

# 하천시설 유지운영을 위한 손상정보 관리방안 연구

주 재 하<sup>1†</sup> · 남 정 용<sup>2</sup> · 김 태 형<sup>3</sup>

<sup>1</sup>(주)고려소프트웨어 기업부설연구소 소장, <sup>2</sup>(주)고려소프트웨어 대표이사, <sup>3</sup>(주)고려소프트웨어 기업부설연구소 연구원

## Study on Damage Information Management Plan for Maintenance and Operation of River Facilities

Jae-Ha Joo<sup>1†</sup>, Jeung-Yong Nam<sup>2</sup> and Tae-Hyung Kim<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Director, Koryo Software Co. Ltd. R&D Center, Seoul, 05836, Koera

<sup>2</sup>CEO, Koryo Software Co. Ltd., Seoul, 05836, Koera

<sup>3</sup>Researcher, Koryo Software Co. Ltd. R&D Center, Seoul, 05836, Koera

### Abstract

Recently, the rapid proliferation, introduction, and application of the fourth industrial revolution technology has emerged as a trend in the construction market. Building Information Model (BIM) technology is a multidimensional information system that forms the basis of the fourth industrial revolution technology. The river sector utilizing this information-based system is also being actively reviewed, for example, the current measures for maintenance. In recent years, active research and current work should be done to reflect the need for river experts to introduce BIM into the river field. In addition, the development of tools and support software for establishing various information systems is essential for the activation of facility maintenance information systems reflecting advanced technology and to establish and operate management plans. A study on the maintenance of river facilities involves using existing drawings to build a three-dimensional (3D) information model, check the damage utilizing it, and inform it, and utilize it as the data for maintenance reinforcement. This study involved determining a method to build a river facility without the existing information system and using the property maintenance information with 3D modeling to provide a more effective and highly utilized management plan to check maintenance operations and manage damages.

**Keywords** : river, maintenance, object type, damage information

## 1. 서론

### 1.1 연구 배경 및 목적

최근 건설시장에 다양한 정보를 구축하고 관리 및 활용하는 체계가 도입되고 있으며, 구축되는 정보는 계획설계에서부터 유지관리단계까지 일관성을 확보하고 체계적으로 구축되어 활용되어야 한다.

이런 정보체계는 국외 선진국에서 시작된 건설정보모델(BIM, Building Information Model)체계를 제공하며 국토교통부에서도 국내의 사례조사를 통해 국가 기술정책을 수립하고 있다.

국내의 경우 지자체나 공공기관들은 개별 기관의 특성 및

필요에 따라 다양한 기준으로 시설물을 관리하고 있으며, 각자의 시설물 유지관리시스템 개발과 유지운영을 위한 시스템을 도입·구축하고 있으나 국내 공공기관들이 운영 관리하는 유지관리시스템은 건설정보체계가 미흡하거나, 시공단계 건설정보만 존재하여 유지관리나 자산관리 측면에서의 정보관리로 활용도는 매우 낮은 현황이다.

국토교통부는 ‘제6차 건설기술진흥 기본계획(2018~2022)’에서는 BIM 기술 활성화를 위해 2020년까지 500억 이상 건설공사에 BIM 설계를 의무화하고, 노후화되고 있는 시설물들을 선제적으로 유지 관리하기 위해 향후 드론, 로봇 등 첨단기술들을 시설물 유지관리에 적극적으로 활용할 수 있는 제도적 기반을 마련하고 있다.

<sup>†</sup>Corresponding author:

Tel: +82-2-563-2707; E-mail: krsoft1800@gmail.com

Received October 6 2020; Revised November 3 2020;

Accepted November 4 2020

© 2021 by Computational Structural Engineering Institute of Korea

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License(<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

하천시설물은 도로 및 철도분야 유지관리시설 대상보다 규모가 작고, 물과 접해 있어 시설물의 조사와 점검이 어려운 점이 있다. 그리고 도로, 철도에 비해 유지관리를 위한 시설물 표준분류체계가 미흡하고, 유지관리 점검항목, 손상정보에 대한 관리체계가 문서형태로 되어있어 미흡한 점이 있다. 이런 시설물별 점검과 손상, 그리고 보수보강 정보 등을 3D BIM 기반으로 관리하기 위하여 유지운명을 위한 손상점검 관리방안을 연구하였다.

하천시설물 유지운명을 위한 손상점검 관리방안은 4차산업 관련 국가 기술정책을 기반으로 정보모델(BIM) 분류체계 및 속성체계를 도입하여 하천시설 유지관리 운영을 위한 손상정보 관리방안을 제시하고자 하였다.

### 1.2 연구 범위 및 방법

본 연구에서는 하천분야 유지운명을 위한 손상의 종류를 분석, 정리하여 손상정보 관리방안을 제시하는 것을 목표로 하고 있다. 분류체계는 관련 연구기관에서 설계, 시공에 대한 내용을 연구하고 있으나 유지관리를 위한 추가적인 분류체계의 확대 개발해야 한다. 또한, 기존 ‘하천유지·보수 매뉴얼’(MOLIT, 2016)에서 유지관리점검 항목과 종류, 손상내용을 분석하여 BIM을 활용한 유지관리 손상점검 방안을 제시하고자 하였다.

연구는 시범구간에 유지관리 하천시설물을 구성하는 대상 중 대표적인 하천시설물로 시범구간에 구성된 하천시설물 중 현장조사를 통해 위치 및 크기를 기존 하천시설물 관리문서에 자료가 보존되어 있는 비교적 문서와 현장을 쉽게 확인 비교할 수 있는 배수통관과 배수통문을 선정하였고, 정보모델을 기반으로 유지관리대상 시설물의 재료에 따른 부위별로 분류하여 점검과 손상관리를 위한 정보체계를 확대 개발하고자 하였다. 그리고 시범적용 구축사례를 통해 구축된 정보체계 내용을 확인하고 기존 BIM 표준분류체계와 확장체계가 전반적으로 하

천시설물로 확장 가능한지 정보모델을 연구하여 정보관리 방안을 제시하였다.

