

Global Report

지속가능한 친환경 건설계로 나아가는 길

1. 개요
2. 소개
3. 친환경으로 나아갈 필요성
4. 친환경 건축의 장점
5. 인도의 친환경 서민주택
6. 친환경 주택에 사용되는 재료와 기술
7. 자재 선택 시 고려해야 할 요소
8. 친환경 주택의 장점과 도입 필요성
9. 인도의 친환경 서민주택 촉진 방안
10. 결론

1. 개요

인도에서 도시화로 인한 환경문제는 날이 가고 해가 갈수록 점점 더 심각해지고 있다. 새로운 주거 및 상업용 건축물에 대한 수요증가는 경제개발의 징표가 된다. 그러나 이로 인해 더 많은 에너지, 원자재 및 자원의 소비증가로 이어지고 인구 증가에 따른 수요를 충족시키는 것이 불가능하게 된다. 인도에서 생태 및 유한 자원을 보존하는 것만큼 더 중요한 것은 없는 것이 된 상태이다. 친환경 건축과 녹색혁명은 대체로 확산되고 있으며 환경, 건강 문제와 관련된 이 모든 문제를 해결하기 위해 이 친환경 건축과 녹색혁명은 엔지니어, 정부 및 금융 기관들에 의해 선호되는 모델 또는 개념이 되었다. 이러한 모든 영향을 고려하여 이 보고서의 내용은 다양한 친환경 건설전략과 기술들 및 그 혜택, 경제적인 건설 활동과 일부 대체재 그리고 인도 사람이 “친환경 인식 고취(GO GREEN AWARENESS)”운동을 전개하며 친환경 개발을 이룰 수 있도록 규제기관들에 대한 몇 가지 제안사항 들로 구성되어 있다.

2. 소개

인도는 수십억명의 사람들이 사는 집이 있으며 다양한 건축 및 공사 기법의 풍부한 역사를 가지고 있다. 인도는 개발도상국이기 때문에 성장 잠재력도 무궁무진하다. 인도에서 건설부문은 GDP의 평균 6.5% 정도 경제에 기여한다. 건설부문 성장의 이면에는 에너지 소비도 급격히 증가하고 있다. 연간 건설부문은 9.2%의 성장을 지속하고 있는데 향후 수년간 고도성장할 가능성이 큰 상태이다. 건축물 건설은 지구 자원 사용의 주요 소비주체로서 지구온난화의 가장 큰 요인이기도 하다. 특히 건축물 생애주기에 걸쳐 많은 에너지를 소비하는 상업용 건축물은 온실가스 배출의 주요 기여요인이 되어왔다. 전체 지구 이산화탄소 배출의 40% 이상이 건축물에 의한 것으로 추정하고 있다. 미국 국립 빌딩 사이언스(National Building Sciences)의 보고에 따르면 대기 중의 이산화탄소 35%, 이산화황 49%, 이산화질소 25%가 건축물에 의해 생성된다고 한다. 2013년 보고에 따르면 인도는 일인 당 이산화탄소 배출량이 1.8톤을 차지하며 2,341,000키로 톤을 차지한다고 한다. 대략 시멘트 1톤을 생산할 때마다 이산화탄소 1톤과 이산화질소 6kg이 생성된다고 한다. 또한 매년 30억 톤의 원료를 소비하고 전체 지구사용량의 약 40%를 차지한다고 한다.

도시의 성장과 확산으로 다양한 환경문제들이 촉발되고 있다. 대규모 에너지 소비, 자원 활용, 이산화탄소 배출량의 증가, 다양한 유형의 오염, 인구폭발로 인한 기후변화는 환경과 인류의 건강에 큰 영향을 미쳐왔다. 따라서 우리 모두는 향후 수년 간 건강한 미래를 약속할 수 있도록 현명한 조치들을 해야 할 필요가 있다. 그러므로 친환경으로 가는 것이 새로운 시대요구에 부응하고 동시에 생태균형을 유지하는 최선의 선택인 것이다.

