



Canada Wood
캐나다우드



주거용 건물에 대한 지속가능성 및 전과정분석

INTERNATIONAL

Building series | NO. 4

개요

건물의 설계와 시공, 운영 상 환경에 미치는 영향에 대한 인식이 어느 때보다 더 중요합니다. 세계적으로 증가되는 건물에 요구되는 성능을 충족시키면서 환경적 부담을 최소화하는 방안은 무엇인가요?

건축 행위가 완전히 환경친화적일 수는 없지만, 설계 및 시공업체는 환경 영향을 최소화하는 방안을 선택할 수 있습니다. 과학적 분석에서 나타난 바와 같이, 목재는 지속가능한 설계에 있어서 중요한 부분을 차지합니다.

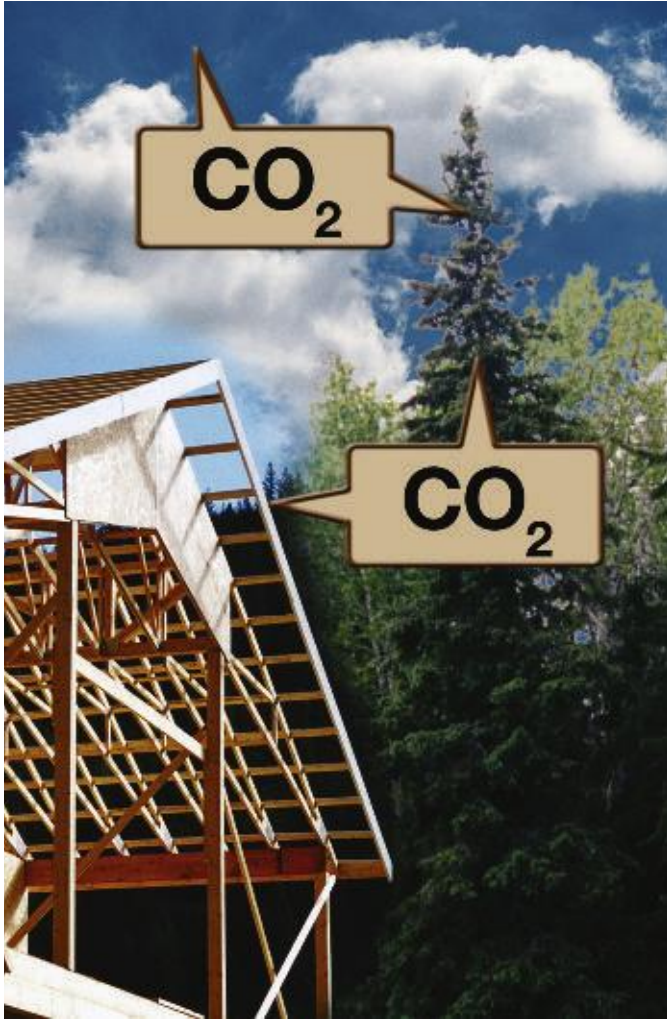


사진 1: 목조건축은 청결하고 목재 건축재료 생산공정에 소요되는 에너지가 현저하게 적기 때문에 환경에 최소한의 영향을 미칩니다. 산림자원을 지속가능하게 재생산하면서, 목재를 수명이 긴 주택과 가구 등에 사용하면, 현재 지구온난화를 초래하는 지구의 탄소순환 불균형을 해소하는데 도움이 됩니다.

건축재료가 환경에 미치는 영향

건물은 여러모로 지구에 스트레스를 가합니다. 건물의 시공은 천연자원의 고갈과 생태계 파괴, 대기 및 수질 오염, 쓰레기 발생 등 부작용이 발생합니다. 건물의 많은 설계 요소는 환경에 영향을 미칩니다. 그러나 환경에 대한 문제 의식을 가진 설계자라 하더라도 일반적인 환경에 대한 혼란스러운 정보를 빠르게 이해하고 설계를 진행하는 것이 쉬운 일이 아닙니다.

환경영향에 기초한 건축재료의 선정은 전과정평가(LCA)라는 분석이 필요합니다. 건축재료의 전과정평가는 국제적으로 인증된 환경영향 평가 방법으로, 제품의 제조와 관련된 전체 환경영향을 정량적으로 평가하는 방법입니다: 즉, 원료의 추출로부터 제품의 생산과 운송, 제품을 건물에 설치하고 적용 및 보수, 마지막에 폐기하거나 재사용하기에 이르는 전체 과정에 대한 평가를 하는 방법입니다. 이러한 “요람에서 요람까지” 엄격한 평

가 방법은 제품에 대한 진정한 환경 영향 평가를 제공합니다.

전과정평가는 “그린 제품” 목록 또는 LEED™ 등급체계 등 환경 인식 디자인 선정에 사용되는 최근의 시스템에는 아직 적용되지 않습니다. 위의 제품 인증 시스템의 경우, 주관적으로 선정한 제품의 목록과 설계 전략은 과학적인 근거없이 제공되고, 일부 권장 사항은 현실보다 더 우수한 것으로 보일 가능성이 높습니다. 국제표준에 따라 공정하게 평가가 가능한 유일한 분석방법인 전과정평가 결과는 설계자가 현명한 환경적 선택을 하는데 도움을 줄 수 있습니다.

전과정평가 분석 도구

최근까지, 지속가능한 설계에 사용되는 유일한 소프트웨어는 에너지 성능의 모의 실험 도구였습니다. 전과정평가에 대한 관심이 높아져 사용이 편리한 전과정평

가 도구가 개발됨에 따라, 설계자는 전반적인 환경 영향을 고려할 수 있게 되고 있습니다. 에너지 성능의 모의 실험에서와 같이, 전과정평가는 설계자가 노력하여 다소 복잡한 세부 사항을 이해하여야 합니다.

전형적인 전과정평가는 다양한 환경적 특성화 수단에 의하여 설계 결정이 환경에 미치는 영향을 정량적으로 측정하며, 여기에는 통상 에너지와 원료 사용, 지구온난화 가능성, 광화학성 스모그 형성 가능성, 산성화 가능성, 오존층 고갈 가능성, 부영양화 가능성, 생산된 폐기물 등을 포함합니다.

설계자가 전과정평가 결과를 이해하기 위하여는, 이들 환경적 요인에 대한 기본적인 지식이 요구됩니다. 또한 설계자는 바른 분석 도구를 선택해야 한다: 즉, 전과정평가 분석 도구는 전과정평가의 적용범위와 지리적 적합성, 자료의 투명성, 자료의 품질에 따라 달라질 수 있습니다.

하지만 설계자가 환경적으로 건전한 제품을 선택하는데 따른 자신감을 가지게 되므로써, 전과정평가 준비에 설계자가 투자했던 시간에 가치를 더합니다.

세계의 지역별로 여러 가지 분석 도구가 존재합니다: ATHENA™ 환경영향평가 시스템은 전체 건물의 전과정평가를 위하여 북미지역에서 사용되는 유일한 소프트웨어입니다.

