

## LiDAR 자료와 WAMIS 정보를 활용한 제방 GIS 데이터베이스 구축에 관한 연구

정윤재<sup>1\*</sup>

### A Study on Establishment of the Levee GIS Database Using LiDAR Data and WAMIS Information

Yun-Jae CHOING<sup>1\*</sup>

#### 요 약

제방(Levee)은 하천을 따라 축조한 공작물로서, 홍수 등 자연 재해로부터 제내지를 보호하는 역할을 한다. 본 논문에서는 낙동강 지역을 촬영한 항공 라이다 자료(airborne topographic LiDAR data)와 국가 수자원 관리 종합정보시스템에서 제공하는 제방현황 자료를 활용하여 제방 GIS 데이터베이스 구축에 관한 연구를 진행한다. 우선, 미국 공병단에서 제공하는 제방 데이터베이스와 국가 수자원 관리 종합 정보시스템에서 제공하는 우리나라 제방현황 테이블을 비교 및 분석한다. LiDAR 자료로부터 제방 정보를 추출하기 위해서, 보간법을 이용하여 LiDAR 점군 자료들로부터 디지털 표면 모델을 생성한 후, 디지털 표면 모델에서 인접한 픽셀간의 최대 고도값 차이를 계산하여 경사 지도를 만든다. 그리고, 경사도 분류 방법을 이용하여 제방의 주요 구성 요소인 둑마루 및 비탈 경사를 나타내는 폴리곤을 각각 추출한다. 그리고, 둑마루 및 비탈 경사 폴리곤들로부터 추출한 속성정보와 국가 수자원 관리 종합정보시스템에서 제공하는 제방현황 자료를 병합하여 제방 GIS 데이터베이스를 구축한다. 마지막으로, 본 연구에서는 라이다 자료만을 활용하여 제방 GIS 데이터베이스를 구축하였을 때의 장점 및 한계에 관해서 토론하고, 이를 보완하기 위한 차후 연구에 관한 방향을 제시한다.

주요어 : 제방, 라이다, 둑마루, 비탈경사, 제방 GIS 데이터베이스, WAMIS

#### ABSTRACT

A levee is defined as an man-made structure protecting the areas from temporary flooding. This paper suggests a methodology for establishing the levee GIS database using the airborne topographic LiDAR(Light Detection and Ranging) data taken in the

2014년 5월 7일 접수 Received on May 7, 2014 / 2014년 7월 23일 수정 Revised on July 23, 2014 / 2014년 7월 28일 심사완료 Accepted on July 28, 2014

1 ㈜지오씨엔아이 공간정보기술연구소 Institute of Spatial Information Technology Research, GEO C&I Co., Ltd.

\* Corresponding Author E-mail : choung.12@osu.edu

Nakdong river basins and the WAMIS(WATER Management Information System) information. First, the National Levee Database(NLD) established by the USACE(United States Army Corps Engineers) and the levee information tables established by the WAMIS are compared and analyzed. For extracting the levee information from the LiDAR data, the DSM(Digital Surface Model) is generated from the LiDAR point clouds by using the interpolation method. Then, the slope map is generated by calculating the maximum rates of elevation difference between each pixel of the DSM and its neighboring pixels. The slope classification method is employed to extract the levee component polygons such as the levee crown polygons and the levee slope polygons from the slope map. Then, the levee information database is established by integrating the attributes extracted from the identified levee crown and slope polygons with the information provided by the WAMIS. Finally, this paper discusses the advantages and limitations of the levee GIS database established by only using the LiDAR data and suggests a future work for improving the quality of the database.

**KEYWORDS** : Levee, LiDAR, Levee Crown, Levee Slope, Levee GIS Database, WAMIS

## 서론

### 1. 연구배경 및 목적

제방은 하천을 따라 축조한 구조물로서, 유수

의 원활한 소통을 유지시키고, 제내지를 보호하는 역할을 한다(Lee, 2010). 제방은 둑마루면과 비탈 경사면들로 구성되어 있으며, 제방을 구성하는 다양한 요소들은 그림 1에서 확인할

