

BIM을 활용한 건축조명의 소비전력에 따른 온실가스 배출량 데이터 추출 및 분석

일명수*, 서강진**, 오민환***

한국전기공사협회*, ㈜에다종합설계감리사무소**, 도화엔지니어링***

GHG emissions data extraction and analysis of the power consumption of the lighting installation in the building using a BIM

Myoung-Su Lim*, Knag-jin Su**, Min-Hwan Oh***

Korean Electrical Contractor Association*, YEDA Engineering CO. LTD**, DOHWA Engineering CO. LTD***

Abstract - 본 논문에서는 BIM TOOL 중 하나인 AUTODESK사의 Revit Software를 활용하여 건축물에서 필수적으로 사용하고 있는 전기 설비 중 조명설비를 대상으로 전력소비에 따라 발생하는 온실가스인 이산화탄소(CO₂), 메탄(CH₄), 아산화질소(N₂O) 배출량을 추정하여 건축물 에너지절감의 필요성을 강조하고 증명하고자 한다. BIM을 적용 할 수 있는 설계, 시공, 유지보수 외에 사용자의 전력소비에 따른 배출량을 연계한 데이터를 추출하여 온실가스 감축을 위한 전력절감의 TOOL 활용과 국가 정책, 제도 및 지침에 적극 활용되기를 기대한다.[1][2]

매개변수를 추가하고 <표4>이 산식을 통해 Schedule/ Quantities 기능에서 출력 가능토록 설정한다. 배출계수와 온난화지수는 고정항목이므로 Type 특성으로 설정한다. 또한 각 객체별로 정보를 확인 할 수 있도록 월간, 연간, 가변에 따른 전력사용량과 온실가스 배출량을 확인 할 수 있도록 하였다.

1. 서 론

1.1 배경 및 목적

대한민국은 2009년 11월, 2020년까지 국제사회에 온실가스 감축목표를 30%로 설정을 공표하였다. 제17차 UNFCCC(기후변화협약)에 따라 감축 노력을 위한 2년 주기의 격년갱신보고서(Biennial Update Report, BUR) 제출하고 있다. 국내에서는 관계부처가 합동으로 목표 이행을 위해 “저탄소 녹색성장기본법”등 다양한 정책과 2015년부터 시행되는 탄소배출권 거래 등 다양한 제도를 수립하였다. 또한 “국가 온실가스 감축목표 달성을 위한 로드맵”을 수립하여 실효성 있는 이행계획을 수립하고 본격적인 추진을 하고 있다.

15년도 1월 국가통계포털에 의한 전체인구는 5,061만명으로, 국내총생산(GDP)는 지속적으로 상승하고 있다. 11년도 기준 온실가스 총 배출량은 697.708백만tCO₂ eq으로 국내 총생산량 상승에 비례하여 상승하고 있으며 이에 따라 온실가스 발생을 유발하는 에너지 사용, 건축, 폐기물량 등 지속적으로 상승세이다. 선행연구에서는 난방효율, 건축자재에 따른 온실가스 산출에 대한 논문이 발표되었지만, 본 논문에서는 온실가스에 대한 중요성이 인식되는 가운데 건축 및 토목 분야에서 최신 트렌드로 부각되고 있는 BIM을 활용하여 조명설비를 대상으로 전력절감에 따른 온실가스 배출량 산출을 위한 공유 매개변수를 추가하여 데이터를 추출 및 분석을 통해 환경적 측면에서 전력절감의 당위성을 강조하고자 한다.[3]

1.2 방법제시

1.2.1 탄소배출량 산정방법

탄소배출량 산정기준은 환경부 고시 제2013-180호 「공공부문 온실가스·에너지 목표관리 운영 등에 관한 지침」에 의거 <산식1>에 따라 산정하고, 전력배출계수는 <표1>, 지구온난화지수는 <표2>에 따라 산정하도록 한다.

