



# 일반건물 용도별 단위냉방 실사용량과 시뮬레이션 비교분석을 통한 과설계 원인 분석 및 개선방안 도출

*Analysis of Oversizing Causes and Improvement Plans through Comparative Analysis of Cooling Actual Energy and Energy Simulation by General Building Types*

박두용\* · 최슬건\*\*

Doo-Yong Park\* · Sul-Geon Choi\*\*

\* Corresponding author, WooWon M&E Inc., Seoul 08768, South Korea (pdy0528@300302.com)

\*\* Coauthor, WooWon M&E Inc., Seoul 08768, South Korea (sulgeon@300302.com)

## ABSTRACT

**Purpose:** This study is to reflect the architectural trend of changing the unit cooling load of general buildings, which has not been revised since 2003, such as insulation, improvement of airtightness, reduction of lighting density, and change of people density. **Methods:** In order to revise the standard of the unit cooling load of general buildings, 576 RTS load calculations were performed by 9 uses, 16 cities, and 4 directions. The results of the simulation were compared with the cooling actual energy data of the three years provided by the district heating corporation and the results were adjusted to reflect the derived oversizing cause. **Result:** The reasons for oversizing were the safety factor ratio, excessive internal load, lack of understanding of design factors of managers, and uncertain of space composition. The average reduction rate of the revised cooling load by 9 types was 27.5%. The average of the maximum usage ratio (2016~2018) for each 9 types through the analysis of cooling actual energy data was 34.6% compared to the current standard and 49.0% compared to the revised standard.

## KEYWORD

일반건물  
냉방 실사용량  
시뮬레이션  
과설계

General Building  
Cooling Actual Energy  
Simulation  
Oversizing

## ACCEPTANCE INFO

Received Sep 10, 2019  
Final revision received Sep 20, 2019  
Accepted Sep 25, 2019

© 2019 KIEAE Journal

## 1. 서론

### 1.1. 연구의 배경 및 목적

국토교통부에서 2019년 6월 21일 새롭게 보도한 제로에너지건축 보급 확산 방안 발표[1]에 따르면 2020년 1,000m<sup>2</sup> 이상(기존 500 ~ 5,000m<sup>2</sup> 이상) 공공건축물을 시작으로 2030년까지 500m<sup>2</sup> 이상 모든 건축물에 대해 제로에너지 건축 단계적 의무화를 추진하고 있다. 또한 기존 노원 제로에너지하우스와 같은 성과를 바탕으로 공공건축물, 민간건축물 등 유형별 특성에 따라 맞춤형 확산 전략을 추진할 계획으로 건축물의 냉방부하는 더욱 줄어들 전망이다. 높은 초기투자비를 필요로 하는 제로에너지건축물의 경우 적절한 열원용량이 비용적으로 전체 공사에 큰 영향을 끼치므로 개선이 매우 시급한 문제이다. 따라서 본 연구에서는 변화하는 단열, 기밀성능 향상, 조명밀도 감소, 재실밀도 변화 등의 건축트렌드를 반영하여 2003년 이후로 개정되고 있지 않은 열사용시설기준 내의 일반건물의 단위냉방부하를 개정하기 위해 단위냉방 실사용량과 시뮬레이션 비교분석을 실시하고 과설계 원인분석 및 개선방안을 도출하고자 한다.

### 1.2. 연구의 방법 및 범위

본 연구는 선행연구, 통계데이터, 관련기준, 설계데이터 수집 등

을 통해 일반건물의 9개 용도별(업무시설, 근린생활시설, 숙박시설, 판매시설, 교육연구시설, 백화점, 방송통신시설, 주거용 오피스텔, 학교) 표준건물을 구축한 연구[2]의 후속연구로서 단위냉방부하의 타당성을 검증하기 위해 지역별, 방위별 RTS-SAREK을 활용한 시뮬레이션 결과와 3개년도 단위냉방부하 실사용데이터를 비교분석하고자 한다. 이를 통해 초기투자비 등의 냉방설비 공사비 증가의 원인인 과설계 문제를 분석하고 이에 대한 개선방안을 도출하고자 한다.

## 2. 관련기준 및 선행연구 고찰

### 1) 열사용시설기준

국내의 경우 「집단에너지 사업법(법률 제15022호)」[3]의 대상이 되는 건축물은 지역냉난방을 이용한 열원설계를 의무화 하고 있다. 한국지역난방공사에서는 일반건물에 대해서 지역냉방을 공급하고 있으며 관련 시설의 사항을 정하는 냉방 열사용 시설기준, 집단에너지 사업계획서 작성기준에 제시된 단위냉방부하로 공급열량을 결정하고 있다. 「냉방 열사용시설기준」[4]은 2003년 제정되었고, 2006년과 2012년 개정되었으며, 현재는 2012년 기준을 따르고 있다. 그러나, 「일반건축물의 단위냉방부하 기준」[4]은 2003년 이후로 개정되지 않고 있다. 현행 일반건물의 단위냉방부하 기준은

Table 1.과 같으며 7가지 용도로 구분되어 있다. 본 연구에서는 7가지 용도를 세분화 또는 신설하여 총 9가지 용도의 단위냉방부하 기준을 제시하고자 한다.

