

## 건축물 외장재의 사용 현황과 친환경 성능

박종수<sup>1</sup>, 고훈범<sup>1\*</sup>  
<sup>1</sup>인하공업전문대학 건축과

### Usage Status and Environmental Sustainability Guidelines for Building Exterior Materials

Jong-Soo Park<sup>1</sup>, Hune-Bum Ko<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Department of Architecture, Inha Technical College

**요약** 외장재에 대한 기존의 연구는 디자인 측면에서 계획적인 접근이 많아 외장재의 성능보다 외장재의 색채나 질감 등에 초점을 맞춘 연구가 많았으며 용도에 따른 공학적인 접근에서는 환경과 설비, 화재 구조 등 일반적인 연구 주제들에 국한되어 건물 유형에 적합한 외장재 선정과 성능제시에 관한 연구는 많지 않았다. 물론 최근 환경에 대한 관심이 높아지면서 친환경적인 관점에서 건축물 외장재의 연구가 이루어지고는 있으나 친환경적인 외장재 선택에 대한 실무적인 관점에서의 연구는 초보적인 단계이다. 따라서 본 연구에서는 최근 10여 년간 국내에서 사용된 외장재에 대한 사용 현황을 분석하고 건물용도별 외장재의 특성과 친환경적인 요소를 도출하여 향후 국내 건설업체 및 설계사무소 등이 친환경적이면서 성능이 적합한 외장재를 선택할 수 있도록 기본적인 정보를 제공하고자 하였다. 외장재 사용현황은 정량적인 빈도수 분석, 친환경 성능은 복합적인(정성+정량) 분석을 통하여 이루어 졌다. 조사된 건물의 외장재종류 개수의 평균은 2.59개로 나타났으며 유리, 금속, 석재, 수지, 시멘트, 목재, 점토 순서로 많이 사용되고 있었다. 4개의 친환경 외장재 특성에 의거하여 5종류의 고친환경재료를 선정하였으며 8가지 친환경적인 요소를 제시하였다.

**Abstract** Existing studies of building exterior materials have focused on the colors or textures of cladding, and in terms of a design planning approach, have focused on the use of the environment and equipment and fire safety topics from an engineering perspective. As a result, little research has been done on performance guidelines for exterior materials, specifically according to the building type. Research into eco-friendly cladding materials is also in the rudimentary stage in a practical sense. In this study, the use of exterior materials over the last ten years in domestic construction was analyzed. The usage status of building exterior materials was evaluated quantitatively by frequency analysis, and its environmental performance is proposed through complex (qualitative + quantitative) analysis. The average value of the exterior material type number used for all analyzed buildings was 2.59. Glass, metal, stone, resin, cement, wood, and clay were used in that order with regard to the usage status. The analysis found that five of the materials satisfied the high efficiency and eco-friendly grading in terms of the four characteristics of an eco-friendly exterior. A list of eight eco-friendly elements was also proposed. The eco-friendly elements and characteristics of the exterior materials were derived to provide basic guidelines for domestic construction companies and design offices.

**Key Words** : Building exterior materials, eco-friendly elements, environmental sustainability

이 논문은 2013년도 인하공업전문대학 교내연구비지원에 의하여 연구되었음.

\*Corresponding Author : Hune-Bum Ko(Inha Technical college)

Tel: +82-32-870-2257 email: [hbko@inhac.ac.kr](mailto:hbko@inhac.ac.kr)

Received May 23, 2014

Revised (1st July 31, 2014, 2nd August 14, 2014)

Accepted September 11, 2014

## 1. 서론

### 1.1 연구의 배경 및 목적

건축물에서 외장재의 선정은 디자인 적인 관점뿐만 아니라 공학적인 관점에서 매우 중요한 작업이다. 그런데 외장재의 선정방식은 과학적인 접근보다는 경제적인 가치를 우선시 해온 것도 사실이다. 국내에서도 건축물 외장재에 대한 연구들은 활발하게 이루어져 왔다. 외장재가 건축 공사비에 차지하는 비중이 적지 않으며 우리나라의 경제적인 발전과 더불어 고급 외장재에 대한 수요가 계속적으로 증가해 왔기 때문이다. 이러한 연구의 대부분은 실제적으로 외장재를 개발하고 판매하는 관련회사에서 자체적으로 자사 제품에 대한 연구로 한정되어 이루어져 왔다. 학문적으로는 디자인 측면에서의 계획적인 접근이 많고 외장재의 성능보다 외장재의 색채나 질감 등에 초점을 맞춘 연구가 많았으며 용도에 따른 공학적인 접근에서는 환경과 설비, 화재 구조 등 일반적인 연구 주제들에 국한되어 건물 유형에 적합한 외장재 현황, 성능제시, 선정 등에 관한 연구는 많지 않았다.

