

Global Report

저탄소 도시를 위한 에너지 효율적인 건축물

1. 개요
2. 건축물 부문, 도시와 기후 변화
3. 건축물의 에너지 소비
4. 에너지 저소비형 건축물의 설계
5. 도시 계획수립 및 에너지 정책 수립
6. 결론

1. 개요

건축물은 기후변화 완화를 위한 핵심영역이다. 건축물 부문은 전 세계 에너지 소비의 약 30%, 에너지관련 온실가스 배출의 20% 정도를 차지하고 있다. 현재와 같은 인구증가 및 도시화로 인해 가까운 장래에 새로운 건축물의 필요성이 부각되게 될 것이다. 이러한 성장은 주거용 건축물뿐만 아니라 그에 따른 상업 및 산업발전으로 인한 온실가스 배출과 에너지 소모의 상승을 야기할 것이다. 에너지 효율화로 상당한 절약을 실현하고 도시지역의 저탄소 전략을 실행할 수 있는 많은 기회들이 존재한다.

2. 건축물 부문, 도시와 기후 변화

전 세계 온실가스 배출의 약 1/3을 건축물과 관련된 제품들이 차지하는데 만약 조치를 취하지 않는다면 2050년까지 그 규모는 두 배가 될 것으로 예상되고 있다(UNEP, 2015). 도시가 세계 인구와 건축물의 대부분을 수용하고 전 세계 에너지 사용의 2/3 그리고 온실가스 배출관련 에너지의 75% 이상을 차지하고 있으므로 도시가 본질적인 연구대상이다. 건축물은 전 세계 에너지 사용의 40% 이상을 그리고 에너지관련 온실가스 배출의 대략 30%를 차지하고 있으나 건축물에서 에너지 사용과 온실가스 배출은 기존의 모범사례와 기술을 널리 확산시키고 동시에 저탄소 도시로의 전환을 지원한다면 크게 감소될 가능성이 있다.

국제 기후변화 담론(discourse)에서 건축물의 중요성이 최근 유엔 기본협약 제21차 당사국 총회(COP21)에서 강조되었는데, 이 총회에서 지구온난화를 섭씨 2도 이하로 제한하는데 도움이 되는 건축물 부문의 잠재력에 관심을 끌도록 헌신적 노력이 온종일 동원되었다. 세계 건축물 및 건설연맹(The Global Alliance for Buildings and Construction)이 20개국 60개 이상의 조직에 의해 창립되었는데 그 목적은 전 세계 우수 정책들의 채택을 확산시키고 가장 효율적인 건축자재, 기술 및 설계 채택을 권장함으로써 온실가스 배출감소와 건축물의 회복탄력성(building resilience)을 갖추게 하는 것이었다.

에너지 소비를 감소시키는 것 외에도 에너지 효율화 기술은 비용절감과 지속가능성의 모든 이점을 제공하면서 건축물 생애주기 내에서 통상적으로 지출한 돈을 잘 회수할 수 있기 때문에 더욱 비용 효과적이다. 2030년까지 더 강도 높은 에너지 집약적인 방향으로 나아가는 것에 비하여 실제로 에너지 효율화 조치(energy efficiency measures)를 실행하면 섭씨 2도로 지구온난화를 제한하는데 소요되는 비용 2.8조 달러 이상을 줄일 수 있다고 한다(Fraunhofer ISI, 2015). 이러한 생각을 간직한 “지속가능한 부동산 투자(Sustainable Real Estate Investment -UNEP FI 2016)에 관한 2016년 2월 한 보고서가 있었는데 COP21에서 세계 건축물 및 건설연맹에 의해 지원을 받은 금융기관이 관여하고 있었다. 이와 관련 이 보고서에는 약 50조 달러의 재력에 영향력을 미치는 부동산 자산관리자들은 기후 친화적(climate friendly)이고 친환경적인 특성의 구현에 책임이 있기 때문에 기후변화 담론에 포함시킬 중요한 의사결정 그룹이라는 사실도 알리고 있었다. 부동산 전략에 기후 및 사회적 고려사항을 포괄하는 것은 비즈니스 기회를 제공하며 미래에 경쟁력을 갖춘 투자가치를 제시하는 것이다. 이 연맹은 2050년까지 이산화탄소 약 3.2Gt을 줄일 수 있는 잠재력을 가지는 본격적인 활동을 지원하는 것을 목표로 하고 있는데, 에너지 효율적인 건축물의 투자가 50% 증가하는 것과 더불어 재무수익률이 124%에 달할 정도라고 한다.

