

A measure for activating BIM by actual application analysis of integrated utilization process of quantity, process(4D), and construction cost(5D) in view of life-cycle

Jae-Hong Lee*, Tae-Young Kim**

*Team leader, BIM Business, Glotech Company, Gwangmyeong-si, Korea

**Development Manager, BIM Business, Glotech Company, Ansan-si, Korea

[Abstract]

In this paper, we propose a novel method for converting the existing 2D processes in the design and construction phase of civil engineering, to the future BIM-based processes. First, we compare and analyze the actual application processes of the outputs of the existing 2D method and the outputs of the 3D BIM method, for the whole process of BIM design of earthworks and road structures and integrated utilization of quantity, process(4D) and construction cost(5D), in view of life-cycle. The proposed method acquire the outputs of the design phase integrating IFC international common standard file information and CBS/OBS/WBS standard classification scheme information, and acquire the outputs of the construction stage by using an integrated utilization module for quantity, process(4D) and construction cost(5D). Ultimately, we intend to commercialize the step by step technologies for BIM design and construction in civil engineering by using the proposed method.

▶ **Key words:** BIM(Building Information Modeling), Civil BIM, Parametric Quantity and Cost Take-Off, BIM-based Cost Take-Off, BIM-Based Schedule Management, Integrated BIM-based Standard Breakdown Structure

[요 약]

본 논문에서는 토목 분야 설계와 시공 단계에서의 기존의 2D 프로세스들을 향후 BIM 방식의 프로세스들로 전환하기 위한 새로운 방법을 제안한다. 먼저, 생애주기 관점의 토공 및 도로 구조물의 BIM 설계와 시공 단계에서의 수량-공정(4D)-공사비(5D) 연계 활용의 전체 프로세스에 대하여 기존 2D 방식의 성과품과 3D BIM 방식의 성과품들의 실적용 과정을 비교 분석한다. 제안하는 방법은 IFC 국제 공통 표준 파일 정보와 CBS/OBS/WBS 표준 분류 체계 정보를 연계하여 설계 단계의 성과품을 만들고 수량-공정(4D)-공사비(5D) 연계 활용 모듈을 활용하여 시공 단계의 성과품을 만든다. 궁극적으로는 제안하는 방법을 사용하여 토목 분야 BIM 설계와 시공의 단계별 기술들을 상용화하고자 한다.

▶ **주제어:** 빌딩정보모델링, 토목 BIM, 파라메트릭 수량산출, BIM-기반 공사비산출, BIM기반 공정관리, BIM기반 표준분류체계 연계

• First Author: Jae-Hong Lee, Corresponding Author: Jae-Hong Lee
*Jae-Hong Lee (jhlee3d@mjsoft.com), BIM Business, Glotech Company
**Tae-Young Kim (no1kty@naver.com), BIM Business, Glotech Company
• Received: 2020. 11. 04, Revised: 2020. 11. 26, Accepted: 2020. 11. 27.

I. Introduction

건설 분야에도 2018년 국토교통부의 “건설산업 혁신방안” 발표(아래 그림 Fig. 1)이후 AI(인공지능)와 연계된 드론, 3D 스캐닝, 3D 프린팅, VR(가상현실)/AR(증강현실) 등의 4차 산업 요소기술들을 설계와 시공단계에 실제 적용하는 사례들이 많아지는 등 IT 기술혁신의 바람이 불고 있다.

하지만 이러한 스마트 IT 혁신 기술이 본격적으로 건설 분야에 제대로 적용되어 생산성이나 효율성 개선 등의 실질적인 효과를 보기 위해서는 이에 대한 철저한 준비와 올바른 적용을 통해 지속가능한 스마트 IT 혁신 기술 Trend로 자리 잡아야 할 것이다.

등의 4차 산업 요소기술들이 접목된 BIM 활용사례도 많고 있는 추세이다.

따라서 BIM과 관련한 이러한 건설 분야의 새로운 스마트 건설 IT 기술 Trend가 제대로 된 지속가능한 혁신 IT 기술로 자리 잡기 위해서는 설계단계에서 시공단계까지 하나의 통합된 플랫폼에서 설계자, 견적자, 시공자, 감리자, 발주처담당자 등 모든 건설 프로젝트 참여자가 하나의 일관성 있는 BIM 설계 데이터를 바탕으로 유기적인 협업 (Cooperation)이 이루어 져야 한다.

따라서 BIM에 의한 설계/시공 품질을 향상 시킬 수 있는 생애주기(Life-Cycle) 관점의 BIM 모델링 설계 구축과 활용의 프로세스가 반드시 정립되어야 할 필요가 있다.

이와 관련한 선행 연구에서는 기존 PMIS에 대한 문제점을 개선하고 사용자의 요구사항을 반영하여 프로젝트의 진행상의 효율성 및 시스템의 활용률을 높일 수 있는 방안을 제시하고자 BIM(Building Information Modeling)의 도입을 통한 전 생애주기의 정보를 통합 관리하고자 한다. 그러나 시스템 개발 초기 단계로 개념 설정 및 프로세스 제시에 중점을 주고 있기에 시스템에 필요한 관련 기술 조사가 추가적으로 조사되어 기능개선을 위한 노력이 수반되어야 할 것이며, Pilot Test를 통해 보다 실질적인 효율적인 시스템으로 기능 고도화가 이루어져야 할 것이다 [1][14, 71].

기존 PMIS 시스템 개선을 위한 BIM 통합관리 시스템 구축 측면의 선행연구는 아직 실제 구축 단계까지 가지는 못했다.

이러한 실제 시스템으로 구축하고자 하는 BIM기반 통합 시스템이나 플랫폼 개발과 관련한 연구가 현재 준비 또는 진행 중에 있다.

토목분야에서도 이러한 생애주기 관점의 BIM 기술의 올바른 도입과 활용을 위해 2016년부터 국토교통부 건설기술혁신사업의 일환으로 6차년 R&D과제가 시작되어 현재 5년차 연구가 진행되고 있다.

본 연구는 총 4개의 세부 참여기관으로 구성되어 현재 수행중인 6차년 연구인 “BIM기반 도로.하천 시설물의 건설사업정보 통합관리 기술개발” 연구의 3세부 연구 “수량-공정(4D)-공사비(5D) 연계활용 기술개발”의 5차년도 연구의 결과로 수행되는 연구(아래 그림 Fig. 2)이다.

 국토교통부		보 도 자 료	
좋은 일자리를 만들겠습니다. 국토교통 일자리 로드맵		배포일시	2018. 6. 27(수) / 총 11매(본문7, 붙임4)
담당 부서	국토교통부 건설정책과	담 당 자	• 과장 김영한, 사무관 박정현, 임상준 ☎ (044)201-3497, 4597
	국토교통부 기술정책과		• 과장 정채교, 서기관 정양기 ☎ (044)201-3557
	기획재정부 계약제도과		• 과장 고정민, 사무관 박주언 ☎ (044)215-5214
	기획재정부 부동산정책팀		• 팀장 배병관, 사무관 채원혁 ☎ (044)215-2851
	공정거래위원회 기업거래정책과		• 과장 이동원, 서기관 전영재 ☎ (044)203-4586
※ 과제별 담당부서 및 연락처는 8페이지 참조		2018년 6월 28일(목) 경장 종료 시부터 보도하여 주시기 바랍니다.	
보도 일시			

「 건설산업 혁신방안 」 발표
 - 기술·생산구조·시장질서·일자리 혁신 추진 -

- 【 건설산업 혁신을 위한 「4대 부문 핵심전략」 】
- ① (기술 혁신) 공공 주도 R&D, 스마트 인프라 규제특례, 해외 투자개발사업 지원 등을 통해 제4차 산업혁명을 선도하는 글로벌 산업화
 - ② (생산구조 혁신) 건설업 업역 개편, 원청의 직접시공 활성화, 무등록 시공팀 관리·퇴출 등을 통해 간막이와 다단계가 없는 고효율 산업화
 - ③ (시장질서 혁신) 부실기업 퇴출, 원·하도급 불공정 근절, 공공공사 발주제도 개편, 적정 공사비 책정 등을 통해 부실, 불법, 부조리가 없는 공정 산업화
 - ④ (일자리 혁신) 취업연계 지원 강화, 강소기업 육성 및 ‘창업허브’ 구축, 전문인력 육성 등을 통해 청년 인재가 역량을 펼치는 젊은 산업화

Fig. 1. “Construction Industry Innovation”. (2018, Ministry of Land, Infrastructure, and Transport)

이러한 최근 IT 분야 추세와는 별개로 건설 분야에서는 이미 BIM(Building Information Modeling) 기술이 활발히 사용되어 오고 있다. 기존 2D CAD에 의한 도면 Drawing 설계 작업이 3차원 BIM Modeling 전환 설계로 설계단계의 사용이 이루어지고 있다. 그리고 이를 활용한 시공단계의 시공간섭 체크, 4D 공정 시뮬레이션 등의 활발한 BIM 활용사례가 구축되고 있는 상황이다.

또한 건설 분야의 BIM 모델링 설계와 시공단계에도 드론, 3D 스캐닝, 3D 프린팅, VR(가상현실)/AR(증강현실)

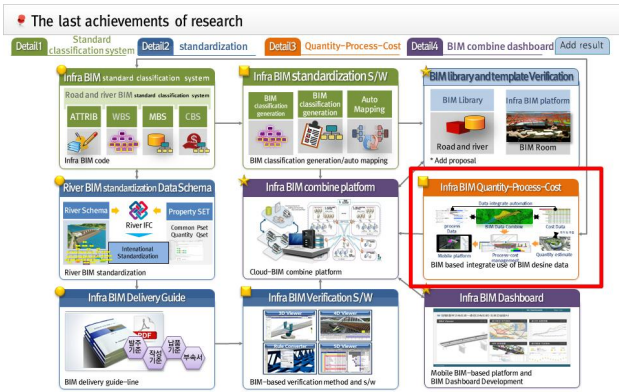


Fig. 2. The research projects summary of “Development of the technology for integrated management of construction business information of the road and river facilities based on BIM”. (Research Projects on Construction Technology of Ministry of Land, Infrastructure, and Transport)

위 그림 Fig. 2와 같이 본 연구의 주제인 생애주기 관점의 토목분야 도로.하천 수량-공정(4D)-공사비(5D) 연계활용 기술 개발과 관련하여 1세부의 BIM기반 CBS/OBS/WBS 표준분류체계 정립 연구와 2세부의 IFC 국제 공통파일 표준화 연구, 4세부의 웹 연동 BIM 통합 플랫폼 구축 연구 등의 각 세부의 참여연구와 함께 BIM 성과품 납품 및 검증 지침 마련 등의 관련 위탁 연구가 병행되어 관련 On/Off Line 시스템과 지침, 매뉴얼 등을 새로이 정립하고 있다.

