

지상 LiDAR자료를 이용한 사면변화 탐지

Slope transformation detection by using Terrestrial LiDAR data

박 건* · 양인태 · 최승필 · 김성학

Park, Keon* · Yang, In Tae · Choi, Seung Pil · Kim, Sung Hak

강원대학교 토목공학과, 관동대학교 토목공학과

intaek@kangwon.ac.kr, pk9275@korea.com, spchoi@Kwandong.ac.kr,

sung-hak37@hanmail.net

요 약

국부적이지만 수 mm단위까지 스캔이 가능한 지상LiDAR 장비를 이용하여 사면을 스캐닝 한 후에 사면의 6개 지점에 대하여 강제로 변화를 준 후 다시 스캐닝하여 분석한 결과 0.008m의 평균편차를 나타내었다. 이것을 볼 때 미세변화 탐지를 위한 기법으로 지상 LiDAR자료의 적용이 유효할 것으로 판단된다.

1. 서론

지반거동에 대한 변화를 탐지하는 기술은 광역적인 지역을 대상으로 하는 방법과 국부적인 지역을 대상으로 하는 방법으로 연구가 진행되고 있다. 광역적인 지역을 대상으로 변화를 분석하여 예측하기 위한 수단으로는 대부분 정적자료인 위성영상과 수치지도를 활용하고 있는데, 동시기의 실시간 자료 확보 및 낮은 정밀도로 인한 신뢰성 확보에 문제점이 지적되고 있다.

이를 개선하고 보완하기 위해 높은 정밀도로 3차원 정보를 획득할 수 있는 항공LiDAR측량과 기후에 관계없이 자료획득이 가능한 간섭 SAR와 같은 능동센서를 이용하여 광역적인 지반변화를 감지할 수 있는 연구가 최근에 수행되고 있다.

그러나 지상LiDAR로 사면변화를 탐지하기 위한 기술은 국부적인 방법으로 우리나라 전 지역을 대상으로 모니터링 하는 것은 비효율적이다.

그러므로 효율적인 사면변화 탐지를 위해서는 광역적인 사면변화 탐지를 통해 취약지역을 선정한 후 집중관리가 필요한 주요사면에 대해서 국부적으로 지속적인 탐지를 수행해야 한다.

따라서 본 연구에서는 국부적이지만 수 mm단위까지 스캔이 가능한 지상LiDAR

장비를 이용하여 사면을 스캐닝한 후 사면의 6개 지점에 대하여 강제로 사면에 변화를 준 후 다시 스캐닝을 실시하여 변화 결과를 분석하고자 하였다.

2. LiDAR자료 처리

2.1 연구대상지역 및 장비

연구대상지역은 강원도 사천면 일대이며, 이 지역은 <그림 1>에서 보여주듯이 45° 정도의 경사에 약간의 나무와 흙으로 이루어져 있으며, 면적은 대략 3,948m²이다. 이 지역에서 지상LiDAR장비를 이용하여 변화 탐지에 필요한 자료를 얻기 위하여 수평 360°, 수직 80°, 1m~300m정도 거리에서 스캐닝 할 수 있는 오차는 ±6mm의 정확도를 갖는 지상LiDAR(LMS-Z390)장비를 사용하였다.

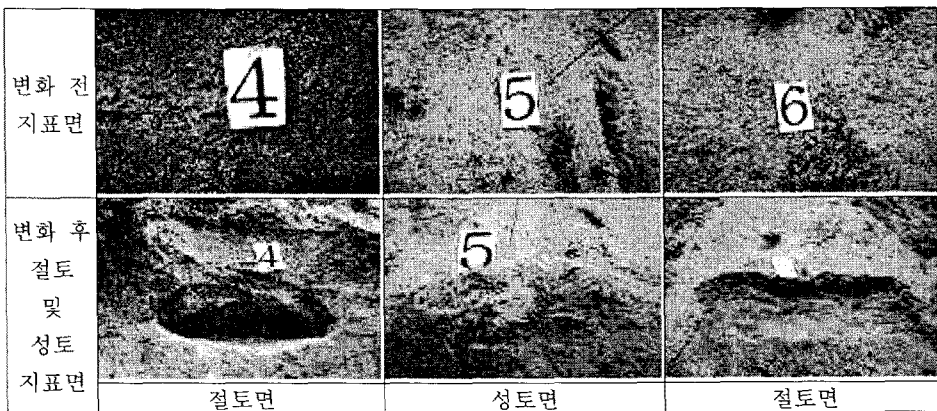
2.2 변위측정 지점

연구대상지역에 대하여 사면변화를 측정하기 위해서 6개의 지점을 선정하여 그 지점에 대해 강제로 사면에 변화를 준 것을 <그림 2>에 나타내었다.

