

초고층 건축물의 BIPV 설계 방안

김희서 | 단국대학교 건축공학과 교수, hskim@dankook.ac.kr

기존 방식으로 초고층 건물에 BIPV를 적용하였을 때 발생할 수 있는 설계, 시공, 유지관리 상의 문제점을 검토하여 에너지 절약을 위한 초고층 건축물의 BIPV 설계방안을 제시한다.

서론

체르노빌 사태이후 최악의 원전사고로 평가되는 후쿠시마 원전사고는 세계 각국의 에너지관련 정책에 변화를 일으키는 계기가 되었다. 독일과 같은 경우 후쿠시마 원전사태 이후 국가 전체 발전량의 7.5%에 달하는 6.3 GW 용량의 원전을 운영 중단하였고, 미국의 경우 정부차원의 급격한 정책 변화는 없으나 민간차원에서의 자발적인 대응으로 Three Mile Island 원전사태 이후 최대 규모의 원전사업으로 꼽히던 텍사스원전 사업 자체가 철회되었다.

글로벌 에너지 정책은 이미 변화가 시작되고 있다. 원전 리스크 전반이 높아지고 개별 기업차원에서도 원전 사업추진으로 인한 제반 비용이 높아지게 되면서 기업들은 원전을 대체할 수 있는 에너지원의 확보로 관심을 돌리고 있으며, 그 중에서도 자연으로부터 무한한 에너지를 제공받을 수 있는 신·재생에너지가 가장 궁극적인 대안으로 급부상 하고 있다.

특히, 에너지 해외 의존도가 96%이상이며 2010년 한 해 에너지수입액이 전체 수입액의 30%에 달할 정도로 에너지 빈국이면서, 동시에 에너지다소비 산업이 차지하는 비중이 높아 국제

유가 변동에 매우 취약한 구조를 갖고 있는 국내의 경우 신·재생에너지의 개발과 보급을 위한 실질적인 적용방안 및 에너지 절감 방안에 대한 연구에 보다 많은 관심이 필요할 때이다.

신·재생에너지 분야 중 건물일체형 태양광 발전시스템인 BIPV(Building Integrated Photovoltaic)는 전기에너지 생산이라는 본래의 기능에 건축물의 마감재를 절감하는 장점을 가지고 있어 지속적으로 보급이 증가하고 있다.

한편 세계 주요 도시에서는 도시의 확장, 인구밀집에 따른 지가상승 등으로 토지 이용의 효율성을 높이고 도심의 공동화 현상을 해결하기 위하여 초고층 빌딩 건축이 활발하게 일어나고 있다(그림 1 참조).

초고층 건축물의 경우, 수직 방향 확장으로 인한 외피면적의 증가와 외피의 All Glass화로 인해 냉·난방 부하가 동시에 나타나기 때문에 중층 아파트의 가구에 비해 2~3배 정도 에너지 소비량이 높아 에너지 절감 및 생산 기술에 대한 수요가 매우 높다.

따라서 넓은 수광 면적을 확보할 수 있는 초고층 건축물에 BIPV를 적용하여 태양광에 의해 발전된 전력을 사용함으로써 초고층 건축물에 사용되는 에너지를 줄일 수 있다.

태양전지의 응용을 통한 초고층 건물의 에너지 절감기술은 단순한 의미의 에너지 절감 외에 다음과 같은 장점을 가지고 있다.

첫째, 초고층 건물 외피 부분에 BIPV를 적용함으로써 값비싼 외장재를 사용하지 않아도 되고, 넓은 외피면적을 통하여 전력을 생산할 수 있다.

구분	국 외						
	Burj Khalifa	타이페이 101	상하이 세계금융센터	Petronas Towers	Willis Tower	CITIC Plaza	Empire State Building
이미지							
위 치	두바이	타이페이	상하이	쿠알라룸푸르	시카고	광저우	뉴욕
높이(m)	700	509	492	452	442	391	381
층 수	189	101	101	88	108	88	102
구분	국 내						
	인천 타워	부산 롯데타워	Parc1-Tower	송도 NEATT	타워 팰리스III	목동 하이패러온	63빌딩
이미지							
높이(m)	587	510	334	305	264	256	249
층 수	151	107	75	68	69	69	60

[그림 1] 국내·외 초고층 건축물 현황

둘째, 건물 인접에 있는 건물들의 음영으로 인해 PV 효율이 떨어지는 것을 피할 수 있다.

셋째, 초고층 건물의 경우 커튼월 외피시스템을 사용하므로 커튼월 적용 BIPV를 필요로 하며 이는 초고층 건축물의 시공에 보다 유리할 수 있다.

넷째, BIPV의 통합설계를 통하여 발전량 외의 냉·난방부하의 부담을 줄일 수 있으며, Peak-Cut 효과가 있다.

다섯째, 초고층 건축물에 BIPV를 적용함에 있어 자연채광 성능조절을 통해 실내 조명부하 및 의장요소의 다양성을 확보할 수 있다.

이런 많은 장점을 가지고 있음에도 불구하고 BIPV를 적용하는 건축물의 규모는 현재까지 중·대규모 건축물 위주로 진행되어왔으며, 초고층 건축물과 같이 수직적으로 확장된 건축물의 외부환경조건에 대응하기 위한 BIPV의 적용



은 전세계적으로도 그 사례를 찾기 어려운 실정이다.

따라서, 본 원고에서는 초고층 건축물에 BIPV를 적용하였을 때 발생할 수 있는 문제점을 고려한 초고층 건축물의 BIPV 설계방안을 기술하고자 한다.

초고층 건축물의 BIPV 적용사례

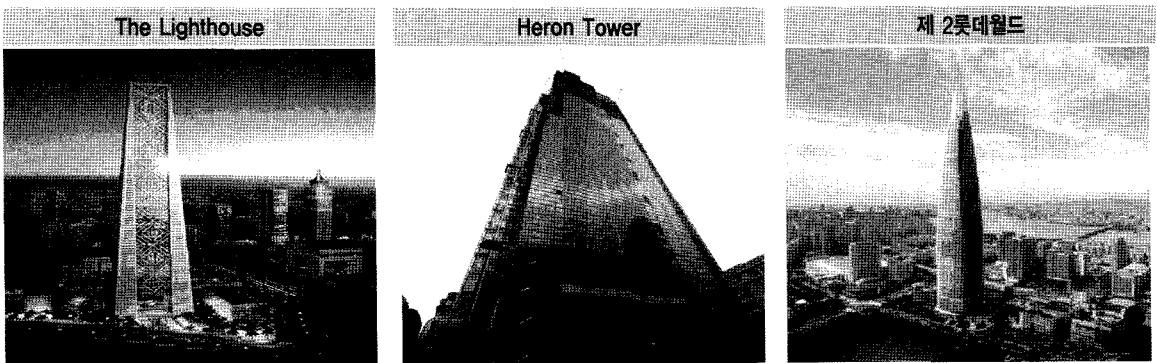
최근에 지어지고 있는 초고층 건축물은 건물에너지의 소비량을 감축하고자 BIPV 외에도 다양한 형태의 신·재생에너지를 융복합하여 활용하는데 초점을 맞추고 있으며, 도시의 이미지제고를 위한 단순한 높이경쟁에서 벗어나 기능을 증시한 친환경적인 초고층 건축물을 건설하기 위한 방향

으로 그 모습이 점차 변해가고 있다(그림 2 참조).

라이트하우스(Light House)

아랍에미리트(UAE)의 두바이에 건설될 '라이트하우스(Light House)'는 총 84,000 m², 66층 규모의 상업용 건물로 두바이 최초의 '저탄소' 타워라는 점에서 그 의미를 찾을 수 있다.

'라이트하우스'는 풍력 터빈과 태양광 발전 패널을 설치하여 중동의 세찬 모래바람과 작열하는 태양 에너지를 적극 활용하는 에너지 절약형 건물이다. 지름 29 m 규모의 225 kW급 풍력 터빈 3대와 더불어 타워의 남쪽 면에 4,000개의 태양광 발전 패널을 설치하여 건물 전체 에너지 소비량은 65%까지, 물 소비량은 40%까지 절약

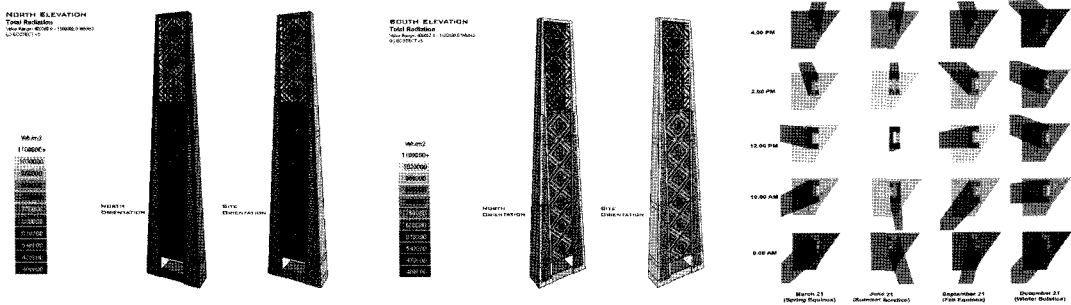


두바이, 402m, 64층, 풍력 및 태양광 발전

런던, 202m, 46층, 태양광

잠실, 555m, 123층, 지열 및 태양광, 태양열

[그림 2] 초고층 건축물의 BIPV 적용사례



[그림 3] 라이트하우스 일사량 분석 및 음영시뮬레이션

한다. 이 건물은 두바이가 단지 불거리용 빌딩으로만 가득한 도시가 아니라는 사실을 증명할 것이며 이 타워가 미래형 저탄소 빌딩의 실제 프로토타입으로, 더 많은 '지속가능한' 개발을 추동하는 계기가 될 것으로 보인다(그림 3 참조).

헤론 타워(Heron Tower)

영국 런던에 위치한 '헤론 타워(Heron Tower)'는 높이 202 m, 총 면적 42,873 m², 층수는 46층의 규모로 런던의 새로운 랜드마크로 급부상하고 있다. '헤론 타워'는 대표적인 BIPV 초고층 적용사례로써 남측면에 3,000 m²의 PV모듈을 설치하였고 태양광에 의한 연간발전량은 92,000 kWh에 달한다. 이는 건물 전체 전기소비량의 2.2%를 줄일 수 있으며 따라서 연간 850,000 kg의 탄소배출량을 저감할 수 있다. 또한 건물의 외피는 triple-skin과 PV배일로 설치되어 있어 일사차폐기능까지 갖게 되어 여름철 냉방에너지를 저감할 수 있도록 설계되었다(그림 4 참조).