친환경 건축에 따른 고도의 환경, 기술 및 경제적 성과를 기대하기 위해서는 친환경 건축물은 지속가능성 설계의 주요 기본 조건들인 다음과 같은 특징을 나타내야 한다.

- * 에너지 효율성 및 보존
- * 향상된 실내 품질

- * 건축물의 생애주기에 걸쳐 유지관리 및 대체비용의 절감
- * 자원 및 자재 사용의 효율성
- * 거주자의 건강, 생산성 및 안전 보장
- * 대중교통의 접근성과 이용 빈도에 부응
- * 공기, 물, 대지 및 생태계를 포괄하는 환경 품질의 향상
- * 수자원 활용의 효율성 및 폐수관리
- * 재사용 및 재활용 범위 고려
- * 건설 폐기물 활용

3. 친환경으로 나아갈 필요성

인도에서 건설부문의 성장률은 4.3%에 달할 것으로 예상되고 있으며 인도는 세계에서 두 번째로 많은 인구를 가지고 있어 건설부문 주요 소비국들 중 하나이다. 친환경 건축 개념은 건설 전략, 설계, 건축, 조경, 고도의 건물 운영 및 유지관리 등에 대해 환경 친화적인 실천을 통하여 건축물 내외부의 생활여건 즉 인류의 건강과 환경에 미치는 영향이 최소화되거나 거의 없는 환경을 제공하는 개념을 다룬다. 생물 다양성, 생태계, 공기질, 수질을 보호하고 폐수를 관리하며 운영비를 감소시키고 실내품질과 거주자의 건강을 개선하는 측면에서 주거용 또는 상업용 건축물의 효율성을 높여보자는 것이 우리의 동기였다.

인도는 세계 주요국들 중 일원으로 화석연료의 고갈, 기후여건의 변화, 대기중 유해독소의 확산, 대량의 자원 소비, 오염으로 인한 건강문제와 더불어 인구의 증가, 온도 및 해수면 상승, 오존층 파괴, 사막화, 삼림벌채, 산성화, 부영양화, 유독물질의 확산 등 이 모든 부정적인 심각한 영향들을 극복할 필요가 있으며, 이런 현안들의 해결을 고민해야 한다. 인도의 친환경 건설을 촉진하고 그러한 활동을 하는 회사들, 건설업체 및 연구기관이 가입한 기구인 인도 친환경 건축위원회(IGBC - INDIAN GREEN BUILDING COUNCIL)는 인도의 녹색 혁명을 이룩하기 위해 노력하고 있다. 이러한 지속가능성 목표를 달성하기 위하여 세계적으로 두 가지 등급 체계가 존재하는데 LEED(Leadership in Energy and Environmental Design)와 GRIHA(Green Rating for Integrated Habitat Assessment)이다.

4. 친환경 건축의 장점

자원 소비를 줄이고 자원을 재사용하며 자연을 보호하고 독소를 제거하며, 실내 공기의 질과 건축물의 효율성에 초점을 맞추고 거주자들에게 안전을 보장하는 등 친환경 건축물 건설 활동으로 인한 장점들은 무수히 많다. 그러한 장점들 중 일부에는 다음과 같은 것들이 있다.

- * 친환경 건축물은 다른 상업용 또는 주거용 건축물과 비교하여 에너지의 40~50% 그리고 수자원의 20~30%를 덜 소비한다.
- * 친환경 건축물은 건축물 내의 거주자들에게 건강한 환경을 제공하고 유기화합물을 극소량 방출하는

자산으로 인식되고 있다.

