

에너지 부하 감소를 위한 인텔리전트 외피 디자인의 분류 및 표현특성에 관한 연구

A Study on Classifications and Expression Characteristics of Intelligent Skin Design for Reduction of Energy Load

서원덕*
Seo, Won-Duck

Abstract

The Progress and development of technology occurring since the 20th century has improved the quality of life of most people. However, serious energy problems have arisen as a result of this lifestyle of convenience and prosperity. These problems have already started to threaten the very survival of human beings. Architecture and energy are no longer separate concepts. They are now considered as coexisting subject areas. The mutual relevance of energy, technology and architecture is expected to be more emphasized in the future. This study is concerned with the skin design of intelligent housing, which defines the external and internal boundary. Applicable design techniques are suggested. The purpose of this study is to classify intelligent skin technologies and applications, and to grasp the design characteristics, advantages and disadvantages, as well as design techniques of each items related to Housing. This study will also suggest application techniques that can be used as basic data for determining an appropriate skin type when designing single buildings.

Keywords : Intelligent, Skin, Technology, Energy

주요어 : 인텔리전트, 외피, 테크놀로지, 에너지

I. 서론

최근 10년간 우리나라 에너지 소비량은 매년 10% 이상의 세계 최고의 증가율을 보이고 있다. 화석 에너지의 고갈이 다가오는 시점에서 고유가 시대는 앞으로 지속될 것으로 전망되며 에너지 수급 및 관리체계의 정비는 국가의 최우선 과제라 할수 있다. 오늘날 건축물들은 요구수명의 단축, 용도변경 및 경제적 논리로 인하여 잦은 외피디자인의 변경이 불가피한 상황에서 에너지 위기를 반영한 외피디자인의 도입이 필요한 상황이다.

건축물 외피는 시각적으로 가장 먼저 인식되는 건축 요소이며 환경에 일차적으로 반응하여 외부공간과 실내공간의 관계를 규정하고 환경의 변화에 따라 에너지 부하 감소에 직접적인 영향을 미침으로 적정한 외피 디자인 방안의 마련이 필수적이다. 또, 신축뿐만이 아니라 리모델링 계획시 기존 골조를 유지하면서 외피를 재구성할 때 에너지 부하감소를 위한 유용한 방안이 될수 있다.

본 연구는 에너지 부하감소를 위하여 주거 건축에 도입가능한 인텔리전트 외피디자인의 의미를 고찰하여 표현특성을 파악하고 통합적 계획요소를 도출하여 신축과 리모델링을 포함한 실제 건축 외피디자인에 적용 가능한 기

본방안을 분류하여 제시하는데 목적이 있다.

II. 인텔리전트 외피의 개념과 적용요소

1. 건축외피와 인텔리전트 외피의 개념 정의

건축물의 궁극적 목표는 강렬한 태양광선이나 외기 기온의 변화 등과 같은 외부 환경의 영향으로부터 거주자들을 보호하는 피난처(Shelter)의 제공에 있다. 사전적으로 외피란 내부 볼륨을 감싸는 건물의 외부 부분을 일컫는 용어로서, 건축물 내부 사용자의 요구를 수용해야 하고 외부환경과 내부환경의 관계를 고려하여 두 공간의 매개체로서 기능하는 개념이다. 즉, 건축물의 외피는 내부와 외부를 분리시키는 동시에 연결하는 장치¹⁾로서 건물의 스킨(Skin)²⁾이라고도 할수 있다. 물리적으로 벽체, 지붕, 바닥, 개구부를 의미하는데, 바닥과 개구부는 지붕과 벽체에 부수되는 속성상 벽체와 지붕을 대표적인 외피라 할수 있다.

인텔리전트 외피는 실내공간을 에워싸는 표피의 기능을

1) C. Schittich(2001), in Detail: Building Skins, Birkhauser, p. 29.
2) 과거에는 형태적이고 물리적인 건축 구성요소로서 파사드의 개념이 사용되었으나 최근에 환경 문제와 건축의 관계가 부각되면서 생물체의 개념인 외피(Skin)가 부각되었다. 파사드외에도 패브릭(Fabric)과 엔벨로프(Envelope)는 무생물에 쓰이는 개념으로 생물체의 개념과는 거리가 있다.

*정회원(주저자, 교신저자), 경일대학교 건축학부 전임강사, 공학박사

수행하고 빛 환경, 열 환경, 음 환경, 환기 및 공기 환경 등을 포함한 실내환경을 제어하고 관리하는 외피를 의미한다. 오늘날 다수의 건축물들이 첨단기술을 도입하고 있지만 진정한 의미에서 인텔리전트 외피는 쾌적한 실내환경과 효율적인 에너지 사용을 위하여 외부환경 변화에 인간의 생체조직처럼 학습능력을 갖추고 자체 조정 및 대응이 가능해야 한다.³⁾

인텔리전트 외피는 스마트형 외피와 동일 개념으로 다양한 정의⁴⁾를 가지고 있지만 공통 정의는 외부환경의 변화를 인식할수 있고 인식된 정보를 바탕으로 건축 장치들이 자체적으로 조정 및 배열이 되어 반응할수 있으며, 주변 환경과의 관계를 형성하여 지붕과 파사드에 설치되는 첨단형 외피라 할수있다. 주로, 자연 에너지를 활용하여 건축물의 열적성능을 증진시키는 것과 실내기온 및 공기질의 상태를 적절하게 유지시키는 것으로 구분할수 있다.

표 1. 인텔리전트 외피의 이론적 정의

사용 용어	상세 내용
인텔리전트외피 (Intelligent Skin)	· 외부 기후상황과 실내거주자의 기후요구에 최적의 열적 반응을 제공할수 있는 외피
Battle & McCarthy	· 내부 요구나 외부 환경 변화에 대하여 열적 특성을 조절, 변화시킬수 있는 외피
인텔리전트파사드 (Intelligent Facade)	· 기후의 전달 매개체로서의 외부 기후로부터 에너지를 수용, 거부 및 조절 가능하고 에너지 소비량을 감소시킬수 있는 외피
Mark Skelly	
스마트 외피 (Smart Skin)	· 외부 태양광선의 변화나 내부의 기능적 변화를 개별적으로, 통합적으로 반응, 조절 가능한 일련의 정교한 외피의 켜
Ian Murphy	

2. 인텔리전트 외피디자인의 적용항목⁵⁾

1) BIPV(Building Intergrated Photovoltaics) 시스템

무한한 태양광을 이용하여 에너지 부하를 감소시키는 태양 에너지 발전장치는 미래의 대체 에너지원으로서 부착 방식에 따라 건물의 파사드나 지붕에 건물통합형 태양에너지 발전장치로 계획되어 외피 구성요소의 역할과 기능을 수행하고 디자인 요소로 작용한다.

