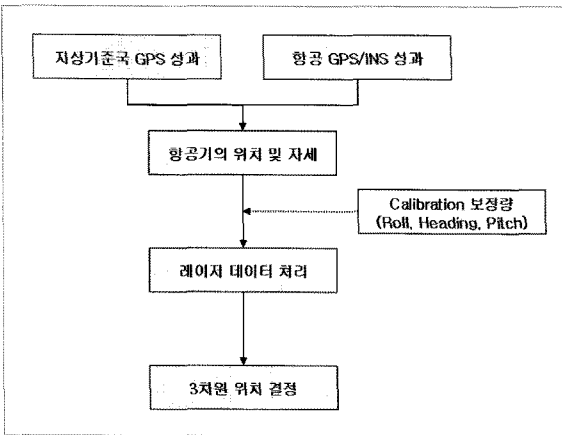


그림 4. 레이저 데이터 처리 과정

GPS 지상기준국은 촬영 대상지역의 반경 30km 내에 위치한 기준점을 기준으로 설치하고, 항공기의 이륙에서부터 착륙까지 전 시간에 걸쳐 GPS 데이터 수신간격은 0.5초(2Hz) 이상으로 운영하였다.

항공 GPS 수신 역시 지상기준국의 수신간격과 동일한 0.5초(2Hz)로 세팅, 취득하였다.

취득된 GPS 성과들은 정확한 세계측지계 좌표로의 산출을 위해 GPS 상시관측소의 데이터와 연결, 조정되며, 항공기의 자세오차에 따른 위치오차를 보정하기 위하여 INS 성과와 병행하여 조정되어 정확한 항공 레이저측량 데이터의 3차원 좌표를 산출한다.

(4) 항공레이저측량 데이터 후처리

항공 레이저 측량으로 취득된 원시 데이터의 높이는 타원체고이므로, 연구 대상 지역에 대한 측량 성과를 이용하여 취득된 성과의 타원체고 성과를 정표고로 변환하여야 한다. 정표고로의 변환을 위해 GPS Leveling 측량을 시행하였으며, 관측결과에 따른 정표고 보정량을 산출하여 해당 보정량을 지정하고 정표고로 변환하였다.

표 5. 정표고 보정량 적용 결과

| | 보정 전 | 보정 후 |
|---------|------------|-----------|
| Ave. dz | +27.7485 m | +0.0085 m |
| Min. dz | +26.8840 m | -0.8560 m |
| max. dz | +28.1270 m | +0.3870 m |
| RMS | 27.7504 m | 0.3300 m |

표 6은 연구대상지역에서의 항공 LiDAR 측량으로 얻어진 레이저 관측점의 높이 값과 GPS 관측으로 얻어진 높이 성과와의 간차를 비교한 결과이다.

최종 성과인 DEM과 DSM을 제작하기 위해서 취득된 원시 데이터로부터 지표면에 대한 관측점을 분류하는 과정을 거쳐야 한다. 지형분류는 건물 등과 같은 인공지물 및 수목에 대한 레이저 관측점을 제거하는 것으로, 지형의 경사도와 건물의 크기를 기준 값으로 하여 자동분류를 실시하였으며, 사용된 소프트웨어는 Microstation과 TerraScan을 이용하였다. 취득된 레이저 데이터로부터 "Ground Data"를 분류하기 위한 조건 값으로는 최대 건물 크기(Max. building size), 수렴각(Iteration angle), 수렴거리(Iteration distance) 등이 있다. 최대 건물 크기는 설정된 조건 값의 정사각형 영역 내에 있는 관측점들을 분류하며, 수렴각은 점사이의 최대 각 크기, 수렴거리는 점사이의 최대 높이를 설정하는 것이다.

대상지역의 경우, 건물의 크기가 취득 코스마다 일정하지 않기 때문에 매 코스별 분류 시 적용되어지는 조건 값을 달리하였으며, 수렴각은 6 degree, 수렴거리는 1.4m를 적용하여 분류하였다.

