

# LEED 인증사례 분석을 통한 교육시설의 녹색건축 인증기준에 관한 연구

## A Study on Green Building Certification Criteria of Educational Facilities based on LEED Certified Cases

안동준\*

Ahn, Dong-Joon\*

(Submit date : 2014. 5. 2., Judgment date : 2014. 5. 3., Publication decide date : 2014. 6. 26.)

**Abstract** : Sustainability became the keyword of our society worldwide, and it is undoubtful that buildings are mainly responsible for green house gas emission and energy consumption. Among different project types, educational facility was selected in this study to find out what needs to be addressed in order to provide students better learning environments. Scorecards from 32 LEED certified school projects went through analysis and essential components as design strategies in sustainable educational facilities were extracted based on application rate of each credit in LEED for School(2009). The extracted data were further analyzed in comparison with related components in G-SEED. The results would be used as guidelines for those of who design sustainable education facilities and prepare green building certifications. and it would further foster architect's responsibility towards green society in Korea.

**Key Words** : LEED for School, Sustainability, Educational Facility, Green Building Certification Criteria, G-SEED

### 1. 서 론

#### 1.1 연구의 배경

현재 세계적으로 천연자원의 고갈과 환경 파괴가 심각한 문제로 제기되고 있으며, 도시의 대부분을 차지하고 있는 건축물이 환경파괴의

주 원인인 탄소배출과 천연자원 및 에너지 소비의 주범이라는 사실은 친환경 건축물의 필요성을 한층 더 강조하고 있다. 정부는 2002년 1월부터 주거용 건축물에 대한 친환경 건축물 인증 제도를 시행해 왔고, 2013년 6월, 기존의 인증제도는 녹색건축인증에 관한 규칙 및 인

\*안동준 : 금오공과대학교 건축학부 조교수, LEED AP  
E-mail : djahn@kumoh.ac.kr, Tel : 054-478-7590

\*Ahn DongJoon : Assistant Professor, LEED AP, School of  
Architecture, Kumoh National Institute of Technology  
E-mail : djahn@kumoh.ac.kr, Tel : 054-478-7590

증기준(G-SEED)이 시행되면서 유사한 인증 제도가 통합된 단일의 인증제로 거듭나게 되었다. 다양한 건축물의 유형 중에서도 교육시설은 별도의 독립적인 기준에 의해 평가되는 건물 유형 중 하나이며, 친환경 교육시설의 확산은 다음세대를 이끌어갈 학생들에게 보다 나은 교육여건을 제공할 뿐 아니라, 지구환경 보전 및 에너지 절약의 중요성을 학생들에게 인식시킬 수 있는 교육적 효과까지 동시에 유발할 것으로 기대된다.

미국 그린빌딩협의회(USGBC)는 LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) 인증제도를 1998년부터 운영해 오고 있으며, LEED 2009(v3)가 발표되면서 프로젝트 유형별로 10개의 독립적 인증기준이 세부적으로 마련되었고, LEED for School 이라는 독립적 인증기준도 이 시기에 최초로 나타나게 되었다.

## 1.2 연구의 방법 및 대상

본 연구에서는 우선적으로 LEED 2009를 대상으로 한 인증기준에 관한 고찰을 통해 교육시설 인증에 있어서의 특수성을 파악하고, LEED 인증을 획득한 32개의 교육시설을 대상으로, 스코어카드를 영역별 및 항목별로 분석하고 반영률을 파악하고자 한다. 인증 사례에서 반영률이 높은 항목들은 경제성, 시공성 및 친환경성 등 다양한 시각에서 실현가능성이 높다는 것으로 해석되며, 이를 토대로 국내 친환경 교육시설의 인증에서 고려되어야 할 부분을 제시하고자 한다. 미국 그린빌딩협회에서는 2014년 4월까지 LEED for School(2009)하에 인증을 받은 175개에 달하는 교육시설 프로젝트의 스코어카드를 공개하고 있는데, 가장 최근에 개정된 버전인 LEED v4 인증을 획득한 교육시설 사례는 현재까지 공개되지 않고 있

다. 따라서 LEED for School(2009)하에 인증을 받은 교육시설 중에서 Platinum 등급의 8개 사례를 우선적으로 분석대상으로 선정하고, 그 외 Gold, Silver, Certified 등급에서 각각 8개의 사례를 고득점 순으로 선별한 후 분석대상에 포함하여 총 32개의 사례를 대상으로 선정하였다. 등급별로 8개라는 동일한 수를 선정한 이유는 등급 간의 반영률 비교 시에 대상 집단의 규모 차이에서 발생하는 반영률의 오차를 최소화하기 위함이다.

## 2. LEED 인증기준에 관한 고찰

2014년 5월 현재, 개정된 LEED v4가 시행되고 있으나 본 연구의 사례분석은 LEED for School(2009)의 프로젝트가 대상이 되므로 인증기준에 관한 고찰은 LEED 2009를 대상으로, 신축 건물에 해당하는 LEED for New Construction(NC)과 교육시설을 대상으로 하는 LEED for School 간의 차별성을 파악하였다. LEED NC에서 추가, 대체된 LEED for School의 평가 항목은 <표 1>과 같이 나타난다.

