

## 저에너지건물 통합설계 인센티브 체계 비교 연구

이병연  
충북대학교 건축학과

### The Comparative Study on Incentive System for Integrated Design of Low-Energy Buildings

Byungyun Lee

Department of Architecture, Chungbuk National University

**요약** 본 논문은 저에너지 건축물 보급을 활성화하기 위하여 시행되고 있는 국내외 인센티브 제도를 비교분석하고 이를 통하여 국내 저에너지 건축물 인센티브 제도의 개선을 모색하기 위한 목적으로 한국, 캐나다, 미국, 싱가포르의 국가단위, 지방정부 단위 제도를 분석 대상으로 하였다. 인센티브 제도의 체계는 1) 인센티브 종류 및 수혜자의 규정, 2) 성능기준 및 평가방식의 정립, 3) 통합설계지원, 4) 재원의 확보를 근간으로 구성된다. 한국을 제외한 모든 국가들이 통합설계에 참여하는 전문가에 대한 인센티브 제도를 도입하고 있으며, 신축 중심 인센티브가 리모델링 건축물을 포함하는 방향으로 전환되고 있다. 인센티브 제도의 근간인 성능기준은 각 프로그램이 속한 국가 또는 지방정부가 규정하는 통합에너지성능분석기준에 따라 통합성능에 따른 지원이 주를 이루고 있으며, 개별 기술에 대한 지원을 보완하여 지원 범위 확대 경향을 보이고 있다. 통합 성능의 경우에도 초기 시뮬레이션에 의한 검증에서 실제 에너지사용량에 의한 검증으로 전환되어 시공품질 및 건물운영에 점차적으로 비중을 강화하고 있다. 통합 디자인 자체에 대한 지원과 자료 데이터베이스를 운영하여 성능기반 건축물 시장으로의 빠른 재편과 신산업 육성을 기대하고 있다. 안정적인 제도 운영을 위하여 재원확보가 필수적인데, 세금이 가장 일반적이고, 에너지 사업자 지원 또는 에너지 사용량에 따른 누진제를 통해 재원을 확보하는 보다 적극적인 재원확보 방안도 제시되고 있다.

**Abstract** The purpose of this paper was to comparatively investigate the efficient building incentives in Korea and foreign countries and to seek strategies to enhance low energy building integrated design market infrastructure in Korea. The structure of incentive policies were composed of four main component: 1) types of financial aids and beneficiaries, 2) energy performance criteria and verification methods, 3) supports for low energy building integrated design, and 4) funding sources for incentive programs. Every overseas incentive program has adopted a design team incentive along with building owners incentive and the range of target buildings have been extended from new construction to remodeling projects. The main system of the program is the performance standard through which projects were investigated and the level of incentive are decided. Initially, the integrated performance has been investigated through simulation methods, but the construction performance evaluation and energy monitoring methods are emerging. In addition, the direct support and educational support for integrated design has been provided to enhance the foundation of relative markets. Financial funding is also a key component of the program and more aggressive funding strategies have been adopted.

**Keywords** : Design Team Incentive, Low-Energy Building, Integrated Design, Integrated Performance, Green Building

## 1. 서론

과리 기후변화 협약에 제출한 국가 에너지 사용량 37% 감축 목표를 달성하기 위한 국가 에너지 정책의 혁신적인 전환이 요청된다[2]. 전체 에너지 소비량의 20%

### 1.1 연구의 목적 및 필요성

본 논문은 국토교통연구기획사업의 연구비지원(14RDPP-C090150-01)에 의해 수행되었음.

\*Corresponding Author : Byungyun Lee(Chungbuk National Univ.)

Tel: +82-43-261-2433 email: ecoville@cbnu.ac.kr

Received April 29, 2016

Revised (1st May 13, 2016, 2nd May 23, 2016)

Accepted June 2, 2016

Published June 30, 2016

이상을 담당하고 있는 건축물의 에너지소비구조를 효율화하고 이를 통해 이산화탄소 배출량을 절감하기 위한 노력이 진행되고 있다[3]. 최근 단열기준의 강화, 건축물 에너지효율등급제 확대시행, 녹색건축물조성지원법의 제정 등 제도적 노력이 다양하게 시도되고 있으며, 이와 더불어 건축주와 사용자들의 친환경건축물과 저에너지 건축물에 대한 이해와 관심이 높아져 있다.

그러나 상대적으로 전문가 집단의 친환경건축물 디자인과 시공에 대한 경험부족으로 관련 산업 확대는 제한적이다. 친환경건축을 활성화하기 위해서는 제도적 규제를 강화하는 것과 동시에 시장참여자들이 변화된 제도에 동참할 수 있는 유인책이 필요하다[1]. 따라서 본 연구에서는 전문가들의 동참을 확대할 수 있는 정부의 지원제도 도입을 위한 체계를 연구하는 것을 목표로 한다.

친환경 건축물 구현을 위해서 요소 기술들의 진화와 함께 통합설계의 중요성이 지속적으로 제기되어 왔다. 기존과는 달리 건축물의 기획-계획-시공-운전의 단계에 걸친 다양한 전문가들의 협업이 기획단계에서부터 건축사, 엔지니어, 시공사, 자재전문가, 에너지해석 전문가를 포함하도록 요구된다. 모든 전문가들이 참여하여 단계별로 요구되는 역할을 수행하고 통합 계획 대안을 도출하고, 목표성능을 검증함으로써 이를 다시 설계에 반영하는 회기적설계 프로세스인 통합설계를 통해서 목표로 설정한 친환경건축물을 계획할 수 있게 된다[4,20]. 따라서 친환경건축물 계획을 위한 통합설계 수행을 위해서 디자인 기간의 확대 및 비용의 증대가 필수적이다.

### 1.2 연구의 방법 및 범위

본 연구는 저에너지 건축물 확대를 위한 지원제도의 체계를 수립하기 위하여 친환경건축물, 특히 저에너지 건축물 설계의 특성을 도출하고 이를 기반으로 국내 친환경건축물 지원정책의 현황을 분석함으로써 저에너지 디자인에 대한 지원제도의 필요성을 도출한다. 이를 기반으로 지원제도의 체계를 수립하기 위하여 저에너지 건축물 설계에 대한 지원제도를 운영하고 있는 세계 각국의 유사 정책들을 발굴하고 이들 제도들의 도입배경, 기준, 운영 방안에 대한 사례조사를 진행함으로써 지원제도의 구조를 분석한다. 최종적으로 사례조사를 통한 결과를 비교 분석하고, 지원제도 수립을 위한 주요 고려사항들을 도출함으로써 향후 통합설계 인센티브제도의 구조를 도출하는 과정으로 연구를 진행하였다.

