

건설 경쟁력 향상을 위한 BIM 품질관리체계 구축



글 | 김인한 | 경희대학교 건축학과 교수 || 전화 : 031-201-2926 || E-mail : ihkim@kyu.ac.kr

1. 들어가는 글

최근 건설산업은 시설물의 대형화와 복잡화로 인한 설계와 시공의 불확실성 증가로, 이의 품질에 대한 신뢰도 확보가 화두로 대두되고 있다. 또한 건설사업 내의 분업화와 세분화가 심화됨에 따라, ICT(Information Communication Technology)와 더불어 BIM(Building Information Modeling)의 중요성이 커지고 있다. 이미 BIM이 무엇이며 왜 BIM 기반의 설계와 건설로 가야 하는지는 어느 정도 공감대가 형성된 상태이며, 이제는 그 관심이 제대로 된 BIM을 구현하는 것으로 서서히 그 중심이 옮겨지고 있다고 볼 수 있다.

이러한 변화는 용역사와 발주자의 측면에서는 BIM의 품질을 제대로 관리하는 것이 갈수록 중요해지고 있기 때문이다. 본 고에서는 이러한 관점에서 건설사와 발주자 측면의 BIM 품질관리의 중요성과 그 방안에 대하여 기술해 보고자 한다.

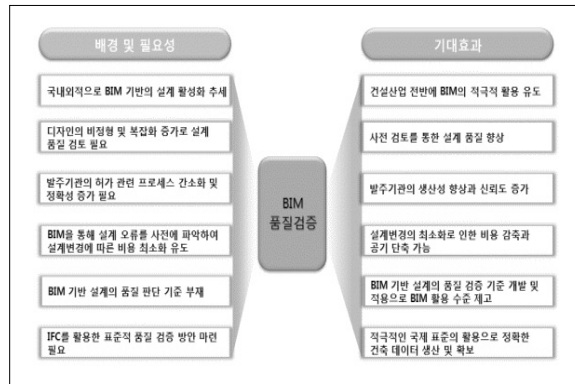
2. BIM과 BIM 품질관리 필요성

현재 유럽과 미국, 싱가포르 등 여러 나라의 공공기관 및 건설, 설계사는 BIM의 적용에 많은 관심과 노력을 기울여 BIM 기반의 프로젝트를 성공으로 이끌고 있다. 이러한 기관들은 BIM 표준에 기초한 BIM Data의 납품을 권고하거나 의무화하고 있으며, BIM 가이드라인에 맞게 설계되었는지에 대한 품질검토를 필수적으로 실시하고 있다. BIM Data를 올바르게 활용할 수 있도록 유도하고 생산성의 증대를 위한 주요 과정에 물리적, 논리적 정보의 유효성을 검토하는 일련의 행위를 품질검토라 한다.

국내에도 'BIM 발주' 라는 타이틀을 걸고 몇몇의 프로젝트들이 많은 관심을 받으며 진행되고 있다. 하지만 제대로 된 BIM 지침과 이

에 따른 모델링이 실현되고 있지 않아, 정보의 통합 및 이의 재 활용이라는 BIM 본연의 목표에 미치지 못하고 있다. 이에 형상요건 충족성(형상완성도, 객체충돌 등), 논리요건 충족성(법규, 제기준 등) 및 데이터요건 충족성(객체사용, 속성부여 등) 등 BIM 품질요소 관리의 중요성에 대한 인식이 높아지고 있다.

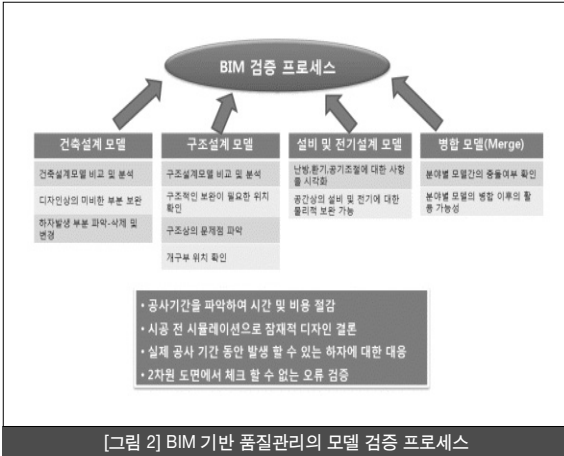
BIM 기반의 품질검증의 필요성 및 이에 의한 기대효과를 도표로 나타내면 아래와 같다(그림 1).



