

공장건축물의 친환경 건축계획을 위한 분류체계 및 계획요소개발에 관한 연구

A Study on the Development of Category and Items for Environmentally Friendly Architectural Planning of Factory

류 수 훈*

Ryu, Soo Hoon

Abstract

It is not an overstatement to say the factory are the number one cause in creating environmental load. However, only a few studies have been done upto this date on environmentally friendly factory. Thus, This study is to present the characteristics of environmentally friendly factory. A survey of current literatures and cases show the characteristics of environmentally friendly factories and buildings and environment assessment method and plan. To better measure the environmentally friendly qualities as written in literature across the globe, classification system was constructed. The classification system was made and important factors were found based on the precedent paper on environmentally friendly building plan and environment assessment method at building and cases and abroad in the literature review. The classification used 4 different sectors : Land & Transportation, Architectural Planning Technique, Environment & Equipment, Energy & Material. Within these 4 sectors 33 discrete factors are applied to the factory according to literature and case review and specialist advice.

키워드 : 친환경, 공장, 건축계획, 분류체계, 계획요소

Keywords : Environmentally Friendly, Factory, Architectural Planning, Classification System, Design Factor

1. 서론

1.1 연구의 배경 및 목적

국내 건설생산의 비중은 2005년을 기준으로 약 80조원 또는 GDP의 약 20%에 해당하며 전체 취업자의 약 10%에 해당하는 전문직 및 기능직 고용을 창출하고 있다. 이러한 건설 산업 중 건물생산은 약 60%의 비중을 차지하고 있으므로 건축은 국가경제에 기여하는 중요한 분야인 것이다(통계청, 2005). 그러나 건물 부문은 국가 에너지 소비의 23.5%(전기부문 에너지변환 고려 시 30.5%), CO2 배출의 약 13%를 차지하고 있으며, 그 비중이 점차 증가('08.1, 에너지경제연구)하면서 각종 환경오염물질과 폐기물을 지구환경으로 배출하고 있다.¹⁾ 또한 에너지 소비의 23%를 차지하는 가정·상업부문의 에너지 소비는 소득 수준의 향상, 생활의 고급화 등으로 매년 높은 증가폭을

보이고 있다. 이와 같이 건축은 국가경제발전에 많은 기여를 하는 반면에 지구 및 주변 환경 부하에 미치는 영향도 매우 크다. 이에 전 세계는 환경과 개발의 조화를 지향하는 지속 가능한 개발(sustainable development)²⁾을 추구하고 있으며 이는 범세계적인 패러다임이 되어 가고 있다.

이에 우리나라에서도 국토해양부와 환경부 주관으로 2002년 1월부터 공동주택부문의 친환경건축물 인증제도를 시작으로 주거복합 및 업무용 건축물(2003년 1월), 학교시설(2005년 3월), 판매 및 숙박시설(2006년 8월)에 대한 친환경건축물 인증심사를 시행하고 있다. 또한 최근 저탄소 녹색성장 관련한 다양한 정책³⁾과 녹색건축물(green building) 관련 연구들이 활발히 진행되고 있다.

이와 같이 다양한 건축용도에 대한 환경적인 변화와 노력, 친환경 기술의 개발에도 불구하고 현재까지 공장시

* 공주대학교 건축학부 조교수, 공학박사 (willow@kongju.ac.kr)
“이 논문은 2008년도 정부재원(교육인적자원부 학술연구조성사업비)으로 한국학술진흥재단의 지원을 받아 연구되었음 (KRF-2008-331-D00627).”

1) 건축물은 세계가 소비하는 원재료의 40%를 소비하고 있으며 매년 약 30억 톤의 원재료가 기둥과 벽체, 마감재 등에 사용되고 있으며 전 세계의 소비 에너지의 1/3은 건물 내에서 사용되는 조명, 콘센트, 냉난방, 급탕에 소모된다(Worldwatch Institute).

2) 지속 가능한 개발은 브룬트란트(Bruntrant)에 의해 정의되었으며 이는 “미래세대의 필요를 충족할 수 있는 능력을 손상시키지 않는 범위 내에서 현세대의 필요를 충족시키는 개발”이라고 정의하였다.

3) 최근 마련된 저탄소 녹색성장 기본법의 정부안 제 55조(녹색건축물의 확대)에는 “에너지이용 효율 및 신·재생에너지의 사용 비율이 높고 온실가스 배출을 최소화하는 건축물(이하 “녹색건축물”이라 한다)을 확대하기 위하여 녹색건축물 등급제 등의 정책을 수립·시행하여야 한다”고 명시되어 있다.

설에 대한 친환경 연구는 전무한 실정이다. 또한, 공장시설의 개발 이전에 기존자연환경의 보존 및 활용, 지역사회와의 조화를 고려한 친환경 건축계획지침이 전무하여 환경파괴 및 방치 정도가 심각한 상태이다. 이에 공장시설은 혐오시설로서 지역사회 및 주민, 환경단체와의 마찰이 심각한 수준에 있다. 또한 전술한 친환경건축물 인증제도에도 공장시설부문은 마련되어있지 않아 친환경 공장시설의 개발 및 유도가 어려운 실정이다.

이에 본 연구에서는 공업단지 및 공장시설이 계획될 경우 친환경개발을 유도하여 환경부하의 감소, 자연과의 균형적 개발, 인간의 건강과 쾌적성 등을 증진하고 유도하는데 활용이 가능한 친환경 공장시설의 분류체계 및 건축계획요소를 개발하여 제안하는 것을 목적으로 한다.

1.2 연구의 방법

본 연구 초기에는 친환경 건축에 관한 선행연구와 공장시설에 대한 문헌조사를 실시하였다. 또한 친환경 건축계획이 적용된 공장시설에 대한 사례조사 및 방문조사를 실시하였다. 이와 같은 문헌 및 사례조사, 현장조사의 결과를 바탕으로 친환경 공장시설의 건축계획요소의 원자료를 추출하고 요소들의 특성을 반영하여 군집화하여 분류체계를 개발하였다.

이후 추출된 분류체계 및 계획요소에 대한 객관성 및 적정성을 검토하기 위하여 전문가 9인을 대상으로 자문조사를 실시하였다. 또한 친환경 공장시설의 건축계획요소들의 중요도를 도출하여 가중치를 제시하기 위하여 전문가 45인을 대상으로 설문조사를 실시하였다.

최종적으로 친환경 공장시설의 건축계획을 위하여 4개의 분류체계와 33개의 친환경 건축계획요소를 제시하였다.