<산식1> 온실가스 배출량(tCO₂eq)

$$= \sum [\text{전력사용량(MWh)} \times \text{배출계수(tGHG(CO}_2\text{/CH}_4\text{/N}_2\text{O)/MWh)} \times \text{지구온난화지수}]$$

<표 1> 국가 고유 전력배출계수 (2007년~2008년 평균)

년도	CO ₂ (tCO ₂ /MWh)	CH ₄ (kgCH ₄ /MWh)	N ₂ O (kgN ₂ O/MWh)
2개년 평균	0.4653	0.0054	0.0027

<표 2> 지구온난화 지수

년도	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
지수	1	21	310

1.2.2 Revit 매개변수 추가 방법

Revit에 사용하고자 하는 조명설비의 라이브러리에 <표3>의 공유

<표 3> 공유 매개변수 추가 항목

구분	특성
소비전력	Instance
기본사용시간	Instance
가변사용시간	Instance
월전력사용량	Instance
년전력사용량	Instance
가변 월전력사용량	Instance
가변 년전력사용량	Instance
월간 온실가스배출량(CO ₂)	Instance
월간 온실가스배출량(CH ₄)	Instance
월간 온실가스배출량(N ₂ O)	Instance
년간 온실가스배출량(CO ₂)	Instance
년간 온실가스배출량(CH ₄)	Instance
년간 온실가스배출량(N ₂ O)	Instance
가변 월간 온실가스배출량(CO ₂)	Instance
가변 월간 온실가스배출량(CH ₄)	Instance
가변 월간 온실가스배출량(N ₂ O)	Instance
가변 년간 온실가스배출량(CO ₂)	Instance
가변 년간 온실가스배출량(CH ₄)	Instance
가변 년간 온실가스배출량(N ₂ O)	Instance
배출계수(CO ₂)	Type
배출계수(CH ₄)	Type
배출계수(N ₂ O)	Type
온난화지수(CO ₂)	Type
온난화지수(CH ₄)	Type
온난화지수(N ₂ O)	Type

2. 선행 연구의 고찰

기연구된 논문 중 BIM을 활용하여 탄소배출량 산정에 활용한 것은 <표4>에서 언급하고 있다. 선행연구는 탄소배출량 관련 매개변수를 추가하여 추출하며, 건축물, 토목 등에 활용되는 자재 위주로 구성되어 있으며 설계, 시공분야에 초점을 맞추어져 있다.

<표 4> 선행연구 목록

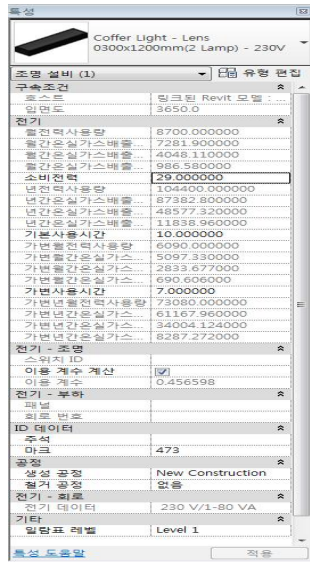
논문명	저자
철골조 건물의 탄소배출량 산정을 위한 BIM 라이브러리 구축	이재철
리모델링 단계의 탄소배출량 산정을 위한 BIM 모델 활용 방안 연구	이정재

논문명	저자
IFC 기반 강박스 교량 모델의 이산화탄소 배출량 산정 시스템	양문수
토목 BIM 기반의 탄소배출량 예측방안	김철환
건축물 전과정 CO2 평가와 친환경건축물인증을 위한 BIM 친환경성 표준라이브러리	홍성욱
BIM기반 설계 모델링에 따른 건축물의 CO2 배출량 산출에 관한 연구	남운용

3. 온실가스 배출량 매개변수 설정

3.1 매개변수의 설정

<표3>에서 제시한 공유 매개변수를 추가하기 위해 관리탭에서 공유 매개변수를 추가하고, 패밀리 매개변수를 추가하면 <그림1>과 <그림2>과 같이 적용된다.