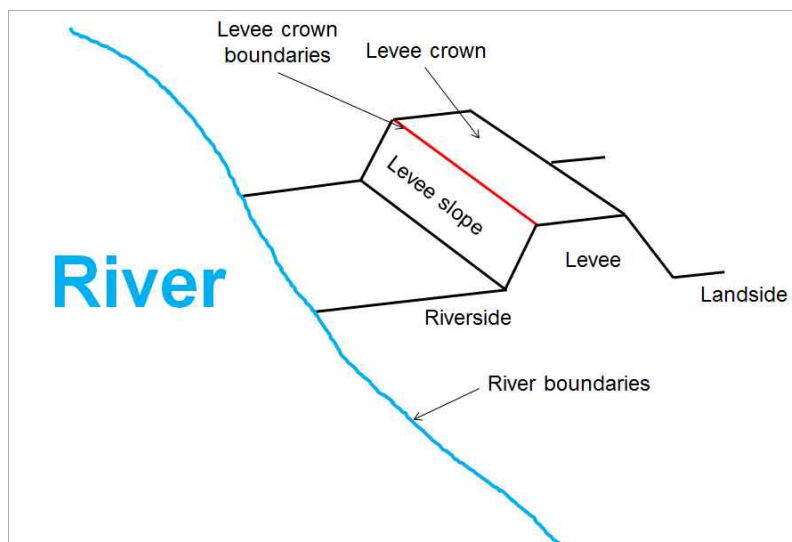


FIGURE 1. Elements of a typical levee(Choung, 2014; FEMA(Federal Emergency Management Agency), 2014)



FIGURE 2. Example of the FIRMs showing the areas protected by the levees(FEMA, 2014)

수 있다.

제방은 하천의 효율적인 관리를 위해 중요한 하천 시설물 중의 하나로서, 제방 GIS 데이터 베이스(Levee information database)의 구축은 제방의 효율적인 관리를 위해 굉장히 중요하다. 미국의 경우, 전통적으로 제방의 유지 및

관리는 국가기관 및 관련기관에서 담당하고 있다(FEMA, 2014; USACE(United States Army Corps Engineers), 2014).

미국 연방재난관리청(FEMA)에서는 제방에 의해 보호받는 지역과 그렇지 않는 지역을 보여주는 홍수 위험 지도(FIRMs : Flood Insurance Risk Maps)를 제작하여 일반에 배

US Army Corps of Engineers
Feedback Login

Home
Reports
Maps
Help
About NLD
Contact Us

**Find Levees Near Me**

Zip Code:

Distance:  miles

**Actions**

FEMA Region(s)	Cong. District(s)	State(s)	County(ies)	System Name	Segment(s)	Sponsor(s)	Length (Miles)	Link to Map	Inspection Type	Inspection Date	Inspection Rating	Authorization Category	Corps Program Levee	Risk Assignment	Leveed Area Type	Leveed Area Acreage
	Region 5	Ohio - 15	Ohio Franklin County	West Columbus, OH, LPP	1	City Of Columbus	7.14		Periodic	12-APR-10	MINIMALLY ACCEPTABLE	USACE Federally constructed, turned over to public sponsor operations and maintenance	Yes	No	Urban	2,911.71

1 - 1 of 1

FIGURE 3. NLD provided by USACE(USACE, 2014)



FIGURE 4. Levee inspection carried out by USACE inspectors(USACE, 2014)

포하고 있다(그림 2).

미국 공병단(USACE)에서는 미국 전역에 있는 2500여개의 제방의 위치, 길이, 제방 안전도 검사날짜, 안전도 평가 결과 등을 보여주는 NLD(National Levee Database)를 구축하고, 일반에 공개하고 있다(그림 3).

USACE는 NLD 구축을 위해 제방조사 프로그램(Levee inspection program)을 설립하여, 현지답사를 통한 지반 조사 방법을 이용하여 제방의 안전도 검사 등을 포함한 제방의 현황 조사를 정기적으로 시행하고 있다(그림 4).

우리나라에서는, 제방을 포함한 하천시설에 관한 정보의 관리는 국토교통부 및 관련기관에서 담당하고 있다. 하천제방 현황에 관한 정보는 국가 수자원 관리 종합 정보 시스템(WAMIS) 홈페이지 (<http://wamis.go.kr/WKF/wkf>

[\\_banksaa\\_lst.aspx](#))에서 확인할 수 있으며, 제방의 이름, 제방과 인접한 하천의 이름, 담당 기관, 시점 및 종점, 길이, 계획 홍수량, 계획하폭, 둑마루폭, 비탈면 경사도, 경사면 재질 등 제방현황에 관한 다양한 정보를 제공한다. WAMIS에서 제공하는 우리나라 제방현황 테이블의 예시는 그림 5에서 확인할 수 있다. 제방현황 테이블은 지자체, 국토관리청에서 발행한 하천정비기본계획보고서를 바탕으로 구축된다.

