

건축물 내외부의 친환경 구성을 위한 입체녹화의 부문별 디자인 적용요소에 관한 연구

신경선¹, 김원필^{2*}

¹서울과학기술대학교 일반대학원, ²서울과학기술대학교 건축학부

A Study on the Application of Design Components of 3D Greenery System for Eco-Friendly Indoor and Outdoor Space of Buildings

Kyung-Sun Shin¹, Won-Pil Kim^{2*}

¹Graduate School, Seoul National University of Science and Technology

²Department of Architecture, Seoul National University of Science and Technology

요약 입체녹화가 도시환경을 향상시키는 효과가 있는 것으로 알려지면서 친환경 건축물의 새로운 대안으로 부각되고 국내 적용에 대한 다양한 연구가 필요해지고 있다. 본 연구의 목적은 국내외 건축물 준공사례를 대상으로 건축물 내·외부에 반영되고 있는 입체녹화의 공간특성을 조사하고 구성체계 및 디자인요소를 분석하여 친환경구성을 위한 부문별 디자인 적용요소의 발전방향을 제시하는 데 있다. 분석결과, 입체녹화는 건축물 내 다양한 외부공간을 증가시키기 위하여 대형화하는 고밀도 개발형태를 보이며 초기에는 전시, 교육 등 공공시설이 많았으나 최근에는 공동주택 사례가 증가하고 있다. 공동주거 Unit에 다양한 근접공간을 도입하고 사적 공간에서 독립적인 녹화공간을 제시하는 등 거주자의 선호조건에 따라 선택적으로 근접공간을 이용하도록 계획하는 방법은 일률적인 국내 공동주거의 디자인을 지양하고 거주자의 다양한 행위를 유도할 수 있다. 새로운 공간분위기와 다양한 옥외공간으로 인한 커뮤니티 장소들은 사회적 상호 작용을 통해 공동주거의 생활패턴을 변화시키고 새로운 마을공동체를 조성하는 방법이 될 것으로 판단된다. 또한 대지의 환경특성을 적극적으로 반영하고 건축물 형태에 자연지형과 경사로를 이용하는 경향을 뚜렷이 보이고 있어 외부공간 환경조성 디자인요소에 대한 후속 연구도 필요하다.

Abstract As the 3D Greenery system is known to improve the urban environment, it works as new alternative for eco-friendly building and warrants further study for application to the domestic field. This study aimed to apply the design components for eco-friendly composition by investigating the spatial characteristics of the 3D Greenery System reflected in interior and exterior of buildings and to analyze the organization and design elements of domestic and foreign cases. The results showed that instances of the Greenery System tended to be a large scale and high-density development in order to expand various exterior spaces. Although its early forms were often found in such public facilities as exhibition and education purpose, cases of multi-unit dwelling have been growing. Allowing apartment residents to prefer intimate space by providing various such spaces for residential units and offering independent green spaces would induce diverse residents' lifestyles rather than monotonous design. The analysis also indicated that community space composed of various outdoor spaces and atmosphere would change life patterns of multi-housing and establish a real neighborhood through social interaction. Moreover, further investigation of the design patterns of outdoor space arrangement is needed since the Greenery system actively reflects the environmental characteristics of building sites and clearly shows a tendency to utilize natural terrain and slope in building shapes.

Keywords : 3D greenery system, Intimate space, Eco-friendly, spatial type, design elements

이 연구는 서울과학기술대학교 교내학술연구비 지원으로 수행되었습니다.

*Corresponding Author : Won-Pil Kim (Seoul National University of Science and Technology)

Tel: +82-2-970-6588 email: wphil@seoultech.ac.kr

Received February 2, 2017

Revised (1st March 7, 2017, 2nd March 24, 2017, 3rd April 3, 2017)

Accepted April 7, 2017

Published April 30, 2017

1. 서론

1.1 연구의 배경 및 목적

입체녹화는 에너지 효율, 재활용 자재나 재생에너지를 고려하고 도시환경을 향상시키는 효과가 있는 것으로 알려졌다. 녹화를 이용한 친환경 공간구성에 관한 국내 연구는 건축물 입체녹화를 위한 건축기법에 관한 연구 [1], 건축물 실내녹화 조성방법에 관한 조사 분석[2], 랜드스케이프 건축에 나타나는 친환경적 디자인 특성에 관한 연구[3] 등 다양한 연구들이 발표되었으나 그동안 준공사례가 한정적이다 보니 사례표본 수가 객관성을 확보하기에 부족하거나, 계획안을 대상으로 한 디자인 특성에 관한 이론적 연구들이 대부분으로 실증조사, 연구결과는 한정적이다. 그러므로 입체녹화의 공간특성을 알아보고 디자인요소를 분석하여 친환경 건축물의 대안으로 제시함으로써 국내 도시환경의 질적 향상을 도모함이 필요하다. 본 연구의 목적은 국내외 준공건축물사례를 대상으로 건축물 내·외부에 반영되고 있는 입체녹화의 부문별 디자인 적용요소를 분석함으로써 친환경구성을 위한 다양한 공간 디자인의 기초자료를 제시하는 데 있다.

1.2 연구의 방법 및 범위

본 연구의 진행방법은 다음과 같다. 첫째, 기존 문헌 조사 및 선행 연구를 통해 관련 개념 및 이론적 고찰, 둘째, 이론적 고찰 및 현황조사를 바탕으로 입체녹화에 대한 분석틀 도출 및 사례분석, 셋째, 입지 맥락, 근접공간 유형, 구성체계 및 디자인요소 조사분석, 넷째, 입체녹화의 공간특성을 정립하여 적용현황 및 문제점을 분석하고 입체녹화의 국내적용을 위한 개선안 도출 등으로 진행되었다.

2. 입체녹화의 이론적 고찰

2.1 입체녹화의 정의

입체녹화란 옥상, 벽면, 가로 등 인공구조물을 녹화함으로써 경관적인 측면, 생태적인 측면에서 환경을 개선하고자하는 녹화방식을 총칭하며 개별적인 인공지반녹화를 통합적으로 바라보는 녹화개념이며, 입체녹화의 개념은 일본의 입체녹화에 의한 환경공생이라는 저서를 통해 이론적으로 구축되었다[4]. 최근 건축물 내·외부에 반

영되고 있는 입체녹화의 근접공간유형을 단면개념으로 정의해보면 아래 Figure 1과 같다.

