한국지형공간정보학회지
(Journal of the Korean Society for Geospatial Information Science)
Vol.23 No.1 March 2015 pp.73-79

ISSN: 1598-2955 (Print)
ISSN: 2287-6693(Online)
http://dx.doi.org/10.7319/kogsis.2015.23.1.073

연구논문

지형공간정보체계 기반의 토목-BIM DB구축 우선순위 선정

Prioritizing of Civil-BIM DB Construction based on Geo-Spatial Information System

박동현* · 강인준** · 장용구*** · 이병걸****

Park, Dong Hyun · Kang, In Joon · Jang, Yong Gu · Lee, Byung Gul

要 旨

최근, BIM이 급속도로 확산되면서 여러 공사에서 BIM을 활용한 설계가 시도되고 있지만 설계 및 시공 단계에서 상이한 소프트웨어를 사용할 경우 상호 호환성의 문제가 생길 수 있다. 또한 도입 후 BIM이 위치정보와 연계된 다양한 공간정보 서비스에 활용되기보다 단순히 성과품 제출이나 시각화에 국한되어 있다. 이에 본 연구에서는 결과위주의 BIM성과제출은 무의미하며 활용성이 미비하다고 판단되어 지형공간정보체계와 BIM의 기술 접목을 해결책으로 생각하여, BIM 관련 선행연구들의 고찰을 통해 BIM의 동향 및 문제점을 파악하고자 한다. 또한 토목분야에서의 BIM 특히, 지형공간정보기술 기반의 토목-BIM구축을 위한 DB구축 방안을 제시하였다. 본 연구를 통하여 전 과정에서 발생하는 BIM의 대용량 DB가 향후 지형공간정보기술과 토목-BIM의 연계구축 시스템의 성능저하를 가져올 수 있다고 판단하였다. 이에 최적의 전생애주기 관리를 위한 DB만을 선별하였으며, 각 단계별로 필요한 공간분석기술에 대해 서술하였다.

핵심용어 : 지형공간정보기술, 토목-BIM, 데이터베이스 구축, 전생애주기

Abstract

Recently, BIM proliferates at high speeds so that BIM planning is trying to be used in various kinds of engineering. However, when using different software during design phase and construction phase, the problem of mutual compatibility is coming out. Even the BIM technology has been used or the practical applicability has been made into result, it would be fair to say that BIM has limitations in the visual level. In this research, it is meaningless to obtain the BIM result as the primary purpose. As the usefulness of it is judged incomplete, we committed to master the trend and problems of terrain spatial information systems and BIM. Furthermore, the plan of building the BIM in the civil field, especially the civil-BIM based on the technology ofterrain spatial information has been presented. It can be judged through this research that the high-capacity DB of BIM occurred during the whole process may cause poor performance of the following stage the structure system which connects the terrain spatial information and civil-BIM. In order to manage the optimal full cycle, the spatial analysis technology of the stages after choosing the DB has been described.

Keywords : Geo-Spatial Information Technique, Civil-BIM, Database Construction, Life Cycle

1. 서 론

1.1 연구의 배경 및 목적

BIM(Building Information Modeling)은 최근 건설산업 품질 및 생산성 향상을 위해 설계에서 유지관리 단계까지 건물의 전생애주기 동안 적용되는 다양한 정보를 생산하고 관리하는 기술이다. 건설 분야 전문가가 아니더라도 건축 설계와 시공에 대해 쉽게 이해할 수 있도록 프로세스를 획기적으로 개선하였으며 미국, 영국 등의 선진국 뿐 아니라 전 세계적으로 확산되고 있다. 국내에서는 2012년부터 토털 서비스 대상 500억

Received: 2015.02.13, accepted: 2015.03.09

* 정회원 · ·부산대학교 사회환경시스템공학과 박사과정(Member, Dept. of Civil Eng., Pusan National University, sogone@pusan.ac.kr)
** 교신저자 · 정회원·부산대학교 건설융합학부 교수(Member, Dept. of Civil Eng., Pusan National University, ijkang@pusan.ac.kr)
*** 정회원 · 한국건설기술연구원 ICT융합연구실 연구위원·공학박사(Member, Korea Institute of Construction Technology, wkddydrn@kict.re.kr)
**** 정회원 · 제주대학교 토목공학과 교수(Member, Dept. of Civil Eng., Jeju National University, leebgpro@empas.com)

원 이상인 턴키설계 공모 건축공사에 BIM 적용을 의무화 하였으며, 2016년부터 모든 공공건물에 대해 BIM으로의 발주를 의무화하겠다고 밝혀 BIM활용에 대한 중요성이 높아지고 있다.

