



# 집광채광 실내형 루버의 편익비용분석에 관한 연구

## A Study on the Benefit-Cost Analysis of Solar Louver System

정순성\*†  
 Soon-Sung Jung\*†

(Received 01 July 2019, Revision received 07 August 2019, Accepted 08 August 2019)

**Abstract:** The purpose of this study suggests the benefit-cost analysis for solar louver system. Perspectives of benefit-cost analysis are participant, ratepayer, energy utility, total resource, program administrator and the nation. This study identifies the cost and benefit components from six major perspectives : participant, ratepayer, energy utility, total resource, program administrator and the nation. The results of benefit-cost ratio in solar louver system (20 year of service life) was 1.060 for participant, 112.693 for ratepayer, 0.199 for energy utility, 1.555 for total resource, 519.078 for program administrator and 1.190 for the nation. The results of pay back period in solar louver system was 18.3 years.

**Key Words :** Solar louver system, Benefit-cost analysis, Benefit-cost ratio, Sensitivity analysis, Pay back period

### 1. 서 론

1997년 1월에 신재생에너지 이용 보급을 확대하기 위하여 “제1차 신재생에너지 기술개발 및 이용·보급 기본계획”을 수립하였다.

신재생에너지 초기 시장 확보 및 가격 경쟁력 확보를 위해 2004년 신재생에너지 설치의무화 사업이 시행되었다. 신재생에너지 설치의무화 제도 이후 현재까지 신재생에너지원, 단위에너지 생산량, 원별 보정계수가 추가 또는 변경되어 시행되고 있는 실정이다.

신재생에너지 설비의 지원 등에 관한 지침 제 2016-13호 제48조 관련 신재생에너지원의 종류는 태양광(고정식, 추적식, BIPV), 태양열(평판형, 단

일진공관형, 이중진공관형), 지열에너지(수직 밀폐형, 개방형), 집광채광(프리즘, 광덕트), 연료전지(PEMFC), 수열에너지로 한정되었다. 일반적으로 신재생에너지 기술의 발달로 신재생에너지원의 종류는 계속 추가되고 있는 실정이다.

2018년에는 신재생에너지원으로 태양열(공기식 무창형, 공기식 유창형), 집광채광(실내형 루버)가 신규로 선정되었다.

신재생에너지원과 관련된 연구동향은 신재생에너지원 시스템의 최적화<sup>1,2)</sup>와 경제성 분석<sup>3,4)</sup>에 관한 것이다. 신재생에너지원의 경제성 분석으로 편익비용분석<sup>5)</sup>을 일반적으로 사용하고 있는 실정이다.

건축주 및 설계자의 입장에서 2018년 신규로 선정된 신재생에너지원의 적용을 위해 경제성 분

\*† 정순성(ORCID:<https://orcid.org/0000-0002-2645-2457>) : 교수, 동명대학교 건축공학과  
 E-mail : jungss66@hanmail.net, Tel : 051-629-2472

\*† Soon-Sung Jung(ORCID:<https://orcid.org/0000-0002-2645-2457>) : Professor, Department of Architectural Engineering, TongMyong University.  
 E-mail : jungss66@hanmail.net, Tel : 051-629-2472

석에 관한 자료가 필요하지만 이와 관련된 자료는 미비한 실정이다. 따라서 건축주 및 설계자의 주된 관심사가 될 수 있는 집광채광 실내 루버형의 경제성에 관련된 기초 자료가 필요할 것이다.

본 연구는 집광채광 실내형 루버의 경제성 분석에 관한 것으로 경제성 평가 방법으로 편익비용분석을 사용하였다. 편익비용분석은 6가지 관점별 편익비용 평가항목, 편익비용비율, 회수기간을 산출하여 경제성에 관한 기초적인 자료를 제시하고자 한다.

