

하천시설 통합 유지운영을 위한 정보 현행화 및 프레임워크 구축방향 연구

남정용^{1*}, 김민정¹, 조찬원²

¹(주)고려소프트웨어, ²(사)빌딩스마트협회 기술연구소

A Study of Information Update and Framework for Intergrated Maintenance and Operation of River Facilities

Jeong-Yong Nam^{1*}, Min-Jeong Kim¹, Chan-Won Jo²

¹Koryo Software

²Technology Research Institute, buildingSMART

요약 최근 기후변화에 따른 다목적 하천기능관리가 요구되고 있지만, 국내 하천분야는 국가하천과 지방하천의 관리주체가 분리되어 하천정보를 통합적으로 운영하지 못하고 있다. 특히 설계 및 건설 준공도서를 재활용한 하천정보의 작성과 갱신이 미흡하다. 또한 하천기본정보는 GIS기반의 RIMGIS 시스템의 의존도가 큰 반면, 하천기본계획 성과물에 의한 공간정보 구축으로 하천정보의 신뢰성이 저하되고 있는 현실이다. 본 연구에서는 하천분야에서 다루는 정보의 활용범위가 다양하나 하천 시설물의 유지와 운영을 위한 정보체계를 대상으로 하며 현행 하천시설물 유지운영 관련 정보체계의 현황을 조사 및 분석하여 현안 문제점을 도출하고, 시범적용 사례 검증을 통해 실무정보적인 관점에서 최적의 해결방안을 제시하였다. 그 결과로 상시적으로 신뢰할 수 있는 하천 시설물 유지관리 정보체계를 구축하고 정보통합운영 방안을 검토하였다. 본 연구는 앞으로 하천시설 통합 유지운영을 위한 정보 현행화와 기술적, 제도적인 절차를 개선하는데 활용될 수 있다. 또한 하천분야의 정보구축 개선을 위한 정보프레임워크 구축 방향제시를 통하여 앞으로 타 분야와 정보격차를 해소 할 뿐만 아니라 BIM정보체계를 도입하는데 도움이 될 것이다.

Abstract Recently, it has become necessary to consider climate change when managing multi-purpose river functions. However, in terms of domestic rivers, the management of national and local rivers is separated and the river information cannot be integratedly handled. Especially, it is not sufficient to collect and update information by recycling reports for design and construction. In addition, the basic information of the rivers is dependent on the GIS-based RIMGIS system, but the reliability of the information is deteriorating due to the construction of spatial information using the river basement planning results. The purpose of this study is to investigate the current status of the information system with regard to the maintenance and operation of the river facilities. Through the verification of actual cases, the optimal solution was suggested from the point of view of practical information. As a result, we constructed an information system for the reliable maintenance of river facilities and examined the integrated information management plan. The results of this study can be used to improve the existing information and technical and institutional procedures for the integrated maintenance and operation of river facilities. It will be helpful to introduce the BIM as well as solve to the information gap with other fields through the establishment of an information framework to improve the information construction of river areas.

Keywords : BIM, Information Framework, RIMGIS, River Facility Maintenance and Operation, River-geospatial Information

본 논문은 국토교통부 물관리연구사업의 연구비지원(17AWMP-B121097-02)에 의해 수행되었음.

*Corresponding Author : Jeong-Yong Nam(Koryo software)

Tel: +82-2-563-2707 email: krsoft1004@gmail.com

Received October 13, 2017

Revised (1st November 17, 2017, 2nd November 28, 2017)

Accepted December 8, 2017

Published December 31, 2017

1. 서론

1.1 연구 배경 및 목적

최근 기후변화에 따른 효율적인 물 관리와 생태계의 중요성을 반영한 다목적 하천기능관리 등이 요구되면서 제외지 뿐 만 아니라 제내지 즉, 하천영향권 범위까지 확대되어 다각적인 하천관련 연구가 진행되고 있다.

그러나 하천시설물은 자연친화적이고, 도로와 철도 등에 비해 상대적으로 소규모이기 때문에 상시로 시설물을 운영하지 않아 유지운영을 위한 정보체계의 구축과 운영이 타 분야에 비해 상대적으로 낙후되어 있으며 격차가 점차 심화되고 있다.

특히 국내 하천분야는 국가하천과 지방하천의 관리주체가 다르고 정보 또한 통합 운영되지 못하고 있다. 또한 전반적인 정보 선순환의 기본이 되는 설계 및 건설단계의 준공도서는 정보화 축적이 미흡하여 상당량의 망실이 우려되고, 유지운영단계에서의 재활용 또한 미흡하다. 하천기본정보는 GIS기반의 RIMGIS 시스템의 의존도가 큰 반면에 하천기본계획단계 정보를 기반으로 공간정보가 구축되고 있어 정보신뢰성이 취약한 실정이다.

본 연구는 이러한 문제를 실무정보적인 관점에서 접근하고 분석하여, 상시적으로 신뢰할 수 있는 하천시설물의 유지운영을 위한 정보의 구축, 갱신, 운영의 방안이 무엇인지를 제시하고자 하였다.

1.2 연구 범위 및 방법

하천분야에서 다루는 정보는 하천환경 및 친수, 재해홍수 등과 관련된 치수, 수자원의 활용을 위한 이수 등 활용범위가 매우 다양하다. 본 논문에서는 하천시설물의 유지와 운영을 위한 정보체계를 대상으로 하며, 시설유지를 위해 작성되고 이관되는 설계와 건설단계의 정보작성과 구축단계를 포함하여 하천시설물 정보통합 방안을 연구범위로 설정하고자 한다.

연구방법은 Fig. 1과 같은 절차에 따라 현행 하천 관련 연구동향과 건설정보표준체계를 조사하고, 하천시설물 유지운영과 직접적인 관련이 있는 정보체계 현황을 조사하였다. 그 결과로 현행 하천시설물 관련 정보체계 문제점을 도출하고 분석하여 향후 하천시설물의 유지운영을 위한 정보체계 구축운영 예시를 들어 검증하였다. 검증 결과를 통해 향후 하천시설물의 유지운영을 위한 통합 정보표준체계의 구축과 운영을 위한 방안을 제시하고자 한다.

