

# 공동주택 에너지정량화 평가를 위한 기준주택 선정에 관한 연구

조 종 선

한라건설(주) (jscho65@hanmail.net)

## 서 론

공동주택의 에너지성능을 에너지절감률로 나타내는 것은 정량적인 평가 결과를 일반인들이 보다 쉽게 인지할 수 있다는 장점으로 인해 자주 통용되는 방법이다. 그러나 에너지절감률은 상대적 척도이기 때문에, 비교 대상인 기준주택의 성능에 따라 결과 값의 상대적 왜곡이 발생할 수 있는 소지가 있다. ‘친환경 주택의 건설기준 및 성능’과 ‘건축물 에너지효율등급인증제도’에서는 에너지절감률 평가를 위해 각기 다른 기준주택을 설정해 놓고 있으나 에너지시뮬레이션 프로그램을 이용한 연구 및 상품개발 등의 목적으로 활용하기에는 부적합한 부분이 있다. 이에 관련 연구마다 자체적인 기준주택을 별도로 설정하고 있으며, 각기 다른 기준주택과 비교한 에너지절감률 평가결과를 어떻게 받아들일지에 대해서도 의견이 엇갈리고 있다.

본 연구는, ‘친환경 주택의 건설기준 및 성능’과 ‘건축물 에너지효율등급인증제도’에 적용되고 있는 기준주택의 설정기준 및 평가방법 등에 대하여 분석하고, 이를 토대로 보완 및 추가 설정 사항을 도출함으로써 연구, 상품개발 등의 목적으로 활용이 가능한 기준주택 선정을 위한 필수 설정 항목을 제시하고자 한다.

## 법규 및 제도의 기준주택 관련 기준

### ‘친환경 주택의 건설기준 및 성능’의 기준주택(평가기준주택) 및 평가방법

‘친환경 주택의 건설기준 및 성능(그린홈)’에서는 총에너지절감률 평가를 위하여 ‘평가기준주택(이하 평가기준주택)’을 기준주택으로 설정하고 있다. 평가기준주택은 지역에 따라 혹한지, 중부, 남부, 제주로 구분하고 있으며, 난방부하, 급탕부하, 전력부하에 대하여 지역별, 전용면적별 산출식을 통해 구하도록 규정하고 있다. 난방부하 산출식은 **표 1**, 급탕부하 산출식은 **표 2**, 전력부하 산출식은 **표 3**에 정리된 바와 같다.

평가기준주택의 규모(전용면적)는 평가대상과 동일하게 설정된다. 그러나 평면 형태는 평가대상

〈표 1〉 Heating load of the standard house by Green Home Standard and Performance Evaluation System [Unit: MJ]

Region	Formula
Intense cold	$535A^* + 2,888$
Central	$456A + 2,476$
Southern	$426A + 2,487$
Jeju	$362A + 2466$

\*Exclusive Area

〈표 2〉 Hot water supply load of the standard house by Green Home Standard and Performance Evaluation System [Unit: MJ]

Region	Below 59m <sup>2</sup>	59 m <sup>2</sup> ~ 84 m <sup>2</sup>	84 m <sup>2</sup> ~ 125 m <sup>2</sup>	Above 125 m <sup>2</sup>
Central (Intense cold)	11,290	13,818	14,504	15,530
Southern (Jeju)	8,008	10,879	12,110	14,848

〈표 3〉 Power load of the standard house by Green Home Standard and Performance Evaluation System [Unit: MJ]

Exclusive Area	Formula
Below 50 m <sup>2</sup>	$Y = 0.72A * 2 - 2.05A + 9,112$
50 m <sup>2</sup> and above	$Y = 98.7A + 5,965$

\*Exclusive Area

에 대응하는 형태가 설정되지 않으며, 산출식에 의한 부하값만 설정된다. 난방부하량이 전용면적에 따른 산출식에 의해 일정한 공식처럼 산출되므로 일사량, 실내발열량, 환기로 인한 에너지손실 등은 고려되지 않는다. 즉, 평가기준주택의 난방부하량을 결정하는 요소는 오직 지역과 전용면적뿐이다.

전력부하량 역시 오직 전용면적에 따라 산출식을 통해 구해지며, 냉방부하, 즉, 패키지에어컨 가동을 위한 전력소비량이 포함되어 있다.

그 밖에, 평가기준주택의 난방시스템은 개별보일러로서 효율 84%, 신재생에너지 시설은 적용하지 않은 것으로 설정되어 있다.