목재의 환경영향

구조용 재료로서 목재는 강재와 콘크리트를 사용하는 다양한 구조와 경쟁합니다. 목재는 강재와 콘크리트에 비하여 환경적으로 어떤 영향을 미칠까요? 목재는 유일하게 재생 가능한 건축재료이며, 건축제품의 표준화가 용이

하기 때문에, 경쟁하는 재료에 비하여 유리한 환경영향을 나타내는 것으로 기대됩니다.

투입 에너지와 운영 에너지
에너지 사용 및 이와 관련된

온실가스 배출(화석연료의 연소로 인한)은 보통 건물의 가장 중요한 환경영향으로 간주됩니다. 건물들은 긴 수명을 지닌 대규모 에너지 소비자들로서, 우리는 항상 건물의 운용에 기인한 에너지와 오염 배출을 가장 염려합니다.

통상 제품의 생산과 건물의 시공중 소비 에너지(투입 에너지)와 이에 따른 오염물질의 배출은 운영에 사용되는 에너지보다 훨씬 적습니다. 그러나 에너지 효율이 높은 건물은 예외입니다. 건물의 운영 에너지가 감소함에 따라, 투입 에너지의 비율이 증가합니다. 에너지만이 환경에 미치는 영향이 아닙니다. 수질에 미치는 유해물질 배출 등에 따른 환경 영향의 대

부분은 제품의 생산 과정에서 비롯됩니다. 통상 목재 건축재료는 투입 환경영향에 대한 모든 분야에서 높히 평가됩니다.

재활용 대 재생

재활용도와 재활용 제품의 함량이 중요합니다. 특히 재생 불가능 자원으로 제조된 제품의 경우에 특히 중요합니다. 재활용은 쓰레기의 매립 부담과 새로운 자원의 사

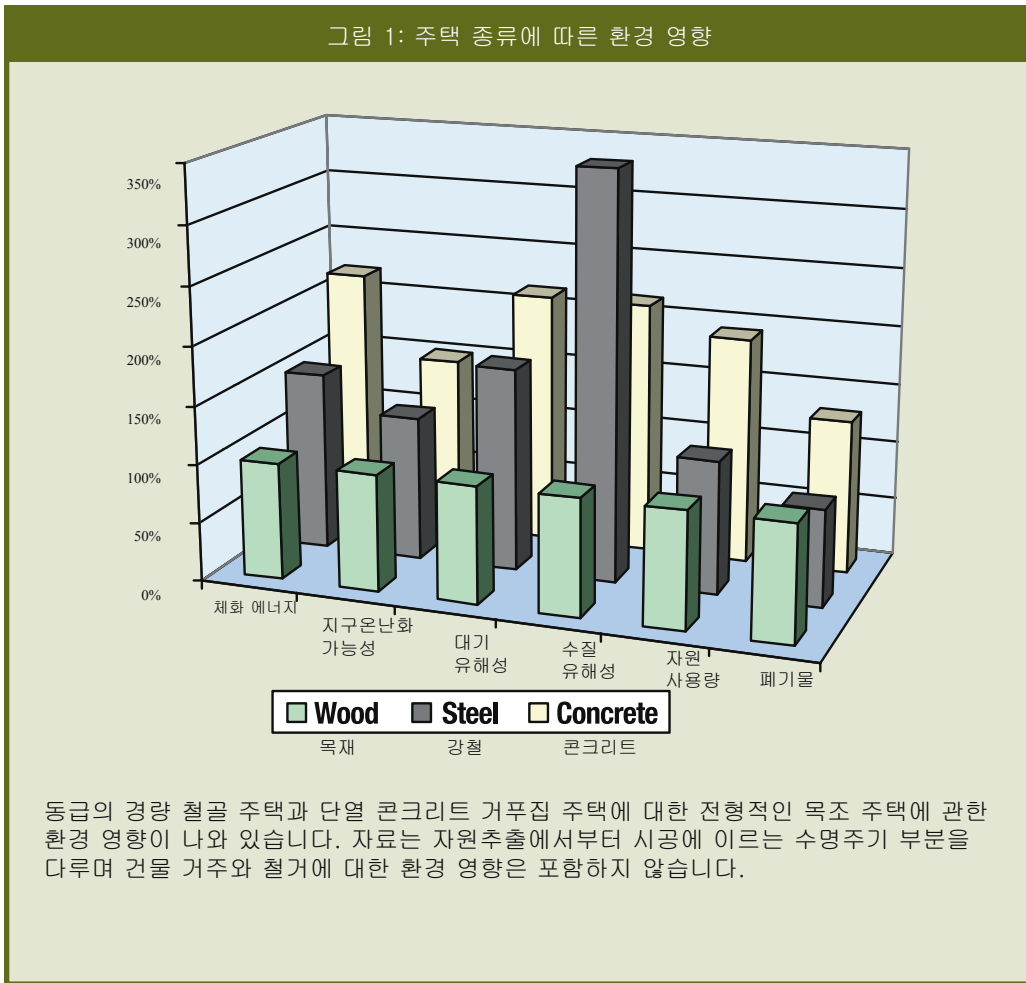
용을 줄이고, 경우에 따라 제품의 투입에너지를 감소시키는 데 도움이 됩니다. 하지만 재활용이 반드시 전체 환경 영향을 줄이는 것만은 아닙니다.

대부분의 그린설계 지침은 모든 재활용 재료를 포함한 제품이 순수 제품보다 환경적인 측면에서 선호된다고 가정합니다. 그러나 각 제품의 표준 전과정평가를 하지

않으면 이러한 결정을 내릴 수 없습니다. 미국표준기술연구원(NIST)이 LEED™ 등급 시스템을 평가한 최근 연구결과, 재활용 재료를 포함한 제품에 부여된 점수가 전과정평가에 의해 무효화된 사실이 밝혀졌습니다. 예를 들면, 재생 가능한 재료를 사용하는 순수 제품이 재활용 제품을 포함한 제품보다 환경적으로 더 나은 선택일 수 있다는 것입니다.

이 연구에 의하면 특히 강재가 LEED™ 평가 시스템에 의하여 불합리하게 유리한 평가를 받을 수 있으며, 이 결과 재활용 제품을 포함한 고비용 재료가 유리한 평가를 받을 수 있다고 언급합니다. 이 연구는 경량 철골조, 특히 재활용 콘크리트에 대한 잘못된 인식된 가치를 정량화합니다. 기타 전과정평가 연구 결과에 의하면, 강재가 목재에 비해 환경적으로 선호되지 않음을 나타냅니다. 강재 제조업은 재활용 재료를 높은 비율로 첨가하지만, 에너지를 가장 많이 소비하는 업종의 하나에 속합니다.

그림 1: 주택 종류에 따른 환경 영향



동급의 경량 철골 주택과 단열 콘크리트 거꾸집 주택에 대한 전형적인 목조 주택에 관한 환경 영향이 나와 있습니다. 자료는 자원추출에서부터 시공에 이르는 수명주기 부분을 다루며 건물 거주와 철거에 대한 환경 영향은 포함하지 않습니다.

