

에너지 절약적 공조시스템 선정을 위한 기초적 연구

조진균[†], 홍민호, 정차수, 김병선*
(주)한일엠이씨 부설 기술연구소, *연세대학교 건축공학과

A Study on the Energy Conservational HVAC System Design Strategies

Jin-kyun Cho[†], Min-ho Hong, Cha-Su Jeong, Byung-Seon Kim*

ABSTRACT: Lots of needs are being paid for how to design HVAC system in large-scale buildings. Increasing awareness of energy use is main point of this research. HVAC systems' energy characteristics are not clearly identified and understood, so the optimal design of HVAC system is very important. The energy parameters of HVAC design that are system input energy, water/air moving equipments (pumps/fans) energy and outdoor air conditioning energy for IAQ are important. The purpose of this study is to provide the basic data for energy conservational HVAC design strategies.

Key words: 에너지 절약적 공조시스템(Energy Conservational HVAC System), 에너지 절약요소(Energy Parameters), 입력에너지(System Input Energy), 반송동력(Water/air Moving Equipment Energy), 외기부하(Outdoor Air Conditioning Energy)

1. 서론

자원의 97%를 수입에 의존하는 우리나라는 70년대 이후 지속적인 경제성장으로 에너지소비량도 계속 증가해왔다. 이러한 에너지소비량 증가는 화석 에너지의 고갈, 대기오염, 지구온난화 문제 등을 일으켜 에너지에 대한 새로운 인식이 요구되는 시점이다. 공조설비는 실내의 사용목적에 적합한 상태를 유지하기 위해서 설치하며, 인간의 생활공간을 쾌적하게 할 목적으로 끊임없이 에너지를 소비하는 부분이다. 에너지소비량의 증가와 에너지의 변환과정에서 배출되는 환경오염물질로 인하여 국제적인 문제로 부각되면서 건물에 적용되고 있는 공기조화설비는 건물의 설계에서 중요한 분야중 하나로 자리 잡고 있다. 공조용 에너지소비량은 현대식 건물의 경우 건물 전체 에너지소비량의 40~50% 정도이고, 이중에서

반송동력이 차지하는 비율이 약 40% 정도로서 전체 건물 에너지소비량의 약 16~20%에 이르고 있다[1]. 최근 건물이 대형화 및 초고층화 됨에 따라 건축물에서 소비되는 에너지는 계속 증가하는 추세이다. 따라서 공조시스템 계획에서 가장 중요한 사항은 건축물에 적합한 공조방식을 결정하는 것이다. 그리고 공조시스템에서 소요되는 에너지를 효과적으로 절약하기 위해서는 에너지가 소비되는 요소를 파악하고 요소간의 관계 등을 고려하여 계획해야한다. 본 연구에서는 건물의 공조시스템 선정단계에서 에너지 소비에 영향을 미치는 요소를 파악하고 건물의 특성을 고려한 에너지 절약적 요소가 접목된 설비시스템 설계로 유도하는데 그 취지가 있으며, 향후 대규모, 초고층 건물의 공조시스템 설계지침 및 에너지 절감방안의 기초자료를 제시하는데 목적이 있다.

2. 공조시스템의 에너지 소비요소 분석

(1) 입력 에너지(열입력)
건물은 외부 및 내부적인 요인에 의해서 냉·

[†] Corresponding author
Tel.: +82-2-6340-3025; fax: +82-2-6340-3039
E-mail address: jinkyun.cho@himec.co.kr

난방 부하가 항시 발생하며 이를 제거하기 위해 공조시스템을 계획한다. 실제의 부하를 제거하기 위한 입력에너지 절감은 크게 실내부하 저감, 효율적인 부하제거, 열원장비의 효율적인 운전 등으로 입력에너지의 감소를 기대할 수 있다.