[그림 1] BIM 기반 품질관리의 배경 및 기대효과

표준 BIM 검증 프로세스는 BIM 국제표준인 IFC(Building SMART 국제기구에서 개발한 표준) 포맷파일을 기반으로 진행된다. 특정 BIM 프로그램의 자체 포맷으로 검증을 하게 된다면, 그 프로그램 자체의 내부적인 오류는 검증되지 못하기 때문에, 개방형 중립포맷인 IFC로 변환하는 기본적인 오류검증 프로세스를 거친 후 다양한 검증 절차를 거치게 된다. 또한 IFC파일은 전체 건물 모델을 단일 IFC파일로 변환하여 검증하는 것이 아니라, 도메인(분야)에 따라 분리된 IFC파일을 대상으로 각 도메인별로 작성된 모델이 정해진 BIM 지침과 세부적인 모델링 지침에 따라 모델링이 되었는지 물

리적인 검증과 논리적인 검증을 한 후, 통합모델(Merge Model)을 만들어 검증을 하게 된다(그림 2).



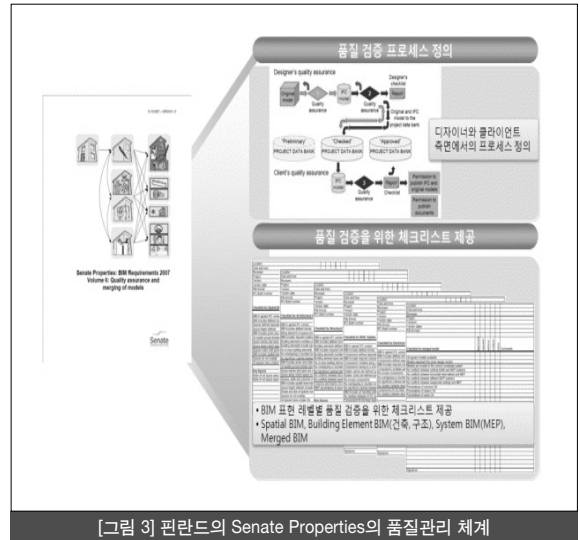
대부분의 주요 BIM 품질하자 문제를 해결하기 위해서는 BIM 모델을 대상으로 이러한 검증 절차를 거쳐야 한다. 그렇다면 해외 선진국에서는 이러한 품질 검증을 위하여 어떤 지침과 프로세스를 가지고 있는지 파악해 보기로 하자.

3. 해외 선진 현황

3-1. 핀란드의 Senate Properties (BIM Requirements 2007 Volume 6 BIM QA)

2007년 10월 핀란드 정부산하 건설공사인 Senate Properties에 의해 건설 업무분야별 BIM 모델링과 요구조건(요구 및 유통정보)들을 수록하고 있는 9권의 지침이 발간되었다. 설계 및 시공 프로세스에서 업무의 의사결정을 향상시키기 위해 BIM을 이용한 요구 및 유통정보에 대한 모델링 지침 제공을 주요 목적으로 하고 있는 이 지침 중의 제6권이 품질관리(Quality Assurance)에 대한 내용을 포함하고 있으며, 설계의 품질과 실무자 사이의 정보교환 향상을 목표로 하고 있다(그림 3). 그 구체적인 기대 효과는 다음과 같다.

- 설계 품질 향상
- 클라이언트 요구 충족
- 공사 일정 및 비용 예측
- 건설 중 설계변경 최소화 및 비용 감소
- 결과적으로 고품질 건축물 보장



Senate Properties의 품질관리 절차를 세분화 하면 아래와 같다.

Quality Assurance 1(설계사 측면)

- 원본 모델(Original Model) 체크
- 문제 발생시 원본 모델 수정

Quality Assurance 2(건설사 및 설계사 측면)

- 원본 모델로부터 IFC 모델 생성 후, IFC 모델 체크
- 문제 발생시 원본 모델에서 요구사항을 수정한 후 새로운 IFC 모델을 생성, 체크
- 설계사는 원본 모델과 IFC 모델을 체크
- 체크리스트와 모델을 'Checked' 모델로 제출

Quality Assurance 3(발주자 측면)

