

미국의 LEED와 한국의 친환경건축물 인증기준의 비교 연구

-학교시설 사례분석을 통한-

A Study on Comparison between Korea Green Building Certification Criteria and LEED by School Cases

이 승 민*
Lee, Seung-Min

이 상 민**
Lee, Sang-Min

맹 준 호***
Meang, Joon-Ho

Abstract

The purpose of this study is to verify the validity of items and to obtain basic information for spread of Korea Green Building Certification Criteria(KGBCC) by comparing items and school cases of KGBCC with those of LEED 2.1.

LEED 2.1 is concentrating on 'Energy' and 'Indoor Air Quality' and KGBCC is relatively showing even distribution. And LEED 2.1 is not evaluate 'Ecology' that is important to us. And school cases of KGBCC and LEED 2.1 obtained similar scores by field or those of KGBCC obtained more scores.

Domestic buildings need to obtain certification by KGBCC considering domestic situation. Also we need to lead activating of KGBCC through incentive programs.

키워드 : 친환경건축물 인증기준, LEED, 학교시설

Keywords : Green Building Certification Criteria, Leadership in Energy and Environmental Design, School

1. 서론

1-1. 연구배경 및 목적

세계는 지금 환경오염과 자원고갈의 위기에 동시에 직면해 있으며, 특히 기후변화 문제에 의해 기상재해가 유발되고 생태계 질서가 근본적으로 흔들리며 인류의 생존이 위협받고 있다. 스텐 보고서(2006, Stern Review)에서는 지금과 같이 '에너지 다소비 체제'가 지속될 경우 지구촌이 치러야 할 기후변화에 따른 경제적 손실이 매년 세계 GDP의 5~20%에 달할 것이란 전망이 나오고 있다

따라서 선진국을 포함한 각 국가에서는 이에 대한 대책을 세우고 있다. 미국은 이산화탄소 배출량을 2050년까지 1990년에 비해 80% 감축하고 전력의 1/4을 신재생에너지로 생산해내겠다는 계획을 세우

고, 영국은 2050년까지 60%, 일본 또한 2050년까지 60~80%의 이산화탄소 배출량 감축목표를 세우고 구체적인 방안을 제시하고 있다.

이러한 이산화탄소 배출 저감을 위한 노력의 일환으로 미국, 영국, 일본 등에서는 각 국가의 실정에 맞는 친환경건축물 인증제도가 마련되어 시행되고 있으며, 우리나라도 2002년부터 친환경건축물 인증제도를 도입하여 시행하고 있다. 시행초기에는 인증실적이 저조하였으나 친환경건축물에 대한 인식 확대, 인증기준 개정, 인증등급 세분화, 인증대상 확대 등을 통해 2011년 6월말 기준으로 2,366건의 예비인증 및 본인증 실적을 나타내었다. 그 중 학교시설이 1,014건으로 약 42.8%를 차지하고 공동주택이 878건으로 약 37.1%를 차지하고 있어, 2002년에 시행된 공동주택 인증기준에 비해 학교시설 인증기준은 2005년에 시행된 것을 감안할 때 학교시설의 친환경화 확산속도를 짐작할 수 있다. 이렇게 국내 친환경건축물 인증실적이 향상되고 있는 반면, 국내의 건

* (사)한국교육환경연구원 연구팀장, 공학박사

** (사)한국교육환경연구원 연구실장, 공학박사

*** (사)한국교육환경연구원 부원장, 공학박사

축물이 미국의 인증기준인 LEED에 의해 인증을 획득하는 사례가 늘어나고 있다.

본 연구는 학교시설을 대상으로 미국의 친환경건축물 인증기준인 LEED와 국내 친환경건축물 인증기준의 평가항목 및 인증사례를 비교, 분석하여 국내 인증기준의 평가항목 구성의 타당성을 검토하고 국내 인증기준의 확산을 위한 기초자료를 얻고자 한다.

1-2. 연구범위 및 방법

본 연구에서는 국내 인증기준의 평가항목 구성의 타당성을 검토하기 위해 첫째, 국내외 친환경건축물 인증기준의 평가부문을 검토하여 기준이 되는 평가부문을 설정하였다. 둘째, 미국의 LEED와 국내 인증기준의 평가부문 및 평가항목을 비교, 분석하였다. 셋째, 미국의 LEED와 국내 인증기준에 의해 인증을 획득한 학교시설의 사례를 검토하였다.

미국의 LEED는 여러 차례 개정되어 다양한 버전의 기준이 있고, 국내 인증기준은 2010년 7월 전체적으로 개정되었다. 본 연구에서는 미국과 국내 인증기준의 버전 중 미국의 LEED Version 2.1(NC)과 국내의 2010년 7월 개정 전 학교시설 기준을 이용하였다. 이는 LEED Version 2.1(NC) 이후 버전에 의해 인증받은 학교시설 사례에 대한 자료를 입수하기 어려웠고, 국내 인증기준은 2010년 7월 이후 개정기준에 의해 본인증을 획득한 학교시설이 없기 때문이다.

II. 친환경학교 및 인증제도에 대한 이론적 고찰

II-1. 친환경건축물 및 친환경학교의 개념

친환경건축물이란 지속가능한 개발의 실현을 목표로 인간과 자연이 서로 친화하며 공생할 수 있도록 계획, 설계되고 에너지와 자원절약, 온실가스 배출저감 등을 통하여 환경오염 부하를 최소화함으로써 쾌적하고 건강한 거주환경을 실현한 건축물을 말한다. 친환경학교는 이러한 친환경건축물의 개념이 적용된 학교시설로 생태학교, 에코스쿨, 그린스쿨, 지속가능한 학교 등 여러 가지 용어로 사용되고 있다.

친환경학교는 환경적, 물리적 요소와 운영 및 활용요소로 구분할 수 있으며, 환경을 고려한 배치계획, 신재생에너지 이용, 자연광의 이용, 환경친화적인 재료와 공법의 사용, 수자원의 보존, 옥내외 녹지

공간 조성 등이 도입된 학교이다.¹⁾

국내 교육과학기술부에서 시행하는 그린스쿨사업과 일본의 문부과학성에서 시행하는 에코스쿨사업에서 제시하는 학교유형을 살펴보면 생태학교, 에너지절감학교, 친환경소재 학교, 건강하고 안전한 학교와 일본의 에코스쿨에 적용된 자원재활용 학교로 분류할 수 있으며, 친환경 학교의 교육적 측면은 생태학교와 에너지절감 학교에 포함되어 있기는 하나 별도의 유형으로 분류할 수 있다.

표1. 친환경학교의 유형

국내 교육과학기술부의 그린스쿨 유형	일본 문부과학성의 에코스쿨 유형	비고
생태학교/자연친화형 학교	자연공생형	환경교육 자원으로 서의 학교환경 포함
에너지절감형 학교	신에너지활용 형	
	에너지절약, 자원절약형	
친환경소재형 학교	목재이용형	
건강하고 안전한 학교	그밖의 기타 (자연채광 및 자연환기)	
-	자원재활용형	

특히 학교시설은 전국에 골고루 분포되어 있고, 공공건축물 중 가장 비중이 큰 건축물이자 미래사회의 구성원을 교육하는 특수한 공간으로서 시설 그 자체로 학생들에게 교육 및 체험의 장으로 활용될 수 있는 건축물²⁾이므로 학교시설의 에너지 절감 및 친환경화는 큰 파급효과를 가질 것이다.

II-2. 국내 및 미국 친환경건축물 인증제도

친환경건축물 인증제도는 건축물의 에너지 및 자원의 절약, 오염물질 배출감소, 주변 환경과의 조화, 건강 및 쾌적 등 환경에 미치는 요인을 평가하여 건축물의 친환경성을 인증해주는 프로그램이다.

미국, 영국, 일본 등 여러 국가에서는 각 국가의 실정에 맞는 인증기준을 개발하여 시행하고 있으며, 우리나라도 2002년에 친환경건축물인증제도를 도입하여 건물용도 대상범위를 순차적으로 확대하였다.

1) 이호진, 학교건축계획, 2009.

2) 이호진 외, 행복도시 미래형 선진 학교모델 개발 및 '09년 착수 9개교 RFP수립 연구, 행정중심복합도시건설청 보고서, 2009.12.

