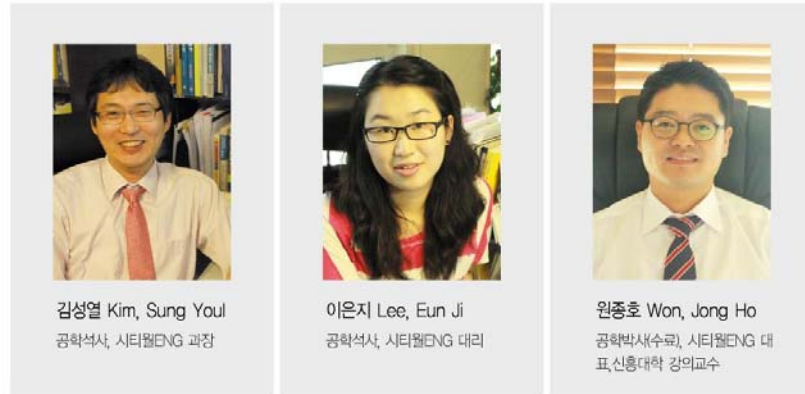


친환경 건축 인증제도와 외피시스템과의 연계성



김성열 Kim, Sung Youl
공학석사, 시티월ENG 과장

이은지 Lee, Eun Ji
공학석사, 시티월ENG 대리

원종호 Won, Jong Ho
공학박사(사수료), 시티월ENG 대표, 신홍대학 강의교수

홈페이지: www.citywalleng.co.kr

1. 들어가는 글

지난 기고문에서는 LEED AP 소개와 적용방안, 열관류율에 대한 설명과 선정 프로그램을 소개하였다. 2차 기고문에서는 LEED 적용 항목중 가장 큰 비중을 차지하는 EA(Energy and Atmosphere)의 근간이 되는 ASHRAE STANDARD의 변화를 소개하고, 외피에서의 단열성능의 중요성에 대하여 서술하고자 한다.

1.1 ASHRAE STANDARD 90.1 기준변화

TYPE	ASHRAE STANDARD 90.1-2004		ASHRAE STANDARD 90.1-2007	
	U-VALUE	SHGC	U-VALUE	SHGC
VERY HOT	1.22	0.25	1.2	0.25
HOT	1.22	0.25	0.7	0.25
WARM	1.22	0.39	0.6	0.25
MIXED	0.57	0.39	0.5	0.4
COOL	0.57	0.39	0.45	0.4
COLD	0.57	0.39	0.45	0.4

표 1.1 ASHRAE STANDARD 참조기준 변화
*10.1%~40% 기준(metal framing: Curtain Wall/Storefront)

90.1-1999, LEED 2.2은 ASHRAE STANDARD 90.1-2004, LEED 2009는ASHRAE STANDARD 90.1-2007을 에너지 절감률 산출을 위한 기준 모델로 참고 있다. ASHRAE 2004와 2007를 2004에 비해서 U-VAULE(열관류율)과 SHGC(일사취득계수)를 더욱 강화하였으며, 특히, 외피시스템이 기존의 방식과 달리 커튼월 시공이 증가되면서 유리나 알루미늄 또는 강재의 사용으로 인하여 기존보다 에너지 효율에 따른 취득 가능 점수에 대한 내용과 영향이 커졌다. 표2.1에서 보듯이 냉대기후 일수록 열관류율은 엄격해졌으며, 일사취득량을 늘리는 상황으로 강화되었다. 따라서, 커튼월 및 외피시공을 수행하는 사람들은 이를 인지해야 할 것 같다. LOW-E유리나

EA(Energy and Atmosphere)항목의 근간이 되는 기준은 ASHRAE의 90.1이다. LEED 2.1은 ASHRAE STANDARD

THERMAL BREAK 등 또는 삼중유리 등 외피가 외기의 열전달을 줄이는 방안의 연구와 기술 개발이 필요 할 것으로 시료된다.

