

# LiDAR 반사강도를 이용한 골프코스의 구분등록자료 생성

## A Sectional Registration Data Generation of a Golf Course Using LiDAR Intensity

윤희천<sup>1)</sup>·조영원<sup>2)</sup>·이강원<sup>3)</sup>·박준규<sup>4)</sup>

Yoon, Hee Cheon·Cho, Young Won·Lee, Kang Won·Park, Joon Kyu

<sup>1)</sup> 충남대학교 공과대학 토목공학과 조교수(E-mail: hcyoon@cnu.ac.kr)

<sup>2)</sup> 충남대학교 대학원 토목공학과 공학박사(E-mail: ywcho@ildoeng.co.kr)

<sup>3)</sup> 충남대학교 대학원 토목공학과 공학박사(E-mail: kwlee@hist.co.kr)

<sup>4)</sup> 충남대학교 대학원 토목공학과 박사과정(E-mail: surveyp@cnu.ac.kr)

### Abstract

A golf course provides comfortable leisure space, but construction of it demands eco-friendly design which minimizes the environmental spoil and harmonizes its surroundings. Therefore, it is highly recommended that appropriate understanding of existing golf course, accurate estimation of new golf course design and precise construction. In this study, data for golf course design were researched using LiDAR intensity. Consequently, a sectional registration data of a golf course was generated efficiently.

## 1. 서 론

최근 골프장 건설이 늘어나면서 과도한 개발로 인한 환경훼손의 논란과 무리한 사업추진에 따른 민원이 많이 발생하게 되었다. 또 인·허가 기관에서는 사전에 이러한 피해를 예방하기 위해 많은 검토를 하게 되어 인·허가 기간이 길어지고 이로 인해 또 다른 민원을 야기하는 악순환이 계속되고 있다. 이러한 악순환은 정확하지 못한 지형공간정보자료를 활용한 입지분석의 부실과 부정확한 자료에 의한 설계에 따라 시공하는 과정에서 많이 발생하고 있는 것으로 파악되고 있다.

골프장과 같이 대규모 토공이 발생하고 공사 중 물량의 변동이 많은 공사의 준공 시에는 토공량의 정산 등을 위하여 준공 측량이 필수적이며, 준공측량 시에는 구분 등록 면적 측량을 동시에 시행하는 것이 바람직하다. 일반적으로 골프장 시설의 구분 등록은 광범위한 면적에 대한 토지의 유지관리와 세금의 부과 등에 유용하게 활용 할 수 있으며, 골프장 내의 시설물이나 잔디의 관리 및 유지 보수 등에도 활용 할 수 있으므로 준공 시 정확한 측량에 의한 구분 등록 도면의 작성이 필요하다. 그러나 항공사진 측량과 지상측량의 병행작업이나 지상측량에 의해서 이루어지고 있는 기존의 측량 방법에는 많은 시간과 노력이 필요하며 부분적으로 큰 오차가 발생 할 수 있으므로 좀 더 정확하고 기간이 단축되며 발주자와 시공자의 오해가 없는 측량방법의 적용이 절실히 필요한 실정이다.

이에 본 연구에서는 이러한 문제점을 보완 할 수 있는 측량 기법인 LiDAR 시스템을 적용하여 정확한 지형공간정보를 취득하고자 하였으며, 이중 LiDAR 측량의 부가자료인 반사강도 특성을 이용한 골프코스의 구분등록자료 생성 방안에 대하여 연구하고자 하였다. 이는 향후 LiDAR 자료에 의한 측량 결과를

GIS 툴 등에 의해 효율적으로 관리할 수 있는 기반을 마련할 것이다. 나아가 준공 후 골프장의 유지 관리 및 보수 등에 활용 할 수 있을 것이며, 골프장의 식생 변화, 경관 변화 등을 모니터링 하여 보다 쾌적한 친환경 골프장 유지에 크게 기여할 것이다.