표2. 개정 전후 국내 친환경건축물 인증제도(학교시설) 비교

구분	개정 전(2010년 7월 이전)	개정 후(2010년 7월 이후)
적용건물	공동주택, 업무용건축물, 주거복합건축물, 학교시설, 판매시설, 숙박시설	모든 용도 건축물
평가부문	· 4개 부문(토지이용 및 교통, 에너지·자원 및 환경 부하, 생태환경, 실내환경) · 9개 세부부문(토지이용, 교통, 에너지, 재료 및 자원, 수자원, 환경오염방지, 유지관리, 생태환경, 실내환경)	개정 전 기준에서 4개 부문 삭제, 9개 세부부문으로 분류
평가항목수	43개	39개
인증등급	<124점 만점> · 최우수:85점 이상 · 우수:85점 이상	<100점 만점으로 환산> · 최우수(그린1등급):80점 이상 · 우수(그린2등급):70점 이상 · 우량(그린3등급):60점 이상 · 일반(그린4등급):50점 이상
필수항목	없음	· 에너지 효율향상 · 유효자원재활용을 위한 친환경인증제품의 사용 · 재활용가능자원의 분리수거 · 생활용 상수 절감대책의 타당성 · 운영/유지관리문서 및 지침제공의 타당성 · 실내공기오염물질 저방출 자재의 사용
가중치	각 항목별 가중치에 따라 평가기준 설정	부문별 가중치 설정

표3. LEED Version 2.1과 LEED 2009(Version 3.0) 비교

구분	LEED Version 2.1	LEED 2009(Version 3.0)
평가부문	· 6개 부문(지속가능한 부지계획, 수자원 효율, 에너지 및 대기, 재료 및 자원, 실내공기 질, 혁신성 및 설계과정)	· 7개 부문(LEED Version 2.1의 6개 부문+지역특성)
평가항목수	67개	57개
인증등급	<69점 만점> · Platinum:52~69점 · Gold:39~51점 · Silver:33~38점 · Certified:26~32점	<110점 만점> · Platinum:80점 이상 · Gold:60~79점 · Silver:50~59점 · Certified:40~49점
필수항목	· 침식 및 퇴적 관리 · 건물에너지 시스템의 기본적인 커미셔닝 · 최소 에너지성능 기준 만족 · HVAC&R 기기의 CFC 절감 · 재활용가능한 폐기물의 저장 및 수집 · 최소 IAQ 성능 만족 · 담배연기(ETS) 제어	· LEED Version 2.1의 7개 항목+물사용량 절감

1) 국내 친환경건축물 인증제도

우리나라는 2002년 공동주택에 대한 친환경건축물 인증기준 마련을 시작으로, 2003년 업무용 및 주거복합 건축물, 2005년 학교시설, 2006년 숙박시설 및 판매시설에 대한 인증기준이 시행되었고, 2010년 7월에 전체적인 개정이 이루어지면서 '그 밖의 건축물'에 대한 인증기준을 마련하여 모든 용도의 건축

물을 인증대상으로 포함하였다. 인증등급은 2개 등급(최우수, 우수)에서 4개 등급(최우수, 우수, 우량, 일반)으로 세분화하였으나, 점수 산정방식이 단순합계에서 100점 만점으로 환산하도록 변경되어 기존의 우수, 최우수와 개정 기준의 우수, 최우수는 큰수준의 차이를 나타내고 있다. 표2는 개정 전후 국내 친환경건축물 인증제도(학교시설)를 비교한 것이다.

2) 미국 친환경건축물 인증제도(LEED)

미국의 친환경건축물 인증제도인 LEED(Leadership in Energy and Environmental Design)는 1998년에 Version 1.0으로 시작되어 2000년 3월에 Version 2.0, 2002년 11월에 Version 2.1, 2005년 10월에 Version 2.2를 발표하고, 2009년 4월에 LEED 2009(Version 3.0)를 발표하였다.

LEED 2009(Version 3.0)로 개정되면서 지역특성에 따른 인센티브를 부여하기 위한 평가부문이 추가되었고, 전체적인 평가항목의 수가 67개에서 57개로 감소되었다. 또한 필수항목은 기존에도 7개 항목이 설정되어 있었으나 개정되면서 물사용량 절감 항목을 추가하였다.

LEED 인증기준에 의해 획득한 점수를 100점 만점으로 환산하여 현재 국내 인증등급 기준에 적용하면 LEED 인증기준의 Silver 등급 이상 획득시 국내 인증기준의 그린4등급에 해당하고, LEED 인증기준의 Gold 등급 이상 획득시 국내 인증기준의 그린3등급에 해당하여 단순한 획득점수 비율로만 비교했을 때 국내 인증기준의 인증획득을 위한 점수가 더 높게 설정되어 있음을 알 수 있다.

표3은 본 연구에 이용되는 Version 2.1과 LEED 2009(Version 3.0)를 비교한 것이다.

III. 국내 학교시설 친환경건축물 인증제도와 LEED 인증제도의 기준 분석

III-1. 평가부문 설정

미국과 국내의 인증제도의 평가부문은 각각 6개, 9개로 상이한 체계를 가지고 있어 두 기준을 비교하기 위해서는 기준이 되는 평가부문을 설정하여 평가항목을 재분류할 필요가 있다. 평가부문을 재설정하기 위해 국내 인증기준과 LEED의 분류체계를 비교해 보았다.

표4는 국내 인증기준과 LEED의 분류체계를 비교한 것이다. 공통적인 평가부문은 토지이용, 교통, 에너지, 환경오염, 재료 및 자원, 수자원, 실내환경 부문이고, 생태환경과 유지관리 부문은 국내 인증기준에만 포함되어있고, 혁신성 부문은 LEED에만 포함되어있다. 따라서 본 연구에서는 대부분의 평가부문을 포함하고 있는 국내 인증기준의 부문에 혁신성 부문을 추가하여 평가부문을 재설정하기로 하였다.

표4. LEED 2.1과 국내인증기준 분류체계 비교

LEED 2.1	국내 인증기준
지속가능한 부지계획	토지이용
	교통
에너지 및 대기	에너지
	환경오염
재료 및 자원	재료 및 자원
수자원 효율	수자원
-	유지관리
-	생태환경
실내공기 질	실내환경
혁신성 및 설계과정	-

III-2. 국내 인증기준과 LEED 2.1 인증기준의 평가부문별 배점 및 배점비율

앞에서 설정한 10개 평가부문에 의한 평가부문별 배점과 배점비율을 살펴보면 표5와 같고, 그림1에 그래프로 나타내었다.

표5. 국내 인증기준과 LEED의 부문별 배점 및 비율

부문	국내 인증기준 (학교시설)		LEED 2.1	
	배점	배점비율	배점	배점비율
토지이용	7	5.6%	6	8.7%
교통	4	3.2%	4	5.8%
에너지	17	13.7%	14	20.3%
재료 및 자원	22	17.7%	13	18.8%
수자원	14	11.3%	7	10.1%
환경오염	8	6.5%	3	4.3%
유지관리	7	5.6%	1	1.4%
생태환경	21	16.9%	0	0.0%
실내환경	24	19.4%	16	23.2%
혁신성	0	0.0%	5	7.2%
합계	124	100.0%	69	100.0%

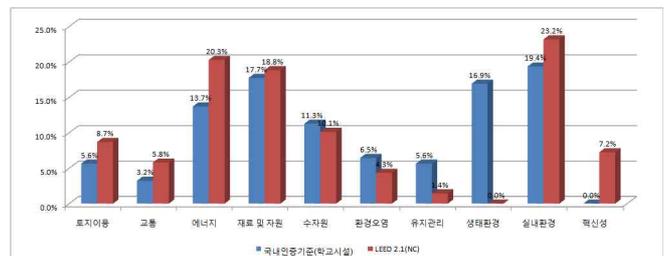


그림1. 국내 인증기준과 LEED 2.1의 부문별 배점비율 그래프

국내 인증기준은 실내환경, 재료 및 자원, 생태환경, 에너지의 순으로 많은 비중을 차지하고 있고, LEED 2.1은 실내환경, 에너지, 재료 및 자원, 수자원의 순으로 많은 비중을 차지하고 있다.

두 기준 모두 실내환경, 재료 및 자원, 에너지 부문을 공통적으로 중요시하고 있으며 특히 실내환경 부문에 가장 큰 비중을 두고 있었다. 또한 대지가 협소한 국내 실정상 중요시하고 있는 생태환경에 대해 LEED 2.1은 전혀 다루고 있지 않는 반면, 주관적인 판단이 포함될 수 있는 디자인 혁신성과 미국에서 시행하고 있는 제도인 LEEDTM인증 전문가 참여여부에 대한 항목은 국내 인증기준에서는 다루어지지 않았다. LEED 2.1에서 국내 인증기준보다 비중이 큰 부문은 토지이용, 교통, 에너지, 재료 및 자원, 실내환경, 혁신성 부문이고, 국내 인증기준이 더 큰 비중을 차지하는 부문은 수자원, 환경오염, 유지관리, 생태환경 부문이다. 또한 LEED 2.1은 실내환경과 에너지 부문에 치중한 반면, 국내 인증기준은 상대적으로 골고루 분포하고 있었다.