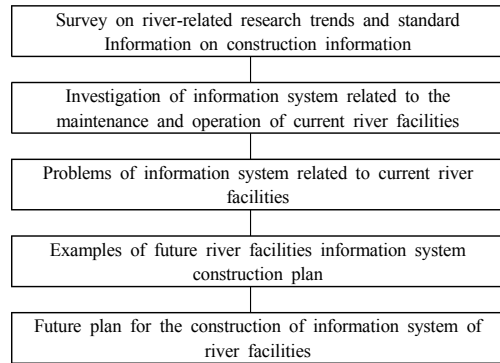


Fig. 1. Research procedure chart

2. 이론적 고찰

2.1 하천관련 연구동향

체계적인 하천관리를 위해 국가 관련 부처나 산학연 구단 등 관련 연구자 및 연구기관에서 하천 정보 표준화 및 시스템 개발에 대한 많은 연구를 진행하고 있다. 최근의 연구동향을 살펴보면 채효석 등(2013)은 RIMGIS의 현황과과과 개선방향을 도출하여 데이터베이스 재설계 등 정보환경 변화에 대응 가능한 하천정보 서비스 제공 방안을 제시하였으며[1], 채효석 등(2014)은 RIMGIS 백터자료를 대상으로 표준 벡터데이터모델의 적용성을 평가하여 하천 공간정보의 웹 서비스를 위한 데이터 제공 시스템 개발을 하였다[2]. 김경준 등(2012)은 RIMGIS 내 하천유지관리부분의 활용성 향상 및 하천유지관리업무의 선진화를 위하여 항공레이저측량(LiDAR)와 고해상 영상자료를 기반으로 한 동적으로 변화하는 하상자료 관리 및 하상변동 분석 등의 하천유지관리기술을 개발하였으며[3], 김경준 등(2013)은 신규하천지형 조사 자료의 체계적인 관리와 하천동적변화 관련 데이터의 효율적인 활용을 위하여 데이터베이스 및 시스템을 설계하여 하상변동 자료관리 프로그램을 개발하였다[4].

이와 같은 연구들은 국가에서 운영 중인 하천관리지리정보시스템(River Management Geo-graphical Information System 이하 RIMGIS) 정보를 기초자료로 활용하고 있으며, RIMGIS에서 운영 중인 하천정보 데이터베이스에 대한 문제점 파악 및 개선 방안에 대한 연구와 하천의 다각적인 하천정보에 관련한 연구는 많았으나 하천시설물의 유지운영을 위한 하천정보기반 구축에 대한 연구는 미흡한 것으로 파악되었다.

본 연구에서는 기초적인 정보를 기반으로 상시적이고 체계적으로 정보를 작성하고 축적하며, 정보 활용에 필요한 표준화와 절차 등을 점검하고 현안문제점을 도출하여 구체적이고 실질적인 해결 방안을 제시할 필요가 있을 것으로 판단된다.

2.2 현행 건설정보 표준체계 현황

국토교통부는 건설사업의 기획, 설계, 시공, 유지관리 등 전 과정의 정보를 발주자, 관련업체 등이 전산망을 통하여 교환 또는 공유하기 위한 통합 정보화 전략인 건설사업정보화(CALS)를 추진해왔다. 또한 90년대 후반부터 지방국토관리청, 한국도로공사 등 주요 공공기관을 중심으로 건설정보 표준화 개발과 보급이 활발하게 추진되어 왔다.

건설사업정보화(CALS) 추진에 따른 공공표준체계가 하천분야를 포함하여 개발되고 보급되어왔으며 주요한 국내 건설정보표준체계는 Table 1과 같이 법·제도적으로 실무적용을 권장하고 있다[5].

건설정보분류체계는 건설정보의 상호교환 및 활용을 촉진하기 위해 계획, 설계, 시공, 유지관리 등 건설사업의 제반단계에서 활용되는 기술정보와 데이터의 분류기준을 시설물(F), 공간(S), 부위(E), 공종(W), 자원(R)으로 분류하여 제시하고 있다.

작업분류체계(Work Breakdown Structure 이하 WBS)는 목적물을 공간별, 부위별로 분류하고 시설물 완성에 필요한 세부공종과 내역을 결합시키는 정보분류체계이다. 이는 공사공정 및 공사비관리를 위해 시설, 공종, 공간, 부위 등을 포함한 7레벨 분류체계로 도로 및 하천분야에 도입되고 있으며, 조달청 물품(자재)분류체계와 표준시장단가체계는 건설단계에서 적용하는 내역분류체계(Cost Breakdown Structure 이하 CBS)로 WBS와 연계 활용되고 있다.

건설CALS 전자설계도면 작성·납품 지침은 도로 및 하천분야를 대상으로 준공 도면과 문서의 표준화 작성과 납품을 위한 상세한 지침과 작업분류체계 활용 공사비정보 운영지침을 포함하고 있으며, 설계 및 건설 준공단계에서 적용토록 권장하고 있다.

건설CALS 건설사업관리시스템(CITIS)은 도로·하천 건설사업의 전 과정에서 발생하는 문서, 도면 등 각종 정보를 발주기관과 건설업체(설계/시공/감리)간에 온라인으로 공유하고 업무를 처리할 수 있도록 지원하고 있다.

