

**지속가능한 건축디자인을 위한 기초방안에 관한 고찰

- 미국 미네소타 주 친환경사례의 실내 건축자재를 중심으로 -

A Study on the Basic Solution for Sustainable Buildings

- Focused on the Interior Materials of Eco-Buildings in Minnesota, USA -

천진희* / Chun, Jin-Hie

Abstract

This study is focused on interior materials and wastes among other diverse environmental strategies for sustainable construction. The case study was carried out by using MSDG, mainly utilized in evaluating performance of sustainable constructions in Minnesota, the US, as an evaluation tool, in order to analyze American practices. In this study, a field inspection was conducted to 6 Minnesota cases, following a preliminary examination through literature study and portal site search, and then, constructive reports, interviews with people in charge, and empirical data including photos were added to the basic data provided by MSDG and MOEA. As a result, it turned out *that sustainable materials were mainly used even in newly constructed buildings and wastes were properly managed in an environment-friendly, economical, and ethical manner, *that life cycle assessment showed reduction in some constructive costs even when the basic costs were high, *that some recycled finish materials were widely used in diverse areas, *that minimum consumption of raw materials, minimum environmental damage by materials, minimum effect of materials on IAQ were found in the examined cases, and *that many attempts were made to minimize resource consumption and constructive wastes from diverse perspectives.

키워드 : 지속가능한 건물, 실내 건축자재, 사례연구, 미네소타

Keywords : Sustainable Buildings, Interior Material, Case Study, Minnesota

1. 서론

1.1. 연구의 배경 및 목적

자연은 인간이 살아가는 터전이기 때문에 건강하게 유지되어야 하며, 21세기에 있어서 생태학적 디자인은 삶의 질 향상을 위해 필수사항이 될 만큼 중요 과제로 인식되고 있다. 인간에 대한 생태학적 혜택은 환경에 대한 고려, 인간의 행동양식, 경제적 요인, 디자인적 측면 등이 상호 배려되고 조화롭게 결합될 때 발생한다. 우리나라 건축업계에서는 친환경디자인에 대한 필요성을 인식하여 디자인, 건축, 건물의 유지관리 시 발생할 수 있는 환경 저해 요인이나 충격을 최소화함으로써 차세대 를 위해 환경을 보전하고 기업의 경쟁력 확보를 위해 지속가능

능한 디자인¹⁾ 개념을 강조한 건축에 주력하고 있다. 이처럼 지속가능한 디자인은 훼손된 자연환경을 회복하고 자원의 낭비를 줄여 지구를 살리자는 지구책이지만 동시에 국가와 기업의 발전과 이미지 제고에 기여하는 마케팅 전략으로 산업경쟁력을 높이는 주요 요인으로 자리매김하고 있다. 이와 함께 지속가능한 소비 역시 활성화 되어야 하는데, 이를 통해 경제사회 구축에 공헌을 하게 될 것이므로 이를 실천하기 위한 체계화된 정보와 적극적 활용방안이 필요하다.

그러나 우리나라에서 지속가능한 디자인은 재사용/재활용으로 자원의 낭비를 줄이고 환경폐기물을 최소화하는 소극적 접근 방식이 보편적으로 사용되고 있을 뿐 원자재의 선택 및 추

1) 지속가능이라는 단어는 1992년 리우 환경정상회의 이후 등장한 '환경적으로 건전하고 지속가능한 개발'이라는 학술적 용어에서 왔다. 지속가능한 건물이란 에너지 절약과 환경보전을 목표로 자연친화적(Ecology)으로 설계 건설하고 유지관리를 한 후 건물의 수명이 끝나 해체될 때까지도 환경에 대한 피해가 최소화되도록 계획된 건축물을 말하는 것으로 그린빌딩, 친환경건물이라는 용어와 혼용하여 쓰고 있다.

* 정희원, 상명대학교 디자인대학 실내디자인과 부교수

** 본 연구는 2004 한국학술진흥재단 선도연구의 일부임 (KRF-2004-041-G00036)

출에서부터 제품생산, 운송, 설치, 사용, 사용 후 폐기물 관리에 이르기까지 건물이나 제품의 전 라이프사이클이 환경에 미치는 영향과 비용(LCC, Life Cycle Cost), 그리고 사용자의 건강을 위한 대응 및 전략은 그리 만족할만한 수준이 아니다. 건축자재와 폐기물 관리는 지속가능성에 따라 환경과 불가분의 관계에 있으며, 실제 사용자와 환경의 상호관계에서 중요하므로 안전, 에너지, 환경적 책임 등에 대해 건축의 시작 단계에서부터 철거 시까지 단계적으로 대책이 마련되어야 한다.

본 연구는 지속가능한 건물 활성화에 있어 건축자재 및 마감재가 차지하는 비중과 중요성에 대한 인식 고조에도 불구하고 전략과 실천방법이 체계화되어 있지 않은 시점에서, 미국 미네소타 주에서 개발된 지침(Sustainable Guidelines)과 세부 전략을 고찰하고, 친환경 인증 사례나 추천 사례들이 지침과 전략을 구체적으로 어떻게 건축에 적용시켜 성공적 결과를 얻었는지를 고찰하는데 연구의 목적이 있다. 본 연구는 외국사례 분석을 통해 친환경 실내자재에 관심을 가진 공급자와 수요자에게 실행을 유도할 수 있는 기술적 정보를 제공하는데 의의가 있으며, 연구 결과는 본 연구자의 선행 연구인 캐나다 밴쿠버 지역의 친환경 디자인 지침과 사례조사 결과와 종합하여 후속 연구인 '국내 친환경 건물 인증을 위한 평가방법과 인증건물의 친환경적 해결방안'에 참고 및 비교자료로 활용될 것이다.

12. 연구의 내용 및 방법

연구의 중심내용은 지속가능한 건물 실현을 위한 다양한 영역의 환경적 전략 -건축부지, 수자원, 에너지, 실내환경의 질²⁾, 재료, 폐기물- 가운데 실내 자재와 직접적으로 관련이 있는 재료와 폐기물에 관한 것이다. 이는 현재 무절제한 재건축, 리모델링 등으로 야기되는 자원의 낭비와 자연환경을 훼손하는 건축 재료와 폐기물, 오염물질 방출로 인한 공기질 저하 등 최근 지속가능한 디자인 측면에서 많은 문제점을 안고 있는 분야가 건축 자재와 실내 마감재에 관한 것이기 때문이다.

본 연구에서는 미국 미네소타 주의 전문 연구기관(지속가능한 빌딩 리서치 센터/CSBR, The Center for Sustainable Building Research Center, MN)에서 개발한 지속가능한 디자인 지침(MSDG: Minnesota Sustainable Design Guide)을 간략히 소개하고 연구범위를 실내건축 자재와 마감재로 국한시켜 전략과 실행지침에 대해 조사하였다. 이 지침은 LEED(Leadership in Energy and Environmental Design) 그린빌딩 등급평가기준(Green Building Rating System)³⁾과 함께, 현재 미네소타 주에서 지속가

능한 건물의 성능 평가에 사용되고 있으며 이 평가도구를 사례조사에 적용하여 현장에서 구체적으로 어떻게 실천하였는지 분석하였다.

연구과정은 문헌조사 및 포털사이트 검색을 통한 예비조사를 거쳐 사례대상지를 선정 후 본조사를 실시하였다. 예비조사에서는 지속가능한 환경과 지역사회 개발, 그리고 정책수행에 있어 규범이 되는 도시에 대한 자료를 수집하였으며, 그 결과 미국의 친환경 도시 중 자체개발한 평가도구를 이용한 인증 시스템이 정착되어있는 미네소타 주를 현장조사지로 선정하였다.

