

초고층 건축물 시공단계를 위한 태양광시스템의 적용성 분석

Applicability Analysis of Photovoltaic System in the Construction Phase of High-rise Buildings

강 고 운* 김 태 훈** 조 훈 희** 강 경 인***
 Kang, Go-Une Kim, Tae-Hoon Cho, Hun-Hee Kang, Kyung-In

Abstract

Recently, the development of alternative energy technologies has been actively conducted for energy conservation and CO₂ emission reduction. Especially, photovoltaic energy has been applied practically in construction industry, and research on the building-integrated photovoltaic system (BIPV) that can replace fossil fuel for building operation and maintenance has been performed. However, this vibrant research has been limited to the use phase of buildings, and few studies have been carried out in the construction phase. The construction duration and the scale of the sites have increased along with the high-rise trend of buildings, and it is forecasted that the temporary electricity use and CO₂ emission in the construction phase is increasing. In sight of these developments, this research analyzed applicability of the photovoltaic system for the construction phase that can replace the electricity used on the high-rise construction site.

키 워 드 : 시공단계, 태양광시스템, 초고층
 Keywords : construction phase, photovoltaic system, high-rise buildings

1. 서 론

저탄소 친환경 트렌드에 힘입어 건설산업에서도 온실가스, 특히 CO₂를 줄이기 위한 다양한 연구가 수행되고 있다. 특히 건축물 생애주기 중 운영 및 유지관리단계는 정부 및 연구기관에 의해 많은 연구가 수행되어 성공적인 결과물들이 보고되고 있으나, 시공단계의 환경관련 연구는 아직 온실가스 배출 현황 파악 및 평가에 그치는 실정이다.

하지만 최근 건축물의 초고층화 추세로 공사현장의 규모가 대형화됨에 따라 시공단계에서의 에너지 소비가 증가하고 있다¹⁾. 뿐만 아니라 이미 운영단계에서는 상당량의 CO₂를 저감하고 있는 상태로 향후 저감 가능성이 한계에 다다랐기 때문에²⁾ 그간 조명되지 못했던 시공단계에서의 CO₂ 저감이 상당한 의미를 가질 수 있다.

이에 본 연구는 초고층 공사현장에 신재생에너지 중 가장 빠르게 성장하고 있는 태양광에너지를 도입하는 아이디어를 제안하며, 공사현장 내 태양광시스템에 대한 적용성을 검토하고자 한다. 현장 내에 태양광시스템을 설치할 수 있는 대안장소를 도출하였으며, 초

고층 공사현장을 섭외하여 각 대안장소에 대하여 발전량 산출과 그에 대한 초기투자비 및 편익비용 산출을 수행하였다. 이후 대안별 투자비 회수 전용횟수를 산출함으로써 적용성을 검토하였다.

2. 대안장소 도출 및 발전량 산출

2.1 대안장소 도출

공사현장은 다양한 장비들이 이동 및 운영되고 노무자들에게 의한 작업이 수행되며, 자재들이 수시로 운반되어 야적되는 등 공간에 여유가 없기 때문에 태양발전 모듈을 설치할 수 있는 대안장소도 극히 한정적이다. 현장의 건축 및 전기분야 전문가 자문을 통하여 ACS 거푸집³⁾, EGI 펜스⁴⁾, 가설사무소 지붕의 3개지 대안을 도출하였다. 이밖에 타워크레인 마스트, 가설 안전난간, 이동식 시스템 등의 아이디어가 수집되었으나 법률문제, 안전성 부족, 공사간섭도 등의 이유에 의하여 제외하였다.

- 1) 김태훈 외 4인, 초고층 시스템거푸집 공사의 태양광에너지 활용 방안 연구, 한국건축시공학회, 2010
- 2) Gonzalez and Navarro, Assessment of the Decrease of CO₂ Emissions in the Construction Field through the Selection of Materials, Building and Environment, 2009
- 3) Auto Climbing System 거푸집. 유압펌프를 통하여 자동상승하는 벽체 시스템거푸집.
- 4) Electro Galvanized Iron 펜스, 아연도금 처리된 강판재질의 펜스.

* 고려대학교 건축사회환경공학과 석사과정
 ** 고려대학교 건축사회환경공학과 박사수료
 *** 고려대학교 건축사회환경공학부 부교수, 교신저자 (hhcho@korea.ac.kr)
 **** 고려대학교 건축사회환경공학부 교수, 공학박사

2.2 대안장소에 대한 발전량 산출

도출된 대안장소에 대하여 기대되는 발전량을 산출하기 위해 서울의 초고층 공사현장을 택하여 사례연구를 하였다. 해당 현장의 가설 및 장비계획, 공정표, 도면 등의 자료를 수집하여 각 대안별 태양전지 모듈의 설치가능한 면적, 존치기간을 계산하였다. 일사량으로는 기존연구를 통하여 모듈 각도가 90° 인 대안은 1,919(kWh/m²day), 0° 인 대안은 2,780(kWh/m²day)를 적용하였다⁵⁾. 시스템 비용 산출을 위하여 선택한 태양전지 모듈은 S사의 230W 용량으로, 해당 모듈의 효율인 14.3%를 적용하여 아래 표 1과 같이 대략의 발전량을 산출하였다.

