

초기 설계단계 에너지 성능평가를 위한 IFC 기반 IDF 변환기 개발

김인한*, 김지은**, 최종식***

Development of the IFC based IDF Converter for Energy Performance Assessment in the Early Design Phase

Inhan Kim*, Jieun Kim** and Jungsik Choi***

ABSTRACT

As the seriousness of environmental pollution being on a rise, a low carbon and environment-friendly design for energy efficiency has been issued. With respect to energy in the construction industry, an adoption of BIM which is possible for the various energy performance assessments in the early design phase has been actively working on. In the most cases of energy performance assessment, the data compatibility from the lack of standard software and format became a problem and the improvement for data compatibility system has been needed. This study is to develop the IFC based IDF converter as a middleware which connects between BIM software and energy analysis software. For the building energy performance assessment, Energy Plus and IFC are selected for the standard energy analysis software and its file format. Parameters are organized by steps and the integrated material library is built so it is trying to reduce the existing problem of energy software interface as much as possible. The development of IDF Converter will promote the spread of related fields with increasing the BIM standard and the utilization of energy performance assessment.

Key words : BIM(Building Information Modeling), Energy Performance Assessment, IDF Converter, IFC(Industry Foundation Classes)

1. 서 론

전 세계적으로 환경오염의 심각성이 대두되면서 에너지 효율화를 위한 저탄소 녹색성장 및 친환경이 이슈화되고 있다. 최근 국내 건설 산업에서도 외국의 친환경 건물 인증제도 LEED를 모태로 Green Building 인증제를 설립하여 지구의 온난화를 막기 위하여 국내의 친환경 설계를 유도 촉진 중에 있다^[1].

이러한 추세에 맞추어 건설 분야에서도 에너지와 관련하여 초기 설계단계에서 건물의 다양한 에너지 성능평가가 가능한 BIM의 도입을 활발히 진행하고 있다^[2]. BIM 기술은 기존의 2D기반의 설계를 3D 기

반으로 바꾸면서 건물의 생애주기에 생성되는 전반적인 정보를 보유하며, 건물 디자인 설계에서부터 사전 검토, 원가 산정, 물량 산출, 에너지 분석 등이 가능하다. 특히 초기 설계 단계에서의 건물의 에너지 분석은 3D 시뮬레이션을 바탕으로 CO₂, 배출량, 열손실 분석 등의 다양한 범주의 이론적인 분석으로 진행된다. 여기에 실제 대지의 기상 데이터 기반의 에너지 분석 결과를 시각화 할 수 있어, 이미 해외에서는 Norway의 국립예술박물관 현상설계, 영국의 Build London Live 등 친환경 설계를 위해 BIM이 적용된 많은 사례들이 있다^[3,4].

그러나 BIM의 이상적인 장점과는 달리, 데이터 호환성의 문제로 객관적인 에너지 분석이 제대로 이루어지지 않고 있다. 이는 에너지 성능평가를 위한 표준적인 포맷의 부재와 다양한 소프트웨어별 데이터 체계의 상이함 등에 의해 발생하는 문제점들이다. 정확한 관련 지침서가 없이 포맷간의 연동되는 데이터의 한계와 에너지 성능평가를 위한 소프트웨어들의 독자

*중심회원, 경희대학교 공과대학 건축학과
**학생회원, 교신저자, 경희대학교 일반대학원 건축학과
***정회원, 경희대학교 일반대학원 건축공학과
- 논문투고일: 2011. 02. 14
- 논문수정일: 2011. 03. 15
- 심사완료일: 2011. 03. 16

적인 인터페이스 구성은 사용자들에게 결과값에 대한 신뢰성을 격감시킨다^[1].

따라서, 친환경 건축의 측면에서 초기 설계단계에서의 에너지 성능평가를 위한 BIM 환경 구축을 위해서는 적용 범위별 활용시나리오, BIM 모델링 가이드라인, 표준적인 BIM 데이터 호환체계 등 다양한 분야에서 연구 개발이 요구된다.

위의 연구 분야 중에서도 본 연구는 초기 단계에서 고려되어야 하는 표준적인 BIM데이터 호환체계의 개발에 중점을 두고 있다. 현재 발생하는 여러 문제점들의 개괄적인 원인을 데이터 호환체계의 부재로 판단하여, 이를 반영한 방법론으로서 데이터 속성체계를 구축하고 데이터 호환이 가능한 인터페이스의 기초를 개발하는데 목적을 갖는다.

설정된 프로세스 내에서 1차적으로 데이터 호환을 높이고 표준적인 에너지 성능평가를 진행하기 위해 단계별 매개변수를 정리하고, 해당 소프트웨어들 간의 자재 데이터를 대상으로 한 속성 체계를 분석 반영한 Middleware 개념의 IFC 기반 IDF 변환기를 개발하였다. 이를 위한 연구 방법 및 범위는 다음과 같다.