연구를 위해서는 설계자료가 필요하였으며 기존에 설계 및 시공단계에서 납품된 도면, 도서를 통해 BIM 도구를 이용하여 모델링하였고, 정보입력 프로그램을 활용하여 정보모델을 시범 구축하여 실용성을 검증하고자 하였다.

유지운명을 위한 자료 조사는 국토교통부 ‘하천유지·보수 매뉴얼’(MOLIT, 2016)을 조사/분석하여 점검대상, 점검항목, 점검시기, 손상종류, 처리방법을 정보모델과 연계한 정보입력체계와 유지운영 관리방안 마련을 연구 범위로 설정하였다.

### 1.3 선행연구 및 이론적 고찰

#### 1.3.1 하천시설물 분류체계 현황

하천시설물 분류체계는 국토교통부에서 시행하고 있는 건설CALS에서 도로/하천 분야의 설계 및 시공 준공단계도면을 전자도면 표준체계를 준용하여 제출하도록 하고 있다. 그러나 분류체계 적용 납품은 미흡한 현황이며, 하천분야 작업분류체계(WBS)를 설계단계부터 입력 관리하도록 의무화하였으나 도입 초기단계로 적용되지 않고 있다.

한국건설기술연구원의 ‘2016 건설정보표준 운영 및 유지보수 보고서에 의하면 ‘전자설계도면 작성·납품 지침’(MOLIT, 2017) 표준이 적용된 2005년 1월부터 2016년 12월까지 하천분야 지침적용 대상 사업은 총 457개 사업 중 145개 사업인 31.7%만이 시스템에 등록된 것으로 보고되고 있다. Table 1에서 보는 바와 같이 312개 사업의 준공도서가 시스템에 등록되지 않고 발주청에서 CD로 관리되고 있어 망실의 우려가 있으며 하천시설 정보확보에 문제가 있는 것으로 파악되었다.

국토교통부에서 2017년 10월부터 적용된 하천분야 작업분류체계(WBS)는 480여종으로 분류하고 이를 도입하여 건설사업관리시스템에서 시행하고 있으나 축적된 WBS와 연계된 하천시설 정보는 없는 것으로 파악되었다. 현재 타 연구에서

Table 1 Delivery status of completion design documents for river field

Local Land Administration	Field	Book type	Subject to instructions	Registration completed	Insulating registration	Unsubmitted
Seoul National Land Administration	River	Design Document	39	21	0	18
		Completion Document	20	7	1	13
Wonju National Land Administration	River	Design Document	18	4	0	14
		Completion Document	35	16	1	19
Daejeon National Land Administration	River	Design Document	42	9	1	33
		Completion Document	47	10	0	37
Iksan National Land Administration	River	Design Document	59	12	2	47
		Completion Document	52	15	0	37
Busan National Land Administration	River	Design Document	80	25	2	55
		Completion Document	65	26	0	39
Total			457	145	7	312

2019년도에 ‘도로/하천 객체분류체계 및 속성분류체계에 대한 연구’(Nam et al., 2018)를 통해 2020년도에는 시범 구간을 선정하여 설계, 시공단계 하천분야 BIM 분류체계 및 속성체계 적용 테스트를 진행하고 있다.

1.3.2 하천시설물 유지관리체계 현황

유지관리단계에서 하천시설물 정보모델은 유지관리운영을 위한 속성을 확인할 수 있도록 하는 것이 중요하다. ‘하천유지·보수매뉴얼’(MOLIT, 2016)보면 유지관리를 위한 하천시설물의 점검 및 보수보강 방법과 유지보수를 위한 세부 지침과 점검양식을 별도 문서로 제시하고 있다.

현재 하천시설물에 유지운영을 위하여 객체별 구성과 정보를 형상과 부위, 점검내용, 손상내용, 손상처리 등을 BIM 모델을 통해 구축하려고 하고 있다.

하천시설물은 설계, 시공단계의 납품된 자료 및 데이터를 이용한 유지관리단계 정보모델로서 활용 가능한 분류체계 및 속성체계 확대 개발이 필요하다.

1.4 소결

하천시설물의 경우 설계, 시공단계처럼 유지관리단계에서도 정보분류체계가 필요하다. 유지관리단계 분류체계는 설계, 시공단계 건설정보분류체계를 도입하여 정보모델을 통한 하천시설물 유지운영을 위한 분류 및 속성체계로의 확대 개발이 필요하다.

유지운영을 위한 정보는 기존 유지관리 점검내용을 조사, 분석하여 정보모델과 손상정보를 관리하기 위한 방안도 필요한 것으로 분석되었다. 하천시설물 유지운영을 위한 관리방안으로는 부위별 분류를 통한 손상종류와 손상정보를 부재 단위 라이브러리에 적용하고 시설물 정보모델을 시범구축하여 유지운영에 대한 객체분류와 속성정보를 확인하는 시범적용을 통해 유지관리를 위한 정보체계를 검증할 필요가 있다.

2. 분석

2.1 관련기술 현황조사 및 분석

국가에서 운영하고 있는 하천시설물 유지관련 시스템은 하천관리지리정보시스템(RIMGIS)이 있다. RIMGIS는 지방국토관리청에서 관리하는 국가하천을 GIS 환경기반으로 하천 지도를 포함하여 하천 공간정보, 하천대장 및 부도, 구조물도와 하천관리대장, 하천점용허가, 홍수위험지도 등의 정보를 관리한다.

그리고 ‘하천유지·보수매뉴얼’(MOLIT, 2016)에서는 하천유지보수를 “하천의 기능이 정상적으로 유지될 수 있도록 실시하는 점검, 정비 등의 활동”으로 정의하고 있다.

