

공동주택 연도별 단열기준 강화에 따른 에너지소요량 비교 연구

김대원 · 정광섭* · 김영일* · 김성민**

서울과학기술대학교 에너지환경대학원, *서울과학기술대학교, **서울과학기술대학교 산업대학원
(2013년 3월 27일 접수, 2013년 6월 7일 수정, 2013년 6월 7일 채택)

A Comparative Study on Heating Energy Consumption for Apartment Based on the Annually Strengthened Criteria of Insulation

Dae-Won Kim, Kwang-Seop Chung*, Young-Il Kim*, Sung-Min Kim*

Graduate School of Energy and Environment, *Seoul National University of Science and Technology

**School of Architecture, Seoul National University of Science and Technology

(Received 27 March 2013, Revised 7 June 2013, Accepted 7 June 2013)

요 약

에너지사용은 우리생활과 밀접한 관계성을 유지하고 있다. 사계절이 뚜렷한 우리나라로서는 건물분야에 냉,난방이 필수품처럼 여겨지는 세대에 살고있어 에너지 사용과 유지에 새로운 트렌드를 요구하고 있다. 이에따라 정부는 신축 및 기존건축물의 에너지효율 개선을 위해서 단열기준을 지속적으로 강화하여 에너지절감을 꾀하고 있다. 공동주택의 에너지효율 분석중 가장 중요한 요소가 열관류율이며 그값은 외피면적비에 대한 창면적비에 따라 난방에너지 요구량이 큰차이를 보여주고 있다. 그러므로 지속적인 효율개선 정책과 외피면적에 대한 창면적비의 규제가 필요한 시점이라 생각한다.

주요어 : 에너지사용, 에너지효율, 열관류율, 단열강화, 외피면적비

Abstract - Energy consumption is closely related to our lives. As Korea has four seasons, heating and cooling system is considered as essential facilities for the residential buildings. Accordingly, the government has continuously strengthened the design criteria to improve energy for new and existing building to save energy. The most important factor in the energy efficiency analysis for apartment is the heat transmission coefficient, and the value is significantly different as the heating energy amount is greatly different according to the window area ratio versus facade area ratio. Therefore, it is time to conduct continuous set-up for goal to enhance efficiency and restriction on window area ratio versus facade area ratio

Key words : Energy consumption, Energy efficiency, Enhanced design criteria, Heat transmission coefficient, Goal to improve efficiency, Facade area ratio

1. 서 론

건물이 노후되면 창의 틈새나 벽체 크랙으로 인하여 실내로의 침기율이 높고 윗풍이 심하여 에너지에 대한 효과가 반감됨에 따라 정부는 지속적인 단열기준 강화와 신공법 발굴로 초기의 효율이 유지될수 있는 방법을 강구하고 있다. 선진국 중에서도 유럽의

[†]To whom corresponding should be addressed.
Graduate School of Energy and Environment, Seoul National University of Science and Technology, Seoul 139-743, Korea
Tel : 010-7355-4522 E-mail : alli6044@naver.com

Table. 2-1. Changes in energy saving design criteria for residential buildings

Revision year	Region	Criteria for insulation by area (Heat transmission coefficient K : W/m ² ·K)				
		Outer wall	Floor	Roof	Side wall	Window
September 1979	-	1.05	1.05	1.05	-	2.56
December 1980	-	0.58	1.16	0.58	-	3.49
December 1984	제주도이외	0.58	0.58	0.58	0.47	3.49
	제주도	1.16	1.16	1.16	0.93	3.49
July 1987	중부지역	0.58	0.58	0.41	0.47	3.37
	남부지역	0.76	0.76	0.52	0.7	3.6
	제주도	1.16	1.16	0.76	0.81	5.81
January 2001	중부지역	0.47(0.64)	0.35(0.52)	0.29(0.41)	0.35	3.84(5.47)
	남부지역	0.58(0.81)	0.41(0.58)	0.35(0.52)	0.47	4.19(6.05)
	제주도	0.76(1.10)	0.47(0.64)	0.41(0.58)	0.58	5.23(7.56)
November 2008	중부지역	0.47(0.64)	0.35(0.52)	0.29(0.41)	0.35	3.0(4.3)
	남부지역	0.58(0.81)	0.41(0.58)	0.35(0.52)	0.47	3.3(4.7)
	제주도	0.76(1.10)	0.47(0.64)	0.41(0.58)	0.58	4.2(6.0)
June 2010	중부지역	0.36(0.49)	0.30(0.43)	0.20(0.29)	0.27	2.1(2.8)
	남부지역	0.45(0.63)	0.35(0.50)	0.24(0.34)	0.36	2.4(3.1)
	제주도	0.58(0.85)	0.35(0.50)	0.29(0.41)	0.45	3.1(3.7)

※ ()는 간접부위에 해당됨.

