

SK케미칼 연구소에 적용된 친환경 기술 적용 효과 분석  
 - 에너지 및 수자원 절감 적용 효과를 중심으로 -  
 유 지 용<sup>†</sup>, 이 유 하, 이 영 렬, 양 재 응, 박 현 근  
 SK 건설

The Analysis on Eco-friendly Technologies Effect Applied to  
 SK Chemicals R&D Center

Ji-Yong Yu<sup>†</sup>, Yoo-Ha Lee, Young-Ryul Lee, Jae-Woong Yang, Hyun-Geun Park  
 SK E&C

ABSTRACT:

The SK Chemical R&D center is an eco-friendly building designed as top score in the GBCC(GREEN BUILDING CERTIFICATE CRITERIA). This building has applied various eco-friendly technologies such as energy /water resource cutdown, improvement of indoor quality and improvement of user convenience, etc through eco-friendly concept from the design phase. In this thesis, an economic efficiency evaluation has been performed on building energy cwater resource cutdown technologies among them and the results are as follows. The building energy has cut down about 40% compared to ordinary buildings and the investment recovery period was shown as about 5 years. The water resource has cut down about 63% compared to ordinary buildings and the investment recovery period was shown as about 10 years.

1. 서 론

SK케미칼 연구소는 60 여 종류의 친환경 기술이 설계에 반영되어 시공 중에 있는 국내 최고 수준의 친환경 건축물이다.

친환경 기술의 경우 일반적으로 공사비는 상대적으로 높지만 운영 단계에서 건물주/재실자에게 에너지/수자원 절감, 실내 쾌적성 향상, 편의성 증가 등 다양한 가치를 제공하는 속성을 가지고 있어 설계 초기단계에서부터 운영 단계에서 발생하는 제공 가치에 대해 정확히 분석되어야 한다.

이에 본 논문에서는 SK케미칼 연구소에 적용된 다양한 친환경 기술에 대해 알아보는 한편 친환경 기술 중 운영단계에서의 효과가 가장 큰 에너지/수자원 절감 기술에 대해 경제성 평가를 실시하여 기술 적용 타당성에 대해 검토해 보았다.

2. 건물 개요

2.1 건축 개요



Fig. 1 배치도

판교 테크노벨리에 위치한 SK케미칼 연구소는 연구동, 사무동 그리고 두개 동을 이어주는 아파트리움으로 구성된 지하 5층 지상8/9층 높이의 건축물이다.

연구동(지상 8층)은 각종 실험 및 연구 공간으로 구성되어 있고 사무동(지상 9층)은 일반 사무

<sup>†</sup> Corresponding author

Tel.: +82-2-3499-2200; fax: +82-2-3499-8744  
 E-mail address: archifac@skec.co.kr

공간, 회의실, 교육장, 주요 임원실로 구성되어 있다.

아뜨리움은 두 동을 이어주는 브릿지, 이동시 개방감 및 아뜨리움 조망이 가능하게 하는 누드 엘리베이터, 재실자들을 재충전을 위한 녹지 휴게 공간인 그린샤프트, 사무동 층간 이동이 가능한 오픈 계단, 봄·가을에 아뜨리움 연돌효과를 이용한 자연환기 시스템 적용 등으로 그 기능을 극대화 하였다.

Table 1 건축 개요

건물 용도	: 교육 연구 시설, 업무 시설
건축 규모	: 지하 5층/지상 9층(연구동 8층)
연면적	: 47,652.48m <sup>2</sup>
건폐율	: 59.88%
용적율	: 404.06%
주차 대수	: 308 대

## 2.2 Design Concept

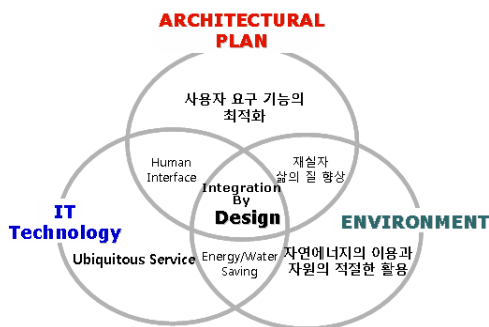


Fig. 2 Design Concept

본 건물의 Design Concept은 공간(Architectural Plan)과 기술/서비스(Environment /IT Technology)가 디자인으로 융합된 건축물 구현을 그 목표로 하고 있다.

