

임도의 효율적 유지관리를 위한 공간데이터 구축방안 연구: 임도망도를 중심으로

구지희* · 홍창희** · 오윤석*** · 이규성**** · 김태근*****

- * 한국건설기술연구원 건설정보화연구부 GIS/LBS연구센터, 수석연구원, 공학박사
- ** 한국건설기술연구원 건설정보화연구부 GIS/LBS연구센터, 연구원, 공학석사
- *** 한국건설기술연구원 건설정보화연구부 GIS/LBS연구센터, 학생연구원, 박사수료
- **** 인하대학교 환경토목공학부 지리정보공학과, 교수, 이학박사
- ***** 인하대학교 환경토목공학부 지리정보공학과, 학생, 박사과정

Koo, Jee-Hee · Hong, Change-Hee · Oh, Yoon-Seok
Lee, Kyu-Sung · Kim, Tae-Geun

This study is to improve location precision of forest road map which is base of forest road management. The forest road map is constructed using satellite imagery data and GPS route survey, and compared with existing FGIS digital forest road map. And we proposed application of LiDAR data for extracting forest roads.

1. 서론

1.1 연구의 배경

산림법 제10조 4항의 정의에 따라 임도는 “산림의 효율적인 개발, 이용의 고도화 또는 임업의 기계화 등 임업의 생산기반정비를 촉진하기 위하여 필요한 시설”로써 국내에서는 1968년 국유림 내 입목매각지 3개소에 15km의 임도를 설치한 것을 시초로 1984년부터 공·사유림에 민유임도가 설치되어 2002년 현재 총 시설임도 거리는 15,356km에 이르며 임도밀도는 2.39m/ha이다. 이는 미국 10m/ha, 캐나다 11m/ha, 독일 40m/ha 등 임업선진국인 유럽 및 북미에 비하여 현저히 낮은 수준으로, 산림청에서는 2030년까지 미국 수준의 총 연장 56,000km를 건설할 계획에 있다.

이에 앞서 최근 여름철 집중 강우 등으로 인한 산사태의 원인이 되고 있다는 지적에 따라, 기존 임도의 유지관리 필요성이 대두되고 있다. 실제로 최근 산림청의 임도정책은 “재해로부터 안전하고 효율성이 높은 임도시설 구축 및 활용도 제고”를 기본방향으로, 신설보다는 기존 임

도에 대한 구조개량 및 보수에 역점을 두고 있으며, 또한 임업 자체의 목적 외에 산림환경 파괴의 최소화, 간선임도의 연결과 같은 관광이나 산지교통 차원의 활용을 위한 임도사업을 전개하고 있다.

1.2 연구목적 및 방법

본 연구는 임도의 효율적 유지관리를 위한 필수 데이터라 할 수 있는 정확한 임도망도의 추출방안을 제시하고자 하였다. 이를 위해 충남 보령과 홍성 지역에 걸쳐있는 오서산 일대를 연구지역으로 선정하여 GPS 노선측량 및 위성영상을 통한 임도망도 추출방안을 연구하였으며, 이를 기존 FGIS 수치임도망도와 비교분석 하였다. 또한 임도망도 추출 및 임도주변 현황정보 추출을 위한 LiDAR 데이터의 활용 가능성에 대하여 검토하였다.

II. 임도 유지관리 현황 및 문제점

2.1 임도유지관리 현황

국내 임도는 국유임도와 민유임도로 크게 분류할 수 있다. 국유임도는 지방산림관리청 산하 국유림관리소에서, 민유임도는 지방자치단체 산림담당 부서에서 관리하고 있으며, 각 기관별, 노선별로 관리책임자를 지정하여 매년 봄가을로 2회에 걸쳐 임도붕괴, 노면손실, 낙석피해 등에 관한 사전 조사 및 재해 발생 시 피해조사를 하도록 되어있다.