Table 1. Unit cooling load standard of general building

Building types	Unit cooling load W/m <sup>2</sup> (kcal/m <sup>2</sup> ·hr)		Note
Sales facilities	179.1	(154)	• Wholesale markets, retail markets, stores
Department store	225.6	(194)	• Department store
Educational research facilities	122.1	(105)	• Schools, educational institutes, vocational training centers, academies
Office	132.6	(114)	• Public and general business facilities
Accommodation facilities	150.0	(129)	• General and Tourist Lodging Facilities, Gosiwon
Recreation facilities	164.0	(141)	• Bar, dance hall, martial arts academy, casino business office
Broadcasting station and studio	308.2	(265)	• Broadcasting station and studio
etc.	Business operator consultation		-

Table 2.는 국내외의 일반건축물의 부하 성능평가, 표준모델 개발관련 연구사례를 보여주고 있다.

Table 2. Related preceding research

Performing agency	Year	Analysis method	Modeling method	Contents	Ref.
LBNL	1991	Case Study, Statistical Processing	Simulation	• Development of Standard Model for General Commercial Buildings(8 types, 17 classifications)	[5]
KICT	2007	Literature survey	Simulation	• Development of Energy Efficiency Rating Standard Model (Include a room profile for 35 applications)	[6]
DOE	2008	Case Study, Statistical Processing	Simulation	• Development of Standard Model for General Commercial Buildings(8 types, 15 classifications)	[7]
KICT	2016	Case Study, Statistical Processing	Simulation	• A Study on the Revision of Unit Heating Loads in Apartment Buildings	[8]
S. Cho et al.	2017	Literature survey	Simulation	• Comparison and analysis of results using ECO2 and EnergyPlus, PHPP	[9]
SH. Kim et al.	2018	Case Study	Simulation	• Comparison and analysis of results using ECO2 and EnergyPlus	[10]

표준모델은 성능 또는 에너지 사용량에 대한 기준을 제시하기 위해 개발되어지며 대부분의 연구에서 일반화를 위한 과정으로 사례 및 관련 데이터를 조사하여 통계적 처리를 진행하고 시뮬레이션을 이용한 모델링을 수행하는 것으로 나타났다. 사용된 시뮬레이션 프로그램은 에너지사용량 분석에 강점을 갖는 DOE-2[5], Energy Plus를 이용하는 경우가 가장 많았으며[7], RTS-SAREK[8] 등이 사용되는 것으로 조사되었다. 하지만 국외 연구의 경우 방법론은 참조하되 국내와 용도별 평면구성이 약간 다른 문제가 있고 국내 연구의 경우 공동주택의 난방부하를 분석하여 본 연구의 주제인 일반건물의 냉방부하와는 차이가 있었다. 2003년 이후로 열사용시설기준 일반건물의 단위냉방부하 기준 개정 관련된 연구는 미비한 실정인 것으로 분석되었다.

### 3. 연구방법 및 분석

#### 3.1. 시뮬레이션을 통한 단위냉방부하 산출

본 연구에서 단위냉방부하의 계산은 RTS-SAREK을 이용해 수행하였다. RTS는 ASHRAE Fundamental에서 소개된 RTS법(Radiant time series)을 근간으로 대한설비공학회에서 개발한 프로그램으로 현재 대부분의 국내 설비설계 사무소에서 냉난방부하 계산용도로 사용하고 있다. RTS법은 모든 열취득을 전도와 복사부분으로 분할하고 전도시간지연 및 복사시간지연을 적용하는 것이 특징이다. 통상적으로 건물의 각각의 요소(벽체, 창문, 인체, 조명 등)에 특정한 설계조건을 적용시켜 독립적으로 열취득을 계산하고 이를 집계하는 과정으로 진행된다[11]. 설계에 직접적으로 활용되는 프로그램인 만큼 과설계와 같은 현실적인 문제에 대한 효과적인 대응방안을 확인하기 용이하다. RTS 결과를 실사용 데이터와 비교분석 하기 전 DOE에서 개발된 EnergyPlus와 비교검증을 선행연구 [12]와 같이 실시하였으며 9가지 용도별 평균 9.2%의 오차율로 분석되었다.

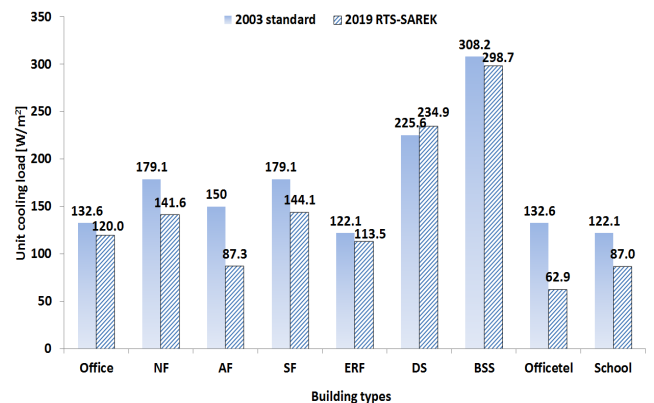


Fig. 1. Comparison of RTS-SAREK results with unit cooling load standards by building types