지원제도 사례 조사를 위해서는 각 제도의 운영을 위한 홍보자료, 기준, 신청 가이드라인, 연관 정보체계를 수집하고 분석하였으며, 각 제도에 대한 내용은 제도 시행이 종료된 경우를 제외하고는 2016년 3월 기준으로 수집된 자료를 토대로 분석이 진행되었다.

## 2. 저에너지건물 통합설계 인센티브 프로그램

### 2.1 통합설계 인센티브 프로그램의 발전

캐나다에서는 에너지 사용을 줄이고 구체적인 정책 목표와 성과를 구축하기 위하여 광범위한 환경 문제를 통합하려 하였고 1997년 모델 국가 에너지 코드가 발표되었다. 1998년부터 시작된 비주거건물 인센티브 프로그램(Commercial Buildings Incentive Program)은 건축 유형 중 다수를 차지하고 에너지 사용량이 높은 비주거 건축물에 대한 통합설계 인센티브의 시초로 향후 전 세계 저에너지건물 통합설계지원제도의 기본 틀을 Table 1 과 같이 제시하였다.

Table 1. Commercial Building Incentive Program (Canada)

Beneficiary		Building Owner, Design Team(Architect, Engineer)	
Target Buildings		Non Domestic Building	
Incentive Types		Financial Grant	
Performance Criteria		Model National Energy Code for Buildings (MNECB)	
Integrated	Owner	Min. 25%	200% of Annual Energy Savings, Max. \$60,000
Performance	Design Team	Reduction	300% of Annual Energy Savings, Max. \$80,000

건축주와 디자인팀이 동시에 인센티브 수혜자가 되는 구조이며, 개별적인 요소가 아닌 건물의 통합성능을 기준 건축물 대비 에너지 절감량으로 산정하였다. 이 프로그램은 시행 후 책정된 보조금이 부족한 상황에 직면할 정도로 시장에서의 대단한 반향을 불러일으켰다.

상대적으로 저에너지 건축물 설계 기술의 정착이 늦은 미국도 캐나다 제도를 벤치마킹하여 연방정부 차원에서 에너지정책법 179D 제도를 시행하고 있고, 지방정부로 확대 적용되고 있다. 아시아에서는 싱가포르 건설청이 가장 포괄적인 지원제도를 운영하고 있다.

## 2.2 국내 녹색건축물 조성 지원 제도

국내에서는 2002년 1월부터 친환경건축물 인증제도를 시행을 시작으로 2013년 2월부터 저탄소 녹색성장기 본법에 따른 녹색건축물 조성에 필요사항 규정 및 건축물 온실가스 배출량 감축과 녹색건축물의 확대를 위한 녹색건축인증 제도를 시행하고 있다. 제도의 활성화를 위해 정부차원에서 녹색건축인증제도와 연계하여 지방세특례제한법을 통해 건축물 에너지효율등급과 녹색건축인증 등급에 따라 취득세 5-15%, 인증 후 5년간 재산세 3-15%를 Table 2와 같이 차등 지원하고 있다[5].

Table 2. Sustainable Building Incentive Program (Korea)

Beneficiary		Owner	
Target Buildings		Min. Floor Area 500 square meter	
Incentive Types		Tax Deduction (Acquisition Tax and Property Tax)	
Criteria		Building Energy Performance Certification G-SEED Certification	
Integrated Performance	Owner	EPC 1 <sup>st</sup> grade	Acquisition Tax 15% Deduction
			Property Tax 15% Deduction (5 years)
			Acquisition Tax 10% Deduction
			Property Tax 10% Deduction (5 years)
		EPC 2 <sup>nd</sup> grade	Acquisition Tax 10% Deduction
			Property Tax 10% Deduction (5 years)
G-SEED Green 2 <sup>nd</sup> grade	Acquisition Tax 5% Deduction		
	Property Tax 3% Deduction (5 years)		

## 2.3 국외 통합설계 인센티브 제도

### 2.3.1 미국 연방정부, 에너지정책법 179D 조

미국의 지방자치단체들이 운영하고 있는 인센티브 제도의 근간이 되는 제도로, 기존의 개별 제품에 대한 지원 방안이 갖는 한계를 극복하기 위하여 통합 성능 평가에 의한 인센티브 지급 구조를 갖고 있다[6-8]. 디자인팀에는 건축사, 설비 및 전기 엔지니어, ESCO 사업 전문가 등을 포함하며, 공공건물 소유주는 특정 업체가 혜택을 수혜할지 아니면 다수의 업체의 기여를 판단하여 그 비율대로 혜택을 나누게 될 지를 선택할 수 있도록 하여 전체적인 통합설계를 유도한다[9]. 이 제도를 통해 미국 정부는 국가 에너지 소비의 10% 절감을 목표로 한다.

Table 3. DOE Energy Policy Act (United States)

Beneficiary		Building Owner, Design Team(Architect, Engineer, ESCO Firms)	
Target Buildings	Building Owner	Commercial Building Industrial Building Multifamily residence Commercial Building Renovation	
	Design Team	Municipal Building (School, University, Airport, Library, Post Office, Fire Station, Police Station),	
Incentive Types	Tax Deduction		
Performance Criteria	ASHRAE Standard 90.1-2007		
Integrated Performance	Owner	Min. 50% Reduction	\$ 1.8 per square feet Max. \$1,800,000
	Design Team		\$ 1.8 per square feet Max. \$1,800,000
Partial Application	Owner	Lighting	Min. 25% Reduction \$ 0.6 per square feet
		HVAC	Min. 15% Reduction \$ 0.6 per square feet
		Envelope	Min. 10% Reduction \$ 0.6 per square feet

지원대상 건물은 Table 3에 정리한 바와 같이 건물외피, 조명, 공조설비 시스템을 전체적으로 시뮬레이션하여 ASHRAE Standard 90.1-2007의 기준 건물 대비 연간 50% 이상의 에너지를 절감할 때 지원이 가능하며, 절감량 최소 기준을 충족하는 경우 면적대비 지원금을 결정하는 구조이다. 에너지성능 검증은 Autodesk Green Building Studio, Design Builder, DOE-2.2, Energy Gauge, Energy Plus, Energy Pro, Ener Sim, eQUEST, Hourly Analysis Program, IES, TAS, TRACE700, TRNSYS 등의 프로그램을 지정해서 IT 산업과의 융합 성장이 가능하도록 하였다[10].

통합 에너지 감축량 이외에도 건물의 에너지 절감에 가장 중요한 영향을 주는 세 가지 주요 항목인 건물의 외피, 조명 에너지, 공조설비 각각의 효율을 높이는 경우에도 지원할 수 있도록 하여 그 수혜 대상을 대폭 확대 적용하고 있다.

