BIM 정보프레임워크 기반의 토목구조물 정보모델링 표준화방안

남정용¹ · 조찬원^{2†}

¹(주)고려소프트웨어, ²(사)빌딩스마트협회 기술연구소

Standardization of Infrastructure Information Modeling based on BIM Information Framework

Jeong-Yong Nam¹ and Chan Won Jo^{2†}

¹Koryo Software

²buildingSMART Korea

Received 30 June 2014; received in revised form 4 August 2014; accepted 4 August 2014

ABSTRACT

Although there have been a lot of BIM R&Ds in the civil engineering and their applications to the real projects, BIM in the field is still known to be behind the other areas. One of the reasons for this should be that the civil projects is generally too public for private participants to try new technologies, but it is mainly because the projects are so huge and complex that we still have the working environment where the systematic information sharing or exchanging is not smooth enough. In this paper, we are verifying the possibility and proposing the direction of BIM information standardization technology in civil engineering based on the integrated BIM information standard framework. For this purpose, after reviewing the introduction plan for BIM information framework, we applied it to an actual civil structure for test. The implementation result proved that the framework has possibility and effectiveness for the takeoff and construction cost calculation, which confirmed the standard framework needs to be extended consistently. This study is expected to contribute to the standard system establishment and its technology propagation for BIM development in the civil engineering.

Key Words: BIM, Information framework, Infrastructure, Standard

1. 서 론

1.1 연구의 배경 및 목적

최근 들어 3차원 정보기술인 BIM(Building Information Modeling) 기법이 건축분야에서는 조달청 발주사업 적용 등으로 활성화 되고 있고 건설산업분야 전반으로 확산되고 있다. 토목분야에

도 이러한 추이가 도입되어 BIM에 관한 다양한 연구개발 및 실무적용의 시도가 이루어지고 있음에도 불구하고 여전히 타 분야에 비하여 늦은 편이라 할 수 있다. 그 이유는 토목사업이 주로 국가 공공발주의 성격이 강하여 민간자체적인 기술도입의 시도가 많지 않은 요인도 있으나 무엇보다 토목사업의 규모가 크고 복잡하여 체계적인 정보의 공유나 교환이 원활하지 않은 정보표준환경의 미흡성에 기인하는 바가 크다고 할 수 있다.

이에 따라 본 연구에서는 통합적 BIM 정보프

[†]Corresponding Author, cwjo@buildingSMART.or.kr
©2014 Society of CAD/CAM Engineers

레이아웃을 기반으로 토목분야의 BIM 정보 표준화 방안과 그 기술적 가능성을 검증하여 토목구조물 분야의 원활한 BIM 도입 방향을 제시하고자 한다.

1.2 연구의 범위 및 방법

본 연구는 지형기반의 토목설계분야는 제외하고, 토목구조물의 BIM 정보기술 구현을 위한 정보 표준화 방안을 제시하고 실무사례를 통한 적용 방안 검토를 범위로 한다. 이를 위해서는 사전 현황 파악이 필요하므로 먼저 이론적 고찰 및 필요성을 확인한다. BIM 정보표준에 대한 근본적 접근을 위해서는 정보표준프레임워크의 도입이 필요하므로 토목구조물을 위한 정보표준요소를 도출한 후 이를 어떻게 적용할 것인지를 검토하여 접근방향을 제시한다. 여기서 “BIM 정보표준”은 BIM 정보를 구성하는 개별적 정보요소에 대한 표준을 의미하며 “정보프레임워크”는 개별적 정보요소들로 구성된 집합체를 말한다.

검증을 위하여 국토의 PSC 거더 교량을 대상으로 건설정보분류체계, BIM 객체정보분류체계 및 객체별 기술정보속성규격 등 정보프레임워크 기반의 정보표준을 적용한 라이브러리 및 교량모델을 제작한다. 이후 이를 수량과 공사비 산출 등 실제 기술구현을 통하여 토목구조물의 표준화된 BIM 정보프레임워크의 타당성을 확인하고 이후 연구결과에 대한 효과와 발전방향을 제시한다.

이에 따라 전체적으로 다음 Fig. 1과 같은 절차에 의하여 진행한다.

Fig. 1 Research direction and scope

2. 이론적 고찰 및 필요성

2.1 관련 연구동향 분석

국외의 전통적인 건설정보분류체계는 영국의 CI/SfB, CAWS 등 다양한 분류체계를 통합하여 개발된 Uniclass(1997), 북미지역의 표준적인 정보분류체계인 MasterFormat(1978)과 Uniclass, MasterFormat 등을 통합한 Omniclass(2010) 등 일찌감치 정보분류체계의 중요성을 인식하여 꾸준히 발전되고 있으며 ISO 12006는 이러한 기존 표준을 수용하고, 발전되는 정보체계의 새로운 요소를 추가하여 정보프레임워크 개념에서 정보분류를 통합하고 있는 추세이다.

국내에는 이교선 외 2인(1999)의 건설정보 분류체계 발전방향 수립 연구 등을 통해 국토교통부에서는 ‘통합건설정보분류체계 적용기준(2000)을 제정하여 발표한 바 있다. 또한 건설CALS의 추진에 따라 국토교통부는 도로하천분야에 건설정보분류체계 기반의 작업분류체계(WBS)를 제정하였고, 도로분야의 수량산출정보의 전자적 교환 및 납품을 위한 디지털 수량산출정보 교환표준(2011)을 제정하여 시행하고 있다.

토목분야로 BIM 정보체계가 확산되면서 토목구조물 BIM에 관련된 연구가 활발히 추진되고 있으나 정보프레임워크 기반의 표준체계는 구체적으로 제시된 바 없으며 부분적 BIM 표준에 대한 방안이 연구되고 있다. 토목구조물 BIM과 관련된 약 30여 편의 논문 조사해본 결과 정보프레임워크 기반 정보분류체계 개념을 언급하고 있는 사례는 Table 1과 같이 요약된다.

2.2 정보 표준화 현황

국내 토목분야의 BIM은 건축·설비분야에 비해 상대적으로 늦게 시작되었으나 건설정보화(CALS) 추진단계에서는 국토관리청, 한국도로공사 등 주요 공공기관을 중심으로 건설정보체계의 개발과 도입이 활발하게 진행되어 왔다.