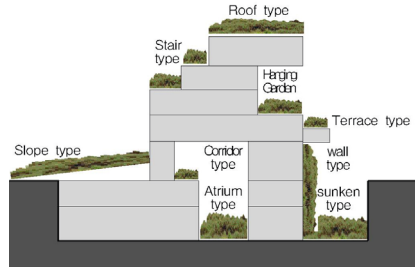


Fig. 1. Conceptual Section Diagram of Exterior & Interior Intimate Space

2.2 자연친화적 거주환경을 위한 입체녹화

산업혁명 이후 도시가 급속하게 성장하면서 주요 도시의 정부는 도시노동자들에게 휴식 장소를 제공해야할 필요성을 느꼈고 조경은 건축물과 경계선이 분리된 공원 형태로 자리 잡으며 도시의 여가개념이 되었다. 최근 삭막한 도시구조, 열섬, 미세먼지 등 도시환경 개선과 생태계 복원 및 생활수준 향상, 삶의 패턴 변화 등 다양한 요구로 인하여 건축물 주변부에 불과하던 조경이 새로운 거주환경을 위한 대안으로 주목받고 있다. 건축물 내외부에 도입되고 있는 다양한 조경의 형태는 단순한 식재, 차경을 넘어서서 건축물에 다양한 친환경 근접공간을 만들어내고 외장마감재로써도 새로이 자리 잡고 있다. 입체녹화는 자연의 소리, 냄새, 분위기를 거주공간에 조성하여 인공적인 공간 속에 자연적 환경을 제공함으로써 생활에 청량감과 쾌적감을 더해 주고 자연적 요소를 이용한 휴식공간은 정서적 심리적 안정감을 회복시키는 치유환경을 조성하며 실내공기를 정화하는 효과를 가지고 있음을 밝힌바 있다[5]. 그러므로 입체녹화 근접공간의 관련 디자인 연구와 활성화를 위한 노력은 친환경적이면서 치유(Healing)를 지향하는 시대적 요구라고 할 수 있다.

2.3 입체녹화의 디자인 기법 분류

입체녹화 디자인 기법을 제시하기 위하여 사례조사를 통해 건축물을 용도별로 분류하고 그 특성 및 규모를 조사, 분석함으로써 건축물 배치(향·일조, 자연환경 순응), 건축물 형태(전체적인 형태, 발코니, 테라스), 건축물 공간구조(필로티·아트륨, 녹화공간구성), 자연에너지(햇빛·바람·빗물), 식생조건(토양조건, 수환경조건, 식재구

성)의 5가지로 분류하여 지역별 기후조건에 적합한 조성 방법을 제시한 접근[1]이 있는 반면, 건축물 실내녹화 조성방법을 분석하기 위하여 국내의 사례를 조사하여 건축물 용도, 녹화목적, 배치방식, 건축기법을 조사한 분석틀을 도출하였으며 건축물 용도별로 실내녹화 조성방법 [2]을 제안한 연구가 존재한다. 이러한 조사연구들은 공간유형에 대한 분류가 혼재되어있고 유형별 특징과 적용 방법 등이 구체적으로 제시되지 못한 것으로 분석되며 입체녹화 근접공간 특성을 상세히 규명하여 구성 체계 및 디자인요소를 유형화하는 것이 필요하다.


3. 사례 조사

3.1 조사연구 및 분석의 틀

입체녹화의 공간특성을 유형화하고 부문별 디자인 적용요소를 규명하기 위해서는 건축물 사례의 평가가 필요하다. 독일의 생태건축 이후 현대건축의 중요한 화두로 떠오른 친환경 건축의 시대적 교차점을 1990년대 기술을 중심으로[3], 국내에 건축물 녹화가 도입된 시기는 1980년대 초반이며 벽면녹화를 포함한 본격적인 활성화는 1990년 이후라고 설명하였다[1]. 따라서 본 연구의 시간적 연구범위는 건축물 녹화가 현대건축의 새로운 흐름으로 등장했던 1990년대 전후부터 현재까지로 선정하였다. 또한 입체녹화의 공간특성 파악을 위해 다수 인용·분석된 연구사례 중 연구목적에 적합한 유형을 고찰하고 그 중에서 다양한 사용형태와 디자인 경향분석에 적합한 실존 건물사례로 제한하였다. 자료조사는 2016년까지 준공된 입체녹화 사례 중에서 기존 논문에서 인용·분석된 대표적 사례인 국내 14개소, 해외 26개소를 예비 조사를 거쳐 본 연구목적 및 분석에 적합한 국내 10개소, 해외 20개소로 압축하여 선정하였다. 자료선정기준은 건축기법, 식생조건, 자연에너지, 사진, 도면 등의 부문별 분석에 적합한 사례로 정하였으며 그 중에서 심층분석이 필요한 국내 6개소, 해외 6개소는 직접 방문조사하였다. 조사항목은 건축물의 경관향상 및 녹지공간 확보를 위한 입체녹화 디자인기법에 관한 연구[1], 건축물 실내녹화 조성방법에 관한 조사 및 분석[2] 등 기존 선행 연구방법과 국내 입체녹화 사례를 통해 추출한 항목을 종합하여 평가항목을 설정하였다. 분석틀은 Table 1.과 같으며 크게 세 가지 영역으로 구성되어있다. 첫째 영역은 조사대상건축물의 기본요소 및 입지 맥락적 특성을

조사하고, 두 번째 영역은 입체녹화 근접공간유형을 분류하고, 세 번째 영역은 구성 체계 및 디자인요소를 파악하는 것으로 구성되어 있다.