Table 1. Current Status of Construction Information Standards

Public information system	Related grounds	Key information	Current Status
Construction information classification system	Construction Technology Promotion Law Article 18, Article 41 of Enforcement Decree, construction project information management guidelines (Ministry of Transportation announced)	Facility, space, work, Element, resource classification system	Common Construction Information Classification System
Work Breakdown Structure (WBS)	Construction Technology Promotion Business Operation Regulation Construction CALS digital quantity calculation information exchange standard	Roads, Rivers, Highways Work Breakdown Structure (WBS)	Including River field WBS
Standard Market Price System	Article 9 and Rule 5 of the Enforcement Decree of the National Contract Law Construction Technology Promotion Business Operation Regulation	Cost Breakdown Structure (CBS), Price information	No introduction cases
PPS goods (materials) classification system	Management and Use of Inventory Information (Law no. 9517) Article 9 of the Enforcement Decree of the same Act	Construction work, goods (material) classification system	No introduction cases
Electronic Design Drawing Delivery Guideline	Article 48 of the Construction Technology Promotion Act, Article 40 of the Enforcement Rule of the same Act Construction CALS Electronic Design Book Creation and Delivery Guideline	Completed reports of design and construction	Including the completion fo the river field reports
Construction Project Management System	Article 41 of the Enforcement Decree of the Construction Technology Promotion Act Construction Project Information Operation Guidance	Roads,Rivers, Highways WBS, Process and construction cost	Coming to 2017
Road Ledger and HMS	Article 56 (Road Sign) of the Road Law, Article 59 (Informationization of Road Planning)	Maintenance drawings, GIS route maps	Similar functions to RIMGIS
River maintenance basic plan and RIMGIS	Article 25 (River Basic Plan), Article 22 (Informatization of River Management Data), Article 15 (Management Plans for River Facilities, etc.)	Reports, RIMGIS system construction	Build integration at RIMGIS
Building Information Modeling (BIM)	Article 41 of the Enforcement Decree of the Construction Technology Promotion Act	Object model classification, step-by-step property information, 3D object model	Under development (no introduction cases)

또한 건설현장의 공사현황, 계약정보 등 공사정보를 체계적으로 관리하고 업무보고 및 통계자료를 실시간으로 파악하여 발주기관의 효율적인 사업관리와 의사결정을 지원하는 시스템이다.

이 시스템은 준공도서관리기능이 있어 설계 및 건설 준공도서를 연계 활용할 수 있고, WBS정보관리기능으로 WBS기반의 내역을 분개하여 설계수량, 공정 및 공사비를 구축 운영하여 대상 시설의 작업 단위별 건설정보 활용이 가능하다. 도로분야는 2016년 10월부터 국토교통부에서 발주되는 신규 설계용역부터 의무적으로 건설사업관리시스템(CITIS)에 정보를 입력하도록 하고 있으며, 하천분야는 2017년 하반기부터 발주되는 신규 설계용역 단계부터 적용을 예정하고 있다.

도로관리통합시스템(Highway Management System 이하 HMS)은 효율적인 도로 유지관리 업무를 지원하기 위한 각종 도로관련 시스템(포장관리, 교량관리, 교통량, 비탈면, 제설, 도로대장 등)을 통합연계하여 구축 운영하고 있다. 또한 도로GIS 주제도를 포함하고 있으며 한국도로공사의 HGIS와 하천분야의 RIMGIS와 유사한 기능으로 도로시설유지관리를 수행하는 시스템이다.

건설정보모델(BIM)은 건설 전 분야에서 시설물 객체의 물리적 혹은 기능적 특성에 의하여 시설물 수명주기 동안 의사결정을 하는데 신뢰할 수 있는 근거를 제공하는 미래정보체계이다. 객체의 속성정보를 가진 3D모델과 모델을 만들기 위한 업무절차를 의미하는 정보체계로 건축분야에서 도입되기 시작한 이래 토목분야에서 활발하게 도입을 시도하고 있는 추세이다. 이에 따라 국토교통부 및 공공기관을 중심으로 다각적인 도입을 시도하고 있으나 표준체계가 개발되지 않아 실무적용에는 한계가 있는 실정이다. 이러한 한계점 해결을 위해 2016년부터 국토교통과학기술진흥원의 건설기술연구사업 “BIM 기반 도로·하천 시설물의 건설사업정보 통합관리기술 개발” 사업을 추진하고 있으며, 인프라 분야(도로 및 하천) BIM 표준화를 통한 건설 정보 생애주기정보 공유기반 및 활용체계 구축을 목표로 인프라 BIM 표준분류체계 개발을 포함하고 있다.

2.3 하천 시설정보 구축운영 현황

건설정보의 생애주기를 관리하기 위해 필요한 기초적인 정보는 설계단계에서 작성되는 설계도서와 건설 준공 단계에서 작성되는 건설준공도서 정보를 유지관리 단계

로 이관하여 재활용하는 것이 최적의 방법이다. 이러한 관점에서 하천분야의 시설물 유지관련 정보화 구축 및 운영 현황을 학술적, 기술적 및 제도적인 검토를 통해 시사점을 도출하고자 하였다.

첫째, 학술적인 관점에서 ‘2.1 하천관련 연구동향’에서 조사한 하천분야의 시설물 유지운영과 관련된 연구 논문의 내용을 검토하였다.

채효석 등(2013) 효율적인 하천정보 서비스를 위한 RIMGIS 개선방안 연구에서는 RIMGIS의 하천정보 활용성 강화를 위한 효율적인 자료관리체계 개선 방안을 제시하고 있다[1]. 채효석 등(2014) 하천공간정보의 벡터데이터 모델 검증 및 포털 구축에 관한 연구와 신형진 등(2014) 하천공간정보의 상호운용성을 위한 표준벡터데이터 모델 개발논문에서는 RIMGIS 하천공간정보의 소스자료인 벡터데이터의 ISO나 OGC 등 국제 표준포맷 연계운영과 상호운용성 확보방안을 위한 연구가 있었다[2,6]. 조명희 등(2012) 국가하천관리자료와 연계한 하천유지관리 기술개발 연구에서는 LiDAR 측량정보를 활용하여 RIMGIS의 하천지형정보를 실시간으로 관리할 수 있는 방안을 연구하여 제시하였다[3]. 정운재 등(2012)의 공간정보를 이용한 3차원 하천 경계선 매핑에 관한 연구 논문에서는 하천경계를 항공사진이나 LiDAR에서 추출하여 구성하는 기술 등을 연구하였다[7].