한편, 최근 친환경건축과 관련하여 건축물 전체에 대한 에너지소비를 절감하는 연구는 활발하게 이루어지고 있으며 연구결과물로서 패시브 하우스(passive house), 제로 하우스(Zero house) 등이 등장하고 있다. 또한 국토해양부에서도 친환경건축물 인증 제도를 도입하여 친환경 건축물의 건설을 적극 권장하고 있다. 그런데 이러한 노력들이 전체적인 친환경 건축물의 틀을 제공하고 있으나 부분적인 재료에 대한 성능이나 기준에 대한 제시는 미흡한 실정이다. 특히 친환경과 매우 밀접한 관계를 갖고 있는 건축물의 외장재에 대한 구체적인 성능이나 기준은 마련되어 있지 않다. 또한 이러한 연구결과가 실험적인 친환경 건축물의 실례를 제공하고는 있으나, 경제적인 관점에서 현재로서는 실행 불가능한 대안이라는 문제점을 갖고 있다.

따라서 본 연구에서는 국내 건설업체 및 설계사무소 등이 친환경적이고 성능이 적합한 외장재를 선택할 수 있도록 기본적인 정보를 제공하기 위하여 기존에 시공된 다수의 건축물에 반영된 외장재의 현황을 파악하고 다양한 건축물의 특성에 맞는 친환경적인 외장재의 요소를 도출하여, 건축물의 외장재가 가져야할 친환경적인 성능 및 요소를 제시하고자 한다.

### 1.2 기존 연구 내용

#### 1.2.1 외장재와 관련된 연구

국외에서 건축물 외장재에 대한 연구는 역사가 매우 오래되었다고 할 수 있다. 특히 초고층 건축물의 산실이라고 할 수 있는 미국에서 건축물의 대형화와 고층화에 따른 외장재에 대한 다양한 요구가 결국 완성도 높은 외장재를 탄생시켰으며 구조적으로나 환경적으로 안정된 외장재에 대한 기술을 습득 유지할 수 있었다[1].

초기 외장재에 관한 연구로서 강부성은 돌, 벽돌, 타일, 유리를 중심으로 건물외벽재료의 이미지 분석에 관한 연구를 통하여 외장재특성과 이미지의 관계를 분석하였으며[2] 임병훈 외는 설문조사에 근거하여 국내시판 외벽재료를 중심으로 건물외벽재료의 합리적인 선정방안을 제시하였다[3]. 최근 연구로서 강신명은 직접적인 사례조사를 통하여 1970년대 이후 경남 중부지역(창원, 마산, 진해)을 중심으로 현대 저층상업건축물 외벽재료의 특성과 경향을 분석하였다[4].

친환경과 관련된 외장재에 관한 연구는 친환경재료를 사용하여 외장재를 개발하는 연구, 외장재의 단열성능, 친환경 건축물 인증과 관련된 연구가 많이 진행되었다. 김주환 외는 독일 패시브하우스 단열기준을 통하여 국내 패시브 하우스에 대한 사례를 비교 분석 하였으며[5], 석호태 외는 석재마감 커튼월의 전열성능을 평가하고 단열성능을 향상 시킬 수 있는 개선안을 제시하였다[6]. 임찬묵은 사무소 건축물의 외장 리모델링 설계 및 시공 방법에 대하여 리모델링 사례를 분석하고 외장재 선택에 대한 기본적인 정보를 제공하였다[7]. 강병환은 공동주택 에너지 절약을 위한 친환경 건축물인증기준의 평가 체제에 대한 연구를 통하여 건축재료에 대한 인증기준을 제시하였으며[8] 정승수는 안산시 지방건축위원회 심의 건축물을 대상으로 친환경 건축기술에 대한 적용기법을 파악하고 에너지 효율을 평가하였다[9].

#### 1.2.2 건축물 외장재의 분류

건축물의 외장재를 분류하는 방법으로 현재까지 특별하게 정해진 방법은 없다고 할 수 있다. 물론 외장재료와 내장재료의 구분은 있을 수 있지만 큰 테두리 안에서는 건물에 사용되는 재료를 구분하는 방법에 따른다고 할 수 있을 것이다. 따라서 기존 문헌에 의하면 국내 법규준에 근거하여 구분 할 수도 있으며[10], 사용 목적에 따라 재료구성, 구조, 제조방식에 따라 분류 될 수도 있다[11].

재료구성에 의한 방법으로 무기질재료(광물: 천연석재, 콘크리트, 유리, 벽돌, 금속: 금속류)와 유기질 재료(목재, 역청, 플라스틱)로 구분할 수 있으며, 구조적으로는 무형재료(유리, 플라스틱, 역청), 결정성재료(금속류, 점토, 벽돌), 섬유재료(목재)로도 구분할 수 있다. 또한 생산 방식에 따라 천연재료와 인공재료로도 구분이 가능하다.