## 2. 집광채광 실내형 루버의 구성 및 편익비용분석을 위한 평가항목 구축

### 2.1 집광채광 실내형 루버 구성 및 특성

집광채광 실내형 루버는 구동 모터, 보호 덮개, slat 상하 조절 끈, slat 각도 조절 끈, slat(알루미늄 재질 mirror 코팅 : 가시광선 반사율 91% 이상), 하부 고정물로 고효율 반사, 눈부심 방지, 고효율 집광, 상단부와 하단부의 개별 조절 기능, 청소 용이성 등의 다양한 기능들이 있다. 채광과 일사차단 효과를 고려하여 북동(+45°)~정북(0°) 그리고 정북(0°)~북서(-45°) 사이의 방위에 설치된 면적은 용량산정에서 제외한다. 슬랫은 빛을 집광하고 반사하는 얇은 박판으로서, 육안 또는 촉감으로 확인 시 한쪽 면이 거울과 같은 재질의 표면을 가지는 알루미늄 소재이어야 한다. 슬랫 현휘 방지면은 현휘를 방지하기 위하여 빛을 흡수하는 성질을 가져야 한다. 태양빛을 실내 깊숙한 곳으로 보내거나 또는 차단하기 위하여, 유리면과 슬랫이 이루는 각도는 수평(180°)으로부터 직각(90°) 범위 내에서 자유자재로 조절이 가능하여야 한다. 슬랫 폭은 50 mm 이상이어야 하며, 자연광의 집광효율을 높이기 위하여 곡면 형태로 제작되어야 한다. 슬랫 반사면의 경면반사율 측정방법은 KS D ISO 7668에 따르면 60°에서의 경면반사율은 90% 이상이어야 한다. 슬랫의 인장강도는 220~260 N/mm<sup>2</sup>, 항복강도는 200~240 N/mm<sup>2</sup>, 그리고 연신율은 5±3%를 만족하여야 한다. 슬랫의 축진내후성 시험은 KS C 8568 6.5의 퇴색성 시험의 시험방법을 따르며, 색상변화에 대한 육안검사에 적합하여야 한다.

### 2.2 편익비용분석을 위한 평가항목 구축

본 연구에서는 집광채광 실내형 루버의 편익비용분석을 위한 관점으로 캘리포니아 표준 테스트를 국내 실정에 맞추어 참여자, 납세자, 에너지 유틸리티, 총자원, 프로그램 관리자, 국가 등 6가지로 분류하였다.

국내외 관련 문헌 및 기존 논문<sup>6)</sup>, 국내 상황을 고려하여 참여자의 경우 편익 항목은 회피 에너지 비용, 정부 지원금, 지자체 지원금, 회피 참여자 대체 장치 비용, 회피 환경 협력 비용, 비용 항목은 참여자 초기투자 및 유지관리 비용, 운영 에너지 비용, 참여자 대체 장치 비용, 환경 협력 비용으로 선정하였다. 납세자의 경우 편익 항목은 회피 발전 용량 비용, 에너지 요금 인상 억제 효과, 회피 에너지 세금 협력 비용, 비용 항목은 정부 지원금, 지자체 지원금, 발전 용량 비용, 에너지 요금 인상 비용, 에너지 세금 협력 비용으로 선정하였다. 에너지 유틸리티(전력)의 경우 편익 항목은 판매 수익 증가, 에너지 요금 인상 억제 효과, 회피 유틸리티 공급 비용, 비용 항목은 판매 수익 감소, 에너지 요금 인상 비용, 유틸리티 공급 비용으로 선정하였다. 총자원의 경우 편익 항목은 회피 에너지 비용, 정부 지원금, 지자체 지원금, 회피 참여자 대체 장치 비용, 회피 환경 협력 비용, 회피 발전 용량 비용, 에너지 요금 인상 억제 효과, 회피 에너지 세금 협력 비용, 회피 유틸리티 공급 비용, 비용 항목은 참여자 초기투자 및 유지관리 비용, 운영 에너지 비용, 참여자 대체 장치 비용, 환경 협력 비용, 정부 지원금, 지자체 지원금, 발전 용량 비용, 에너지 요금 인상 비용, 에너지 세금 협력 비용, 유틸리티 공급 비용, 프로그램 관리자 프로그램 비용으로 선정하였다. 프로그램 관리자의 경우 편익 항목은 지자체 지원금, 지자체 생산 및 고용 유발효과편익, 회피 환경 협력 비용, 비용 항목은 프로그램 관리자 프로그램 비용, 지자체 지원금, 환경 협력 비용으로 선정하였다. 국가의 경우 편익 항목은 회피 에너지 비용, 정부 지원금, 지자체 지원금, 회피 참여자 대체 장치 비용, 회피 환경 협력 비용, 회피 발전 용량 비용, 에너지 요금 인상 억제 효과, 판매 수익 증가,