시뮬레이션 입력 값은 한국지역난방공사 설계도서, 자사 및 타사 계산서를 활용하였다. 9개 용도(Office, Neighboring convenience Facilities(이하 NF(근린생활시설)), Accommodation facilities(이하 AF), Sales facilities(이하 SF(판매시설, 마트)), Educational

research facilities(이하 ERF), Department store(이하 DS), Broadcasting station and studio(이하 BSS), Officetel, School)의 단위냉방부하 저감율은 Fig. 1.과 같이 19.9%로 분석되었다. 2003년 열사용시설 기준 단위냉방부하에 비해 2019 에너지절약 설계기준을 적용하였음에도 단열기준 강화에 비해 저감율이 크지 않은 이유는 전체부하 중 외피부하 비율이 0.6~28.3%로 실내부하 비율 39.6~77.1%에 비해 작기 때문인 것으로 판단된다. 또한 숙박시설의 경우 다른 용도 건물에 비해 저감율이 41.8%로 크게 분석되었는데 이는 통계상의 층고 값이 3m로 다른 용도에 비해 낮기 때문인 것으로 판단된다. 백화점 및 방송국의 경우 내부발열부하 중 조명밀도의 경우 각각 50 W/m<sup>2</sup>, 250 W/m<sup>2</sup>로 다른 용도에 비해 높기 때문에 냉방부하 값이 큰 것으로 사료된다.

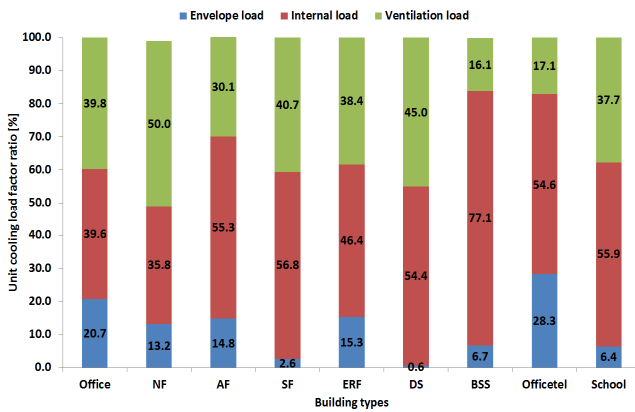


Fig. 2. Load element ratio of RTS-SAREK results by building types

평가된 단위냉방부하를 외피부하, 실내부하, 장치부하 요소별로 분석한 결과, 외피부하의 경우 평균 12.1%, 실내부하의 경우 52.9%, 장치부하의 경우 35.0%로 나타났다. 특히 판매시설, 백화점, 방송통신시설의 경우 외피부하는 0.6~6.7%인데 비해 내부발열부하가 각각 54.4%~77.1%로 지배적인 것으로 분석되었다. 오피스텔의 경우 주거용이고 내부발열부하가 다른 용도에 비해 상대적으로 작기 때문에 외피부하 비율이 28.3%로 가장 크게 평가되었다.

### 3.2. 용도별 실측 냉방사용 데이터 조사 및 분석

용도별 실측 냉방사용 데이터는 한국지역난방공사에서 원격검침 1차측 중온수 열량을 제공받아 분석을 실시하였다. 제공받은 열량 사용량은 Gcal 단위로 소수점 셋째자리 까지만 제공하기 때문에 한계가 있어 유량, 온도차를 곱하여 면적당으로 나눈 값으로 분석을 실시하였다. 용도별 실측 사용량 데이터 수는 총 119개, 분석기간은 3개년(2016~2018) 6~8월(2,208시간)이다. 업무시설의 기준 기준, 2019년 제안, 실사용환산냉방부하(3년치)를 비교분석한 것은 Fig. 3.과 같다. 기존 기준과 2019년도 제안 값은 2차측 데이터므로 실사용데이터(1차측)에 중온수 흡수식냉동기의 정격 COP 0.64로 적용하여 계산한 후 모두 2차측 데이터로 비교를 진행하였다. 기존 132.6W/m<sup>2</sup>, 2019년도 제안 값은 120.0W/m<sup>2</sup>로 약 9.5%의 개선율을 보이며 2019년도 제안 값 120.0W/m<sup>2</sup>, 실사용환산냉방부하는 44.3W/m<sup>2</sup>로 약 63.1%의 여유율을 가지는 것으로 분석되었다.

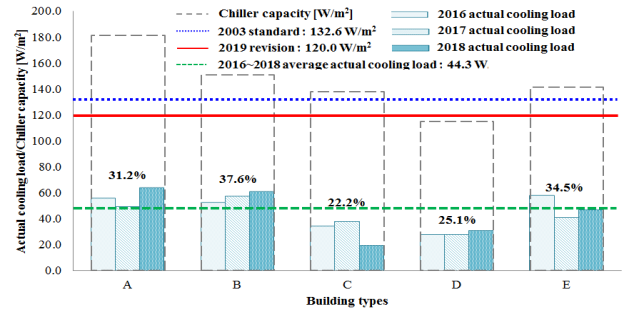


Fig. 3. 2003 Standard, 2019 revision, actual cooling load comparison (office)

근린생활시설(기존 기준 없음)의 2019년 제안, 실사용환산냉방부하(3년치)를 비교분석한 것은 Fig. 4.와 같다. 2019년 제안 141.6W/m<sup>2</sup>, 실사용환산냉방부하는 44.1W/m<sup>2</sup>로 약 68.9%의 여유율을 가지는 것으로 분석되었다.

