

LiDAR 측량을 통한 육도-해도 접합 정밀 지형도 시범작성 High-Resolution Topographical Map Using LiDAR

심재철¹, 임학수², 김진아³, 민인기³

Jae Seol Shim¹, Hak Soo Lim², Jinah Kim³ and Inki Min³

1. 서 론

지구온난화에 따른 기후변화로 인한 해수면 상승과 태풍의 강도 및 발생 빈도 증가는 연안에서의 폭풍 해일로 인한 침수범람 피해가 우려된다. 이러한 침수범람의 피해를 최소화하고 보다 과학적, 체계적으로 대처할 수 있는 침수범람지역 예측기술 확보가 필요하다. 특히, 연안에서의 태풍 해일로 인한 침수범람 지역을 정확하게 예측하기 위해서 정밀한 태풍 예보자료와 파랑과 해류 등 여러 해양요소를 복합적으로 고려하는 고해상도의 폭풍해일 모델을 수립하여야 하며, 침수범람 예상 연안의 정밀 육상 지형과 해안선 주변 해역의 정밀 수심 자료를 바탕으로 정밀 지형도를 작성해야 한다.

최근 국토지리정보원은 기존에 제작된 지형도를 보완하기 위하여 항공 LiDAR(Light Detection And Ranging) 측량을 이용한 육상 DEM(Digital Elevation Model: 수치표고 모델)을 제작하고 있으며(국토지리정보원, 2002), 국립해양조사원은 기존에 제작된 항해용 수치지도를 보완하기 위하여 지속적인 수심 측량과 해안선 측량을 통한 수치지도를 개선하고 있다. 그러나 현재 활용 가능한 국토지리원의 지형도와 해양조사원의 수심자료로는 연안에서 태풍해일로 인한 침수범람지역을 정확하게 예측하기 위한 재해도(Hazard Map)를 작성하기에는 자료의 정밀도가 낮거나 서로 다른 좌표계로 인하여 육도-해도를 접합한 정밀 지형도를 만들기에는 한계가 있다.

항공 정밀측량에 주로 사용되고 있는 LiDAR 시스템은 최근 레이저 스캐너의 발전과 더불어 1km 이내의 지형을 1cm 이하의 오차를 갖는 정밀도로 지형을 측량할 수 있는 육상용 LiDAR 시스템이 개발되었다. 육상용 LiDAR 시스템은 고성능의 3차원 레이저 스캐너와 고해상도의 디지털 카메라 그리고 GPS 수신 장비로 구성되어 있으며 차량에 탑재하여 원하는 곳으로 이동하면서 주변 지형을 정밀하게 측량할 수 있어 일부 국가에서 지형변화 관측과 해안선 제작, 지형도 작성 등에 활용되고 있다. 최근 환경 분야에서는 육상 LiDAR를 이용한 캘리포니아 해안의 절벽 안정성 연구(Collins and Sitar, 2004)와 지진에 의한 강 주변 지표면 변화 연구(Kayen et al., 2004) 등에 적용되었다.

본 연구에서는 연안에서의 태풍해일로 인한 침수범람지역을 정밀하게 예측하기 위한 정밀 침수범람 수치모델 개발과 침수범람지역의 재해도 작성기술을 개발하기 위하여 만리포 해안을 육상 LiDAR 시스템(LMS-Z420i)을 이용하여 측량하였으며, 마산시를 항공 LiDAR 시스템을 이용하여 측량하였다. 만리포 해안의 경우 국립해양조사원의 수치해도(N334)와 한국해양연구원의 한국 주변해역 30초 격자 수심 자료를 보완하기 위하여 정밀 수심 측량용 멀티빔 음향측심기(MBES)를 이용하여 해안선 주변 약 1.5km²의 해역을 사리 만조때 정밀하게 측량할 예정이다. 만리포 해변의 고해상도 육상 LiDAR 측량자료와 마산시의 정밀 항공

1 한국해양연구원 기후 연안재해연구부 책임연구원

2 발표자: 한국해양연구원 기후 연안재해연구부 선임연구원

3 한국해양연구원 기후 연안재해연구부 연구원

LiDAR 측량자료에 국토지리정보원에서 제공받은 1:5000 수치지형도와 국립해양조사원 수치지도와 벌터빔 수심 자료를 이용하여 육도-해도 접합 정밀 지형도를 시범적으로 작성하고 있다.