### 2.3.2 캘리포니아 주, 세이빙 바이 디자인

캘리포니아의 신축 비 주거 건물의 에너지 효율 향상을 위한 프로그램이다. 세이빙 바이 디자인(Saving by Design)은 기준 건물 대비 전체 건물의 에너지 효율 향상을 시뮬레이션으로 증명하고, 개별 기술에 대한 신청이 가능하도록 하는 점에서는 연방정부가 운영하는 에너

지정책법 179D조의 인센티브 구조와 유사하지만, Table 4에 정리한 바와 같이, 1) 직접적인 보조금 지원, 2) 건물 시공 전 디자인 팀 인센티브 일부 제공, 3) 커미셔닝 및 모니터링 인센티브 제공, 4) 디자인 지원 체계 운영, 5) 디자인 지원 체계 운영 관련 정보 및 우수 사례 정보 제공 등에서 차별성을 보이고 있다[11].

캘리포니아주에 전기 및 가스를 공급하는 기간 사업자인 PG&E(Pacific Gas and Electric), SMUD (Sacramento Municipal Utility District), SDG&E(San Diego Gas And Electric), SCE(Southern California Edison)가 공공적인 에너지 효율정책을 수립하기 위한 재원확보를 위해서 고객들에게 할증료를 부과하고, 이를 에너지효율 향상된 비주거 건물 프로젝트에 보조금을 직접 지급하는 방식으로 설계되었다.

디자인팀의 참여를 더욱 활성화하기 위하여 인센티브의 50%는 착공 전에 제공하고 나머지는 준공 후에 건축주 인센티브와 함께 받도록 배려하고 있다. 실제 건물의 에너지 효율 향상을 위해서 계획에 따른 운전을 보장하는 커미셔닝과 건물의 에너지 사용량을 검증하여 사용량에 따른 사용자의 대응을 유도하는 준공 후 모니터링에 별도의 인센티브를 지원한다[21].

건축주와 디자인팀이 실질적으로 통합설계과정을 이해하고 시장의 역량이 강화될 수 있도록통합설계과정, 통합설계방안, 요소기술, 커미셔닝, 모니터링에 대한 지원을 직접으로 제공하고 있다. 건물 배치 검토, 기술 제안, 에너지 모델링 검토, 비용분석 등이 포함된다. 또한 에너지디자인자료집(Energy Design Resources)라는 웹사이트를 운영하여 통합설계 개념 및 운영, 건물에너지 절감 요소기술, 시설유형별 우수사례, 건물 에너지 분석법 등의 자료들을 제공함으로써 다수의 전문가들이 프로그램에 참여하고 건물 에너지 절감을 위한 저변을 확대하고 있다.

**2.3.3 미국 뉴욕 주, 신축건물 및 기존건물 인센티브**

뉴욕주의 에너지 관련 연구개발 기관인 NYSEDA (New York State Energy Research and Development Authority)는 뉴욕주의 전반적인 에너지 절감을 목표로 열병합발전, 신재생에너지, 비주거건물, 공동주택, 단독주택에 대한 연구와 민간 지원을 담당한다. 비주거 건물에 대한 에너지효율 향상을 위한 통합설계 지원은 1996년 시작되어 신축 건물과 기존 건물로 나뉘어서 시행되

**Table 4.** Saving by Design (California, United States)

Beneficiary		Building Owner, Design Team(Developer, Architect, Engineer, Contractor, Energy Consultant)	
Target Buildings		Non Domestic Building	
Incentive Types		Financial Grant	
Performance Criteria		Title 24 Energy Efficiency Standards (Title 24, part6)	
Integrated Performance	Owner	10-30% Reduction	\$0.1+(reduction rate-10%)X0.01 per kWh Max. \$150,000
		30-40% Reduction	\$0.3 per kWh Max. \$150,000
		More than 40% Reduction	\$0.4 per kWh Max. \$150,000
	Design Team	Mim. 10% Reduction	1/3 of Owner's Incentive Max. \$50,000
Partial Application	Owner	Lighting	\$0.05 per kWh + \$100.00 per peak kW
		Daylighting	\$0.15 per kWh + \$100.00 per peak kW
		HVAC	\$0.15 per kWh + \$100.00 per peak kW
		Hot Water	\$1 per 1000 kcal
Building Management	Owner	Commissioning	10 % of Owner's Energy Reduction Incentive
		Energy Monitoring	20 % of Owner's Energy Reduction Incentive

고 있다. 기본적인 지원제도의 틀은 캘리포니아주와 유사하여 통합에너지성능에 대한 지원을 근간으로 요소기술 및 건물운영에 대한 지원 프로그램을 보완적으로 운영하고 있다[22].

신축건물 지원프로그램(New Construction Program Incentives)의 통합성능에 대한 지원기준은 에너지부와 동일한 ASHRAE/IESNA 90.1-2007 기준 건물 대비 연간 에너지 절감량에 대해 지원하고 있으며, 절감을 위해서 적용된 추가 비용의 최대 60%까지를 지원하고 있어서 지원금의 과도한 지급을 억제하는 제도적 장치를 Table 5와 같이 마련하고 있다. 더욱이 미국 친환경건축물인증인 LEED 인증을 받는 건물에 대해서는 인센티브 상한을 추가비용의 75%로 상향함으로써 지급한 에너지 절감 정책을 동원하여 전반적인 친환경건축물 확장을 함께 고려하고 있다.

또한 지원금이 100,000 달러를 넘는 프로젝트에 대해서는 커미셔닝 실시를 의무화하여 목표하고 있는 에너지 절감 성능 확보를 더욱 강화하고 있다.

디자인팀의 지원은 캘리포니아 주에 비해서 상대적으로

로 낮아 건축주에게 지급되는 인센티브의 약 10%에서 시작해서 에너지 절감량 30%이상인 경우 약 32%로 상향되어 디자인팀의 에너지절감목표를 상향하도록 하는 모티브를 제공하고 있다. 다만, 뉴욕주의 경우 디자인팀에 대한 인센티브와는 별개로 통합성능분석을 위한 추가 비용에 대해서 최소 5,000 달러에서 최대 70,000달러까지 지원을 함으로써 디자인팀에 대한 즉각적인 인센티브가 부과될 수 있도록 함으로써 디자인팀에 대한 지원을 보완하고 있다.

