

Improvement Plan of G-SEED for the Indoor Air Quality Management and Occupant Health due to the Particulate Matter

미세먼지로 인한 실내공기질 관리와 거주자 건강을 위한
녹색건축인증기준 개선 방안

Kim, Sungwan 김성완 (한국환경건축연구원)

최근 미세먼지로 인한 건강문제가 국민들에게 초미의 관심사가 되고 있는 상황에서, 실내에서 90% 이상의 시간을 보내는 도시인들의 건강을 위해서는 실효성 있는 건물의 실내공기질 관리 방안 마련이 시급하다. 실내공기질 관리법에서 다중이용시설 및 공동주택의 실내공기질 기준을 정하여 관리하고 있으나 일반건축물에 적용되는 기준은 아직 마련되어 있지 않으며, 공동주택의 경우 미세먼지에 관한 기준이 없는 실정이다. 한편 녹색건축인증(G-SEED) 기준에도 실내공기질에 관한 평가 항목이 있으나 건축자재에서 발생하는 오염물질에 초점이 맞춰져 있어 미세먼지 관리방안으로서 한계가 있다. 본고에서는 국내외 녹색건축 관련 인증제도의 비교를 통해 대기중의 미세먼지로부터 안전한 실내공기환경 조성을 위한 녹색건축인증기준의 개선 방안을 제안한다.

1. 녹색건축인증(G-SEED) 특성 및 심사기준 검토



[그림 1] 녹색건축인증 연혁 (건설기술연구원)

우리나라 녹색건축인증제도인 G-SEED는 2002년에 친환경건축물 인증제도로 시작하였으며, 2012년부터 녹색건축물 조성 지원법에 근거를 두고 녹색건축인증제도로 이름이 변경되었다. 그 동안 인증 대상 건축물의 종류도 다양해지고, 심사기준도 꾸준히 발전을 거듭하여 왔다.(그림 1)

G-SEED의 특성을 파악하기 위해 관련법에서는 녹색건축을 어떻게 정의하고 있는지 살펴보면, 녹색성장기본법에서는 “에너지 이용효율 및 신재생에너지의 사용비율이 높고, 온실가스 배출을 최소화하는 건축물”로 정의하고 있으며, 녹색건축물 조성 지원법에서는 “환경에 미치는 영향을 최소화하고 동시에 쾌적하고 건강한 거주환경을 제공하는 건축물”로 정의하고 있다. 위의 두 가지 정의로부터 녹색건축은 지구환경 보전에 무게가 많이 실려 있음을 알 수 있다. 한편 [표 1]의 G-SEED 인증심사 기준을 보면 7개의 심사분야와 각 분야별 세부인증항목에 환경보전을 위한 항목과 거주자의 건강 및 쾌적을 위한 항목이 모두 포함되어 있어 G-SEED가 환경보전뿐만 아니라 거주자의 건강도 고려한 인증제도라는 것을 알 수 있다.

전문분야	인증항목	전문분야	인증항목
1.토지이용 및 교통	1.1 기준대지의 생태학적 가치	4.물순환 관리	4.1 빗물관리
	1.2 과도한 지하개발 지양		4.2 빗물 및 유출지하수 이용
	1.3 토공사 절성토량 최소화		4.3 절수형 기기 사용
	1.4 일조권 간섭방지 대책의 타당성		4.4 물 사용량 모니터링
	1.5 적정 일조권 확보를 위한 배치계획	5.유지 관리	5.1 건설현장의 환경관리 계획
	1.6 대중교통의 근접성		5.2 운영·유지관리 문서 및 매뉴얼 제공
	1.7 자전거주차장 설치		5.3 사용자 매뉴얼 제공
2.에너지 및 환경오염	2.1 에너지 성능	6.생태 환경	5.4 녹색건축인증 관련 정보제공
	2.2 시험·조정평가(TAB) 및 커미셔닝 실시		6.1 연계된 녹지축 조성
	2.3 에너지 모니터링 및 관리지원 장치		6.2 자연지반 녹지율
	2.4 조명에너지 절약		6.3 생태면적률
	2.5 신·재생에너지 이용		6.4 비오톱 조성
	2.7 오존층 보호를 위한 특정물질의 사용 금지	6.5 생태학습원 조성	
	2.8 냉방에너지 절감을 위한 일사조절계획 수립	7.실내 환경	7.1 실내공기 오염물질 저방출 제품의 적용
	3.재료 및 자원		3.1 환경성선언 제품(EPD)의 사용
3.2 저탄소 자재의 사용			7.3 외기 급배기구의 설계
3.3 자원순환 자재의 사용			7.4 CO ₂ 모니터링시스템 운영 및 환기량 평가 ¹⁾
3.4 유해물질 저감 자재의 사용			7.5 자동온도조절장치 설치 수준
3.5 녹색건축자재의 적용 비율			7.6 쾌적한 실내환경 조절방식 채택 ²⁾
3.6 재활용가능자원의 보관시설 설치			7.7 객실 간 경계벽의 차음성능 ³⁾
			7.8 교통소음(도로, 철도)에 대한 실내·외 소음도
			7.9 직달일광 조절 및 현휘 감소를 위한 차양 설치 ⁴⁾
			7.10 전용 휴게공간 조성

