

대공간 구조물의 PV 패널 시스템

PV system of Large Spatial Structure



윤성원*
Yoon, Sung-Won



김혜성**
Kim, Hye-Seong

1. 서론

2009년 전 세계는 태양광, 수력, 풍력 등 각종 자연에서부터 무한하게 얻을 수 있는 신 재생에너지 열풍이다. 이런 신 재생에너지 중에서도 우리가 가장 손쉽게 접할 수 있는 태양광 에너지는 신 재생에너지 중 적용이 쉽고 에너지 변환과정에 기계적, 화학적인 작용이 없으며 설치공간에 따른 제약이 비교적 적다는 점에서 가장 주목받고 있는 에너지이다.²⁾ 태양광 에너지를 일반 건물에 적용 시 적용되는 부위로는 연립주택의 옥상이 그동안 주를 이루었다면 기술의 발전 등으로 인하여 건물의 파사드, 창의 차양 등 다양한 부위로 확대 적용되고 있다. 이런 태양광 에너지를 최근 건축분야의 활용 빈도가 높아짐에 따라 PV시스템을 건축디자인 요소로 사용하는 BIPV (Building Integrated Photovoltaic) 시스템이 주목받기 시작했다. 특히 BIPV시스템은 PV패널을 하나의 건축물의 구성요소로 사용하기 때문에 PV시스템에 비해 건축물 본연의 디자인에 해가 되지 않는다는 점에서 건축 디자인에서 긍정적인 평가를 받고 있다.¹⁾

이런 BIPV 방식은 장 스펠이 요구되는 대형 경기장에도 최근 적용 사례가 증가하는 추세이고, BIPV 방식이 아니라도 독일, 스위스 등 유럽 국가 등을 중심으로 PV 시스템을 대형 경기장에 적용한 사례가 증가하는 실정이다. 본문에서는 해외의 이런 대형 경기장에 적용시킨 PV 시스템에 대한 사례 소개와 함께 적용 방식, 발전량 등의 소개와 PV 시스템이 설치된 일반 건물과의 차이점 등에 대해 간략하게 소개하겠다.

2. 해외 PV 패널이 적용된 대형 경기장의 특징

2.1 PV 시스템이 적용된 대형 경기장의 특징

해외의 PV 패널이 설치된 경기장은 독일을 중심으로 스위스 등 유럽국가에 집중되어 있다. 이는 국내보다 앞선 태양광 에너지에 대한 연구와 국가 차원의 노력에서 이뤄진 것으로 볼 수 있다. 실제 사례를 살펴보면 독일은 축구 경기장 위에 설치된 사례가 주를 이루었으며 미국의 경우 야구 경기장에 적용된 사례가 주를 이뤘다. 이는 국민들에게 태양광 에너지에 대한

* 정희원 · 서울산업대학교 건축학부 부교수, 공학박사

** 학생회원 · 서울산업대학교 건축학부, 석사과정

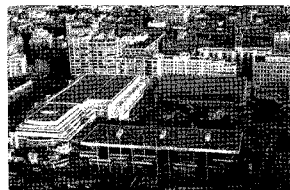
인식을 경기장 시설을 통하여 쉽게 접근 할 수 있게 하려는 의도로 보인다. 이렇게 국가 차원의 노력과 함께 대형 경기장에 적용된 PV 시스템을 살펴보면 일반 건물과는 다른 몇 가지 차이점을 알 수 있다. 그 차이점은 다음과 같다.