목재생산과 산림경영

세계적으로 신뢰도가 높은 산림의 선도국으로서 캐나다는 목재 제품 고객에 평화로운 마음을 선사합니다. 캐나다는 광대한 산림(세계 산림 면적의 10%)을 유지하며, 세계 목재 제품 수요의 많은 부분을 공급하고 있습니다. 캐나다는 원시림 원대 면적의 92%정도를 그대로 유지하여, 이는 다른 어느 국가보다 높은 비율입니다. 캐나다는 세계에서 가장 큰 벌채를 금지한 보존림을 보유하고 있습니다.

캐나다의 거의 모든 산림이 국공유림으로서, 종합적인 산림 가치에 따라 산림경영에 대한 강도 높은 규정을 가집니다. 이 규정은 목재의 벌채량 뿐 아니라, 벌채지의 재생산에 필요한 기간, 침식 방지와 수질 보전을 위한 유역의 완충지대의 활용, 특정 야생동물의 서식지 보호, 당해 지역의 이해당사자 참여 등 산림 전반에 대하여 규정합니다. 캐나다는 1년에 상업용 산림면적의 0.5% 이하 또는 전체 산림면적의 0.25%에서 벌채합니다. 캐나다의 산림과학자와 생물학자는 생물학적 다양성 유지에 우선 순위를 두는 생태계 전체의 관리인에 해당합니다.

캐나다에 자라는 대부분의 수목은 기후의 영향으로 인하여 성장이 느리며, 숲에 자라는 많은 량의 수목이 “노령림(old-growth)”이라 불리고 있습니다. 노령림에 관한 관심은 의도 자체는 좋지만 흔히 잘못된 인식이 많습습니다. 산림 생태계의 건강과 가치는 산림에 있는 수목의 나이로 간단히 측정될 수 없습니다. 천연림은 지속적인 재생산 상태를 유지합니다. 오늘날의 수목이 이전의 수목을 대체하는 식으로 재생

산 체계를 유지합니다. 캐나다 전역의 모든 상업용 산림에서, 산림 관리자는 노령림과 신생림의 분포를 잘 유지해야 하는 책임을 집니다. 모든 연령의 수목은 생물학적 다양성을 지속가능하게 유지하는데 중요한 역할을 하기 때문입니다.

산림경영에서 잘못 인식된 또 다른 측면은 개별입니다. 개별 직후의 모습은 일반인이 보기에는 흉하게 보일 수 있으나, 이 모습은 벌채의 생태학적 영향을 나타내는 지표가 아닙니다. 벌채방법은 수목의 종류 및 토양과 지형, 야생동물 서식지, 건강한 산림을 재생하는데 필요한 조건에 따라 주의깊게 선정됩니다. 전 세계의 산림작업에서, 벌채기술에 따른 환경 영향은 빈번히 도전을 받고 있으며, 산림 지속가능성에 대한 새로운 지식의 개발에 따라 벌채기술은 지속적으로 개선되고 있습니다.

캐나다는 산림의 재생산에 대한 가장 엄격하게 규정하고 있어 산림파괴의 위험이 없습니다. 그러나 일부 목재 고객은 세계의 산림의 생태에 대한 우려를 하고 있기 때문에, 목재제품이 인증된 산림으로부터 제조되는 보증을 요구합니다. 인증은 제3자의 독립적인 검증에 의해 산림경영이 경제적, 사회적, 환경적 기준에 충족되는지에 대하여 입증하는 것입니다. 인증은 관행 산림경영의 지속적인 개선을 위한 노력이 수반되어야 합니다. 목재를 제외하고 이 정도 수준의 신뢰성을 나타낼 것으로 기대되는 구조용 건축재료는 지금까지 없습니다.

캐나다 산림의 상당 부분은 산림별 기준중 하나에 의거



사진 2: 지속가능 산림관리 분야의 세계적 선도국인 캐나다

하여 인증을 하였거나, 국제표준화기구(ISO) 14001 환경관리기준에 따른 인증을 받았습니다. 캐나다표준협회(CSA)와 지속가능산림위원회(SFI), 산림경영위원회(Forest Stewardship Council) 등이 제정한 표준은 접근방법이 다양하지만, 지속가능한 산림경영을 증진하려는 목표를 가지는 공통점이 있습니다. 캐나다는 책임있는 산림경영을 이행하는 방법으로 인증을 장려해온 가장 미래지향적인 국가 중 하나입니다. 그러나 인증 기준이나 단계별 감사는 목제품에 대한 전체 환경영향을 나타내는 지표가 아니며, 오로지 전과정평가만이 포괄적인 환경영향에 대한 그림을 제공합니다.

캐나다의 신뢰성 있는 산림경영은 세계의 다른 지역에 위치한 산림의 파괴를 상쇄시키는 데 도움을 줍니다. 목재를 건축재료로 널리 사용하는 것은 목재가 흡수한 이산화탄소의 일부를 고정하여, 지구온난화 방지에 기여합니다. 전형적인 연면적 216 m²의 목조 주택은 28.5톤의 이산화탄소를 고정합니다. 이는 소형 자동차가 7년간 배출한 배기량과 동일합니다.

산림산업과 기후 변화

대기중의 이산화탄소(CO₂)는 온실효과와 기후 변화에 가장 크게 영향을 미치는 요소입니다. 수목은 광합성에 의해 대기중의 이산화탄소를 흡수합니다. 산림속에서 탄소는 살아있는 수목과 부엽토, 토양 등에 흡수됩니다. 산림의 탄소는 부엽토와 쓰러진 수목의 썩음, 산불 등을 통하여 대기로 환원됩니다. 산림과 인간의 산림유역, 성장 및 이용에 따른 영향은 지구온난화에 중요한 역할을 합니다.

수령이 어리고 성장이 빠른 산림은 호흡작용과 썩음을 통해 대기중에 이산화탄소를 배출하는 양보다 더 많은 양을 대기로부터 흡수합니다. 이는 탄소 흡수 산림입니다. 나이가 많고 성장이 부진한 산림은 성장률이 낮아 이산화탄소의 흡수량과 배출량이 유사합니다. 이는 탄소 균형 산림이며, 신생림보다 훨씬 많은 양의 탄소를 고정합니다. 해충 피해나 산불 등 큰 변화가 발생하면, 산림은 대기로 탄소를 배출하는 근원지로 바뀝니다. 이 경우 산림의 나이가 많을수록 더 많은 탄소를 배출합니다.

산림은 다른 어떤 육지 표면보다 단위 면적당 탄소 함유량이 더 많습니다. 지난 1세기 동안, 산림을 농장이나 기타 용도로 전환하는 산림 파괴는 인위적인 모든 이산화탄소 배출량의 3분의 2를 넘습니다. 현재의 산림파괴는 대개 열대지방에서 이루어지며, 모든 인위적인 이산화탄소 배출량의 20%를 차

지합니다. 생산적인 산림의 유지는 기후 변화와 환경적인 관점에서 볼 때 산림파괴를 방지하는 매력적인 대안입니다.