1. 에너지 성능평가를 위해 활용 가능한 소프트웨어 및 데이터 포맷 분석
2. 에너지 성능분석 소프트웨어 간의 호환체계 분석 및 관련 사례 분석
3. 에너지 성능평가를 위한 단계별 매개변수 정리 (디자인 단계, Middleware 단계, 에너지 분석단계)
4. 소프트웨어별 자재 매핑을 위한 라이브러리 정리
5. 자재 데이터 속성 체계를 반영한 IFC기반 IDF 변환기 인터페이스 구축

본 연구에서는 에너지 성능평가를 위한 데이터 호환체제로 BIM 데이터 표준인 IFC 파일 포맷을 기본으로 하여 최종적인 에너지 분석 소프트웨어인 Energy Plus로 진행되는 프로세스를 설정하였다.

2. BIM 기반 에너지 성능평가

2.1 에너지 성능평가의 개요

CO₂ 배출량의 증가는 지구의 온난화를 가져오며 오늘날 환경오염의 심각성을 가속화하고 있다. 전체 에너지 소비량의 23%를 건설 분야가 차지한다는 통계 결과는 환경시대에 대응하는 국가 정책의 일환으로서 건축물의 에너지 성능평가의 필요성을 강조한다^[2].

초기 설계단계에서 디자인 변경과 연계된 에너지 성능평가는 가상의 에너지 소비량 분석으로 유지관리

단계에서 건물의 실질적 에너지 소비량을 사전에 검토하여 발주자 또는 설계자에게 에너지 효율성 대책의 증가를 기대한다. BIM은 모델의 3D 시각화 및 건물의 사전 오류 검토, 에너지 분석 시뮬레이션 등으로 건물의 에너지 성능평가를 가능하게 한다.

일반적으로 BIM 기반 에너지 성능평가를 위해서는 초기에 건축가가 BIM 소프트웨어를 이용하여 디자인 설계 후 BIM 모델을 생성한다. 생성된 BIM 모델은 IFC 파일형태로 Export되어 에너지 분석 소프트웨어로 전달된다. 이때, BIM 데이터는 에너지 성능평가를 위한 변수, 즉 건축물의 형상정보, 시공타입, 열 속성정보 등을 포함한다. 이러한 정보는 직·간접적으로 에너지분석 소프트웨어에서 Import되고, 에너지 성능평가의 결과값은 다시 건축가에게로 피드백되어 설계 대안에 반영할 수 있게 된다^[3].

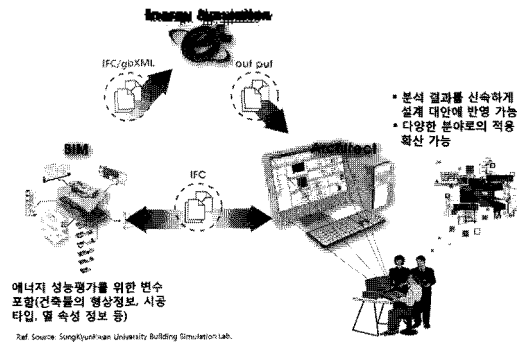


Fig. 1. BIM기반의 에너지 성능평가 프로세스^[4](데이터 흐름 측면의 예).

에너지 성능평가는 이상의 프로세스를 거쳐 건물의 설계 정도에 따라 실내의 일영, 건물 배치의 최적화, 빛, 음, 열 등의 공기환경, 공간의 쾌적성 등을 분석한다. 건설 산업의 BIM 도입으로 인한 첨단화 및 전세계적으로 이슈화 되는 친환경으로의 재편은 BIM 기반의 건설프로세스가 갖는 가장 큰 효과적인 장점 중의 하나라고 볼 수 있다^[5].

2.2 국내외 관련 연구 현황

국내외적으로 친환경의 개념은 국가적 이슈로서, 국내에서도 이미 에너지 성능평가에서의 BIM 적용 사례가 증가하는 추세이다.

• Build London Live 2008

영국 런던에서 2008년 6월 48시간에 걸쳐 진행된 협업설계 공모전으로, 초기 컨셉 단계에서부터 해당

설계 프로세스에 BIM 기술을 이용한 다양한 업무 시나리오가 진행되었다.

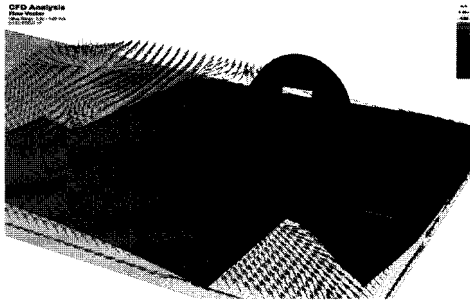


Fig. 2. 수상작(Seoul BIM Forum)의 에너지분석 결과.

이상의 Fig. 2는 본 공모전의 수상작의 에너지분석 결과이다. 본 사례는 BIM 모델을 에너지분석 소프트웨어인 Ecotect에서 Import하여 에너지 성능평가를 수행하였다. 세부적으로 연간 기상 데이터를 통한 월간 탁월풍의 흐름, 연간 일사량 등을 기반으로 일사량 분석, 바람의 풍향 및 풍속 분석, 일영 패턴 분석, 일광 요소 분포 및 자연채광 등을 평가하였고, 해당 현상 설계 또한 BIM 기술로 설계 단계 전반에 걸쳐 건물의 에너지량을 사전 분석하면서 대지와 현상설계 목적에 최적화된 대안을 선정하였다^[4].

