해외 프로젝트 Tender Document 분석을 통한 BIM 수행방안 및 대응전략

글 심창수 ＼ 중앙대학교 사회기반시스템공학부 교수 ＼ **전화** 02-820-5895 ＼ **E-mail** csshim@cau.ac.kr

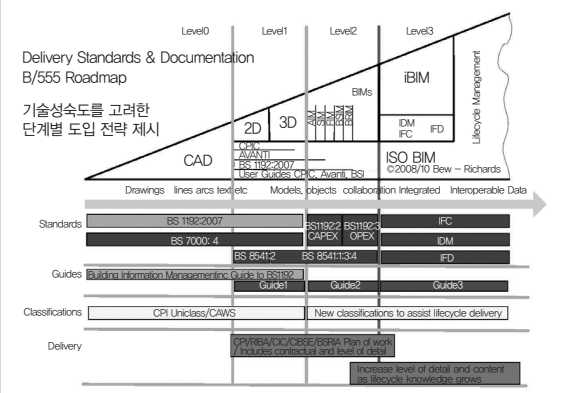
1. 해외 BIM 프로젝트 현황

최근 국내 건설의 최대 과제는 해외 프로젝트 수주와 리스크 관리라고 할 수 있을 것이다. 공공 시설물 분야에서 발주되는 프로젝트 중에서 BIM 기반으로 Tender Document가 제시되는 경우가 자주 있고, 이를 수주하거나 수주하려는 기업에게는 초기 대응전략 수립을 위해 고려할 사항이 많아 이에 대한 논의를 해보고자 한다.

국가적으로 BIM 기반의 건설 프로젝트 수행을 추진하는 사례는 싱가포르가 대표적인 국가이다. 건축 분야가 중심이기는 하지만 토목공정으로 확대하는 일정을 이미 제시하고 있고, CORENET를 통한 E-submission 시스템이 이미 갖춰져 있다. 홍콩의 경우에도 지하철 프로젝트를 중심으로 BIM 프로젝트가 발주되고 있고 이미 BIM Guideline을 제시하고 있다. 아시아 지역에서의 BIM 프로젝트는 소프트웨어 환경이나 발주 요구사항이 유사하여 기업에서 표준 템플릿화하고 로컬 BIM 업체와의 연계를 구축할 필요가 있을 것이다.

싱가포르 이외의 지역에서 BIM 기반의 프로젝트 발주는 카타르의 지하철 프로젝트를 주목할 수 있다. 상당히 자세한 수준의 요구사항이 제시되어 있기 때문에 다음 절에 이를 분석하여 제시하였다. 이 프로젝트의 요구사항을 보면 영국의 Crossrail Project의 진행 방식과 매우 유사함을 알 수 있다. 단일 플랫폼 기반으로 요구하고 공정관리에 활용되는 특정 솔루션을 명시할 뿐만 아니라 BIM 매니저와 코디네이터를 요구하는 것 등이 유사하다.

영국이 런던 지하철 프로젝트를 BIM 기반으로 수행하고 운영 및 유지관리를 위해서도 Asset Management 시스템을 도입하기로 결정하면서 정부 차원에서 이에 관한 전략 보고서를 내고 단계별 표준과 가이드, 분류체계를 제시하였다. 현재는 Level 2 수준에서 프로젝트 수행을 요구하고 있고 이러한 사항이 상당부분 중동의 BIM 프로젝트에 반영되고 있는 것은 유럽의 컨설팅 회사들이 이러한 경험을 바탕으로 발주처를 설득한 결과라고 판단된다.

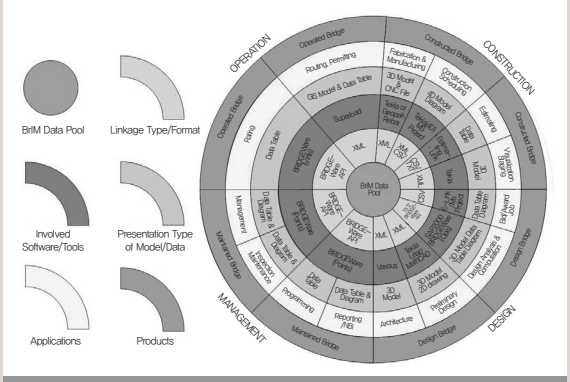


[그림 1] 영국의 단계별 BIM 도입 전략
(Strategy Paper for the Government Construction Client Group, 2011)

미국에서의 BIM 프로젝트는 상당히 목적 지향적으로 제시되고 있다. 강구조 분야에서 CSI2 표준을 성공적으로 활용하였고, 프리캐스트 분야에서도 중립 표준을 활발하게 개발하여 최근에 제시되었다. 또한 각 주별로 XML 등의 활용 가능한 중립표준을 기반으로 BIM 프로젝트를 발주하고 있다. 위스콘신 DOT의 경우에는 2014년 중반부터 모든 프로젝트에 토목분야 3차원 모델을 활용하도록 제시하고 있다.