아래 그림 Fig. 3은 전체 연구에 있어서의 각 세부 참여기관의 연구가 어떻게 연계되어 진행되는지 그 흐름을 나타낸다.

1세부의 BIM 표준분류체계 연구가 2세부의 IFC BIM 형상표준에 연계가 되고 이에 대한 BIM 성과품 작성 및 납품지침 등이 마련되어 본 연구의 3세부 수량-공정(4D)-공사비(5D) 연계활용 연구로 연계가 된다.

이후 BIM기반 설계와 시공단계 활용을 위한 수량 및 공사비 산출과 공정관리가 수행되고 관련 모든 BIM 성과품을 최종적으로 4세부의 BIM 표준 통합 플랫폼에 납품 및 검증과정을 거쳐 업로드 되는 과정으로 각 세부 참여기관 간 연계 연구가 이루어진다.

본 연구를 시작한 배경은 이러한 도로.하천 분야의 생애주기 관점의 BIM기반 수량-공정(4D)-공사비(5D) 연계활용 기술이 관련 각 세부 연계 연구기술과 구체적으로 어떻게 연계되는 것이 가장 바람직한 것인지에 대한 고찰의 필요성에서 출발하게 되었다.

아래 그림 Fig. 3에서와 같이 관련 연구간 연계 프로세스를 좀 더 명확히 정립하여 5, 6년차의 도로.하천 분야 테스트 베드 현장의 실용적인 검증을 거쳐 최적화된 생애

주기 관점의 BIM기반 수량-공정(4D)-공사비(5D) 연계활용 분야의 실용화 BIM 기술로 건설 프로젝트 모든 참여자에게 제공하고자 하는 것이 본 연구의 최종 목적이다.

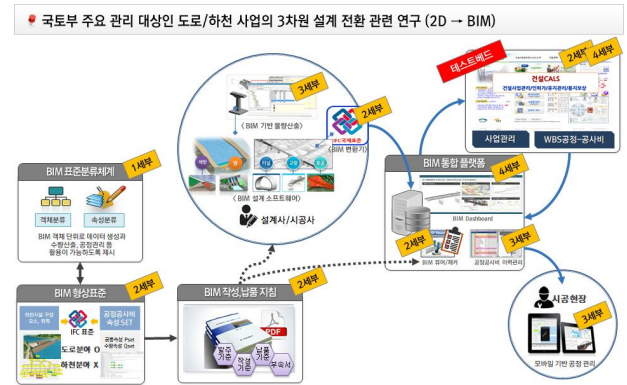


Fig. 3. The research projects flow chart of “Development of the technology for integrated management of construction business information of the road and river facilities based on BIM”. (Research Projects on Construction Technology of Ministry of Land, Infrastructure, and Transport)

“BIM기반 도로.하천 시설물의 건설사업정보 통합관리 기술개발”에 5차년도 연구 결과로 수행되는 본 연구에 앞선 선행 연구의 실적은 아래 그림 Fig. 4와 같다.

본 연구에 선행된 연구 성과인 관련 논문, 특허, 소프트웨어 등의 실적은 대부분 앞선 그림 Fig. 2와 그림 Fig. 3의 전체 연구의 각 세부 연구와 연계되어 본 연구의 수량-공정(4D)-공사비(4D) 연계활용을 Off-Line과 On-Line에서 사용될 수 있도록 하기 위한 선행 연구 성과물 들이다.

아래 그림 Fig. 4의 관련 논문, 특허, 소프트웨어 등의 선행 연구 성과의 내용은 아래 본론의 설계단계와 시공단계의 수량-공정(4D)-공사비(5D) 연계활용의 프로세스 고찰 단계에서 세부적으로 인용되어 설명될 예정이다.

따라서 요약한 아래 그림 Fig. 4의 본 연구와 관련된 선행 연구 성과의 주요한 내용은 아래와 같다.

첫째, 비정형 토공(Earth-work) 객체의 물량산출을 위한 Surface방식과 Solid 방식의 도로선형 및 형상 객체 연계활용 기술. (Off-Line)

둘째, IFC와 연동된 BIM 객체기반 물량 및 공사비 산출 자동화 기술. (Off-Line/On-Line)

셋째, CBS/OBS/WBS 표준분류체계와 연동된 수량-공정(4D)-공사비(5D) 연계활용 기술. (Off-Line/On-Line)

3세부 "수량-공정(4D)-공사비(5D) 연계활용 기술개발" 연구개발 실적				
구분	3차년도 (2018년)	4차년도 (2019년)	5차년도 (2020년)	6차년도 (2021년)
논문	Surface 및 Solid 방식의 비교를 통한 Parametric 기법의 도출을 통한 수량 산출 방법	A Development of Unified and Consistent BIM Database for Integrated Use of BIM-based Quantities, Process, and Construction Costs in Civil Engineering A Conversion Process to IFC Files for Integrated Use of Open and Web-based BIM Quantities, Process, and Construction Costs in Civil Engineering		
특허		객체의 위치별 작업분류체계와 자동 수량 산출을 이용한 WBS 공사비 자동산출 시스템	3차원 Surface 지형 및 도로(Corridor) 구조물의 위치별 구간(Station) 및 객체 정보의 자동수출을 통한 구간(Station) 별 3차원 Solid 절도(Cut/성토) 지형과 도로(Corridor) 구조물 객체 자동생성 및 출력 자동생성 시스템 및 방법	테스트 베드
SW	실근로프로젝트 공종 자동 및 실시간 수량산출 프로그램	IFC 기반 선형 및 형상설계 데이터 수량/산출 자동화 시스템 1.0 Civil3D 토공 및 코리더 구조물 자동분할 Solid 자동변환 프로그램		최적화 검증
	BIM기반 CBS, MBS, WBS 분류체계 명목모듈 프로그램	IFC 파일과 XML 파일 연동 (Web) 기반 건설공사 수량-공정-공사비 정보 추출 모듈 프로그램 XML 파일 연동 (Web) 기반 CBS 분류체계에 의한 건설공사 일일대기 내역정보 작성 모듈 프로그램		
	BIM기반 개방형 수량공사비 자동산출 모듈 프로그램	3차원 IFC 파일 연동 (Web) 기반 OBS 객체분류체계에 의한 건설공사 수량산출 정보 작성 모듈 프로그램 3차원 IFC 파일 연동 (Web) 기반 WBS 위치정보분류체계에 의한 건설공사 공사비 정보 작성 모듈 프로그램		
	BIM기반 도금액계 불량산출 프로그램	XML 파일 연동 (Web) 기반 WBS 위치정보분류체계에 의한 건설공사 공사비 정보 작성 모듈 프로그램		

Fig. 4. The research performance of "Development of the technology for integrated utilization of quantity, process(4D) and construction cost(5D)" which is the third detailed study.

최종적으로 앞선 그림 Fig. 2 ~ 그림 Fig. 4의 "BIM기반 도로.하천 시설물의 건설사업정보 통합관리 기술개발"의 전체 연구의 내용과 3세부 연구인 "수량-공정(4D)-공사비(5D) 연계활용 기술개발"의 선행 연구내용을 정리하여 본 연구에서 다루고자 하는 내용은 아래와 같다.

첫째, 선행 연구에서 정립되어 제시된 도로.하천 분야 토공 및 도로 구조물의 BIM 설계에 의한 생애주기 관점의 수량-공정(4D)-공사비(5D) 연계활용의 전체 프로세스에 대해 기존 2D 방식의 설계/시공 성과품과 3D 전환설계에 의한 BIM 성과품들의 실적용 과정을 분석하고 고찰한다.

둘째, 세부적으로 BIM 모델링 설계에 대한 IFC 국제 공통 표준 파일 정보 연계, CBS/OBS/WBS 표준분류체계 정보 연계 그리고 수량-공정(4D)-공사비(5D) 연계활용 모듈을 통한 최종 BIM 성과품 납품과정을 상세히 고찰한다.

셋째, 최종적으로 토목분야 도로.하천 생애주기 관점의 BIM기반 수량-공정(4D)-공사비(5D) 연계활용 기술의 활성화를 위한 현실적인 대안을 제시한다.

II. Preliminaries

기존 토목 분야 2D CAD 방식 도로설계와 관련한 선행연구는 다음과 같다. 현재의 도로 설계는 2D CAD 기반의 설계를 수행하고 각종 구조검토 및 관련 도면의 생성은 개별 프로그램을 활용하고 있다. 그리고 도로설계 S/W는 선형계산, 구조계산 소프트웨어, 수리수문분석 및 포장구조계산 소프트웨어, 적산 소프트웨어 등 개별 공정 단위로 개발되어 S/W간 호환 및 대상 시설의 연계가 어렵다[2][56].

이러한 다양한 토목분야 기존 2D 방식의 설계 방식에 대해

서 본 연구에서는 BIM 모델링 S/W를 토공(Earthwork)과 도로선형 구조물, 일반 토목 구조물 설계에 의한 Solid 기반의 수량-공정(4D)-공사비(5D) 연계활용 관점의 프로세스 측면에서 이를 고찰하기 위해 아래의 두 가지 분야의 BIM S/W로 크게 구분하여 연구를 진행하고자 한다.

첫째, 선형의 도로를 설계하는 BIM 설계 S/W를 통해 비정형의 Surface 지형 설계와 도로 코리더(Corridor) 단면에 의한 도로선형 구조물의 전환설계를 수행하는 BIM S/W.

둘째, 교량이나 터널과 같은 정형의 토목 구조물에 대한 BIM 모델링 설계를 수행하는 S/W.

아래 그림 Fig. 5는 본 연구에서 다루고자 하는 도로.하천 분야 생애주기 관점의 수량-공정(4D)-공사비(5D) 연계활용 프로세스에 대한 전체 Map이다.

첫째, BIM 모델링 전환설계를 수행한 후 여기에 IFC 표준 정보를 연계하게 되고 추가로 BIM기반 표준분류체계 정보를 연계하게 된다.