구 분	계 획	기존도로 (2002년 말 현재)	1단계	2단계	3단계	누 계
			2000 ~ 2004	2005 ~ 2010	2008 ~ 2030	
사업량 (km)	국 유 임 도	3,985	2,000	905	7,988	15,000
	민 유 임 도	11,371	6,585	4,064	18,891	41,000
	합 계	15,356	8,585	4,969	26,879	56,000
임도밀도 (m/ha)		2.30	3.75	4.60	10.0	10.0

<표 9> 국내 임도 현황 및 장기계획안

2.2 임도 유지관리의 문제점

실제 임도 유지관리 업무는 인력, 예산 등의 부족으로 산사태와 같은 재해 예방이나 임업 자체의 기능은 물론 산불진화, 휴식공간 제공 등 임도의 공익적 기능 강화와 같은 활용도 제고차원의 업무가 거의 이루어지지 못하고 있다. 단지 순차적 구조개량사업이나 재해발생 후 피해조사 정도에 머물고 있으며, 이마저도 관련 자료의 부재 또는 부족으로 어려움이 많은 상황이다.

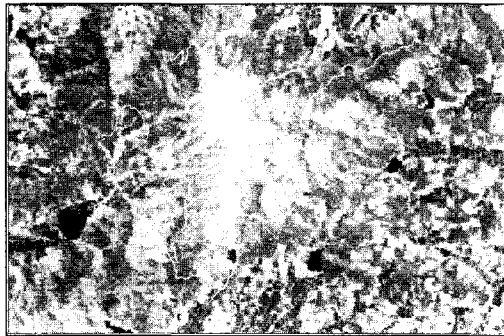
특히, 가장 기본이 되는 임도망도의 경우 1/25,000 지형도에 설계당시 임도 구간을 스케치 형태로 표기한 정도이며, FGIS의 추진으로 이를 수치화한 수치 임도망도가 있긴 하나 정확도와 현시성의 문제 등을 안고 있어 관리기관별로 따로 임도망도를 작성하여 사용하고 있는 등 그 활용이 미미한 상황이다.

III. 임도망도 구축 및 위치정확도 향상 방안

3.1 위성영상을 활용한 임도망도 구축

1999년 5월에 촬영된 Landsat TM 영상을 기하학적 보정 후 화면 디지털이징을 통해 임도망도를 추출하였다.

기하학적 보정은 1/25,000 축척의 수치지도에서 19개의 지상기준점을 선정하고, 이를 1차 다항식을 이용하여 좌표변환 하였다. 이렇게 기하학적 보정된 영상을 다시 영상개선(Enhancement) 과정을 거쳐 화면상에서 직접 임도를 디지털이징(Digitizing)하는 작업을 수행하였다. 다음 그림 1은 이 작업에 사용된 위성영상과 추출된 임도망도의 중첩 모습이다.



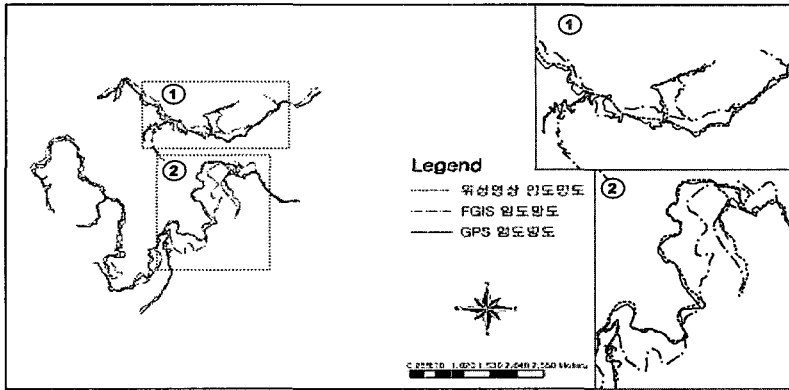
<그림 72> Landsat TM 위성영상

3.2 GPS 노선측량을 통한 임도망도 구축

노선측량은 Trimble 사의 Pathfinder Pro-XR 장비를 이용하여 임도 중심을 따라 도보로 측량하였다. 동시에 Trimble 4800을 오서산 휴양림 관리소 옥상에 베이스로 설치하고 노선측량 기간 동안 5초 간격으로 수신하였다. 측정된 자료는 충남 서산에 있는 위성측위 상시관측소에서 제공되는 자료를 이용하여 보정처리 하는 것으로써 최종적으로 임도망도를 추출하였다.