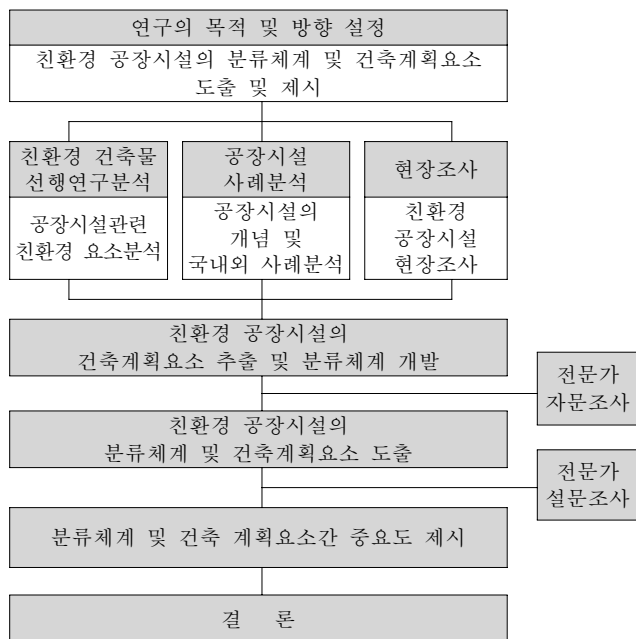


그림 1. 연구 흐름도

공장시설은 그 형태나 생산품, 규모 등에 따라 매우 광범위하고 다양한 측면을 지칭하고 있다. 따라서 본 연구에서는 공장시설 건축계획시 고려할 수 있는 계획요소를 제시하기 위해 공장시설의 일반적 특성에 초점을 맞추어 연구를 진행하였다.

2. 이론적 배경

2.1 공장의 개념

공장이란 원료나 설비, 노동력 및 에너지 등을 일정한 장소에 집약시켜 생산, 가공, 조립 작업을 지속적이면서 경제적으로 행하는 시설을 의미한다. 한편으로는 공업의 활동장소 및 제조사업장이라고도 한다⁴⁾.

공장의 시설계획의 기본은 생산계획이라 할 수 있으며, 생산관리 목적을 달성하기 위한 일련의 환경조건을 만족시키는 생산 공정의 장소가 필요하다. 이런 환경조건을 충족시키는 장소/공간을 공장건축이라 한다. 즉, 생산계획에 따른 설비능력의 효율성과 작업장/작업원의 쾌적한 환경을 생산적인 공간으로 구성/계획하는 것이 공장건축이라 할 수 있다⁵⁾.

2.2 제조업의 분류

전술한 바와 같이 공장은 공업의 활동장소 및 제조사업장이라 할 수 있다. 제조사업장과 관련한 제조업(manufacturing)의 분류는 제 9차 한국표준산업분류(통계청, 2008)체계를 이용할 수 있다. 한국표준산업의 분류는 농·임·어업, 광업, 제조업, 전기·가스·증기 및 수도사업, 건설업 등 크게 21개의 항목으로 구성되어 있다. 이 중 제조활동이 이루어지는 공장이 속한 제조업은 식품, 음료, 담배, 섬유제품, 의복, 가죽, 가방 및 신발, 목재 및 나무제품, 펄프, 종이 및 종이제품, 인쇄 및 기록매체 복제, 코크스, 연탄 및 석유정제품, 화학물질 및 화학제품, 의료용 물질 및 의약품, 고무제품 및 플라스틱제품, 비금속 광물제품, 1차 금속, 금속가공제품, 전자부품, 컴퓨터, 영상, 음향 및 통신장비, 의료, 정밀, 광학기기 및 시계, 전기장비, 기타 기계 및 장비, 자동차 및 트레일러, 기타 운송장비, 가구, 기타 제조업과 같은 33개의 분류로 구성되어 있다.

2.3 공장시설의 친환경 연구에 관한 사례 고찰

1) 국내연구사례

전 세계적으로 1980년대 이후 환경을 고려한 건축분야의 연구는 환경친화, 친환경, 지속가능, 생태건축, 그리고 최근에는 녹색건축 등의 소재로 흐름을 이루며 다양한 논의와 연구가 진행되고 있다. 이와 관련된 국내 연구는 1990년대 중반부터 수행되어 왔고 1990년 후반과 2000년대에 들어서면서 본격적인 연구가 시도되고 있다.

본 연구의 범위인 공장시설은 다양한 건축물용도 중에

4) 두산세계대백과사전, <http://100.naver.com/100.nhn?docid=16730> (2008.9).

5) 김창언 외(2004), 건축계획·설계론, 도서출판 서우. pp.513-514.

서 환경부하에 가장 큰 영향을 주는 시설이라 할 수 있다⁶⁾. 그러나 공장시설과 관련한 기존의 연구는 대부분 아파트형 공장의 설립배경, 현황, 사례분석에 따른 건축계획연구와 공장시설의 물리적 평가 및 거주 후 평가(POE)와 같은 연구에 불과한 실정이다(표 1. 참조).

표 1. 공장시설 관련 연구

연구자	제 목	분 석 내 용
박영경 외 (1991)	공장 후생복지시설의 거주후 평가에 관한 연구	S그룹산하 2개 공장의 기숙사와 식당을 대상으로 만족도 조사를 하여 후생복지시설의 질을 향상시키기 위한 공간계획을 제시
박진민 외 (1992)	공장의 환경성능 평가에 관한 연구	2개의 공장 작업공간의 물리적 환경성능평가와 이용자의 주관적 반응 평가를 실시하여 작업능률 향상을 위한 공장계획을 제시
동정근 (1996)	아파트형 공장의 계획기준에 대한 연구	아파트형 공장의 설계시 기준이 되는 요소들을 다각적으로 모색하기 위해 국내의 19개의 기존 아파트형 공장을 대상으로 비교분석하여 적절한 설계기준을 제시
배도정 외 (2003)	공장건축물의 배치특성에 따른 공단지역 계획방향에 관한 연구	사례공단의 기반시설, 입주업종분포, 토지이용계획 및 가로망 체계, 공원녹지 고찰. 공단내 공장건축물 28개를 무작위 추출해 공장건축물의 계획 및 배치 특성 파악
손재룡 외 (2004)	아파트형공장 디자인변화와 이에 따른 브랜드진화	아파트형 공장의 탄생배경, 브랜드진화과정과 서울디지털산업단지를 중심으로 현황과 브랜드 조사를 실시하고 시장포지셔닝에 따른 브랜드전략제시
전영성 외 (2004)	도심 아파트형 공장 활성화를 위한 건축계획적 연구	서울디지털산업단지내의 아파트형 공장을 대상으로 도면과 현장답사로 현황과 약과 체크리스트에 의한 실증적 분석, 최근 변화가 진행 중인 기능공간의 배치와 외관 및 옥외공간의 비교
김한명 외 (2005)	도심지 APT형 공장 공용공간의 관한 연구	APT형 공장이 가지고 있는 공용공간에 관한 공간적 구분, 구성요소분석, 소요공간 등을 고찰하고 사례분석을 통해 계획요소의 문제점에 관한 대안제시
최영진 외 (2006)	도시형 아파트 공장의 건축계획에 관한 연구	도시형 아파트공자의 최근사례와 대지현황 그리고 배치계획부터 최종 디자인이 출몰되기까지의 과정을 분석