1.2 LEED 2009의 EA(Energy and Atmosphere)항목 변화점

구분	LEED 2.2 평가기준		LEED 2009 평가기준	
	내용 (용도 및 규모)	점수	내용 (용도 및 규모)	점수
1	전체 건물 에너지 시뮬레이션	10	전체 건물 에너지 시뮬레이션	1-19
2	ASHRAE Advanced Energy Design Guide Small Office Building 2004	4	ASHRAE ADVANCED ENERGY DESIGN GUIDE (PATH1, PATH2, PATH3)	1
3	Advanced Buildings Core Performance Guide	2-5	Advanced Buildings Core Performance Guide	1-3
4	Benchmark Basic Criteria and Prescriptive Measures	1	-	-

표 1.2 LEED 1.2 버전과 LEED 2009 버전 평가항목 비교

LEED 2.2의 항목은 ASHRAE GUIDE에 적합하면 점수를 항목당 2~5점까지 받을 수 있었으며, 최대 10점까지 받을 수 있지만, LEED 2009에서는 ASHRAE GUIDE를 따른다고 하더라도, 최대 받을 수 있는 점수는 4점으로 제한이 되어있다. 그만큼 에너지 시뮬레이션의 비율이 증가되었으며, 최대 점수는 19점이다.

EA의 항목 점수는 LEED의 버전이 변경될수록 높아지고 있다. 특히 이절에서 설명하려는 부분은 EA의 항목 중 에너지 시뮬레이션의 중요함을 설명하고자 한다. 기존의

1.3 LEED의 에너지 절감률에 따른 점수

기본적인 에너지 절감률에 대한 식은 $(B-P)/P \times 100$ 이다. B는 기준모델(ASHRAE Standard 90.1-2007)에 의해 선정된 에너지 모델이며, P는 해당 프로젝트 모델이다. 기준모델은 해당 지역의 기상조건을 고려한 시뮬레이션 모델이며, 프로젝트 모델은 기술 및 시스템의 변경으로 인해 에너지 절감 효과를 볼 수 있는 모델로 각각의 연간 에너지 소비량을 산정하여 소비량의 차를 바탕으로 절감률을 계산한다. 각 에너지 절감률에 따른 점수는 12%절감시 1점, 16% 절감시 3점으로 절감률은 4%증가시 2점씩을 주게 된다. 최종적으로 48%를 줄이게 되면 19점을 받을 수 있다.

위와같이 커튼월 및 외피의 열적성능이 냉난방 부하에 매우 중요한 요소이다. 외부와 내부의 온도차로 인한 열 손실이 줄어들어 연간 에너지 소비량이 줄어들 것이며 화석연료로 인한 환경 파괴도 막을 수 있을 것이다.

2. 몸 글

본장에서는 건물 에너지 시뮬레이션 소개와 창호의 시뮬레이션 결과위주를 중심으로 1기업 의뢰에 의해 Therm & Window로 수행된 프로젝트를 소개하고자 한다.

2.1 건축물 에너지 시뮬레이션 소개

본 절에서는 기존의 연구 결과를 토대로 분석하였으며, 고동환박사의 논문(LEED 2009와 국내 친환경건축물 인증제도에서의 건물에너지 효율평가기준에 따른 에너지 절감률과 연간소비량 연구)을 중심으로 소개하고자 한다. eQuest는 대표적인 에너지 해석프로그램으로 그린빌딩 협의회(USGBC)에서도 추천하는 건물 에너지 시뮬레이션 및 분석 프로그램이다.