이러한 Design Concept을 통해 인간(재실자)에게는 업무 편의성 및 최적 실내 환경을 조성해 주고 환경 측면에서는 에너지/수자원의 통합 관리 및 최적화를 구현하며, 아울러 건물의 성능 측면에서는 기능 및 운영 효율을 극대화하였다..

## 2.3 친환경 기술 적용 현황

본 건물의 내외부에는 건물 에너지 절감, 수자원 절감, 실내 쾌적성 향상, 사용자 편의성 향상 등 다양한 친환경 기술들이 Fig.3과 Fig.4와 같이

적용되어 있다.

친환경 기술은 단순 기술 조합이 아닌 공간과 디자인 그리고 기술간 융복합화를 통해 기술 가치가 극대화되었다.



Fig. 3 외부 적용 주요 기술

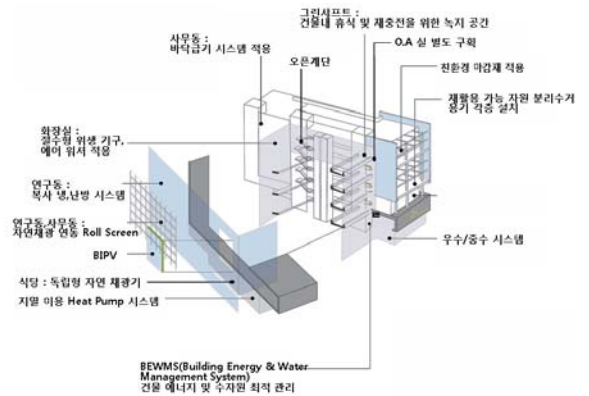


Fig. 4 내부 적용 주요 기술

## 2.4 주요 인증 추진 현황

본 건물은 앞에서 언급한 바와 같이 국내 최고 수준의 친환경 건축물 구현을 목표로 하고 있으며 이미 국내 친환경 건축물 인증 제도에서는 최고 수준의 예비 인증을 취득하였고 추가로 LEED(미국) Platinum 등급 인증을 추진 중에 있다.

### 1) 친환경 건축물 인증 제도

친환경 건축물 인증 제도는 국토해양부와 환경부 주관으로 설계와 시공, 유지 관리 등 건설 전 단계에 걸쳐 에너지/수자원 절감 및 환경 오염 저감 등에 기여한 건축물에 인증을 부여하는 제도로 토지 이용, 교통, 에너지, 수자원 등 총 9개 분야에 대해 평가를 실시하고 있다.

본 건물은 2008년 7월에 친환경 건축물 예비

인증에서 국내 최고 점수(113.18점)로 최우수 등급을 취득하였으며 점수 현황은 아래와 같다.

Table 2 점수 현황

	배점	기존 최고 점수	SK케미칼 연구소
토지	7.00	4.14	0.84
교통	5.00	5.00	4.60
에너지	23.00	23.00	22.00
재료/자원	21.00	7.20	12.00
수자원	14.00	11.00	14.00
환경오염	6.00	6.00	5.10
유지관리	10.00	10.00	8.32
생태환경	19.00	4.80	16.82
실내환경	31.00	26.00	29.50
합계	136.00	97.14	113.18

## 2) LEED

미국 그린빌딩위원회에서 주관하는 LEED (Leadership in Energy and Environmental Design)는 1998년 이래 2만 여 프로젝트가 인증 받는 등 명실 공히 세계 최고 수준의 친환경 건축물 인증 제도이다.

LEED는 총점 69점으로 점수에 따라 Certified (26~32점), Silver(33~38점), Gold(39~51점), Platinum(52~69점) 등급을 수여하고 있다.

국내에서는 아직 LEED 인증을 취득한 건물은 없으며 최근 일부 신축 중인 건물이 인증 추진이 진행 중인 것으로 알려져 있다.