<그림 1> 인스턴스 특성 화면



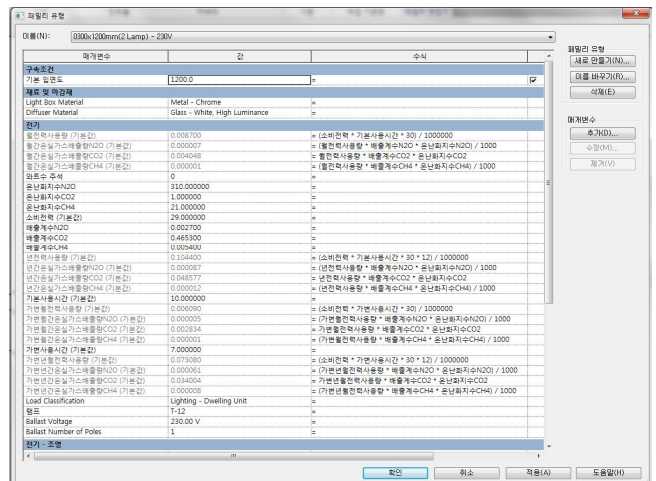
<그림 2> 타입 특성 화면

3.2 매개변수의 수식 설정

매개변수의 자동산출을 위한 전력공식과 <표1>, <표2>의 산식을 <표5>의 수식을 Schedule/ Quantities 입력하면 <그림3>과 같이 반영된다.

<표 5> 공유매개변수 수식 산정

구분	수식
소비전력	객체 특성에 따라 변동됨.
기본사용시간	10(AM8~PM6)
가변사용시간	7(격등제어에 따른 평균사용시간 입력)
월전력사용량	소비전력*기본사용시간*30일
년전력사용량	소비전력*기본사용시간*30일*12개월
가변 월전력사용량	소비전력*가변사용시간*30일
가변 년전력사용량	소비전력*가변사용시간*30일*12개월
월간 온실가스배출량(CO2)	월전력사용량*배출계수(CO2)*온난화지수(CO2)
월간 온실가스배출량(CH4)	월전력사용량*배출계수(CH4)*온난화지수(CH4)
월간 온실가스배출량(N2O)	월전력사용량*배출계수(N2O)*온난화지수(N2O)
년간 온실가스배출량(CO2)	월전력사용량*배출계수(CO2)*온난화지수(CO2)
년간 온실가스배출량(CH4)	월전력사용량*배출계수(CH4)*온난화지수(CH4)
년간 온실가스배출량(N2O)	월전력사용량*배출계수(N2O)*온난화지수(N2O)
가변월간 온실가스배출량(CO2)	가변월전력사용량*배출계수(CO2)*온난화지수(CO2)
가변월간 온실가스배출량(CH4)	가변월전력사용량*배출계수(CH4)*온난화지수(CH4)
가변월간 온실가스배출량(N2O)	가변월전력사용량*배출계수(N2O)*온난화지수(N2O)
가변년간 온실가스배출량(CO2)	가변월전력사용량*배출계수(CO2)*온난화지수(CO2)
가변년간 온실가스배출량(CH4)	가변월전력사용량*배출계수(CH4)*온난화지수(CH4)
가변년간 온실가스배출량(N2O)	가변월전력사용량*배출계수(N2O)*온난화지수(N2O)
배출계수(CO2)	0.4653
배출계수(CH4)	0.0054
배출계수(N2O)	0.0027
온난화지수(CO2)	1
온난화지수(CH4)	21
온난화지수(N2O)	310

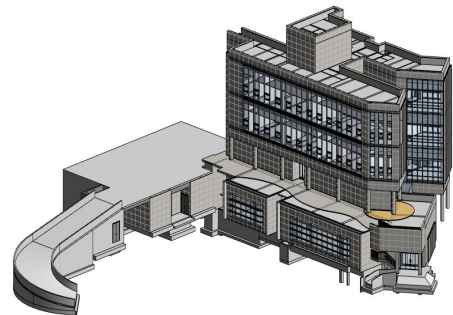


<그림3> 공유 매개변수 수식 반영

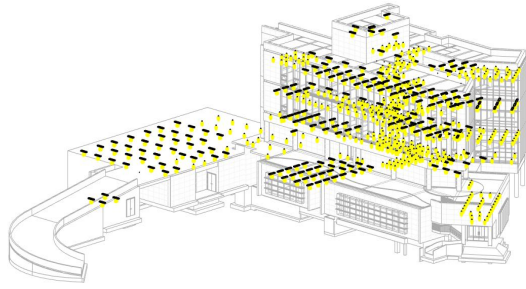
4. 온실가스 배출량 데이터 추출

4.1 프로젝트 선정

추출하고자 하는 모델은 조명설비 카테고리가 설치된 프로젝트인 <그림5>와 같이 선정하였으며 <표6>의 Library Specifications을 기준으로 추출하고자 한다.



