

# BIM을 활용한 친환경 건축 성능 분석(完)

## BIM based Building Performance Analysis

SPECIAL

오늘날 전 세계적으로 급격한 에너지 사용과 이에 따른 온실가스의 증가로 기후변화 현상이 세계 곳곳에서 나타나고 있다. 이러한 지구온난화는 산업화에 따른 에너지소비와 주요한 원인으로 꼽히고 있으며, 선진국에서는 에너지소비와 이산화탄소 배출을 줄이기 위한 노력을 적극적으로 추진하고 있다. 우리나라에서도 2013년부터는 온실가스 감축 의무 이행국에 포함될 것으로 예상되어 지속가능(sustainable)한 국가발전을 위한 노력을 기울이고 있으며, 저탄소 녹색성장을 확두로 적극 대처하고 있다.

우리나라는 세계10대 에너지 소비국이면서 97%의 에너지를 외국에 의존하고 있다. 더욱이 이산화탄소배출량은 세계 9위를 차지하고 있다. 따라서 향후 선진국과 경쟁을 하기 위해서는 산업구조를 시급히 개선하여 에너지 소비를 줄이고 이산화탄소 배출을 적극적으로 억제하여야 한다. 현재 국내에서 사용되는 전체 에너지 가운데 건물에서 소비되는 에너지는 약 40%정도를 차지하고 있다. 이에 따라 건물에서의 에너지 사용량을 줄이고 환경부하를 저감할 수 있는 친환경 건축물의 구축이 시급하며, 관련 기술 개발 및 실제 건축물에 적용을 위한 노력이 진행되고 있다. 친환경 건축 관련 기술은 오늘날 많은 신축 건물에 적용되고 있으나, 그 성능은

아직까지 미흡한 부분이 많다. 건축물의 설계단계에 환경성능 분석결과가 적절히 반영된다면 적은 노력과 비용으로 매우 우수한 친환경 건축물을 구축할 수 있다. 하지만 기존의 설계절차 및 성능분석 지원 시스템으로는 건축 설계단계에서 에너지 소비량을 포함한 친환경 성능을 분석하기에 많은 시간의 투입과 전문가의 도움이 필요하다.

다행히 최근에 이러한 건축물의 친환경 성능 분석에 건축정보모델링(Building Information Modeling, BIM)기술을 활용할 수 있는 연구가 진행되고 있다. 건축정보모델링은 컴퓨터를 이용하여 건축물의 설계 데이터뿐 만 아니라 관련 모든 정보를 모델링 하여 건축물의 설계단계부터 건물의 폐기 단계까지 활용하는 기술이다. 이미 선진 외국에서는 활발한 연구가 진행되어 실무적용 단계에 있으며, 국내에서도 초기 연구가 진행 중이다. 이러한 건축정보모델링 기술이 친환경 건축물 구축기술에 활용된다면, 친환경 건축물 구축 및 성능 향상에 많은 도움이 될 수 있을 것으로 기대된다. 또한, 녹색 성장의 기반이 될 수 있는 건축물의 설계 및 시공, 유지관리가 가능해질 것이다. 따라서 이번 연재에서는 지속가능한 설계와 건축정보모델링을 활용한 건축 환경 성능을 분석에 관한 내용을 주제별로 다루고 그 사례를 살펴보고자 한다.

### 목 차

1. 지속가능 설계와 환경성능 분석항목  
Sustainable Architecture and Building Performance Analysis
2. BIM 기반 건축 환경성능 분석 프로그램  
BIM based Building Performance Analysis Programs
3. 설계와 환경성능 분석간의 상호운용성  
Interoperability between Design and Performance Analysis
4. BIM을 활용한 친환경 건축 성능 분석 사례  
Cases based on BIM and Performance Analysis

필자 : 문현준, 현 단국대학교 건축공학과 교수  
by Moon, Hyeun-jun

문현준 교수는 한양대학교에서 학사, 석사를 취득하고 삼성건설 기술연구소에서 5년간 근무하였으며, 미국 조지아 공대에서 박사를 취득하고 미국 Oak Ridge 국립 연구소에서 연구원으로 근무 후 현재 단국대학교 교수로 재직 중이다.