하천의 유지보수는 순찰 및 점검, 유지, 원상복구, 보수를 하는 것을 말하며, 손상점검 항목, 시기, 종류, 처리방법을 정보모델과 연계 관리하는 방안을 도출하기 위한 조사분석이 필요하였다.

‘하천유지·보수매뉴얼’(MOLIT, 2016)은 하천 유지보수 지침으로 제정하였고, 하천시설점검표 양식(Fig. 1)을 별도로 제공하여 유지보수를 위한 세부적인 지침을 작성하고 있었다.

- 시설물별 점검일자 및 계획
- 시설물의 명칭 및 구조형식
- 시설물별 점검내용과 상태평가기준
- 시설물별 조치내용

하지만 RIMGIS에서는 국가하천의 대상으로 42종의 시설물을 2D GIS기반인 점, 선, 면 형태로 구축하고 하천대장을 통해 시설물정보를 관리하고 있었으며 유지관리정보는 포함하고 있지 않은 상황이었다. 하천시설물의 손상점검 및 조치 등 세부적인 내용은 유지관리를 위해 매우 중요하며 효율적으로 관리가 할 필요가 있다.

국토교통부는 도로/하천분야의 작업분류체계(WBS)를 개발하여 실무에서 적용토록 권장하고 있다. 하천분야는 2013년에 작업분류체계(WBS)를 개발하였고, 건설사업관리시스템을 구축하여 2017년 10월부터 설계단계부터 내역과 공정정보까지 100억 이상의 하천건설공사에 확대적용을 시작하였다.

하천분야 작업분류체계(WBS)는 7레벨로 Fig. 2에서 보는

Inspection Form-19] Inspection plan River Facilities Checklist(Drainage Clearance)

Inspection No.	Inspection date	Inspection plan			Facility name	weather	Inspector
		River name	side to side	Inspection zone			
				No. (L* ~ No. km)			(Signature)
		Coordinates (E ° ' " / N ° ' " )		Structural type (φxL)	Installation Year		
Inspection items				Inspection result			Action details
				A	B	C	
Main body	Pipe Body	Crack width					
		white coating and water leakage					
		Rebar exposure					
		Pipe change					
		Connection Relaxed					
		breakage					
		Drainage function					
	Chest wall	Crack width					
		white coating and water leak area ratio					
		Reinforcement Exposure Area					
		Member Deformation					
		breakage					
		Crack width					
		white coating and water leak area ratio					
Reinforcement Exposure Area							

Fig. 1 River facility checklist form

바와 같이 분류되어 있으며 세부적인 정보와 연계되도록 구성 되어 있다.

또한, 국토교통부는 건설기술연구사업 ‘BIM 기반 도로·하천 시설물의 건설사업정보 통합관리기술 개발’ 연구에서 Table 2 에서 보는 바와 같이 하천분야 객체분류체계(OBS, Object Break down Structure)를 개발하여 설계 및 시공단계에서 도입적용 추진 중이다. 이번 연구에서는 유지관리단계에 필요한 객체분류 체계를 확대 개발하여 진행하였다.

분류체계는 하천분야의 주요시설물 10여종 중 대표적인 배수통관 및 배수통문을 유지관리에 맞게 작업분류체계(WBS) 및 부재별 객체분류체계(OBS)를 확대적용 분석하였고, 시설물정보를 문서로 확인하던 방식에서 정보모델에 BIM 입력틀을 이용하여 유지관리정보인 손상, 점검, 일자, 등급, 조치내용 등을 입력하여 유지관리에 필요한 손상정보를 관리할 수 있는 방법에 대한 연구를 진행하였다.

이 과정에서 하천시설물의 점검 및 분류정보를 관리하기 위한 부재별 구성 방안을 제시하였다.

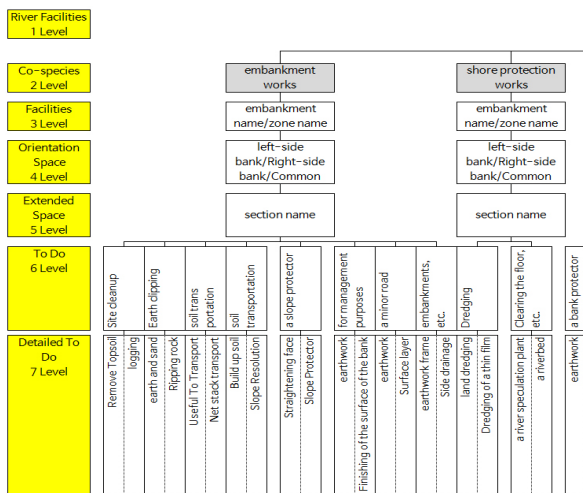


Fig. 2 Work break down structure(WBS) of river field

## 2.2 하천시설물 유지운영을 위한 필요 요건 구축

### 2.2.1 부재단위 손상관리

하천주요시설물에 대한 정보모델은 구축된 자료가 미비하여 기존 납품된 도면자료 중 배수통관 및 배수통문의 정보모델을 만들기 위해 표준도를 기반으로 모델링하고, 정보입력은 손상점검 및 처리내용을 속성으로 입력하였다.

이 과정에서 정보모델을 작성하고 관리하기 위해서는 하천 시설물을 구성하고 있는 부재를 분리하여 작성해야 하는데 이 부재들을 Fig. 3에서 보는 바와 같이 라이브러리화하여 작성하고 속성정보를 입력하는 작업을 하게 된다. 또한 이 라이브러리들은 하천시설물을 구성하는 부재로 활용할 수 있기 때문에 유사한 하천시설물을 정보모델로 작성 구축하는데 활용도가 높다.