도시	위도	경도	HDD	CDD	Climate Zone (ASHRAE)	
인천	37.28	126.33	2,782	1,920	3C	Dfa **
강릉	37.45	128.53	2,407	2,044		
광주	35.70	126.55	2,255	2,294	4A	Cfa **
울산	35.32	129.19	2,125	2,190		

* HDD: heating degree days (18°C baseline), CDD: cooling degree days (10°C baseline)

**Köppen classification

표2.1 각 도시들의 주요 기상데이터

창호 종류	DOE Glass Code	U-value	SHGC
G1 Single Clear	1001	1.09	0.81
G2 Single Low-E Clear	1602	0.75	0.72
G3 Double Ref-D Tint	2471	0.48	0.35
G4 Double Ref-C Clear (Argon)	2448	0.39	0.26
G5 ASHRAE Standard 90.1-2007*	각 지역에 따른 ASHRAE 기준 적용		
G6 Triple Low-E	3692	0.21	0.15
G7 High-R Dynamic	None	0.15	0.05

* 각 지역(Climatic Zone)에 따른 ASHRAE 90.1-2007 적용: 인천

표2.2 창호의 종류 및 특징

창면적비(천장크 기준)*	층고에 따른 창면적비(WWR)**
10 %	6.9 %
20 %	13.8 %
30 %	20.8 %
40 %	27.7 %
50 %	34.6 %
60 %	41.5 %
70 %	48.5 %
80 %	55.4 %
90 %	62.3 %
100 %	69.2 %

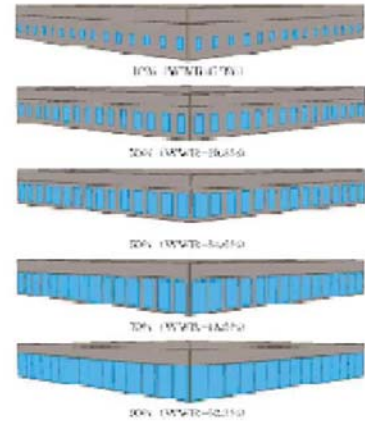
*Window area (percent of Net wall area (Floor to Ceiling))

**WWR (Window to Wall Ratio)

그림 2.1 창호 면적비 층고에 따른 창 면적비

일단 기상 데이터는 Energy Plus를 통해서 산정하였으며, 국내를 기준으로 4개 도시(인천, 강릉, 광주, 울산)에 대하여 수행하였다.

건물의 개구부는 창호의 종류 및 특징을 반영한 값으로 하였다. 이는 유리만 고려했을 뿐이며, 부자재 알루미늄 및 강재에 대한 내용은 고려되지 않은 상태로 판단되며, 창호의 종류 및 특징은 표 2.2와 같다.



도시	창호 종류						
	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7
인천	114.9	105.0	101.8	98.6	98.2	90.6	79.7
울산	107.0	98.9	94.6	91.3	88.9	83.9	74.5
강릉	109.9	100.9	97.6	94.4	91.1	86.5	76.5
광주	109.8	101.6	97.0	94.0	91.6	86.8	77.1

표2.4 창 종류 및 크기에 따른 연간 에너지 소비량

논문의 해석결과는 창면적비와 사용되는 창호의 종류에 따라 분류를 하였으며, 창호의 열적특성에 따라 연간 에너지 소비량을 분석하였다. 유리의 성능이 좋으면 좋을수록 에너지 소비량은 줄어들었으며, 그 결과는 표2.3과 같다. 창종류 및

크기에 따른 연간 에너지 소비량은 창호면적에 대해서 단창을 사용할 많은 차이가 발생하였으며, 유리성능이 좋을수록 에너지 소비량의 격차는 줄어들었다. 그 결과는 표 2.4와 같다.