지붕에 설치되는 방식은 주로 건축물 표면적에 비하여 지붕 면적이 큰 건물에 적합한 방식으로 시공 방법에 있어서 전체 지붕공사와 병행하여 연속설치가 가능하고 부

3) Michael Wigginton & Jude Harris(2003), Intelligent Skins, Elsevier, p. 23. 이러한 경우는 인간의 피부가 반응하는 것처럼 생체적인 개념을 내포하고 있다.

4) Ibid, p. 172.

5) 건설교통부 및 환경부에서 시행하고 있는 국내 환경친화형 건축물과 지능형 건축물 인증기준에서 건축계획 및 환경 범주 중 에너지 관련 부분에서 공통적인 사항을 배경으로 BIPV 시스템, 차양장치 시스템, 이중외피 시스템을 선택하였다.

범주	평가 항목	적용 가능성	
에너지소비	에너지 소비량	· 일조, 일사 조절 · 자연에너지 활용	· BIPV, 차양장치, 이중외피 시스템
에너지절약	대체에너지 이용	· 자연에너지 활용	· BIPV 시스템
	조명에너지 절약	· 일조 확보	· 차양장치 시스템

분적으로 설치될 경우에는 재료의 속성을 고려하여 일체감을 높일수 있도록 설치하는 것이 중요하다. 파사드에 설치되는 방식은 유리로 마감된 커튼월에 설치하는 것과 일조의 유입과 조망에 방해되지 않도록 스펀드럴에 설치하는 하는 방법이 있다. 지붕 설치방식에 비하여 상대적으로 방수와 하중에 대한 영향을 적게 받음으로 외장 재료를 대체하여 마감이 이루어짐으로 재료비 절감 차원에서 이중적 잇점을 가지게 된다. 이는 건축물의 재료와 색상 및 배열을 고려하여 적합한 시각적 효과를 창출할수 있는 적용 방법의 제안을 통하여 향후 더욱 발전 가능성이 높은 시스템이라 할수 있다. 그리고, 가동 여부에 따라 태양의 경로를 분석하여 집열판이 이동하는 추적형과 최적의 각도로 고착되어 있는 고정형으로 구분할수 있다. 이러한 에너지 발전 시스템에 요구되는 집열 장치와 지지구조 디자인은 건축물 외부 디자인에 중요한 요소로 작용한다.

표 2. BIPV 시스템의 적용항목

적용 요소		적용 방식
설치위치	파사드	· 태양 고도, 최적 입사각 고려 · 향과 주변 건물과의 관계 검토 · 음영 처리 계획 수립
	지붕	
가동여부	고정형	· 별도의 기계적 장치 요구 · 구동 모터, 기어 장착형 캐터필러
	추적형	

2) 차양장치 시스템

태양광선은 태양으로부터 발산되는 빛과 열에 해당하는 일조와 일사를 의미하는 것으로 적절한 일조유입과 일사 차단은 조명 에너지와 냉난방 에너지 부하를 감소시키는 일차적인 요소이다. 충분한 일조유입을 위하여 광선반을 도입하는 방식은 반사형 재료를 사용하여 태양광을 천장으로 반사하여 실내 깊숙이 자연광을 유도하여 현휘현상을 방지하는 동시에 조명 에너지 부하를 감소시킬수 있는 장점을 가진다, 특히, 광선반의 각도조절을 통하여 일사차단 효과를 획득할수 있는 이중적 장점을 가진다.

차양은 효율을 높이기 위하여 방위, 크기, 각도 등의 상세한 데이터를 바탕으로 적절한 형태를 결정해야 한다. 설치 위치에 따라 지붕형과 파사드형으로 구분되고, 설치 방식에 따라 외부형, 이중외피 내 삽입형, 실내형으로 구분할수 있다. 태양광선의 일차적 차단이 가능한 외부형이 차단 측면에서 가장 효율적이고, 실내에 설치되는 루버나 블라인드는 유리면 뒤쪽에 이차적인 차단막으로서 형태가 자유롭고 관리가 용이하지만 에너지 절약 측면에서 외부 차양보다 효율이 떨어지는 것이 단점이다. 이중외피나 복층유리의 중공층에 설치되는 삽입형은 외부형에 비하여 유지, 관리가 용이하고 차단 효과도 양호하며 다양한 디자인이 가능하여 다기능의 차양 장치로 활용될수 있지만 상대적으로 고가인 단점이 있다.

또, 가동여부에 따라 고정형, 회전형, 추적형으로 분류할수 있다. 고정형은 해당 지역의 태양궤도와 고도를 감

안하여 최적 각도로 설치하여 태양광선의 유입을 차단하지만 확실적이고 변화에 대한 효율이 떨어지는 단점을 가지고, 추적형은 태양의 위치를 센서를 통하여 감지하고 중앙 컴퓨터에서 인식된 정보를 바탕으로 차양장치의 움직임을 조정하는 방식이다. 회전형은 고정형과 추적형의 장점을 취합하여 상대적으로 저가의 설치비로 태양광선의 실내유입을 차단하여 쾌적한 실내환경을 조성하는 것이 가능하다. 회전방식은 수평회전과 수직회전이 있고 자동 및 수동조작이 동시에 가능한 것이 대부분이다.

표 3. 차양장치 시스템의 적용항목

적용 요소		적용 방식
설치위치	파사드	벽체형과 천정형으로 구분 태양 고도와 입사 각도 고려 외부이미지 결정요소
	지붕	
설치방식	내부형	반사재질(유리, 거울, 알루미늄)
	삽입형	반사약품으로 코팅처리 효율상 외부형, 삽입형, 내부형 우천시 관리방안 고려
	외부형	
가동여부	고정형	태양 추적형 루버
	회전형	회전식 루버(Rotate Type) 전동 블라인드, 커튼
	추적형	유지, 관리방안 감안

3) 이중외피 시스템

실내공간의 기후를 조절하는 방안은 주로 열적성능에 관련된 측면과 환기에 관련된 측면이 주요한 고려 대상이다. 열 에너지의 적정균형을 유지하여 냉방 에너지와 난방 에너지의 소비를 줄여 에너지 부하량을 감소시킬수 있으며 환기 역시 자연환기 방식을 유도하여 신선한 공기와 오염된 공기의 신속한 교환을 통하여 실내 공기질을 향상시키고 에너지 부하량 감소에 기여한다.

