

선진화된 하천측량자료 활용 및 관리를 위한 하상변동 자료관리 프로그램 기반의 하도유지관리체계 개선에 관한 연구

조명희¹ · 김경준² · 김현정^{2*}

A Study on the Improvement of River Management System Based on Riverbed Change Data Management Program for Utilization of Advanced Bathymetry Data

Myung-Hee JO¹ · Kyung-Jun KIM² · Hyun-Jung KIM^{2*}

요 약

계절 및 지형 등 다양한 환경요인으로 인하여 하천관리 전반에 대한 체계적인 관리가 어려워지고 있으며, 특히 여름철 집중호우와 하천개발사업 등 자연적·인위적인 요소에 의해 하천지형이 급격히 변화하는 특성을 보이고 있다. 이렇듯 변화하는 조건에서 효율적이고 능동적인 하천유지관리를 위해서는 하천지형 조사를 통한 데이터의 주기적인 획득과 조사 자료의 지속적인 관리업무 지원을 위한 선진 하천유지관리체계 구축이 필요하다. 따라서 국가하천의 통합적인 정보제공 기반인 하천관리지리정보시스템(RIMGIS)의 기능개선 및 고도화를 통한 효율적인 체계구축의 필요성이 제기되고 있다. 본 연구에서는 신규 하천지형 조사 자료의 체계적인 관리와 하천동적변화 관련 데이터의 효율적인 활용을 위하여 데이터베이스 및 시스템을 설계하여 하상변동 자료관리 프로그램을 개발하였다. 하천의 다양한 동적변화를 관리 및 분석하는 기능을 제공하고 있으며, 주요기능으로 하천조사자료 구축현황 조회, 하천 중·횡단면 모니터링, 하상변동 자료 분석 기능을 제공하여 하천 유지관리업무에 활용할 수 있도록 기반 아키텍처를 구성하였다. 하천동적변화와 관련된 유지관리업무에 본 프로그램을 활용함으로써 하천지형 조사 자료를 체계적으로 관리하고 효율적으로 활용할 수 있을 것으로 기대한다.

주요어 : 하천측량자료, 하상변동, 자료관리, DB설계, 하천관리지리정보시스템(RIMGIS)

2013년 7월 28일 접수 Received on July 28, 2013 / 2013년 9월 6일 수정 Revised on September 6, 2013 / 2013년 9월 10일 심사완료 Accepted on September 10, 2013

1 경북대학교 융·복합시스템공학부 School of Convergence & Fusion System Engineering, Kyungpook National University

2 (주)지오씨엔아이 공간정보기술연구소 Institute of Spatial Information Technology Research, GEO C&I Co., Ltd.

* Corresponding Author E-mail : hjkim@geocni.com

ABSTRACT

The systematic management of river is difficult due to various environmental factors such as season and terrain deformation. Especially, river terrain are rapidly changing by natural and anthropogenic factors such as torrential rain during the summer and river development projects. Thus in this conditions, building the advanced river management system is an essential condition to support the ongoing management of survey data and to acquire data regularly through river terrain survey in order to maintain an active river. The need to build an efficient system have been increased through the enhancement and advancement of River Management Geographic Information Systems(RIMGIS). In this study, database design system and Riverbed Change Data Management Program was developed for systematic management of new river terrain survey data and the efficient use of river data dynamic changes. The key features are construction of river survey data, cross and longitudinal section monitoring and analysis of riverbed change data. Maintenance tasks which can be utilized in river-based architecture was constructed. The expected results are to be able to manage river systematically, and utilization of river topographic survey data efficiently for river maintenance work.

KEYWORDS : *Bathymetry Data, River-bed Change, Data Management, DB Design, RIMGIS*

서론

우리나라 하천은 여름철 집중호우와 봄철 가뭄 등 계절적 요인으로 유량변동이 크고, 유역 분지가 협소한 지형적 특성으로 유황이 불안정하여 수자원 이용 및 관리에 어려움이 따른다. 또한 최근 전 세계적인 이상기후로 인해 빈번히 발생하는 여름철 극한강우와 하천기능을 개선하기 위한 목적으로 수행된 다양한 하천개발 사업 등은 하천지형의 변화를 더욱 심화시켰다. 이러한 하천지형의 변화는 과거부터 축적되어 온 하천조사자료와 실제 하천지형 간의 차이를 가져와 기존 하천조사자료를 활용한 하상변동 예측 시 정확도를 떨어뜨리는 원인이 될 수 있다. 따라서 신규 하천조사자료를 축적하고 이를 효율적으로 관리 및 활용하는 하천 유지관리체계를 구축하는 것이 매우 중요하다.

