

## 다기준 의사결정 분석에 의한 공동주택의 냉방시스템 평가

강 병 민, 조 진 환\*, 김 영 일\*\*, 정 광 섭\*\*

서울과학기술대학교 주택대학원, \*서울과학기술대학교 산업대학원, \*\*서울과학기술대학교 건축학부

### Evaluation of Apartment Cooling System by Multi-Criteria Decision Making Analysis

Byoung-Min Kang, Jin-Hwan Cho\*, Young-Il Kim\*\*, Kwang-Seop Chung\*\*

Graduate School of Housing, Seoul National University of Science and Technology, Seoul 139-743, Korea

\*Graduate School of Industry, Seoul National University of Science and Technology, Seoul 139-743, Korea

\*\*School of Architecture, Seoul National University of Science and Technology, Seoul 139-743, Korea

(Received June 7, 2011; revision received August 1, 2011)

**ABSTRACT:** In this study, 3 cooling systems of apartment which are air-cooled air conditioner with indoor unit, water-cooled air conditioner with indoor unit and small capacity absorption chiller-heater with FCU have been evaluated by Multi-Criteria Decision Making Analysis. Weights of 7 selected factors which are economics, space, billing, constructability, human comfort, visibility and reliability are determined by expert group of 30 system designers and 30 construction engineers. Final weights were derived for 101 and 166 m<sup>2</sup> apartments. Analysis shows that small capacity absorption chiller-heater with FCU is the most favorable system for apartment cooling system.

**Key words:** Multi-Criteria Decision Making Analysis(다기준 의사결정 분석), Apartment(공동주택), Cooling system(냉방시스템), Weight(가중치), Expert group(전문가 집단), Evaluation items(평가항목), Survey(설문)

### 1. 서 론

우리나라 공동주택 분양시장은 1970년대 이후 고도 경제성장에 따른 개발도상국형 팽창일변도의 양적 성장 단계를 거쳐 1990년대 후반부터 공동주택 분양시장에도 본격적인 시장경제 개념이 적용되고 있다. 이는 경제수준의 향상과 함께 주거환경 개선에 대한 수요자의 요구에 기인한 것으로, 공동주택이 기존의 단순한 주거개념에서 벗어나, 삶의 질을 결정짓는 중요한 요소 중의 하나로 자리매김함과

동시에 재테크의 수단으로서 그 역할을 수행하게 되었음을 의미한다.

최근에는 경제수준 향상, 실내 환경의 쾌적성 및 편리성에 대한 시대적 관심의 증가로 건물 내 주거 환경 개선에 대한 고려가 필요한 시점이며, 공동주택 냉방시스템에 대한 체계적인 결정방법 수립으로 입주자 및 시공자의 만족도를 향상시킬 수 있는 최적 냉방 시스템 제안이 필요하다.

본 연구에서는 전문가 집단(설계전문가 30명, 시공전문가 30명)을 대상으로 공동주택의 냉방시스템 선정시 고려해야할 항목에 대한 설문조사를 실시하여 평가항목 및 가중치를 결정하고, 평가대상 냉방 시스템을 모델 건축물에 적용한 후, 각 평가항목별로 정량화된 평가를 실시하여 다기준 의사결정 분

† Corresponding author

Tel.: +82-2-970-6557; fax: +82-2-974-1480

E-mail address: yikim@seoultech.ac.kr

석(Multi-Criteria Decision Making Analysis)<sup>(1)</sup>에 의한 종합적인 공동주택 냉방시스템 평가를 목적으로 한다.

## 2. 평가방법 및 기준 결정

### 2.1 다기준 의사결정 분석 방법

본 평가에서 활용할 기법은 다기준 의사결정 분석으로 많은 수의 대안들을 다수의 목표 사이의 중요도를 계층적으로 나누어 파악함으로써 각 대안들 사이의 중요도를 산정하는 기법으로 공조시스템의 리모델링 평가와 같은 복잡한 형태의 과제를 각각의 기준, 특성 또는 목표 등의 중요도를 계층적으로 나누어 문제를 단순화시키고 계량화하여 객관적인 의사결정이 가능한 기법이다.