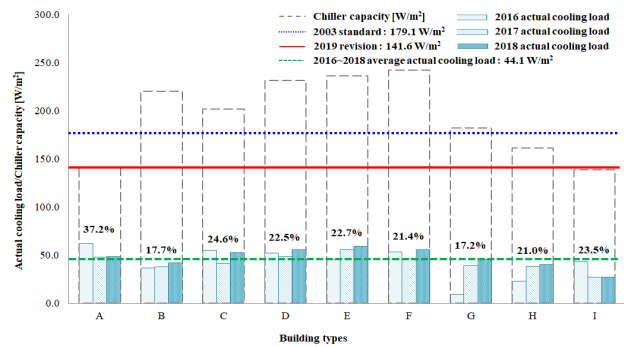


Fig. 4. 2003 Standard, 2019 revision, actual cooling load comparison (neighboring convenience facilities)

숙박시설의 기준 기준, 2019년 제안, 실사용환산냉방부하를 비교 분석한 것은 Fig. 5.와 같다. 기존 150.0W/m<sup>2</sup>, 2019년도 제안 값은 87.3 W/m<sup>2</sup>로 약 41.8%의 개선율을 보이며 2019년도 제안 값은 87.3 W/m<sup>2</sup>, 실사용환산냉방부하는 44.1W/m<sup>2</sup>로 약 42.4%의 여유율을 가지는 것으로 분석되었다.

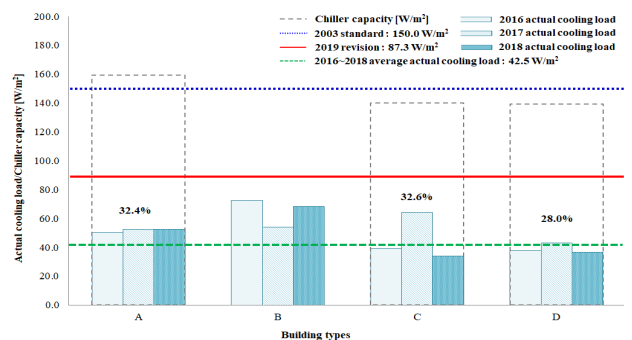


Fig. 5. 2003 Standard, 2019 revision, actual cooling load comparison (accommodation facilities)

판매시설의 기준 기준, 2019년 제안, 실사용환산냉방부하를 비교 분석한 것은 Fig. 6.과 같다. 기존 179.1W/m<sup>2</sup>, 2019년도 제안 값은 144.1 W/m<sup>2</sup>로 약 19.5%의 개선율을, 2019년도 제안 값 144.1 W/m<sup>2</sup>, 실사용환산냉방부하는 70.1W/m<sup>2</sup>로 약 51.4%의 여유율을

가지는 것으로 분석되었다.

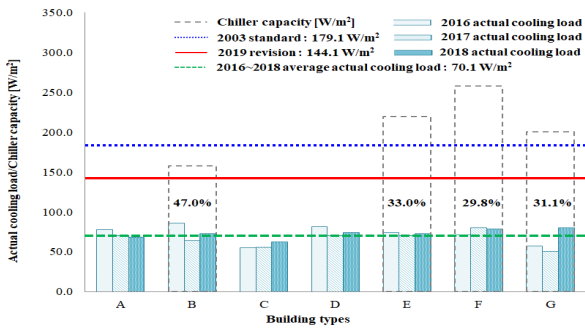


Fig. 6. 2003 Standard, 2019 revision, actual cooling load comparison (sales facilities)

교육연구시설의 기존 기준, 2019년 제안, 실사용환산냉방부하를 비교한 것은 Fig. 7.과 같다. 기존 122.1W/m<sup>2</sup>, 2019년도 제안 값은 113.5W/m<sup>2</sup>로 약 7.0%의 개선율을 보이며 2019년도 제안 값은 113.5W/m<sup>2</sup>, 실사용환산냉방부하는 71.5W/m<sup>2</sup>로 약 37.0%의 여유율을 가지는 것으로 분석되었다.

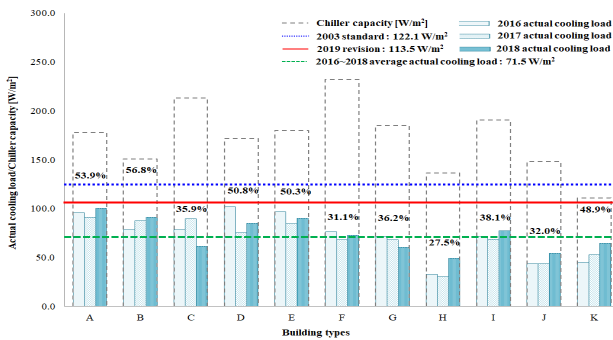


Fig. 7. 2003 Standard, 2019 revision, actual cooling load comparison (educational research facilities)

백화점의 기존 기준, 2019년 제안, 실사용환산냉방부하를 비교분석한 것은 Fig. 8. 과 같다.