즉, 이러한 범위의 연구 결과는 삶의 질에 대한 지구 환경문제의 심각성이 증대됨에 따라 환경부하가 가장 크다고 할 수 있는 공장시설에 대한 환경적으로 건전하며 지속 가능한 개발의 실천적 수단과는 거리가 있는 것이다.

이상과 같이 볼 때 친환경 공장시설을 위한 연구는 지속가능한 개발을 위하여 중요하다 인식만이 있을 뿐 관련 연구는 전무한 실정이다. 따라서 본 연구는 현재까지 국내에서 연구된 적이 없는 공장시설의 친환경성 부여를 위하여 건축계획분야의 친환경계획요소를 정립·개발하는 것으로 기존의 친환경건축물 연구 분야와는 차별성을 부여할 수 있고 학문적으로 큰 의의를 갖게 될 것이다.

2) 공장시설의 친환경 연구에 관한 국외 사례

6) 류수훈 외, 환경친화적 요소에 대한 태도 분석, 한국생태환경건축학회 논문집, 3(1), p.41, 2003.03

공장시설의 친환경 연구에 관련된 대표적인 사례는 영국 BRE(Building Research Establish)에서 2006년 공장시설에 대한 환경영향 평가를 위해 개발한 환경성능 인증평가프로그램인 BREEAM(Building Research Establishment Environmental Assessment Method) Industrial을 들 수 있다.

BREEAM Industrial은 창고와 유통, 소규모 공장시설 유닛, 공장과 작업장에 대한 환경영향에 관한 평가를 실행하고 있으며, 투자목적의 공장시설과 공장시설의 계획 단계에 대한 두 종류로 구분하여 평가를 실시하고 있다. BREEAM Industrial은 신축건물과 디자인 단계에서부터 완공단계, 공장보수 시 발생하는 환경영향에 대해서 폭넓게 사용되고 있다. 평가절차로는 본 평가 이전에 투자용 공장시설과 공장시설 계획단계로 나누어 예비평가를 시행하고 있다. 예비평가항목은 사무공간과 작업공간으로 구분하여 각각 점수를 부여한다. 평가점수에 따른 등급은 아래 표와 같이 4등급으로 구분하고 있으며 평가는 BREEAM Industrial 면허를 취득한 평가자에 의해 실시된다.

표 2. BREEAM Industrial 등급

등 급	최소 기준 점수	
	디자인 단계와 완공 후 검토	
Excellent	70	
Very Good	55	
Good	40	
Pass	25	

평가 항목은 투자용 공장시설, 공장시설 계획 모두 8대 대분류인 관리(Management), 건강과 쾌적성(Health & Wellbeing), 에너지(Energy), 교통(Transport), 수자원(Water), 재료(Materials), 토지이용과 생태환경(Land Use & Ecology), 환경오염(Pollution)로 구성되어 있다. 각각 투자용 공장시설에 관한 평가항목은 총 42개이고 공장시설 계획에 관한 평가항목은 총 44개로 구성되어 있다⁷⁾.

2.4 친환경 공장시설 사례를 통한 계획 요소

본 연구에서는 국내외 공장시설의 사례조사를 통하여 적용된 친환경 계획 요소를 조사하였다. 계획 요소는 편의상 국내에서 활발히 운영 중에 있는 친환경 건축물 인증제도의 분류체계를 이용하여 구성하였다.

표 3과 같은 사례조사를 바탕으로 한 친환경 공장시설의 계획요소들은 설비, 수질오염 및 대기오염 등에 관한 노력이 주로 이루어졌다. 또한, 공정개선과 친환경 제품을 생산하기 위한 신기술 연구도 중점적으로 이루어지고 있는 것을 알 수 있다. 이러한 노력은 계획단계보다는 운영단계에서 집중적으로 고려되는 계획요소들이 대다수여서 공장의 계획단계에서부터 적용 가능한 요소를 추가적으로 적용하여 종합적인 친환경 계획지침을 제시하여야 할 필요가 있다.

7) BRE(2006), BREEAM Industrial 2006 Pre-Assessment Estimator

표 3. 공장시설의 적용사례별 친환경 계획요소

분류	세부요소기술	적용 사례	
토지이용	건물방위의 최적화	포스코 포항제철소, 레벤스 바움 회사	
	도로로부터 최대한 이격	STX 선박공장	
	청정부지	경남 거창 서울우유	
교통	자전거 보관대 설치	포스코 포항제철소, LS전자	
	카풀제	청주시, 속초시, 광주시 일부 공장에 실시 중	
생태환경	표토재활용	광양시 공장부지 선정 기준 도입 중	
	토양오염방지	LS전자	
	자연석 보도포장재료 사용	롯데정보통신공장	
	녹지(조경)	포스코 포항제철소	
	인공녹화기법적용	드레스덴 포드공장, 퍼시픽 벨	
	주변 식생 보전	한국에너지기술연구원	
	친수공간 조성	Volkswagen 생산공장, 신도리코	
	자연 생태공원	S-OIL 대산공장	
재료 및 자원	고철 재활용	현대제철	
	재생 벽돌, 재생골재	인선ENT	
	이산화탄소회수 및 자원화	포스코 광양제철소	
	슬래그재활용	현대제철	
	부산물자원화설비	당진일관제철소	
	생분해성 자재	삼성전자(친환경 휴대폰공장)	
	유공성 포장도로	드레스덴 포드공장	
	고효율 기계, 장비	한국에너지기술연구소	
	저 에너지 조명	동양건설산업	
	HVAC시스템	내추럴 F&P	
에너지	Four설비	삼성 LCD공장	
	BIPV 시스템 (태양광에너지)	LG그룹 계열사의 친환경 일본 솔라아크	
	Earth Berming 적용	대우건설기술연구소, 레벤스 바움	
	재생열(재생에너지)	평택 소사벌 지구	
	발전용 연료전지	포스코 영일만항 산업단지	
	소수력발전설비 가동	광양제철소	
	지열이용	LG그룹계열사, 롯데건설 사업장	
	Pair Glass, 단열창호	대우건설 기술연구소	
	페열 재이용	현대제철 인천공장, LG그룹계열사	
	열 재활용 시스템	STX 선박	
	더블스킨, 더블코어	신도리코 공장	
	루버(Louver)	대우건설 기술연구소	
	외피 면적 최소화	대림산업건축환경공방동	
	수자원	중수 이용	연세유업, 현대중공업
		폐·배수종말처리	현대제철, 연세유업 S-Oil 대산공장, 당진일관제철소
저유량 장치		현대중공업	
상수도 직결 급수 방식		한국에너지기술연구원 공장동	
1사 1하천 가꾸기		LS 전선	
환경오염	해양오염 방지용 오일펜스	LS 전선	
	건류식 소각로	삼성전자, LS전자	
	배기가스 청정설비	포스코 포항제철소, 삼성전자, 당진일관제철소, S-Oil 대산공장	
	살수라인설치, 도로 콘크리트포장	포스코 포항제철소	
	가스 청정 설비	당진일관제철소	
	적재, 세륜, 세차상대점검 무중기설비	현대제철	
	온실가스 및 오존층 파괴 물질 배출 저감	독일 지멘스(SIEMENS) 퍼스텍 화학신소재 사업	
	온실가스 사내배출권 거래제	SK 에너지	
그린에너지프로젝트	S-oil 대산공장		