건축분야는 디자인 및 설계 중심의 산업 특성으로 인해 보편적인 인식을 가질 수 있는 환경 조성이 마련된 반면, 토목분야는 설계단계보다는 시공 측면의 산업구조로 인하여 BIM의 인식확산 및 실무 도입에 많은 제약요인들이 있다. 그러나 토목 구조물의 설계 시에도 구조해석 등의 엔지니어링 요소를 포함한 설계정보의 검토와 분석기법을 통한 기술적 피드백이 요구되고 있다. 또한 설계정보의 검토를 통해 공정 간섭 및 공기 지연 요소를 사전에 분석하여 설계와 시공을 일치시킬 수 있도록 하는 프로세스 기반의 통합 정보체계 구축(토목-BIM)이 요구되는 시점이다(Kang et al, 2009).

최근 BIM이 급속도로 확산되면서 여러 공사에서 BIM설계를 시도하고 있지만 설계단계와 시공단계에서 상이한 소프트웨어를 사용할 경우 상호 호환성 문제가 발생하며, BIM을 도입했지만 실시설계와 실제 현장 상황의 차이로 인해 재설계를 하는 경우가 다수 발생하는 등 그 활용성이 성과품 제출이나 시각화 정도에 국한되어있는 실정이다. 보다 정확하고 효율적인 설계, 시공을 위해서는 그동안 구축된 지형공간정보 인프라와의 연계구축이 해결방안이라고 판단된다. 본 연구의 목적은 지형공간정보체계와 BIM의 기술 접목에 앞서 각 단계별로 발생하는 DB 및 요구되는 지형공간분석기술에 대한 우선순위를 선정하는데 있다.

1.2 연구동향

GIS와 BIM 기술융합과 관련된 연구의 경우 최근 들어 점차 증가하고 있는 추세이다. 기술융합과 관련된 연구를 살펴보면, 지리학적 관점에서의 인간 활동과 관련된 실내 공간 정보를 효과적으로 관리하기 위해 GIS와 BIM의 융합 방안을 탐색(Oh, 2010), U-City 발전의 대안으로 BIM과 GIS의 융합을 제시하고 시스템 융합에 따른 파급효과와 통합 방법고찰(Kim et al, 2010), BIM과 GIS간 상호 운용성 및 플랫폼 기술요소들에 대한 고찰(Kang et al, 2012a), BIM과 GIS간 공간정보 상호 운용성을 위해 BIM과 GIS의 중립 모델인 IFC와 CityGML간의 상호 운용성을 위한 속성 정보 맵핑을 위한 규칙 정의 메타 데이터 제안과 구현(Kang et al, 2012b), 건설공급을 위한 시각적 모니터링 개선을 위한 BIM과 GIS의 통합(Javier Irizarry et al, 2013), 문화유산관리를 위한 BIM과 3D GIS의 정보 통합(Dore, C. et al, 2012) 등이 있다.

또한, 토목분야에 대한 BIM적용에 관한 연구들은 홍수 극복을 위한 하천계획에서부터 3차원 맵핑 기술과 3차원 객체정보, 속성정보를 결합한 토목-BIM의 활용(Moon et al, 2010), 토목공사에서의 BIM 개념과 국내 토목 공사에 BIM 적용 시 단계별 BIM 모형의 제안과 적용을 위한 도입 방안(Kim, 2009), 3차원 공간정보 취득기술을 활용하여 얻어진 데이터를 BIM과 연계하여 가장 합리적이고 최적화 가능한 프로젝트 방안에 대한 시뮬레이션(Park et al, 2011), BIM 핵심 기술 중 하나인 라이브러리와 관련되어 IFC와는 또 다른 관점에서 파라메트릭모델링 및 알고리즘을 묘사할 수 있는 중립 라이브러리 개발을 위한 기술 요소와 효과적인 개발 방향 제안(Kang et al, 2012c) 등이 있다.

이와 같이 토목 분야의 BIM적용, GIS와 BIM의 기술융합과 관련된 연구는 점차 증가하고 있는 추세로 다방면에서의 GIS와 BIM 융합에 관한 연구의 필요성을 확인하였다. 그러나 지금까지 진행되었던 연구들은 대부분 시스템 개발 방안 및 방향, 파급효과에 관한 내용이다.