본 건물은 Gold 등급 이상을 목표로 LEED 인증 추진 중에 있고, 현재 설계 반영 사항에 대한 내부 평가 결과 49점~54점 내외로 목표 달성이 가능할 것으로 사료된다.

## 3. 경제성 분석

본 장에서는 SK케미칼 연구소에 적용된 60 여 종류의 친환경 기술 중 건물 에너지 및 수자원 절감 기술에 대해 소개하고 그 경제적 효과에 대해 분석해 보았다.

경제성 분석은 SK케미칼 연구소와 일반 건물의 공사비, 유지관리비, 총생애비용, 총이익 등을 비교/분석하는 LCC(Life Cycle Cost) 기법을 활용하였으며 전제 조건은 Table 3과 같다.

Table 3 LCC 전제 조건

건물 수명	전제 조건	
	40년	
유지관리비	에너지	에너지 시뮬레이션(Trnsys 16)
	수자원	LEED W.Ec 3 Sheet
할인율	5.0%	
장비/시스템 교체	장비/시스템 별 별도 산정	
계산법	현가법	

## 3.1 건물 에너지 절감

### 1) 적용 기술

본 건물에는 에너지 절감을 위해 건물 부하 저감, 자연 에너지 활용 극대화, 고효율 시스템 등 3개 분야의 친환경 기술이 Table 4와 같이 적용되어 있다.

Table 4 건물 에너지 절감 적용 기술

분야	적용 기술
건물 부하 저감	에너지 절약형 3중 유리
	일사차단용 수평/수직 루버
	고성능 단열재
	옥상/벽면 녹화
자연 에너지 활용 극대화	BIPV 시스템
	독립형 자연채광 시스템
	아프리움 자연 환기
	마이크로 루버 시스템
	태양광 LED 보안등
	지열 이용 Heat Pump
고효율 시스템	자연채광 연동 Roll Screen
	바닥급기 시스템
	복사 냉,난방 시스템
	Task & Ambient 조명 시스템
	위치인식 조명 제어 시스템
	CO <sub>2</sub> 모니터링 시스템
	중간기 외기 냉방 시스템
	BEWMS <sup>1)</sup>

### ■ 에너지 절약형 3중 유리

아리곤 가스 주입 3중 유리는 커튼월 건물의 단열 및 일사 단점을 보완하기 위해 적용한 기술로, 일반 커튼월 건물에 적용되는 복층 유리 대비 열관류율은 30% 이상, 일사 차단은 40% 이상 개선된 에너지 절약형 시스템이다.

본 건물에는 1~2층, 아프리움 및 일부 패널 부위를 제외하고 커튼월 전면에 3중 유리를 적용

1) BEWMS(Building Energy & Water Management System : 건물의 에너지/수자원 사용량을 파악하고 각종 시스템의 운전 상태를 분석하여 건물 에너지 및 수자원을 최적 관리해주는 시스템

하였다. 국내에서 일부 커튼월 건물에 부분적으로 3중 유리가 적용된 사례는 있으나 커튼월 전반에 걸쳐 3중 유리를 적용한 사례는 SK케미칼 연구소가 최초인 것으로 조사되었다.

Table 5 유리 비교

	3중 유리	복층 유리
개념도	<p>Low-e 코팅 실외 실내 아르곤 가스</p>	<p>Low-e 코팅 실외 실내 아르곤 가스</p>
구성	5+12(air)+5+12(air)+5mm	6+12(air)+6mm
열관류율 (W/m <sup>2</sup> K)	0.86	1.26
가시광선 투과율	0.5	0.7
차폐계수	0.3	0.5

■ BIPV 시스템



Fig. 5 BIPV 시스템 적용 부위

BIPV 시스템은 커튼월, 차양, 파고라 등과 같은 건축 부재와 태양광 시스템을 일체화 시킨 시스템으로, 본 건물에는 연구동 남측면 부위에 커튼월 일체형 타입이 적용되었다.