**1.2.3 친환경 관련 법규**

현재 국내에는 온실가스 감축을 위해 시행하는 친환경 건축물 인증제도(그린빌딩 인증제도)가 있으며, 이 제도는 자연친화적이고 자원절약형의 건물을 건축하기 위한 인증제도로써 신축건물이 대상이라고 할 수 있다. 물론 환경과 관련되어서는 다양한 법이 존재하고 있다. 건축법과 관련하여 건축물 에너지 절약설계기준(건축물의 설비기준 등에 관한 규칙), 건축물 에너지 관리기준(에너지 이용 합리화법 제30조), 고효율 에너지기자재 인증제도, 에너지 소비 효율등급 표시제도, 신재생에너지 사용의무화 제도가 있으며, 녹색성장기본법, 주택성능등급인정제도, 건물 에너지효율 등급인증제도 등을 꼽을 수 있다.

미국에는 LEED라는 인증제도가 있는데 에너지와 친환경 디자인에 대한 내용을 검증하는 제도로서 인정기준과 다양한 등급(LEED Certified, LEED Silver, LEED Gold, LEED Platinum)으로 이루어져 있다. 영국에는 주택산업에서 있어서 높은 환경적 표준에 의하여 주택이 설계되고 건설될 수 있도록 BREEAM이라는 인증제도를 두고 있으며, 일본은 건축물의 환경품질과 건축물의 환경부하의 비율인 건축물의 환경효율(BEE: Building environment efficiency)을 산출하는 CASBEE라는 인증제도를 가지고 있다[8].

**1.2.4 외장재의 친환경 성능**

마감재료의 친환경 성능을 한마디로 정의하기는 쉽지 않다. 이는 친환경 개념이 너무 포괄적이고 보는 관점에 따라 다르며 매우 다양한 재료와 제품이 건축재료로 사용되기 때문이다. 이세현은 친환경 건설재료로 “자원과 에너지 소비를 줄이고, 자연환경을 보전하며, 쾌적한 거주환경의 조성을 통하여 지속가능한 건설산업구현에 사용되는 건설재료 및 자재”라고 정의하였으며 저에너지형, 환경부하저감형, 첨단기능성 건설재료로 분류하였다[12]. 친환경과 유사한 개념으로 “지속가능한(sustainable)”

이라는 용어를 사용하는데 제이슨맥레넌은 “지속 가능한 설계란 건축환경의 기능과 효용을 극대화하면서, 건축환경이 자연환경에 미치는 악영향이 전혀 없거나 최소화하기 위한 설계 철학이다”라고 정의하였으며 외장재와 관련된 지속가능한 설계요소기술로서 풍력발전, 건물일체형 태양광발전 (BIPV, Building integrated photovoltaic), 휘발성 유기화합물(VOCs) 저함유 도장재와 마감재, 친환경인증목재, 슈퍼글레이징(특수유리창)을 추천하고 있다[13].

**2. 본론**

**2.1 외장재 사용현황 분석**

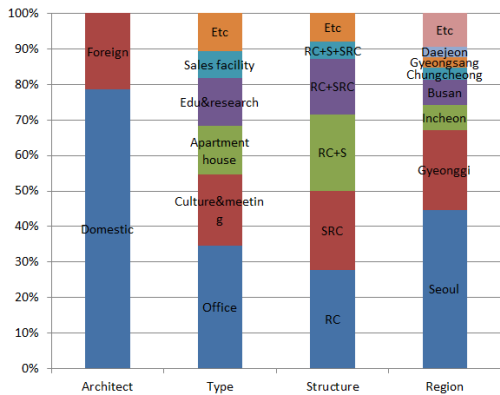
**2.1.1 사례대상 건축물**

외장재에 관한 사례 건축물의 대상을 결정하는 일은 용도, 구조, 지역, 건축물 높이 등 다양한 요소가 변수가 될 수 있기 때문에 쉽지 않다. 이러한 이유로 본 연구에서는 외장재와 관련된 사례대상 건축물의 선정을 2000년부터 2013년까지의 대한건축학회지 Project report[16], 건축시공학회지 공사기록[17]과 현장탐방[18] 자료로부터 추출하였으며 외장재가 정확하게 명기된 문헌을 위주로 170개를 선별하였다.

[Table 1] Classification of case buildings

Building type		Location		Structure type*	
Office	59	Seoul	76	RC	45
Culture-meeting	34	Gyeonggi	38	SRC	36
Apartment house	23	Incheon	12	RC+S	35
Edu&research	23	Busan	12	RC+SRC	25
Sales	13	Chungcheong	6	RC+S+SRC	8
Medical	5	Gyeongsang	5	RC+PC+S	4
Transport	4	Daejeon	5	S+SRC	3
Accommodation	3	Gwangju	4	RC+PC	2
House	2	Jeju	4	S	2
Neighborhood	1	Daegu	3	PC+S+SRC	1
Elderly and children's	1	Jeolla	2	RC+PC+SRC	1
Cemetery	1	Gangwon	2	Unknown	8
Religion	1	Ulsan	1	-	-

\*. RC: Reinforced concrete, SRC: Steel reinforced concrete  
S: Steel, PC: Precast concrete