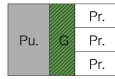
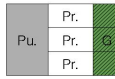
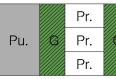
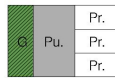
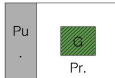
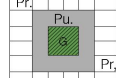
Table 1. Example of Analytical Framework

1. Across Fukuoka International Hall			
	Heavy rooftop greening is made into a terraced garden. Provide Fukuoka port & 10,000m ² forest.		
Location	Fukuoka, Japan	Intimate Space type	Plan: Back Side
Use	commercial		Section: Stair, Hanging Garden
Proportion	B4F / 14F Gross 97,403 m ²	Ground system	Front Ent.
Architects	Emilio Ambasz	Plant-ing Condition	Base : conc.
Completion	1994 year		Water : Rainwater irrigation system
Context	Downtown, Flatland		Plant : Shrub

조사대상 건축물의 위치, 용도, 연면적, 층수, 준공연도, 설계자 등 기본요소를 조사하고 입체녹화 건축물의 개발경향을 알아보기 위하여 개발규모, 대지의 입지, 지형조건을 조사하였다.

근접공간의 녹화디자인 유형 평면형태는 Private 공간과 Public 공간 사이의 배치위치를 Table 2와 같이 유형화하고 빈도수를 알아보았으며 배치위치에 따라 공간특성이 변화하는 지, 용도, 규모에 따라 적용여부가 달라지는 지 조사하였다.

Table 2. Intimate Space Type of Floor Plan Space

Type1	Front Side	Type2	Rear Side	Type3	Both Side
			Public-Green-Private	Public-Private-Green	Public-G.-Private-G.
Type4	Corridor	Type5	Individual Garden	Type6	Atrium
			Green-Public-Private	Public-Private-Green	Private-Public-Green

또한 건축물 내·외부에 반영되는 근접공간의 단면 디자인 형태를 Table 3과 같이 유형화하고 그에 따른 공간

특성, 유형별 적용방법, 빈도수를 알아보았다. Type 1 옥상형과 Type 5 경사로형은 지붕면에 녹화를 하는 공통점으로 인해 분류가 난해하만, 평지붕에 녹화를 도입했던 과거와 달리 최근 사례들은 경사지붕에 녹화를 도입하는 것이 주도적 경향으로 나타나고 이러한 특징은 입체녹화의 공간특성을 인지하기 위한 대지와 건축물의 접지형태와도 연관성이 존재하여 별도로 분류하였다.

Table 3. Type of Intimate Sectional Space

Type1	Roof Top	Type2	Wall	Type3	Stair
Type4	Hanging Garden	Type5	Slope	Type6	Sunken
Type7	Terrace	Type8	Corridor	Type9	Atrium

구성체계 및 디자인요소 분석을 위해 첫째, 입체녹화의 건축디자인 접근방법이 일반건축물과 차이가 있는 지 알아보기 위하여 근접공간을 구성하는 Key디자인 기법에 어떤 디자인 요소가 사용되었는지 알아보았다. 둘째, 입체녹화는 건축물과 대지의 경계점이 불분명한 사례가 증가하고 있으며 그로인한 근접공간의 활용방법이 다양해지고 있다. 건축물의 진출입 방식으로 인한 입체녹화의 공간특성을 인지하기 위하여 대지와 건축물의 접지형태를 Table 4와 같이 유형화하고 사례를 조사하였다. 셋째, 녹화를 유지하기 위하여 필요한 식생조건을 알아보기 위하여 보조재 및 식재시스템, 수환경, 식재구성으로 구분하여 조사하였다.

Table 4. Grounding System of Building(Entrance)

Type1	Front ent.	Type2	Piloti ent.	Type3	Slope ent.
Type4	Sunken ent.	Type5	Roof ent.	Type6	Canyon ent.

3.2 입체녹화 디자인 사례

대부분 사례들은 복합적인 입체녹화기법을 사용하고 있으며 이는 입체녹화의 일반적인 특성으로 나타난다. 준공사례 30개소를 유형화된 근접공간으로 분류하고 제시된 분석틀을 통하여 분석하였다.

기본요소 및 입지맥락과 관련된 서울추모공원사례는 기피시설인 장례식장을 지하화하고 상부는 자연경관과 이어지는 수림대로 조성하였다. 기존 지역의 식생대를 조사하여 건물 상부의 식재구성에 반영하고 다목적 생활 문화공간으로 조성했다. 또한 건축물 내 다양한 녹지형성하고 외부면적을 증가시키기 위하여 고밀도의 개발 형태를 보이고 있다. The Interlace의 경우, 31개 아파트 블록을 엮갈려 배치하고 6각형으로 쌓는 방법으로 옥외 공간을 증가시켜 옥상 정원과 조경 테라스가 늘어났으며 결과적으로 대지면적의 112% 조경면적을 제공한 것으로 조사되었다.

근접공간의 평면디자인 유형으로는 Private 공간과 Public 공간 사이의 녹화공간 배치위치에 따라 전면 녹화, 후면 녹화, 전·후면 녹화, 복도 녹화, 개별 정원, 중정 녹화 등 6가지 유형으로 구분하는 것이 가능하다. 중정 녹화 사례인 IBN Institute 's는 Private 공간으로 둘러싸인 중정에 실내정원을 조성하고 거주자가 자유롭게 드나들 수 있는 형태로 계획되었다. 또 Vulcano Buono는 나폴리지역 화산인 '불까넬로'의 지형을 모티브로 6층 규모의 판매시설 중심부에 고대광장을 표현한 외부 중정을 조성하여 사람들의 직접적 교류를 유도하는 효과를 나타내었다.

전면녹화 사례인 Acros Fukuoka International Hall은 일본 후쿠오카 텐진 중앙공원 북측 평지에 위치한 공공복합시설로 건물의 남측면에 인공적으로 조성한 5,400㎡의 녹지가 13층 규모의 계단식 정원으로 계획되어 기존 공원과 자연스럽게 연결되며 각 층에서 전면 녹화를 통과하여 내부로 연결되는 형태로 분석된다.

후면녹화인 Bosco Verticale는 각 주거Unit의 거실과 침실에 면하여 2층 규모의 독립적 근접공간을 조성하였고 Park Royal Hotel on pickering은 4-5층 마다 객실 전면에 층층이 곡선화된 기단형태의 차경정원을 조성하였다.