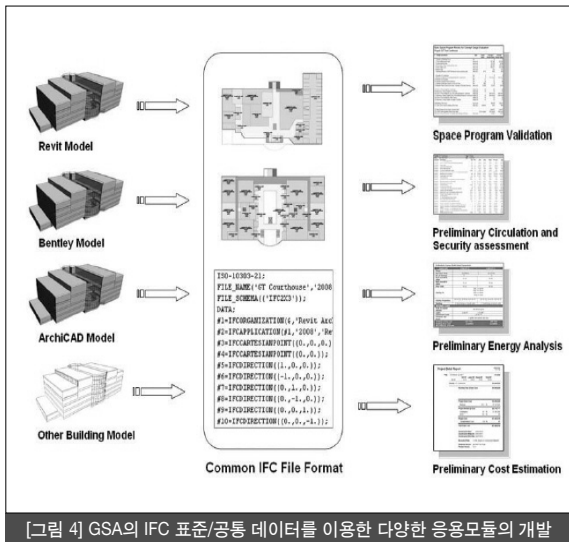
- 설계사 측면의 QA와 유사한 범위에서 IFC 모델의 QA 수행
- 발주자 단계에서의 BIM 검토는 문제 수정 단계를 거치지 않고, 건설사에게 문제제 리포트
- 이전 단계에서 설명된 QA 프로세스 반복
- 클라이언트의 검토 작업 후 BIM 파일은 원본 모델과 IFC 모델을 포함하여 'Approved' 폴더에 출판

위와 같은 표준 프로세스에 의해 주체간의 품질향상과 정보교환으로 설계오류를 줄이고 설계절차의 효율을 개선하여 결과가 목표에 부합될 수 있을 것이다.

3-2. 미국의 연방조달청(GSA)의 BIM 가이드 및 이에 따른 품질검증

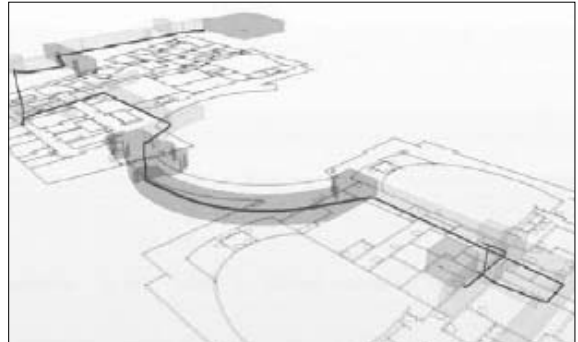
미국의 연방조달청(GSA)의 BIM 기반 품질관리 주요 사례로 법원 건물의 기획, 설계, 시공 및 유지관리를 위하여 가이드라인(U.S. Courts Design Guide)에서 명시하는 사항들에 대하여 BIM 기술을 접목하고 자동화하여 시설물의 품질을 관리하고 있는 것을 들 수 있다. GSA BIM 가이드라인을 기반으로 하여 법원건물의 기획단계에서부터 BIM 기술을 이용하여 BIM 데이터로 납품되는 설계안에 대해 스페이스 프로그램을 분석하고 있다.

이에 더하여 공간설계에 따른 보안수준을 검토하고, 초기의 빌딩 모델을 기반으로 에너지 해석을 수행하여 에너지소비량을 평가하며 마지막으로 시공 시에 발생하는 비용을 산정하는 모듈을 개발하고 있다(그림 4).



[그림 4] GSA의 IFC 표준/공통 데이터를 이용한 다양한 응용모듈의 개발

또한, GSA에서는 보안수준(Security Level)에 따른 동선의 해석 및 평가 시스템도 위 시스템과 연계하여 개발하고 있다. 법원 설계를 위한 디자인 가이드로부터 보안수준에 따른 동선과 관련 규준(Rule)들을 자동화하고, 생성된 그래프를 이용하여 건축가로부터 제공되는 법원건물에 대한 BIM 데이터의 동선 및 보안 수준을 검토할 수 있는 모듈을 개발하였다. 개발된 모듈은 Solibri사의 Solibri Model Checker 플랫폼을 사용하고 있다(그림 5).