<그림 4> 프로젝트(건축)



<그림 5> 프로젝트(MEP)

<표 6> Library Specifications

명칭	정격전력	투입량	사진
FHF32SSEX-D/29W (조명1)	29W	220	
EFQR2230EX-L (조명2)	27W	339	
L-17K57-T8B-E (LED), (조명3)	21W	220	
IL-11W-L-LS-CNP (LED), (조명4)	11W	339	

4.2 데이터 추출

<표7>와 같이 기본 조명기구와 전력절감 데이터, 고효율 조명기구로 교체 후 전력절감 데이터를 추출한다.

<표 7> 온실가스 배출량 데이터 추출 조건

데이터명	방법
기초 데이터(조건1)	<표6>의 조명1, 3를 1일 10시간 사용조건
전력절감 데이터(조건2)	<표6>의 조명1, 3를 격등 제어하여 1일 평균 7시간 사용 조건
고효율 조명기구 데이터(조건3)	<표6>의 조명2, 4를 1일 10시간 사용조건
고효율 조명기구 전력절감 데이터(조건4)	<표6>의 조명2, 4를 격등 제어하여 1일 평균 7시간 사용 조건

* 격등제어는 전체 조명 사용조건은 7시간 조건으로 계산함.

4.2.1 기초데이터

Schedule/ Quantities에서 <그림7>과 같이 추출조건을 설정하고 필터링한 결과 <그림6>과 <그림7>와 같이 추출되었다.

조명 장비 일련번호 2													
필터링	소비전력	기본사용시	일전력사용	년전력사용	월간온실가스	월간온실가스	월간온실가스	기본사용시	기본전력	기본일련번호	기본월간온실가스		
Coffer Light - Lens	29	10	0.0087	0.1044	0.004048	0.000001	0.000007	7	0.00609	0.07308	0.002834	0.000001	0.000005
Coffer Light - Lens 220													
Downlight - Recess	21	10	0.0063	0.0756	0.002831	0.000001	0.000005	7	0.00441	0.05292	0.002052	0.000001	0.000004
Downlight - Recessed Can: 389													

<그림 6> 전력량 및 온실가스 정보 추출(조건1, 2)

조명 장비 일련번호 2													
필터링	소비전력	기본사용시	일전력사용	년전력사용	월간온실가스	월간온실가스	월간온실가스	기본사용시	기본전력	기본일련번호	기본월간온실가스		
Coffer Light - Lens	27	10	0.0081	0.0972	0.003769	0.000001	0.000007	7	0.00567	0.06804	0.002838	0.000001	0.000005
Coffer Light - Lens 220													
Downlight - Recess	11	10	0.0033	0.0396	0.001555	0	0.000003	7	0.00231	0.02772	0.001075	0	0.000002
Downlight - Recessed Can: 389													

<그림 7> 전력량 및 온실가스 정보 추출(조건3, 4)

4.3 데이터 비교 및 분석

<그림6>, <그림7>에 따라 조명의 개수와 소비전력, 사용시간 등 가변요소에 의한 세부데이터를 <표8>와 <표9>과 같이 분석되었다.

