

도로설계를 위한 LiDAR 데이터의 활용성 분석

The analysis of Utilization of LiDAR data in road design

이현직¹⁾·박은관²⁾·박원일³⁾

Lee, Hyun Jik·Park, Eun Gwan·Park, Won Il

¹⁾ 상지대학교 건설시스템공학과 교수 (E-mail:hjikle@sangji.ac.kr)

²⁾ 상지대학교 일반대학원 토목공학과 박사과정 (E-mail:parkster@empal.com)

³⁾ (주)미래기술단 대표이사 (E-mail:Park-wi@hanmail.net)

Abstract

Road Design is being reached to the working design to produce drawings, calculate construction quantity and cost, through the basic design that contained feasibility study and all impact assessment. In general, to plan the route we use topographic map. The vertical positional accuracy is 30cm and horizontal positional accuracy is 35cm in 1:1,000 scale topographic map. In LiDAR, vertical positional accuracy is 15cm and horizontal positional accuracy is 30cm. So if we use LiDAR on road design, more accurate earth-volume will be calculated when we plan the route. In this paper we try to find the method to use the LiDAR data on road design by drawing the profile and cross sectional view and comparing the earth-volume to the road that working design is in process adopting the topographic map and LiDAR data.

1. 서론

도로설계는 계획단계인 타당성조사와 제 영향 평가를 포함한 기본설계단계를 거쳐 실제 시공에 필요한 도면 및 수량과 공사비를 산출하는 실시설계에 이르게 된다.

도로의 노선을 계획할 때 보통 1:25,000, 1:5,000, 1:1,000 수치지도를 이용하게 된다. 본 연구에서는 1:1,000 수치지도를 이용하였으며 1:1,000 수치지도의 정확도는 수직위치에 대해 30cm, 수평위치에 대해 35cm이다. 수직정확도 15cm, 수평정확도 30cm로 1:1,000 수치지도보다 더 정확한 LiDAR 데이터를 도로설계에 이용한다면 노선에 대한 토공물량이 보다 정확히 산출될 것으로 예상할 수 있다. 본 연구에서는 현재 실

시설계가 진행중인 도로의 노선에 대해 수치지도와 LiDAR 데이터를 적용하여 종단, 횡단을 구성하고 이에 대한 토공량을 비교해 봄으로써 도로설계에 LiDAR 데이터를 활용할 수 있는 방안을 찾고자 하였다.

2. 노선 및 대상지역 현황

실험 대상노선은 강원도 원주의 외곽순환도로로서 현재 도시계획상 도로에 대한 기본적인 노선계획이 수립되어 있으며 부분적으로 실시설계 및 시공이 이루어지고 있는 노선이다. 노선 시점부의 표고는 144.905m, 종점부 표고는 146.39m이며 노선의 평균 표고는 180.80m이다. 대상 도로의 일반 제원은 표1과 같다. 본 노선의 설계상의 특

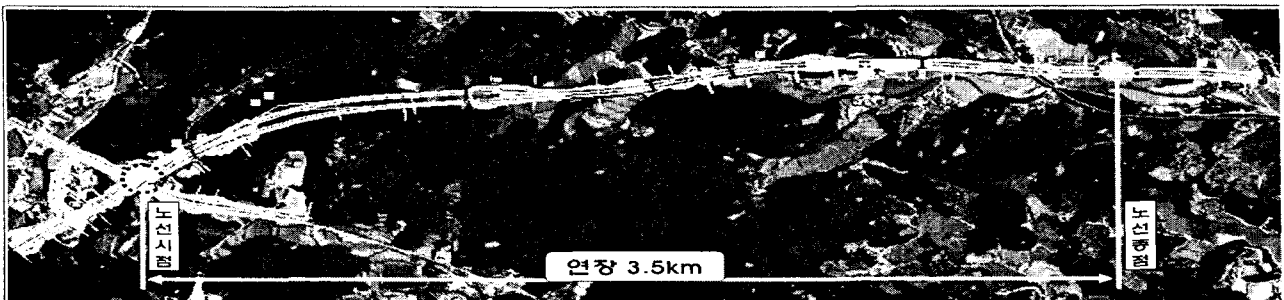


그림 1. 실험 대상 지역 위치

이사항으로는 국도42호선과의 교차를 위해 평면 교차 형식 대신 입체교차로의 적용, 시점부 840m 지점으로부터 길이 720m의 상·하행 터널 각 1개소에 대한 계획, 중앙선 철도와 교차되는 3+140m 지점의 지하차도 또는 교량건설 계획이 있다.