1. 전체적인 적용이 아닌 일부분에만 한정되어 적용
2. 지붕 외 다양한 부위로 PV패널을 적용시키는 사례 증가와 함께, 접합방식 또한 다양해지는 추세
3. 경사를 강조하여 적용됨

〈그림 1〉은 관람석 지붕에 설치된 PV 패널의 모습이다. 이처럼 대부분의 대형 경기장에 사용된 PV 패널은 일반적인 대형 전시장 지붕에 설치된 PV 시스템인 〈그림 2〉와는 달리 관람석 지붕에만 한정되어 적용되었다. 이처럼 일반 건물과는 다르게 대형 경기장의 관람석의 지붕 부분에만 설치한 이유는 오픈된 그라운드 부분과는 다르게 관람석 지붕은 PV 패널에 음영을 주는 요소나 설치가 용이하기 때문으로 보인다. 이처럼 대형 경기장에 사용되는 PV 시스템은 전체적인 적용이 아닌 오픈된 공간을 피하여 설치된다.

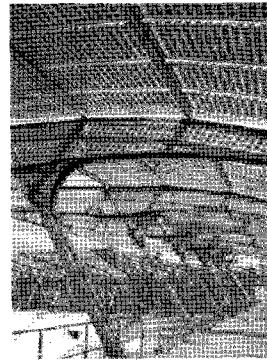


〈그림 1〉 대형 경기장 관람석 지붕에 설치된 PV 시스템⁹⁾

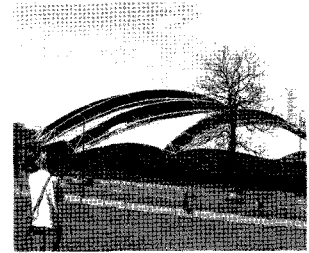


〈그림 2〉 일반적인 대형 전시장 지붕에 설치된 PV 시스템¹⁸⁾

〈그림 3〉은 관람석 지붕에 최근 리노베이션(Renovation)되거나 신축되는 건물들에 반투명 모듈을 사용하여 BIPV로 설계하는 경우이다. 이는 반투명 모듈에 빛이 투과하면서 발생하는 그림자의 리듬감에서 얻어지는 효과도 있지만, 일반적인 PV 패널에 비해 효율성이 떨어진다는 단점이 있다. 이 외에도 〈그림 4〉 처럼 막 구조물로 구성된 경기장의 막 지지 구조에 PV 시스템을 설치한 사례처럼 빈 공간을 활용하는 등 다양한 부위로의 적용 사례가 보고되고 있다. 이는 대공간에서도 다양한 부위에 PV 패널이 사용되고 있다는 것을 단적으로 보여주는 예이다.

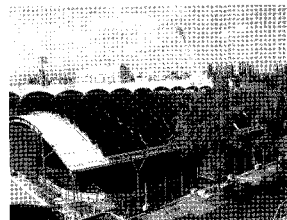


〈그림 3〉 반투명 모듈을 사용한 PV 시스템¹¹⁾

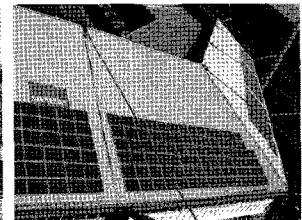


〈그림 4〉 막 구조물에 사용된 PV 시스템⁵⁾

〈그림 5, 6〉은 경사를 강조하여 적용된 대형 경기장의 모습이다. 이처럼 대형 경기장에서는 일반 건물에서 볼 수 있는 플랫폼 PV 패널의 사용보다는 경사를 이루는 PV 패널을 사용한다. 이는 빛을 모아 최대한의 전력 효과를 이끌어 내기 위한 것으로 보인다. 또한 빛의 방향을 고려하여 일반 건물들처럼 전면에 설치한 것이 아닌 남향을 위주로 방향을 고려하여 PV 시스템이 설치한다. 이처럼 대형 경기장에 사용된 PV 시스템은 빛의 방향과 경사를 강조하여 설치된 점이 특징이다.