실내환경	(습식)소화설비	당진일관제철소
	밀폐형 원료처리 시설	당진일관제철소
	환경부하의 감소	JR 화물(일본)
	IAQ	한국에너지기술연구원
	공조시스템	이노플렉스, 농심, 연세유업
	실내분진제거시설	포스코 포항제철소
	VOC 무방출재료	핀컴
	자연환기	포스코 포항제철소, 롯데 정보통신, 농심
	방음효과	이문차량사업소, 연세유업
	방음림 조성	포스코 포항 후관공장
	저소음 설비	롯데 정보통신
	자연채광	한국에너지기술연구원
	고주파 안정기	롯데정보통신
	공정개선	LS전선
	실내 녹화	콘도미쓰오(일본), 신도리코공장
아트리움 및 선큰	신도리코공장, 삼양, JEL Building	

3. 공장시설의 환경친화적 건축계획요소 도출

3.1 분류체계의 도출

본 연구는 친환경 공장시설의 건축계획을 위하여 분류체계의 선정과 계획요소를 도출하였다. 친환경 건축계획요소를 제시하기에 앞서 분류체계의 개발연구가 진행되었으며 그 내용은 다음과 같다.

분류체계 구성을 위하여 국내외 친환경 건축물성능평가에서 사용되고 있는 대분류 항목에 대한 조사를 실시하였다. 국외 사례로는 영국 BRE의 BREEAM과 미국 LEED, GBC의 GBTool의 대분류 체계를 조사하였으며, 국내 사례로는 국토해양부와 환경부의 친환경 건축물 인증제도를 조사하였다. 이후 연구진 회의와 전문가 자문 등에 의하여 공장시설의 건축계획의 목적에 부합 할 수 있는 6개 분류체계(대지 및 배치, 평면 및 입면, 구조, 녹지 및 생태, 환경 및 설비, 세부계획)를 도출하였다.

최종적인 분류체계는 공장시설의 친환경계획 및 설계를 위하여 대지 및 교통계획, 건축계획기법, 환경 및 설비계획, 에너지 및 재료와 같이 건축계획적으로 접근하여 적용 할 수 있는 4개 분류체계로 개발하였으며 각 분류별 구성내용은 다음 표 4.와 같다.

표 4. 공장시설의 친환경 계획을 위한 분류체계별 구성내용

분류	내용
대지 및 교통	대지의 생태학적 가치뿐만 아니라 공장시설의 특수성을 반영한 배치와 토지이용에 관한 내용을 고려, 물품의 이동에 따른 효율적 동선체계 및 친환경 교통, 보행환경 고려
건축계획기법	공장시설의 특성을 반영하여 지속적으로 생태계에 미치는 영향을 최소화하는 것을 목표로 건축계획시 고려되어야 할 건축설계항목에 관한 고려
환경 및 설비	설비의 효율성 최대화를 위한 시스템 측면, 경제적 측면에서의 대책을 마련하고 에너지 제이움을 적극 유도, 재실자에게 환경적 영향 최소화와 작업능률의 효율성을 고려한 건축적·시스템적 방안 검토
에너지 및 재료	환경적 영향의 최소화를 위한 건축적·기술적 방법 고려, 에너지원의 친환경화와 재료 및 자원의 활용을 고려

3.2 친환경 공장시설의 건축계획요소 도출

본 연구에서는 기존의 친환경 건축과 관련된 자료들을 바탕으로 자료들의 중요도 및 관련성을 고려하여 3단계 과정을 거쳐 건축계획요소들을 추출하였다.

1단계는 기존문헌, 공장사례조사, 국내의 친환경 인증 제도를 중심으로 97개의 원자료(raw data)를 선별하였으며, 2단계는 연구진의 판단에 의하여 본 연구에 부합되는 63개의 계획요소를 추출하였다. 마지막 3단계에는 전문가 자문 및 설문문을 통하여 요소들의 적정성 및 객관성을 부여하고 연구진의 연구에 의하여 최종적으로 33개의 건축계획요소를 도출하였다.

표 5. 친환경 건축계획요소의 도출과정

구분	건축계획요소 도출 과정		연구방법
건축 계획 요소 도출	1단계	문헌조사, 사례조사(97개)	문헌 및 방문조사
	2단계	정성적 분석 (63개)	정성적 분석
	3단계	전문가 조사 (35개)	전문가자문/설문

전문가 자문은 도출된 친환경 공장시설의 건축계획 분류체계와 계획요소의 적정성 및 객관성 검토를 위하여 2008년 11월 10일부터 2008년 11월 30일까지 서면조사를 통하여 실시하였다.

조사 대상 전문가집단은 친환경건축물 연구 및 공장시설의 설계경험자로서 학계 1인, 연구직 4인, 친환경건설팀 2인, 건축설계직 2인과 같이 총 9인으로 평균 경력 15년 이상의 전문가들로 구성되었다.

이와 같이 2단계에 추출된 63개의 계획요소는 전문가 자문결과와 연구진의 연구에 의해 친환경 공장시설의 건축계획요소로서 적정한 33개의 요소들로 압축되어 도출되었다. 각 분류체계에 따라 최종적으로 도출과정을 거친 연구과정 분석내용은 다음 표 6.과 같다.