파나마 운하 프로젝트는 5.25억 불에 달하는 대규모 공사로 파나마 운하를 관리하는 기관인 ACP에서 처음으로 대형 토목 프로젝

트에 BIM을 사용하도록 하였다. BIM에 의한 프로세스가 설계의 품질을 높이고 설계변경에 따른 관리 효율성을 높일 뿐 아니라 시공사와 발주자 간의 의사소통에도 도움이 되도록 요구하고 있다. 전기, 기계, 건축, 토목 및 구조를 포함하고 MWH Global이 전 세계의 5개 설계 사무소와 협업을 진행하는데 3차원 모델이 중추적인 역할을 수행하였다.



[그림 2] FHWA의 Bridge Information Model(BrIM)의 체계도

대표적인 몇 곳의 BIM 기반의 공공 프로젝트를 소개하였는데 BIM 기반의 프로젝트가 지니는 의미를 시공사(General Contractor) 입장에서 정의할 필요가 있다. BIM에 관한 고려사항으로 조정, 소유권, 모델 요구사항, 관리, 실행계획, 스케줄링, LOD 설정, 참여 기술자 및 권한 정의, 책임의 한계와 리스크 관리, 지적 재산권 등의 새로운 사업환경이 미치는 영향을 신중하게 평가하고 대응전략을 수립해야 한다. 이를 위해 대표적인 BIM 프로젝트의 Tender document를 간략하게 분석해 보고 그에 대한 대응전략을 제시하고자 한다.

2. Tender Document 분석

2012년에 제시된 카타르 지하철 프로젝트의 Tender document를 BIM 요구사항을 중심으로 살펴보고자 한다. BIM에 대한 기준, 방법 및 절차에 대해서는 부록에 제시하고 있지만 본문에 이에 관한 전반적인 반영이 이루어져 있기 때문에 정확한 파악이 필요하다.

본문에서는 정보 관리 계획(Information Management Plan)에 시공사의 BIM, CAD 및 GIS SMP와 ECM(Engineering Content Management) 계획이 부합하도록 요구하고 있고 BIM 모델에서 어떻게 객체 정보가 필요한 곳에 채워지는지 상세하게 기술하도록 요구하고 있다. 설계관리 부분에서는 설계검토를 위해서 BIM 제출과 이에 연계된 CAD 데이터를 제시하도록 하고 있다. Interface Management System에 BIM 프로세스가 설계와 시공 코디네이션을 확실하게 하기 위해 포함되어야 한다.

주목할 만한 것 중의 하나가 CAD 시스템을 정할 때 단일 플랫폼 CAD 시스템을 사용하도록 요구하고 있다는 것이다. 이 시스템은 3차원 모델에 객체 정보를 넣을 수 있어야 하고 객체 모델에서 간섭 검토를 포함한 보고서를 직접 추출할 수 있어야 한다. 만일 독립적인 패키지를 사용할 때는 모델 정보가 전자 데이터 교환이 되어야 하고 손실이 없어야 하는데 이는 상당한 부담이 되기 때문에 단일 플랫폼을 사용하도록 요구하는 것과 마찬가지다.

시공사가 제출하는 CAD, GIS 및 BIM 데이터는 증명된 IFC 모델과 함께 원본파일 형태로도 제출해야 한다. 이는 발주자가 IFC의 불완전성을 인지한 상황에서 제시한 요구사항이다. 모든 BIM 모델 데이터는 1 : 1 크기에서 만들어져야 하고 동일한 좌표계를 가져야 한다.