Table 1. LEED for School Contents supplemented or alternated from LEED NC

LEED for School(2009)		
영역	구분	평가 항목
지속가능한 대지 (SS)	Prereq. 2	대지의 환경성 평가
	Credit 9	대지의 마스터플랜
	Credit 10	시설 공동이용계획
효율적인 수자원 활용 (WE)	Credit 4	공정용수 이용의 최소화
실내 환경 (IEQ)	Prereq. 3	음향성능 최소기준
	Credit 4	지배출 자재
	Credit 9	음향성능 강화기준
	Credit 10	곰팡이 방지

### 2.1 지속가능한 대지(SS)

LEED for School의 지속가능한 대지(SS)

영역에서 나타나는 교육시설의 특수성을 반영하는 항목들을 살펴보면 대지의 환경성 평가, 대지의 마스터플랜, 시설 공동이용계획 등이 있다. 첫 번째로, 필수항목(Prerequisite)으로 지정되어 있는 대지의 환경성 평가는 대지 내 토양의 오염물질 함유 여부를 파악하기 위해 ASTM<sup>1)</sup> 기준에 의거한 검증을 요구한다. 이는 학교에서의 일상생활이 토양과 직접적인 접촉을 유발하는 다양한 행위로 이루어져 있고, 특히 어린 학생들은 면역능력이 낮으며 유해물질에 노출되면 신체성장 뿐만 아니라 학습능력에도 치명적 영향을 미칠 수 있기 때문이다. 두 번째로 대지의 마스터플랜 항목은 변화하는 교육시설의 수요에 대응하기 위한 장기적인 마스터플랜을 요구한다. 구체적으로 이 마스터플랜은 지속가능한 대지(SS) 영역 내의 대지선정, 대지개발, 우수관리계획, 열섬현상 및 빛 공해와 관련된 7개의 항목 중 최소 4항목 이상을 충족시키도록 요구하고 있다. 이는 교육정책, 학생 수, 교과과정 또는 예산의 규모 등이 장기적으로 변화할 것을 예상하고, 차후 증축 혹은 리모델링 시에 마스터플랜에서 제시된 기본적인 친환경적 요소들이 계획에 반영될 수 있도록 하기 위한 것으로 판단된다. 세 번째로 시설 공동이용계획 항목은 교육시설이 건물의 일부분, 운동장 혹은 주차장 등을 지역 커뮤니티와 공동으로 사용하도록 요구한다. 지역의 공공시설이 교육시설 내에 들어오고, 학생들이 다양한 비교과 활동을 지역의 공공시설을 이용하여 수행함으로써 기존 시설의 활용도를 제고하고, 비효율적인 공공시설에 소비되는 경제적, 인적 자원 및 에너지를 최소화 하는데 기여할 것으로 예상된다.

## 2.2 효율적인 수자원 활용(WE)

효율적인 수자원 활용(WE) 영역에서 나타나는 교육시설의 특수성을 반영하는 항목은 공정용수 이용의 최소화로서, 식음용수의 세탁기 및 식기세척기로의 공급을 줄이기 위해 장비별 최대 소비량을 설정하여 기준을 초과하지 않도록 규제하고 있으며, 시설 내 냉각설비에서 식음용수가 냉매로 사용되는 것을 제한하고 있다. 이는 수자원의 효율적인 소비를 유도함으로써 상수도 처리과정에서 소비되는 자원과 에너지를 최소화하고 상수도원을 장기적으로 유지 및 보존하기 위한 의도로 파악된다.

## 2.3 실내 환경(IEQ)

실내 환경(IEQ) 영역에서 나타나는 교육시설의 특수성을 반영하는 항목들을 살펴보면 음향성능 최소기준, 저배출 자재, 음향성능 강화기준, 곰팡이 방지 등이 있다. 첫 번째로, 필수항목(Prerequisite)인 음향성능 최소기준과 일반항목(Credit)인 음향성능 강화기준은 냉난방 및 공조 설비로부터 발생하는 배경소음의 최대 허용기준을 설정하고, 흡음 마감재를 적절히 사용하여 잔향시간을 조절하며, ANS I<sup>2)</sup>에서 제시하는 교육시설의 음향투과등급을 창호를 제외한 건물 내,외벽에 적용하도록 요구하고 있다. 두 번째로, 저배출 자재 항목은 LEED NC에서 접착제 및 실런트, 페인트 및 코팅제, 바닥재, 합성목재 및 재배섬유 제품 등 건축자재를 4개 부문으로 구분하고, 배출되는 휘발성 유기화합물의 최대 허용기준을 자재별로 제시하여 실내 공기오염을 최소화하고 있다. LEED for School에서는 NC의 4개 부문 외에 가구 및 비품, 천정 및 벽체 등 2개 부문을 추가하여 한 층 더 심화된 기준을 제

1) American Society for Testing and Materials

2) American National Standard Institute

시하고 있다. 세 번째로 곰팡이 방지 항목은 건물 내부에 생길 수 있는 곰팡이 및 사상균의 번식을 예방학적인 건축계획 및 시공으로 최소화하고 있다. 건물 내에서 서식하는 곰팡이 및 다양한 바이러스가 중앙집중식 공조 설비를 통하여 건물 전체에 확산되면, 학생들의 학습능력 저하뿐만 아니라 아토피, 천식 및 각종 폐질환 등을 유발할 수도 있다. 이 항목에서는 건물 내 모든 실내공간에서의 습도를 60%이하로 유지하여 곰팡이 서식환경을 원천적으로 제거하고, 벽체 또는 각종 배관으로부터의 결로 방지, 노후화된 위생설비로부터의 습기유출 방지, 우기와 홍수에 대비한 배수시설 마련, 습기제거에 유리한 마감재 사용 등을 제시하고 있다.