### ‘건축물 에너지효율등급인증제도’의 기준주택 (표준주택) 및 평가방법

‘건축물 에너지효율등급인증제도’에서는 공동주택의 에너지절감률 평가를 위하여 ‘표준주택(이하 표준주택)’을 기준주택으로 설정하고 있다. 표준주택은 난방부문만을 평가하며, 기본적인 설정 사항을 정리하면 표 4와 같다.

표준주택의 규모(전용면적) 및 평면 형태는 평

가 기준주택과 달리 평가대상의 것을 그대로 따르되 창면적비가 다르게 설정된다. 또한, 부위별 열관류율은 건축법의 지역별 열관류율 기준을 적용하고 있으므로 지역 구분은 중부, 남부, 제주로 구분된다.

표준주택은 평가기준주택과 달리 일사량, 실내발열량 취득 및 향에 대해서도 고려하고 있다. 일사량에 대해서는 표 5의 방위별 취득 일사량에 대하여 차양계수, 차폐계수(SC) 등을 고려하여 계산된다. 향에 대해서는 표준주택의 향이 동향으로 설정되어 있으므로, 평가대상의 향이 동향보다 유리한 경우에는 에너지절감률 평가 시에도 유리하게 나타나는 효과가 있다.

실내발열량 및 인체발열량에 대해서는 전용면적별 기준을 정해놓고 있다. 그 외에, 환기로 인한 에너지 손실 계산을 위하여 환기율을 법규 수준인 시간당 0.7회로 설정하고 있으며, 난방시스템은 효율 80%의 개별보일러로서 평가기준주택의 것에 비해 낮은 수준으로 설정되어 있다.

〈표 4〉 Details of the standard house by Building Energy Rating System

Items	Details
Direction	East
Heating equipment	Boiler(efficiency 80%)
Heating temperature	20℃
Shape / Size	Same to the evaluation house
Window area	[Window area of the evaluation house + (Exclusive area of the evaluation house x 0.25-3)]/2
U-value	According to the law in force

〈표 5〉 Solar radiation by Building Energy Rating System

[Unit: W/m<sup>2</sup>]

Region	S	SW	W	NW	SE	E	NE	N
Central	69.2	60.4	45.7	33.3	62.4	47.7	34.2	33.3
Southern	79.7	69.4	51.4	35.7	70.7	52.7	36.4	35.7
Jeju	53.1	50.2	42.5	33.9	49.3	41.8	33.8	33.9

### 기준주택 선정시 필수 설정항목 도출

공동주택의 기준주택 선정 시 반드시 필요한 설정항목을 도출하기 위하여 다음의 순서로 분석을 진행하였다.

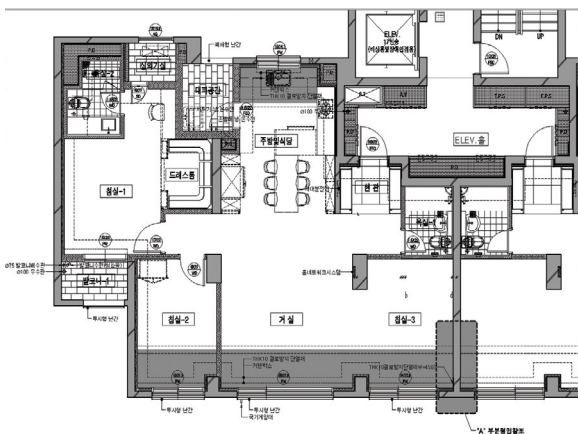
- (1) 사례 분석을 통한 기준주택의 현황 분석
- (2) 기준주택 선정을 위한 기본 조건 분석
- (3) 상기 분석내용을 종합하여 시뮬레이션 분석에 적용 가능한 기준주택 선정을 위한 필수 설정 항목 도출

### 사례 분석을 통한 기준주택의 현황 분석

사례 분석을 위하여 공동주택 단위세대 평면 1가지를 평가대상으로 선정하고, 다음의 3가지 방법으로 에너지성능 평가를 실시하였다.