인천	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7
10%	85.7	84.6	84.3	83.9	82.5	82.75	78.5
20%	92.4	89.3	88.4	87.3	86.3	84.9	78.7
30%	99.2	94.1	92.3	90.6	89.9	88.7	79.0
40%	105.0	98.8	95.3	93.9	93.4	88.4	79.3
50%	112.6	103.4	100.1	97.1	96.9	90.0	79.5
60%	119.0	108.0	104.0	100.4	100.2	91.6	79.8
70%	125.4	112.1	108.0	103.6	103.6	93.2	80.1
80%	131.4	116.3	111.7	106.8	106.8	94.7	80.3
90%	135.9	120.2	115.1	109.6	109.6	96.1	80.6
100%	141.0	123.4	118.3	112.4	112.4	97.9	80.8
윤산	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7
10%	79.4	78.5	78.0	77.6	76.2	76.7	73.8
20%	83.6	81.3	80.4	79.5	77.7	77.5	73.1
30%	92.2	87.9	85.4	83.8	81.7	80.2	74.2
40%	98.7	92.7	89.1	85.9	84.6	81.8	74.4
50%	105.0	97.3	92.9	90.0	87.4	83.3	74.6
60%	111.1	102.0	96.6	93.0	90.4	84.9	74.8
70%	117.0	106.4	100.4	96.1	93.4	85.4	74.6
80%	122.7	110.7	104.1	99.2	96.4	88.0	74.9
90%	127.5	114.3	107.3	101.9	99.0	89.3	75.1
100%	132.3	118.3	111.4	106.2	101.6	90.5	75.3
강상	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7
10%	81.7	80.7	80.5	80.1	78.2	79.0	75.6
20%	88.1	85.2	84.4	83.4	81.0	81.1	75.8
30%	94.7	89.8	88.3	86.6	83.8	82.8	76.0
40%	101.3	94.5	91.9	89.8	86.7	84.4	76.2
50%	107.6	99.2	95.7	92.9	89.5	86.0	76.4
60%	113.9	103.7	99.6	96.0	92.6	87.6	76.6
70%	119.9	108.2	103.5	99.2	95.6	89.1	76.9
80%	125.7	112.3	107.3	102.3	98.6	90.6	77.1
90%	130.8	115.9	110.6	105.1	101.2	91.8	77.3
100%	135.7	119.4	114.4	108.9	103.9	92.6	77.5
광주	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7
10%	82.2	81.5	81.0	80.5	79.1	79.6	76.1
20%	88.5	85.9	84.7	83.7	81.6	81.5	76.3
30%	95.0	90.5	88.5	86.8	84.5	83.2	76.6
40%	101.3	95.2	92.1	89.8	87.3	84.7	76.8
50%	107.6	99.9	95.6	92.7	90.1	86.2	77.0
60%	113.6	104.4	98.9	95.5	93.0	87.6	77.2
70%	119.6	108.6	102.5	98.5	96.0	89.1	77.4
80%	125.2	112.9	106.1	101.4	98.9	90.5	77.6
90%	130.0	116.5	109.3	104.0	101.4	91.7	77.8
100%	134.7	120.1	111.3	107.0	104.1	93.8	78.0

*단위: Mcal/m²년

표24 창 종류 및 크기에 따른 연간 에너지 소비량

논문의 연구결과, 난방 부하에 대해서 유리사양과 열전도율이 낮은 멀리언등을 사용하는 방식이 에너지 소비량 절감에 큰 영향을 미칠 것으로 사료된다.

2.2 창호 시뮬레이션

2.1장은 건물전체의 에너지 소비량과 열관류율에 대한 내용이었으며, 본절에서는 창호의 시뮬레이션 결과를 위주로 서술할 것이다. 기업 의뢰에 의해 Therm & Window를 사용하여 수행한 프로젝트를 소개하고자 한다. 당 프로젝트는 해당 창호의 열관류율평가와 온도저하율로 인한 결로 발생유무를 검토했다.

2.2.1 열관류율 해석

시뮬레이션을 수행하는 조건은 그림 2.21과 같다. 각 부재의 열전도율을 산정하여 모델링을 수행하였다.