이 방법은 평가기준이 객관적으로 측정하기 불가능한 정성적 성격을 띠고 있는 경우 상대적 우선순위를 반영하는 중요도를 결정하기 위한 방식으로 세분화, 비교판단, 우선순위의 세 가지 기본 과정에 의하여 평가된다.

### 2.2 냉방시스템 평가항목 결정

냉방시스템에 대한 객관적인 평가를 위하여 전문가 집단을 대상으로 평가 반영요소에 대한 설문을 실시하고, 설문결과에 기초하여 Table 1과 같이 냉방시스템 평가항목을 결정하였다.

### 2.3 평가항목별 가중치 결정

냉방시스템의 평가항목을 대등한 가치로 취급하

Table 1 Evaluation items of cooling system

Evaluation items	Contents
A Economics	Initial and running costs (simulation)
B Space	Area of system(internal, external)
C Billing	Charge method
D Constructability	Constructability and installation
E Human comfort	Indoor comfort(PMV)
F Visibility	Visible area of outdoor landscape
G Reliability	Disturbance effect

면, 항목의 중요성에 따른 가중치를 반영할 수 없으며, 평형대에 따른 특성을 반영할 수 없다. 따라서 전용면적별(101 m<sup>2</sup>, 166 m<sup>2</sup>)로 구분하여 가중치(3~7점)에 대한 설문조사를 실시하였다.

Table 2는 101 m<sup>2</sup>, 166 m<sup>2</sup> 면적의 가중치 조사 결과이며, 전문가 집단별 가중치 및 평균가중치로 정리하여 나타내었다.

101 m<sup>2</sup>형의 경우 설계전문가 집단은 쾌적성과 경제성, 시공전문가 집단은 경제성과 쾌적성 순으로 높은 가중치를 부여하였다. 두 집단 모두 경제성과 쾌적성에 높은 가중치를 부여했다. 반면 시공성과 조망권은 낮은 가중치를 부여했다.

166 m<sup>2</sup>형의 경우 설계전문가 집단은 쾌적성과 조망권에 높은 가중치, 공간절약과 시공성에 낮은 가중치를 부여했다. 시공전문가는 쾌적성과 시스템 안정성에 높은 가중치, 시공성과 조망권에 낮은 가중치를 부여하였다. 두 집단이 조망권 항목에 대하여 상이한 가중치를 부여하였는데 이것은 설계전문가 집단은 실내 환경 측면, 시공전문가는 기술적 측면을 중요시 한 것으로 판단된다.

Table 2와 같이 조사된 결정가중치를 평가기준 매트릭스에 의하여 Table 3~Table 4처럼 최소값을 1로 하는 최종가중치를 산출하였다.

101 m<sup>2</sup>형 최종가중치 결과는 Table 3과 같이 경제성 7.3점(30.9%), 쾌적성 6.7점(28.4%), 요금부과편리성과 시스템안정성 각각 2.7점(11.4%), 공간절약 2.1점(8.9%), 조망권 1.1점(4.7%), 시공성 1.0점(4.2%)으로 나타났다. 101 m<sup>2</sup>형 공동주택에서는 경제성과 쾌적성이 시스템 결정에 중요한 요소로 작용한다는 것을 알 수 있다.

166 m<sup>2</sup>형 최종가중치 결과는 Table 4와 같이 쾌적성 10.8점(38.8%), 시스템 안정성 6.0점(21.6%), 경제성 3.5점(12.6%), 조망권 3.1점(11.2%), 요금부과 편리성 2.2점(7.9%), 공간절약 1.2점(4.3%), 시공성 1.0점(3.6%)의 점수를 보였다. 166 m<sup>2</sup>형 공동주택에서는 쾌적성과 시스템 안정성이 시스템 결정에 중요한 요소로 작용한다는 것을 알 수 있다.