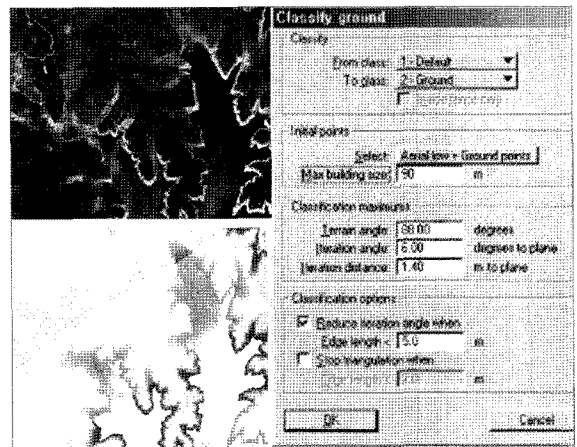


그림 5. 추출지역 및 Ground 분류 데이터

LiDAR 로 얻어진 ASCII자료는 측량 경로별로 분리되어 있으므로 이를 영역별로 분리하였다. 획득된 자료는 간격이 불규칙한 점 자료이기 때문에 실제지형의 고도값이 잘 반영될 수 있는 DEM을 생성하기 위해서는 자료를 분류하여 보정하고, 건물등 인공구조물들이 제거된 부분에 대한 지형을 처리하는 보간이 이루어져야 한다. 식생과 건물이 제거된 지형의 반영을 위해서는 일반적으로 TIN 보간을 주로사용하게 된다. TIN 보간은 점간의 라인을 형성하여 완만한 지형을 이루게 되는 최적의 보간법이라 할 수 있다 (송연경 등, 2005).

DEM 성과는 취득된 항공 레이저 성과로부터 추출된 그라운드 관측점만을 이용하여 제작되며, DSM 성과는 DEM 성과에 지형 분류된 건물 및 식생 데이터를 결합하여 제작된다. DEM 성과 제작을 위해 격자화 된 지형데이터를 필요로 하며, 격자 데이터를 구성하기 위하여 보간법을 적용한다.

본 연구의 성과를 제작하기 위하여 사용된 보간법은 불규칙삼각망법(TIN)을 적용하여 1m 간격의 그리드를 구성하였으며, 보간되어 형성된 격자데이터는 ASCII 포맷으로 저장하였다.

LiDAR 데이터로 생성된 등고선을 현행 수치지도(표고점과 등고선)와 비교한 결과 표고점에서 평균 0.83m의 차이를 등고선에서 평균 1.39m의 차이를 보였다. 앞에서 측량성과와 비교한 fkdlek 데이터의 정확성을 고려하면 현행 수치지도에 비해 높은 정확도가 확보된 등고선임을 확인하였다(위광재 등, 2009).

불규칙삼각망에 근거한 지형 데이터의 보간은 최소한의 표고점을 이용하여 능선이나 계곡과 같은 지형구조 특성을 반영한 보간을 할 수 있다는 장점을 가지고 있다. 랜덤하게 취득되어지는 항공 레이저 데이터로부터 불규칙삼각망이 구성되면 그 삼각형 안에 위치한 임의 지점의 높이값은 삼각망의 세 꼭지점의 높이 값으로부터 보간에 의

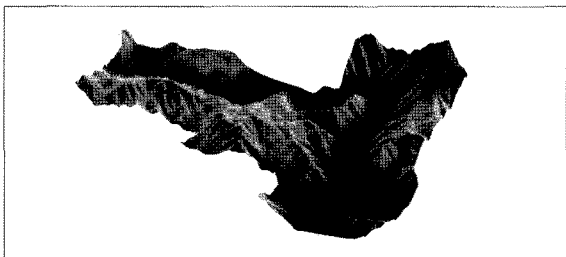


그림 6. 최종 DEM

해 구해진다. 만약 높이 값을 구하고자 하는 지점이 불규칙삼각망의 꼭지점이 아니라면, 그 점의 표고는 선형 보간법에 의해 구하게 된다.

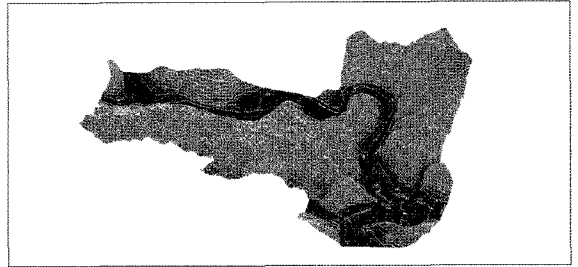


그림 7. 최종 DEM을 이용하여 생성한 등고선도

LiDAR에서 얻어진 3차원데이터를 이용하여 최종 1m 격자의 DEM을 생성하며 이 성과를 이용하여 1m 간격의 등고선도를 제작 한다.

3.2 3차원 DB를 활용한 토목BIM 설계 분석

토목분야에서 부지선정단계에서 BIM 활용가능한 내용들을 간략히 정리해보면 표 6과 같다.