신규 하천조사자료 구축에 있어서 국가하천 본류를 기준으로 종단방향 200~500m 간격,

횡단방향 20m 간격으로 수행되는 기존의 하천 종·횡단 측량방법 채택 시, 넓은 측량간격으로 인해 결측 구간이 다수 발생하여 하천조사자료의 부실을 초래할 수 있어 본 연구에서는 하천 지형 모니터링 정밀도 및 연속성을 증대시키기 위한 방안으로 다차원 공간정보기술을 활용한 수심측량을 수행하였다. 사이드스캔소나(Side Scan Sonar) 및 유·무인 음파측심기를 활용한 측량방법은 주로 수심이 얇은 해안에 적용된 사례가 다수 조사되는데, 최근에는 수면하 하천지형 조사에 유·무인 음파측심기를 이용함으로써 기존 측량방법 대비 정확하고 경제적인 측량이 가능하다는 연구결과가 확인된 바 있다(Jung and Kang, 2002; Suzanne *et al.*, 2007).

구축된 하천조사자료의 관리 및 활용 측면에서, 전국의 국가하천에 대한 지리정보를 구축하여 효율적이고 체계적으로 하천관리업무를 지원하기 위해 1999년부터 하천관리지리정보시스템(RIMGIS : River Management Geographic

Information System)이 운영되고 있다. 국토교통부 한강홍수통제소는 최근 하천관리지리정보시스템 기능개선 및 DB구축 작업 등을 통하여 시스템 고도화를 위한 기술개발의 노력을 이어오고 있다(MLTM, 2012). 뿐만 아니라 하천분야에 다차원 공간정보기술 적용을 논의하고 하천유지관리업무를 지원하는 시스템을 개발하는 등의 연구(Park. *et al.*, 2011; Jo. *et al.*, 2012)와 다차원 공간정보를 활용하여 정밀한 하천지형을 제작하는 연구(Choung. *et al.*, 2011) 등이 수행된 바 있다.

본 연구에서는 하천관리지리정보시스템과 연계하여 하천측량자료를 체계적으로 관리하고 효율적으로 활용하기 위한 방안을 모색한 결과, 하천측량성과를 DEM으로 표출하고 정량적으로 분석하는 기능을 구현할 수 있는 하상변동 자료관리 프로그램을 개발하였다. 하상변동 자료관리 프로그램의 개발에 앞서, 하천지형과 관련된 다양한 자료들을 프로그램에 활용할 수 있도록 데이터베이스를 설계 및 구축하고, 사용자 편의를 고려한 항목구성 및 화면 인터페이스 개발을 수행하였다. 개발된 하상변동 자료관리 프로그램 활용을 통해 하천 동적변화자료의 체계적인 관리를 통한 하천정보 통합관리의 기초 환경을 구축하고, 하천동적변화와 관련된 현행 유지관

리체계를 개선할 수 있을 것으로 기대한다.

연구방법

1. 현행 하천유지관리체계 조사 및 분석

현행 하천유지관리체계를 조사한 결과, 전체 하천유지관리업무 프로세스 중 하천동적변화와 관련된 업무는 하상변동 종합점검, 하상변동 세부조사, 자료 분석, 유지보수 필요지역 결정 및 유지보수 수행 작업이 해당되며, 그 내용은 다음 그림 1과 같다.

현행 하천유지관리체계에 대한 하천관련업무 담당자들의 의견을 수렴하여 체계 개선을 위한 연구에 활용하고자 하였다. 4개 지방국토관리청의 강살리기사업팀 및 하천계획과 소속 담당자들을 대상으로 국가하천 관리자료와 연계한 하천유지관리기술에 관한 수요조사를 심층인터뷰 방식으로 수행하였으며, 그 내용은 다음 표 1과 같다.

수요조사 분석 결과, 하천유지관리업무 효율성 증대를 위한 신규 프로그램의 개발이 필요하며, 실무자들의 업무중복 방지를 위해 이를 현재 운영 중인 하천관리지리정보시스템 내에 하위항목으로 제공하고자 한다. 또한 개발 예정