- * 친환경 건축물은 다른 건축물에 비해 운영비를 40% 감소시킬 수 있는데 이 규모는 엄청난 것이다.
- * 친환경 건축물은 통합 보안 시스템을 통하여 건축물 거주자들에게 보다 수준 높은 안전을 보장한다. 통합 보안 시스템의 구체적인 사례로 화재경보 근접식 리더(fire alarms proximity readers), 제어노드(control nodes), 전자 키 및 전자식 록스텝(electronic lockstep), 침입자 경보시스템 등이 있다. 또한 커버 프로텍션(cover protection)과 실내 감시장치도 포함되어야 하며 이 밖에 출입을 제어하는데 사용되는 많은 장치들이 있다.
- * 이러한 건축물의 태생적인 장점들에는 건축물의 전생애주기에 걸쳐 물소비와 에너지소비를 감소시키는 최신 기술 장비 및 장치들이 포함된다는 것이다.
- * 온실가스 배출 감소 등으로 지구생태계에 기여하는 환경 친화적인 건설자재, 건설기법 및 기술을 사용한다.
- * 건설재의 재활용, 잉여 건설재의 재사용으로 건설 현장의 오염과 폐기물을 감소시키기 위한 서비스를 제공한다.
- * 건축물 풋프린트(building footprints)를 감소시켜 환경에 유해한 영향을 최소화한다.

5. 인도의 친환경 서민주택

2016년 6월 기준 전 세계 인구는 74억 명으로 2024년에는 80억 명으로 늘어날 것이며 2056년에 100억 명이 될 것이라고 한다. 세계 인구는 매년 1.13%씩 성장하고 있다. 인도는 2022년에 세계 인구의 19%를 차지하며 중국을 능가하는 가장 인구가 많은 나라가 될 것이다. 인구가 증가하면 수요도 증가한다. 인프라의 약 70%가 2012 ~ 2030년 사이에 추가될 것이다. 건설시장은 전 세계적으로 성장할 것이며 2030년까지 미국, 중국, 인도가 전 세계 성장의 57%를 차지하는 가장 큰 건설시장을 형성하는 국가가 될 것이고 특히 인도 시장은 2030년에 중국 시장 성장의 두 배에 달할 것으로 예상된다.

건설 시장의 성장이 가속화됨에 따라 인도는 친환경 공공 건축을 채택하여 가속화할 필요성이 있으며 다른 선진국들로부터 습득한 선진국들의 건설전략을 수정하고 신중하게 입법체계에 반영할 필요성이 있다.

2011년 센서스에 따르면 인도의 가구 수는 24.67천만이며 그 중 농촌 가구는 68%, 도시 가구는 32%를 차지한다고 한다. 따라서 인도정부는 이러한 심각한 문제점들을 극복하기 위하여 몇 가지 중대한 조치들을 취해왔다. 도시와 농촌 사람들에게 서민주택을 제공하기 위하여 2016년 인도정부 예산은 “Pradhan Mantri Awas Yojna”라는 범국가적인 제도 시행을 뒷받침하면서 친환경 서민주택 활동에 큰 추진력을 제공하게 되었다. 총 26개 주의 2,508개 도시에서 이 사업을 추진하는 것으로 등록되었다. CII-IGBC 친환경 건축위원회에서 Anita Agnihotri 주택부 장관은 도시화와 오염의 증가로 저렴할 뿐만 아니라 지속가능하고 확장도 가능한 친환경 주택을 촉진하는 것이 중요하다고 말했다. 인도 친환경 건축위원회(IGBC)는 친환경 건설과 친환경 주택과 관련된 모든 활동을 장려하고 규제하면서 2030년까지 인도인들을 위한 친환경 보금자리를 갖게 되기를 열망하고 있다. IGBC는 64개 사무소와 9개의 센터를 가지고 있으며 인도

인을 위한 지속가능한 건설을 제공하는 것을 목표로 한다. 또한 2025년 까지 인도를 가장 큰 지속가능한 건설 국가 중 하나가 되도록 하는 것을 목표로 하고 있다. 친환경 주택용 IGBC 친환경 주택등급 시스템은 에너지 및 환경 수용원칙을 기반으로 인도의 주거부문을 위한 독점적인 최초의 프로그램이다. 이 등급 시스템은 지금까지 사용된 기술과 자재들을 기반으로 IGBC가 개발하였다. IGBC 친환경 주택 등급 시스템의 목표는 에너지의 효과적인 사용, 가정 폐기물 처리, 최적의 자재와 자원 활용, 거주자를 위한 건강한 환경 조성과 환경 친화적인 주택을 촉진하는 것이다.