1.3 연구방법 및 범위

본 연구에서는 먼저, 선행연구와 문헌조사를 통한 이론적 고찰과 연구동향 분석 및 문제점을 파악하고 BIM의 단계별 DB와 이력관리를 위한 DB의 선별 및 구축범위를 설정하였다. 또한, 전생애주기를 위한 각 단계별 DB의 종류와 필요한 GIS의 지형공간분석 기술을 제시하고, 향후 진행될 지형공간정보체계와 BIM을 연계한 토목BIM의 구축방안을 모색하였다. Fig. 1은 본 연구의 흐름을 보여준다.

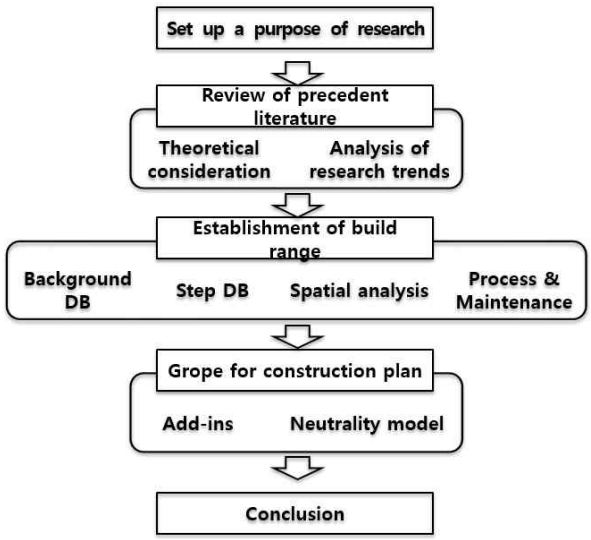

Figure 1. Research flow chart

2. GIS와 BIM

GIS는 지리정보를 구축, 유지관리, 편집, 분석 및 프로세싱, 디스플레이 및 출력 등의 공통 과정 가진다. 이러한 측면을 종합하여 볼 때 'GIS는 다양한 지리정보를 구축, 유지관리, 편집, 분석 및 프로세싱, 디스플레이 및 출력 등의 과정을 통하여, 공간 정보를 얻는 동시에 공간 의사결정에 도움을 주는 시스템'이라고 할 수 있다(Kang, 2012). 특히, GIS가 도입되면서 업무의 단순화, 자료의 조직화가 가능하며, 효율적인 의사결정 지원시스템으로 활용할 수 있게 되었다.

BIM의 경우 일반적으로 비전문가들은 3차원 모델링이라고 생각할 수도 있다. 그러나 객체 속성이 없는 오직 3차원 모델, 2D 캐드를 결합시켜야 하는 모델, 치수변화 등이 자동반영되지 않는 모델들은 BIM 기술이 아니다. BIM은 건설 생애주기 동안 발생하는 다양한 형태의 정보가 3차원 객체, 파라메트릭 등의 기술을 통해 통합 관리되는 체계이다. 3차원 객체는 프로젝트에 따라 정보의 확장이 가능하고 기존의 단계별로 재생산과 소멸이 반복되는 정보와 달리 발주자, 설계자, 시공자, 유지관리자를 위한 연속적이고 지속적인 활용이 가능한 정보를 포함할 수 있다(Kim, 2009).

국내 BIM의 적용 추세는 토목공사 보다는 대부분 건축물공사를 대상으로 이루어지고 있다. 그 이유는 광역 현장 및 비정형의 토공을 포함한 수평적 작업 중심인 토목 시설물의 BIM 적용에는 제약이 있고, 토목분야는 설계단계보다는 시공단계의 산업구조가 크기 때문이다. 그러나 토목 구조물의 설계에도 구조해석 등의 엔지니어링 요소를 포함한 설계정보의 검토와 분석기법을 통한 기술적 피드백이 요구되고 있으며, 또한 설계정보의 검토를 통해 공정 간섭 및 공기지연 요소를 사전에 분석하여 설계와 시공을 일치시킬 수 있도록 하는 프로세스 기반의 통합정보체계 구축, 즉 토목BIM이 요구되고 있다(Kang et al, 2009).

토목BIM 도입의 경우 아직은 시범 적용되고 있는 수준이지만 향후 확대될 경우 BIM 기반 설계가 필수가 될 것으로 전망된다. 특히, 단계별 특성을 반영하고 생애주기를 가질 수 있도록 건설 단계별 공간 및 속성정보에 대한 구축범위의 설정이 필요하다.