강제변화 지역을 2cm 간격으로 표고를 실측하여 평균한 값으로 1,3,4,6번은 25.3cm, 21.0cm, 32.9cm, 14.9cm 절토 값을 얻었으며, 2,5번은 10.8cm, 16.9cm의 성토 값



<그림 1> 연구대상지역



<그림 2> 변위 지역

을 각각 얻었다.

2.3 지상LiDAR자료 획득

연구대상지역에서 사면변화를 측정하기 위해서 6개의 지점을 선정하여 그 지점에 대해 강제로 사면변화를 주었다. 변화전과 변화후로 각각 나누어 2cm 격자간격으로 레이저스캐닝을 수행하였으며, 그 결과를 LiDAR장비와 연결된 노트북에 실시간으로 전달되어 <그림 3>과 같이 나타내었다.

2.4 DSM 구축

지상LiDAR가 토털스테이션과 같이 동일한 원리로 해당 지점에 대해서 하나의 좌표 정보만을 획득하기 때문에 연구대상지역에서 과대오차가 생기지 않는다.

따라서 변화전후의 원시지상LiDAR자료

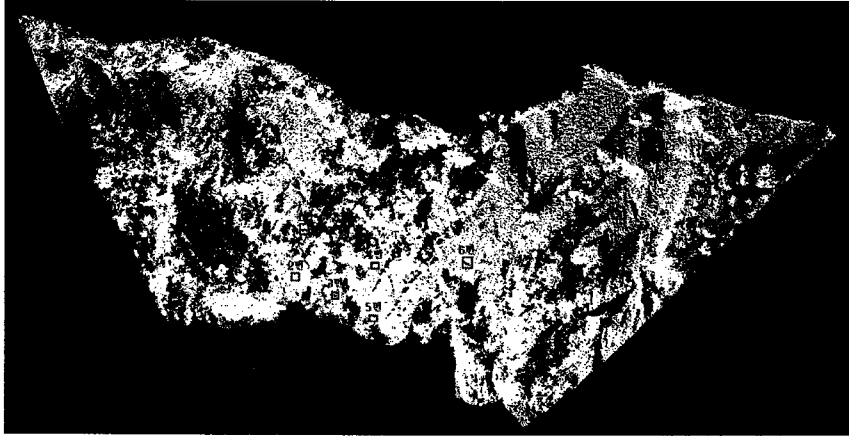
로부터 불규칙한 삼각망을 형성하여 2cm 격자크기로 DSM을 구축하여 <그림 4>에 나타내었다.

2.5. DEM 구축

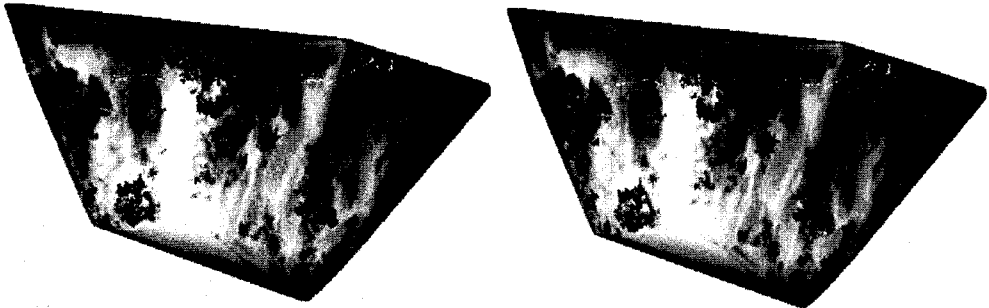
DEM은 DSM에서 건물, 수목과 같은 대상물을 제거한 지형의 높이값 만으로 표현된 것이므로 대상물만을 제거한 후 DEM을 구축하는 것이다.