[Fig. 1] Classification of case buildings

170개 건축물에 대한 조사항목은 설계자, 시공자, 건축주, 대지위치, 용도, 대지면적, 건축면적, 연면적, 건폐율, 용적율, 규모, 구조형식, 최고높이, 공사기간, 외장재이다. 항목 중 건축물의 특징을 나타낼 수 있는 용도별, 지역별, 구조형식별로 구분한 내용은 Table 1과 Fig. 1과 같다. Table 1은 정확한 빈도를 수치로 나타내었으며 Fig. 1은 백분율로 나타내었다. Fig. 1에는 설계자항목도 같이 표현하였다. 내용을 살펴보면 주 설계자 또는 기본 설계가 외국계인 경우가 32건, 한국계가 117건, 미상인 경우(문헌상에 명기되지 않음)가 21건이었는데 미상인 경우를 제외하면 전체건축물의 20%정도가 외국 건축가나 외국 회사가 관련된 건축물이다. 용도별로는 업무, 문화집회, 공동주택, 교육연구가 전체의 82%를 차지하고 있으며 업무용 건물이 가장 많다. 지역별로는 서울이 전체의 45%를 차지하고 있다. 구조는 RC건물이 가장 많으며 SRC, RC+S, RC+SRC 건물 순서이다.

2.1.2 외장재 현황

본 연구에서 각 건물별 외장재 개수를 살펴본 결과는 Table 2와 같으며 외장재 수가 2개와 3개인 경우가 가장 많으며 6개 이상을 넘는 경우는 없었다. 전체건물에 대한 외장재 평균 개수는 2.59개 였다. 외장재의 조사항목 중에서 외장재에 가장 많은 영향을 끼치는 항목은 건물의 용도라고 판단된다. 건물의 용도에 따라 외장재의 선택이 달라지기 때문이다. 용도별 외장재 빈도를 살펴본 결과(Table 3) 문화집회시설이 2.94개, 공동주택이 2.22개 라는 결과를 보여주어 문화집회시설인 경우가 외장재 종류를 가장 다양하게 사용한다는 것을 알 수 있으며 공동

주택이 가장 적은 수의 외장재를 사용하고 있었다.

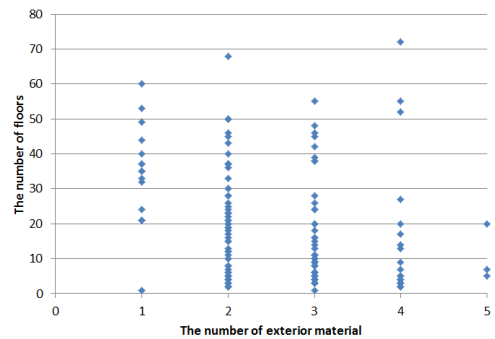
[Table 2] Status of the number of exterior materials

The number of exterior materials	1	2	3	4	5
Frequency	16	64	62	23	5

[Table 3] Mean value of the number of exterior materials

Type of building	Office	Culture&meeting	Apt. house	Edu&research	Sales facility
Average	2.46	2.94	2.22	2.43	2.77

Fig. 2는 건물층수와 외장재의 관계를 살펴보았는데 외장재가 1개인 건축물은 1개의 건축물을 제외하고는 모두 20층을 넘는 것으로 나타났다. 이 경우는 외장재로서 유리 커튼월만이 사용되고 있다. 외장재의 개수가 많이 사용될수록 건축물의 층수는 보편적으로 낮아지는 경향이 뚜렷하며 5개의 재료를 사용하는 경우는 모두 20층 이하의 건축물에 사용이 되는 것을 알 수 있었다.



[Fig. 2] The number of exterior material according to the number of floors

Table 4는 건축물 170개에 대한 외장재의 종류를 7가지로 구분하고 특수한 재료인 경우는 기타로 구분하였다. 한 건물에 1개 이상의 재료가 사용되므로 유리를 포함하고 중복하여 440개의 외장재가 사용되었다. 현재까지 정확한 외장재료에 대한 구분방법이 없어 재료의 성질로 구분하여 유리, 금속, 석재, 수지, 시멘트, 목재, 점토, 기타로 구분하였다. 재료의 명칭이 문헌마다 상이한 경우가 적지 않고 표기방법도 표준화된 방법이 없어 주 재료

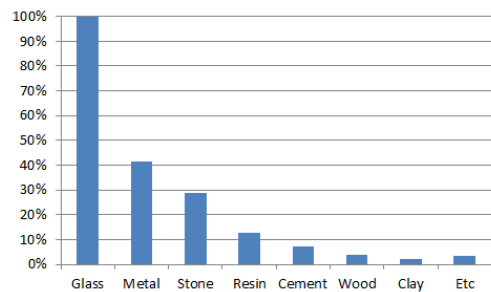
성질에 근거하여 마감재료를 구분하였으며 문헌에 나와 있는 모든 재료명칭을 표기하였다.