### 3. LEED 인증사례를 통한 분석

선정된 32개 교육시설 사례의 프로젝트 스코어카드를 수집하여 영역별 및 항목별로 반영률을 파악하고, 각 항목들의 평가기준 및 방법 등을 분석하였다. 항목별 반영률<sup>3)</sup>은 총 획득 가능한 점수 대비 실제 획득한 점수를 비율(%)로 나타낸 수치이며, 분류상 반영등급을 상(75% 이상), 중(50%이상 75% 미만), 하(50% 미만)로 구분하였다. Pre-requisite의 경우는 인증을 위한 필수항목이므로 반영률의 의미가 없는 것으로 판단하였고, 혁신적 디자인 영역<sup>4)</sup>은 LEED 인증기준에 존재하지 않는 혁신적 기술 또는 전략을 도입하고 있는 경우를 평가하여 개별적으로 인정해 주는 영역이므로 프로젝트 간 상대적 비교가 불가능하여 분석에서 제외하였다.

3) 항목별 반영률 = 사례별 실제획득점수의 총합 ÷ (사례 개수 × 항목별 최대획득가능점수) × 100

4) Innovation in Design

#### 3.1 지속가능한 대지

<표 2>에서 나타나듯이, 지속가능한 대지 영역에서 종합 반영등급 '상'으로 분류된 항목에는 「Credit 1 대지선정」, 「Credit 4.3 대체교통수단-저배출, 고연비 차량」, 「Credit 4.4 대체교통수단-주차장 규모」, 「Credit 5.2 대지훼손의 최소화-오픈스페이스의 확대」, 「Credit 7.2 열섬현상의 최소화-지붕」 등이 해당된다.

「Credit 1 대지선정」 항목은 대지가 가지는 생산(농업)용지로서의 가치 및 생태적 서식지로서의 가치를 보존하기 위하여 6가지 유형의 친환경적 대지를 피하여 부지를 선정하도록 하고 있다. 6가지 유형은 1)순수 농경지, 2)대지레벨이 백년 홍수레벨보다 5ft 이상 낮은 지역, 3)보호종의 동식물 서식지, 4)습지로부터 100ft 이내 지역, 5)상수원 보호구역으로부터 50ft 이내 지역, 6)공공 공원 지역 등이며, 이들 지역의 명확한 정의를 위하여 농림부, 재난방재청, 연방정부 및 지방자치단체의 규정을 차용하고 있다. 「Credit 5.2 대지훼손의 최소화 - 오픈스페이스의 확대」 항목은 3가지 충족 옵션을 제시하고 있는데, 1)녹화된 오픈공간을 조례나 규정보다 25% 초과하여 확보하거나, 2)건축면적과 동일한 녹화된 오픈공간을 확보하거나, 3)오픈공간에 대한 규정이 조례에 없는 경우, 대지면적의 20%를 녹화된 오픈공간으로 확보하면 충족하는 것으로 인정한다. 「Credit 1」과 「Credit 5.2」는 모두 교육시설이라는 신축행위를 통하여 훼손될 자연환경으로서의 대지 및 오픈스페이스의 가치를 보존하기 위한 항목이며, 4개의 등급에서 모두 반영등급 '상'으로 높은 반영률을 보이고 있어, 교육시설에서의 신중한 대지선정 및 녹화된 오픈공간이 필수적인 요소임을 보여주고 있다. 그러나 「Credit 5.2」의 경우 제시된 충족 기준이 모두 단순 면적에 의존하고, 교육시

Table 2. Sustainable Site Category Analysis, LEED for School(2009)

구 분	평가 항목	Platinum		Gold		Silver		Certified		총 합		
		반영률 (%)	반영등급	반영률 (%)	반영등급	반영률 (%)	반영등급	반영률 (%)	반영등급	반영률 (%)	반영등급	
지속가능한 대지	Prereq. 1	시공과정에서의 오염방지 대책	○	○	○	○	○	○	○	-	-	
	Prereq. 2	대지의 환경성 평가	○	○	○	○	○	○	○	-	-	
	Credit 1	대지선정	87.5	상	87.5	상	100	상	87.5	상	90.63	상
	Credit 2	개발의 밀집도	37.5	하	50	중	50	중	87.5	상	56.25	중
	Credit 3	오염지역 제거발	12.5	하	25	하	12.5	하	25	하	18.75	하
	Credit 4.1	대체교통수단 - 대중교통의 접근성	25	하	75	상	50	중	62.5	중	53.13	중
	Credit 4.2	대체교통수단 - 자전거 보관소 및 탈의실	50	중	62.5	중	50	중	50	중	53.13	중
	Credit 4.3	대체교통수단 - 저배출 고연비 차량	100	상	100	상	58.3	중	87.5	상	86.45	상
	Credit 4.4	대체교통수단 - 주차장 규모	100	상	100	상	50	중	62.5	중	78.13	상
	Credit 5.1	대지훼손의 최소화 - 생태서식지의 보존	75	상	25	하	0	하	12.5	하	28.13	하
Credit 5.2	대지훼손의 최소화 - 오픈스페이스의 확대	100	상	87.5	상	75	상	87.5	상	87.50	상	
Credit 6.1	우수관리계획 - 유숙 및 수량조절	75	상	62.5	중	50	중	25	하	53.13	중	
Credit 6.2	우수관리계획 - 수질관리	62.5	중	75	상	12.5	하	12.5	하	40.63	하	
Credit 7.1	열섬현상의 최소화 - 지붕 외 영역	62.5	중	50	중	12.5	하	50	중	43.75	하	
Credit 7.2	열섬현상의 최소화 - 지붕	87.5	상	100	상	50	중	62.5	중	75.00	상	
Credit 8	빛 공해 방지	75	상	25	하	37.5	하	12.5	하	37.50	하	
Credit 9	대지의 마스터플랜	62.5	중	25	하	12.5	하	12.5	하	28.13	하	
Credit 10	시설 공동이용계획	50	중	75	상	75	상	62.5	중	66.63	중	
	평 균	66.41	-	64.06	-	43.49	-	50.00	-	55.99	-	