표 1. 대상노선의 일반제원

항목	제원	비고
기능구분	주간선도로	
차로수	6차로이상	
차도폭	3.25~3.5m	
도로폭원	35m	

3. 실험 자료

원주는 현재 다차원지리정보사업이 진행중에 있으며, 본 논문에 사용된 LiDAR데이터는 국토지리정보원의 협조를 통해 다차원지리정보사업의 수행 성과 일부를 제공받아 이루어졌다. 수치지도는 2005년 제작된 것으로 원주시로부터 제공된 자료를 이용하였다.

도로 설계를 위해 나모소프트사의 Road Projector 2.5를 이용하였으며, DEM 제작을 위해 Bentley사의 MicroStation과 TerraModel등을 이용하여 DEM을 제작하였다. 실험대상 설계노선으로 당초의 계획노선 가운데 최종 확정된 1개의 선형을 선정하였다. LiDAR 데이터를 취득한 장비는 캐나

다 Optech사의 ALTM 30/70모델로 레이저 펄스 주사율이 최대 70kHz이며 정확도는 비행고도 약 1,000m에서 관측될 경우 수직 $\pm 15\text{cm}$, 수평 $\pm 30\text{cm}$ 의 정확도를 갖는다. 최대4개의 반사파를 구할 수 있어 산림지대에서 투과성이 우수하다. 실험에 사용된 LiDAR 데이터는 2006년 10월에 측량한 것으로 평균고도 1300m, 중중복도 50~60%이며, 3~6점/m²의 점밀도를 지니고 있다. 본 논문에서는 설계에 이용할 TIN 구성을 위해 수치지도와 LiDAR데이터를 각각 기본도로 설정하여 종단·횡단면도를 작성하였다.

4. 분석

4.1 도로 종단 지반고 분석

평지의 경우 수치지도와 LiDAR의 표고차이는 거의 나타나지 않았다. 그러나 산지의 경우 표고의 차이가 뚜렷했으며 비교결과 대상노선에서 능선부의 경우 수치지도의 표고가 LiDAR의 표고에 비해 평균 1.27m 낮은 것으로 나타났다. 이는 수치지도의 표고오차가 산지에서 증가하기 때문인 것으로 분석되었다. 평지에서와 달리 산지에서 큰 차이를 보이는 것은 수치지도의 표고 데이터는 지형도 제작시 표고를 정확히 확인하기 어려운 산악 지역에 대해 일률적으로 평균치를 정하여 가감해주고 있으므로 LiDAR의 직접적인 표고측량에 비