3. DB구축 우선순위 선정

3.1 BIM 단계별 특징 및 DB

BIM은 File방식이 아닌 DB방식으로 데이터가 관리된다. 이에 따라 정보유출, 대량의 파일사이즈에 의한 성능 저하, 파일단위 검색으로 인한 업무 편이성 등의 문제점을 해결이 가능하다. 또한, 발주자, 설계자, 시공자, 감리자 등 건설의 참여주체들이 일관성 있는 데이터를 공유하고 건설과정을 이해하여 합리적 의사결정을 유도한다.

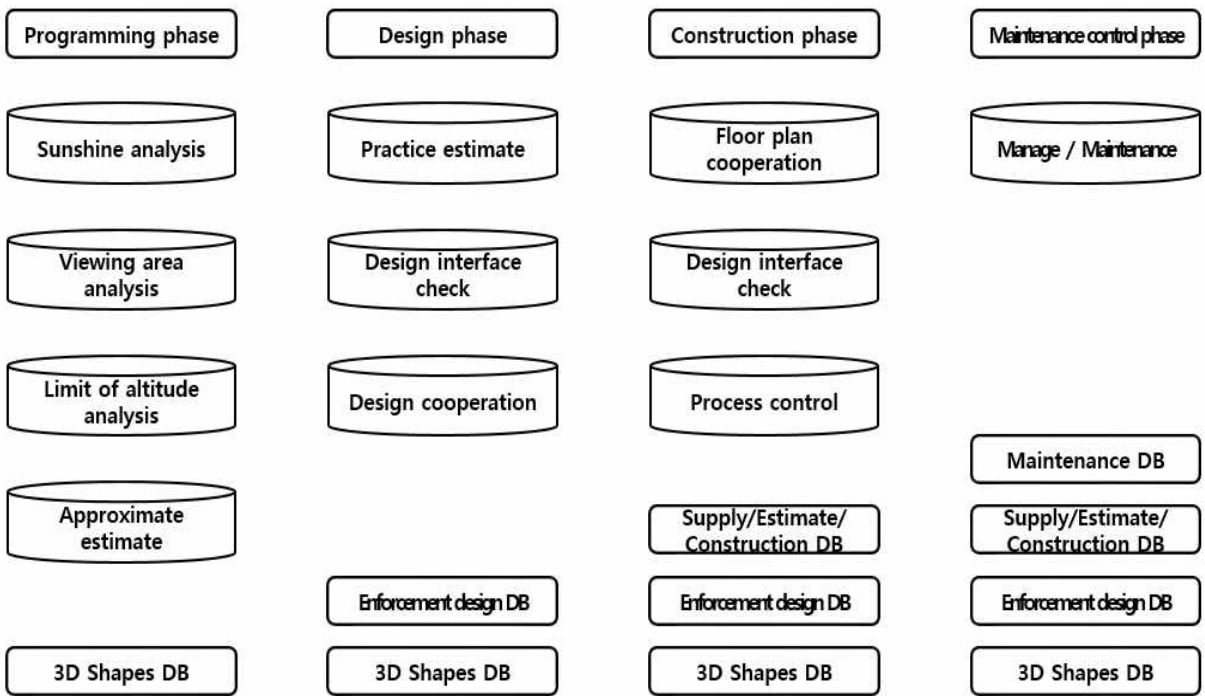

Figure 2. BIM phased feature and DB

BIM의 단계는 크게 계획단계, 설계단계, 시공단계, 운영 및 유지보수 단계로 나눌 수 있다. 먼저, 계획단계에서는 3차원 시각화를 통해 비전문가도 손쉽게 이해할 수 있다는 장점이 있다. 일조권, 조망권, 고도제한 분석 등의 응용업무를 처리할 수 있다. 이때, 발생하는 DB는 3D 계획설계 DB라 할 수 있다.

설계단계에서는 실행 견적, 설계의 간섭 체크 등이 가능하며, 설계 중 협업이 가능하여 보다 빠르고 정확한 설계의 시각화와 변경에 대한 대처가 가능하다. 또한, 설계 의도 검토와 공사비 견적 추출, 에너지 효율성 검토 등을 통해 지속 가능성을 향상시킬 수 있다. 설계단계에서는 계획설계와 실시설계의 3차원 형상정보 DB가 생성된다.

가장 많은 DB가 발생하는 시공단계에서는 물량DB, 견적DB, 시공DB, 건설 자재의 속성값과 관련된 자재속성DB, 작업자와 관계된 정보 등이 생성되며, 설계단계에서의 3D 객체들과 시공에서의 공정계획을 연계시켜 설계와 시공계획을 일치시킬 수 있다. 또한, 모든 설계도면들이 3차원의 가상 건축물 모델로부터 일관성 있게 생성되기 때문에 2차원 도면들 간의 불일치로 인해 발생하는 설계 오류를 방지할 수 있으며, 미리 정의된 파라메트릭 방식에 의해 시공 상의 문제들에 대해 빠르게 반응 할 수 있다는 특징이 있다.