제2롯데월드(Lotte World)

국내에서 시공 중인 제 2롯데월드는 연면적 78만 2497 m²(23만6700평)에 국내 최고 높이인 555 m로, 123층의 초고층 건축물과 7개의 저층 건물이 송파구 신천동에 들어설 예정이다. 2013년까지는 저층부의 건축물을 지은 후 초고층 건축물을 세워 2015년까지 모든 건축물은 완공될 예정

이며, 완공이후에 제2롯데월드는 세계에서 3번째로 높은 초고층 빌딩과 세계에서 6번째로 규모가 큰 쇼핑몰을 갖게 된다.

초고층 건물에 설치되는 신·재생에너지는 국내 최초, 최대 규모가 될 것으로 예상하고 있으며 현재 공사가 진행 중인 지열뿐만 아니라 다양한 신·재생에너지가 포함되어 '친환경 단지'의 의미를 가질 것으로 보인다.

건물 아래에는 국내 최대 규모인 2920 RT(냉동톤)의 지열시스템을 설치하고 초고층 외벽 유리에는 375 kW 규모의 건물일체형 태양광 모듈(BIPV)을 장착할 계획이다.

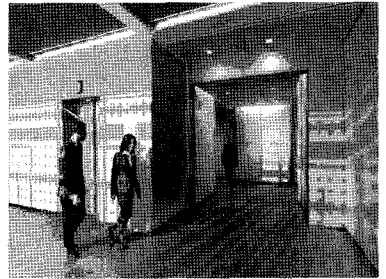
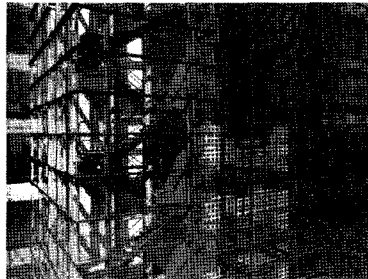
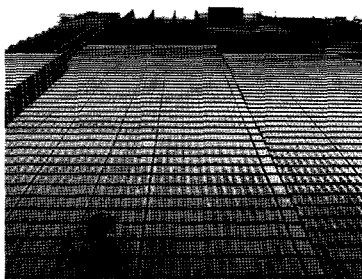
이밖에 옥상에는 소형풍력기 여러 대를 설치해 20 kW의 전력을 생산하고, 연료전지와 태양열 설비를 각각 100 kW, 262 kW의 규모로 설치한다.

특히, 송파대로를 통과하는 광역 상수도 배관 내 원수의 수온차를 이용한 '광역상수원 이용방식'이 적용된다. 이는 제 2롯데월드 냉·난방의 30%를 책임질 예정이며 이 에너지원들은 전체 에너지 사용량의 7.5%를 차지할 것으로 예상된다.

국내 신재생 에너지 보급 및 정책

신·재생에너지 이용 건축물인증제도는 총 에너지사용량의 일정비율 이상을 신·재생에너지로 이용한 건축물의 경우, 신·재생에너지 공급률에 따라 등급을 인증 받을 수 있는 제도를 말한다.

신·재생에너지 공급률이란, 총 에너지 사용량



[그림 4] Heron Tower의 BIPV 적용



<표 1> 인증등급 부여기준

등급	신·재생에너지 공급률
1	20% 초과
2	15% 초과 20% 이하
3	10% 초과 15% 이하
4	5% 초과 10% 이하
5	3% 초과 5% 이하

중 신·재생에너지 설비를 통해 생산되는 에너지량이 차지하는 비율로써, 인증대상은 「건축법시행령」제91조 제2항에 의한 건축물 중 연면적 1000 m² 이상인 신축 ‘업무시설’이다.

본 제도는 건물부분에서 소비되는 에너지를 절약하는 역할 뿐만아니라 친환경에너지를 스스로 생산·소비할 수 있는 체제로, CO₂ 배출을 최소화하는 등 신·재생에너지 이용 건축물의 보급·확산을 촉진하기 위한 것으로 인증을 취득하고자 할 경우 인증신청 후, 50일 이내에 인증여부에 따라 인증서를 발급받을 수 있다.

인증기관은 한국건설기술연구원 및 한국에너지기술연구원에서 담당하고, 신·재생에너지센터에서 운영하도록 되어있다.

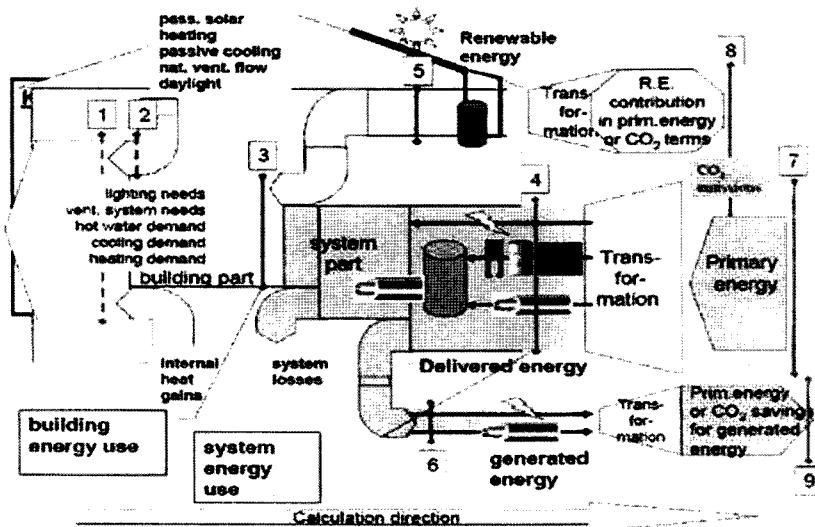
인증심사는 신·재생에너지 공급률에 따라 다음과 같이 등급을 부여한다(표 1 참조).

$$\text{신·재생에너지 공급률} = \frac{\text{신·재생에너지생산량}}{\text{총에너지사용량}} \times 100$$

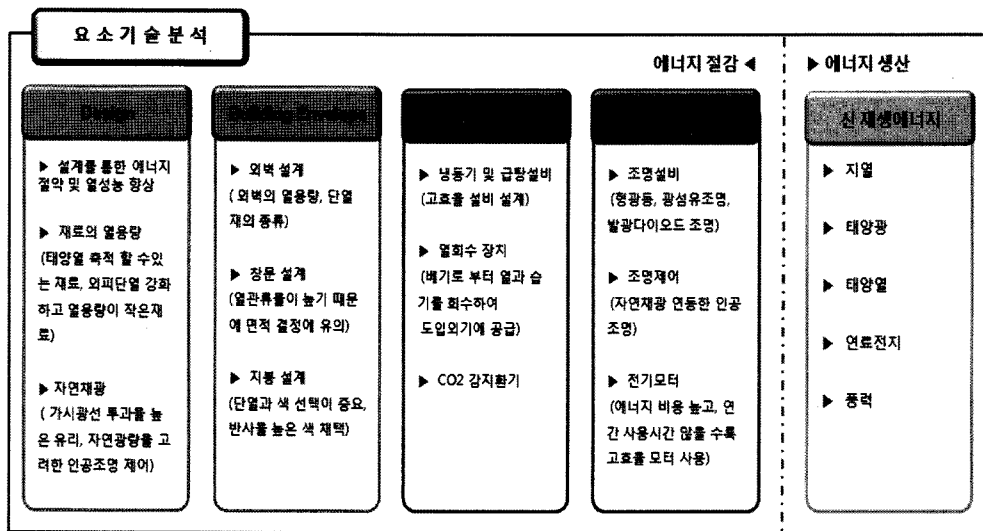
총에너지 사용량이란 건축물 에너지효율등급 인증규정에서 정하는 에너지소요량에 신·재생에너지생산량을 가산한 에너지량으로써, 그림 5와 같이 ISO13790(건물에너지 성능-공간 냉난방에 대한 에너지 사용산정) 등 국제 규격에 따라 종합적으로 평가하도록 제작된 전용프로그램에 의하여 산출하며 건축물 에너지효율등급 인증규정에서 평가방법으로 현재 활용중이다.

초고층 건축물의 에너지 저감 방안

건축물 에너지 소비저감을 위한 요소기술은 절감 기술로서 자연형 에너지 절약기술(Design, Building Envelope), 설비효율 향상기술(Active Mechanical System, Electrical Power



[그림 5] 총에너지 사용량 산출방법



[그림 6] 에너지 저감을 위한 요소기술

System)이 있으며 에너지 생산기술인 신재생에너지 적용기술로 구별할 수 있다.

초고층 건축물의 에너지 저감을 위한 에너지 절감/생산에 대한 요소기술과 세부내용은 다음과 같은 예를 들 수 있다(그림 6 참조).

초고층 건축물은 일사 수광 조건, 음영문제 등과 밀한 도심내의 일반건축물 조건과 달리 많은 장점을 가지고 있으나 전기에너지의 소비 비중이 높고, 이를 절감 또는 대체할 수 있는 기술이 뚜렷하게 없다는 점에서 초고층 건축물에 잘 어울리는 요소기술이라 할 수 있다.

초고층 건축물의 BIPV 적용 가능성

현재 추진되고 있는 신도시나 도시재생 프로그램에서 중점적으로 논의되는 것이 바로 초고층 건축이며, 이는 신도시에서 도시의 아이덴티티 확보를 위한 수단이며, 도심 활성화에 적합한 수단으로서 경제적으로는 물론, 사회적으로 미치는 영향은 매우 크다고 할 수 있다.

초고층을 포함한 BIPV 시장은 공공기관 이전 사업이 마무리되는 2012년에는 약 4,000억 정도의 시장이 형성될 것으로 예상되며, 최근 각 창

호업체에서는 다양한 기술의 BIPV를 속속 출시하고 있다.

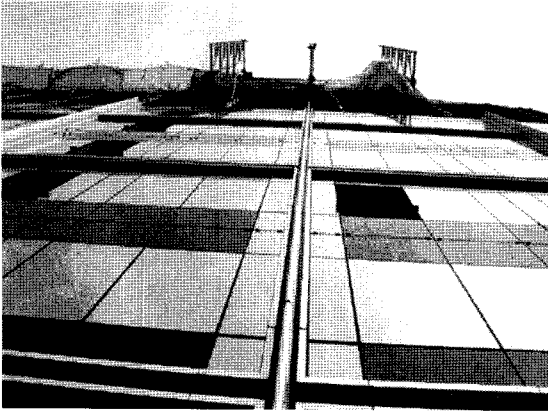
각 업체들이 이렇게 BIPV 시장에 진입하려는 이유는 간단하다. 바로 향후 성장가능성이 충분하기 때문이다.