표 6. 친환경 공장시설의 건축계획요소 추출 과정표

대분류	중분류	세 부 요 소 항 목	채택	수정 *	제외 **	추가 ***
대지 이용	대지 개발	기존대지의 생태학적 가치	●			
		지형 및 지세의 활용(기개발대지 이용)			x ¹⁾	
	배치	기존자연자원 이용	●			
		환경과 기후를 고려한 배치 인접건물과의 일조권 배려		◎ ¹⁾ ◎ ²⁾		
교통	교통	건물 밀도(용적률, 건폐율) 주변과의 조화를 위한 입면계획(디자인 및 색채)			x ²⁾	◎ ^{a)}
		자전거 전용도로(자전거 보관소)	●			
		대중교통 이용의 편의성 및 거리			x ³⁾	
		초고속 정보통신망 구축여부 보차분리 및 보행전용도로 네트워크	●		x ⁴⁾	
생태 환경	도양	표토재활용			x ⁵⁾	
		토양개량(퇴비장, 퇴비시설, 석회이용 산성화 개선)			x ⁵⁾	
	생태 환경	녹지공간율			x ⁶⁾	
		녹지율(조경) 친환경 수공간	●		x ⁷⁾	

수자 원	재활 용	비오톱조성(수생, 육생)	●			
		인공환경 녹화기법(벽, 지붕, 옹벽 등)	●			
		우수부하절감 대책(투수성 포장재, 우수 지하 침투)	●			
		우수이용(우수저장소)	●			
		중수이용	●			
		배·폐수 종말처리	●			
유지 관리	효율 성	절수형 설비기기 사용으로 수자원 절감	●			
		운영관리				x ⁸⁾
재료 및 자원	재활 용	환경친화적 공법, 설계 및 신기술이용	●			
		환경친화 제품사용	●			
에너 지	에너 지 절감	건축부품 및 소재 재활용				x ¹⁰⁾
		재활용 폐기물 분리수거	●			
		음식물 쓰레기 저장 조치 및 재활용				x ⁹⁾
		고철 및 부산물 재활용				◎ ³⁾
		에너지 소비량 평가(에너지성능지표)	●			
		대체에너지 이용(태양, 지열, 풍력 등)	●			
빛	계획	미이용 에너지(소각열, 폐열, 심야전기, 소수력발전 등)				◎ ⁴⁾
		고단열, 고기밀	●			
		고효율 열원시스템(열회수 및 동력 연계 시스템)				x ¹¹⁾
		대체에너지 설비를 이용한 입면계획				◎ ^{b)}
		자연채광 도입	●			
		조명제어 및 저에너지 조명	●			
환 경 오 염	대기 오염	설비 계획	●			
		건축물 에너지 절감을 위한 물리적 설계 (지중, 외피최소화, 루버 등)				◎ ⁵⁾
		열완충공간 조성(더블스킨, 더블코어)				◎ ⁶⁾
		오염가스 저배출기기(배기가스청정설비)	●			
		적재상태, 세륜, 세차상태 점검				x ¹²⁾
		그린에너지 프로젝트(온실가스 배출권 거래제, 저탄소경영체제)				x ¹³⁾
실내 환 경	소음	열 계획	●			
		자동온도조절장치	●			
		외부소음(방음림 조성)				◎ ⁷⁾
		실내소음의 차단(층간, 경계벽)				x ¹⁴⁾
		저소음설비				◎ ⁸⁾
		공기 계획	●			
인체에 무해한 내장재 및 마감재				◎ ⁹⁾		
공기정화작업(공조시스템)				◎ ¹⁰⁾		
휘발성 유기물질 저방출 자재사용				x ¹⁵⁾		
자연환기				◎ ¹¹⁾		
환기유도 시스템 및 급배기구의 설계				x ¹⁶⁾		
패적인 실내환경 조성				x ¹⁷⁾		
공간의 효율성(수납, 공간의 연계, 가구 배치, 시스템 변경의 용이성) 및 가변성 (실의 모듈화)	●					
실내녹화	●					
위생적 급배수설비	●					
커뮤니티시설(휴식, 여가시설 등)	●					
방법·소방·방재 시스템 및 계획의 적정성	●					
노약자, 장애인 배려				x ¹⁸⁾		

* 수정 또는 수정을 통한 통합

- ① 환경과 기후는 포괄적 개념으로 구체적 건축계획요소가 될 수 있도록 수정
- ② 환경과 기후를 고려한 배치 항목을 수정하면서 통합
- ③ 재활용될 수 있는 요소가 더욱 많으므로 재활용으로 용어를 수정하고 재활용 폐기물 분리수거 항목과 통합.

- ④ 미이용 에너지 항목 중 심야전기와 소수력발전은 해당되지 않으므로 수정
- ⑤ 지중 항목을 제외 수정
- ⑥ 건축물에너지절감을 위한 계획과 통합하며 더불어 항목 제외 수정
- ⑦ 외부소음의 구체적 내용이 외부로의 소음인지 내부소음이 외부로의 영향인 모호하므로 수정하며 소음계획으로 통합
- ⑧ 분류상의 모호함.(설비계획으로 이동 가능) 소음계획으로 통합
- ⑨ 환경친화제품 사용의 하부항목으로 통합하여 수정
- ⑩ 공기정화작업으로 항목을 수정. 세분화되어 있는 각 항목을 환기계획으로 통합
- ⑪ 중분류상 공기에 속한 세부항목인 자연환기를 환기에 관한 종합 계획으로 통합하며 수정