마지막으로, 유지관리 단계에서는 3D 형상과 시방서, 자재정보 등 구조물에 대한 많은 정보를 활용하고 건물 운영관리 시스템과의 연계를 통해 효율적인 유지관리가 가능하며, 유지관리 동안 발생하는 운영DB, 유지보수DB, 각 단계별로 발생한 이력DB가 구축될 것이다. Fig. 2는 BIM의 단계별 대표적인 기능과 구축되는 DB를 보여준다.

3.2 토목-BIM DB의 구축범위 선정

BIM 각 단계별로 발생하는 여러 DB를 모두 구축한다면 대량의 용량으로 인해 성능이 저하되는 역기능이 생길 것이며, 어떤 목적이냐에 따라 DB구축범위 또한 바뀌게 될 것이다. 본 절에서 토목분야 중 BIM설계를 도입한 부산북항재개발사업의 일부를 바탕으로 BIM레이어 표준화를 실시한 선행연구(Min et al, 2012)에서 제시한 항만구조물 BIM레이어 체계를 바탕으로 지속가능한 토목 구조물을 위한 DB를 선별하고 각 단계별로 필요한 GIS기술을 제시하고자 한다.

Table 1은 단계별로 발생하는 대략적인 BIM DB와 적용이 필요한 GIS공간분석 기술의 범위를 나타낸다. 각 단계별로 여러 가지 DB가 구축되며, 광범위한 DB를 모두 구축 할 경우에 오는 성능저하를 방지해야한다. 지형공간정보체계와의 연계에서 필요한 DB의 구축범위를 선정하기 위해 부산 북항 국제여객부두의 안벽공 설계(Fig. 3)를 바탕으로 하였다. 항만시설물의 경우 본체 케이슨의 거치위치, 거치환경, 규격, 내부시설, 상치콘크리트의 공법, 공사기간, 공사비 등에서 잦은 설계변경이 이루어진다. Fig. 4는 잦은 설계변경이 이루어지는 사례들을 바탕으로 지형공간정보체계와 BIM의 연계에 필요하다고 판단되는 최종적인 DB의 구축의 우선순위를 선정한 것이다.

Fig. 4의 흐름도와 같이 3차원 형상 DB의 경우 모든 단계에서 생성되게 된다. 그러나 단계가 진행될수록 LOD가 올라가고 3차원 형상과 속성정보 또한 상세하게 제공될 수 있다. BIM의 데이터는 모든 단계와 분야의 정보를 통합하여 다양한 업무에 광범위하게 활용될 수 있다.

Table 1. Phased DB and GIS technique

Separation	Programming phase	Design phase	Construction phase	Maintenance control phase
DB	3D Shapes DB Geological features DB Survey result DB Plan of management DB Approximate construction cost DB	2D Blueprint DB Identification DB Shapes DB Property of matter DB Reference DB	Supply DB Construction expenses DB Process control DB 3D Shapes DB	Fracturing DB Asset management DB
GIS Technique	3D topography Location analysis Sight analysis Overlap analysis Influence analysis	3D topography Boundary representation Sight analysis Principal environment analysis	3D topography Network analysis Influence analysis Overlap analysis	Influence analysis Simulation
Background DB	Structure operation & Maintenance Plan DB	Simulation DB	Process DB Change of design DB	Check & Appraisal DB Fixing of defects DB