국토교통부 건설정보분류체계는 건설사업 과정의 발생정보 분류목적에 따른 체계적 분류와 고유코드 부여에 필요한 기준을 제시하여 PMIS 등 각종 시스템과 응용 소프트웨어에서 활용함으로써 건설정보의 상호교환 및 활용을 촉진하기 위한 계획, 설계, 시공, 유지관리 등 건설사업의 제반 단계에서 활용되는 기술정보와 데이터의 분류기준

Table 1 Study Cases of Civil Information Standard

저자	논문제목	정보분류제시
한정훈 외 (2011)	BIM 기술 적용을 위한 토목구조물 모듈 라이브러리 구축에 관한 연구	Omniclass와 통합건설정보 분류체계 적용
한정훈 외 (2011)	BIM 기반 토목 라이브러리를 통한 건축자동화시스템에 관한 연구	건설정보분류체계, WBS, CBS 사례
정국영 외 (2013)	BIM 기반 고속도로 공사 물량산출 신뢰성 검토 및 활용	내역기반 정보분류체계 제시
정도영 외 (2008)	BIM 기반 비용·일정 통합관리 방안에 관한 연구	CBS, WBS, EBS 분류체계 제시
조현 외 (2011)	토목공사 BIM 통합공사관리시스템 적용사례	PBS(3D 정보모델), WBS, CBS 적용사례 제시

을 시설물(F), 공간(S), 부위(E), 공중(W), 자원(R)으로 분류하고 있다.

국토교통부 실적공사비제도는 품셈을 이용하지 않고 재료비, 노무비, 직접공사경비가 포함된 공종별 단가(unit price)를 계약단가에서 추출하여 유사공사의 예정가격 산정에 활용하는 방식으로 1993년부터 표준품셈방식과 병행하여 시장단가 방식을 운용 중에 있으며 실적단가를 매년 2차례 한국건설기술연구원에서 고시하며 조달청의 실적공사비코드를 부분적으로 채택하고 있다.

조달청 물품번호체계는 물품의 분류체계를 통일하고, 물품의 생산·수급(需給)·관리 및 운용 등 모든 분야에서 경제적·효율적으로 이용할 수 있도록 조달청에서 관리하고 있으며 물품목록번호는 2자리씩 4단계 계층구조로 이루어진 8자리 숫자의 물품분류번호와 차례로 배열된 8자리 숫자의 물품식별번호로 구성된다.

국토해양부의 작업분류체계(WBS)는 목적물을 공간별, 부위별로 분류하고 시설물 완성에 필요한 세부공종과 내역을 결합시키는 정보분류체계로 작업분류를 통해 정보식별, DB화, 공사관리 등에 활용할 수 있으며 도로분야(국도 및 고속국도)와 하천분야에 개발되어 있고, 건설정보분류체계와 연계하여 시설, 공중, 공간 및 작업관리단위로 분류하며 국토관리청은 Fig. 2와 같은 구조로 6레벨로 분류하고^[8], 한국도로공사는 7레벨로 분류하고 있다.

국토해양부의 지방국토관리청 국도건설공사의 내역항목체계(CBS)는 내역번호, 코드, 공종, 규격, 단위, 수량으로 구성되어 있고 실적공사코드와 연계 구성되어 있으며, 내역코드는 건설정보분류체계의 공중코드(W+6자리+4자리확장)를 기반

Fig. 2 Example of Roadway WBS Structure

내역번호	CODE	항 목	규 격	단위	SM	비 고
1		토 공				
1.01		기본 구조물 개기				
a		무근콘크리트 개기	기재100%			
a-1	W1821400001	무근콘크리트	30cm이하	M3	DC120, 10000	
a-2	W1821400002	무근콘크리트	30cm이상	M3	DC120, 20000	
1.05		흙쌓기				
a		토사쌓기				
a-1	W1222000001	토사	도자19tcm	M3	DD100, 10000	
a-2	W1222000002	토사	도자32tcm	M3	DD100, 20000	
b	W1233000001	리필알라기	도자32tcm	M3	DD200, 00000	
c		발파알라기				
1.18		가재대				
	56100017000	모래	상차도	M3	AW411, 00000	

실적공사코드 수량산출기준 매핑 : 10자리
 내역코드 :
 건설정보분류체계 및 조달청 물품번호(자재) 사용(11자리)
 국토건설공사 설계실무요령 내역번호체계

Fig. 3 Example of CBS Information Structure

으로 부여하고 발주기관마다 상이하며, 자재코드는 과거의 11자리 조달청 물품번호체계를 사용을 원칙으로 하고 있어 현재 체계로의 개선이 필요해 보인다. Fig. 3은 지방국토관리청의 CBS 테이블 사례이다^[9].

디지털 수량산출정보 교환표준은 수량산출 정보의 전자적 교환 및 납품을 위해 작업분류체계 기반 표준화된 디지털 정보형태가 필요함에 따라 개발된 표준과일 규격으로, 사업정보, 작업분류체

Table 2 Examples of Information Classification

정보표준	주요분류	검토사항
건설정보분류체계 (국토교통부)	건설정보를 시설물(F), 공간(S), 부위(E), 공중(W), 자원(R)으로 분류	건설 전분야 및 BIM 도입을 위한 보완 필요
실적공사비 (국토교통부)	표준품셈 방식과 병행 실적단가 운영. 조달청 실적공사비코드 부분채택	실적단가의 적정성 재고 필요
물품번호체계 (조달청)	건설분야 물품(자재)분류번호 운영	건설 전분야 발주자 채택 미흡
WBS(발주자별)	시설, 공중, 공간 및 작업관리단위로 분류. 국도, 고속국도, 하천분야 외 자체 정의하여 사용	발주자별 분류와 레벨 등 적용기준 없어 상이
CBS(발주자별)	내역번호, 공중, 규격, 단위, 수량으로 구성된 내역분류체계	발주자별 분류와 코드 등 적용기준 없어 상이
디지털 수량산출정보 교환표준(국토교통부)	사업정보, 작업분류체계, 산출수량 및 내역정보, 기성정보를 XML 스키마로 정의	도로분야를 대상으로 하여 건설 전분야 확대적용 필요

계, 산출수량 및 내역정보, 기성정보 등을 XML 스키마로 정의하고 있다.

현행 공식화된 정보 표준화는 도로와 하천분야를 중심으로 2D 건설정보를 관리할 수 있는 요건을 충족하고 있으며 국도와 하천분야 외에 타 분야는 발주 기관별로 자체 기준에 의해 별도로 적용하고 있다.

이러한 정보 표준체계는 작업관리단위의 최하위 객체별 모델링에 공중항목을 연계해야 되는 BIM 정보체계를 구성하는 요건을 충족하기는 구조적으로 한계가 있는 것으로 판단된다.

예를 들어 교량구조물의 경우 작업분류체계 6레벨은 교각과 교대로 구분되고 7레벨 교각은 하부기초, 기초, 기둥, 코핑 및 교좌장치 등으로 구분되므로 모델링 관점에서 형상, 재료특성, 공법 등 세부적 수량과 내역정보 연계가 가능한 BIM 모델 차원의 분류가 필요하므로 현행 정보 표준체계의 발전적 개선이 요구되고 있다.