(2) 반송동력

공조시스템의 반송동력은 이동되는 열매체에 따라 크게 물계통은 펌프동력, 공기계통은 송풍기동력으로 구분된다. 따라서 어떠한 공조방식을 선택하는가에 따라 소비되는 반송동력의 종류가 상이하게 된다. 최근 건물이 고층화 대형화됨에 따라 열매를 수송하는 반송동력의 소비비율이 증대되고 있다.

(3) 외기부하

건물내 적정한 실내환경(IAQ)를 유지하기 위해서는 일정량 이상의 신선외기량이 필요하게 된다. 공기는 열매체로서 열용량이 비교적 작고 실외의 온도 실내설정온도의 차이가 크기 때문에 외기처리에 소요되는 에너지도 증가하게 된다.

3. 공조방식 대안 분석

3.1 분석대상 공조방식 선정

건물의 특성과 공조시스템의 에너지 소비요소를 고려하여 합리적이고 에너지 절약적 공조방식을 결정하는 것이 매우 중요하다. 최근 저온공조 시스템, 저속치환공조 시스템, 바닥급기 시스템, 복사냉방 및 Chilled Beam, 외기처리 전용시스템 등을 적용하여 건물의 공조에너지 절약을 도모하는 사례가 증가하고 있다. 본 연구에서는 위의 6가지 공조방식을 중심으로 적용성을 분석하였다.

3.2 공조방식 특성분석

(1) 저온공조 시스템

최근 보편화된 빙축열시스템은 기존의 냉열원 시스템에 비하여 낮은 온도의 냉수를 생산할 수 있어 기존과는 다른 시스템의 구현이 가능하게 되었다. 저온공조 시스템은 냉동기에서 생산되는 저온의 냉수를 이용하여 기존의 공조방식에서의 공기온도보다 더 낮은 온도로 급기하는 공조하는 방식이다.

(2) 저속치환공조 시스템

혼합공조방식(mixed ventilation)과는 달리, 공기의 비중차이, 즉 자연대류의 원리를 응용한 공조방식으로 신선한 공기를 낮은 영역에서 저온, 저속으로 실내로 급기하여 내부에서 발생하는 열과 오염물질을 대류효과에 의해 상부의 배기구를 통하여 배출시키는 방식이다 거주공간을 효과적으로 공조함으로써 비거주역에 대한 불필요한 냉, 난방 에너지 소비를 방지할 수 있다.

(3) 바닥급기 시스템

사무소 건물과 상업 건물의 공조를 위하여 바닥 하부 공간을 사용하는 기술이다. 사무소 건물의 access floor를 케이블 배선 공간 및 공조급기용 공간으로 사용하며 바닥면에 설치한 바닥급기구에서 공조공기를 실내로 취출한다. 바닥급기 시스템은 항상 공기가 바닥면으로부터 천장방향으로 흐르기 때문에 거주역의 온열 환경 및 공기질을 양호하게 유지할 수 있는 장점이 있다.

(4) 복사 냉·난방 시스템

천정이나 벽체에 냉각·가열된 패널(복사패널)

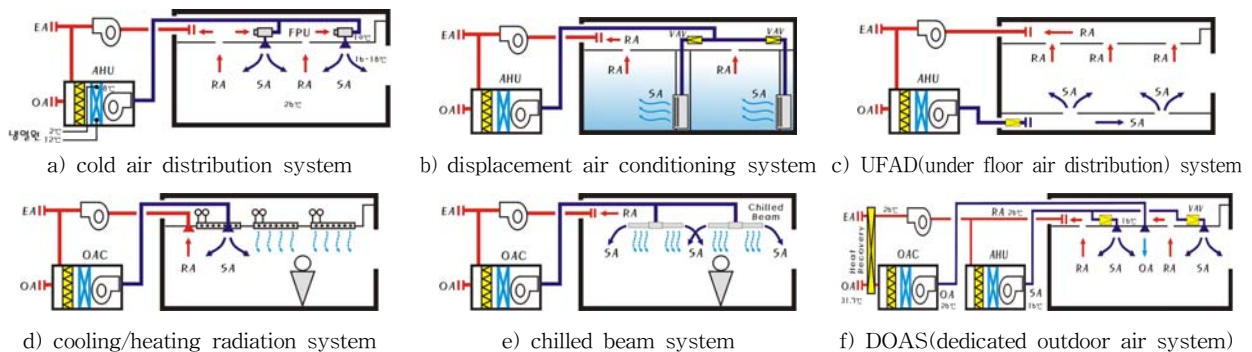


Fig. 1 Diagrams of HVAC systems.