회피 에너지 세금 협력 비용, 회피 유틸리티 공급 비용, 회피 국가 에너지 수입 비용, 생산 및 고용 유발효과편익, 비용 항목은 참여자 초기투자 및 유지관리 비용, 운영 에너지 비용, 참여자 대체 장치 비용, 환경 협력 비용, 정부 지원금, 지자체 지원금, 발전 용량 비용, 에너지 요금 인상 비용, 에너지 세금 협력 비용, 판매 수입 감소, 유틸리티 공급 비용, 프로그램 관리자 프로그램 비용, 국가 에너지 수입 비용, 생산 및 고용유발효과 감소 비용으로 선정하였다.

### 3. 집광채광 실내형 루버의 편익비용분석

#### 3.1 전제조건

본 연구에서는 집광채광 실내형 루버의 편익비용분석을 위해 루버 면적 1㎡으로 기준을 정하였다. 편익 및 비용 항목 산출 기준으로 국내 현황 및 집광채광 실내형 루버 특징을 고려하여 다음과 같이 가정하였다.

집광채광 실내형 루버 1㎡ 가격으로 605,000원, 유지관리 비용은 초기투자비의 1%, 정부 및 지자체 지원금은 현재 집광채광 실내형 루버의 경우 지원금이 미확정이므로 0원, 전기요금 산출기준은 단위에너지생산량 및 냉난방에너지 절감을 2017년 1월 1일 시행 일반용전력(갑) I 고압 A을 기준으로 기본요금, 전력량요금, 부가가치세, 전력기반요금 포함, 참여자 대체 장치 비용은 수변 전 설비 장치 비용으로 kw당 150,000원, 환경 협력 비용은 1TCO<sub>2</sub>당 50,000원, 에너지 요금 인상 비용 및 에너지 요금 인상 억제 효과는 첨두발전(LNG) 비용으로 가정하여 kw당 165.6원, 유틸리티 공급 비용은 0원, 프로그램 관리자 프로그램 비용은 0원, 국가 에너지 수입 비용은 국가 에너지 통계 종합정보시스템의 2010년 자료를 기준으로 128.1원/kwh에서 연료비 비율 69% 적용, 발전 용량 비용은 2011 에너지·기후변화 편람 자료를 기준으로 2,302,158원/kw 적용, 집광채광 실내형 루버의 생산 및 고용유발효과는 수입산으로 가정하여 생산 330,000원, 고용 5,500원, 발전소 설비 산업의 생산 및 고용유발효과는 kw당 128.1원(연

료비 제외 비율 31%), 내용연수 20년, 순할인을 3%로 가정하였다.

#### 3.2 편익비용분석

집광채광 실내형 루버의 내용연수 20년 기준으로 가정하여 관점별 편익비용분석은 Table 1과 같다.

집광채광 실내형 루버의 내용연수를 20년 기준으로 참여자의 경우 편익은 회피 에너지 비용 42,948원, 회피 참여자 대체 장치 비용 10,570원, 회피 환경 협력 비용 5,453원으로 나타났다. 비용은 참여자 초기투자비용 605,000원, 유지관리 비용 5,500원, 운영 에너지 비용 319원, 참여자 대체 장치 비용 123원, 환경 협력 비용 64원으로 나타났다. 현가법을 적용하면 편익 734,587원, 비용 693,117원, 편익비용비율 1.060, 회수기간 18.3년으로 나타났다.