## 2. 연구대상지 선정 및 자료 처리

본 연구에서는 LiDAR 자료에 의한 골프코스의 구분등록자료 생성을 위해 최근 골프장 건설이 활발하게 진행되고 있는 제주도 지역을 연구 대상지역으로 선정하여 LiDAR 자료를 취득하고, 기존의 골프장 설계 시 사용한 공사계획평면도 및 구분등록면적표 등의 각종 자료를 취득하였다.

연구대상지역의 LiDAR 원시자료는 1m<sup>2</sup> 당 평균 3~4점의 밀도로 취득하였으며 반사강도에 따라 점의 밀도가 각각 다르므로 사용 용도에 따라 보간법을 적용한 격자자료와 원시자료로 구분하여 사용하였다. 반사강도에 의한 식생 분류나 경계선 추출 등에는 원시자료를 그대로 사용하였으며, 향후 추가적인 연구 및 분석을 위하여 DEM 작성은 1m 간격의 격자자료로 보간 처리 하였다.



그림 1 연구대상지 항공사진영상

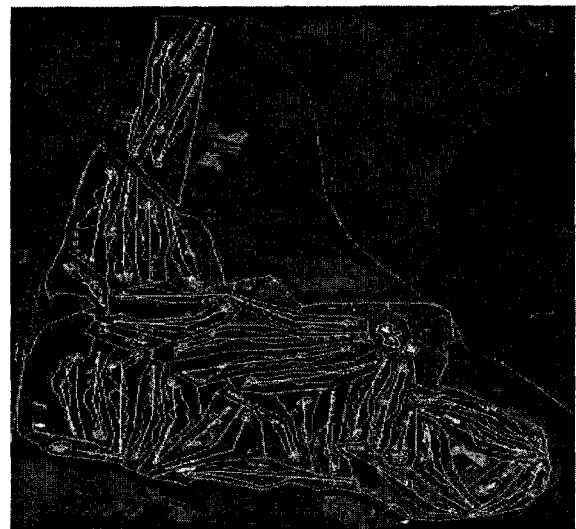


그림 2 골프장 주요요소와 중첩된 항공사진영상

본 연구에서는 연구대상지의 판별을 보다 용이하도록 하고 기존의 공사계획평면도 및 구분등록면적표와 비교하기 위하여 항공사진영상을 취득하였다. 이는 항공 LiDAR 측량 시의 동일 비행기에 탑재된 카메라에 의해 촬영되었으며 TIFF 형태로 저장하였다. 또한 촬영된 항공사진영상의 해상도는 약 40cm 정도이며 수치지형도, 공사계획평면도 및 LiDAR 자료 등과 중첩분석을 하기 위하여 정사보정된 형태로 처리하였다. 그림 1은 연구대상지에 대한 항공사진영상을 보여주고 있으며, 그림 2는 정사보정을 실시한 정사항공사진영상과 골프장의 주요요소들을 표현한 공사계획평면도를 중첩한 상태를 나타내고 있다.

## 3. 골프코스의 구분등록자료 생성

일반적으로 항공 LiDAR 측량에 의해 준공측량을 실시 한 경우는 준공된 골프장 사업구역 내의 모든 지역에 대한 표고 및 반사강도 등의 자료를 확보할 수 있다. 이에 본 연구에서는 항공 LiDAR 측량을 통해 취득된 LiDAR 반사강도 자료를 이용하여 골프코스의 구분등록자료를 작성하였다.

그림 3의 공사계획평면도는 항공사진영상에 공사계획평면도를 중첩하여 표현한 것이다. 이는 공사 준

공 후 실시한 항공 LiDAR 측량 시 동시에 취득된 항공사진과 LiDAR 측량의 부가자료인 반사강도 자료를 이용해서 분석 한 결과이며, 당초 설계도면과 차이가 발생하고 있음을 확인할 수 있었다.