총 120m<sup>2</sup> 면적에 적용된 BIPV 시스템은 연간 전력 생산량이 약 10,000kWh로써 여기서 생산된 전기는 수세용 휴지 절감을 위해 화장실에 적용된 에어워셔의 전력으로 사용되어 빌딩 근무자가 신재생에너지 생산 효과를 직접 체험 할 수 있게 하였다.

■ 자연 채광 연동 Roll Screen

본 건물의 전체 외부창에 적용된 자연채광 연동 Roll Screen은 태양 고도, 실내외 환경 조건에 따라 Screen 높이를 조절하여 직사광에 의한 눈부심 방지 및 자연 채광 효과를 극대화 시키는 시스템이다.

상기 시스템의 제어 개념은 SK건설에서 개발한 것으로 외산 베네치안 블라인드 타입 자연 채광 연동 시스템과 비교시 초기투자비가 약 60% 이상 저렴하다.

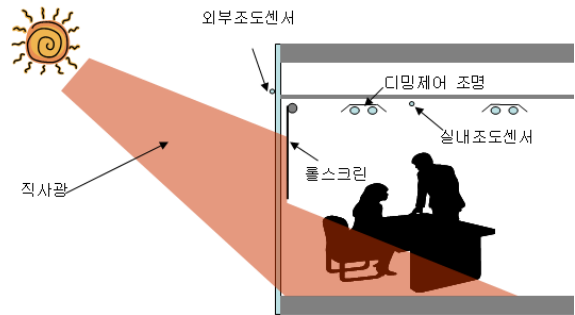


Fig. 6 자연 채광 연동 Roll Screen 개념도

■ 바닥급기 시스템

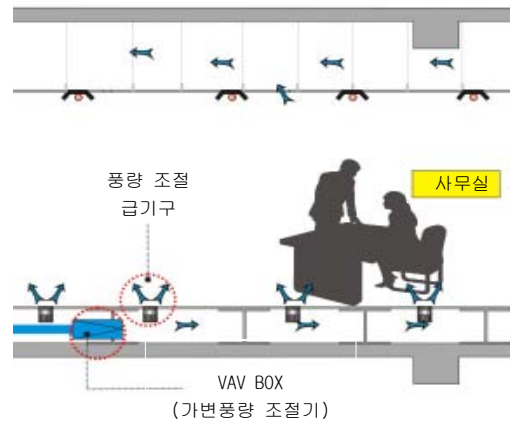


Fig. 7 바닥급기 시스템 개념도

바닥급기 시스템은 각 층 바닥 하부 공간을 통해 공기를 급기하여 거주역 중심으로 공조하는 방식으로 일반적인 천장 급기 시스템에 비해 에너지 절감 효과는 물론 실내 환기 효율이 우수한 것으로 알려져 있다.

본 건물에는 사무동에 바닥급기 시스템이 적용되어 있으며 바닥급기 시스템 효율을 향상시키기 위해 가변풍량 방식인 VAV 시스템을 동시에 적

용하였다.

■ 복사 냉/난방 시스템

복사 냉/난방 시스템은 천장 표면에서 발생하는 복사열을 이용하는 시스템으로 공기를 이용하는 일반적인 공조 시스템에 비해 에너지 사용량이 1/4 수준이다.

본 시스템에는 슬래브에 매설된 파이프에 냉/온수를 공급하는 Concrete Core Tempering 방식과 천장에 설치된 복사 패널에 냉/온수를 공급하는 Ceiling Panel 방식 등이 있으며 SK케미칼 연구소에는 Ceiling Panel 방식이 적용되었다.