일련의 학술적인 연구들은 실질적이고 세부적인 하천 시설물의 정보를 구축하고 운영하는 관점보다는 GIS공간에서 하천 기하구조 구축방안을 연구하고 RIMGIS의 운영 개선에 초점이 맞춰져 있는 것으로 파악되었다. 최근 도로분야의 교량, 터널 유지관리 정보체계에 비추어 하천분야와 정보격차가 심화되고 있어 하천시설 유지 운영정보를 다루는 연구가 시급히 이루어져야 할 것으로 판단된다.

둘째, 기술적인 하천분야의 시설물 유지운영 정보구축 현황을 검토하였다.

한국건설기술연구원의 ‘16 건설정보표준 운영 및 유지보수 보고서에 의하면 ‘전자설계도면 작성·납품 지침’ 표준이 적용된 2005년01월부터 2016년12월까지 하천분야 지침적용 대상사업은 총457개 사업 중에 145개 사업이 등록되어 31.7%만이 시스템에 등록된 것으로 보고되고 있다[8]. 이는 312개 사업의 준공도서가 발주청에서 CD로 관리되거나 망실의 우려가 있고 하천 시설물정보 확보에 문제가 있는 것으로 파악되었다.

국토교통부에서 2017년도부터 적용되는 하천분야 WBS는 시설, 공중, 시설물, 공간, 작업관리(부위, 세공종)로 분류된 계층구조로 전체 480여종의 분류로 구성되어 있다. 이 정보체계는 향후 3D객체와 속성정보의 근간이 될 것으로 전망되나 건설사업관리시스템 적용이 2017년 10월부터 시행됨에 따라 축적된 WBS연계 하천 시설정보는 없다.

RIMGIS는 국가하천기본계획 사업의 성과물을 중심으로 정보를 구축하고 관리하고 있는데 하천계획, 설계 및 시공 등의 업무를 수행하고 있는 관련기관에 Table 2와 같은 정보를 제공하고 있다.

Table 2. RIMGIS Main Information Service Status

Main Services	Main Content	Related to river Facilities
National river electronic map	Browse national river geographical information	Search for river facilities and search property
River basin planning report	National/Local Stream River Basin Report	Basic data of river facilities
Flood Hazard Map	Provide local governments with flood risk maps	-
River administration support	Provided support to the local government agency	Providing management information on river facilities
River History Management	Check national/local stream history and information	River Facilities and List History
Guideline for computerized rivers	Guideline for computerized river management	Guideline for Computerization of River Facility Management

또한 RIMGIS는 Fig. 2와 같이 하천시설물을 42종으로 구분하여 배수펌프장, 통문, 통관, 양배수장 등을 점 형태로, 제방, 축제, 호안 등을 선 형태로 단순 표출하고 속성을 간략하게 구축하고 있으며, 시설물의 위치정보 즉 하천중심선과 축점정보는 구축하지 않는 것으로 파악되었다.

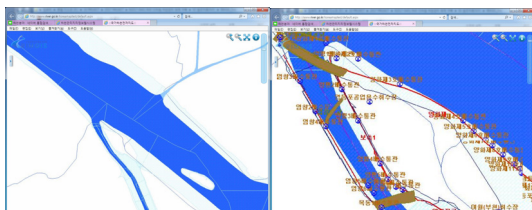


Fig. 2. Examples of RIMGIS River Spatial Data by Scale

최근에는 건설정보모델(BIM) 체계가 급속히 도입되고 있는 추세이다. 국토교통부 건설기술연구사업에서 하천분야 설계 및 건설단계를 지원하는 객체분류체계와 속성체계를 2017년부터 2개년 동안 개발을 추진하고 있어, 향후 BIM 표준분류체계 개발 이후에 세부적인 하천시설 유지운영 정보연계 방안을 수립할 필요가 있다.

하천분야 설계 및 건설단계 지원을 위한 정보구축을 위한 기술개발은 대부분 완료되어있으나 유지운영을 위한 정보체계는 미흡하며, RIMGIS에서도 시설물 유지운영 정보도 상세화 수준에서 상당한 보완이 필요한 것으로 조사되었다.

셋째, 하천분야의 시설물 유지운영과 관련된 법·제도적인 측면에서 검토하였다.

국토교통부의 건설정보화(CALS) 사업에서는 2005년도부터 Table 1과 같이 설계 및 건설준공도서를 ‘전자설계도면 작성·납품 지침’에 준용하여 건설사업관리시스템에 납품하도록 규정하고 있다.

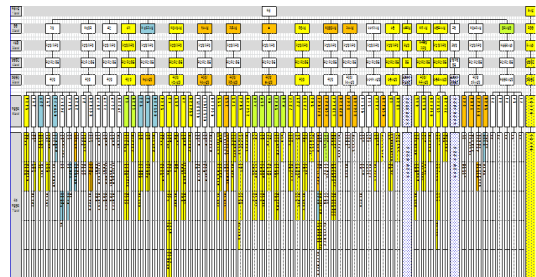


Fig. 3. WBS diagram of River field

또한 하천분야 WBS는 2012년도에 개발하고 건설사업관리시스템에 WBS정보관리기능을 개발하였고, 2016년 하천공사 설계실무요령이 개정되면서 기존의 7대 공종에서 19대 공종으로 증가됨에 따라 Fig. 3과 같이 2017년 WBS 대폭 개정이 되었고 2017년10월부터 도금액 100억이상 하천공사에 신규설계에 적용을 의무 적용하고 있다[9].

‘RIMGIS 구축 하천시설에 대한 관리대장 전산화 작업지침(2009.12)’은 하천시설관리대장 전산화와 하천기본계획 전산화 성과품 작성기준 등을 제시하고 있다. 이 지침에서는 하천시설관리대장조서는 제방 및 호안, 댐/홍수조절지/저류지, 지하하천 및 방수로, 배수펌프장, 하구둑 등 제한적인 대상으로 명시하고, 하천기본계획의 성과품의 활용성과 관리를 위하여 폴더를 분리하여 도면

과 문서 등을 작성하도록 규정하고 있다[10].