표 1은 NLD와 WAMIS에서 제공하는 우리나라 제방현황 테이블의 속성정보 비교를 나타낸다. 표 1에서 보는 바와 같이, 제방의 위치, 이름, 길이 정보는 NLD 및 WAMIS에서 제공하는 제방현황 테이블에 모두 포함되어 있다. 반면에, WAMIS에서 제공하는 제방현황 테이블은 제방 표면의 재질, 비탈사면의 경사 및 둑

제방현황

행정구역별 제방현황

행정구역별 | 읍면별 | 하천별

구분: [전체] | 권역: [대구광역시] | 시군구: [동구] | 하천등급: [전체] | 검색

대구광역시 동구 전체하천 제방(61개) 현황

검색항목	조사	제방명	하천명	하천 등급	시점		종점		좌우안	구간연장 (m)	계획홍수량 (m <sup>3</sup> /s)	계획홍수위 (EL.m)	계획하폭 (m)	둑마루폭 (m)	사면문서		호안방식
					위치	속점	위치	속점							제내	제외	
<input type="checkbox"/> 전체하천 <input type="checkbox"/> 신원현황 <input type="checkbox"/> 검색	<input type="checkbox"/>	신암제	공호강	국가	대구광역시 동구 신암동	57+0	대구광역시 동구 신암동	56+50	좌	985	5,750~5,530	34.24~34.65	380	6	01:02.0	01:02.0	콘크리트블럭
<input checked="" type="checkbox"/> 시점	<input checked="" type="checkbox"/>	불로제	공호강	국가	대구광역시 동구 불로동	60+150	대구광역시 동구 불로동	46+0	좌	2,633	5,750	32.16	440	6	1:2.0	1:2.0	불암면
<input checked="" type="checkbox"/> 종점	<input checked="" type="checkbox"/>	서호제	공호강	국가	대구광역시 동구 서호동	73+150	대구광역시 동구 서호동	72+470	우	210	5000	38.21~38.32	400	6	01:02.0	01:02.0	콘크리트블럭
<input checked="" type="checkbox"/> 계획하폭	<input checked="" type="checkbox"/>	안심1제	공호강	국가	대구광역시 동구 서호동	72+470	대구광역시 동구 용계동	65+350	우	3,460	5000	36.25~38.21	400	6	01:02.0	01:02.0	콘크리트블럭, 불암면
<input checked="" type="checkbox"/> 둑마루폭	<input checked="" type="checkbox"/>	안심2제	공호강	국가	대구광역시 동구 금강동	76+400	대구광역시 동구 서호동	73+150	우	1,990	5000	38.32~40.24	400	6	01:02.0	01:02.0	콘크리트블럭
<input checked="" type="checkbox"/> 사면경사	<input checked="" type="checkbox"/>	동촌제	공호강	국가	대구광역시 동구 용계동	65+350	대구광역시 동구 입석동	56+50	우	7,550	5,750~5,000	33.31~36.25	380~400	6	01:02.0	01:02.0	콘크리트블럭, 식생호안
<input checked="" type="checkbox"/> 호안방식	<input checked="" type="checkbox"/>	금강제	공호강	국가	대구광역시 동구 금강동	80+0	대구광역시 동구 금강동	76+400	우	1,450	5,000~3,730	36.69~41.81	400	5.0~6.0	01:02.0	01:02.0	콘크리트블럭, 식생
	<input checked="" type="checkbox"/>	남하제(1)	공호강	국가	대구광역시 동구 대일동	83+50	대구광역시 동구 대일동	80+0	우	1,650	3730	41.81~42.77	400	5	01:02.0	01:02.0	콘크리트블럭, 불암면
	<input checked="" type="checkbox"/>	신원두1제	신원	지방1급	대구광역시 동구 신원동	47+76	대구광역시 동구 신원동	0+0	우	4,776	1328	29.13~43.13	93~251	12			옹벽
	<input checked="" type="checkbox"/>	내곡1제	속신	지방2급	대구광역시 동구 내곡동	12+190	대구광역시 동구 내곡동	14+150	좌	380	38	75.60~91.91	5~10				
	<input checked="" type="checkbox"/>	속신평안제	속신	지방2급	대구광역시 동구 속신평동	2+50	대구광역시 동구 속신평동	10+100	좌	1,680	38~51	42.92~62.99	15~25				

FIGURE 5. Levee information table provided by WAMIS(WAMIS, 2014)

TABLE 1. Comparison between NDL and levee information table provided by WAMIS

	NLD	National levee database provided by WAMIS
Levee's address	Included	Included
Levee's name	Included	Included
Levee's length	Included	Included
Inspection rating of a levee	Included	Not included
Area protected by a levee	Included	Not included
Surface materials	Not included	Included
Slope degree of levee slopes	Not included	Included
Crown's length	Not included	Included

마루 폭 정보들을 포함하고 있으나, NLD는 포함하고 있지 않다. 또한, NLD는 제방의 안전도 평가 결과 및 제방이 보호하고 있는 지역의 정보들을 포함하고 있으나, WAMIS에서 제공하는 제방현황 테이블은 포함하고 있지 않다.