산림산업기반의 개발과 산림 자원의 지속가능한 경영은 기후 변화에 여러가지 유리한 장점을 제공합니다. 산림 경영은 산림파괴를 방지하면서 경제적인 혜택을 제공합니다. 소재 목재제품을 생산하여 탄소의 장기 저장 매체(주택이나 가구 등)에 목재가 고정된 탄소를 저장합니다. 산림의 갱신은 탄소 흡수원으로서 산림의 역할을 지속하게 합니다. 목재 폐잔재로부터 에너지를 생산하면 화

석연료의 수요를 줄일 수 있습니다. 지속가능한 산림경영은 타 산업에서 배출되는 온실가스, 특히 대규모 산림파괴가 중요한 이유가 되는 국가에서, 간단하면서도 투자 효율이 매우 높은 경영체계입니다.



사진 3: 대부분이 지속가능 관리 산림으로부터 만들어지는 캐나다의 목제품

개선의 여지

목재가 환경 저부담 재료로 입증되었지만, 보전을 위한 3R 측면에서 본 목조건축 재료의 역할에 대하여 살펴봅니다. 값싼 제재는 일반적으로 보전을 위한 재정적 이득을 많이 제공하지 않고 있으나, 이 상황은 변화할 수도 있습니다.

감축

목조주택의 표준시공 방법 상 효율성을 향상시킬 여지가 있습니다. 흔히 발견되는 예로는, 하중에 비해 큰 단면의 구조용 부재, 최적의 상태로 배열되지 않은 문장을 모듈로 제작된 문과 창문의 개구부, 불필요한 골조 요소 등입니다. 건축과 설계에 드는 시간에 소요되는 선행 투자가 증가하고 트러스 등 구조적으로 효율적인 요소를 함께 사용하면, 건축비 절감과 사용되는 목재의 양도 크게 줄어듭니다. “개선된 골조공사”는 건축업체의 관심을 끌고 있습니다.

제조 측면에서 볼 때, 기술 혁신을 통하여 원목으로부터 제품의 수율을 높이고 있습니다. 예를 들면, 목재가공 분야의 기술향상으로, 목재의 낭비를 극적으로 감소시켰습니다. 열기건조 기술의 최적화를 통해 건조재 생산에 필요한 에너지를 감소시켰습니다. 공학목재는 원자재 활용의 효율성이 매우 높고, 생산공정에서 회수한 목재 폐잔재와 속성수 등 저이용 목재를 사용하여 제조할 수 있습니다.

재활용

건물관련 시공과 철거에서 나오는 폐기물은 폐기물 관리 시스템에 큰 부담을 주며, 복구한다는 것은 모든 자재에 있어 하나의 도전입니다. 1996년 자료에 근거한 추정치에 의하면 미국에서 매년 총 1억 3천 6백만 톤의 건물 잔해가 발생하고, 그 중의 25%는 재활용을 위해 복구되는 반면 75%는 연소되거나 쓰레기 매립장으로 보내집니다.

재활용을 위한 목재 복구는 최근 몇 년간 복구 목재를 가공하는 회사들의 숫자가 빠르게 증가하면서 개선되고 있습니다. 목재 폐기물은 중밀도 섬유판(MDF), 핑거조인 제재 및 목재/플라스틱 복합재 등의 고가치 복합제품으로 재생산될 수 있습니다. 일부 목재 사용자들은 이러한 목제품이 높은 재활용 함량을 갖는다는 사실을 깨닫지 못할 수도 있습니다. 목재 폐기물은 또한 잘게 썰어 뿌리 덮개, 동물 깔짚, 기타 낮은 등급 용도로 만들어지거나 유용한 연료로 연소될 수 있습니다.

산업 분야에서의 목재 복구율은 좋아서 목제품 생산업체들은 목재 폐기물의 94%를 포착합니다. 하지만, 자치도시에서 나오는 폐기물과 시공 및 철거 폐기물에 대한 목재 복구는 덜 효과적입니다. 자치도시 폐기물의 원목 가운데 5%는 재활용되거나 퇴비로 만들어지고, 26%는 에너지 복구용으로 연소되며, 69%는 쓰레기

매립장으로 보내집니다. 쓰레기 매립장으로 보내진 목재의 약 3분의 2 정도는 복구에 적합한 것으로 추정됩니다.

이와 유사하게, 시공 폐기물 목재는 복구 향상을 위한 가능성이 높습니다. 이 목재의 약 75%는 여전히 복구가 가능하고, 25%는 이미 복구, 연소되었거나 사용이 불가능합니다. 시공 폐기물은 자재가 일반적으로 깨끗하고 분리가 쉽기 때문에 복구 기회가 많습니다. 철거 폐기물은 좀 더 어렵습니다. 복구 가능성이 있는 자재들은 혼합도가 높거나 다른 자재에 오염되었을 가능성이 있습니다. 철거 목재 폐기물의 단지 34%만이 여전히 복구가 가능하며, 66%는 이미 사용, 연소되었거나 대개의 경우에는 사용이 불가능한 것으로 간주됩니다. 표준 철거 기술은 비용효과적인 복구를 하기에 건축제품들을 너무 많이 분쇄하고 혼합합니다. 한 가지 솔루션은 “해체(deconstruction)”입니다. 재사용 또는 재활용할 수 있는 제품을 조심스럽게 분리하기 위하여 건물을 선별적으로 분해하는 것입니다.

재사용

목재는 철거한 건물로부터 회수하여 바로 재사용될 수 있습니다. 재사용은 회수된 큰 치수의 구조재에 대한 관심의 증가에 힘입어 확대되고 있는 틈새 시장입니다. 노령화되는 북미지역의 주택에 존재하는 표준 치수의 제

재가 미개발된 상태로 저장되어 있다고 할 수 있습니다. 회수가 널리 확산되려면, 해체와 목재 재등급 구분 절차가 간편해지고 재정적인 혜택이 부여되어야 할 것입니다.

전과정평가 - 사례연구

“지구를 구하자”라고 외치는 구호가 날로 커지고 있습니다. 이에 따라, 최근들어 시공업체와 건축사, 주택 구입자는 지구에 미치는 환경영향이 적은 건축재료와 시공 방식을 추구하는 것이 현실입니다.

구체적인 환경 영향은 오존층의 파괴와 천연자원의 고갈, 대기와 수질 오염 등이 포함됩니다. 이러한 환경 문제는 주택 구입자의 우려 뿐 아니라 자신의 사회적 양심을 충족하기 위해 시공업체의 전문가에 의해 반드시 다루어져야 합니다. 실제로, 국가로 하여금 온실가스 배출을 줄이도록 요구하는 교토 의정서 등은 건축재료에 대한 철저한 규제를 가할 수 있습니다.

건축재료 선정을 위하여 결정해야할 사항이 많기 때문에, 건전한 결론에 도달하기 위한 방법을 찾는 것이 중요합니다. 캐나다목재위원회(Canadian Wood Council)는 목구조와 강구조, 콘크리트구조의 주택 시공이 환경에 미치는 영향을 비교 분석하도록 ATHENA™ 지속가능재료평가원(SMI)에 사례 연구를 의뢰했습니다.

전과정평가를 사용하는 ATHENA™는 제품의 전과정 동안 모든 단계에서 환경 영향을 평가하기 위한 첨단 분석방법으로, 자원 조달과 생산, 현장 시공, 건물 수명, 물의 유효 수명 마지막 단계



사진 4: 전과정평가에 의해 훌륭한 환경적 선택임이 증명된 목제품

에서 폐기하는 것을 포함합니다.