## 3. 분석대상 건축물 및 냉방 시스템

### 3.1 단위세대 모델 선정

분석대상 모델 건축평면은 분양면적 기준 101 m<sup>2</sup>, 166 m<sup>2</sup>의 단위세대를 기준으로 선정하였다. 단위세대 평면은 Fig. 1, Fig. 2와 같으며 모델선정의 기준

은 단위세대 정면과 배면에 발코니가 있으며, 정면의 거실을 중심으로 침실이 배치되는 계단식 공동주택의 단위세대를 기준으로 하였다.

위치는 기준층 중간세대로 천장 및 바닥을 통한

열 취득은 없으며, 인접 단위세대는 냉방을 실시하는 공간으로 벽체를 통한 열전달은 없고, 복도 및 계단실은 냉방을 실시하지 않는 공간으로 벽체를 통한 열전달이 있는 것으로 간주하였다.

Table 2 Weights by expert group(System designer and construction engineer)

Evaluation item		101 m <sup>2</sup>			166 m <sup>2</sup>		
		Weight		Average weight	Weight		Average weight
		System designer	Construction engineer		System designer	Construction engineer	
A	Economics	6.03	5.77	5.9	4.87	5.30	5.1
B	Space	4.63	4.97	4.8	3.73	4.60	4.2
C	Billing	5.10	4.90	5.0	4.70	4.63	4.7
D	Constructability	3.70	4.70	4.2	3.67	4.47	4.0
E	Human comfort	6.13	5.50	5.8	6.90	6.03	6.4
F	Visibility	4.53	3.97	4.3	5.63	4.30	5.0
G	Reliability	4.87	5.20	5.0	5.50	5.67	5.6
Total		35.0	35.0	35.0	35.0	35.0	35.0

Table 3 Final weight(101 m<sup>2</sup>), RW : Relative weight

구 분	B		C		D		E		F		G		Final weight	Ratio (%)
	Item	RW	Item	RW	Item	RW	Item	RW	Item	RW	Item	RW		
A. Economics	A	1.1	A	0.9	A	1.7	A	0.1	A	1.6	A	0.9	7.3	30.9
B. Space			C	0.2	B	0.6	E	1.0	B	0.5	G	0.2	2.1	8.9
C. Billing					C	0.8	E	0.8	C	0.7	G	0.0	2.7	11.4
D. Constructability							E	1.6	F	0.1	G	0.8	1.0	4.2
E. Human comfort									E	1.5	E	0.8	6.7	28.4
F. Visibility											G	0.7	1.1	4.7
G. Reliability													2.7	11.4
계													23.6	100.0

Table 4 Final weight(166 m<sup>2</sup>), RW : Relative weight

구 분	B		C		D		E		F		G		Final weight	Ratio (%)
	Item	RW	Item	RW	Item	RW	Item	RW	Item	RW	Item	RW		
A. Economics	A	0.9	A	0.4	A	1.1	E	1.3	A	0.1	G	0.5	3.5	12.6
B. Space			C	0.5	B	0.2	E	2.2	F	0.8	G	1.4	1.2	4.3
C. Billing					C	0.7	E	1.7	F	0.3	G	0.9	2.2	7.9
D. Constructability							E	2.4	F	1.0	G	1.6	1.0	3.6
E. Human comfort									E	1.4	E	0.8	10.8	38.8
F. Visibility											G	0.6	3.1	11.2
G. Reliability													6.0	21.6
계													27.8	100.0

Structure	4 LDK	Size(mm)	14,540×11,440
Exclusive area	101 m <sup>2</sup>	Total area	139.41 m <sup>2</sup>



Fig. 1 Floor plan of 101 m<sup>2</sup> apartment.