2.3 토목분야 정보표준에 대한 요구검토

토목건설분야는 택지·도시개발, 공항, 항만과 같은 면(Site) 개념과 도로, 하천, 철도, 상하수도과 같은 선형(Align) 개념의 건설대상으로 구분되고 지형·지물 등 기초정보 활용하여 토공, 포장공, 구조물공, 우배수공 등 복합적인 공종이 공간을 기반으로 구성되어 있다.

국토교통부는 1998년도부터 건설정보화사업(CALS)을 통해 2D단계의 건설정보화를 위한 정보체계를 개발해왔고 도로분야를 중심으로 건설

사업관리 및 유지관리시스템을 구축, 운영해오고 있다. 국토지방청의 경우 디지털 수량산출정보를 건설사업관리시스템에 연계구현하고 있으며, 한국도로공사의 경우 Hi-건설 등에 전 사업단계의 시스템에 건설정보의 지식화까지 건설정보분류체계를 확대운영하고 있다.

이러한 현황을 종합해보면 설계는 2D CAD 도면의 평면, 종단, 횡단, 상세 도면에 의한 2.5D 개념 도입으로 수량산출과 내역 및 공정정보 데이터를 입력하여 설계·시공·유지관리 단계에서 활용하고 있는 것으로 파악되며, 추후 BIM 도입을 위하여 정보체계의 3D모델객체기반 확장개발이 필요하다. 국토부의 건축분야 BIM 가이드라인과 조달청의 시설사업 BIM 적용지침서가 발표된 바 있으나 이는 건축분야에 한정되어 있다.

이에 따라 토목분야의 BIM 도입을 위해서는 3차원기반 BIM 설계는 객체화된 건설대상에 형상정보와 수량, 비용, 공정 및 유지관리 등의 속성정보가 구축되고 연동되어야 한다.

이러한 요건들은 GIS, 지형·지물과 관련된 토공, 포장, 배수 공종과 같은 지표면 정보체계와 교량, 터널, 지하구조물, 암거, 옹벽 등과 같은 구조물 정보체계 그리고 웬스, 가드레일, 관로 등과 같은 연속된 시설물과 표지판, 가로등과 같은 독립 시설물 정보체계로 구성된다.

토목건설분야 BIM은 이러한 복합적인 정보체계 요건을 충족하고 운영하기 위해서는 다음과 같은 표준체계가 요구된다.

첫째, 서로 다른 BIM 소프트웨어간 정보교환이

Fig. 4 Needs for Infrastructure Information

가능하도록 상호운용성을 확보하기 위해서는 공통적이고 표준화된 중립포맷이 사용되어야 한다. 토목분야 BIM 구성요소로서 GIS 공간정보는 CityGML(City Geography Markup Language), 토목계획정보는 LandXML(Land eXtensible Markup Language), 구조물 및 시설물모델정보는 IFC(Industry Foundation Classes) 등이 이에 해당한다. 그 연관관계는 Fig. 4와 같다.

둘째, BIM 정보모델은 공정과 연계하여 작업분류체계(WBS)를 도입해야 한다. 건설대상의 구간 또는 구역별 공간분질, 구조물의 부위별 객체화와 분류코드체계를 도입해야 한다.

셋째, 분절된 BIM 공간이나 객체는 다양한 속성정보를 반영하고 관리할 수 있어야 한다. 속성정보는 분류체계, 가변형상, 수량, 공정, 유지관리 정보 등이 BIM 모델과 연동되어 운영될 수 있도록 하고 특히 수량정보는 내역코드체계(CBS, Cost Breakdown Structure)를 도입해야 한다.

셋째, BIM 체계의 원활한 적용과 확산을 위해 작업분류 하위에 모델분류체계(MBS, Model Breakdown Structure)를 도입하여 모델 최소단위의 MBS에 따라 실무적용이 가능한 BIM 라이브러리를 구축하여 운영해야 한다. 그 개념은 Fig. 5

Fig. 5 BIM Spaces for Roads

와 같다.

2.4 토목분야 정보표준의 문제점 및 개선방안

토목분야의 정보표준화를 위한 문제점은 업무, 기술구현 및 사업관리적 측면에서 다음과 같이 세 가지로 정리될 수 있다.

첫째 업무적 관점에서 업무절차나 각종 기준 및 정보분류체계가 기존 2차원에 필요한 설계도면이나 문서 위주로 국가나 공공발주기관 차원에서 발표되어 있으나 3차원 BIM을 도입하는 데 필요한 절차나 기준지침 등은 마련되어 있지 않다.

둘째, 기술구현의 관점에서 BIM 업무에 필요한 3차원 라이브러리나 이에 대한 정보의 구성체계 등에 대한 기준이 마련되어 있지 않고 단일 모델에 의하여 다양한 용도의 구현을 위한 기술개발사례가 거의 알려져 있지 않다.

셋째, 사업관리적 관점에서 건축분야의 경우 이미 조달청에서는 500억 이상 규모의 맞춤형 서비스사업에 대해서 의무적용을 하는 등 사업발주에 활발이 도입이 되고 있으나 토목사업의 경우 아직은 시험적 수준에서 부분적으로 시도되고 있는 수준에 그치고 있으며 이는 BIM 적용을 위한 각종 계약 및 제도적 환경이 충분하지 않고 토목분야 발주자들의 BIM 적용 사업관리에 관한 경험이나 지식이 부족하기 때문으로 판단된다.

따라서 BIM을 효과적으로 도입하기 위해서는 업무, 기술구현 및 사업관리적 측면에서 종합적으로 문제들을 극복하기 위한 총체적이고 통합적 해결방안이 모색되어야 한다.

이를 위해서는 먼저 업무관점의 각종 기준체계가 정비되어야 하며 그 중 정보표준에 관한 분류체계가 가장 중요하다 할 수 있다. 기존의 2차원 기반의 분류체계를 그대로 사용하기는 어렵고 이에 새로운 분류체계를 새로 개발하는 것 역시 상당한 시간과 시행착오를 수반하는 일이므로 가급적 기존의 분류체계를 유지하고 3차원 통합정보의 구현을 위한 보완이 시급하다 하겠다. 이때 정보표준을 효과적으로 확보하기 위해서는 단편적이고 개별적인 표준을 용도에 따라 개발하는 방법으로는 한계가 있으며 전체적인 관점에서 미래지향적이고 통합적인 표준체계를 정립하여 단계별로 확보해 나가는 전략이 중요하다. 기술구현의 관점에서는 표준체계를 탑재한 라이브러리를 실무자들에게 공급함으로써 실무자들이 쉽게 BIM 기

술을 활용하게 하고 아울러 이를 이용한 각종 응용소프트웨어들이 활발하게 보급되어 정보공유의 혜택을 누리도록 유도하는 것이 필요하다. 그리고 사업관리의 관점에서는 발주자들이 BIM에 관한 지식과 경험을 축적하고 과업지시서에 표준화된 BIM을 적용하여 각종 의사결정이나 대안검토에 활용할 수 있도록 관리체계가 개선되는 것이 필요하다. 이에 따라 본 기존 방식과 같은 개별적 표준에 대한 접근 보다는 총체적인 표준 골격에 의한 새로운 접근이 필요하다.