****삭제에 관한 근거**

- 1) 지형 및 지세는 지식경제부(2008)에서 개정 고시한 공장입지 기준고지에서 경사각이 30°이하로 규정하고 있으며 지형차가 심한 경우는 대지 이용상의 효율성 저하와 부대시설 설치상 비용이 증가하므로 제외. 기계발대지의 이용은 기존대지의 생태학적 가치의 내용으로 항목을 이동하여 통합
- 2) 지식경제부(2008)에서 개정 고시한 공장입지기준고지에서 규모별 적정 밀도에 관한 사항을 정하고 있으므로 내용의 중복을 피하기 위한 항목 제외
- 3) 대중교통과의 연계성은 시설규모에 따라 변동 사항이 많으므로 일반적 적용이 어려움. 대규모 시설인 경우 자체 교통운행 시스템을 적용하고 있고, 도심 외곽지나 공업단지 내에 조성되는 경우가 많으므로 대중교통의 이용빈도가 적기 때문
- 4) 초고속 정보통신망의 구축은 기본적인 사항이므로 신축 모든 건축물에 적용되므로 제외
- 5) 기존대지의 생태학적 가치(토양개량), 기존자연자원 이용(표토 재활용) 항목의 내용과 통합
- 6) 녹지율(조경)과 그 내용이 유사하므로 통합
- 7) 비오뎀 조성 및 녹지율 이용항목과 통합하여 제외
- 8) 친환경 공장시설 개발을 위한 건축계획요소 항목으로는 적합하지 않으므로 제외
- 9) 비용분석 및 LCC의 항목은 친환경인증제도 및 친환경평가항목으로는 적절하나 건축계획요소와는 무관하므로 제외
- 10) 재활용 폐기물 분리수거 및 재활용 항목으로 중분류상의 항목을 수정하면서 내용 통합
- 11) 고효율/고성능 기기 항목과 통합
- 12) 계획시 적용 가능성이 낮으며 운영관리 단계에서 다루어질 항목으로 건축계획요소로는 부적합함
- 13) 그린에너지 프로젝트는 건축계획요소 항목이기 보다는 운영관리계획이므로 제외
- 14) 소음계획으로 세분화되어 있는 항목을 통합하면서 제외
- 15) 환경친화제품 사용과 통합
- 16) 공기정화작업 항목과 중복되므로 내용을 통합하면서 제외
- 17) 실내환경의 타항목과 중복성이 높으므로 제외
- 18) 공장시설은 노약자, 장애인 고용율이 매우 낮으며 기본적인 건축계획요소이므로 제외

*****신설 항목**

- a) 기존의 공장시설의 이미지 향상을 위한 입면계획의 필요성에 의한 신설
- b) 경제적 측면과 대체에너지 이용을 고려한 입면계획 신설

3.3 전문가 설문조사를 통한 분류체계 및 평가요소의 중요도 분석

친환경 공장시설의 건축계획을 위하여 도출한 4개 분류체계와 33개의 요소들의 가중치 부여, 요소들의 객관성 및 적정성을 검토하기 위하여 전문가 설문조사를 실시하였다.

전문가 설문조사는 2009년 3월의 1개월간 진행되었으며 자격증 소지자(건축사 및 기술사), 친환경 건축연구 경력이 풍부한 전문가 그리고 건축설계진공의 대학교수

를 선별하여 진행되었다. 설문대상은 50명의 전문가를 선별하여 이메일을 통하여 실시하였고 47부의 회수분 중 45부의 유효응답을 선별하였다. 결과분석은 Microsoft Office Excel 2003 프로그램을 이용하여 분석하였다.

전문가 설문조사내용은 대상자 일반사항, 분류체계 및 건축계획요소별 중요도 조사로 구성되었다.

(1) 전문가 집단의 일반사항

설문에 응답한 전문가 집단은 남자가 82.2%(37명), 여자가 17.8%(8명)로 조사되었으며, 이들 중 41-50세가 전체의 60%(27명), 51-60세가 28.9%(13명), 31-40세가 6.7%(3명), 60세 이상이 4.4%(2명)로 나타났다.

학력분포는 전체의 44.4%(20명)가 박사이상, 31.1%(14명)가 석사, 그리고 24.4%(11명)가 학사로 나타났다.

직업군분포는 건축설계직이 전체의 31.1%(14명), 연구직 28.9%(13명), 대학이 22.2%(10명), 그리고 건설업계와 기타가 각각 11.1%(5명), 6.7%(3명)의 분포를 나타냈다.

그리고 공장시설(아파트형 공장 포함)과 관련된 연구 및 설계경력 유무의 조사 결과 전체 대상자의 24.4%(11명)가 경력이 있는 것으로 나타나 다소 낮은 비율을 보였다. 그러나 친환경 건축연구 또는 친환경설계경력유무에 대한 조사 결과 조사대상자의 100%가 유경험인 것으로 나타나 본 연구결과의 타당성에 큰 영향을 미치지 않을 것으로 판단된다.

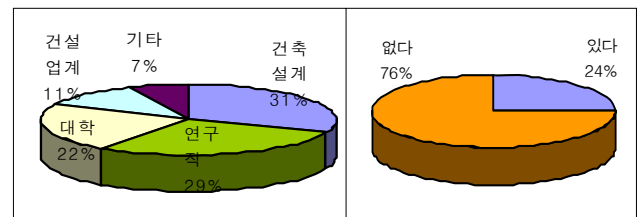
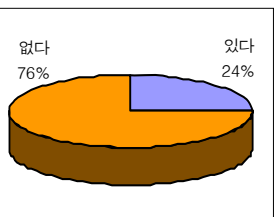


그림 2. 직업군 분포

그림 3. 친환경설계 및 연구 경력



(2) 분류체계에 대한 중요도 분석

본 연구에서 도출한 4개 분류체계별 중요도는 전문가 집단의 판단에 의하여 중요한 정도에 따라 1순위에서 4순위까지 지정하도록 하였다. 중요도의 빈도를 도출한 분석결과에 따라 1순위는 400%의 가중치, 2순위에서 4순위까지 각각 300%, 200%, 100%의 가중치를 부여하여 중요도 결과를 집계하였다.

분류체계별 중요도 조사 결과 친환경 공장시설의 계획을 위하여 가장 중요한 분류는 건축설계기법이 가장 중요한 분류로 나타났으며, 환경 및 설비, 에너지 및 재료, 대지 및 교통의 순으로 나타났다. 이러한 1,2,3순위의 각 급간 중요도에는 큰 차이를 보이지 않는 것으로 조사되었다.

표 7. 분류체계별 중요도 조사

분류체계	중요도 점수 및 순위
대지 및 교통	83(4순위)
건축계획기법	132(1순위)
환경 및 설비	123(2순위)
에너지 및 재료	118(3순위)

1순위: 1순위 빈도 X 400%(가중치), 2순위: 2순위 빈도 X 300%(가중치)
3순위: 3순위 빈도 X 200%(가중치), 4순위: 4순위 빈도 X 100%(가중치)

(3) 평가요소에 대한 중요도 분석

공장시설의 친환경 건축계획요소의 중요도 분석을 위하여 도출된 33개의 요소에 대하여 7점 리커트척도 분석법을 이용하여 전문가설문을 실시하였다. ‘매우 중요한 항목’은 7점을 부여하고, ‘매우 중요하지 않은 항목’은 1점을 부여하였으며 각각의 요소에 대한 점수의 평균으로 중요도 순위를 도출하였다.