- 한국생활환경학회 총무이사
- 발명스마트협회 연구편집 이사
- 한국건축친환경설비학회 이사
- 한국공기청정협회 실내환경 기술 전문위원
- 한국퍼실리티매니지먼트학회 이사
- 표준협회 국제표준화(ISO) 위원

## 4. BIM을 활용한 친환경 건축 성능분석 사례 (Case Studies of Building Performance Analysis using BIM)

### 서 언

기후변화에 대한 국제적인 관심으로 이산화탄소 저감과 에너지 절약 위한 노력이 전세계적으로 이루어지고 있다. 이산화탄소와 같은 온실가스는 인간이 사용하는 에너지 소비량과 매우 밀접한 관계가 있어 에너지 절약이 무엇보다 중요한 시대가 되고 있다. 현재 우리나라는 세계 10대 에너지 소비국임에도 불구하고 대부분의 에너지를 외국에 의존하고 있다. 더욱이 건축분야는 수송이나 산업분야에 비해 많은 에너지를 소비하고 있을 뿐 아니라, 그에 따른 온실가스 배출은 국가적인 문제가 되고 있다. 따라서 건물 에너지 사용량을 줄이고 환경부하를 저감할 수 있는 친환경 건축물 구축이 시급하며 그린 건축 관련 기술 개발 및 건축물 적용을 위한 연구가 시급한 실정이다. 그러나 아직까지 기술적인 성능에 미흡한 부분이 많은 것이 현실이다. 보다 친환경적이며 건축물의 에너지 소비를 줄이기 건축물 적용가능 설비기술의 개발보다 건축물의 설계 단계부터의 친환경 성능을 분석하고 설계에 반영하는 것이 필요하다. 다행히 최근에 이러한 건축물의 친환경 성능 분석에 건축정보모델링(Building Information Modeling, BIM)기술을 활용할 수 있는 연구가 진행되고 있다. 선진 외국의 경우 오래 전부터 BIM에 관한 연구가 이루어져 BIM기반 견적시스템 및 4D/5D 시스템 활용, BIM기반 구조해석은 물론 BIM 기반 에너지 해석 및 건축 환경성능 분석에 이르기 까지 여러 단위업무에서 BIM 기술을 활용하고 있다.

국내의 경우 BIM 도입의 초기 단계로 BIM을 건축 환경성능 분석에 활용한 연구는 단국대학교 BSI연구실(Building Science and Information Lab)에서 일부 수행하고 있다. 하지만, 아직까지는 건축 설계 단계에서 건축구성 요소 및 개체에 대한 속성 정보를 상호운영성에 기반하여 환경성능 분석에 직접적으로 활용하는 사례는 많지 않은 실정이다. 현재까지는 3D 설계 시뮬레이션에 의한 시공순서 체크 및 부재간섭체크 등 설계 / 구조 / 시공 오류 감소에 의한 품질향상을 도모하는 소극적이며 부차적인 BIM 활용단계에 머물고 있으며, 이조차 많은 부분을 BIM 관련 소수의 프로그램에 의존하고 있다.

본 고에서는 BIM을 활용한 친환경 건축 성능 분석 연재의 마지막 순서로 앞선 연재에서 설명하였던 BIM 기반 기술들을 활용한 친환경 건축 성능분석의 사례를 제시하고 그 구체적인 방법 및 절차에 대해 설명한다.

### BIM 기반 친환경 건축 성능분석 사례

본 연구팀이 최근 수행한 몇가지 BIM 활용 친환경 건축 성능분석 사례를 기술한다. BIM 기반 설계 프로그램으로는 Google SketchUp

6.0과 Revit Architecture 2009를 사용하였고 환경분석 프로그램은 VE 5.9.0.1과 Energy Plus 2.2를 사용하였다. 이러한 프로그램이 이용한 환경성능 분석 사례들을 크게 3가지로 나누어 소개하도록 한다.