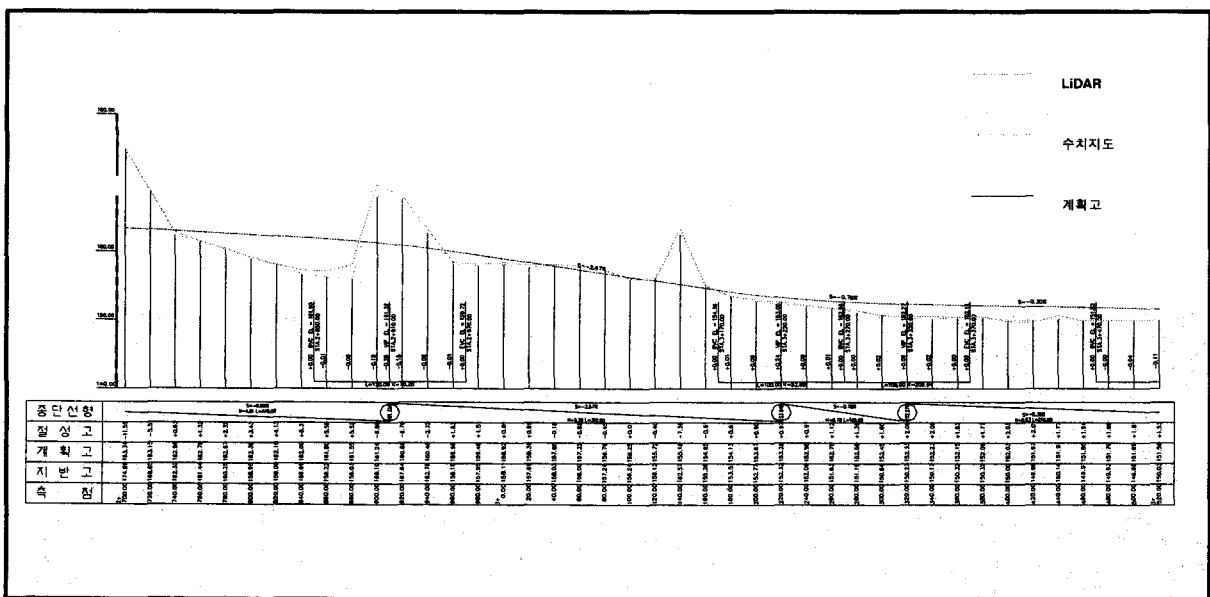


그림 2. 종단면도

해 정확도가 떨어지고 있는 것으로 판단된다.

그림 2는 노선의 종점부에 해당하는 종단면도를 나타낸 것으로 평탄지의 경우에는 수치지도와 LiDAR의 차이가 거의 나타나지 않는 반면 산지의 경우에는 차이가 많음을 알 수 있다. 그림 2는 종단에서 차이가 나는 산지에 대한 횡단상의 변화를 보여주고 있다. 실험대상 노선에는 총 19개의 능선이 교차하고 있으며, 표2는 수치지도와 LiDAR의 해당 부분에 대한 표고를 비교한 결과를 나타낸 것이다.

표 2. 능선부에서의 표고차이

번호	측 점	LIDAR	수치지도	높이차
1	0+160.00	148.13	147.60	0.53
2	0+340.00	160.61	156.63	3.98
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
18	3+140.00	163.37	162.57	0.80
19	3+440.00	150.67	150.14	0.53
계		3655.50	3631.30	4.20
평균		192.39	191.12	1.27

4.2 토공량 분석

노선에 대한 수치지도상의 토공량을 산출한 결과 수치지도의 경우 91,604m³ 였으며 LiDAR의 경우는 수치지도에 비해 약 30% 늘어난 119,146m³ 였다. 표 2에서 보는 바와 같이 지반고가 큰 격차를 보이고 있는 부분은 수치지도 제작을 위한 항공촬영 당시의 현황과 LiDAR 측량 당시의 현황과의 차이가 있을 가능성을 완전히 배제할 수는 없으므로 추가적인 연구를 통해 검증이 필요한 부분이라 하겠다.

그림 4에서와 같이 평지에서는 지반고의 차이가 거의 없으므로 토공의 차이가 발생하지 않으나, 설계시의 토공량과 실제 시공을 하는 경우 발생하는 토공량의 차이는 수직위치 정확도가 높은 LiDAR 데이터를 사용하므로써 최소화 할 수 있다.

5. 결 론

LiDAR데이터와 수치지도간의 지형적인 차이는 산지부에서 크게 나타났으며, 평지에서는 거의 나타나지 않았다. 지형에 따른 이러한 차이는 수치지도 제작 시 숲이 울창하여 지표가 촬영되지 않