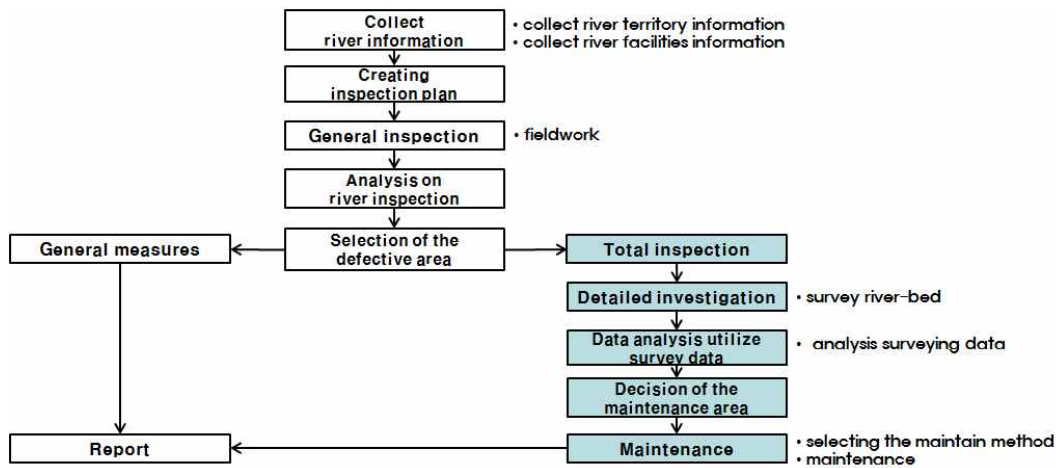


FIGURE 1. Current river maintenance system

TABLE 1. Investigation of request for river management skills

Survey items	Explanation
RIMGIS Advancement	Development of additional features of the system, but through linkages with existing systems that avoid duplication of work.
Improvement of river management system	By systematically managing terrain data streams increasing efficiency of river maintenance tasks.
River-bed change data management program development	Express river-bed change by graphic and figures. Develop the accuracy of the river topography change analysis.

인 프로그램의 기능으로 가시적인 그래픽과 정량적인 수치를 함께 제공하는 방안을 모색함으로써 실무자들이 효율적으로 활용할 수 있도록 한다.

2. 하천조사자료 수집

하천지형변화가 클 것으로 예상되는 4대강 살리기 사업 구간 중 수심측량 성과물의 정확도 검증이 용이하도록 인공지물이 고르게 분포되어 있는 지역을 연구대상지로 선정하고자 하였다. 따라서 낙동강 하류에 위치한 창녕·함안보를 중심으로 상·하류 약 3km 구간을 대상으로 2012년 2월과 2013년 3월 두 차례에 걸쳐 수심측량을 수행하였다. 계절적 영향에 따른 하천지형 변화를 최소화하기 위해 2012년 1차 측량 이후 1년 뒤 동일한 시기에 측량을 수행하였고, 두 차례 모두 측량 전 보의 방류가 없는 조건으로 수행되었다. 측량장비로는 사이드스캔소나(Side Scan Sonar), 유·무인 음파측량장비, GPS측량장비를 사용하였는데 수심측량에 앞서 사이드스캔소나를 이용하여 수면 하천지형의 특이점을 발견하고, 유·무인 음파

측량장비를 이용하여 공공측량작업규정의 수직정밀도를 확보하는 측량작업을 수행하였다. 표 2에 수심부 측량자료 취득에 관한 상세정보를 제시하였다.

세계측지계인 GRS1980 좌표체계를 적용한 수심측량 원시자료를 수치와 그래픽을 동시에 표현하기 적합한 파일포맷인 아스키(ASCⅡ)형태로 변환하고, 낙동강수계 하천정비기본계획(변경) 보고서(MLTM, 2009)에 따른 측점번호별로 자료를 분할하여 사용하였다. 수심측량 성과물과 함께 하천기본계획 자료 중 하나인 하천중심선과 하천측점의 셰이프(SHP)형태의 자료를 수집하여 연구에 사용하였다. 추후 최심하상고 또는 평형하상고 기준의 하천선을 하천중심선과 함께 활용하는 방안에 대한 연구가 필요하다. 표 3은 연구에 활용하기 위해 수집한 하천조사 자료 예시를 나타낸다.

3. 하상변동 자료관리 프로그램 개발

1) 하천동적변화 관련 DB설계 및 구축

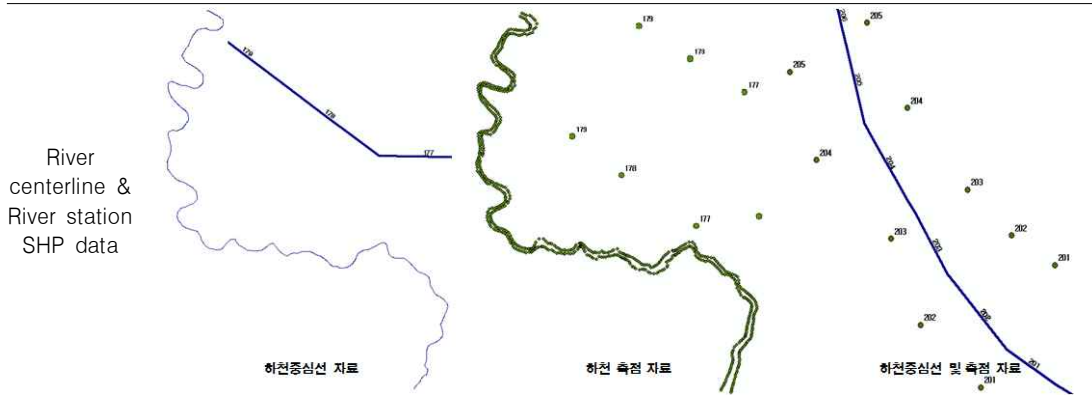
하천의 동적변화와 관련된 다양한 자료를 하천 유지관리 업무에 활용할 수 있도록 하천지형