둘째, 시공단계의 활용을 위해 수량-공정(4D)-공사비(5D) 연계활용 모듈을 통해 수량/공정(4D)/공사비(5D) 산출을 수행하게 된다.

셋째, 최종 산출된 BIM 전환설계에 의한 도면, 수량 및 공사비 내역서, 공정관리 산출물 등은 BIM 성과품으로 납품/검증 과정을 거쳐 웹 기반의 BIM 통합 플랫폼에 최종 업로드 되게 된다.

또한 아래 그림 Fig. 5는 앞선 그림 Fig. 3의 선행연구의 성과가 반영되어 새롭게 정립된 BIM기반의 생애주기 관점의 프로세스 Map이다.

하지만 기존 2D CAD 방식의 설계자, 견적사, 시공자, 발주처 담당자 등의 사용자 관점이라기보다는 BIM 활용 기술 관점의 기능 위주의 생애주기 관점의 전체 프로세스 Map이다.

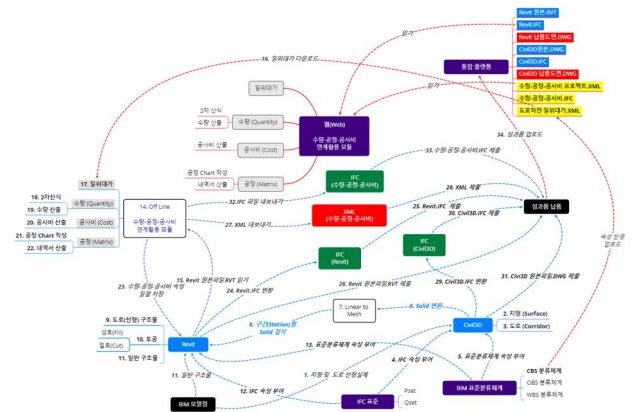


Fig. 5. The total process map of "Development of the technology for integrated utilization of quantity, process(4D) and construction cost(5D)".

위 그림 Fig. 5의 BIM 활용 기술 관점의 설계에서 시공 단계를 거친 BIM 통합 플랫폼에 납품되는 이러한 전체 프로세스 Map을 좀 더 쉽게 설명하기 위해 아래 그림 Fig. 6과 같이 크게 5가지 주요 영역으로 구분하였다.

첫째, BIM 모델링 설계 단계. (아래 그림 Fig. 6 ①)

둘째, BIM 설계 데이터에 IFC 표준정보를 입력하기 위한 IFC 표준화 정보 구축 및 활용 단계. (아래 그림 Fig. 6 ②)

셋째, 시공단계의 수량/공정(4D)/공사비(5D) 산출을 위한 BIM기반 CBS/OBS/WBS 표준분류체계 정보 연동 및 활용 단계. (아래 그림 Fig. 6 ③)

넷째, 시공단계의 활용을 위한 BIM기반 수량-공정(4D)-공사비(5D) 연계활용 모듈을 통한 수량/공정(4D)/공사비(5D) 연계산출 단계. (아래 그림 Fig. 6 ④)

다섯째, BIM 성과품의 납품/검증 과정을 거쳐 업로드 되어 건설 프로젝트 모든 참여자들에게 BIM 서비스를 제공하는 BIM 통합 플랫폼 단계 등이다. (아래 그림 Fig. 6 ⑤)

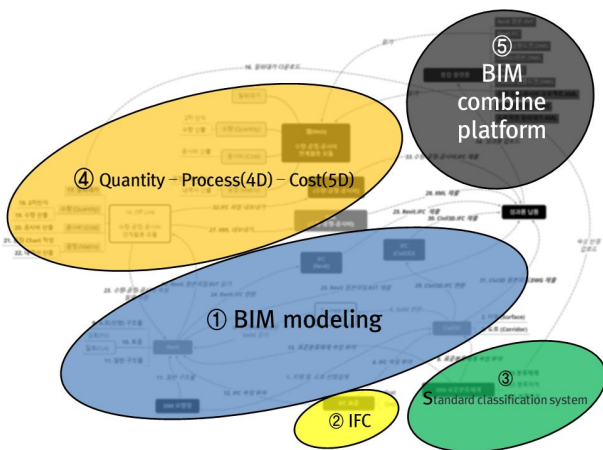


Fig. 6. The major areas of total process map of "Development of the technology for integrated utilization of quantity, process(4D) and construction cost(5D)".

본 연구를 통해 앞의 그림 Fig. 5와 같이 새롭게 정립 제시된 생애주기 관점의 BIM 모델링 설계에서부터 시공단계의 활용과 이에 따른 BIM 성과품 납품/검증과 BIM 통합 플랫폼의 BIM 서비스 제공 등의 일련의 5가지 주요 영역과 관련한 선행 연구는 다음과 같다.

설계단계에서 생성되는 BIM모델을 기반으로 한 설계정보, 적산 및 견적단계에서 생성되는 물량 및 원가정보, 그리고 시공단계에서 활용될 공정정보를 통합하는 데이터베이스 관리 시스템을 웹(Web)에 구축 하였고 최종적으로 시공단계 전 데이터베이스와 BIM 모델의 연계를 위한 코드(Code) 부여 작업을 거친 후, BIM S/W 사용자가 BIM 모델을 통하여 웹에 구축된 시스템에 접속하여 데이터베

이스에 저장되어 있는 공간별 공정/원가정보를 BIM S/W에서 IFC 모델의 공간 객체 정보를 통해 관리하는 기능을 수행하도록 시스템 프레임워크를 설계하였다[3][4].

하지만 위 선행연구는 건축 분야에 맞춰져 BIM기반의 웹 시스템 프레임워크를 설계는 하였지만 실제 시스템 구축으로까지는 이어지지 않았다.

본 연구에서는 도로·하천 분야의 설계와 시공 프로세스 정립에 이를 반영하고 실제 설악-청평 구간 BIM 연구 결과물 사례에 대한 실적용 과정 등을 추가하여 분석하는 연구를 진행하였다.

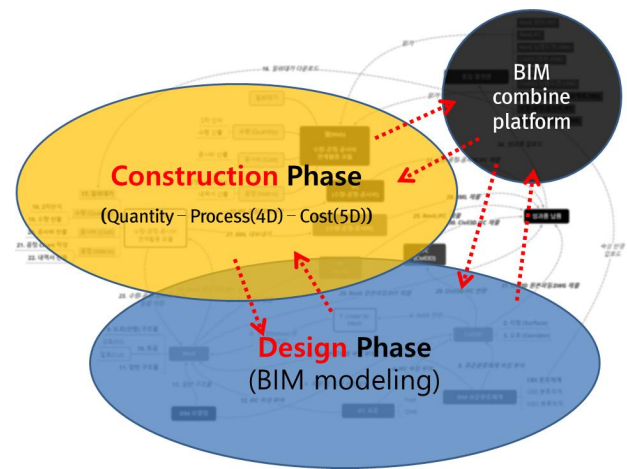


Fig. 7. The design and construction phase process of "Development of the technology for integrated utilization of quantity, process(4D) and construction cost(5D)".

현재 대부분의 건설 분야 BIM 모델링 구축과 활용의 사례들이 크게 설계단계와 시공단계로 구분되어 대형 설계사와 대형 시공사 위주의 활용목적이 서로 다른 BIM 모델링 설계와 활용으로 수행되고 있다.

따라서 위 그림 Fig. 7과 같이 생애주기 관점의 프로세스 측면의 활용이 본격적으로 활성화되기 위해서는 반드시 BIM 설계단계에서부터 BIM 통합 플랫폼 업로드 단계까지의 세부적인 프로세스에 대한 분석 고찰을 통한 프로세스 확립이 반드시 필요하다 할 수 있다.

지금까지 기존 2D CAD 방식에서는 설계와 시공의 업무영역이 분리되어 건설 프로젝트 관리가 진행이 되어 왔다면 이제는 표준화된 방식의 BIM 설계 데이터 정보를 바탕으로 한 설계와 시공단계의 일관성 있는 활용을 위한 명확한 BIM 설계구축과 활용의 프로세스 구축이 반드시 필요하다.

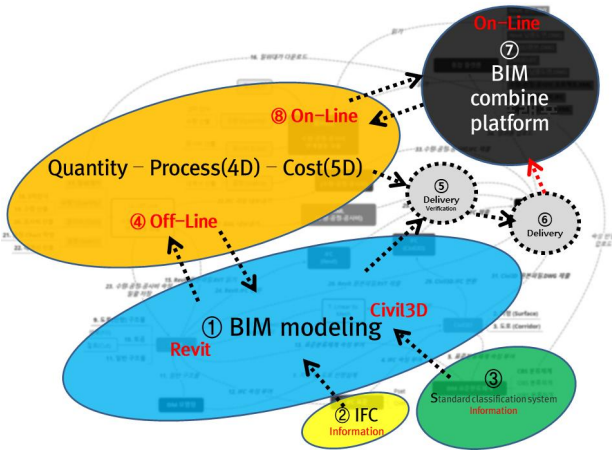


Fig. 8. The inter area process of total process map of "Development of the technology for integrated utilization of quantity, process(4D) and construction cost(5D)".

위 그림 Fig. 8과 같이 생애주기 관점의 프로세스 상에서 반드시 세부적으로 분석 고찰해야할 필요성이 있는 주요 영역과 BIM 표준화 정보의 연계과정은 아래와 같다.

첫째, BIM 모델링 설계 데이터에 IFC 표준화 정보를 연계하는 과정. (위 그림 Fig. 8 ②->①)

둘째, BIM 모델링 설계 데이터에 BIM기반 CBS/OBS/WBS 표준분류체계 정보를 연계하는 과정. (위 그림 Fig. 8 ③->①)

셋째, BIM 모델링 설계 데이터를 통한 수량-공정(4D)-공사비(5D)를 산출하는 과정. (위 그림 Fig. 8 ④)

넷째, BIM 모델링 설계 성과품, 수량/공정/원가 내역 성과품 등의 BIM 성과품 납품/검증 과정. (위 그림 Fig. 8 ④->⑤->⑥)

다섯째, BIM 성과품 업로드를 통한 BIM 통합 플랫폼을 통한 BIM 서비스 제공 과정. (위 그림 Fig. 8 ⑥->⑦->⑧)

III. The Proposed Scheme

1. The necessity of detail consideration for integrated utilization process in life-cycle between design and construction phase by civil BIM.