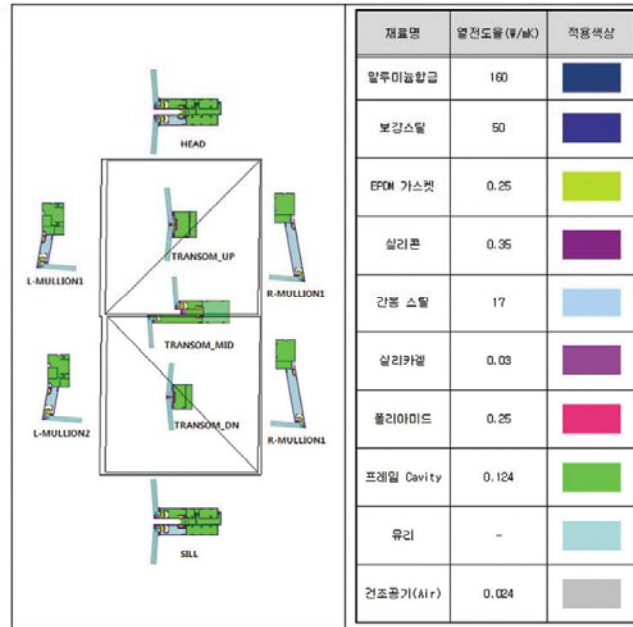


그림 2.2.1 Simulation 모델링

온도 분포에 대한 결과는 그림 2.2.2에서 2.2.3과 같으며, 분포도에 나타났듯이 유리를 통해서 전도되는 분포를 나타냈으며, 열전도율이 상대적으로 큰 알루미늄 부재에서 온도가 낮게 측정되었다. 열교차단제인 간봉 및 폴리아미드의 위치 및 성능에 따라서 온도분포의 차이가 나타났다.