TABLE 2. Information of river-bed measurement data

Division	Explanation
Place	Nakdong river changnyeung · haman weir upstream & downstream
Time	1st Surveying: 2012. 02 2nd Surveying: 2013. 03
Specification	Side Scan Sonar: SeaView 400 echo sounder: AquaRuler 200T, ±1cm accuracy Unmanned echo sounder: Sontek M9, ±1cm accuracy GPS: Trimble 5700, ±0.5cm accuracy

TABLE 3. Collected data

Division				Explanation					
		x	y	z					
Bathymetry raw data (left) & ASC II conversion data(right)	Nakdong river	161545.97	309406.59	-1.9	ncols	380			
		161539.17	309387.53	-3	nrows	870			
		161520.98	309330.35	-4.4	xllcorner	159713.82755625			
		161514.92	309311.30	-4.5	yllcorner	208855.53029392			
		161508.86	309292.24	-5.6	cellsize	1			
		161502.79	309273.18	-3.5	NODATA	-9999			
		161520.98	309330.35	-4.4	-9999	-9999	-9999	-9999	-9999
					-3.666301	-3.66575	-3.6625	-3.66167	-3.66778
			-3.974592	-3.97527	-3.98458	-3.98513	-3.66588		
				-9999	-9999	-9999	-9999	-3.66575	



관리와 관련된 엔티티를 추출하여 데이터베이스를 설계하였다. 데이터 구성 엔티티는 기 구축된 하천기본계획보고서 및 하천지형조사자료를 분석하여 하상변동 자료관리 기능 개발에 필요한 주요정보로 판단되는 자료들을 선정 및 정제하였다. 표 4는 하상변동 자료관리 기능 개발을 고려한 데이터베이스 설계 내역이다.

수심측량을 통해 신규 취득하거나 하천기본계획자료에서 수집한 하천측량자료를 체계적으로 관리하고 효율적으로 활용하기 위한 기능을 구현할 수 있는 하상변동 자료관리 프로그램을 개발하였으며, 프로그램은 ‘현황조회’, ‘하상변동 자료관리’, ‘하상변동 모니터링 분석’의 세 가지 항목으로 구성된다. ‘현황조회’ 항목에서는 프로그램을 통해 관리되는 하천측량자료의 구축현황을 조회하고 구축된 자료의 메타데이터를 제공하며, ‘하상변동 자료관리’ 항목에서는 하천 중·횡단 DEM 및 단면도를 제공한다. 또

한 ‘모니터링 분석’ 항목에서는 2개의 횡단측량자료를 비교·분석하여 단면의 변화량을 산출하는 기능을 제공함으로써 하천 유지관리업무 담당자의 편이를 도모하고자 한다. 하상변동 자료관리 프로그램의 구성항목은 표 5와 같다.

하상변동 자료관리 프로그램은 추후 하천관리지리정보시스템과의 연계 및 활용성을 고려하여 다양한 운영환경을 지원하도록 웹 기반 시스템으로 구성하였다.

2) 프로그램 기능 개발

먼저, 프로그램에 구축된 측량자료를 조회하기 위해서 하천 수계, 하천명, 자료구축 년도 등 조건을 지정하면 측량자료 구축현황이 리스트로 제공된다. 이 때 자료구축 년도, 하천명, 파일명, 하천측점번호, 셀 크기 및 XY좌표, 메타데이터 등 측량자료의 기초정보를 확인할 수 있으며 추후 프로그램의 DB화를 고려한 메타데

TABLE 4. Database design list

No.	Table ID	Explanation	Remarks
1	GisInfo	Manage river DEM files.	
2	GisMaster	To analyze the change in river terrain, manage river information, section information, DEM information, DEM files.	
3	GisMeta	Manage metadata information about river DEM files.	Add table
4	RiverCode	Enter the river code(National & Local)	
5	TerritoryCode	Enter the territory code	
6	RM_Project	River Project information	RIMGIS attribute table
7	RM_RMP	River master plan information	RIMGIS attribute table
8	RC310	River centerline	RIMGIS spatial information
9	RB340	River Station	RIMGIS spatial information
10	BasicFile	Store river survey DEM data	Refer to river computerized instruction

TABLE 5. Item configuration of river-bed change data management program

No.	Primary Function	Secondary Function	Explanation
1	Status inquiry	-Survey data	-Check state of data -Provide river information & metadata
2	River-bed change data management	-Cross section monitoring -Longitudinal section monitoring	-Provide river DEM & section drawings
3	Analysis surveying data	-Analysis results	-Analysis on river-bed variation

이터의 상세정보를 제공한다. 그림 2는 현황조회 항목의 개발화면을 나타낸다.