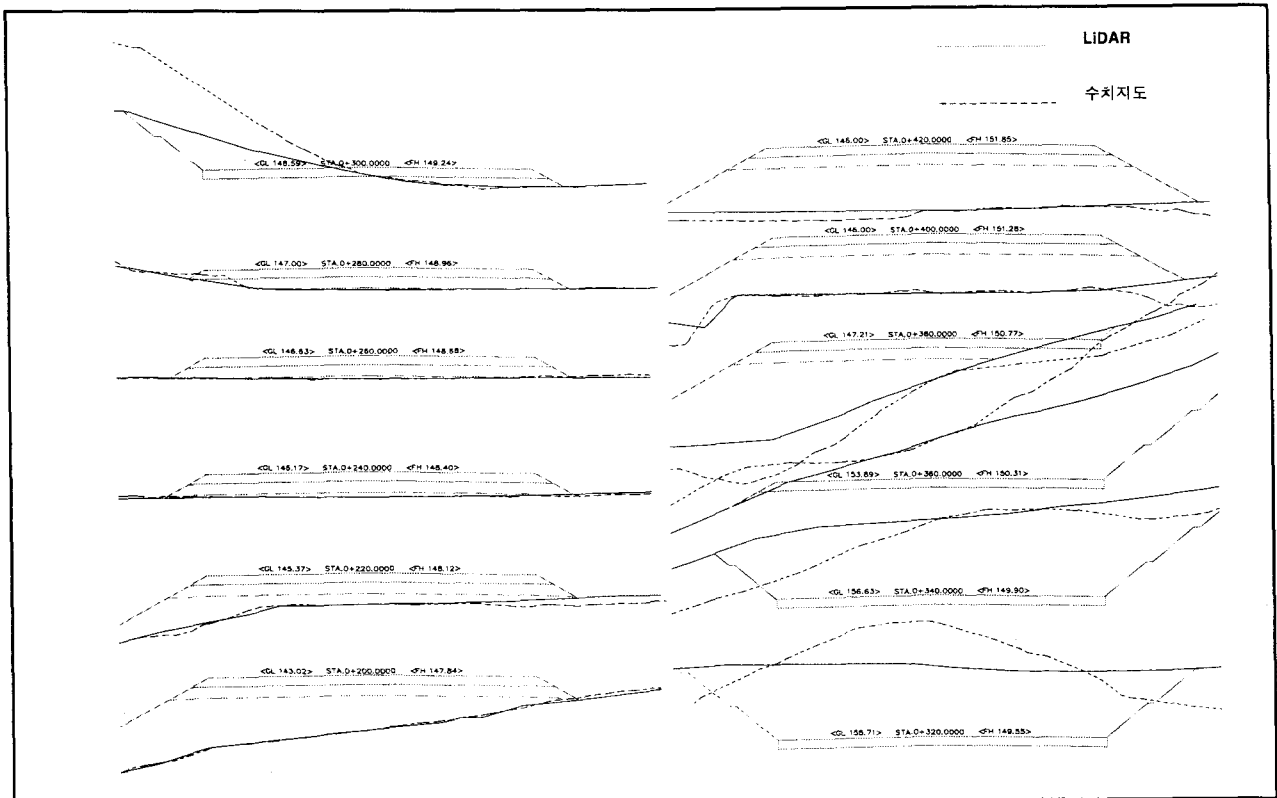


그림 3. 횡단면도

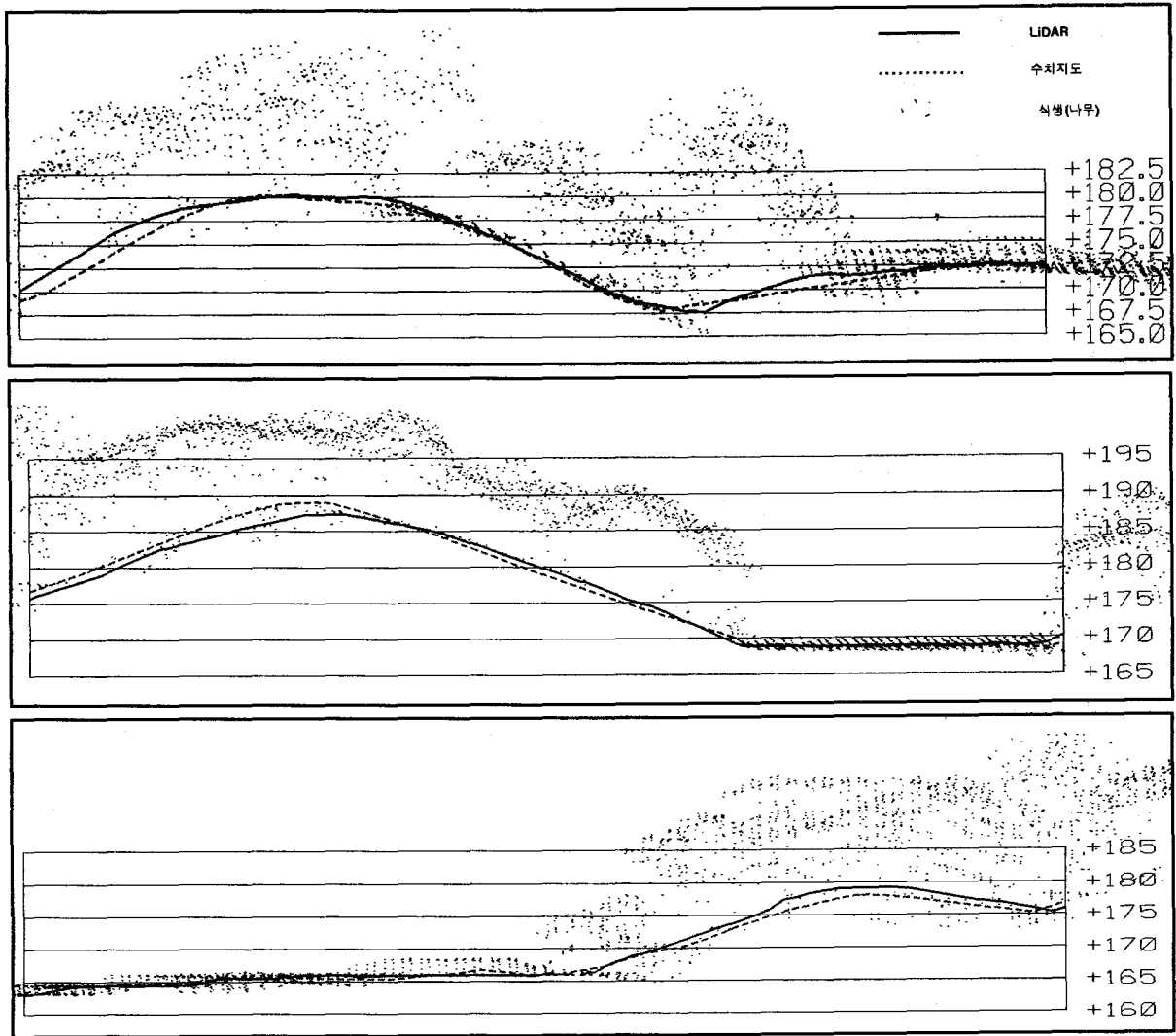


그림 4 식생에 의한 수치지도와 LiDAR의 지반고 차이

은 경우 나무의 높이를 일률적으로 감하기 때문에 발생하는 것으로 보인다.

3~6점/m²의 점밀도를 가진 LiDAR데이터는 보간에 의하지 않고도 20cm 간격의 등고선제작이 가능한 정확도를 가지고 있다. 따라서 도로 노선의 계획단계에서부터 높은 정확도의 데이터를 이용하여 설계를 함으로써 합리적인 토공량 산정이 가능하며 지형에 대한 상세한 분석이 가능하기 때문에 현황측량을 최소화 할 수 있는 장점이 있다.

본 연구에서는 LiDAR 데이터를 이용하여 지모를 추출하고 이를 설계에 적용해 보았다. 이후의 연구에서는 LiDAR로부터 얻어낸 지물에 대한 3차원 데이터를 추가함으로써 완전한 현황측량자료로서의 LiDAR의 활용성을 검증해 보고자 한다.

참고문헌

- 최운수, 강인구, 이강원(2005) 항공LiDAR 시스템 검정 및 정확도 평가 연구, 한국측량학회지, 한국측량학회, 제23권, 제4호, pp. 359-360
- 이현직, 유지호, 김홍섭, 유강민(2006) LiDAR 데이터를 이용한 수치지도제작, 춘계학술발표회 논문집, 한국측량학회, pp.476-480
- 유병민, 이임평, 김성준, 강인구(2006) 항공라이다시스템의 오차분석 및 모델링, 춘계학술발표회 논문집, 한국측량학회, pp. 199-204
- 강준문, 윤희천, 민관식, 위광재(2006) LiDAR 자료에 의한 지형해석, 한국측량학회지, 한국측량학회, 제24권, 제5호, pp.389-394.
- 윤희천, 박정현, 이창복, 강준목(2006) LiDAR 추출 자료의 평면위치 정확도 분석, 춘계학술발표회 논문집, 한국측량학회, pp.119-124