현지답사를 통한 지반 조사 방법을 이용하여 시행하는 하천조사 및 제방현황조사는 막대한 비용 및 시간이 발생한다는 단점 때문에 정기적으로 시행되기 어렵다(Liu *et al.*, 2009). 반면에, LiDAR 등 공간 정보 자료를 이용하여 진행되는 하천/해양조사 및 제방현황조사는 해당지역에 사람이 접근하지 않고도 해당지역의 3차원 지형정보 및 분광정보를 획득할 수 있다는 장점 때문에, 최근 들어 널리 이용되고 있다(Choung, 2014).

높은 정확도를 가진 하천 및 해양지역의 3차원 지형정보를 신속하게 획득할 수 있다는 장점 때문에, 공간정보자료를 활용한 하천 및 해양 지역의 측량 및 지도화 연구는 활발히 진행되어 왔다(Liu *et al.*, 2009; Choung *et al.*, 2013). Lee *et al.*,(2009)는 mean-shift segmentation 방법을 이용하여 다중분광영상 및 LiDAR 자료를 활용하여 해안선 지도화(shoreline mapping)에 관한 연구를 하였다. Choung *et al.*(2011)은 라이더 자료를 이용하여 제방법선 추출에 관한 연구를 하였다. 또한, Liu *et al.*(2009)과 Choung *et al.*(2013)은 다중분광영상 및 LiDAR 자료를 활용하여 미국 오대호 연안의 연안 절벽선 지도화(coastal bluffline mapping)에 관한 연구를 하였다. Jo(2012)는 ISODATA 기법을 이용하여

RapidEye 영상으로부터 하천 추출에 관한 연구를 하였다.

공간정보자료를 활용하여 제방의 지도화에 관한 연구 또한 활발히 진행되어 왔다. Brügelmann(2000)은 LiDAR 자료를 활용하여 제방법선을 추출하였다. Hossain *et al.*(2006)은 IKONOS와 Quickbird 영상을 활용하여 영상자료로부터 제방 표면을 구성하는 주요재질을 식별하였고, Hossain and Easson(2012)은 초분광영상으로부터 제방표면에 발생한 붕괴지역(levee slides)을 탐지하였다.

우리나라에서도 제방 데이터베이스 구축을 위한 연구가 진행되어왔다. Kang *et al.*(2011)은 효율적 제방관리를 위한 데이터베이스 구축방안에 관한 연구를 하였다. 또한, Kang *et al.*(2012)은 스마트폰 어플리케이션을 활용한 제방 조회 시스템에 관한 연구를 하였다.

본 연구에서는 다양한 자동화 방법들을 이용하여 LiDAR 자료로부터 제방을 구성하는 주요 요소들인 둑마루 및 비탈경사면들을 추출하고, 이들의 속성값(높이, 폭, 및 평균 경사도)들을 계산한다. 마지막으로, LiDAR 자료로부터 추출된 제방 속성 정보를 WAMIS에서 제공하는 제방현황 테이블에서 추출한 속성 정보와 병합하여 제방 정보 데이터베이스를 구축한다.

## 2. 연구대상지역 및 연구자료

본 연구에서는 증산제가 위치한 경상남도 창원군 길곡면 일대를 연구대상지역으로 선정하였다. 증산제는 낙동강을 따라 축조된 제방으로



FIGURE 6. Aerial view of the study area(captured from Google Earth, 2014)

서 길이는 3,230m이다(WAMIS, 2014). 연구 대상지역으로 선정된 증산제를 포함하고 있는 경상남도 창원군 길곡면 일대는 그림 6에서 확인할 수 있다.

본 연구에서 사용된 LiDAR 자료는 Optech의 ALTM Gemini 167이 2009년 12월부터 2010년 1월까지 취합한 데이터다. 주어진 LiDAR 자료는 일반적으로 1m 수치표고모델(Digital Elevation Model: DEM)에 대해 1㎡당 1.5개의 평균 점밀도를 갖는다. 주어진 LiDAR 자료의 수평 정확도는 15cm 이고, 수직 정확도는 5cm 이다. 또한, 주어진 LiDAR 자료의 수평 데이터 기준은 GRS(Geodetic Reference System) 1980이고, 수직 데이터 기준은 인천만 평균 해수면이다.