2.5 소결

3차원 BIM 기술의 도입을 효과적으로 구현하기 위해서는 정보공유를 위한 통합적 표준체계가 필요하다. 그러나 토목분야에서 확보되어 있는 표준은 과거의 2차원 도면작성 여건에서 개발된 내용으로서 3차원 통합환경은 고려되어 있지 못하고 유사 연구에서도 실무적이고 세부적인 방안 제시가 미흡하여 효과적 BIM 도입에 걸림돌로 작용하고 있다. 특히 가장 관심을 많이 받고 있는 공정공사비 관리에 관해서 BIM 기술을 활용하기 위한 정보분류체계의 확보는 매우 시급한 주제라 할 수 있다.

이러한 문제는 업무, 기술구현 및 관리관점에서 종합적으로 다루어져야 하며 특히 그 핵심인 정보분류체계의 문제는 부분적이 아닌 총체적 관점에서 다루어져야 할 문제로서 본 연구를 통해 표준에 관한 정보프레임워크의 개념도입을 위한 실무 적용이 가능한 수준의 상세한 방안을 제시하고자 하였다.

3. 토목구조물 정보프레임워크 도입방향

3.1 토목구조물을 위한 정보표준 요소

대표적인 토목구조물은 교량, 터널, 지하차도, 지하철, 댐, 안벽, 방파제 등 초대형 구조물과 암거, 옹벽, 맨홀 등과 같은 소구조물로 구성되어 있고 이러한 구조물들은 토목의 특징한 공중에 속하고 각 구조물별로 대부분 독립적인 공정에 의해 건설된다.

독립적인 토목구조물은 자체적인 분류체계를 구성하고 다수 혹은 타 구조물들이 전체 공정에 추가되거나 삭제될 수 있는 구조로 정의되어야 하며

세부적인 형상과 수량 및 공정 등의 정보를 관리할 수 있도록 표준이 적용되어야 한다.

국도와 고속국도분야는 모델수준을 제외하고 이러한 요건을 갖춘 정보표준체계를 각 건설단계에 적용하여 방대한 데이터베이스가 축적되었고 지식정보까지 구축하여 업무에 활용하고 있는 수준으로 발전하였다.

이러한 상세한 구현수준을 반영하여 현행 토목 구조물을 위한 전반적인 정보표준 요소를 정리하면 다음과 같다.

첫째, 작업분류체계(WBS, Work Breakdown Structure)이다. 작업분류체계는 목적물을 공간별, 부위별로 분류하고 시설물 완성에 필요한 세부공종과 내역을 결합시키는 정보분류체계로, 구축된 작업분류를 통해 정보식별, DB화, 공사관리 등에 활용할 수 있다. 국도, 고속국도, 하천분야는 국토교통부 건설CALS의 수량산출정보 교환표준에 부합되도록 작업분류체계가 개발되어 있고, 타 분야는 자체적인 작업분류체계를 개발하여 PMIS에 도입, 활용하고 있다.

건설 CALS의 작업분류체계는 건설정보분류기반으로 개발되어 있으며 Fig. 6, 7과 같은 구조로 구성될 수 있다.

작업분류체계는 전체 7레벨로 구성되어 있고,

Fig. 6 Suggested Road WBS Template

작업분류체계(WBS, Work Breakdown Structure)									
시설분류	공종분류	시설분류	방화공간분류	확장공간분류	작업관리1(1)	작업관리2(2)	작업관리3(3)	작업관리4(4)	작업관리5(5)
L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10
종류(2)	종류(2)	종류(8)	종류(8)	종류(8)	종류(8)	종류(8)	종류(8)	종류(8)	종류(8)
도로시설	공종	시설물	방화공간	확장공간	작업관리1	작업관리2	작업관리3	작업관리4	작업관리5
도로시설	도로시설	도로시설	도로시설	도로시설	도로시설	도로시설	도로시설	도로시설	도로시설
F15100NN	F15100NN	F15100NN	F15100NN	F15100NN	F15100NN	F15100NN	F15100NN	F15100NN	F15100NN
F15101NN	F15101NN	F15101NN	F15101NN	F15101NN	F15101NN	F15101NN	F15101NN	F15101NN	F15101NN
F15102NN	F15102NN	F15102NN	F15102NN	F15102NN	F15102NN	F15102NN	F15102NN	F15102NN	F15102NN
F15103NN	F15103NN	F15103NN	F15103NN	F15103NN	F15103NN	F15103NN	F15103NN	F15103NN	F15103NN
F15104NN	F15104NN	F15104NN	F15104NN	F15104NN	F15104NN	F15104NN	F15104NN	F15104NN	F15104NN
F15105NN	F15105NN	F15105NN	F15105NN	F15105NN	F15105NN	F15105NN	F15105NN	F15105NN	F15105NN
F15106NN	F15106NN	F15106NN	F15106NN	F15106NN	F15106NN	F15106NN	F15106NN	F15106NN	F15106NN
F15107NN	F15107NN	F15107NN	F15107NN	F15107NN	F15107NN	F15107NN	F15107NN	F15107NN	F15107NN
F15108NN	F15108NN	F15108NN	F15108NN	F15108NN	F15108NN	F15108NN	F15108NN	F15108NN	F15108NN
F15109NN	F15109NN	F15109NN	F15109NN	F15109NN	F15109NN	F15109NN	F15109NN	F15109NN	F15109NN
F15110NN	F15110NN	F15110NN	F15110NN	F15110NN	F15110NN	F15110NN	F15110NN	F15110NN	F15110NN
F15111NN	F15111NN	F15111NN	F15111NN	F15111NN	F15111NN	F15111NN	F15111NN	F15111NN	F15111NN
F15112NN	F15112NN	F15112NN	F15112NN	F15112NN	F15112NN	F15112NN	F15112NN	F15112NN	F15112NN
F15113NN	F15113NN	F15113NN	F15113NN	F15113NN	F15113NN	F15113NN	F15113NN	F15113NN	F15113NN
F15114NN	F15114NN	F15114NN	F15114NN	F15114NN	F15114NN	F15114NN	F15114NN	F15114NN	F15114NN
F15115NN	F15115NN	F15115NN	F15115NN	F15115NN	F15115NN	F15115NN	F15115NN	F15115NN	F15115NN
F15116NN	F15116NN	F15116NN	F15116NN	F15116NN	F15116NN	F15116NN	F15116NN	F15116NN	F15116NN
F15117NN	F15117NN	F15117NN	F15117NN	F15117NN	F15117NN	F15117NN	F15117NN	F15117NN	F15117NN
F15118NN	F15118NN	F15118NN	F15118NN	F15118NN	F15118NN	F15118NN	F15118NN	F15118NN	F15118NN
F15119NN	F15119NN	F15119NN	F15119NN	F15119NN	F15119NN	F15119NN	F15119NN	F15119NN	F15119NN
F15120NN	F15120NN	F15120NN	F15120NN	F15120NN	F15120NN	F15120NN	F15120NN	F15120NN	F15120NN
F15121NN	F15121NN	F15121NN	F15121NN	F15121NN	F15121NN	F15121NN	F15121NN	F15121NN	F15121NN
F15122NN	F15122NN	F15122NN	F15122NN	F15122NN	F15122NN	F15122NN	F15122NN	F15122NN	F15122NN
F15123NN	F15123NN	F15123NN	F15123NN	F15123NN	F15123NN	F15123NN	F15123NN	F15123NN	F15123NN
F15124NN	F15124NN	F15124NN	F15124NN	F15124NN	F15124NN	F15124NN	F15124NN	F15124NN	F15124NN
F15125NN	F15125NN	F15125NN	F15125NN	F15125NN	F15125NN	F15125NN	F15125NN	F15125NN	F15125NN
F15126NN	F15126NN	F15126NN	F15126NN	F15126NN	F15126NN	F15126NN	F15126NN	F15126NN	F15126NN
F15127NN	F15127NN	F15127NN	F15127NN	F15127NN	F15127NN	F15127NN	F15127NN	F15127NN	F15127NN
F15128NN	F15128NN	F15128NN	F15128NN	F15128NN	F15128NN	F15128NN	F15128NN	F15128NN	F15128NN
F15129NN	F15129NN	F15129NN	F15129NN	F15129NN	F15129NN	F15129NN	F15129NN	F15129NN	F15129NN
F15130NN	F15130NN	F15130NN	F15130NN	F15130NN	F15130NN	F15130NN	F15130NN	F15130NN	F15130NN