열적 균형상태를 유지하기 위해서 실내와 실외의 온도 차이를 감소시키는 외피 형식으로는 이중외피⁶⁾의 도입이 대표적이다. 이중외피 시스템은 두개의 외피를 설치하여 완충 공간을 만들고 적절한 제어를 통하여 외부 환경에 적극 대응할 수 있도록 하는 능동적인 표피 개념의 외피를 형성시킨 것이다. 중공층의 하부 창을 통하여 외부의 공기가 유입되면 내부에서는 기압 차이에 의하여 공기의 흐름이 상승되어 상부 창을 통하여 배출되는데, 운영 방식에 따라 자연적인 대류 현상을 이용하는 자연형과 송풍용 팬이나 댐퍼 등을 활용하여 환기가 이루어지는 기계형으로 구분할수 있다.

전면형은 두겹의 외피 사이에 별도의 수평, 수직구획없이 중공층이 건물 전체나 몇개 층에 걸쳐 위치하게 되며, 외피 내부로의 공기유입과 배출은 외피 최하부에 위치한 흡기구와 최상부에 위치한 배기구에서 이루어진다. 동절

6) 이중외피는 평면과 단면 형태에 따라 전면형(Whole Type), 박스형(Box Type), 복도형(Corridor Type), 샤프트형(Shapt-Box Type)으로 구분할수 있다. 건설교통부, 건설교통기술평가원, 환경친화형 스마트 빌딩 기술 개발 보고서, p. 148.

기에는 상하부의 개구부를 폐쇄하여 일사에 의한 난방효과를 최대한 활용하며, 특히, 외부 소음에 대한 방음 효과가 탁월하다. 박스형의 중공층은 각층에 따라 수직방향으로 구획되고 수평방향으로는 실이나 기둥간격에 따라 구획된다. 층간소음과 실간소음의 차음 성능이 매우 뛰어나며 일반적인 사각형 창호의 형태로 구성되기에 적용에 무리가 없다는 장점이 있다. 복도형은 수평공간에 대해서는 별도의 구획이 없고 층간에는 수직으로 구획하여 복도가 형성되는 방식이다. 따라서 흡기 및 배기도 층단위로 이루어지며 중공층의 수직구획은 주로 음 환경적인 문제, 화재시의 배연이나 환기상의 문제 때문에 구획되는 경우가 많다. 특히 각 층의 배기구와 흡기구는 각각 천정과 바닥에 근접하여 설치되어야 환기효과를 최대한 활용할 수 있다. 샤프트 박스형은 수직구획 없이 몇 개층 혹은 전체 높이로 설치되어 있는 샤프트와 박스의 조합을 통해 환기효과를 강화시킨 형태로 각 층의 박스형 창호는 인접한 샤프트에 연결되어 샤프트 내의 부력에 의한 상승기류의 영향으로 박스형 창호 내부의 공기를 샤프트로 배출시키고, 이때 발생하는 부압으로 외기를 실내로 유입한다.

표 4. 이중외피 시스템의 적용항목

적용 요소		적용 방식
운영방식	자연형	공기 순환 통로 및 열적 완충공간 하부에 송풍용 팬
	기계형	상부 개폐형 천장 및 전동식 환기창
외피형식	전면형	소음성능 및 차음성능 고려 방로성과 기밀성 확보
	박스형	중공층 활용 여부 결정 조망성 확보
	복도형	
	샤프트형	제연, 방법, 유지, 보수용 용이성 고려 심미성, 프라이버시 확보 문제

III. 인텔리전트 외피디자인의 적용현황 조사

에너지 부하감소를 위하여 주거 건축에 도입가능한 인텔리전트 외피디자인을 중심으로 기존 문헌 및 보고서, 작가별 작품집 등에서 33작품을 선정하였다.

표 5. 조사대상 건축물


번호	시설명	건축가	연도
1	Occidental Center	Cannon Design	1981
2	Tron	Ken Sakamura	1990
3	ITN Headquarters	Norman Foster	1990
4	에너지기술연구원그린빌딩	협력설계	1991
5	Solar House Freiburg	Holken & Berghoff	1992
6	Business Center	Norman Foster	1993
7	Suva Insurance Company	Herzog de Meuron	1993
8	Heliotrop	Rolf Disch Architekt	1994
9	Villa Vision	Flemming & Moltke	1994
10	Brundtland Center	KHR Architects	1994
11	Green Building	Murray Associates	1994

표 5. 계속

번호	시설명	건축가	연도
12	Gotz Headquarters	Webler & Geissler	1995
13	Plane House	Koh Kitayama	1995
14	Phoenix Central Library	Bruder & DWL	1995
15	Environmental Building	Feilden Clegg	1996
16	Omni Quarter	Koh Kitayama	1996
17	Glaxo Welcome House	RMJM	1997
18	Commerzbank	Norman Foster	1997
19	Stadttor	Petzinka Pink	1997
20	Design Office for Gartner	Kurt Ackermann	1997
21	University Institute Paris	Brunet & Saunier	1998
22	초에너지절약형건물	협력설계	1998
23	GSW Headquarters	Sauerbruch & Hutton	1999
24	Swimming Pool	Behnisch & Partners	1999
25	SEG Tower	Coop Himmelblau	1999
26	Nast Building	Fox & Fowle	1999
27	Trade Fair Tower	Herzog Partners	2000
28	New 42 Studio	Plat Byard Dovell	2001
29	Ad Building in Wiesbaden	Herzog & Partners	2001
30	미래산업첨단연구소	에이텍 건축	2003
31	Church house in Munich	Allmann Wappner	2004
32	Sendai Welfare house	Shoei Yoh	2004
33	Colorado Court House	Pugh & Scarpa	2005

1. BIPV 시스템

1) 외피디자인의 적용사례

대표사례	설치위치	가동여부
	· 지붕 일체형으로 설계된 40 m ² 의 PV에서 12V의 전력을 생산하여 온수와 전기로 변환하여 사용 · 전체 건축물 에너지 소비량의 10%를 소화 · 주거건축에서 적용가능한 모범사례로 인정 · 아트리움의 온실효과를 적절히 활용하여 난방부하 감소에 기여	· 지붕 고정형
Villa Vision	지붕	고정형
	· 전동기어가 장착된 옥상의 평판형 패널들이 태양의 고도와 궤도를 추적하는 가동형 시스템 · 10분마다 태양광선을 가장 효율적으로 받기위하여 자체적으로 작동되도록 프로그래밍화 · 고정형에 비하여 30-40%의 고효율을 보이는 주거 연산소비량의 5배를 생산하여 저장,사용,판매가 이루어지는 실험적인 사례로 평가	· 지붕 추적형
Heliotrop	지붕	추적형
	· 고층건축에 적용된 BIPV의 선구적 사례 · 남측 파사드의 35층-48층 사이에 일체형으로 설치 · 전체 건축물 에너지 사용량의 15% 절감효과 · PV모듈의 배면을 중공층으로 설계하여 공기의 흐름을 통하여 모듈을 냉각시키고 겨울철에는 중공층의 기열된 공기를 이용하여 난방에너지로 이용	· 파사드 고정형
Nast Building	파사드	고정형
	· 파사드 및 아트리움 상부의 지붕을 PV모듈이 배열된 고측창 형식의 돛대형태로 디자인하고 출입구 상부의 캐노피에 굴곡형 PV모듈을 배열 · 여름철 사용전력량의 100%, 겨울철에는 20% 공급 · 고측창을 통한 자연광의 유입으로 실내 조도에너지 사용량을 감소	· 파사드 고정형
Brundtland Center	파사드	고정형