따라서 Microstation의 TerraScan을 이용하여 지표면과 식생을 분류한 후 지표점만을 가지고 ArcGIS에서 2cm 격자크기로 DEM을 구축하여 <그림 5>에 나타내었다.

즉 DEM 구축과정은 지표면과 식생의 분류과정은 특정 영역 내에 있는 관측점의 높이값 중에서 최소값을 찾고, 그 찾은 최



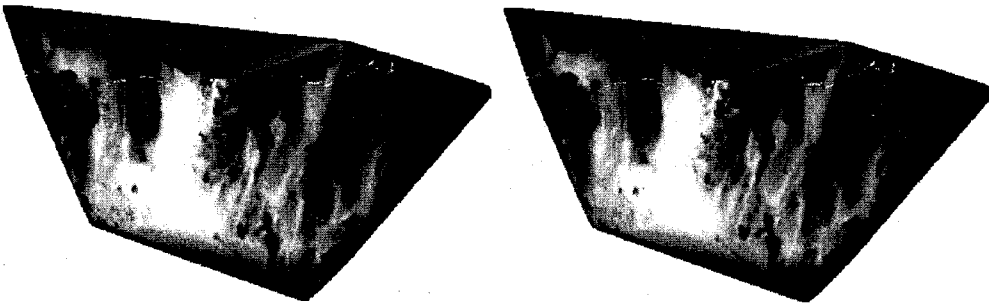
<그림 3> 원시 지상LiDAR자료



변위 전

변위 후

<그림 4>지상LiDAR자료를 이용한 DSM 구축



변위 전

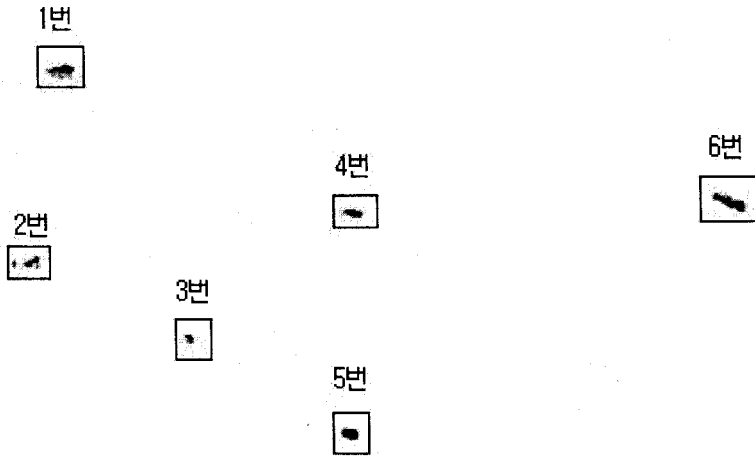
변위 후

<그림 5>지상LiDAR자료를 이용한 DEM 구축

소값과 영역내의 관측점의 높이를 비교하고 그 비교한 값이 특정 임계값보다 클 경우, 그 관측점을 비지면점으로 분류하여 비지면점을 점차적으로 제거하는 방식으로 분류를 수행하였다.

3. 변화탐지 및 분석

쉽고 빠르게 변화탐지를 수행하기 위해서 그리드 연산자인 Local 연산자 중 산술연산자를 이용하여 변화 전에서 변화후



<그림 6> 변화탐지 결과

의 DEM을 빼는 방법으로 변화량을 추출할 수 있다. 변화탐지 결과는 음의값, 양의값, 0의 값 형태로 나타나며, 음의 값이나 양의 값으로 나온 지역은 변화지역을 나타내고 0으로 나온 지역은 변화가 없는 지역을 나타낸다.

따라서 변화발생 지역에 대한 정보 추출은 다음과 같은 식을 사용하여 표현할 수 있다.

$$\Delta Z_{ij} = Z_{ij}(1) - Z_{ij}(2) \text{ ----- (1)}$$

여기서,

ΔZ_{ij} : 변화량

$Z_{ij}(1)$: 변화전의 DEM

$Z_{ij}(2)$: 변화후의 DEM

i : 라인 수

j : 행의 수

<그림 6>은 변위전후의 DEM 자료를 이용하여 변화탐지를 수행한 결과이다.

변화탐지 알고리즘을 이용하여 탐지된 영상을 획득한 후 변화발생지역에 대한 분석을 실시하였다.