일반적으로 토목 분야 도로.하천의 BIM 모델링 설계는 아래 그림 Fig. 9에서와 같이 비정형의 Surface 지형 모델링에 도로 선형에 도로 코리더(Corridor) 단면을 연계한 도로 선형 BIM 모델링을 수행하는 S/W와 교량 또는 터널과 같은 정형의 토목 일반 구조물을 설계하는 BIM 모델링 S/W로 크게 두 가지로 구분되어 BIM 모델링 설계가 이루어진다.

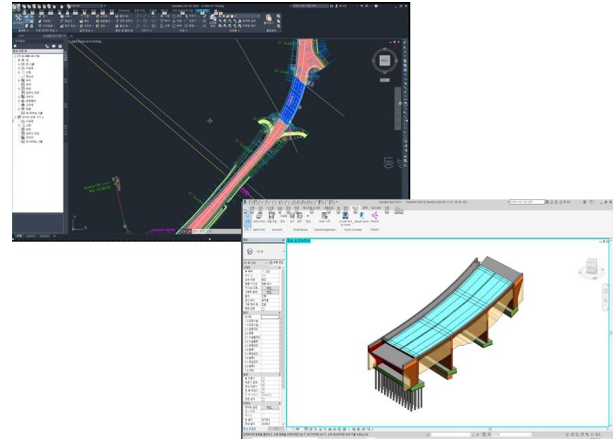


Fig. 9. The road alignment design modeling(Autodesk Civil3D) s/w by surface method and road structure modeling(Autodesk Revit) s/w by solid method.

BIM 모델링 설계 S/W 관점에서 보면 하나는 비정형의 지형과 도로선형 구조물에 대한 Surface 방식 BIM 모델링 S/W(ex : Autodesk Civil3D)에 의한 성과품 제작이 필요하다.

또 하나는 교량, 터널 등의 정형 구조물의 Solid 방식 BIM 모델링 S/W(ex : Autodesk Revit)에 의해 별도로 성과품이 제작 되어야 한다.

본 연구의 BIM 모델링 설계 이후 성과품 납품을 고려한 생애주기 관점 프로세스 측면에서 바라보게 되면 일반적으로 크게 두 가지로 구분되어 수행되는 이러한 도로.하천 분야의 BIM 모델링 설계 구현의 현재 방식은 BIM 성과품 납품 단계에서 성과품이 2개 이상으로 많아지게 되는 것이다.

즉, 기존 2D CAD 방식의 설계 성과품을 납품해 오던 도로.하천 분야 설계엔지니어링 회사 입장에서는 여기에 BIM 설계에 의한 성과품 납품이 추가되어 그만큼 기존 설계 업무량의 증가로 이어진다는 것이다.

1.1 A point to be considered for integrated utilization of quantity, process(4D) and construction cost(5D).

2019년 12월 조달청 BIM 지침인 "시설사업 BIM 적용 기본지침서 v2.0"(아래 그림 Fig. 10)에 의하면 공공 발주되는 BIM 성과품 납품 시 BIM 모델링 설계 S/W의 원본 파일과 함께 BIM 국제공통 표준파일인 IFC 파일을 같이 납품하게 되어 있다.

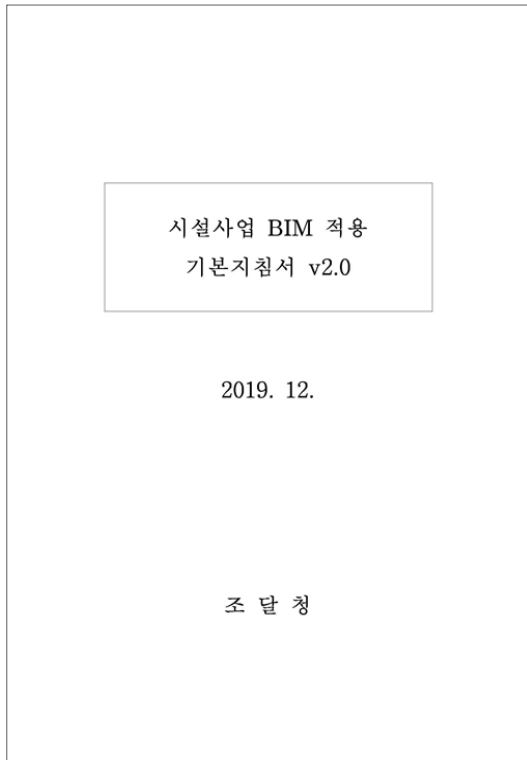


Fig. 10. The basic Guidelines for the Application of BIM to Facility Projects v2.0. (2019, Public Procurement Service)

아래 그림 Fig. 11은 생애주기 관점 수량-공정(4D)-공사비(5D) 연계활용 프로세스 Map중 IFC 정보를 연계한 설계단계 프로세스 부분을 영역별로 도식화한 그림이다.

설계단계 프로세스에 의해 BIM 모델링에 의해 설계단계에서 제작되는 성과품은 아래와 같다.

첫째, Surface 지형 및 도로선형 S/W인 Autodesk Civil3D 설계 원본파일. (Civil3D.dwg, 아래 그림 Fig. 11 ①)

둘째, 교량 등 정형 구조물에 대한 BIM 모델링 S/W인 Autodesk Revit 설계 원본파일. (Revit.rvt, 아래 그림 Fig. 11 ②)

셋째, IFC 정보가 입력되어 IFC 컨버터를 통해 변환된 Autodesk Civil3D IFC 파일. (Civil3D.IFC, 아래 그림 Fig. 11 ④)

넷째, IFC 정보가 입력되어 IFC 컨버터를 통해 변환된 Autodesk Revit IFC 파일. (Revit.IFC, 아래 그림 Fig. 11 ⑤)

여기에 기존 2D CAD 방식에 따른 2D 납품도면이 납품이 계속된다면

다섯째, 지형 및 도로선형 설계에 대한 2D 납품 도면파일. (Civil3D_도면.dwg, 아래 그림 Fig. 11 ⑥)

여섯째, 교량 등 정형 구조물에 대한 2D 납품 도면파일. (Revit_도면.dwg, 아래 그림 Fig. 11 ⑦)

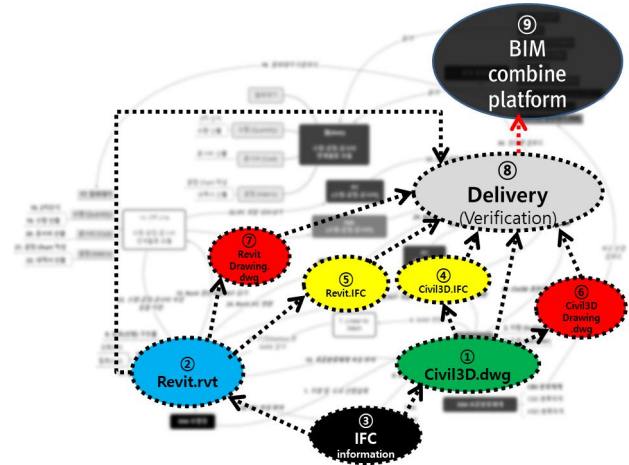


Fig. 11. The design phase of total process map of "Development of the technology for integrated utilization of quantity, process(4D) and construction cost(5D)".

위 그림 Fig. 11에서는 IFC 속성 정보(위 그림 Fig. 11 ③)가 Autodesk Revit(위 그림 Fig. 11 ②)과 Autodesk Civil3D(위 그림 Fig. 11 ①) 등의 설계 원본 파일의 BIM 형상객체 속성에 입력되어 설계단계의 납품 성과품에 반영되게 된다.

본 연구의 생애주기 관점의 설계단계 프로세스 상에서 BIM 모델링 설계 원본 파일에 IFC 표준화 속성 정보가 연계되는 이유에는 아래의 몇 가지가 있다.

첫째, IFC Pset(Property Set) 표준속성과 IFC Qset(Quantity Set) 수량산출 속성 입력을 통한 IFC 파일 변환을 통해 국제 표준화 기준을 맞추는 것. ([11][7], 아래 그림 Fig. 12)

둘째, 다양한 토목 분야 BIM 모델링 상용 S/W간 상호 호환성을 고려하기 위하여 IFC 공통 파일로 변환하는 것. ([12][7], 아래 그림 Fig. 12)

셋째, 국내 공공 프로젝트의 납품 기준인 조달청 납품 지침을 맞추기 위한 것 등이 있다. (위 그림 Fig.10)

아래 그림 Fig. 12는 토목 분야의 다양한 상용 BIM 모델링 S/W 마다 각각 IFC Pset 표준속성과 IFC Qset 수량 산출 속성 부여를 통한 IFC 파일 변환 과정을 나타낸다 [12][7].

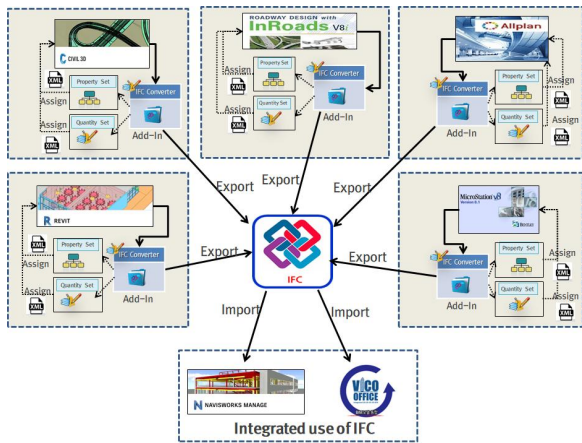


Fig. 12. The ifc file converting process by ifc pset(property set) and qset(quantity set)[12][7].

위 그림 Fig. 12와 같은 IFC 표준화 속성 정보 연계과정이 앞선 그림 Fig. 11에서와 같은 도로·하천 분야의 생애주기 관점 수량-공정(4D)-공사비(5D) 연계활용의 설계단계 프로세스에 반영이 되었다.

이와 관련한 선행연구에서는 토목 IFC 표준속성이 부여된 템플릿(PSet, QSet) 속성을 활용하여 BIM기반 파라메트릭(Parametric) 수량/공사비 산출에 대한 방법론적인 제안([10][1])을 하였다.

이를 또한 본 연구의 BIM 설계 단계 프로세스에 이를 반영하였다.

최종적인 이러한 설계단계 프로세스에 반영된 IFC 속성 정보 연계 프로세스에는 조달청 납품기준(위 그림 Fig. 10) 반영, 도로·하천 분야 IFC 국제표준 준수 그리고 다양한 토목 분야 상용 BIM S/W간 상호 호환성 확보 등의 목적과 내용이 포함되어 있다.