이 Tender Document에는 라이브러리 객체와 패밀리가 Uniclass 분류체계의 명칭을 따르도록 요구하고 있다. 3차원 모델은 프로젝트 그리드 상에 1 : 1 축적으로 생성되어야 하고 실제 좌표를 사용해야 한다. 스테이션 간의 정확한 관계를 설정하기 위해 플랫폼별로 네 개의 SOP(Setting Out Points)에 의해 관리되도록 하고 있다. Layer 및 Level에 대한 명칭에 대한 요구사항이 있는데 이는 특정 CAD 솔루션에서 사용하는 협업을 위한 모델 분리와 연계되어 있다. BS1192에 따르도록 요구하고 있기 때문에 영국의 영향으로 보아야 한다. 이러한 요구사항들은 국내 BIM 전문업체나 기술자로서는 추가로 표준에 맞춘 라이브러리나 템플릿 작업을 해야 하기 때문에 초기 시간과 비용이 요구된다.

BIM 프로세스를 별도로 규정하고 있는데 3차원 모델 데이터는 권한을 가진 사용자만 접근하고 편집할 수 있도록 되어 있다. 승인이 되면 공유할 수 있는 곳으로 옮겨서 다른 분야에서 참조할 수 있게 된다. Design Coordination Manager가 모든 영역에서 온 데이터를 조정하여 3차원 모델을 공유할 수 있도록 하게 된다.

이 때 간섭 검토 등이 이루어지고 각 부분별로 이를 해결하도록 조정하게 된다. 이 단계는 반복되게 되고 설계를 조정하는 매니저가 만족할 때까지 수행된다. 3차원 CAD 객체는 DTM, 선형이나 조사파일과 함께 3차원 CAD 파일 혹은 3차원 PDF 파일일 수 있는데 속성이 포함될 경우에는 원본 파일과 IFC 파일을 제출해야 한다.

부록에 있는 'Building Information Modeling Standards, Methods and Procedures'가 BIM 모델링 방법을 자세하게 제시하고 있는 것이다. 모델에 대한 파일 생성과 통합, 데이터 분할, 모델 결과물과 검토, LOD 설정, 4D&5D, 조정과 통합, 파일 명칭, 수정에 관한 사항이 자세하게 제시되어 있다. 이러한 요구사항을

만족하는 모델링이 되도록 정확하게 모델러에게 요구사항이 제시되어야 한다. 여기서도 BS1192에 따른 협업이 요구된다. 특징적인 부분은 BIM Manager와 BIM Coordinator에 대해서 정확한 업무 정의가 주어진다는 것이다. 매니저는 BIM 요구사항을 정의하고 BIM 프로세스가 사업의 목표에 부합하도록 할 뿐만 아니라 최선의 실무 기술이 적용되어 설계와 준공 데이터가 운영데이터로 넘어가도록 하는 책임을 진다.

Coordinator는 시공사에서 제시된 각각의 BIM 계획이 요구사항에 부합하는지 검증하고 BIM 프로세스가 제대로 수행되는지를 검증한다. As-Built 데이터는 COBIE(Construction Operations Building Information Exchange) 형태로 되어야 한다.

앞서 설명한 Manager와 Coordinator를 상대해야 하는 시공사측의 Design Coordination Manager와 BIM Manager의 업무가 정의되어 있다. Design Coordinator는 BIM 실행계획을 작성하고 다양한 분야의 설계팀과 시공팀 사이의 의사소통의 중심적인 역할을 제공해야 한다. 또한, 시공사측의 Lead Designer와 발주자측의 BIM Coordinator와의 주된 매개 역할을 수행해야 한다. 실행계획이 우선 승인되어야 업무가 진행되기 때문에 중요하다.

BIM Manager는 시공사측의 BIM 시스템이 적절한 도구와 절차를 제공함을 보여야 하고 BIM 프로세스가 BS1192에 부합하도록 해야 하고 프로젝트에 필요한 IT 솔루션을 조정해야 한다. BIM Manager는 CAD 매니저와는 다른 역할이고 초기 설계승인과 시공진행 과정에서 매우 중요한 역할을 수행하게 된다. 여러 부분에서 생성된 모델들이 모여서 마스터 모델이 되고 설계 승인과 조정이 이루어지게 된다.

시공사는 3차원 객체와 정보를 최대한 활용하여 비용, 제작 및 시공의 적정성을 검증하는 환경을 제공해야 한다. 이 프로젝트에서는 Primavera Project P6와 TILOS 소프트웨어를 사용하도록 요구하고 있기 때문에 이를 고려해야 한다. PMIS(Project Management Information System)를 사용하기 때문에 데이터와 정보 형태가 상호 연동성이 갖춰져야 한다.