국토교통부는 건설정보화 사업의 일환으로 준공도서의 표준화와 납품, 작업분류체계(WBS) 정보입력을 제도적으로 시행하고 있으며, RIMGIS 정보구축을 위한 지침을 마련하고 정보화 구축을 위한 제도적인 여건을 마련하고 있었다. 그러나 이러한 제도적인 지침의 준수를 위한 관리감독이 미흡하여 정보의 축적이 제대로 이루어지지 않아 정보 재활용이 어려운 상황이다.

2.4 소결

조사결과 국내의 학술적인 연구는 주요 하천의 기초구조를 GIS 측면에서 구축하는데 치중되어 있어 초점이 맞춰져 있음을 알 수 있다. 세부적인 하천시설물의 정보를 구축하고 운영하는 방안제시가 시급하다.

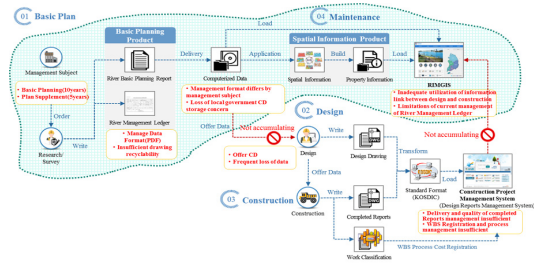


Fig. 4. RIMGIS spatial information building procedure

기술적으로는 국도의 HMS나 고속국도의 HGIS는 최종 준공된 현황을 도면과 현장조사를 통해 구축되나 Fig. 4와 같이 RIMGIS 하천 공간정보 구축은 하천기본계획자료를 활용하여 구축하고, 설계 및 건설단계에서 준공도서를 재활용하여 공간정보를 갱신하지 않고 있다.

제도적으로는 하천 소스정보를 구축하도록 지침을 제공하고 시행하고 있으나 관리감독이 이루어지지 않아 표준의 준수율과 정보 축적율이 낮아 강제적인 시행과 품질검수를 위한 제도적인 보완대책이 필요하다.

현행 하천 공간정보는 기본적으로 건설 준공도면의 도형정보를 활용하여 갱신하고 현장조사를 통해 최종 건설결과를 GIS에 반영해야 하므로 기존의 절차로는 공간정보 신뢰성을 확보하기가 어려워 Fig. 5와 같이 하천수역경계의 위치정보 오류가 상당히 심각한 상황을 확인할 수 있다.

또한 하천의 중심선과 측점이 구축되지 않아 위치기반의 시설물 관리가 곤란하고, 하천관련 도면과 연계성 확보도 어려울 것으로 판단된다.

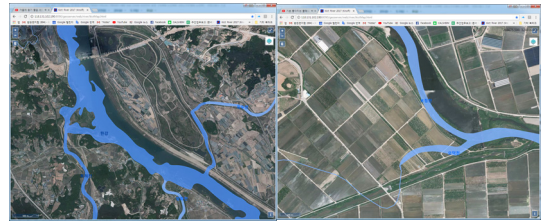


Fig. 5. Examples of RIMGIS Unmatched Spatial Data

RIMGIS 하천시설 공간정보는 Fig. 2와 같이 GIS축척에 따른 레이어가 점·선 형상으로 단순화되어 있고 세부적인 하천시설의 공간표현이 부족하며 하천시설물의 유지운영을 위한 세부적인 속성이 미흡하여 시설물의 유지관리에 한계가 있는 것으로 조사되었으며, 국가하천시설 공간정보만을 구축하고 있어 지방하천의 관리가 누락되어 있다.

하천시설정보 구축운영 현황을 요약하면 Table 3과 같이 하천분야의 기본적인 정보표준체계는 개발이 되어 있고 제도적으로도 시행하고 있으나 실무도입이 미흡하고, 정보구축은 공간정보 구축절차상 적절한 리소스 활용을 하지 못하고 있어 정보신뢰성이 낮고, 하천시설물의 유지운영을 위한 정보 상세화 요건을 충족하고 있지 못해 연관정보와 연계성 확보가 미흡한 것으로 판단된다[11].

Table 3. Summary of river facility information status

Division	Information Sector	Information Operation Status
Information Standard System	Work Breakdown Structure(WBS)	Begin River application from 2017
	Design/Construction Completed document	Incomplete document accumulation and poor quality control
	Construction Project Management Information	Begin River application from 2017
	Building Information Modeling(BIM)	Developing standard system for river
RIMGIS Information Operation	Procedures for building spatial information	Building spatial information with basic planning materials
	Current Space Information	No completion of the construction based on completed reports
	Spatial information reliability	Position error is too high to be reliable
	Spatial information display level	River facility layer simplification by scale
	Information construction target	National river facility information only construction
	River center line / point	No location information construction and operation

이러한 기술적 문제점은 절차적인 문제와 얽혀있고, 제도적인 시행과 연관되어 있어 복잡한 양상을 띠고 있는 것으로 판단됨에 따라 본 연구를 통해 시범적용을 통해 기술적인 문제와 제도적인 절차개선 방안을 제시하고자 한다.

3. 하천시설 유지운영 정보구축

시범적용

전술한 바와 같이 현행 정보체계는 하천시설을 효과적으로 유지운영하기 위한 정보구축 방안을 제시하기 위해 Fig. 6과 같은 절차로 시범적용을 추진하였다.

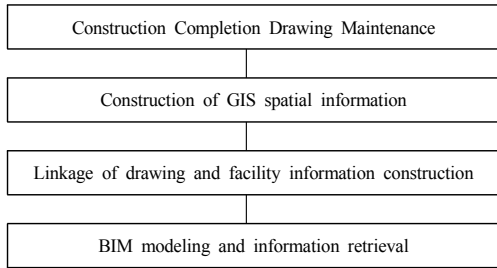


Fig. 6. Pilot procedure of river facility maintenance

3.1 건설준공도면 정비

하천시설의 GIS공간정보 현행화는 설계준공도면을 활용하여 추진되어야 하며 도면 등 관련정보와 연계 조화가 가능해야 한다. 이를 위해 기 준공된 지방하천 건설 사업을 시범사업으로 채택하고 ‘전자설계도면 작성·납품 지침’을 적용하여 Fig. 7과 같이 적용대상시설 도면을 정비하였다.

