

드론매핑 기술을 활용한 자연 비탈면 재해위험도 평가 방안

정용한*, 임언택**, 구슬*, 박정옥*, 석재옥***, 김성삼*

*국립재난안전연구원 재난원인조사실

**국립재난안전연구원 재난회복연구센터

***국립재난안전연구원 안전연구실

e-mail:jyh1315@korea.kr

A Method for Hazard Assessment of Natural Slopes using Drone Mapping Technology

Yong-Han Jung*, Eon-Taek Lim**, Seul Koo*, Jung-Wook Park*, Jae-Wook Seok***, Seong-Sam Kim*

*Disaster Scientific Investigation Div., National Disaster Management Research Institute

**Disaster Resilience Research Center., National Disaster Management Research Institute

***Safety Research Div., National Disaster Management Research Institute

요약

본 논문에서는 재해위험도 평가를 위한 드론매핑 기술 활용 가능성에 대해 기술하였다. 이를 위해 낙석사고가 자주 발생한 울릉군 죽암지구를 대상으로 상업용 드론과 광학센서를 활용하여 드론 매핑 및 근접 경사촬영 실시하였다. 취득한 영상자료를 처리하여 3차원 모델과 포인트 클라우드를 생성하였고, 이를 통해 죽암지구 자연비탈면의 정량적인 분석을 수행하였다. 분석결과를 토대로 재해위험도 평가에 필요한 항목에 따라 평가를 수행하여 60점(C등급)으로 결과를 도출하였다. 따라서, 드론매핑 기술을 통해 자연비탈면에 대한 재해위험도 평가 활용 가능성을 확인하였고, 기존의 조사방식이 가진 접근성에 대한 한계를 극복하고 효율성도 높일 수 있을 것으로 판단된다.

1. 서론

우리나라는 국토의 63%가 산지로 이루어져 급경사지가 꾸준히 증가하고 있으며, 그로 인한 재해 위험에 지속적으로 노출되고 있다. 때문에 행정안전부에서는 급경사지 재해예방에 관한 법률을 제정하여 지속적으로 관리하고 있다[1]. 급경사지는 매년 해빙기 및 우기를 대비하여 안전관리 실태점검이 이루어지고 있으며, 점검은 붕괴위험성 및 사회적영향도와 조사자 보정점수를 취합해 결정된 최종 점수를 통해 5개(A~E) 등급으로 구분하여, 등급에 맞게 관리하고 있다. 기준의 안전관리 실태점검 간단한 계측 장비와 전문가의 육안점검을 통한 외관조사 방식으로 이루어져 왔다[2].

자연적으로 강이나 바람, 빙하, 지질 활동 등으로 오랜 시간동안 형성된 자연 비탈면은 경사가 급하고 산사태의 위험이 크다. 특히, 울릉도는 화산지형이라는 지형적 특징으로 인해 섬 둘레로 해안을 따라 일주도로가 형성되어 있고, 도로 옆에는 경사가 급한 자연 비탈면과 접하고 있어 매우 위험성이 높다. 더욱이 최근 2021년에서 2025년까지 총 21건의 낙석사고가 발생하였다.

이에 본 연구는 낙석사고가 자주 발생하는 울릉도의 죽암지구 급경사지를 대상으로 기존의 조사방식보다 효율적으로 조사가

이루어질 수 있게 드론매핑 기술을 활용하여 위험성평가를 실시하였다.

2. 연구 방법

2.1 드론 매핑

본 연구에서는 DJI Matrice 350 RTK 드론과 Zenmuse P1 광학 센서를 활용하였다. 본 드론 모델은 RTK 기능을 통한 지형 추적 매핑이 가능하지만, 울릉도 내 위성 신호가 불안정하여 수직 매핑을 수행하였으며, 부족한 부분은 수동으로 일정하게 경사 촬영을 통해 수집하였다. 이를 DJI Terra SW를 통해 후처리 하여 정사영상, 3차원 모델, 포인트 클라우드를 생성하였다.