Appendix E – Building Information Modeling
Standards, Methods and Procedures

1.	**GENERAL**	**2**
1.1	Purpose	2
1.2	Scope	2
1.3	Definitions	2
1.4	Responsibilities	4
1.5	Common Data Environment (CDE)	7
2.	**BIM Modeling**	**9**
2.1	Model File Production Principles	9
2.2	Model File Composition	9
2.3	Data Segregation(Zoning)	9
2.4	Model Outputs	9
2.5	Model Reviews	10
2.6	Level of Detail to be Modelled in BIM	10
2.7	Component Grade	11
2.8	Existing Infrastructure Data Sets	11
2.9	4D & 5D	11
2.10	Coordination and Integration - drawing packages	12
2.11	Deliverables	12
2.12	Master Document Index(drawing and model register)	13
2.13	Grid Conventions	14
2.14	File Naming Convention	15
2.15	Revisions	18
2.16	File Extensions	18
2.17	Layer/Level/Attribute Standard	20

[그림 3] 모델링에 대한 요구사항 목차

3. BIM 수행방안 및 대응전략

BIM기반으로 발주된 프로젝트의 요구사항을 간략하게 정리한 것을 바탕으로 시공사 입장에서 BIM 프로젝트 수행을 위해 어떤 대응전략이 필요한지에 대해서 논의해 보고자 한다.

단기적인 입장에서 수주한 프로젝트를 수행함에 있어 BIM 모델 승인이나 설계변경에 대한 반영이 지연되어 전체적으로 공기 위험요인으로 작용하지 않도록 관리하는 방안이 필요하다. 그리고 장기적으로 인력과 BIM 환경을 준비하여 설계 생산성을 높이고 공기와 비용 측면에서 해외의 대형 프로젝트의 리스크를 입찰 준비단계에서부터 관리하는 방안을 준비해야 한다.

현재의 국내 여건을 감안하면 해외의 BIM 프로젝트를 수행하기 위해 국내 인력을 활용하는 것에 많은 제약이 있다. 용역 대가가 해외 파견을 감안하면 현지 업체에 비해서 낮지 않은 문제가 있고 앞서 살펴본 바와 같이 유럽 지역의 컨설팅 업체가 만들어 놓은 요구사항에 맞추기 위한 초기 준비시간이 상당한 부분 필요하다. 무엇보다도 어려운 점은 결국 BIM 모델 승인을 거쳐야 설계 승인이나 시공이 진행된다는 점이다. 이는 발주처를 위해 일하는 BIM Manager와 Coordinator간의 원활한 의사소통이나 설득능력이 반드시 필요하다는 점이다.

이러한 경력과 능력을 갖춘 기술자를 구하는 것이 우리나라뿐만 아니라 해외에서도 수월하지 않기 때문에 BIM 기술자 수급을 위한 대책이 있어야 한다. BIM 모델링은 현지업체 혹은 국내업체를 동시에 활용할 필요가 있는데 이때 모델링 요구사항을 정확하게 제시하고 그 결과를 검증할 수 있는 능력을 갖춘 기술자가 시공사 내부에 있어야 한다. 이는 Manager와 Coordinator의 몫이지만, 해외 인력에 100% 의존할 수 밖에 없는 업무 환경을 만드는 것은

복잡하게 발생하는 문제에 유연하게 대처하는 능력을 잃게 하기 때문에 대안을 준비해야 한다.

실제 Tender Document에서 요구하고 있는 모델링 방법론과 표준, 그리고 정보의 수준이 반영되어야 하고 시공사의 시공계획을 고려한 모델이 이루어져야 한다. 모델의 분류, LOD, 필수적인 속성정보 및 통합방법이 정확하게 작업지시서처럼 만들어져야 하고 모델 오류시의 법적 책임문제와 모델의 소유권 등에 대한 문제도 명확하게 규정해야 한다. 현재의 BIM 업무가 2차원 도면 기반으로 3차원 모델을 생성하는 단계에 있기 때문에 공간의 제약이 없이 네트워크를 통한 모델검토 및 지시업무를 국내 인력이 할 수 있는 시스템을 갖추는 것도 좋은 방안이다. 가장 많이 수행하는 간섭 검토의 경우에도 기술적인 측면에서 의미가 있는 것과 없는 것을 구분하지 않으면 3차원 모델링에 소요되는 시간과 비용이 큰 의미가 없어지게 된다.