[Table 4] Classification of exterior materials

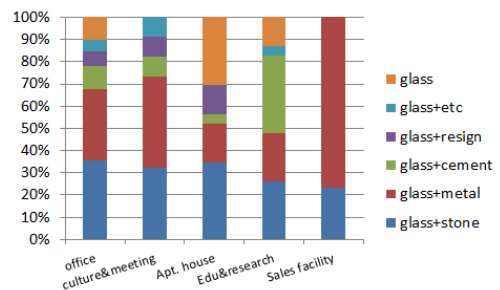
Glass	(low-e, tinted, clear low-e, low-e double pane semi-tempered, prism insulating, low reflective, double complex functional, low-e low iron, low-e green double pane semi-tempered, clear double pane semi-tempered, sand blasting, low reflective tinted, low reflective tempered, green double pane semi-tempered, pastel, low-e high efficiency, semi-tempered green tinted)double glass, (low-e laminated, Low-e) triple glass, silk-screen, tempered glass, heat mirror glass
Metal	aluminum(punching metal panel, plate, sheet, composite panel), KAL ZIP, galvanized(panel, steel plate, steel composite panel, fluoride resin steel plate), rheinzink, zink, (wrinkle resin, steel coating) galvanized steel sheet, poly (metal panel, complex panel), titanium(zink sheet, zink composite panel), stainless(steel sheet, panel), punching panel, TPO sheet, metal(roof tile, panel), oxidized copper plate, standing seam copper plate, ceramic(coating panel, panel), color stainless steel
Stone	C-Black, (Gapyeong, Sabi, Goheung, Macheon, Mungyeong, Hwangdeung, Pocheon, Hwabuk, Jeju)stone, granite(finish, burner, dabbed finish, burner roasting, frosted finish), India sandstone, stone(construction, finish, panel), native rock, Jeongseon limestone, limestone, basalt, TEC stone panel, caliza capri stone
Resin	(elastic, elastic type, silicone)paint, water paint, (fluoropolymer coating, stucco)painting, asphalt shingle, EPDM, ETFE, GFRP, PTEF, PVF film metal plate, teflon membrane, polycarbonate
Cement	(CRC, FC, sandwich, base, cement composit) panel, extruded(cement board, panel), exposed concrete(surface treatment, New zealand pine pattern, white, coating plywood, color, panel, parquetry), artificial(stone, limestone), split block, TPC
Wood	wood(siding, panel), treated lumber, preserved plywood, red Japanese cedar
Clay	(ceramic, crushed mosaic)tile, burned brick, terracotta panel
Etc.	BIPV, U-Glass

Fig. 3은 외장재 종류에 따른 빈도를 나타내었다. 유리, 금속, 석재, 수지, 시멘트, 목재, 점토 순서로 사용되고 있는 것을 알 수 있으며, 금속재 중에서는 알루미늄 패널이 20%, 알루미늄 시트가 15% 정도를 점하고 있었으며, 석재는 화강석이 85%, 제주 현무암이 7% 정도를 사용하고 있었다. 시멘트계는 노출콘크리트가 80% 정도를 차지하고 있다.

Fig. 4에는 건물의 용도별 외장재의 종류를 나타내었다. 업무시설인 경우 유리+석재(36%), 유리+금속(32%)이 전체의 68%를 차지하고 있으며 문화집회시설인 경우 유리+석재가 32%에, 유리+금속이 41%로 전체의 73%를 차지하고 있다. 공동주택인 경우 유리+석재가 35%를, 유리만 사용한 경우가 30%를 사용하고 있어 유리만을 사용하는 비율이 가장 높다. 공동주택인 경우 전면유리 커튼월 마감인 초고층 건축물이 다량으로 공급되고 있기 때문이라 판단된다. 교육연구시설인 경우 유리+시멘트 35%, 유리+석재 26%, 유리+금속이 22%를 사용하고 있어 3가지 타입의 재료를 균형 있게 사용하고 있는데 건축적인 요소가 강한 노출콘크리트를 사용한 건물이 많이 포함되어 있다. 판매시설인 경우 유리+금속이 77%를 사용하고 있어 유리+금속재 사용비율이 가장 높다고 할 수 있는데 금속재가 가지고 있는 세련되고 고급스런 이미지를 건물에 투영시키고 싶기 때문이라고 사료된다.



[Fig. 3] Frequency of exterior materials



[Fig. 4] Exterior materials per building type

### 2.1.3 외장재의 친환경요소 현황

외장재의 친환경 요소는 1.2.4에서 살펴보았는데 조사된 170개의 건축물 중 BIPV는 5곳(3%)에, 루버는 7곳(4%)에 설치하였다. 외장재에서 가장 많이 사용되는 재

료는 유리이며, 특히 에너지관련 친환경적인 요소와 가장 관련이 많다고 하겠다. 유리는 모든 건축물의 외장재로 사용되며 최근 디자인 재료로서 매우 인기가 높고 다양한 성능을 가진 유리의 개발로 인하여 그 사용성이 더욱 확대되고 있다. 전체 조사된 건축물에서 유리종류를 정확히 알 수 있는 건축물은 122개였으며 특수한 몇몇 유리를 제외하고 117개가 복층유리였다. 그중 로이복층유리는 76개로서 65%이상을 차지하고 있었다. Table 5는 한 건물에 사용된 유리종류의 빈도수를 나타낸 것으로 주로 한 종류의 외장유리가 사용되고 있으며 방향과 높이에 따라 색깔과 표면질감을 달리하거나 두께를 달리하는 방법으로 5가지의 외장유리를 사용한 경우도 있었다. Table 6은 유리의 두께를 표시하고 있는데 24T 유리가 가장 많이 사용되고 있으며 26T이상은 전체의 14%, 34T 이상은 5%정도를 사용하고 있는 실정이다.