부재 단위의 모델링은 시설물별 구성하는 최소 부재로 유지 운영 관리하는 부위와 일치한다. 이런 정보모델링(BIM)은 일반 BIM 모델 구축하는 것과 비교하면 하천시설물을 조사하여 구축하는데 어려움이 있다. 하천시설물은 제방 등 지반에 매립되어 있는 경우가 대부분이고 규모가 크지 않아 조사 위치에 들어가 손상을 직접 확인하기가 어려운 경우가 많다. 이런 이유로 하천시설물 정보모델은 설계, 준공단계 도면을 활용하거나 표준도 기반의 모델을 적용하여 정보모델을 구축하는 것이

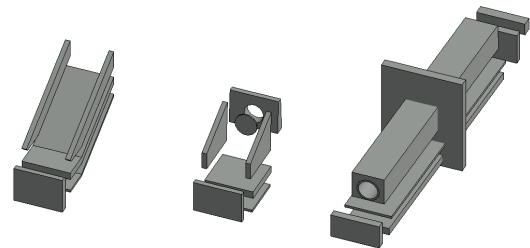


Fig. 3 BIM library by parts

Table 2 Object break down structure(OBS) of river field

Work management Unit1		Work management Unit2		Object Breakdown Structure(OBS)	
code	classification3	code	classification4	code	Object name
E15730NN	Drainage Pipe	01	Earth work	P0000000	Hume Tube
		02	Drainage pipe	E0400700	Sphere
		03	Inlet	E0400503	Drainage wall
		04	Spill division	E0400507	Wing wall
		05	Drainage gate	E2000100	Drip
		06	Frequency	E0400503	Drainage wall
				E0400507	Wing wall
				E2000100	Drip
				P2100401	Circular door
				E0400507	Walls
				E0400601	Slab
				E2000200	Floor protector

적절하다. 표준도 기반으로 모델링 할 경우 부재 단위로 라이브러리를 제작하기 때문에 소프트웨어를 통한 반자동화 모델링도 가능하다. 또한, 정보모델의 시범 적용한 결과를 통해 유지관리 운영을 위한 정보체계 개발방안과 BIM 라이브러리 조립을 통한 정보모델을 작성하는 방안도 제시하였다.

하천시설물의 유지관리를 위해서는 유지관리 내용을 포함한 속성정보를 부재에 점검위치, 점검부재, 점검내용, 손상정보, 점검조치 내용 등을 포함하여야 된다. 그 외에도 기본적인 시설물의 이름, 길이(연장), 형식 등 특성값을 포함하고, 하천 시설물 유지운영을 위한 특성 및 정보는 부재 단위에서 표현하는 것과 부위 단위에서 표현되는 내용이 다를 수 있다.

이런 차이를 확인할 수 있도록 분류체계 및 속성체계에서 표현할 수 있게 객체분류체계(OBS)구성의 Fig. 4 결과 라이브러리 구성과 같이 결과(Result)로 그룹핑한 결과로 라이브러리를 구축해야 한다.

하천시설물의 손상 정도에 따른 등급판정이나 보수보강공법 등 논리적인 부문은 ‘하천유지·보수매뉴얼’에 정한 지침 기준으로 Fig. 5(a), (b)에서 보는 바와 같이 3D 정보모델에 입력하여 관리할 수 있도록 정의하였다.

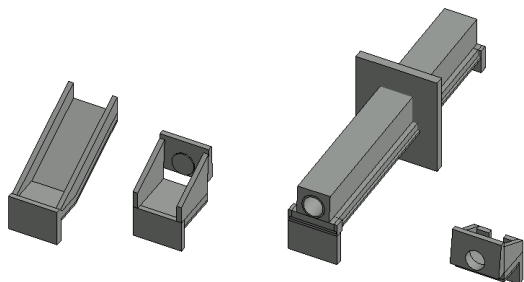


Fig. 4 Result object by elements

손상판단은 손상 종류별로 아이콘, 손상내용 및 손상등급을 부여하여 관련 보강공법을 지정할 수 있도록 정보체계를 구축하고 시스템을 통해 구축할 수 있도록 한다. 이때 손상등급의 판정 기준은 타 세부 연구용역 ‘하천시설 생애주기 관리기술 개발’의 “암거 및 통관에 대한 성능 평가 모델 선정 및 FMS 안전등급” 결과를 도입하여 구축한다.

2.2.2 손상정보관리 방안

하천시설물의 유지관리는 ‘하천유지·보수매뉴얼’ 지침을 기준으로 점검대상 및 내용을 기반으로 분석, 작성하였다.

하천시설물은 제방과 같은 토사, 보와 배수통문과 같은 콘크리트, 수문 및 운동기구와 같은 철구조물, 수문개폐 장치와 같은 전기시설, 자전거도로와 같은 포장, 조경식생과 같은 수목 등 대상시설에 따라 구성재료가 매우 다양함에 따라 손상종류도 매우 다양하다.

이러한 특성을 고려하여 하천시설물의 대상 및 손상점검, 손상종류, 손상내용 등을 분석하여 Table 3에서 보는 바와 같이 하천시설 점검그룹을 22개로 분류하였으며 손상종류는 432개, 손상내용은 11개로 정리하였다.

조사된 내용을 정리 및 분석한 결과 기존의 방식은 하천시설을 관리하는 손상점검은 하천시설별로 구분하여 조사내용을 문서 및 사진으로 관리하고 있으며 이러한 방식은 현장을 가보지 않고는 손상점검 위치를 확인할 수 없으며 시설물 관련 문서를 찾아 현장에서 작성하여 점검 자료로서 작업하는 문제와 시설물 자료의 누락 등의 문제가 발생할 수 있다.

이러한 기존 유지관리체계를 보다 효율적으로 하기 위해서는 부재 단위로 작성된 정보모델에 유지관리 속성정보를 설정하여 관리하여야 하며 이를 위해 Table 4와 같이 유지관리 속성정보체계를 확장하여 개발하였다.