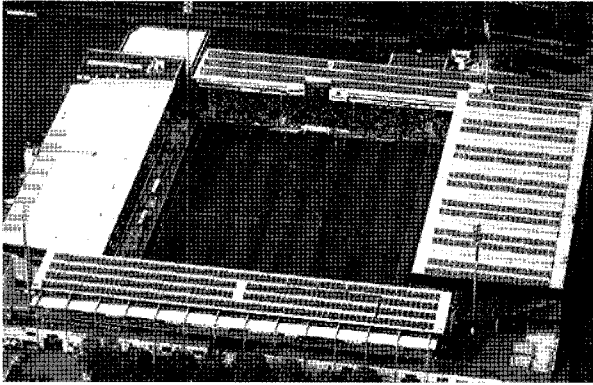
〈그림 5〉 경사가 강조되어 설치된 PV 시스템¹⁵⁾



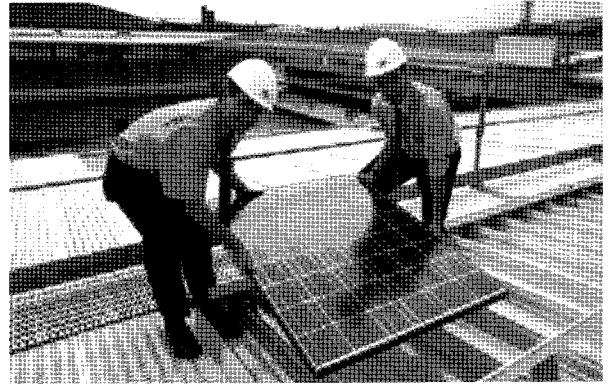
〈그림 6〉 경사지붕과 통합된 PV 시스템¹⁴⁾

2. 2 해외에 PV 패널이 적용된 대형 경기장의 사례 소개

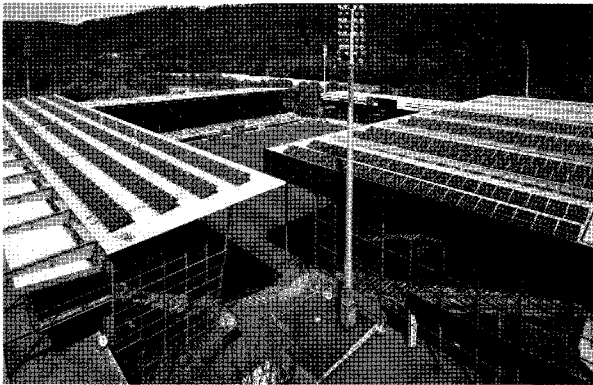
〈그림 7, 8〉은 독일 프라이부르크에 위치한 바덴노바 스타디움 (badenova stadion)이다. 축구 경기를 위해 세워진 이 건물은 2004년 리노베이션을 통하여 관람석의 지붕 부분에 별도의 지지대를 세운 독립 지지방식으로 PV 시스템이 2,200m²가량 설치되어 있다. 이 PV 시스템들은 연간 250MWh의 전력을 발전한다.⁹⁾ 관람석 지붕의 3면을 차지하고 있는 PV 패널은 빛을 가장 많이 받을 수 있는 방향으로 세워져 있다.