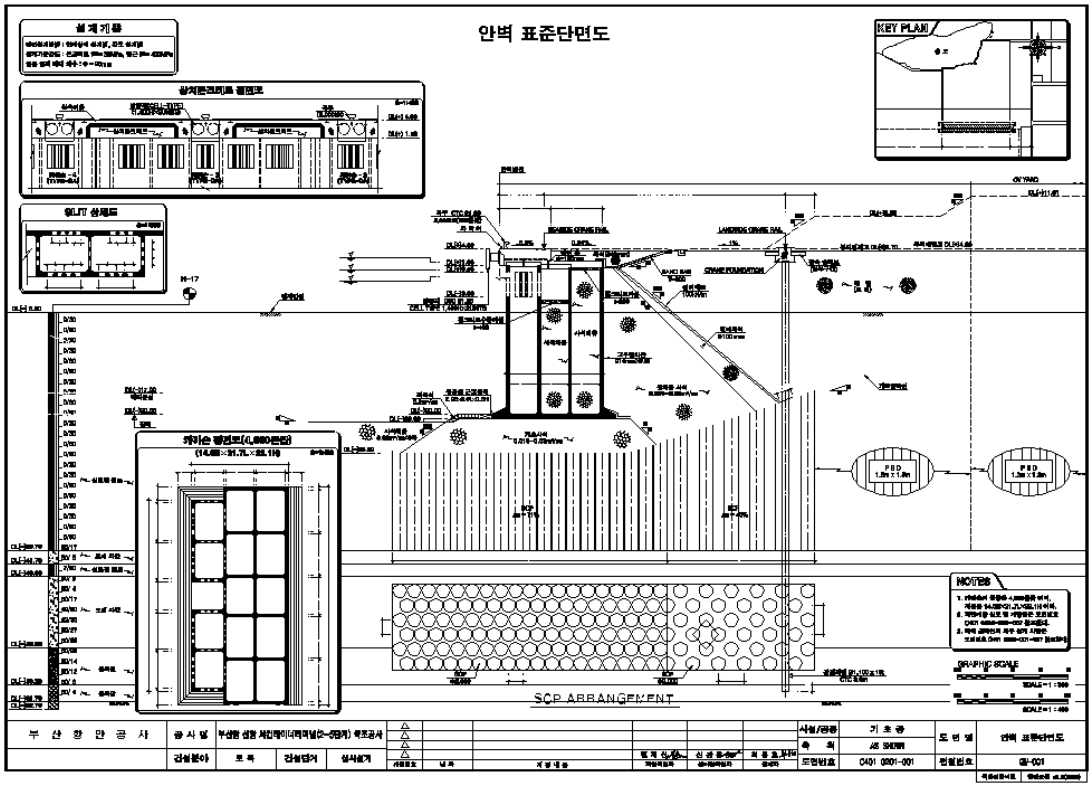

Figure 3. A pier in Busan north port international passenger terminal

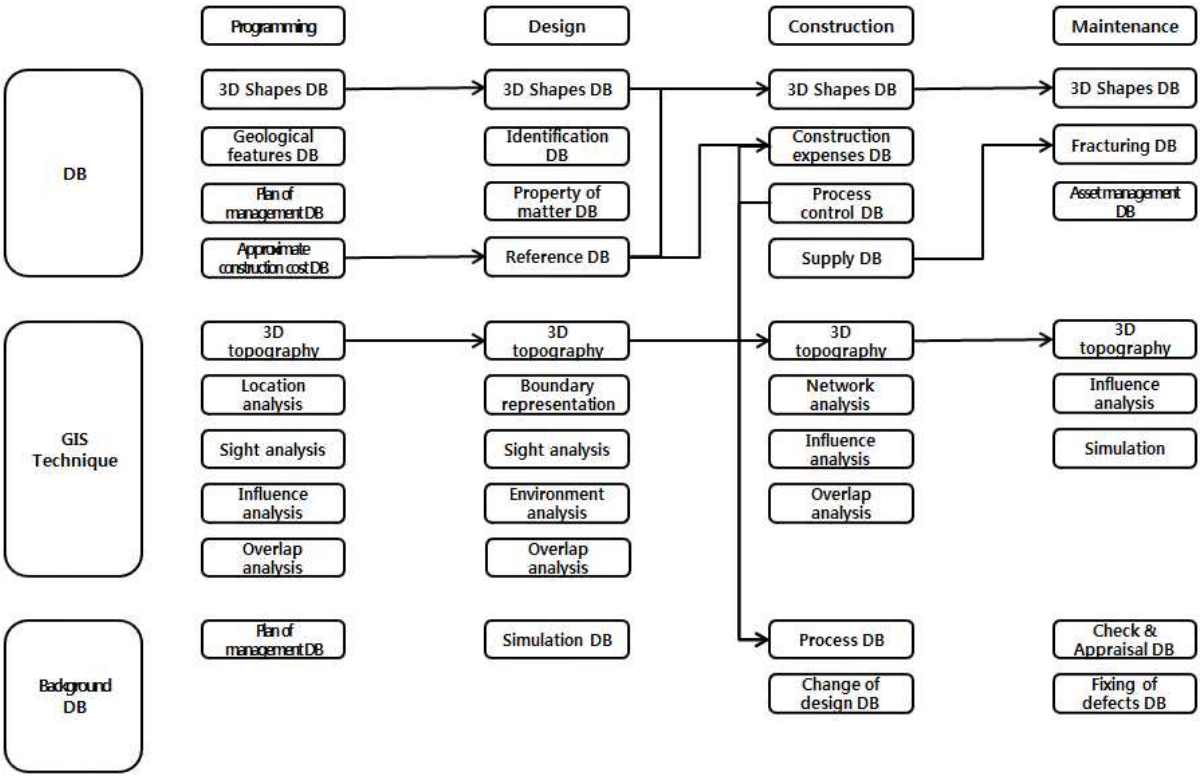

Figure 4. DB flow chart

Table 2. Code based DB

Layer Code	Type
CD-DRAN3001	3D Object
CH-CASN3004	
CH-OUTR3005	
CE-IMPV3003	Point
CV-GRID3006	Line
CV-SURV3007	
CV-SBND3008	
CE-DREG3002	

향후 항만시설물의 유지보수단계를 위해 우배수공, 케이슨, 항만외곽시설 등의 3차원 형상 DB와 공간분석을 위한 토공관련 DB, 그리고 측량 및 지형공간정보와 관련된 DB를 Table 2와 같이 선별함으로써 최종적인 지형공간정보체계기반의 토목-BIM시스템 구축 시 DB 과부화로 인한 성능 저하를 막는데 도움이 될 것으로 판단된다.

4. 비교고찰

다른 모델링 도구를 사용하였을 때의 상호운용성 문제는 IFC라는 중립모델로 해결하려 하였으나 다양한 분야의 호환을 지원하는 IFC뷰는 아직까지 개발단계로 현재의 IFC는 신뢰도가 떨어진다고 판단된다. 이에 본 연구에서는 데이터 호환을 위해 OGC의 XML스키마를 사용하는 것이 대안이라 생각한다. XML은 HTML의 확장언어로 사용자 정의 스키마를 허용하고, 데이터 수집, 전자 상거래 등 웹 기반 소프트웨어간의 정보 교환에 광범위하게 사용된다. 특히, OGC의 표준인 CityGML은 개방형 데이터 모델로 XML을 기반으로 하는 가상 3차원 도시 모델의 저장과 교환을 위한 포맷으로 BIM표준과의 연계를 가능하게 할 것이라고 판단된다. CityGML의 경우 다른 LOD 각각의 객체에 복수의 표현정보를 담음으로써 해결하고 LOD가 커짐에 따라 보다 상세한 정보를 볼 수 있고 객체의 형상정보와 속성정보를 동시에 제공할 수 있으며 LOD는 Table 3과 같이 나눌 수 있다.