III-3. 국내 인증기준과 LEED 2.1 인증기준의 평가항목별 배점 비교

국내 인증기준과 LEED 2.1 인증기준의 평가항목을 비교하기 위해 10개 부문별로 재분류하였다.

그 중 테두리를 진하게 표시한 항목은() 구체적인 평가방법까지 동일하지는 않으나 동일하거나 유사한 목적을 가진 평가항목을 나란히 배치한 것으로 배점기준을 제시하고 배점비율이 높은 항목에 음영을 넣어 표시하였다.

1) 토지이용 부문(표6)

토지이용 부문은 국내 인증기준에 비해 LEED 2.1의 평가항목 수가 많고 부문 배점비율도 8.7%로 국

내 인증기준이 5.6%인 것에 비해 더 높게 설정되어 있으며, 부지의 침식 및 퇴적관리 항목이 필수항목으로 설정되어 있다.

기존대지의 생태학적 가치에 대해 LEED 2.1에서는 부지선정과 오염된 부지의 재개발 여부로 나누어 평가하고 있으며 배점비율이 더 높게 설정되어 있다. 그 외에 LEED 2.1에서는 기존의 자연자원을 보존하고 가능한 개발을 제한하고 있으며, 건물에서 나오는 빛에 의한 공해를 저감시키고자 대지 경계 밖으로 빛이 새어나가지 않도록 하고 있다. 토지이용 부문에서는 미국과 우리나라의 대지상황에 따라 관점을 달리하고 있어 타 평가부문에 비해 특히 각 나라의 실정에 맞는 인증기준이 마련되었다는 것을 알 수 있다.

2) 교통 부문(표7)

교통 부문은 국내 인증기준의 경우 총점의 3.2%를 차지하고 있지만, LEED 2.1에서는 5.8%를 차지하고 있어 상대적으로 많은 비중을 차지하고 있다.

국내 인증기준에서는 대중교통의 근접성과 자전거보관소 설치에 대해 평가하고 있으나, LEED 2.1에서는 이 두 가지 항목에 더하여 대체연료 교통시설과 주차공간 확보에 대해서도 평가하고 있다.

대중교통의 근접성은 두 개 기준 모두 대중교통수단과의 거리를 기준으로 하고 있으나 국내 인증기준의 경우 2개의 대중교통수단이 200m 이내에 있는 경우 1급에 해당하며, LEED 2.1의 경우 통근버스, 경전철, 지하철역이 800m 내에 있거나 공공의 버스 혹은 학교버스노선이 400m 내에 있는 경우 점수를

표6. 토지이용 부문 평가기준 및 배점 비교

평가 부문	배점 비율	배점기준	배점	평가기준		배점	배점기준	배점 비율
				국내 인증기준 (학교시설)	LEED 2.1(NC)			
토지 이용	1.6%	생태학적 가치가 낮은 대지가 전체 대지의 80% 이상	2	<ul style="list-style-type: none"> 기존대지의 생태학적 가치 	<ul style="list-style-type: none"> 부지 선정 	1	우량농지, 홍수발생율이 낮은 대지, 서식지, 공원 등이 아닌 경우	1.4%
					<ul style="list-style-type: none"> 오염된 부지 (Brownfield) 재개발 	1	오염된 부지를 개발하는 경우	1.4%
	2.4%		3	<ul style="list-style-type: none"> 건폐율 				
	1.6%		2	<ul style="list-style-type: none"> 일조권 간섭방지 대책의 타당성 				
					<ul style="list-style-type: none"> 개발 밀도 	1		1.4%
					<ul style="list-style-type: none"> 부지개발제한 빛 공해 저감 	2		2.8%
소계	5.6%		7		<ul style="list-style-type: none"> 침식 및 퇴적 관리 	6	필수항목	8.7%

표7. 교통 부문 평가기준 및 배점 비교

평가 부문	배점 비율	배점기준	배점	평가기준		배점	배점기준	배점 비율
				국내 인증기준 (학교시설)	LEED 2.1(NC)			
교통	1.6%	2개 이상의 대중교통수단이 200m 이내에 위치	2	• 대중교통에의 근접성	• 대체교통수단(대중교통 근접성)	1	대중교통수단이 800m 내에 있거나, 학교버스노선이 400m 내에 위치	1.4%
	1.6%	일반교실 당 3대 이상 설치	2	• 자전거 보관소 설치여부	• 대체교통수단(자전거보관소 및 샤워탈의실)	1	재실자의 5% 이상이 이용할 수 있는 탈의/샤워실 및 자전거보관소 설치	1.4%
					• 대체교통수단(대체연료 교통시설)	1		1.4%
					• 대체교통수단(주차공간)	1		1.4%
소계	3.2%		4			4		5.8%

표8. 에너지 부문 평가기준 및 배점 비교

평가 부문	배점 비율	배점기준	배점	평가기준		배점	배점기준	배점 비율
				국내 인증기준 (학교시설)	LEED 2.1(NC)			
에너지	9.7%	EPI 85점 획득	12	• 에너지 소비량 평가	• 최소 에너지성능 기준 만족	10	필수항목 기존건물에 비해 60% 이상 에너지 절감	14.5%
					• 에너지 성능의 최적화			
	1.6%	냉방, 난방, 전기설계부하의 2% 이상 담당	2	• 대체에너지 이용	• 재생에너지 이용	3	건물 총에너지 사용량의 5% 담당	4.3%
					• 그린 에너지 (Green Power)	1	재생가능한 에너지 계약에 의해 건물전체 전기사용량의 50% 이상을 충당	1.4%
2.4%		3	• 조명 에너지절약					
소계	13.7%		17			14		20.3%

부여하고 있어 국내기준이 강화되어있다.

자전거보관소 설치 항목은 국내 인증기준의 경우 일반학급 당 3대의 보관소 설치시 1급에 해당하며, LEED 2.1의 경우 건물로부터 200야드(약182.8m) 내에 재실자의 5% 이상이 이용할 수 있는 탈의/샤워실 및 자전거보관소 설치시 점수를 부여하고 있어 평가방법이 상이하다.

3) 에너지 부문(표8)

에너지 부문의 배점비율은 국내 인증기준의 경우 총점의 13.7%를 차지하는 것에 비해, LEED 2.1에서는 20.3%를 차지하고 있어 상대적으로 많은 비중을 차지하고 있다. 또한 에너지 성능에 대해 LEED 2.1에서는 최소 에너지 성능 기준을 충족하도록 필수항목으로 설정하고, 추가적인 에너지 절감율에 따라 점수를 부여하고 있음에도 불구하고 그 항목이 전체 총점의 14.5%로 많은 비중을 차지하고 있다.

에너지 소비량 평가 항목은 LEED 2.1의 경우 일반건물보다 60%의 에너지를 절감시 최고점수를 획득할 수 있으나, 국내 인증기준의 경우 에너지성능 지표검토서(EPI)의 평가점수에 따라 점수를 부여하여 EPI 85점인 경우 최고점수를 획득할 수 있으며 정부의 건축물에 대한 중장기적 에너지효율화 2단계 목표치인 ‘에너지소비량 대비 30% 절감’³⁾의 효과를 나타내고 있어 LEED 2.1에 비해 국내 인증기준이 완화되어 있음⁴⁾을 알 수 있다.

신재생에너지 이용시설 설치 항목은 두 기준 모두 건물 사용에너지 중 신재생에너지에 의해 공급받는

3) 국토해양부고시 제2009-1294호, 환경부고시 제2009-284호, 친환경건축물인증기준, 학교시설 ‘3.1.1에너지소비량 평가’의 EPI 점수에 따른 에너지소비비율