납세자의 경우 편익은 회피 발전 용량 비용 162,223원, 에너지 요금 인상 억제 효과 7,230원, 회피 에너지 세금 협력 비용 5,175원으로 나타났다. 비용은 발전 용량 비용 1,892원, 에너지 요금 인상 비용 41원, 에너지 세금 협력 비용 38원으로 나타났다. 현가법을 적용하면 편익 347,783원, 비용 3,086원, 편익비용비율 112.693로 나타났다.

에너지 유틸리티(전력)의 경우 편익은 판매 수익 증가 280원, 에너지 요금 인상 억제 효과 7,230원으로 나타났다. 비용은 판매 수익 감소 37,773원, 에너지 요금 인상 비용 41원으로 나타났다. 현가법을 적용하면 편익 112,343원, 비용 565,661원, 편익비용비율 0.199로 나타났다.

총자원의 경우 편익은 회피 에너지 비용 42,948원, 회피 참여자 대체 장치 비용 10,570원, 회피 환경 협력 비용 5,453원, 회피 발전 용량 비용 162,223원, 에너지 요금 인상 억제 효과 7,230원, 회피 에너지 세금 협력 비용 5,175원으로 나타났다. 비용은 참여자 초기투자비용 605,000원, 유지관리 비용 5,500원, 운영 에너지 비용 319원, 참여자 대체 장치 비용 123원, 환경 협력 비용 64원, 발전 용량 비용 1,892원, 에너지 요금 인상 비용 41원, 에너지 세금 협력 비용 38원으로 나타났다. 현가법을 적용하면 편익 1,082,370원, 비용 696,203원, 편익비용비율 1.555로 나타났다.

Table 1 The result of benefit-cost analysis in service life 20 standard

Perspectives	Item	Value
Participant	Benefit	734,587 won
	Cost	693,117 won
	B-C ratio	1.060
	PBP	18.3 years
Taxpayer	Benefit	347,783 won
	Cost	3,086 won
	B-C ratio	112.693
Energy Utility	Benefit	112,343 won
	Cost	565,661 won
	B-C ratio	0.199
Total Resource	Benefit	1,082,370 won
	Cost	696,203 won
	B-C ratio	1.555
Program Administrator	Benefit	493,837 won
	Cost	951 won
	B-C ratio	519.078
Nation	Benefit	1,501,523 won
	Cost	1,261,290 won
	B-C ratio	1.190

프로그램 관리자의 경우 편익은 집광채광 실내형 루버의 생산효과 330,000원, 고용유발효과 5,500원, 회피 환경 협력 비용 5,453원으로 나타났다. 비용은 환경 협력 비용 64원으로 나타났다. 현가법을 적용하면 편익 493,837원, 비용 951원, 편익비용비율 519.078로 나타났다.

국가의 경우 편익은 회피 에너지 비용 42,948원, 회피 참여자 대체 장치 비용 10,570원, 회피 환경 협력 비용 5,453원, 회피 발전 용량 비용 162,223원, 에너지 요금 인상 억제 효과 7,230원, 판매 수익 증가 280원, 회피 에너지 세금 협력 비용 5,175원, 회피 국가 에너지 수입 비용 180원, 집광채광 실내형 루버의 생산효과 330,000원, 고용유발효과 5,500원으로 나타났다. 비용은 참여자 초기투자비용 605,000원, 유지관리 비용 5,500원, 운영 에너지 비용 319원, 참여자 대체 장치 비용 123원, 환경 협력 비용 64원, 발전 용량 비용 1,892원, 에너지 요금 인상 비용 41원, 에너지 세금 협력 비용 38원, 판매 수익 감소 37,773원, 국가 에너지 수입 비용 2원, 발전소 설비 산업의 고용유발효과 1원으로 나타났다. 현가법을 적용하면

편익 1,501,523원, 비용 1,261,290원, 편익비용비율 1.190로 나타났다.

### 3.3 감도분석

#### 3.3.1 집광채광 실내형 루버 내용연수 25년 기준

집광채광 실내형 루버의 내용연수 25년 기준으로 가정하여 관점별 편익비용분석은 Table 2와 같다.