• 노르웨이 국립 박물관 설계경기

BIM 모델에 대하여 자동 모델 검증 및 품질관리를 실행하였으며, 열저항 기준값에 따라 열손실을 자동으로 계산하여 BIM 모델의 에너지 성능평가를 진행하였다^[4].

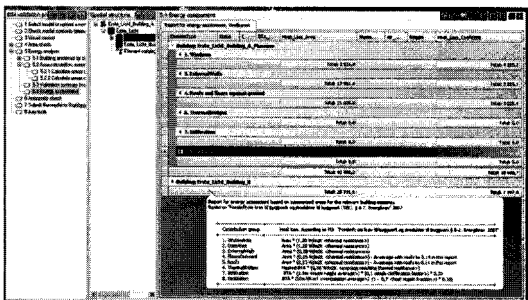


Fig. 3. 에너지 평가 결과 예^[4].

• 대한주택공사, 파주 운정 3지구 현상설계

2009년 최초로 BIM 적용 발주한 현상설계로 현상 설계 단계에서부터 BIM을 적용하여 친환경적인 설계

를 하자는 데 목적이 있었다. 초기 설계 단계에서의 BIM 도입으로 건물 주변의 기류 분석, 배치 최종안의 일영분석, 세대별 경관분석, 단지내 일조권 분석, 에너지 및 CO₂ 배출량 분석, 건물의 에너지 효율 등급 분석 등의 에너지 성능을 분석 평가하였다^[4].

• 한국전력거래소 본사이전사옥 설계경기

BIM을 적용하고, 이에 따른 BIM 설계품질평가(시각적 검토, 기능적 품질 검토, 에너지 효율 분석)를 진행하였으며, 친환경 건축(에너지 성능)에 대한 설계검토 보고서를 제출하였다^[4].

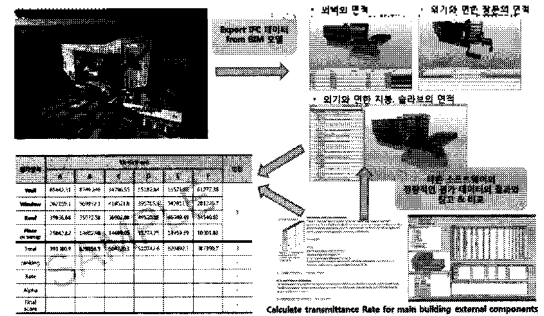


Fig. 4. 적용된 외피 모델의 에너지 평가 방법^[11].

국내 건설 산업의 BIM 도입은 용인시민체육공원 조성사업과 동대문 디자인파크 사업을 시작으로 이후 공공프로젝트의 현상설계에서 다수 볼 수가 있다.

그러나 국내 공공 발주의 BIM 도입은 몇가지 문제점을 지니고 있다. 일괄된 BIM 모델링 표준 지침의 부재로 인한 커뮤니케이션의 혼란과 국내 현황에 맞는 평가 기준의 미비 등이 그 원인이다. 특히 소프트웨어 측면으로 볼 때, 국내 건설산업 실무의 특정 소프트웨어의 진중화로 3D 모델링 뿐만 아니라 사전 검토, 물량 산출, 에너지 분석 등 점차 다양한 목적의 소프트웨어를 받아들이는데 한계가 있다.

2.3 문제점 분석

현재 건물의 에너지를 평가 분석하는 방법과 관련된 소프트웨어들의 종류는 다양하나, 이들이 지원하는 방식과 해당 데이터는 각각의 특화된 특성에 의해 상호간의 호환성이 현저히 낮은 편이다. 호환 체계에 의한 문제점들은 다음과 같다.

- BIM 기술의 표준화된 체계의 미정립
- 소프트웨어별 BIM 데이터 자원 방식 상이
- 에너지 분석 프로그램별 상이한 결과값에 따른 설계자의 불확실성

에너지 성능평가를 위해 가장 기본이 되는 BIM 데이터의 호환성은 에너지 성능평가를 분석하는 소프트웨어별 BIM 데이터를 지원하는 방식의 상이함으로 인해 표준적으로 이루어지지 않는 실정이다. 호환하는 과정에서 이종 소프트웨어들과 해당 포맷들은 일부 데이터의 손실을 발생하기도 한다. 이러한 문제점들은 발주사 및 설계자에게 분석 결과의 객관성 및 정확도를 걱정시킨다. 이는 나아가 실제 건물의 유지관리 단계에서의 에너지 소비량과 사전 에너지 성능평가 분석과의 현저한 격차로 BIM 기반 에너지 분석의 비효율적인 결과를 초래한다¹¹⁾.

3. 에너지 성능평가를 위한 요소기술

본 연구는 초기 설계단계 에너지 성능평가를 위한 IFC 기반 IDF 변환기 개발에 앞서 에너지 성능평가를 위한 개발 프로세스를 Fig. 5와 같이 정리하였다.

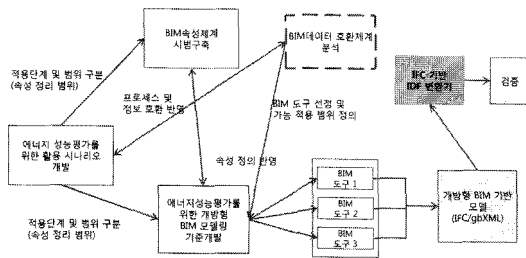


Fig. 5. 에너지 성능평가를 위한 개발 프로세스.