4) 개정 기준에 의해서도 약40% 절감시 최고점수를 획득할 수 있음

표9. 재료 및 자원 부문 평가기준 및 배점 비교

평가 부문	배점 비율	배점기준	배점	평가기준		배점	배점기준	배점 비율	
				국내 인증기준(학교시설)	LEED 2.1(NC)				
재료 및 자원	1.6%	사용가능한 부산물의 75% 이상 재활용	2	• 지정부산물 및 기타 부산물에 대한 재활용 비율	• 건설폐기물 관리	2	사용가능한 부산물의 50% 이상 재활용	2.9%	
	2.4%	9종의 유효자원 재활용 자재의 적용	3	• 유효자원 재활용을 위한 친환경인증제품 사용 여부	• 재활용자재의 사용	2	전체 자재의 10% 이상 재활용자재 사용	2.9%	
	2.4%	8m ² 이상의 폐기물재활용 보관 시설 설치, 4종 이상의 분리수거용기 설치	3	• 재활용 가능자원의 분리수거	• 재활용가능한 폐기물의 저장 및 수집	필수항목 (재활용가능한 재료들을 분리, 수집, 저장할 수 있는 공간 제공)			
	7.2%	5.6%	기존건물 주요 구조부의 70% 이상 재사용	7	• 기존 건축물의 재사용으로 재료 및 자원의 절약(주요구조부)	• 건물의 재사용	3	기존 건물 주요 구조부 100% 재사용, 비내력벽 50% 재사용	4.3%
		1.6%	기존건물 비내력벽의 50% 이상 재사용	2	• 기존 건축물의 재사용으로 재료 및 자원의 절약(비내력벽)				
	2.4%		3	• 공업화공법 및 환경관련 신기술 적용					
	0.8%		1	• 화장실에서 사용되는 소비재 절약					
	0.8%		1	• 음식물 쓰레기 저감					
					• 자재의 재사용	2		2.9%	
					• 지역에서 생산된 자재의 사용	2		2.9%	
				• 신속하게 재생가능한 자재	1		1.4%		
				• 인증된 목재의 사용	1		1.4%		
소계	17.7%		22			13		18.8%	

에너지 비율에 의해 평가되며 LEED 2.1의 경우 5% 이상이고, 국내 인증기준의 경우 2% 이상시 최고 점수를 받을 수 있어 낮게 설정되어 있다. 그러나 국내 개정기준의 경우는 5% 이상으로 설정되어 있고 의무대상 건축물의 경우 1% 추가설치하도록 되어있어 학교시설은 6% 이상 설치시 최고 점수를 획득할 수 있도록 강화되어 있다.

또한 LEED 2.1에는 '그린에너지(Green Power)' 항목에서 최소 2년의 재생가능한 에너지 계약에 의해 건물전체 전기사용량의 50% 이상을 충당하는 경우 점수를 획득할 수 있어 반드시 대지 내에 신재생 에너지 이용시설이 설치되어있지 않더라도 점수를 획득할 수 있다.

4) 재료 및 자원 부문(표9)

재료 및 자원 부문의 배점비율은 국내 인증기준과 LEED 2.1이 각각 17.7%와 18.8%를 차지하여 비슷한 비중을 나타내고 있으며 평가항목의 수도 8개로 동일하다. 건설폐기물 관리 항목은 LEED 2.1에

서는 시공, 철거, 대지개간에 의한 폐기물 중 최소 50% 이상 재활용시 점수를 획득할 수 있으며 국내 인증기준은 사용가능한 부산물의 75% 이상 재활용시 최고점수를 획득할 수 있어 국내 기준이 더 강화되어있다. 그리고 재활용자재 사용 항목은 국내 인증기준은 9종의 유효자원재활용 자재 사용시 최고점수를 획득할 수 있으나, LEED 2.1에서는 전체 자재의 10% 이상 재활용자재 사용시 점수를 획득할 수 있어 평가방법이 상이하다. 그리고 건물의 재사용 항목은 국내 인증기준은 기존의 주요구조부 70%, 비내력벽 50% 재사용시 최고점수를 획득할 수 있으나, LEED 2.1은 주요구조부 100%, 비내력벽 50% 이상 재사용시 최고점수를 획득할 수 있어 LEED 2.1이 더 강화되어 있다.

그 외에 LEED 2.1에서는 미국의 실정을 고려한 지역에서 생산된 자재사용과 인증된 목재의 사용에 대해 평가하고 있으나 국내 인증기준에서는 적용하기 어려운 항목이다.

표10. 수자원 부문 평가기준 및 배점 비교

평가 부문	배점 비율	배점기준	배점	평가기준		배점	배점기준	배점 비율	
				국내 인증기준 (학교시설)	LEED 2.1(NC)				
수자원	2.4%	투수포장면적 35% 이상 조성, 운동장에 우수처리시설이 설치	3	• 우수부하 절감 대책의 타당성	• 우수 관리 계획(비율과 양 조절)	1	홍수에 의한 유거수의 비율과 양이 25% 감소되도록 우수관리계획 이행	1.4%	2.8%
					• 우수 관리 계획(처리시스템)	1		부유물질의 80%와 연간 평균 인산의 40%를 제거할 수 있는 우수처리시스템 구축	
	3.2%	4종 절수기기 사용	4	• 생활용 상수 절감 대책의 타당성	• 물사용량 절감	2	물사용량의 30% 절감	2.9%	
	5.6%	2.4% 우수조 설치	3	• 우수 이용	• 물 절약을 고려한 조정	2	부지 관개를 위해 식용수가 전혀 사용되지 않고 우수나 재활용된 부지의 물만 사용	2.9%	
		3.2% 중수도 시설 설치	4	• 중수도 설치					
				• 혁신적인 폐수처리 기술	1		1.4%		
소계	11.3%		14		7		10.1%		

5) 수자원 부문(표10)

수자원 부문의 배점비율은 국내 인증기준과 LEED 2.1이 각각 11.3%와 10.1%를 차지하여 비슷한 비중을 나타내고 있으며 평가항목의 내용 및 수도 비슷하다. 단, 우수 관리에 대해 LEED 2.1에서 비율과 양, 처리시스템 설치에 대해 구체적으로 평가하고 있다.

물사용량 절감 항목은 국내 인증기준에서는 절수형 양변기, 수도꼭지, 샤워헤드 설치, 전자감응식소변기 등의 절수기기 설치여부로 평가하고 있으나, LEED 2.1은 물사용량의 30% 절감시 점수를 획득할 수 있어 평가방법이 상이하다.

그리고 우수와 중수이용에 대해 국내 인증기준에서 각 항목으로 구분하여 점수비중을 크게 두고 있으나, LEED 2.1은 부지 관개를 위해 식용수가 전혀 사용되지 않고 우수나 재활용된 부지의 물만 사용하

는 경우 최고점수를 획득할 수 있어 국내기준보다 강화되어 있다.

6) 환경오염 부문(표11)

환경오염 부문의 배점비율은 국내 인증기준과 LEED 2.1이 각각 6.5%와 2.9%를 차지하여 국내 인증기준이 더 큰 비중을 두고 있다.

오존층 보호를 위해 LEED 2.1에서는 공조시스템에 CFC미포함 냉매를 사용하도록 필수항목으로 설정하고 있고, HCFC와 할론을 포함하지 않는 공조기, 냉방설비, 화재방지시스템의 사용여부를 평가하고 있으며, 국내 인증기준에서는 오존층과피물질을 포함하지 않는 냉매와 단열재, 할론을 포함하지 않는 소화기 사용여부를 평가하여 국내 인증기준이 더 광범위하게 다루고 있고 항목의 배점비율도 더 높게 설정하고 있다.

표11. 환경오염 부문 평가기준 및 배점 비교

평가 부문	배점 비율	배점기준	배점	평가기준		배점	배점기준	배점 비율	
				국내 인증기준(학교시설)	LEED 2.1(NC)				
환경오염	2.4%	오존층과피물질미포함 냉매 미 단열재, 할론 미포함 소화기 적용	3	• 오존층보호를 위한 특정물질의 사용 금지	• HVAC&R 기기의 CFC 절감	1	필수항목 HCFC와 할론을 포함하지 않는 공조기, 냉방설비와 화재방지시스템 사용	1.4%	
					• 오존층 보호				
	2.4%		3	• 운동장 먼지 발생 방지					
	1.6%		2	• 이산화탄소 배출 저감					
				• 열섬현상방지(지붕 및 지붕이외)	2		2.8%		
소계	6.5%		8		3		4.3%		

표12. 유지관리 부문 평가기준 및 배점 비교

평가 부문	배점 비율	배점기준	배점	평가기준		배점	배점기준	배점 비율
				국내 인증기준(학교시설)	LEED 2.1(NC)			
유지 관리	1.6%	시공사 가 ISO14001 보유, 현장환경 관리계획수립	2	• 환경을 고려한 현장관리 계획의 합리성	• 시공중 IAQ 관리계획 수립	1	시공중 실내 공기 질 관리 계획 수립	1.4%
	3.2%		4	• 운영/유지관리 문서 및 지침 제공의 타당성				
	0.8%		1	• 보행시에 발생하는 먼지 배출량 감소				
소계	5.6%		7			1		1.4%

표13. 생태환경 부문 평가기준 및 배점 비교

평가부문	배점 비율	배점	평가기준		배점	배점 비율
			국내 인증기준(학교시설)	LEED 2.1(NC)		
생태환경	3.2%	4	• 생태환경을 고려한 환경녹화기법 적용여부			
	1.6%	2	• 연계된 녹지축 조성			
	3.2%	4	• 조경면적율			
	4.0%	5	• 자연지반녹지율			
	2.4%	3	• 수생비오톱 조성			
	1.6%	2	• 생태학습원 조성			
	0.8%	1	• 표토재활용율			
소계	16.9%	21			0	0.0%

7) 유지관리 부문(표12)

유지관리 부문의 배점비율은 국내 인증기준과 LEED 2.1이 각각 5.6%와 1.4%를 차지하여 국내 인증기준이 월등히 큰 비중을 두고 있다. LEED 2.1에서는 실내공기 질 관리에 대해 시공중과 거주전으로 구분하여 평가하고 있어 시공중의 관리계획수

립 항목이 본 유지관리 부문에 포함된다. 국내 인증기준에서는 현장관리 계획 수립 뿐만 아니라 운영/유지관리 매뉴얼 제공과 보행시 발생하는 먼지배출량 감소를 위한 먼지털이 매트나 그리드 설치여부를 평가하고 있다.