Fig. 7 Example of Road WBS Application

Fig. 8 Suggested MBS Template

지방국도관리청은 6레벨(관리관점)을 적용하고 한 국도로공사는 7레벨(작업관점)을 적용하고 있으며 민간분야에서는 이를 확장 적용하고 있으며, 구성 코드는 시설물, 공간 및 작업관리 레벨은 건설정보분류코드를 기본으로 채택, 확장하여 사용한다.

둘째, 모델분류체계(MBS, Model Breakdown Structure)이다. 작업분류체계는 작업단위의 분류이므로 부위별 BIM 모델링을 위한 추가적인 분류체계의 확장이 필요하다.

예를 들어 교각의 기초가 최하위 작업관리 단위로 정의되어 있으나 기초형상(사각, 원형 등), 구성재료(철근, 무근 콘크리트 등), 공법 등에 의해 모델을 분류하여 정의해야 하며 교각기초 하위로 기초콘크리트와 린콘크리트 모델분류는 구성재료에 의해 분류하는 것이 필요하다.

모델분류코드는 주체별로 다양한 모델라이브러리가 제작되므로 모델번호는 (형상코드)+(사용자그룹)+(일련번호) 형식으로 부여하고, WBS 작업관리코드와 모델분류코드 및 모델번호를 조합하면 독립적이고 무제한의 unique한 코드로 모델유형의 정의가 가능하다.

셋째, 내역분류체계(CBS, Cost Breakdown Structure)이다.

작업분류체계 및 모델분류체계의 최하위 레벨

구분	작업분류(1)	작업분류(2)	모델분류체계(MBS, Model Breakdown Structure)
	L6	L7	모델분류1
	문자(8)	문자(2)	모델분류2
	문자(2)	문자(2)	모델분류1
	문자(2)	문자(2)	모델분류2
	작업관리	작업관리	모델분류1
	작업관리	작업관리	모델분류2
	02 하부구조	01 하부구조	01 무물물(케이스)
		02 일벽	02 콘크리트
		01 콘크리트	01 콘크리트
		02 PC일벽	02 PC일벽
		01 기초콘크리트	01 기초콘크리트
		02 린콘크리트	02 린콘크리트
	99 교대기타		
	01 토질		
	02 하부구조	01 하부구조	01 무물물(케이스)
		02 일벽	02 콘크리트
		01 콘크리트	01 콘크리트
		02 PC일벽	02 PC일벽
		01 기초콘크리트	01 기초콘크리트
		02 린콘크리트	02 린콘크리트
	03 기초	01 교각기초	01 교각기초
		02 린콘크리트	02 린콘크리트
	04 기둥	01 교각기둥	01 교각기둥

Fig. 9 Example of Road MBS Application

은 BIM 모델로 정의하고 라이브러리로 관리되어야 효과적으로 업무에 적용할 수 있고, 설계단계에서 수량산출과 시공단계에서 내역 및 기성관리를 위해 내역분류체계가 필요하다.

현행 국토관리청 내역분류체계는 국토건설공사 실무설계요령의 내역번호체계를 채택하고 내역코드는 건설정보분류체계와 조달청 물품번호체계를 기본으로 채택하여 확장 사용한다. 국내 발주자들은 내역번호체계를 자체적으로 정의하여 사용하고 있어 동일한 내역이나 자재도 서로 상이한 코드체계를 사용하고 있어 정보 통합이 어려운 실정이다.

넷째, 실적공사비 분류체계이다. 실적공사비는 분류체계보다는 실적공사비 정보를 공종항목별로 실적공사비코드를 매핑하여 공사원가를 산출할 수 있도록 하는 비용정보이다. 실적공사비코드는 조달청에서 관리하고 있고, 국토관리청과 한국도로공사에서는 부분 채택하여 사용하고 있다.

공사비는 설계단가와 공사입찰에 의한 입찰단가 그리고 시공단계의 공정관리와 연계한 기성단가 등 여건의 변화가 있으므로 본 연구에서는 실적단가를 적용할 수 있도록 하였다.

그러나 실적공사비는 재료비, 노무비, 경비가 분리되지 않고 건설현장의 실제여건을 반영하지 못하므로 향후 인력이나 자재 및 장비의 투입 등을 반영한 공정관리를 위해서는 표준품셈에 의해 세

Fig. 10 Concept of Infrastructure Information Framework

Table 3 Elements of Infrastructure Information

정보분류	정보표준요소
작업분류체계(WBS)	시설, 공종, 시설물, 공간, 부위 (작업관리)
모델분류체계(MBS)	형상, 재료, 공법
내역분류체계(CBS)	공종항목, 규격, 단위, 수량
실적공사비(SMM)	재료비, 노무비, 경비

부적인 자원 활용을 위한 정보체계를 구축함이 바람직할 것이다.