본 연구에서는 개괄적인 네 가지 연구 목표 중에서 BIM 데이터 호환체계 분석을 중심으로, 연구에 적합한 에너지 분석 소프트웨어와 포맷을 살펴보았다. 호환 체계에 대한 관련 사례(IDF Generator¹⁶⁾)를 참고

하여, IFC와 IDF 자체 매핑체계 분석으로 전반적인 연구를 진행하였다.

3.1 에너지 분석 소프트웨어

현재 실무에서 사용되는 에너지 성능 분석 소프트웨어는 대표적으로 Energy Plus, Ecotect, IFS/VE, Riuska 등이 있으며, 각각의 소프트웨어는 종류와 특성에 따라 다양하게 분류할 수 있다. 다음의 Table 1은 장원준 등(2009)의 연구사례를 기반으로 수정되었다¹²⁾.

먼저 IFS/VE(Virtual Environment)는 영국 회사가 개발한 건물 에너지 해석에 필요한 모든 응용 프로그램들의 통합된 모음으로, 자체 모델링 포맷과 gbXML을 Import하여 열손실 및 획득 시뮬레이션, 건물 내 자연채광분석, HVAC 시스템, 건물의 일조권분석 등 다양한 건물 에너지 분석이 가능하다.

Ecotect은 Autodesk사 소프트웨어로 IFC, gbXML 형식을 지원하고, 도식적 디자인 단계와 디자인 발전 단계에서의 에너지 성능분석에 많이 사용되는 프로그램이다. CAD 기반의 렌더링 프로그램과의 데이터 호환이 자유롭고 자체 3D 인터페이스 내에서 건물의 모델링 및 재질 매핑이 가능하다.

Energy Plus는 DOE-2 엔진과 BLAST의 장점을 위주로 구성된 소프트웨어로, 서로 다른 사용자가 다양한 용도로 사용할 수 있는 사용자 인터페이스 위주로 연간 기상자료를 사용하여 에너지 소비량을 계산한다. 주요 기능으로 HVAC 시스템, 열 평형 부하계산, 플랜트 계산, 멀티존 열류 흐름, 자연채광 및 일조권분석 등 현재 에너지 성능평가 프로그램 중에서 가장 다양한 에너지 분석 기능을 가지고 있다. 기본 포맷은 IDF 형식을 지원한다.

Riuska는 DOE-2 엔진기반의 소프트웨어로, 대표적

Table 1. 에너지 성능 분석 소프트웨어 비교¹³⁾

	IFS / VE	Ecotect	Energy Plus	RIUSKA
사용자 인터페이스	편리함	매뉴얼 사용시 용이함	매우 복잡함	편리함
BIM 기반 Import (그 외 포맷들)	gbXML, (IDX; GEM; MIT)	IFC, gbXML, (그 외 다수)	IDF (IMF)	IFC
BIM 기반 Export (그 외 포맷들)	없음	IFC, gbXML	없음	IFC
장점	다양한 추가적 에너지 시뮬레이션 가능	자연채광분석과 일조권 시뮬레이션 강력	에너지 시뮬레이션 엔진이 가장 발달됨 (DOE-2, BLAST)	대규모의 오피스 빌딩의 에너지 분석에 효과적
특징	여러 응용프로그램의 활용으로 다양한 환경성능 분석 가능	특정 CAD회사에 통합되어, 설계 초기단계에 위한 건물성능 평가지원	여러 가지 모듈(Flow network, CTF Calculation 등)로 다양한 성능분석 가능	설계초기단계를 위한 건물성능 평가지원(4가지 유형의 HVAC systems)

포맷인 IFC 파일을 지원하며 시설물 관리 차원에서 에너지 소비량의 동적 시뮬레이션의 실행이 가능하다. 크게 네 가지 유형의 HVAC 시스템으로 공간을 설정하고, 서로 다른 IFC 건물 파일들의 에너지 소비량을 동시에 비교 분석할 수 있다.

본 연구에서는 에너지 성능평가를 위한 데이터의 호환 대상 범위를 실시설계 단계 수준의 좀 더 구체적이고 객관적인 분석으로 정하였고, 이를 위해 에너지 성능평가를 위한 대상 소프트웨어는 IDF 포맷 기반의 Energy Plus를 선정하였다. Energy Plus는 분석 결과의 정확성이 높고, 소프트웨어를 무료로 제공하고 있으며, 타 에너지 분석 프로그램들과는 달리 제공되는 주요 엔진을 활용하여 적용 범위 및 목적에 따라 다양하게 확장 개발이 가능하다는 장점이 있다.

3.2 에너지 분석 포맷

BIM 소프트웨어와 에너지 분석 소프트웨어에서 일반적으로 상호호환성을 고려하여 대표적으로 활용되는 데이터 포맷은 IFC와 gbXML 등이 있다. Table 2는 현재 실무에서 대표적으로 사용되는 건축모델링 소프트웨어인 Revit과 ArchiCAD에서 BIM 모델을 생성하여 각각의 데이터 포맷으로 Export한 뒤, 관련 소프트웨어에서의 데이터 호환성 정도를 나타낸 것이다^[14].