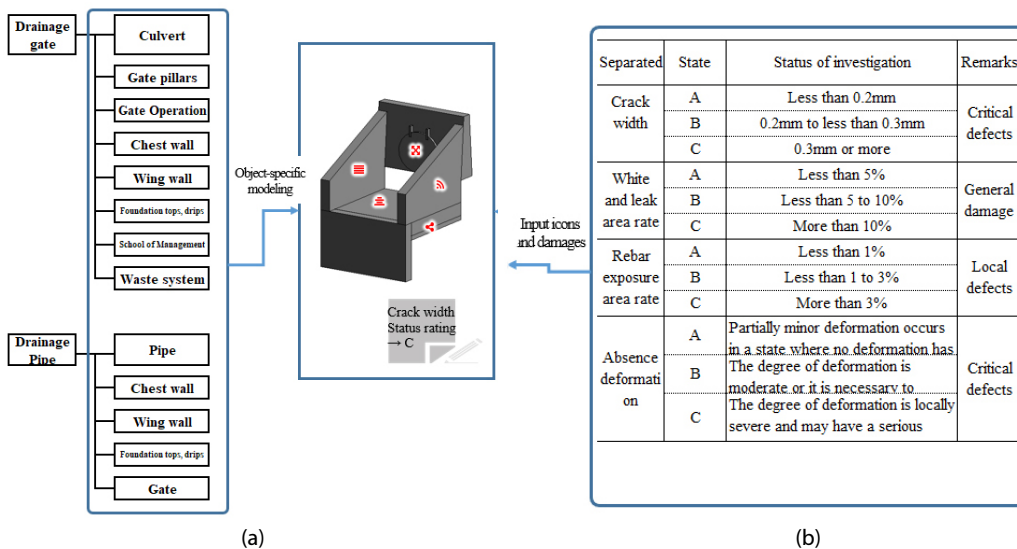


Fig. 5 River facilities 3D information model

Table 3 Inspection and damage list by facility type

22	432	11	11	11
Target classification	Types of damage	Damage	Damage rating	Reinforcement method
Levee	Whirlpool			
	Activity			
	Conduction			
	Segul			
	Erosion			
	Slope erosion			
	Undermine			
	Sediment spill			
	Lost			
	Bokto Sil			
	Leaks			
	Slope disrepair			

Table 4 Development of maintenance property information system

속성분류(Property Classification)			속성명(Property Name)			
Main Category	Category	Subclass	Hangul	English	form	
	Maintenance	Common Information	보증시작일	Warranty Start Date	Date	YYYY
			보증종료일	Warranty End Date	Date	
		Diagnosis	점검기관명	Inspection Company	text	
			점검기관URL	Inspection Company URL	text	
			점검책임자	Inspection Manager	text	
			점검유형	Inspection Type	Enumeration	
			점검주기	Inspection Cycle	Number	
			최근점검진단일	Recent Inspection Date	Date	YYYY
			차기점검진단일	Next Inspection Date	Date	YYYY
			점검대상	Inspection Target	text	
			점검사진-링크	Inspection Image	text	
		Damage Information	손상유형	Damaged Type	text	
			손상위치	Damaged Location	text	
			손상부재	Damaged Location	text	
			손상설명	Damaged Status Description	text	
			손상등급	Damaged Level	Enumeration	
			손상사진-링크	Damaged Image	text	
		Reinforcement	보수보강형식	Maintenance Type	Enumeration	
			보수보강공법	Maintenance Method	text	
			보수보강공법URL	Maintenance Method URL	text	
			보수보강비용	Maintenance Cost	Accountin	

Table 5 List of damage by river facility type(plan)

Object type	Damage	Object type	Damage
Common	20	Building facilities	6
Levee	29	Drainage facilities	22
Shore protection	13	Telecommunications facilities	15
River bed maintenance	9	Water gate power plant	15
Hydrophilia facilities	15	General steel structures	10
Eco-friendly landscaping facilities	14	Concrete structures	16

따라서 유지관리 점검입력 내용과 쉬운 확인을 위해 이 연구에서는 Table 5에서 보는 바와 같이 유지관리 손상정보를 하천시설 부재의 구성재료 유형별 그룹으로 정리하여 공통부분

20개, 제방 29개, 호안 13개, 하상유지 9개, 친환경/조경시설 14개, 건축시설 6개, 기계설비 22개, 전기통신 15개, 수문발전설비 15개, 일반구조물 10개, 콘크리트 구조물 16개 등으로 유형별로 손상 목록을 분류하고, 공통적으로 적용되는 손상정보를 별도로 목록화하여 제시하였다.

유지관리 손상점검 목록화 상세는 Table 6에서 보는 바와 같이 시설물별 최소 6개~30개가 있으며 부재별로 손상점검항목이 다른 것을 파악하였다.

이 중 Table 7와 같이 하천시설물 유지보수 대상별 구조물, 부지/포장, 편의시설, 기계설비, 전기설비 및 식생과 같이 부위의 특성에 따라 손상종류가 달라지므로 별도로 구분하면 용이하게 손상부분의 정보구축이 가능해진다. 콘크리트 구조물의

경우 유형별 손상목록을 분류하고 재료특성에 맞는 16개 손상 사례를 확인하였다.

하천시설물 모델은 유지관리를 위한 것으로 기존에 없던 유지관리 속성을 모델에 입력하는 작업을 통해 유지관리에 필요

한 점검, 손상 목록을 하천시설물 BIM 모델에서 확인할 수 있게 아이콘화하여 Table 8에서 보는 바와 같이 손상 아이콘을 정리하여 유지관리에 사용할 수 있도록 목록화하였다.