〈그림 7〉 바데노바 스타디움³⁾

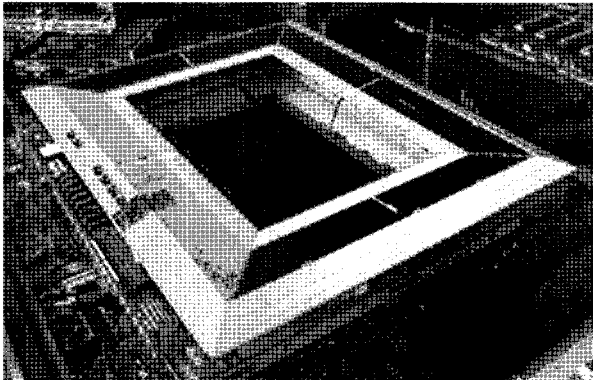


〈그림 10〉 스타 데 스위스에 설치된 PV 시스템¹⁰⁾



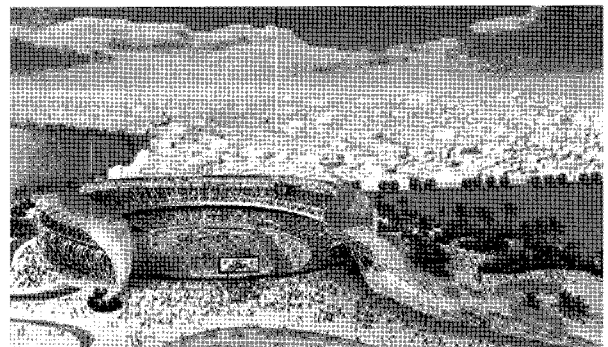
〈그림 8〉 바데노바 스타디움에 설치된 PV 시스템⁸⁾

〈그림 9, 10〉은 스위스에 위치한 스타 데 스위스 (Stade de suisse)이다. 2005년에 세워진 이 경기장은 현재 기록된 세계 최대의 BIPV 태양광 경기장으로 PV 패널의 면적만 12,000㎡이다.¹⁷⁾ 연간 발전량은 1.13 GWh로 이는 630ton의 CO₂ 절감효과를 낸다.¹⁰⁾ 이 경기장은 건물과 PV 시스템이 통합된 경기장으로 건물 자체에 경사를 만들어 별도의 지지대 없이 건물의 경사진 면에 PV 시스템이 통합되었다. 또한 빛의 방향을 고려하여 전체의 3면에 PV시스템이 설치되었다.

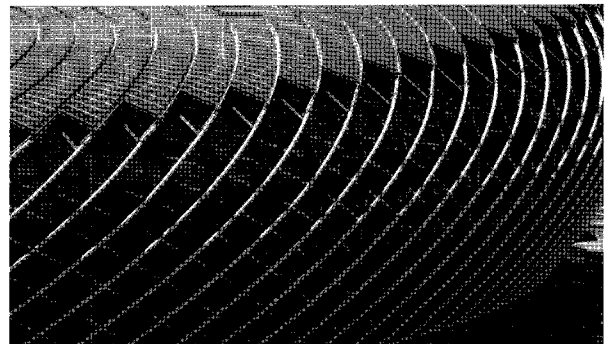


〈그림 9〉 스타 데 스위스 (Stade de Suisse)⁶⁾

〈그림 11, 12〉는 2009년 대만 카오슝 (Kaohsiung, Taiwan) 에서 개최되는 월드 게임 메인 스타디움이다. 이 경기장은 일본 건축가 토요 이토 (Toyo Ito)가 설계한 작품으로 PV 시스템 설치 면적만 14,000㎡에 육박한다. 이는 경기장 상부 전체가 반투명으로 된 PV 패널로 구성되어 있으며 제 2의 나 오차오 (Bird's Nest)라 불릴 정도로 구조미 또한 뛰어난 작품이다. 다른 경기장과는 차별화 되게 경사를 살린 형식이 아닌 경기장의 구조 자체가 PV 시스템을 구성하는 하나의 PV 어레이(Array)역할을 하고 있으며 그 위에 PV 시스템을 접합 시키는 모듈접합 방식을 취하고 있다.¹⁹⁾



