

생태건축으로 짓는 노원구 숲속작은도서관

문수영 국민생활연구본부 주거생활환경연구센터장
김현수 국민생활연구본부 선임연구위원
이지영 국민생활연구본부 박사후연구원

| 들어가며

최근 코로나19 사태를 계기로 그간 도외시하던 기후변화를 비롯한 환경문제에 적극적으로 대처해야 한다는 의식이 확산되고 있다. 여기에 정부에서 발표한 2050 탄소중립정책과 그린뉴딜 정책에 기반하여 건설분야를 비롯한 전 사회가 탄소 배출량을 최대한 줄이는 방안을 고민하기 시작했다. 많이 늦었지만 그래도 바람직한 현상이다. 이러한 사회 분위기에 발맞추어 정부에서는 공공건축물에 대하여 제로에너지빌딩(ZEB) 인증을 의무화하여 탄소 배출량을 최대한 줄이는 지침을 시행하였다. 여기에 더하여 최근 라돈, 폼알데하이드 등 생활환경 내 유해물질에 대한 국민적 관심이 높아지면서, 보다 건강하고 깨끗한 공간조성에 대한 관심이 증가하기 시작했다. 단순히 외부 공간에 장식처럼 꽃과 나무를 심어 분위기를 내는 게 아니라, 에너지를 절감하고 탄소배출을 최대한 줄이면서 자연에도 위해가 없으며 이용자의 건강까지 생각한 좋은 건축을 찾기 시작하면서 이런 요구를 실현할 수 있는 생태건축에 대한 관심이 다시 증대되기 시작했다.

그동안 생태건축은 각계 각 분야의 많은 노력을 통해 우리나라에도

일정 수준 이상의 건축 기술이 상용화되었고, 국민들 사이에서도 선호하는 건축 아이템이 되기도 했다. 그러나 전문가들 사이에서는 현재 제도권 내에서 상용화된 기술은 '생태건축'이라기 보다는 '친환경 건축'이라는 시각이 강하다. '친환경 건축'은 기존의 건축 기술보다는 환경에 위해를 덜 가하고 초기비용이 다소 높게 투입되지만 유지관리 측면에서는 바람직한 것은 분명하다. 그러나 건축의 재료 생산 단계에서부터 탄소 발생량이나 에너지 소모량 측면에서 보았을 때 기존의 건축 기술과 크게 차이가 나지 않는다는 시각이 많다. 이런 측면에서 '생태건축'은 건축 재료의 생산 단계에서부터 내재에너지의 소비를 최소화하여야 하고, 건축물의 쓰임이 다했을때도 자연으로 쉽게 돌아갈 수 있어야 한다는 측면이 더 강하다. 즉 전 생애주기 측면에서도 탄소 배출을 최소화하고 환경에 대한 영향을 최소화하는 건축을 '생태건축'이라 정의하기도 한다.

한국건설기술연구원 생태건축연구단은 2018년도부터 국토교통부 연구개발 사업으로 생태건축의 정의와 성능기준, 그리고 시공기술을 개발하고 있다. 이 연구를 통해 친환경 건축에서 보다 앞서나가는 '생태건축'의 정의와 이를 실현할 수 있는 생태건축 시스템을



그림 1 숲속작은도서관 위치

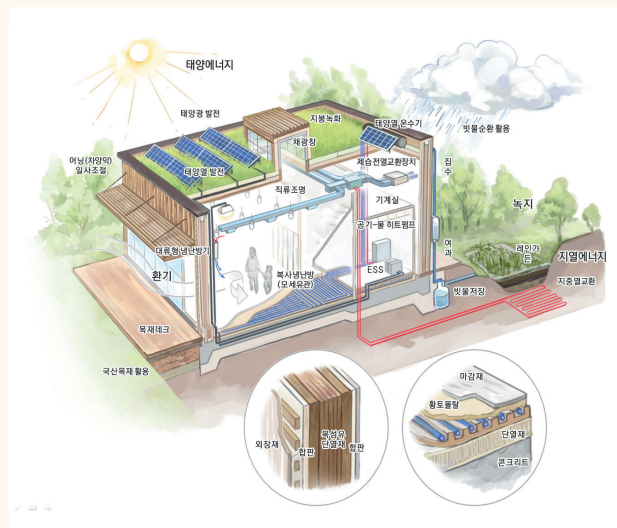


그림 2 생태건축 기술 적용 개념도

개발하는데, 올해 생태건축 기법을 도입한 연구성과로 노원구에 숲속작은도서관을 실증한다. 이 도서관은 생태건축의 개념에 충실하여 건축 자재 생산에서부터 탄소 발생량을 최소화하되 건축 자재가 지는 성능은 최대한 발휘하도록 하여 에너지 측면에서 최상 수준의 건축물을 유지할 수 있는 리빙랩을 구축하려 한다.

| 숲속작은도서관의 조성 개요

서울특별시 노원구 상계동의 원터근린공원 내에 조성되는 숲속작은도서관은 규모 133㎡ 이하의 지상 1층 짜리 작은 건축물로 노원구와 한국건설기술연구원이 리빙랩 조성 및 모니터링에 대한 MOU를 맺고 조성하기 시작한 건축물이다.