#### ① Case1 : Google SketchUp + VE ware

첫 번째로 BIM 기반 친환경 건축 성능분석 방법 중 가장 간단한 방법인 Google SketchUp과 VE ware를 사용한 친환경 건축 성능분석 방법 및 결과에 관해 기술한다. Google SketchUp은 간단하게 3D 모델을 만들 수 있어 초기 설계단계에서 유용하게 사용할 수 있는 설계 프로그램이다. VE ware는 건축 환경성능 분석에 전문적인 지식이 없어도 간단하게 사용할 수 있는 분석도구이다. Google SketchUp과 VE ware를 이용한 건축 환경성능 분석을 위해서는 우선 두 프로그램의 연동이 필요하다. 두 프로그램 간의 연동은 SketchUp plugin이라는 연결 프로그램의 설치로 가능하다. Google SketchUp이 설치된 상태에서 SketchUp plugin을 설치해 주면 Google SketchUp의 좌측 상단에 <그림 1>과 같은 Toolbar가 생기게 된다. 이 Toolbar를 통해 Google SketchUp상에서 건축 환경성능 분석이 가능하다.

구체적인 건축 환경성능 분석의 방법 및 절차는 다음과 같다. 우선 Google SketchUp을 이용하여 건물을 직접 모델링 하거나 Google SketchUp의 파일 형식인 \*.skp파일을 불러온다. 다음으로 환경성능 분석을 위한 가장 첫 번째 단계로 Toolbar 가장 왼쪽의 Set VE Building Properties 버튼을 실행시켜 대상 건물의 위도 및 경도를 포함한 구체적 위치 정보, 건물의 Type 및 System 등을 지정한다.

건축 환경성능 분석을 위해서는 복잡하게 설계된 건물을 환경분석에 용이하도록 간단하게 zoning하는 것이 중요한데 VE Toolbar의 Identify 버튼을 실행시키게 되면 간단하게 자동으로 해당 모델의 성

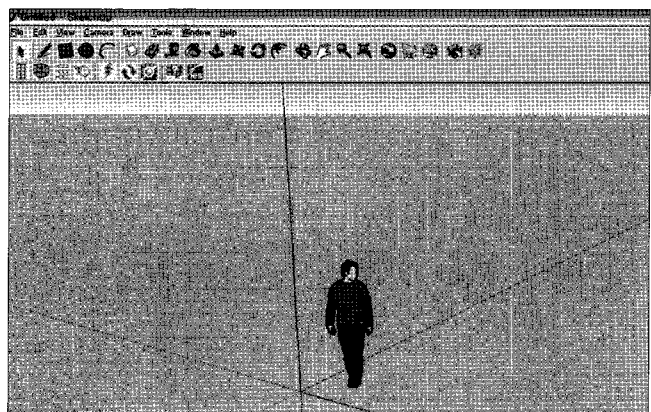
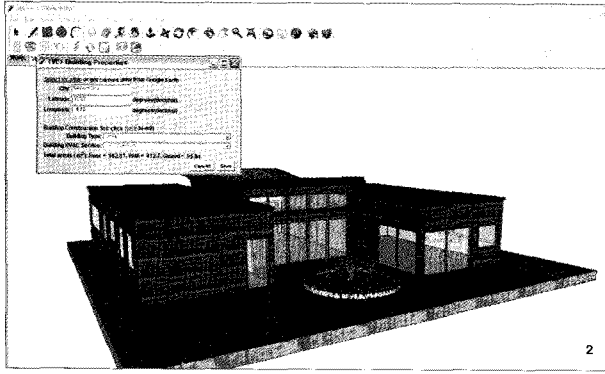
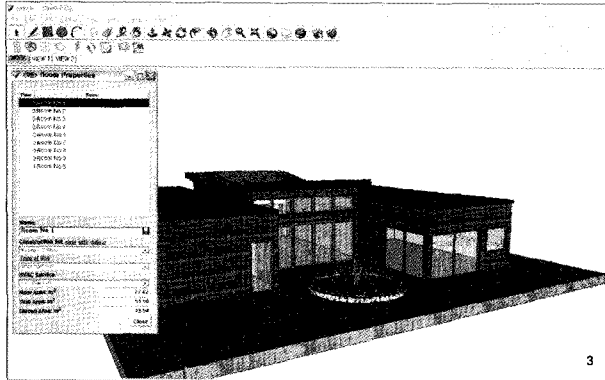