사례조사는 2005년 4월 미네소타 주의 5개 도시에서 실시하였으며, 현장조사 대상은 MSDG의 웹사이트 자료⁴⁾와 MOEA (Minnesota Office of Environmental Assistance)에서 추천한 우수 건축물 10사례였으나 현장조사 결과, 용도와 디자인 해결방안이 거의 유사한 2사례, 이미 입주기간이 끝나 실내 사진촬영과 자료보완이 어려운 공동주거 2사례를 제외한 4개 도시의 6사례만을 본 연구에서 고찰하였다(표 1 참조). 현장조사에 대한 자료는 MSDG의 웹사이트 자료와 MOEA에서 제공받은 기본 자료 이외에 시설에서 보유하고 있는 건축과정에 대한 보고서 중 친환경자재 사용에 관한 부분, 건설담당자와의 면담, 사진 등의 실증적 자료이다.

사례1⁵⁾과 사례2⁶⁾의 경우, 웹상의 자료와 안내팸플릿과 상이한 부분이 있어 담당자와 확인절차를 거쳐 사례1에서는 웹상의 5.4항목 내용을 본 연구의 <표 5>에서는 5.3항목과 5.8항목으로 이동하였으며, 사례2에서는 웹상의 5.4 일부내용을 <표 6>에서 5.3으로 분류하였다. MSDG의 사례연구 건물이면서 동시에 MOEA 그린빌딩 추천사례인 사례3은 사례4~사례6에 비해 웹상의 자료가 풍부한 편이지만 건물에 사용된 친환경자재의 종류만이 열거되어 있을 뿐, 구체적으로 어떠한 실내 구성요소에 사용되었는지에 대한 정보가 없어 건축과정에 대한 보고서 중 친환경자재 사용에 관한 부분을 입수하여 <표 7>을 정리하였다. 사례4~사례6은 MOEA의 간략한 리플릿 자료, 현장당사자 안내자의 보충설명, 건축과정에 관한 보고서 중 재료 부분을 종합하여 본 연구자가 MSDG의 분석틀에 의거하여 분류 및 정리하였다.

2) 실내공기질은 환기, 습도, 온도, 빛, 음향, 조망 등을 다루고 있어 본 연구의 범위에서 제외하기로 한다.

3) 1993년 미국에서 설립된 그린빌딩협의회(USGBC, US Green Building Council)에서 개발한 국가 차원의 표준평가제도로, 건물 전체의 환경성을 평가하여 친환경 건축시장 활성화에 기여하고 있다. 이 평가제도는 상업용 건물, 교육용 건물, 공동 주거건물을 평가하기 위해 제정된

자기인증 시스템이며, 평가결과 성능의 달성 정도에 따라 등급별로 인증을 받게 되며 등급이 우수한 건물에 대해 인센티브를 주고있다.

4) <http://www.msdg.umn.edu/MSDG/casestudies.html>

5) <http://www.msdg.umn.edu/MSDG/case/peec/peec.html>

6) <http://www.msdg.umn.edu/MSDG/case/downtown/downtown.html>

<표 1> 사례조사 대상시설

사례	지역	사례조사 대상시설	주 용도	비고
1	Minneapolis, MN	The Green Institute Phillips Eco Enterprise Center	업무시설	Earth Day Top Ten Award, AIA, 2000 외 4개 환경상 수상
2	Minneapolis, MN	WMEP Interdistrict Downtown School	교육시설	Walter Taylor Award, 2001 외 6개 환경상 수상
3	Medina, MN	Hennepin County Public Works Facility	공공직업시설	MOEA 그린빌딩 추천사례
4	Eagan, MN	Lebanon Hills Trail Head and Visitor Center	안내, 교육시설	MOEA 그린빌딩 추천사례
5	Minneapolis, MN	Kroening Interpretive Center	레크레이션 자료홍보시설	MOEA 그린빌딩 추천사례
6	Zimmerman, MN	Livonia Township Town Hall	커뮤니티센터	MOEA 그린빌딩 추천사례

<표 2> MSDG Scoring Form의 대항목 분류

대항목 ¹⁰⁾	중항목	소항목 ¹¹⁾	획득가능점수	획득가능점수
1.건축부지		1.1 - 1.5	12	12
2.수자원		2.1 - 2.5	10	10
3.에너지	부하에너지 감소	3.1 - 3.3	6	26
	고효율적인 시스템	3.4 - 3.6	5	
	환경 저 피해 에너지원 사용	3.7	3	
4.실내환경질	건물에 사용되는 총 에너지	3.8	12	24
	실내공기질	4.1 - 4.3	12	
5.재료	온도, 빛, 소음, 조망	4.4 - 4.7	12	14
	원자재	5.1	3	
	생산	5.2 - 5.4	4	
	운송	5.5	1	
	설치	5.6	3	
	사용	5.7	1	
6.폐기물	재사용, 재활용	5.8	2	14
	자원보호	6.1 - 6.4	9	
	폐기물관리	6.5 - 6.9	5	
합계				100

2. 미국 미네소타 주의 지속가능한 디자인 지침

2.1. 지속가능한 지침(MSDG)의 개요

미국 미네소타 주 미네아폴리스는 '2004 환경디자인 회의'(2004 Environment Design Conference) 개최이며, 리백(R.T.Rybak) 시장 취임 이후 녹색도시(Green City) 건설을 가속화하여 미국에서 친환경 도시 중의 하나로 부상하고 있다. 지속가능한 디자인을 위한 기초연구와 디자인 개발 등 대부분의 친환경 사업은 1997년 발족되어 2001년 정식으로 설립된 '지속가능한 건물 리서치 센터'(CSBR)에서 수행되고 있는데, 주정부로부터 미네소타 공공건물을 위한 지속가능한 지침(B3, Sustainable Guidelines for all public buildings in Minnesota) 개발기관으로 선정되어 2004년 첫 단계 사업을 완료하였으며 현재 2단계 사업을 진행하고 있다. 사업 관련 프로젝트들은 미국 에너지성, 미네소타 환경 교통부와 환경단체, 아스펜 연구기관 등의 후원으로 진행되고 있다.

CSBR의 지속가능한 디자인 지침(MSDG)에서는 건물의 라이프사이클을 예비디자인 단계 → 디자인 단계 → 건축 실행 단계 → 거주 단계로 보고 각 단계마다 지속가능한 디자인을 적용하는 방법, 즉 프로그래밍 단계에서 수행되어야 할 사항, 진행단계에서 해결되어야 하는 구조적 문제와 행정시스템, 마무리 단계에서 부과되어야 할 디자인적 요소, 거주 후 실행되어야 할 세부사항 등 관리 지침과 전략을 다루고 있다⁸⁾. 측정 방식(Minnesota Sustainable Design Guide Scoring Form)은 환경 성능 평가 항목을 6개 대항목, 중항목과 소항목으로 분류하며, 항목별로 획득가능 점수가 있고, 소항목에서는 점수 획득을 위해 요구되는 전략, 실행지침을 제시하고 있다(표 2 참조)⁹⁾.

