

ZEB 인증제 고도화를 위한 기존 건축물 부하별 연관성 연구

이항주 · 맹선영 · 김인수[†] · 안종욱

가천대학교 에너지IT학과

(2018년 6월 28일 접수, 2018년 8월 22일 수정, 2018년 8월 24일 채택)

A study on the relationship between the existing building load for the advance ZEB certification system

Hangju Lee · Sunyoung Maeng · Insoo Kim[†] · Jong-Wook Ahn

Gachon University, Dept. Energy IT

(Received 28 June 2018, Revised 22 August 2018, Accepted 24 August 2018)

요 약

제로에너지 건축물 인증제도 시행에 따라 민간부문 활성화 및 보급 확대를 위한 제도의 지속적인 고도화가 이루어지고 있으며, 정부는 공공부문을 시작으로 민간부문에 확대 될 때까지 단계별 의무화 로드맵을 설정하였다. 이에 따라 제로에너지빌딩 인증제의 기반이 되는 건물에너지효율인증 기준에 따른 2016~2017년 기존 건축물들의 에너지소요량을 분석하여 주요 인자 변화에 따른 부하별 연관성에 대해 분석하였다. 기존 건축물중 아파트, 오피스텔 등 주거용을 제외한 중부 및 남부지역 714개 건물을 분류하여 1차 에너지소요량을 분석하였다. 새로운 설계기법들이 적용됨에 따라 패시브측면에서의 에너지요구량은 지속적으로 감소하고 있으며, 신재생에너지 보급 활성화와 연계되어 제로에너지빌딩 시범사업 또한 지속적으로 이루어지고 있는 실정에 제로에너지빌딩 인증 기준을 고도화하기 위해 다양한 방법들을 적용하여 해석할 필요성이 있다고 판단된다.

주요어 : 제로에너지빌딩, 1차 에너지소요량, 외피 단열성능, 창 면적, 부하

Abstract - In accordance with the implementation of the Zero Energy Building Certification System, it for the activation and expansion of the private sector is being steadily upgraded. Also The government has set up a step-by-step mandatory roadmap until it is expanded to the private sector, starting with the public sector. We analyzed the energy requirements of existing buildings from 2016 to 2017 and the by load relationships of major factor. Of the existing buildings, 714 buildings in central and southern areas excluding residential buildings such as apartments and officetels were classified and their primary energy requirements were analyzed. As new design technologies are applied, the demand for energy from the passive side is steadily declining. In addition, there is a need to interpret various methods to improve the zero energy building certification standard in the point that the zero energy building pilot project is continuously carried out in relation to the activation of renewable energy supply.

Key words : Zero Energy Building, Primary Energy Requirement, Thermal insulation performance of building envelope, Windows area, Load

[†]To whom corresponding should be addressed.
E-mail: kis0103@gachon.ac.kr

1. 서론

국내 건축물은 국가 온실가스 배출의 25%, 에너지 소비의 20%를 차지하고 있어 국가 에너지수요관리의 주 대상으로 인식되고 있으며, 정부는 건축물의 에너지소비량을 효과적으로 줄이기 위해 “제로에너지건축 국가 로드맵”을 작성하여 정책들을 시행하고 있다. 세계적으로 Net Zero Energy Building의 구현이 경제성 부족으로 달성하지 못하고 있는 실정으로 Nearly Zero Energy Building 수준이 제로에너지빌딩으로 통용되고 있다.

국내에서는 2009년부터 에너지절약형 건축물 도입 에너지절약형 건축물 도입 로드맵을 수립을 시작으로 2013년 9월 실시된 건축물 에너지효율등급 인증제도를 통해 모든 용도의 신축, 기축 건축물을 대상으로(공공은 의무, 민간은 선택사항) 건축물의 단위면적당 1차 에너지소요량(냉방, 난방, 급탕, 조명, 환기)을 총 10등급으로 평가하여 인증하였다. 이를 통해 건축물의 설계 및 시공단계에서부터 에너지효율적인 설계를 채택하여 원천적으로 에너지를 저소비하는 에너지절약형 건물보급을 촉진하였으며, 2017년 1월 20일부터 시행된 제로에너지건축물 인증제도를 마지막 단계로 모든 용도의 신축 및 기축 건축물을 대상으로 하되, 공공 및 민간부문 모두 선택사항이나, 시장형·준시장형 공기업 3천㎡이상 업무시설과 교육연구시설 신축시에는 의무사항 시작으로 향후, 공공건축물은 2020년 이후부터, 민간건축물은 2025년 이후부터 제로에너지빌딩을 의무화하여 건축물의 에너지를 제로화하는 목표로 나

아가고 있다.