¹⁾ 판매시설, ²⁾ 업무용건축물, ³⁾ 숙박시설, ⁴⁾ 학교시설

[표 1] 녹색건축인증(G-SEED) 심사기준 (신축 비주거용 건축물)

[표 1]의 인증심사항목 중 실내공기질과 관련된 내용은 '7. 실내환경' 분야에서 중점적으로 다루고 있다. 실내환경분야의 심사항목 및 배점은 대상 건물의 종류에 따라 다소 차이가 있는데, '신축 비주거용 건축물'의 경우 7.1~7.4의 4개 항목 즉, 실내공기 오염물질 저방출 제품의 적용, 자연 환기성능 확보, 외기 급배기구의 설계, CO₂ 모니터링시스템 운영 및 환기량 평가이다. 이 중 7.1 항목은 반드시 채택해야 하는 필수항목이고, 7.4 항목은 판매시설에만 적용된다. 위의 심사항목이 시사하는 내용을 살펴보면, 실내공기의 오염원은 내장재이고 여기에서 방출된 오염물질은 환기를 통해 배출함으로써 실내공기질을 유지하는 개념이라는 것을 알 수 있다. 하지만 외부 공기의 미세먼지 농도가 높아진 상황에서는 자연환기를 통한 방법으로 목적을 달성할 수 없으므로 새로운 대안이 필요하다.

2. 국내외 녹색건축물 인증제도 비교·분석

대기 미세먼지에 대한 실내공기질 관리의 대안 도출을 위해 외국의 녹색건축인증제도의 내용을 살펴보고자 한다. 녹색건축인증제도는 많은 나라에서 자국의 실정에 맞는 인증시스템을 개발하여 운영하고 있으며 본고에서는 미국의 LEED와 영국의 BREEAM을 선정하여 우리나라의 G-SEED와 비교해 보기로 한다. 또한 녹색건축인증제도는 아니지만 재실자의 건강에 초점을 맞춘 건강건축 인증제도인 WELL 인증제도(WELL Building Standard)도 함께 검토하였다. WELL은 미국에서 개발되어 2013년부터 시행되고 있는 새로운 개념의 건축인증제도로 인간의 건강과 복지에 중점을 두고 건강 친화적인 건축물의 설계, 시공, 운영에 대해 평가하는 제도이다. [그림 2]는 WELL의 10가지 심사분야 (10 Concepts)를 나타낸 것이다.