BIPV의 경우 초고층 건축물의 외부에 설치되어 이와 같은 효과를 극대화 할 수 있다는 점과 신재생에너지의 다른 기술에 비해 비교적 안정적 전력원(Power Source)으로서의 역할이 기대되며, Peak-Cut, 냉·난방부하의 부하저감을 한꺼번에 조절할 수 있다는 점에서 매우 효과적이다(그림 7 참조).

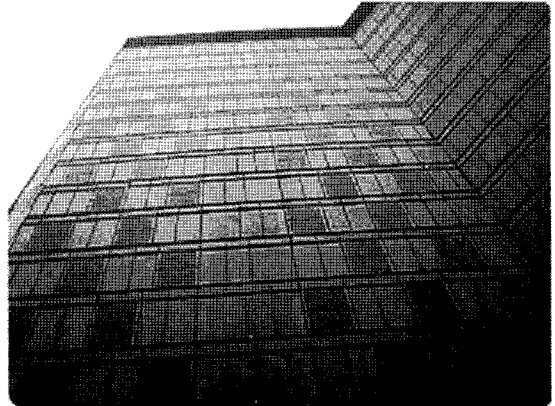
이와 같은 장점에 힘입어 최근 국내에서는 보급을 위한 시장의 확대가 기대되고 있다.

이외에도 초고층 건축물에 적용 될 BIPV의 경우 시공 및 유지관리 특성을 고려하기 위해 Unit형 커튼 월 시스템으로 설계되어야 하고 경제성 및 환경성능 등의 분석을 통한 높은 설치비를 경감할 수 있는 추가적인 이점이 초기설계 단계부터 고려되어야 하며, 이러한 복합적인 기능을 통합한 비용절감 효과가 기대된다.

또한, 초고층 건축물의 구조, 설비계획 및 입면 디자인 요소와의 최적 해법을 도출하는 것도 중



4Times Square



인천송도 E6 호텔

[그림 7] 초고층 건축물 BIPV적용 사례

요하다.

BIPV의 경우 저비용으로 시스템의 효율성(무게, 풍하중)을 극대화하기 위한 방안으로 에너지 절약성능이 우수한 고단열·고효율 BIPV 시스템으로 설계되어야 한다.

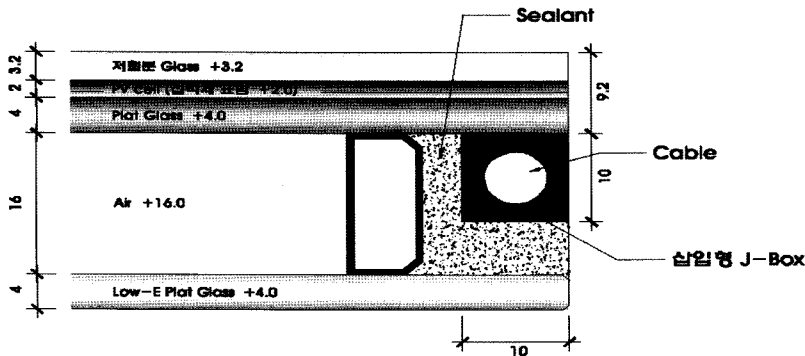
BIPV를 초고층 건축물에 적용하는 데 있어 고려해야 할 BIPV 구성요소 별 상세설계 및 시공 기술 사항은 다음과 같다.

모듈

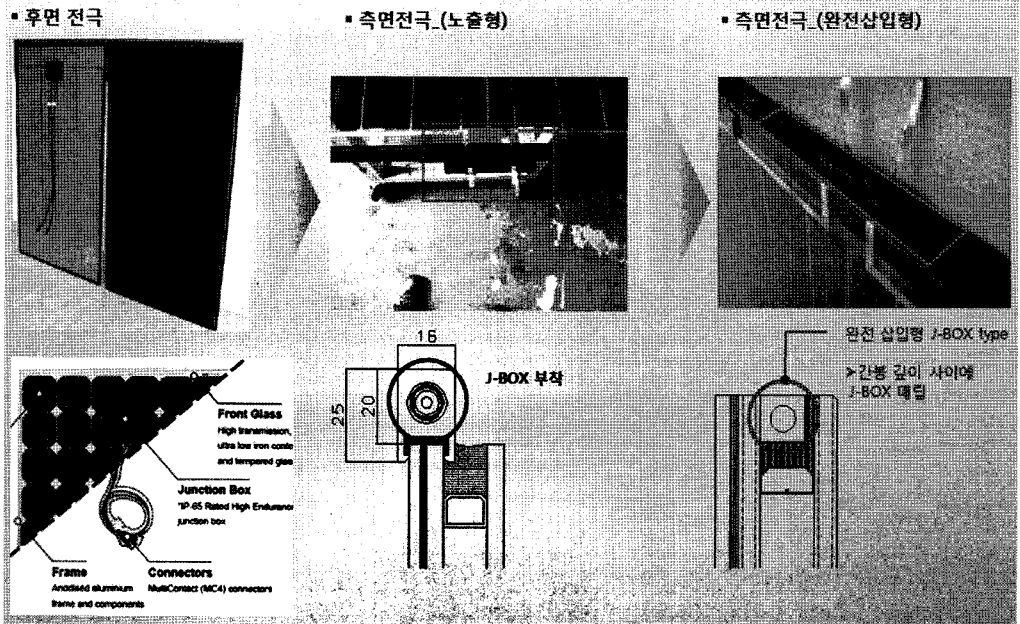
초고층 건축물의 경우 높은 층고에 대응 하려면 조립과 미관적인 차원에서 대면적 모듈이 유리하

기 때문에 대면적 모듈의 제작기술이 보다 효과적이다. 현재까지 투광형 박막 태양전지 모듈은 대면적 기술의 적용이 어려워 크기 옵션에 대응 가능한 투광성의 결정질 태양전지 모듈이 적극 검토되어 지고 있다. 또한, 초고층 건축물 적용 모듈은 냉·난방 부하저감을 위한 단열조합을 가져야 하는데 이때 고려해야 할 사항은 모듈무게에 대한 검토이다. 따라서 유리의 층(layer)수를 늘리는 대신 중공층의 간격을 효과적으로 넓힌다던가(16 m 간봉), Low-E코팅을 하는 등 무게를 줄이면서 단열성능을 확보하는 방안의 설정이 필요하다(그림 8 참조).

배선 연결은 시공성과 배선 자체의 무게 때문에



[그림 8] 모듈의 단면 구성의 예



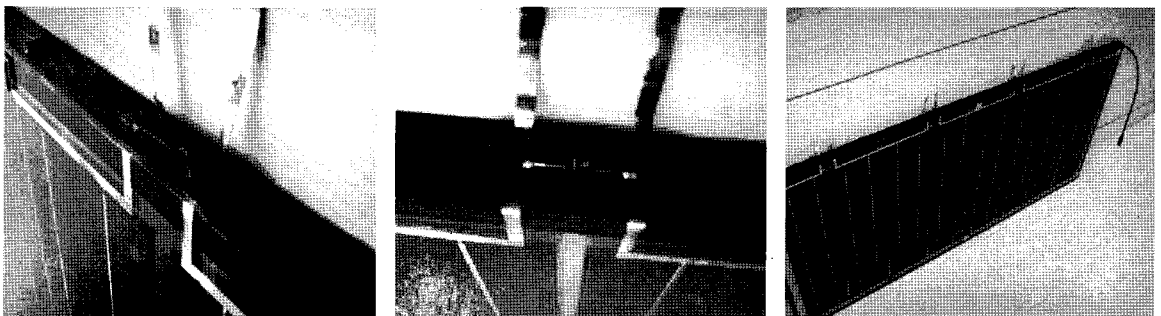
[그림 9] Junction Box의 발전 과정

초고층 건축물의 BIPV 적용을 어렵게 하는 요소이다. 경량·경전송을 고려한 정선박스 (Junction-Box) 및 배선처리 방안이 추가적으로 고려되어야 하며 이로 인해 필요 없는 배선 길이를 줄일 수 있다.

BIPV 모듈의 배선 연결을 위한 Junction Box는 다음의 그림 9와 같이 발전되어 왔다. 후면 전극은 외부로 노출되기 때문에 외관상 불리할 뿐만 아니라 탈락 현상과 누수로 인한 누전 등의 안

전상의 문제점이 나타날 수 있다. 노출된 측면 전극은 프레임에 물려서 외관상으로는 보이지 않지만 프레임에 물리는 길이만큼 프레임의 폭이 늘어날 수 있다.

완전 삽입된 측면 전극은 복층화한 모듈에 삽입되어 있어 부착성이 뛰어나며 외부로 돌출되지 않아 프레임의 미관상으로도 유리하다(그림 10 참조).



[그림 10] 완전 삽입형 전극의 구성사례



프레임

BIPV 모듈 및 프레임의 요소 개발은 기준 요구 성능에 부합해야 하며, 모듈 설치를 위한 추가 공정 없이 진행할 수 있도록 Connecting Cable 최소화 또는 Wireless화가 가능한 제작도 고려할 필요가 있다.

초고층 건축물에 BIPV를 적용에 있어 프레임은 고층부의 높은 풍압에 따른 층간 수직변위 대응 능력이 뛰어나야 하며, 모든 구성부재가 공장에서 조립되어 공기 단축에 유리해야 한다.

따라서, 기존의 BIPV 시공방식과 달리 초고층 건축물에 적합한 공법은 Unit형 커튼월 시스템의 응용이 적합하다고 할 수 있다(표 2 참조).

Unit형 커튼 월은 구성부재를 공장에서 완전히 조립하고 Unit화하여 현장에 반입, 설치하는 시스템으로 모든 조립이 공장에서 이루어지므로 커튼 월의 품질 상승을 도모할 수 있으며 고층 건축물에 적합한 여러 가지 장점이 있다. 특히 건물의 이동하중에 의한 층간 수직변위 대응 능력이 뛰어난 장점이 있으며 최근 국내 또는 해외 고층건축물에서는 대부분 이 공법을 사용한다(그림 11

~13 참조).