제로에너지빌딩의 목표로 가기 위해서는 건물에서 요구하는 에너지소비량을 최소화하는 다양한 패시브 측면의 설계기법들의 연구와 지속적인 에너지 성능기준 강화(건축물, 창호·외벽 등)가 이루어져야 할 것이며, 제로에너지빌딩 인증제 고도화를 통해 앞으로 시작될 제로에너지빌딩 의무화에 대비하여야 할 것이다. 본 논문에서는 2016년부터 2017년까지 “에너지효율등급 인증”된 기존 건축물중 아파트, 오피스텔 등 주거용을 제외한 중부 및 남부지역 714개 건물을 대상으로 분석하여 제로에너지빌딩 인증제의 기반이 되는 건물에너지효율등급의 기준과 비교하여 주요 인자(예: 창면적 비율 등) 변화에 따른 부하별 연관성에 대해 분석하였다.

2. 1차 에너지소요량 분석

2-1. 평균 에너지소요량

건물 등급별로 구분하였을 시 건물 단위 면적별 연간 에너지소요량을 보면, 1+++등급이 44.7 kWh/m²a, 1++등급이 80.4 kWh/m²a, 1+등급이 102.9 kWh/m²a 이며, 1++등급의 에너지소요량=100일 때 1+++등급은 55.5, 1+등급은 128kWh/m²a 정도의 나타났으며, 이는 1++등급대비 1+++등급의 에너지소요량은 44.5% 적고, 1+등급은 28% 더 소요되는 것으로 나타난다. (단, 1+++등급은 대상이 8개소로 평균값으로 보기에 무리가 있음)

Table 1. Average energy consumption by grade

(단위: kWh/m²a)

구분		최대값	최소값	평균	(1++등급=100)		
1+++등급	남부	76.0	26.0	44.7	58.7		
	중부	0.0	0.0	0.0		0.0%	
	남부+중부	76.0	26.0	44.7			55.5
1++등급	남부	171.7	28.7	76.1	100		
	중부	141.2	38.4	84.8		100	
	남부+중부	171.7	28.7	80.4			100
1+등급	남부	197.9	53.0	99.3	130.5		
	중부	247.2	40.1	104.0		122.8	
	남부+중부	247.2	40.1	102.9			128.0

주) 지역구분은 건축물의 에너지절약 설계기준 [별표1]에 따라 구분

Table 2. Average energy consumption by building entity

(단위: kWh/m²a)

	남부			중부			남부+중부
	공공	민간	공공+민간	공공	민간	공공+민간	
1+++등급	44.7			44.7			44.7
1++등급	76.5	65.6	76.1	88.1	75.4	84.8	80.4
1+등급	99.2	100.7	99.3	106.4	101.4	104.0	102.9