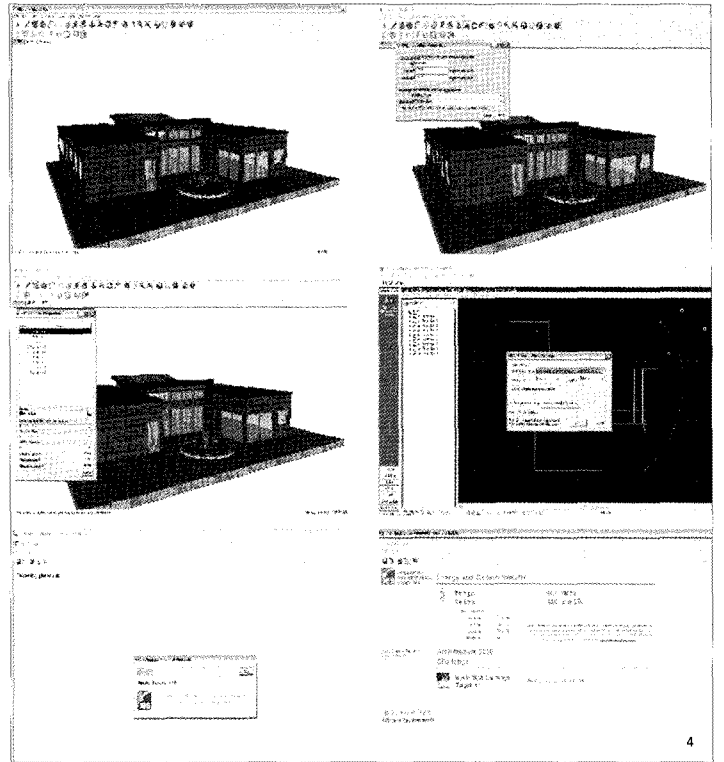
그림 1. Google SketchUp 상의 VE Toolbar



2



3



4

그림 2. VE Toolbar의 Set VE Building Properties

그림 3. VE Toolbar의 Identify Rooms

그림 4. Google SketchUp - VE ware를 이용한 건축 환경성능 분석 프로세스

능분석이 가능한 방안을 찾아 zoning을 수행할 수 있다. 이 단계에서 각 방의 넓이, 벽과 창문 등 개구부의 넓이 등 건축 환경성능 분석에 필요한 기본적인 정보들이 자동으로 계산된다.

마지막으로 Set Room Properties 단계에서 각 방별 벽체의 구성재료, 시스템, 방의 명칭 등의 세부 정보를 수정할 수 있다.

Set VE Building Properties 메뉴에서 건물 전체의 정보를 수정할 수 있는 반면 Set Room Properties 메뉴에서는 환경분석이 이루어지는 각 방의 구체적 정보의 수정이 가능하다. 이 단계까지 마치게 되면 VE ware를 이용한 성능분석의 준비가 끝나게 된다. VE ware 버튼을 실행시키게 되면 Google SketchUp의 디자인 모델이 자동적으로 gbXML 파일 형식으로 변환되어 VE상에서 분석모델로 구현된다. VE상에서도 일부 건물 정보 수정이 가능하며 그 후 성능분석을 실시하게 된다.

결과로 에너지 사용량, 온실가스 배출량 등의 결과를 얻을 수 있다. Google SketchUp과 VE ware를 사용한 성능분석 방법은 가장 간단한 방법으로 관련 분야의 전문적인 지식 없이도 간단한 건축 환경성능 분석이 가능한 방법으로 판단된다. 특히 Google SketchUp은 간단한 조작으로 3D 모델을 완성할 수 있어 초기 설계단계에 자유로운 형상을 만들어 볼 수 있어 매우 유용하게 사용될 것으로 판단되며 이와 함께 VE ware를 사용하면 초기 설계단계에서 적은 정보를 가지고도 건축환경성능 분석이 가능할 것으로 판단된다.

〈그림 4〉는 Google SketchUp과 VE ware를 이용한 건축환경성능 분석의 프로세스를 보여준다.