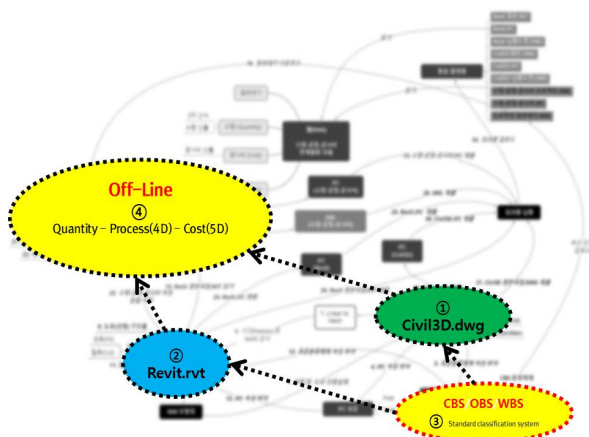


Fig. 13. The after design phase of total process map of "Development of the technology for integrated utilization of quantity, process(4D) and construction cost(5D)".

생애주기 관점 수량-공정(4D)-공사비(5D) 연계활용 프로세스 Map의 설계단계 이후의 단계에서는 수량 산출, 공사비 산출 그리고 시공단계를 고려한 공정(4D) 관리를 수행하는 과정 등이 고려되고 반영되어야 한다.

위 그림 Fig. 13에서는 설계단계 이후 이러한 수량-공정(4D)-공사비(5D) 연계활용을 위해 BIM기반의 CBS/OBS/WBS 표준분류체계(위 그림 Fig. 13 ③) 정보가 연계가 된다.

Autodesk Civil3D 설계 원본파일(Civil3D.dwg, 그림 Fig. 13 ①)과 Autodesk Revit 설계 원본파일(Revit.rvt, 그림 Fig. 13 ②)에 BIM기반 표준분류체계(그림 Fig. 13 ③) 정보가 연계되어 Off-Line의 수량-공정(4D)-공사비(5D) 연계활용 모듈(그림 Fig. 13 ④)로 호출되는 일련의 프로세스가 수행되어 시공단계 활용을 위한 수량-공정(4D)-공사비(5D) 산출이 이루어지게 된다.

아래 그림 Fig. 14는 교량이나 터널 등의 정형 구조물에 대한 BIM 모델링 S/W인 Autodesk Revit에 BIM기반 CBS/OBS/WBS 표준분류체계(위 그림 Fig. 13 ③) 속성 정보를 연계한 IFC 파일 변환 과정을 도식화 한 것이다 [12][10].

이는 앞선 그림 Fig. 11의 IFC 파일의 속성 정보 입력에 의한 설계단계 납품 성과품 제작에 추가되어 BIM기반 CBS/OBS/WBS 표준분류체계 속성 정보도 포함하여 IFC 파일이 제작되어 납품된다는 것이다.

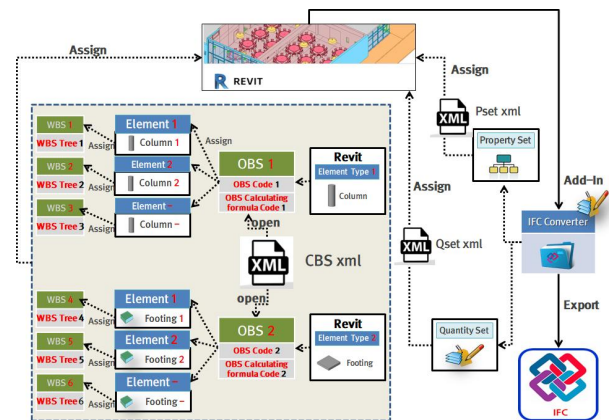


Fig. 14. The ifc file converting process by BIM-based CBS/OBS/WBS standard classification scheme information[12][10].

본 연구에서는 BIM기반 표준분류체계 정보를 위 그림 Fig.14에서와 같이 BIM 형상 속성에 CBS(Cost Breakdown Structure) 비용분류체계 속성 정보 입력을 통한 공사비 산출, Autodesk Revit S/W의 패밀리 유형

(Element Type) 단위의 OBS(Object Breakdown Structure) 객체분류체계 속성 정보 입력을 통한 수량 산출, Autodesk Revit S/W의 패밀리 유형 인스턴스(Element) 단위의 WBS(Work Breakdown Structure) 위치분류체계 속성 정보 입력을 통한 공정(4D)-공사비(5D) 산출 등을 프로세스 Map(위 그림 Fig. 13 ④)에 반영하여 프로세스를 정립하였다.

그런데 BIM기반 공정(4D)-공사비(5D)를 산출하는 단계에서는 크게 두 가지로 분리되어 있는 도로·하천 분야의 BIM 모델링 설계 단계에 대한 심도 있는 고찰이 반드시 필요하다.

아래 그림 Fig. 15와 같이 Surface 지형 및 도로선형 S/W인 Autodesk Civil3D 설계(아래 그림 Fig. 15 ①)와 교량 등 정형 구조물에 대한 BIM 모델링 S/W인 Autodesk Revit 설계(아래 그림 Fig. 15 ②)에 의한 수량-공정(4D)-공사비(5D) 연계산출 모듈(아래 그림 Fig. 15 ③)의 연계가 쉽지 않다는 것이다.

이와 관련하여 심도 있게 고찰되어야 할 사항은 아래와 같다.

첫째, 기존 2D 방식의 수작업 또는 Excel 방식의 수량-공정(4D)-공사비(5D) 연계활용 과정에 대한 자동화 방식 및 범주 설정 등 고찰.

둘째, Autodesk Civil3D 설계의 Surface방식 수량산출과 Autodesk Revit 설계의 Solid 방식 수량산출 방식의 통일 방법 고찰.

셋째, Autodesk Navisworks과 벤틀리 Vico-Office 또는 다른 상용 IFC 뷰어 등과 같은 4D/5D용 BIM S/W를 통한 IFC 파일 또는 BIM 설계 S/W 원본 파일 연동에 의한 수량-공정(4D)-공사비(5D) 산출 방안 등에 대한 고찰 등이다.

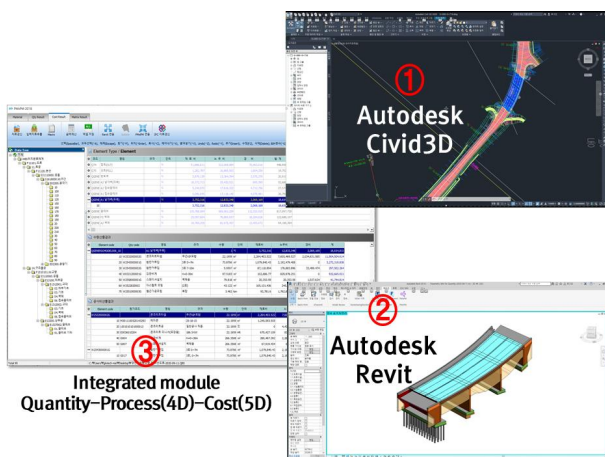


Fig. 15. A point to be considered when the module integrated utilization of quantity, process(4D) and construction cost(5D) integrate between road alignment design modeling s/w by surface method and road structure modeling s/w by solid method.

이와 관련하여 본 연구를 통해 진행된 관련 분야 설계/시공 BIM 전문가 자문 그룹의 자문 의견은 아래와 같다.

자문가1의 경우 BIM 설계에 의한 자동 수량과 BIM 객체 형상치수와 연동된 산식에 의한 수량 산출 등은 BIM의 기존 2D 방식에 비해 시각적으로 확인될 수 있는 장점 등이 있다.

하지만 나머지 BIM으로 모델링 되지 않는 공종에 대해서는 기존 2D 방식대로 수량을 산출해야 하는 등 현실적인 이중의 일이 되는 번거로움이 발생하게 된다는 자문 의견을 제시 하였다.

자문가2의 경우 Autodesk사의 Navisworks, Bentley사의 Vico-Office 등의 다양한 4D/5D용 외산 S/W는 기능상의 장점도 많지만 국내 수량/공사비 내역체계에는 맞지가 않아 실제 프로젝트 수행 시 적용하는데 많은 인원과 시간이 소요되는 단점이 있다는 자문 의견을 제시 하였다.

전문가3의 경우 토목분야의 기존 Surface 방식에 의한 지형 설계 소프트웨어의 한계를 극복하기 위한 Solid 방식의 BIM기반 지형설계 소프트웨어가 최근 많이 개발되고 있는 추세이다. 따라서 향후에는 BIM기반의 Solid 방식 지형 설계에 의한 토공물량 산출도 자연스럽게 가능하게 될 것이라는 자문 의견을 제시 하였다.

이러한 3차원 지형설계와 관련한 선행 연구에서 Autodesk의 제품군인 Civil3D, CAD, Revit, Dynamo등을 활용하여 지반조사 데이터를 반영하여 역전현상이 발생하지 않는 3차원 지층모델을 생성 하는 기법을 개발 하였으며, 암종별 수량산출이 가능하게 하여 BIM 설계에 적용할 수 있도록 하였다[10][2].

이상과 같은 BIM 설계/시공 전문가 그룹의 자문 의견과 관련 선행연구 등의 다양한 BIM 활용 기술의 시도가 향후 반영된다면 본 연구에서 정립한 생애주기 관점의 도로·하천 수량-공정(4D)-공사비(5D) 연계활용 프로세스는 앞으로 더욱 공고해질 것이라 본다.

1.2 The consideration of combine method between surface and solid method BIM modeling software in civil BIM software for integrated utilization of quantity, process(4D) and construction cost(5D).

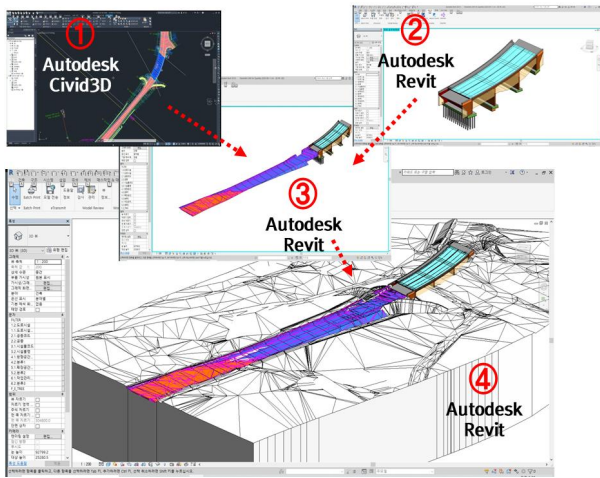


Fig. 16. The combine process between road alignment design modeling s/w by surface method and road structure modeling s/w by solid method.