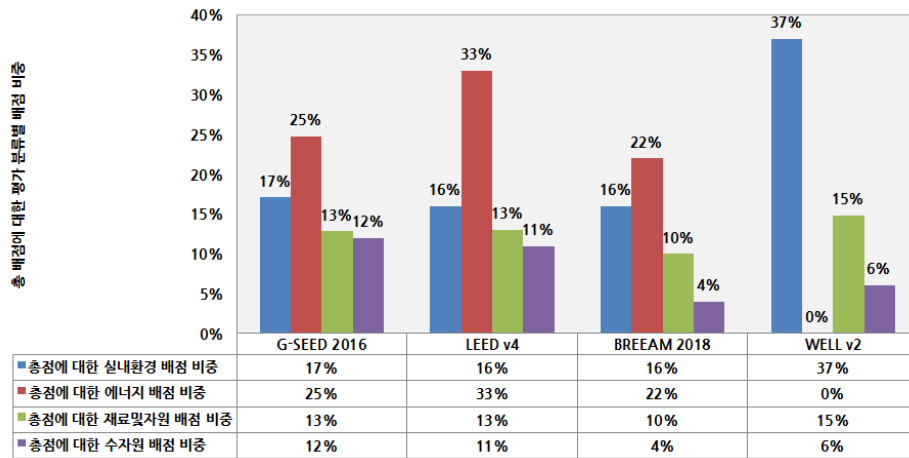
[그림 2] WELL인증의 심사분야 (IWBI; International WELL Building Institute)

먼저 각 인증제도의 심사항목과 배점을 비교한 내용을 [표 2]에 나타내었다. 실내공기질을 포함한 실내환경분야의 배점 비중을 살펴보면, G-SEED, LEED, BREEAM 모두 16~17% 정도로 유사한 반면 WELL은 37%로 월등히 높은 것을 알 수 있다. 실내환경분야에서 실내공기질과 관련된 점수 비중은 G-SEED가 7.7%, LEED가 8.0%로 비슷하고, BREEAM은 4.3%로 낮게 나타났으며, WELL은 12%로 가장 높은 비중을 보이고 있다.

구 분	G-SEED		LEED		BREEAM		WELL	
항 목	토지이용 및 교통	14	Integrative Process	1	Management	21	Air	18
	에너지 및 환경오염	29	Location & Transportation	16	Health & Wellbeing	22	Water	9
	재료 및 자원	15	Sustainable Site	10	Energy	31	Nourishment	17
	물순환관리	14	Water Efficiency	11	Transport	12	Light	14
	유지관리	9	Energy & Atmosphere	33	Water	10	Movement	20
	생태환경	17	Materials & Resources	13	Material	14	Thermal Comfort	12
	실내환경	20	Indoor Environmental Quality	16	Waste	6	Sound	11
					Land Use & Ecology	10	Materials	22
				Pollution	13	Mind	24	
총 점	117		100		139		147	
실내환경 배점비중	17%		16%		16%		37%	
실내환경 심사항목수	10개 항목 (필수 1, 평가 9)		11개 항목 (필수 2, 평가 9)		7개 항목		34개 항목 (필수 8, 평가26)	
공기질 심사항목수	4개 항목 (필수 1, 평가 3)		6개 항목 (필수 2, 평가 4)		2개 항목		14개 항목 (필수 4, 평가10)	
공기질 배점 비중	7.7% (9점/117점)		8.0% (8점/100점)		4.3% (6점/139점)		12% (18점/147점)	

[표 2] 국내외 녹색건축인증 심사항목 및 배점 비교

한편 각 인증제도의 심사분야간 배점 비중을 비교해 보면, 3개의 녹색건축인증 기준 모두 에너지 분야가 다른 분야에 비해 상당히 높은 비중을 차지하고 있는 것을 알 수 있다. 이에 비해 WELL 기준은 에너지에 대한 항목이 없는 것으로 나타났다.(그림 3)



[그림 3] 인증 심사분야간 배점 비중 비교

다음은 각 인증별 실내공기질에 대한 심사내용을 구체적으로 비교하기 위해 실내공기질과 관련된 심사항목을 발췌하여 [표 3]에 정리하였다. LEED는 외부 공기오염원으로서 담배연기를 고려하고 있고, WELL은 외부공기의 미세먼지농도에 대한 대응책을 구체적으로 명시하고 있어 다른 인증제도와 뚜렷한 차이를 보이고 있다. LEED와 WELL에는 시공단계에서 공기질을 관리하는 내용이 포함되어 있는데 특히 WELL에는 공사중 냉난방설비와 환기설비 덕트에 먼지가 유입되지 않도록 하고, 공사중 환기장치를 사용하였다면 필터를 새것으로 교체하도록 명시하고 있다.