Table 3. Classification of LOD

LOD1	2D footprint
LOD2	3D Extrusion
LOD3	3D with roof scape
LOD4	3D with external elements
LOD5	Walk-able model(IFC "native")

이에 본 연구에서는 OGC표준과 IFC표준은 LOD기법을 통한 연계가 가장 적합할 것으로 판단되어, 향후 XML스키마를 사용하여 이종 소프트웨어간의 정보교환이 가능하도록 하는 지형공간정보체계기반의 토목-BIM 구축에 관한 연구가 이루어져야 한다고 생각된다. 이러한 연계구축이 이루어진다면, U-City 구축에 필요한 방재, 문화재, 보안, 시설물 유지관리 등 기존의 2차원 도면으로는 불가능한 다양한 활용 및 지능적 도시정보의 관리가 가능할 것으로 판단된다.

5. 결 론

최근 BIM기술에 관한 연구가 활발히 이루어지고 있으나 토목공사의 경우 관련 연구가 미약한 실정이다. 특히, 지형공간정보체계와 BIM의 연계를 통한 지형공간정보기술기반의 토목BIM구축에 관한 연구는 전무한 실정이다.

이에 본 연구에서는 지형공간정보체계기반의 토목-BIM 구축 방안 연구를 수행하였으며, 다음과 같은 결론을 얻었다.

첫째, 2016년 BIM의 의무화를 앞두고 여러 발주처에서 BIM을 통한 발주를 하고 있으나 현재는 형식적이고 표면적인 결과위주의 성과제출에 그치고 있으며, 특히, 건축분야에 비해 토목분야에서는 형식적인 BIM 도입도 미비하다. 이를 해결하기 위한 방안으로 지형공간정보와 BIM간의 연계구축을 제시하였다.

둘째, BIM의 단계별로 발생되는 DB는 광범위하며, 대용량이다. 이로 인한 성능 저하가 예상되어 지형공간정보와 BIM의 연계구축 시 DB구축의 우선순위와 단계마다 필요한 GIS의 공간분석 기법을 정의하였다.