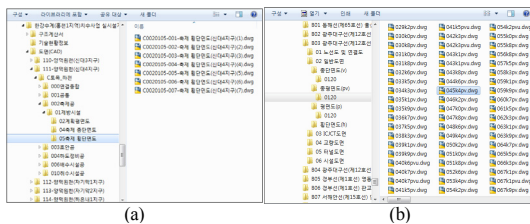


Fig. 7. CAD drawing collection and maintenance (a) Construction Completion Drawing Standard Maintenance Case (b) Maintenance Drawing Maintenance Cases

건설 준공도면은 제방 및 시설물의 형상을 구성할 수 있도록 레이어, 좌표체계 등을 표준화 하였다. 파일 분류 체계는 한국도로공사의 ‘유지관리 도면DB구축 작업지침’을 참조하여 GIS 연계조회를 위한 파일 분류를 재정비하였다.

3.2 GIS 공간정보 현행화 구축 및 정보연계

시범대상의 건설준공도면을 활용한 GIS 공간정보 현행화를 위해 계획평면도에서 제방, 보, 배수통문, 배수통관 시설을 추출하여 정위치, 구조화 편집하였다. 주제도, 하천경계, 시설물위치, 시설물경계 등 4레벨로 하천시설 GIS공간정보를 시범 구축하여 Fig. 8과 같이 하천공간의 현행화 갱신을 수행하였다.

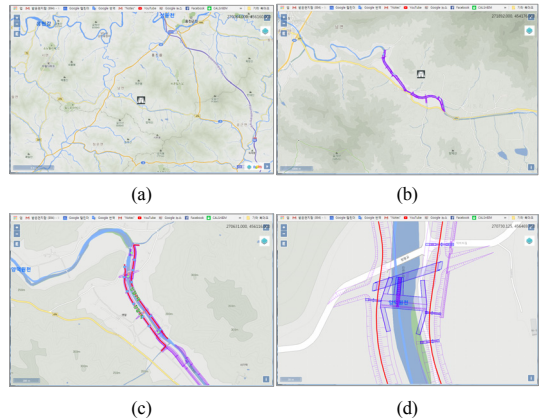


Fig. 8. River facility GIS spatial information disclosure level (a)Level1 <Maps> (b)Level2 <River bank> (c)Level3 <Facilities Location> (d)Level4 <Facility Space>

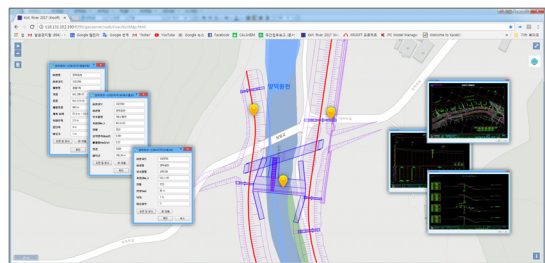


Fig. 9. Linkage of river facility properties and drawings

하천 시설물은 대축척의 경우 점 형태의 형상과 소축척으로 확대하는 경우는 시설물의 면 형태로 상세 구축

하고 GIS공간의 하천 시설물을 선택하는 경우 해당 도면과 시설물의 정보를 연계하여 표출하도록 Fig. 9와 같이 구현하였다.

하천의 시설물은 제방과 연계되는 제방, 호안, 배수통문, 배수통관, 수문과 제외지에 연계된 수제, 낙차공, 보, 수로터널, 교량 등이 있다. 제내지에는 우수지, 저류지 등이 있는데 하천중심선 또는 제방별 횡단축점과 연계하기 위한 축점기반의 위치정보 부여에는 한계가 있는 것으로 판단된다.

하천 시설물의 위치정보를 확보하여 관련정보체계와 연계하기 위해서는 하천중심선을 기준으로 하천네트워크 노드별로 축점을 부여하거나, 또 다른 위치정보를 부여하는 방법 등 방안마련을 위한 추가적인 연구가 필요한 것으로 판단된다.

3.3 BIM 모델링 및 정보조회

하천 주요시설물인 제방 외 기타 시설물들은 규모가 작아 3차원 BIM정보체계를 도입하는데 효율성에 대해 일각에서 부정적인 시각이 있다. 그러나 하천시설물을 객체화하고 모듈화 한다면 3차원 정보구축이 매우 용이하고 친환경, 방재 및 시설유지관리의 시각화로 효율적인 운영이 가능할 것이다.

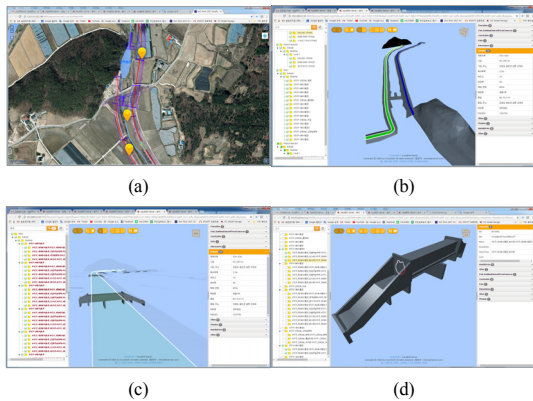


Fig. 10. River facility inquiry BIM model informations
 (a)GIS river facility theme map (b)Views of river area BIM Information (c)BIM search a river bank associated facilities (d)Sluiceway BIM Information inquiry

이를 검증하기 위해 Civil3D에 의한 지형 및 제방 모델링을 하였고, Revit에 의한 보, 배수통관 및 배수통문을 모델링하였으며 OpenBIM IFC 2x3 포맷으로 정보를

구축하였고, 하천분야 WBS와 기본적인 속성정보를 Revit에서 구축, 시설물별로 IFC포맷으로 변환 후 저장하였다.