결론적으로 정보표준 요소 WBS, MBS, CBS 및 실적공사비 체계는 설계와 시공단계에서 BIM 모델링과 연계하여 토목구조물의 정보체계를 구축하여야 한다. 이러한 정보체계는 지금까지 축적되어온 방대한 건설정보 DB를 활용할 수 있는 방법이며 독립된 각 코드체계를 조합하여 적용함으로써 실무편의성과 데이터베이스의 효율성을 충족할 수 있는 방안이 될 것이다.

3.2 BIM 정보표준프레임워크 검토

BIM 정보의 표준화는 토목 시설물의 건설 단계에서 발생하는 자료정보를 체계화하여 실무자들이 공유하기 위하여 필요하다. 정보 또는 자료를 표준화한 목록은 분류체계로 일컬어지며 건설 분야의 경우 정보의 종류를 분류하여 국가에서 건설 정보분류체계로 고시하였으며 미국의 경우 공종 분류인 MasterFormat이나 부위분류인 UniFormat 등이 널리 알려져 있다.

그러나 기존의 정보분류체계는 개별적으로 필요한 정보나 자료를 표준화하여 사용하는 데는 일정한 기능적 역할을 수행할 수 있으나 BIM 기술과 같이 3차원 통합정보로 활용되는 용도로서는 충분하지 않다. 왜냐하면 BIM 정보는 3차원을 통하여 설계, 시공 및 유지관리에 필요한 다양한 정보를 통합적으로 다루게 되므로 부분적인 정보체계만으로는 그러한 용도를 모두 충족하기 어렵기 때문이다.

따라서 통합정보를 위해서는 정보화 표준에 관한 총체적이고 충분한 규격과 내용이 필요하고 이를 정보프레임워크라 하며 BIM 표준프레임워크에 대해서는 아직 본격적인 연구나 개발이 이루어지지 않고 있으나 최근에 필요성에 의하여 방향에 대한 연구가 이루어 지는 단계이다.

국제표준으로는 ISO 12006에서 정보의 구성을 제시하고 있으며 특히 Part 2에서 Information Framework를 제시하고 있다. 그러나 이는 도면이나 문서를 다루는 데 필요한 정보표준의 기본적인 골격으로서 미국이나 유럽에서는 BIM 도입을 위하여 이를 확장시킨 Omniclass나 Uniclass와 같은 정보분류체계를 잇따라 공표한 바 있다. 우리나라에서는 기존의 건설정보분류체계 이외에 BIM 정보영역으로 확장하기 위한 정보분류체계는 공식

화된 바 없으며, 최근 (사)빌딩스마트협회에서 정보프레임워크를 제시하고 건축분야에 연구를 진행 중이다.

토목분야에서는 국내에서 아직 구체적으로 제시된 바 없으므로 건축분야에서 제시된 정보프레임워크의 기본적 개념을 적용하여 토목분야에의 활용가능성을 검토하고 국가 산업차원의 통합적 정보프레임워크의 발전방향을 모색하는 것은 의미가 있을 것이다. 조찬원^[6]과 (사)빌딩스마트협회^[7]는 BIM 정보화를 위한 표준프레임워크를 ISO 및 미국의 Omniclass, 영국의 Uniclass 그리고 국내의 현황을 종합적으로 분석하여 Table 4와 같이 제시한 바 있다.

Table 4의 제시내용은 앞으로 다양한 연구개발에 의하여 검토 및 확장이 필요한 것으로서 아직 공식적으로 공표되거나 확정된 것은 아니다. 그러나 ISO 12006과 미국유럽의 통합적 정보분류체계 모델을 기반으로 제시된 것이고 토목분야에서는 별도의 정보프레임워크에 대한 방향제시 사례가

Table 4 Proposed BIM Standard Framework

분류	표준프레임워크 요소
BIM일반	용어, 용어의 의미, 약어, BIM 기능분류, BIM 정보표현수준, 정보화 성숙단계
BIM 업무표준	업무절차, 시나리오, 설계품질 기준
작성기준	BIM 라이브러리 제작기준, BIM 데이터 작성기준, 설계도면 작성기준, 설계 문서 작성기준
정보분류체계	시설형태 분류체계, 시설용도 분류체계, 공간용도분류체계, 부위분류체계, 공종 분류체계, 자원분류체계, 단계분류체계, 전문분야분류체계, 역할분류체계, 정보 자료목록 분류체계, 표준상세 분류체계
기술정보규격	사업정보 규격, 전자카탈로그 정보규격, 분석 기초데이터 규격, 계산결과 데이터 규격
BIM 객체정보 개방형 BIM 표준규격	BIM 객체분류, BIM 속성분류, 속성사전, IDM, MVD, IFC, IFD, IFG, 기타
소프트웨어 및 콘텐츠	소프트웨어 기능규격, 콘텐츠 제작유통 기준
BIM 수행관리	수행조직, 수행절차, 성과품의 권리의무, ROI 및 비용

없으므로 본 제시안을 토대로 토목구조물을 대상으로 적용 타당성을 확인하고 발전방향을 제시하고자 한다.

3.3 토목구조물 정보표준프레임워크 적용방향

건축분야에서 제시된 9개 부문별 항목은 일반적으로 모든 분야의 시설물의 건설과정에서 필요한 내용을 다루고 있다. 본 연구에서는 토목구조물에 적용함에 있어 일반적인 항목, 예를 들면 용어나 약어와 같은 요소는 공통적으로 작용이 가능하다고 전제하고 토목 고유의 구체적인 시나리오를 토대로 충족성을 검토하였다.

토목구조물의 BIM 모델 제작을 위해서는 먼저 라이브러리 제작에 대한 기준과 모델작업과정의 주의사항이 포함된 BIM 데이터 작성기준이 필요하다. 이때 BIM 라이브러리의 구축대상과 각 라이브러리에 포함된 속성의 목록이 표준화되어야 하므로 BIM 객체분류와 속성분류가 요구된다. 또한 BIM 속성에 표현될 내용 중 구조계산서 등 주요 문서정보와 연동하기 위해서는 분석기초데이터나 계산결과데이터에 대한 표준이 필요하다.