기후, 사회 및 경제를 위해 건축물의 에너지 사용을 개선한다면 많은 혜택들이 있는 것은 분명하다. 어떤 기술을 사용할 것인가 그리고 활용을 장려할 조치들에 관해서는 좀 더 연구조사를 필요로 한다. 2050년까지 현재 세계인구의 50% 이상이 늘어나고 도시인구가 25억명 늘어날 것이란 예상과 더불어 건축물들이 도시에 집중되어 있기 때문에, 에너지 사용 개선을 구현함에 있어서 도시계획수립 및 에너지 정책 디자인의 적용과 그리고 초점을 맞추어야 할 에너지 효율 개선유형에 많은 사항들이 고려되어야 한다.

3. 건축물의 에너지 소비

건축물 부문은 냉난방, 조명 및 광범위한 건축자재와 건축기술 등 수많은 기술을 활용하는 다양한 건축물 유형(즉 공공 건축물, 주거용, 상업용 및 산업용 건축물 등등)이 있는 것이 특징이다. 건축물에 요구되는 서비스 즉 조명, 동절기 난방, 하절기 냉방, 급탕, 전자장비 시설, 컴퓨팅, 냉장 및 요리시설 등은 상당한 에너지 사용을 필요로 한다.

건축물의 에너지 소비는 시간이 가면서 점차 증가되어 왔으며 에너지 사용과 관련 온실가스 배출은 효과적인 정책설계에 의한 지원조치가 없다면 계속해서 증가할 것이다. 건축물 부문 단독으로도 이러한 상황은 2050년까지 에너지 사용과 관련 온실가스 배출이 두 배로 증가할 가능성도 있다고 한다(Lucon et al. 2014). 이 건축부문의 세계 최종 에너지 소비는 인구증가와 경제성장에 힘입어 2,794Mtoe에 달하며 1971년과 2010년 사이에 이미 두 배가 되었다고 한다(IEA et al. 2013). 마찬가지로 건축물 부문의 온실가스 배출은 2010년에 9.18GtCO₂eq에 달하며 1970년 이후 두 배 이상이 되었는데 이 온실가스 배출(6.02Gt)의 대부분은 건축물의 전기사용으로 인한 간접적인 이산화탄소 배출이라고 한다(Lucon et al. 2014). 그러나 이 통상적인 시나리오를 벗어나는데 필요한 기술과 스킬 그리고 에너지 사용과 배출의 확실한 감소를 이룰 수 있는 기술과 스킬들은 이미 존재한다. 이러한 것들에는 현행 관행에 비해 신규건축물을 50%~90% 정도 보다 에너지 효율적으로 만들 수 있고 기존 건축물의 성능을 개선할 수 있는 정책과 기술들을 포함한다(USGBC, 2009).

에너지 소비를 감소시키고 건축물 부문에 의해 생성된 이산화탄소 배출을 줄여 궁극적으로 단계적인 제거 방법에는 건축물의 설계, 건설 및 운영되는 방식을 변화시키는 것을 포함한다. 건축물 관련 온실가스 배출의 감소는 다음과 같은 여러 가지 방법으로 달성될 수 있다. 즉 저탄소 또는 제로탄소 기술로 생성된 전기의 양을 증가시키는 방법, 에너지 소비를 줄이거나 에너지 효율성을 개선하도록 기존 건축물을 개보수 하는 방법 그리고 신규 건축물을 에너지 저소비형 또는 제로 에너지 건축물이 되도록 건설하는 방법 등이 있다.

4. 에너지 저소비형 건축물의 설계

에너지 저소비형 건축물의 설계는 에너지 수요를 줄이기 위해 건축물에 에너지 효율화 조치(energy efficiency measures)를 취하는 것이 중요하다. 비용 효과적인 방법으로 건축물의 에너지 효율성과 쾌적성을 증진하려면 설계단계에서 많은 문제들을 신중하게 고려해야 한다. 즉, 설계단계에서 적절히 해결될 수 있는 경우 큰 추가 자본이 수반되어서는 안 되며, 세대주에 의해 빈번한 관리가 요구되어서는 안 되고 그리고 건물의 생애주기를 통해 비용 및 편익이 계속해서 제공되어야 한다는 것을 기본으로 설계의 컴팩트화(compactness of design), 방위, 단열 및 공기변화관리(air change management) 등이 설계단계에서 우선적으로 고려되어야 한다. 기타 건물 전체적으로 에너지 기술의 기대수명(life expectancy), 최적의 성능을 유지하기 위한 정기적인 유지관리의 필요성 그리고 제시된 자재 또는 부재의 내재에너지 요건 등도 고려사항에 포함되어야 한다. 밀실한 건물외피(tightening building envelopes) 뿐만 아니라 좋은 단열성도 에너지 수요를 크게 줄일 수 있다.