본 연구에서는 Off-Line 수량-공정(4D)-공사비(5D) 모델에서 BIM 모델링 설계 원본 파일 호출을 위 그림 Fig. 16과 같은 과정을 통해 수행하는 프로세스를 고찰하고 정립하였다.

Surface 지형 및 도로선형 S/W인 Autodesk Civil3D 설계(위 그림 Fig. 16 ①)와 교량 등 정형 구조물에 대한 BIM 모델링 S/W인 Autodesk Revit 설계(위 그림 Fig. 16 ②)로 분리된 설계 결과물을 하나로 합쳐 수량-공정(4D)-공사비(5D) 연계산출 모듈(앞선 그림 Fig. 15 ③)에 호출하기 위해 Autodesk Revit S/W(위 그림 Fig. 16 ③)에 Autodesk Civil3D에 의한 Surface 지형 및 도로선형 설계 결과물을 호출해 Autodesk Revit 설계 S/W(위 그림 Fig. 16 ④)에서 지형에 의한 토공(Earth-work) 객체, 도로선형 구조물 그리고 교량 등의 일반 구조물을 모두 호출할 수 있게 하였다.

2. The consideration of integrated utilization process of quantity, process(4D) and construction cost(5D) by solid method.

토목 분야에서 그동안 수행되어 오던 Surface 방식의 지형설계와 도로선형 설계는 시각화된 BIM 설계에 의한 토공(Earth-work) 객체 생성과 이에 따른 절토(Cut)/성토(Fill) 등의 토공 BIM 객체기반의 물량산출에 있어서 한계가 주어졌다.

따라서 기존의 Surface 방식의 지형 및 토공 설계 데이터를 Solid 형상의 BIM 객체 데이터로의 변환 하거나 새로이 Solid BIM 객체로 설계하는 과정이 필요하게 되었다.

2.1 The necessity of integrated utilization process construction of quantity, process(4D) and construction cost(5D) by solid method.

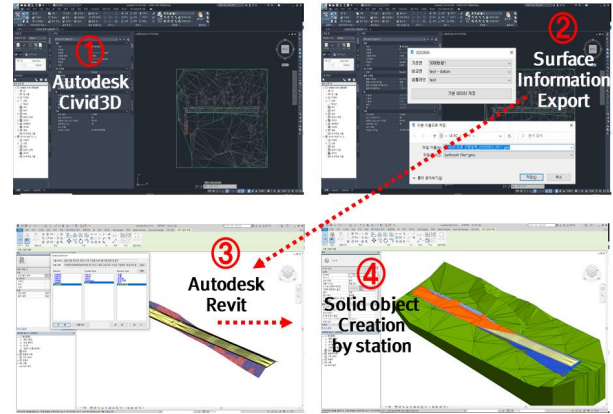


Fig. 17. The combine process between road alignment design modeling s/w by surface method and road structure modeling s/w by solid method by linear to mesh BIM s/w solution[11][4].

본 연구(5차년도)에 앞선 3차년도 선행연구에서 도로·하천 분야의 생애주기 관점의 수량-공정(4D)-공사비(5D) 연계활용을 위한 기존의 Surface 방식의 토공 설계 데이터를 Solid 형상의 토공 BIM 객체로 변환하는 솔루션(Linear to Mesh) 모듈 기술을 개발([10][4])하여 이를 본 생애주기 관점 연계활용 프로세스의 수량-공정(4D)-공사비(5D) 연계활용 단계에 활용되게 하였다.

Surface 방식의 지형 및 토공(Earth-work)과 도로선형 구조물에 대한 Solid 객체로의 변환과정을 살펴보면 위 그림 Fig. 17에서와 같다.

우선 Surface 지형 및 도로선형 S/W인 Autodesk Civil3D 설계(위 그림 Fig. 17 ①)의 Surface 지형의 정보와 도로 코리더(Corridor) 정보 그리고 코리더 구간(Station) 정보 등을 하나의 정보 파일(.gew, 위 그림 Fig. 17 ②)과 구간(Station) 전체를 Solid 파일(.dwg, 위 그림 Fig. 17 ③)을 내보내기 한다.

이후 이를 정형 구조물 BIM 모델링 S/W인 Autodesk Revit S/W(위 그림 Fig. 17 ③)에 호출한다.

Linear to Mesh BIM 솔루션으로 절토(Cut)/성토(Fill) 토공 객체와 표층/기층/중간층/보조기층/길어깨/측구 등의 도로 구조물 단면 객체별로 Solid 객체로 자동 변환(위 그림 Fig. 17 ④)한다.

이를 다시 구간(Station)별로 자동 절삭(위 그림 Fig. 17 ④)한다.

각각의 체적, 길이 등의 Solid 객체의 자동생성 값을 이용하여 수량-공정(4D)-공사비(5D) 연계활용 모듈을 통해 수량을 산출하게 된다.

2.2 The process of construction phase of integrated utilization process of quantity, process(4D) and construction cost(5D).

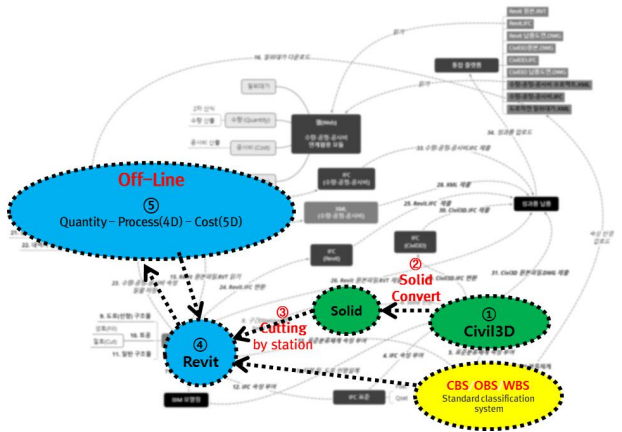


Fig. 18. The construction phase of total process map of "Development of the technology for integrated utilization of quantity, process(4D) and construction cost(5D)".

도로,하천 분야의 기존의 Surface 방식 설계 데이터를 Solid 형상의 토공 및 도로선형 구조물 객체로 변환하여 수량-공정(4D)-공사비(5D) 연계활용 모듈에 연계가 된다 면 위 그림 Fig. 18과 같은 연계활용의 시공단계 프로세스가 완성되게 된다.

위 그림 Fig. 18의 생애주기 관점의 설계단계 이후의 연계활용 프로세스의 과정은 아래와 같다.

첫째, Autodesk Civil3D에 의한 지형 및 도로선형 설계 과정. (위 그림 Fig. 18 ①)

둘째, Autodesk Civil3D의 지형 및 도로선형 구조물 객체의 Surface 정보를 기준으로 Solid 객체로 자동 변환하는 과정. (위 그림 Fig. 18 ②)

셋째, Solid로 자동 변환된 Autodesk Civil3D의 지형 및 도로선형 구조물 객체를 도로 코리더(Corridor) 구간 (Station)별로 자동 절삭하는 과정. (위 그림 Fig. 18 ③)

넷째, 구간(Station)별로 자동 절삭된 Autodesk Civil3D에 의한 Solid 지형 및 도로선형 구조물 객체를 Autodesk Revit으로 가져오는 과정. (위 그림 Fig. 18 ④)

다섯째, Autodesk Revit에서 교량을 추가 모델링 설계 하는 과정. (위 그림 Fig. 18 ④)

여섯째, Off-Line 수량-공정(4D)-공사비(5D) 연계활용 모듈에 Autodesk Revit에 최종 설계된 절토(Cut)/성토

(Fill) 토공 Solid 객체, 표층/기층/중간층/보조기층/길어깨/측구 등의 도로선형 구조물 Solid 객체, 교량 모델링 객체를 호출하는 과정. (위 그림 Fig. 18 ⑤)

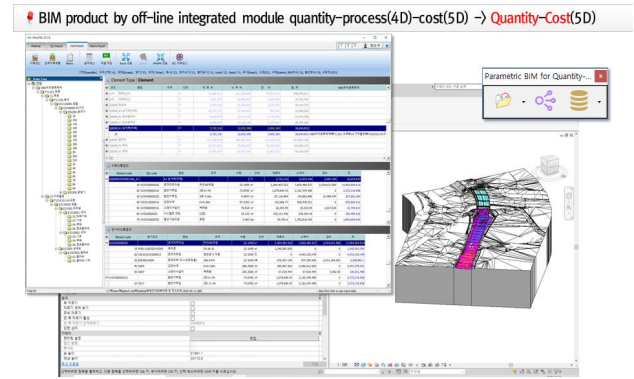


Fig. 19. The quantity and construction cost estimate phase integrated utilization module program of quantity, process(4D) and construction cost(5D).

앞선 그림 Fig. 18 ⑤의 수량-공정(4D)-공사비(5D) 연계 활용 모듈 호출과정 이후에는 BIM기반의 CBS/OBS/WBS 표준분류체계와 연동된 수량 산출과 공사비 산출을 수행하게 된다.

위 그림 Fig. 19는 본 연구(5차년도)의 개발 내용에 대한 2020년 검증 대상 연구 결과물인 설악-청평 구간의 실제 BIM 설계에 의한 내역연계 결과 예시화면으로 Off-Line 수량-공정(4D)-공사비(5D) 연계활용 모듈을 통해 BIM기반 수량-공사비(5D) 산출이 수행된 결과예시 화면이다.

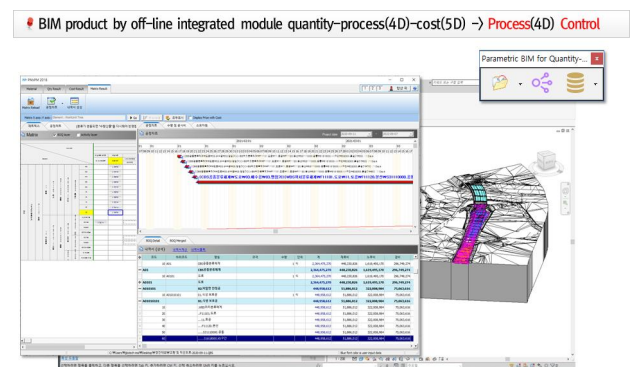


Fig. 20. The 4d process phase by integrated utilization module program of quantity, process(4D) and construction cost(5D).