분석결과 환경 및 설비 분야의 ‘고효율/고성능 기기 사용’에 대한 요소가 6.33으로 가장 중요도가 높은 요소로 나타났으며 다음으로는 건축설계기법 분야의 ‘공간의 효율성 및 가변성’이 6.23을 나타냈다. 반면, ‘자동온도조절장치(3.08)’, ‘우수부하절감 대책(3.04)’의 요소가 가장 중요도가 낮은 것으로 집계되었다(표 9. 참조).

각 계획요소들에 대한 중요도 점수를 분류체계별로 평균 집계 하였을 때 ‘건축계획기법’부분이 5.45로 가장 높게 나타났으며, 다음으로는 ‘환경 및 설비’부분이 5.22, ‘에너지 및 재료’부분이 4.75, 마지막으로 ‘대지 및 교통’부분이 4.72로 나타났다. 이는 분류체계 간에 중요도 평균점수는 큰 차이를 보이지는 않았지만 전 항의 분류체계에 대한 중요도 분석결과와 순위와 일치하고 있음을 알 수 있었다.

이와 같이 각 계획요소들의 중요도 평균은 3점에서 6점 대까지 분포되었으며 각각의 요소는 중요도 점수를 기준으로 ‘6점 이상’은 ‘매우 중요한 항목’, ‘5점 이상~6점 미만’은 ‘다소 중요한 항목’, ‘4점 이상~5점 미만’은 ‘중요한 항목’, 그리고 ‘4점 미만’의 항목들은 ‘보통’수준의 계획항목으로 분류하여 제시하였다. 이와 같은 가중치 부여방법은 전문가 조사 결과에 의한 계획요소들의 중요도 평균순위를 기준으로 연구자의 정성적 판단에 따라 급간구분을 결정하여 분류하였다.

이와 같이 각각의 중요도 조사 결과에 따른 계획요소간의 가중치 부여는 추후 공장시설의 친환경 건축계획시 우선적으로 고려할 수 있는 중요한 자료로 활용될 수 있을 것이다.

표 8. 친환경 공장시설의 계획요소간 중요도 및 가중치

분류*	평가요소	평균	순위	중요도 가중치
3	고효율/고성능 기기	6.33	1	매우 중요한 항목
2	공간의 효율성 및 가변성	6.23	2	
2	방법·소방·방재 시스템 및 계획	6.22	3	
3	배·폐수 종말처리	6.18	4	
2	항과 주변건물을 고려한 배치	6.15	5	
4	재활용 폐기물 분리수거 및 재활용	6.11	6	
4	에너지 소비량 평가	6.05	7	
1	기존대지의 생태학적 가치 고려	5.98	8	다소 중요한 항목
2	건축물 에너지 절감을 위한 입면설계	5.95	9	
3	소음방지계획	5.85	10	
2	인공환경 녹화기법	5.84	11	
2	주변과의 조화를 위한 입면계획	5.79	12	
4	고단열, 고기밀	5.77	13	
3	오염가스 저배출 기기	5.73	14	
3	자연채광	5.65	15	
2	커뮤니티시설	5.48	16	

3	절수형 설비기기	5.22	17	중요한 항목	
4	중수이용	5.12	18		
4	우수이용	5.07	19		
2	녹지율	5.02	20		
1	자전거 전용도로(자전거 보관소)	4.98	21		
3	환기계획	4.86	22		
4	대체에너지 이용	4.86	23		
4	환경친화적 공법, 설계 및 신기술이용	4.4	24		
2	비오톱 조성	4.21	25		
1	기존자연자원 이용	4.14	26		
3	조명제어 및 저에너지 조명	4.11	27		
4	미이용 에너지	3.84	28		
1	보차분리 및 보행자 전용도로 네트워크	3.76	29		보통
2	실내녹화	3.55	30		
4	환경친화 제품사용	3.26	31		
3	자동온도조절장치	3.08	32		
4	우수부하절감 대책	3.04	33		

* 분류 1 : 대지 및 교통 부문, 분류 2 : 건축계획기법 부문
 분류 3 : 환경 및 설비 부문, 분류 4 : 에너지 및 재료 부문

4. 결 론

본 연구는 친환경 공장시설 계획을 위해 분류체계와 건축계획요소를 개발하여 제시하기 위한 연구로서 문헌조사와 사례분석, 현장조사, 전문가 자문 및 설문조사를 통하여 이루어졌다.

이에 따라 친환경 공장시설을 위해 건축계획시 고려할 수 있는 33개의 건축계획요소를 도출하였다. 또한 대지 및 교통, 건축설계기법, 환경 및 설비, 에너지 및 재료와 같은 4개의 분류체계를 구성하여 제시하였고(표 10. 참조) 각 계획요소들의 중요도를 고려한 가중치를 제시하였다(표9 참조).

이러한 분류체계와 평가항목에 관한 내용은 다음과 같다.

첫째, 대지 및 교통부문에는 대지의 생태학적 가치와 공장시설의 특수성을 반영한 토지이용에 관한 내용, 그리고 친환경적인 교통체계와 보행환경을 검토할 수 있는 요소들로 구성되어 4개의 계획요소들을 제시하였다.

둘째, 건축계획기법부문에는 10개의 계획요소를 제시하였고, 이들은 공장시설의 특성을 반영하여 건축설계시 반영할 수 있는 친환경적 건축설계요소로서 구성되었다.

셋째, 환경 및 설비부문은 빛, 열, 소음, 공기환경과 같은 공장시설 내외부의 환경적 고려와 친환경 설비를 고려할 수 있는 9개의 계획요소들로 구성되었다.

넷째, 에너지 및 재료부문은 환경적 영향의 최소화를 위한 건축적·기술적 방법 고려, 에너지원의 친환경화와 재료 및 자원의 활용을 고려할 수 있는 10개의 요소들을 구성하여 제시하였다.

이러한 분류체계와 구성된 계획요소들을 지속가능하고 친환경적인 계획을 유도하여 지역사회와의 조화, 에너지와자원의 효율적 사용, 그리고 이용자 만족도 및 쾌적성이 높은 친환경 공장시설을 계획하는데 중요한 자료가 될 것이다.

그러나 본 연구에서는 친환경 공장시설의 분류체계와 건축계획요소의 개발 및 제시를 목적으로 다루었기에 추후 본

연구에서 제시된 건축계획요소를 친환경 공장시설의 설계에 활용하기 위한 설계지침이 개발되어야 할 것이다. 또한 본 연구는 친환경 공장시설연구의 초기연구로서 일반적 공장 시설에 범위를 한정하였지만, 추후에는 공장의 형태, 지역, 규모, 분류 등 다양한 공장시설범위에 관한 연구가 수반되어야 할 것이다.