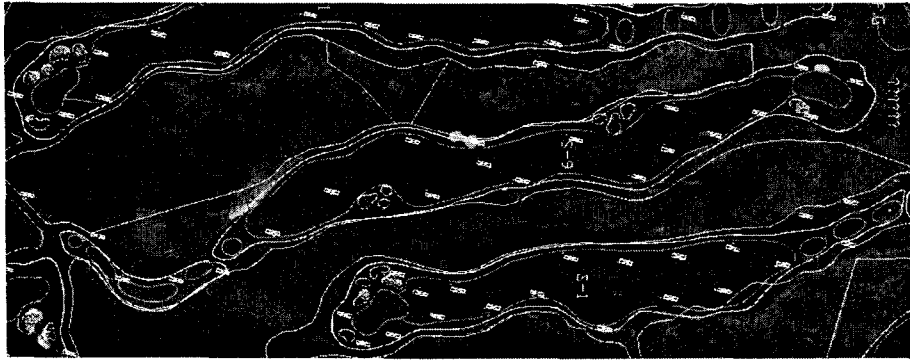


그림 3 연구대상지 골프코스 South-9홀 공사계획 평면도

본 연구에서는 이와 같이 공사과정에서 발생한 변화들을 파악하기 위하여 항공사진영상과 LiDAR 반사강도 자료를 이용하여 구분등록면적을 산출하고자 반사강도 자료를 이용한 구분측량도를 작성하였으며 이는 골프코스 구분등록 신청 시 구분등록도면으로 활용할 수 있을 것으로 판단된다. 그림 4는 연구대상지 내의 South-9코스(홀)에 해당하는 LiDAR 반사강도 구분측량도를 나타내고 있다. 또한 그림 5는 반사강도에 의해 분류된 식생 도면으로 이를 토대로 분석을 실시한다면 구분등록도면의 토지이용 현황 별 면적도 산출할 수 있다.

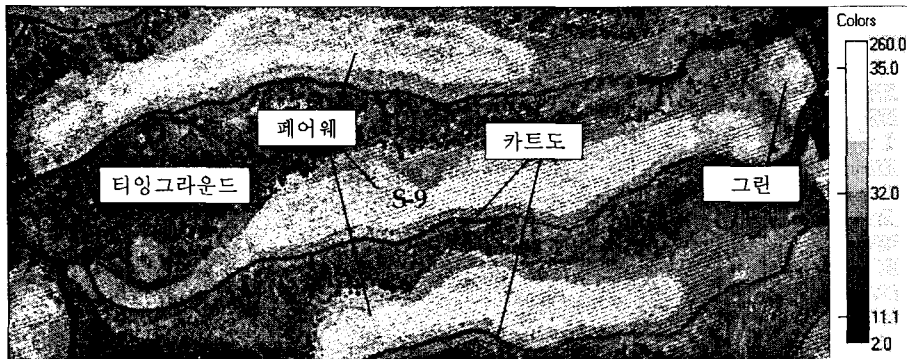


그림 4 연구대상지 골프코스 South-9홀에 대한 반사강도 구분측량도

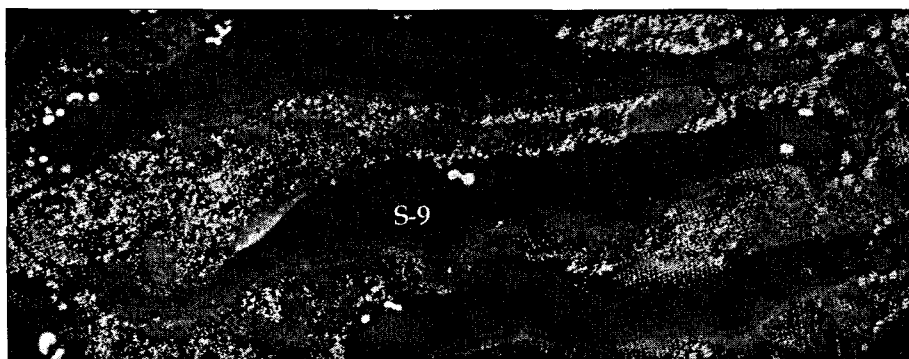


그림 5 연구대상지 골프코스 South-9홀에 대한 식생 구분측량도

본 연구에서는 구분등록면적을 산출하고자 항공사진영상과 LiDAR 반사강도 자료를 이용하여 골프코스에 대한 디지털작업을 수행하였으며 이를 통해 효과적으로 구분등록면적을 산정할 수 있었다.