전·후면 녹화는 사적 공간을 중심으로 전면과 후면에 녹화를 설치한 사례로 대규모 주거복합시설인 The Interlace 사례가 유일했다. 전후면 녹화가 많지 않은 것은 녹화공간이 부가적인 공간과 공사비를 수반하므로 대

Table 5. Case Study List

Zo ne	no.	Case	Location	Use	Com- pletion
E u r o p e	1	Bosco Verticale	Milan, Italy	Residence	2014
	2	BTEX - Interpretation centre of Technology	Del Rio, Spain	Museum	2009
	3	Central Library, Delft Univ.	Delft, Nederland	Education	1998
	4	IBN Institute 's	Wagen-ingen, Nederland	Business	1998
	5	Quai Branly Museum	Paris, France	Museum	2006
	6	Univ. of Warsaw Library	Warsaw, Poland	Education	2000
	7	Vulcano Buono	Nola, Italy	Retail	2007
A m e r i c a	8	California Academy of Sciences	San Francisco, USA	Museum	2008
	9	Hotel Intercontinental	Santiago, Chile	Accom-mo- dation	2011
	10	Rio Tinto Alcan Planetarium,	Montreal, Canada	Museum	2013
A s i a	11	Acros Fukuoka International Hall	Fukuoka, Japan	Com- mercial	1994
	12	Changi international airport-terminal 3	Changi, Singapore	Trans- portation	2008
	13	The Interlace	Singapore	Residence	2013
	14	Learning Hub, NTU.	Singapore	Education	2015
	15	Mycal Cultural & Athletic Center	Hyogo, Japan	Sports	1983
	16	Namba Parks	Osaka, Japan	Mixed Use	2003
	17	Park Royal Hotel on pickering	Singapore	Accom- modation	2013
	18	Reflections at Keppel Bay	Keppel, Singapore	Residence	2011
	19	School of Art, Design & Media @NTU	Singapore	Education	2007
	20	Yokohama Ferry Terminal	Yokohama, Japan	Trans- portation	2002
K o r e a	21	Ann Demeulemeester Shop	Seoul, Korea	Retail	2007
	22	Boutique Monaco	Seoul, Korea	Business	2008
	23	Dongdaemun Design Plaza	Seoul, Korea	Museum	2013
	24	Ewha Womans Univ. Campus Center	Seoul, Korea	Education	2008
	25	Ecorium of the National Ecological Institute	Seocheon, Korea	Museum	2012
	26	Government Complex Sejong 1-1	Sejong, Korea	Business	2012
	27	Government Complex Sejong 2-2	Sejong, Korea	Business	2013
	28	International Wetland Center	Suncheon, Korea	Museum	2013
	29	Jeju World Heritage Center	jeju, Korea	Museum	2012
	30	Seoul Memorial Park	Seoul, Korea	Funeral	2012

형주거 Unit (360M²) 에서 설치가 용이한 것으로 추측해볼 수 있다. Interlace는 복층형 Unit의 현관, 침실 발코니에 크고 작은 녹화공간을 설치하고 2층에 개별정원을 도입하는 등 모든 평면유형이 적용된 사례이다.

복도녹화 사례인 Park Royal Hotel on pickering은 각 객실 도어가 배열된 복도의 바깥쪽으로 녹화를 설치하여 지루하기 쉬운 기나긴 복도에 청량감을 부여하였다.

개별정원 사례인 Quai Branly 박물관은 지하층의 세미나 룸에 면하여 선근 형태의 개별 정원들을 설치했고 Boutique Monaco는 고층부 비즈니스 펜트하우스 개념을 도입하고 4층 높이의 22개 개별정원을 설치하여 Unit를 특화하였다.

근접공간의 단면디자인유형으로는 옥상형, 벽면형, 계단형, 경사로형, 공중정원형, 아트리움형, 복도형, 테라스형, 선근형등 9가지 유형으로 분류할 수 있으며 가장 많은 유형은 경사로형이다.

경사로형은 일반적으로 긴 경사로를 가지며 산책로와 공원을 연계하여 시민들이 자유롭게 이용하도록 제공했다. Central Library, Delft Univ. 사례는 경사진 지붕면의 가장자리를 유리 커튼월로 계획해서 대지를 들어 올린 듯한 형상으로 대지와 건축물이 자연스럽게 연결되며 잔디로 뒤덮힌 지붕은 일광욕, 점심식사, 만남의 장소로 사용되고 겨울철에는 스키슬로프 용도 등 다양하게 이용된다. 해외사례로는 Yokohama Ferry Terminal이 있으며 국내사례는 Seoul Memorial Park, 이화여대 캠퍼스센터 등이 있다.

옥상형은 살아있는 녹화지붕을 조성하여 건물로 인해 훼손되는 녹지량을 그대로 재생했다. Univ. of Warsaw Library 사례는 내리막에 위치해 생기는 자연경사로와 도서관 상부에서 옥상정원을 실험한다. 지붕의 각 부분에 다양한 슬로프를 만들고 여러 개의 정원을 조성하여 잔디, 관목, 덩굴 등 중량형 옥상녹화를 실험적으로 식재하였다. California Academy of Sciences 사례는 샌프란시스코 골든게이트 공원에 위치한 자연사 박물관이다. 공원의 일부를 위로 들어 올리고 그 아래에 건물을 두는 계획으로 2.5에이커의 생동감 있는 녹화지붕을 조성하여 도심 한복판에서 자생식물에 관한 산교육 공간을 제공했다.

벽면형은 이중입면과 건식패널 공법을 이용한 예가 가장 많다. Quai Branly Museum 사례는 프랑스 파리에 서 벽면녹화의 실험적 형태를 구현함으로써 녹화의 새로

운 가능성을 보여주었다. 지상3층 높이의 벽면녹화는 건물 외부면적 800㎡, 내부면적 150㎡로 조경설계자인 Patric Blanc에 의해 디자인되었다. Ann Demeulemeester Shop 사례는 저층고밀도의 협소한 대지에 자연을 최대한 끌어들이려는 시도였다. 유기적 형태의 구조체로 Skip Floor 실내공간이 최대한 외부공간의 일부로 인지되도록 계획했다. 사례로는 Changi International Airport Terminal 3, Hotel Intercontinental 등이 있다.

계단형 사례인 Namba Parks는 오사카의 쇼핑센터이다. 도심 내의 놀이시설과 자연을 개념으로 8층 규모의 유선형 외관에 작은 숲을 조성하고 블록으로 쌓여진 협곡을 통해 계단형 보행로와 옥상공원으로 연결했다. 사례로는 Acros Fukuoka International Hall이 있다.