Structure	5 LDK	Size(mm)	17,540×10,720
Exclusive area	166 m <sup>2</sup>	Total area	221.06 m <sup>2</sup>

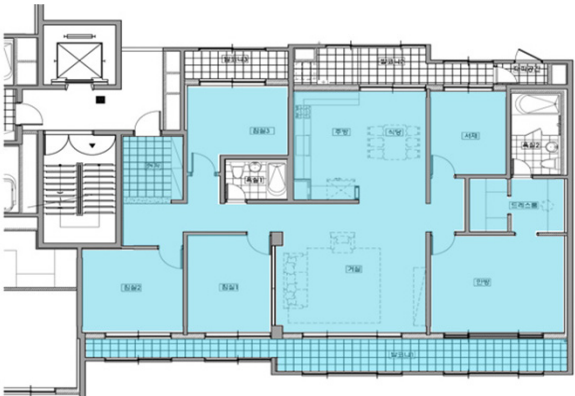


Fig. 2 Floor plan of 166 m<sup>2</sup> apartment.

### 3.2 분석대상 냉방시스템

공동주택에 적용할 수 있는 냉방시스템은 다양하다. 그러나 본 연구에서는 Table 5와 같이 현재 일반적으로 공동주택에 적용되고 있는 “공랭식 멀티에어컨+실내기”, 외기도입을 위한 루버가 필요 없어 사공간 활용이 용이한 “수냉식 멀티에어컨+실내기” 시스템, 한 대의 기기로 냉난방이 가능하며, 도시가스 이용으로 운전비 절감이 용이한 “세대별 소형 냉

Table 5 Cooling systems

Case 1	Case 2	Case 3
Air-cooled air conditioner +indoor unit	Water-cooled air conditioner +indoor unit	Small capacity absorption chiller-heater +FCU

온수기+팬코일유닛”를 대상으로 분석을 실시하였다.

## 4. 평가항목별 분석

### 4.1 경제성 요소 평가

냉방시스템에 대한 초기투자비 산출은 330세대 1

Table 6 Initial cost

Case	1	2	3
Cost(1 million won)	4,943	6,191	6,738
Score	3.0	1.6	1.0
Rank	1	2	3

Table 7 Running cost

Case	1	2	3
Cost(1 million won)	276	215	112
Score	1.0	1.7	3.0
Rank	3	2	1

Table 8 Energy consumption

Case	Electricity[kW]		Gas [Nm <sup>3</sup> /h]
	330 Household	Common	
1	1,988.6	-	-
2	1,548.4	419.0	-
3	544.8	-	504.0

Table 9 Electricity cost(House, low V)

Base rate (Won/Household)		Consumption rate (Won/kWh)	
~100 kWh	380	~100 kWh	56.2
100~200 kWh	840	100~200 kWh	116.1
200~300 kWh	1,460	200~300 kWh	171.6
300~400 kWh	3,490	300~400 kWh	253.6
400~500 kWh	6,540	400~500 kWh	373.7
500 kWh~	11,990	500 kWh~	656.2

Table 10 Electricity cost(Common)

Option	Base rate (Won/kW)	Power rate(Won/kWh)	
		Jul. ~ Aug.	Apr. ~ Jun., Sep.
I	5,790	98.1	61.2
II	6,660	94.7	57.7

등을 기준으로 장비비 및 공사비는 물가정보자료에 기준하여 별도 전문내역업체를 통해 작성된 설비내역서에 준하였다. Table 6에 내역사항을 정리하였으며, 초기투자비가 가장 많이 투자되는 시스템인 Case 3을 1점, 가장 저렴한 시스템인 Case 1에 3점을 부여하였다. 타 시스템에 대해서는 선형보간법으로  $y = -0.0011x + 8.5075$  ( $x$ : 초기투자비(백만 원),  $y$ : 평가점수) 식을 도출하여 점수를 계산하였다. Case 3은 장비비가 고가이므로 초기투자비가 가장 높으며, Case 2는 덕트 공사비로 인하여 초기투자비가 높게 산출되었다.