요소기술에 대한 지원의 경우 조명, 공조설비, 냉동기, 냉장고(상업시설), 식당조리실의 에너지 효율 제품을 등록해 두고 각 제품의 설치 개수에 따라 지원하는 체계를 갖고 있다. 그러나 요소 기술에 대한 최대 지원금은 30,000 달러로 제한되어 통합성능향상에 대한 지원금의 규모에 비하면 상대적으로 적은 금액으로 한정되어 있다.

기존건물 지원프로그램(Existing Facilities Program Incentives)의 경우에는 통합성능 분석기준은 신축건물과 동일하나, 지원을 받을 수 있는 기술 항목들을 미리 한정하여 제시하고 있다. 전기 절감량, 천연가스 절감량, 축열장치 설치용량, 거주자 제어장치로 인한 에너지 절감량, 커미셔닝에 대한 지원 등이 기존 건축물 리모델링을 통해 지원을 받을 수 있는 전략들이며, 이와는 별도로 신축건물과 동일하게 성능평가를 거치지 않고서 제품의 설치로만 지원금을 지급하는 방식은 유지하고 있다. 다만, 천연가스 절감을 위해 고효율기기를 설치하는 경우에는 연간 최대 30,000 달러에 달하는 보조금을 지원한다.

**2.3.4 미국 포트콜린스 시, 통합설계 지원 프로그램**

미국 포트콜린스는 이례적으로 시 단위에서 저에너지 건물에 대한 전문가 지원정책을 시행하고 있다. Table 6에 정리한 와 같이 통합설계 지원 프로그램(Integrated Design Assistance Program)은 시의 통계자료를 기반으로 건축유형별 평균 에너지 사용량 대비 절감량을 의미하는 에너지사용밀도(Energy Use Intensity)를 2019년까지 70% 이상 감축하면 인센티브가 지원되며, 2030년 탄소중립을 목표로 하고 있다[12, 13].

미국 연방정부, 캘리포니아주, 뉴욕주의 사례와는 달리 포트콜린스시의 지원제도는 프로젝트의 에너지 절감

**Table 5.** NYSERDA Incentive (California, United States)

Beneficiary		Building Owner, Design Team(Architect, Engineer)	
Target Buildings		New Commercial Building	
Incentive Types		Financial Grant	
Performance Criteria		ASHRAE/IESNA 90.1-2007	
Integrated Performance	Owner	3-9% reduction	\$0.11 per kWh + \$230 per summer peak kW 60% Additional Cost Max. \$ 7,500,000
		9-16% reduction	\$0.12 per kWh + \$240 per summer peak kW 60% Additional Cost Max. \$ 7,500,000
		16-23% reduction	\$0.13 per kWh + \$250 per summer peak kW 60% Additional Cost Max. \$ 7,500,000
		23-30% reduction	\$0.14 per kWh + \$260 per summer peak kW 60% Additional Cost Max. \$ 7,500,000
		over 30% reduction	\$0.16 per kWh + \$280 per summer peak kW 60% Additional Cost Max. \$ 7,500,000
	Design Team	3-9% reduction	\$25 per summer peak kW Max. \$ 3,400
		9-16% reduction	\$40 per summer peak kW Max. \$ 5,000
		16-23% reduction	\$55 per summer peak kW Max. \$ 6,700
		23-30% reduction	\$70 per summer peak kW Max. \$ 10,000
		over 30% reduction	\$90 per summer peak kW Max. \$ 15,000
Integrated Design	Design Team	Performance Analysis	50 % of Analysis Cost (\$ 5,000 - \$ 750,000)
		Certification Assistance	LEED Consulting Cost (Max. \$ 25,000)

량에 대한 실질적인 평가를 진행한다는 점에서 차별성을 보이고 있다. 2009년 시정부 에너지법에 의한 초기 제도에서는 연방정부의 디자인단계 완료후 건축주 및 디자인팀에게 인센티브를 지급하던 방식에서 2013년 디자인단계(실시설계 종료), 시공단계(준공), 운영(준공 후 2년 내 연속 12개월 운영 후)인 3단계에 걸쳐 지원 시기를 다원화하고 건물 운영 후 보조금 지급의 경우에는 실제 에너지 사용량을 모니터링하여 평균 에너지사용밀도 대비 감축량을 기준으로 지급하는 것으로 변경하고 지급시기도 운영 후로 변경하였다[14].

또한 설계과정에 대한 검증도 타 제도에 비해 강화되

어서 디자인 인센티브는 성능목표를 달성하기 위한 과정에서 계획설계 통합설계회의(Design Charrette)을 개최하고, 그 결과 에너지 예측 보고서를 제출하며, 중간설계 에너지점검 회의(Energy Meeting)을 개최하고, 그 결과로 중간설계 에너지 리포트를 제출하고, 최종적으로 실시설계가 완료되는 시점에 실시설계 최종 에너지 보고서를 제출하는 등 5개의 과정을 거치도록 하고 각각의 결과보고 제출에 전체 인센티브의 20%를 지원한다. 이는 에너지절감을 위한 디자인이 개별적인 기술의 적용에 의해서 달성되는 것이 아니라 전체적인 디자인과정에서 통합적으로 계획되고 지속적으로 조율되어야 한다는 통합설계의 필요성을 더욱 강조하고 있는 것으로, 각 회의를 통해서 건축주, 디자인팀, 에너지 컨설턴트의 역할과 결과물을 상세히 결정해 두고 있다[23].

**Table 6.** Integrated Design Assistance Program (Fort Collins, United States)

Beneficiary		Building Ower, Design Team(Developer, Architect, Engineer, Contractor)	
Target Buidlings		New Construction and Renovation ( Min. 10,000 squre feet)	
Incentive Types		Financial Grant	
Performance Criteria		Fort Collins Energy Use Intensity(EUI)	
Integrated Performance	Owner	Min. 70% Reduction	\$5,000 + \$0.10 per square feet
	Design Team		1/3 of Owner's Incentive
Construction	Owner	Report, Bloor Door Test Report	Min. 70% Reduction, Commissioning 0.25X\$0.021/kBtu/yrX (avg. EUI-project EUI)Xfloor area
	Design Team		1/3 of Owner's Incentive
Building Management	Owner	Monitoring Report	Min. 70% Reduction, Energy 0.75X\$0.021/kBtu/yrX (avg. EUI-project EUI)Xfloor area
	Design Team		1/3 of Owner's Incentive

시공인센티브의 경우 커미셔닝 보고서와 건물 기밀실측 보고서 제출을 의무로 하고 있으며, 기준 기밀도는 75Pa 가압시 0.25 CFM/ SF를 확보하여야 한다. 마지막 준공 후 운영시에는 에너지 사용을 최적화하는 기간을 주기 위해서 준공 후 2년 내 연속으로 12개월의 에너지 사용량 모니터링 결과를 기준으로 목표 달성에 연동해서 인센티브를 제공한다.