- 지붕면 전체에 PV모듈을 설치
- 흐린날과 겨울철에 대비하여 태양열을 수소에너지로 변환시켜 예비 전력으로 활용
- 투명 단열재를 사용하여 에너지 보존을 극대화하고 소요 전기량의 전량을 자체 생산하며 여분의 전력은 판매가 가능한 시스템으로 형성

Solar House Freiburg	지붕	고정형
----------------------	----	-----

2) 외피디자인의 적용현황

지붕에 설치하는 경우가 파사드 설치에 비하여 다수의 사례에서 발견되었고, 고정형이 추적형에 비하여 높은 적용 빈도를 보이고 있다. 이러한 이유는 도심에 건설되는 건축물은 다른 건축물로 인한 음영 발생의 위험이 높기에 태양 광선을 최대한로 입사하기 위해서 지붕에 설치하는 것이다. 또, BIPV는 정교한 기술을 요구하고 상대적으로 고가의 장치이기에 실제 적용 빈도수는 낮지만 외부에서 보이는 미관이 우수하고 건축물의 표면적에 비하여 수직면이 많은 중규모 이상의 건축물에서 적용사례가 다수로 나타났다. 특히, 아트리움 상부 천창에 박막형 PV 모듈을 설치하면 일사 유입을 차단하고 적정 실내 조도를 유지하면서 별도의 차양 장치가 필요없는 복합적인 장점이 있다.

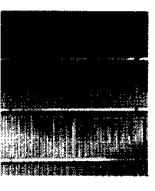
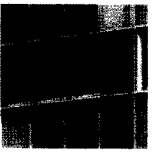

표 6. BIPV 시스템 요소별 적용빈도

구분	설치위치		가동여부	
	파사드	지붕	고정형	추적형
빈도	4	9	12	1

2. 차양장치 시스템

1) 외피디자인의 적용사례

대표사례	설치위치	설치방식	가동여부
	· 지붕에 수평형으로 광선반 검용의 전동형 쉐더 유리 루버를 설치하여 기류에 따라 실내 환기 가능 · 이중외피 구조로서 겨울철에는 수평형 피벗(Pivot) 루버가 폐쇄되어 중공층이 열적 완충 공간으로 기능하고, 여름철에는 개방되어 실내공기를 배출 · 태양 고도에 따라 광선반의 기능을 검용	· 지붕 내부형	· 수평 회전형
Swimming Pool	지붕	내부형	수평 회전형
	· 외부는 착색유리, 내부는 투명유리로 하는 이중외피의 중공층에 컴퓨터로 제어되는 차양장치 도입 · 차양장치는 여름철에는 직사광선의 유입을 차단하는 역할, 겨울철에는 광선반의 역할. · 계절에 따른 태양광선의 유입량을 감응센서를 통해 인지하여 90% 이상의 직사 광선을 차단하도록 자동으로 수평회전	· 파사드 삽입형	· 수평 회전형
Glaxo Welcome House	파사드	삽입형	수평 회전형
	· 프레임이 없는 30 mm 폭의 투명유리 루버는 컴퓨터에 의하여 태양고도와 입사각을 계산하여 제어 · 전동 모터에 의하여 5분 간격으로 자동 조절 · 현회현상을 방지하고 외부로의 조망이 탁월 · 유압식 프레임을 통하여 투명루버가 수평회전	· 파사드 외부형	· 수평 회전형
Design Office for Gartner	파사드	외부형	수평 회전형

	<ul style="list-style-type: none"> · 골조에 부착된 수평 철재빔에 핀 고정된 유리 루버가 수직으로 배열 · 일사량에 따라 45° 각도로 개폐로 일사 차단 기능과 일조유입 기능을 동시에 수행 · 반투명 재질로 입면 이미지에 변화감을 부여 · 개폐에 따라 간이 이중 외피를 형성하여 냉난방 에너지 절감효과 획득하고 자연환기를 동시에 수행 		
University Institute Paris	파사드	외부형	수직 회전형
	<ul style="list-style-type: none"> · 이중외피내 다양한 색상의 수직형 차양장치 설치 · 각각의 차양장치는 핀 고정 방식으로 설치 · 수동 및 자동으로 작동 가능하여 개폐에 따른 파사드 형상의 변화감 획득이 가능 		
GSW Headquarters	파사드	삽입형	수직 회전형
	<ul style="list-style-type: none"> · 환기용 타워들 사이에 격자형으로 설치된 40cm 폭의 반투명 유리 루버를 설치 · 태양 광선의 강도에 따라 루버는 회전하여 일사 차단 기능을 수행하고 흐린날에는 수평으로 열려 백색 세라믹 코팅 처리된 광선반으로 역할을 하여 일조 유입이 가능 		
Environmental Building	파사드	격자형	수평 회전형

2) 외피디자인의 적용현황

수평형은 다른 형태에 비하여 외부를 향한 조망 확보 측면에서 유리하고 향에 관계없이 사용된 경우가 다수로 나타났다. 격자형은 태양 광선의 차단 효과는 가장 우수하지만 조망 확보 측면에서는 가장 불리한 형태로 일사 유입을 완벽하게 차단해야 하는 용도의 시설에 적용 가능한 형태이다. 설치위치는 파사드에 적용하는 빈도수가 높았고, 설치방식은 외부에 장착하는 경우가 효율성의 이유로 가장 높은 빈도를 나타내는 것으로 조사되었으며 작동방식은 회전형이 높게 나타났다. 설치 방식에 따른 구분에서는 외부형, 삽입형, 내부형의 순서로 빈도를 나타내어 효율성이 방식 결정의 최우선 요소임을 알수 있고, 작동 여부에 따른 구분에서는 회전형이 가장 우세한 빈도를 나타내고 있다. 기술적, 비용적 측면에서 아직 추적형이 보급화되지 못하고 고정형과 추적형의 두가지 장점을 선택적으로 활용한 회전형의 사용빈도가 다수였다.