건축물의 적절한 방위와 더불어 패시브 설계전략(Passive design strategies)도 에너지 필요성을 감소시킨다. 예를 들어 건축물 위치, 현장 특징, 태양의 경로간의 상관관계, 건축물의 방위와 위치 그리고 창문과 외부 차양 장치와 같은 요소들은 자연채광의 효과성과 품질에 상당한 영향을 미친다. 이러한 요소들은 건축물의 운영 중에 직접적인 태양열 부하와 전반적인 에너지 성능에 영향을 미치기도 한다. 동절기에 낮은 일사각도의 장점을 취하는 건축물은 하절기에 차양설비를 제공한다면 냉난방의 필요성을 감소시키

기도 한다. 설계단계의 초기에 이러한 문제들을 고려하지 못한다면 그 설계는 적합하지 않은 것으로 그 결과는 비효율적인 건축물이 될 가능성이 크다.

에너지 효율적이며 저탄소인 냉난방 시스템 그리고 건물외피(building shell)는 에너지 절약 잠재력의 63%를 차지하기 때문에 이산화탄소 배출 감소와 에너지 안보 증진에 핵심적인 역할을 할 수 있는 조치라는 사실을 아는 것은 중요하다. 이러한 해결책들은 건물 현장과 그 주변 환경을 복원하는 재생프로세스를 지원한다.

에너지 효율적인 건축물을 건설하는 것은 최신의 친환경 기술들을 단순히 수집하여 갖다 맞추는 것이 아니다. 오히려 설계의 모든 요소가 먼저 최적화되어야 하는 하나의 프로세스이며 건축물과 현장내의 다양한 요소와 시스템의 상관관계와 영향이 건물전체 솔루션의 일부로 재평가, 통합 및 최적화 되어야 하는 것이다. 이러한 접근법은 초기부터 모든 설계팀 요원들이 참여하는 하나의 프로세스를 통하여 건축물 성능을 반복적으로 향상시킨다. 반면에 하나의 건축물과 그 시스템을 설계하고 건설하는 기존의 프로세스는 선형(linear)이다. 거기에서 모든 설계 요소 및 시스템 구성요소들은 후속의 설계 및 시공 단계에서 최적화 될 수 있는 기회를 고려하지 않고 지정되고, 시공되며 설치됨으로서 시스템처럼 건물 전체를 최적화할 수 있는 절호의 기회를 잃게 되는 것이다.

에너지 저소비형 건축물의 설계단계에서 필수적인 조치들은 다음과 같다(Lucon et al. 2014):

- 1) 건물 방위, 열저장체(thermal mass) 및 모양
- 2) 고성능 건물외피 사양(high-performance envelope specification)
- 3) 패시브한 기능(passive features) 발휘의 극대화(일광, 난방, 냉방 및 환기)
- 4) 잔여부하(remaining loads)를 충족시키는 효율적인 시스템
- 5) 개별 에너지 사용 기기의 규격 최적화 및 최상의 효율성
- 6) 시스템과 장치들에 대한 정확한 시운전과 조정(accurate commissioning of systems and devices)

많은 기업들은 이러한 원칙들을 현실로 바꾸기 위해 현재 노력하고 있다. 예를 들어 함부르크에 있는 BIQ(Bio Intelligent Quotient) 하우스는 주거용 건축물로 생체반응성 외관(bio-reactive façade)을 구현한 세계 최초의 시범사업이다. 쏠라리프(SolarLeaf)라 불리는 생체반응성 외관은 조류 바이오매스와 태양열에서 재생에너지를 생성한다. BIQ 하우스는 조류로 채워지는 생체반응성 패널(200m²)이 설치되어 있는데 이 패널은 매년 6톤의 이산화탄소 배출을 감소시키면서 생성되는 모든 에너지를 건축물에 공급한다. 그러나 지속가능한 건축물은 예외적인 것이 아니어야 하며 최신의 현재 주류를 이루는 건축물이 대상이 되어야만 한다.

오늘날 많은 건축물들은 지속가능한 건축인증 프로그램을 통해 우수한 설계시공 사례들을 적용하도록 촉진되고 있다. 이러한 인증 프로그램에는 미국 친환경 건축위원회에 의해 2000년에 제정된 LEED 또는 1991년 독일에서 시작된 PassivHaus 등을 들 수 있으며 매년 전력에 약 1리터(10 kWh/m²)의 가스를 소비하는 시설을 갖춘 건축물을 시공하는 것을 목표로 하고 있다. 이와 같은 프로그램의 채택으로 지속가능한 건축물의 실행 및 인식을 지원하고 장려해야 한다.

5. 도시 계획수립 및 에너지 정책 수립

건설 환경은 우리의 자연환경, 경제, 건강 및 생산성에 중대한 영향을 미친다. 그러나 건축과학, 기술 및 운영의 발전 상황들은 친환경적으로 건설하기를 원하며 경제적 및 환경적 성능 모두를 극대화하기를 원하는 설계자, 시공자, 운영자 및 소유주들이 주변에서 쉽게 접할 수 있다. 이것은 저탄소 건축물의 에너지 절약과 지속가능한 도시를 위한 큰 잠재력을 제공한다. 따라서 도시는 저탄소 경제성장을 실현하는

혁신적인 아이디어가 개발될 수 있는 독창성과 실험의 구심점이 될 수 있다.