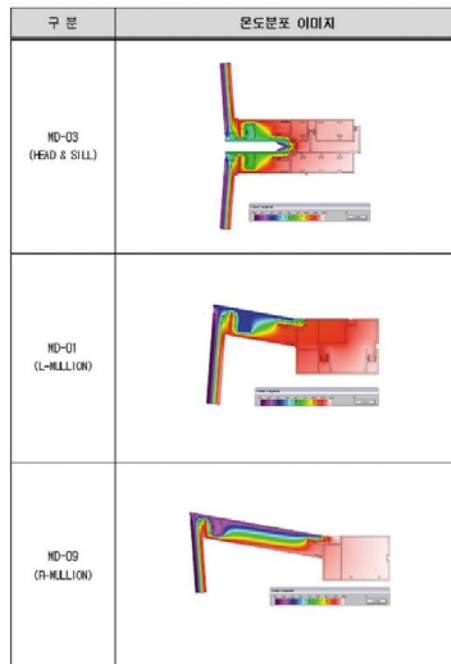


그림 2.2.2 온도분포 이미지

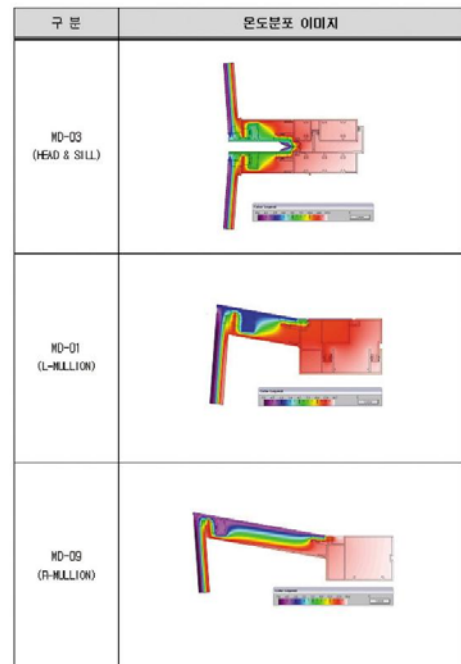


그림 2.2.3 온도분포 이미지

SECTION		AREA (M ²)	U-FACTOR (W/M ² -K)	HEAT FLUX(W)
HEAD	F	0.0319	3.229	0.10289
	E	0.0608	3.743	0.22742
L_MULLION1	F	0.1548	2.235	0.34602
	E	0.0603	3.439	0.20739
L_MULLION2	F	0.1546	2.235	0.34558
	E	0.0603	3.439	0.20739
R_MULLION1	F	0.0773	2.405	0.18593
	E	0.0603	4.554	0.27463
R_MULLION2	F	0.0773	2.405	0.18593
	E	0.0603	4.554	0.27463
TRANSOM_UP	F	0.3564	3.604	1.28444
	E	0.1603	8.190	0.65651
TRANSOM_MID	F	0.0645	3.159	0.20382
	E	0.1215	7.254	0.44075
TRANSOM_DN	F	0.3520	3.666	1.29040
	E	0.0608	3.743	0.22742
SILL	F	0.0645	3.229	0.20834
	E	0.0608	3.743	0.22742
상부GLAZING		3.4784	2.692	9.36385
하부GLAZING		2.2568	2.692	9.38377
TOTAL		9.1005		25.86384
TOTAL U-VALUE (W/m ² -K)			2.842	
TOTAL R-VALUE (m ² -K/W)			0.352	

그림 2.24 단열성능

열관류율의 산정방법은 각부위의 U-FACTOR(W/m²-K)를 산정하고, 면적(외기와 접하는 몇X길이)을 곱한 값이다. HEAT FLUX(W) = AREA(M²) × U-FACTOR(W/M²-K)이다. 각 부위의 결과 취합은 표 2.5와 같으며, 한 모퉁이에 대한 최종 열관류율은 2.8423(W/M²-K)으로 산정되었다.

2.3.2 결로 해석

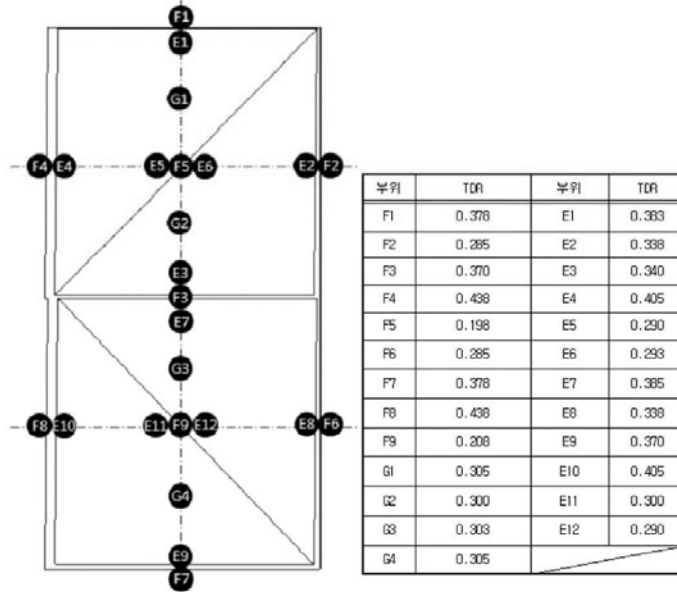


그림 2.2.5 TDR 판단

결로의 여부는 프레임 및 유리 표면온도와 실내의 상대습도에 영향이 크다. 이 기준이 되는 항목이 TDR(온도저하율) $= (\theta E - \theta X) / (\theta E - \theta)$ 이며, 여기서 θE 는 외기온도, θ 는 내기온도, θX 는 측정표면온도로 각 부위의 온도 변화율을 직선으로 표현하면, 그림 2.2.6과 같은 결과를 도출할 수 있다.