다양한 기법의 건축적(Passive) 기술과 설비적(Active) 기술을 종합하여 숲속작은도서관에 적용을 검토하였으나 시공 기간과 사용자의 요구, 비용의 한계 등으로 적용하고자 했던 모든 기술을 도입하지는 못하였다. 그러나 국내 최초로 목섬유단열재 SIP(Structural Insulation Panel)를 활용한 공업화 생태건축시스템을 개발하여 실증

하고, PV와 연계된 DC lighting system을 적용하여 생태건축 모델의 적용 효과와 정량적 분석을 도모하고 있다. 여기에 내·외장재에 다양한 기술을 도입하여 에너지 및 탄소발생 저감에 기여하도록 하였다.

숲속작은도서관은 기존의 RC구조 건축물과 비교하여 내재에너지를 획기적으로 저감함으로써 탄소중립 건축 실현에 기여하는 것을 목적으로 하고 있다. 우선 에너지절약기술 고도화를 통해 동일규모의 ZEB 50년 운영단계 탄소절감량에 상응하는 내재에너지를 절약하고, 실내환경 성능 개선을 통해 도서관 사용자 건강에 기여하도록 한다. 또한 외부공간에 레인가든을 조성하여 건축부지의 물순환 기능을 향상시켜 도시 기후변화에 대응하도록 한다. 실증에 투입하는 목재는 100% 국산 목재를 사용하도록 하여 수입대체효과와 자재 이동으로 인한 탄소발생을 억제하는 효과를 도모하였고, 공업화 생태건축시스템 개발을 통해 경제성을 제고하였다. 마지막으로 실내 유해물질과 독성 배출을 최소화하여 도서관을 사용하는 이들의 건강을 고려하였다.



그림 3 숲속작은도서관 조감도



그림 4 숲속작은도서관의 장점

| 목조 패널과 모듈러 시스템의 적용

최근 정부에서 공업화 건축의 활성화를 적극적으로 추진하고 있는데, 기존의 강철 위주에서 목조, 콘크리트 등으로 다양하게 구성되는 특징이 있다. 공업화 건축이 국내 도입된 초기에는 공공기관, 학교 등에 박스 유닛 방식이 주로 적용 되었다. 정부 주도의 군생활 시설과 공동주택, 공공 기숙사 같은 곳에 활발하게 적용이 이루어졌지만, 공업화 건축의 활성화에는 다소 부족함이 많았다. 왜냐하면 공업화 건축은 공장제작 비율이 70% 정도로 높아 현장공정을 최소화하는 장점을 가지고 있지만 일정규모의 공장설비 및 고정수요가 확보되어야 하는 전제가 있다 보니 관 주도의 이벤트성 수요만으로 공장설비를 구축하기에는 한계가 있다. 이러한 현실적 한계를 극복하기 위하여 공장제작 비율을 박스 유닛보다 조금 낮은 50% 선에서 수행하되 현장에서의 시공성을 최대한 확보하여 공사기간을 최소화할 수 있는 모듈러 건축공법이 국내 건설현장에서는 활발하게 적용되고 있다. 연구진은 숲속작은도서관에 목섬유 단열재(SIP)를 이러한 공업화 건축기법으로 적용하였다.

생태건축에서의 친환경 성능을 만족시키며, 패널라이징으로 모듈공법의 단점을 보완하고, 최적의 공간 확보를 고려하기 위해 기둥설치가 필요없는 SIP 패널을 위하여 SIP 패널에 목섬유 단열재를 충전시켜 단열성능을 극대화 시켰고, 이를 도서관에 적용하였다.



그림 5 목조 패널/모듈러 시스템 적용



그림 6 적용 SIP 패널

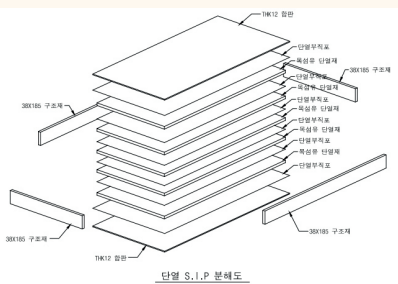


그림 7 목섬유 단열재를 활용한 SIP 패널

| PV와 연계된 DC lighting system

숲속작은도서관에는 태양광 설비를 설치하되, 기존 전력회사에서 공급하는 전기를 함께 사용하는 시스템을 구축하였다. 태양광 설비로만 도서관을 운영하기에는 아직까지 안정성 측면에서 사용자들이 불안해할 수 있어서 연계형을 선택하였다. 이런 연계 시스템은 심야 및 비상시에 태양광 전기를 공급받을 수 없을 때에도 기존 전력시스템으로 공급받아 전력 사용에 용이하고, 태양광 발전으로 얻은 전기가 여유분이 생길 경우 DC 전원 충전시스템을 이용하여 전기를 저장하여 필요 시 활용할 수 있는 장점이 있다.