설에는 기본적으로 운동장 등의 대형 오픈공간이 존재하는 점을 감안하면 오픈스페이스를 생태환경의 질적인 측면과 생물종의 다양성을 강조할 수 있도록 평가체계의 보완이 필요할 것으로 판단된다. 「Credit 4.1~4.4 대체교통수단」은 자동차가 환경에 미치는 부정적인 요소들을 최소화하기 위한 항목으로, 그 중에서 가장 높은 반영률을 보인 「Credit 4.3 대체교통수단-저배출, 고연비 차량」 항목은 자동차 배기가스 배출과 휘발유 소비를 줄이기 위하여 2가지 충족 옵션을 제시하고 있다. 1) 교육시설의 관리에 사용되는 버스와 서비스 차량의 20%를 천연가스, 프로판, 바이오디젤 등의 대체연료 차량으로 운영하거나, 2) 전체 주차대수의 5%를 대체연료 차량전용으로 지정하고 최소 한 곳 이상의 전용 카풀 승차장을 확보하는 것이다. 「Credit 4.4 대체교통수단-주차장 규모」 항목은 주차장 규모를 최소화하

여 자동차 의존도를 줄이고 개별적 자동차 사용을 대중교통 또는 대체교통수단으로 전환하기 위한 목적으로 3가지 충족 옵션을 제시하고 있다. 1) 도시계획법 또는 조례에서 요구하는 최소기준만을 충족시키고 전체 주차대수의 5%를 카풀전용 주차장으로 우선지정하거나, 2) 새로운 주차장을 설치하지 않거나, 3) 법 또는 조례에 주차관련 규정이 없는 경우, 제시된 기준<sup>5)</sup>보다 25%이상 축소된 규모로 주차장을 제공하도록 하고 있다. 「Credit 4.3」과 「Credit 4.4」은 현재 국내 녹색건축 인증기준(G-SEED)에는 관련내용이 포함되지 않았으나, 사례분석을 통하여 현실적용 가능성 및 기대효과가 입증이 되므로 국내기준으로의 도입이 요구된다. 다만 국내도입 시에는 「Credit 4.3」의 경우 학생들의 통학이 개별이동이 아니라 스쿨

5) 2003 Institution of Transportation Engineers(ITE) "Parking Generation" Study, www.ite.org

버스를 이용한 단체통학으로 의무화되어 있는 미국의 교육시스템에서는 다량의 버스 및 대형 차량을 학교에서 운행하도록 요구하므로 이미 운영하고 있는 차량들을 저배출, 고연비의 대체연료 차량으로 교체하는 상황이 다수 발생하고 있음을 고려하여야 한다. 「Credit 4.4」의 경우, 최소기준을 정하여 그 이상의 주차대수를 요구하는 국내법 또는 조례와 상충되는 항목으로서 혼란을 가져올 수 있으므로 주차장 규모를 줄이는 자체에 평가기준을 두기 보다는 대중교통사용을 유도할 수 있는 항목을 추가적으로 달성하였을 경우 제공하는 인센티브의 개념으로 도입한다면 국내실정을 고려하면서도 LEED에서의 근본 의도와도 부합 할 것으로 판단된다. 「Credit 7.1~7.2 열섬현상의 최소화」 항목은 환경 및 기후변화, 과도한 온실효과 등으로 인하여 야기되는 도심 내 열섬현상을 최소화하기 위한 항목이다. 그 중에서 반영등급 '상'으로 나타난 「Credit 7.2 열섬현상의 최소화-지붕」은 층죽 옵션을 3가지로 제시하는데, 1)전체 지붕면적의 75% 이상이 규정된 SRI 값 이상의 지붕재료로 시공되거나, 2)전체 지붕면적의 50%이상을 녹화면적으로 확보하거나, 3)고반사(High Albedo) 지붕재료를 사용한 면적과 옥상녹화면적의 합이 제시된 기준 값을 만족하는 것이다. 교육시설의 경우 고층의 집약적 형태보다는 저층의 수평적인 형태의 건물이 대다수이며 이런 형태적 특성은 단위체적 대비 지붕 및 외피면적의 비율(S/V)이 대형 고층건물에 비하여 상대적으로 크기 때문에 지붕재의 선택과 녹화여부가 에너지 소비량을 결정하는 중요한 요소로 인식된다. 특히 지붕요소는 일사획득으로 인한 건물 내 냉방부하 증가에도 큰 비중을 차지하기 때문에 대부분의 교육시설 사례에 적용되고 있음을 알 수 있다. 국내 녹색건축

인증기준(G-SEED)에서도 지구온난화 방지에 대한 평가항목들이 마련되어 있으나<sup>6)</sup>, 평가방법이 건물난방 방식과 오존층 파괴물질에 집중되어 있어 지붕재의 색상 및 반사도 등을 포함하도록 평가 범위의 확대가 필요한 상황이다.