Green Building XML(gbXML)은 상향식 접근 방식으로 에너지 성능분석을 위해 개발된 파일 형식이다. 최근 주요 BIM기반 모델링 프로그램들에서 지원이 가능해지면서, 통합 모듈의 개선에 따라 산업표준 스키마로 발전되었다. IFC는 하향식 접근 방식으로 현재 국제 표준으로서 대부분의 BIM 기반 프로그램에서 데이터의 교환과 공유를 위해 사용되고 있다. 이는 건물의 생애주기 전반에 걸친 데이터를 다루면서 다소 용량의 무거움이 있지만, gbXML과는 다르게 한

분야에 특화되지 않는다.

Dong *et al.*(2007)은 건물의 빛 환경 시뮬레이션을 위해 IFC와 gbXML의 정보 인프라스트럭처를 사용하여 각각의 데이터 호환성을 비교 분석하였다^[15].

이상의 참고문헌들을 기반으로 IFC는 Revit와 ArchiCAD에 둘다 호환성이 보다 뛰어나고, 최근 건축 디자인의 경향인 비정형을 가져올 수 있어, 건물의 전반적인 프로세스를 고려했을 때, IFC가 에너지 성능평가에 gbXML보다 효과적이라 할 수 있다.

3.3 호환 체계 사례 연구

본 연구에서 다루어지는 대상인 IFC파일포맷과 Energy Plus의 IDF 파일포맷과의 BIM 데이터의 호환 체계의 유사 사례 연구로, 미국의 Lawrence Berkeley National Laboratory에서 진행 중인 IDF Generator를 들 수 있다^[16]. IDF Generator는 에너지 성능평가 분석 프로세스 내에서 BIM 소프트웨어에서 생성된 BIM모델정보(IFC)가 에너지 분석 소프트웨어인 Energy Plus (IDF)로 전달되기 이전 단계에서 손실정보의 보완 및 추가 정보의 생성이 가능한 Middleware 개념의 변환기 역할을 한다.

에너지 성능평가를 위한 데이터의 호환체계는 여러 연구에서 언급되었듯이 다양한 방법에 의해 수행되고 있다. 이 중 본 연구에서는 다음의 Table 3과 같이 본 연구의 목적에 부합되도록 IDF Generator의 사례 연구와 관련된 세가지 방식(N1, N2, N3)을 채택하여 테스트를 진행하였다. IDF Generator 및 관련 사례 연구에 대한 테스트를 분석한 결과, 대부분의 주요 문제점은 소프트웨어와 지원 포맷 간의 표준화된 데이터 호환 체계의 부재를 원인으로 들 수 있었다.

BIM 소프트웨어에서 건물 모델링 시, 에너지 평가를 위한 IFC 파일에 건물의 형상정보, 재질정보 등의 데이터가 포함되지만, 최종적으로 에너지 분석 소프


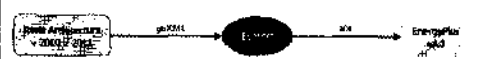
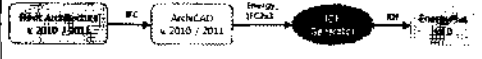
Table 2. 설계 BIM tool의 데이터 호환 유효성 비교^[14]

		GBS	Solibri	IES	Riuska	Ecotect
Revit	IFC	-	O	-	O	Δ
	gbXML	Δ	-	O	-	O
	DXF	-	-	-	-	-
	SAT/pdml	-	-	-	-	-
Archi CAD	IFC	-	O	-	O	Δ
	gbXML	Δ	-	Δ	-	Δ
	DXF	-	-	-	-	-

*O=호환성 좋음, Δ=일부 호환 가능함, -=호환성 확인 불가(지원 안함)

트웨어인 Energy Plus에는 형상정보와 일부의 자재정보만 Import된다. 사례 연구에서 살펴보았듯이 IFC나 gbXML 파일이 전달되는 과정에서 에너지 분석 소프트웨어 마다 서로 다른 속성체제들이 Import되어 사용자들이 에너지 성능평가 시 비표준화된 데이터 호환 체계에 혼란을 겪고 있다.

Table 3. 호환 체계 사례 연구 방법 및 분석

분석 내용	
N1	 <p>· IDF Generator에서 변환된 파일은 건물의 Geometry 정보와 자재 정보의 일부만 포함되어 Energy Plus에서 Import됨 · 에너지 성능평가를 위해 Geometry 정보를 제외한 모든 매개변수를 다시 입력해야 함</p>
N2	 <p>· 실무에서 실제 보편적으로 사용되는 BIM 소프트웨어(Revit, ArchiCAD)에서 gbXML 형식은 Revit의 특화된 소프트웨어에서만 Export됨 · gbXML로 전달된 파일 역시 Ecotecci에서 일부만 변수가 입력되고, 다시 Energy Plus에서 나머지 변수들을 입력해야 함</p>
N3	 <p>· Revit과 ArchiCAD 간의 IFC 호환성이 달라 Import하는 과정에서 정보의 손실이 발생함 · N1의 문제점을 포함함</p>

3.4 IFC와 IDF 자재 매핑체계 분석

본 연구의 내용과 호환체계 사례 연구와의 주된 차이점은 IFC 구조에서 형상(Geometry) 정보와 일부 자재의 속성만을 가져오는 IDF Generator 및 기존 사례와는 다르게, 설계 단계에서부터 소프트웨어 간의 동일한 통합 자재 라이브러리를 적용하여 Geometry 정보 외에 불성치를 갖는 자재 정보를 추가하는 것이다. 이를 위해 본 연구에서는 Ashrae에서 제공하는 자재를 기반으로 이종 소프트웨어 간의 통합 자재 라이브러리를 제공하고자 하며, 에너지 성능평가에 필수적인 자재 속성값의 자동 매핑 방안을 마련하고자 한다.