구축된 BIM 모델정보는 KaceBIM Server(고려소프트웨어)에 탑재하고 객체들을 병합하여 IFC Viewer로 OPEN 한 후 Fig. 10과 같이 정보를 조회하여 정상적인 정보서비스 여부를 점검하였다.

3.4 하천시설 유지운영 정보구축 제시

지금까지 하천시설의 유지운영을 위한 정보체계를 조사하고 분석된 문제점을 극복하기 위해 새로운 절차에 의해 시범 구축을 하였다. 그 결과 하천시설물의 유지운영을 위한 정보구축 방안을 다음과 같이 제시한다.

첫째, 준공도서의 건설CALS표준체계 준수와 자료의 시스템 축적이 필요하다. 설계 및 건설준공도면의 '전자설계도면 작성·납품 지침'을 준용하여 표준체계에 의거 납품되도록 철저한 품질관리를 하여야 하며, 건설CALS의 건설사업관리시스템의 설계도서관리시스템을 활용을 강제화 할 수 있는 제도적 개선을 추진하여야 한다.

둘째, 'RIMGIS 구축 하천시설에 대한 관리대장 전산화 작업지침'의 '하천시설관리대장 전산화 지침'을 대폭 개선하여 준공도면을 활용한 유지관리도면DB를 구축할 수 있도록 지침을 고도화해야 한다.

그리고 '하천기본계획 전산화 성과품 작성기준'도 정보 재활용이 용이한 체계로 개선해야 한다. 성과품 품질관리를 포함한 절차를 개선하고 하천대장과 기본계획 성과품을 'RIMGIS'에 축적되도록 시스템을 개정하여야 한다.

셋째, RIMGIS는 지방하천을 포함하여 우선적으로 공간정보의 신뢰성을 확보하여야 한다. 현재의 하천공간정보는 오류가 많고 국가하천을 대상으로 점(point) 정보형태의 하천시설물을 관리하고 있다. 그러나 면(polygon) 수준의 하천시설 도형정보를 구축하고 보다 정밀한 시설정보와 유지관리 속성정보를 연계구축하여야 한다.

넷째, 하천중심선을 기준으로 하천네트워크 노드별로 축점을 부여하거나 또 다른 위치정보를 부여하는 방법이 강구되어야 한다. 하천시설물의 위치정보를 확보하기 위한 방안이 마련되어야 하고 시설물 정보에 반영되어야 한다.

다섯째, 하천기본계획수립단계에서 하천측량 및 하상변동조사의 드론 등을 활용한 3차원 공간정보를 구축하고 2D 도면작성 기술을 도입하여야 한다.

Table 5. River information framework development plan

Main Category	Small Category	Quo	Exp	New
1.BIM General	11. Terms	●		
	12. Interpretation for Terms	●		
	13. Abbreciations	●		
	14. BIM Functionalities	●		
	15. BIM Information Level			●
2.Process	16. Maturity Model	●		
	21-1. Design Work			●
	21-2. Standard Process			●
	22. BIM Use Scenarios			●
	23-1. Guide for Code Assurance			●
3.Guides	23-2. Guide for Quality Assurance			●
	31. Guide for BIM Libraries			●
	32. BIM Guidelines			●
	33. Guide for 2D Drawings		●	
	34. Guide for Documents		●	
4.BIM Elements	35. BIM Template	●		
	41. BIM Objects	●		
	42. BIM Properties	●		
5.Informati on Spec.	43. Dictionary for Properties		●	
	51. Project Information		●	
	52. Electronic Catalogue	●		
	53. Analysis Input Data			●
	54. Analysis Output Data			●
6.Classifica tion	55. Partial detailed classification			●
	61. Facilities by Function		●	
	62. Spaces by Function		●	
	63. Elements		●	
	64-1. Work Results		●	
	64-2. Public Procurement Service Construction Classification	●		
	65-1. Material Resources	●		
	65-2. Equipment Resources	●		
	65-3. Manpower classification	●		
	66. Property classification		●	
7.Open BIM Standards	69-1. Step classification	●		
	69-2. Specialization classification	●		
	69-3. Role classification	●		
	69-4. Information classification		●	
	71. Information Delivery Manual	●		
	72. Model View Definition	●		
	73. Industry Foundation Classes	●		
	74. International Framework for Dictionaries	●		
8.Sofrwares and Contents	75. IFG for GIS	●		
	76. COBie			●
	79. Other International BIM Standards	●		
9.BIM Managemae nt	81. Functional Spec for Software	●		
	82. Spec for Contents		●	
	83-1. BIM Curriculum	●		
	83-2. BIM Education	●		
	91. BIM Ordering Guide		●	
	95. BIM ROI	●		
	96. BIM Cost of performance	●		
	99. Various indicators			●

이러한 신기술의 도입으로 하천의 2D 형상과 3차원 형상을 자동으로 구축, 갱신할 수 있는 기술을 개발하여야 한다.

여섯째, 절차의 개선과 법제도를 정비하여야 한다. 건설CALS는 정보화를 위한 다양한 표준체계를 개발했으나 품질관리 절차와 주체별 역할이 명확하지 않아 납품과 품질관리가 미흡한 실정이다. 엄격한 품질관리를 위한 절차를 개선하고 보다 강력한 법제도 개선이 조속히 추진되어야 한다.

이러한 하천분야의 정보구축 개선방안을 추진하기 위해서는 하천분야의 정보표준체계를 정리하고 정보통합이 가능하도록 개별 표준간의 상호관계를 정립하여야 한다. 한국빌딩스마트협회에서는 건축 및 설비분야를 대상으로 9개 부문 52종의 정보프레임워크 KBIMS를 개발하였고[12], 본 연구를 통해 Table 5와 같이 하천분야로 확대하거나 신규로 추가하여 하천분야 정보프레임워크 개발을 추진할 예정이다.