아울러 공장시설의 계획초기 단계부터 계획을 총괄하는 전문가 중심의 계획방식으로의 전환을 꾀어야 할 것이다. 이러한 체계로의 전환에 대한 기본적인 틀을 제공할 계획 방법이 운영되었을 때 환경을 고려한 공장시설의 통합적 계획이 이루어져 우리사회에서 바람직한 공장시설이 조성되어질 수 있다고 판단된다.

표 9. 친환경 공장시설의 분류체계 및 건축계획요소

대분류	중분류	건축계획요소	세부내용
대지 및 교통	대지	기존대지의 생태학적 가치 고려	기존 대지의 생태학적 가치, 토지이용현황, 용도지역 등을 근거로 입지조건을 고려
		기존자연자원 이용	대지내 자연자원을 활용한 대지개발
대지 및 교통	교통	자전거 전용도로(자전거 보관소)	교통부하로 인한 환경오염원 저감 및 이용자의 편의성 제공
		보차분리 및 보행자 전용도로 네트워크	친환경적이고 안전한 동선계획(물품, 차량, 보행자)
건축설계기법	배치	향과 주변건물을 고려한 배치	환경친화성을 고려한 배치(향, 주변 건물)
		공간의 효율성 및 가변성	공정개선 및 설비변경에 따른 유동적 평면 계획 및 모듈화
	평면	커뮤니티시설	제실자의 건강과 복지를 위한 시설계획
		방법·소방·방재 시스템 및 계획	비상시 제실자의 안정과 주변피해 최소화
	입면	건축물 에너지 절감을 위한 입면설계	외피면적의 최소화, 차양 또는 더블스킨과 같은 열완충공간을 통한 냉난방부하 저감 또는 대체에너지 적용설계
		주변과의 조화를 위한 입면계획	주변과의 조화를 고려한 색채 및 입면
	생태	녹지율	대지 내 녹지공간을 조성하여 친환경 공간 및 이미지 도모
		실내녹화	제실자의 쾌적한 환경을 위한 실내 녹화
비오톱 조성		육생·수생비오톱 조성을 통한 친환경 공간 제공	
		인공환경 녹화기법	벽면, 지붕, 옹벽 등에 녹화
환경 및 설비	설비	고효율/고성능 기기	고효율/고성능 기기를 채택하여 에너지 부하를 저감
		오염가스 저배출 기기	대기환경 오염물질의 배출을 저감
		절수형 설비기기	수자원의 효율적 이용
		배·폐수 종말처리	수질오염 방지 및 보호
	빛	자연채광	자연채광을 통한 일조율 확보 및 에너지 저감 계획
		조명제어 및 저에너지 조명	인공조명의 효율적 사용을 통한 에너지 저감 계획
	열	자동온도조절장치	냉난방 부하의 저감
	소음	소음방지계획	외부로의 소음 발생 저감 및 실내소음 방지를 통한 쾌적한 작업환경 조성
공기		환기계획	실내 공기질 향상을 위한 자연환기, 공조시스템의 적절한 계획
에너지 및 재료	에너지	에너지 소비량 평가	공장시설의 특성상 에너지 사용이 타 용도의 건물보다 많으므로 효율적 에너지 사용을 위한 에너지 성능 검토
		고단열, 고기밀	고단열, 고기밀 마감을 통한 에너지 손실 최소화

수자원	대체에너지 이용	대체에너지, 신재생에너지를 이용하여 환경부하의 저감
	미이용 에너지	소각열, 폐열 등을 이용한 에너지 사용
	우수부하절감 대책	투수성 포장재 사용을 통한 우수 지하침투 유도
	우수이용	우수를 이용한 수자원 부하의 저감
재활용	중수이용	중수이용을 통한 친환경 수순환 환경조성
	재활용 폐기물 분리수거 및 재활용	공장시설에서 발생하는 폐기물 분리수거와 재활용을 통한 쓰레기 배출량 저감
구법 및 재료	환경친화적 공법, 설계 및 신기술이용	적정 규모를 산출하여 환경부하 저감을 위한 스펙계획 및 공법을 선정, 이용
	환경친화 제품사용	인체에 무해하고 경제성을 고려 및 재활용 또는 생분해성 재료 사용

참고문헌

1. 지식경제부(2008), 공장입지기준고시.
2. 통계청(2008), 환경부 국제통계연감.
3. 통계청(2008), 제 9차 한국표준산업분류.
4. 한국건설기술연구원(2004), 친환경 건축물 인증심사기준 종합 지침서(공동주택 부문), 환경부.
5. 환경부(2006), 친환경건축물인증제도 세부시행지침.
6. 김창언 외(2004), 건축계획·설계론, 도서출판 서우, pp.513-514
7. 김한명 외(2005), 도심지 APT형공장 공용공간의 관한 연구, 대한건축학회논문집, 25권 1호.
8. 유수훈 외(2003), 환경친화적 요소에 대한 태도 분석, 한국생태환경건축학회논문집, 3권 1호. p.41.
9. 유수훈 외(2003), 업무용 건축물의 친환경성평가를 위한 평가 분류체계 및 평가항목 개발에 관한 연구, 대한건축학회논문집, 4권 3호.
10. 동정근(1996), 아파트형 공장의 계획기준에 대한 연구, 대한건축학회논문집, 12권 6호.
11. 박영경 외(1991), 공장 후생복지시설의 거주후 평가에 관한 연구, 대한건축학회논문집, 11권 2호.
12. 박진민 외(1992), 공장의 환경성능평가에 대한 연구, 대한건축학회논문집, 12권 1호.
13. 배도정 외(2003), 공장건축물의 배치특성에 따른 공단지역 계획방향에 관한 연구, 대한건축학회논문집, 23권 1호.
14. 손재룡 외(2004), 아파트형공장 디자인변화와 이에 따른 브랜드진화, 대한건축학회논문집, 24권 1호.
15. 전영성 외(2004), 도심 아파트형공장 활성화를 위한 건축계획적 연구, 대한건축학회논문집, 20권 11호.
16. 최영진 외(2006), 도시형 아파트공장의 건축계획에 관한 연구, 26권 1호, 대한건축학회.
17. BRE(2006), BREEAM Industrial 2006 Pre-Assessment Estimator Fitted Out Buildings.
18. BRE(2006), BREEAM Industrial 2006 Pre-Assessment Estimator Speculative Buildings.

투고(접수)일자: 2009년 7월 6일

심사일자: 2009년 7월 7일

게재확정일자: 2009년 8월 5일