## 연구방법

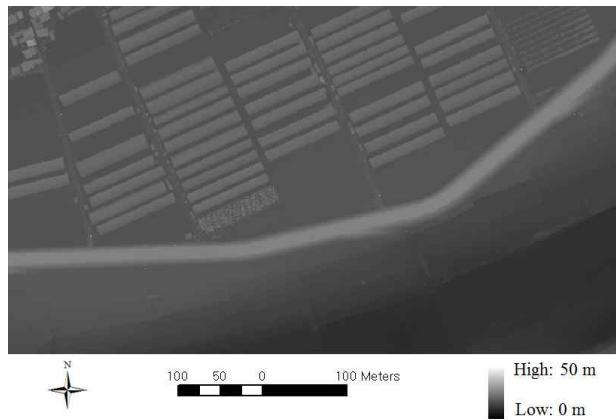
### 1. 경사지도(Slope map) 생성

LiDAR 센서로 취득된 점군 자료는 불균일한 점들로 구성되어 있다. 본 연구에서는 지표면을 균일한 격자 구조로 표현한 디지털 표면 모델

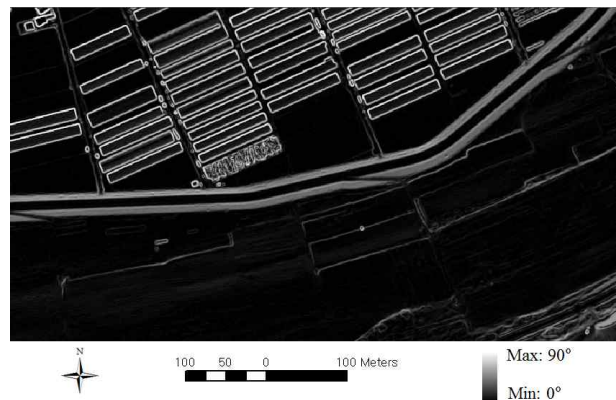
(DSM : Digital Surface Models)로 표현하기 위해서 보간법(interpolation method)을 사용한다. 보간법의 종류에는 선형 보간법, Kriging 보간법, Natural Neighbor 보간법, IDW (Inverse Distance Weighted) 보간법, Spline 보간법 등이 있다(Choung, 2014). 본 연구에서는 제방의 둑마루 및 비탈경사면에 존재하는 가파른 경사를 탐지하기 위하여, 선형 보간법(Linear interpolation method)을 사용하였다. 선형보간법을 사용하여 생성된 DSM에서 각 픽셀의 값은 해당 지역의 고도값(Elevation)을 의미한다(ArcGIS 9.2 Desktop Help, 2014). 본 연구에서는 ArcGIS 9.2를 사용하여 LiDAR 점군 자료로부터 DSM을 생성하였다.

DSM을 생성한 뒤, 인접한 픽셀의 고도값의 최대 차이를 이용하여 해당 지역의 경사도를 보여주는 경사지도(Slope map)를 생성한다. 경사지도에서 각 픽셀의 값은 해당 지역의 경사도(Slope degree)를 의미한다(ArcGIS 9.2 Desktop Help, 2014).

생성된 DSM에서 상대적으로 고도가 높은 지역은 해당 지역의 픽셀이 밝은 색을 가지고, 고



(a) One section of the DSM



(b) One section of the slope map

FIGURE 7. Generated DSM and slope map

도가 낮은 지역은 해당 지역의 픽셀이 어두운 색을 가진다(그림 7(a)). 그리고, 생성된 경사 지도에서 경사가 상대적으로 가파른 지역은 해당 지역의 픽셀이 밝은 색을 가지고, 경사가 편평한 지역은 해당 지역의 픽셀이 어두운 색을 가진다(그림 7(b)).

## 2. 제방의 구성요소들(Levee components) 생성

DSM으로부터 경사지도를 생성한 후, 경사도 분류 방법을 이용하여, 제방의 주요 구성요소인 둑마루면과 비탈경사면을 분류한다. 경사도 분류 방법은 경사지도를 구성하는 각 픽셀의 경

사도를 이용하여, 서로 다른 지형적인 특성을 가진 둑마루면과 비탈경사면의 경사도 범위를 설정하는 방법으로서, 식 (1)을 이용하여 구현된다(Choung, 2014).

Input pixel value of slope map (1)

if  $\text{Min}-10^\circ < \text{pixel value} < \text{Max}+10^\circ$   
 pixel value == 비탈경사면  
 if  $0^\circ < \text{pixel value} < \text{Min}-10^\circ$   
 pixel value == 둑마루면



(a) Levee components shown in aerial orthoimages



(b) Levee crown polygon(yellow polygon) and levee slope polygons(blue polygons)

