

그린 콘크리트

Green Concrete



송진규*
Jin-Gyu Song

이 기사는 STRUCTURE Magazine 2005년 8월호에 실린 논문(저자 : David Shepherd, AIA)을 번역한 것입니다.

일반적인 지침으로써, 구조 기술자들은 그린건축(green construction)을 위하여 다음의 사항들을 고려하여야 한다.

1. 콘크리트 思考 : 구조적 접근

그린 빌딩(green building) - 이 용어는 최근 세간에 많이 오르내리는 건축 산업 용어이며, 많은 내용들을 의미하고 있다. 그러나 구조 기술자에게, 그린 빌딩의 진정한 의미가 무엇인가? 환경적으로 양호한 건축 재료가 무엇이고 그 이유는 또 무엇인가? 건축 재료의 높은 효율, 저비용, 그리고 친환경성을 어떻게 평가하고, 설명하며, 그리고 적용할 것인가? 당신은 프로젝트를 무슨 기준으로 전체 사회 구성원에게 이해시킬 것인가?

이런 질문들은 아주 주관적이고 까다로운 문제이다. 시공법과 설계 산업의 진보로, 그린 빌딩의 허가 취득과 품질 보증이 더 쉬워질 것이다. 그러나 질적인 면에서 지속가능한 개발(sustainable development)을 위하여 친환경적으로 가장 부합되는 건물에 관한 지표를 만드는 일은 때로는 매우 혼란스럽고 소모적인 것이다.

예를 들어, 미국 그린빌딩학회(green building council's in energy and design(LEED))에서는 그린 빌딩의 기준을 재생 목록, 건설 쓰레기, 그리고 재사용되는 건축 재료를 포함하여 체계적으로 등급화 하였다. 그러나 이는 구조물의 지속가능성이 내포하는 고유 요소들을 직접적으로 설명하지 못한다. 예를 들어 내구성, 해체 구축, 또는 에너지에 대한 라이프-사이클 평가(LCA) 요소 같은 것들이다.

「Greener」라는 프로젝트를 달성하기 위하여, 구조 기술자는 LEED같은 환경 등급 체계에 기초하여, 또는 최소한 미래 후손들을 위한 올바른 일을 한다는 마음가짐으로 임해야 한다.

- 재료적 취득
- 고장과 지역의 자원
- 제조상의 절차
- 재생 목록
- 효과적인 조립
- 건설을 위한 건물의 에너지와 용수 사용
- 실내 환경의 질
- 장기간의 내구성과 융통성
- 해체 가능성
- 인명 안정성 또는 재사용 가능한 부재들
- 쓰레기
- 재료의 재사용
- 기존 건물의 재사용

근본적으로, 구조 기술자는 전체 작업을 구성하는 세부 작업들을 인지하고 평가해야 한다. 결과적으로, 구조 기술자는 건물

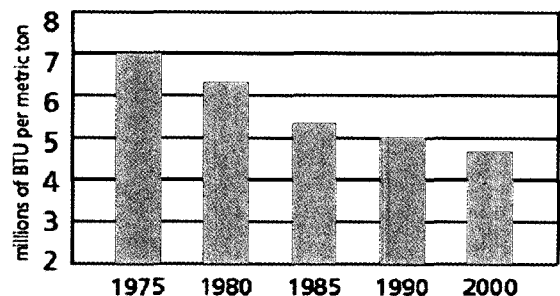


그림 1. 에너지 소비량
(효율이 증가되고, 새로운 기술과 장비, 그리고 연료와 원자재의 소비가 1/3까지 감소되었다.)

* 정회원, 전남대학교 건축학부 부교수
jgsong@chonnam.ac.kr

시방서의 이해뿐만 아니라 환경에 더 좋은, 그리고 전반적으로 프로젝트에 기여할 수 있는, 설계를 결정해야 하는 유일한 위치에 있다. 비록 건물이 환경 평가 체계에 의한 보증이 없을지라도 일반적인 조건들을 고려한 친환경적인 건물이 될 수 있다.

2. 콘크리트 예

작업을 잘 수행하기 위하여, 구조 기술자는 재료의 최적 성능을 환경적으로 고려할 수 있는 능력이 필요하다. 콘크리트는 구조적으로 튼튼한 재료로서 오래 신뢰되어 왔다. 많은 재료들이 그린빌딩의 기준에 충족되기 위하여 개발되고 판매되는 동안, 콘크리트는 항상 강하고, 내구적이고, 다용도이며, 재사용이 가능한 것으로 인정되어왔다. 콘크리트 사용은 부가적으로 친환경적 해법에 기여하며 구조물에 환경적 이점들을 제공한다.