또한 위 그림 Fig. 20은 같은 설악-청평 구간의 실제 BIM 설계 데이터를 반영한 Off-Line 수량-공정(4D)-공사비(5D) 연계활용 모듈을 통해 공정(4D) 관리를 적용한 사례예시 화면이다.

지금까지의 분석한 이러한 시공단계 프로세스와 관련한 선행연구는 다음과 같다.

선행연구1에서는 BIM을 활용하기 위해서는 현재 시공 현장의 프로세스적 변화가 필요하고 조직의 변화가 필요하며 실무자들의 인식의 변화가 필요하다. 이를 실무자들의 인터뷰를 통해서 문제점 보완을 위해서 발주 프로세스, BIM 조직구성, 그리고 BIM 실무자의 참여도 개선 등을 포함한 3가지 방안을 제시하였다. 하지만 이러한 측면을 개선하기 위해선 상당히 많은 시간이 걸릴 것이다[6][27].

선행연구2에서는 시공현장 업무를 관리하는 데 활용할 수 있는 BIM 업무 절차 관리, BIM 업무 품질 관리, BIM 업무 성과물 관리를 위한 BIM 매뉴얼의 필요성이 증가하고 있다. 이러한 BIM 매뉴얼 개발은 건설 프로젝트의 설계 변경 업무를 효율적으로 관리하고, 프로젝트 참여자들의 커뮤니케이션을 향상시킬 수 있다[7][10].

하지만 이러한 위 두 선행연구에서 언급된 시공단계 BIM 활성화를 위한 인력, 조직구성, 매뉴얼 필요성 등의 내용은 시공단계에만 국한된 것이 아닌 설계에서 시공단계의 전체 프로세스에 모두 해당하는 사항이다.

따라서 본 연구의 BIM 설계와 시공단계의 BIM 활용 프로세스 정립은 반드시 필요한 BIM 활성화의 필수 요소라 할 수 있다.

2.3 The connection phase of BIM-based integration platform of integrated utilization process of quantity, process(4D) and construction cost(5D).

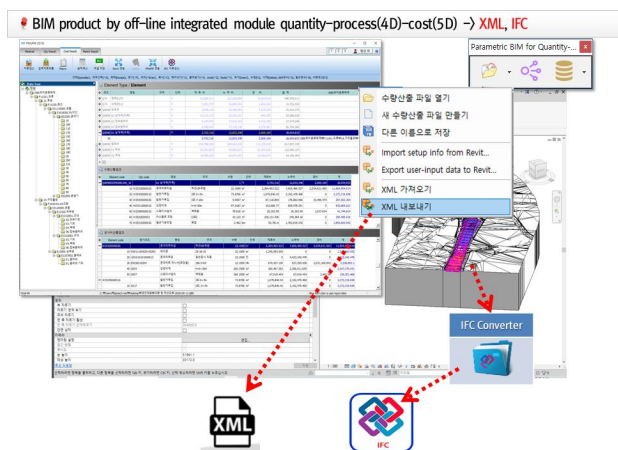


Fig. 21. The output phase of performance by integrated utilization module program of quantity, process(4D) and construction cost(5D).

앞선 그림 Fig. 19 ~ 그림 Fig. 20의 과정을 통해 최종적으로 설악-청평 구간의 실제 BIM 설계 데이터를 바탕으로 Off-Line 연계활용 모듈에 의해 수량-공정(4D)-공사비(5D)의 모든 산출 작업이 완료되게 되면 납품단계를 고려

한 성과품 산출을 수행하게 된다.

위 그림 Fig. 21과 같이 연계활용 모듈의 XML 내보내기 기능을 통해 프로젝트.XML 파일과 IFC 컨버터를 통해 수량-공정(4D)-공사비(5D).IFC 파일을 성과품으로 출력하게 된다.

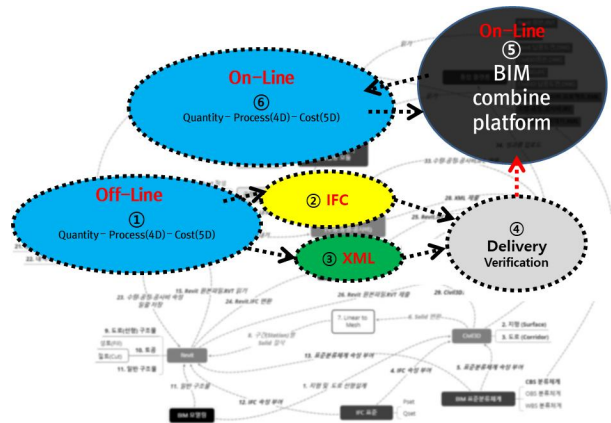


Fig. 22. The delivery phase of total process map of "Development of the technology for integrated utilization of quantity, process(4D) and construction cost(5D)".

생애주기 관점의 수량-공정(4D)-공사비(5D) 연계활용 프로세스 Map의 최종 납품단계 프로세스(그림 Fig. 22)는 아래와 같다.

첫째, Off-Line 연계활용 모듈을 통한 수량-공정(4D)-공사비(5D) 산출 과정. (위 그림 Fig. 22 ①)

둘째, 수량-공정(4D)-공사비(5D) 산출을 수행한 최종 Autodesk Revit 파일을 IFC 컨버터를 통해 수량-공정(4D)-공사비(5D).IFC 파일로 변환하는 과정. (위 그림 Fig. 22 ②)

셋째, Off-Line 연계활용 모듈의 XML 내보내기를 통해 수량-공정(4D)-공사비(5D) 연계 모듈내역을 프로젝트.XML 파일로 내보내기 하는 과정. (위 그림 Fig. 22 ③)

넷째, 시공단계 최종 성과품인 수량-공정(4D)-공사비(5D).IFC 파일과 프로젝트.XML 파일을 납품/검증하는 과정. (위 그림 Fig. 22 ④)

다섯째, 설계와 시공단계 모든 BIM 성과품들을 웹 통합 BIM 플랫폼에 업로드 하는 과정. (위 그림 Fig. 22 ⑤)

여섯째, 업로드 된 모든 BIM 성과품을 On-Line 수량-공정(4D)-공사비(5D) 연계활용 모듈에서 열람하는 과정. (위 그림 Fig. 22 ⑥)

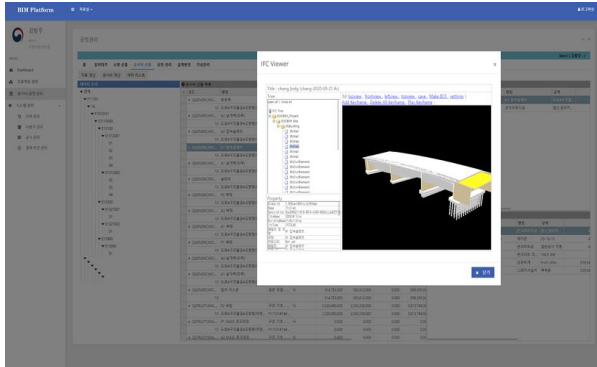


Fig. 23. The field application result of BIM service integration platform by module of integrated utilization of quantity, process(4D) and construction cost(5D).

위 그림 Fig. 23은 본 연구의 실제 검증대상 BIM 연구 결과물인 설악-청평 구간의 창의천교 교량 BIM 설계 데이터에 적용된 예시화면 이다.

BIM 통합 플랫폼 내의 수량-공정(4D)-공사비(5D) 조회 메뉴를 통해 공사비 내역항목과 해당되는 IFC BIM 형상객체가 연동되는 모습을 보여주고 있다.

지금까지 도로.하천 분야 생애주기 관점의 수량-공정(4D)-공사비(5D) 연계활용의 모든 전체 프로세스 Map(그림 Fig. 5)에 대해 설계단계에서부터 시공단계를 거친 납품/검증 그리고 웹 업로드를 통한 BIM 통합 플랫폼에서의 BIM 서비스 제공과정까지의 상세한 고찰 연구를 수행하였다.

IV. Conclusions

마지막으로 본 연구의 수량-공정(4D)-공사비(5D) 연계 활용 프로세스 Map을 통해 최종적으로 산출되는 BIM 성과품들에는 무엇이 있는지 살펴보고자 한다.

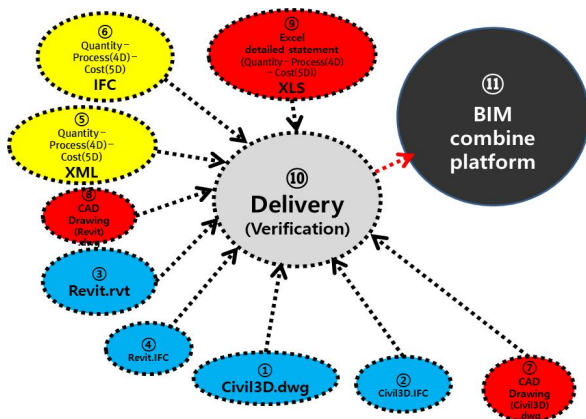


Fig. 24. The last performance items of total process map of "Development of the technology for integrated utilization of quantity, process(4D) and construction cost(5D)". (the present)

위 그림 Fig. 24와 같이 BIM기반의 도로.하천 분야 생애주기 관점의 전체 프로세스 Map에 의한 최종 성과품들로 제작되는 산출물은 아래와 같다.

- ① Autodesk Civil3D 설계 원본파일. (Civil3D.dwg)
- ② Autodesk Civil3D IFC 파일. (Civil3D.IFC)
- ③ Autodesk Revit 설계 원본파일. (Revit.rvt)
- ④ Autodesk Revit IFC 파일. (Revit.IFC)
- ⑤ 수량-공정(4D)-공사비(5D) 산출 파일. (수량-공정(4D)-공사비(5D).XML)
- ⑥ Civil3D + Revit Solid 파일. (수량-공정(4D)-공사비(5D).IFC)

여기에 2D CAD 방식에 따른 2D 납품이 기존대로 납품이 이루어진다면

- ⑦ 지형 및 도로선형 2D 도면파일. (Civil3D_도면.dwg)
- ⑧ 교량 등 정형 구조물 2D 도면파일. (Revit_도면.dwg)
- ⑨ 기존 2D 방식 Excel 내역파일. (수량-공정(4D)-공사비(5D).XLS) 등

이렇게 총 9개의 최종 성과품 파일이 납품/검증 과정을 거쳐 최종적으로 BIM 통합 플랫폼에 업로드 되어 BIM 서비스가 제공되게 된다.