공중정원형 사례인 Park Royal Hotel on pickering은 싱가포르 중심상업지구의 도심지 호텔이다. 지상5층에 계획된 15,000㎡ 하늘정원은 연못, 폭포, 층층이 곡선화한 다랭이는 형태의 테라스들이 4층 높이로 설치되고 객실에서 조망이 가능하다. 야자수, 화훼, 관목, 덩굴식물 등 다양한 종들이 울창한 열대환경을 만들고 이러한 녹화공간은 사람들뿐만 아니라 곤충과 새들에게도 매력적인 공간으로 단순한 녹지가 아니라 도심 내에서 생물학적 다양성을 추구했다.

아트리움형 사례인 IBN연구소는 Wageningen의 북쪽에 위치한 임업을 연구하는 시설로 시골 풍경과 조화를 이루도록 설계되었다. 지상3층의 건물로 둘러싸인 중정은 2개의 실내정원과 실외정원을 조성하여 일상생활에서 생태기능을 연구한다. 모든 작업장은 정원과 직접 연결되고 실내 정원은 일상 활동과 회의공간으로 사용된다. 사례로는 Ecorium of the National Ecological Institute, California Academy of Sciences 등이 있다.

복도형 사례인 Learning Hub는 넓은 중앙공간에 8층 규모의 12개 타워가 연결된 형태로 중앙 아트리움의 360도 방향에 면하여 56개 강의실을 출입한다. 각 층 복도와 테라스는 휴식과 녹지공간, 커뮤니티 장소로 제공되고 타워는 선택적으로 개별정원을 구성했다.

테라스형 사례인 Bosco Verticale는 이태리 밀라노에 위치하며 지상27층, 2개의 주거용 타워로 구성되었다. 각 주거 Unit 테라스에 다양한 관목, 꽃, 식물등을 식재하여 7,000㎡의 숲조성효과와 동일하며 전체 건축비의 5%가 증가되었다. 이러한 식물시스템은 여름철 태양을 가리고 겨울철에는 양상한 가지 사이로 햇빛을 유입시키

는 자연채광 조절효과를 가지면서 습기와 산소를 생성시켜 도시의 열기와 먼지를 필터링하고 태양 광선과 외부 소음으로부터 사람과 집을 보호한다. 또한 계절에 따라 식물들은 다양한 경관을 제공하고 식물의 유형을 바꿈으로서 도시의 경관을 변화시킨다.

선근형 사례인 Canada Montreal에 위치한 Rio Tinto Alcan Planetarium은 대지의 단차는 자연스러운 경사를 이용해 인근 사이트와 연결하고 옥상전체를 잔디패널로 마감했다. 지하 선근(Sunken)은 자연지반 위에 교목을 다층식재하고 자연채광이 가능한 형태이다.

구성체계 및 디자인 요소분석과 관련된 The Interlace는 싱가포르의 열대성기후를 고려하여 단지 안에 바람길이 생기도록 6층 크기의 31개 아파트 블록을 엇갈려 배치하고 6각형으로 쌓아서 8개의 안뜰을 만들었다. 이러한 입체적 구성은 거주자에게 다층적 풍요로움과 다양한 생활의 가능성을 제공하며 빛과 공기가 안뜰에 잘 통하게 하고 공중정원과 조망을 즐길 수 있는 테라스가 적극적으로 구성되었다. Ecorium of the National Ecological Institute 사례는 자연을 체험하는 공간으로 열대, 아열대, 지중해, 온대, 극지 등 다섯 개의 기후대를 자연의 유기적인 선을 모티브로 재현했다. 유기적 형태의 디자인 사례는 Dongdaemun Design Plaza, Vulcano Buono 등이 있다. 건축계획적 디자인 접근방법으로 Double Layer 등 방음, 자연환기효과, 에너지효율을 높인 사례로는 Vulcano Buono, Learning Hub가 있다. Learning Hub는 전통적인 복도와는 달리 각 층 복도가 중앙 아트리움에 개방된 구조로 Artrium Void는 3~4m 떨어진 다른 층의 발코니와 시각적으로 연결되며 아트리움의 굴뚝 효과를 통해 자연환기효과가 있다.

입체녹화의 공간특성을 인지하기위한 대지와 건축물의 접지형태는 건축물의 진출입 형태에 따라 직접, 필로티, 경사로, 옥상, 선근, 협곡 등 6가지 진입 유형으로 구분할 수 있다. California Academy of Sciences 사례는 직접 진입이며 내부 계단을 통해 옥상녹화의 접근이 가능하다. 델프트공대 중앙도서관 사례의 경우에는 경사로 형태의 옥상에서도 건물 진입이 가능하다. 주요 특징인 콘이 잔디와 도서관을 관통하여 대지 위에 고정되는 구조로 하부에는 5개 층을 연결하는 중앙계단이 코아역할을 한다. Learning Hub는 중앙 아트리움에 피로티 형식으로 진입하여 각 층을 인지하는 형태이다. Quai Branly 박물관은 일부 선근 진입을 차용하여 외부 정원에서의

진입을 허용하며 공연장과 야외무대로 연결하였다. BTEX Interpretation centre of Technology 사례는 지면을 따라 솟아오른 피라미드 형태의 건물로 협곡진입을 통해 지하전시장과 이어진다. 이화여대 캠퍼스센터 사례는 기존에 대운동장이었던 공간을 지하캠퍼스와 지상정원으로 계획하고 지상의 차량동선을 없애고 보행자 중심 협곡진입과 경사로를 조성하였다.

녹화를 유지하기 위한 식생조건으로 California Academy of Sciences 사례는 SRC. 구조 위에 특별히 고안된 1,700,000개의 Coconut Husk Trays를 설치하고 지역 식생을 식재하여 녹화를 유지하는 시스템이다. 토양의 수분은 열관류 현상을 방지하여 박물관 내부에서 에어컨의 필요성을 줄여준다. Quai Branly 박물관 사례는 다양한 식재구성을 통해 그래픽 효과를 도모하였는데 콘크리트 바탕면 위에 PVC Layer, Felt, 메탈프레임으로 구성된 500x400x90mm의 Modular System에 150여개 품종의 식물을 15,000본 이상 식재하여 그래픽 녹화를 구현하였다. IBN 연구소 사례는 자연지반 위에 세덤류, 구근식물, 고목 등을 다층식재하고 관개시스템으로 식생을 유지하여 표준 예산 내에서 추가 비용없이 지속가능한 건물을 실현할 수 있음을 입증했다. Ann Demeulemeester Shop 사례는 수호초가 식재된 Geotextile로 생동감 있는 입면을 조성하였다.