독일은 에너지 정책을 더욱 강화하여 패시브하우스(‘15)을 목표로 하고 있고 영국은 제로하우스(‘16)을 목표로 하여 에너지 저소비와 지속가능한 녹색 건설 산업으로 빠르게 변화하고 녹색시장의 잠재력에 눈을 돌리고 있는 추세이다. 본 연구는 연도별 단열 기준 변천과정을 살펴보고 단위세대 난방에너지소요량과 절감량을 분석하여 정부가 목표로 하는 패시브하우스(2017년), 제로하우스(2025년)의 근접성과 단열기준 정도2)를 가늠해 보고자 한다.

2. 연구방법

본 연구는 에너지절약설계기준 변천과정을 통한 아파트 단위세대의 난방 에너지소요량을 분석하여 기준개정 변화에 따른 난방에너지 소요량이 얼마만큼 차이를 나타내는지를 공동주택 효율등급 프로그램을 적용하여 건축물 형별상세도 변화에 따른 절감율을 비교분석하여 단열강화가 에너지절약에 미치는 영향을 분석 하였다. 시범 건축물은 중부지역의 아파트를

선정하였고, 74A,109,163형을 선정하여 벽체면적만 변경하였을때의 변화량과 창면적만을 변경했을때의 난방에너지 소요량을 분석하여 개정연도의 열관류율이 난방면적에 미치는 영향을 분석 하였다.

표 2-1은 주거용건축물의 에너지절약설계기준변천과정을 나타내고 있다. 에너지절약설계기준이개정되면서 단열기준이 지역별로 세분화 되었으며 열관류율을 점차 강화시켜 에너지절약을 유도하는 정책을 펴고 있다.

그림 2-1~3은 선정아파트의 단위세대 평면도를 나타내고 있다.그림 2-1은 하남 OO아파트로 74㎡형을 선정 하였으며, 그림2-2는 인천 OO아파트로 109㎡형, 그림2-3는 송도 OO아파트 163㎡형을 각각 선정 하였으며 난방 방식은 동일하게 지역난방을 적용하고 있다.

그림 2-4~6은 각 아파트 창호용도별 구성재료를 나타내고 있다. 세대창호 부분은 22mm 복층유리 PVC 창호이상을 적용하고 있으며, 발코니 창호는 그림2-5의 인천 OO 아파트 109㎡형이 16mm 복층유리 PVC

1) 미래건축과녹색건축방향-건설기술연구원(2012년녹색한마당 발표자료)
2) 한국의 에너지 정책현황-에너지관리공단(2012년녹색한마당 발표자료)