2. LiDAR 측량

2.1 육상 LiDAR 측량

만리포 해변 측량에 사용된 LiDAR 시스템은 육상용 레이저 스캐너 시스템(LMS-Z420i)으로 고성능의 장거리 3차원 스캐너와 이와 연동된 고화질의 디지털 카메라(NICON-D20) 그리고 GPS 수신기(HUACE-X90) 2대로 구성되어 있다(Fig. 1). 레이저 스캐너를 이용한 만리포 해변 측량에 앞서 해변과 가까운 만리포 북쪽 인근 도로에 측량 기준점을 설정하고 GPS 수신기 2대로 정지측량을 실시하고 후처리를 통하여 기준점의 GRS80 타원체 경위도 좌표와 표고 값을 획득하였다(심 등, 2008). 만리포 해변의 길이는 약 1.8km이며, 폭은 약 300m로 완만한 경사를 가지고 있어 육상 LiDAR를 차량지붕에 탑재하여 해변을 약 250m 간격으로 나누어 측량하였다. 만리포 해변 LiDAR 측량은 2008년 2월과 3월, 4월, 9월에 해변이 최대 드러나는 사리 간조시간에 맞추어 네 차례 측량하였다. 만리포 해안선과 해변을 정밀하게 측량하기 위하여 우선 북쪽 해안선에서부터 남쪽 해안선 방향으로 약 250m 간격으로 9개 지점을 각각 1분간 측량하였으며, 다시 도로변의 해변을 반대방향으로 12개 지점을 측량하였다(Fig. 2).



Fig. 1. Terrestrial LiDAR system installed on the roof of the instrument vehicle.

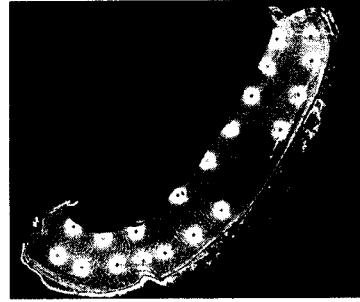


Fig. 2. Tracks of LiDAR survey of the Malipo beach measured on Feb. 23, 2008.

2.2 항공 LiDAR 측량

마산 항공 측량에 사용된 LiDAR 시스템은 GPS/INS 수신기와 연동된 항공 레이저 스캐너 시스템(ALS50)과 중해상도 디지털 카메라로 구성되어 있다. 마산 연안의 항공 레이저 측량은 2008년 6월 1일에 비행계획시스템(FPES)으로 예상 촬영코스를 설정하고 정밀한 수치지표고제작을 위하여 지상으로부터 약 900m 상공에서 지상의 1m² 당 5점의 점밀도로 연안을 두 번 왕복하여 측량하였다(Fig. 3). 마산 연안의 LiDAR 측량 자료는 데이터 전처리를 통하여 비행중 측정된 항공 레이저 데이터를 처리 가능한 점의 자료로 변환하였으며, 2008년 8월 14일에 마산 연안 10점에 대한 표고측량(z)과 GPS 정지측량(x,y)을 수행하여 LiDAR에서 측정된 좌표(x,y,h)를 정표고(h=z-h)로 변환작업을 수행하고 있다. Fig. 4는 2008년 6월 1일 항공 LiDAR 시스템으로 촬영된 마산 연안의 측량자료를 이용하여 수치지표고모델(DEM)을 제작한 그림을 보여주고 있다.

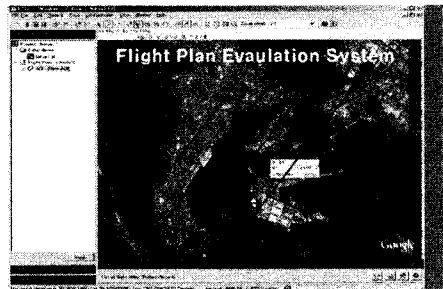


Fig. 3. Flight plan using FPES for LiDAR survey of the Masan coast.

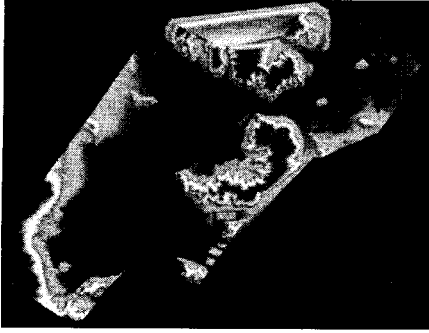


Fig. 4. DEM(Digital Elevation Map) of the Masan obtained by LiDAR(ALS50) surveyed on Jun. 1, 2008.

3. 육도-해도 접합

3.1 만리포 육도-해도 접합

연안에서의 태풍해일로 인한 침수범람 지역을 정밀하게 예측하기 위해서는 연안의 해변을 포함한 주변 육상 표고 자료와 연안의 정밀 수심 자료를 결합한 육도-해도 접합 정밀 지형도를 제작하여야 한다.

만리포 해변의 정밀 지형도를 제작하기 위하여 만리포 해변 LiDAR 측량 자료에 국토지리정보원에서 제공받은 만리포 1:5000 수치지형도와 한국해양연구원의 한국 주변해역 30초 격자 수심 자료를 이용하여 육도-해도 접합 정밀 지형도를 제작하였다(Fig. 5). 만리포 해변의 LiDAR 측량 자료에 접합하기 위하여 우선 만리포 해변의 평균 해수면을 산정하였다(심 등, 2008). 또한 만리포 해안의 수심자료를 보완하기 위하여 정밀 수심 측량용 멀티빔 음향측심기(MBES)를 이용하여 해안선 주변 약 1.5km²의 해역의 수심을 사리 만조 때 정밀하게 측량할 예정이다(2008월 9월, 11월).