## ② Case2 : Revit Architecture + VE

다음으로 Revit Architecture와 VE를 활용한 Case study의 방법

및 결과를 기술한다. Revit Architecture는 기존 CAD 도면의 도형요소에 건축·구조·설비의 비도형 요소까지 포함한 대표적인 BIM 설계 프로그램으로 객체 간의 관계 성립 조건을 지정하고, 그 조건에 따라 작동하게 하는 파라메트릭 모델링 기법을 지원한다. Revit Architecture는 구체적인 객체 조건을 지정하여야 하기 때문에 초기 설계단계 시 활용에는 무리가 있고 실시설계 단계에 적합한 설계 프로그램이다. Full VE는 Virtual Environment 그 자체와 각각의 응용 프로그램들로 구성된 대표적인 건축 환경성능 분석 프로그램으로 VE ware나 VE Toolkit에 비해 광범위하고 정밀한 환경성능 분석이 가능하다. Case1과 마찬가지로 두 번째 두 프로그램의 연동이 필요한데 두 프로그램 간의 연동을 위해서는 RevitPlugin이라는 연결 프로그램의 설치가 필요하다.

〈그림 5〉는 RevitPlugin 설치 후 Revit Architecture 상에 VE Toolbar가 설치된 모습을 보여준다.

구체적인 환경분석 방법 및 절차는 다음과 같다. 우선 Revit Architecture를 이용하여 직접 건물을 모델링하거나 \*.rvt 형식의 파일을 불러온다. 다음 VE Toolbar의 Set Model Properties 버튼을 실행시켜 Building(Room) Type, Building(Room) construction, Building(Room) System, Location and Place 등의 조건을 건물에 맞게 설정한다. 이 부분의 설정조건이 VE의 Building Template 정보로 그대로 넘어가기 때문에 이 단계에서 정확한 정보입력이 요구된다. 건물정보 설정 후 Set Model Properties의 첫 번째 단계로 해당 모델이 성능분석에 적합한지를 평가하게 된다. 이 단계에서 실제로 환경성능분석에 필요한 각 방의 체적이나 넓이 등의 정보와 디자인 모델이 분석모델로 전환되면서 생기게 되는 문제점 등을 확인하게 된다. 1단계의 모델 확인 후 성능분석에 적합한 모델로 판단되면 Set Model