6. 친환경 주택에 사용되는 재료와 기술

적절한 재료와 기술을 적용할 수 있는 것이 친환경 건설에 크게 기여할 수 있는 핵심요소이다. 친환경 서민주택에 수익성을 더할 수 있는 몇 가지 재료와 기술들을 아래에 나열하였다.

- * 지역에서 이용 가능한 비용 효과적인 재료의 사용을 극대화하는 것이 가장 중요할 수 있다. 예를 들어 석회, 규회벽돌(sand lime brick), 환경 친화형 타일 또는 도기타일, 유색 회반죽(coloured lime plaster), 반사유리(reflectasol glasses) 등은 지역에서 이용 가능한 재료이고 값이 저렴하며 동시에 내구성이 있고 환경 친화적인 재료이다.
- * 대나무, 재활용 고무, 빨대, 코르크, 점토, 코코넛 야자, 목재, 암석, 알미늄 지붕재(aluminium thatch), 석회암, 플라이애시, 직물 등은 많은 친환경 건축물에 사용되어온 지속가능한 재료 중 일부이다.
- * 건물의 방향을 북쪽 또는 남쪽을 향하도록 건설한다. 건축물의 설계는 그 지역의 태양의 경로 분석과 기후 여건을 감안하여 이루어져야 한다.
- * 고창(Clerestory window), AAC블록, 태양광 전지, 열반사용 열선반사타일(solar reflective tiles), 이중유리창, 투과성 포장 등은 이미 인도에서 주택 사업에 사용되어 왔으며 효과적인 것으로 입증되었다.
- * 인도 도처에서 이용 가능한 신재생에너지 사용은 다른 선진국들에 비해 친환경 서민주택을 장려할 수 있는 큰 잠재력을 가지고 있다.
- * 에너지를 절약해 주는 것들에는 패시브 태양열 냉난방(Solar Heat & cooling), 우수수집 루프드레인, 광전지, 풍력터빈, 에너지 스타 가전기기 및 조명기구 등이 있다.

7. 자재 선택 시 고려해야 할 요소

- * 재활용 비율
- * 유지보수 및 내구성
- * 내재에너지의 양

- * 휘발성 유기화합물의 존재 유무
- * 재사용성
- * 폐기물의 내용

8. 친환경 주택의 장점과 도입 필요성

친환경 서민주택은 스마트 설계로 건설됨에 따라 최소한의 유지관리비용이 소요된다. 친환경 서민주택은 환경의 유해성이 최소화되며 최소한의 이산화탄소 배출과 물 낭비를 줄여 30~50%의 물이 절약되며 에너지가 20~30% 절약되고 잉여 건설자재는 다른 방법으로도 사용될 수 있다. 친환경 서민주택은 거주자들에게 우수한 조명, 멋진 외관과 건강한 환경을 제공한다. 전생애주기에 걸쳐 주택의 운영 및 유지관리비 감소로 소유주에게 경제적으로 도움이 된다. 저렴한 유지관리비용으로 인해 순이익이 증가하고 건물 가치가 향상된다.