셋째, 상호운용성 문제를 해결하기 위한 IFC 중립모델이 현재는 신뢰도가 떨어져, OGC의 XML스키마를 활용한 데이터 호환이 필요하며, OGC표준과 IFC표준의 LOD기법을 통한 연계가 적합함을 알 수 있었다.

지형공간정보체계와 BIM을 연계를 위해서는 먼저 도면작성지침 등의 기본 데이터 생성과정부터의 표준화가 이루어 져야 하며, 지형공간정보체계상에서의 IFC표준 활용성에 대한 관점 정리가 이루어져야 할 것이다. 향후 연구에서는 지형공간정보기술과 BIM의 연계구축을 위한 기본 데이터 표준화 및 생애주기단계에서 상호간의 연동이 가능하도록 GIS의 ArcGIS와 토목-BIM의 Civil3D를 활용하여 프로토타입 개발을 진행할 예정이다.

감사의 글

이 논문은 2013년 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 기초연구사업(NRF-2013R1A1A2006185)의 지원으로 연구되었습니다.

References

1. Building SMART KOREA, 2011, Avatar of construction BIM, CNEWS
2. Dore, C., Murphy, M., 2012, Integration of historic building information modeling (HBIM) and 3D GIS for recording and managing cultural heritage sites, Proceedings of the 2012 18th International Conference on Virtual Systems and Multimedia, VSMM 2012: Virtual Systems in the Information Society , Art. No. 6365947 , pp. 369-376.
3. Javier Irizarry, Ebrahim P. Karan, Farzad Jalaei, 2013, Integrating BIM and GIS to improve the visual monitoring of construction supply chain management, Automation in Construction 31 (2013).
4. Kang, I. J., 2012, Introduction to geographic information survey, Daefa, p. 422.
5. Kang, L. S. and Moon, H. S., 2009, Application plan and situation of BIM(Building Information Modeling) in civil engineering, Journal of Korea Institute of Construction Engineering and Management, Korea Institute of Construction Engineering and Management, Vol. 10, No. 5, pp. 30-36.
6. Kang, T. W., Lee, J. W. Lee, W. S., Choi, H. S., 2012a, A study on civil BIM description neutral library development direction for modeling the construction spatial information, Journal of the Korean Society for Geospatial Information System, The Korean Society for GeoSpatial Information System, Vol. 20, No. 4, pp. 145-151.
7. Kang, T. W., Choi, H. S., Hwang, J. R., Hong, C. H., 2012b, The study related to the meta data for the attribute mapping from IFC to CityGML, Korean Journal of Geomatics, Korean Society of Surveying, Geodesy, Photogrammetry, and Cartography, Vol. 30, No. 6-1, pp. 559-565.
8. Kang, T. W., Hwang, J. R., Hong C. H., Choi, H. S., 2012c, BIM-GIS interoperability and platform development strategy, Conference of Korea Institute of Construction Engineering and Management, Korea Institute of Construction Engineering and Management, pp. 157-158.
9. Kim, S. G., 2009, A study of BIM(Building Information Modeling) application for civil engineering project, Paper of masters degree, Gyeongsang National University
10. Kim, T. H., Jeon, H. M., 2010, Final alternative BIM+GIS of development of U-city through establishment of intergrated 3D information, Korea Institute of Construction Engineering and Management, pp. 16-19.
11. Min, B. K., Park, D. H., Jang, Y. G., Kang, I. J., 2012, A study on standardization for civil-BIM construction of harbor structure based on Geo-Spatial information technique, Journal of the Korean Society for Geospatial Information System, The Korean Society for GeoSpatial Information System, Vol. 20, No. 3, pp. 83-90.
12. Moon, S. J., Pyeon, M. W., Park, H. G., Ji, J. H., Jo, J. H., 2010, The application of geospatiial information acquisition technique and civil-BIM for site selection, Korean Journal of Geomatics, Korean Society of Surveying, Geodesy, Photogrammetry, and Cartography, Vol. 28, No. 6, pp. 579-586.
13. Oh, C. W., 2010, A study on integration strategy between GIS and BIM, Journal of The Korean Association of Professional Geographers, The Korean Association of Professional Geographers, Vol. 44, No. 3, pp. 443-453.
14. Park, J. S., Pyeon, M. W., Jo, J. H., Lee, J. H., 2011, Case study of civil-BIM & 3D geographical information, Korean Journal of Geomatics, Korean Society of Surveying, Geodesy, Photogrammetry, and Cartography, Vol. 29, No. 6, pp. 569-576.