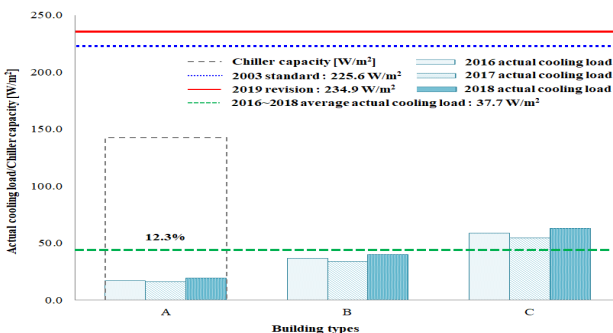


Fig. 8. 2003 Standard, 2019 revision, actual cooling load comparison (department store)

기존 225.6W/m<sup>2</sup>, 2019년도 제안 값은 234.9 W/m<sup>2</sup>, 기존 대비 약 4.1% 증가를 보이며 2019년도 제안 값은 234.9 W/m<sup>2</sup>, 실사용환산냉방부하는 37.7W/m<sup>2</sup>로 약 84.0%의 여유율을 가지는 것으로 분석되었다. 방송통신시설의 기존 기준, 2019년 제안, 실사용환산냉방부하를 비교분석한 것은 Fig. 9.와 같다.

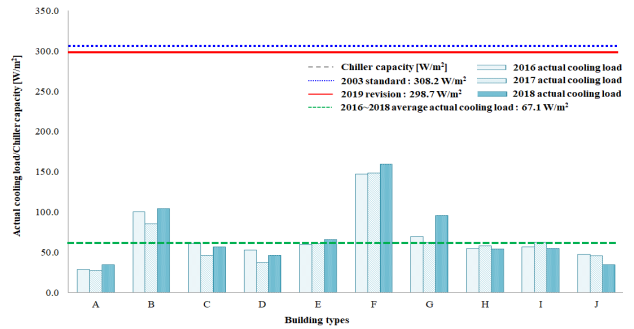


Fig. 9. 2003 Standard, 2019 revision, actual cooling load comparison (broadcasting station and studio)

오피스텔(기존 기준 없음)의 2019년 제안, 실사용환산냉방부하 (3년치)를 비교분석한 것은 Fig. 10.과 같다. 2019년 제안 62.9W/m<sup>2</sup>, 실사용환산냉방부하는 34.0W/m<sup>2</sup>로 약 46.0%의 여유율을 가지는 것으로 분석되었다.

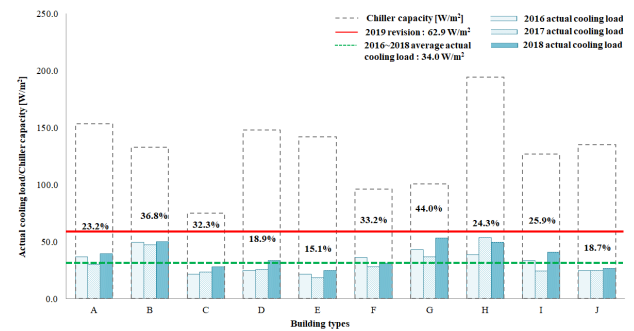


Fig. 10. 2003 Standard, 2019 revision, actual cooling load comparison (officetel)

학교의 기존 기준, 2019년 제안, 실사용환산냉방부하를 비교분석한 것은 Fig. 11.과 같다.

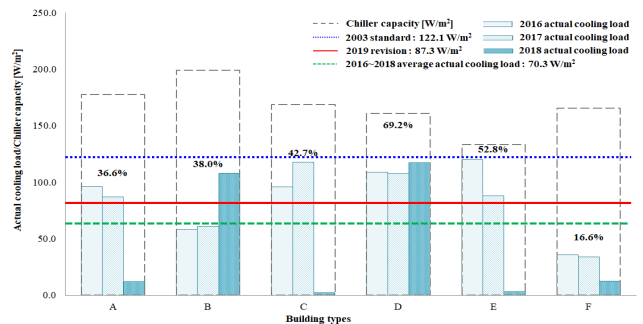


Fig. 11. 2003 Standard, 2019 revision, actual cooling load comparison (school)

기존 122.1W/m<sup>2</sup>, 2019년도 제안 값은 87.3W/m<sup>2</sup>로 약 28.5%의 개선율을 보이며 2019년도 제안 값은 87.3W/m<sup>2</sup>, 실사용환산냉방부하는 70.3W/m<sup>2</sup>로 약 19.5%의 여유율을 가지는 것으로 분석되었다.