하상변동 자료관리 기능은 중단면 조회 및

횡단면 조회 기능으로 구성되는데, 아스키(ASC II) 형태의 측량원시자료를 하천DEM 및 단면도로 표출하는 알고리즘은 종·횡단 모두 동일하



FIGURE 2. 'Status inquiry' contents screen

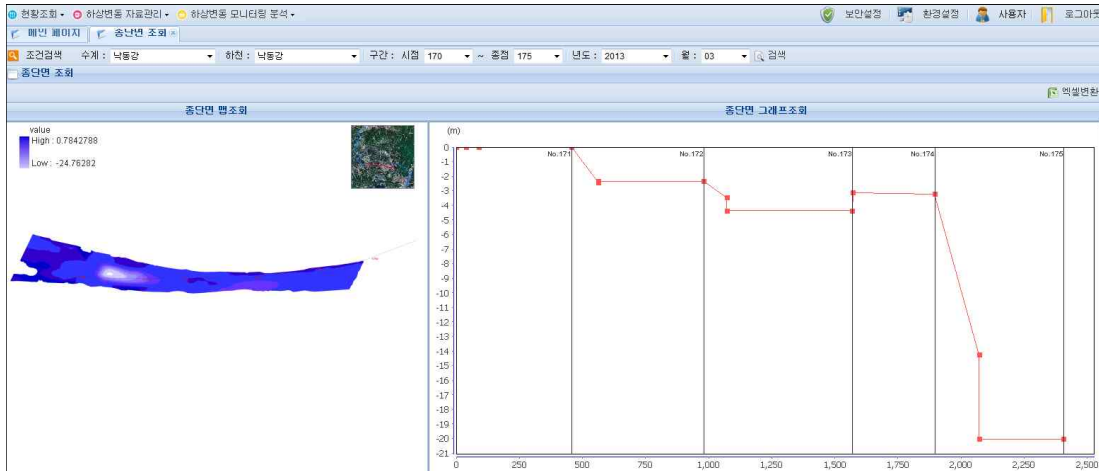


FIGURE 3. 'River-bed change data management-longitudinal' contents screen

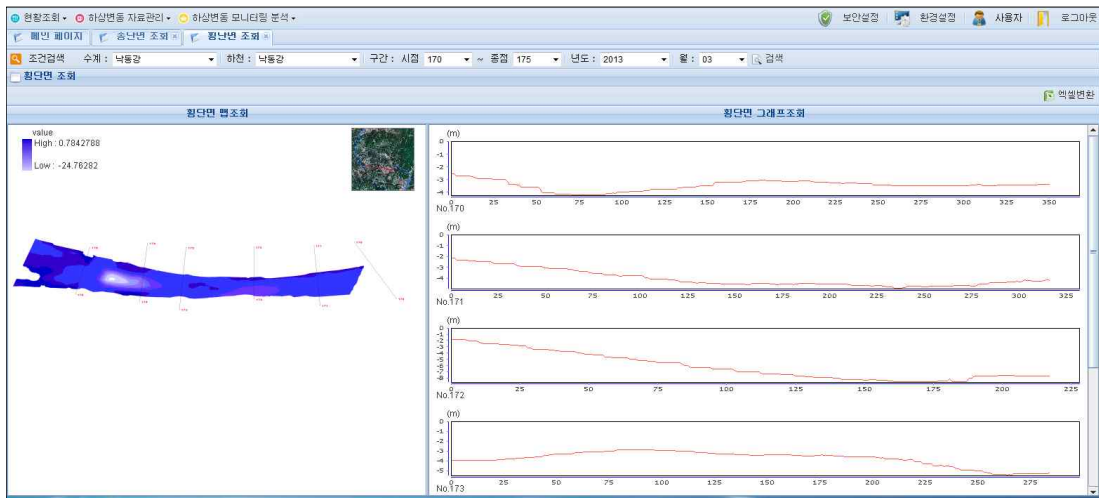


FIGURE 4. 'River-bed change data management-cross' contents screen

게 적용되었다. 조회하고자 하는 측량자료에 대한 수계, 하천명, 시점 및 종점번호, 자료구축년/월 조건을 지정하여, 해당구간의 하천DEM과 종·횡단면도를 제공받는다. 시점 및 종점번호 선택 시, 하천DEM 생성을 위한 로딩시간과 비교적 긴 구간의 모니터링을 필요로 하는 단면 특성을 고려하여, 종단면 조회는 최대 10개 구간 검색이 가능하고 횡단면 조회는 최대 6개 구간 검색이 가능하도록 개발하였다. 사용자