집광채광 실내형 루버의 내용연수를 25년 기준으로 참여자의 경우 편익 858,935원, 비용 708,229원, 편익비용비율 1.213, 회수기간 18.3년으로 나타났다. 납세자의 경우 편익 379,652원, 비용 3,291원, 편익비용비율 115.355로 나타났다. 에너지 유틸리티의 경우 편익 131,638원, 비용 662,812원, 편익비용비율 0.199로 나타났다. 총자원의 경우 편익 1,238,588원, 비용 711,520원, 편익비용비율 1.741로 나타났다. 프로그램 관리자의 경우 편익 521,976원, 비용 1,115원, 편익비용비율 468.236로 나타났다. 국가의 경우 편익 1,673,052원, 비용 1,373,660원, 편익비용비율 1.218로 나타났다.

Table 2 The result of benefit-cost analysis in service life 25 standard

Perspectives	Item	Value
Participant	Benefit	858,935 won
	Cost	708,229 won
	B-C ratio	1.213
	PBP	18.3 years
Taxpayer	Benefit	379,652 won
	Cost	3,291 won
	B-C ratio	115.355
Energy Utility	Benefit	131,638 won
	Cost	662,812 won
	B-C ratio	0.199
Total Resource	Benefit	1,238,588 won
	Cost	711,520 won
	B-C ratio	1.741
Program Administrator	Benefit	521,976 won
	Cost	1,115 won
	B-C ratio	468.236
Nation	Benefit	1,673,052 won
	Cost	1,373,660 won
	B-C ratio	1.218

### 3.3.2 집광채광 실내형 루버 내용연수 30년 기준

집광채광 실내형 루버의 내용연수 30년 기준으로 가정하여 관점별 편익비용분석은 Table 3과 같다.

집광채광 실내형 루버의 내용연수를 30년 기준으로 참여자의 경우 편익 966,506원, 비용 721,303원, 편익비용비율 1.340, 회수기간 18.3년으로 나타났다. 납세자의 경우 편익 407,222원, 비용 3,469원, 편익비용비율 117.404로 나타났다. 에너지 유틸리티의 경우 편익 148,329원, 비용 746,855원, 편익비용비율 0.199로 나타났다. 총자원의 경우 편익 1,373,728원, 비용 724,771원, 편익비용비율 1.895로 나타났다. 프로그램 관리자의 경우 편익 546,318원, 비용 1,256원, 편익비용비율 434.925로 나타났다. 국가의 경우 편익 1,821,438원, 비용 1,470,868원, 편익비용비율 1.238로 나타났다.

Table 3 The result of benefit-cost analysis in service life 30 standard

Perspectives	Item	Value
Participant	Benefit	966,506 won
	Cost	721,303 won
	B-C ratio	1.340
	PBP	18.3 years
Taxpayer	Benefit	407,222 won
	Cost	3,469 won
	B-C ratio	117.404
Energy Utility	Benefit	148,329 won
	Cost	746,855 won
	B-C ratio	0.199
Total Resource	Benefit	1,373,728 won
	Cost	724,771 won
	B-C ratio	1.895
Program Administrator	Benefit	546,318 won
	Cost	1,256 won
	B-C ratio	434.925
Nation	Benefit	1,821,438 won
	Cost	1,470,868 won
	B-C ratio	1.238

### 3.4 경제적 타당성 분석

참여자, 납세자, 총자원, 프로그램 관리자, 국가의 경우 편익비용비율이 1보다 높게 나타났으므로 집광채광 실내형 루버를 건축물에 적용시 경제적 타당성이 있는 것으로 사료된다. 경제적 타당성과 더불어 하절기 실내 열환경 향상, 전력에 비용 확보, 에너지 절약 및 온실가스 저감 등을 고려하면 집광채광 실내형 루버를 적극 권장하는 것이 좋을 것으로 사료된다.

## 4. 결 론

건축주 및 설계자의 입장에서 신재생에너지 적용을 위한 의사 결정시 신재생에너지원에 관련된 최적화와 경제성 분석 자료는 매우 중요한 요소이다.