4. 적용요소 분석

4.1 기본요소 및 입지 Context

전체 30개 사례 중에서 5개소가 자연경사를 적극적으로 이용했으며 15개소는 평지 위에 인공 경사로를 설치하여 대지와 건축물을 연계시켰다. 또한 주변의 식생대를 조사하여 건물과 녹지를 연결시키고자 했는데 이는 자연을 가까이 하고자 하는 인간의 심리를 반영하고 있다. 용도별로는 다양하게 시도되었으며 복합화, 대형화하는 경향을 보인다. 초기에는 전시, 교육, 업무시설 등 공공시설이 대부분이지만, 향후에는 주거시설을 포함하는 복합시설에 적극적으로 도입될 것으로 전망된다[6] 보고하였듯이 최근 들어 해외에서 The Interlace, Bosco Verticale, Reflections at Keppel Bay와 같이 주거복합 시설에 입체녹화를 도입한 준공사례가 증가하고 있다.

4.2 근접공간 평면디자인 유형

공적공간과 사적공간 사이의 녹화 배치위치에 따른 평면유형의 빈도수를 알아보기 위하여 각 사례를 중분류하였다. 가장 많은 유형은 중정 녹화로 전체 30개 사례 중에서 10개소에 적용되었다. 중정 녹화는 과거부터 있어왔던 가장 전형적인 근접공간으로 상대적으로 녹화 도입이 수월하며 공간계획이 자연스러웠을 것으로 추측된다. 전면 녹화는 사적공간의 전면에 녹화를 배치하여 공용 공간과의 전이공간으로써 공간의 성격을 분할하고 후면 녹화는 사적공간의 내측에 배치되어 거주자가 작은 녹화 공간을 독립적으로 소유하는 형태이다. 전·후면 녹화는 사적 공간을 중심으로 전면 녹화의 전이 공간, 후면 녹화의 독립성을 동시에 가지고 있으며 대형 Unit에 적용되었다. 복도 녹화는 공적공간의 바깥쪽에 녹화를 배치하여 복도의 단조로운 특성을 보완하는 방법으로 두 번째로 적용사례가 많고 다양한 용도에 적용되었다. 이는 일반적으로 긴 복도가 형성되는 교육시설, 숙박시설, 업무시설 등에 생동감 있는 실내 환경을 조성하는 방법이다. 개별정원의 경우에는 사적공간 내부에 조성되는 대규모의 녹화공간으로 사용자가 독립적으로 이용하고 관리하도록 계획된 공간이다. 개별정원은 고밀도의 개발 형태에 반영되었는데 이는 다양한 외부공간과 독립적인 녹화공간을 제시하는 데 있어 유리하고 건축물 용도와 거주자의 소유형태, 선호조건, 관리방식에 따라 효용성이 달라질 수 있다. 그러므로 입체적 배치계획과 다양한 근접공간을 개발하고 공용 공간과 사적 공간을 구분 설치하여 거주자의 선호여부에 따라 선택적 이용이 가능하도록 계획한다면 거주공간과 디자인의 심미적 다양성을 증진시키는 효과가 있다.

Table 6. Section Type of Intimate Space for Uses

Div.	Residence	Business	Education	Museum	Retail	Commercial	Accommodation	Transportation	Sports	Funereral Hall	Total
	3	4	5	8	2	2	2	2	1	1	30
Rooftop	2	2	2	4	0	1					11
Wall		1	1	1	1	1	2	1			8
Stair	1					2					3
Slope		2	4	5	1			1	1	1	15
Hanging Garden	3	1					1				5
Atrium		2	1	3	2			1	1		10
Corridor	1		2		2	1	2	1	1		10
Terrace	3	1	1		1		1				7
Sunken	1			3						1	5
Total	11	9	11	16	7	5	6	4	3	2	

Table 7. Frequency of the Floor Type of Intimate Space

Div.	Case of Buildings	No.
Front Side	Acros Fukuoka International Hall, Interlace	2
Rear Side	Bosco Verticale, Boutique Monaco Hotel Intercontinental, Interlace, Namba Parks, Park Royal Hotel on pick-ering, Quai Branly Museum	7
Both Side	Interlace	1
Corridor	Ann Demeulemeester Shop, Changi international airport-terminal 3, Hotel Intercontinental, Interlace, Mycal Cultural & Athletic Center, Learning Hub, Namba Parks, Park Royal Hotel on pickering, Univ. of Warsaw Library	9
Individual Garden	Boutique Monaco, Interlace, Quai Branly Museum	3
Atrium	Boutique Monaco, IBN Institute 's, California Academy of Sciences, Changi international airport-terminal 3, Ecorium of the National Ecological Institute, Mycal Cultural & Athletic Center, Namba Parks, Quai Branly Museum, School of Art, Design & Media@NTU, Vulcano Buono	10

4.3 근접공간 단면디자인유형

9가지 유형으로 제시된 단면디자인에서 가장 많은 빈도를 보인 경사로형은 자연지형을 디자인 모티브로 대지를 들어 올린 자연스러운 경사가 건축물과 일체를 이룬 것으로 건축물과 대지의 경계가 모호하고 자연스럽게 협곡을 만드는 효과가 있다. 전반적으로 옥상형과 테라스형이 일반화되고 경사로형이 증가하는 경향을 보인다. 상대적으로 옥상녹화 사례가 적은 것은 경사가 없는 평지붕은 옥상형으로, 경사지붕은 경사로형으로 분류했기 때문인데 이는 최근 준공사례들이 경사지붕을 적극적으로 도입하면서 입체녹화의 특징으로 나타나기 때문이다. 옥상형은 머무는 개념이 강하고, 경사형은 이동의 기능이 강하지만 건축물 배치형태 및 동선계획에 따라 복합적 기능을 수반한다. 실행안 대부분이 옥상과 테라스에 녹화를 도입하는 초보적인 단계이지만 계획안에서는 유기적 형태의 벽면녹화, 공중정원을 본격적으로 시도하고 있다고[6] 보고한바 있으며 형태적으로 옥상형에서 경사로형으로 진화하는 과정에 있는 것으로 분석된다. 벽면형의 경우에도 국내는 법정 인센티브를 위한 소극적인 반영이 일반적이지만 해외의 경우 그래픽 구성을 통해 새로운 입면외장재로써 제시되고 유기적 형태의 구조체로 실내공간이 외부공간의 일부로 인지되도록 계획했다.