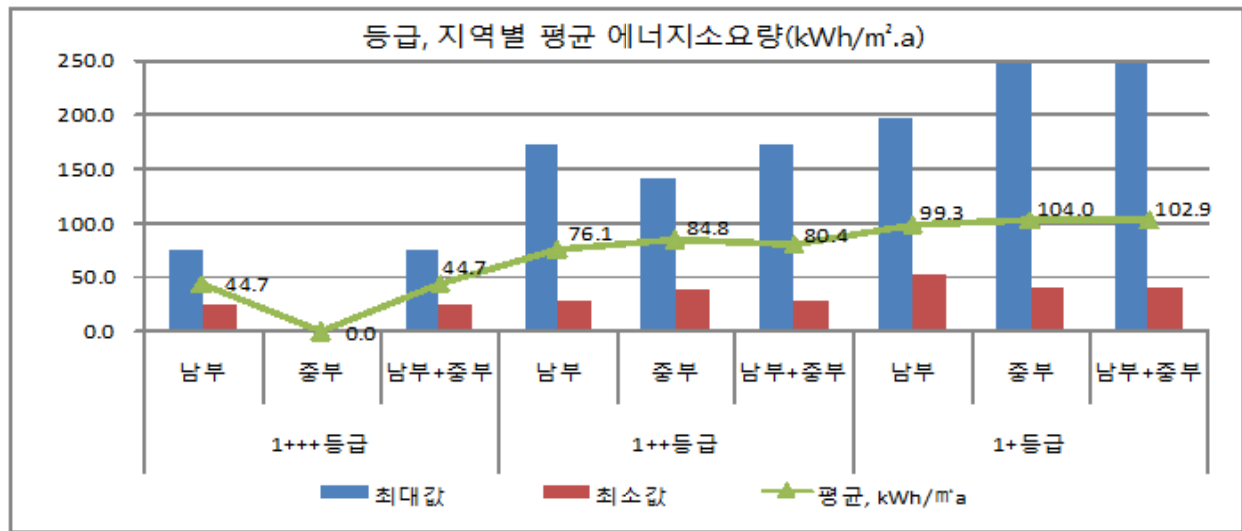


Fig 1. Average energy requirement by region and entity

등급별 지역별로 보면 1++등급의 에너지소요량=100으로 하였을 때, 남부지역의 1+++등급은 58.7, 1+등급은 130.5, 중부지역의 1+등급은 130.5 정도로, 1++등급대비 1+등급 남부지역은 30.5%, 중부지역은 22.8% 더 소요되는 것으로 나타났다. 이는 1+등급의 에너지소요량 기준의 상향 조정 검토가 필요할 것으로 판단된다.

건물 사용자 주체별로 단위 면적당 연간 에너지소요량을 비교해 보면 1++등급 남부지역에서는 공공부분이 민간부분보다 16.6% 더 소요되는 것으로, 중부지역에서는 민간부분보다 16.8% 더 소요되는 것으로 나타났다. 1+등급 남부지역에서는 민간부분보다 1.5% 적게 소요되는 것으로, 중부지역에서는 민간부분보다 4.9% 더 소요되는 것으로 나타나는 등 대부분 지역에서 공공부분의 에너지소요량이 더 많은 것으로 나타났다.

건물 규모별 사용량을 보면, 4천m²미만이 88.0 kWh/

m²a, 4천~7천m²미만이 92.5 kWh/m²a, 7천~1만2천m²미만 93.7 kWh/m²a, 1만2천m²이상이 95.4 kWh/m²a로 나타났으며, 종합적으로 보면 건물 규모가 클수록 단위 면적당 연간 에너지소요량이 증가하는 것으로 보이지만, 민간부분 1++등급에서는 1만2천m²이상에서는 규모가 작은 건물보다 에너지소요량이 오히려 적은 것으로 나타남으로써 이는 해당 분석대상에 어떤 유형의 건물들이 주로 구성되어 있는지에 따라 분석결과가 달라짐을 볼 수 있다.

3. 외피 단열성능

건물 부위별 열관류율을 종합해보면, 창호, 벽체, 바닥, 지붕 순으로 높게 나타났으며, 지붕의 열관류율이 0.139 W/m².k로 가장 낮고, 창호가 2.204 W/m².k로 높게 나타났다. 각 부위별 열관류율을 현재 시행되고 있는 중부지역의 기준(외기직접) 열관류율과 비교시, 벽체는 기준대비 90.3%, 지붕 92.5%, 바닥 79.4% 수준으로 현행기준을 강화할 수 있는 여지가 있는 것으로

Table 3. Average energy consumption by building size

(단위: kWh/m²a)

	4천m ² 미만	4천~7천m ² 미만	7천~1만2천m ² 미만	1만2천m ² 이상	전체
1+++등급	45.5	43.1	0.0	48.2	44.7
공공	45.5	43.1	0.0	48.2	44.7
민간	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1++등급	80.5	82.8	80.8	78.4	80.4
공공	81.7	84.2	80.9	80.0	81.5
민간	75.2	74.4	79.3	71.7	74.1
1+등급	95.5	100.3	105.8	108.5	102.9
공공	97.0	103.2	105.7	111.6	103.9
민간	90.3	95.3	106.0	106.1	101.3
계	88.0	92.5	93.7	95.4	92.6
공공	89.0	93.0	91.9	93.0	91.7
민간	84.1	91.2	101.7	98.9	95.0