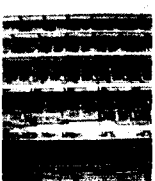
표 7. 차양장치 시스템 요소별 적용빈도

구분	설치위치		설치방식			가동여부		
	파사드	지붕	내부형	삽입형	외부형	고정형	회전형	추적형
빈도	28	2	9	13	10	7	19	4

3. 이중외피 시스템

1) 외피디자인의 적용사례

대표사례	운영방식	외피형식
	· 시간과 온도에 반응하는 센서를 장착하여 외부기후의 변화에 따라 중공층 바닥과 상부에 위치한 전동형 팬과 댐퍼를 작동시켜 환기 조절	· 겨울철에는 열적 완충공간으로 작용하고 여름철에는 상부 환기창이 열려 신속히 가열된 공기를 배출하여 실내온도 유자에 잇점을 제공
Occidental Center	자연형+기계형	전면형
	· 가로와 인접한 외피를 전면형 이중 외피로 설치하여 소음에 대한 대책을 마련	· 중공층에 삽입된 블라인드는 컴퓨터로 제어되는데, 일조량과 실내에 설치된 센서에 의하여 개폐가 실시간으로 반응하여 작동
Business Center	자연형	전면형
	· 외층재료는 10 mm 단판 안전유리, 내층재료는 복층유리로서 평소에는 약 13.5 cm 폭으로 개방하고 유지, 보수시 50 cm까지 개방	· 중공층의 폭은 약 50 cm이며 외기는 각 모듈의 바닥에서 15 cm 정도 높이에 위치한 개구부를 통하여 유입되어 이웃 모듈의 상부 배기구로 배출
RWE AG Headquarters	자연형	박스형
	· 박스형 이중 외피를 도입한 63층의 고층형	· 외피의 중공층의 폭은 약 20 cm이며 각 층의 중공층은 독립적으로 하부에서 외기를 도입하여 실내에 공급하거나 외피내의 온도를 낮춘 후에 창의 상부에 있는 배기구로 배기
Commerzbank Headquarters	자연형	박스형
	· 1 m의 중공층을 가지는 복도형 이중 외피 형식	· 층당 8곳에서 개폐가 가능하고 외기의 흡기 및 배기는 층별로 형성하며 기계 공조 방식을 혼용
Trade Fair Tower	자연형+기계형	복도형
	· 각층 슬라브 하단의 실내 공조용 장치가 외부로 공기의 흐름을 제어	· 각층마다 자동 조정되는 댐퍼가 장착된 환기용 덕트가 내부에 있어 외부로 열리면서 환기가 가능
Stadttor	기계형	복도형
	· 날씨와 계절에 따라 개폐의 정도가 센서를 통하여 자동 인식하여 작동하고 필요시 실내영역의 확장으로 공간의 가변성에서도 융통성있는 사용 가능	· 3층의 주거시설인 Omni Quarter는 남측면을 향해 2 m 폭의 아트리움 기능과 병행하여 사용하는 열적 완충 공간을 설치하여 실내 공간의 난방 부하를 감소시키고 기능상 공용 공간인 복도와 계단실로 활용하여 전용 면적을 유지하면서 사용하고 있다.
Omni Quarter	자연형	전면형+아트리움형

대표사례	운영방식	외피형식
	· 폭 5.4 m의 아트리움형 이중외피를 적용하여 대류 현상을 이용한 자연 환기가 가능하고 열적 완충 공간으로 사용되는 전면형 이중 외피를 도입하여 에너지 부하를 감소시키고 외부의 소음을 차단하는 방음성에서도 우수한 효과를 발휘하고 있다.	
대우건설 기술연구소	자연형	전면형+아트리움형
	· 차양들이 외기와 접하는 일차장치로 기능하여 외피의 개폐에 따라 이중외피의 기능을 수행 · 여름철이나 환기가 필요할 경우에는 하부측 차양 장치와 상부측 차양 장치를 개방시켜 대류 현상에 의한 환기가 발생하도록 하고 겨울철에는 차양 장치를 폐쇄시켜 이중외피의 열적 완충공간과 방음성을 위한 차폐막으로 기능	
SUVA Insurance Company	자연형	개폐식 전면형

2) 외피디자인의 적용현황

운영방식에 따른 구분에서는 자연형이, 외피형식에 따른 구분에서는 전면형과 복도형이 다수였다. 그리고 대부분 중공층 활용빈도가 높게 나타났다. 특히, 아트리움을 활용한 이중외피는 외부기온의 변화에 따라 닫히면서 내측의 구조벽체와 차양장치 사이에 중공층이 형성되고 부분적으로 개폐가 이루어져서 대류현상을 이용한 자연환기가 발생하게 된다. 이는 비교적 간단한 장치의 도입으로 이중외피의 잇점을 획득할수 있는 경우로서, 대부분 저층형 소규모 건축물에 적용되고 있다.

표 8. 이중외피 시스템 요소별 적용빈도

구분	외피형식		외피유형			
	자연형	기계형	전면형	박스형	복도형	샤프트형
빈도	24	6	18	3	2	2

IV. 인텔리전트 외피디자인의 표현특성

1. BPV 시스템의 표현특성

1) 파사드 디자인

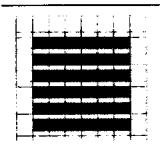
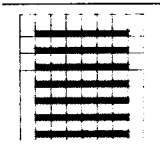
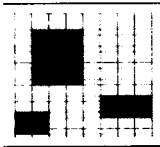
표면적에 비하여 수직면의 비율이 높은 건축물은 태양광을 균일하게 입사할수 있는 위치를 선정하여 파사드에 PV 모듈을 설치하는 것이 합리적이다. 비록, 경사형에 비하여 변환 효율이 떨어지는 단점이 있지만, 심미성 측면에서 유리하고 PV모듈을 외장재로 사용하면 대체 재료의 사용으로 재료비 절감 차원에서도 잇점을 가진다.

세부적인 설치 위치에 따라 전체 벽면이나 커튼월에 설치하는 방식과 스펠드럴이나 차양, 캐노피 등에 설치하는 방식으로 구분할수 있는데, 벽면에 설치하는 방식은 충분한 PV 모듈면적을 확보하는 차원에서는 유리하지만 박막형 모듈을 제외하고 조망에 제한이 있다. 스펠드럴과 차양에 부착하는 방식은 모듈 면적이 상대적으로 협소하며 외피 디자인이 제한되는 단점을 가지게 된다.

PV 모듈의 설치 위치에 따라 3가지 유형으로 구분할수

있는데, 파사드에 설치되는 특성상 외부로 직접 노출됨으로 디자인상의 신중한 고려가 필요하다. 파사드 디자인의 자유도와 에너지 발전 효율이라는 두가지 측면을 고려하였을때 커튼월+스펠드럴 통합형 방식은 충분한 모듈 면적을 확보할수 있고 면 구성에서 유리한 측면을 가지는 발전 방식이다. 또, 기존의 커튼월 공법과 시공방식이 유사한 장점을 가지는데, 변환 효율이 높은 단결정 PV 모듈을 채광과 조망이 필요없는 스펠드럴이나 차양에 설치한다. 커튼월 표면에 설치할 경우에도 조망에 방해되지 않는 상부에는 불투명 모듈을 설치하고 조망이 이루어지는 부분에는 반투명한 모듈을 설치하여 일조를 유입하면서 외부로 조망이 가능하게 처리할수 있다.