표 1. 대안장소별 기대발전량 산출

대안	설치면적 (m ²)	존치기간 (일)	PV모듈 효율(%)	일사량 (kWh/m ² day)	발전량 (kWh)	
ACS 거푸집	호텔	128	208	14.3	1,919	7,306
	타워1	172	518	14.3	1,919	24,449
	타워2	172	421	14.3	1,919	19,871
	계	472	-	-	-	51,626
EGI 펜스	-	6,575	1,931	14.3	1,919	3,484,087
가설 사무소	-	1,010	999	14.3	2,780	401,114
계						3,936,828

3. 투자비회수 전용횟수 검토

본 연구의 태양광 시스템은 기존의 일반적 시스템과는 달리 한번 설치된 후 영구적으로 기능하는 것이 아니라 해당 공사가 종료 되면 해체되었다가 다른 공사에 투입되기 때문에 일반적인 태양광시스템의 경제성 분석방법으로 산출한 경제성의 의미가 모호하다. 이에 본 연구는 투자비회수기간의 개념과 유사하도록 대안장소별 투자비 회수 전용횟수를 도출함으로써 경제성을 분석하였다. 각 대안장소는 개별적 시스템을 가지며, 해당 공사가 끝나면 바로 동일 규모의 다른 공사현장에 적용되는 것으로 가정하였다.

초기투자비 산정을 위해 태양전지 모듈로는 S사의 230W 용량, 면적 1.6m², 단가 322,000원의 태양광모듈 적용을 가정하였으며, BoS(Balance of System, 인버터 및 계통보호장치 등)의 가격은 기존 태양광시스템 경제성 평가 논문에서와 도출한 바를 따라 태양전지 가격의 약 24%를 적용하여 분석하였다⁶⁾.

시스템 편익의 비용산출을 위하여는 CO₂ 저감을 통한 온실가스 배출권 가격 및 생산전력 단가를 고려하였다. CO₂ 저감량 산정계수는 에너지경제연구원에서 제시한 0.424tonCO₂/MWh를 적용하며, 2011년 1월 기준의 2차 탄소배출권 가격인 약 21,000원으로 계산하였다. 또한 전력단가는 산업용 전력(병) 고압A 중간

5) 한재경 외 2인, 건물 통합형 태양광발전시스템의 적용성능 평가, 대한건축학회 학술발표대회, 2009
 6) 소재역 외 2인, 대구광역시 건축물 적용 태양광발전시스템의 경제성 및 환경성 평가에 관한 연구, 대한설비공학회 하계학술발표대회, 2006

부하 시간대의 평균단가인 75/kWh를 적용하여 계산하였다.

표 2. 대안장소별 초기투자비 산출

대안	모듈매수 (매)	모듈가격 (백만원)	BoS가격 (백만원)	공사1회당 초기투자비 계 (백만원)
ACS 거푸집	295	94.9	22.7	117.6
EGI 펜스	4,109	1323.2	317.5	1640.7
가설사무소	631	203.2	48.7	251.9

표 3. 대안장소별 편익 산출

대안	CO ₂ 저감량 (tonCO ₂)	CO ₂ 배출권 가격 (백만원)	전기가격 (백만원)	공사1회당 편익 계 (백만원)
ACS 거푸집	21.9	0.46	3.8	4.26
EGI 펜스	1477.3	31	261.3	292.3
가설사무소	170.1	3.5	30	33.5

표 4. 대안장소별 투자비회수 전용횟수

대안	공사1회당 초기투자비 계 (백만원)	공사1회당 편익 계 (백만원)	투자비회수 전용횟수(회)
ACS 거푸집	117.6	4.26	27.6
EGI 펜스	1640.7	292.3	5.6
가설사무소	251.9	33.5	7.5

4. 결 론

초고층 건축물 시공단계에 적용가능한 태양광시스템 대안에 대하여 대략의 발전량 및 투자비 회수 전용횟수를 통한 적용성 분석 결과, ACS 거푸집은 27.6회, EGI 펜스는 5.6회, 가설사무소는 7.5회의 공사를 반복할 경우 초기투자비를 회수할 수 있는 것으로 분석되었다. 본 연구에서는 초기투자비중 재료비만이 산정되었으므로 향후 시스템 설치비, 유지관리비 등을 포함한 상세 설계 및 견적을 수행하고, 원유거래가 등에 의한 민감도 분석 등을 통한 보다 현실적인 타당성 검토가 고려되어야 할 것이다.

참 고 문 헌

1. 김태훈, 이명도, 이웅균, 조훈희, 강경인, 초고층 시스템거푸집 공사의 태양광에너지 활용방안 연구, 한국건축시공학회 논문집 제11권, 제2호, pp.116~126, 2010
2. 소재역, 김주영, 홍원화, 대구광역시 건축물 적용 태양광발전시스템의 경제성 및 환경성 평가에 관한 연구, 대한설비공학회 하계학술발표대회 논문집, pp.1232~1237, 2006
3. 한재경, 이명식, 임홍순, 건물 통합형 태양광발전시스템의 적용성능 평가, 대한건축학회 학술발표대회 논문집 계획계, 제29권 제1호, pp.343~346, 2009
4. Gonzalez and Navarro, Assessment of the Decrease of CO₂ Emissions in the Construction Field through the Selection of Materials, Building and Environment, Vol. 41, No. 7, pp.902~909, 2009