8) 생태환경 부문(표13)

생태환경 부문에 대해서는 국내 인증기준에서는 7개 항목에 대해 배점비율 16.9%로 큰 비중을 차지하고 있으나, LEED 2.1에서는 전혀 다루고 있지 않다. 환경오염 부문에 포함된 열섬현상방지(지붕) 항목에서 옥상녹화에 대해 평가하고 있어 국내 인증

기준의 '생태환경을 고려한 환경녹화기법 적용여부' 항목에 포함되기는 하나 평가목적의 상이하여 환경오염 부문에 포함시켰다. 미국은 대지가 넓어 녹지면적에 대해 규제할 필요가 없으나⁵⁾ 우리나라

에서는 녹지면적 확보가 중요한 문제이므로 조경면적율, 수생비오톱, 자연지반녹지율, 표토재활용율과 교육적 측면을 고려한 생태학습원 조성 등 여러 가지 항목으로 많은 비중을 두고 평가하고 있어, 이 생태환경 부문 또한 토지이용 부문과 같이 각 나라의 실정이 철저히 반영되었다고 할 수 있다.

9) 실내환경 부문(표14)

실내환경 부문의 배점비율은 국내 인증기준과 LEED 2.1이 각각 19.4%와 23.2%를 차지하여 LEED2.1에서 좀 더 큰 비중을 두고 있다. 평가항목의 수는 국내 인증기준이 10개, LEED 2.1이 필수항목 3개를 포함하여 15개로 구성되어 있다.

유해물질 저방출 자재 사용 항목은 LEED 2.1에서의 배점비율이 더 크기는 하나 LEED 2.1은 접착제 및 밀폐제, 페인트와 코팅, 카펫, 합성목재로 구분하는 반면 국내 인증기준에서는 벽체, 천장, 바닥의 최종마감재, 접착제, 기타내장재로 구분하여 더 구체적으로 분류하고 있다. LEED 2.1의 커미셔닝 수행, 거주전 실내공기질 관리계획 수립 등의 여러 가지 내용이 국내 인증기준에서는 실내오염물질의 농도를 감소시키기 위한 작업수행 여부 항목으로 다루고 있다.

환기효과 관련 항목에서는 과학실의 환기시설 설치내용은 동일하며, 국내 인증기준에서는 맞통풍 가

5) 이현우 외, 국내 친환경건축물 인증제도와 LEED의 평가항목 비교 연구-업무시설을 중심으로, 한국태양에너지 학회논문집, 제31권, 제1호, 2011.

표14. 실내환경 부문 평가기준 및 배점 비교

평가 부문	배점 비율	배점기준	배 점	평가기준		배 점	배점기준	배점 비율	
				국내 인증기준 (학교시설)	LEED 2.1(NC)				
실내 환경	4.8%	벽체, 천정, 바닥의 최종마감재, 접착제, 기타내장재를 친환경 자재 사용	6	• 각종 유해물질 저함유자재의 사용	• 유해물질 저방출 자재	4	접착제 및 밀폐제, 페인트와 코팅, 카펫, 합성목재의 유해물질 저방출 자재 사용	5.8%	
	1.6%	건축물 사용전 TAB 실시	2	• 실내오염물질의 농도를 감소시키기 위한 작업 수행 여부	• 건물에너지 시스템의 기본적인 커미셔닝 수행 • 최소 IAQ 성능 만족 • 추가적인 빌딩 커미셔닝 수행 • 거주전 IAQ 관리계획 수립	1	필수항목 기본적인 커미셔닝 외에 추가 수행	2.8%	
						1	베이크아웃 실시 혹은 실내공기질 측정		1.4%
	2.4%	일반교실이 맞통풍가능, 과학실 급기와 배기가 가능한 환기장치 설치	3	• 자연환기 설계 도입 및 쾌적한 실내 공기환경 조성	• 환기효과 향상 • 실내 화학성분 및 오염원 제어	1	환기효율 0.9이상 확보 과학실에 일정 비율의 배기구 설치, 액체 폐기물의 처리를 위한 하수구 설치	1.4%	2.8%
						1	온도, 습도 모니터링 시스템 설치	1.4%	
	1.6%	연소가스와 소음이 발생하지 않는 열원기 배치, 실별 자동온도조절장치 채택	2	• 쾌적한 실내 온열 환경 조성	• 열적 쾌적성 • 열적 쾌적성 • 시스템 제어가능성	1	ASHRAE 55-1992 충족 온도, 조명, 환기 제어시스템 설치	1.4%	5.7%
						1		1.4%	
						2		2.9%	
		0.8%		1	• 석면이 포함된 건축자재사용의 억제				
		1.6%		2	• 외부소음에 대한 실내허용소음				
		1.6%		2	• 차양설치				
		1.6%		2	• 건물내 급수배관의 위생성 향상				
		1.6%		2	• 이용자에게 실내 쾌적한 공간 제공				
		1.6%		2	• 노약자, 장애자에 대한 배려의 타당성				
					• 담배연기 제어		필수항목		
					• 이산화탄소 모니터링	1		1.4%	
					• 성능의 측정과 확인	1		1.4%	
					• 주광 및 전망 확보	2		2.8%	
소계	19.4%		24			16		23.2%	

능한 교실수를 추가로 평가하고 있으나, LEED 2.1에서는 자연환기 및 기계환기를 모두 고려하고 있다. 그 외에 국내 인증기준에서는 외부소음에 대한 실내허용소음, 차양설치, 급배수관의 위생성, 건물내 휴식공간 및 환경교육전용공간 조성 등의 항목을 평가하고 있고, LEED 2.1에서는 이산화탄소 모니터링, 자연채광, 전망 등의 항목을 평가하고 있다.

10) 혁신성 부문(표15)

혁신성 부문은 LEED 2.1에서만 다루고 있는 평가

부문으로 7.2%의 적지 않은 배점비율을 차지하고 있다. 혁신적인 설계에 대한 항목은 설계의 혁신성에 대해 주관적인 판단을 할 수 있는 항목이므로 정량적인 평가가 가능한 항목들로 구성된 국내 인증기준에는 적용하기 어려운 것으로 판단되고, LEEDTM 인증 전문가참여에 따른 가산점 부여는 국내에 시행하고 있지 않은 제도이다.

표15. 혁신성 부문 평가기준 및 배점 비교

평가부문	배점 비율	배점	평가기준		배점	배점 비율
			국내 인증기준(학교시설)	LEED 2.1(NC)		
혁신성				<ul style="list-style-type: none"> • 혁신적인 설계 • LEED™인증전문가참여 	4	5.8%
소계	0.0%	0			5	7.2%

III-4. 소결

국내 인증기준과 LEED 2.1을 부문별 및 항목별로 비교, 분석하였다. 두 기준 모두 실내환경, 에너지, 재료 및 자원, 수자원 부문에 큰 비중을 두고 있었으며, 특히 LEED 2.1은 실내환경, 에너지, 재료 및 자원 부문에 치우친 경향이 있었다. 그리고 국내 인증기준에서는 중요시하여 큰 비중을 두고 있는 생태환경 부문에 대해 LEED 2.1에서는 전혀 다루고 있지 않았다.

평가항목별로 살펴보면 동일한 목적과 동일한 평가방법으로 비교가 가능한 평가항목 중 국내 인증기준이 강화되어 있는 항목은 '대중교통에의 근접성'과 '지정부산물 재활용'이고, LEED 2.1이 강화되어 있는 항목은 '에너지 소비량', '신재생에너지 이용', '기존건물 재사용', '우수이용', '중수도 설치'항목으로 에너지 및 수자원 부문이 강화되어 있었다. 그 외 '자전거보관소 설치', '유효자원재활용 자재 이용', '우수부하 절감', '물사용량 절감' 항목은 동일한 목적의 항목이나 평가방법이 상이하였다.