### 2.3.5 싱가포르, 그린마크 인센티브

싱가포르 건설부(Building and Construction Authority)는 건물이 환경에 미치는 영향 및 성능을 평가하기 위한 녹색건물등급체계 프로그램으로 그린마크(Green Mark) 제도를 2005년 시작하였고, 이를 뒷받침하기 위해서 2006년부터 다수의 인센티브 제도가 제정되었다.

그린마크 신축건물 인센티브(Green Mark Incentive Scheme For New Buildings, GMIS-NB)는 신축건물을 대상으로 그린마크 등급 및 기준건물 에너지 사용량 대비 절감량에 따라 면적당 인센티브를 제공하는 것이고, 그린마크 기존건물 인센티브(Green Mark Incentive

**Table 7.** Green Mark Incentive Program (Singapore)

Beneficiary		Building Ower, Developer, Design Team(Architect, Mechanical Engineer, Electrical Engineer))	
Target Buidlings		Non Domestic Building ( Min. 2,000 square meter)	
Incentive Types		Financial Grant	
Performance Criteria		Green Mark and Energy Efficiency Index	
New Construction	Owner	Gold	\$3,000 per 1,000m2, Max. \$300,000
	Design Team		\$500 per 1,000m2
Integrated Performance	Owner	Gold Plus, Min. 25% Energy Reduction	\$5,000 per 1,000m2, Max. \$2,500,000
	Design Team		\$800 per 1,000m2
Existing Building	Owner	Platinum, Min. 30% Energy Reduction	\$6,000 per 1,000m2, Max. \$3,000,000
	Design Team		\$1,000 per 1,000m2
Integrated Performance	Owner	Gold, Max. AirCon Efficiency 0.7KW/RT	5% of Qualifying Cost Max. \$150,000 per each Tranche
		Gold Plus, Max. AirCon Efficiency 0.65KW/RT	8% of Qualifying Cost Max. Max. \$300,000 per each Tranche
		Platinum, Max. AirCon Efficiency 0.6KW/RT	10% of Qualifying Cost Max. Max. \$600,000 per each Tranche
		Min. 40% Energy Reduction (Simulation)	40% X ( 70% of Qualifying Cost, Max. \$ 6,000)
Integrated Design	Design Team	35 - 38 % Energy Reduction (Monitoring)	15% X ( 70% of Qualifying Cost, Max. \$ 6,000)
		38 - 40 % Energy Reduction (Monitoring)	30% X ( 70% of Qualifying Cost, Max. \$ 6,000)
		40 % and more Energy Reduction (Monitoring)	60% X ( 70% of Qualifying Cost, Max. \$ 6,000)

Scheme For Existing Buildings, GMIS-EB)는 그린마크 등급 및 냉동기 효율향상에 따라 리모델링에 투입된 금액에 연동한 인센티브를 지원받는 구조로 설계되었다. Table 7에서 정리된 바와 같이 신축건물의 경우에는 디자인팀 인센티브를 건축주의 1/6 수준으로 지급하고 있으며, 리모델링의 경우에는 디자인팀에 대한 직접적인 지원이 아니라 건축주가 리모델링시 지출하는 전체 에너지절감 비용에 전문가 컨설팅을 포함할 수 있도록 하여서 간접적으로 디자인팀에 대한 인센티브가 지급될 수 있도록 하였다[15,16].

싱가폴 건설부(Building and Construction Authority)는 기본적인 성능기반 인센티브를 제공하는 것과 함께 최고의 품질을 갖는 건축설계를 장려하기 위해서 그린마크 디자인 프로토타입(Green Mark - Design Prototype, GMIS-DP)를 시행하고 있다. 신축건물 및 기존건물 인센티브 최고 등급보다도 7강화된 기준으로 그린마크 플래티넘 이상 또는 기준 건물 대비 에너지 절감율 40% 이상인 프로젝트에 대해서는 에너지 관련 워크숍 및 에너지성능 시뮬레이션을 위한 추가되는 디자인 비용에 대한 지원을 하는 것으로, 고품질의 저에너지 건물 디자인을 위한 전문적인 설계과정이 진행될 수 있도록 하였다[17].

싱가폴 프로그램에서도 단계별 지원제도를 강력하게 운영하고 있다. 신축의 경우 설계완료 후 심사로 인센티브의 50%를 지급하고, 준공 일 년 후에 잔액을 지급한다. 그린마크 디자인 프로토타입에 의한 인센티브의 지급에서도 실시설계가 완료된 시점에 전체 인센티브의 40%를 지급하고, 준공 후 1년 동안의 건물 운영을 통한 실제 모니터링 데이터를 기반으로 목표 성과인 기준건물 대비 40% 절감이 이루어졌을 경우에는 나머지 60%를 지급한다. 준공 후 연간 에너지 절감량이 최소 30% 이상인 경우에만 차등하여 인센티브를 제공하고 있다[18,19].

### 3. 저에너지건물 인센티브 체계

#### 3.1 인센티브 체계 및 유형

##### 3.1.1 인센티브제도 체계

저에너지 건물 통합설계 인센티브는 저에너지 건물 확대와 이를 통한 국가 에너지절감을 달성하기 위하여

국가의 통합설계 능력을 전반적으로 향상시키는 기반구축을 목적으로 하고 있다. 국내외에서 실시되고 있는 인센티브 제도에 대한 비교분석을 통하여 통합설계 위한 인센티브 제도는 일차적으로 저에너지 건물에 대한 에너지 수요를 절감하기 위한 지원 방식과 대상, 저에너지 건축물에 대한 규정과 평가방식 등으로 구성되는 핵심 구조와 제도의 장기적인 정착을 위한 통합설계지원, 재원 확보의 부속 구조로 구성되고 있음을 확인하였다(Table 8 참조).

##### 3.1.2 인센티브 유형 및 수혜자

지원 인센티브의 종류는 재정적 지원을 실시하는 것으로 감세, 대출이자지원과 같은 간접지원 방식과 보조금과 같은 직접적인 지원 방식이 가능하나, 외국의 경우 대부분의 사례에서 보조금제도를 실시하고 있는 것으로 확인되었다.

국의 저에너지 건물 통합설계 인센티브 사례에서 가장 두드러지는 특징은 인센티브의 수혜자를 최종 성과물인 건물 소유주와 함께 저에너지 건물에 대한 설계와 의사결정에 참여하는 전문가로 확대하고 있다는 점이다. 이러한 통합설계에 참여하는 디자인팀의 경우 기본적으로 건축사, 엔지니어, 시공자를 포함하여 에너지 컨설턴트, 파사드 전문가, 고효율 제품 전문가 등으로 확대 적용되고 있으며, 이러한 포괄적 인적 지원을 통해서 실질적인 통합설계가 지원될 수 있도록 배려하고 있다.