커튼월에서 주요 구조재는 Mullion이 되며 Mullion은 각층 부재가 상호 연결되어 응력을 전달하고 있으므로 어느 한 층의 구조적 분석보다 시작부분부터 끝부분까지 전층을 분석하는 것이 바람직하다. 또한 커튼월은 활점(Hinge)의 위치가 휨 응력에 영향을 주므로 Anchor로부터 Mullion 연결부까지의 위치가 정확히 계산되어야 한다.

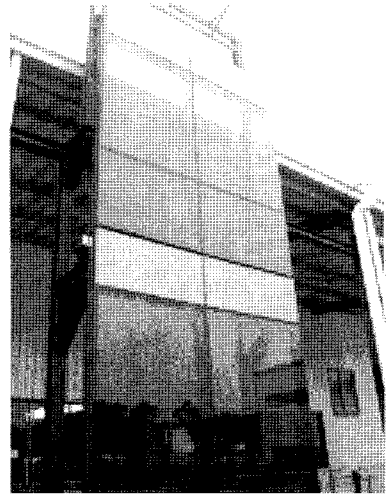
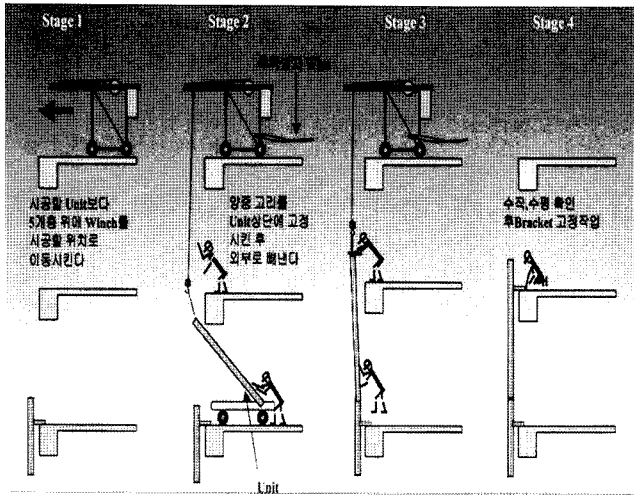
단위 Unit Type을 구조적으로 안정하면서 디자인 할 수 있는지 알아보기 위하여 BIPV에서의 프레임의 구조적인 검토가 필요하다고 할 수 있다(그림 14 참조).

BIPV 적용 시 프레임에서 특히 고려해야 할 사항은 배선 문제이다. 프레임에 배선을 할 수 있는 공간이 존재해야 하고 유리에서 발전된 전기를 모으고 시공과 유지관리를 쉽게 위해서는 창호의 뒤쪽으로 배선을 할 것이다.

이러한 배선을 위해서는 유닛 간 프레임의 홀가공에 대한 검토가 선행되어야 하며, 프레임의 홀가공은 구조적인 문제는 물론, 이후 누수 및 단열 성능 저하로 인한 결로 등 유지관리와 직결된 사

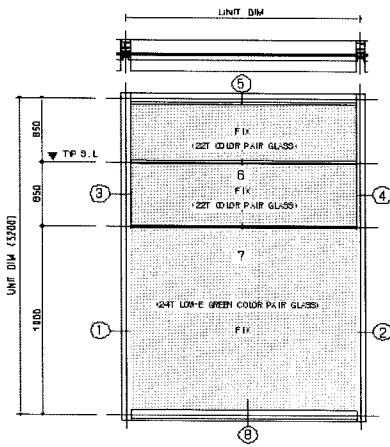
<표 2> 커튼월 시스템의 의장적 특징

구분	STICK SYSTEM	UNIT SYSTEM
설 계	• 설계가 비교적 용이한 편이고 일반적인 공사에 적용됨.	• 설계가 어려우며 국내에 아직 전문가가 많지 않고 대형공사에서 주로 채택
품 질	• 가공을 제외한 조립, 설치가 현장에서 이루어지며, 품질이 떨어지고 Quality Control이 어려움.	• 가공 조립이 공장에서 이루어지며 현장에서는 설치만 하므로 품질이 우수하고, Quality Control이 용이
성 능	• 조립 설치가 현장 기능공의 현장 작업에 의존하므로 설계 의도대로 조립, 시공되기가 어려우며 이에 따라 제 성능을 발휘하기가 어려움.	• 공장에서 조립되는 관계로 품질이 우수하므로 수밀, 기밀, 단열 성능 등이 우수
운 반	• 공장에서 가공하여 Bar의 상태로 운반하므로 운반이 용이하고 저렴	• 공장에서 완전히 조립되어 운반되므로 운반Volume이 커지고 주의가 요구되며 운반비용이 비교적 많이 듦
시공성 및 기	• 모든 구성 부재가 현장에서 조립 되므로 시공이 번거로우며 공사 기간은 Man Power에 의해 조절될 수 있으나 동일 Man Power일 경우 공기가 길어짐.	• 모든 구성부재가 공장에서 조립되므로 공장에서 사전 작업이 될 수 있어 공기의 단축에 유리하며 시공성은 유리의 현장 취부에 따라 달라짐.
경제성	• 구성 부재의 형태, Size에 따라 좌우됨.	• 주요 구조재인 Mullion이 암, 수 2개로 분리되어 있어 구조적으로 비경제적임.

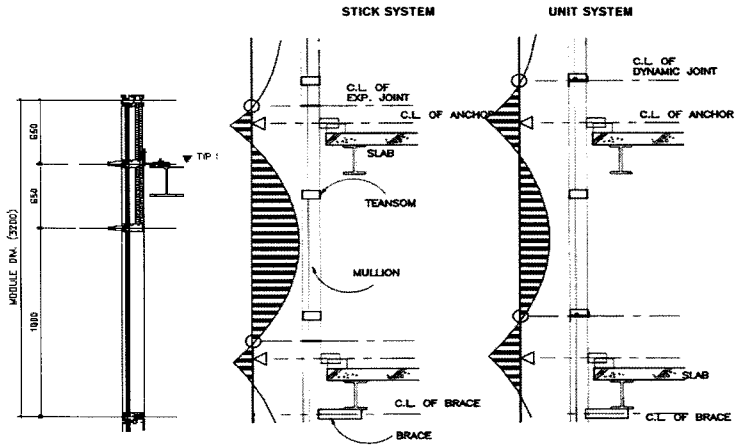


[그림 11] Unit Type Curtain Wall 조립

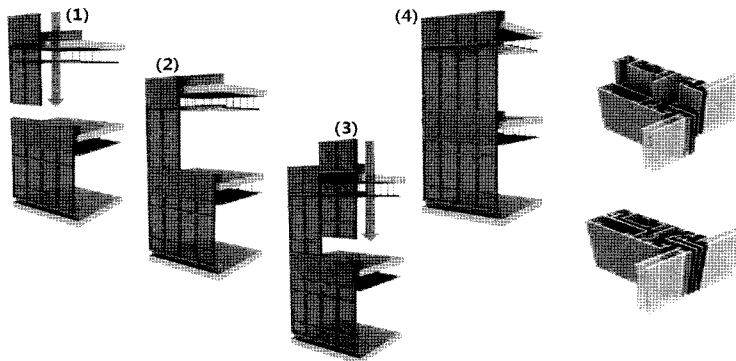
[그림 12] Unit형 커튼 월



[그림 13] All-Glass Unit Type Unit



[그림 14] 커튼 월 활점(HINGE)의 위치



[그림 15] Unit형 커튼 월 시스템 설계



항이므로 홀가공에 대한 도면의 상세 검토를 통하여 반드시 고려되어야 하는 부분이다(그림 15 참조).

환경성능분석

건축물의 외부 전면을 커버해야 하는 커튼 월에서 알루미늄 바 자체가 단열이나 결로 방지 역할을 할 수 있어야 하는데 알루미늄은 재료의 특성상 열전도율이 높아 외부의 온도가 내부로 전달되지 않도록 하는 방법이 필요하다.

또한, 초고층 건축물의 에너지 소비 원인으로 창을 통한 일사의 열 획득 뿐만 아니라 상층부에서 풍속 및 풍압이 증가하여 저층부에서는 침입 외기가 증가하고 상층부에서는 누기현상이 발생함에 따라 외벽의 기밀 성능 및 단열 성능이 중요한 에너지 성능변수가 되며, 특히 그림 16과 같이 배선처리과정에서 일어나는 온도변화 예측을 통한 단열 및 결로 성능을 평가한다.

그림 17은 초고층 건축물 내·외부 조도분석(주광률 측정), 실내 조명 디밍(Dimming) 제어 시스템과의 연동에 따른 균제도 분석을 통해 BIPV 적용 시 실내 조명환경 성능평가의 사례를 보여주고, 그 외에도 초고층 건축물의 태양의 입사각도별(수직면, 수평면), 높이별 일사량이 상이

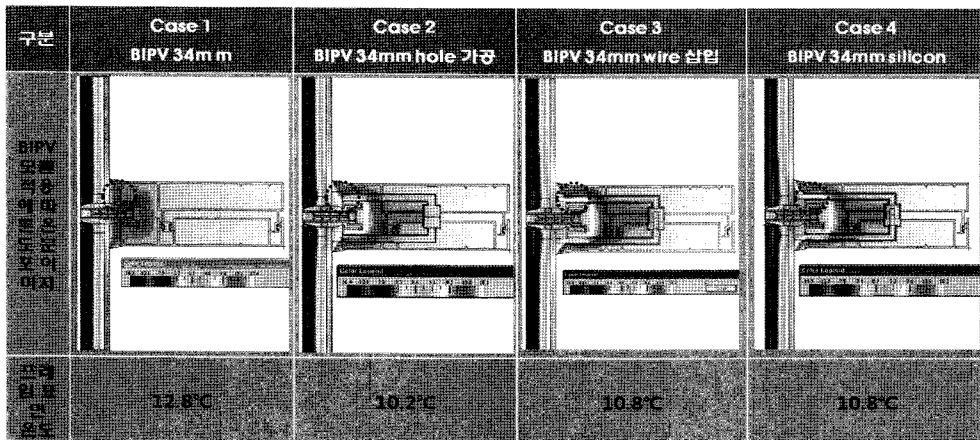
하게 나타나므로 측정 및 분석을 통한 BIPV 모듈의 직·병렬 연결의 고려와 함께 인버터의 적정 설계 조닝이 이루어져야 하며, 입사 각도별, 높이별 일사량 변화에 따라 차등적으로 계획되어야 한다(그림 18, 표 3참조).