3.3 기존 수치임도망도와 비교분석

위성영상, GPS 노선측량을 통해 추출된 임도망도와 기존의 FGIS 수치임도망도를 비교분석하였다. 다음 그림 2는 세 임도망도를 중첩한 모습으로, 각각의 임도망도가 정확히 중첩되지 않음을 볼 수 있다. 그림에서 1번 구역을 확대한 그림을 보면 위성영상과 노선측량을 통해 추출된 임도망도는 비교적 일치하는데 반해 기존 임도망도는 그렇지 못함을 알 수 있다. 2번 구역 역시 이런 경향을 볼 수 있는데, 실제로 검증에 위해 GPS 기준점 측량을 통해 획득한 기준점 좌표와 비교해 볼 때 기존 임도망도는 위치오차가 심각한 것으로 나타났다. 또한 일부 구간에서는 기존 임도망도에서 일부 임도가 누락되었음을 확인할 수 있었다. 이는 기존 임도망도의 구축시기에 따른 것으로 당연한 결과라 할 수 있다.



<그림 73> 위성영상, 노선측량 및 기존 FGIS 임도망도의 중첩 비교

IV. LiDAR 데이터의 활용 가능성

4.1 LiDAR 촬영

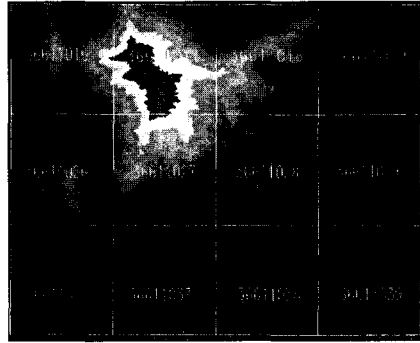
본 연구에서는 최신 기술인 LiDAR 데이터에 대한 활용 가능성을 평가하고자 실제로 연구지역에 대한 LiDAR 측량을 시행하였다. 측량은 국내에서 유일하게 LiDAR 장비를 보유하고 있는 한진정보통신에서 수행하였으며, 장비는 캐나다 Optech사의 ALTM 30/70장비를 사용하였다. 측량 당시 장비의 세팅상태는 다음 표 2와 같다.

항 목	설정값
스캔주기	40Hz
수캔각	± 20.0°
레이저 주사율	71kHz
중첩도	50%
점밀도	1.5(point/m ²)

<표 10> LiDAR 측량 장비세팅 현황

4.2 LiDAR 데이터 처리

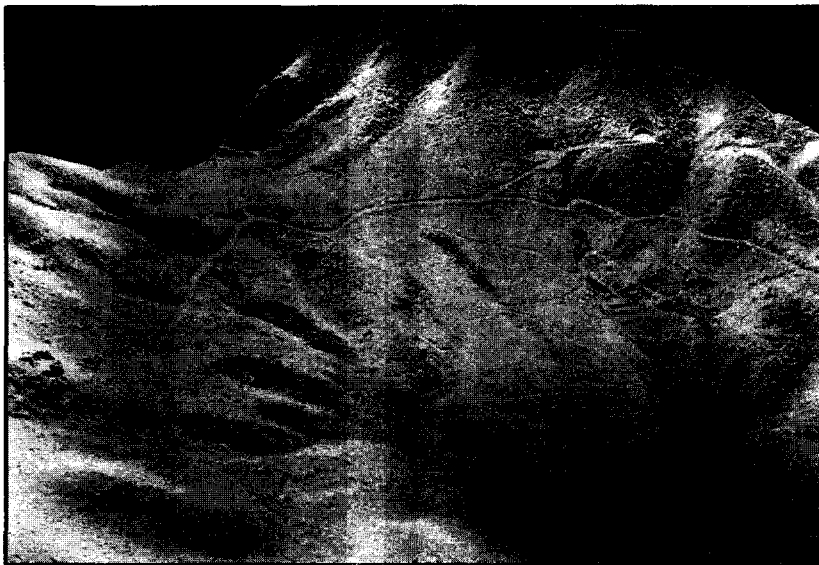
LiDAR 데이터는 MicroStation과 TerraSolid의 제품군을 이용하여 처리하였다. TerraSolid의 제품군인 TerraScan과 TerraModel은 LiDAR데이터를 처리하기 적합하게 만들어진 소프트웨어로서 대용량 데이터 처리와 편집기능이 우수한 소프트웨어이다. 다음 그림 3은 측량된 포인트들의 3차원 좌표를 이용하여 불규칙삼각망(TIN)을 생성한 것으로 연구지역 전체 모습을 보여준다.