그리고 BIM을 활용한 각종 응용, 예를 들면 공정공사비 등에 활용될 수 있는 각종 정보분류체계가 필요하다. 현재 건축분야에서는 11종의 분류체계를 제시하고 있는데 토목구조물 고유의 특성을 감안하여 공정 및 공사비를 활용하기 위해서는 그 핵심요소인 WBS(Work Breakdown Structure)와 CBS(Cost Breakdown Structure)가 필요한데 이 두가지를 프레임워크의 요소로 확장시키는 것이 적절한지 아니면 프레임워크의 요소에 대한 응용으로 활용할지에 대해서는 좀 더 검토가 필요하다. 또한 WBS와 CBS는 BIM 데이터를 이용하여 공정 및 공사비 관리를 구현하게 되므로 이 둘 사

이를 매개하기 위한 MBS(Model Breakdown Structure)가 필요한 것으로 판단된다.

이를 종합적으로 정리한 것이 Fig. 11이며 본 연구에서는 이에 대한 구체적인 구현을 통하여 그 효용성을 검증하고자 하였다.

3.4 소결

토목정보화에 필요한 정보의 핵심은 WBS와 CBS라 할 수 있으며 이를 BIM으로 구현하기 위해서는 종합적 관점의 정보프레임워크의 개념 도입이 필요하다. 토목분야에서 별도로 공식화된 프레임워크가 부재하므로 현재 건축분야에서 제시된 정보프레임워크를 검토한 결과 BIM 라이브러리 및 데이터 작성기준, BIM 객체 및 속성분류, 분석기초데이터 및 계산결과 데이터 규격 등이 직접적으로 활용될 수 있을 가능성을 확인하였다. 또한 정보분류체계의 경우 WBS, CBS 그리고 이를 연계할 수 있도록 MBS가 정보프레임워크에 추가되거나 또는 기존 정보체계를 응용한 사례로 활용되어야 함을 확인하였다.

4. 토목구조물 정보프레임워크 구현

4.1 BIM 라이브러리 제작

BIM 정보프레임워크 기반의 정보분류체계는 논리적인 구조이며 이 구조에 따라 작업분류체계 최하위 레벨은 BIM 라이브러리를 제작하여 관련된 정보를 속성으로 구축하여야 한다.

대부분의 실무자들은 BIM 모델도구를 통해 각각 모델링을 하고 속성을 부여할 필요가 없이 모델 라이브러리를 사용하여 토목시설을 모델을 조

Table 5 Elements of BIM Library Information

속성구분	속성종류
공통	모델 저작자, 표준버전 등
모델특성	모델명칭, 모델코드 등
분류	WBS, MBS
가변치수	파라메트릭 모델 가변치수
구조특성	구조해석을 위한 재질, 강도 등
해석, 내역	산식에 의한 수치해석, 내역항목(CBS)
공정	공정관리를 위한 기본속성
유지관리	유지관리를 위한 기본속성
연동	관련정보, 데이터, 카다로그 등

Fig. 11 Scope of Information Framework for Research

립하면 논리적인 정보표준이 결합되어 BIM 정보 체계가 완료되도록 해야 건설정보의 통합이 손쉽게 이루어지고 무결점의 BIM 설계가 가능해지기 때문이다.

이에 따라 BIM 정보프레임워크 요소 중 속성분류에 대하여 설계와 시공단계를 지원하도록 속성을 설계하였으며 Table 5와 같다.

이와 같이 BIM 라이브러리 종류에 따라 속성구조에 부합되는 속성정보를 설계하였고 세부적인 구성구조 사례는 Fig. 12와 같다.

연구과정에서 형상의 정의는 구조계산 연계를 고려하여 Revit Structure의 패밀리 파일로 정의하였고 설계도면을 분석, 기술적 요인을 반영하여 가변치수와 함께 라이브러리 모델링을 정의하였다.

제작된 BIM 라이브러리는 Viewer 개발에 의하여 형상뿐만 아니라 분류체계정보, 수량해석 및 산출수량과 제반 속성이 구조화된 모습으로 표현될 수 있음을 Fig. 13과 같이 확인하였다.

본 방식은 BIM 라이브러리 정보규격을 표준화하여 제작을 대량으로 할 수 있을 뿐 아니라 설계변경에 따른 라이브러리 수정이 빠르므로 기존의 방식에 비해서 생산성이 매우 높을 것으로

기대된다.

4.2 BIM 모델 작성

BIM 프레임워크 기반의 정보표준을 검증하기 위해서 기 준공되어 공용중인 국도 PSCI 교량을 선정하여 설계도면, 수량산출서 등을 세부적으로 분석하고 설계의도를 먼저 이해하였다.

이후 정보표준에 준하여 제작된 라이브러리를 사용하여 Revit 환경에서 조립하는 방식으로 3명이 분담하여 분할 모델링 후 병합하여 전체 교량 모델을 완료하였다. 모델링 단계에서 종단경사와 횡단경사를 반영한 교좌장치와 가로보 등 상부 모델링은 상당한 실무기술수준이 요구되고 시간이 다소 소요되는 것으로 파악되었다.

분할 작성된 교량모델을 KACE BIM Viewer에서 순차 로딩하여 병합하였고 BIM 라이브러리 속성이 교량 전체에 연계 반영되어 있는지를 검증하였으며 전체 교량의 분류구조와 수량이 WBS 레벨별로 집계되고 조회됨을 확인하였다.

본 방식의 특성은 복잡한 정보분류체계에 대한 지식이 없이도 표준화된 BIM 라이브러리를 단순히 조립함으로써 내재된 정보분류체계를 효과적으로 활용할 수 있다는 장점이 있다.

Fig. 12 Concept of Using BIM Attributes

Fig. 13 Structured Display of Attributes

Fig. 14 Using Standard Libraries for a Bridge

Fig. 15 Structured Display of Bridge Elements

Fig. 16 concept of Quantity Takeoffs from BIM Library

Fig. 17 Cost from Standard BIM Information

4.3 BIM 수량산출 및 공사원가 활용성 확인

표준화된 BIM 라이브러리 객체 및 속성을 이용하여 교량모델링을 하였고 정확한 수량산출과 비용을 연계한 공사원가계산을 통해 그 효과를 검증하였다. BIM 라이브러리는 정보프레임워크에 의해 적용된 정보표준의 분류체계와 수량산출은 공종항목별로 수식을 사용하여 수량을 산출하는 방식을 채택하였다.

최종적으로 BIM 분류체계 최하위 모델과 시설물 레벨별로 수량이 자동집계 될 수 있으며 산출된 수량은 실적공사비와 연동되어 공사원가를 수초 내에 집계됨을 확인되었다.

4.4 BIM 공정관리 활용 가능성 확인

정보프레임워크에 의해 적용된 정보표준의 분류체계는 기본적으로 건설사업단계에서 공정관리와 기성을 지원하는 체계로 본 연구에서 제안한 WBS와 MBS를 결합한 정보분류체계를 준용한 BIM 모델은 공정관리에 적합한 데이터가 자동으로 구축된다.