세계는 지속불가능한 발전과 광범위한 소비로 심각하게 영향을 받아왔다. 실제로 현재 사회는 사회적, 경제적으로 매력이 있는 장소를 계획하고 조성하며 기능적으로 우수한 공간구조와 에너지 효율적인 시스템에 집중하면서 도시의 자원효율성 진화를 통하여 도시지역을 재고해야만 하는 상황이다. 지금 도시가 어떻게 계획되고 건설되며 관리되는지가 내일의 지속가능하고 조화로운 발전을 이루기 위한 우리 노력의 결과를 결정할 것이다. 이렇게 잘 계획되어야 하는 도시의 맥락 속에서 건축물은 에너지 효율성과 에너지 저소비용 적용에 있어서 중추적인 역할을 할 것이다. 시장변화를 이룩하기 위해서는 잘 다듬어진 정책과 규제가 필수적이다.

정부는 가장 효율적이고 비용효과적인 접근방식에 집중해야 한다. UNEP의 지속가능한 건축물과 건설 추진계획에 대한 연구결과 가장 효과적인 수단은 사회를 위한 절감을 달성하고 다양한 요소를 조합한 일괄적인 조치가 바람직하다는 것이 확인되었다. 이 연구에서 배출감소와 비용효과적인 정책들이 모두 성공적이었다고 확인되었다.

미국 환경보호국의 에너지 스타 프로그램은 건축물 부문의 에너지 관리 달성을 위한 체계적인 접근방식을 모색하는 지자체의 좋은 사례이다. 이 접근방식은 에너지 관리를 위한 지침을 요약한 것으로 7가지 조치가 있다. 첫 번째는 에너지 팀을 구성하고 에너지 정책을 수립함으로써 어떤 약속을 하는 것이다. 둘째 데이터를 수집하고 관리함으로써 성능을 평가하며, 기준선 및 벤치마크를 설정하며 데이터를 분석하고 기술평가 및 감사를 수행한다. 셋째 개선 가능성을 추정하고 목표를 검토하여 그 목표를 명확히 한다. 넷째 기술적 조치들을 정의하고 건축물 종류별 목표를 정의하며 역할과 자원을 결정함으로써 조치계획을 수립한다. 다섯째 의사소통 계획을 수립하고 건축물에 대한 역량과 인식을 제고하며 프로그램을 추적하고 모니터링함으로써 조치계획을 실행한다. 여섯째 결과를 측정하고 조치계획을 검토하며 끝으로 업적을 확인함으로써 프로그램을 평가한다.

6. 결론

기존 건축물과 미래건축물이 세계 에너지 수요와 온실가스 배출의 상당부분을 결정할 것이다. 현재의 성장 및 소비 추세는 에너지 수요와 관련 온실가스 배출의 엄청난 증가 가능성을 나타내고 있으나 기존 에너지 효율기술과 건축설계기술들은 해결가능성을 제시하고 있다.

세계가 점차 도시화되어 감에 따라 도시의 모습, 크기, 밀도 및 분산에 관한 궁금증은 전에 없이 더 복잡해지게 될 것이다. 이러한 도시의 출현은 많은 문제점을 제시하면서도 경제적 번영, 사회 정의, 자원 효율성 및 환경보호 간의 관계 재조정을 통해서 보다 지속가능한 개발 패턴의 독특한 기회를 제공한다. 여기서 건축물 부문의 역할은 에너지 자원의 많은 소비와 온실가스 배출을 일으키기 때문에 특히 중요하다. 앞으로 건축물 부문은 에너지 효율성의 증가와 에너지 소비감소로 온실가스 배출을 극소화함으로써 기후 변화문제에 대응할 훌륭한 기회를 제공해야 한다.

궁극적으로 건축물의 에너지 소비를 감소시키는 가장 효과적인 방법은 건축물의 유형에 따른 에너지 효율 증진을 위한 체계적인 접근 방식을 채택하고 신규 또는 리모델링 건축물의 설계에 에너지 효율성을 반영하도록 하며 이러한 프로세스를 지원하는 도시정책을 활용하는 것이다. 이러한 기회를 실현하려면 전 세계적으로 건축물의 설계, 시공 및 운영의 모든 측면과 부속 설비를 다룰 수 있는 적극적이고 지속적인 정책과 조치가 필요하다. 이런 방식으로 시민과 더불어 지자체들은 미래 건축발전을 위한 우수사례의 실행을 통하여 살기 편하고 일하기 좋은 보다 나은 도시를 만들고 미래 저탄소도시를 가꾸어 나갈 수 있다.