### 3.2 효율적인 수자원

<표 3>에서 나타나듯이, 효율적인 수자원 영역에서 종합 반영등급 '상'으로 분류된 항목은 「Credit 1 조경용수의 효율적 활용」이 유일하다. 「Credit 1 조경용수의 효율적 활용」 항목은 식용용수 또는 대지인근의 지표수 및 지하수가 조경용수로 사용되는 것을 최소화하기 위한 목적으로, 층죽 옵션을 2가지로 제시한다. 1)인증기준에서 제시하는 조경용수사용량 산출법에 따라 예상 사용량이 베이스라인 산출량에 비해 50% 미만일 경우 2점을 획득하고, 2)첫 번째 옵션 층죽을 전제로 하고 나머지 조경용수를 집적된 우수 또는 정화된 재활용수<sup>7)</sup>를 활용하거나, 인위적인 조경용수의 공급이 요구되지 않는 조경 환경을 조성하는 경우 4점을 획득한다. 「Credit 1」의 반영률이 높은 현상은 앞서 지속가능한 영역에서 반영등급 '상'으로 분류된 「Credit 5.2」와 「Credit 7.2」와 관계가 있는 것으로 판단된다. 이 두 항목에서는 지상 및 건물지붕의 녹화된 면적의 확대를 요구하므로, 이는 조경용수의 효율적인 공급이 동반되어야만 현실적으로 가능한 것이다. 또한 도심지내의 일반 건축물에 비해 오픈스페이스 및 조경면적이 상대적으로 많이 요구되는 교육시설의 기능적 특성으로 인하여 「Credit 1」이 반영률이 높아졌을 가능성이

6) 녹색건축 인증기준(G-SEED) 2.3.1, 2.3.2

7) 정화과정을 거친 우수 및 중수

Table 3. Water Efficiency, Energy and Atmosphere Categories Analysis, LEED for School(2009)

구분	평가 항목	Platinum		Gold		Silver		Certified		종합		
		반영률(%)	반영등급	반영률(%)	반영등급	반영률(%)	반영등급	반영률(%)	반영등급	반영률(%)	반영등급	
효율적인 수자원	Prereq. 1	물사용 절감	○	○	○	○	○	○	○	-	-	
	Credit 1	조경용수의 효율적 활용	87.5	상	68.8	중	93.8	상	68.8	중	79.72	상
	Credit 2	혁신적 오폐수처리 기술	50	중	12.5	하	0	하	12.5	하	18.75	하
	Credit 3	물 사용의 최소화	93.75	상	75	상	40.6	하	34.4	하	60.94	중
	Credit 4	공정용수 이용의 최소화	37.5	하	12.5	하	12.5	하	0	하	15.63	하
	평균	67.19		42.20		36.73		28.93		43.76		
에너지와 환경	Prereq.1	건물에너지 시스템 커미셔닝-기본단계	○	○	○	○	○	○	○	○	-	-
	Prereq.2	에너지효율 최저기준	○	○	○	○	○	○	○	○	-	-
	Prereq.3	냉매관리-기본단계	○	○	○	○	○	○	○	○	-	-
	Credit1	에너지효율 최적화	91.4	상	77	상	73.7	중	26.3	하	67.10	중
	Credit2	대지 내 재생가능 에너지	89.2	상	26.8	하	32.1	하	1.8	하	37.48	하
	Credit3	건물에너지 시스템 커미셔닝-심화단계	89.2	상	87.5	상	50	중	37.5	하	66.05	중
	Credit4	냉매관리-심화단계	75	상	62.5	중	37.5	하	67.5	중	60.63	중
	Credit5	측정 및 평가	81.3	상	81.3	상	25	하	25	하	53.15	중
Credit6	그린 파워	62.5	중	37.5	하	50	중	12.5	하	40.63	하	
	평균											

있다. 국내 녹색건축 인증기준(G-SEED)에서도 우수 또는 중수 사용을 유도하는 항목들이 존재하나, 우수 또는 중수를 처리하는 설비중심으로 평가가 이루어지고 있어 조경용수의 공급수요를 근본적으로 줄일 수 있는 효율적인 조정계획에 대한 개념이 간과되어 있는 상황이다.

### 3.3 에너지와 환경

<표 3>에서 나타나듯이, 에너지와 환경 영역에서 종합 반영등급 ‘상’으로 분류된 항목은 존재하지 않으나, 「Credit 1 에너지효율 최적화」 항목이 67.1%의 가장 높은 반영률을 보이고 있다. 「Credit 1」은 필수항목에서 요구하는 에너지사용량 10% 절감<sup>8)</sup> 조건을 2%단위로 초과 달성 시에 1점씩 추가되어 최대 19

점까지 획득이 가능하다. 건물 에너지 사용량은 ANSI/ASHRAE/IESNA 90.1-2007에 따라 베이스라인 사용량 및 프로젝트의 에너지 사용량을 산출하고 상대적 에너지 절감 비율을 결정하여 점수로 반영한다. 단일 항목에서 최대 19점이라는 점수는 전체 획득 가능한 점수 110점 중 17.3%를 차지하는 비중 있는 항목으로, 반영률이 Platinum, Gold, Silver 등급에서는 모두 70%이상이나, Certified 등급에서는 26.3%로 급락하였다. 이러한 현상은 「Credit 1」이 시뮬레이션을 통한 종합적 건물에너지 사용량을 평가하기 때문에 단편적인 설비나 장비의 구축이 아닌 외피, 창호, 구조, 단열, 냉난방, 기밀성 등의 요소들이 통합되어 효율적 건물시스템을 구축하여야만 그 결과가 나타나므로, Certified 등급의 교육시설에서 충족하기에는 부담스런 초기투자비용을 요구하기 때문인 것으로 판단된다.

8) 리모델링의 경우 5% 절감

### 3.4 재료와 자원

<표 4>에서 나타나듯이, 재료와 자원 영역에서 종합 반영등급 '상'으로 분류된 항목은 「Credit 2 건설폐기물 관리」, 「Credit 4 재활용 성분」, 「Credit 5 지역생산자재」가 해당된다.