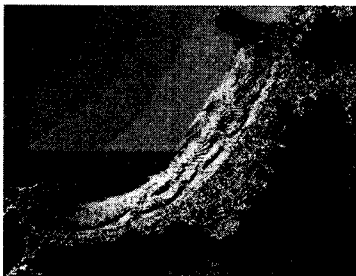


Fig. 5. Improved topographical map of the Malipo beach that is embedded on the existing Malipo

topographical chart(1:5000) and refined bathymetry data using Nautical Chart.

3.2 마산 육도-해도 접합

만리포 해변의 육상 LiDAR 측량을 통한 육도-해도 접합 정밀 지형도 시범작성 기술을 바탕으로 마산 연안의 육도-해도 접합 정밀 지형도를 시범적으로 제작하고 있다. 마산 육도-해도 접합 정밀 지형도는 항공 LiDAR 측량 자료에 국토지리정보원에서 제공받은 마산 1:5000 수치 지형도와 한국해양연구원의 한국 주변해역 30초 격자 수심 자료, 마산항 주변의 정밀 수심 자료를 이용하여 제작하고 있다.

4. 결 론

연안에서의 태풍해일로 인한 침수범람지역을 정밀하게 예측하기 위한 정밀 침수범람 수치모델 개발과 침수범람지역의 재해도(Hazard Map) 작성 기술을 개발하기 위하여 만리포 해안을 육상 고해상도 LiDAR 시스템(LMS-Z420i)과 멀티빔 음향측심기(MBES)를 이용하여 정밀하게 측량하였으며, 마산 연안을 항공 LiDAR 시스템(ALS50)을 이용하여 정밀하게 측량하였다.

만리포의 육도-해도 접합 정밀 지형도를 작성하기 위하여 고해상도 육상 LiDAR 측량 자료에 국토지리정보원에서 제공받은 만리포 1:5000 수치 지형도와 국립해양조사원 수치해도를 기반으로 제작한 한국해양연구원의 한국 주변해역 30초 격자 수심자료를 이용하였다. 만리포 해안의 수심자료는 2009년 9월에 측량 예정인 멀티빔 음향측심기(MBES)를 이용한 해안선 주변 약 1.5km²의 해역의 수심 자료로 보완할 예정이다.

마산 연안의 육도-해도 접합 정밀 지형도를 작성하기 위하여 후처리 단계인 정밀 항공 LiDAR 측량 자료에 국토지리정보원에서 제공받은 마산 1:5000 수치 지형도와 한국해양연구원의 한국 주변해역 30초 격자 수심자료, 마산항 주변의 정밀 수심 자료를 이용할 예정이다.

만리포 해변과 마산 연안을 대상으로 적용중인 육상 LiDAR 측량과 항공 LiDAR 측량을 통한 육도-해도 접합 정밀 지형도 시범작성 기술은 연안에서의 침수범람을 최소화하고 연안재해로부터 인명과 재산을 보호하기 위해 해일침수범람지역 예측 기술 및 재해도 작성기술을 개발하는데 크게 기여할 것으로 기대한다.

감사의 글

본 연구는 한국해양연구원 연구과제인 “해일 침수범람지역 예측 기술 및 재해도(Hazard Map) 작성기술 개발(PE98070)”의 지원을 받아 수행되었습니다. 육상 LiDAR 측량에 도움을 주신 (주) 드림 T&S와 항공 LiDAR 측량에 도움을 주신 (주) 중앙항업에 감사의 말씀을 전해드립니다.

참고문헌

국토지리정보원 (2002). 수치표고모델 시범 연구사업
서승남 (2008). 한국 주변해역 30초 격자 수심, 한국해양과학기술학회 논문집, 제20권, 제1호, pp. 110-120
심재설, 임학수, 김진아, 민인기 (2008). 육상용 LiDAR 측량을 통한 만리포 해변의 정밀 지형도 시점작성, 2008년도 한국해양과학기술협의회 공동학술대회, pp. 2637-2640

Collins, B.D. and Sitar, N. (2004). Application of high resolution 3D laser scanning to slope stability. 39th Symposium on Engineering Geology and Geotechnical Engineering, Butte, Montana, 79-92.

Kayen, R., Barnhardt, W., Carkin, B., Collins, B.D., Grossman, E.E., Minasian, D., Thompson, E. (2004). Imaging the M7.9 Denali fault earthquake 2002 rupture at the delta river using LiDAR, RADAR, and SASW Surface wave Geophysics. Eos Trans. AGU, 85(47), Fall Meet. Suppl., Abstract S11A-0999.