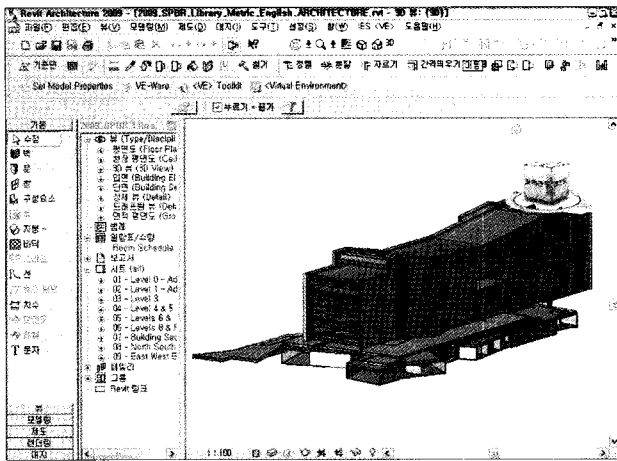


그림 5. Revit Architecture 상의 VE Toolbar

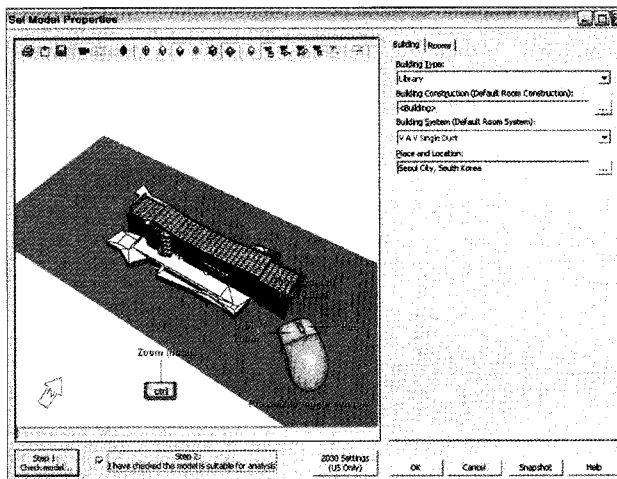


그림 6. Set Model Properties

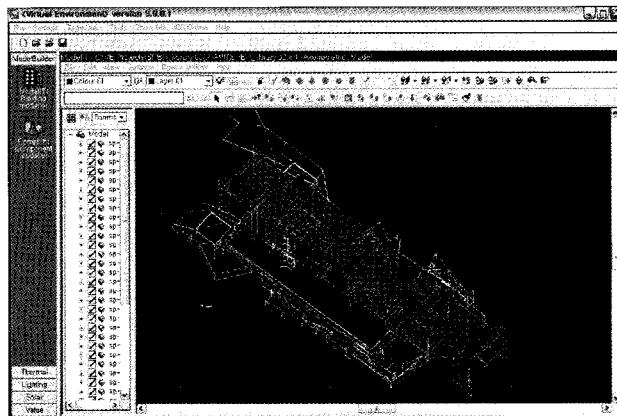


그림 7. VE 분석 모델 전환

Properties의 두 번째 단계로 모델 확인 여부를 체크하게 된다.

〈그림 6〉은 Set Model Properties 단계를 보여준다.

Set Model Properties에서 기본적인 모델정보 설정 및 모델 확인이 끝나게 되면 디자인 모델을 VE로 넘겨 성능분석을 하게 된다. VE Toolkit의 가장 오른쪽에 있는 virtual environment 버튼을 누르게 되면 자동적으로 VE 프로그램이 실행되면서 분석모델로 전환된다.

〈그림 7〉은 VE모델로 전환된 모습을 보여준다.