2.2. 지속가능한 디자인을 위한 재료와 폐기물에 대한 지침

(1) 재료

환경적 측면에서 재료의 선택은 매우 중요하다. 천연자원보호협의회(NRDC: Natural Resource Defense Council)에 의하면, 매년 전 세계 경제흐름의 40%에 해당하는 30억 톤의 천연 자원과 원자재가 건축에 소비되어 현재의 속도로 계산하면 2050년에는 열대우림의 파괴는 물론 원자재를 이용한 제조과정에서 물과 에너지의 과도한 사용은 인간의 삶을 위협할 것이라 한다. 이러한 맥락에서 자재는 원자재의 추출에서부터 자재 생산, 건설현장으로의 운송, 건축 공사, 사용 및 재활용까지 자재의 전 라이프사이클이 환경에 미치는 충격은 물론 이 과정에서 소요되는 수자원과 에너지에 대한 배려가 수반되어야 한다.

MSDG의 지속가능한 재료에 대한 지침은 ①원자재 소비와 고갈의 최소화, ②환경에 대한 자재의 라이프사이클의 충격 최소화, ③자재의 실내환경 질에 대한 충격 최소화 실현에 목적이 있으며, 이에 대한 세부 전략과 세부 실행지침을 요약하면 <표 3>과 같다.

10) 지속적인 환경디자인에 필요한 토목을 1차적으로 분류한 것으로, 환경적 충격의 최소화, 경제적 효과의 극대화, 심미적 효과 측면에서 고려되어야 할 사항을 정량적 정성적으로 평가 및 실행하도록 분류한 체계이며 중요도에 따라 항목별로 취득할 수 있는 비중이 다르게 책정되어 있다.

11) 건축부지에 대한 소항목 전략과 점수는 다음과 같다.

1.1 부지개발의 적정성(3점), 1.2 생태학적 생물학적 측면에서 부지의 보전성(3점) 1.3 친환경 부지 디자인 전략(2점), 1.4 지역생산 목재, 식생 사용(2점), 1.5 교통수단의 고효율 연료 사용(2점)

본 연구에서는 지면이 한정되어 있어, 소항목에 대한 전략은 연구범위에 속하는 실내환경 관련 공기질과 재료에 대한 5.재료, 6.폐기물만을 다루고자 한다. <표 3>, <표 4> 참조

7) <http://www.isdesignnet.com/ED>

8) <http://www.msdc.umn.edu/description.html#pi>

9) <http://www.msdc.umn.edu/MSDG/Scoring.html>

<표 3> MSDG의 5.재료에 관한 전략 및 실행지침¹²⁾

중항목	소항목	재료에 관한 전략 ● 실행지침	평가점수	
원자재	5.1	라이프사이클 동안 환경에 충격을 덜 주는 자재 사용	3	
		● 대량으로 사용되거나 환경에 심각한 충격을 주는 자재사용 억제(Athena나 BEES의 평가도구 사용)		
생산	5.2	회수자재나 재생산된 자재 사용 ● 신축시, 자재의 10% 이상이 쓰고 남아 회수된 건축자재 재사용, 증개축시는 기존 현장이나 타 현장에서 회수된 자재 사용 ● 신축시 자재의 10% 이상이 재생산된 건축자재 사용, 증개축시는 기존 현장이나 타 현장에서 재생산된 건축자재 사용	2	
		폐자재나 재활용물질 함유자재 사용 ● 자재나 생산품의 50% 이상이 최소 10% 소비자로부터 폐기처리된 물질 함유. ● 자재나 생산품의 50% 이상이 최소 50% 산업체로부터 폐기처리된 물질 함유.		1
		재생가능한 자재 사용 ● 자재나 생산품의 10% 이상이 재생가능한 원자재를 사용하여 생산 (인종목재, 밀집, 면, 코르크, 대나무 등)		
운송	5.5	지역에서 생산된 자재 사용	1	
		● 자재나 생산품의 25% 이상이 건축현장으로부터 500마일 이내에서 생산		
설치	5.6	휘발성유기화합물 저방출 자재 사용 ● 실내공기질 향상을 위해 휘발성유기화합물 저방출, 무방출 자재 사용(접착제와 실런트는 최소 South Coast Rule #1168의 VOCs 방출 한계 충족) ● 도료, 코팅제, 카펫, 가구는 최소 SWDGA의 Indoor Air Quality Compliance Table의 요구조건 충족 ● 카펫과 러그는 ERA의 요구조건 충족(1시간에 평방미터 당 0.5mg 이하의 VOCs 방출)	3	
		내구성이 있는 자재 사용 ● 자재나 생산품의 50% 이상이 최소 50년 라이프사이클의 내구성		
재사용 재활용	5.8	재사용, 재활용, 분해가능한 자재 사용 ● 총 자재의 60% 이상이 재사용, 재활용, 분해가능: 2점 ● 총 자재의 30% 이상이 재사용, 재활용, 분해가능: 1점	2	

위 표에서 나타나는 바와 같이, 재료에 대한 8개 소 평가항목 중 '원자재'와 '설치'가 좀 더 비중이 큰데, 이는 이 과정에서 환경에 미치는 피해가 더 클 수 있기 때문이며, 다른 과정보다 자재를 시공할 때 대기에 방출하는 유해물질의 피해정도가 더 심각하기 때문이다.

(2) 폐기물

미국 환경보호단체에 의하면, 건축 폐기물은 낡은 건물의 철거, 개보수 뿐 아니라 신축 시에도 발생하여 연 3000 - 4000만 톤에 이르며 미국에서 방출되는 전체 쓰레기의 1/4에 해당하는 양이라 한다.¹³⁾ 우리나라도 건설 폐기물에 대한 대책이 시급히 요구되는데, 전체 폐기물 중 건설폐기물이 49.3%로 가장 많으며, 97년 4만 8천톤에서 2000년 7만 9천톤, 2003년 14만 5천톤으로 급속한 증가추세를 보이고 있다.¹⁴⁾

재사용(Re-use), 재활용(Recycling)되지 못하고 지구를 덮고 있는 건축 폐기물은 환경을 오염시키는 물론 또 다른 건축을 위해 천연자원의 손실을 가져올 수밖에 없다. 따라서 건축자재

12)http://www.msdg.umn.edu/MSDG/Materials.html
13)http://www.msdg.umn.edu/MSDG/Materials.html
14)2003 전국 폐기물 발생 및 처리현황, 건설폐기물의 재활용촉진에 관한 법률 제정내용 및 정책방향 설명, 환경부 산업폐기물과, 2005.2.

로 인한 폐기물 관리는 지속가능한 디자인 측면에서 소홀히 다룰 수 없는 영역이므로, 건물의 수명을 최대화하고 공간의 가변성을 높여 증개축을 피함으로써 건축자재를 절약하는 방법, 철거가 불가피할 경우 건축 폐기물을 손실없이 재사용하거나 재활용하며 유해물질을 분리 후 폐기시켜 환경에 주는 피해를 줄이는 방법 등에 대한 대책이 마련되어야 한다.