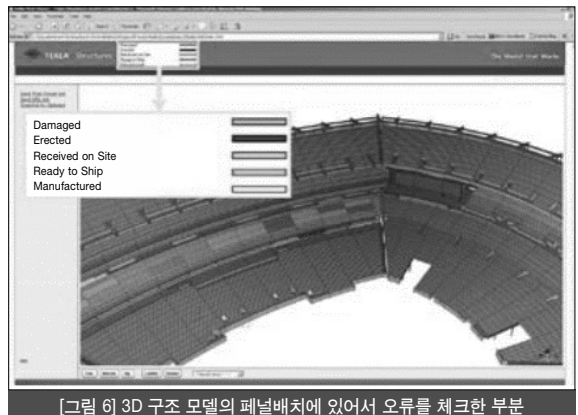


[그림 5] 보안수준에 따른 동선분석 사례(보안 수준 위반)

이 사례는 다양한 조건에 대한 자동화된 품질 관리 방안을 수립하는 데 유용하며, 향후 이러한 측면의 고려사항이 국내 지침에 반영될 수 있을 것이다. 또한, 적용 지침과 품질 관리를 위한 자동화 방안(기술적 측면)의 세부 개발 사례를 검토함으로써, 국내 도입 초기에 발생할 수 있는 실패 요인들을 감소시킬 수 있을 것이다.

3-3. 미국 뉴저지주의 메도우랜드 스타디움 품질 관리 사례

Skanska USA Building 사가 설계, 시공한 New Meadowlands Stadium은 뉴저지의 대형 프로젝트로서, 구조설계시 BIM 소프트웨어 중 하나인 Tekla Structure 프로그램을 사용하여 많은 액수의 비용과 공사기간을 절감한 사례이다. 뉴저지의 Meadowlands Stadium의 설계과정에서 구조부분 모델링을 Tekla 소프트웨어를 사용해서 3D 모델링을 한 후 자체 품질검증을 통해서 공사기간과 많은 액수의 비용을 절감하였으며 향후 국내 실제 설계에 있어서 구조 모델링의 품질 관리 방안을 수립하는 데 좋은 사례가 될 수 있을 것이다(<http://www.velasystems.com/> 참조).

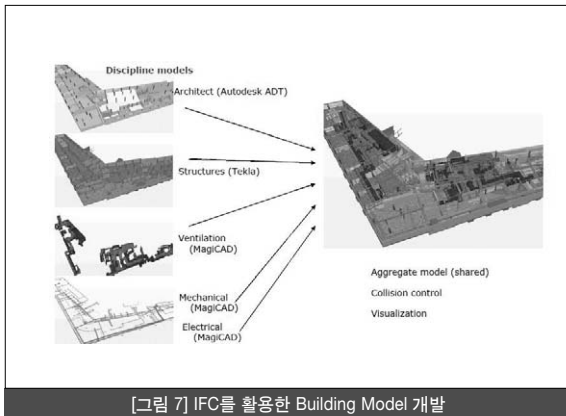


[그림 6] 3D 구조 모델의 페널배치에 있어서 오류를 체크한 부분

3-4. 덴마크 Ramboll 본사건물 품질관리 사례

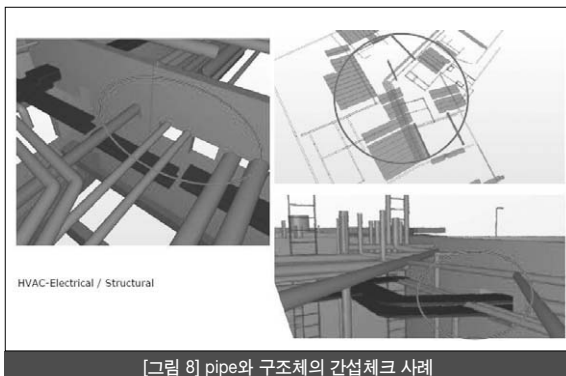
덴마크의 엔지니어링 및 건설 컨설팅 전문 회사인 Ramboll 본사 프로젝트에서 BIM 기술을 접목시킨 사례이다. 덴마크 정부의 디지털 건설 프로젝트는 덴마크 건설 산업 효율성과 질을 향상시키기 위해 2003년에서 2006년까지 4백만 유로를 투자하여 디지털 건설 프로젝트를 시행하였다.

디지털 건설 프로젝트에서는 시공단계에서 모든 회사들이 서로 호환이 가능한 데이터를 사용하도록 규정되어 있다. 엔지니어링, 설계, 컨설팅 전문 회사인 Ramboll은 수년 동안 시공단계에서의 3D 모델의 활용 방법을 적용하여 왔으며, 본사 이전 프로젝트에 BIM 기술을 접목시켜 설계와 시공을 진행하였다.