- (1) ‘친환경주택의 건설기준 및 성능’ 평가방법에 의한 평가(Case 1)
- (2) ‘건축물 에너지효율등급인증제도’ 평가방법에 의한 평가(Case 2)
- (3) ‘시뮬레이션 분석’에 의한 평가(Case 3)

이 중 (3)에 대해서는 ‘DOE 2.1’ 프로그램이 이용되었다. 선정된 사례의 평면 형태는 그림 1, 개요



[그림 1] Plane figure of case analysis

<표 6> Summary of case analysis

Items	Details
Exclusive area	84.01 m <sup>2</sup>
Direction	South
Window-wall ratio	33.43%
U-value	Outer wall(direct) : 0.38 W/m <sup>2</sup> k Outer wall(indirect) : 0.44 W/m <sup>2</sup> k Side wall : 0.33 W/m <sup>2</sup> k Window : 2.10 W/m <sup>2</sup> k
Renewable energy	-

<표 7> Result of case analysis (Case 1) [Unit: MJ]

Items	A*	B**	Reduction percentage
Heating load	40,785	31,444	22.90%
Hot water supply load	14,504	14,504	-
Power load	14,257	14,257	-
Total energy consumption	80,077	65,675	17.99%

\*Standard house by Green Home Standard and Performance Evaluation System

\*\*Target of evaluation

<표 8> Result of case analysis (Case 2) [Unit: MJ]

Items	A*	B**	Reduction percentage
Heating load	32,524	27,606	15.12%
Heating Energy	42,795	32,291	24.54%
Total Energy consumption	42,795	32,291	24.54%

\*Standard house by Building Energy Rating System

\*\*Target of evaluation

는 표 6과 같다. 분석결과는 연간부하 및 연간에너지 소비량이며, ‘친환경주택의 건설기준 및 성능’ 및 ‘건축물 에너지효율등급인증제도’ 평가방법에서 통용되는 MJ 단위로 통일하였다.

표 7은 Case 1에 대한 분석결과이다. 평가기준주택의 기본적인 평면 형태는 ‘친환경주택의 건설기준 및 성능’에서 분석한 바와 같이 평가대상과 규모(전용면적)는 동일하나, 형태는 다르다. 그리고 일사량, 실내 발열량, 환기율 등이 고려되지 않

으므로 난방부하절감률 22.9%는 평면형태 및 열관류율로 인한 에너지절감 효과를 의미한다. 난방에너지절감률은 별도로 표시되지 않고 총에너지절감률에 포함되며, 지역난방이 적용으로 인한 난방에너지절감률 향상분이 반영되었다. 그러나 난방기간에 대해서는 설정 및 입력이 불가하다.

급탕부하 및 전력부하는 태양열급탕시스템, 태양광발전시스템 등 신재생에너지를 통해서만 절감이 가능하며, 냉방부문은 전력부하에 포함되어 있으므로, 냉방기기의 효율 등 냉방에너지절감요소에 의한 효과는 분석되지 않는다.

난방부하에 급탕부하와 전력부하량이 합산된 총에너지 절감률은 17.99%로 나타났다.

표 8은 Case 2의 분석결과이다. 표준주택의 기본적인 평면형태는 '건축물 에너지 효율등급 인증제도'에서 분석한 바와 같이 평가대상과 규모(전용면적) 및 평면형태는 동일하나 창면적비는 다르게 설정되며, 일사량, 실내 발열량, 환기율 등의 요소가 고려되므로, 난방부하절감률 15.12%는 표준주택과 평가대상의 열관류율, 창면적비, 향, 차폐계수, 차양계수 등의 차이가 종합적으로 나타난 것으로 이해할 수 있다. 표준주택의 난방기간은 기준점 온도를 이용한 난방도일계산에 의해 난방일수가 자동 산출된다.

표준주택은 난방부문만 설정되어 있으므로, 냉방, 급탕, 전력 등에 대한 에너지절감효과는 평가할 수 없다.

한편, Case 2 분석결과와 총에너지절감률(난방에너지절감률)은 24.54%로서 난방부하 절감률 15.12%보다 높게 나타나는데, 이는 열관류율로 인한 난방부하 절감 효과에 난방기기에 의한 에너지절감 효과가 가중되었기 때문이다. 또한, 난방부문 외에 다른 부문 합산으로 인한 에너지절감률 상쇄 효과가 없다는 점도 작용하였다.

표 9는 Case 3의 분석결과이다. 여기서는 평가대상의 부문별 에너지사용량 계산을 위한 연간 동

적 에너지시뮬레이션을 위해 냉난방 기간, 내부발열, 기기효율 등의 설정조건과 함께 에너지절감률 산출을 위한 임의의 기준주택에 대한 설정이 필요하다. 에너지시뮬레이션에 사용한 계산조건은 표 10에 나타낸 바와 같다.