표 6. 토목 BIM 설계분석

| 구분 | 기본 설계단계 | 실시 설계단계 |
|--------------|---|---|
| BIM 적용 주요 내용 | <ul style="list-style-type: none"> · 3D 지형 모델 생성 · 토공 밸런스 및 절성토량 산출 · 지형분석 [표고, 경사, 방향, 유역면적 등] · 지반 조사 결과를 반영 [3D 주상도 작성, 지하수 및 토층, 이미지/ 사진 등] | <ul style="list-style-type: none"> · 부지정지, 절·성토, 옹벽, 가시설 등을 포함한 부지 등고선 3D화 · 시설물과 연계를 고려한 BIM 데이터 작성 · BIM 기반 외부 공간 계획 [대지주변도로, 외부데크, 주차장, 경전철 연결부분 계획시 활용] · BIM을 활용한 기반 시설 계획[외부 우·오수관로 및 맨홀] |
| | <ul style="list-style-type: none"> · ArchiCAD/Civil3D | <ul style="list-style-type: none"> · ArchiCAD/Civil3D |

지금까지 항공사진을 이용한 정사영상과 항공 LiDAR 로 얻어낸 3차원 DB를 작성하였다.

본 장에서는 3차원 DB를 토대로 토목BIM을 활용해 최적부지선정을 위해 표 7과 같이 삼각망 작성, 경사분석, 경사방향분석, 유역면적분석, 표고분석, Water Drop, 선형 중단면 분석 등을 실시하였다.

표 7. 토목 BIM을 활용한 3차원 지형분석


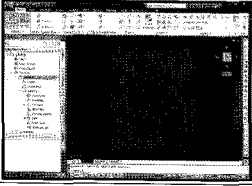
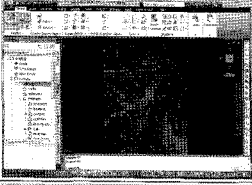
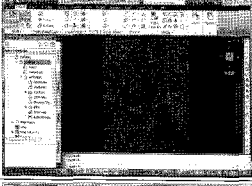
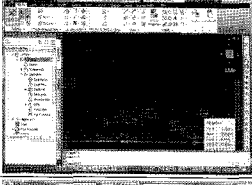
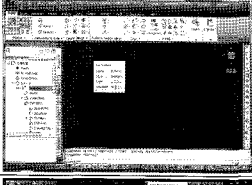
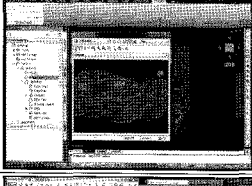

| 구분 | 토목 BIM data | 설명 |
|-----------------------------|---|---------------------------------|
| 지형모형 (원지반) |  | 원지반과 계획면 표시 |
| 삼각망 작성 |  | 인접점을 연결한 삼각망을 형성, 3D지형 생성 |
| 경사분석 |  | 대지 내 지형의 경사 정도를 분석 |
| 경사방향 분석 |  | 대지 내 경사의 방향과 정도의 파악 |
| 유역면적 분석 |  | 지형의 형상에 따른 물의 흐름과 면적 분석 |
| 표고분석 |  | 대지 내 표고를 분석, 표고변화 시각화 |
| water drop (지점 선택) |  | 물의 흐름을 통한 지면분석 |
| 선형계획 종단 |  | 지형단면을 통한 레벨분석 |

표 7은 앞서 분석한 표 6의 내용을 바탕으로 3차원 기반의 지형분석을 하였다. 배치대안 분석 검토, 계획지반면 설정에 따른 실시간 절·성토량 검토를 별도 분석프로그램과 연계가 아닌 BIM 구축프로그램 상에서 절·성토량 산출을 하여 신속 정확한 분석으로 합리적인 대안 선정을 위한 검토를 통해 표 8과 같이 배치대안별 토공밸런스 및 절·성토량 검토를 실시하였다.

표 8. 토목 BIM 시뮬레이션을 활용한 배치대안별 토공밸런스 및 절·성토량 검토




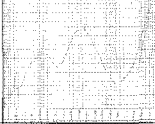
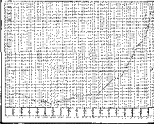



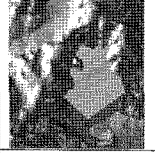
| 구분 | Alternative 1 | Alternative 2 | Alternative 3 |
|----------------|--|---|--|
| 배치안 |  |  |  |
| 단면 |  |  |  |
| 정지 작업 3D |  |  |  |
| 절토량 | 393,409 (499,017.90) | 258,305 (416,736.74) | 511,392 (743,174.79) |
| 성토량 | 623,268 (499,018.19) | 621,731 (416,735.59) | 986,648 (743,172.10) |
| 사토량 | 229,858 (0.29) | 363,425 (1.15) | 475,258 (2.69) |
| | 최적부지선정 | | *정지토량 ()토량자동균형 |

표 8에서 얻어낸 결과에서 알 수 있듯이 BIM 데이터를 활용하여 배치에 따른 지형분석을 통해 단면검토와 절·성토량 산출의 결과로 사토량이 가장 적은 Alternative 1을 최적부지로 선정하였다.