변화 발생지역 6개 지점에 대한 변화전후와 연구대상지역의 변화탐지 영상에서

변화지역을 절취하여 <그림 7>에 나타내었다.

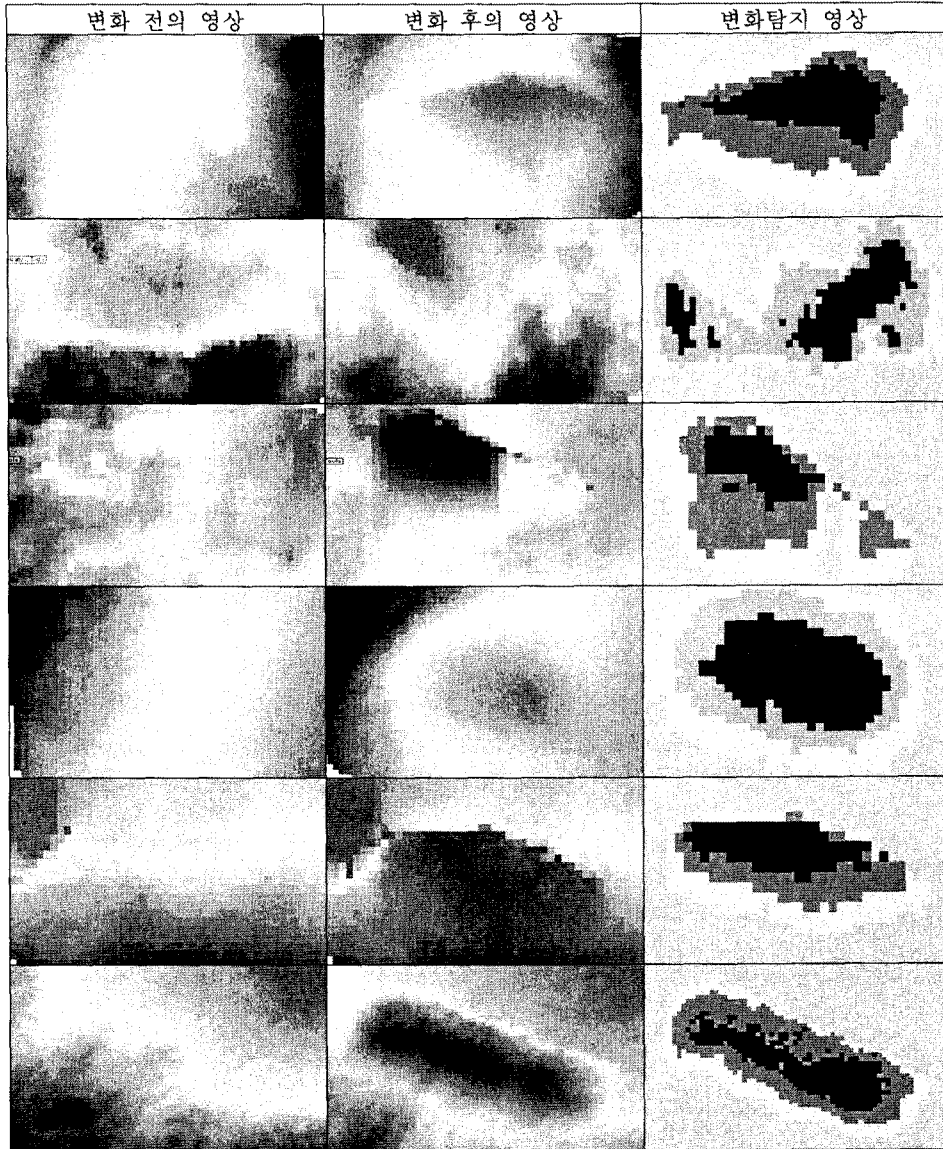
<표 1>은 연구대상지역 6개 지점에 대하여 임의로 강제변화를 주어 2cm 간격으로 변화를 실측하여 평균한 값과 지상 LiDAR자료에서 추출된 평균 변화 값을 비교하여 그 결과 0.004~0.013m의 편차를 나타내고 있으며, 이때 평균편차는 0.008m였다. 이것을 볼 때 미세변화 탐지를 위한 기법으로 지상LiDAR자료의 적용이 유효할 것으로 판단된다.

연구대상지역 6개 지점에 대하여 구축된 변화전후의 DEM을 이용하여 나타낸 3차원 사면 변화정보를 <그림 8>에 나타내었다.