IV. 국내 학교시설 친환경건축물 인증과 LEED 2.1에 의한 인증사례 비교

IV-1. 6개 사례학교 개요

국내 학교시설 친환경건축물 인증기준에 의해 본 인증을 획득한 학교와 LEED 2.1에 의해 인증을 획득한 학교 각 3개를 선정하여 평가결과를 비교하였

다. 표16은 6개 사례학교의 개요이다. 국내 인증기준에 의해 인증을 획득한 학교는 2개 초등학교와 1개 고등학교로 모두 2011년 건축되었고 우수등급을 획득하였다. LEED 2.1에 의해 인증을 획득한 학교는 1개 중학교와 2개 고등학교로 2006년에 건축된 A중학교는 57점으로 Platinum등급을 획득하였고, B고등학교와 C고등학교는 각각 2004년과 2008년에 건축되었고 Silver등급을 획득하였다.

IV-2. 6개 사례학교 부문별 평가결과

국내 인증기준에 의해 인증을 획득한 3개 학교와 LEED 2.1에 의해 인증을 획득한 3개 학교의 평가부문별 획득점수와 100점 만점으로 환산한 점수를 표 16에 나타내었다.

100점 만점으로 환산한 결과 A중학교는 80점 이상으로 현재 우리나라 개정기준의 인증등급 기준에 적용하면 그린1등급에 해당하고, 나머지 5개 학교는 50점 이상, 60점 미만으로 그린4등급에 해당하였다.

6개 학교의 부문별 획득점수를 비교해보면 공통적으로 점수를 많이 획득한 부문은 에너지, 재료 및 자원, 수자원, 실내환경 부문이고, 점수획득 비중이 적은 부문은 교통과 환경오염 부문이다.

국내 인증사례와 LEED 인증사례로 나누면, 국내 사례학교보다 LEED 사례학교가 점수획득을 많이 한 부문은 '에너지' 부문이고, LEED 사례학교보다 국내 사례학교가 점수획득을 많이 한 부문은 '수자원', '유지관리', '실내환경' 부문이다. '실내환경' 부문은 두 개 기준 모두 가장 많은 비중을 차지하고

표16. 사례학교 개요

인증기준	학교명	지역	연면적(m ²)	건물층수	완공연도	획득점수 (인증등급)
국내 인증기준 (학교시설)	ㄱ 초등학교	경북	10,817m ²	지상 4층	2011년	70.7점(우수)
	ㄴ 초등학교	전북	7,967m ²	지상 5층	2011년	69.22점(우수)
	ㄷ 고등학교	경남	11,147m ²	지상 5층	2011년	68.73점(우수)
LEED 2.1	A 중학교	Washington, DC	6,710m ²	지상 3층	2006년	57점(Platinum)
	B 고등학교	Fort Collins, Colorado	27,500m ²	지상 3층	2004년	36점(Silver)
	C 고등학교	Kanasa City, Missouri	29,200m ²	지상 2층	2008년	35점(Silver)

표17. 6개 사례 학교의 부문별 획득점수 (환산득점은 100점 만점 환산득점임)

부문	국내 인증기준									LEED 2.1								
	1초			2초			3초			A중			B고			C고		
	득점 (점)	환산득점 (점)	비율 (%)	득점 (점)	환산득점 (점)	비율 (%)	득점 (점)	환산득점 (점)	비율 (%)	득점 (점)	환산득점 (점)	비율 (%)	득점 (점)	환산득점 (점)	비율 (%)	득점 (점)	환산득점 (점)	비율 (%)
토지이용	5	403	7.1	42	339	6.1	5	403	7.3	5	725	88	2	290	56	3	435	86
교통	28	226	40	32	258	46	1	081	1.5	2	290	35	1	145	28	0	000	00
에너지	11.88	9.58	168	10.05	8.10	145	9.8	7.90	143	11	15.94	193	11	15.94	306	8	11.59	22.9
재료 및 자원	8.9	7.18	126	9.5	7.66	137	7.5	6.05	10.9	8	11.59	140	5	7.25	139	5	7.25	143
수자원	9	7.26	127	10	8.06	144	7	5.65	10.2	7	10.14	123	3	4.35	83	4	5.80	11.4
환경오염	35	282	50	6	484	87	35	282	5.1	3	4.35	5.3	2	2.90	5.6	1	1.45	2.9
유지관리	64	5.16	9.1	64	5.16	9.2	58	4.68	8.4	1	1.45	1.8	0	0.00	0.0	1	1.45	2.9
생태환경	408	3.29	5.8	3.47	2.80	5.0	148	11.94	21.5	0	0.00	0.0	0	0.00	0.0	0	0.00	0.0
실내환경	19.14	15.44	27.1	16.4	13.23	23.7	14.33	11.56	20.8	15	21.74	26.3	7	10.14	19.4	8	11.59	22.9
혁신성	0	0.00	0.0	0	0.00	0.0	0	0.00	0.0	5	7.25	8.8	5	7.25	13.9	5	7.25	14.3
합계	70.7	57.02	100	69.22	55.82	100	68.73	55.43	100	57	82.61	100	36	52.17	100	35	50.72	100

있는 부문으로 국내 사례학교에서는 가장 많은 평가 항목과 배점을 가진 실내환경 부문에서 가장 많은 점수를 획득하였으나, LEED 사례학교의 B고등학교와 C고등학교는 오히려 '에너지' 부문에서 더 많은 점수 혹은 동일한 점수를 획득하여 국내 사례학교보다 에너지 부문에 더 많이 치중하고 있음을 알 수 있다.

IV-3. C고등학교와 B고등학교의 평가결과 분석

국내 인증사례 3개와 LEED 인증사례 3개 중 100점 만점의 환산총점이 각각 55.43점, 52.17점으로 총점의 차이가 가장 적게 나는 C고등학교와 B고등학교에 대해 유사한 항목에서 두 학교 모두 점수를 획득한 항목의 환산점수 및 득점내용을 살펴보았다.

유사한 항목에서 동일하게 점수를 획득한 항목은 교통, 에너지, 재료 및 자원, 수자원, 환경오염, 실내환경 부문에서 나타났으며, 테두리를 진하게 표시한 항목은() 필수항목을 표시한 것이다.

1) 교통 부문 평가항목별 득점 비교(표18)

교통 부문에서는 자전거보관소 설치항목에서 두 학교 모두 점수를 획득하였다. 36학급인 C고등학교에는 학급당 2대인 전체 72대의 자전거보관소가 설

치되었고, 전체 학생수 1,800명인 B고등학교는 재실자의 5%인 90대의 자전거보관소가 설치되었다. 36학급인 C고등학교의 학생수를 학급당 35명으로 가정하면 1,260명으로 1인당 0.057대가 설치된 것이고, B고등학교는 1인당 0.05대가 설치되어 C고등학교가 더 많은 자전거보관소를 확보한 것을 알 수 있다.

2) 에너지 부문 평가항목별 득점 비교(표19)

에너지 부문에서는 에너지 소비량 항목과 신재생에너지 이용시설 항목에서 두 학교 모두 점수를 획득하였다.

에너지 소비량 항목에서는 B고등학교는 일반건물보다 60%의 에너지를 절감하여 항목의 배점 전체를 획득하였고, C고등학교는 에너지성능지표검토서에서 70점을 획득하여 약11.2%의 에너지를 절감하여 큰 차이를 보이고 있다.

그리고 신재생에너지 이용시설 항목에서 C고등학교는 태양광발전설비를 설치하여 전체전기부하의 10%를 담당하고 있으며, B고등학교는 부지 내에 신재생에너지 이용시설이 설치되지 않았으나 재생가능한 에너지를 이용하는 업체와의 계약을 통해 전기사용량의 50%이상을 충당하고 있다.