기본적으로 건축물의 통합에너지성능 향상에 대한 지원을 근간으로 제도가 설계되어 있으나, 점진적 참여를 유도하고, 기존 고효율 자재 및 기기 지원 정책과의 연계를 위하여 외피, 조명, 냉난방 시스템과 같은 개별 요소 기술 적용에 따른 지원을 보완적으로 활용하고 있다.

#### 3.2 저에너지건물 성능기준 및 평가

저에너지건물에 대한 규정과 평가방식은 인센티브 제도의 핵심으로 국가 또는 지방자치단체의 장기적 에너지 절감 목표, 저에너지 건물 보급량 등에 대한 정부의 장기적인 건물 에너지 정책과 연동되어 결정된다.

통합에너지성능의 경우 기준성능을 충족시킨 경우 면적에 따른 보조금을 지급하여 프로젝트의 규모에 연동하여 지원되도록 설계되며, 추가적으로 절감량에 연동하는 구조를 갖고 있기도 하다. 미국 연방정부와 캘리포니아 주에서는 요소기술의 적용에 있어서도 예전 제품 중심

**Table 8.** Comparison of Energy Efficient Building Incentive System

Country	Region	Title	A			B				C	D	
			Incentive Type, Beneficiary			Incentive Performance Criteria						
			Grant	Tax Deduction	Design Team	Integrated Performance	Construction Operation	Partial Application	Combinded Criteria			Integrated Design Support
Korea	Central Government	Support for Green Building Act	-	Owner <sup>1)</sup>	-	Building Energy Performance Certification (Min. 2 Grade)	-	-	G-SEED Certification	-	Local Tax	
			-	Owner <sup>2)</sup>	Architect Engineer Contractor	ASHRAE Standard 90.1-2007 (Min. 50%)	-	ASHRAE Standard 90.1-2007 (Min. 25%)	-	-	-	Federal Tax
United States	California	Saving By Design	Owner	-	Architect Engineer Contractor Energy Consultant	Title 24 Energy Efficiency Standard (Min. 10%)	Commissioning Energy Monitoring	Title 24 Energy Efficiency Standard Summer Peak kW	-	Design Guideline (Design Resources, Building Energy Simulation Tool) Education (Energy Education Center ) Expert Consultant ( Commissioning Monitoring)	Regional Energy Provider (PG&E <sup>5)</sup> , SMUD <sup>6)</sup> , SDG&E <sup>7)</sup> , SCE <sup>8)</sup> , SoCalGas <sup>9)</sup>	
			Design Team	-	Architect Engineer Energy Consultant	1/3 of Owner's Incentive						-
	New York	NYSERDA <sup>3)</sup>	Owner	-	Architect Engineer Contractor Energy Consultan	ASHRAE Standard 90.1-2007 Min. 3% Summer Peak kW	-	-	LEED	Performance Anaysis Grant (50% of Cost) LEED Consulting (Mas. \$25,000) Expert Consultant ( Technical AdviceCommissioning)		NYSERDA <sup>3)</sup>
			Design Team	-	-	10-30% of Owner's Incentive						
Fort Collins	IDAP <sup>4)</sup>	Owner	-	Architect Engineer (M&E)	Fort Collins EUI <sup>10)</sup> (Min. 70%)	Commissioning AirTightness Test Monitoring	-	-	Design Guideline (Strategy and Technology) Education (Citizens ) Expert Consultant ( Technical Advice Energy Analysis Commissioning)	Regional Energy Provider (Fort Collins Utilities)		
		Design Team	-	-	1/3 of Owner's Incentive						1/3 of Owner's Incentive	-
Singapore	Green Mark	Owner	-	-	Energy Efficiency Index (Min. 25%)	-	-	Green Mark	Design Guideline (Building Integrated Photovoltaic Installation Guideline) Education (Energy Simulation)	BCA <sup>11)</sup>		
		Design Team	-	-	Energy Efficiency Index (Min. 40%)	Energy Efficiency Index (Min. 35%)	-	-				

1) Acquisition Tax Reduction and Property Tax Reduction, 2) Income Tax Reduction  
 3) NYSEDA : New York State Energy Research and Development Authority, 4) IDAP : Integrated Design Assistance Program,  
 5) PG&E : Pacific Gas and Electric, 6) SMUD : Sacramento Municipal Utility District, 7) SDG&E : San Diego Gas And Electric,  
 8) SCE : Southern California Edison, 9) SoCalGas : Southern California Gas Company, 10) Energy Use Index  
 11) BCA : Building and Construction Authority



지원제도와 같이 기술의 적용유무에 대한 평가에 국한되지 않고 요소기술 적용에 따른 통합에너지 성능 개선 효과를 검증하여 지원하고 있다(Table 8 참조)

통합에너지성능 개선 검증을 위해서는 에너지 절감량 산정을 위한 기준 및 평가방법이 결정되어야 하고 보조금 규모 및 설계 가이드라인 등의 제반 지원제도가 이 기준에 따라 설계된다. 에너지 절감기준의 경우 초기에는 시뮬레이션에 대한 평가 방식에서 시작하여 최근에는 시공 품질에 대한 검증과 입주 최소 1년 이상 건물 운용 후 장기 에너지 모니터링 검증 등으로 강화되고 있다.

시뮬레이션 평가 방식에 있어서도 초기에는 지역 및 건축규모별로 설정된 가상의 기준건물을 대상으로 절감량을 설정하였으나, 미국 포트 콜린스 시의 경우 지역 건물 용도별 에너지사용량 모니터링데이터를 기반으로 유사 건축물 평균 에너지 사용량 대비 절감량으로 더욱 실증적인 데이터를 기준으로 변경되고 있다. 또한 에너지 사용량 검증도 설계완료 단계의 해석을 위해서는 에너지 해석 표준 및 사용가능한 프로그램에 대한 인증이 필요하고 재실자수, 거주자 스케줄, 공조기 및 조명기기 운전 스케줄과 같은 입력변수에 대한 통일 규정이 수립되어야 한다.