Fig. 2-1. 74m² type unit plan for ○○ apartment in Hanam

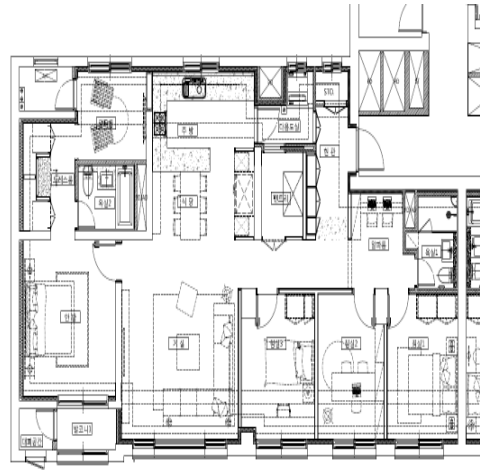


Fig. 2-2. 109m² type unit plan for ○○ apartment in Incheon

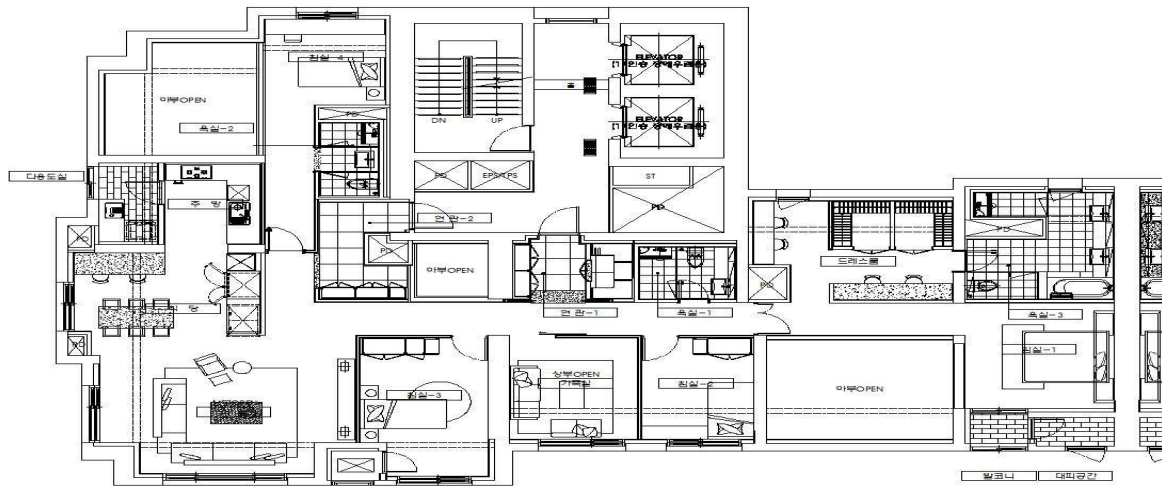


Fig. 2-3. 109m² type unit plan for ○○ apartment in Incheon

창호를 적용 하였고 다른 타입은 22mm 복층유리 이상을 적용하고 있다. 발코니 창호 부분은 22mm 로이복층유리(소프트코팅) PVC + 22mm 복층유리 PVC 창호 이상을 적용하고 있어 열관류율이 상당히 우수한 창호를 적용하고 있음을 나타내고 있다.

표 2-2 단위세대별 창호 및 벽체 면적비율을 나타낸 것으로 74m²형과 109m²형은 창면적비가 31~36%를 보이고 있는 반면 163m²형은 총외피면적에서 창면적비가 9.69%로 매우 낮게 나타나고 있다.

3. 분석결과 및 고찰

3-1 연도별 개정기준에 따른 난방소요량(kWh/m²·a) 및 절감량 분석

3-1-1 벽체만 적용 난방소요량(kWh/m²·a) 및 절감량 분석

아래표 3-1은 74m²A형의 단위면적당 난방 에너지소요량을 나타낸 것으로 개정연도에 따라 난방에너지소요량이 감소를 나타내고 있다. 특히 1980년12월의 개정에서 1979년9월 개정대비 33.12%의 높은 감소폭을 나타내고 있다. 표3-2는 109m²형의 벽체 난방 변화량을 나타낸 것으로 74m²A형과 마찬가지로 동일 연도상의 큰변화(33.39%)을 나타내고 있으며 1980년 12월과 1984년 12월은 바닥의 열관류율만 적용되어

Table. 2-2. 74㎡type unit plan for ○○ apartment in Hanam

Composition	Materials
Unit windows	22mm 로이복층유리(소프트코팅+아르곤주입) PVC 창호
Balcony windows	22mm 로이복층유리(소프트코팅+아르곤주입) PVC 창호
Expanded balcony windows	22mm 로이복층유리(소프트코팅+아르곤주입) PVC 창호 + 22mm 로이복층유리(소프트코팅+아르곤주입) PVC 창호
Major insulation	압출법 보온판 특호

Table. 2-3. 74㎡type unit plan for ○○ apartment in Hanam

Composition	Materials
Unit windows	22mm 복층유리 PVC 창호
Balcony windows	16mm 복층유리 PVC 창호
Expanded balcony windows	22mm 로이복층유리(소프트코팅) PVC 창호 + 22mm 로이복층유리(소프트코팅) PVC 창호
Major insulation	비드법 보온판 2중1호

Table. 2-4. 74㎡type unit plan for ○○ apartment in Hanam

Composition	Materials
Unit windows	22mm 로이복층유리(소프트코팅) PVC 창호
Balcony windows	22mm 복층유리 PVC 창호
Expanded balcony windows	22mm 로이복층유리(소프트코팅) PVC 창호 + 22mm 복층유리 PVC 창호
Major insulation	비드법 보온판 2중1호