FIGURE 8. Generated levee components

식 (1)에서, Min은 비탈경사면 경사도 값이 가지는 최소값을 의미하고, Max는 비탈경사면 경사도 값이 가지는 최대값을 의미한다. 일반적으로, 우리나라에서 건설되는 제방의 비탈경사면은  $26.56^\circ$  (1(독마루부터 지표면까지 수직거리):2(독마루부터 지표면까지 수평거리)),  $33.69^\circ$  (1:1.5) 또는  $18.43^\circ$  (1:3)의 경사도를 가진다(Lee, 2010; MLIT(Ministry of Land, Infrastructure and Transport), 2009). 따라서, 식 (1)에서, Min은  $18.43^\circ$  로 설정되고, Max는  $33.69^\circ$  로 설정된다. 비탈경사면에서 발생할 수 있는 침식 및 붕괴 등의 이유로 인해서, 비탈 경사면을 추출할 수 있는 경사도 범위에  $\pm 10^\circ$  를 더해준다(Choung, 2014). 또한, 제방의 독마루면은 비탈경사면에 비해서 상대적으로 편평한 경사를 가지고 있기 때문에, 경사지도로부터 독마루면을 추출할 수 있는 경사도 범위는 비탈경사면을 추출할 수 있는 경사도 범위와 겹치지 않도록 설정한다(Choung, 2014). 경사도 분류 방법을 이용하여, 비탈경사면의 경사도 범위는  $[8.43^\circ, 43.69^\circ]$  으로 설정되고, 독마루면의 경사도 범위는  $[0^\circ,$

$8.43^\circ]$ 으로 설정된다. 설정된 두 경사도 범위를 이용하여 경사지도로부터 독마루 폴리곤과 비탈경사 폴리곤을 각각 추출한다. 비탈경사 폴리곤이 다른 객체로 연결되어있는 경우, 수작업을 통하여 다른 객체와 분리한다. 항공 정사영상에서 바라본 제방의 주요 요소들은 그림 8(a)에서 확인할 수 있고, 경사지도로부터 추출한 독마루(노란색 폴리곤) 및 비탈경사(파란색 폴리곤들) 폴리곤들은 그림 8(b)에서 확인할 수 있다.

### 3. 제방 GIS 데이터베이스(Levee GIS database) 구축

제방의 주요 구성요소인 독마루 및 비탈경사면을 나타내는 폴리곤들을 추출한 후(그림 8), 각 구성요소의 속성값들과 WAMIS에서 제공하는 제방정보를 병합하여 제방 GIS 데이터베이스를 구축한다. 제방 GIS 데이터베이스를 구축하는 순서도는 그림 9에서 확인할 수 있다. 본 연구에서는 제방 GIS 데이터베이스를 구축하기 위해 독마루 GIS 테이블과 비탈경사 정보 테이블을 생성하여 제방 정보 데이터베이스를 구축



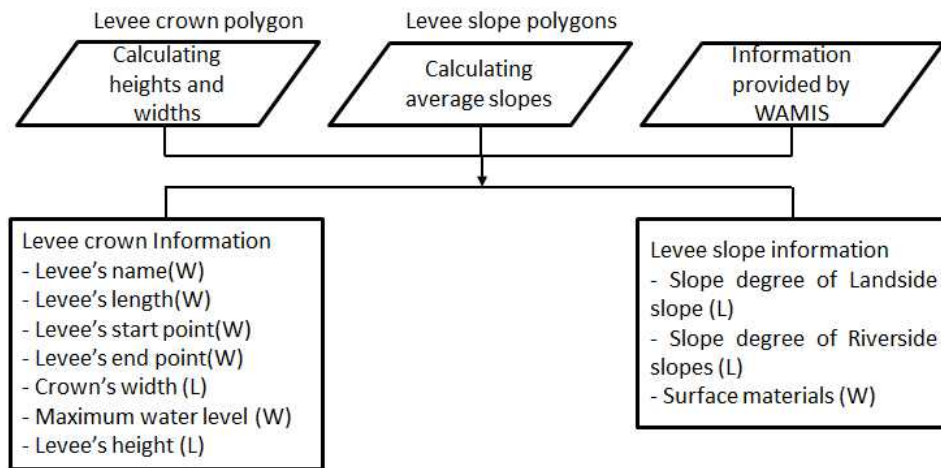


FIGURE 9. Flow chart showing establishment of levee GIS database

하도록 한다. 그림 9에서 LiDAR 자료로부터 추출한 속성 정보들은 L로 표시하였고, WAMIS에서 제공하는 속성 정보들은 W로 표시하였다.

그림 9에서 보는 바와 같이, 둑마루 정보 테이블은 제방의 이름, 제방의 길이, 제방의 시점 및 종점, 둑마루 폭, 계획홍수위 및 제방의 높

이 정보 등을 포함하고 있고, 비탈경사 정보 테이블은 제내지 비탈사면 경사, 제외지 비탈사면 경사 및 경사면 주요 재질 정보 등을 포함하고 있다. 두 테이블에서 둑마루 폭, 제방의 높이, 제내지 비탈사면 경사 및 제외지 비탈사면 경사 정보는 둑마루 및 비탈경사 폴리곤에 위치한 LiDAR 점군자료들을 이용하여 추출된다.