운전비 평가는 Table 7과 같이 운전비가 가장 많이 소요되는 시스템에 1점을, 가장 적은 시스템에 3점

을 부여하였다. 운전비는  $y = -0.0122x + 4.3659$  ( $x$ : 운전비(백만 원/년),  $y$ : 평가점수) 식을 이용하여 평가점수를 산출하였다. 에너지 산출 단가는 Table 8 ~ Table 11과 같다. 주택용(저압) 전기요금 기준표<sup>(4)</sup>는 누진제가 적용되어 사용량이 많아지면 전력량요금이 크게 증가한다. Table 10은 중앙열원에 적용할 일반용(갑) 전기요금 기준표로 기본요금이 상대적으로 저렴하고 전력량 요금이 비싼 선택 I과 그 반대인 선택 II가 있는데 본 연구에서는 선택 II를 적용하였다. Table 11은 소형 냉온수기에 적용할 도시가스요금표로 서울지역 냉방요금<sup>(5)</sup>을 적용하였다.

4.2 공간 절약성 평가

시스템별 소요면적인 거실바닥, 기계실 및 공조실의 예상 점유면적을 산출하여 소요면적이 가장 많이 필요한 시스템에 1점, 가장 적은 시스템에 3점을 부여하며, 중간은 2점을 부여하였다(Table 12). Case 1과 Case 3은 세대면적만 요구되며, Case 2는 세대와 공용면적 모두가 필요하다.

4.3 요금부과의 편리성 평가

세대별로 독립적인 요금산정이 가능한 경우에는

Table 11 City gas cost

Division			Unit cost	Base rate
			Won/m <sup>3</sup>	Won/m <sup>3</sup>
House	Cooking	Seoul	785.77	840.0
		Gyeonggi	803.89	790.0
	Heating	Seoul	791.22	840.0
		Gyeonggi	802.43	790.0
Cooling	Seoul	521.23	-	
	Gyeonggi	523.78	-	

Table 12 Space

Case	1	2	3
Feature	Within house	Within and out of house	Within house +exhaust
Score	3.0	1.0	2.0
Rank	1	3	2

Table 13 Billing

Case	1	2	3
Feature	Independent	Dependent	Independent
Score	3.0	1.0	3.0
Rank	1	3	1

Table 14 Constructability

Case	1	2	3
Expert evaluation	7.9	6.3	6.0
Score	3.0	2.0	1.0
Rank	1	2	3

Table 15 Human comfort

Case	1	2	3
Expert evaluation	0.64	0.64	0.42
Score	3.0	3.0	1.0
Rank	1.0	1.0	3.0

Table 16 Visibility

Case	1	2	3
Opening ratio	94.2	100.0	91.2
Score	2.0	3.0	1.0
Rank	2	1	3

Table 17 Reliability

Case	1	2	3
Effect of disturbance	Yes	No	Yes
Score	1.0	3.0	1.0
Rank	2	1	2

3점, 일부 냉방 장비가 공용으로 공유하는 시스템에는 1점을 부여하였다. 각 세대별로 독립적인 운전이 가능하여 요금부과에 대한 민원의 소지가 발생하지 않는 Case 1과 Case 3은 3점을 부여하였으며, 모든 세대가 냉각탑을 공유하는 Case 2는 1점으로 평가하였다(Table 13).

**4.4 시공성 평가**

시공성 항목은 장비, 배관 및 덕트설치 공사에 경험이 많은 시공전문가 집단의 평가점수를 준용하였다. 시공성이 가장 우수한 Case 1은 3점, 중간인 Case 2는 2점, 가장 낮은 Case 3은 1점으로 하였다(Table 14).

**4.5 쾌적성 평가**

냉방시스템의 주기능은 실내 열환경<sup>(2)</sup>을 쾌적하게 유지하는 것으로 실별 온도편차가 적고, 실내 기류 분포가 좋은 시스템이 우수한 시스템이다. 쾌적감에 대한 평가는 PMV(predicted mean vote)<sup>(3)</sup>로 평가하였다. 최고점은 3점, 최저점은 1점, 중간값은 2점으로 평가점수를 산출하였다(Table 15).