계단형은 건축물의 단을 따라 다양한 야외공간이 발생하며 전망대, 보행동선, 수로를 계획하고 중량형 식재가 많은 것으로 조사되었다. 복도형은 각 층 복도에 녹지가 도입된 휴식 및 대화장소를 제공하고 이동 공간이 아닌 머무는 소공간으로 계획되었다. 아트리움형은 건축물의 한 가운데 배치되어 모든 실들이 아트리움과 직접 연결되며 일상활동과 회의공간, 통행을 위해서 사용되고 선린(sunken)형은 대지의 단차를 자연스럽게 연결하고 자연지반 위에 교목을 다층 식재하는 형태이다. 테라스형은 각 단위 Unit 테라스에 설치되는 식물시스템이 자연채광을 조절하고 도시의 열기와 먼지를 필터링하며 공중정원형은 도심의 부족한 녹지를 확보하고 생물다양성을 추구하여 도시경관을 변화시킬 수 있는 효과적인 방법이다.

4.4 구성체계 및 디자인 요소

공간구성기법(Key plan)에 있어 입체적 배치방법은 기존 대지면적 이상의 녹지와 다양한 조망을 확보하는 것을 가능하게 한다. 입체적으로 계획된 다양한 옥외공간은 거주자의 개인적 프라이버시를 만족시키는 동시에 단지내 공용공간에서 사회적 상호작용을 유발한다. 입면적 접근방법으로 건축물의 표면적과 코너를 증가시켜서 채광과 전망을 유리하게 하고 근접공간을 적용시켰다. 공동주거 Unit에 다양한 근접공간을 도입하고 사적 공간에서 독립적인 개별정원을 제시하는 등 거주자의 선호여부에 따라 선택적으로 근접공간을 이용하도록 계획하는 것은 다양한 공동주거의 디자인을 유도하는 효과가 있다.



Fig. 2. The Interlace

또한 자연의 유기적인 선을 디자인 모티브로 계획하고 건축디자인에 있어 생태학적으로 접근하는 Biomorphic, 아트리움, 공중가로, 경사로, 공중정원, 바람길, 선린, 협곡 등의 다양한디자인 요소가 시도되어 실내가 외부공간의 일부로 인식되는 등 공간의 경계가 명확하지 않은 형태로 제안되고 있다. 또한 건축계획적 디자인(Passive

Design) 접근방법으로 Double Layer, 아트리움을 이용한 굴뚝효과 등 에너지효율을 높이고 공사비, 유지관리비를 절감시킬 수 있다.

Table 8. Frequency of Section Type of Intimate Space

Div.	Case of Buildings	No.
Rooftop	California Academy of Sciences, Dongdaemun Design Plaza, Univ. of Warsaw Library	3
Wall	Ann Demeulemeester Shop Changi International Airport Terminal 3, Hotel Intercontinental, Quai Branly Museum	4
Stair	Acros Fukuoka International Hall, Namba Parks, Reflections at Keppel Bay	3
Slope	BTEX - Interpretation centre of Technology, Central Library, Delft Univ., Center, Yokohama Ferry Terminal Ewha Womans University Campus Government Complex Sejong 2-2., Government Complex Sejong 1-1., International Wetland Center, Jeju World Heritage Center, School of Art, Design & Media NTU., Seoul Memorial Park, Vulcano Buono	11
Hanging Garden	Boutique Monaco, Interlace, Park Royal Hotel on pickering	3
Atrium	Ecorium of the National Ecological Institute, IBN Institute 's, Mycal Cultural & Athletic Center	3
Corridor	Learning Hub	1
Terrace	Bosco Verticale	1
Sunken	Rio Tinto Alcan Planetarium	1

대지와외의 접지형태에서 가장 큰 특징은 대지와 건축물의 경계점이 불분명해지고 있다는 것이다. 대지의 환경특성을 적극적으로 반영하고 건축물과 자연지형이 완만하게 연결되는 경사로 진입기법으로 평지에서 반영되는 경사로, 선큰, 협곡 등 다양하게 계획되었다. 이러한 기법은 진입과정에서 시지각적 동선의 이동이 건축물 형태와 입체녹화의 공간특성을 인지하는 방법이 되며 이로 인해 근접공간의 활용방법이 다양해지고 있다. 전체 30개 사례 중에서 가장 많은 형식은 직접 진입으로 18개소이며 기본적으로 직접 진입과 다른 진입 방식을 혼합하는 형태가 일반적이다. 이러한 접지형태는 보행의 흐름을 편안하게 하고 건축물 내외부의 공간 연계성을 강화하는 방법이 되며 유기적 공간디자인과도 맥락을 같이한다. 식생조건은 기본적으로 지역의 기존 식생대를 조사하여 자연경관과 이어지는 수림대를 조성하고 생물학적 다

양성을 추구하는 것이다. 일반적으로 RC 구조 위에 경량형 녹화를 식재하고 우수 및 빗물관개시스템을 이용하여 식생을 유지하는 것이다. 식재는 기본 구조물위에 Geotextile, PVC Layer, Coconut Husk Trays 등 식재+토양+관개시설을 시스템화하는 Modular Panel System, Double Facade가 사용되며 그 밖에도 Alveolar Mesh, Woven Tapestry 등 녹화를 위한 보조재가 다양하게 제안되었다. 식생으로는 초화류, 녹조류, 세덤류, 냉권식물, 관용식물, 구근식물, 관목 등 경량형 녹화를 식재하고 건물 내에 수공간을 도입하는 수법이다. 해외에서는 교목을 포함한 다층식재, 비오톱 생태 등 본격적인 사례가 증가하는 추세이며 기존 자생식물을 복원하고 동식물 서식이 가능한 생태녹화가 도입되며 옥상에서 수집된 빗물은 빗물정화시스템을 거쳐 조경용수로 사용되고 자동온도, 습도센서, 관개시스템, 안개생성기를 이용하여 식생 환경을 최적화하는 것이다. 국내에서 입체녹화가 활성화되지 못하는 이유로 기온에 따른 부적합보다는 건축계획적, 기술적 요소에 대한 기초연구와 인식이 부족한 것으로 보고[7] 된 바와 같이 국내에서 옥상녹화가 실패하는 원인은 수전 등 식생을 유지하기 위한 필수 설비와 일상적인 활동공간이 계획되지 않은 상황에서 박제화된 인공 녹지를 조성하기 때문인 것으로 판단된다.