Table 2-5. Apatement unit window and wall area ratio

Unit	Window area(㎡)	Wall areas(㎡)	Total facade area(㎡)	Window area ratio(%)
74㎡ Type	24.60	67.06	91.69	36.68
109㎡ Type	32.33	102.96	135.29	31.40
163㎡ Type	32.67	337.28	369.95	9.69
Average	29.87	169.10	198.98	25.92

(1.08%) 미세한 감소를 나타내고 있다. 표3-3의 163㎡형의 벽체 난방소요량을 살펴보면1980년 12월에 다른 아파트보다 큰폭(37.59%)의 난방에너지 감소를 나타내고 있는데 그이유는 표 2-2 단위세대별 창호 및 벽체 면적비율에서 나타나고 있는거와 같이 창면적(9.69%)이 적고 벽체면적(90.31%)이 높아 소요량이 큰폭의 감소를 나타내고 있다.

3-1-2 창호만 적용했을 때 난방소요량(kWh/㎡·a) 및 절감량 분석
표 3-4는 74㎡A형 창호 난방에너지소요량을 나타

낸 것으로 1980년12월과 2001년 1월은 난방소요량이 9.94%,6.39% 증가 하였으며 표3-5 109㎡형 타입도 74㎡A형과 비슷한 변화(8.38%,6.07%)로 나타났으나, 표3-6의 163㎡형은 다른 형에 비해 창호면적이 적어 동일 연도대비 3.93%,2.82%의 작은 증가폭을 나타내고 있다. 즉 벽체부분은 전체로 강화된 반면 창호는 부분적으로 열관류율이 완화되어 난방소요량이 증가된 부분이 나타나고 있다.

3-1-3 벽체 및 창호 변경했을 때 난방소요량(kWh/㎡·a) 및 절감량 분석
아래표 3-7은 3개 타입의 단위세대 난방에너지 소

Table 3-1. 74m²type wall heating energy amount change

Revision year		Unit	Wall changes	Remark
Heating energy consumption per area (kWh/m ² ·a) and saved ratio	1979년 9월		267.836 (-)	
	1980년 12월		179.109 (33.12%)	
	1984년 12월		176.091 (1.69%)	
	1987년 7월		160.678 (8.75%)	
	2001년 1월		141.660 (11.84%)	
	2008년 11월		141.660 (0.00%)	
	2010년 6월		123.778 (12.62%)	

Table 3-2. 109m²type wall heating energy amount change

Revision year		Unit	Wall changes	Remark
Heating energy consumption per area (kWh/m ² ·a) and saved ratio	1979년 9월		273.823 (-)	
	1980년 12월		182.400 (33.39%)	
	1984년 12월		180.433 (1.08%)	
	1987년 7월		164.784 (8.67%)	
	2001년 1월		145.000 (12.01%)	
	2008년 11월		145.000 (0.00%)	
	2010년 6월		126.001 (13.10%)	

Table 3-3. 163m²type wall heating energy amount change

Revision year		Unit	Wall changes	Remark
Heating energy consumption per area (kWh/m ² ·a) and saved ratio	1979년 9월		395.193 (-)	
	1980년 12월		246.650 (37.59%)	
	1984년 12월		238.509 (3.30%)	
	1987년 7월		222.528 (6.70%)	
	2001년 1월		190.886 (14.22%)	
	2008년 11월		190.886 (0.00%)	
	2010년 6월		159.133 (16.64%)	

Table 3-4. 74m²type wall heating energy amount change

Revision year		Unit	Wall changes	Remark
Heating energy consumption per area (kWh/m ² ·a) and saved ratio	1979년 9월		267.836 (-)	
	1980년 12월		294.457 (+9.94%)	
	1984년 12월		294.457 (0.00%)	
	1987년 7월		291.027 (1.17%)	
	2001년 1월		309.621 (+6.39%)	
	2008년 11월		286.097 (7.60%)	
	2010년 6월		259.168 (9.41%)	