유지관리를 위한 속성정보는 작업분류체계(WBS)와 객체












Table 6 List of damage swells by river facility type(part)

Common(icon)	20	Crack	Breakage	Damage	Transform	Baek Tae	Peeling
Levee	29	Crack	Protective air damage	Damage	Transform		
Shore protection	13		Destroy	Damage			
River bed maintenance	9						
Hydrophilia facilities	15	Crack	Breakage	Broken			Peeling
Eco-friendly landscaping facilities	14	Crack	Breakage				
Building facilities	6	Crack		Damage		Baek Tae	Peeling
Drainage facilities	22	Crack	Breakage	Damage	Transform		
Telecommunications facilities	15		Breakage	Damage	Transform		
Water gate power plant	15	Crack	Breakage	Damage	Transform		
General steel structures	10	Crack	Breakage	Damage	Transform		Peeling
Concrete structures	16	Crack	Breakage	Damage	Transform	Baek Tae	Peeling

Table 7 Case of damage classification for maintenance by river facility target

Structure	Site/Paving	Convenience facilities	Hardware	Electrical equipment	Vegetation management
Damaged	Damage	Damage	Damage	Damage	Pillar Support
Breakage	Breakage	Breakage	Breakage	Breakage	Pruning
Crack	Crack	Crack	Crack	Corrosion	Overhead flooding
Transform	Irregularities	Transform	Transform	Shorted	Weeding
Subsidence	Caved	Corrosion	Corrosion	Resistance	Mower
Activity	Lifts	Anti-water	Vibration		
Wear and tear	Subsidence	Cutting	Noise		
Peeling	Peeling		Leakage		
Separation	Soft section		Obsolescence		
Various phases	Puddle		Anti-water		
Rebar Exposure	Gravel tribe		Poor quality		
Accumulation	Hazard				
Washout	Natural stone protrusion				
Scour					
Deterioration					
Material separation					

Table 8 Case of damage management information system for river facility structures

Target classification	Types of damage	Damage ICON	Damage	Damage rating	Reinforcement method
Structure	Subsidence		Subsidence depth 8.5cm	B	Local improvement method
	Activity		Activity 17cm	C	Local improvement method
	Damage		Damage depth 15mm	A	Filling method
	Breakage		18% breakage area	B	Surface covering method
	Crack		Crack width 0.6mm	C	Crack injection method
	Wear erosion		Severe wear and tear	C	Installation of reinforcement panels
	Peeling		13mm peeling	B	Surface covering method
	Layer separation		15mm layer separation	B	Local improvement method
	Baek Tae		Severe white ness	C	Surface covering method
	Rebar exposure		6% rebar exposure	C	Lining method
	Sediment		Deposits in drainage pipes	B	Sediment cleaning

분류체계(OBS)분류체계에 맞게 분류하고 유지관리에 점검대상별 손상종류, 손상내용, 손상이미지, 손상등급 등 정보를 입력하여 유지관리 속성을 빠르게 확인할 수 방안으로 부재 단위로 손상을 아이콘화하여 관리하도록 하였다.

이 방안은 관리대상 시설물 부위의 재료특성에 따른 특화된 손상종류 그룹이 달라지므로 쉽고 명확하게 손상정보를 구축할 수 있게 된다.

### 3. 시범적용 및 검증

#### 3.1 유지운영 손상정보관리 시범적용

전술한 내용에 대한 유지관리를 위한 3D 정보모델 부분에 대한 연구 내용은 어떻게 구축하였는지? 부재단위 손상정보는 어떻게 관리되는지? 효율성 검증이 필요하였다. 그러나 BIM 모델 구축된 사례가 없어 분류체계 및 정보체계 확인을 위해 시범 구간을 선정하고 정보모델 작성하여 검증하였다. 정보모델에는 분류체계와 정보체계 속성을 입력하여 구축하고 손상정보를 위한 부재별 특성을 입력하여 하천시설 유지운영관리를 위한 체계를 확인하는 작업을 하였다.

3D정보모델은 BIM 소프트웨어를 이용하여 시범대상구간 안양천의 일부를 선정하여 진행하였으며, 대상구간의 하천시설물 중 배수통관, 통문에 대한 모델링을 진행하고 유지관리에서 필요한 모델링과 유지관리 속성을 입력하였다.

#### 3.2 시범구간 정보모델 검증

##### 3.2.1 시범구간 정보모델 검증 절차

시범구간 정보모델 검증은 전반적인 하천시설 유지운영을 위한 모델기반 정보분류체계 구축방안을 제시하는데 초점을 맞춰 연구하였다. 그러나 논리적인 연구는 실무적용에 한계가 있어 배수통관 시설물에 시험적용을 실시하여 개발방향의 적합성을 검증하고자 하였다.

BIM 모델링은 Autodesk Revit을 사용한 라이브러리를 조립하여 모델링하였고, 뷰어는 (주)고려소프트웨어의 KaceBIM Viewer를 활용하여 정보표출을 테스트하였다. 시험적용 화면은 Fig. 6의 절차에 의해 시험 적용을 실시하였다.

BIM 모델을 작성하기 위해 도면자료 수집을 하고, 하천시설정보 및 유지관리정보를 입력하고, WBS, OBS를 입력한 후 BIM 모델 뷰어 프로그램 KaceBIM Viewer를 통해 모델에 입력된 WBS, OBS, Pset 내용을 확인하는 작업을 진행하여 유지관리를 위한 부재별 구분 및 속성정보를 확인하였고, 손상표시 아이콘을 표시하여 구분되는 것을 확인하였다.

##### 3.2.2 시범구간 정보모델 속성확인

하천시설물의 유지운영을 위한 손상점검항목을 Fig. 7에서 보는 바와 같이 모델링을 통해 부재별 속성을 입력하고 손상의 종류를 아이콘으로 확인할 수 있으며, 속성정보를 모델요소를 클릭을 통해 바로 확인할 수 있는 이점이 있다. 기존방식은 기존설계도면 및 문서를 찾아 목록을 검토하고 분류체계, 속성정보, 특성 등을 문서를 통해 확인하는 방법이었다. 이 방법보다 정보모델 상에 표시된 아이콘을 클릭하여 속성정보를 쉽게 확인하여 관리하는 방법이라는 것을 확인한 것이다. 특히 유지관리단계의 구조물의 손상정보 중 손상의 길이, 면적, 깊이 에 대한 내용을 3D정보모델로 입력하여 관리할 수 있게 되며, 손상조치내용 등의 추가적인 정보를 입력할 수 있도록 되어 있어 활용성이 높다고 볼 수 있다.