<표 8> 조건1과 조건2의 온실가스 데이터 비교

데이터명	조건1		조건2	
	조명1	조명3	조명1	조명3
월전력사용량	1.914[MWh]	2.135[MWh]	1.338[MWh]	1.494[MWh]
년전력사용량	22.968[MWh]	25.628[MWh]	16.0776[MWh]	17.938[MWh]
월간배출량(CO2)	0.8905[tCO2eq]	0.9834[tCO2eq]	0.6234[tCO2eq]	0.6851[tCO2eq]
월간배출량(CH4)	0.0002[tCO2eq]	0.00024[tCO2eq]	0.00015[tCO2eq]	0.00016[tCO2eq]
월간배출량(N2O)	0.00158[tCO2eq]	0.00178[tCO2eq]	0.00112[tCO2eq]	0.00123[tCO2eq]
년간배출량(CO2)	10.686[tCO2eq]	11.920[tCO2eq]	7.4808[tCO2eq]	8.346[tCO2eq]
년간배출량(CH4)	0.00252[tCO2eq]	0.00281[tCO2eq]	0.0018[tCO2eq]	0.00192[tCO2eq]
년간배출량(N2O)	0.0188[tCO2eq]	0.0213[tCO2eq]	0.0134[tCO2eq]	0.015[tCO2eq]
년간온실가스배출량	10.7301[tCO2eq]	11.9441[tCO2eq]	7.4904[tCO2eq]	8.382[tCO2eq]

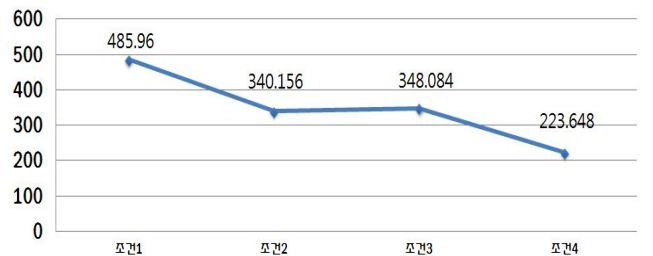
<표 9> 조건3과 조건4의 온실가스 데이터 비교

데이터명	조건3		조건4	
	조명1	조명3	조명1	조명3
월전력사용량	1.782[MWh]	1.1187[MWh]	1.2474[MWh]	0.783[MWh]
년전력사용량	21.384[MWh]	13.4244[MWh]	12.9688[MWh]	9.396[MWh]
월간배출량(CO2)	0.8291[tCO2eq]	0.5203[tCO2eq]	0.5804[tCO2eq]	0.3645[tCO2eq]
월간배출량(CH4)	0.00020[tCO2eq]	0.00012[tCO2eq]	0.00014[tCO2eq]	0.00008[tCO2eq]
월간배출량(N2O)	0.00149[tCO2eq]	0.00099[tCO2eq]	0.00104[tCO2eq]	0.00055[tCO2eq]
년간배출량(CO2)	9.9492[tCO2eq]	6.2436[tCO2eq]	6.9648[tCO2eq]	4.3716[tCO2eq]
년간배출량(CH4)	0.0024[tCO2eq]	0.00144[tCO2eq]	0.00168[tCO2eq]	0.0005[tCO2eq]
년간배출량(N2O)	0.01788[tCO2eq]	0.01116[tCO2eq]	0.01248[tCO2eq]	0.00788[tCO2eq]
년간온실가스배출량	9.98948[tCO2eq]	6.2588[tCO2eq]	6.97886[tCO2eq]	4.38045[tCO2eq]

기존의 조명과 고효율 조명기구의 전력절감에 따른 데이터는 <표10>와 같이 추출되었다. 조건1과 대비하여, 격등 제어를 통한 절약으로 30%를 절감하였으며, 고효율조명기구의 경우, 격등제어를 하지 않고도 28%의 절감을 보였다. 고효율 조명기구를 절약하여 사용할 경우 53%의 전력사용량이 감소된 수치를 보였다. 이는 전력사용량은 전기요금과도 밀접한 관계가 있어, 정부의 고효율 조명기기 보급에 대한 정책 당위성을 강조 할 수 있는 근거로 볼 수 있다.