Table 3-5. 109m²type wall heating energy amount change

Revision year		Unit	Wall changes	Remark
Heating energy consumption per area (kWh/m ² ·a) and saved ratio	1979년 9월		273.823 (-)	
	1980년 12월		296.780 (+8.38%)	
	1984년 12월		296.780 (0.00%)	
	1987년 7월		293.805 (1.00%)	
	2001년 1월		311.627 (+6.07%)	
	2008년 11월		291.106 (6.59%)	
	2010년 6월		268.464 (7.78%)	

Table 3-6. 163m²type wall heating energy amount change

Revision year		Unit	Wall changes	Remark
Heating energy consumption per area (kWh/m ² ·a) and saved ratio	1979년 9월		395.193 (-)	
	1980년 12월		410.713 (+3.93%)	
	1984년 12월		410.713 (0.00%)	
	1987년 7월		408.733 (0.48%)	
	2001년 1월		420.241 (+2.82%)	
	2008년 11월		406.352 (3.31%)	
	2010년 6월		391.029 (3.77%)	

Table 3-7. Unit plan average heating energy consumption

Revision year		Unit	Wall changs	Window changs	Wall+window changs	Remark
Heating energy consumption per area (kWh/m ² ·a) and saved ratio	1979년 9월		312.284 (-)	312.284 (-)	312.284 (-)	
	1980년 12월		202.720 (35.09%)	333.983 (+6.95%)	224.131 (28.23%)	
	1984년 12월		198.344 (2.16%)	333.983 (0.00%)	219.728 (1.96%)	
	1987년 7월		182.663 (7.91%)	331.188 (0.84%)	201.173 (8.44%)	
	2001년 1월		159.182 (12.86%)	347.163 (+4.82%)	192.763 (4.18%)	
	2008년 11월		159.182 (0.00%)	327.852 (5.56%)	173.811 (9.83%)	
	2010년 6월		136.304 (14.37%)	306.221 (6.60%)	129.728 (25.36%)	

Table 3-8. Heating energy consumption per area for 15-year-old building

Division	Heating energy requirements per unit (kWh/m ² ·a)		Saved(%)	Heat transmission coefficient changs (W/m ² ·K)
	As of July, 1987	As of June, 2010		
Wall change	201.173	154.451	23.23	0.58 → 0.36
Window change	201.173	176.264	12.38	3.37 → 2.1
Wall+ window change	201.173	129.728	35.52	

Table 3-9. Heating energy consumption per area for 30-year-old building

Division	Heating energy requirements per unit (kWh/m ² ·a)		Saved(%)	Heat transmission coefficient changs (W/m ² ·K)
	As of July, 1987	As of June, 2010		
Wall change	312.284	136.304	56.35	1.05 → 0.36
Window change	312.284	306.221	1.94	2.56 → 2.1
Wall+ window change	312.284	129.728	58.46	

요량을 평균하여 계산한 것으로 벽체부분은 2008년 11월을 제외한 개정연도별 난방에너지 소요량이 비교적 감소 추세이며 1979년 9월의 개정안과 2010년 6월의 개정안의 절감율을 비교해 보면 단위면적당 난방에너지소요량의 43.64% 절감되는 것으로 나타났다.

창호부분은 1980년12월과 2001년1월 개정의 기준 완화로 인하여 난방에너지 소요량이 증가를 보이고 있으나 그 외 개정 연도에서는 난방에너지가 감소하는 상태를 나타내고 있다. 벽체+창호 모두를 변경한

결과를 보면 1979년9월 개정이후 계속 감소를 나타내고 있으며 1979년9월 과 2010년6월의 난방에너지 소요량 차이는 182,556 kWh/m²·a 로 41.54% 난방에너지 소요량 감소를 나타나고 있다.

3-2 경과년수에 따른 난방소요량(kWh/m²·a) 및 절감량 분석

3-2-1 15년 경과 건축물의 난방소요량(kWh/m²·a) 및 절감량 분석

표3-8는 15년 된 건축물에 대해 현재기준의 단열 성능을 적용하였을 때 난방에너지소요량을 나타내고 있다. 15년이 된 건축물의 단열성능을 1987년 7월의 개정안으로 반영하고, 현재기준은 2010년 6월의 단열기준으로 하였다. 3개 단위세대의 평균으로 분석한 결과를 보면 외벽단열기준은 0.58 W/m²·K에서 0.36 W/m²·K으로 강화되어 23.23%의 난방에너지소요량 절감효과를 나타내고 있다.