이러한 과정을 통해 디자인 단계와 Middleware인 IFC 기반 IDF 변환기에서 순차적으로 자재 정보를 입력하여, 모델링 파일을 Energy Plus로 Import시 기본값(Default)으로 재저장되어 다시 설정해야 하는 기존의 비효율적인 업무 방법 및 절차의 소요 시간을 줄일

수 있을 것이다. 이를 위해, IDF 변환기를 개발하기 앞서 먼저 디자인 단계, Middleware 단계, 마지막으로 에너지 분석 단계별로 필수 입력 매개변수를 정리하였다. 이와 연계되어 데이터 호환성 문제를 해결하기 위해서 에너지 성능평가에 중요 요소인 자재와 관련한 소프트웨어 간의 통합 자재 라이브러리를 구축하였다.

3.4.1 에너지 분석 필수 매개변수

에너지 성능평가를 위한 프로세스는 크게 세 단계로 구분할 수 있고, 포함되는 세부 내용은 다음과 같다.

- 디자인 단계 - BIM 소프트웨어를 활용하여 BIM 모델을 생성
- Middleware 단계 - 디자인 단계에서 IFC로 Export하여 IDF 변환기에서 IDF 파일로 변환
- 에너지 분석 단계 - 최종 Energy Plus에서 변환된 IDF 파일을 Import하여 에너지 분석

에너지 성능평가를 위한 매개변수는 최종 에너지 성능 분석 프로그램인 Energy Plus의 속성 이름값을 기준으로 단계별로 구분하였다. Table 4는 각 단계에 정의된 매개변수들의 상위 항목을 정리한 표이다.

Table 4. 단계별 매개변수 상위 항목 정리

구분	해당 매개변수	
디자인 단계	· Material ·Material Infrared Transparent · Material AirGap · WindowMaterial:Glazing · WindowMaterial:Gas · Construction · Zone · BuildingSurface:Detailed · FenestrationSurface:Detailed	
Middleware 단계	· Version Simulation · Control · Building · Tunestep · SurfaceConvectionAlgorithm:Inside · RunPeriod · SurfaceConvectionAlgorithm:Outside · HeatBalanceAlgorithm · Site:Location · Site:GroundTemperature:BuildingSurface · Site:GroundReflectance · GlobalGeometry:Rules · ZoneInfiltration:DesignFlowRate · Output:VariableDictionary · Output:Surface:IDrawing · Output:Constructions	
에너지 분석 단계	Heating & Cooling Loads	· HVACTemplate:Thermostat · HVACTemplate:Zone:IdealfLoad AirSystem
	Thermal Comfort - PMV	· People

형상 정보와 함께 순수 자재의 정보 속성값을 추가적으로 추출한다. 구성요소의 복합체와 자재의 물성치 변경은 IDF 변환기에서 2차적으로 설정할 수 있다. 이러한 방식을 통해 에너지 성능평가를 위한 데이터의 호환을 자재의 이름으로 매핑하여 기존의 호환성 문제를 해결하고자 한다.

4. IFC 기반 IDF 변환기 개발

본 연구에서는 IDF 변환기를 BIM 소프트웨어와 Energy Plus 사이의 Middleware로 설정하고, 앞서 정리된 자재 라이브러리와 단계별 매개변수를 중심으로 데이터 호환이 가능하도록 IDF 변환기의 인터페이스를 구성하였다.

IDF 변환기의 사용자 인터페이스를 위주로 레이아웃 초안을 구성하였고, 다음의 Fig. 8은 에너지 성능평가 프로세스 가운데 디자인 단계에서 입력된 데이터를 확인하는 이미지이다. Revit과 ArchiCAD에서 설정한 매개변수들은 이 부분에서 추가/삭제 또는 변경이 가능하게 된다.

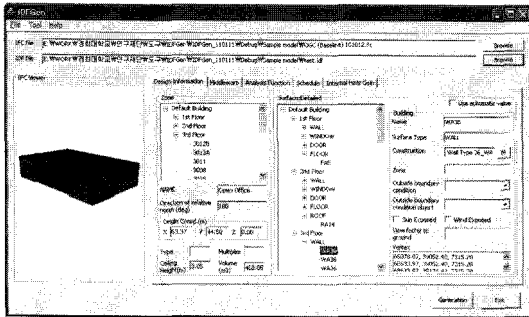


Fig. 8. IDF 변환기 사용자 인터페이스.