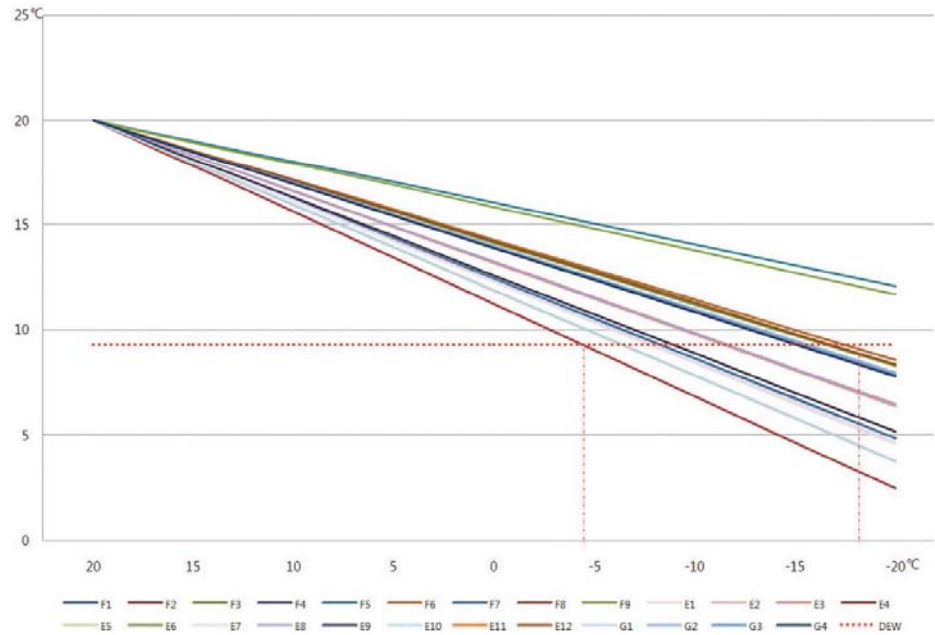


그림 2.2.6 결로발생 예측 상관그래프

2.3 몸글 결론

결로의 대한 결과는 Edge 4, 10번의 경우는 외기온도가 -3.60°C 이하에서 결로가 발생할 것으로 예측되며, Frame 4, 8번의 경우는 외기온도가 -5.60°C 이하에서 결로가 발생할 것으로 예측된다. 또한, Glazing 2번의 경우는 외기온도가 -15°C 이하에서 결로가 발생할 것으로 예측된다.

마지막으로, Frame 5,9 의 경우는 외기온도가 -20°C 일 경우 실내온도가 이슬점 온도인 9.3°C 보다 높게 나타나기 때문에 결로가 발생되지 않을 것으로 예측된다.

현재 국내의 창 및 문에 적용되는 열관류율은 건축관련법규(건축물의 설비기준등에 관한 규칙 제21조,2008)에서는 중부지방 기준 $3.0(\text{W}/\text{m}^2\text{-K})$ 로 되어있으며, ASHRAE의 기준에 비하면 높은 값으로 제정되어 있다. 결로의 문제는 발생하지 않겠지만, 냉난방부하에 대한 에너지원 소비량은 아직 미흡한 것으로 사료된다.

3. 마치는 글

위와같이 LEED와 외피와의 상호 연계성에 대하여 서술하였다. LEED의 EA(Energy and Atmosphere)는 건축 중 외피와 관련된 사항의 비중이 크며 특히 냉난방부하를 효과적으로 줄이는 방안이 핵심이라 할 수 있다.

또한, 냉난방 부하는 외피의 열관류율과 밀접한 관련이 있으므로 열관류율을 줄이기 위한 방법들이 강구되어야 할 것이다. 단열성능이 우수한 재료를 사용함으로써 커튼월등의 외피에서 발생하는 에너지 손실을 줄일 수 있을 것으로 판단된다.

참고문헌

- 1) LEED(Leadership in Energy and Environmental Design), GREEN BUILDING DESIGN AND CONSTRUCTION, VERSION 3.0, 2009
- 2) 고통환, 'LEED 2009와 국내 친환경건축물 인증제도에서의 건물에너지 효율평가기준에 따른 에너지 절감률과 연간소비량 연구', 대한건축학회 계획계, 2010
- 3) ASHRAE STANDARD 90,1-2004(The American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers)
- 4) ASHRAE STANDARD 90,1-2004(The American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers)
- 5) LBNL, THERM 5,2/WINDOW 5,2 NFRC Simulation Manual, 2006