창호의 단열기준은 3.37 W/m²·K에서 2.1 W/m²·K로 강화하여 12.38%의 절감을 나타내고 있으며, 1987년 7월의 창호 단열기준이 1979년 9월의 창호 단열기준보다 더 나쁘기 때문에 경과연수 15년 된 건축물의 창호 변경에 대한 에너지소요량의 변화율이 경과연수 30년 이상 된 건축물보다 더 크게 나타나고 있다. 그러나 외벽단열성능 폭에 비해 창호단열성능 변화폭이 더작고 외피면적에 대한 평균창문비(25.92%)가 작기 때문에 벽체의 단열강화가 난방에너지 소요량에 지배적임을 나타내고 있다. 벽체 및 창호를 모두 변경하였을 때의 단위면적당 난방에너지 소요량의 절감율은 35.52%로 나타났다.

3-2-2 30년 경과 건축물의 난방소요량(kWh/m²·a) 및 절감량 분석

표 3-9은 30년 이상 된 건축물에 대해 현재기준의 단열성능을 적용하였을 때 난방에너지소요량의 절감을 나타내고 있다. 30년 이상 된 건축물의 단열성능은 1979년 9월의 개정안으로 반영하고, 현재기준은 2010년 6월의 단열기준으로 하였다. 3개 단위세대의 평균으로 분석한 <표 3-9>의 내용을 보면, 외벽단열기준은 1.05 W/m²·K에서 0.36 W/m²·K으로 강화하여 절감율은 약 56.35%로 높게 나타난 반면, 창호의 단열기준은 2.56 W/m²·K에서 2.1 W/m²·K로 소폭 강화되어 1.94%의 적은 절감효과를 나타내고 있다. 벽체 및 창호를 모두 변경하였을 때의 단위면적당 난방에너지소요량의 절감율은 58.46%로 나타났다.

4. 결 론

건축물 인허가과정에서 에너지절약계획서를 제출하여 당해 건축물에 대해 단열성능과 효과적인 기기 적용을검토 자문을 받게 되어 있다. 의무사항과 권장사항으로 구성된 에너지절약계획서를 지속적으로 강화된 결과를 검토 하였다.

2010년06월 기준과 15년경과된 기준을 비교하여

난방에너지 소요량을 살펴보면(201.173→129.728) 35.52%로 감소하였으며 30년경과된 건축물과 비교하면(312.284→129.728) 58.46%의 감소폭을 나타내고 있다.

Table 2-1, Table 3-6 163m² type wall heating energy amount change에서 외피면적의 중요성과 창의 일관성 있는 열관류율 정책이 요구되는 사안으로 외벽기준(1.05 → 0.36, 65.72%강화),창기준(2.56 → 2.1, 17.97%강화)을 비교해볼 때 창의 열관류율이 외벽 열관류율의 절감에 미치지 못함에 따라 단위세대의 취약한 부분으로 열전달이 발생한다고 가정을 한다면 아무리 벽체의 단열을 강화한다고 하더라도 창호를 통한 열손실을 피하기 어려울 것이다. 따라서 창의 열관류율과 외피면적에 대한 창면적비에 대한 강화가 필요한 시점이라 사료된다.

참고문헌

1. Kim, D.W., Kim, Y.I., Chung, K.S. (2012), A Study on the Feasibility of the Timing for the Implementation of Energy-Saving Plan of Buildings Based on the Approval of Business Plan and Construction Permit, *Jornal of Energy Engineering* Vol. 21, No 3, pp. 265-271
2. Kim, D.W., Kim, Y.I., Chung, K.S. (2012), A Study on Effective Green Technology in Relation to the Energy Performance Improvement of Existing Architectural Structures, *Jornal of Energy Engineering* Vol. 21, No 3, pp. 272-280
3. Hong, S.J., Kim, S,U. (2001), Analysis of Energy Efficiency for Applied Techniques of Zero Energy House, *Proceeding of Winter Annual Conference of the Society of Air-Conditioning and Refrigerating Engineers of Korea (SAREK)*, pp. 513-516.
4. Jung, S.M., Kim, I.H., Choi, S.W. (2011), A Case Study on the Design principle and Construction Technology applied in Passive House for Korean-type Plus Energy House, *Proceeding of Spring Annual Conference of the Korean Institute of Architectural Sustainable Environment and Building Systems (KIAEBS)*, pp. 191-195.