4. 결 론

본 연구를 통해 얻어진 결과는 다음과 같다.

1. 실제 현장 지형 및 지층데이터를 구축으로 합리적인 부
지공사 계획 수립 및 정확한 토공량 산출이 가능하다.
2. 구축된 지형 및 지층 DB를 활용한 지하 매설 관로 계획
으로 시공성 및 유지관리 향상효과를 기대할 수 있다.
3. 입체적인 기초 계획으로 구조물의 안전성 확보 및 정확
한 지층 파악을 통한 합리적인 토목계획을 수립한다.
4. BIM DB를 활용하여 선정부지에 대해 사용자가 의도
하는 다양한 도면 추출 및 불규칙 지반 위치에 따른 암
층판단에 어려움을 보완법에 의한 횡단작성으로 지층
형태 분석이 가능.
5. 원지반의 형태와 지반조사 결과를 비교하여 초기 계
획에 활용 가능하다.
6. 그 외에도 BIM 시뮬레이션을 통한 시공단계의 문제
사전 파악 및 조치가 가능하고, BIM DB를 활용한 자
재 선 제작 및 선 조립, 시공 전 간섭체크, 장비 반입 및
배치 등의 사전 시각화로 안전성 확보와 운반 장비의
합리적인 투입이 가능할 것으로 예상된다.

결론적으로 최적부지선정에 있어 지형공간정보취득기
술과 토목BIM을 적극적으로 활용함으로써 토목 설계 및
시공에서부터 향후 유지관리까지 활용이 가능하다.

향후 본 연구를 바탕으로 부지선정에서 진일보하여 지
형공간정보취득기술과 토목BIM을 활용해 하천계획 및
도로, 교량 설계를 위한 해석에 적극 활용함으로써 하천공
간계획 및 도로, 교량 건설시 의사결정 자료로 활용이 가능
하며, 여러 가지 조건에 대해서 가상 시뮬레이션을 통해 홍
수 및 재해 등의 천재지변에 대처하는 위기관리 능력을 향
상시킬 수 있다.

감사의 글

이 논문은 국토해양부의 U-City 석·박사과정 지원사
업으로 지원되었음.

참고문헌

국토해양부, BIM설계 가이드라인
 김일 (2008), 3차원 지적공간정보기반 구축방안에 관한
 연구, 박사학위논문, 목포대학교 대학원
 김장근 (2006), 중소도시하천의 하천정비방안에 관한 연
 구, 석사학위논문, 울산대학교 대학원
 문수정, 조준호, 편무옥, 이진녕 (2010), 하천계획을 위한 토
 목BIM과 공간정보취득기술 연계방안, 정기학술대회
 논문집, 대한토목학회 vol. D, p. 183
 오충원 (2010), GIS와 BIM의 융합에 대한 연구, 국토지리학
 회지, 국토지리학회, 제 44권, 제 3호, pp. 443-453.
 위광재, 김은영, 강인구, 김창우 (2009), 등고선 제작을 위한
 라이다 데이터의 필터링 알고리즘 개발 및 적용, 한국측
 량학회지, 한국측량학회, 제 27권, 제 4호, pp. 469-476.
 이진녕, 편무옥, 구지희, 박재선 (2010), 3차원 정밀지형자
 료를 활용한 토공계획 개선, 한국지형공간정보학회지,
 한국지형공간정보학회, 제 18권, 제 1호, pp. 63-72.
 이태식, 박민서, 문득수, 구자경 (2007), 토목분야의 BIM
 (Building Information Modeling)도입을 위한 기초 연구 조
 사, 정기학술대회 논문집, 대한토목학회, pp. 3256-3259.
 서종철, 김인한 (2009), 국내 건설 공공발주에서 BIM의 도
 입 및 적용을 위한 기본방향에 관한 연구, 대한건축학회
 지, 대한건축학회, 제 25권, 제 9호, pp. 21-30
 송연경, 박운용, 박흥기 (2005), Direct Georeferencing에 의한
 CCD영상의 적용기법, 한국측량학회지, 한국측량학회,
 제 23권, 제 1호, pp. 77-88.
 정도영, 백영민, 김창윤, 김형관 (2008), BIM의 교량 시공단
 계 적용방안에 관한 연구, 정기학술대회 논문집, 대한
 토목학회, pp. 816-820.
 최경아, 박선미, 이임평, 김성준 (2007), 상용 소프트웨어를
 통해 자동 생성된 정사영상의 정확도 평가, 한국측량학
 회지, 한국측량학회, 제 25권, 제 5호, pp. 415-425.

(접수일 2010. 10. 19, 심사일 2010. 10. 25, 심사완료일 2010. 11. 19)