2.1 재료 취득

시멘트는 일반적으로 재료 산지의 인근 지역에서 제조된다. 시멘트 제조 시 많은 에너지가 필요하지만, 콘크리트에서 시멘트는 단지 10 ~ 15%의 적은 비중을 차지한다. 다른 두개의 주재료인, 골재와 물은, 일반적으로 그 지역 또는 지방에서 취득되며, 취득 시 매우 작은 에너지를 요구(그린 빌딩의 이점)한다. 결과적으로, 이것은 최소의 천연 자원을 이용하여(비빔에 시멘트의 사용이 필수적이지 않다) 효과적이고, 경제적이며, 그리고 환경친화적인 콘크리트 구조물을 만들 수 있다. 플라이애시 그리고 슬래그와 같이 재사용되는 산업 부산물들을 사용하면 원자재의 의존을 격감시킬 수도 있다.

시멘트의 주원료는 석회이며, 지구상에서 가장 풍부한 광물로 북미 전역에서 많이 이용된다. ATHENA Sustainable of Institute에 따르면, 최근의 환경 연구에서 골재 채취는 다른 재료들의 취득보다 환경적 대가가 적은 것으로 판명되었다. 원



그림 2. 최근 오하이오에 있는 CEMEX Fairborn 시멘트 제조 공장은 토지에 대한 사회적 책무를 인지하고 PCA기준에서 전반적으로 친환경적인 면을 보여 Cement Americas Magazine의 시멘트 산업 환경상을 받음(사진은 포틀랜드 시멘트 학회 제공)

자재 취득의 첫 단계인 채굴은 오락, 거주, 상업적 이용, 그리고 자연 상태 복원을 위하여 쉽게 매립할 수 있다.

2.2 제조

시멘트 생산은 높은 온도를 요구하며 에너지를 집중시켜 만든다. 포틀랜드시멘트학회(PCA)에서 모은 자료에 따르면, 제조업에서 과거 30년 동안 에너지 사용이 33% 감소되었다. 연구 역시 제조상 재생 원료의 사용을 권유하고 있다. 주물 모래, 분쇄기 비율, 그리고 바닥재는 시멘트 제조에 의한 몇 가지 산업 부산물들이다. 시멘트 제조 역시 연료를 선택적으로 사용한다. 2001년 고무 제조 학회에 따르면, 약 5300만 타이어가 시멘트 제조 가마에서 연료로 소비되었다. 쓰레기 매립지에서 타이어를 줄이고, 화석 연료의 소비가 감소하였고, 시멘트 제조에서 발생하는 산화질소 발생량을 줄이는데 기여하였다.

2.3 재료 비빔

콘크리트 사용은 최적의 성능 창출에 초점을 둔다. 플라이애쉬와 슬래그 같은 부수적인 결합 재료들은(SCMs) 그들의 반응식이 중요한 부분이다. 적절하게 조합하면, 재사용된 산업 부산물들은 더 많은 연성, 강도, 그리고 콘크리트 마감성을 제공한다. 2002년에, 1600만 ton 이상의 플라이애쉬와 300만 ton 이상의 슬래그가 콘크리트 생산에 사용되었다. 그것들 역시 구조 기술자들에게 재사용한 재료로 LEED 점 이상의 질을 만드는데 사용된다. 특별한 적용을 위한 한개 또는 그 이상의 SCMs을 사용하여 콘크리트 설계 역시 LEED와 상관없이 최적 성능을 만들 수 있다.

2.4 적용과 에너지 사용

생애주기평가(LCA) 결과 구조물 건설에 초기 투자된 에너지가 동(同)구조물이 오랜 기간 사용되며 절약한 에너지보다 많은 것으로 나타났다. 예를 들어, 콘크리트 주택 시공에서 소비된 에너지와 CO₂ 발생량은 일반적으로 다른 재료로 시공할 때보다 많다. 그러나 대부분의 기후에서 콘크리트 주택은 전통적인 방법으로 시공된 주택보다 더 많은 에너지 절약을 기대할 수 있다. 예를 들어, ICFs(insulating concrete form walls) 같은 고성능의 콘크리트 벽체 시스템으로 시공된 주택들은 매일 냉난방 에너지가 적게 요구된다. PCA를 위한 건설 기술 연구소(CTL)의 연구에서 전형적인 목재 프레임 주택의 총 건립 에너지는 ICF 주택 한 채가 5 ~ 7년 동안의 사용하는 에너지량을 초과한다. 기후와 시공형식 차이로, 손익분기점은 다양해