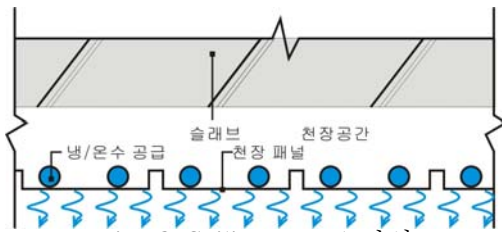


Fig. 8 Ceiling Panel 방식

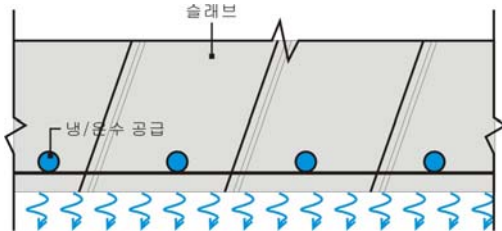


Fig. 9 Concrete Core Tempering 방식

■ 기타

상기 기술 이외에도 남측면 직달 일사 차단을 위한 수직·수평 루버, 전반 조도는 천장 조명을 통해 400Lux로 유지하고 작업면 조도는 개인 스텐드로 600Lux를 확보하여 조명 에너지를 절감시킨 Task & Ambient 조명 시스템(사무동), 재실자 위치 인식 및 재실 유무에 따라 조명을 제어하는 조명 제어 시스템, CO<sub>2</sub> 농도에 따라 외기량을 조절하는 CO<sub>2</sub> 모니터링 시스템, 연중 일정한 지중온도를 이용해 냉/온수를 생산하는 지열 이용 Heat Pump 시스템, 봄·가을에 공조기만 이용해 실내 공기 환경을 조절하는 중간기 외기 냉방 시스템, BEWMS(Building Energy & Water Management System) 등 다양한 기술들이 적용되어 있다.

2) 경제성 평가

경제성 평가를 위한 대안 설정은 Table 6과 같다.

Table 6 대안 설정(건물 에너지 절감)

SK케미칼 연구소	일반 건물
에너지 절약형 3중 유리	복층 유리(Low-e, 아르곤 가스)
일사차단용 수평/수직 루버	미적용
고성능 단열재	경제성 평가 제외
옥상/벽면 녹화	경제성 평가 제외
BIPV 시스템	미적용
독립형 자연채광 시스템	미적용
아프리오姆 자연 환기	미적용
마이크로 루버 시스템	전동 Roll Screen
태양광 LED 보안등	일반 보안등
지열 이용 Heat Pump	흡수식 냉동기
자연채광 연동 Roll Screen	수동 Roll Screen
바닥급기 시스템	VAV 시스템
복사 냉, 난방 시스템	VAV 시스템
Task & Ambient 조명 시스템	전반 조명(600Lux) 시스템
위치인식 조명 제어 시스템	On/Off 조명 제어 시스템
CO <sub>2</sub> 모니터링 시스템	최소 외기 시스템
중간기 외기 냉방 시스템	미적용
BEWMS	경제성 평가 제외

■ 평가 결과

Table 7 평가 결과(건물 에너지 절감)

	SK케미칼 연구소	일반 건물 (기준)	차이
에너지 관련공사비	148%	100%	+48%
연간 에너지비	6.9억원	10.7억원	-3.8억원(-35%)
총장비교체비	162%	100%	+62%
총생애비	203억원	243억원	-40억원(-17%)
총이익	40억원	-	-
투자회수기간	5년	-	-

SK케미칼 연구소에 적용된 에너지 절감 기술에 대해 경제성 평가를 한 결과, 에너지 관련 공사비는 일반 건물 대비 약 48% 증가하였으나 연간 에너지비가 3.8억원(35%) 절감되었으며 투자회수기간은 5년으로 경제성이 있는 것으로 분석되었다.

상기 결과는 에너지 시뮬레이션에 의한 것으로 에너지 시뮬레이션에 미반영된 고성능 단열재, 옥상/벽면 녹화 그리고 BEWMS를 고려시 에너지 절감 효과는 약 40% 내외로 추정되며 따라서 투자회수 기간은 5년보다 짧을 것으로 예상된다.

Fig. 10은 SK케미칼 연구소의 건물 생애기간 중 에너지 절감 기술 적용에 따른 이익 그래프로 초기에는 일반 건물에 비해 비싼 초기 공사비로 인해 손실이 발생하나 투자가 회수되는 5년 이후로 꾸준히 이익이 발생하여 40년 후에는 현가 기

준 약 40억원의 이익이 발생하는 것으로 나타났다.