을 설치하고 장파의 형태로 열을 방출하여 온도를 조절하고 재실자는 이 전자기파를 흡수하여 쾌적감을 느끼게 하는 냉·난방 방식이다. 현열 냉방을 위해 차가운 표면의 복사를 이용하기 때문에 전공기 시스템(all-air system)보다 더 높은 실내온도에서 쾌적해 질 수 있고 반송에너지 절감, 주간 peak time 시간대를 옮길 수 있다.

(5) Chilled Beam 시스템

인테리어 개념이 가미된 천장 패널에 덕트와 배관을 포함한 기존의 기계설비와 전기설비의 모든 공종의 공사를 집합하여 모듈화 한 것으로 천장으로 유인되는 실내공기와 노즐에서 분사되는 신선외기가 일정한 흐름을 형성하여 드래프트가 없는 쾌적한 실내환경을 제공함과 동시에 층고의 단축이 가능하고, 시공과 유지보수를 비롯한 여러 가지 측면에서 이점이 있기 때문에 유럽을 시발점으로 하여 점차 확산되고 있다.

(6) 외기전용처리 시스템 (DOAS)

실내공기질 유지를 위해 필요외기를 100% 환기 시스템을 이용하여 재실공간에 외기를 공급하고 잠열을 제어하는 방식으로 현열부하는 기준 변풍량 시스템, 팬코일 또는 천장 복사패널(CRCP)을 이용하여 제거한다. DOAS는 환기를 위한 외기처리를 분리하여 취출온도를 높일 수 있어 외기처리에 대한 공조기 코일부하를 줄일 수 있으며 외기 도입량 감소 가능성에 대한 요인을 제거하므로 항상 실내의 공기질을 일정하게 유지할 수 있다.

4. 공조방식별 에너지소비요소 분석

각 공조방식별 특성에 따른 에너지 소비요소를 분석하여 건물의 용도에 적합한 공조방식을 선정하는 것이 바람직하다. 따라서 공조방식별 개략적인 에너지 사용량을 산출하여 요소별 상관관계를 도출하는 것이 중요하다.

4.1 분석모델 및 경계조건

공조시스템의 대안을 분석하기 위하여 실무에서 정해진 개략적인 시스템 설계안을 설정하여 평가할 수 있다. 본 연구에서는 공조시스템만을

한정하였으며, 열원시스템까지 확대할 경우 분석 변수가 증가하기 때문에 공조시스템에 대한 객관적 평가가 힘들어 제외하였다. 해석모델은 각 대안별 공조시스템이 적용될 수 있는 대규모 오피스 건물의 기준층을 대상으로 하였으며 개략적인 경계조건은 Table 1과 같다. 설비와 관련된 건물의 요구부하는 건물의 용도와 성능에 따라 차이가 클 수 있으나 여기서는 그러한 차이를 고정하여 건물의 요구조건을 가정하였다.

Table 1 Case study model and building conditions

Location	Seoul	Building type	Office
Typical plan	4,000 m ²	Ceiling height	2.7 m
Building loads	Cooling: 300,000 kcal/h, Heating: 220,000 kcal/h		
System loads [4]	Cooling: 108 kcal/hm ² , Heating: 91 kcal/hm ²		
SHF [3]	0.9	Personnel	0.1 person/m ²

•System load per unit area: assume that average secondary system load data of 20-30F buildings in seoul
 •System load is included outdoor air conditioning energy

4.2 공조방식 대안설정

공조방식별 대안 설정 시 공조장비의 범위는 송풍기를 포함한 AHU, 외기조화기 및 기타 2차 측 장비로 하였다. 냉수와 온수순환펌프는 공조방식의 변화에 따라 사양이 달라질 수 있으므로 공조장비의 범위로 두었다. 공조방식별 에너지 소비요소 분석을 위한 해석모델을 기준으로 공조방식별 시스템을 선정하였으며 선정대안은 다음 Table 3과 같다.