이러한 총 9개의 최종 성과품들은 설계사나 시공사 입장에서는 기존 2D 방식의 업무에 추가되는 부가되는 과중한 업무량으로 받아들여 질 수 있다.

앞선 그림 Fig. 5의 2019년 12월 조달청 BIM 납품지침이 바뀌었다고 설계에서 시공단계의 모든 프로세스 측면의 요소들이 바로 바뀔 것 이라고 보지는 않는다.

설계와 시공단계의 BIM의 활성화를 위해 반드시 선행되어야 할 것이 설계자, 시공사, 발주처 담당자가 공통으로 사용할 표준이나 기준이다. 이와 관련한 선행연구는 다음과 같다.

선행연구1에서는 한국토지주택공사 및 한국도로공사, 서울도시개발공사 등을 비롯한 공공기관과 삼성 및 현대 등 대기업과 일부 중소기업 등의 발주자는 반복되는 사업을 수행하기 위해서 기본적인 템플릿을 작성하여 프로젝트를 발주함으로써 설계 및 시공 관리 그리고 데이터 검증에 표준화를 확립 할 수 있다. 그리고 설계자는 발주자가 제공하는 기본 템플릿과 자체적으로 작성한 템플릿을 프로젝트에 적용함으로써 BIM 데이터 작성에 일관성 있고 신속하게 대응할 수 있다. 시공자도 공정 계획 및 장비 계획 등 현 장 프로세스에 적합한 템플릿을 작성함으로써 원활한 BIM 프로젝트를 진행할 수 있다[13][28].

선행연구2에서는 BIM Template이 사용자의 목적에 따라 BIM 상에 필요 요소들을 정리하여 관리하는 것으로, 사용자는 Template을 통해 원하는 결과물을 신속하고 효율적으로 얻을 수 있다. 따라서 Template 설정은 반복적인

작업의 프로젝트에서 효과를 극대화 할 수 있으며, 사용자의 작업 실수나 오류를 최소화 할 수 있는 장점을 지니고 있다고 하였다[8][131-134].

선행연구3에서는 BIM 데이터를 활용하여 공정관리에 필요한 정보를 편리하게 관리 할 수 있는 시공 BIM 템플릿을 개발하였고 이를 위해 작업분류체계(WBS) 단위정보(대분류, 공종명, 층)와 일정정보(예정시작, 예정종료, 실제시작, 실제종료) 매개변수를 생성하여, Dynamo를 통하여 객체에 BIM 데이터를 활용하여 매개변수 값에 공정정보를 입력할 수 있게 하였다.

하지만 건설현장에서 시공사가 설계사로부터 납품받은 BIM 데이터를 활용하기가 쉽지가 않으며, 내역중심의 공사관리가 되고 있는 국내 건설여건에서 공종별 물량, 공사비 등을 포함한 BIM 데이터를 적용한 공정관리가 힘든 실정이다[9][25-27].

현재 설계와 시공단계별로 BIM 활용에 있어서 본 연구의 생애주기 관점의 프로세스적인 측면을 고려한 각 단계별 BIM 템플릿(Template) 구축 및 활용에 대한 인식이 높아졌으며 이를 준비하고 적용하려는 다양한 시도가 진행 중에 있다.

이러한 BIM 템플릿(Template) 구축 및 활용과 관련한 근래의 선행연구가 진행되고 있다는 것은 그만큼 2D 방식에서 BIM 방식으로의 전환이 얼마 남지 않았다는 것이다.

또한 서두의 그림 Fig. 1의 국토부의 “건설 산업 혁신 방안” 발표와 같은 정부의 스마트 건설 기술에 대한 강공 드라이브 정책이 지속된다면 BIM 기술의 활성화는 반드시 이루어질 것이라 본다.

따라서 아래 그림 Fig. 25와 같이 기존 2D 도면 납품의 간소화에 의한 BIM 성과품 납품의 간소화 등으로 이어져 실 사용자 관점의 새로운 변화가 반드시 일어날 것이라고 본다.

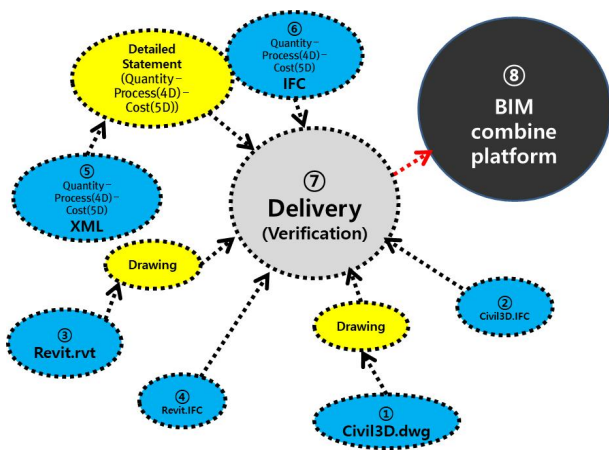


Fig. 25. The last performance items of total process map of “Development of the technology for integrated utilization of quantity, process(4D) and construction cost(5D)” (from now on)

본격적인 BIM 활성화로 이어져 BIM 프로젝트 참여자들이 모두 인정하는 방식으로 기존 2D 도면 납품에서 BIM 도면 납품으로의 전환, 기존 Excel 수량 및 공사비 내역서 납품이 웹용 XML 내역서 납품으로의 대체, 납품 도면의 간소화 등의 새로운 사용자 관점의 변화가 오기를 기대한다. (위 그림 Fig. 25)

이상과 같은 도로.하천 분야 생애주기 관점의 BIM기반 수량-공정(4D)-공사비(5D) 연계활용의 프로세스 기술은 차년도 실제 토목분야 테스트 베드 현장에 실증 검증에 활용될 예정이다.

따라서 향후 차년도 후속 연구에서 다루고자 할 내용은 아래와 같다.

첫째, 토목분야 실제 BIM 프로젝트에 적용하는 과정에서 발생하는 설계와 시공 단계 프로세스 기술의 사용자 관점 사용성 분석

둘째, 사용성 분석에 따른 BIM 설계와 시공 단계 프로세스 기술의 최적화 방안 설계 및 적용

셋째, 최적화 이후 BIM 설계와 시공 단계 프로세스 기술의 상용화 방안 등이다.

지금까지 본 연구를 통해 제시된 도로.하천 분야 생애주기 관점의 수량-공정(4D)-공사비(5D) 연계활용의 프로세스 기술이 BIM기반의 설계와 시공의 새로운 대안으로 정립되기를 기대한다.

ACKNOWLEDGEMENT

This work is supported by the Korea Agency for Infrastructure Technology Advancement(KAIA) grant funded by the Ministry of Land, Infrastructure and Transport (Grant 20SCIP-C121389-05)

REFERENCES

[1] Kim S. H. A Study on the Application of BIM to the Project Management Information System, Masters Thesis, Yon-Sei University, pp. 14, pp. 71. June 2010

[2] Shin B. K. A Study on the Integrated Life Cycle Management of Road Facilities using BIM*, Masters Thesis, Kyung-Pook University, pp. 56, December 2019.

[3] Lee J. G. A Framework Integrating Cost and Schedule based on

- BIM using IFC, Collection Dissertations, Korea Institute of Construction Engineering and Management, pp. 4. May 2013. DOI : 10.6106 / kjcem.2013.14.3.053
- [4] Hwang H. S. IFC Standardbase Parametric Quantity/Cost Estimate Method, Workshop Journal, Society for Computational Design and Engineering, pp. 1, January 2008
- [5] Choi. H. L. Study on 3D Stratum model generation and Tunnel quantity using BIM, Collection Dissertations, Korea Society of Road Engineers, pp. 2, June 2020
- [6] Oh. J. M. A Case Study on the Necessity of Changes in Operation Process for Efficiency of BIM Application in Domestic Construction Sites, Masters Thesis, In-Ha University, pp. 26-27, February 2020
- [7] Kim. Y. S. A Study on the Development of BIM Manual for On-site Change Order Management, Masters Thesis, Hang-Yang University, pp. 10, August 2016
- [8] Kim. S. H. The Construction Project EV Tracking Process based on the 3D Point Cloud and 4D BIM, Doctor's Degree Thesis, Yeungnam University, pp. 131-134, February 2012
- [9] Song. J. W. A Study on Development of Construction BIM Template for Process Management of Construction Projects & Measures for Information Utilization, Masters Thesis, Nam-Seoul University, pp. 25-27, December 2016
- [10] Hwang H. S. Parametric Quantity Take-Off of Earthwork by Comparing the Use of Surface and Solid Models, Collection Dissertations, Korea Institute of Building Information Modeling, pp. 3-6, April 2018. DOI : 10.13161 / kibim.2018.8.1.056
- [11] LEE. J. H. A Development of Unified and Consistent BIM Database for Integrated Use of BIM-based Quantities, Process, and Construction Costs in Civil Engineering, Collection Dissertations, The Korea Society of Computer and Information, pp. 4, pp. 6, pp. 9, February 2019. DOI : 10.9708 / jksci.2019.24.02.127
- [12] LEE. J. H. A Conversion Process to IFC Files for Integrated Use of Open and Web-based BIM Quantities, Process, and Construction Costs in Civil Engineering, Collection Dissertations, The Korea Society of Computer and Information, pp. 5, pp. 7, pp. 8, pp. 10, pp. 12, October 2019. DOI : 10.9708 / jksci.2019.24.10.011
- [13] KIM. S. R. Research on the application of BIM template in the design phase, Masters Thesis, Chung-Ang University, pp. 28. August 2016

Authors



Jae-Hong Lee received the B.S. degrees in Architecture Chung-Ang University, Korea, in 1994. Jae Hong Lee is currently a Team Leader Of BIM Business in the Glotech Company. He is interested in BIM Program

Operation and BIM Solution.



Tae-Young Kim received the B.S. degrees in transportation engineering Han-Yang University, Korea, in 1998. Kim Tae-young is currently the manager of the business development department of the Glotech Company.

He is interested in convergence between BIM and civil engineering.