표18. 교통 부문 평가항목별 득점 비교(100점 만점 환산)

평가 부문	C고 득점	득점내용	평가기준		B고 득점
			국내 인증기준 (학교시설)	LEED 2.1(NC)	
교통	0.81	• 일반교실 당 2대의 자전거보관소 설치(72대, 0.057대/인)	• 자전거 보관소 설치여부	• 대체교통수단(자전거보관소 및 샤워탈의실)	1.45
				• 재실자의 5% 이상이 이용할 수 있는 탈의/샤워실 및 자전거보관소 설치(90대, 0.05대/인)	

표19. 에너지 부문 평가항목별 득점 비교(100점 만점 환산)

평가 부문	고득점	특점내용	평가기준		특점내용	B고득점
			국내 인증기준 (학교시설)	LEED 2.1(NC)		
에너지	3.87	EPI 70점(11.2% 절감)	• 에너지 소비량 평가	• 에너지 성능의 최적화	• 일반건물보다 60%의 에너지 절감	14.49
	1.61	태양광발전설비 설치, 전기부하의 10% 담당	• 대체 에너지 이용	• 그린 에너지(Green Power)	• 최소 2년의 재생가능한 에너지 계약에 의해 건물전체 전기사용량의 50% 이상을 충당	1.45

표20. 재료 및 자원 부문 평가항목별 득점 비교(100점 만점 환산)

평가 부문	고득점	특점내용	평가기준		특점내용	B고득점
			국내 인증기준 (학교시설)	LEED 2.1(NC)		
재료 및 자원	2.42	• 9종의 유효자원재활용 자재 사용	• 유효자원 재활용을 위한 친환경 인증제품 사용여부	• 재활용자재의 사용	• 전체 자재의 10% 이상 재활용자재 사용	2.9
	2.42	• 30㎡의 재활용폐기물 보관시설 및 4종의 분리수거용기 설치	• 재활용 가능자원의 분리수거	• 재활용가능한 폐기물의 저장 및 수집	• 종이, 유리, 플라스틱, 철 등의 재활용가능한 재료들을 분리, 수집, 저장할 수 있는 공간 제공	

표21. 수자원 부문 평가항목별 득점 비교(100점 만점 환산)

평가 부문	고득점	특점내용	평가기준		특점내용	B고득점
			국내 인증기준 (학교시설)	LEED 2.1(NC)		
수 자원	2.42	• 포장면적의 45%를 투수포장으로 조성, 운동장에 우수처리시설 설치	• 우수부하 절감대책의 타당성	• 우수 관리 계획(비율과 양 조절)	• 홍수에 의한 유거수의 25% 감소를 위한 우수관리계획 수립	1.45
				• 우수 관리 계획(처리시스템)	• 연간 평균 부유물질의 80%와 인산의 40%를 제거할 수 있는 우수처리시스템 구축	1.45

표22. 환경오염 부문 평가항목별 득점 비교(100점 만점 환산)

평가 부문	고득점	특점내용	평가기준		특점내용	B고득점
			국내 인증기준 (학교시설)	LEED 2.1(NC)		
환경 오염	1.61	• 오존층과피물질 미포함 냉매와 할론 미포함 소화기 사용	• 오존층보호를 위한 특정물질의 사용 금지	• HVAC&R 기기의 CFC 절감	• 공조시스템에 CFC 미포함 냉매 사용	

3) 재료 및 자원 부문 평가항목별 득점 비교(표20)
 재료 및 자원 부문에서는 재활용자재의 사용과 재활용 가능자원의 분리수거 항목에서 두 학교 모두 적용되었으며, 재활용 가능자원의 분리수거 항목은 LEED 2.1에서 필수항목으로 설정되어 있다.

재활용자재의 사용 항목에서 고등학교는 9종의 유효자원재활용 자재를 사용하였고, B고등학교는 전체 자재의 10%이상 재활용 자재를 사용하고 있다. 그리고 재활용 가능자원의 분리수거 항목에서 고

등학교는 30㎡의 재활용폐기물 보관시설을 확보하고 4종의 분리수거용기를 설치하였고, B고등학교는 재활용가능한 재료들을 분리, 수집, 저장할 수 있는 공간을 제공하여 거의 동일한 내용이 적용된 것을 알 수 있다.

4) 수자원 부문 평가항목별 득점 비교(표21)

수자원 부문에서는 우수부하절감대책 항목에서 두 학교가 모두 점수를 획득하였다.

우수관리에 대해 고등학교는 전체 포장면적의 45%를 투수포장으로 조성하고 운동장에 우수처리시설을 설치하였고, B고등학교는 유수의 양과 비율 조절을 위해 홍수에 의한 유거수의 25% 감소를 위한

6) 국토해양부고시 제2009-1294호, 환경부고시 제2009-284호, 친환경건축물인증기준, 학교시설 '3.1.1에너지소비량 평가'의 EPI 점수에 따른 에너지소비비율

표23. 실내환경 부문 평가항목별 득점 비교(100점 만점 환산)

평가 부문	C고 득점	특점내용	평가기준		특점내용	B고 득점
			국내 인증기준 (학교시설)	LEED 2.1(NC)		
실내 환경	4.84	·일반교실의 벽체, 천정, 바닥의 최종마감재, 접착제, 기타내장재로 친환경 자재 사용	· 각종 유해물질 저함유자재의 사용	· 유해물질 저방출 자재	· 접착제 및 밀폐재, 페인트와 코팅, 카펫의 유해물질 저방출 자재 사용	4.34
	0.81	·건축물 사용전 베이 크아웃 실시	· 실내오염물질의 농도를 감소시키기 위한 작업 수행 여부	· 건물에너지 시스템의 기본적인 커미셔닝 수행 · 추가적인 빌딩 커미셔닝 수행	· 기본 커미셔닝 수행 · 기본적인 커미셔닝 외에 추가 수행	1.45
	1.07	·30학급 중 5학급 맞 통풍 가능, 과학실에 급기와 배기가 가능한 환기장치 설치	· 자연환기 설계 도입 및 쾌적한 실내공기환경 조성	· 실내 화학성분 및 오염원 제어	· 먼지 등을 걸러내기 위한 입구통로시스템 도입, 화학약품 사용공간에 배기구 설치, 액체폐기물의 처리를 위한 하수구 설치	1.45

홍수관리계획을 수립하고 부유물질 및 인산제거를 위한 우수처리시스템을 설치하였다.

5) 환경오염 부문 평가항목별 득점 비교(표22)

환경오염 부문은 오존층 보호를 위한 특정물질의 사용금지 항목에서 두 학교 모두 적용되어 있으며, 특히 LEED 2.1에서는 필수항목이다.

C고등학교는 오존층과피물질 미포함 냉매와 할론 미포함 소화기를 설치하였고, B고등학교는 CFC 미포함 냉매를 사용하였다. LEED 2.1에 '오존층 보호' 항목에서 HCFC와 할론을 포함하지 않는 공조기,

냉방설비와 화재방지시스템 사용에 대한 내용을 고려하고 있으나 B고등학교는 점수를 획득하지 못하였다.

6) 실내환경 부문 평가항목별 득점 비교(표23)

실내환경 부문에서는 유해물질 저함유자재의 사용, 실내오염물질 농도감소를 위한 작업수행, 실내 화학성분 및 오염원 제어, 열적쾌적성 항목에서 두 학교가 모두 점수를 획득하였다.

유해물질 저함유자재의 사용 항목에서 B고등학교는 접착제 및 밀폐재, 페인트와 코팅, 카펫에 대해 유해물질 저함유자재를 사용하였고, C고등학교는 전체 일반교실의 벽체, 천정, 바닥의 최종마감재, 접착제, 기타내장재로 친환경 자재를 사용하였다.

실내오염물질 농도감소를 위한 작업수행 항목에서 C고등학교는 건축물 사용전 베이 크아웃을 실시한 것으로 그쳤으나 B고등학교는 필수항목인 최소 실내공기질 성능을 충족하고 우리나라에서는 아직 활

발히 시행되고 있지 않는 커미셔닝⁷⁾을 수행하였다.

그리고 일반교실의 환기에 대해 C고등학교는 전체 일반교실의 약17%에 해당하는 교실이 맞통풍이 가능하여 자연환기가 되도록 계획되었으나 B고등학교는 과학실 등의 화학성분 및 오염원 제어만 적용되어 일반교실의 환기에 대해 평가항목이 있으나 점수를 획득하지 못하였다.

IV-4. 소결

국내 인증기준에 의해 인증받은 사례학교 3개(1초, 2초, C고)와 LEED 인증기준에 의해 인증받은 사례학교 3개(A중, B고, C고)의 평가결과를 비교하였으며, 6개 학교의 부문별 획득점수를 비교하기 위해 100점 만점으로 환산하였다.

100점 만점으로 환산한 결과 현재 우리나라 인증기준의 인증등급 기준에 적용하여 그린1등급인 A중 학교를 제외한 5개 학교는 모두 그린4등급에 해당하였다.

6개 학교가 공통적으로 점수를 많이 획득한 부문은 에너지, 재료 및 자원, 수자원, 실내환경 부문이

7) 커미셔닝(Commissioning)은 효율적인 건축 기계설비 시스템의 성능 확보를 위한 가장 중요한 요소로서 설계 단계부터 공사완료에 이르기까지 전 과정에 걸쳐 건물주의 요구에 부합되도록 모든 시스템의 계획, 설계, 시공, 성능시험 등을 확인하고 최종 유지 관리자에게 제공하여 입주 후 건물주의 요구를 충족할 수 있도록 운전성능 유지 여부를 검증하고 문서화하는 과정

고, 점수획득 비중이 적은 부문은 교통과 환경오염 부문이다. 국내 인증사례와 LEED 인증사례로 나누어 살펴보면, 국내 사례학교보다 LEED 사례학교가 점수획득을 많이 한 부문은 '에너지' 부문이고, LEED 사례학교보다 국내 사례학교가 점수획득을 많이 한 부문은 '수자원', '유지관리', '실내환경' 부문이다.