자재 부분은 Fig. 9와 같이 복합체 구성 상자를 구성하여 1차적으로 각 소프트웨어에서 전달된 자재정보가 IDF 변환기에 미리 구현된 자재 리스트와 매핑되어 Middleware에서 2차적으로 순수 자재로 구성된

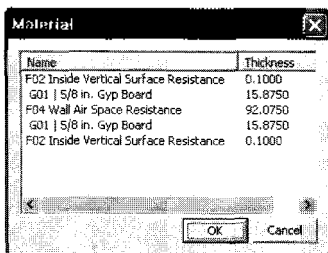


Fig. 9. IDF 변환기 내 자재 입력창.

복합체를 구성하거나 자재의 기본적인 물성치를 수정하여 최종 Energy Plus에서 인식할 수 있도록 하였다. 또한 IFC 3D viewer의 구성은 각각의 구성요소를 시각적으로 확인하여 사용자의 이해를 증진할 수 있다.

IDF 변환기는 기존의 IFC 파일에서 형상정보만 전달되었던 IDF 파일에 물성치가 포함된 자재 라이브러리를 기반으로 소프트웨어 간의 자재 이름을 매핑시켜 1차적 자재 데이터를 추가적으로 Import 할 수 있다. BIM 소프트웨어 간의 상이한 속성 체계 역시 자재 라이브러리로 통일하여 최종적으로 에너지 분석 단계에서 하나의 구성요소가 갖는 자재가 다양한 소프트웨어를 거쳐도 동일한 자재로 인식됨에 따라 IFC가 갖는 특성을 살려 건물의 에너지 성능평가를 실행하는데 효율적인 대안이 될 수 있다.

본 연구에서는 현재까지 자재 매핑 체계를 분석하고 정립하는 단계에서 IDF 변환기의 사용자 인터페이스 시나리오 구성까지 진행되었다. 추후 자재의 Code화와 자재 라이브러리에 따른 소프트웨어별 호환성 테스트를 추가적으로 거쳐, Middleware 부분과 기본 에너지 성능 분석을 위한 기능, 스케줄 등을 설정할 수 있는 부분도 구성할 것이다.

5. 결 론

환경 문제의 이슈화로 건설 산업에서도 저탄소 및 친환경 설계가 대두되면서 그의 일환으로 BIM 기술을 사용한 초기 설계 단계에서의 건물의 에너지 성능 분석 시뮬레이션이 각광을 받고 있다. 그러나 대부분의 에너지 성능평가 사례에서 표준 소프트웨어와 포맷의 부재로 인한 데이터 호환성이 문제가 되면서, 이들의 데이터 호환 체계를 위한 개선이 필요하게 되었다.

본 연구에서는 데이터 호환성 문제점에 대한 대안으로 BIM 데이터 호환성 분석으로 IDF Generator 사례를 기반으로 확장하여, BIM 소프트웨어와 에너지 분석 소프트웨어를 연결시킬 수 Middleware인 IFC 기반 IDF 변환기를 개발하였다. 이를 위해, 다음의 단계를 거쳐 연구를 진행하였다.

첫째, 에너지 성능평가를 위해 활용 가능한 소프트웨어 및 데이터 포맷 분석, 호환체계 사례 분석을 통해 에너지 분석 소프트웨어와 데이터 파일 포맷으로 각각 Energy Plus(IDF)와 IFC를 설정하였다.

둘째, 에너지 성능평가를 위한 단계별 매개변수 정리를 통해 BIM 소프트웨어에서 건물을 디자인하는

디자인 단계, IFC 모델링 파일을 IDF로 변환하는 Middleware단계, Energy Plus에서 최종 IDF 파일로 건물 에너지를 분석하는 에너지 분석 단계로 적용 프로세스를 설정하였다.

셋째, 자재 데이터 속성 체계를 반영한 IFC기반 IDF 변환기 인터페이스를 구성하였다.

현재까지 작업된 연구의 범위는 단계별 매개변수 정리와 소프트웨어별 자재의 리스트 정리 후 자재 라이브러리의 구성까지 진행되었다. 이를 바탕으로 IDF 변환기의 사용자 인터페이스 시나리오를 작성하였고, 디자인 단계 내 자재의 복합체 구성과 자재 물성치 수정이 가능하도록 구성하였다.

향후 추가적인 자재의 Code화로 소프트웨어 간의 자재 매핑을 보다 효율적으로 연계하고, IDF 변환기 내 디자인 단계, Middleware 단계, 스케줄 등 각각의 탭에 지정되어야 할 기능들을 재정립하여 본격적인 개발을 진행할 예정이다. 또한 사용자들의 혼란 방지 및 효율적인 사용을 위해 초기 단계에서부터 각 단계별로 에너지 성능평가를 위한 모델링 가이드라인 제시를 진행할 예정이다.

본 연구로 기존의 BIM 소프트웨어 결과를 Export 한 후 에너지 성능평가 시 기본값으로 다시 저장되는 에너지 분석 소프트웨어들의 기존 인터페이스 문제점을 대표적인 에너지 소프트웨어와 표준 포맷을 선정하여 환경에 맞게 호환체계를 재구성하고, IDF 변환기 등을 개발하여 최대한 줄이고자 하였다. 또한 사용자를 위한 단계별 프로세스에 대한 에너지 성능평가 BIM 모델링 가이드라인 작성은 개발 시스템을 통한 연구 결과의 실무 적용 가능성을 검증할 수 있게 될 것이다. IDF 변환기의 개발은 BIM 표준과 에너지 시뮬레이션 활용성을 증가시켜 관련 분야의 지속적인 확산을 촉진시킬 것이다.