Fig. 3. California Academy of Sciences

5. 결론

친환경 건축물의 새로운 디자인 패러다임으로 주목받는 입체녹화는 국내적용을 위한 다양한 연구가 필요하다. 본 연구의 목적은 국내의 준공사례를 대상으로 건축물 내·외부에 반영되고 있는 입체녹화의 부문별 디자인 적용요소를 분석하여 친환경 구성을 위한 공간 디자인의 발전방향을 제시하는 데 있으며 전체 30개 사례를 대상으로 분석하여 도출된 결과는 다음과 같다.

첫째, 외부면적을 증가시키는 입체적 배치계획, 건축

물 표면적 증가, 대형화, 고밀도의 개발형태를 보이고 있으며, 향후, 쾌적한 거주 욕구, 재택근무 등 생활패턴 변화에 따라 주거복합시설에서 적극적인 도입이 전망된다.

둘째, 근접공간 디자인유형을 복합적으로 도입하는 것은 거주자의 선호여부에 따라 선택적으로 근접공간을 이용하도록 계획하는 방법이며 단순한 차경녹지가 아닌 일상적인 활동공간으로 제안하는 것이 효과적이다.

셋째, 입체녹화의 디자인적 접근은 공간분위기와 휴게, 놀이, 문화공간 등 복합커뮤니티 장소들은 사회적 상호작용을 통해 생활패턴을 변화시키고 새로운 공간 감각을 조성하는 방법이 될 것이다.

넷째, 건물과 자연 및 지형을 연계시키고 경사로를 적극 반영함으로써 인공과 자연의 정체성을 연계하는 것이다. 이는 보행의 흐름을 편안하게 하고 건축물 내·외부의 공간연계성을 강화하는 방법이 된다.

다섯째, 식생환경을 최적화하기 위해서는 바람, 일광 분석 등 식물 분포와 위치를 고려하는 Passive적 디자인 접근, 국내 기후조건에 맞는 식생기반에 대한 지속적인 연구가 필요하다.

건축기술발전 및 입체녹화 디자인기법의 다양성으로 인해 분석사례의 대표성은 본 연구의 한계로 어느 정도 작용하나, 기존 대지의 환경맥락을 반영하고 건축물 형태에 자연지형과 경사로 등의 매개공간개념을 도입하여 도심지에서 다양한 근접, 친환경공간을 조성하는 여러 형태별 디자인접근 방법을 도출하는데 본 연구의 의의가 존재하며, 연구 시의성을 고려한 외부공간 입체녹화관련 환경조성 디자인요소에 대한 지속적인후속 연구가 필요하다.

References

- [1] Kim, K. Y., Kim, W. P., Herm, J. D., A Study on the Design Method of Tree-Dimensional Planting for the Promotion of Buildings Appearance and the Expansion of Green Space, Journal of the Architectural Institute of Korea, vol. 22, no. 6, pp. 247-254. 2006.
- [2] Jeong, E. J., The Investigation and Analysis on the Method of Interior landscaping in the Building, Thesis, Incheon National University, pp. 20-27. 2010.
- [3] Park, M. C., A Study on Environment-Friendly Design Features in Landscaped Architecture, Thesis, Konkuk University, p. 14, 2010.
- [4] Shimomura, T., Hoyano, A., Koshimizu, H. Green Architecture and Environmental Symbiosis, Seoul,

Bomoondang, pp. 20-21, 2005.

- [5] Song, S. K., An, O. H., The Influence of constructed Landscape Space on Apartment Interior Landscape, Journal of the Korean Housing Association, vol. 4, no. 2, pp. 45-54, 1993
- [6] Shin, K. S., A Study on the Recent Trends of Landscaped Architecture, Thesis, Seoul National Univ. of Science & Technology, pp. 14-15, 64. 2012.
- [7] Shin, K. S., Kim, W. P., An Expert Opinion Survey on Three-dimensional Greenery System for Eco-Friendly Indoor and Outdoor Space of Buildings, Journal of the Architectural Institute of Korea, vol. 32, no. 5, pp. 13-22, 2016.
DOI: https://doi.org/10.5659/JAIK_PD.2016.32.5.13
- [8] <http://emilioambaszandassociates.com>
- [9] <http://www.theinterlace.com.sg>
- [10] <http://www.rpbw.com>

신 경 선(Kyung-Sun Shin)

[정회원]



- 1991년 2월 : 단국대학교 졸업
- 1997년 12월 : 건축사 취득
- 2012년 2월 : 서울과학기술대학교 주택대학원 석사
- 2016년 2월 : 서울과학기술대학교 일반대학원 박사수료
- 2007년 2월 ~ 현재 : 건축사사무소 에스앤디아이 대표

<관심분야>
건축계획 및 설계

김 원 필(Won-Pil Kim)

[정회원]



- 1991년 5월 : Univ. of OKLAHOMA 석사(M .ARCH)
- 1995년 7월 : 건축시공기술사
- 1997년 12월 : TEXAS A&M Univ. Ph.D.
- 1985년 6월 ~ 2000년 2월 : 한국토지주택공사 과장
- 2000년 12월 : 건축사 취득
- 2014년 1월 : International P.E.
- 2003년 7월 ~ 현재 : 서울과학기술대학교 건축학과 교수

<관심분야>
건축계획 및 설계, 건축시공