Table 2 Boundary condition for energy estimation

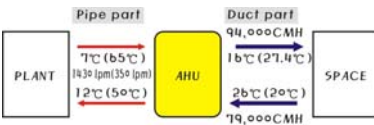
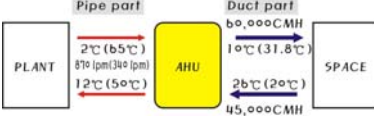
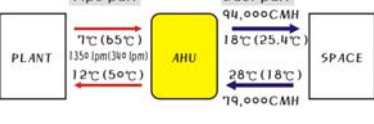
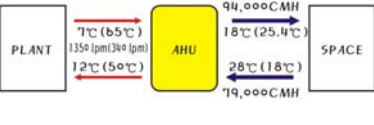
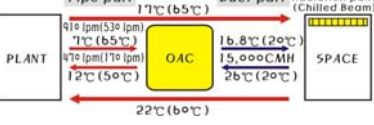
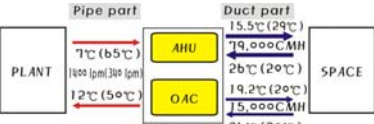
Full Load Equivalent Hour (hour/year) [4]			
	System input	Pump/fan	Cooling & Heating Period
Cooling	273	718	90 days: June 15 - September 15
Heating	294	1,206	150 days: November 1 - March 30

•Operating: 10 hours for every weekday, 6 hours for every saturday, and no operation on every sunday