초고층 건축물 BIPV의 적용 가능성은 전체 에너지 소비량 예측량에 대해 에너지 생산량(발전) 및 절감량(냉·난방 부하 절감 및 조명부하 절감)을 통해 통합적으로 분석되어야 하며 이를 통한 총체적 에너지 절감효과로서 예측 되어져야 한다.

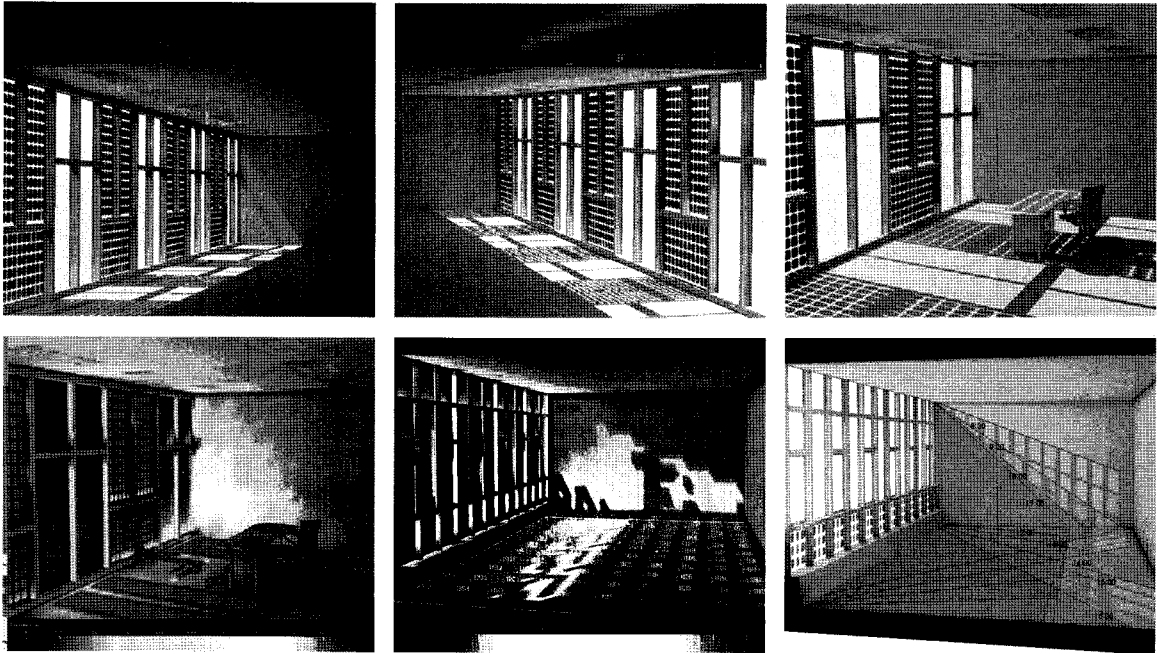
초고층 건축물에 적용 가능한 BIPV의 요소별 설계 방안

초고층 건축물에 가능한 BIPV의 시공 및 유지관리 특성을 고려하기 위해 Unit형 커튼 월 시스템으로 설계 되어야 하며, 경제성 및 환경 성능 등의 분석을 통한 높은 설치비를 경감할 수 있는 추가적인 이점이 초기설계 단계부터 고려되어야 한다.

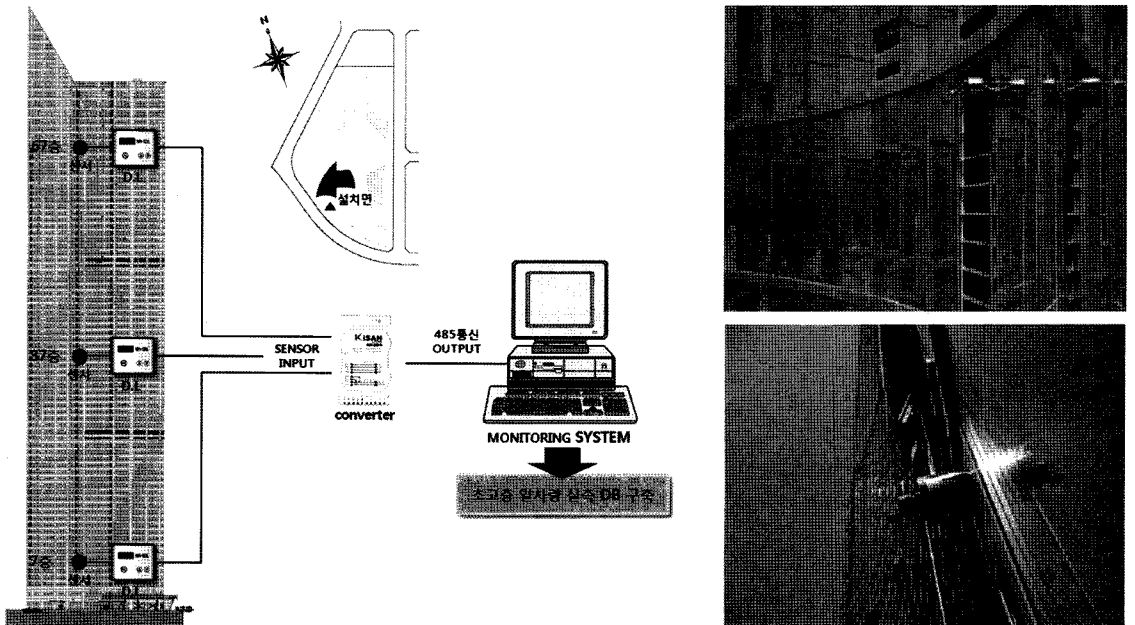
초고층 건축물의 구조, 설비계획 및 입면디자인 요소와의 최적 해법을 도출도 중요하다. 따라서 설계 초기단계부터 통합설계의 관점에서 기획되어야 하며, 저비용으로 시스템의 효용성(무계, 풍



[그림 16] 배선처리 과정에서 일어나는 온도변화

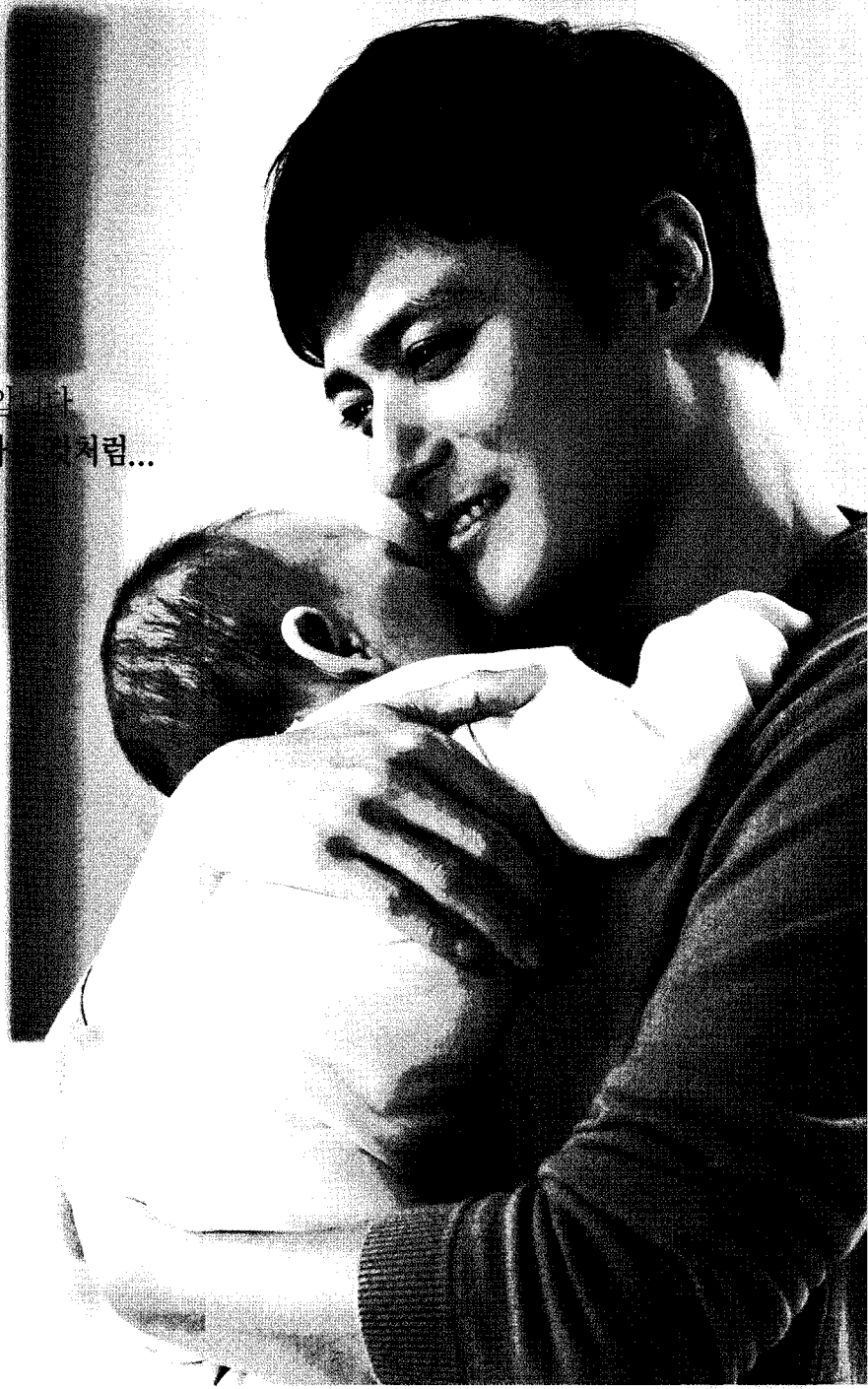


[그림 17] BIPV 적용에 따른 실내 조명환경 성능평가



[그림 18] 입사각도 별, 높이별 일사량 측정의 예

좋은 아빠는 아이의 마음을 잘 읽는다.
더샵이 당신의 마음을 아는지처럼...