**4.6 조망권 평가**

조망권 평가는 냉방시스템 설치에 의하여 외부를 조망할 수 있는 가시면적의 감소 정도를 평가하였다. 이를 위하여 외주부 면적을 산출하였고, 외주부에 유틸리티실을 설치할 필요가 없는 경우에는 3점, 가장 많은 외주부 면적을 차지하는 시스템에 1점을 부여하였다(Table 16).

**4.7 안정성 평가**

시스템 안정성은 외부 풍압대(빌딩풍)으로 인한 영향(풍압), 시스템 특성상 실외기가 수직적으로 동일한 위치에 배치되어 발생하는 열교환 효율저하(적층현상), 중앙장비의 고장시 발생하는 열공급상의 안정성(중앙방식)을 고려하여 평가하였다.

Case 1과 Case 3은 풍압과 적층현상이 발생할 수 있으므로 1점, Case 2는 중앙장비 고장시 열공급에 발생할 수 있는 문제를 장비의 대수분할로 보완할 수 있으므로 3점을 부여하였다(Table 17).

**5. VE 기법에 의한 시스템 종합평가**

**5.1 가중치 미적용 평가**

Table 18은 평가항목별로 산출된 냉방시스템의

Table 18 Overall evaluation(no weight)

Case		1	2	3
A. Economics	Initial cost	3.0	1.6	1.0
	Running cost	1.0	1.7	3.0
B. Space		3.0	1.0	2.0
C. Billing		3.0	1.0	3.0
D. Constructability		3.0	2.0	1.0
E. Human comfort		1.0	1.0	3.0
F. Visibility		2.0	3.0	1.0
G. Reliability		1.0	3.0	1.0
Total		17.0	14.3	15.0
Rank		1	3	2

Table 19 Overall evaluation(weight, 101 m<sup>2</sup>)

Case		1	2	3
A. Economics	Initial cost	21.9	11.7	7.3
	Running cost	7.3	12.4	21.9
B. Space		6.3	2.1	4.2
C. Billing		8.1	2.7	8.1
D. Constructability		3.0	2.0	1.0
E. Human comfort		6.7	6.7	20.1
F. Visibility		2.2	3.3	1.1
G. Reliability		2.7	8.1	2.7
Total		58.2	49.0	66.4
Rank		2	3	1

Table 20 Overall evaluation(weight, 166 m<sup>2</sup>)

Case		1	2	3
A. Economics	Initial cost	10.5	5.6	3.5
	Running cost	3.5	6.0	10.5
B. Space		3.6	1.2	2.4
C. Billing		6.6	2.2	6.6
D. Constructability		3.0	2.0	1.0
E. Human comfort		10.8	10.8	32.4
F. Visibility		6.2	9.3	3.1
G. Reliability		6.0	18.0	6.0
Total		50.2	55.1	65.5
Rank		3	2	1

종합평가점수이다. 가중치를 적용하지 않은 평가결과 101 m<sup>2</sup>, 166 m<sup>2</sup>형 모두 Case 1, Case 3, Case 2 순으로 좋았으며 각각 17.0, 15.0, 14.3점으로 산출되었다.

## 5.2 가중치 적용 평가

Table 19~Table 20은 시스템 평가점수와 최종가중치 두 가지 요소를 동시에 고려한 종합평가 결과이다.

가중치를 반영한 평가결과에서는 101 m<sup>2</sup>형은 Case 3, 1, 2순으로 양호하였으며, 가중치가 높은 운전비, 쾌적성에서 높은 평가점을 받은 Case 3의 종합평가점수가 높은 것을 알 수 있다. 166 m<sup>2</sup>에서는 Case 3, Case 2, Case 1 순으로 분석되어 쾌적성에서 높은 평가점을 받은 Case 3과 안정성에서 높은 평가점을 받은 Case 2의 종합평가 점수가 높은 것을 알 수 있다.