### 3.3. 과설계 원인도출 및 개선방안 분석

명확한 원인 분석을 위해서 RTS시뮬레이션을 이용하여 설계 케이스의 각 인자에 대한 분석을 수행하였다. 설계케이스와 표준모델



의 설계인자간의 차이가 냉방열원의 용량의 크기에 미치는 영향을 RTS시물레이션을 통해서 분석하여 설계과정에서 과설계가 발생하는 요인을 분석하였다. Fig. 12.는 설계 케이스를 통한 인자분석의 개념을 나타낸다. 각각의 설계인자 A, B, C는 표준모델의 기준에 비해서 큰 차이가 발생하는 인자들이며, 이 인자들을 설계케이스로 변경하여 시물레이션 했을 경우 냉방열원의 용량이 어느 정도 증가하는지를 정확화 하였다. 모든 인자들에 대해서 이상의 과정을 반복하면 각 인자들에 의해서 발생한 오차가 전체 냉방용량에 어떤 차이를 발생시켰는지, 설계상에서 어떤 인자가 과설계의 주요원인이 되고 있는지를 명확하게 분석하고 단위냉방부하 값을 재산정 하였다.

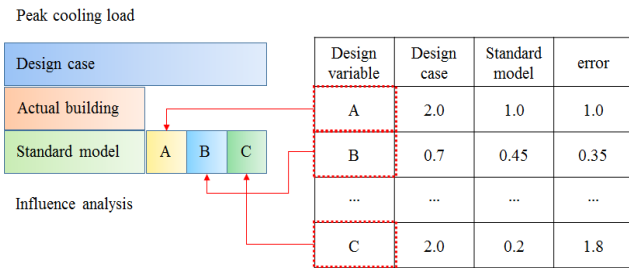


Fig. 12. Analysis of impact factors by design cases

9가지 용도 중 근린생활시설 과설계 원인을 대표로 소개하며 인자별 영향력 분석은 Fig. 13.과 같다.

Division	A	B	C	Standard model	Standard model(revision)	
Image						
Design condition	Central region 2	Central region 2	Central region 2	Central region 2	Central region 2	
Outdoor temperature [°C]	31.2	31.2	31.2	31.2	31.2	
Outdoor relative humidity [%]	63.6	63.6	63.6	63.6	63.6	
Indoor temperature [°C]	26	26	28	26	26	
Indoor relative humidity [%]	50	60	55	50	50	
Gross floor area [m <sup>2</sup> ]	5,073	3,929	3,751	4,000	4000	
Floor height [m]	4	4	4	4	4	
Number of stories [ground]	5	7	7	5	5	
Number of	1	3	2	1	1	
W/D Ratio [x/y]	1 / 0.65	1 / 0.95	1 / 0.86	1 / 0.81	1 / 0.81	
Window Area Ratio [%]	43.6	27.2	51.0	37.0	37	
Wall [W/m <sup>2</sup> ·°C]	0.17	0.28	0.36	0.24	0.24	
Floor [W/m <sup>2</sup> ·°C]	-	0.2	0.25	0.2	0.2	
Roof [W/m <sup>2</sup> ·°C]	0.12	0.14	0.18	0.15	0.15	
Window [W/m <sup>2</sup> ·°C]	1.69	3.2	2.2	1.5	1.5	
SHGC [-]	0.57	0.60	0.71	0.23	0.23	
Internal load	People/person [m <sup>2</sup> ]	0.2	0.5	0.3	0.2	
Lighting [W/m <sup>2</sup> ]	20	40	20~30	20	20	
Equipment [W/m <sup>2</sup> ]	20	20	-	18	18	
Peak load time [h]	16	16	16	18	18	
1F Floor area based restaurant, kitchen	37.5, -	20.0, -	36.4, -	50, 30	30,30(124.7)	
Safety	Load side	10	10	10	0(128.4)	
Ventilation load	Outdoor air requirements for ventilation [m <sup>3</sup> /person·h]	10.5	6.8	9.2	29.0	8.8(97.2)
FCU capacity	Applied cap - Calculated cap [%]	106.5	119.0	-	-	-
Chiller capacity	Calculated capacity(USRT)	135.2	188.9	130.8	129.6	129.6
	Applied capacity(USRT)	151.0	190.0	170.0	-	-
Usage	3 year peak [W/m <sup>2</sup> ]	60.8	84.0	52.8	-	-
	3 year average [W/m <sup>2</sup> ]	27.5	36.0	24.6	-	-
	Peak usage ratio [%]	27.6	35.5	32.8	-	-
Individual cooling	O	O	O	X	X	
Load calculation statement [W/m <sup>2</sup> ]	168.4	212.5	155.7	134.5	All applied(91.0)	

Fig. 13. Impact factors of oversizing in neighboring convenience facilities

가장 큰 과설계 원인으로는 앞서 서술한 개별냉방 사용여부를 들 수 있고 창면적비, 벽체, 바닥, 지붕, 창호 열관류율, 실내발열조건이 표준모델 보다 과설계 된 것으로 분석되었다. 또한 안전율을 0%로 표준모델을 수정하였고 기존 1층 바닥면적 대비 음식점과 주방의 비율을 50%, 30%로 설정하였는데 현장조사 결과 평균 30%, 30%로 분석되어 이를 조정하여 재시물레이션을 진행하였다. 외기부하의 경우도 실제건물 부하계산서에는 29CMH이지만 평균 8.8CMH

로 적용되어 있었는데 이를 적용하면 부하가 가장 큰 쪽으로 감소하였다. 하지만 외기도입량의 경우 기준 값이므로 이를 개정안에 적용하지 않고 기존 29CMH의 값을 사용하였다. 근린생활시설 이외에 업무, 숙박, 판매, 학교시설의 과설계 원인으로는 불필요한 안전율이 적용되었고 교육연구시설, 주거용 오피스텔의 경우 안전율, 외기도입량이 과다하게 적용되었다. 또한 백화점, 방송통신시설의 경우 안전율 및 실내발열조건이 과다하게 산정된 것으로 분석되었다.