「Credit 2 건설폐기물 관리」 항목은 시공 또는 철거현장에서 발생하여 매립지나 소각시설로 보내어지는 폐기물의 양을 최소화하고 부분적으로 재사용하여 자원으로 활용하고자 하는 목적이며, 현장에서 발생한 폐기물을 재활용 또는 재사용하는 비율이 50%이상 시 1점, 75%이상 시 2점을 부여한다. 「Credit 4 재활용 성분」 항목은 재활용 성분을 포함한 자재를 사용하여 천연자원의 생산과 사용으로 인한 환경적 영향을 최소화 하는데 목적이 있으며, Postconsumer<sup>9)</sup> 성분 또는 Preconsumer<sup>10)</sup> 성분을 포함하는 재료를 사용하고 그 사용비율이 전체 자재의 10%이상 시 1점, 20% 이상 시 2점을 부여한다. 「Credit 5 지역생산자재」 항목은 지역 내에서 생산 또는 제작된 건축자재의 수요를 창출하여 지역 내의 자원을 우선적으로 소비하고 타 지역으로부터의 원거리 운송과정에서 발생하는 자원의 소비를 억제하는데 목적이 있다. 프로젝트의 위치에서부터 800Km 이내에서 생산, 제작 또는 조립이 이루어진 건축자재의 사용량이 프로젝트의 전체 건축자재 사용량 대비 10% 이상일 시 1점, 20% 이상일 시 2점을 부여한다. 국내 녹색건축 인증기준(G-SEED)에서는 폐기물 및 현장 관리와 관련된 평가항목들이 존재하나,

그 대상이 생활폐기물에 맞추어져 있거나<sup>11)</sup>, ISO 14001의 획득여부에 따라 현장관리의 친환경성을 평가하므로<sup>12)</sup> 실제 현장에서 배출되는 건설폐기물의 처리에 대한 구체적 평가가 어려운 실정이다.

### 3.5 실내 환경

<표 4>에서 나타나듯이, 실내 환경 영역에서 종합 반영등급 '상'으로 분류된 항목은 「Credit 3.1 시공과정에서의 실내공기 관리계획 - 공사중」, 「Credit 4 저배출 자재」, 「Credit 6.1 시스템 제어 - 조명」, 「Credit 7.1 열적 쾌적성 - 설계」가 해당된다.

「Credit 3.1 시공과정에서의 실내공기 관리계획 - 공사중」 항목은 공사도중에 발생하는 오염물질로 인한 실내공기환경의 오염을 최소화함으로써 공사인력 및 건물사용자의 건강 및 만족도를 확보하는데 목적이 있다. 충족요건으로는 실내공기 관리계획을 수립하여 SMACNA<sup>13)</sup>에서 제시하는 실내공기질에 대한 가이드라인을 충족하고, 자재관리를 통하여 습기에 의한 자재의 손상을 막고, 공사 중에 사용된 공조설비의 모든 필터장치를 ASHRAE 기준에 맞게 사용하고 사용된 필터는 시공 후 모두 교체하여야 하며, 건물 내부와 출입구 주변에서의 흡연을 금지하도록 요구하고 있다. 이 항목은 실내환경영역에서 가장 높은 87.5%의 반영률을 보였으며, 이는 교육시설 뿐만 아니라 모든 공사현장의 기본적 수행요건으로 확대될 필요성이 제기된다. 「Credit 4 저배출 자재」 항목은 건축자재에서 배출되는 휘발성 유기화합물(VOC)과 같은 실내공기 오염물질을 최소

9) Postconsumer 성분은 최종사용자에 의해 사용되어 제품의 원래 목적으로 기능을 다한 후에 발생한 쓰레기가 재활용되어 새로운 제품의 성분으로 구성되어 지는 경우를 의미함

10) Preconsumer 성분은 제품의 생산과정에서 발생하는 부산물 또는 쓰레기가 재활용되어 새로운 제품의 성분으로 구성되어 지는 경우를 의미함

11) 녹색건축 인증기준(G-SEED) 3.2.2

12) 녹색건축 인증기준(G-SEED) 5.1.1

13) Sheet Metal and Air Conditioning National Contractors Association

Table 4. Material and Resources, Indoor Environmental Quality Categories Analysis, LEED for School(2009)