장기적인 관점에서 시공사가 BIM 기반의 프로젝트를 수행하여 수주 기회를 확대하고 비용절감과 공기단축의 가능성을 높여서 리스크 대응능력을 키울 수 있는 전략이 필요하다. 가장 중요한 준비는 인력이다. 시공사 내부에서 BIM Manager와 Coordinator를 양성하고 경력을 증빙할 수 있도록 여건을 형성해야 한다.

초기에 수행되는 BIM 프로젝트에 공식적으로 참여할 수 있는 기회를 부여하고 이를 경력으로 만들면서 현지 BIM 업체 관리와 설계 및 시공업무의 통합능력을 키울 수 있도록 해야 한다. 기술적 콘텐츠와 BIM기술을 동시에 구비한 기술자를 시공사가 보유해야 BIM 프로젝트를 통해 원하는 목적을 달성할 수 있다.

싱가포르의 경우에 BIM Manager 과정에 대한 교육을 BCA에서 주관하고 증빙을 하는 것을 참고해야 하고, 플랜트 분야에서는 프로젝트 클레임에 대한 해소 과정에서 기술자들이 하는 역할을 참고해서 발주자측 Manager와 Coordinator에 대응할 수 있는 능력을 갖춘 기술인력을 키워야 하고 BIM 업무를 내재화해야 한다. 외주를 통한 업무진행은 대응능력에 제한이 있고 의사소통에 한계를 가질 수 밖에 없다.

BIM을 도입할 때 모든 기술인력이 모델링을 수행하고 이를 활용할 필요는 없다. 소수의 기술자가 BIM 모델을 다루게 되고 다수의 기술자는 이를 활용할 수 있는 능력이 필요하다. 국내 일부 대기업이 사내 정규교육으로 BIM 교육을 시행하기 시작한 것은 상당히 주목할 만한 결정이다. BIM은 기술이라기 보다는 프로세스 측면이 강하기 때문에 동일한 프로젝트를 수행하는 참여자들이 모두 어느 수준으로 BIM을 이해하면 효율성을 높이는데 상당히 유리한 여건을 갖추게 되고 좋은 기술적 경험이 전파될 수 있는 환경을 조성하게 된다.

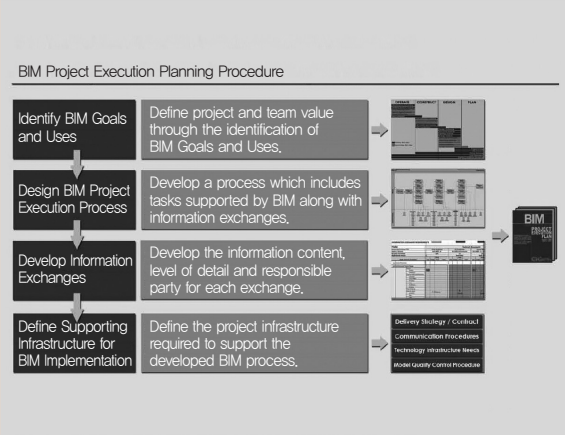
BIM 실행계획서를 프로젝트의 성격에 맞게 작성하고 이를 활용하여 프로젝트를 진행하면서 얻는 여러가지 문제점과 개선사항을 지속적으로 반영하여 BIM기술이 프로젝트의 장애요인이 되지 않도록 내부업무 절차를 개선해야 한다. BIM 실행계획서를 명확하게 작성하는 것은 프로젝트를 성공적으로 수행하기 위한 방안을 찾는 것과 동일하다.

예를 들어 회사 내부에서 BIM이 포함된 프로젝트를 수주하기 위해서는 수주를 위한 설계검토와 입찰준비 과정에 BIM 전문가 검토를 반드시 거치도록 해야 한다. BIM 모델과 절차가 프로젝트 진행의 핵심적인 의사소통의 도구가 되기 때문에 이를 별개로 진행하는 것은 상당히 심각한 문제를 유발할 수 있고 비용 효율성이나 인력 수급, 리스크 사전 제거의 기회를 놓치게 될 수 있다.

국내의 일반 시공사가 현재 보유한 인력구성은 장기적으로 바뀔 수 밖에 없고 이 때 기술 경험을 유지하는 것은 거의 불가능하게 될 것이다. 해외 프로젝트의 경우에는 더욱 기술과 환경에 대한 경험이 중요하고 이를 갖춘 엔지니어를 항시 보유하는 것이 쉽지 않을 것이다. BIM은 정보 통합의 좋은 매개체이다. 즉, 비용효과(ROI)가 높은 BIM 실무사례는 내재화하기 위한 정형화 작업을 반드시 수행하도록 해야 하고 사내에 전파해야 한다.