<표 4> MSDG의 6.폐기물에 관한 전략 및 실행지침¹⁵⁾

중항목	소항목	폐기물에 관한 전략 ● 실행지침	평가점수
자원 보호	6.2	자재 절감을 위한 디자인 ● 건물과 공간 크기 줄이기, 불필요한 구조, 건축 실내마감재 덜 사용하기, 모듈화와 표준화된 규격 사용하기, 건축시 폐기물 덜 발생시키기 등의 자재 절감을 위한 디자인 전략 수립	2
		융통성(적응성)이 있는 디자인 ● 향후 증축과 개축(변형)이 가능한 부지계획과 건물의 형태 ● 향후 변형이나 개선 시, 쉽게 구조를 변형시키기 위한 방안으로, 건축 요소나 디테일을 최대한 표준화, 혹은 반복 사용하는 계획. ● 접착제 없이 볼트, 못, 클립 등의 연결철물로 건축부재를 고정시키는 시스템 계획 ● 융통성을 높이기 위한 공간의 형태, 바닥 데크, 구조, 기계 설비, 천장 계획(3.9 - 4.2m 가 일반적) ● 공간의 형태 변경 시 정보 전자 통신기기 선과 전력 제공을 위해 바닥을 올리고 시스템화 ● 모듈화한 공간계획, 파티션, 가구 사용	
	6.4	분해가 가능한 건축 디자인 ● 분해가 용이한 구조적 시스템, 마감 시스템, 비내력 벽체 시스템 사용 ● 분리시키거나 조립을 풀었을 때 원래 상태를 유지시킬 수 있는 구조/외피 시스템 사용(철재, 유리, 콘크리트, 패널 등) ● 전체적으로 혹은 일부가 재사용되거나 분리수거될 수 있는 자재, 시스템, 구성요소 사용 ● 건물의 라이프타임 이상의 내구력을 지닌 건축자재 사용(철재, 유리, 보-기둥-바닥재에 사용되는 목재 등) ● 분해된 부재가 신축이나 리모델링 건물에 재조립될 때 적용이 용이한 자재, 시스템, 구성요소 사용 ● 볼트, 못, 클립 등 분해가 용이한 연결 및 조립 철물 사용 ● 분해 및 분리수거가 용이하도록 합성재보다는 단일성분 재료 사용 ● 건축자재의 분리 및 재사용을 촉진시키기 위해 모듈화된 시스템 및 재료 사용 ● 재활용을 촉진시키기 위해 품질 정보가 있는 자재 사용	2
		6.5	

<표 4>에서 보는 바와 같이, MSDG의 폐기물에 대한 지침은 ①자원 사용 최소화, ②신축, 개보수, 철거 시 발생하는 건축 폐기물의 최소화, ③폐기물 관리 방법 향상에 목적이 있으며, 자재 절감과 융통성 있는 디자인, 분해가 가능한 디자인, 회수, 재활용, 재사용의 활성화를 통해 이를 실현할 수 있다.

3. 사례조사 결과

(1) The Green Institute Phillips Eco Enterprise Center

이 건물은 1999년 LHB Engineers & Architects가 설계한

15)http://www.msdg.umn.edu/MSDG/Waste.html

업무시설로 공사기간은 11개월에 불과하나 6년의 계획과정을 거쳐 완성된 친환경건물의 대표 사례이다. Earth Day Top Award, AIA 2000 외 4개의 친환경관련 상을 수상하였고 잡지, 신문 등을 통해 대중에게 잘 알려져있다.

<표 5> MSDG를 활용한 사례분석

중항목	소항목	실행사항
생산	52	<ul style="list-style-type: none"> *100년 된 시카고 창고에서 회수된 22,000개의 벽돌 사용. *지붕의 들보에 쓰인 50톤의 철강은 1960년대에 건축된 미네소타주 창고에서 회수한 것을 재사용(신 철강제조에 소요되는 11억 BTU의 에너지 절약). *계단의 디딤면은 75년 된 미군시설에서 회수된 목재(Douglas Fir)를 제재하여 재사용(804장의 판재 절약). *화장실 세면대, 소화기 박스, 회의실 캐비닛, 샤워실 벤치, 욕외 데크, 일부 창호 프레임 등은 철거업체를 통해 매입한 것을 재사용. *일부영역에 사용된 카페트는 리모델링 상업시설로부터 회수한 것을 재사용.
	53	<ul style="list-style-type: none"> *화장실 타일은 100% 페유리를 재활용한 제품. *창문 인방은 콩과 재활용 신문이 함유된 합성 제품 (Environ Biocomposite사 제품) *콘크리트 패널 성분의 10%는 폐 비산석회(Fly Ash) 함유 (약 74m3의 자갈 절약 효과).
운송	55	<ul style="list-style-type: none"> *총 투여 자재의 95%가 지역업체 제품.
설치	56	<ul style="list-style-type: none"> *전체 건물에 VOCs 저방출, 혹은 무방출 도료, 마감재, 접착제 사용. *리놀리움 바닥재는 물과 약한 세제로 세척 가능하므로 VOCs 무방출.
재사용 재활용	58	<ul style="list-style-type: none"> *일부 사용된 'Solenium' 카페트는 사용 후 100% 재활용하도록 디자인된 제품. *로비와 복도의 리놀리움은 아마인유 성분 제품으로 폐기시 미생물 분해작용으로 분해가능.
자원 보호	62	<ul style="list-style-type: none"> *'Solenium' 카페트는 제조과정에서 일반 카페트의 60% 이하의 원자재 사용. *노출 콘크리트 벽은 유광처리로 훌륭한 마감효과 창출 (그 위에 건식벽체를 설치할 경우, 1m2의 집섬보드당 2,200BTU의 에너지 소모). *노출 천장구조를 흰색으로 도장으로 약 234m2의 달천장재로 절약 (1kg의 알루미늄 달천장 생산에 230,000BTU의 에너지 소모). *미리 성형된 콘크리트 판에는 안료가 포함되어 있어 도료 절약 효과 (80 갤런의 도료 필요).
	64	<ul style="list-style-type: none"> *계단실은 분리, 이동, 조립이 가능하도록 디자인 *일부공간은 확장가능하도록 설계
폐기물 관리	65	<ul style="list-style-type: none"> *철거 및 건축 폐기물의 78% 이상을 분리수거 후 재활용 및 재사용.



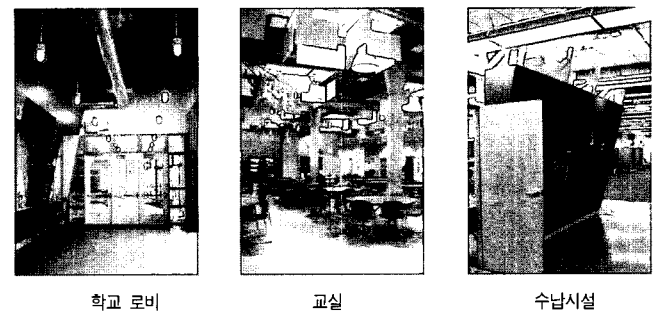
특기할 사항은 벽돌, 철강, 계단 디딤면 등은 매우 오래된 창고나 시설에서 회수한 자재이고, 창문틀, 각종 가구와 비품은 철거업체에서 회수한 것을 간단히 표면처리하여 재사용한 것이며 타일, 카페트, 창문 인방, 콘크리트 패널 등은 폐자재를 재활용하여 만드는 등, 실내 건축자재의 상당부분이 친환경적 특징을 가지고 있고 디자인 측면에서도 아름다운 건물이다.

(2) WMEP Interdistrict Downtown School

이 사례는 미네아폴리스 시내에 위치한 초등학교로서, Cunningham Group이 설계하여 1999년 완공된 건물이며, Walter Taylor Award, 2001 외 6개의 환경상을 수상하였다.