[Table 5] Status of the number of glass type

The number of glass type	1	2	3	4	5
Frequency	99	16	4	2	1

[Table 6] Status of glass thickness

Glass thickness	16T	24T	26T	28T	34T	37T	52T	3layer
Frequency	3	99	1	10	1	1	1	3

## 2.2 외장재의 친환경 성능 및 요소

### 2.2.1 외장재의 친환경 성능

외장재의 친환경 성능은 건축물 전체의 친환경성능을 평가할 때 일부분으로 평가되어지는 경우가 대부분으로 일부 외장재(유리 등)를 제외하고 각각의 외장재에 대해서 친환경성을 평가하는 경우는 매우 드물다고 할 수 있다. 이러한 이유는 외장재의 종류가 매우 많으며 각각의 재료에 대한 친환경 성능에 대한 구체적인 정량적 지표가 결정되지 않았기 때문이다. 외장재의 친환경 성능에 대한 평가는 앞서 2.1장의 외장재의 현황에 근거하여 각각의 재료에 대한 공인된 정량적 값을 사용해야 하나 축적된 자료의 한계로 본 연구에서는 Table 7과 같이 정량적인 값과 정성적인 면을 고려하여 사용이 빈번한 외장재를 대상으로 친환경성을 평가해 보았으며 그 중 친환경성이 가장 우수하다는 재료를 대상으로 정량적인 값을 제시하였다. 외장재가 갖추어야할 요구성능으로 미관성

(외관이 미려하고 깨끗함), 기능성(시설물의 성격이 외관과의 조화), 단열성(4계절의 기후 변화에 에너지 절약이 가능), 내구성(외부의 충격이나 환경에 변화가 없어야 함), 유지관리성(시설관리에 있어서 용이성)을 꼽을 수 있다[14,15]. 그중에서 친환경과 밀접한 관계를 가지고 있다고 판단되는 단열성, 내구성, 유지관리성을 평가항목으로 도출하고 친환경과 관련이 적지만 경제적인 관점은 외장재를 선택할 때 가장 최우선적으로 고려하는 항목이므로 친환경 선정기준에 부가하였다.

[Table 7] Evaluation of environmental sustainability for exterior materials

	Type	Insulation	Durability	Maintenance	Cost
Glass	Standard double	M	M	M	H
	Low reflective solar control	M	M	M	M
	Laminated double	M	H	M	M
	Low-E double	H	H	M	M
	High efficiency Low-E double	H	M	M	L
	Self cleaning	L	M	H	H
Metal panel	AL composite	H	H	H	H
	AL honeycomb	H	H	L	M
	Stainless	M	H	L	L
	Stainless honeycomb	M	H	L	L
	Galvanized steel	H	L	M	H
	Metal	H	L	M	H
Stone	Weathering steel	M	H	M	H
	Granite stone	H	H	H	H
	Sand stone	M	M	L	M
	Limestone	H	M	L	M
Cement	Ceramic tile	L	M	H	L
	Extruded cement panel	H	H	M	M
	Dryvit	H	L	H	H
Clay	Exposed concrete	H	H	L	L
	Clay brick	M	H	M	H
	Yellow soil brick	H	M	L	M
	Tile brick	L	H	H	M

\*.L=low, M=middle, H=high efficiency

유리에서는 로이복층유리, 석재에서는 화강석, 점토에서는 점토벽돌, 금속에서는 알루미늄 복합패널, 시멘트에서는 압출성형시멘트 패널이 친환경과 관련하여 가장 우수한 결과 보여주었다. Table 8은 이러한 친환경 성능이 가장 우수하다고 판단된 재료의 구체적인 성능을 제시하였다.

2.2.2 외장재의 친환경 요소

다음은 외장재와 관련된 직접적인 친환경 요소를 다양한 문헌을 통해서 정리해 보았다[6,19-21]. 외장재와 직·간접적인 요소들로 구성되어 있으며 현재 널리 사용되어지는 요소라기보다는 미래에 적극적으로 사용해야 될 요소로서 경제적인 관점만 극복된다면 설계나 시공단계에서 꼭 사용되어야 할 기술이라고 판단된다.