Table 3.은 설계단계별 과설계 요인, Table 4.는 설계 개선방안을 나타낸다. 우선적인 문제는 불필요한 안전율을 제거하는 것으로 보통의 부하계산 과정은 실내부하 → 시스템부하(공조기기 선택) → 열원부하(냉난방열원 선택) 계산과정으로 구성되며 각 과정에서 보통 10~20%의 안전율을 적용한다. 그러나 이 안전율은 반복적으로 활용되기 때문에 최종적으로 열원부하 단계에서 실내부하는 최초로 계산된 부하보다 2배 이상 커지기도 한다.

Table 3. Oversizing factors by design stages

Division	Design stages		
	Internal load	System load	Plant load
Oversizing factors by design stages	<ul style="list-style-type: none"> <li>• People, light, equipment oversizing</li> <li>• Application of old insulation Conditions</li> <li>• Conventional design review</li> <li>• Lack of understanding of design factors</li> <li>• Unnecessary Safety factor</li> <li>• Uncertain infiltration rate Estimation</li> <li>• Uncertain spatial composition (various store types for neighborhood living facilities)</li> <li>• Application of the old outdoor air and indoor temperature and humidity conditions</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Excessive ventilation rate application</li> <li>• Unnecessary Safety factor</li> <li>• One step larger system selection</li> <li>• Excessive outdoor air load</li> <li>• Lack of understanding of ventilation system</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Duplicate safety factor use</li> <li>• One step larger heat source selection</li> </ul>

Table 4. Design improvement plan

Division	Design stages		
	Internal load	System load	Plant load
Design improvement plan	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Application of insulation performance of the current Standards</li> <li>• Application of appropriate internal load</li> <li>• Excluding unnecessary safety factor</li> <li>• Optimal infiltration rate selection</li> <li>• Optimum outdoor air temperature and humidity design conditions selection</li> <li>• Diversity factor consideration</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Excluding unnecessary safety factor</li> <li>• Application of appropriate ventilation rate</li> <li>• Optimum capacity system selection</li> <li>• Selection of a one step small system</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Proper safety factor use</li> <li>• Review on the heat source size based on indoor load</li> <li>• Heat source distribution considering partial load rate</li> <li>• Design guide for cooling loads per unit area by types</li> <li>• Selection of a one-step small heat source</li> </ul>

다음은 실내발열 요소에 대한 문제이다. 설계과정에서 실내발열 요소는 조명의 경우 전기설계 도서를 기반으로 배치된 등기구의 발열을 단위면적으로 계산하여 적용한다. 보통 사무소 건축물의 경우 11~20W/m<sup>2</sup>을 적용한다. 그러나 다수의 연구문헌에서 실제로 조사된 결과 동시사용율(diversity factor)이 피크를 기준으로 5~9W/m<sup>2</sup>으로 나타났으며 또 다른 문헌에서는 70%~80% 수준으로 제시되고 있다. 실내발열부하는 일반건축물의 냉방부하에 상당한 영향을 주는 요인이므로 현실적인 설계를 위해서 고려되어야 하는 부분이다. 또한, 지역냉방의 경우 단위냉방부하로 설계되는 경우가 많고, 현행기준이 최신의 단열성능강화와 침기율 강화 등의 조건을 적절하게 충족하지 못한 것이 과설계의 원인으로 여겨진다. 따라서 최근의 제도적, 정책적인 요건을 반영한 일반건축물의 단위냉방부하 기준(안)을 Table 5.와 같이 제안하여 지역냉방 과설계의 근본적인 원인을 해소 할 수 있을 것으로 예상된다.

Table 5. Unit cooling load and peak usage ratio by types

Division	Current standard [A]	Revision standard [B]	Actual cooling load [C]	Peak usage ratio(%)	
				[C/A]	[C/B]
Office	132.6	120	44.3	33.4	36.9
Officetel		62	34.0	25.6	54.8
Sales facilities	179.1	138	70.1	39.1	50.8
Neighboring convenience facilities		124	44.1	24.6	35.6
Educational research facilities	122.1	107	71.5	58.6	66.8
School		82	70.3	57.6	85.7
Accommodation facilities	150	82	50.3	33.5	61.3
Department store	225.6	197	37.7	16.7	19.1
Broadcasting station and studio	308.2	227	67.1	21.8	29.6
Average				34.6	49.0

#### 4. 결론

일반건물 단위냉방부하 기준 개정을 위해 9개 용도별, 16개 도시별, 4방위 향별 총 576건의 RTS 부하계산을 실시하였다. 이를 지역난방공사에서 제공한 3개년도 실사용 데이터와 비교 분석하고 도출된 과설계 원인을 반영하여 시뮬레이션 결과 값 조정을 실시하였다. 과설계의 주요 원인으로는 중첩된 안전율, 개별냉방 사용, 동시사용률이 반영되지 않은 실내발열 요소의 적용, 기준 외기도입량과 실제 운전상의 차이 등이 분석되었다.