표 9. 파사드 디자인의 표현특성

설치 유형	표현 특성
 커튼월 방식	· 창문 면적 전체에 PV 모듈을 설치함으로 충분한 입사 면적 확보 가능 · 모듈들에 의한 음영 발생 우려가 없음 · 파사드 외피 재료로 사용함으로 재료비 경감 · 외부 조망 문제로 투명 PV 모듈을 설치
 스펠드럴 방식	· PV 모듈의 수평 배열로 외피 디자인 결정 · 모듈 면적의 부족으로 충분한 발전량 확보 문제 발생 · 스펠드럴 재료의 제한 · 불투명 PV 모듈의 수직으로 등간격 배열 · 모듈들에 의한 음영 발생의 우려가 없음
 커튼월+스펠드럴 통합 방식	· PV 모듈의 면적을 충분히 확보하여 발전량 증가하는 잇점 · 조합방법에 따라 입면구성에 자유성 확보 · 투명, 불투명 소재의 교차사용으로 입사차단과 조망성 확보에 유리 · 초기 계획시 필요 발전량에 따른 모듈면적 계산

2) 지붕 디자인


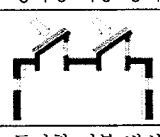
건물 표면적에 비하여 지붕 면적이 차지하는 비율이 높거나 주위 건물에 의하여 음영 발생의 우려가 크고 겨울철 낮은 태양 고도에 대한 대응이 필요할때는 지붕에 설치하는 것이 유리하다. 계절 변화에 비교적 영향을 적게 받고 변환 효율적 측면과 유지 보수 측면에서도 유리하다.

지붕에 경사형으로 설치하는 방식은 지붕 형태 자체를 경사형이나 굴곡형으로 설계하는 방식과 톱니형으로 지붕을 설계하여 남측면에서는 에너지 발전 효과를 도모하고 뒷면에는 고측창을 형성시켜 환기나 간접 채광 방식을 도입하는 방식으로 구분할수 있다. 계절에 따른 태양 고도와 각도를 고려하여 경사를 형성하는 것이 중요하고 PV 모듈의 간격을 유지하여 모듈에 의한 음영 발생을 방지하는 것이 계획의 주된 고려 사항이다.

이처럼 지붕에 적용하는 방식은 변환효율과 유지보수, 설치각도의 선택적 조절 측면에서 지붕 면적 전체에 설치하는 경사형 방식을 채택하는 것이 가장 유리한 방법이라 할수있다. 경제적으로 유리하고 차양 장치나 아트리

음 등과 같은 다른 장치의 기능과 병행하여 사용하면 이중적 잇점을 획득할수 있는 활용 가능성이 있다.

표 10. 지붕 디자인의 표현특성

설치 유형	표현 특성
 경사형 지붕 방식	<ul style="list-style-type: none"> · 지붕 면적 전체에 PV 모듈을 설치함으로써 충분한 입사면적 확보 가능 · 모듈들에 의한 음영 발생 우려가 없음 · 지붕 외피 재료의 결정으로 디자인 의도 표현 제한
 툽니형 지붕 방식	<ul style="list-style-type: none"> · 입사 면적이 협소한 문제 발생 우려 · 자연 채광 및 환기 처리로 이중적 잇점의 획득이 가능 · 툽니형 지붕 형태에 따라 디자인 요소로 활용 가능

2. 차양장치 시스템의 표현특성

1) 파사드 디자인

외부에 설치하는 수평형은 내부형에 비하여 복사열을 일차적으로 차단하면서 광선반 역할을 겸하여 일조유입까지 가능한 이중적 장점이 있다. 특히, 수평회전 방식을 채택하면 효과를 더욱 증진시킬수 있다.

수평회전 방식은 반사형 재질이나 필름을 피막시킴으로써 실내 깊숙이 일조를 확산시키거나 실내 유입량을 단계적으로 조절할수 있다. 균일조도를 유지하고 일사차단 및 현휘의 발생을 방지하면서 조망 확보 측면에서 외부에 설치하는 회전형 수평 차양장치의 도입이 가장 유리한 방식이다. 이중외피 내에 차양장치를 설치하는 방식은 외측 유리나 내측유리 사이에 설치하여 열적 완충공간의 기능 및 환기 기능을 수행하면서 일사의 실내 유입을 제어한다. 차양장치가 설치되는 면적과 단위모듈의 개폐 여부와 각도, 이웃한 모듈과의 관계에 따라 전체 파사드가 제공하는 이미지가 달라지게 된다.

표 11. 파사드 디자인의 표현특성


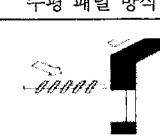

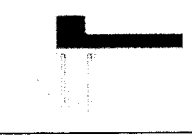
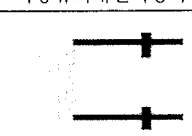
설치 유형	표현 특성
 수평 패널 방식	<ul style="list-style-type: none"> · 태양 광선의 직접유입을 기밀하게 차단 · 외부조망에 저해요소가 없기에 양호한 조망 · 눈, 비에 의한 차양장치 상부 하중발생 · 외부 공기흐름을 차단하여 실내침기 발생
 수평 루버 방식	<ul style="list-style-type: none"> · 요구성능 전체에서 전반적으로 가장 우수 · 눈,비에 대한 하중 감소로 집합처리 유리 · 차양장치의 틈으로 공기흐름이 발생하여 실내로 침기 발생할 우려가 없음
 부착 수직루버 방식	<ul style="list-style-type: none"> · 현휘 방지와 일사 차단 효과가 탁월 · 외부 향한 조망에 차단장치가 저해요인 · 차양 장치의 길이를 감소하는것이 가능 · 수평회전 방식의 패널 적용 가능

표 11. 계속

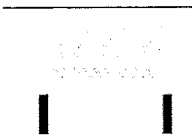
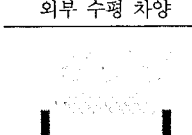
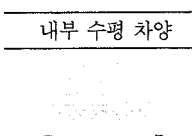
 복층유리내설치방식	<ul style="list-style-type: none"> · 태양광선의 직접유입을 기밀하게 차단 · 중공층에 위치함으로 외부충격에 안전 · 단열성능이 우수, 광선반 기능의 겸용 · 단계별 작동으로 현휘로 인한 불쾌감 제거
 이중외피내설치방식	<ul style="list-style-type: none"> · 열적 완충공간과 환기기능을 동시에 수행 · 중공층에 설치된 차양장치의 유지, 보수, 관리에 유리 · 태양 광선의 직접적인 실내 유입을 방지하고 외부로 조망이 양호

2) 지붕 디자인

지붕에 설치하는 태양광선 조절장치는 설치위치에 따라 외부형과 내부형, 이중외피 삽입형으로 구분되는데, 외부형은 차단효과가 가장 우수하지만 환경 변화에 영향을 직접적으로 받고 내부형은 유지, 관리에 잇점이 있다.