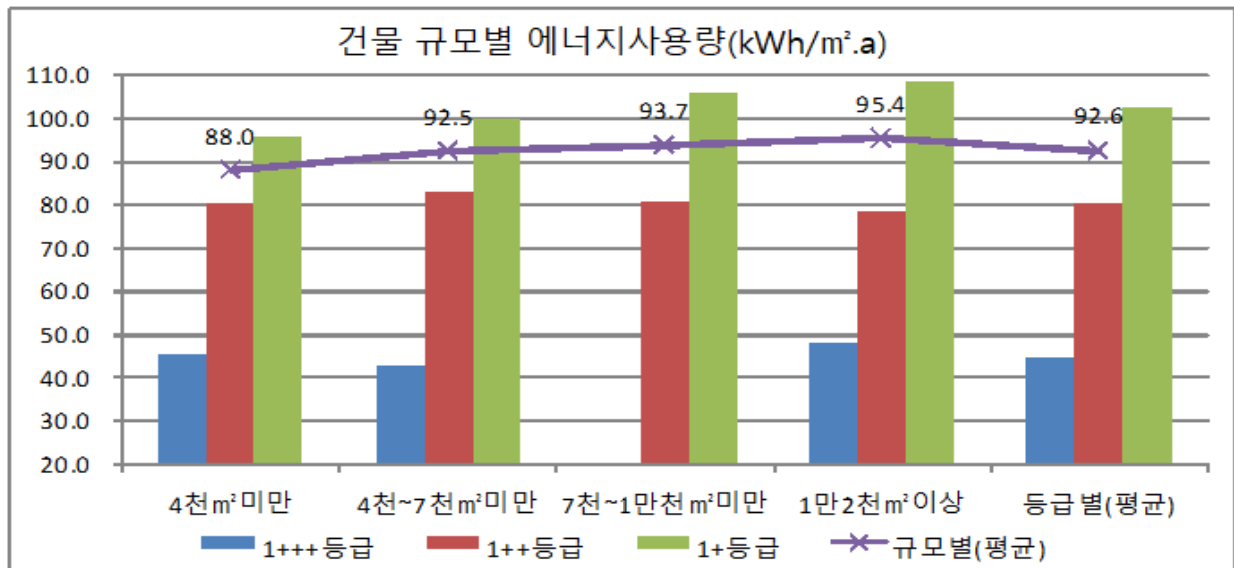


Fig 2. Average energy requirement by building size

로 나타났으며, 반면 창호의 경우 146.9%로 상당히 높게 나타났다.

건물 부위별 열관류율을 (1++등급=100)으로 할 경우 1+등급을 보면, 벽체는 남부, 중부 모두 유사하고, 창호는 남부106.1(중부115.7), 지붕은 남부96.4(중부97.3), 바닥은 남부92.0(중부96.4) 수준으로 지붕과 바

닥은 1+등급의 열관류율이 1++등급보다 오히려 더 작게 나타남을 볼 수 있다.

4. 창 면적 비율

건물 벽체대비 창면적 비율에 따른 건물 구성비를 보면, 창면적비 20%~30%가 340개소로 47.6%를,

Table 4. Average thermal perfusion rate by grade and building site

(단위: W/m².k)

구 분		1+++등급	1++등급			1+등급			종합	현행 기준 (중부)
		남부	남부	중부	남부+중부	남부	중부	남부+중부		
벽체	최대값	0.309	0.321	0.294	0.321	0.387	0.362	0.387	0.387	0.260
	최소값	0.180	0.158	0.106	0.106	0.171	0.121	0.121	0.106	
	평균	0.247	0.265	0.217	0.241	0.265	0.219	0.230	0.235	
창호	최대값	2.700	3.100	3.700	3.700	3.100	3.600	3.600	3.700	1.500
	최소값	0.992	1.396	0.850	0.850	1.300	0.845	0.845	0.845	
	평균	1.862	2.136	2.010	2.073	2.267	2.325	2.311	2.204	
지붕	최대값	0.195	0.218	0.185	0.218	0.200	0.215	0.215	0.218	0.150
	최소값	0.121	0.107	0.000	0.000	0.102	0.000	0.000	0.000	
	평균	0.149	0.160	0.131	0.145	0.154	0.127	0.133	0.139	
바닥	최대값	0.264	0.362	0.283	0.362	0.396	0.382	0.396	0.396	0.220
	최소값	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
	평균	0.149	0.195	0.171	0.183	0.180	0.165	0.169	0.175	