4. 결론

본 연구를 통해 현행 하천시설물 관련 정보체계 현황을 요약해보면 하천정보 작성단계에서는 건설CALS에서 하천관련 표준체계가 있으나 표준 준수율과 정보 축적률이 매우 낮다.

RIMGIS 구축정보는 하천기본계획수립 정보를 활용함으로써 정밀도가 낮고, 국가하천에 국한된 하천시설정보는 하천중심선과 축점 등 위치정보가 명확하지 않다. 특히 RIMGIS는 하천시설물을 점 형태의 GIS정보를 구축 운영하고 있으며, 하천기하정보 오류가 커서 공간정보 신뢰성을 확보하지 못하고 있다.

이러한 다각적인 문제점을 극복하기 위해서는 하천기하정보 신뢰성 확보를 위한 GIS연계 정보프레임워크를 수립해야 하고, 표준화 준공도서 리소스 확보를 위해서 도면DB구축 정보프레임워크를 수립해야 하며, 공간정보의 현황화 갱신을 위해서는 갱신절차 정보프레임워크를 개발하고 이를 시행하기 위한 법제도적인 방안이 마련되어야 한다.

본 연구에서 제시한 방안을 도입하여 기술적, 제도적인 절차를 개선하고, 첨단 ICT 기술과 연계한 정보구축과 BIM 정보체계의 적극적인 도입을 한다면 타 분야와 정보격차를 해소할 수 있을 것이다.

References

- [1] H. J. Shin, H. S. Chae, E. H. Hwang, K. S. Lim, "A Study on the Improvement of RIMGIS for an Efficient River Information Service", *Korea Journal of Geographic Information*, vol. 16, no. 1, pp. 15-25, Mar. 2013.
DOI: <https://doi.org/10.11108/kagis.2013.16.1.015>
- [2] H. J. Shin, H. S. Chae, E. H. Hwang, "A Study on the Validation of Vector Data Model for River-Geospatial Information and Building Its Portal System", *Korea Journal of Geographic Information*, vol. 17, no. 2, pp. 95-106, 2014.
DOI: <https://doi.org/10.11108/kagis.2014.17.2.095>
- [3] M. H. Jo, K. J. Kim, H. J. Kim, "Development of a River Maintenance Management Technology Related with National River Management Data", *Korea Journal of Geographic Information*, vol. 15, no. 1, pp. 159-171, Mar. 2012.
DOI: <https://doi.org/10.11108/kagis.2012.15.1.159>
- [4] M. H. Jo, K. J. Kim, H. J. Kim, "A Study on the Improvement of River Management System Based on Riverbed Change Data Management Program for Utilization of Advanced Bathymetry Data", *Korea Journal of Geographic Information*, vol. 16, no. 3, pp. 115-125, 2013.
DOI: <https://doi.org/10.11108/kagis.2013.16.3.115>
- [5] J. Y. Nam, C. W. Jo, "Standardization of Infrastructure Information Modeling based on BIM Information Framework", *Transactions of the Society of CAD/CAM Engineers*, vol. 19, no. 3, pp. 281-293, Sep. 2014.
- [6] H. J. Shin, H. S. Chae, E. R. Lee, "Development of a Standard Vector Data Model for Interoperability of River-Geospatial Information", *Korea Journal of Geographic Information*, vol. 17, no. 2, pp. 44-58, 2014.
DOI: <https://doi.org/10.11108/kagis.2014.17.2.044>
- [7] Y. J. Choung, H. C. Park, M. H. Jo, "A Study on Mapping 3-D River Boundary Using the Spatial Information Datasets", *Korea Journal of Geographic Information*, vol. 15, no. 1, pp. 87-98, 2012.
DOI: <https://doi.org/10.11108/kagis.2012.15.1.087>
- [8] KOREA INSTITUTE OF CIVIL ENGINEERING and BUILDING TECHNOLOGY, "Operation and Maintenance of Construction CALS Standards", Ministry of Land, Transport and Maritime Affairs, KICT 2016-055, Dec. 2016.
- [9] Korea Institute Of Civil Engineering And Building Technology, "News for Revision of Guidelines for Electronic Construction Documents Delivery", <https://www.calspia.go.kr/bbs/selectNoticeDe tail.do>, Oct, 05, 2016.
- [10] Han River Flood Control Office, "RIMGIS Guideline for computerized management of river facilities", Ministry of Land, Transport and Maritime Affairs, December, 2012.
- [11] Y. J. Kim, M. H. Hwang, "A study on Standardization of River Information in Seoul", Seoul Development Institute, ISBN89-8052-349-1-93530, 2004.
- [12] C. W. JO, "A Study on Developing Standard Framework for Implementing Open BIM", ph. D., Thesis Kyunghee University, p. 10, 2012.

남 정 용(Jeong-Yong Nam)

[정회원]



- 1982년 2월 : 경기공업전문대학 토목과 졸업(전문학사)
- 1999년 9월 ~ 2005년 8월 : 경원전문대학 토목과 겸임교수
- 2014년 4월 ~ 현재 : 한국빌딩스마트협회 감사
- 1998년 7월 ~ 현재 : (주)고려소프트웨어 설립 현재 대표이사

<관심분야>
건설정보표준, BIM

김 민 정(Min-Jeong Kim)

[정회원]



- 2012년 8월 : 건국대학교 토목공학과 졸업(학사)
- 2012년 2월 ~ 현재 : (주)고려소프트웨어 제작 중

<관심분야>
건설정보표준, BIM

조 찬 원(Chan-Won Jo)

[정회원]



- 1984년 2월 : 연세대학교 건축공학과 졸업(학사)
- 1993년 5월 : 미국 카네기멜런대학원 건축과 졸업(공학석사)
- 2012년 8월 : 경희대학교 공과대학 건축공학과 졸업(공학박사)
- 1994년 1월 ~ 1997년 12월 : (주)정림건축 전산연구 실장
- 2006년 3월 ~ 현재 : (사)빌딩스마트협회 기술연구소 소장

<관심분야>
BIM, 정보표준, 설계도서, 정보화 전략