<그림 74> LiDAR데이터 처리결과

4.3 LiDAR 데이터 활용 가능성

LiDAR 데이터는 특성상 수 센티미터의 세밀한 지형정보를 측정할 수 있음은 물론 레이어 관리를 통해 수목이나 건물의 높이 또한 표고만의 높이를 측정할 수 있다. 본 연구에서는 1m 당 1.5포인트가 측정될 수 있도록 하여 측량하였으며, 다음 그림 4는 오서산 일부지역을 측량한 결과로 임도망도가 명확하게 확인됨을 알 수 있다. 뿐만 아니라 등산로로 판단되는 작은 길 조차도 확인할 수 있었다.



<그림 75> 연구지역 LiDAR 측량결과; 임도 및 등산로 확인 가능

또한 본 연구에서는 공간해상도 1m의 DEM을 구축하였는데, 이를 통해 산사태 위험분석의 주요인자인 산지경사, 산지사면, 수계망 등의 임도 주변의 주요 공간정보를 보다 정밀하게 추출할 수 있다. 심지어 일반 도로의 경우 신설된 부분을 명확히 확인할 수 있었으며, 무엇보다 절토사면, 성토사면이 명확하게 나타나 이에 대한 정보를 취득하기에 최선의 데이터가 될 것으로 판단된다.

V. 결론

국내 임도 정책은 과거 물량위주의 신규개설에 있었으나 최근 유지관리의 중요성을 파악하고 이에 대한 노력을 기하고 있다. 그럼에도 불구하고 실제 유지관리 업무가 제대로 이루어지지 못하고 있으며, 특히 기반이 되는 자료로써 임도망도의 부재, 부정확함에 대한 개선이 요구된다.

위성영상과 GPS 노선측량을 통한 임도망도의 구축은 보다 정확한 위치정확도 확보와 최신 현황을 반영할 수 있다. 정확한 임도망도의 구축을 위한 방법으로는 기존 임도망도와 위성영상, 노선측량 방법을 병행하여 활용하는 것이 바람직하겠지만 여건상 시간이나 인력의 제약을 받을 때는 기존 임도망도에 위성영상 방법을 추가하는 것만으로도 많은 부분 보완할 수 있을 것으로 판단된다.

무엇보다 정밀한 임도망도의 추출이나 임도 주변의 공간정보를 추출하기 위해서는 LiDAR 데이터의 활용이 가장 적합할 것으로 판단된다. 이는 LiDAR 측량에 대한 비용의 문제를 내포하고 있지만, 단지 임도를 위한 목적으로 또한 한 기관을 위한 목적으로가 아니라 건교부, 환경부, 해양수산부 등 기관별로 활용도를 평가하여 공동으로 구축함으로써 이런 문제를 해결할 수 있을 것이다.

감사의 글

본 연구는 2003년 농림부 농림기술개발사업의 지원에 의해 이루어진 것으로 본 연구를 가늠케 한 농림부 및 관계자 여러분께 감사드립니다.

참고문헌

1. 구지희 외, 2004, 임도의 효율적 유지관리를 위한 공간정보활용기술 개발 보고서, 한국건설기술연구원
2. 산림청, 2004, 임도담당자 실무교육 교재
3. 전근우 외 3인, 2003, 산림공학의 이해, 강원대학교 출판부
4. Goodchild, M., Hunter, G., 1997. A simple positional accuracy measure for linear features, INT. J. Geographical Information Science, Vol. 11, No. 3, 299-306.