임의로 설정된 기준주택의 평면 형태와 규모(전용면적), 향은 평가대상의 평면형태와 동일하게 적용하였다. 또한, 부위별 단열성능은 법규 수준으로 적용하였고, 난방기기는 평가기준주택과 동

<표 9> Result of case analysis (Case 3) [Unit: MJ]

Items		A*	B**	Reduction percentage
Heating	load	9,468	7,632	19.39%
	Energy	12,636	9,540	24.50%
Cooling	load	13,104	12,096	7.69%
	Energy	4,752	4,392	7.58%
Hot water supply	load	13,752	13,752	-
	Energy	16,200	15,120	6.67%
Power	load	9,504	9,396	1.14%
	Energy	9,504	9,396	1.14%
Total Energy consumption		43,092	38,448	10.78%

\*A standard house for this analysis

\*\*Target of evaluation

<표 10> Added details for simulation analysis

Items	Detail
Heating equipment	A* : Boiler (Efficiency 84%) B** : District Heating
Heating condition	Temperature : 20℃ Period : December~April
Cooling equipment	Package air conditioner (COP=2.638)
Cooling condition	Temperature : 26℃ Period : Jun~September
Number of Occupants	Four
Equipment density	2.7 W/m <sup>2</sup>
Light density	12.9 W/m <sup>2</sup>

\*A standard house for this analysis

\*\*Target of evaluation

일한 개별보일러 84%로 설정하였다.

**Case 3**에서 냉난방기간은 국내 기후조건을 고려하여 난방기간 5개월(12월~4월), 냉방기간 4개월(6월~9월)로 설정하고 각 냉난방 기간별 실내설정온도를 설정하여 실내온도를 유지하도록 냉난방 시스템을 가동하는 것으로 설정하였다.

**Case 3**의 분석결과에서 기준주택대비 평가 대상 주택의 난방부하절감률 19.39%는 열관류율, 일사량, 실내 발열량 등의 요소가 모두 반영된 결과이며, **Case 1, Case 2**와 마찬가지로 난방에너지절감률 24.50%에는 난방기기의 효율 향상으로 인한 에너지절감률 향상분이 포함되어 있다.

**Case 1, Case 2**에서 평가할 수 없었던 냉방부하절감률은 7.69%로 나타났으며, 급탕에너지 절감률은 지역난방공급에 의한 효율 향상분이 나타났다. 전력에너지 절감률은 단열성능향상에 따른 냉난방기기 가동시간 단축 효과가 전력에너지절감 효과로 나타난 것이다. 이상을 종합한 총에너지 절감률은 10.78%로 분석되었다.

### Case별 분석결과 비교

**Case 1, Case 2, Case 3**의 난방부하절감률을 비교하면 각각 22.90%, 15.12%, 19.39%로 나타났으며, 총에너지절감률을 비교하면 각각 17.99%, 24.54%, 10.78%로서 동일한 평가대상에 대해서 기준주택 및 평가방법의 차이로 인하여 에너지절감률이 달라질 수 있음을 보여주고 있다. 또한, 평가요소 및 평가방법, 기준주택의 차이에 의해 부문별 및 총에너지절감률은 상이하게 나타나고 있음을 확인할 수 있다. 따라서 각 평가방법을 이용한 에너지절감률 분석 시에는 이러한 차이점을 이해할 필요가 있으며, 향후 정부의 에너지정책에 따른 공동주택의 에너지절약을 위한 각종 평가방법은 냉난방, 급탕, 전력 등 다양한 에너지절감요소에 대해 평가가 가능하도록 보완할 필요가 있다고 사료된다.

〈표 11〉 Comparison of evaluation systems of Case 1, Case 2 and Case 3

Items		Case1	Case2	Case3	
Scope	Heating	Load	○	○	○
		Energy	-	○	○
	Cooling	Load	-	-	○
		Energy	-	-	○
	Hot Water Supply	Load	○	-	○
		Energy	-	-	○
	Power	Load	○	-	○
		Energy	-	-	○
	Total Energy		○	○	○
	Standard House		○	○	-

### 기준주택 필수 설정항목

#### 각 평가방법의 차이점 비교

기준주택 선정 시 필수 설정항목 도출에서 실시한 사례분석 결과를 종합하여 평가방법별 차이점을 비교하면 표 11과 같이 정리할 수 있다. 평가방법별로 가장 차이 나는 부분은 평가부문 및 적용 가능한 에너지절감요소, 기준주택의 유무 및 설정조건으로 대별된다. **Case 3**의 경우 모든 부문에 대해서 평가가 가능하므로, 대응되는 기준주택이 설정된다면 에너지절감률 평가와 함께 다양한 에너지절감요소의 적용 및 분석이 가능함을 알 수 있다.