그림 6은 연구대상지 골프코스 South-9코스(홀)에 대한 구분등록 면적 산정 과정을 보여주고 있으며, 표 1은 LiDAR 반사강도에 의한 구분등록 면적 산출 결과를 나타내고 있다.

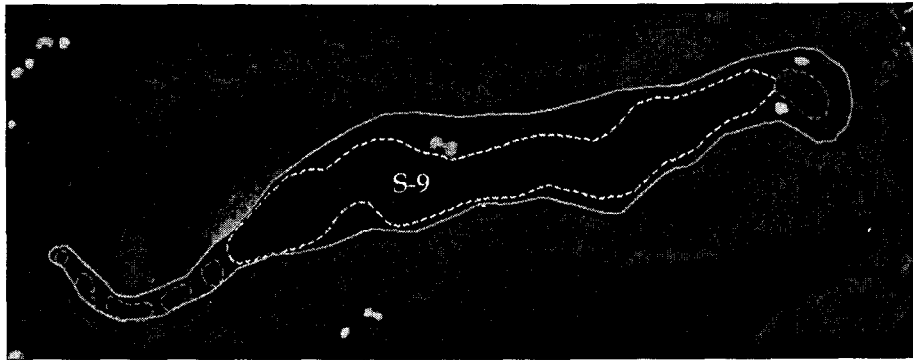


그림 6 디지털라이징에 의한 구분등록 면적 산정

일반적으로 표본 홀에 대하여 면적을 산출한 구분등록 면적은 경계선의 설정에 따라 다소 달라질 수 있으며, 이를 고려하여 본 연구에서 산출한 구분등록 면적을 연구대상지 골프장의 준공완료 후 해당 지방자치단체에 등록하기 위하여 구분한 홀별 내역과 비교해보면 유사한 결과를 나타내고 있음을 알 수 있다.

표 1 골프코스 구분등록자료 생성 결과 (단위: m<sup>2</sup>)

코스(홀)	면적						
	방법	티	페어웨이	러프	장애물	그린	계
SOUTH-9	LiDAR	879	14,210	6,012	420	682	22,203
	기존구분등록자료	892	14,459	5,895	431	663	22,340

#### 4. 결 론

본 연구는 최신의 측량 기법인 LiDAR 시스템을 이용하여 친환경 골프코스 설계 자료를 작성하고자 한 것으로, LiDAR 반사강도를 이용하여 기존 항공사진측량 및 지상측량의 병행에 의해 복잡하게 이루어지던 골프코스의 구분등록자료를 보다 효율적으로 생성할 수 있었다. 또한 LiDAR에 의해 산출된 구분등록면적은 일반적인 등록 경계선 설정에 따른 차이를 고려할 때 기존의 구분등록면적과 유사한 결과를 나타내고 있음을 알 수 있었다. 이는 향후 친환경 골프코스 설계 시 LiDAR 측량의 적용을 제시할 수 있는 기초자료로 활용될 수 있을 것이다.

#### 참고문헌

- 김형태 (2001), GIS 건물 레이어 자동구축을 위한 LiDAR 데이터와 항공사진의 융합, 박사학위논문, 서울대학교 대학원,  
 이승현, 위광재, 이강원 (2004), 항공기용 디지털 영상에 대한 검정(Calibration) 및 정확도 평가, 한국 측량학회 춘계학술발표회 논문집, pp.183 ~ 195.  
 Tom Fazio (2000), *GOLF COURSE DESIGNS*, Harry N. Abrams, Inc.,  
 Airbornelasermapping.com-A reference Site on an Emerging Technology (<http://www.airbornelasermapping.com>)