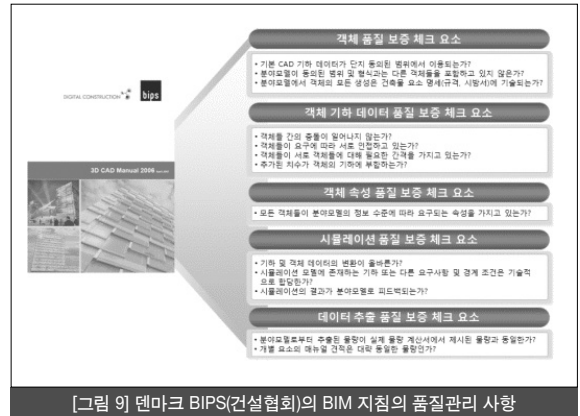


[그림 7] IFC를 활용한 Building Model 개발

이를 위해 건축설계용 BIM 도구를 사용하여 건물 모델을 만들고 IFC파일로 변환을 해서 Tekla와 MagiCAD에서 다시 작업을 한 후 Solibri Model Checker에서 간섭체크를 해서 품질검증을 한 사례이다(빌딩스마트협회에서 발간한 The BIM지 2호 pp.49-52를 참고하기 바람, www.buildingSMART.or.kr 참조).



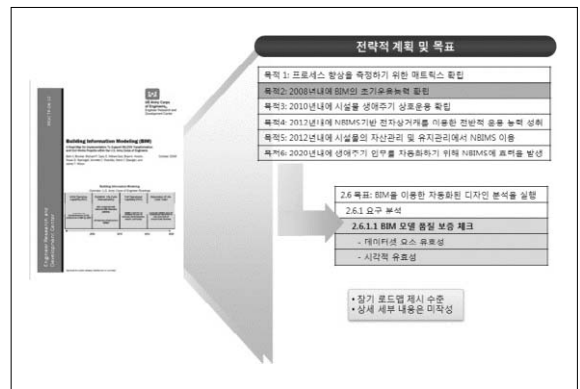
[그림 8] pipe와 구조체의 간섭체크 사례



[그림 9] 덴마크 BIPS(건설협회)의 BIM 지침의 품질관리 사항

3-5. 미국 공병단(US Corps of Army) 사례

미국 공병단에서는 2008년부터 2020년까지의 BIM 로드맵 및 BIM 지침을 만들어 BIM의 전면적인 적용을 체계적으로 준비하고 있다. 특히 BIM 품질보증 검증을 위한 데이터셋(Dataset) 요소의 유효성 검증과 함께 시각적 검증을 함께 BIM 품질관리체계의 핵심 요소로서 반영하고 있다.



[그림 10] 미국 공병단(US Corps of Army)의 BIM 로드맵 및 품질관리 항목

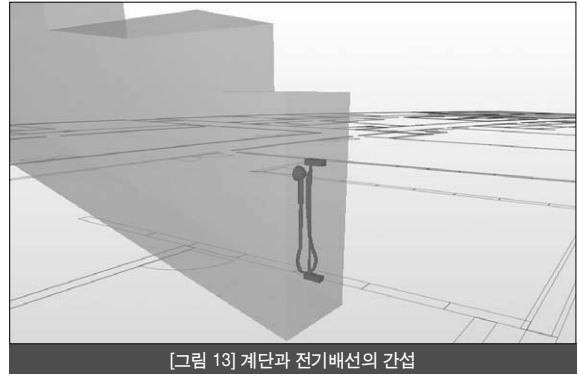
4. 소프트웨어 기반의 품질관리

BIM의 품질은 출력된 도면과 관련 도서만 검토하여서는 관리가 제대로 되기가 어렵다. BIM은 컴퓨터 내에 존재하는 형상을 가진 통합형 객체 지향적 DB이기 때문에, 미리 BIM 가이드라인에 규정된 법칙과 규정에 의한 소프트웨어기반의 자동품질관리 체크 리스트 체계에 의해서 올바르게 검증될 수 있다.

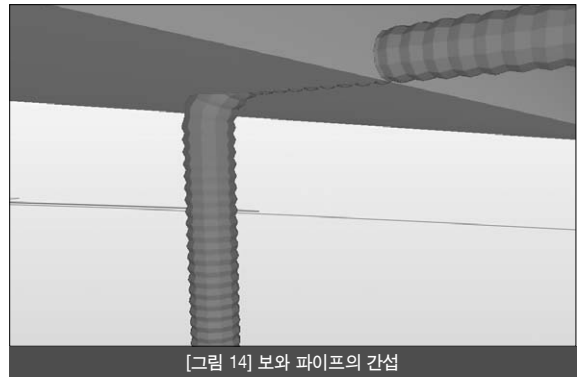
BIM Data의 유효성을 검토하기 위해 사용되는 프로그램으로 몇 가지를 대표적으로 들 수 있다. 가장 널리 쓰이는 도구로 핀란드

Solibri사에서 개발된 SMC(Solibri Model Checker), 스웨덴의 EuroSTEP사에서 개발된 Share-A-Space, 그리고 노르웨이 EPM사에서 개발된 EDM Model Server, AutoDesk사의 Navisworks(물리적인 충돌 체크 중심) 등을 들 수 있다.