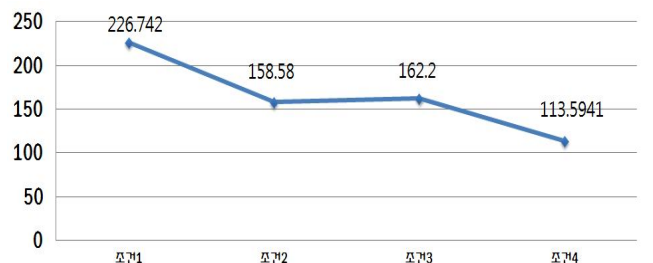
<표 10> 전력사용량의 비교(10년 기준)

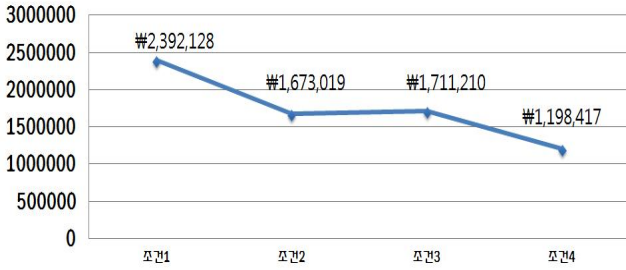
데이터명	조건1	조건2	조건3	조건4
전력사용량	485.96[MWh]	340.156[MWh]	348.084[MWh]	223.648[MWh]
비교(조건1대비)		▼ 30%	▼ 28%	▼ 53%



<표 11> 온실가스 배출량의 비교(10년 기준)

데이터명	조건1	조건2	조건3	조건4
온실가스배출량	226.742[tCO2eq]	158.58[tCO2eq]	162.2[tCO2eq]	113.5941[tCO2eq]
금액(KAL15기준)	₩2,392,128	₩1,673,019	₩1,711,210	₩1,198,417
비교(조건1대비)		▼ 30%	▼ 28%	▼ 53%





전력소비에 따른 온실가스 배출 데이터는 <표11>와 같이 추출되었다. 기존 조명기기와 비교한 결과 온실가스 배출량이 현저하게 감소하였으며, 10년 기준으로 최대 1백만원 이상의 거래 할 수 있는 배출권을 획득하였다. 전력사용량은 온실가스 배출과도 연계되어 환경적 측면에서의 고효율 조명기기의 당위성을 강조하였다.

5. 결 론

본 논문을 통해 BIM TOOL중 인지도가 높은 Revit을 활용하여 전력을 소비하는 설비 중 조명설비를 대상으로 온실가스 배출량 산출을 위한 공유 매개변수를 추가하여 전력소비에 따른 온실가스 배출량의 변화를 수치상으로 증명하였다. 산자부는 에너지융합리화 추진에 따라 공공기관 건물의 LED 교체비용을 2020년까지 100% 교체에 대한 당위성에 적극 활용 될 데이터로 활용할 수 있다.

BIM은 건축 그리고 토목까지 적용되며, 최근 이슈 되었던 싱크홀 발생 예방을 위해 국토교통부는 “3D 지하공간 통합지도” 구축 등 융·복합 기술 적용의 비전을 제시하고 있다. BIM을 단순히 시각적 기술측면으로 인지하는 것이 아닌 정보의 활용에 초점을 두고 접근한다면, 다양한 기술과의 연계를 통해 효율적인 정보 추출과 편의성을 제공할 것으로 예측된다. 본 논문으로 인해 건물의 전력소비에 따른 온실가스 감축을 위한 데이터는 후후 전력분야의 탄소절감에 관한 정책과 제도의 개선에 효율적으로 활용되기를 기대한다.

[참 고 문 헌]

- [1] 한국전기공사협회, “BIM(Revit MEP) 공유매개변수를 활용한 부속 자재 및 빌딩 전력절감 데이터베이스 추출”, 임명수, 2013년 11월
- [2] 동명대학교, “철골조 건물의 탄소배출량 산정을 위한 BIM 라이브러리 구축”, 이재철, 2014년
- [3] 관계부처 합동[국무조정실·미래창조과학부·기획재정부·외교부·농림축산식품부·산업통상자원부·환경부·국토교통부·해양수산부], “국가 온실가스 감축목표 달성을 위한 로드맵”, 녹색성장위원회심의, 국무회의보고 2014년 1월
- [4] 서울국립산림과학원 “지국온난화와 산림 그리고 탄소나무계산기”서정호, 이경학 등, 2006년 11월
- [5] “BIM 적용을 위한 Revit MEP 활용 실무가이드” 권방호, 2014년 2월
- [6] 금호전기 홈페이지 [http://www.khe.co.kr], 제품정보