표준분류체계도입 및 손상점검 관리는 기존 WBS체계 및 OBS체계 도입 → 유지관리 BIM Library 제작 및 속성입력 → 라이브러리 수동조립방식에 의한 배수통관 모델링 → 손상부위 점검 및 손상 속성정보입력 과정을 통해 최종 배수통관의 시험적용결과 Fig. 8과 같은 내용으로 정리할 수 있었다.

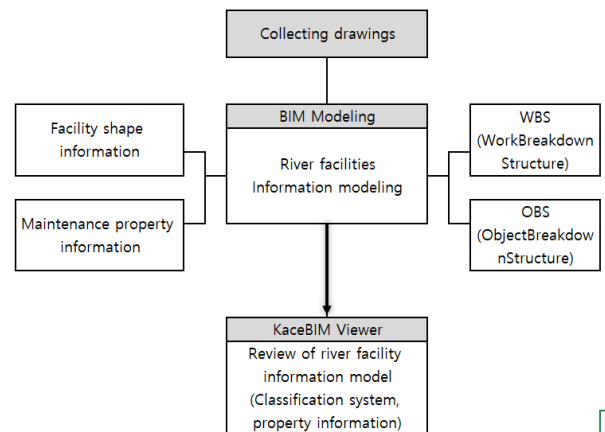


Fig. 6 Demonstration section information model verification procedure

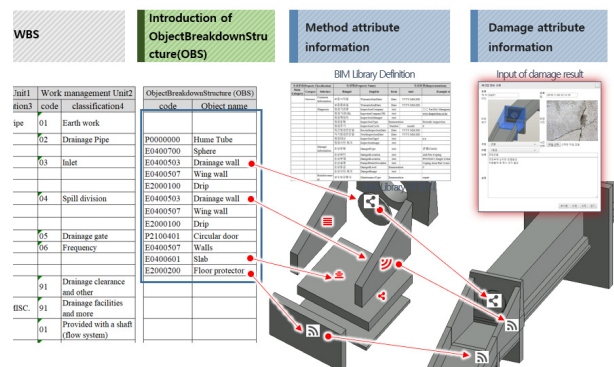


Fig. 7 Maintenance attribute information system standard system PROTOTYPE



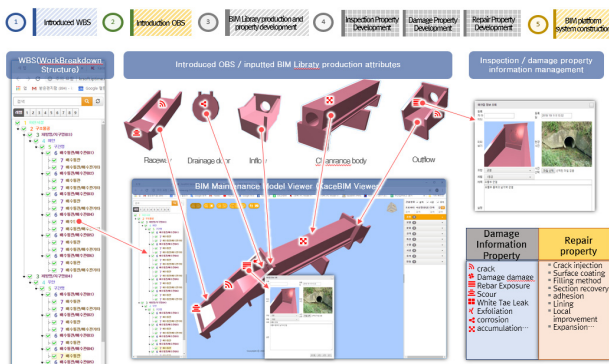


Fig. 8 Introduced OBS(object breakdown structure) / Input BIM library production property

### 3.2.2.1 WBS 적용 검증(기존 WBS체계 확대구축)

작업분류체계(WBS)에 의한 모델트리 구조로 기존 도로/하천분야 WBS 체계기반을 확대 구축하여 유지관리 대상시설을 부위별로 명확하고 쉽게 통제하고, 부위별로 선택적 관리를 할 수 있었다.

### 3.2.2.2 OBS 적용 및 유지관리 BIM Library 제작 검증

객체분류체계(OBS)를 근간으로 유지관리를 부재별 BIM Library를 제작하고 이를 조합하여 본체, 입구부, 출구부, 도수로, 수문 등을 구분하여 부위별 모델링하여 대상시설물(배수통문)을 구축하였다. 이를 KaceBIM Viewer를 통해 부위별, 부재별, 선택과 속성정보에서 객체분류(OBS) 정보를 확인하여 관리할 수 있는지 검토하였다.

### 3.2.2.3 점검 및 손상 정보관리 검증

시험적으로 배수통문의 3D정보모델의 속성정보 확인을 통해 유지관리대상 시설물의 손상 부위를 자유롭게 선정하고 점검 및 손상정보를 부재별로 확인하고 손상점검내용을 아이콘으로 표시하여 점검결과를 조회하는데 매우 효과적으로 손상정보를 관리할 수 있음을 확인하였다.

결과적으로 향후 하천시설물 구축시 3D정보모델을 구축하기 위해 부재단위의 BIM Library 구축을 통한 하천시설물의 현행화 작업이 필요할 것으로 판단이 되며 BIM 기술을 유지관리정보 구축에 활용할 경우 4차 산업혁명 BIM기반데이터 구축이라는 관점에서 유지관리정보의 기존 문서로 관리하던 방식에서 3D정보모델기반으로 관리하는 방식의 변화를 위한 기반이 되는 데이터 구축과 현행화 하는 부분으로 매우 중요한 부분이다. 하천유지관리를 위한 방안으로 보다 쉽고 편리하게 손상을 확인하고 관리할 수 있을 것으로 판단된다. 그러나 BIM 모델을 구축하는 경우 하천시설물의 라이브러리를 이용하여

시설물을 수동으로 모델링하는 방법에 시간이 걸리는 부분을 “BIM 속성분류체계 구축을 위한 속성입력 자동화 프로그램 구현”(Nam *et al.*, 2020)을 보면 BIM 정보체계 모델링의 장점과 모델링을 쉽게 할 수 있는 입력 툴 등을 소개하고 있는데 하천시설물의 현행화 작업에도 자동화 모델링기술 개발이 병행되어야 실효성이 있을 것으로 판단된다.