구 분	평가 항목	Platinum		Gold		Silver		Certified		총 합		
		반영률 (%)	반영 등급	반영률 (%)	반영 등급	반영률 (%)	반영 등급	반영률 (%)	반영 등급	반영률 (%)	반영 등급	
재료와 자원	Prereq. 1	재활용품 수집과 보관	○	○	○	○	○	○	○	○	-	-
	Credit 1.1	건축물 재사용 - 기존 벽체, 바닥, 지붕의 보존	6.25	하	0	하	25	하	0	하	7.81	하
	Credit 1.2	건축물 재사용 - 기존 비구조체의 보존	0	하	0	하	0	하	0	하	0.00	하
	Credit 2	건설폐기물 관리	93.75	상	75	상	87.5	상	100	상	89.06	상
	Credit 3	자재 재사용	0	하	0	하	0	하	0	하	0.00	하
	Credit 4	재활용 성분	100	상	75	상	81.3	상	75	상	82.83	상
	Credit 5	지역생산자재	87.5	상	75	상	75	상	81.3	상	79.70	상
	Credit 6	신속 재생 가능한 자재	37.5	하	0	하	0	하	0	하	9.38	하
	Credit 7	인증 목재	37.5	하	50	중	37.5	하	25	하	37.50	하
	평 균	45.31	-	34.38	-	38.29	-	35.16	-	38.28	-	
실내 환경	Prereq.1	실내공기질의 최소기준	○	○	○	○	○	○	○	○	-	-
	Prereq.2	금연환경 관리	○	○	○	○	○	○	○	○	-	-
	Prereq.3	음향성능 최소기준	○	○	○	○	○	○	○	○	-	-
	Credit1	외기유입 모니터링	75	상	62.5	중	50	중	37.5	하	56.25	중
	Credit2	환기 강화	75	상	25	하	12.5	하	12.5	하	31.25	하
	Credit3.1	시공과정에서의 실내공기 관리 계획-공사중	100	상	87.5	상	75	상	87.5	상	87.50	상
	Credit3.2	시공과정에서의 실내공기 관리 계획 - 사용이전	75	상	25	하	37.5	하	37.5	하	43.75	하
	Credit4	저배출 자재	93.75	상	93.8	상	81.3	상	75	상	85.96	상
	Credit5	실내 화학물질 및 오염원 관리	100	상	37.5	하	62.5	중	12.5	하	53.13	중
	Credit6.1	시스템 제어 - 조명	100	상	75	상	87.5	상	62.5	중	81.25	상
	Credit6.2	시스템 제어 - 열적 쾌적성	62.5	중	75	상	87.5	상	37.5	하	65.63	중
	Credit7.1	열적 쾌적성 - 설계	100	상	75	상	62.5	중	87.5	상	81.25	상
	Credit7.2	열적 쾌적성 - 평가	100	상	50	중	50	중	87.5	상	71.88	중
	Credit8.1	채광 및 조망 - 채광	70.8	중	62.5	중	8.3	하	20.8	하	40.60	하
Credit8.2	채광 및 조망 - 조망	87.5	하	62.5	중	37.5	하	25	하	53.13	중	
Credit9	음향성능 강화기준	50	중	12.5	하	12.5	하	12.5	하	21.88	하	
Credit10	곰팡이 방지	50	중	25	하	25	하	12.5	하	28.13	하	
	평 균	81.40	-	54.91	-	49.26	-	43.45	-	57.26	-	

화하는 것을 목적으로, 6가지 세부대상 유형을 1) 접착제 및 실런트, 2) 페인트 및 코팅제, 3) 바닥재, 4) 합성목재 및 재배섬유 제품, 5) 가구 및 비품, 6) 천정 및 벽체 등으로 구분하고 그에 맞는 충족기준을 제시하고 있다. 「Credit 3.1」 과 「Credit 4」 항목은 4개의 인증등급에서 모두 반영등급 ‘상’을 나타내었고, 이는 실내 환경영역 중에서 실내공기질의 관리가 친환경 교육시설에서 차지하는 비중이

크다는 것을 알 수 있다. 시공과정에서의 실내 공기 관리계획은 국내 녹색건축 인증기준 (G-SEED)에서는 환경을 고려한 현장관리계획의 합리성 항목<sup>14)</sup>과 부분적으로 연관성이 있으며, 최고점을 받기 위해서는 ISO 14001의 획득여부가 큰 비중을 차지하고 있는데 이는 시공회사의 조직적 관리 및 경영체계를 평가

14) 녹색건축 인증기준(G-SEED) 5.1.1

하는 인증제이므로 인증획득여부와 상관없이 현장에서 실내공기 관리계획이 실제로 수행되고 있는지의 여부를 확인하는 쪽으로 평가방법이 개선될 필요가 있다. 「Credit 6.1 시스템 제어 - 조명」 항목은 사용자의 업무 효율성과 생산성을 고려하여 개별적으로 조명을 제어할 수 있는 시스템을 확보하는 것이 목적이다. 행정 및 사무공간과 정기적으로 사용되는 교육공간에서는 전체 사용자의 90%가 개별적 또는 그룹별로 조절할 수 있는 조명 제어 시스템을 요구하고 있고, 모든 교실에는 일반강의 모드와 영상물을 활용한 A/V강의 모드로 구분된 조명 제어가 가능한 시스템을 구비하도록 요구한다. 「Credit 6.1」 항목은 기능의 효율성 및 사용자의 만족도 향상 외에도, 조명으로 인한 전기 에너지소비의 절감을 유도하기 위해서도 필수적인 항목이며, 사례분석을 통하여서도 현실적용 가능성 및 기대효과가 높은 것으로 입증되었다. 국내 녹색건축 인증기준(G-SEED)에서는 조명에너지 절약 항목<sup>15)</sup>에서 유사한 내용을 평가하고 있는데, 일반교실에 한하여 두 개 이상의 스위치를 의무적으로 설치하도록 요구하며 천장면 평균조명 밀도에 따라 배점이 결정되므로, 에너지 절약에 있어서 사용자의 역할이 축소되어 있는 상황이다. 따라서 조명 제어에 의한 지속적인 에너지 절약 개념을 극대화하고 사용자 참여를 적극적으로 유도할 수 있도록 평가방식의 개선이 요구된다. 「Credit 7.1 열적 쾌적성 - 설계」 항목은 건물 사용자의 생산성과 건강을 위한 열적 쾌적성을 확보하기 위하여 냉난방, 환기 및 건물외피를 ASHRAE Standard 55-2004 기준에 맞게 설계하도록 요구하고 있다. LEED에서는 열적 쾌적성을 냉난방, 환기 및 건물외

피의 복합적 결과로 해석하여 ASHRAE Standard 라는 종합적 기준을 제시한 반면, 국내 녹색건축 인증기준(G-SEED)에서는 환기는 공기환경, 난방은 온열환경 범주로 분리되어 있고 특히 난방의 경우<sup>16)</sup> 자동온도 조절장치의 채택 여부에 따라 배점이 결정되므로 종합적인 열적 쾌적성을 평가하는 방식으로 개선될 필요성이 있다.