2.2 재해위험도 평가

재해위험도 평가는 자연비탈면과 인공비탈면으로 구분되어지며, 각 유형에 맞게 구성되어 있다. 본 연구의 대상지인 죽암지구는 자연적으로 생겨난 자연비탈면으로 붕괴위험성(70점), 사회적영향도(30점)로 이루어져 있으며, 이에 조사자 보정점수(24점)이 더해져 결정된다.

다.

[표 1] 위험성 평가 목록

대분류	중분류	소분류
붕괴 위험성	지형	경사각, 높이, 급경사지 종/횡단면 등
	지반·지질	지반변형·균열, 표층침도, 상부외력 등
	시설	보호시설상태
사회적 영향도	강우	비탈면 계곡(연장/폭), 지하수 상태
	주변환경	임야·공원 시설/택지·도로·철도 등
	피해인구수 /차로·교통량	도로와 접한 급경사지(차로수/교통량), 그 외 기타 지역(피해인구수)
조사자 보정점수	급경사지와 인접 시설물과의 거리	
	강우	상부 토석류 발생 여부, 급경사지
	영향인자	배수시설 여부, 지표수 여부 등
조사자 보정점수	사회적 영향인자	노약자 피해 예상 지역, 관리주체가 불분명하거나 자력정비가 어려운 지역

해당 평가를 위해 비탈면 대부분을 확인하여야 하는데, 때때로 조사자는 위험한 비탈면을 올라가야 하는 상황이 발생하게 된다. 이를 드론 매핑기술을 활용하여 생성한 모델을 통해 대체할 수 있다.

3. 결과분석

드론 매핑을 통해 생성한 정사영상, 3차원 모델[그림 1], 포인트 클라우드를 활용하여 자연 비탈면 위험성 평가를 수행하였다.



[그림 1] 죽암지구 3차원 모델

정사영상은 등고선을 QGIS를 활용하여 중첩분석을 통해 형상을 확인할 수 있었으며, 3차원 모델을 통해 직접 경사지를 올라가지 않아도 지반·지질의 위험성을 평가할 수 있었다. 포인트 클라우드를 통해 경사의 단면, 높이, 경사각을 쉽게 도출할 수 있었다. 또한, 비탈면에 근접하여 확인할 수 없었던 전경, 비탈면 상부 모습·형태를 파악하여 평가를 수행하기에 부족함이 없었다.

드론 매핑기술을 활용한 결과를 통해 죽암지구의 재해 위험도를 평가하였을 때 붕괴위험성(45점), 사회적영향도(8점), 조사자 보정점수(7점)을 통해 이러한 평가 점수를

통해 60점(C등급)으로 결과가 판단되었다. 이를 통해 죽암지구의 경우 붕괴위험성은 높은 편이지만, 사회적영향도 즉, 붕괴가 발생하였을 때 피해량은 높지 않은 것으로 판단할 수 있다. 그럼에도 낙석 및 토사유출 방지를 위한 추가 보호가 필요한 상태로 관심을 갖고 주기적인 점검이 필요할 것이다.

4. 결론

본 연구는 낙석사고가 자주 발생하는 울릉도의 죽암지구 급경사지를 대상으로 드론매핑 기술을 활용하여 위험성평가를 실시하였다.

죽암지구를 드론 매핑을 수행하여 정사영상, 3차원 모델, 포인트 클라우드를 생성하였다. 이를 통해 위험성 평가 목록에 있는 붕괴위험성과 사회적영향 및 조사자 보정점수 항목을 평가할 수 있어, 기존 조사방식보다 더욱 효율성이 높다는 것을 확인할 수 있었다.

감사의 글

본 연구는 행정안전부 국립재난안전연구원의 주요연구과제(이동형 로봇기반 재난사고 현장조사 공유 기술개발(NDMI-주요-2025-06-01))으로 수행되었습니다.

참고문헌

- [1] 석재우, 강효섭, 정향선, “급경사지 재해위험도 평가 기준 개선 방안 연구”, 산학기술학회논문지, 제 20권 9호, pp. 372-381, 2019년.
- [2] 김성삼, 김다진솔, 신동윤, 노현주, “드론과 지상 LiDAR를 이용한 급경사지 재해위험성 평가분석”, 대한공간정보학회지, 제 28권 4호, pp. 13-24, 2020년.