감사의 글

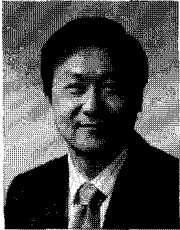
이 논문은 2011년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No. 2010-0029196).

참고문헌

1. 한국산업기술인증원, 친환경건축물인증, <http://www.ecokitc.com>
2. Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R. and Liston, K., BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Architects, Engineers, Contractors, and Fabricators, John Wiley and Sons, Hoboken, NJ, pp. 32-40, 2008.
3. Build London Live 2008, <http://www.buildlondon-live.com/2008/teams.html>, 2008.
4. Ole Kristian Kvarsvik, "National Museum at Vestbanen Architect Competition BIM Requirements - and Results...", STATSBYGG, 2009.
5. Drury B. Crawley, Jon W. Hand, M. Kummert, Brent T. Griffith, "Contrasting the Capability of Building Energy Performance Simulation Programs," United States Department of Energy and University of Strathclyde and University of Wisconsin, 2005.
6. 이인규, "지속가능한 건축과 미래건축의 방향," 저에너지 친환경 공동주택 연구단, 2-3세세부, 2008. 5.
7. 최중식, 김지은, 김인한, "설계단계 에너지 성능평가를 위한 개방형 BIM환경기반 구축방안," BIM Academic Conference 2010, (사)빌딩스마트협회, pp. 87-88, 2010.
8. 문찬영, 최병석, 박상현, "BIM(Building Information Modeling)을 활용한 건물에너지 성능평가 적용사례 고찰," 대한건축학회 학술발표대회 논문집 제29권 제1호, pp. 697-700, 2009.
9. 김민성, "친환경 건물 설계를 위한 BIM 적용사례," IT산업전망컨퍼런스 2010, Smart Korea 2010, 2009.
10. 이주영, "희림건축 한국전력거래소 BIM 사례발표," 한국건설관리학회, 제3회 BIM 전문가 초청세미나, 2010.
11. 김인한, "Open BIM based Design Guidelines & Design Quality Evaluation in Korea," 한국건설관리학회, 제3회 BIM 전문가 초청세미나, 2010.
12. Maile, T., Fischer, M. and Bazjanac, V., "Building Energy Performance Simulation Tools - a Life-cycle and Interoperable Perspective," CIFE(Center for integrated facility engineering), Working Paper, 2007. 12.
13. 장원준, 전한중, "BIM 프로세스를 이용한 친환경 건축의 가능성에 관한 연구," 대한건축학회 학술발표대회 논문집, 제29권, 제1호, pp. 331-334, 2009.
14. GSA, National 3D-4D BIM Program, Warroad Border Station Pilot Study, <http://www.gsa.gov/bim>, 2007.
15. Dong, B., Lam, K. P., Huang, Y. C. and Dobbs, G. M., "A Comparative study of the IFC and gbXML Informational Infrastructures for Data Exchange in Computational Design Support Environments," Building Simulation, 2007.
16. Bazjanac, V., "IFC BIM-based Methodology for Semi-automated Building Energy Performance Simulation," CIB W78 2008 International Conference on Information Technology in Construction, Santiago, Chile, 2008.
17. 문현준, 최민석, 박진우, 유승호, "건축정보모델링(BIM) 기반 건축 환경 성능 사례 분석," 대한설비공학회 하계학술발표대회 논문집, pp. 1412-1417, 2009.

18. 김영진, 오세민, 박철수, 김인한, “프로세스 중심의 BIM 상호호환성,” BIM Academic Conference 2010, (사)빌딩스마트협회, pp. 95-96, 2010.
 19. Kim, J., Jin, J. and Choi, J., “A Study on Open

BIM based Building Energy Evaluation based on Quantitative Factors.” 한국CAD/CAM 학회 논문집, 제15권, 제4호, pp. 289-296, 2010.



김 인 한

1988년 서울대학교 건축학과 졸업
 1991년 미국 Carnegie-Mellon 대학 건축학 석사
 1994년 영국 Strathclyde 대학 건축학 박사
 1996년~현재 경희대학교 공과대학 건축학과 교수
 2002년~현재 한국CAD/CAM 학회 이사
 2004년~2008년 사단법인 STEP센터 회장, 지식경제부
 2008년~현재 빌딩스마트협회 수석 부회장
 2010년~현재 대한건축학회 이사
 관심분야: BIM(Building Information Modeling), CADD, 데이터모델링 및 통합 전산설계환경(STEP, IFC), 건축정보기술, Digital Design Media



김 지 은

2010년 경희대학교 건축학과 졸업
 2010년~현재 경희대학교 건축학과 석사과정
 관심분야: BIM(Building Information Modeling), Energy Assessment, 건축정보기술, IFC, 데이터 호환 체계



최 중 식

1999년 경희대학교 건축공학과 졸업
 2001년 경희대학교 건축공학(건축정보 기술) 석사
 2003년 경희대학교 건축공학과 박사과정 수료
 관심분야: BIM(Building Information Modeling), 자동화 빌딩검토 (Automated Code Checking), CADD, 데이터모델링 및 통합 전산설계환경(STEP, IFC), 건축정보기술