9. 인도의 친환경 서민주택 촉진 방안

인도에서 주민들의 90%는 친환경 서민주택과 친환경 건설에 대해 아는 것이 없으며 그들 중 일부는 친환경 건설이 많은 비용이 든다는 생각으로 이 개념에 무지한 상태이기 때문에 투자나 관련 사업을 하려 하지 않는다. 일부 친환경 기술 적용에는 건설시장과 자재수요의 증가로 인해 구매비용이 증가하는데 전체 사업비의 약 2~5%가 추가된다. 그러나 이 추가비용은 장기적으로 건축물의 내구성 증가, 저렴한 전기 및 수도료 등으로 상쇄될 수 있다. 왜냐 하면 에어컨과 난방기 및 조명설비 사용빈도 감소, 태양에너지의 이용, 지역에서 이용가능한 건설재의 사용으로 운반비등 비용의 절감, 전 생애 주기에 걸친 유지관리비의 절약, 좋은 실내 공기의 질 등으로 유발되는 건강함과 질병으로 부터의 보호 등 때문이다. 인도의 친환경 서민주택을 촉진하기 위한 몇 가지 제안사항 들은 아래와 같다.

- * 보다 많은 친환경 서민 주택공사를 촉진할 수 있도록 중대한 사업추진 계획에 대한 조치들이 취해져야 하며 IGBC 친환경 서민주택 등급 시스템에 따른 특별 사업들이 착수되고 의무화되어야 한다.
- * 그러한 건설 활동에 대한 세금감면 제도도입이나 면세 전략이 제공되어야 한다.
- * 친환경 서민 주택공사에 친환경 건설공사만 수행하는 건설회사, 건설 전문 업체 및 건축가들이 늘어나 많아지도록 해야 한다. 대규모 건설 회사들이 참여해서 소규모 건설 회사들이 따라올 수 있도록 먼저 사업을 추진하도록 해야 한다.
- * 친환경 주택 대출 및 이와 유사한 유형의 친환경 사업을 통해 신용조합을 확장하거나 협동조합 및 금융권의 이자율을 낮추어야 한다.
- * 정부기관들에 의해 대중 프로그램, 학계의 세미나 등을 통한 친환경 인식 제고와 대학이나 학교에서 특별 환경수업(E-classes)이 수행되어야 한다.
- * 친환경 건설 어떤 주제와 관련하여 관련된 전문기술, 노하우 등이 동종 건설 분야의 많은 전문 엔지니어 및 건축가들에게 제공되어야 할 것이다.
- * 지속가능성에 대한 주제가 가정과 모든 교육기관에 도달될 수 있도록 소셜 미디어, 라디오 및 텔레비

전 프로그램을 통한 광고가 이루어져야 한다.

* 정책입안자들은 상업용 및 주거용 건축 사업이 친환경으로 가야한다는 기본적인 입장을 견지해야 한다.

10. 결론

인도에서 건설 산업은 세계 평균 성장률 5.5%에 비해 9.2%로 빠른 속도로 성장하고 있다. 급속하게 진화하고 있는 인도의 친환경 건설 운동은 환경과 경제에 실질적인 이익을 성공적으로 제공하고 있다. 따라서 친환경으로 가는 것은 환경 파괴와 에너지원 고갈을 극복하는 자연스럽고 필연적이며 유일한 해결책인 것 같다. 친환경을 실천한다면 환경에 대한 부정적인 영향을 줄이거나 없앨 수 있으며 적절한 관리전략을 제공한다면 거주자들과 다음 세대에게 스마트 리빙의 기회를 제공하면서 평균적인 인도인의 생활방식과 삶의 질을 개선할 것이다. 또한 우리는 건설용 친환경 자재의 사용과 다양하고 단순하며 비용 효율적인 전략이 인류와 환경에 이익을 가져다주는데 중요한 역할을 한다는 결과를 연구하였다. 또한 건축공사용 새로운 전략을 실행하고 전문 기술자, 건설업체 및 건축가들에 대한 지도를 한다면 사회의 다양한 문제를 해결할 수 있고 지속 불가능한 설계를 개선할 수 있다. 친환경 개발이 이루어지려면 정부와 건설업자들의 큰 관심을 필요로 하고, 친환경으로 가야하는 절실함에 관한 대중들의 인식이 있다면 대대적인 친환경 개발이 시작될 것이고 곧 이어 친환경 운동은 단계별로 확산되어 인도는 친환경 국가로 전 세계의 이목을 끌게 될 것이다.