<표 6> MSDG를 활용한 사례분석

중항목	소항목	실행사항
원자재	5.1	<ul style="list-style-type: none"> *환경에 주는 충격을 줄이기 위해 수납장 주재료로 Wheat Board사용. (주재료인 밀집은 미생물 작용으로 토양에 분해가 가능한 농업 부산물임.)
	5.3	<ul style="list-style-type: none"> *타일(Terra Green Traffic Tile) 성분의 75%는 페유리를 재활용한 제품. *리놀리움 바닥재는 폐기된 톨밭, 코르크 가루 등이 함유된 제품.
생산	5.4	<ul style="list-style-type: none"> *수납장 주재료로 분해가능하며 재생이 빠른 밀농사 부산물 원료의 Wheat Board 사용. *창고와 다용도실의 리놀리움 바닥재는 재생이 용이한 아마유를 함유.
	5.6	<ul style="list-style-type: none"> *개인용 락카, 책꽂이, 컴퓨터 책상 등의 가구재로 사용된 Wheat Board에는 폼알데히드 무함유. *VOCs 저방출, 혹은 무방출 접착제, 도료, 마감재 선택 사용. *모든 가구 및 비품에는 VOCs 저방출, 혹은 무방출 수성도료 및 접착제 필수사용.
사용	5.7	<ul style="list-style-type: none"> *노출 콘크리트바닥은 내구성과 유지관리가 용이하도록 투명 실러와 왁스로 마감.
자원 보호	6.2	<ul style="list-style-type: none"> *음향문제를 해결하기 위해 교실바닥에 카페트를 깔 것을 제외하고는 노출 콘크리트 바닥으로 바닥마감재 절약. *노출천장구조의 천장으로 달천장에 소요되는 판재 절약. *자재 절단 시 발생하는 폐기물을 줄이기 위해 바닥재, 구조재, 목재에 규격화된 표준 치수 적용
	6.3	<ul style="list-style-type: none"> *필요시 모든 칸막이를 제거할 수 있는 개방형 평면 계획 *향후 사용에 대비하여 교실의 용도 변경과 융통성을 높인 평면 계획. *이동이 용이한 수납장 및 가구.
		<ul style="list-style-type: none"> *향후 공간 분할을 예측하여 4층에는 부분 벽과 연장가능한 건축부재 설치.



학생들을 위한 친환경 교육의 일환으로 재활용 자재를 많이 사용하였는데, 재활용 유리 타일, 실러로 마감된 재활용 콘크리트 바닥재, 리놀리움 등은 실내공기질 저해에도 영향을 덜 미친다. 원자재가 자연에 주는 충격을 줄이기 위해 자연분해가 가능한 Wheat Board를 사용하였고, 특히 아동들의 건강을 고려하여 용제가 첨가되지 않은 접착제, VOCs 저방출 자재를 사용하였다. 또한 음향문제를 해결하기 위해 수업이 이루어지는 교실에 카페트를 깔 것을 제외하고는 천장과 바닥을 노출시켜 자재를 절약하였고, 미래의 공간변화를 예측하여 구조재를 미리 설치해 놓는 세심한 배려를 보였다.

(3) Hennepin County Public Works Facility

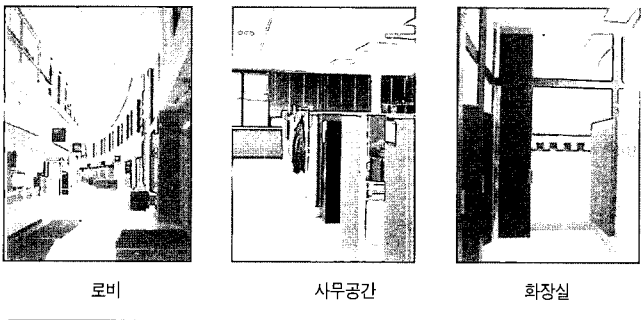
이 사례는 Architectural Alliance가 설계하여 1998년 완공된 공공작업시설로서, MOEA로부터 그린빌딩으로 선정되었다.

미네소타 주의 공공건물은 법적으로 재생 회수된 재료를 10% 이상 사용하도록 되어있지만 초기 건축비용에 대한 경제적 이익은 없었다. 그러나 자재선택에 있어 사용자의 건강과 위생이 배려한 사무환경의 쾌적성과 생산성향상을 고려한다면 건물의 전 생애주기 건축비용은 절감된 것이다. 특히 폐자재를 이용한 재활용 고탄력 바닥재, 테라조, 패널의 직물 등은 기능

성이 뛰어나고 디자인이 좋아 과급적 효과가 있었다. 이 외에 작업장의 용도변화에 따른 분해와 해체를 돕고 자원의 낭비를 막기 위해 모든 자재를 표준화하고 시스템화하였다.

<표 7> MSDG를 활용한 사례분석

중항목	소항목	실행사항
생산	5.2	<ul style="list-style-type: none"> *시설의 집섬보드와 콘크리트 표면에 사용한 리택스 페인트는 성분의 80%가 소비자가 사용 후 폐기한 것을 회수 후 재생한 도료임. *가구에 사용된 제재목의 90%는 목재공장에서 사용 후 폐기한 것을 회수 후 재사용. *벽의 벽돌의 10%는 업체에서 생산 시 조각난 자재를 회수 후 사용.
	5.3	<ul style="list-style-type: none"> *천장구조재로 사용된 철강 성분의 90% 이상이 고철을 재활용. *바닥에 마감된 테라조 성분의 15%는 페타이어를 분쇄 후 재활용. *창호의 알루미늄 루버 성분의 50% 이상이 산업체로부터 폐기된 알루미늄을 재활용. *알루미늄 패널 성분의 10%가 산업체로부터 폐기된 알루미늄 재활용. *입구의 고타력 바닥재는 97-100% 페타이어를 재활용한 제품. *화장실의 자기질 타일 성분의 90% 이상이 산업체 폐 타일을 재활용. *패널의 직물은 100% 폐 플라스틱을 재활용. *콘크리트 성분의 15-20%는 폐 비산석회(Fly Ash) 함유. *시스템 집섬보드 성분의 15%가 폐 신문지 재활용. *흡음 천장타일의 4-21%는 폐신문지, 30-90%는 산업체의 폐 철판조각을 함유. *화장실 파티션은 10-50% 폐 플라스틱 함유 제품.
운송	5.5	*대부분의 자재는 지역업체 제품.
사용	5.7	*테라조와 콘크리트는 반영구적 내구성.
재사용 재활용	5.8	*목재, 알루미늄, 고무 바닥재, 화학섬유 직물, 집섬보드, 플라스틱 파티션 등은 재활용이 용이.
자원 보호	6.2	*노출 콘크리트와 벽돌 사용으로 별도의 마감재 절감 효과.
	6.4	*작업장은 용도변화에 따라 분해 해체가 용이하도록 구조적 시스템화.
폐기물 관리	6.5	*시스템화, 모듈화된 구조와 부재의 표준화로 폐기물 발생 최소화.



로비

사무공간

화장실

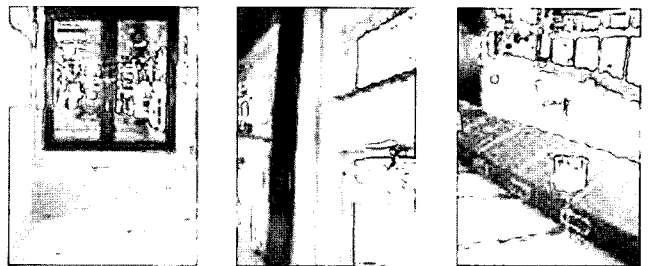
(4) Lebanon Hills Trail Head and Visitor Center

이 사례는 레바논 호수와 근린공원 인근의 안내 교육시설로, 2003년 Parters & Simy에 의해 설계된 신축건물이다. 환경의 개발과 건물의 신축에 따른 피해를 최소화하는데 디자인의 컨셉이 모아졌고, 지속가능한 디자인 원칙과 샘플들을 교육하는 전시기능을 잘 수행하여 MOEA로부터 그린빌딩으로 선정되었다.