마음을 읽습니다, 더샵

아이가 원하는 건 말하지 않아도 아는 자상한 아버지처럼 표현하지 못한 당신의 마음까지 더샵이 헤아리겠습니다
생활의 작은 부분까지 배려해 정성을 다해 짓는 집!
깊어진 더샵의 헤아림만큼 당신의 생활도 올라갑니다



아기와의 목욕이 더 즐거워지는
베이비 욕조



모서리 부분을 없애 안전을 더한
라운드형 벽체



까임 방지까지 세심하게 배려한
안전손잡이

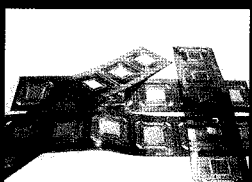
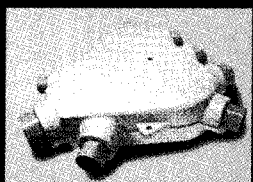
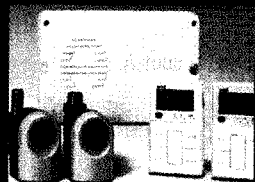
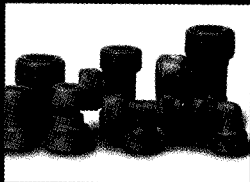
The Sharp

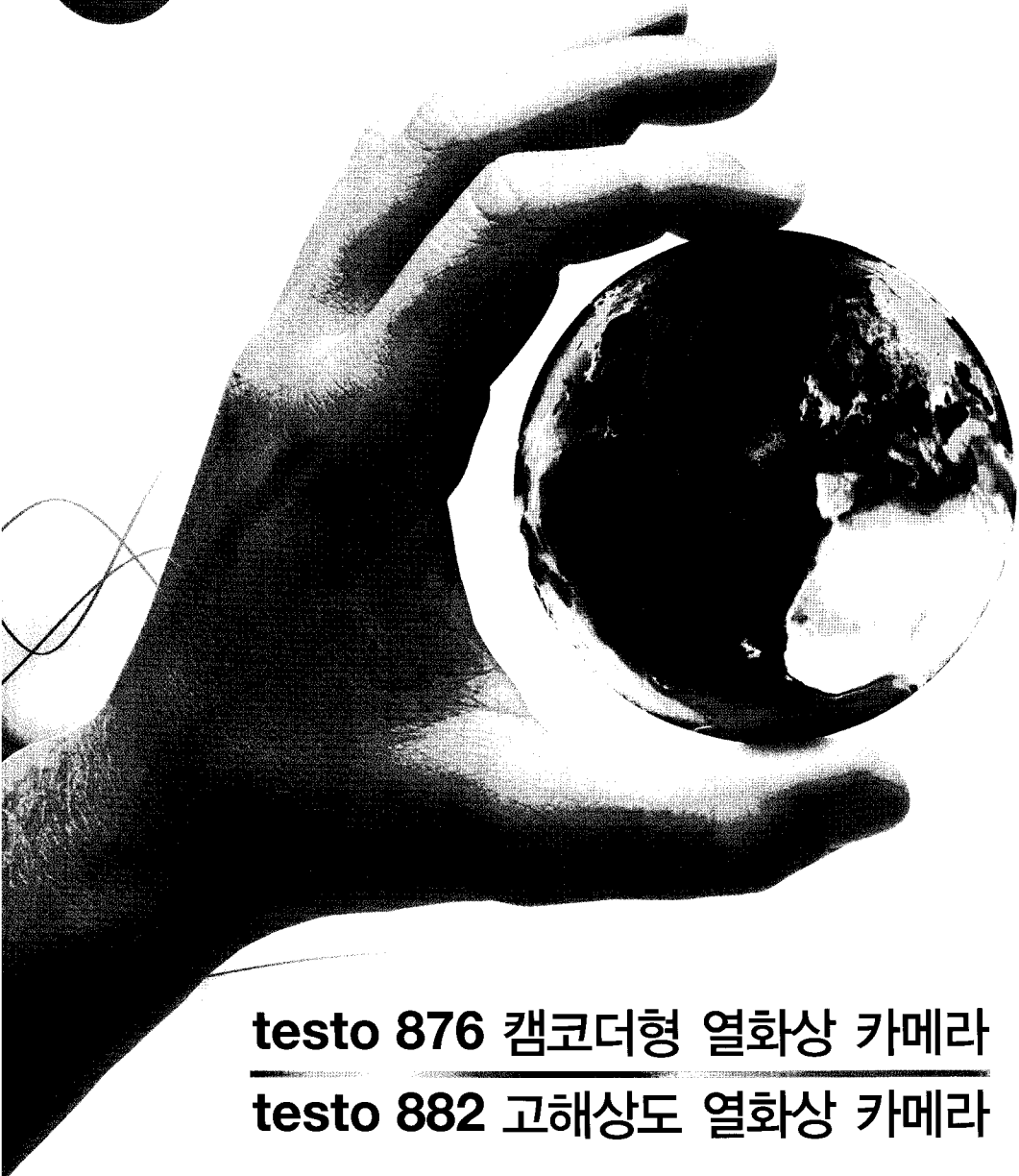


애강리메텍은 _____ 다

Unlimited Creative Power

애강리메텍은 사람에 가까운 기술, 자연에서 배우는 기술을 기본이념으로 혁신적이고 자연친화적인 제품개발에 앞장서고 있습니다.





testo 876 캠코더형 열화상 카메라

testo 882 고해상도 열화상 카메라

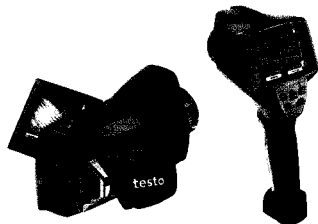
NEW

testo 876

캠코더형 열화상 카메라
 폴더형으로 자유롭게 움직일 수 있으며 회전이
 가능하여 어느 위치에서도 편리하게 열화상 이미
 지를 볼 수 있도록 디스플레이가 되어 있습니다.

testo 882

320x240 pixel의 열화상 카메라
 76,000개의 온도지점을 표시하여 사물을 분명
 하고 선명하게 보여주며 고온필터(옵션)를 통해
 최대 550°C까지 온도를 측정할 수 있습니다.



testo 876

testo 882

Twin-pix



열화상 이미지와 실영상을 하나로!!
 소프트웨어 IR-Soft 2.4의 트윈픽스(Twin-pix)
 기능을 통해 보다 효율적인 측정이 가능합니다.

유원 VAV 디퓨저 시스템을 제안합니다.

기존의 VAV 시스템보다
15 ~ 47%

이 증명된 제품

▷ 에너지 절약

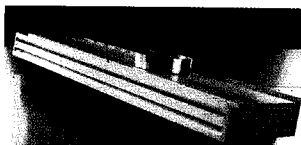
▷ 친환경 LEED 인증

▷ 쾌적성

▷ 다양한 실적



사각 디퓨저



리니어 디퓨저



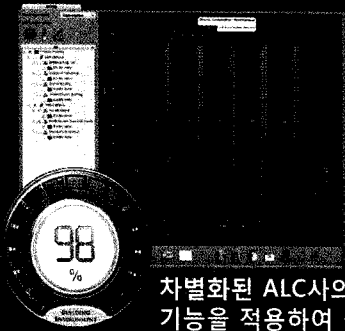
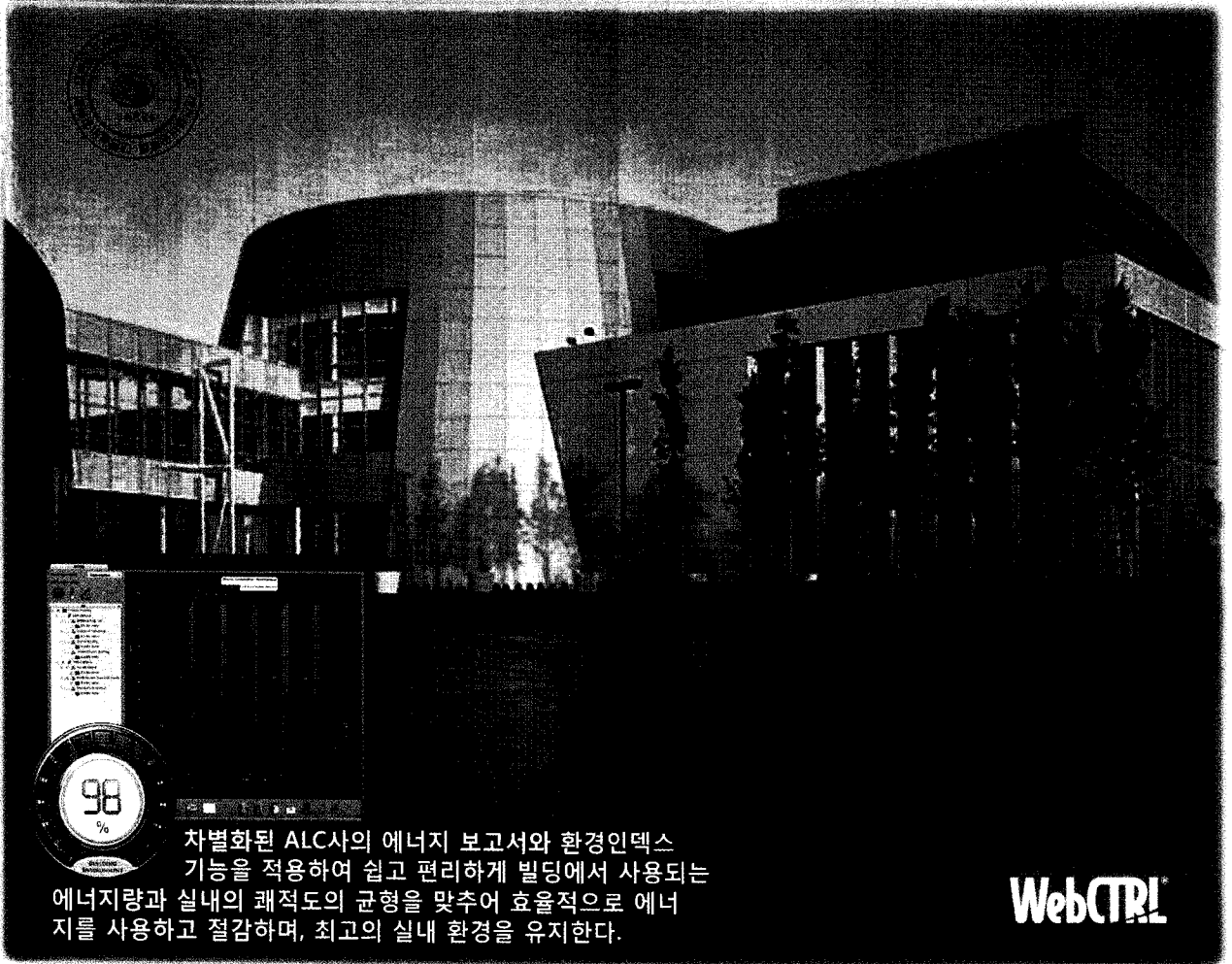
YOUONE
ENGINEERING

서울시 성동구 성수동 280-13
삼환디지털벤처타워 303호
Tel: (02) 2024.0480
Fax: (02) 2024.0488
www.youone.co.kr

AUTOMATED LOGIC[®]

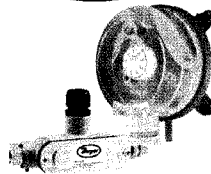
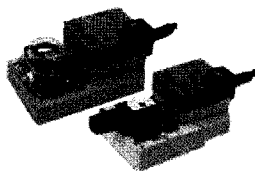
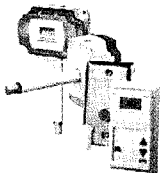
C O R P O R A T I O N

United Technologies Corp.(UTC)의 계열사로 30년 이상 사용하기 편리한 빌딩 자동 제어 시스템을 디자인 및 개발하는데 노력해왔으며, 최고의 에너지 효율과 건물내의 쾌적함을 제공.