#### 기준주택 선정을 위한 기본 조건

기준주택 선정 시 필수 설정항목 도출의 사례 분석을 토대로 시뮬레이션 분석 시 적용 가능한 기준주택 선정을 위한 기본 조건을 정리하면 다음과 같다.

(1) 기준주택은 평가대상별로 대응할 수 있는 규모(전용면적) 및 형태가 설정되어야 한다.

(2) 기준주택은 일사량, 실내발열량, 환기량 등

〈표 12〉 Required items for selection of the Standard house

No.	Items	Setting details		
		A*	B**	C***
1	Shape	○	○	
2	Direction		○	
3	Solar radiation		○	
4	U-value by parts		○	
5	Heating equipment		○	
6	Heating condition			○
7	Cooling equipment			○
8	Cooling condition			○
9	Number of Occupants			○
10	Equipment density			○
11	Light density			○
12	Ventilation rate		○	

\*Standard house by Green Home Standard and Performance Evaluation System

\*\*Standard house by Building Energy Rating System

\*\*\*Need to set up additional details

에 대해서 반영이 가능해야 하며, 이를 위해 향, 재질인원, 기기밀도, 조명밀도, 환기율 등의 기준을 별도로 설정할 필요가 있다.

(3) 기준주택은 난방, 냉방, 급탕, 전력의 4가지 부문에 대하여 개별적으로 구분되어, 부문별 분석이 가능하도록 설정되어야 한다.

(4) 기준주택에서는 국내 기후를 고려한 난방 및 냉방기간이 별도로 설정되어야 한다.

(5) 기준주택은 다양한 에너지절감요소에 대해서 정량적 효과 분석이 가능하도록 설정되어야 한다.

### 기준주택 선정에 위한 필수 설정항목

법규 및 제도의 기준주택 관련기준에서의 평가 기준주택 및 표준주택의 기준 분석과 기준주택 선정 시 필수 설정항목 도출에서 정리된 기준주택의

기본조건을 종합하여 시뮬레이션 분석이 가능한 기준주택의 선정시 필요한 필수 설정항목을 정리하면 표 12와 같다.

### 결론

본 연구에서는 법규, 제도, 실무연구 등 용도마다 각기 다른 기준주택이 존재하는 현 상황에 대하여 일원화된 기준주택의 필요성을 제기하고, 시뮬레이션 분석에 적용이 가능한 기준주택을 선정하기 위한 필수 설정항목을 분석하였다. 이를 요약하면 다음과 같다.

(1) ‘친환경주택의 건설기준 및 성능’ 및 ‘건축물 에너지효율등급인증제도’의 각 기준주택에 대한 기본적인 설정조건 및 평가방법을 분석하였다.

(2) 공동주택 단위세대 평면 1가지를 선정하여 ‘친환경주택의 건설기준 및 성능’, ‘건축물에너지효율등급인증제도’, ‘시뮬레이션 분석’의 3가지 방법으로 에너지성능 평가를 실시하고 이를 토대로 기준주택 선정에 위한 기본 조건을 분석하였다.

(3) 평가기준주택, 표준주택의 기준 분석과 사례 분석 결과를 종합하여 기준주택 선정에 위한 필수 설정항목을 12가지로 정리하여 제시하였다.

본 연구에서는 기준주택의 선정에 필요한 설정항목을 분석하였으나 항목별로 구체적인 내용 및 수치까지는 제시하지 않았다. 이 부분에 대해서는 향후 정부 또는 공신력이 있는 기관 등에서 현행 법규 및 제도와와의 연관성을 고려하여 정립되기를 기대한다. 이를 통해, 보편성과 활용성을 모두 갖춘 일원화된 기준주택이 정립된다면 관련 업계의 연구개발비 절감 및 업무효율 증진, 소비자 입장에서 상품 신뢰성 확보 등의 효과와 함께 홍보자료 및 상품가치 산정을 위한 객관적 지표로서 에너지절감률에 대한 가치도 제고될 수 있을 것이다. (✳)