- 9가지 용도별 기준 대비 개정안 부하 감소율 지역별 평균은 27.5%로 분석되었다.
- 실사용 데이터 분석을 통한 9가지 용도별 환산 최대사용율(2016~2018) 평균은 기존대비 34.6%, 재산정안 대비 49.0%로 분석되었다. 후속 연구에서는 과설계원인을 반영한 최종 일반건물 용도별 단위냉방부하 기준에 대해 제시할 예정이며

기준 개정에 따른 경제성 파급효과(1차측 열배관 관경 감소, 운전비 감소 등)를 분석할 예정이다.

#### Acknowledgement

본 논문은 저자가 한국지역난방공사의 지원을 받아 수행한 연구 과제 결과의 일부이며(과제번호 : 1003542017S052) 한국지역난방공사 냉방사업부 직원분들, (주)우원엔앤이 연구소 팀원들과 대표님께 감사드립니다.

#### Reference

- [1] 국토교통부, 제로에너지건축 보급 확산 방안 발표, 2019.06.21. // Ministry of Land, Infrastructure and Transport, A Proposal for the Proliferation of Zero Energy Architecture, 2019.06.21.)
- [2] 박두용, 최슬건, 황동근, 오명도, 일반건축물 단위냉방부하 선정을 위한 용도별 표준모델 구축에 관한 연구, 대한설비공학회 논문집 vol. 31, No. 8, 2019, pp.370-379. // (D.Y. Park et al., A Study on the Reference Building Model for the Selection of Unit Cooling Loads for Non-residential Buildings, Korean Journal of Air-Conditioning and Refrigeration Engineering, Vol. 31, No. 8, 2019, pp.370-379.)
- [3] 집단에너지사업법, 법률 제15022호, 2017.10.31. // (Group energy enterprise law, No. 15022, 2017.10.31.)
- [4] 한국지역난방공사, 냉방열사용 시설기준, 2012.07.26. // (korea district heating corporation, cooling thermal use facility standard, 2012.07.26.)
- [5] Huang, Joe, et al., 481 prototypical commercial buildings for 20 urban market areas., Lawrence Berkeley National Laboratory Report LBNL-29798, 1991.
- [6] 조동우, 이승연, 윤용상 외, 건물의 에너지효율 평가기준 및 정책개발, 최종보고서, 산업자원부, 2007. // (D.W. Cho et al., Development of Energy Efficiency Assessment Criteria and Policy for Buildings, Final report, Ministry of Commerce Industry and Energy, 2007.)
- [7] Torcellini, P et al., DOE Commercial Building Benchmark Models. 2008, Proceedings of the 2008 ACEEE Summer Study on Energy Efficiency in Buildings, Pacific Grove, California, August, 2009, pp.17-22.
- [8] 김용기, 이태원, 유기형, 공동주택 설계기준 및 시공기술 개선에 따른 단위난방부하 재산정 연구, 최종보고서, 한국지역난방공사, 2016. // (Y.K. Kim et al., A Study on the Revisonit of Unit Heating Loads according to the Improvement of Design Criteria and Construction Technology in Apartment Housing, Final report, Korea district heating corporation, 2016.)
- [9] 조수, 한철이, 성옥주, 김석현, 제로에너지빌딩의 기술 패키지 적용을 위한 에너지성능 평가 도구 비교분석 및 개선방안 제안, 한국생태환경건축학회 논문집 Vol. 11, No. 4, 2017, pp.319-330. // (S.Cho et al., An Suggestion of Improvement Plan and Analysis of Comparison about the Energy Performance Evaluation Tools for Application of the Technical Package in Zero Energy Building, Korean Institute of Architectural Sustainable Environment and Building Systems Vol. 11, No. 4, 2017, pp.319-330.)
- [10] 김신혜, 광영훈, 김창성, 에코2와 디자인빌더 프로그램을 이용한 공동주택 에너지 성능 비교 분석, 한국생태건축학회 논문집 Vol. 18, No. 5, 2018, pp.47-54. // (S.H. Kim et al., The Analysis on Energy Performance of Collective Housing using ECO2 and DesignBuilder Softwares, Korean Institute of Architectural Sustainable Environment and Building Systems Vol. 18, No. 5, 2018, pp.47-54.)
- [11] 김강산, RTS 법과 RTS-SAREK 프로그램 소개, 설비저널 42.4 2013, pp.36-48. // (K.S. Kim, RTS Method and RTS-SAREK Program Introduction, Magazine of the SAREK 42.4, 2013, pp.36-48.)
- [12] 최슬건, 박두용, 황동근, 오명도, 일반건축물 용도별 RTS와 Energy Plus 시뮬레이션 비교 및 분석, 대한설비공학회 2019 하계학술발표대회 논문집 pp.209-210. // (S.G. Choi et al., Comparison of RTS and EnergyPlus Simulation Results by General Building Types, Korean Journal of Air-Conditioning and Refrigeration Engineering 2019 Summer Conference pp.209-210.)