기술에 대한 인적 리소스를 최대한 활용하기 위해 프로젝트 계획 초기 단계에 BIM 모델 기반의 검토회의를 규정화시켜서 과거와 현재의 경험이 전해지도록 해야 한다. 이는 국내뿐만 아니라 세계적으로 인력 풀을 확대해서 프로젝트 기반의 인적 리소스 충원에도 활용할 수 있다. 공법 및 안전관리, 원가절감 기술 등을 핵심적으로 축적하고 관리해야 한다.

최근 국내에서 BIM 수행을 통해 효과를 보고 있는 해외업체의 정보 교류가 있었고 많은 관련 기술자들이 이를 부러워하고 참조하



[그림 4] BIM 실행계획서 작성 절차(CIC, 2010)

려고 하고 있다. 그러나 BIM은 단일 기술이라기보다는 기술 생태계가 필요한 시스템 영역으로 보아야 한다. 즉, BIM을 통해 프로젝트 이익을 극대화하고 리스크를 저감시키기 위해서는 협력업체가 오랜 기간동안 준비되어야 한다.

BIM 컨설팅 회사뿐만 아니라 시공을 함께 수행하는 협력업체도 BIM 업무에 익숙해 질 필요가 있다. 이는 상당한 시간을 필요로 하고 상호간에 충분한 이해와 동의가 있어야 가능하다.

4. 결론

BIM기술은 단순한 기술적 측면만 있는 것이 아니라 건설분야의 업무 절차와 관행의 혁신을 동반해야 한다. 3차원 모델, 지능형 모델, 정보관리, 동시협업 등이 기술적 핵심이라면 업무조정이나 조직문화 혹은 체계는 사회적 측면에서 필요한 사항이라고 할 수 있다. BIM의 가치는 3차원 모델링에 정보를 추가하는 것이 아니고 이를 통해서 설계품질을 높이고 건설 프로젝트에 대한 보다 정확한 의사결정을 내릴 수 있도록 정확하고 효과적인 정보전달을 하는데 있다.

BIM기술이 건설분야에 완전하게 융화되면 이러한 명칭이나 논의가 더 이상 필요 없게 되겠지만 초기단계에서 겪게 되는 시행착오를 줄이기 위해서는 Best Practice를 참고하고 계획하는 실무 관행을 정립해야 한다. 기업 혹은 프로젝트의 핵심적인 관리사항을 파악하고 보유 혹은 활용 가능한 인적 및 물적 자원을 활용하여 경험 자산을 통합 공유할 수 있는 하드웨어 및 소프트웨어적 업무환경을 제공해야 한다.

이를 통해 사전에 리스크 및 원가를 절감하는 방안을 도출할 수 있도록 해야 한다. 기존의 현장 중심의 문제해결 기능을 최대한 준비단계로 전환해야 급격하게 변화하고 있는 건설 프로젝트 환경에 대응할 수 있을 것이다.

참고문헌

❶ 심창수, 이광명, 강인석, 김용한, 황규환, BIM 적용 설계 가이드라인(3차원 토목설계 지침), 도서출판 씨아이알, 2011

❷ 심창수, 이광명, "건설분야의 ICT 현황 및 가상건설기술을 활용한 혁신", 대한토목학회지, 제56권 제7호, 2008, pp.10-17

❸ 심창수, "시스템 엔지니어링을 위한 BIM기술", 대한토목학회지, 2011, 제59권 제2호, pp.16-23

❹ CIC, Project Execution Planning Guide, Version 2.0, 2010

❺ Institution of Civil Engineers, ICE BIM 2012

❻ RTC/040/2012 Tender Document, Volume 4-Employer's Requirements-General, Qatar Railway Company.

❼ Chang-Su Shim, Kwang-Myong Lee, Leen Seok Kang, James Hwang, Yonghan Kim, "Three-Dimensional Information Model-based Bridge Engineering in Korea", Structural Engineering International, 22(1), 2012, pp.8-13

❽ C.S. Shim, K.M. Lee, W.S. Son, J.W. Moon, "Collaborative Design of High-speed Railway Lines using 3D information models", Proc. of IABSE Conference on Information and Communication Technology for Bridges, Buildings and Construction Practice, 2008, C33.

❾ CS Shim, NR Yun, HH Song, "Application of 3D Bridge Information Modeling to Design and Construction of Bridges", Procedia Engineering 14, 2011, pp.95-99