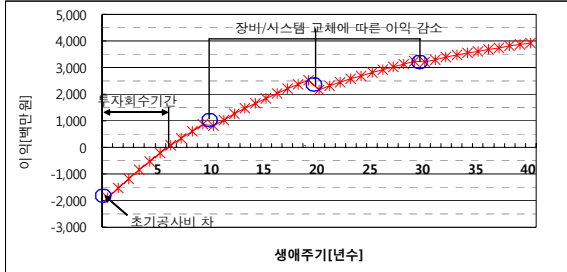


Fig. 10 생애 기간 이익(건물 에너지 절감)

### 3.2 수자원 절감

#### 1) 적용 기술

본 건물에는 크게 절수형 위생기구(무수 소변기, 전자 감응식 수전, Gliter 대변기), 우수 시스템, 중수 시스템 등의 수자원 절감 기술이 적용되었다.

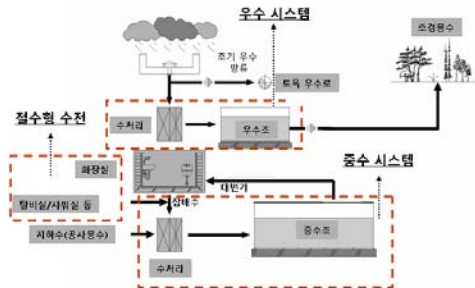


Fig. 11 수자원 절감 기술 개념도

#### 2) 경제성 평가

경제성 평가를 위한 대안 설정은 Table 8과 같다.

Table 8 대안 설정(수자원 절감)

SK케미칼 연구소	일반 건물
절수형 위생기구	일반 위생기구
우수 시스템	미적용
중수 시스템	미적용

#### ■ 평가 결과

수자원 절감 기술에 대해 경제성 평가를 한 결과, 수자원 관련 공사비는 일반 공사 대비 약

525% 증가하였으나 연간 상하수도비가 약 0.22억원(63%) 절감되어 투자회수기간이 10년으로 다소 길게 나타났다. 이는 우수, 중수 시스템이 공사비에 비해 운영 단계에서 절감 효과가 생각보다 크지 않았기 때문으로 분석되었다.

Table 9 평가 결과(수자원 절감)

	SK케미칼 연구소	일반 건물 (기준)	차이
수자원 관련 공사비	525%	100%	+525%
연간상하수도비	0.13억원	0.35억원	-0.22억원(-63%)
총장비교체비	1.3억원	0.5억원	+260%
총생애비	5.7억원	7.2억원	-1.5억원(-21%)
총이익	1.5억원	-	-
투자회수기간	10년	-	-

Fig. 12는 수자원 절감 기술 적용에 따른 건물 생애 기간 이익으로 최종적으로 약 1.5억원 이익이 발생하는 것으로 분석되었다.

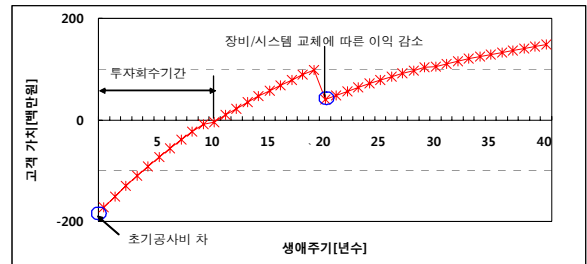


Fig. 12 생애 기간 이익(수자원 절감)

### 4. 맺은 말

친환경 기술은 앞에서 언급한 바와 같이 설계~운영 단계까지의 정확한 제공 가치 분석이 매우 중요하다 할 수 있다.

본 글에서 SK케미칼 연구소에 적용된 건물 에너지 및 수자원 절감 기술에 대해 경제성 평가를 한 결과, 건물 에너지는 초기 공사비 증가분에 대한 회수가 5년 내외로 어느 정도 경제성이 있는 것으로 분석되었으며 수자원 기술은 약 10년으로 다소 경제성이 떨어지는 것으로 나타났다.

마지막으로, 당사는 상기 친환경 기술을 유비쿼터스 기술을 활용해 최적 운영 및 관리가 가능하도록 계획 중에 있다. 이럴 경우 건물 에너지 및 수자원 절감 효과 그리고 경제적 효과가 더욱 증가할 것으로 예상되며 그 결과에 대해서는 추후 발표할 예정이다.