Set Model Properties 단계에서 입력한 기본적인 정보들은 VE의

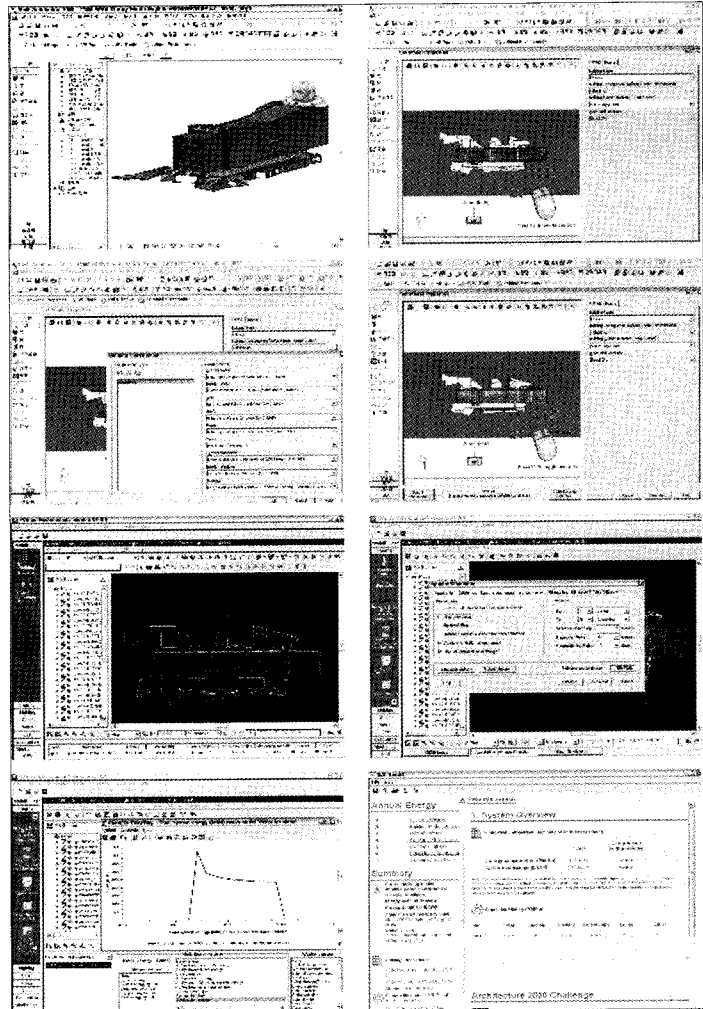


그림 8. Revit Architecture – VE를 이용한 건축 환경성능 분석 프로세스

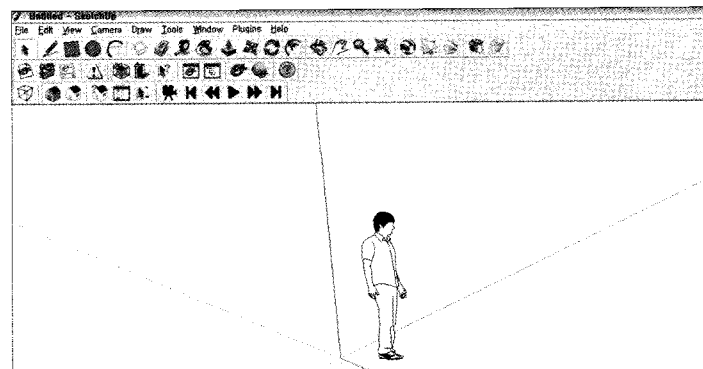


그림 9. Google SketchUp 상의 Energy Plugin Toolbar

Building Template Manager를 통해 일부 확인할 수 있다.

본 Case에서는 VE의 ApacheSim 모듈을 이용한 에너지 소비량, 냉난방 부하, 온실가스 배출량 분석을 실시하였다. ApacheSim에서도 대상 모델의 구성재료 및 건물시스템 등의 수정이 가능하며 건물 스케줄, Heating/Cooling set point, 기상 데이터 등을 설정하여 시뮬레이션을 실시하게 된다. 기상데이터 이용 시 본래 fwt 파일이 사용되나 epw파일 또한 사용 가능하다. 시뮬레이션의 결과는 Vista Result에서 확인할 수 있다.

〈그림 8〉은 Revit과 VE를 이용한 건축환경성능 분석의 전체적인 프로세스를 나타낸다.

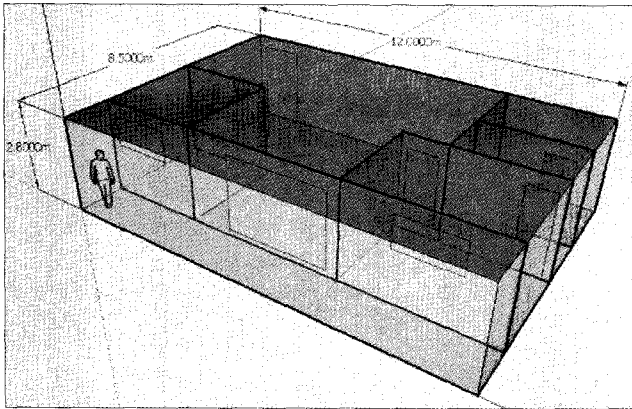


그림 10. Google SketchUp 모델링

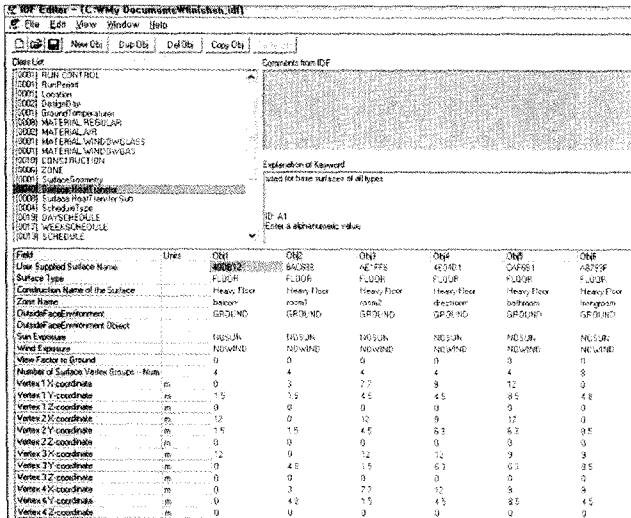


그림 11. EnergyPlus 그래픽 정보 입력 화면

### ③ Case3 : Google SketchUp + Energy Plus

마지막으로 Google SketchUp과 Energy Plus를 활용한 건축 환경성능 분석의 사례에 대해서 기술한다. EnergyPlus는 연간 시간 별 기상자료를 이용하여 부하계산과 에너지 소비특성 해석을 위한 프로그램이다. 또한 환기량과 환기 에너지 해석이 가능한 프로그램으로 계절별 특성분석과 시스템 시뮬레이션에 널리 활용되고 있다.

Google Sketchup 및 EnergyPlus 프로그램의 연동에는 EnergyDesignPlugin이라는 연결 프로그램이 필요하다.

〈그림 9〉는 Google SketchUp상의 Energy Plus Toolbar의 모습을 나타낸다.