구분	G-SEED	LEED	BREEAM	WELL
필수 항목	실내공기 오염물질 저방출 제품의 적용 (지붕, 바닥, 벽체에 적용되는 마감재의 VOCs, HCHO 에 대한 환경표지인증서 제출을 통한 평가)	Minimum Indoor Air Quality Performance (최소한의 환기성능 확보)	Indoor air quality plan - 오염원제거 - flush-out - 측정 및 분석 - 운영단계 관리	Fundamental Air Quality (실내공기질 기준치 준수) - PM2.5: 15 µg/m³ 미만, PM10: 50 µg/m³ 미만 - 라돈, 오존, CO, HCHO, VOC 실내농도 허용치 제시 - 최소 1년 간격 정기적 측정 및 보고
		Environmental Tobacco Smoke Control (건물 내외 흡연 규정 수립)		Smoke-Free Environment (실내공간 및 지정된 실외공간의 흡연금지 규정 명시) Ventilation Effectiveness (환기효율) - 기계/자연환기를 하는 공간의 환기량, 기법내용 명시 - 자연환기시 외부 미세먼지 농도기준 제시 (PM2.5: 25 µg/m³ 미만, PM10: 50 µg/m³ 미만) Construction Pollution Management (건축공사 오염관리) (공사 중 덕트 밀봉, 환기장치필터 MERV8 이상 적용 등)
평가 항목	자연 환기성능 확보 (거실바닥면적 대비 개폐창 면적비율)	Enhanced Indoor Air Quality Strategies (향상된 실내공기질 전략)	Ventilation - 급배기구 설치 위치 - 다중이용시설에 CO₂ 센서 설치	Enhanced Air Quality (강화된 실내 미세먼지 농도기준치 제시) - PM2.5: 10 µg/m³ 미만, PM10: 20 µg/m³ 미만
	외기 급배기구의 설치 (급배기구 이격거리)	Low-Emitting Materials (실내공기 오염물질 저방출 자재 적용)	User control (개폐가능한 창문 설치를 통해 환기 실시)	Enhanced Ventilation (강화된 환기량 확보) - 환기 설계기준보다 30~60% 이상의 환기량 확보
	CO2 모니터링시스템 운영 및 환기량 평가	CIAQ Management Plan (시공단계 공기질 관리 계획)	Emissions from building products (VOC, HCHO 저감을 위한 친환경자재 적용)	Operable Windows (개폐가능한 창문) - 활동공간의 최소 75%는 개폐 가능한 창문설치
	-	Indoor Air Quality Assessment (실내공기질 측정)	Post-construction indoor air quality measurement (준공 후 실내공기질 측정을 통한 평가)	Air Quality Monitoring and Awareness (오염물질의 정기적 측정을 통한 실내공기 수준 파악)
	[유지관리] 운동장 먼지발생 억제 (천연잔디/스프링클러/먼지억제제)	-	-	Pollution Infiltration Management (오염물질 유입관리) - 건물 출입구에서 외부오염물질의 실내 유입 차단
	-	-	-	Combustion Minimization (연소기구의 최소화) - 상업용 주방을 제외한 공간에서의 연소기기 사용 억제
	-	-	-	Source Separation (오염원의 공간 분리) - 별도공간 확보, 자동문 설치, 외기로 직접
	-	-	-	Air filtration (미세먼지 필터) - 외부공기 PM2.5 농도에 따른 필터의 MERV 기준치 제시 - 필터에는 교체주기 알림 장치 설치
-	-	-	Active VOC Control - 카본 필터를 사용하여 VOC 제거	

[표 3] 4개 인증제도의 실내공기질 관련 심사항목 비교

실내오염물질 저방출 제품의 적용은 G-SEED에서는 필수항목으로 되어 있는 데 비해 외국의 기준에서는 평가항목으로 되어 있다. WELL은 저방출 제품 적용 항목을 공기환경에서 다루지 않고 Materials 항목에서 다루고 있다. 준공 후 실내공기질을 측정토록 하는 내용은 G-SEED에는 없으나 LEED, BREEAM 및 WELL에는 규정되어 있다.