국내 인증사례 3개와 LEED 인증사례 3개 중 100점 만점의 환산총점이 각각 55.43점, 52.17점으로 총점의 차이가 가장 적게 나는 ㄷ고등학교와 B고등학교에 대해 유사한 항목에서 두 학교 모두 점수를 획득한 항목의 환산점수 및 득점내용을 살펴보았다.

교통부문에서의 자전거보관소 설치는 학생수에 비례하여 보면 ㄷ고등학교가 더 많이 확보하고 있었고, 에너지 부문에서는 B고등학교는 대지 내에 신재생에너지 이용시설이 설치되어 있지 않기는 하나 ㄷ고등학교에 비해 건물 전체의 에너지절감율이 월등히 높아 높은 점수를 획득하였다.

그리고 재료 및 자원 부문은 거의 동일한 내용이 적용되어 있었고, 수자원 부문에서는 B고등학교가 우수의 양 뿐만 아니라 질적향상을 고려한 우수관리계획을 수립하고 있었다. 그리고 환경오염 부문에서는 ㄷ고등학교가 오존층파괴물질 미포함 냉매와 할론 미포함 소화기를 설치하여 B고등학교보다 더 다양하게 적용되어 있었다.

실내환경 부문은 두 학교가 비슷한 점수 및 평가항목이 적용되었으나 B고등학교가 국내에서 아직 활발히 시행되고 있지 않은 커미셔닝을 수행하였으며, ㄷ고등학교는 전체 일반교실의 약17%에 해당하는 교실이 맞통풍이 가능하여 자연환기가 되도록 계획되었다.

총점의 차이가 가장 적게 나는 ㄷ고등학교와 B고등학교에서 두 기준 모두 점수를 획득한 항목별 평가결과를 비교해본 결과, 각 국가의 특성을 고려하여 평가하는 항목을 제외하면 전반적으로 비슷한 점수와 비슷한 평가항목을 적용하고 있었으나, 에너지 부문은 B고등학교가 월등히 높은 에너지절감율을 보여 높은 점수를 획득하였다. 그 외에 학교시설의 특성을 고려하거나 환경 및 생태적 요소 뿐만 아니라 교육적 측면을 고려한 평가항목은 B고등학교 보다 ㄷ고등학교에 더 많이 적용되어 있었다.

표24는 국내 인증기준과 LEED2.1의 강점과 약점 및 국내 인증기준이 개선방안을 정리한 것이다.

표24. 국내 인증기준과 LEED2.1 비교 및 개선방안

구분	LEED2.1	국내 인증기준
강점	<ul style="list-style-type: none"> 에너지 성능 우수 실내환경 부문 강화 	<ul style="list-style-type: none"> 생태학습 및 환경 교육공간 확보 등 교육적 측면 고려 평가방법의 정량화 생태환경 부문 강화
약점	<ul style="list-style-type: none"> 교육적 측면 관련 평가항목 부재 생태환경 관련 평가항목 부재 	<ul style="list-style-type: none"> 에너지 성능 상대적 취약 패시브기법 관련 평가항목 부재
국내 인증기준개선 방안	<ul style="list-style-type: none"> 에너지절약설계 및 에너지 효율 항목 인증기준의 점차적 강화 건물의 향, 자연채광 도입 등을 고려한 패시브기법 적용 교육적 측면에 대한 평가요소 개선 필요 	

V. 결론

본 연구는 학교시설을 대상으로 미국의 친환경건축물 인증기준인 LEED 2.1과 국내 학교시설 친환경건축물 인증기준의 평가항목 및 인증사례를 비교, 분석하여 국내 인증기준의 평가항목 구성의 타당성을 검토하고 국내 인증기준의 확산을 위한 기초자료를 얻고자 하였다.

먼저, 국내 인증기준과 LEED 2.1의 평가항목을 비교하기 위해 전체 평가항목을 재분류하였으며 평가부문은 토지이용, 교통, 에너지, 재료 및 자원, 수자원, 환경오염, 유지관리, 생태환경, 실내환경, 혁신성으로 설정하였다.

재분류한 평가항목을 부문별로 비교해 본 결과 국내 인증기준은 실내환경, 재료 및 자원, 생태환경, 에너지의 순으로 많은 비중을 차지하고 있고, LEED 2.1은 실내환경, 에너지, 재료 및 자원, 수자원의 순으로 많은 비중을 차지하고 있다. 그리고 생태환경 부문은 국내 인증기준에서만 포함되어 있고 혁신성 부문은 LEED 인증기준에만 포함되어 있어 큰 차이를 보이고 있으며, LEED 2.1은 실내환경과 에너지 부문에 치중한 반면, 국내 인증기준은 상대적으로 골고루 분포하고 있었다. 또한 학교시설의 특성을 고려하거나 환경 및 생태적 요소 뿐만 아니라 교육적 측면을 고려한 평가항목은 국내 인증기준에 더 많이 적용되어 있었다.

국내 인증기준에 의해 인증을 획득한 3개 학교(ㄱ

초, ㄴ초, ㄷ고)와 LEED 2.1에 의해 인증을 획득한 3개 학교(A중, B고, C고)의 평가결과를 비교해 보았다. 점수비교를 위해 100점 만점으로 환산하면 6개 학교 중 A중학교를 제외한 5개 학교 모두 총점이 50점 이상, 60점 미만으로 현재 국내 인증등급 기준에 적용하여 그린4등급에 해당하였다.

그 중 총점의 차이가 가장 적게 나는 ㄷ고등학교와 B고등학교의 평가결과를 비교해 본 결과, 각 국가의 특성을 고려하여 평가하는 항목을 제외하면 전반적으로 비슷한 점수와 비슷한 평가항목을 적용하고 있었으나, 에너지 부문에서는 LEED 인증기준에 비해 국내 인증기준이 완화되어 있음에도 불구하고 ㄷ고등학교가 낮은 점수를 획득하였다. 그리고 학교 시설의 특성을 고려한 평가항목은 ㄷ고등학교에 더 많이 적용되어 있었다.

국내 인증기준과 LEED 2.1의 평가항목 및 인증사례를 분석해 본 결과, 두 기준 모두 실내환경, 에너지, 재료 및 자원, 수자원 부문을 중요시하고 있었으며, LEED 2.1은 특히 실내환경과 에너지 부문에 치중하고 있었다. 두 기준의 큰 차이점은 국내 인증기준에서 중요시하여 큰 비중을 두고 있는 생태환경에 대해 LEED 2.1에서는 전혀 다루고 있지 않고, LEED 2.1에는 주관적인 판단이 가능한 혁신적인 설계에 점수를 부여하는 항목이 포함되어 있다.

그리고 에너지 부문은 LEED 2.1에 비해 국내 인증기준이 완화되어 있어 에너지절약설계기준 및 인증기준의 점차적인 강화를 고려할 필요가 있다. 따라서 학교시설의 환경적 요소만을 고려하고 있는 LEED 2.1에 비해 국내 인증기준은 교육적 측면까지 고려하고 있어 친환경학교의 개념에 상대적으로 적절한 것으로 판단되나, 국내 인증기준도 에너지성능 향상 및 패시브기법 관련 항목을 보강할 필요가 있다.

참고문헌

1. 이호진, 학교건축계획, 한국교육환경연구원, 2009
2. 이호진 외, 행복도시 미래형 선진 학교모델 개발 및 '09년 착수 9개교 RFP수립 연구, 행정중심복합도시건설청 보고서, 2009
3. 고동환, LEED 2009와 국내 친환경건축물 인증제도에서의 건물에너지 효율평가기준에 따른 에너지 절감률과 연간소비량 연구, 대한건축학회논문

집, 제26권, 제5호, 2010

4. 김삼열 외, BREEAM과 LEED를 통해서 본 국내 친환경건축물 인증제도의 개선방안에 관한 연구, 대한건축학회논문집, 제26권, 제12호, 2010
5. 배시화 외, 친환경건축물 인증제도의 실태와 그 영향에 대한 연구-공동주택 부문을 중심으로-, 대한건축학회논문집, 제26권, 제12호, 2010
6. 이현우 외, 국내 친환경건축물 인증제도와 LEED의 평가항목 비교 연구-업무시설을 중심으로-, 한국태양에너지학회논문집, 제31권, 제1호, 2011

(논문투고일 : 2011.06.03, 심사완료일 : 2011.08.11, 게재확정일 : 2011.08.22)