이 건물은 모든 골조, 실내 트림재, 문에 친환경 인증목재를 사용한 미네소타 최초의 건물이며, 농업 부산물(Wheat Board, Sunflower Board)과 목공소 부산물로 만든 자재, 성장이 빨라 환경에 피해가 적은 아스펜목을 다량 사용하였다. 특히 이들 자재를 이용해 제작한 제품들은 자연스런 색조의 도장으로 외관상 좋은 이미지를 주고있다. 또한 건축부재를 철물로 조립하고 규격품을 사용하여 자원보호와 폐기물 관리에 주력하였다.

<표 8> MSDG를 활용한 사례분석

중항목	소항목	실행사항
원자재	5.1	<ul style="list-style-type: none"> *프레임, 실내 트림(Trim)재, 문의 무늬목에 사용되는 모든 목재는 친환경 인증목재. *가구재로 성장이 빠르며 매년 수확되는 Wheat Board(밀집판재), Sunflower Board(해바라기 씨 판재), 아스펜(Aspen) 다량 사용.
	5.2	<ul style="list-style-type: none"> *가구와 벤치는 현장에서 쓰고 남은 작은 조각을 회수하여 제작. *합성판재는 목재회사 및 목공소 부산물을 회수하여 제작된 제품.
생산	5.3	<ul style="list-style-type: none"> *카페트는 재활용 펫트병 함유 제품. *화장실 파티션과 세면대 상판은 100% 폐 폴리에틸렌 플라스틱 우유병과 세제병을 녹여 만든 제품. *페타이어를 재생한 벨트 의자. *콘크리트 성분에 폐 비산석회(Fly Ash) 함유.
	5.4	<ul style="list-style-type: none"> *실내가구, 비품, 벽 마감재로 재생가능한 농산물이나 식물(Wheat Board와 Sunflower Board) 사용. *흡음천장타일로 성장속도가 빠른 아스펜 목재 사용.
운송	5.5	*Wheat Board와 Sunflower Board를 포함한 대부분의 자재는 지역업체 제품.
설치	5.6	<ul style="list-style-type: none"> *대부분의 마감재는 VOCs 저방출 자재. *농업부산물 파티클보드는 유해물질 미방출. *카페트 사용을 줄이고 카페트 접착제는 최소 사용. *쿼리타일이나 콘크리트 바닥에는 유해물질 미방출 세제 사용 가능. *콘크리트에 VOCs 포함 용제 미사용.
	5.7	*대부분의 바닥에 내구연한이 긴 타일이나 콘크리트 사용.
재사용 재활용	5.8	*목재, 카페트, 콘크리트는 재활용이 용이.
자원 보호	6.2	<ul style="list-style-type: none"> *노출구조로 자재절감 효과. *마감재는 작은 크기로 모듈화하여 폐기물을 없앴. *1.2x2.4m 모듈의 합판, 집섬보드를 사용할 수 있도록 공간 설계. *건축부재의 간격은 45cm, 60cm 통일. *모든 타일과 카페트는 규격품 사용.
	6.3	*향 후 개조가 용이하고 공간을 다용도로 사용할 수 있도록 융통성있는 공간계획.
	6.4	*건축부재를 접착제 대신 연결과 분해가 용이한 철물을 사용하여 조립.
	6.5	*철거 및 신축 시 발생한 폐기물을 분리수거 및 재활용하도록 건축업자와 계약 체결.



로비 입구

창호

친환경자재 샘플 전시 공간

(5) Kroening Interpretive Center

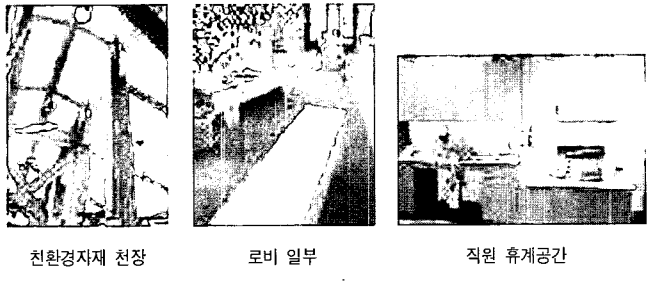
이 사례는 미시시피강 근린공원에 위치한 천연자원보호 홍보를 겸한 레크레이션 시설로, 2002년 2월 Parters & Simy에 의해 설계된 신축건물이다. 이 건물에서는 생태계 식생에 대한 교육자료를 전시하고 친환경의 생활화를 위한 프로그램을 성공적으로 운영하여 MOEA로부터 그린빌딩으로 선정되었다.

천장의 합성목재 구조와 콘크리트 바닥은 마감재 없이 노출됨으로써 별도의 자재를 절감하였고, 대부분의 실내건축 자재는 내재 에너지(Embodied Energy)가 낮은 목재, 천연섬유판, 타 건물에서 회수한 후 재가공한 제품, 폐자재 함유 재활용제품이다. 또한 카페트의 사용을 억제하고 유해물질 미방출 자재를 많이 사용하였으며, 자재의 모듈화, 공간의 그리드 시스템화를 통해 향후 공간의 변화는 물론 건물의 철거 시에도 자재를

재사용, 재활용할 수 있는 계획을 사전에 수립하고있다.

<표 9> MSDG를 활용한 사례분석

중항목	소항목	실행사항
원자재	5.1	<ul style="list-style-type: none"> 기둥은 생태계에 덜 영향을 미치는 목재와 식물을 원자재로 한 합성목재로 제작. 자재는 생산 과정에서 에너지와 환경저해 요인이 낮은 목재와 천연 섬유판 다량 사용.
	5.2	<ul style="list-style-type: none"> 석재는 100% 절거된 공장에서 수거한 자재. 천장의 구조재와 기둥은 타 건물에서 회수한 목재를 재가공. 원목판재는 폐 원목조각 회수 후 재생산된 자재.
생산	5.3	<ul style="list-style-type: none"> 카페트 성분의 50%는 재활용 플라스틱. 화장실 파티션은 재활용 플라스틱 함유 제품. 가구 상판은 공과 폐 신문지를 재활용한 제품. 콘크리트에는 폐 비산석회(Fly Ash) 함유.
	5.4	<ul style="list-style-type: none"> 수납장은 매년 수확하는 밀집 성분의 파티클보드로 제작.
운송	5.5	<ul style="list-style-type: none"> Wheat Board 등의 자재는 지역업체 제품.
설치	5.6	<ul style="list-style-type: none"> 카페트 사용을 줄이고 카페트 접착제는 최소 사용. 콘크리트에 VOCs 포함 용제 미사용. Wheat Board와 Sunflower Board는 유해물질 미방출제품. 모든 도료는 VOCs 미방출 제품. 모든 자재는 CFC's(불화염화탄소 화합물; 프레온 가스) 불포함 제품.
	5.7	<ul style="list-style-type: none"> 화장실에 내구성과 유지관리가 용이한 타일 사용. 내구성이 좋은 콘크리트를 전체 건물에 광범위하게 사용.
재사용 재활용	5.8	<ul style="list-style-type: none"> 플라스틱 함유 제품, 목재, 카페트, 콘크리트는 재활용이 용이.
자원 보호	6.2	<ul style="list-style-type: none"> 천장의 노출구조, 콘크리트 바닥은 별도의 마감재 절감 효과. 1.2X2.4m 모듈의 합판과 집섬보드, 1.2m나 2.4m 길이 모듈의 구조적 부재를 사용할 수 있도록 공간 설계. 카페트는 40cmX60cm규격으로 통일.
	6.3	<ul style="list-style-type: none"> 공간 변화를 고려하여 이동식 파티션 다량 사용. 항 후 증개축을 대비하여 60cm 그리드 시스템으로 공간 설계.
	6.4	<ul style="list-style-type: none"> 건물 철거와 자재 재활용을 위해 목재와 콘크리트 판재는 분해가 용이한 철물로 조립. 카페트의 재활용을 위해 접착제 미 사용.
폐기물 관리	6.5	<ul style="list-style-type: none"> 건축 및 철거 시 폐기물 회수와 관리를 위해 단계적 계획 수립.