이상의 비교검토 내용을 분석해 보면, G-SEED는 실내공기의 오염원이 내부에 있다고 간주하고 내부 오염원을 최소화하는 것과 함께 오염된 실내공기를 신선한 외부공기로 환기토록 하고 있으며, 외국 인증기준에서는 공사중 관리방안과 준공 후 실내공기질 기준 준수여부를 확인하도록 하고 있다는 것을 알 수 있다. WELL은 건물 사용중 운영방안에 관해서도 규정하고 있는데 외부공기의 미세먼지 농도가 허용치를 초과하면 자연환기를 금지하고 기계환기로 전환토록 하는 내용을 규정하고 있어 우리나라와 같이 미세먼지 문제가 심각한 상황에서 참고할 가치가 있다고 판단된다. 실내공기질 관리에 관한 각 인증제도의 특성 및 심사내용을 비교하여 분석한 결과를 [표 4]에 나타내었다.

구분	G-SEED	LEED	BREEAM	WELL
특성	- 오염물질 저방출자재 적용에 초점 - 자연환기성능 확보	- 프로젝트 단계별, 오염발생원에 대한 관리 여부 평가	- 오염물질 저방출 자재 적용 - 기계 및 자연환기성능 확보	- 프로젝트 단계별, 특히 운영단계에 대한 규정 명시
관리방향	내부에서 발생하는 오염물질 최소화	내부 및 외부에서 침입하는 오염물질 최소화	- 실내공기질 관리계획 수립 - 공사 후 공기질 측정하여 관리	외부 미세먼지에 대한 대책 명시
심사내용	- 실내공기오염물질 저방출 제품적용 - 자연환기 성능의 확보 - 외기 급배기구의 설계 - CO ₂ 모니터링 및 환기량 평가	- 최소한의 환기성능 확보 - 건물내,외 흡연 규정 수립 - 실내공기오염물질 저방출 제품적용 - 시공단계 공기질 관리계획 - 실내공기질 측정	- 외기 급배기구의 설계 - CO ₂ 센서를 통한 실내공기질 관리 - 개폐가능한 창문 설치 - 오염물질저방출 자재 적용 - 준공 후 실내공기질 측정	- 흡연규정 - 자연환기 외부환경 고려 - 건축공사 오염관리 및 공기청정기배치 - 오염물질 정기적 측정 - 오염물질 저방출자재 적용
시사점	설계 및 시공단계 VOCs/HCHO 제거	공사 완료후 실내공기질 테스트를 통한 미세먼지 기준 제시 PM10: 50 µg/m ³ PM2.5: 15 µg/m ³	실내공기질관리 4개 세부항목으로 규정 (모두 필수항목)	자연환기시 외부 미세먼지 허용 기준 PM10: 50 µg/m ³ 미만 PM2.5: 25µg/m ³ 미만

[표 4] 실내공기질에 관한 국내외 주요 녹색건축인증제도별 특성 및 심사내용

3. 녹색건축인증 기준 개선 방향

실내공기질 관리에 관한 국내외 녹색건축인증 심사기준을 비교하여 우리나라 녹색건축인증인 G-SEED의 특성과 한계점을 파악하였다. 대기중의 미세먼지로부터 건물 내 거주자의 건강을 지키기 위해서는 G-SEED가 가지고 있는 한계를 극복하는 방안 마련이 필요하다. 앞서 살펴본 바와 같이 우선적으로 실내공기의 오염원에 대한 대상을 내부 건축자재에서 외부 미세먼지로 확대하고 세부적인 방안을 모색할 필요가 있다. 본고에서는 실내공기질 관리를 위한 인증 심사기준 개선 방안으로써 아래의 4개 항목을 도출하여 제안코자 한다.