(a) Checkpoints(red dots) generated at 50 m interval along the levee top polygon



(b) LiDAR points(blue dots) located in the levee top polygon

FIGURE 10. Operation showing calculation of width, elevation of levee crown and slope degree of levee slopes



(c) LiDAR points(green dots) located in the levee slope polygons

FIGURE 10. Continued

TABLE 2. Tables consisting of levee GIS database

(a) Table for levee slope information

Attribute ID	Attributes name	
1	Code	Levee ID
2	RSlope	Slope degree of riverside slopes
3	LSlope	Slope degree of landside slopes
4	Surface	Surface materials

(b) Table for levee crown information

Attribute ID	Attribute name	
1	Code	Levee ID
2	Name	Levee's name
3	Length	Levee's length
4	Pt_S	Levee's start point
5	Pt_E	Levee's end point
6	Width	Crown's width
7	Flood_E	Maximum water level
8	Ele_L	Levee's height

본 연구에서는 둑마루 폴리곤의 폭을 50m 간격으로 측정하여 둑마루 폴리곤의 평균 폭을 계산한다(그림 10(a)). 또한, 둑마루 폴리곤에 위치한 LiDAR 점군 자료들을 이용하여 둑마루 폴리곤의 평균 높이를 계산한다(그림 10(b)).

마지막으로, 비탈경사 폴리곤에 위치한 LiDAR 점군 자료들을 이용하여 제내지 비탈사면 평균 경사도 및 제외지 비탈사면 평균경사도를 계산한다(그림 10(c)).

LiDAR 자료를 활용하여 둑마루 및 비탈 경

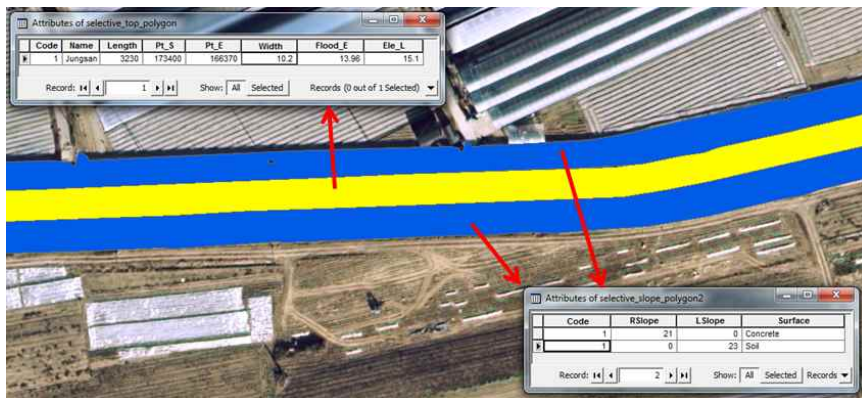


FIGURE 11. Generated levee information database for Jungsan levee located in the study area

사면의 다양한 속성 정보들을 추출한 후, WAMIS에서 제공하는 제방 GIS와 병합하여 제방 GIS 데이터베이스를 구축한다. 제방 GIS 데이터베이스를 구성하는 테이블들은 표 2에서 확인할 수 있다.

제방 GIS 데이터베이스를 구성하는 2개의 테이블을 생성한 후, WAMIS에서 제공한 제방 정보들과 병합하여 테스트베드에 위치한 증산제의 제방 GIS 데이터베이스를 구축한다. 연구 대상지역에 위치한 증산제의 제방 GIS 데이터베이스는 그림 11에서 확인할 수 있다.

## 결론

본 논문에서는 LiDAR 자료 및 WAMIS에서 제공하는 제방 정보 테이블을 활용하여 제방 GIS 데이터베이스 구축에 관한 연구를 진행하였다. 또한, USACE에서 제공하는 NLD와 WAMIS에서 제공하는 우리나라 제방현황 테이블을 비교 및 분석하고, 우리나라 제방현황 데이터베이스의 구축의 문제점 및 개선방향에 관해서 고찰하였다. 본 연구에서는 현지답사를 통한 지반조사방법을 이용하지 않고, 공간 정보 자료인 LiDAR 자료를 활용하여 제방 GIS 데이터베이스를 구성하는 속성 정보(독마루 평균 높이, 독마루 평균 폭, 제내지 비탈경사 평균 경사도 및 제외지 비탈경사 평균 경사도)를 추출하였다.

따라서 본 연구는 공간 정보 자료인 LiDAR 자료를 활용하여 제방 GIS 데이터베이스 구축에 필요한 정보들을 다양한 자동화 방법을 이용하여 추출함으로써, 현지답사를 통해 발생하는 시간 및 비용을 절감하고, 보다 효율적으로 제방 GIS 데이터베이스를 구축하였다는 데 그 의미가 있다.