이 사례연구는 주요 주택 건축재료의 환경 영향을 설명합니다. 인터넷 기사에서 보고한 BRE의 독자적인 연구 결과(14쪽 참조)와 같이, 해당되는 요인을 모두 고려할 때 목재 제품은 환경적으로 탁월한 선택임을 나타냅니다.

건강한 지구 만들기에 관심 있는 모든 건축관련 전문가에게 이 결과는 반드시 읽어야 하는 자료입니다.

비교분석 방법

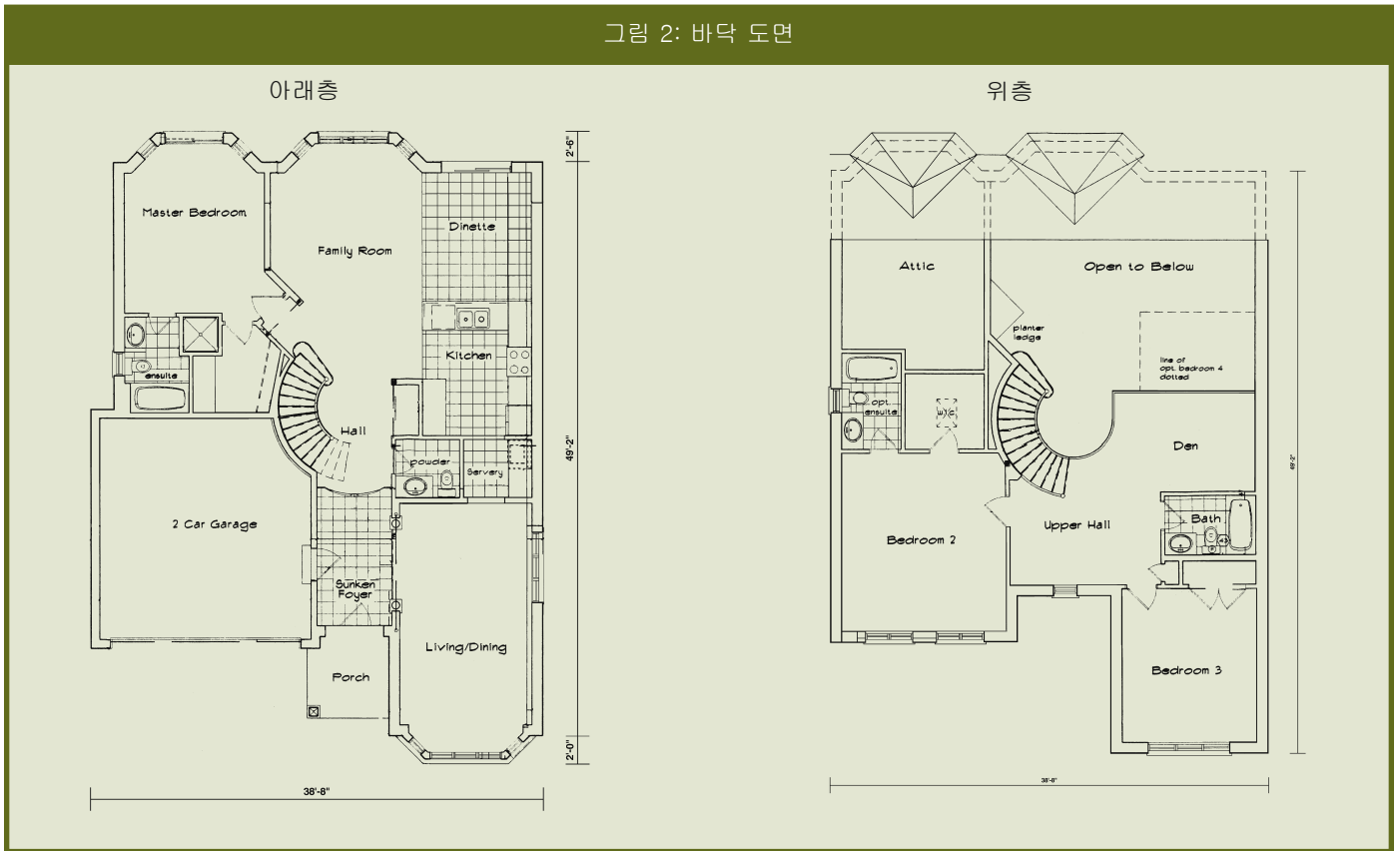
캐나다목재위원회(Canadian Wood Council)는 토론토에 위치한 Gabor + Popper Architects 회사와 계약하여, 주택 설계를 결정하기 위하여 목재와 경량 철골, 콘크리트 주택 시공에 일반적으로 사용되는 건축재료와 시공기술을 선정하기 위한 연구를 추진하였습니다.

모든 정량적 수치와 가정은 정확성과 비교 공정성을 기하기 위해 Morrison Hershfield라는 건축 시스템 전문 컨설팅 회사에 의해 검증되었습니다.

이 연구를 위해 선정된 주택은 연면적 216 m² 단독주택(오른쪽 참조)으로 온타리오 주의 토론토 시장을 위해 설계된 것이지만, 북미의 전형적인 주택으로 간주되거나 설계될 수 있는 형태입니다.(그림 2 참조)



그림 2: 바닥 도면



가정

적용범위

이 연구의 주 목적이 목재와 경량 철골, 콘크리트 구조 및 외피의 환경 영향을 비교분석하는 것이므로, 이 3가지 설계에서 공통적인 요소(예를 들면, 창문과 외장재, 마감재 등)는 비교분석에 포함하지 않았습니다.

지붕 골조

경량 철골과 콘크리트 지붕 골조는 사용할 수 없거나 사용되고 않기 때문에, 경량 철골과 콘크리트 주택에 대해 과장된 사례를 만들지 않고 현재의 시공 관행을 반영하기 위하여, 3가지 설계에 모두 목재 트러스를 사용하기로 결정했습니다.

단열 수준

콘크리트 주택용 ICF 시스템은 콘크리트 거푸집과 영구 단열재를 모두 겸하는 시스템입니다. 콘크리트 단열재는 지하 바닥까지 확장되기 때문에, 목조주택과 경량 철골 주택에 지하 단열재를 제공하기로 결정했습니다. 목조주택과 콘크리트 주택은 단열성 측면에서 동등한 것으로 간주됩니다 (총 RSI 값 3.0). 경량 철골 주택은 보다 낮은 RSI값인 2.2입니다.

적용성

모형과 데이터베이스는 캐나다에서 관행적으로 시행되는 생산과 운송, 시공, 사후 이용에 기초한 것입니다.

ATHENA™가 캐나다 정보에 기초한다 하더라도, 모형에 근거한 비교는 북미에서 개략적으로 적용이 가능할 것으로 간주된. 이 보고서에 사용된 모델하우스는 토론토를 기본으로 한 자료에 근거한 것입니다.