(6) Livonia Township Town Hall

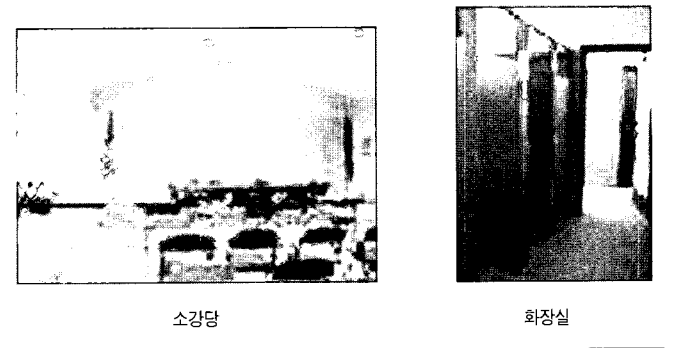
이 사례는 지역사회 주민을 위한 소규모 커뮤니티 센터로, 2002년 2월 Graeme Mahler & Associates에 의해 설계된 신축 건물이며, 실내 요소요소에 지역에서 생산된 친환경 건축자재, 가구, 비품을 적극 사용하여 주민들에게 친환경건축에 대한 컨셉과 실천 방법을 홍보하는데 기여하여 MOEA로부터 그린빌딩으로 선정되었다.

수납장과 모든 가구상판은 무 포름알데히드 판재로 제작되었고, VOCs 저방출 바닥재, 수납장, 도료를 사용하여 공기오염의 피해를 최소화하였다. 또한 천연자원의 손실을 줄이고자 실내 트림(Trim)재를 비롯한 원목 부재는 친환경 포플러를 사용하였으며, 바닥재, 가벽, 카페트, 타일, 흡음패널, 창문틀, 유리문짝, 화장실 파티션과 기저귀갈이대 등은 폐섬유판, 폐플라스

틱, 폐신문지, 폐알루미늄, 폐유리가 첨가된 재활용 제품이다. 아울러 공간의 확장과 변화가 용이하도록 설계함으로써 지속가능성 측면에서 경제적, 사회적, 윤리적으로 성공한 건물이다.

<표 10> MSDG를 활용한 사례분석

중항목	소항목	실행사항
원자재	5.1	<ul style="list-style-type: none"> 수납장과 가구의 상판은 Wheat Board와 이를 자재로 한 제품 사용. 실내 트림재는 친환경 인증목재.
	5.2	<ul style="list-style-type: none"> 세라믹 타일은 석재공장에서 제품 가공 시 발생하는 부산물을 수거하여 재생산된 제품.
생산	5.3	<ul style="list-style-type: none"> 카페트는 100%는 재활용 펫병으로 생산된 제품. 탄력성 바닥 타일은 재활용 플라스틱 함유 제품. 일부 천장 부재, 화장실 금속 장식, 옷걸이 등은 폐 알루미늄이 40% 함유된 제품. 화장실 파티션은 100% 폐 폴리에틸렌 플라스틱 을 녹여 만든 제품. 화장실 기저귀갈이 판 성분의 20%는 폐 플라스틱을 재활용. 천장 흡음판 성분의 90%는 폐 섬유판을 재활용. 창문틀은 100% 폐 알루미늄을 재활용한 제품이며, 창턱의 15%는 폐유리를 재활용한 제품. 판재는 폐 신문지를 재활용한 제품.
	5.4	<ul style="list-style-type: none"> 실내 트림재로 성장속도가 매우 빠른 포플러목 사용.
운송	5.5	<ul style="list-style-type: none"> Wheat Board와 포플러 목재는 지역업체 제품.
설치	5.6	<ul style="list-style-type: none"> Wheat Board와 이를 자재로 한 수납장 및 기타 가구는 포름알데히드 미방출. 탄력성 바닥 타일은 VOCs 미방출 제품.
사용	5.7	<ul style="list-style-type: none"> 내구성이 좋은 콘크리트를 바닥과 벽에 사용.
재사용 재활용	5.8	<ul style="list-style-type: none"> 알루미늄, 플라스틱 함유 제품, 목재, 카페트, 콘크리트는 재활용 용이.
자원 보호	6.2	<ul style="list-style-type: none"> 천장과 바닥의 콘크리트 사용으로 별도의 마감재 절감 효과.
	6.3	<ul style="list-style-type: none"> 공간 확장이 용이하도록 분리와 보관이 용이한 이동벽 사용.
폐기물 관리	6.5	<ul style="list-style-type: none"> 철거 시 대부분의 자재가 회수 후 재활용 가능.



4. 분석결과 종합

사례조사 결과, 사례1, 사례2는 소항목별 인증결과를 공식적으로 발표하였으므로 점수화가 가능하나, 사례3 - 6은 입수한 자료, 현장조사 결과, 상담시 얻은 정보를 토대로 연구자가 임의로 분석한 것이므로 <표 11>에서도 사례3~6은 점수 대신 실천여부 만을 기입하였고 결과분석에서도 정량적 분석이 불가하여 분석사례의 실천적 방법을 종합 정리하였다.

<표 11> 사례조사 종합

평가항목		사례명					
대항목	소항목	1	2	3	4	5	6
원자재	5.1		3		0	0	0
생산	5.2	2		0	0	0	0
	5.3	1	1	0	0	0	0
	5.4		1		0	0	0
운송	5.5	1		0	0	0	0
설치	5.6	3	3		0	0	0
사용	5.7		1	0	0	0	0
재사용/재활용	5.8	2		0	0	0	0
자원 보호	6.2	2	2	0	0	0	0
	6.3		2		0	0	0
	6.4	2		0	0	0	
폐기물 관리	6.5	1		0	0	0	0

1. 총 6사례 중 4사례가 자재의 전 라이프사이클 동안 환경 및 에너지 부하절감을 위한 실천방안으로, 생산 과정에서 에너지와 환경저해 요인이 낮은 목재와 천연 섬유판을 다량 사용하였다. 목재 선택 시 FSC 인증목재; 열대림 목재나 희귀종 목재보다는 성장이 빠르며 매년 수확이 가능한 자재; 토양의 분해가 가능한 농업 부산물 자재; 원목보다는 생태계를 덜 파괴하는 합성목재를 실내 구조재와 마감재로 많이 사용하였다.

2. 총 6사례 중 5사례가 산업 현장이나 건물 철거시 회수한 노후 자재나 폐자재를 재사용하여 생산원가 절감, 환경오염물질 배출량 감소, 환경폐기물의 처리비용 절감효과를 가져왔다. 100년된 창고에서 회수한 조각난 벽돌; 40년된 창고에서 회수한 철강; 75년된 미군시설에서 회수한 목재; 리모델링 상업시설로부터 회수한 자재; 소비자가 사용 후 폐기한 도료; 철거된 공장에서 수거한 석재; 폐 원목조각 등이 유용하게 사용되었다. 그리고 철거업체를 통해 매입한 세면대, 벤치, 소화기 박스, 회의실 캐비닛, 일부 창호 프레임 등도 재사용되었다.