차별화된 ALC사의 에너지 보고서와 환경인덱스 기능을 적용하여 쉽고 편리하게 빌딩에서 사용되는 에너지량과 실내의 쾌적도의 균형을 맞추어 효율적으로 에너지를 사용하고 절감하며, 최고의 실내 환경을 유지한다.

WebCTRL[®]



(주) 웹콘 서울 구로구 구로3동 212-26 이스페이스빌딩 807호
 TEL : 02.3282.3600 E-mail : webcon@chol.com 홈페이지 : www.webcon.co.kr

대열보일러 폐열회수(HRSG)시스템

폐열의 발생량과 온도, 폐열의 회수방법, 최종 배기 가스온도 등을 고려하여 시스템 엔지니어링 에서 부터 설계 제작 설치 검사 시운전에 이르기 까지 모든 과정을 경제적인 방법으로 일괄 Turn-Key처리하여 드리겠습니다.

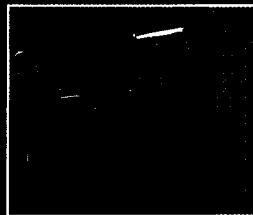
대열보일러 주요납품처



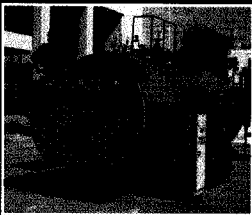
이라크 수출



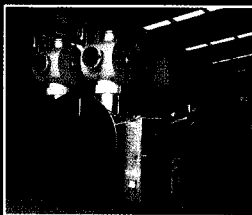
브라질 수출



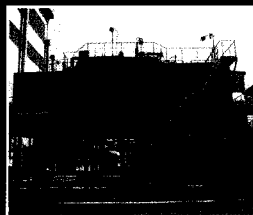
삼성서울병원



방글라데시 수출



부산생곡자원화시설



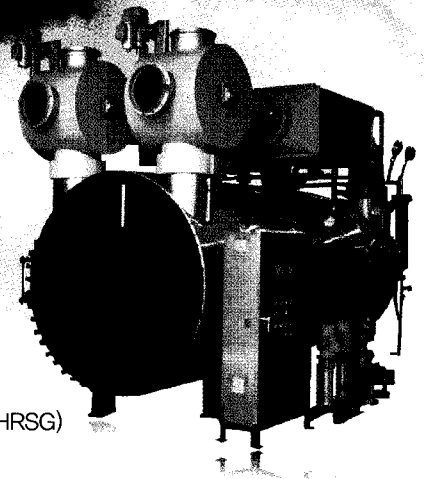
현대제철

대열보일러는 창업 41년의 산업용 보일러 생산 전문업체로 그동안 소각로, 소둔로, 코크스로, 유리용해로, 동용해로 등의 각종 폐열보일러를 다수 설치하였고 가스엔진용 폐열보일러(HRSG)도 제작하여 현대중공업(이라크, 브라질, 베네수엘라, 에콰도르 등), 방글라데시, 수원빈센트병원, 삼성의료원, 서울산업대, 부산음식물쓰레기소각장, 인터컨티넨탈호텔 등에 설치하였습니다.

Energy save
CO₂, NO_x Deduct

녹색환경
(Green environment)

폐열보일러(HRSG)



INNOBIZ



기술혁신활동소기

6007인증

17인증

우수제품인증 (E코칭)

에너지위너상

NET기법인증

신도유망

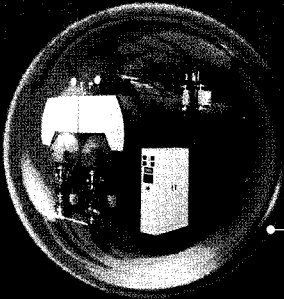
FA인증획득

ISO9001인증 (KCA인증)

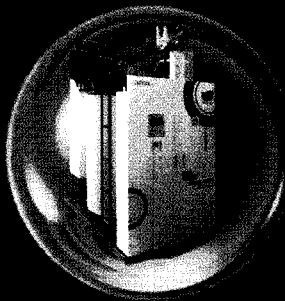
ISO14001인증 (KCA인증)

저탄소 콘덴싱 보일러 시리즈

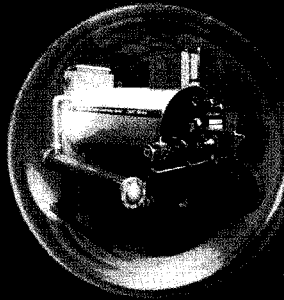
열원(에너지)이 필요한 고객과 사회에
친환경 · 고효율 제품을 제공하는 녹색기업으로서
고객에게는 비용절감을
국가에게는 국제경쟁력 강화를
후손에게는 아름다운 환경을 물려주기 위해
최선의 노력을 다하겠습니다.



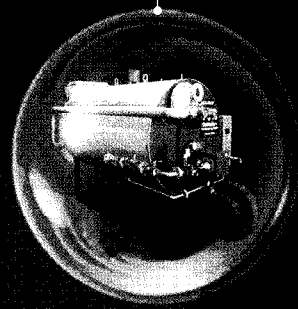
저탄소 투인보일러(DTF)



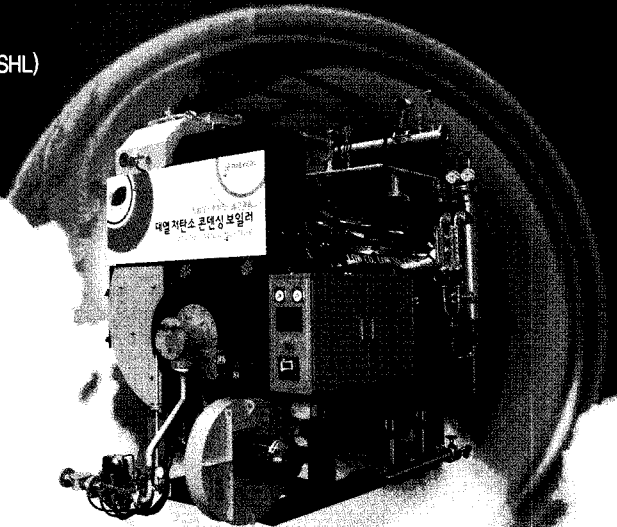
저탄소 콘덴싱 관류보일러(SACL)



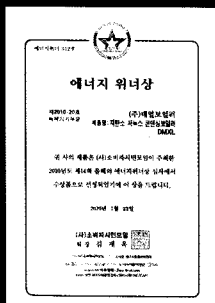
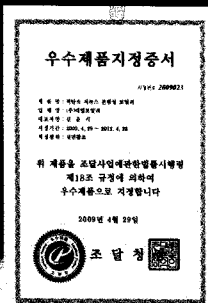
저탄소 콘덴싱 온수보일러(DSHL)



저탄소 콘덴싱 진공보일러(ASVL)



저탄소 저녹스 콘덴싱 보일러(DMXL)



- ☑ 운전효율 101.9%(진발열량기준) 달성 - 고효율기자재인증
- ☑ 스크러버(Scrubber)시스템 장착 - 특허등록
- ☑ 인버터연소, 급수제어 시스템 장착 - NET, 특허등록
- ☑ 저녹스 연소시스템 장착 - 특허등록

전국서비스문의
BnS (주)대열비엔에스 **1588-5461**

대표전화. 02)587-8011
긴급서비스전화. 031)431-0290
FAX. 02)587-8020

최고의 제품으로 고객에게 보답하겠습니다.



株式會社 大熱보일러
DAEYEO BOILER CO., LTD.



고객에게 희망을 전합니다.

고객존중 경영을 통해

소중한 고객의 가치 증진과 행복을 보증합니다.

보증업무

입찰부터 계약, 하자보수에 이르기까지 대한설비건설 공제조합이 보증해드립니다.

융자업무

운영자금, 시공자금의 대출부터 어음할인까지 조합원의 자금난을 해결해드립니다.

신용평가업무

기업의 경영 자료를 조사, 분석, 종합 판단하여 신용도를 평가해드립니다.

공제업무

근로자재해공제 및 영업배상 책임공제 증권 발급을 통해 금융비용을 절감해 드립니다.

보증가능금액확인서 발급

건설업 등록시 필수 제출서류인 보증가능금액 확인서를 발급해드립니다.



사이버 보증 시장의 리더! | 디지털 건설환경에 뉴-프론티어 대한설비건설공제조합 설비건설인과 늘 함께 하겠습니다.