하여금 하천 DEM 모니터링을 통한 개략적인 하천지형 파악이 가능하도록 하기 위해서 하천도 인덱스맵을 함께 제공하여 1차적으로 전체 하천에서 해당구간의 위치를 개략적으로 파악할 수 있도록 하였다. 종단 및 횡단면도는 X축, Y축이 각각 종·횡단거리와 하상고를 나타내며, 종·횡단선을 따라 정확한 X, Y값을 제공하여 상세한 측량결과 파악이 가능하다. 그림 3, 4는 각각 하상변동 자료관리 항목의 종단면과 횡단

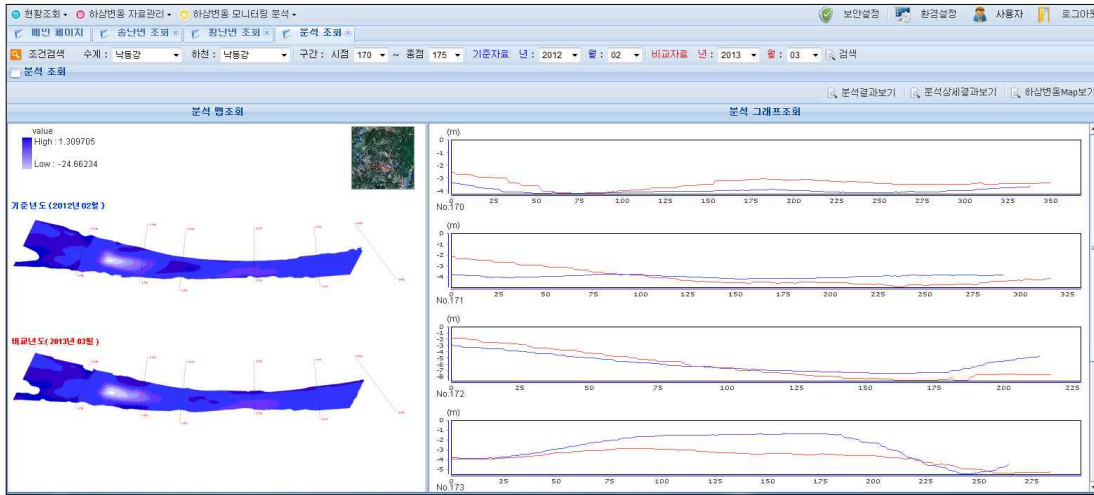


FIGURE 5. 'Analysis surveying data' contents screen

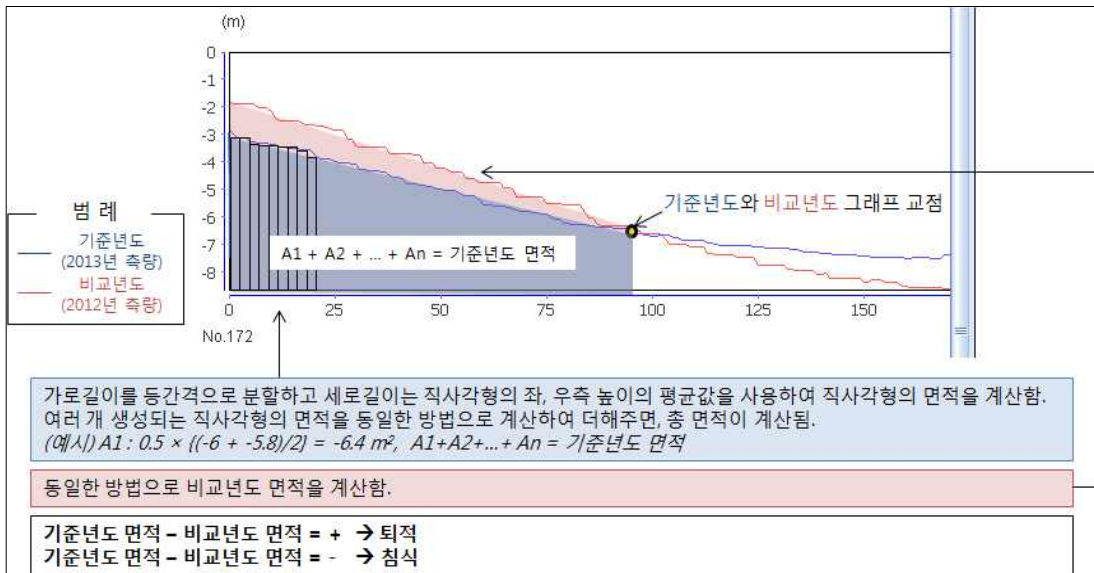


FIGURE 6. Method of river-bed variation calculation

면 조회화면을 나타낸다. 또한 프로그램에서 모니터링한 하천의 중·횡단 정보는 엑셀파일 형태로 자료를 제공받을 수 있어 타 업무에 활용이 가능한데, 수심측량을 수행한 하천명과 측량년/월이 표시되고, 횡단을 따라 지점별 측량값을 수치 및 단면도로 제공한다.