KACE BIM Viewer는 공정관리 기능이 없어 직접적인 검토는 하지 못하였으나 작업분류체계 레벨을 순차적으로 뷰 조정함으로써 공정관리 시물레이션이 가능하였으며, 부위별로 수량과 내역을

Fig. 18 Concept of Project Management with Standard BIM Information

연계하여 정교한 공정관리가 가능한 것으로 파악되었다.

4.5 문제점 및 제약사항

본 논문이 제시하는 정보프레임워크를 적용하는 데 몇가지 문제점 및 제약사항이 파악되었다. 첫째, 본 논문이 적용한 정보프레임워크는 건축분야에서 선행된 내용을 토대로 작용되어 유사한 토목구조물에만 적용되는 한계가 있다. 따라서 토목선형시설이나 토공 등에 대한 정보프레임워크의 적절성을 검토하는 데는 한계가 있다.

둘째, 공종분류체계가 발주자별로 상이하여 정보전달의 혼란과 노력의 낭비가 발생한다. 국가차원의 표준체계가 필요하며 조달청의 물품번호체계를 연계 및 활용하는 것이 필요한 것으로 판단된다.

셋째, 본 논문에서는 순차적인 공정과 실적공사비 수준의 검토는 가능했으나 투입자재, 장비, 인력 등 건설현장에서 사용되는 일위대가 정보체계에 대한 적용에는 범위가 미치지 못하였다. 이는 보다 자세한 기초자료가 제공된다면 충분히 적용이 가능할 것으로 판단된다.

넷째, 객체분류 및 속성입력에 관해서 실무자들에 대한 초기교육에 대한 부담이 작용할 수 있는데 이는 국가공공차원에서 표준화된 라이브러리를 보급하는 경우 실무자들의 부담은 크게 줄어들 것으로 전망된다.

4.6 소결

정보프레임워크 기반으로 BIM 정보표준을 교량사례에 구현한 결과 기존의 건축분야에서 제시된 프레임워크 요소 중 객체분류 및 속성분류를

Fig. 19 Suggested Concept of Using Standard BIM Information

활용하고 속성에 WBS, CBS, MBS의 요소를 추가하여 이를 적절한 조합에 의하여 활용하는 경우 수량 및 공사비 산출에 유효함을 검증하였으며 또한 이후 공정관리에도 유용하게 활용될 수 있는 가능성을 확인하였다. 정보프레임워크 기반 정보 표준 도입으로 BIM 라이브러리 정의에 의한 모델링은 현격한 모델링 생산성을 보장할 수 있으며, 수량산출 및 공사원가계산, 공정관리, 유지관리 등 건설 전 단계 생애주기에서 획기적인 기술 발전이 기대된다. 따라서 정보프레임워크의 개념은 건축, 토목을 비롯한 건설산업 전반적으로 공유될 수 있도록 확장 및 발전되는 것이 필요하다.

5. 결 론

본 논문에서는 토목분야의 BIM 정보를 표준화하기 위한 방향을 모색하고자 통합적 BIM 정보표준프레임워크를 기반으로 표준방향을 제시하고자 하였다. 3차원 정보통합을 위한 정보프레임워크에 대한 기반이 취약하여 건축분야에서 제시된 정보프레임워크를 바탕으로 토목 구조물에 적용될 수 있는 방향을 검토하였으며 그 결과 기존의 정보프레임워크 요소 외에 WBS, CBS 및 MBS를 수용할 수 있는 정보체계로의 확장이 필요함을 확인하였다. 또한 이와 같은 방향으로 확장되는 경우 수량산출 및 공사비에 대하여 BIM을 통한 통합적 정보기술 구현이 가능함을 검증하였으며 아울러 이후 공정관리에도 매우 유용하게 활용될 수 있음을 확인하였다.

앞으로 건축·토목 뿐 아니라 건설산업 전반에서

공유할 수 있는 정보프레임워크의 개발이 필요하며 본 논문에서 다루어지지 못한 구체적인 정보프레임워크 요소들에 대한 국가산업차원의 표준분류체계 개발과 이를 활용할 수 있는 실무적 콘텐츠의 개발보급이 매우 중요하고 시급하다 하겠다.

감사의 글

본 연구는 국토교통과학기술진흥원 도시건축연구사업 「개방형 BIM기반의 건축물 설계표준 및 인프라 구축」 (과제번호:13AUDP-C067817-0)에 의하여 지원됨.

References

1. Han, J.-H., Nam, S.-H., Kim, S.-H. and Kim, Y.-H., 2011, A Study on the Implementation of Structural Module Library for the Application of BIM Technology, *Journal of COSEIK*, pp.107-110.
2. Han, J.-H. and Nam, S.-H., 2011, A Study on the Automated Estimating System using BIM based Library, *Journal of KIBIM*, pp.12-18.
3. Jung, G.-Y., Woo, J.-W., Kang, K.-D., and Shin, J.-C., 2013, Reliability Analysis and Utilization of BIM-based Highway Construction Output Volume, *Journal of KIBIM*, v.3 n.3, pp.09-10.
4. Jung, D. and Baek, Y., 2008, BIM based Integration Method of Cost and Schedule Information, *Journal of KICEM*, pp.321-325.
5. Cho, H., Cho, Y.-R. and Kim, H.-S., 2011, Application of Construction Management Integrated System based on BIM in Civil Engineering Project, *Journal of Harmony of the Nature and Civilization*, pp.36-42.
6. Jo, C.W., 2012, A Study on Developing Standard Framework for Implementing Open BIM, ph D Thesis Kyunghee Univ., pp.51-55.
7. Kwon, S.-H., Lee, W.-J. and Jo, C.W., 2013, Study for Architectural Standard Details Based On BIM Information Framework, *Transactions of the Society of CAD/CAM Engineers*, 18(2), pp.99-103.
8. Korea Institute of Construction Technology, 2011, Digital QDB(Quantity DataBase) in Construction v1.0, pp.6.
9. Korea Institute of Construction Technology, 2007, Development and Operation of '07 Construction CALS Standards, pp.91.

조 찬 원

1984년 2월 연세대학교 건축공학과, 학사

1993년 5월 미국 카네기멜런 대학원 건축과, 석사

2012년 8월 경희대학교 건축공학과, 박사

2009년 3월~현재 (사)빌딩스마트 협회 기술연구소 소장

관심분야: 건설정보, BIM, 표준

남 정 용

1982년 2월 경기공업전문대학 토목공학과 전문학사

1998년 10월 토목자동화설계 소프트웨어 개발

1999년~2005년 경원전문대학 토목환경공학과 겸임교수

1998년~현재 (주)고려소프트웨어 대표이사

관심분야: 토목정보화, BIM, CAD