실제 준공된 건물의 에너지절감 확인을 위해서는 다양한 노력들이 진행되고 있는데, 첫째, 커미셔닝의 실시로 캘리포니아주의 경우 별도의 보조금을 지급하고 있고, 뉴욕주의 경우 보조금지급 규모가 100,000 달러 이상에서는 커미셔닝을 의무화하고 그 이하에서는 별도의 보조금을 지원하고 있다. 포트 콜린스시의 경우도 준공 후 보조금 신청을 위한 의무 조항으로 커미셔닝을 설정하고 있다. 둘째, 시공 품질 향상을 위한 보조금을 지급하는 경우로 보조금 지급을 시공 및 준공 후 성능을 기준으로 지급하는 사례도 있는데 미국 포트 콜린스 시의 경우 준공 후 커미셔닝과 기밀성능 실측 결과보고서 제출을 의무화하고 있다. 마지막으로 보조금을 실제 운영 후 에너지 절감량에 따라 연동하는 경우로 미국 포트 콜린스 시의 운영후 지원과 싱가포르의 신축건물 지원금을 획득하기 위해서는 준공 후 최소 일년간 운영과 모니터링을 통해 확인되는 에너지 실제 사용량을 기준으로 지원금이 지급되는 구조를 갖고 있다.

### 3.3 통합설계 인센티브 기반 구축

#### 3.3.1 통합설계 지원

통합설계지원을 위해서 직접적으로 디자인팀에 대한

지원을 하고 있으며, 디자인팀에 대한 지원방식은 다수의 지원제도에서 건축주가 받는 보조금에 연동하는 구조를 갖고 있다. 뉴욕 주와 싱가포르의 경우에는 에너지 해석 과정과 에너지절감 결과에 대한 별도의 보조금을 책정하여 디자인팀에 대한 지원을 보다 강화하고 있다.

제정지원과 함께 디자인팀에게 설계 및 기술 정보를 제공하기 위한 지원 정책들도 함께 활용되고 있는데 가장 기본적으로 인센티브 제도에 대한 신청 가이드라인, 기술정보의 제공, 지원을 받은 우수 사례 등의 정보 시스템을 운영하고 있다. 보다 직접적으로 지원 제도를 운영하는 기관에서 다수의 전문가를 고용하여 에너지 절감 컨설팅을 지원하는 경우가 있는데 미국의 캘리포니아 주, 뉴욕 주, 포트콜린스 시, 싱가포르에서 시행되고 있다. 이는 민간의 에너지 절감 전문가들의 보급이 원활하지 않기 때문인데, 뉴욕 주의 경우에는 통합설계를 위한 제도 시행기관인 NYSERDA에서는 전문적인 컨설팅 수행을 위해서 내부 컨설턴트 또는 외부 사설 컨설턴트를 디자인팀이 선택하도록 하여 이에 대한 보조금을 지원한다.

#### 3.3.2 자원 확보

안정적인 제도의 운영을 위해서는 보조금을 지급하기 위한 제도적 뒷받침이 필요하다. 중앙정부를 통한 가장 안정적인 지원 방식은 감세를 통한 간접적인 지원방식으로 별도의 자원확보 없이 제도의 운영이 가능하다.

별도의 재원을 마련하는 경우에는 에너지 사용량이 많은 소비자의 사용자 분담 원칙을 준용하여 에너지요금에 미리 할증비용을 부가하여 징수하고, 이를 바탕으로 별도의 에너지 절감 기금을 조성하여 보조금을 지원하는 방식으로 운영할 수도 있다. 미국의 지방자치단체인 캘리포니아 주, 포트 콜린스 시가 이 방법을 사용하고 있다.

### 3.4 국내 인센티브 제도 개선

국내 저에너지건물 통합설계 기반 조성을 위한 개선 방안을 모색하기 위하여 Table 9 에서 국내외 제도를 인센티브 체계별로 비교하였다. 이를 통하여 국내 제도의 개선방안을 모색하면 우선적으로 건축주에게 국한된 지원대상을 설계 및 시공 전문가에 대한 지원으로 확대할 필요성이 제기된다. 현재 통합설계를 진행할 수 있는 제도적 지원의 미비로 시장 참여자들은 모험이 수반되는

새로운 방식의 디자인 프로세스로 전환하는데 매우 소극적인 상황임을 감안하여 지원정책 수립이 필수적이다. 이 경우, 고효율기기등록제도와 같이 제품 및 신기술을 대상으로 운영되고 있는 제도를 전문가들의 통합설계를 장려하는 지원정책으로 확대할 수 있을 것으로 판단된다. 재원의 확보에 있어서는 매우 엄격한 사회적 논의를 거쳐야 되나, 국가 이산화탄소 소비량 감축량의 부담이 확대되는 경우 에너지 다소비 건물에 대한 에너지 요금 할증에 따른 차액을 특별 기금으로 마련하여 저에너지 건물에 지원하는 방식과 같이 적극적인 재원확보방안이 함께 모색되어야 될 것으로 판단된다.

에너지 성능평가 방식에 있어서도 현행 시뮬레이션 방식에서 국가 건물에너지 종합정보를 활용하여 실질적인 건물 운용에 따른 에너지사용량 평가로 전환하여, 국가 에너지 절감 정책 목표 및 이산화탄소 배출량과 연동하여 운영할 수 있을 것으로 판단된다.

디자인팀에 대한 지원의 경우 현행 제도를 바탕으로 건축가, 엔지니어에 대한 지원을 가장 우선적으로 시행할 수 있을 것으로 판단되며, 향후 시공품질확보, 커미셔닝, 모니터링 단계 참여자들로 확대할 수 있을 것으로 판단된다. 특히, 시공자의 규모에 따라 저에너지건물시장으로의 진입이 매우 힘든 상황임을 감안하여 시공품질확보를 위한 지원방안이 절실할 것으로 판단된다.

또한 해외 사례에서 저에너지 평가 운용에 대한 민간 참여 확대와 디자인 팀 지원을 통해 새로운 산업생태계 구축을 모색하고 있으므로, 창업 등의 제도와의 연계도 가능할 것으로 판단된다.

#### 4. 결론

본 논문에서는 저에너지건물을 구현하고 이를 확대하기 위해서 통합설계의 필요성과 국내 지원제도의 통합설계지원에 대한 제약조건을 밝히고, 이를 토대로 각 국에서 실시하고 있는 통합설계지원 중심 저에너지건물 지원 제도를 비교 분석함으로써 제도의 설계를 위한 체계 및 필수 내용을 고찰하였다.