(1) 신재생에너지

- BIPV, 건물내 풍력발전기(Wind turbine)
- 태양열(평판형) 및 태양광(고정식, 후면통풍형)

(2) 친환경 재료

- 환경표지 인증제품 또는 GR마크 인증제품
- 친환경인증목재
- VOCs 저함유 도장재 및 마감재

(3) 친환경 창호 및 유리

- 3중창, 진공창, Low-e 코팅, 아르곤 등 가스주입, 단열스페이스(Warm edge technology), 프레임내부 단열재(폴리우레탄 등) 충전 등
- 고단열, 고기밀 창호시스템, 특수유리창
- 단열셔터 등 야간단열장치(전체 창면적의 20%이상 설치)
- PVC 커튼월형 시스템 창호(최대 46mm 더블코팅 로이복층유리 적용 가능)
- 알루미늄과 ABS 복합구조 발포 프레임 창호
- 고기밀·고내구성 실란트/개스킷

- 고기밀 단열사춤공법(2액형 친환경수성연질폼)

(4) 건물녹화(건식조경, 옥상, 벽면녹화)

(5) 친환경 단열

- 석재마감 커튼월의 패스닝 유닛에 단열페인트를 피복하거나 단열 패드 삽입
- 친환경 발포 폴리스티렌 단열재(Neopor, 비드법 2중, 열전도율 0.031~0.034W/mk), 에어로젤(Aerogel, 열전도율 0.031~0.034W/mk), 반사형 단열재(방사율 0.03~0.05), 환경친화형 섬유질 단열재(열전도율 0.038~0.039W/mk) 사용
- 진공단열재(VIP, Vacuum insulation panel), 투과형 단열재(TIM, Transparent insulation material), Super insulation, 구조체 열교용 Thermal breaker (Schock 시스템), 외단열 및 부착형 발코니

(6) 창면적비

- 30(Canada C-2000), 35(미국 Ashrae 90.1)

(7) 차양, 루버 및 블라인드

- 차양(내부차양, 전동식 블라인드, 유리간 사이 차양, 고정 또는 가변식 차양)
- 자동제어 루버
- 남향 및 서향 창면적의 80%이상 차양 적용

(8) 외피구조

- 더블스킨(Box type, corridor type, shaft-box type, whole type)

[Table 8] Characteristics of Eco-friendly exterior materials

Glass	Low-E double	Visible light transmittance (%)	Visible light reflected (%)	Shading coefficient	Heat transmission coefficient (W/m <sup>2</sup> K)	Relative heat gain (W/m <sup>2</sup> )	Price (won/m <sup>2</sup> )
		44~68	8~13	0.44~0.70	1.8	290~453	80,000
Stone	Granite stone	Specific gravity	Absorptance(%)	Porosity (%)	Compressive strength (MPa)	Tensile strength (MPa)	Price (won/m <sup>2</sup> )
		2.5 and over	0.25 and over	0.75 and over	170 and over	7 over	100,000
Clay	clay brick	Compressive strength (MPa)	Absorptance (%)	Expansivity (%)	Unit weight(kg)	-	Price (won/m <sup>2</sup> )
		21 and over	10 and under	0.4	1.7	-	31,000
Metal	AL composite panel	Coating thickness (μm)	Surface treatment	Basic thickness(mm)	-	-	Price (won/m <sup>2</sup> )
		25	Roll Coating	4	-	-	120,000
Cement	Extruded cement panel	Compressive strength (MPa)	Heat conductivity (kcal/mh <sup>2</sup> °C)	Absorptance(%)	-	-	Price (won/m <sup>2</sup> )
		40	0.44	18	-	-	92,000

### 3. 결론

본 연구에서는 국내 건설업체 및 설계사무소 등이 친환경적이면서 성능이 적합한 외장재를 선택하는데 필요한 기본적인 정보를 제공하기 위하여

1. 최근 10여 년간 국내에서 사용된 외장재의 사용 현황을 분석하여 다음과 같은 결과를 얻었다.
  - 전체건물에 대한 외장재 개수의 평균은 2.59개로 나타났다.
  - 외장재는 유리, 금속, 석재, 수지, 시멘트, 목재, 점토 순서로 많이 사용되고 있었다.
  - 업무시설인 경우 유리+석재와 유리+금속이, 공동주택인 경우 유리와 유리+석재가, 교육연구시설인 경우 유리+시멘트, 유리+석재와 유리+금속, 판매시설인 경우 유리+금속이 가장 많이 사용하고 있어 건축물 용도별로 외장재의 사용이 다양하다는 것을 알 수 있었다.
2. 또한 다음과 같이 친환경적인 외장재 특성을 파악하고 외장재로 가장 많이 사용하는 재료들의 친환경 경성을 평가하였다. 그리고 가장 친환경이 높은 재료를 찾아내고 정량적인 값을 제시하였으며 외장재의 친환경적인 요소를 도출하였다.
  - 친환경 외장재 특성: 단열, 내구, 유지관리, 경제성
  - 친환경이 높은 재료: 로이복층유리, 화강석, 점토벽돌, 알루미늄복합패널, 압출성형시멘트 패널
  - 8가지 친환경적인 요소: 신재생에너지, 친환경 재료, 친환경 창호 및 유리, 건물녹화, 친환경 단열, 창면 적비, 차양, 외피구조

향후 본 연구의 타당성을 높이기 위해서는 외장재 사용현황 분석에서 조사대상 건축물의 확대가 필요하며 각각의 외장재의 친환경 특성 및 요소에 대한 정량적 분석이 다수의 연구문헌이나 실험을 통하여 검증되는 노력이 필요하리라 판단된다.