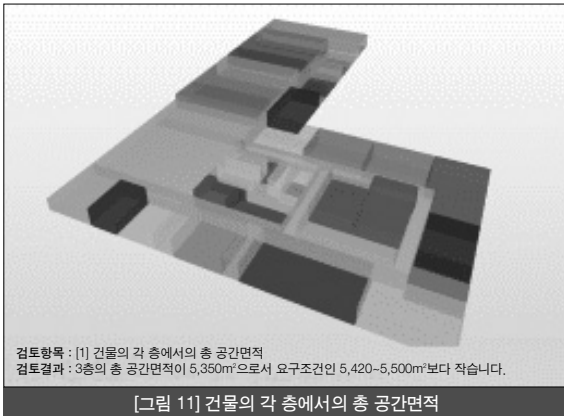
룰(Rule) 기반의 품질검토 프로그램인 SMC(Solibri Model Checker)는 미국의 GSA, 핀란드의 Senate Properties, 덴마크의 BIPS 등에서 널리 쓰이고 있는 BIM 품질관리를 위한 가장 대표적인 도구이다. 물리적, 논리적 검토가 가능하며 요소들 간의 간섭체크, 공간체크, 접근성 체크, 구조검토, MEP 검토, 수정모델 비교체크, 법규체크 등 사용자가 Ruleset을 정의함에 따라 다양한 검토를 가능하게 해준다. SMC는 사용자가 직접 규칙을 설정할 수 있어 다양한 검토가 가능하고, 특히 사용자가 임의의 지침을 적용, 검토할 수 있어 활용성이 크다(그림 11~14).



[그림 13] 계단과 전기배선의 간섭



[그림 14] 보와 파이프의 간섭



검토항목 : [1] 건물의 각 층에서의 총 공간면적
검토결과 : 3층의 총 공간면적이 5,350㎡으로서 요구조건인 5,420~5,500㎡보다 작습니다.

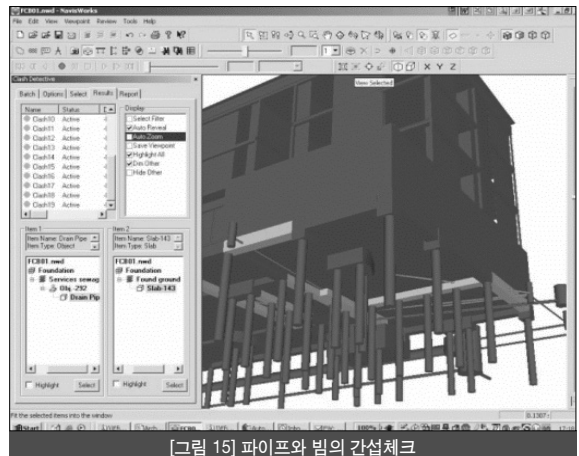
[그림 11] 건물의 각 층에서의 총 공간면적



검토항목 : [5] 건물 전체에서 특정한 유형의 공간개수
검토결과 : 건물에 면적이 31.00㎡ +/- 5% (29.45㎡ - 32.55㎡)인 "소회의실" 12개가 있어야 하지만 11개만 존재합니다.

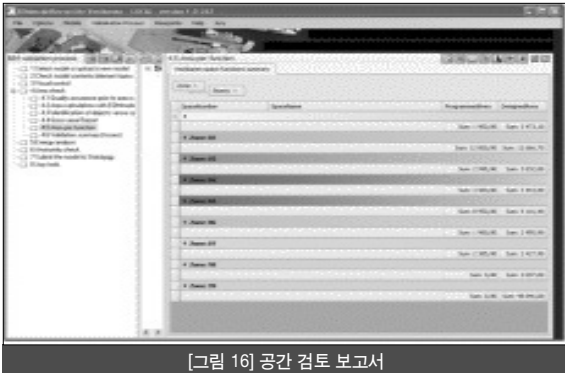
[그림 12] 건물 전체에서 특정한 유형의 공간개수

물리적인 충돌 체크 중심의 Navisworks는 개방형 BIM 포맷인 IFC 외에도 Microstation의 dgn, Sketchup의 skp 등과 같이 다양한 포맷을 지원하여 각기 다른 톨로 모델링 된 데이터를 병합 할 수 있고, 각 요소들 간의 간섭을 검토할 수 있다. 4D 시뮬레이션을 통해 스케줄 데이터와 연결하여 시공/철거 실행의 가능성을 검토할 수 있는 점이 장점이다(그림 15).