관련 제도는 캐나다, 미국, 싱가포르에서 연방정부, 주 정부, 개별 도시 단위에서 다양하게 시행되고 있으며, 주로 비주거용 건축물을 대상으로 하여 건축가, 설비전문가, 시공자, 에너지 컨설턴트를 포괄하는 디자인팀을 에

**Table 9.** Comparison of Strategies in Integrated Design Incentive System for Energy Efficient Building between Korean and Oversea Policies

	Korea	Overseas
Incentive Types	Tax Deduction	Tax Deduction
	-	Financial Grant
Beneficiary	Building Owner	Building Owner
	-	Architect
		M&E Engineer
		Energy Consultant
	Contractor	
	Developer	
Target Buildings	New Construction	New Construction
	Renovation	Renovation
Performance Criteria	Energy Performance	Energy Performance
	-	Construction Quality
		Commissioning
	Energy Monitoring	
Design Team Incentive	-	10-40% of Owner's Incentive
Integrated Design Support	Guideline	Design Guideline
	-	Design Support
	-	Education
Fund	Central Tax	Federal Tax
	Local Tax	Local Tax
	-	Regional Energy Provider

너지 절감율에 따라 지원하고 있다.

저에너지 건물 통합설계 지원제도의 구조는 지원 유형 및 지원 대상의 설정, 통합에너지 성능검증 기준 및 평가체계, 통합설계 지원, 재원 확보 방안으로 구성되어 있다.

1) 지원 유형은 세제혜택 및 직접 보조금의 형태를 취하고 있으며, 지원 대상은 건축주와 함께 디자인팀에게 지원이 이루어지도록 제도가 설계되어 있다.

2) 통합성능 검증의 경우 초기에는 가상 기준 건물 대비 절감율을 시뮬레이션을 통해서 검증하는데, 이를 위해서는 표준건물, 에너지시뮬레이션 방식, 시뮬레이션 도구의 인증이 선행되어야 한다. 최근에는 시공품질 확보 및 운전 후 에너지 절감율에 연동한 보조금 지급방식으로 전환되어 보다 실질적인 에너지 절감 효과를 담보할 수 있도록 하는 노력들이 진행되고 있다.

3) 통합설계를 더욱 확대하고 새로운 산업생태계 형성을 지원하기 위해서 통합설계에 대한 직접적인 인센티브가 다양하게 개발되었다. 또한 이와 함께 정보체계의 제공, 신청 및 기술 가이드라인, 컨설턴트의 운영, 전문가 및 일반인 교육 등과 같은 보조적인 제도들의 운영이 뒷받침되어야 한다.

4) 직접 보조금 제도의 안정적 운영을 위해서는 재정 확충이 필요하고, 에너지 고소비자에게 비용을 할증하는 방식을 통한 기금조성과 같은 적극적인 방법도 고려할 필요가 있다.

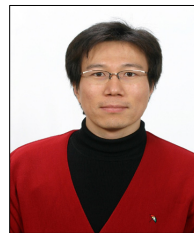
본 연구를 토대로 국내에 적합한 신축 건축물 및 기존 건축물을 대상으로 하는 보조금 지급제도 설계를 위해서는 국가 건물 에너지 절감량 목표를 근간으로 재정확보, 보조금 지원규모에너지 절감율에 따른 적정 보조금 산정 등을 위한 연구가 진행되어야 할 것으로 판단된다.

## References

- [1] Byungyun Lee, Kwanghyun Kim, "A Study on the Integrated Design Process for Sustainable Architecture", Architectural Research, Architectural Institute of Korea, Vol. 25. No.4, pp. 55-63, April, 2009.
- [2] The Republic of Korea's Ministry of Foreign Affairs, *Intended Nationally Determined Contribution*, UNFCCC, 2015.
- [3] Korea Energy Management Corporation, *Energy Statistics Handbook*, p.21, 2015.
- [4] Clean Air Partnership, *Enhancing Energy Efficiency in New Construction*, p. 7, 2005.
- [5] Ministry of Interior, *Restriction Of Local Tax Reduction And Exemption Act-Article 47*, 2014.
- [6] Energy Policy Act, Public Law 109-58-AUG.8, 2005.
- [7] Elizabeth Doris, Jaquelin Cochran, and Martin Vorum, *Energy Efficiency Policy in the United States: Overview of Trends at Different Levels of Government, Technical Report*, National Renewable Energy Laboratory TP-6A2-46532, pp.5-12, 2009.
- [8] Internal Revenue Service, *Internal Revenue Bulletin: 2008-14*, 2008.
- [9] Notice 2008-40: Amplification of Notice 2006-52; Deduction for Energy Efficient Commercial Buildings, 2008
- [10] M. Deru, *Energy Savings Modeling and Inspection Guidelines for Commercial Building Federal Tax Deductions*, Technical Report NREL/TP-550-40467, National Renewable Energy Laboratory, 2007.
- [11] State of California, *Savings By Design Participant Handbook*, 2013.
- [12] Fort Collins, *Conserves with Efficiency Programs and Community Leadership*, 2010.
- [13] City of Fort Collins, *Fort Collins Energy Act*, 2009
- [14] City of Fort Collins, *Fort Collins Utilities Integrated Design Assistance Program (IDAP) Participant Manual*, 2013.
- [15] Building and Construction Authority, *BCA Green Mark for New Non-Residential Buildings*, Version NRB/4.1, Singapore, 2013.
- [16] Building and Construction Authority, *Green Mark Incentive Scheme For Existing Buildings - Application Guidelines*, Singapore, 2013.
- [17] Building and Construction Authority, *Green Mark Incentive Scheme For Design Prototype - Application Guidelines*, Singapore, 2010.
- [18] Building and Construction Authority, *Guidelines For Application Of Green Mark Incentive Scheme*, Singapore, 2012.
- [19] Building and Construction Authority, *Green Mark Incentive Scheme (Version 2.3) Application Guideline*, Singapore, 2013.
- [20] Allyson Wendt and Nadav Malin, *Integrated Design Meets the Real World*, Environmental Building News, available from <https://www2.buildinggreen.com/article/integrated-design-meets-real-world>(accessed March, 10, 2016)
- [21] [www.savingsbydesign.com](http://www.savingsbydesign.com)(accessed March, 10, 2016)
- [22] [www.nyserda.ny.gov/](http://www.nyserda.ny.gov/)(accessed March, 10, 2016)
- [23] [www.fcgov.com/utilities/business/conserves/rebates-incentives/integrated-design-assistance/](http://www.fcgov.com/utilities/business/conserves/rebates-incentives/integrated-design-assistance/)(accessed March, 10, 2016)

## 이 병 연(Byungyun Lee)

[정회원]



- 1999년 2월 : 서울대학교 공과대학 건축학과 (공학석사)
- 2009년 8월 : 서울대학교 공과대학 건축학과 (공학박사)
- 2004년 11월 ~ 2007년 8월 : 정림건축 팀장
- 2010년 9월 ~ 현재 : 충북대학교 건축학과 교수

<관심분야>

친환경건축, 지속가능도시