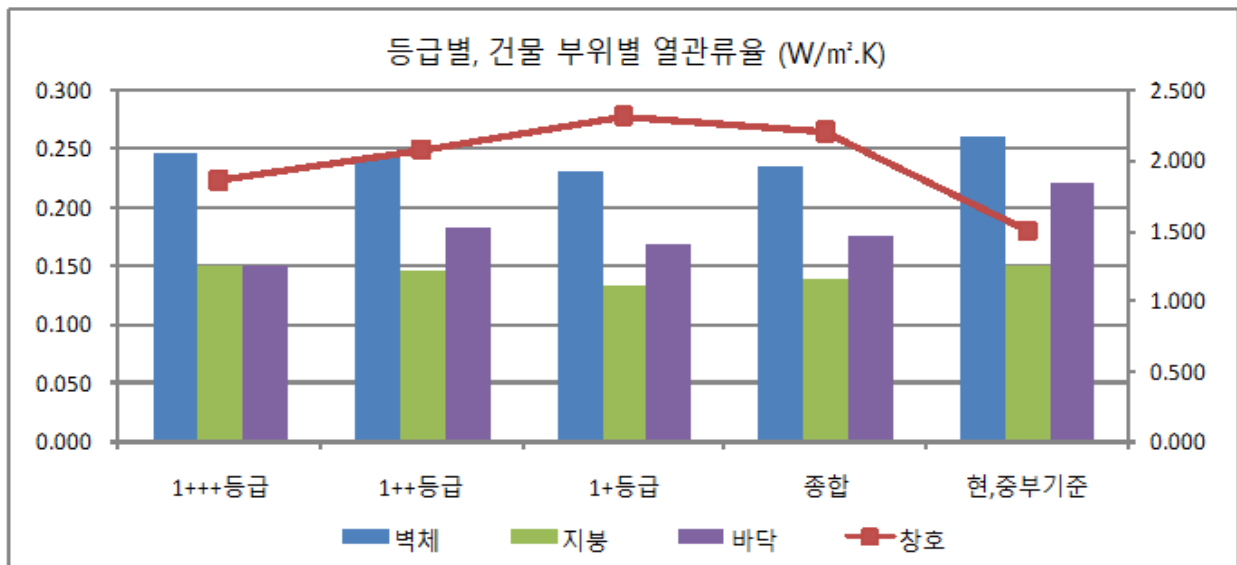


Fig. 3. Average thermal perfusion rate by grade and building site

40% 이상도 69개소로 9.7%를 차지하며, 반면 15% 미만은 49개소 6.9%에 불과하다. 또한 등급별 건물 구성비를 보면, 창면적비 30% 미만이 1++등급에서는 78.5%, 1+등급은 55.9%으로 1++등급이 1+등급보다

창면적비가 낮게 나타났다.

창 면적비에 따른 냉방에너지 소요량은 창 면적비가 클수록 비례하여 증가하였고, 창 면적비 15% 미만 소

Table 5. The Change of Cooling Energy Consumption with Window Area (냉방에너지소요량, 단위: kWh/m²a)

창 면적비	1+++등급	1++등급	1+등급	평균	15%미만의 E소요량=100
15%미만	10.2	12.7	12.4	12.4	100%
15%~20%미만	6.1	10.3	18.9	15.4	123.9%
20%~25%미만	13.4	11.8	15.3	13.2	105.9%
25%~30%미만	8.6	12.7	22.6	16.9	135.9%
30%~35%미만		17.3	22.4	20.7	166.0%
35%~40%미만		14.3	31.4	27.2	218.2%
40%이상	2.5	21.0	33.9	31.0	249.3%
계	8.6	13.1	22.7	18.4	148.1%

Table 6. Change of heating energy requirement according to window area (난방에너지소요량, 단위: kWh/m²a)

창 면적비	1+++등급	1++등급	1+등급	계	15%미만의 E소요량=100
15%미만	30.0	33.9	34.5	34.3	100.0%
15%~20%미만	13.3	36.1	37.0	36.1	105.2%
20%~25%미만	22.1	28.4	34.9	30.8	89.7%
25%~30%미만	18.0	23.6	31.8	27.1	79.0%
30%~35%미만		24.0	30.3	28.1	82.0%
35%~40%미만		24.2	28.2	27.2	79.4%
40%이상	2.9	21.9	26.3	25.1	73.4%
계	17.4	26.9	31.7	29.5	86.0%

요량=100으로 할 경우, 창 면적비 40%이상인 건물은 149.3% 증가, 즉 12.4 kWh/m²a에서 31.0 kWh/m²a로 18.6 kWh/m²a이나 증가한 것으로 나타났으며, 분석대상 건물의 평균 냉방에너지 소요량도 창 면적비 15% 미만 대비 149.3% 증가한 것으로 나타났다.