3.1 공사과정에서 발생하는 공기오염물질 관리

공사과정에서 발생하는 공기오염물질은 공사현장 인력의 건강을 위해서도 철저한 관리가 필요하지만 냉난방설비 및 환기설비에 유입이 되면 준공 후 운영과정에서 거주자에게도 영향을 끼치므로 세심한 관리가 필요하다. 앞서 WELL의 기준에서 검토한 바와 같이 공사중 냉난방설비와 환기설비 덕트에 먼지가 유입되지 않도록 밀봉하고, 공사중 환기장치를 사용하였다면 필터를 새것으로 교체하는 등의 기준을 도입하여 관리하는 것이 필요하다. G-SEED의 심사항목 중 '5.1 건설현장의 환경관리 계획'에는 공사중에 비산먼지가 주변에 확산되지 않도록 관리하는 항목이 있으므로, 여기에 위와 같은 내용을 포함시켜 보완하면 효과적인 관리방안이 될 수 있을 것이다.

3.2 준공 후 실내공기질 현장 실측 및 준수여부 관리

실내공기질에 관한 G-SEED 기준은 오염물질 저방출 제품의 적용 및 자연환기성능 확보 등 설계 및 시공과정에서 기준 준수 여부를 판단하는 수준에서 그치고 있어, 실제 건물 사용 시점에서 실내 공기질의 수준이 적절한지를 확인할 수 없다. 한편 '실내공기질 관리법'에서는 시공이 완료된 공동주택의 실내공기질을 측정하여 공고하도록 하고 있으며, 신축 공동주택의 소유자들이 실내공기질을 알맞게 유지·관리할 수 있도록 실내공기질 관리지침을 개발·보급하도록 정하고 있다. 하지만 공동주택의 실내공기질 권고기준에는 미세먼지가 포함되어 있지 않아 측정항목에서 제외되어 있다. 본 규정에 미세먼지 항목을 추가하고, 적용대상 건물을 일반건축물로 확대하여 G-SEED 심사기준으로 도입하면 거주자의 건강을 위한 실질적인 관리방안이 될 수 있을 것으로 판단된다.

3.3 자연환기시 외부 미세먼지 허용농도 기준 제시 및 운영관리

최근 미세먼지 등의 이유로 환기를 하지 않고 공기청정기를 사용하는 사례가 늘고 있으나 장시간 환기를 하지 않으면 이산화탄소의 농도가 높아지고 산소가 부족하게 되어 최소한의 환기는 반드시 필요하다. G-SEED에는 필요 환기량을 자연환기로 확보할 수 있도록 개폐가능한 창의 유효면적 비율을 규정하고 있으나 외부 미세먼지의 농도가 높은 상황에서의 대응 방안은 마련되어 있지 않다. WELL에서는 해당 건물 4km 이내의 외부 미세먼지농도가 PM2.5의 경우 $25\mu\text{g}/\text{m}^3$, PM10의 경우 $50\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이하일 때 자연환기를 하도록 하고, 이를 초과하면 기계환기로 전환하도록 하고 있다. 이와 관련된 구체적 방법도 제시하고 있는데 4 km 이내에 측정시스템이 있고, 그 정보를 시간단위로 건물 관리자나 재실자에게 제공하고, 창문에는 이와 같은 운영지침을 표시하도록 하고 있다. 이와 같은 기준은 거주자의 건강을 위해 가장 필요한 항목이며 반드시 도입·운영되어야 할 것이다. 하지만 G-SEED는 준공 시점에서 인증심사를 완료하게 되므로 건물 운영과정의 관리방법을 심사기준에 적용하기는 어려우므로 이에 대한 보완연구가 필요하다.

3.4 환기장치 필터의 성능 및 관리

외부 미세먼지 농도가 높아지면 자연환기를 할 수 없으므로 기계환기설비는 필수적이며, 주기적인 필터 청소와 교환이 필요하다. 우리나라의 환기설비 기준에서는 필터 청소 및 교환주기에 대한 언급이 없어 관련규정의 신규개정이 요구된다.¹⁾ 한편 WELL에는 외부의 미세먼지 농도에 따른 필터의 성능기준 및 교체주기 알림장치 설치 등에 관한 기준이 있어 참고할 가치가 있다. 하루빨리 우리나라 실정에 맞는 환기장치 필터의 성능기준 및 관리기준이 마련되고, G-SEED의 인증기준으로 채택되어야 할 것이다.

1) 이윤규, 어린이 활동공간 특성에 맞는 미세먼지 정책, 지구를 위한 콜라보 토론회 발표자료(2017.6)