#### 4. 결 론

본 연구에서는 교육시설의 LEED 인증 프로젝트 사례를 대상으로 스코어카드를 수집하고 인증등급간의 반영률을 분석하여 영역별, 항목별 평가기준의 현실적용 가능성을 고려한 중요도를 파악하였다. 또한 국내 녹색건축 인증기준(G-SEED)과의 비교를 통하여 도입되어야 할 항목 또는 평가방식의 개선이 필요한 항목 등을 제시함으로써, 국내 친환경 교육시설 계획을 위한 가이드라인 역할을 할 것으로 기대된다. 분석 결과를 정리하자면 아래와 같다.

(1) 지속가능한 대지 영역에서는 「Credit 1 대지선정」, 「Credit 4.3 대체교통수단-저배출, 고연비 차량」, 「Credit 4.4 대체교통수단-주차장 규모」, 「Credit 5.2 대지훼손의 최소화-오픈스페이스의 확대」, 「Credit 7.2 열섬현상의 최소화-지붕」이 주요 항목으로 나타났으며, 특히 「Credit 4.3」, 「Credit 4.4」는 국내 기준으로의 도입이 요구된다. 또한 「Credit 7.2」의 관련 항목으로서 국내 녹색건축인증기준(G-SEED)의 「2.3 지구온난화 방지」의 평가범위는 지붕재의 색상 및 반사도 등을 포함하도록 확대될 필요성이 있다.

15) 녹색건축 인증기준(G-SEED) 2.1.3

16) 녹색건축 인증기준(G-SEED) 7.2.1

- (2) 효율적인 수자원 영역에서는 「Credit 1 조경용수의 효율적 활용」이 주요 항목으로 나타났으며, 국내 녹색건축 인증기준 (G-SEED)의 '4.2 수자원 절약'의 범위에 조경용수의 공급수요를 근본적으로 줄일 수 있는 효율적인 조경계획에 대한 개념을 도입하여 생활용 상수 절감의 유도가 요구된다.
- (3) 에너지와 환경 영역에서는 반영률과 현실 적용 가능성에 근거한 주요 항목은 나타나지 않았으나, 「Credit 1 에너지효율 최적화」가 단일항목으로 최대 19점까지 획득 가능하게 되어 있어 영역 내에서 가장 비중 있는 항목으로 나타났다.
- (4) 재료와 자원 영역에서는 「Credit 2 건설 폐기물 관리」, 「Credit 4 재활용 구성요소」, 「Credit 5 지역생산자재」가 주요 항목으로 나타났으며, 특히 「Credit 2」와 관련하여 국내 녹색건축 인증기준(G-SEED)에서는 '5.1 체계적인 현장관리'에서 ISO 14001 인증을 통한 시공회사의 환경우선정책 채택여부를 평가하고 있지만 이는 전반적인 회사 관리 및 경영체계에 대한 평가이므로, '3.2 지속가능한 자원 활용'에 건설 폐기물 항목이 별도로 도입될 필요가 있다.
- (5) 실내 환경 영역에서는 「Credit 3.1 시공 과정에서의 실내공기 관리계획 - 공사중」, 「Credit 4 저배출 자재」, 「Credit 6.1 시스템 제어 - 조명」, 「Credit 7.1 열적 쾌적성 - 설계」가 주요 항목으로 나타났으며, 특히 「Credit 4」는 <표 1>에서 나타나듯이 LEED for School에서 추가적으로 평가범위가 확대된 항목으로서 사례를 통하여 교육시설에서의 중요도 및 현실적용 가능성이 입증되었다. 「Credit 3.1」과 관련하여 국내 녹색건축인증기준 (G-SEED)의 '5.1 체계적인 현장관리'에서

ISO 14001 인증 위주로 평가되는 방식은 개선이 요구되며, 「Credit 6.1」과 관련된 '2.1.3 조명에너지 절약'에서는 건물 사용자가 주체가 되는 조명제어를 통한 에너지 절약 개념의 도입이 필요하다. 「Credit 7.1」과 관련된 '7.2 온열환경'에서는 실내 자동온도 조절장치 외에 냉난방, 환기 및 건물외피의 복합적 결과로서의 열적 쾌적성을 평가하는 방식으로 평가대상이 확대될 필요성이 있다.

## 후 기

본 연구는 금오공과대학교 학술연구비 지원으로 연구된 논문임.(과제번호: 2011-104-148)

아울러 연구 수행에 도움을 주신 조영흠 교수님께 감사드립니다.

## Reference

1. US Green Building Council, LEED Reference Guide for Green Building Design and Construction, 2009
2. US Green Building Council, LEED v4 for Green Building Design and Construction, 2013
3. USGBC website, www.usgbc.org
4. Douglas Farr, Sustainable Urbanism, Wiley, 2008
5. Greenhouse Gases, Climate Change and Energy, Energy Information Administration, May 2008
6. Kim Yong-Seok, A Study on Seletcting Prerequisite Items in the Green Building Certification Criteria for School, Journal of Architectural Institute of Korea, Vol.25, No.5, p.60~66, 2009
7. Ahn Dong-Joon, A Study on LEED v3(2009) Sustainable Neighborhood Development, Journal of Korea Institute of Ecological Architecture and Environment. Vol.11, No.3, p.11~18, 2011