목조 주택 - 그림 3

다음은 목조주택에 적용되는 설계 내용입니다:

- 유리섬유 솜 단열재 사용과 더불어 지하 외벽 수분막 포함
- 외벽은 38 x 89 mm 목재 스타드 @ 600 mm 간격
- 목재 I장선은 9.5 mm OSB를 사용하며 플랜지는 38 x 64 mm 제재
- 유공 폴리에틸렌 종이로 벽돌 외벽재 내의 외벽 위 방습지를 대체

경량 철골 주택 - 그림 4

다음은 경량 철골 주택의 설계 내용입니다:

- 유리섬유 솜 단열재 사용과 더불어 지하 외벽 수분막 포함
- 변형 강도를 제공하기 위해 지반벽 위 15.9 mm 석고보드로 마감된 외부, 외피 재료 부품 그룹 내의 추가 3.2 mm 두께 모형
- 실내벽은 0.46 mm 두께 경량 철골 스타드 @ 600 mm 간격
- 지반벽 위 고품 단열재는 압축식 폴리에틸렌
- 벽돌 외벽재 뒤에는 방습지가 필요없음

콘크리트 주택 - 그림 5

다음은 콘크리트 주택의 설계 내용입니다:

- 온타리오 건축법규에 따른 지반 위 콘크리트 구조를 위한기초 지정
- 지반면 위 ICF 외벽 장식 15.9 mm 석고보드로 마감

- 차고, 현관, 베이의 지붕서까래 골조는 목재
- 창문 구멍 주위에 10 M 915 mm 길이 강재봉 보강재
- 각 장선받이 철물 구멍에 10개의 600 mm 장선받이 철물
- ICF 시스템을 위한 거푸집 이음보에 있는 폴리프로필렌을 폴리에틸렌으로 대체
- 발포 폴리에틸렌(EPS)으로 만든 ICF

재료

3가지 주택은 법적 규정의 총족 면에서 동등한 것으로 간주됩니다. 목조주택과 콘크리트 주택은 단열성 측면에서 동등합니다.

목조주택(그림 3)은 제재와 목재 1장선으로 골조를 구성합니다. 경량 철골 주택(그림 4)은 경량 철골 강재 구조입니다. 콘크리트 주택(그림 5)은 단열 콘크리트 거푸집(ICF)과 Hambro 바닥구조를 사용합니다. 이는 열린 웹 강재 장선과 콘크리트 슬래브를 결합한 복합 바닥구조입니다. 수치를 보라: 별표(*)가 있는 항목은 3가지 주택 모두에 공통적인 것으로 전과정 비교분석에는 포함되지 않았습니다.

콘크리트 주택에 다른 바닥구조를 사용할 수 있었지만, 설계 전문가들에 의해 Hambro 시스템이 현재 사례에 가장 적합한 방식으로 추천되었습니다. ATHENA™은 ICF와 Hambro 구조에 대한 정보를 갖고 있지 않으며, Morrison Hershfield는 이 두가지 구조 모두에 대한 재료 평가법을 개발했고, ATHENA™가 완전한 전과정 평가를 하기위해 현장 시공과 운송 환경 영향을 평가했기 때문입니다.

그림 3: 목조주택의 단면

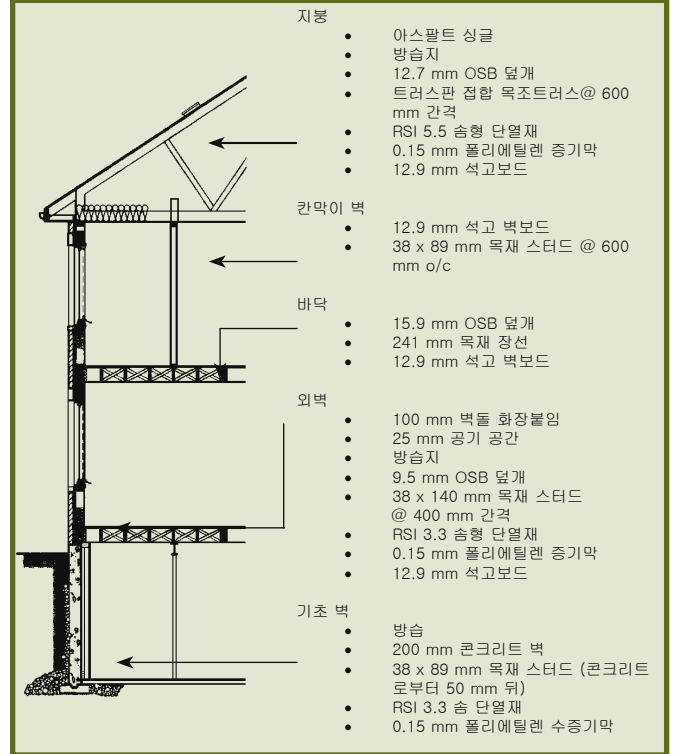


그림 4: 경량 철골 주택의 단면

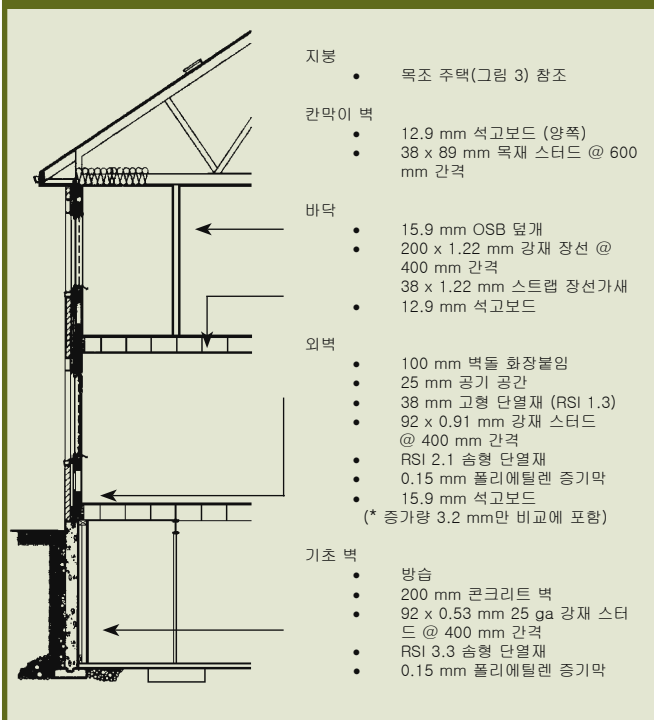
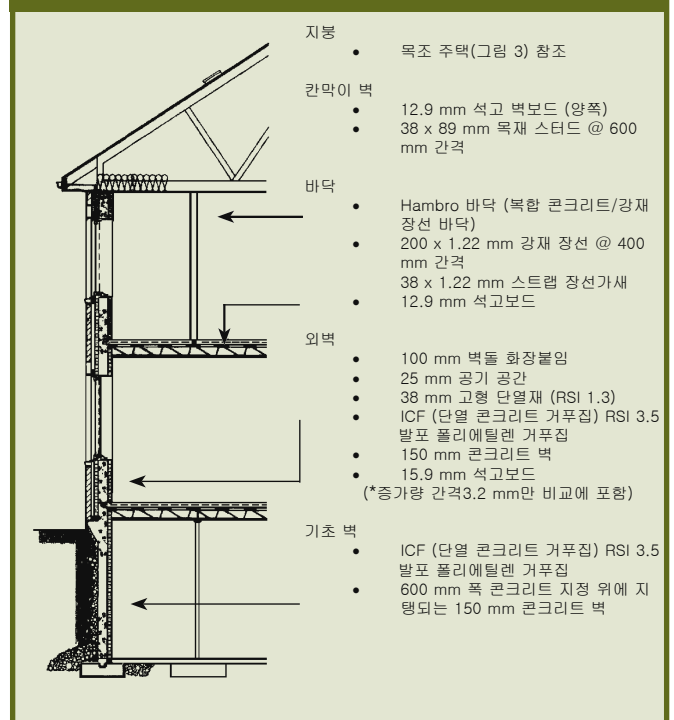


그림 5: 콘크리트 주택의 단면



결과

목조주택과 경량 철골 주택, 콘크리트 주택의 환경 영향을 비교한 결과를 표 1에 나타냅니다.