그러나, 분광정보를 제공하지 않는 LiDAR 자료의 특징 때문에, 독마루 면 및 비탈경사 면을 구성하는 주요 재질의 파악은 LiDAR 자료의 활용만으론 불가능하다는 사실을 알 수 있다. 또한, 공간정보 자료를 활용한 제방의 안전도 평가 방법 개발에 대한 연구가 미흡하여, 안

전도 평가 정보가 제방 GIS 데이터베이스에 포함되지 않았다. 따라서, 다중분광 영상자료 등 분광정보를 제공할 수 있는 자료들을 활용하여 제방의 표면을 구성하는 주요재질의 식별을 위한 추가적인 연구가 필요하며, 제방의 안전도 평가 방법 개발에 관한 추가적인 연구도 필요하다. [KAGIS](#)

## REFERENCES

- Brügelmann, R. 2000. Automatic breakline detection from airborne laser range data. *International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing*, Amsterdam, The Netherlands, July 16-22, 2000. Vol. 33(B3), pp.109-116.
- Choung, Y.J. 2014. Mapping levees for river basin management using LiDAR data and multispectral aerial orthoimages. Ph.D. Dissertation, The Ohio State University, Columbus, OH, USA. 189pp.
- Choung, Y.J., H.C. Park and M.H. Jo. 2012. A study on mapping 3D river boundary using the spatial information datasets. *Journal of the Korean Association Geographic Information Studies* 15(1):87-98 (정윤재, 박현철, 조명희. 2012. 공간정보를 이용한 3차원 하천 경계선 매핑에 관한 연구. *한국지리정보학회지* 15(1):87-98).
- Choung, Y.J., H.C. Park, Y.I. Chung and M.H. Jo. 2011. Mapping man made levee line using LiDAR data and aerial orthoimage. *Journal of the Korean Association Geographic Information Studies* 14(1):84-93 (정윤재, 박현철, 정연인, 조명희. 2011. 라이더 데이터와 항공 정사영상을 활용한 인공 제방선 지도화. *한국지리정보학회지* 14(1):84-93).

- Choung, Y.J, R. Li and M.H. Jo. 2013. Development of a vector-based method for coastal bluffline mapping using LiDAR data and a comparison study in the area of Lake Erie. *Marine Geodesy* 36(3):285-302.
- Hossasin, A.K.M.A. and G. Easson. 2012. Predicting shallow surficial failures in the Mississippi river levee system using airborne hyperspectral imagery. *Geomatics, Natural Hazards and Risk* 3(1):55-78.
- Hossain, A.K.M.A., G. Easson and K. Hasan. 2006. Detection of levee slides using commercially available remotely sensed data. *Environmental and Engineering Geoscience* 12(3):235-246.
- Jo, M.H. 2012. A study on the extraction of a river from the RapidEye image using ISODATA algorithm. *Journal of the Korean Association Geographic Information Studies* 15(4):1-14 (조명희. 2012. ISODATA 기법을 이용한 RapidEye 영상으로부터 하천의 추출에 관한 연구. *한국지리정보학회지* 15(4):1-14).
- Kang, K.S. and K.C. Park. 2012. Application using smartphone study of the levee inquiry system. *Proceeding of Korea Water Resources Association* 2012. pp.622-626 (강경석, 박기춘. 2012. 스마트폰 어플리케이션을 활용한 제방조회시스템 구축 방안 연구. *한국수자원학회 2012년도 학술발표회논문집*. 622-626쪽).
- Kang, K.S., K.Y. Lee and K.C. Park. 2011. A study on alternatives database construction for a efficient levee management. *Proceeding of Korea Water Resources Association* 2011. pp.232-236 (강경석, 이계윤, 박기춘. 2011. 효율적 제방관리를 위한 DB 구축 방안 연구. *한국수자원학회 2011년도 학술발표회논문집*. 232-236쪽).
- Lee, I.C., B. Wu and R. Li. 2009. Shoreline Extraction from the integration of LiDAR point cloud data and aerial orthophotos using mean shift segmentation. *Proceedings of the ASPRS 2009 Annual Conference, Baltimore, MD, March 9-13, 2009*. 7pp.
- Lee, J.S. 2010. *River Engineering and Design*. Saeron. 600pp (이종석. 2010. 하천공학 및 설계. 도서출판 새론. 600쪽).
- Liu, J.K., R. Li, S. Deshpande, X. Niu and T.Y. Shih. 2009. Estimation of blufflines using topographic LiDAR data and orthoimages. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing* 75(1):69-79.
- MLIT. 2009. Report for management of Nakdong River. 988pp (국토교통부. 2009. 낙동강수계 하천기본계획(변경) 보고서. 988쪽).
- [http://www.wamis.go.kr/WKF/wkf\\_banksaa\\_1st.aspx](http://www.wamis.go.kr/WKF/wkf_banksaa_1st.aspx). 