4. 결론

사면에 강제 변화를 주어 얻어진 변화전후의 지상LiDAR자료를 분석하여 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다

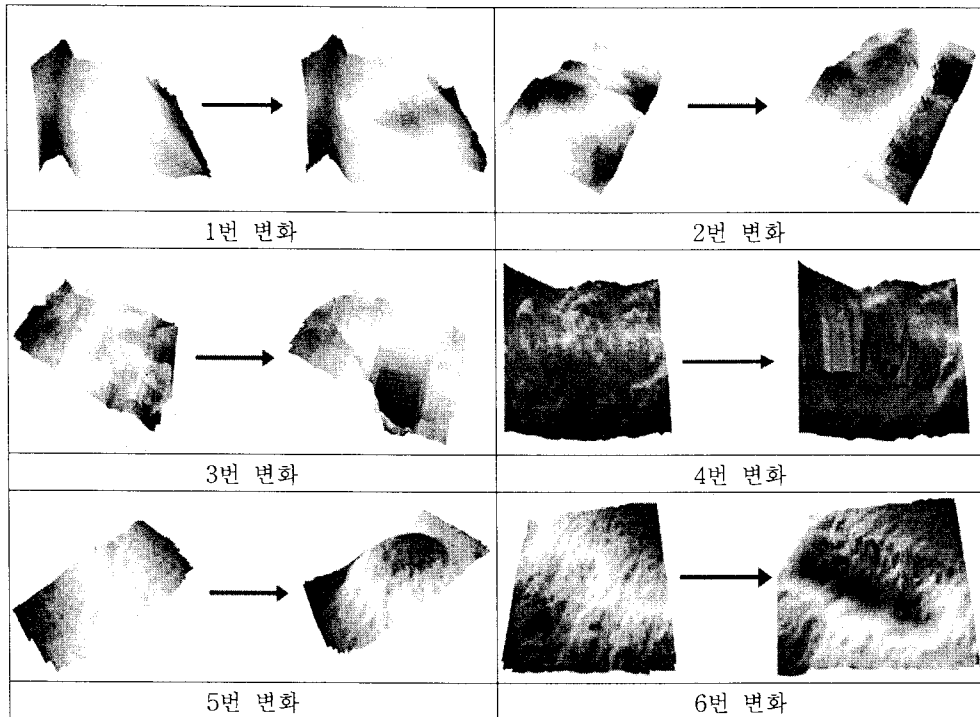
연구대상지역의 6개 지점에 대하여 임의로 강제변화 주어 2cm 간격으로 변화를 실측하여 평균한 값과 지상LiDAR자료에서 추출된 평균 변화 값을 비교한 결과 0.004~0.013m의 편차를 나타내고 있으며, 이때 평균편차는 0.008m였다. 이것을 볼 때 미세변화 탐지를 위한 기법으로 지상



<그림 7> 변화지역 분석

LiDAR자료의 적용이 유효한 것으로 판단 된다.
 <표 1> 모니터링 분석 (단위 : m)

변화 지역 (No)	실측 평균 변화 값	지상LiDAR 평균변화 값	편차
No. 1	-0.253	-0.257	0.004
No. 2	+0.108	+0.116	0.008
No. 3	-0.210	-0.205	0.005
No. 4	-0.329	-0.316	0.013
No. 5	+0.169	+0.178	0.009
No. 6	-0.149	-0.141	0.008
평균 편차			0.008



<그림 8> 변위전후 3차원 가시화

참고문헌

1. 이상윤, “지상라이다자료를 이용한 산사태 모니터링”, 강원대학교 석사학위 논문, 2007.
2. 이인수, 강상구, “지상라이다를 활용한 현황측량 연구”, 대한토목학회지, 제14권 제3호 pp. 77-86, 2006.
3. Bitelli G., Dubbini M., Zanutta A., “Terrestrial Laser Scanning and Digital Photogrammetry techniques to monitor landslide bodies. Proceedings of ISPRS, Istanbul, pp. 12-23 Luglio, 2004.
4. Kwong, A.K.L, “Application of 3D laser scanning to slope movement monitoring”, Proceedings of the Third Cross-Strait Conference on Structural and Geotechnical Engineering, pp. 23 - 25, 2003.