목조주택의 투입 에너지(그림 6)는 경량 철골 주택보다 53%, 콘크리트 주택보다 120%가 적습니다.

지구온난화 가능성(그림 7)에 대해서는, 목조 주택이 경량 철골 주택보다 23%, 콘크리트 주택보다 50%가 낮습니다.

목조 주택에 대한 대기 유해성 지수(그림 8)는 경량 철골 주택보다 74%, 콘크리트 주택보다 115%가 낮습니다.

목조 주택에 대한 수질 유해성 지수(그림 9)는 경량 철골 주택보다 247%, 콘크리트 주택보다 114%가 낮습니다.

목조주택의 자원사용량 가중치(그림 10)는 경량 철골 주택보다 14%, 콘크리트 주택보다 93%가 낮습니다.

폐기물 발생량(그림 11)은 시공 폐기물의 킬로그램 단위 무게로, 경량 철골 주택의 경우 가장 적었다. 목조 주택은 21%가 많았으며, 콘크리트 주택은 58%가 많았습니다.

표 1과 그림 6부터 그림 11을 검토하면, 목조 주택이 6가지 핵심 측정치 중 5가지 항목에서 환경 영향이 현저히 적은 것으로 나타났습니다. 경량 철골 주택과 콘크리트 주택이 목조 지붕을 갖추

지 않았다면, 목조주택의 환경적 장점은 한층 더 증가되었을 것입니다.

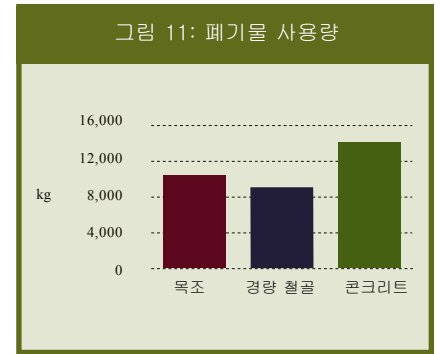
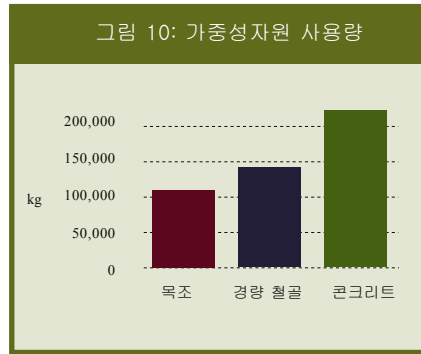
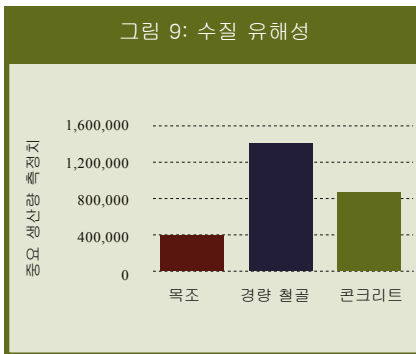
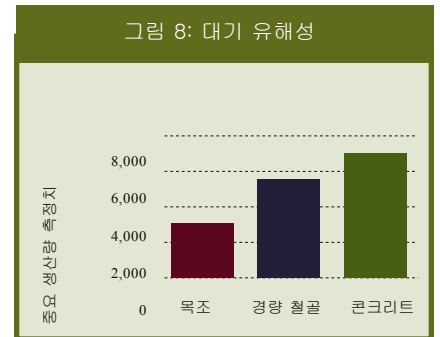
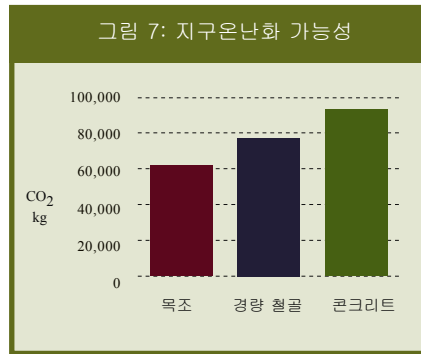
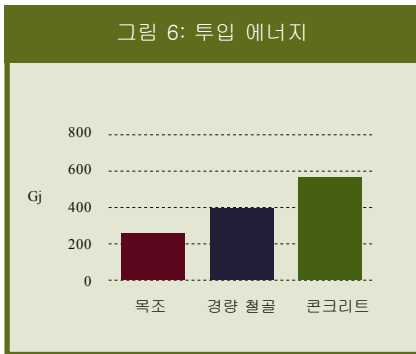


표 1: 환경 측정치 결과 요약

	목재	판금	콘크리트
투입 에너지 Gj			
토대	17	17	10
벽	85	118	102
바닥	54	102	108
기동 보	57	44	87
외피	41	90	246
별도 기본적인 재료	<1	18	9
합계	255	389	562
지구온난화 가능성 이산화탄소 지수			
토대	6,160	6,160	3,436
벽	25,599	31,263	33,009
바닥	8,785	17,294	27,441
기동 보	8,688	6,929	15,099
외피	12,831	12,309	13,941
별도 기본적인 재료	120	2,498	647
합계	62,183	76,453	93,573
대기 유해성 중요 생산량 측정치			
토대	331	331	237
벽	1,242	2,183	1,791
바닥	474	1,604	1,340
기동 보	784	617	2,068
외피	372	653	1,497
별도 기본적인 재료	33	240	38
합계	3,236	5,628	6,971
수질 유해성 중요 생산량 측정치			
토대	1,110	1,110	1,120
벽	1,933	494,440	90,900
바닥	40,280	281,320	192,530
기동 보	363,640	617,310	555,300
외피	204	154	739
별도 기본적인 재료	620	19,450	35,600
합계	407,787	1,413,784	876,189
가중성 자원 사용량 kg			
토대	23,629	23,629	9,679
벽	79,796	83,046	133,713
바닥	8,371	15,096	55,272
기동 보	6,705	5,187	10,239
외피	3,162	8,893	23,929
별도 기본적인 재료	141	2,650	2,164
합계	121,804	138,501	234,996
폐기물 kg			
토대	894	894	485
벽	6,099	4,837	7,082
바닥	2,239	1,382	3,735
기동 보	736	569	1,172
외피	752	999	996
별도 기본적인 재료	26	216	586
합계	10,746	8,897	14,056

주의:

1. 토대에는 모든 콘크리트 벽과 띠쇠, 기동 지점이 포함된다.
2. 벽에는 모든 구조용 골조, 덮개(지정된 경우) 및 간막이벽과 외부 내력벽의 철물이 포함되지만, 석고보드와 EPS ICF 및 타이, 고형단열재는 제외된다.
3. 바닥에는 모든 골조 재료, 걸이(요구되는 경우), 가새, 경화제, 덮개(요구되는 경우), 철물이 포함된다.
4. 기동 보에는 모든 보와 기동이 포함된다.
5. 외피에는 석고보드와 고형 및 유리섬유 단열재, EPS ICF, 폴리에틸렌 거푸집 타이, 요구되는 경우 기밀막과 증기막이 포함된다.
6. 별도 기본적인 재료에는 개별 조립체의 부품이 아닌 추가되는 모든 목재와 강재, 콘크리트 재료가 포함된다.