구체적인 환경성능 분석 방법 및 절차는 다음과 같다. 〈그림 10〉은 Sketchup 및 Energy Toolbar를 이용하여 모델링 한 모습을 보여주고 있다. 여기서 주의할 점은 모델링 할 때 Energy Toolbar에 있는 (New EnergyPlus Zone아이콘)을 이용하여 Zone을 생성하면서 모델링을 하여야 한다는 것이다. Energy Plus프로그램은 Zone의 좌표를 인식하여 모델링이 이루어지기 때문에 Zone이 존재하여야 인식할 수 있다. VE프로그램과 달리 Energy Plus프로그램은 Zone을 자동으로 찾아주는 기능이 없기 때문에 SketchUp을 사용할 때 Zone을 만들어 주어야 한다. 모델링이 완료되면 file info를 통해 Zone,

Surface가 맞게 생성되었는지 확인 후 object info를 이용하여 각각의 Zone, Surface들의 속성을 입력한다. 이 입력 값은 Energy Plus의 model geometry에 그대로 반영되기 때문에 정확하게 입력해야 한다. 입력이 끝나면 Energy Plus 시뮬레이션을 실행시킨다. 시뮬레이션을 실행시키면 Energy Plus의 파일형식인 idf파일이 자동생성된다.

〈그림 11〉은 Google SketchUp 및 Energy Plugin을 이용하여 생성된 idf파일의 모습이며 Zone 및 Surface의 좌표 값들이 자동적으로 입력된 것을 보여주고 있다.

이와 같이 Google SketchUp 및 Energy Plugin을 활용하여 모델링이 이루어지면 기존의 Energy Plus에서 직접 좌표 값을 입력하여 모델링 하는 수고를 덜어줄 수 있으며, 각각의 Zone 및 Surface의 정보들을 SketchUp의 3D도면을 보면서 손쉽게 입력할 수 있다는 장점이 있다. 그러나 아직까지 Google SketchUp과 Energy Plus를 활용한 건축 환경성능 분석은 그래픽 정보만이 상호 호환될 뿐 건물의 객체들의 속성이나 건물 정보들은 호환이 불가능하다.

## 결 언

본 고에서는 BIM 기반 설계 프로그램과 건축 환경성능 프로그램 상호 운용성에 대한 소개와 함께 건축설계와 환경성능 분석간의 상호 호환 프로토콜을 이용한 BIM 기반 친환경 건축 성능분석 사례에 대해 기술하였다. 설계 프로그램으로 초기 설계단계에 사용 가능한 Google SketchUp 및 실시설계 단계에서 적합한 Revit Architecture를 사용하였으며, 환경성능 분석 프로그램으로 VE(Virtual Environment)와 Energy Plus를 이용하여 환경성능 분석을 실시하였다. Case Study 결과 대체적으로 원활하게 연동되어 설계데이터를 환경분석 프로그램으로 가져올 수 있으나, 일부 상호 호환성에 문제가 있거나 한정된 데이터만이 교환되는 문제점이 나타났다. BIM기반의 건축 설계 프로그램들은 벽과 문 등 모든 객체들이 3D로 구현되는 반면 환경분석을 위해서는 이들 객체들을 2차원으로 단순화 시키기 때문에 이 과정에서 곡면이나 커튼월 등의 일부 객체에서 호환이 되지 않는 문제점이 발생하였다. 또한 설계 모델을 환경분석에 이용하기 위해 실을 zoning하는 과정에서 일부 실이 시뮬레이션에서 제외되는 문제점 또한 발생할 수 있다. 그래픽 정보만이 호환될 뿐 객체 속성이 호환되지 않는 점도 문제로 제기된다.

Case study 결과 BIM을 활용한 건축 환경성능 분석은 아직까지만 벽하다고 할 수는 없다. 그러나 끊임없는 연구를 통하여 BIM 기반 설계 프로그램의 데이터 호환성능이 향상 된다면 BIM 기술은 건설산업의 부가 가치를 높일 수 있는 기회인 동시에 저탄소 녹색성장 달성을 위한 획기적인 방안이 될 것이다.

※본 고의 내용은 산학협동재단 2008년도 학술연구비지원으로 수행된 결과의 일부임.