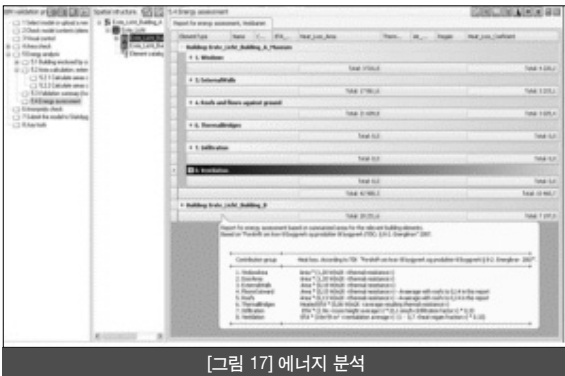


[그림 15] 파이프와 빔의 간섭체크

BIM 서버기반의 품질검토 소프트웨어인 EDM의 약식 버전인 BIM Manager MSMLite는 노르웨이 Statsbygg에서 주최한 현상설계 운영관리의 BIM부분을 담당하였다. Statsbygg은 오슬로 베스트바넨에 새로 지어질 국립예술박물관의 국제현상공모를 개최했고, 심사 1단계의 BIM 모델에 대해 자동적 모델 검증 및 품질관리를 실시하기 위해 개발되었다. 주요 기능은 총 면적 계산 및 연면적 확인, 스페이스 프로그램 확인, 외피 및 벽, 슬래브, 문과 창문 속성을 통한 에너지 분석 등이 있다(그림 16, 17).



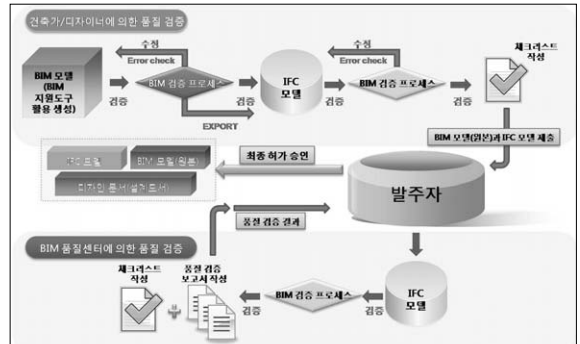
[그림 16] 공간 검토 보고서



[그림 17] 에너지 분석

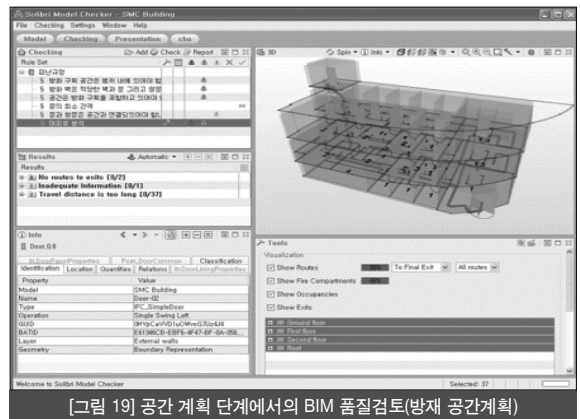
5. 국내 품질관리 기준의 방향

국내의 경우, 최근 국토해양부에서 BIM 국가 가이드라인을 개발하고 있으며, 주요 개별 발주자 별로 발주자 BIM 가이드라인을 개발하고 있는 추세이다. 핀란드 등 선진적인 BIM 품질관리체계를 적용하고 있는 해외 공공기관의 사례를 기반으로 하여 제안하는 국내 BIM 품질관리체계는 아래의 다이어그램과 크게 다르지 않을 것이다(그림 18).