본 연구는 집광채광 실내형 루버의 경제성 분석에 관한 것으로 참여자, 납세자, 에너지 유틸리티, 총자원, 프로그램 관리자, 국가 등 6가지 관점별로 편익비용분석을 실시하여 관점별 경제적 타당성을 검토하였다. 주요 연구 결과는 다음과 같다.

1) 집광채광 실내형 루버의 편익비용분석 평가 관점으로 참여자, 납세자, 에너지 유틸리티, 총자원, 프로그램 관리자, 국가 등 6가지로 구분하여 편익, 비용 항목을 제시하였다.

2) 집광채광 실내형 루버의 내용연수를 20년 기준으로 현가법을 적용하면 참여자의 경우 편익 734,587원, 비용 693,117원, 납세자의 경우 편익 347,783원, 비용 3,086원, 에너지 유틸리티의 경우 편익 112,343원, 비용 565,661원, 총자원의 경우 편익 1,082,370원, 비용 696,203원, 프로그램 관리자의 경우 편익 493,837원, 비용 951원, 국가의 경우 편익 1,501,523원, 비용 1,261,290원으로 나타났다.

3) 집광채광 실내형 루버의 내용연수를 20년 기준으로 현가법을 적용하면 편익비용비율은 참여자의 경우 1.060, 납세자의 경우 112.693, 에너지 유틸리티의 경우 0.199, 총자원의 경우 1.555, 프로그램 관리자의 경우 519.078, 국가의 경우 1.190로 나타났다. 내용연수에 대한 감도분석 결과 참여자의 편익비용비율이 올라가 경제성이 더욱 좋아지는 것으로 나타났다.

4) 참여자, 납세자, 총자원, 프로그램 관리자, 국가의 경우 편익비용비율이 1보다 높게 나타났고, 회수기간이 18.3년으로 집광채광 실내형 루버를 건축물에 적용 시 경제적 타당성이 있는 것으로 사료된다.

본 연구에서는 집광채광 실내형 루버에 한정하여 관점별 편익비용분석을 실시하였으나 추후로 실무적으로 간단하게 계산할 수 있는 신재생에너지 지원별 편익비용분석 프로그램의 개발이 필요할 것으로 사료된다.

## References

1. K. N. Ko, M. H. Park and J. C. Huh, 2013, "An analysis of wake effect in a wind farm", Journal of the Korea Society for Power System Engineering, Vol. 17, No. 2, pp. 13-20. (DOI:10.9726/kspse.2013.17.2.013.)
2. D. W. Yun, H. C. Park, I. C. Lee, S. Y. Kim and N. K. Park, 2012, "Analysis on Induction Heating of Ring Flange for Wind Power", Journal of the Korea Society for Power System Engineering, Vol. 16, No. 5, pp. 63-69. (DOI:10.9726/kspse.2012.16.5.063.)
3. K. H. Lee, J. H. Park, J. W. Jin, K. R. Kwon and K. H. Choi, 2012, "Economic analysis of jeju offshore pilot run wind farm by sensitivity analysis", Journal of the Korea Society for Power System Engineering, Vol. 16, No. 5, pp. 13-19. (DOI:10.9726/kspse.2012.16.5.013.)
4. M. C. Kim, J. W. Ju, G. H. Seo, K. H. Lee and J. M. Choi, 2007, "The Assessment of Payback Period for the Photovoltaic System in Residential Building", Journal of the Korean Solar Energy Society, Vol. 27, No. 2, pp. 87-93.
5. S. S. Jung, 2014, "A Study on the Benefit-Cost Analysis of Photovoltaic System in the Green home", Journal of the Korean Society for Power System Engineering, Vol. 18, No. 3, pp. 124-117. (DOI:10.9726/kspse.2014.18.3.112.)
6. S. S. Jung, 2017, "Economic Analysis of the Piezoelectric Power using the California Standard Test", Journal of the Korea Society for Power System Engineering, Vol. 21, No. 4, pp. 51-56. (DOI:10.9726/kspse.2017.21.4.051.)