창 면적비율에 따른 난방에너지 소요량을 비교해 보면, 창 면적비가 클수록 난방에너지 소요량이 비례하여 감소함을 볼 수 있으며, 창 면적비 15%미만의 에너지소요량=100로 할 경우, 창 면적비 40%이상인 건물

은 난방에너지 소요량이 26.6% 감소, 즉 34.3 kWh/m²a에서 25.1 kWh/m²a로 9.2 kWh/m²a 감소한 것으로 나타났으며, 분석대상 건물의 평균 난방에너지 소요량도 창 면적비 15%미만의 에너지소요량 대비 14% 감소하는 것으로 나타났다. 이와 은 창 면적비 증가에 따른 난방에너지 소요량의 감소폭은 앞의 동일조건에서의 냉방에너지 소요량의 증가 폭에 비해 훨씬 적은 것으로 나타나, 창 면적비를 줄이는 것이 전체 에너지소요량의 감소에 더 영향이 큰 것으로 분석되었다.

5. 결론

현재 국내 제로에너지건축물의 등급 수준은 “건축물에너지 효율등급” 대상 상위 5% 수준인 에너지효율 등급 1++ 등급수준이며, 제로에너지 건축물 최소 인증 수준으로 정의하여 인증제를 운영하고 있다. 2025년 민간부분까지 확산되는 제로에너지빌딩 의무화 목표로 가기 위해서는 지속적인 에너지 성능기준 강화와 다양한 설계기법들이 적용된 제도가 필요할 것이다.

본 논문은 2016년부터 2017년까지 “에너지효율등급 인증”된 기존 건축물중 아파트, 오피스텔 등 주거 용을 제외한 중부 및 남부지역 714개 건물을 대상으로 분석하였다. 또한 제로에너지빌딩 인증제의 기반이 되는 건물에너지효율등급의 기준과 비교하여 주요 인자(예: 창면적 비율 등) 변화에 따른 부하별 연관성에 대해 분석하였다. 이는 앞으로 제로에너지인증제 고도화를 위한 자료로 활용하는 목표로 그 결과를 정리하면 다음과 같다.

(1) 건물 등급별 지역별로 1++등급대비 남부지역은 30.5%, 중부지역은 22.8%가 더 소요되는 것으로 나타남에 따라 1+등급의 에너지소요량 기준의 상향 조정 검토가 필요할 것으로 판단된다.

(2) 외피 단열성능에 건물 부위별 열관류율을 종합해보면, 현재 시행되고 있는 중부지역의 기준(외기직접) 열관류율 비교시, 벽체의 경우 기준대비 90.3%, 지붕 92.5%, 바닥 79.4% 수준으로 현행기준을 강화할 수 있는 여지가 있는 것으로 분석되었다.

(3) 창 면적 비율에 따른 냉난방 부하에 연관성은 창 면적비가 클수록 냉방부하가 비례하여 증가하였고, 이를 창 면적비 15%미만 에너지소요량을 100으로 할 경우, 40% 이상인 건물의 경우 냉방에너지소요량이 149% 증가하였다. 그 반대로 창 면적비가 클수록 난방부하는 비례하여 감소함을 볼 수 있었으며, 위와 같은 방법을 기준으로 하였을 때 창 면적비 40% 이상인 건물의 경우 난방에너지소요량이 26.6%가 감소하여 동일조건에서의 냉방에너지 소요량의 증가 폭에 비해 훨씬 큰 것으로 나타났다. 즉, 창 면적비를 줄이는 것이 전체 에너지소요량의 감소에 영향이 큰 것으로 분석되었다.

후 기

본 연구는 과제번호 20162010104270 ‘제로에너지 빌딩 요소기술 패키지 (패시브&액티브) 융복합화 및 실증연구’ 연구의 일환으로 수행되었습니다.

References

1. LEE, H. J. 2017, A Study on the Calculation Method of Load standard for ZEB activation, KOSEE, Vol. 26, No. 4, pp. 92-99