## 4. 결론

다양한 하천시설의 유지관리는 매우 중요한 사항이다. 최근 국내외에서 4차 산업혁명기술의 급속한 확산과 도입, 적용이 트렌드로 부각되고 있으며 BIM 기술은 4차 산업혁명 기술의 근간을 이루는 다차원 정보체계이다.

이러한 정보기반체계를 활용한 타분야의 3D정보모델 구축이 활성화 되어가고 하천분야도 적극적인 연구검토가 되고 있다.

최근 하천 전문가들의 하천분야 BIM도입 효과에 대한 필요성을 하천분야에서도 도입해야한다는 필요성을 반영하여 적극적인 연구와 현행화 작업을 해야 된다. 그리고 첨단기술을 반영한 시설물 유지관리 정보체계를 활성화하고 관리계획 수립 및 운영을 위해서는 다양한 정보체계를 구축하기 위한 도구 및 지원소프트웨어의 개발이 반드시 필요할 것으로 전망된다.

단기적으로는 정보모델 기반의 스마트 건설기술과 연계한 BIM 표준분류체계를 도입하여 정보체계 기반을 구축하고 디지털 트윈 등 다양한 첨단기술을 활용하여 유지관리 위험예측, 점검내용 알림, 손상등급판단, 점검내용처리 등을 가상공간과 연계하여 처리할 수 있는 응용기술 개발이 필요할 것으로 판단된다.

중기적으로는 충분한 예산과 개발 기간을 확보하여 BIM 정보체계를 도입하고, 객체모델에 의한 시설물 가상공간을 구축하며, 하천시설물 점검 및 손상 정보표준체계와 ICT 연계구현 기술을 개발 가상객체에 손상정보를 부차·연동하여 관리운영할 수 있는 가상공간 유지관리 플랫폼 구축이 필요하다.

향후 중단기적인 발전 방향 전략으로 하천시설 BIM 라이브러리를 구축하고, 이를 활용한 자동화 프로그램을 개발하며, 하천시설 유지운영을 위한 플랫폼을 개발하며 스마트 건설과 연계체계를 확보하여 유지관리 운영기술의 고도화 및 활용성을 높일 수 있도록 해야 할 것이다.

## 감사의 글

본 연구는 국토교통부/국토교통과학기술진흥원의 지원으로 수행되었음(과제번호 20AWMP-B121100-05).

## References

- Ministry of Land Infrastructure and Transport (MOLIT)** (2009) *RIMGIS Guideline for Computerized Management of River Facilities*, MOLIT.
- Ministry of Land Infrastructure and Transport (MOLIT)** (2016) *Standard Drawing of River Facilities*, MOLIT.
- Ministry of Land Infrastructure and Transport (MOLIT)** (2017) *Electronic Design Document Preparation and Delivery Guidelines*, KICT, Ilsan City, pp.75~78.
- Ministry of Land Infrastructure and Transport Water Resources Policy Bureau (MOLIT)** (2016) *River Maintenance and Repair Manual*, MOLIT, pp.175~192.
- Nam, J.Y., Joo, J.H., Kim, T.H.** (2020) Implementation of Property Input Automation Program for Building Information Modeling (BIM) Property Set, *J. Comput. Struct. Eng. Inst. Korea*, 33(2), pp.73~79.
- Nam, J.Y., Kim, M.J.** (2019) A Study on the Development of BIM Attribute Classification System in Road and River Sector, *J. Korea Acad. Ind. Cooper. Soc.*, 20(2), pp.773~784.
- Nam, J.Y., Kim, M.J., Cho, C.W.** (2017) A Study on the Direction of Information Realization and Framework for Integrated Maintenance of River Facilities, *J. Korean Acad. Ind. Soc.*, 18(12), pp.142~144.
- Nam, J.Y., Kim, M.J., Seo, D.Y.** (2018) A Study on the Inspection and Management of Damaged Sites based on 3D Objects, *Proceedings of the Korean Society for Construction Management Conference*, 17, pp.101~102.
- Nam, J.Y., Kim, M.J.** (2018) Object-oriented Road Field BIM Standard Object Classification System Suggest Development Plan, *J. Korea Acad. Ind. Cooper. Soc.*, 19(3), pp.119~129.
- RIMGIS Map of National Rivers**, <http://www.river.go.kr/koreamaptest/default.aspx> (accessed Nov., 11, 2020).

## 요 지

최근 건설시장에 4차 산업혁명기술의 급속한 확산과 도입, 적용이 트렌드로 부각되고 있다. BIM 기술은 4차 산업혁명 기술의 근간을 이루는 다차원 정보체계이다. 이러한 정보기반체계를 활용한 하천분야도 유지관리를 위한 현행화 방안 등 적극적인 연구검토가 되고 있다. 최근 하천 전문가들의 하천분야 BIM도입 효과에 필요성을 반영하여 적극적인 연구와 현행화 작업을 해야 된다. 그리고 첨단기술을 반영한 시설물 유지관리 정보체계를 활성화하고 관리계획 수립 및 운영을 위해서는 다양한 정보체계를 구축하기 위한 도구 및 지원소프트웨어의 개발이 반드시 필요할 것으로 전망된다. 하천시설의 유지운영을 위한 연구로 기본적으로 기존 도면자료를 이용하여 3차원 정보모델을 구축하고 이를 활용한 손상을 점검하고 정보화하며 보수보강을 위한 자료로 활용토록 하는 것이다. 이는 기존 도면방식에 없는 정보체계를 하천시설물을 3D 모델링과 함께 유지관리정보를 속성으로 구축하는 방법을 연구하여 유지운영을 위한 점검, 손상 관리를 보다 효과적이고 활용성이 높은 관리방안을 제시하고자 하였다.

**핵심용어** : 하천, 유지보수, 객체유형, 손상정보