이중외피 내 중공층에 차양장치를 삽입하면 외부 기후 변화에 대한 대응과 열적 성능 향상을 동시에 확보할수 있어 에너지 절감 차원에서 가장 유리하다고 할수 있다. 또, 지붕에 설치되는 속성상 외부조망에 제한이 없고 일조의 실내유입에 따른 조명 에너지 절약에서도 우수한 효과를 가진다.

표 12. 지붕 디자인의 표현특성

설치 유형	표현 특성
 외부 수평 차양	<ul style="list-style-type: none"> · 일사 차단 효과가 가장 우수 · 실내 냉방 에너지 절감으로 에너지 절약적 측면에 유리 · 외부 기후변화에 따른 파손 위험성 · 유지, 보수 측면에서 불리
 내부 수평 차양	<ul style="list-style-type: none"> · 상대적으로 일사 차단 효과가 미비 · 유지, 보수 측면에 장점을 가짐 · 차양 장치의 개폐에 따라 간이 이중외피 형성이 가능 · 실별로 균일한 환경의 제공이 가능
 이중외피내 차양	<ul style="list-style-type: none"> · 태양광선 조절 기능과 에너지 절약성을 동시에 고려한 장치 · 개폐의 위치에 따라 환기 성능이 가장 우수하며 실별로 난방에너지 선택조절 가능 · 복층의 단열공간의 설치로 방음성능 우수



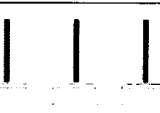

3. 이중외피 시스템의 표현특성

전면형 이중외피는 다수의 적용실적을 가지고 에너지 절약과 방음성이 우수하다. 그러나, 중공층 내부의 공기순환에 있어 일정규모 이상에서는 사용상의 난점이 있기에 샤프트형과 함께 대체적으로 10층 이하의 건축물에 사용되고 있다. 또, 계절변화에 대응하여 중공층 내부에 기계장치를 도입해서 자연형과 병용하는 경우가 다수이다.

복도형 이중외피는 층별로 구획되어 있어 각 공간에 균 일한 환경을 제공할수 있으며 유지, 보수에 유리한 측면 을 있지만, 실간 차음성을 높여야 하는 문제점을 가지고 있기에 중공층의 구획을 고려해야 한다. 박스형은 건축물 의 규모에 관계없이 적용 가능하고 개별제어 및 외기의 도입이 양호하다. 복도형과 박스형은 10층 이상의 건물에 주로 사용되고 있으며 중공층을 아파트 발코니처럼 다목 적 공간으로 활용할수 있는 장점을 가지고 있다. 그러나, 동일유닛의 반복으로 파사드 디자인의 획일화가 단점이다.

복도형과 박스형을 조합하여 사용하는 경우는 두가지 방식의 장점을 최대한 이용하고 단점은 보완하여 활용할 수 있는 방식으로 파사드의 수직, 수평 구획을 실별 용도 나 거주자의 이용 현황에 따라 부분적으로 구획 및 연결 하여 사용이 가능한 잇점을 가질수 있다. 에너지 절약적 측면에서 외측 유리를 폐쇄하여 열적 성능을 높이고 외 부를 향한 조망에서도 유리한 장점을 가진다. 중공층 활 용 가능성은 개별 실들의 조합으로 보다 넓은 영역을 확 보할수 있으며 유지, 보수 및 책임 소재를 명확히 할수 있는 잇점을 가지게 된다. 그리고, 외부로 보이는 시각 디 자인적 측면에서도 조합 및 분절에 대한 자유도가 높아 심미적인 측면에 우수한 장점을 가지게 된다. 특히, 수직 방향뿐만이 아니라 수평방향의 건축물에도 적용할수 있고 기존 건축물의 증축에 따른 확장성 측면에서도 유용한 방식이다.

표 13. 이중외피 시스템의 표현특성

설 치 유 형	표 현 특 성
	· 열적 성능과 방음성에서 가장 우수 · 층별이나 실별 구획이 없으므로 외부를 향한 조 망에 유리 · 여름철 일사에 의해 과열된 우려가 있어 환기 문제를 고려
전면형 이중외피	
	· 층별 구획으로 수평 조망과 통로의 확보로 유지, 보수에 유리 · 실들간 발생할수 있는 소음 대책이 필요 · 내부 공간의 중공층으로 확장이 가능하여 공간 활용성이 우수
복도형 이중외피	· 복도 길이에 따른 시공 단위유닛 선정이 중요
	· 실별 구획으로 재실자의 제어 성능이 우수 · 에너지 절약성이 가장 우수하며 유지, 보수 및 개별 환기 방식에서도 유리한 방식 · 입면 형상의 고착화로 단순패턴의 반복 위험
박스형 이중외피	
	· 유지, 보수 및 공간 활용성이 우수한 잇점 · 실들의 기능과 관계에 따라 조합방식을 채택 하여 실간 소음 방지 및 공간 활용 가능성 높음 · 박스와 복도의 조합으로 수직, 수평방향으로 다양한 입면 구성이 가능
복도형+박스형 이중외피	

4. 인텔리전트 외피디자인의 규모별 표현특성⁹⁾


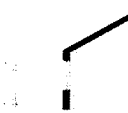

1) 저층형 외피디자인

BIPV 시스템은 에너지 변환 효율과 주변 환경에 의한 음영 발생의 가능성, 경제성과 시공성 등을 고려하였을때 파사드 보다는 지붕에 경사형으로 설치하는 방식이 가장 유리한 방식이라 할 수 있다.

도출 가능한 적용 유형은 경사형 지붕 방식, 톱니형 지붕 방식으로 태양 고도와 입사 각도에 따라 설치하여야 한다. 차양장치 시스템은 외부에 설치하는 회전형 수평차 양을 설치하는 것이 직사 광선의 유입을 차단하는 가장 효율적인 장치이다. 특히 수평 루버 방식은 외기의 실내 침기를 방지하는데 효과가 있는 방식이다.