3. 모든 사례들이 폐자재나 재활용물질 함유제품을 사용함으로써 폐기물 처리비용과 원자재의 구매비용을 절감하였다. 석재공장 부산물인 페타일이나 폐유리를 재활용한 세라믹 타일; 폐 폴리에틸렌 플라스틱을 녹여 만든 화장실 파티션과 세면대 상판, 기저귀갈이 판; 10%-20% 폐 비산석회가 함유된 콘크리트 패널; 콩과 재활용 신문이 함유된 건축 부재와 가구; 폐 신문지를 재활용한 집섬보드와 흡음 천장타일; 산업체로부터 폐기된 알루미늄을 재활용한 천장 부재 및 창호 루버, 금속 장식, 옷걸이; 폐유리를 재활용한 창; 폐 톱밥, 코르크 가루 등이 함유된 리놀리움 바닥재; 폐고철을 재활용하여 제작된 천장구조재; 폐 섬유판을 재활용한 천장 흡음판; 폐유리를 분쇄 후 재활용한 테라조; 100% 페타이어를 재활용한 고탄력 바닥재와 페타이어 벨트의자 등 폐자재를 이용한 재활용품 생산기술은 상당한 수준이었고 사용자들의 반응도 좋았다.

4. 총 6사례 중 5사례가 실내가구나 벽 마감재, 트림재로 재생가능한 농산물이나 식물; 수납장 주재료로 재생이 빠른 밀농사 부산물 원료의 파티클보드; 창고와 다용도실 바닥재로 재생

이 용이한 아마유 함유 리놀리움 바닥재; 흡음천장타일로 성장속도가 빠른 아스펜 목재를 사용하였다.

5. 총 6사례 중 5사례가 근거리 생산 제품을 사용함으로써 이동에 소모되는 연료, 이동 시 배출하는 공기 오염 배기가스, 바다 오염물질 방출 등 환경저해 요인을 줄였다.

6. 총 6사례 중 5사례가 인체에 유해 가스 저방출, 혹은 미방출 자재를 사용하였다. VOCs 저방출 도료, 마감재, 접착제; VOCs 무방출 세제; 무용제 콘크리트; 유해물질 미방출 판재로 제작된 수납장 및 가구가 그 예이다. 이 외에 카펫 사용량을 가능한한 줄이고 카펫 접착제는 최소 사용하며 모든 자재는 CFC's(불화염화탄소 화합물) 불포함 제품이 선호되고 있었다.

7. 총 6사례 중 5사례가 내구성이 있고 유지보수가 쉬운 제품을 사용하였는데 이러한 제품은 라이프사이클 비용이 적게 들기 때문이다. 내구성이 좋은 콘크리트와 테라조, 내구연한이 길고 유지관리가 쉬운 타일 등이 바닥과 벽에 광범위하게 사용되었고 노출 콘크리트바닥은 내구성과 유지관리가 용이하도록 투명 실러와 왁스로 마감한 경우가 많았다.

8. 총 6사례 중 5사례가 목재, 카펫, 콘크리트, 알루미늄, 고무 바닥재, 화학섬유 직물, 집섬보드, 플라스틱 함유 제품 등 향후 재활용이 용이한 자재를 사용하였다. 'Solenium' 카펫은 사용 후 100% 재활용하도록 디자인된 제품이며, 리놀리움은 아마인유 성분 제품으로 폐기시 미생물 분해가 가능하다.

9. 모든 사례가 최소재료 사용, 형태 표준화로 자재를 절감하였다. 별도의 마감재를 사용하지 않는 노출 콘크리트와 벽돌, 달천장에 소요되는 판재를 절약한 노출천장, 제조과정에서 일반 카펫의 60% 이하의 원자재를 쓴 카펫, 안료가 포함된 성형 콘크리트 판이 그 예다. 또한 바닥재, 구조재, 목재, 카펫에 규격화된 표준 치수를 적용하고 건축부재의 간격은 통일하여 자재 절단 시 발생하는 폐기물을 감소시켰다.

10. 총 6사례 중 5사례가 가변성이 있는 설계를 지향하였는데, 이를 통해 원자재구매를 위한 비용 절감 등 제품의 전과정에 걸쳐 경제적 효과를 창출하였다. 필요시 모든 칸막이를 제거할 수 있는 개방형 평면 계획, 향 후 개조와 공간의 융통성이 가능한 공간계획. 이동이 용이한 수납장 및 가구가 그 예이다.

11. 총 6사례 중 4사례가 폐기물 분리 및 수거가 용이하도록 제품설계 단순화, 접착제 대신 연결과 분해가 용이한 철물로 판재 조립, 분해와 해체가 용이한 구조적 시스템화, 카펫 설치 시 재활용을 위해 접착제 무사용 등이 그 예이다.

12. 총 6사례 중 5사례가 철거 및 건축 폐기물의 78% 이상을 분리수거 후 재활용 및 재사용하였고 시스템화, 모듈화된 구조와 부재의 표준화로 폐기물 발생을 최소화했으며, 철거 시 폐기물 회수와 관리 계획을 수립하고 있었다.

5. 결론 및 제언

1. 본 연구의 조사대상 시설 중 교육적 차원의 홍보를 위해 건축된 경우, 새로운 기술채용으로 초기 건축비가 높은 경우가 있었으나 건물의 전 생애비용을 감안하다면 경제성이 있으므로 우리나라에서도 이와 같은 실험건축을 시도해볼 필요가 있다.

2. 친환경 원자재 사용, 기존 자재 재사용, 폐자원 재활용, 근거리 제조상품 구매는 자재의 전 라이프사이클 동안 환경 및 에너지 부하절감 효과가 있으므로 우리나라에서도 이에 대한 재교육 및 소비자 구매 촉진을 위한 다각적 노력이 필요하다.

3. 미국에서 현재 개발되어 사례조사 시설에서 사용되고 있었던 친환경 자재들은 건물증후군을 일으키는 VOCs 지방출 자재로 환경오염원을 줄임과 동시에 인체에 미치는 악영향이 적고 경제적이며 디자인적으로 훌륭한 제품이 많으므로 우리나라 업계에서는 재활용 자재에 대한 바른 인식과 꾸준한 연구, 개발의 지 고양으로 재활용자재에 대한 시장점유율을 높여야한다.

4. 지속가능한 건물은 일반건물 대비 20-40%의 에너지 절약, 20% 내외의 공해배출 저감, 6-16%의 생산성을 향상시키는 미래지향적 기술이다. 현재 우리나라에서는 초기 단계로 복합 주거 및 공공건물의 극히 일부에 인증이 되어있으나 평가, 검증, 발전의 과정을 거친 후 다양한 공간에 확대 적용할 필요가 있다.

참고문헌

1. 2003 전국 폐기물 발생 및 처리현황, 건설폐기물의 재활용촉진에 관한 법률 제정내용 및 정책방향 설명, 환경부 산업폐기물과, 2005.2.
2. <http://cafe.naver.com/miuraboiler>
3. <http://ecodesign.ajou.ac.kr>
4. <http://www.hoksustainabledesign.com>
5. <http://www.isdesignet.com/ED>
6. <http://www.msdc.umn.edu/description.html#pi>
7. <http://www.msdc.umn.edu/MSDG/case/downtown/downtown.html>
8. <http://www.msdc.umn.edu/MSDG/case/peec/peec.html>
9. <http://www.msdc.umn.edu/MSDG/casestudies.html>
10. <http://www.msdc.umn.edu/MSDG/Materials.html>
11. <http://www.msdc.umn.edu/MSDG/Scoring.html>
12. <http://www.msdc.umn.edu/MSDG/Waste.html>
13. <http://www.susdesign.com>

<접수 : 2006. 2. 28>