[그림 18] 국내 BIM 기반 품질 검증 프로세스 방안

설계 각 단계별 품질관리의 항목과 기준이 다를 수 있을 것이다. 예를 들어 설계단계에서는 Massing 단계의 Mass 변경에 따른 에너지 부하 차이를 초기단계에서 파악할 수 있을 것이며, 공간 배치 계획에 있어서 피난방재관련 법규를 기반으로 하여 건물 전체의 피난 방재 계획을 효과적으로 시뮬레이션할 수 있을 것이다(그림 19).



[그림 19] 공간 계획 단계에서의 BIM 품질검토(방재 공간계획)

2008년 Gehry Technologies사의 발표에 의하면, 홍콩의 One Island East 건물의 설계시 3차원 물리적인 충돌을 2,000군데 발견하여 1,300만 달러 절감을 하였다고 한다. 또한, BIM의 올바른 적용을 통하여 아래와 같은 절감이 가능하였다고 한다.

- 시공성 검토만으로 공사비 10% 절감
- 공사비의 4-8%를 차지하는 예산 변경 비용의 40% 절감
- 공사비 예측 정확도 3% 향상
- 공사비 산정시간 80% 단축
- 공정 7% 단축
- BIM 투자비용 대비 10-20배 회수

위의 내용은 BIM 벤더사가 분석한 내용이기기는 하지만, 실제 프로젝트를 대상으로 발주자와 함께 분석하여 얻은 결과이기 때문에 어느 정도 신빙성이 있는 연구라 볼 수 있다. 이러한 큰 효과를 볼 수 있는 큰 이유 중의 하나는 BIM은 건설의 어느 한 단계에 적용되는 기술이 아니라, 건설 전 생애주기 동안 통합되어 적용되는 기술이며, 설계 단계에서 이미 시공단계의 고려사항들을 미리 해결하기 때문이다.

계획 설계단계 뿐만 아니라 기본설계와 실시설계단계에서는 건축 계획과 구조계획, 설비 계획의 상세 간섭문제 등을 세밀하게 검토할 수 있게 한다. BIM 전 단계에 걸친 BIM을 통한 품질검증 항목별로 예시한 사례는 [그림 20], [그림 21]과 같다.



[그림 20] BIM을 적용한 품질관리 사례 1(SMC기반)



[그림 21] BIM을 적용한 품질관리 사례 2(SMC기반)

6. 맺는 말

BIM을 활용하고자 하는 건설사가 BIM의 활용으로 R.O.I(Return on Investment)의 향상과 더불어 전사적인 생산성 향상을 이끌어내기 위해서는 올바른 BIM 품질관리체계의 확립이 필수적이다. 품질관리의 첫 단계는 올바른 BIM Data 체계를 초기단계에 확립하여, 초기 개념설계에서 유지관리 단계까지 프로젝트 전 수명주기 동안 다양한 분야에서 적용되는 모든 정보를 체계적으로 구성하여, 소프트웨어 기반의 자동화된 BIM Data 평가를 할 수 있게 하는 것이다. BIM Data의 품질검증 프로세스는 모든 BIM 프로젝트에서 필수 항목이 되어야 하며, 이를 위해 기관 단위 또는 프로젝트 단위의 BIM 가이드라인이 필요할 것이다.

BIM 기반의 품질관리체계의 제공은 고속도로의 속도감시 카메라와 같은 역할이라고 볼 수 있다. 품질이 떨어지는 설계안이 실시설계로 이어지거나 턴키 프로젝트에서 선정되었을 때 발주자가 겪는 어려움과 고민은 이루 말할 수 없다.

시설물의 기능적인 품질, 예술적이고 시각적인 품질, 엔지니어링과 친환경적인 최소 품질검증을 미리 소프트웨어 기반의 BIM 품질검토 과정을 통하여 검증할 수 있을 것이다. BIM 품질 검토는 대부분 미리 제공된 BIM 모델 작성기준에 준하기 때문에 정량적으로 평가가 가능하며 시각적인 평가를 제외하고는 대부분의 경우 소프트웨어를 통해 자동 점검을 하게 된다. 그러므로 간혹 발생할 수 있는 잘못된 결정에 의해 품질이 떨어지는 설계안이 시공으로 이어지는 것을 원천적으로 방지하는 효과가 있다.

BIM 기반의 품질관리체계는 초기설계단계, 기본설계단계, 실시설계단계, 더 나아가서는 시공 및 유지관리단계에서의 발주자, 시공자, 설계자 모두에게 큰 해를 입힐 수 있는 위험요소를 제거할 수 있는 선진적인 사업관리 방안으로 연구되고 적용되어야 할 것이다.