### References

[1] S. H. Shin, "A study on the exterior materials of super high rise housing in New York city", Proc. of Spring Conference of the Korean Housing Association, Vol.13, pp. 97-102, 2002.11  
 [2] B. S. Kang, "An analytic study on the Image of the

exterior wall materials", Journal of the Architectural Institute of Korea, Vol.2, No.6, pp.115-123, Dec., 1986  
 [3] B. H. Lim, S. H. Kim, "A fundamental study on the effective selection of external materials on building design", Journal of the Architectural Institute of Korea, Vol.18, No.7, pp.43-50, July, 2002  
 [4] S. M. Kang, A study on the trend and characteristics of the materials for the outer wall of modern low-rise commercial buildings, master thesis, department of architecture, Changwon national university, January, 2011  
 [5] J. H. Kim, T. G. Lee, K. M. Kim, J. S. Kim, "A case study on the domestic passive house through application of the Germany passive house standards" Proc. of autumn Conference of the Korea institute of ecological Architecture and environment, Vol.10, No.1, pp.19-22, 2010  
 [6] H. T. Seok, J. N. Jung, S. Y. Song, "A study on the evaluation of the heat transmission performance and improvement of thermal insulation of stone finished curtain wall system", Journal of the Architectural Institute of Korea, Vol.23, No.4, pp.209-216, April, 2007  
 [7] C. M. Lim, Study on design & construction methods for exterior remodeling of office buildings, master thesis, Department of architectural engineering, Korea university, June, 2011  
 [8] B. H. Kang, A Study on the evaluation system of the green-building certifications for energy conservation in apartment housing, Ph.D. thesis, Department of architectural engineering, Gyeongsang national university, August, 2010  
 [9] S. S. Jung, Application and evaluation of green building technologies for buildings approved by local building committee of the city of Ansan, master thesis, Graduation school of Innovation, Hanyang university, 2013  
 [10] W. J. Park, J. H. Shin, J. Y. Ha, K. U. Na, M. J. Sung, H. S. Lee, "Developing Korean Building Codes-Material and Construction (KBC-MC) focus on Building Materials Design Code", Proc. of Spring Conference of the Architectural Institute of Korea, Vol.33, No.1, pp.139-140, April, 2013  
 [11] M. Hegger, H. Drexler, M. Zeumer, *Basics materials*(Korean version), p. 27-32, spacetime, 2012  
 [12] S. H. Lee, "Futuristic environment friendly construction material", Journal of the Architectural Institute of Korea, pp.38-41, 2011.4  
 [13] J. F. Mclennan, translated by O. H. Jung, The Philosophy of sustainable design, Vizandbiz, p.29, 2005.5  
 [14] Samwoo, Sustainable Building Strategies & Design Methods, Yalamedia, 10-15, 373-384, 2008.5



- [15] Samwoo, Cladding selection standard report, Samwoo, 2007.1
- [16] Architectural Institute of Korea, "Project report", Architecture, Architectural Institute of Korea, Jan. 2004-Dec. 2013
- [17] The Korea institute of building construction, "Record of construction", Building construction, The Korea institute of building construction, Jan. 2001-Dec. 2013
- [18] The Korea institute of building construction, "Construction site visit", Building construction, The Korea institute of building construction, Jan. 2001-Dec. 2013
- [19] H. G. Jeong, Study on the measurement and verification methods of building energy performance, master thesis, Graduation school of Sungkyunkwan university, 2012.10
- [20] Y. C. Kwon, "Eco-friendly insulation to save for building energy", workshop of Korea green building council, pp.89-101, 2009
- [21] S. Y. Song, " Low-carbon green building and skin facade system", Samsung construction technology, 2009 special issue, Vol.61, pp.24-27, 2009.11

**고 훈 범(Hune-Bum Ko)**

[종신회원]



- 1992년 3월 : Kyoto대학교 대학원 건축학과 (공학석사)
- 2007년 3월 : Kyoto대학교 대학원 도시환경공학과 (공학박사)
- 1992년 10월 ~ 1998년 2월 : 금호건설 기술연구소
- 1998년 3월 ~ 현재 : 인하공업전문대학 건축과 교수

<관심분야>  
건축시공, 건축재료

**박 종 수(Jong-Soo Park)**

[정회원]



- 1988년 2월 : 한양대학교 대학원 건축공학과 (공학석사)
- 2002년 2월 : 한양대학교 대학원 건축공학과 (공학박사)
- 1992년 10월 ~ 1998년 2월 : 현대건설 기술연구소
- 1998년 3월 ~ 현재 : 인하공업전문대학 건축과 교수

<관심분야>  
건축환경, 건축설비, 친환경 건축