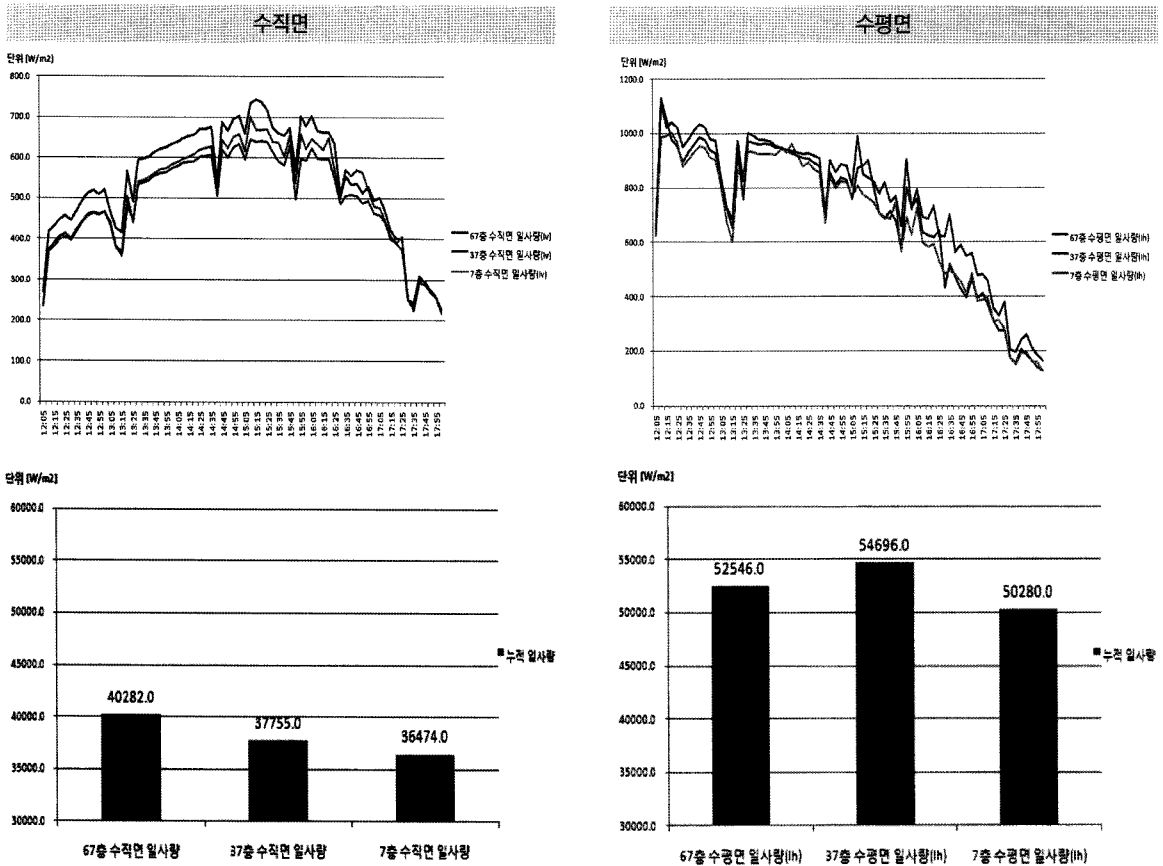
최고의 가치를 제공하는 보증·공제기관



대한설비건설공제조합
PLANT & MECHANICAL CONTRACTORS FINANCIAL COOPERATIVE OF KOREA



<표 3> 청천공시 높이별 수직 및 수평면 일사량 결과



하중)을 극대화하기 위한 방안으로 에너지 절약 성능이 우수한 고단열·고효율 BIPV시스템으로 설계되어야 한다.

BIPV 시스템은 단순히 PV가 가지고 있는 본래의 전기 생산 기능만이 아니라 재생에너지로서 에너지소비 절감 및 에너지 수급 그리고 그에 따른 이산화탄소 배출량 감소 등의 복합적인 결과를 얻을 수 있다(표 4 참조).

맺음말

도시의 랜드마크로 상징되어지는 초고층 건축물을 건설함에 있어서 신재생에너지를 활용하

지절약 및 생산기술은 선택이 아닌 필수적인 요소기술이며, 그 중에서도 BIPV(Building Integrated Photovoltaic)는 전기에너지 생산이라는 본래의 기능에 건축물의 마감재를 절감하는 장점이 있어 그 수요가 점차 확대될 전망이다.

본 원고에서는 초고층 건축물에 BIPV를 적용하였을 때 발생할 수 있는 문제점을 고려하여 다음과 같은 초고층 건축물의 BIPV 설계방안을 제시하였다.

(1) 초고층 건축물의 높은 층고에 대응하기 위해서는 대면적 모듈의 사용이 유리하므로 현재까지는 박막형 태양전지 모듈보다 크기 옵션에 다양

<표 4> 초고층 건축물에 적용 가능한 BIPV 설계 방안

항 목		설계 방안
모 듈	방위각	• 정남 $\pm 45^{\circ}\text{C}$ 기준으로 하되 건축물의 디자인에 따라 현장여건에 따라 선정
	경사각	• 일반적으로 건축물 입면에 90° 설치
	종류	• 태양전지의 다양한 시제품 모듈의 종류 및 기본 스펙의 결정
	규격	• 대면적 BIPV 모듈이라 함은 $900\text{ mm}\times 1,800\text{ mm}$ 이상 • 저철분 강화유리 원판의 최대사이즈는 $2,100\text{ mm}\times 2,400\text{ mm}$ 까지 제작이 가능하므로 범위내로 규격화
	셀 간격	• 설치형태 및 건축물의 용도에 따라 조절이 가능 • 채광성능과 출력량 중에서 중요도에 따라 결정
	복층화	• 열관류율 기준에 부합하는 열성능을 확보할 수 있는 모듈의 복층화 개념 설정
배 선	J-Box	• 간봉 길이 사이에 J-Box를 완전 삽입형으로 적용하는 것이 커튼월에 물리는 깊이가 적어 프레임의 Bar 짧게 설계 가능
	프레임 배선처리	• 장치 내 모든 배선 경로는 최단거리로 처리, 배선전선관 등으로 외부환경 영향을 배제
	커넥터 (모듈출력단자)	• 습기 및 빗물 침투방지구조
	태양전지판 직, 병렬 상태	• 태양전지 각 직렬군은 동일한 단락전류를 가진 모듈로 구성 • 1개 인버터에 연결된 각 직렬군의 출력 전압이 동일하여야 함.
커 튼 월	공법 선정	• 초고층 건축물의 시공 및 유지관리 특성을 고려하기 위해 Unit형 커튼 월 시스템으로 설계를 고려
	구조	• 풍압설계 및 커튼월 자체 무게를 고려한 프레임 설계
	단열 BAR 설계	• 아존 단열바가 일반 단열바보다 열전도율의 $1 / 1,500$ 이상 줄일 수 있으므로 단열 BAR의 설계는 건물의 열손실을 줄일 수 있다.
	앵커 연결부위	• 커튼월은 활점(HINGE)의 위치가 휨 응력에 영향을 줌으로 ANCHOR로부터 MULLION 연결부까지의 위치가 정확히 계산 되어야 한다.

하게 대응 가능한 결정질 태양전지 모듈이 적극 검토되어 지고 있다. 또한, 불필요한 배선을 줄이기 위한 처리 방안과 모듈의 경량화 위한 완전 삽입형 정선박스 (Junction-Box)의 모듈들이 제안되고 있다. 이와 같은 과정에서 Wireless화가 가능한 일체화된 배선처리 방안도 적극 고려할 필요가 있다.

(2) 프레임은 구조재로서 기본적인 요구 성능에 부합해야 하며, 모듈 설치를 위한 추가 공정 없이 진행할 수 있도록 Unit형 커튼월 시스템을 활용한 BIPV가 유리하다.

Unit형 BIPV 시스템은 부수적으로 공기단축 및 시공성을 확보할 수 있어야 한다.

Unit형 BIPV 시스템의 프레임은 모듈의 배선 처리를 위해 홀가공이 불가피하고, 홀가공은 구조성능 및 누수, 단열성능에 영향을 미칠 수 있으

므로 가공위치에 대한 충분한 검토가 이루어져야 한다.

(3) Unit형 BIPV 시스템 단열성능 및 자연채광 성능 평가는 초고층 건축물의 구조, 설비계획 및 입면디자인 요소와의 최적 해법을 위해 설계 초기단계부터 통합설계의 관점에서 기획되어야 하며, 저비용으로 시스템의 효율성(무게, 풍하중)을 극대화하기 위한 방안으로 에너지 절약성능이 우수한 고단열·고효율 BIPV시스템으로 설계되어야 한다.

(4) 초고층 건축물의 특성상 중·대형건축물과 달리 높이에 따른 일사량이 상이하게 나타나므로, 설계단계에서 측정 및 분석을 통한 BIPV 모듈의 직·병렬 연결의 고려와 함께 인버터의 적정 설계 조닝이 이루어져야 하며, 입사 각도별, 높이별 일사량 변화에 따라 차등적으로 계획 되



어야 한다.

이와 같은 초고층 건축물의 BIPV 에너지 생산 기술은 투과성, 고단열 기술 등의 건축물 에너지 절감 기법과 결합하여 에너지 다소비형 구조를 지닌 초고층 건축물에 보다 안정적인 에너지의 공급을 가능하게 한다. 그러나 현재까지 이와 같은 통합설계의 차원과 설계방법의 적용을 거친 BIPV 사례는 찾아보기 힘든 실정이다

초고층 건축물의 BIPV 적용 기술 발전과 보급 확대를 위해서는 친환경 인식변화를 바탕으로 한 관련 요소기술의 개발들이 향후 지속적인 R&D 사업의 육성과 지원으로 활성화되어야 할 것이다.

참고문헌

1. “에너지 저감 환경기술 개발 1단계 보고서”, 국토해양부 초고층복합빌딩사업단 (2011).
2. 김희서 외 3인, “BIPV시스템 내부 배선처리 공간의 단열 및 결로 성능 시뮬레이션을 통한 시공방안에 관한 연구”, 대한건축학회 논문집(2010).
3. “초고층연차실적보고서”, 국토해양부, 한국건설교통기술평가원, 초고층복합빌딩사업단 (2010).
4. 김희서 외 2인, “수직 외벽면 적용 BIPV의 Mock-up실험연구”, 한국태양에너지학회 논문집.(2009).
5. 이동훈, “잠실 롯데 슈퍼타워 어떻게 짓나 : 지상 555m, 112층... 옥상풍력발전기, 태양열 외벽으로 전력해결”, 조선일보사(2009).
6. “태양 전지 실용화 및 시공 기술 개발에 관한 연구”, 한화건설 (2009).
7. 환경에너지 경제 효율 ‘지속가능한 초고층’의 화두 -21세기도시개발개념은 Sustainable Compact City, 그 중심에 초고층건축이-, 건설저널(2009).
8. 정근영, 홍성관, 최안섭, 리차드 미스트리, 이정호, “초고층빌딩의 BIPV 적용성 검토를 위한 선진 사례 조사”, 대한건축학회 학술발대회 논문집(2007).
9. 박순전 “초고층 건축기술-부산 제2롯데월드 프로젝트를 중심으로”, 제5차 한국초고층 건축포럼(2005). 