질 것이나, 콘크리트의 환경 이익은 주택이 사용되는 동안 계속 증가할 것이다. 콘크리트는 또한 널리 보급된 많은 다른 새로운 시공재료들처럼 가스를 발생하지 않기 때문에 실내 공기도 청정해진다. 상업적 구조물들은, 풍부한 환경적 이점, 장기간 유지되는 건물, 그리고 더 쾌적한 사무공간으로서 직원들에게 건강한 환경을 제공한다.

2.5 주거의 재사용

콘크리트는 아주 내구적 재료이다. 콘크리트 건물의 수명 기간은 다른 일반 건축 재료로 만들어진 것보다 보통 2배 또는 3배정도 길다. 그리고 콘크리트는 부식, 부패, 비틀림, 또는 불연성이다. 콘크리트는 사실상 열과 냉기, 방사능, 그리고 습기의 침입을 받지 않는다. 이것은 철거에 의해 생긴 쓰레기와 기후 후 또는 습기의해 손상된 재료의 대처, 그리고 유지비를 감소시키며 궁극적으로 장기간 사용과 재사용을 가능하게 한다.

2.6 재료의 재활용

근본적 목적이 달성된 후 콘크리트 사용이 끝난 것은 아니다. 대부분의 도심지에서, 거의 모든 콘크리트는 쪼개어져 도로

의 바닥과 메우는 작업에 재사용된다. 이런 방식으로, 새 콘크리트의 골재도 재사용된다. 연구는 콘크리트 재사용을 위한 새 방안을 찾는데 계속될 것이다.

3. 콘크리트 思考

콘크리트와 시멘트에 기초한 재료에 그린(green) 적용 방안들은 급격히 증가하고 있다. 치장 벽돌, 섬유-시멘트 보강, 그리고 콘크리트 지붕 타일들은 최소 유지를 필요로 하며 이들로 부터 장기간-지속적 보호가 가능하다. 또한, 이런 생산품들은 화재와 태풍 지역에서 저항 부재로 사용된다.

미래의 자원을 고갈시키지 않는 건축이라는 관점에서, 구조 기술자는 인증이나 승인과는 별개로 구조물의 전체 생애주기와 구조물을 구성하는 많은 재료들을 고려해야 한다. 구조물의 쓰레기와 재건축 시 재활용 능력뿐만 아니라 장기간의 내구성과 융통성 등도 그린 빌딩에서 중요하다. 이런 요인들은 재료의 취득과 재활용된 양만큼이나 중요하다.

그러나 구조 기술자의 마음가짐은 「concrete thinking」의 관점에서 프로젝트의 설계와 설계 시방서를 통하여 결정된 궁극적인 결과는 지속가능한 구조물이다. 이러한 concrete thinking은 부채와 재료에 대한 최적화의 연장선이며, 이에 의하여 자연스런 발전이 이루어질 수 있다. 이러한 근본적 직업의식에서, 구조 기술자는 그린 빌딩을 위한 대변인이 될 수 있다. □

□ 연구 모집 안내

「콘크리트학회지」는 콘크리트 관련 학문과 기술에 대한 정보를 제공하기 위해 발행되고 있습니다. 본 학회지를 통해서 자신의 연구 결과, 경험한 사례 등을 콘크리트 관련 기술자들과 함께 나누시길 원하시는 분께서는 다음과 같은 형태로 참여하실 수 있습니다. 여러분의 육고를 기다리겠습니다.

- 원고 주제 : 포토에세이(사진, 서예, 시 등), 논문, 특집, 기술기사, 공사기사, 문헌조사, 해외번역기사, 해외연구소 소개, 국제학술회의참가기, 현장탐방, 우리회사소개 등

- 원고 분량 : 4매~6매 내외(A4 용지 기준)

- 제출처 : E-Mail : mjh@kci.or.kr

TEL (02)568-5985



그림 3. 그림의 재생 콘크리트는 옛 Stapleton 공항에서 나온 평균 2피트 두께의 975 에어커의 활주로, 유도로, 연락도로 및 격납고 앞의 포장도로에서 취득한 것



그림 4. 옛 Stapleton 공항의 변형은 주택 단지화 지역 공동체에 콘크리트 재활용을 계몽하고 있음