〈그림 11〉 2009 월드 게임 메인 스타디움¹⁶⁾

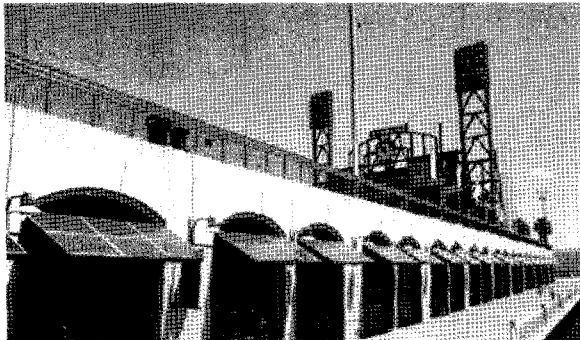


〈그림 12〉 2009 월드 게임 메인 스타디움에 설치된 PV 시스템⁷⁾

〈그림 13, 14〉는 미국 샌프란시스코에 위치한 AT&T Park이다. 이 AT&T Park는 PV 패널 590개로 이루어진 PV 시스템으로 하루 0.12MWh의 발전을 한다. AT&T Park의 특이점으로는 다른 사례들과는 달리 경기장 내 편의시설에 PV 시스템을 차양방식으로 적용했다는 점이다. 이 경기장은 차양방식으로 구성된 PV 시스템을 통하여 건물 자체 디자인에 해를 끼치지 않고 자연스럽게 빛을 모아 전력을 발생시킨다.¹³⁾



〈그림 13〉 AT&T Park⁴⁾



〈그림 14〉 AT&T Park에 설치된 PV 시스템¹²⁾

3. 결론

지금까지 살펴본 해외 대형 경기장의 PV 시스템 적용에 있어 일반 건물과의 차이점과 함께 해외 몇몇의 대형 경기장에 PV 시스템을 적용한 사례를 살펴보았다. 그 결과는 다음과 같다.

1. 해외 대형 경기장에 PV 시스템을 적용시킨 사례를 기준으로 일반 건물에 PV 시스템을 적용했을 때와의 차이점을 살펴본 결과 전체적인 적용이 아닌 일부분에만 한정되어 적용된 점을 발견할 수 있었다. 또한 일반건물과 비슷하게 지붕 외 다양한 부위로 PV패널을 적용시키는 사례가 증가하고 있다는 점, BIPV, 차양방식 등 다양한 접합방식이 적용되는 것

을 알 수 있었다. 대부분의 경기장들이 경사를 강조하여 적용되었는데 이는 빛을 최대한 많이 모아 전력을 많이 생산하기 위함으로 알 수 있었다.

2. 해외 대형 경기장에 PV 시스템을 설치한 사례로 독일의 바데노바 스타디움, 스위스의 스타 데 스위스, 대만의 2009 월드 게임 메인 스타디움, 마지막으로 미국의 AT&T Park를 들어 살펴보았다. 그 결과 대만의 2009 월드 게임 메인 스타디움을 제외한 나머지 사례들은 다양한 건물과 PV 시스템의 접합방식을 적용했음에도 불구하고 모두 경사를 강조한 디자인이 주를 이뤘으며 이는 빛을 최대한으로 모아 전력을 효율성 있게 사용하려는 의도로 보인다.

감사의 글

본 연구는 국토해양부 첨단도시개발사업의 연구비 지원(과제번호# '06 건설핵심 B03)에 의해 수행되었습니다.

참고 문헌

1. 김혜성, 윤성원, "강재건축물의 BIPV 지지시스템과 적용 사례", 2008.12, pp.43-46
2. 국회 신·재생에너지 정책연구회, '우리나라의 신·재생에너지 기술개발 및 보급현황', 2007
3. Bundesliga, 'www.bundesliga.de'
4. 구글어스, 'earth.google.com'
5. Envirotrust, 'www.envirotrust.org'
6. Euro2008, 'www.euro2008info.net'
7. Skyscraperpage 'forum.skyscraperpage.com'
8. geocaching 'www.geocaching.com'
9. Greenlivingpedia 'www.greenlivingpedia.org'
10. Metaefficient 'www.metaefficient.com'
11. Stade de Alpes, 'perrine.flouret ville-grenoble.fr'
12. PG&E, 'www.pge.com'
13. Sharp USA, 'www.sharpUSA.com/solar'
14. Siemens, 'www.siemens.com/solar'
15. Solar Energy Power, 'www.solarenergypartnersaz.com'
16. Treehugger, 'www.treehugger.com'
17. Tritect, 'www.tritect-energy.com'
18. wired, 'www.wired.com'
19. 3-s, 'www.3-s.ch'