전과정평가 연구에서 최고 평가를 받은 목재

건물연구원(BRE)에 의해 수행된 건축재료의 환경 영향 평가에서 목재가 1위를 차지합니다.

‘건축재료와 부품, 건물의 환경 영향평가’ 연구는 독자적인 대형 연구기관에서 전과정평가의 매우 복잡한 영역에 대하여 실시한 첫 번째 대규모 평가입니다.

목재는 기후변화와 수질 및 대기 오염, 쓰레기 폐기, 교통의 오염 및 체증 등의 13가지 환경 영향평가에서 높은 평가를 받았습니다.

수목이 이산화탄소를 흡수하고 산소를 배출하는 기능을 지닌, 목재는 환경에 긍정적인 영향을 주는 유일한 건축재료입니다.

BRE의 대변인 Jane Anderson은 서로 다른 업계들은 전과정평가에 대한 서로 다른 규정을 가지므로, 공정한 경쟁을 위한 상황을 준비하는 데 노력을 기울였다고 말했습니다. 목재는 재생산 가능하고, 가공에 필요한 에너지가 적어 아주 좋은 결과를 나타냅니다.

BRE는 영국에 있는 건물과 시공 및 화재 예방 및 제어 분야의 선도적 전문 연구센터입니다.(www.bre.co.uk)

1999년 당시의 전과정평가 연구:

1. 환경 영향 측정기 소프트웨어는 구조 시스템의 환경적 함축을 단지 모의실험할 수 있는 것이어서 모든 건물의 외피가 소프트웨어에 입력되지 않았던 전과정평가목록(LCI) 자료를 사용하여 Excel R 스프레드시트에서 부차적인 산정법으로 평가됩니다.
2. 이 연구는 콘크리트 설계에 있어서 핵심 조립체인 단열 콘크리트 거푸집을 위한 사전 물량 산출이 포함됩니다.
3. 1999년 연구 마무리 단계에서, 벽 외피 구조의 단열 저항치(R-value)는 3개의 설계에 있어 모두 달랐으며, 당시 예산의 제약으로 결과에 대한 다양한 저항치의 영향
4. 3가지 설계에서 공유된 모든 공통요소(예: 외장재, 창문, 지붕 등)은 이 3가지 설계 시나리오에서 나타나는 다른 측면을 강조하기 위하여 분석에서 제외되었습니다.

에 대한 분석을 하지 못했습니다.

의뢰한 2004년 연구에서는 앞에서 언급한 결점을 충분히 다루어 3가지 대안 재료 설계(구조 및 외피)의 보다 철저한 환경적 평가를 제공합니다.

주: 캐나다목재위원회(Canadian Wood Council)가

결론

목재는 골조 재료로서 그리고 환경의 친구로서 성능이 우수합니다.

환경건축뉴스 (Environmental Building News)은 “잘 경영된 산림에서 나온 목재 제품은 훌륭한 환경적 선택이다.”라고 잡지 발간에서 보고했습니다.

캐나다는 제3자 감사기관인 캐나다표준협회 CAN/CSA Z808 지속가능한 산림 경영 시스템 실행에 의해 임명된 바와 같이, 산림 경영 관행에서 인정받은 선도국입니다.

ATHENA™ 지속가능재료평가원(Sustainable Material Institute)과 계약에 의해 이루어진 연구는 권위있는 영국의 연구



사진 5: 다른 자재에 비해 자원이 덜 들고 오염이 적은 목제품 생산

회사인 BRE가 인터넷 기사에서 보고한 것과 같은 연구결과를 인정하였습니다. 목재 건축재료의 생산은 다른 골조 재료에 비해 세계의 물과 공기에 적은 양의 오염물질을 배출시

킵니다. 목재를 사용하면 천연자원의 소비도 절감할 수 있습니다.

ATHENA™ 전과정평가 모델을 이용하여 주택 건축용 목재와 경량 철골, 콘

크리트 사용으로 초래되는 환경 영향을 평가하면, 목재가 환경에 미치는 영향이 가장 낮다는 것을 나타냅니다.

참고자료

이 문서는 캐나다목재협의회(Canadian Wood Council)의 나무, 재생가능한 자원 시리즈 회보 No. 5 제목 “주택건물에서의 수명주기분석” © 1999년 및 Forintek Canada Corp., 캐나다모기지주택공사, 캐나다목재협의회와 캐나다산림제품협회(Forest Products Association of Canada)가 제작한 간행물 “지속가능한 설계와 목재” © 2003년에서 처음 간행된 정보를 제공한 것입니다.



Canada Wood
캐 나 다 우 드

캐나다 우드 한국 사무소
4th Fl, Shinhan Bldg.,
128-4 Nonhyon-Dong, Kangnam-Gu
Seoul, Korea 135-010
전화: (82-2) 3445-3834
팩스: (82-2) 3445-3835
웹사이트: www.canadawood.or.kr

캐나다 우드 중국 사무소
425 Hong Feng Road
Pudong New Area
Shanghai 201206, China
전화: (86-21) 5030-1126 (Ext.209)
팩스: (86-21) +86 (21) 5030-2916
이메일: info@canadawood.cn
웹사이트: www.canadawood.cn

캐나다 우드 유럽 사무소
12A Place Stéphanie
B-1050 Brussels, Belgium
전화: (32-2) 512 5051
팩스: (32-2) 502 5402
이메일: info@canadawood.info

캐나다 우드 영국 사무소
PO Box 1
Farnborough, Hants
United Kingdom
GU14 6WE
전화: (44-1252) 522545
팩스: (44-1252) 522546
이메일: office@canadawooduk.org

캐나다 우드 베이징 사무소
Room 909 East Ocean Center
No. 24A JianGuoMen Wai Street
ChaoYang District
Beijing, China 100004
전화: (86-10) 6515 6182
팩스: (86-10) 6515 6184
웹사이트: www.canadawood.cn

캐나다 우드 일본 사무소
Tomoecho Annex-11 9F
3-8-27 Toranomom
Minato-ku
Tokyo 105-0001, Japan
전화: (81-3) 5401-0531
팩스: (81-3) 5401-0538
웹사이트: www.canadawood.jp



Canada Wood
Produits de bois canadien