이중외피 시스템에서는 건축물 높이제한으로 인하여 전 면형이 소음 차단과 열적 완충 공간으로서 기능이 우수한 것으로 조사되었다. 특히, 경제적 측면에 대한 고려 사 향으로 아트리움형 이중외피와 차양형 이중외피는 경제적 부담을 적게 하면서 저층에 도입 가능한 유용한 기법이다.아트리움형 방식은 이중외피의 폭을 여유롭게 확보하여 내부를 실내정원 등으로 활용하면서 열적 완충공간의 기능을 수행하는 경우이고, 차양형 방식은 계절과 기후의 변화에 따라 차양 장치의 조절을 통하여 열적 완충 공간 및 자연 환기의 통로로 중공층을 활용하는 방식으로 신 축건물과 개축건물에 적용이 유리한 에너지 절약 장치이다.

표 14. 저층형 외피디자인 적용가능 유형

설 치 유 형	표 현 특 성
	· 열적 성능과 방음성에서 가장 우수 · 층별이나 실별 구획이 없으므로 외부를 향한 조 망에 유리 · 여름철 과열시 상부개방으로 환기 고려
전면형 이중외피	
	· 실내정원 등의 다양한 조합이 가능 · 일사차단 장치를 설치하여 온실효과에 의한 실 내 기온상승을 방지 · 주거시설 및 소규모 시설에 적용시 다목적 공 간으로 활용 가능
아트리움형 이중외피	
	· 태양광선 조절기능과 에너지 절약성을 동시에 고려한 장치 · 환기 성능이 가장 우수 · 차양의 개폐에 의한 성능 발현으로 에너지 절 약성에 유리
차양형 이중외피	

저층형 단일 건축물에 적용 가능한 유형은 지붕에 설 치되는 경사형 BIPV 방식, 외부에 설치되는 회전형 수평 차양장치, 전면형 이중외피와 이에 대한 부분적 변형인 아트리움형 및 차양형 이중외피라 할수있다.

7) 5층 이하를 저층, 10층까지를 중층, 공학적 입장에서 풍하중이 커 지는 10층 이상을 고층이라 한다. 안영배 외, 건축계획론, 기문당, pp. 144-145.

2) 고층형 외피디자인

BIPV 시스템은 주변상황을 고려하여 지붕보다 수직면의 면적 비율이 높은 파사드에 설치하는 것이 외피 재료를 상쇄시키는 이중적인 효과를 획득할수 있으며 에너지 부하 감소에 기여하는데 효과적이다.

차양장치 시스템은 유지, 관리, 효율성 측면에서 내부형과 이중 외피내부 삽입형이 유리하다. 차양 장치의 색상과 배열에 따라 파사드 디자인의 변화를 도모할수 있고 개폐 각도와 여부에 따라 다양한 표현이 가능하다. 이중 외피 시스템은 복도형과 박스형이 가장 유리한 방식이라 할수있다. 특히 적용 가능성 측면에서 공동주택 발코니에 용이하게 시공할수 있어 향후 개발 가능성이 높은 장치로 판단된다. 또, 복도형+박스형은 두가지 유형의 장점을 활용할수 있고, 외피 디자인 측면에서도 다양한 파사드의 표현이 가능한 잇점을 가진다. 고층형 단일 건축물에 적용 가능한 유형은 파사드에 설치되는 BIPV 방식이 유리하고 이중외피내 차양장치를 설치하는 것과 복도형+박스형 방식이 합리적이라 할수있다.

V. 결 론

에너지 부하 감소를 위한 인텔리전트 외피 디자인의 이론적 사항과 표현특성을 조사한 결론은 다음과 같다.

첫째, 지붕 디자인에 있어서 BIPV 시스템에서 경사형 지붕방식이 에너지 효율면에서 가장 우수하고 차양장치 시스템은 외부에 설치되는 자동 수평회전 방식의 도입이 일사와 일조를 동시에 조절할 수 있는 방식이다. 파사드 디자인에 있어서 BIPV 시스템 중 커튼월+스팬드럴 방식은 필요 에너지 소비량을 충족시키면서 파사드 디자인의 자유도를 높일수 있는 방안이다. 차양장치 시스템은 수평 루버방식을 설치하는 것이 가장 유리하고 이중외피 시스템은 전면형과 복도형+박스형이 일반적이다.

둘째, 건축물 규모에 따른 적용방안으로 저층형에서는 지붕에 설치되는 경사형 BIPV방식, 외부 수평회전 차양장치, 전면형 이중외피와 아트리움 및 차양형 이중외피가 유리하고 고층형에서는 파사드에 설치되는 BIPV방식, 실내 및 이중외피 내 차양장치, 복도형+박스형 이중외피가 효율적이라 할 수 있다. 특히, 아트리움 및 차양형 이중

외피는 비교적 저가의 투자비로 소규모 건축물에 적용하여 에너지 절감효과를 증진시킬수 있는 시스템이라 할 수 있다. 또, 복도형+박스형 이중외피는 각 형식의 장점을 유지하면서 외부로 보이는 디자인상 수직, 수평방향으로 다양한 조합과 분할이 가능하여 디자인 자유도를 높일수 있는 장점이 있다.

이러한 기본 분류는 건축물의 성격과 부지현황에 따라 선택적으로 조합이 가능하고 지역의 여건과 기후 등을 고려하여 최적의 계획을 수립하여 적용하는 것이 필요하다. 특히, 건축물의 규모에 따라 저층형과 고층형으로 구분하여 적용할때, 공사비 절감과 에너지 효율, 시각적 이미지 전달에 효과를 극대화할수 있고 에너지 부하감소를 위한 인텔리전트 외피의 구축이 가능하다.

참 고 문 헌

1. Sim Van Ryn and Stuart Cowan (1996), *Ecological Design*, Island Press.
2. Klaus Daniels (1995), *The Technology of Ecological Building*, Birkhauser.
3. Catherine Slessor (2001), *Eco-Tech*, Thames & Hudson.
4. Michael Wigginton & Jude Harris (2003), *Intelligent Skins*, Elsevier.
5. Carles Broto (2003), *Sustainable Architecture-Hightech Housing*, Linkbooks.
6. C. Schittich (2001), *Building Skins*, Birkhauser.
7. B. Stein & J. S (2000), *Reynolds, Mechanical and Electrical Equipment for Buildings*, John Wiley & Sons.
8. Derrick de Kerckhove (2001), *The Architecture of Intelligence*, Birkhauser.
9. Brenda & Robert Vale (1991), *Green Architecture*, Thames and Hudson.
10. 건설교통부(2004), 건설교통기술평가원, 환경친화형 스마트 빌딩 기술 개발 보고서.
11. 김정규, 이중외피 시스템의 부하절감효과에 관한 사례연구, 대한건축학회 학술발표논문집, 22(2).
12. 김성실, 이중외피 구조의 블라인드가 건물의 열환경에 미치는 영향, 대한건축학회논문집 계획계, 15(11).

접수일(2008. 7. 25)

수정일(1차: 2008. 8. 28, 2차: 9. 8, 3차: 9. 10)

게재확정일(2008. 9. 11)