마지막으로, 하천지형의 횡단변화를 비교·분

석하는 하상변동 모니터링 분석 기능을 개발하였다. 횡단측량 자료들을 비교하기 위해서 동일한 지점에 대해 서로 다른 시기에 측량된 2개의 자료를 필요로 하는데, 분석의 기준이 되는 기준자료와 나머지 비교자료의 구축 년/월을 각각 선택하면 그림 5와 같이 기준자료 및 비교자료의 2개 하천 DEM과 측정별 중첩 횡단면



FIGURE 7. 'Analysis surveying data-results' contents screen

도가 제공된다.

횡단자료들의 비교·분석 결과를 보다 상세한 수치로 확인하기 위해, 측정별 퇴적 및 침식량을 면적단위(m²)로 제공한다. 단면변화량을 산정하는 방법으로 횡단면법의 면적계산 알고리즘을 이용하여 X축 거리를 등간격으로 분할하고 Y축 거리는 직사각형의 좌·우측 평균높이값을 사용하여 직사각형의 면적을 계산한다. 여러개 생성되는 직사각형의 면적을 동일한 방법으로 계산하여 더해주면 총 면적을 구할 수 있고, 기준년도와 비교년도 그래프의 면적을 각각 위 알고리즘을 적용하여 도출한다. 기준년도 그래프 면적과 비교년도 그래프 면적의 차이가 0보다 크면 횡단면적의 증가(퇴적)로 표시하고, 차이값이 0보다 작으면 횡단면적이 감소(침식)한 것으로 표시한다. 그림 6은 본 연구에서 적용한 단면변화량 산정방법을 설명한 자료이고, 그림 7은 프로그램에서 제공하는 하상변동 모니터링 분석결과보기 화면을 나타낸다.

3) 결과 및 고찰

하천 유지관리업무의 효율성을 증대시키기 위해 하천지형 조사 자료의 관리, 모니터링, 분석기능 등 하상변동 자료관리 프로그램을 활용

한 하천유지관리의 부분적 개선(안)을 제안하고자 한다. 그림 8과 같이 하상변동 종합점검을 위해서 관련 자료들을 수집하거나 필요시 하천현장을 점검하던 기존방법을 대신하여 프로그램에서 제공하는 '하천지형데이터 구축현황 조회' 및 '하상변동 자료관리' 기능을 활용할 수 있다. 또한 하상변동 조사 자료의 분석을 위해 수리·수문 해석 작업을 별도로 수행하던 기존방법을 대신하여 프로그램 내 '하상변동 모니터링 분석' 기능을 활용하여 하천단면 변화를 시각적/정량적으로 확인할 수 있다.

결 론

본 연구에서는 현행 하천유지관리체계를 조사하고 업무 담당자를 대상으로 수행한 수요조사 결과를 분석하여, 개선안을 도출하고자 하였다. 연구수행에 앞서 개발되는 하상변동 자료관리 프로그램의 입력자료 구축을 위해서 하천지형변화가 클 것으로 예상되는 낙동강 창녕·함안보 구간의 신규 수심측량자료를 획득하고, 하천기본계획의 일부자료를 수집하였다. 수집 자료 중 하상변동 자료관리 기능 개발에 필요한 주요정보로 판단되는 데이터를 선정하여 데이