시간이 변화해도 크기와 방향이 일정한 전압 혹은 전류를 직류(DC)라고 하며, 이러한 직류(DC)전력을 변환하지 않고 바로 사용 가능한 조명을 DC Lighting으로 분류한다. 기존의 조명 시스템에 주로 쓰이는 것이 AC Lighting 인데 AC Lighting의 경우 별도의 장치가 필요하지 않아 초기투자비가 상대적으로 저렴하나 직류를 교류로 변환하는 과정에서 전력 손실이 발생한다. 반면 DC Lighting의 경우 전압을 낮춰주는 별도의 DC 컨버터 및 각종 제어기가 필요하지만 전력 손실이 적어 에너지를 절약할 수 있다는 장점이 있다. 태양광 설비와 연계하여 조명 시스템을 구축할 때 가장 중요한 것은 전력손실을 최소화하는 점인데, 연구진은 숲속작은도서관에 기존의 AC Lighting 시스템 대신 DC Lighting System을 도입하기로 결정하였다.

하지만 현재 국내에서는 태양광 설비 시설에 맞는 DC 컨버터의 다양성 및 생산성이 떨어져 이 부분의 개발 생산문제 해결이 필요하다. 차후 이 부분이 해결될 경우 안정적이고 전력손실이 적어 운전비가 절약되는 DC Lighting 이 친환경건축물에 보급될 것이라 생각한다.

| 다양한 내·외장재 적용

기본적인 구조체와 조명, 에너지공급부분을 기반으로 숲속작은도서관에는 미장, 방수, 옥상녹화, 데크, 기능성 창호 및 단열외장재 등을 투입하였다. 이들 기술은 국내 중소기업에서 자체적으로 기초기술 개발에 성공하였으나 상용화 단계에 이르지 못했던 생태건축 관련 기술인데, 생태건축연구진들과 함께 기술력을 보강하여 상용화 단계까지 끌어올린 기술이다. 이들 기술은 한국건설기술연구원 내장시스템 목업 모니터링 실험에서 성능 모니터링 수행 후 보완과정을 거쳤고, 이를 숲속작은도서관에 적용하여 모니터링을 수행 할 예정이다.

| 탄소저감 효과 산출

숲속작은도서관의 탄소배출량 저감 효과는 얼마나 될까? 동일한 도서관 설계안을 대상으로 기존 건축방식인 콘크리트 구조로 지었을 때와 현재 생태건축기법을 적용하여 목섬유단열재 등을 활용한 방식 두 가지에 대하여 CO₂ 발생량을 비교해본 결과 그림 10과 같은 CO₂ 발생량이 산출되었다. 기존의 건축방식으로 콘크리트 구조를