## 6. 결 론

본 연구에서는 다기준 의사결정 분석 방법으로 전용면적 101, 166 m<sup>2</sup> 공동주택의 냉방시스템을 선정하는 과정을 보여 주었다. 이를 위하여 전문가 집단(설계자, 시공자)을 대상으로 공동주택의 냉방시스템 선정시 고려해야 할 사항에 대한 설문조사를 실시하여 평가요소 및 가중치를 결정하고, 설문된 평가요소 및 가중치에 근거하여 냉방시스템 선정 알고리즘 개발, 공동주택 적용 냉방시스템 조사 및 평가대상 시스템 선정, 냉방시스템에 대한 요소별 평가 및 최적 냉방시스템을 제시하였다.

(1) 집단설문 결과 101 m<sup>2</sup>형 냉방시스템의 최종가중치 결과는 경제성 7.3점(30.9%), 쾌적성 6.7점(28.4%), 요금부과 편리성과 시스템안정성 2.7점(11.4%), 공간절약 2.1점(8.9%), 조망권 1.1점(4.7%), 시공성 1.0점(4.2%)의 비율로 나타나 경제성과 쾌적성 항목이 시스템 결정에 중요한 요소로 작용하는 것으로 분석되었다.

(2) 166 m<sup>2</sup>형 냉방시스템 최종가중치 결과는 쾌적성 10.8점(38.8%), 시스템 안정성 6.0점(21.6%), 경제성 3.5점(12.6%), 조망권 3.1점(11.2%), 요금부과 편리성 2.2점(7.9%), 공간절약 1.2점(4.3%), 시공성 1.0

점(3.6%)의 비율로 나타나 쾌적성과 시스템 안정성 항목이 시스템 결정에 중요한 요소로 작용하는 것으로 분석되었다.

(3) “공랭식 멀티에어컨(냉매)+실내기”는 초기투자비, 공간절약, 요금부과 편리성 및 시공성 항목에서 가장 우수한 평가를 받았고, “수냉식 멀티에어컨(냉매)+실내기”는 조망권, 시스템 안정성 항목에서 우수한 평가를 받았으며, “세대별 소형 냉온수기+팬코일유닛”은 운전비, 요금부과 편리성 및 쾌적성에서 우수한 평가를 받았다.

(4) 101 m<sup>2</sup>형에서의 가중치를 적용하지 않은 평가결과는 ‘공랭식 멀티에어컨(냉매)+실내기’, ‘세대별 소형 냉온수기+팬코일유닛’, ‘수냉식 멀티에어컨(냉매)+실내기’ 순서였으나, 가중치를 반영한 평가결과는 ‘세대별 소형 냉온수기+팬코일유닛’, ‘공랭식 멀티에어컨(냉매)+실내기’, ‘수냉식 멀티에어컨(냉매)+실내기’ 순으로 나타났다.

166 m<sup>2</sup>형에서의 가중치를 적용하지 않은 평가결과는 101 m<sup>2</sup>형과 동일하나, 가중치를 반영한 평가결과는 ‘세대별 소형 냉온수기+팬코일유닛’, ‘수냉식 멀티에어컨(냉매)+실내기’, ‘공랭식 멀티에어컨(냉매)+실내기’ 순으로 나타났다.

(5) 본 연구에서는 101 m<sup>2</sup>, 166 m<sup>2</sup>형 공동주택에서는 ‘세대별 소형 냉온수기+팬코일유닛’가 가중치를 고려한 평가시 상대적으로 가장 합리적인 시스템으로 분석되었다.

## 참고문헌

1. Milan Zeleny, 1981, Multiple Criteria Decision Making, McGraw-Hill, New York.
2. ANSI/ASHRAE 55, 1992, American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc.
3. ISO 7730, 1994, Moderate thermal environments-Determination of the PMV and PPD indices and specification of the conditions for thermal comfort.
4. <http://www.kepco.co.kr>, Homepage of Korea Electric Power Corporation.
5. <http://www.seoulgas.co.kr>, Homepage of Seoul City Gas.