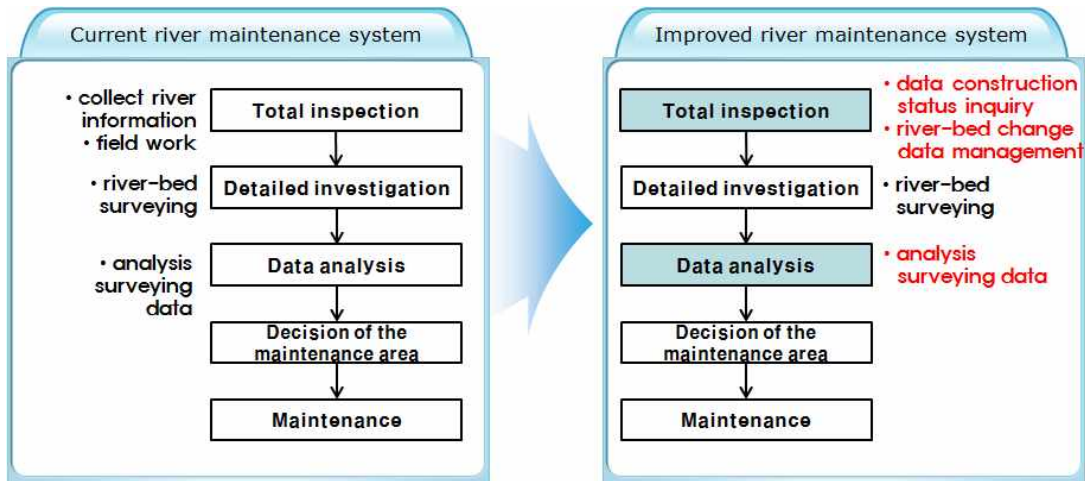


FIGURE 8. The improved river maintenance system

터베이스를 설계 및 구축하고, 이를 토대로 프로그램 개발하였다.

체계적인 자료관리 측면에서 프로그램에 구축된 하천조사자료의 현황을 조회하는 기능을 개발하고, 효율적인 자료 활용 측면에서 하천측량 원시자료를 기반으로 한 하천DEM 및 단면도 제공 기능과 두 개의 단면을 비교·분석하여 단면변화의 증가량 및 감소량을 산출하는 기능을 개발하였다. 특히, 하천단면의 변화량을 산정하기 위해서는 수리·수문 해석을 거쳐야 했던 기존방법과 비교해서 신속하고 간편하게 결과를 제공받을 수 있어 하천유지관리 업무 지원이 가능할 것으로 예상된다.

개발된 하상변동 자료관리 프로그램은 국가 하천 지형자료의 유지·관리를 목적으로 운영되고 있는 하천관리지리정보시스템 내의 하위 항목으로 서비스를 제공하고자 한다. 따라서 추후 하천관리지리정보시스템에 시범적용을 통한 시스템간의 연계 적합성을 검토하고, 예상 사용자의 수요를 반영하여 기능개선 작업을 수행할 필요가 있다. 이처럼 현업에서 활용 가능한 형태로 연구 성과물을 개발함으로써 프로그램의 활용도 증대 및 하천관리지리정보시스템의 고도화를 실현할 수 있을 것으로 기대한다.

감사의 글

본 연구는 국토해양부가 출연하고 한국건설교통기술평가원에서 위탁 수행한 건설기술혁신사업(08기술혁신F01)에 의한 차세대홍수방어 기술개발연구단의 연구비지원에 의해 수행되었습니다. **KAGIS**

참고문헌

Choung, Y.J., H.C. Park, Y.I. Choung and M.H. Jo. 2011. Mapping man-made levee line using LiDAR data and aerial orthoimage. Journal of the Korean Association of Geographic Information Studies 14(1):84-93 (정윤재, 박현철, 정연인, 조명희. 2011. 라이다 데이터와 항공정사영상을 활용한 인공 제방선 지도화. 한국지리정보학회지 14(1):84-93).

Jo, M.H., K.J. Kim and H.J. Kim. 2012. Development of a river maintenance management technology related with national river management data. Journal of the Korean Association of Geographic Information Studies 15(1):159-171 (조

- 명희, 김경준, 김현정. 2012. 국가하천관리 자료와 연계한 하천유지관리 기술개발. 한국 지리정보학회지 15(1):159-171).
- Jung, Y.D. and S.G. Kang. 2002. Measuring water depth by using a combination of GPS/Echo sounder. Korean Journal of Geomatics 20(4):375-381 (정영동, 강상구. 2002. 음향측심기와 위성항법을 이용한 하천의 수심 측량. 한국측량학회지 20(4): 375-381).
- MLTM(Ministry of Land, Transport and Maritime). 2009. Nakdong River Basic Plan Report. 126pp (국토해양부 부산지방 국토관리청. 2009. 낙동강수계 하천기본계획 (변경) 보고서. 126쪽).
- MLTM(Ministry of Land, Transport and Maritime). 2012. RIMGIS Improvement of function & Database Construct (국토 해양부 한강홍수통제소. 2012. 하천관리지리 정보시스템 기능개선 및 DB구축 보고서).
- Maxwell, S.L. and A.V. Smith. 2007. Generating river bottom Profiles with a dual-frequency identification sonar (DIDSON). North American Journal of Fisheries Management 27(4):1294-1309.
- Park, H.C., Y.J. Choung and M.H. Jo. 2011. A study on utilization of GNSS and spatial image for river site decision supporting. Journal of the Korean Association of Geographic Information Studies 14(1):118-129 (박현철, 정윤재, 조명희. 2011. 하천 현장업무 의사지원을 위한 GNSS와 공간영상 활용방안에 관한 연구. 한국지리정보학회지 14(1):118-129).