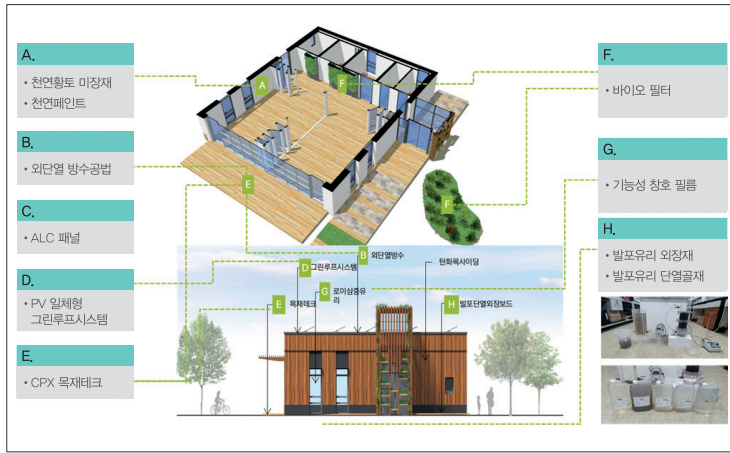


그림 8 생태건축시스템에 통합된 중소기업 기술

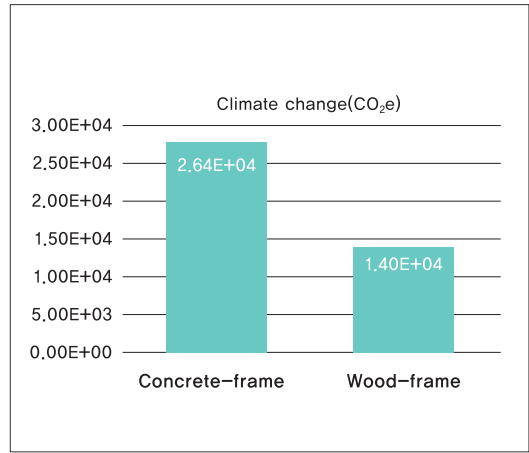


그림 9 도서관 건설 방식에 따른 CO₂ 발생량 비교

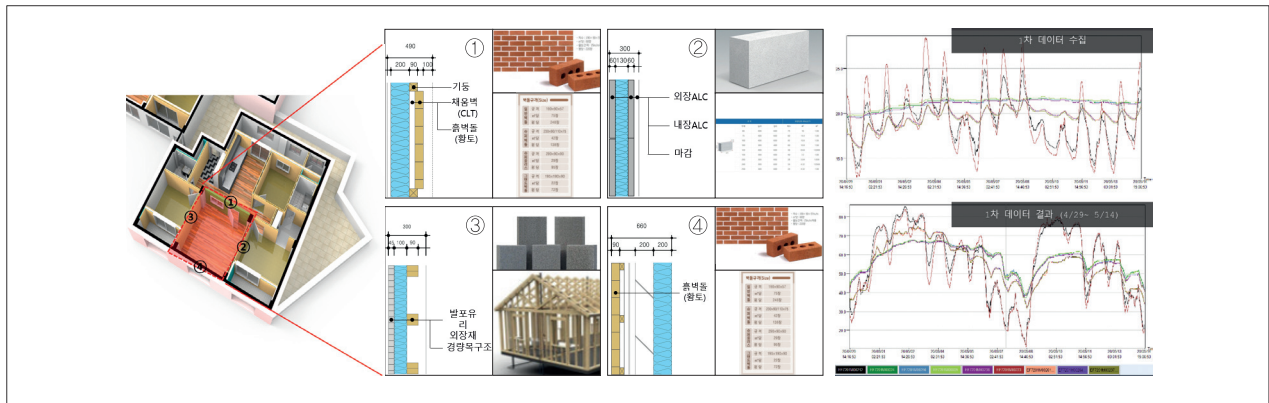


그림 10 내장시스템 목업 모니터링 측정

바탕으로 도서관을 지을 경우 CO₂ 발생량이 264E+04 만큼 발생하는데 비해 생태건축기법 기반으로 지으면 1,40E+04 만큼 발생한다. 최소 1,24E+04량을 절감할 수 있고, 숲속작은도서관에 여건이 좀 더 허락되어 더 많은 기법을 적용할 경우 이보다 더 많은 양의 CO₂를 절감할 수 있을것이라 예측한다.

| 맺음말

온 세계가 몸살을 앓고 있는 코로나19도 기후변화로 인해 나타난 재앙 중 하나라고 한다. 그리고 앞으로의 기후변화는 지금까지 겪어왔던 수준보다 더 힘들고 어려운 재앙의 수준으로 나타날 것이라는 예견이 있다. 과잉일수도 있고, 아니면 표현이 미흡할 만큼 지구 곳곳에 어려움이 닥칠 수도 있다. 이런 거대한 변화 앞에 한 국가가, 한 기업이, 한 개인이 할 수 있는 일이 얼마나 있을까 무력해질 수도 있지만 국가는 생태건축과 같은 기술개발을 독려하고 시장에 잘 보급될 수 있도록 제도를 정비하고, 기업은 이런 기술을 잘 활용해서

건물을 짓고, 개인은 이런 기술들을 각자의 집에서 소비하면 된다. 노원구의 숲속작은도서관은 바로 기후변화를 막기 위한 첫 걸음을 지방자치단체와 연구원 그리고 기업들이 실천한 첫 단계라 할 수 있다. 현재는 기술 중 일부만 실증한 사례이지만 앞으로 좀 더 많은 지자체와 기업 등에서 생태건축을 활용하여 건물을 짓기를 바란다. 이는 곧 기후변화를 막고 2050 탄소제로에 동참하며 앞으로 나와 내 가족이 조금 더 좋은 환경에서 건강하게 생활할 수 있는 방법이 아닐까 생각한다. **K**

참고자료

- 한국건설기술연구원(2020), 환경성적표지 기반 생태건축의 성능기준 및 모듈화·시공 기술개발 제 1-2편, 생태건축에 적용 가능한 친환경 설비시스템, 3차년도 보고서
- 한국건설기술연구원(2020), 환경성적표지 기반 생태건축의 성능기준 및 모듈화·시공 기술개발 제 5-1편, 공업화 생태건축 시스템 설계기술 개발, 3차년도 보고서