4.3 공조시스템별 대안분석

공조방식별 에너지 소비요소 분석은 최대부하 범에 의해 산정한 각 시스템별 정격에너지 사용량을 기준으로 건물의 냉, 난방을 위한 에너지

Table 3 HVAC systems design for energy estimation

Energy flow diagrams of HVAC systems	Equipments set up at each systems' demand			Rated output	
<p>① Conventional all-air system</p> 	AHU input	Cooling	EAT: 26.8DB°C/19.8WB°C, LAT: 15.0DB°C/14.5WB°C	428,000 kcal/h	
		Heating	EAT: 15.0DB°C, LAT: 27.4DB°C	369,000 kcal/h	
	AHU fan	SA	Air Foil Fan: 47,000m ³ /h×104mmAq×2EA(efficiency 85%)	37.0 kW	
		RA	Sirocco Fan: 39,500m ³ /h×32mmAq×2EA(efficiency 60%)	15.0 kW	
	Pump	Cooling	Single stage volute: 1,430 L/min×35m(pump head)	15.0 kW	
		Heating	Single stage volute: 350 L/min×35m(pump head)	3.7 kW	
	OA conditioning	Cooling	Air volume: 15,000m ³ /h, EAT: 31.2DB°C, LAT: 15.0DB°C	162,000 kcal/h	
		Heating	Air volume: 15,000m ³ /h, EAT: -11.2DB°C, LAT: 27.4DB°C	180,000 kcal/h	
	<p>② Cold air distribution system</p> 	AHU input	Cooling	EAT: 27.3DB°C/20.4WB°C, LAT: 10.0DB°C/9.6WB°C	522,000 kcal/h
			Heating	EAT: 12.2DB°C, LAT: 31.8DB°C	366,000 kcal/h
AHU fan		SA	Air Foil Fan: 30,000m ³ /h×104mmAq×2EA(efficiency 85%)	22.0 kW	
		RA	Sirocco Fan: 22,500m ³ /h×32mmAq×2EA(efficiency 60%)	7.4 kW	
Pump		Cooling	Single stage volute: 870 L/min×35m(pump head)	11.0 kW	
		Heating	Single stage volute: 340 L/min×35m(pump head)	3.7 kW	
OA conditioning		Cooling	Air volume: 15,000m ³ /h, EAT: 31.2DB°C, LAT: 10.0DB°C	216,000 kcal/h	
		Heating	Air volume: 15,000m ³ /h, EAT: -11.2DB°C, LAT: 27.4DB°C	200,000 kcal/h	
<p>③ Displacement air conditioning system</p> 		AHU input	Cooling	EAT: 28.5DB°C/21.2WB°C, LAT: 17.0DB°C/16.5WB°C	405,000 kcal/h
			Heating	EAT: 13.3DB°C, LAT: 25.4DB°C	360,000 kcal/h
	AHU fan	SA	Air Foil Fan: 47,000m ³ /h×95mmAq×2EA(efficiency 85%)	30.0 kW	
		RA	Sirocco Fan: 39,500m ³ /h×32mmAq×2EA(efficiency 60%)	15.0 kW	
	Pump	Cooling	Single stage volute: 1,350 L/min×35m(pump head)	15.0 kW	
		Heating	Single stage volute: 340 L/min×35m(pump head)	3.7 kW	
	OA conditioning	Cooling	Air volume: 15,000m ³ /h, EAT: 31.2DB°C, LAT: 17.0DB°C	138,000 kcal/h	
		Heating	Air volume: 15,000m ³ /h, EAT: -11.2DB°C, LAT: 25.4DB°C	170,000 kcal/h	
	<p>④ Under floor air distribution system (UFAD)</p> 	AHU input	Cooling	EAT: 28.5DB°C/21.2WB°C, LAT: 17.0DB°C/16.5WB°C	405,000 kcal/h
			Heating	EAT: 13.3DB°C, LAT: 25.4DB°C	360,000 kcal/h
AHU fan		SA	Air Foil Fan: 47,000m ³ /h×92mmAq×2EA(efficiency 85%)	30.0 kW	
		RA	Sirocco Fan: 39,500m ³ /h×32mmAq×2EA(efficiency 60%)	15.0 kW	
Pump		Cooling	Single stage volute: 1,350 L/min×35m(pump head)	15.0 kW	
		Heating	Single stage volute: 340 L/min×35m(pump head)	3.7 kW	
OA conditioning		Cooling	Air volume: 15,000m ³ /h, EAT: 31.2DB°C, LAT: 17.0DB°C	138,000 kcal/h	
		Heating	Air volume: 15,000m ³ /h, EAT: -11.2DB°C, LAT: 25.4DB°C	170,000 kcal/h	
<p>⑤ Cooling radiation system & Chilled beam system</p> 		Energy input	Cooling	Cooling radiation panel(3,500m ²)+OAC energy input	390,000 kcal/h
			Heating	Heating radiation panel(3,500m ²)+OAC energy input	365,000 kcal/h
	OAC fan	SA	Air Foil Fan: 15,000m ³ /h×104mmAq×1EA(efficiency 85%)	5.5 kW	
		RA	Sirocco Fan: 15,000m ³ /h×32mmAq×1EA(efficiency 60%)	3.0 kW	
	Pump	Cooling	Single stage volute for radiation panel: 980 L/min×40m	16.5 kW	
			Single stage volute for OAC: 470 L/min×35m(pump head)		
		Heating	Single stage volute for radiation panel: 530 L/min×40m Single stage volute for OAC: 170 L/min×35m(pump head)	7.7 kW	
	OA conditioning	Cooling	Air volume: 15,000m ³ /h, EAT: 31.2DB°C, LAT: 16.20DB°C/16.3WB°C	140,000 kcal/h	
		Heating	Air volume: 15,000m ³ /h, EAT: -11.2DB°C, LAT: 20.0DB°C	145,000 kcal/h	
	<p>⑥ Dedicated outdoor air system (DOAS)</p> 	Energy input	Cooling	EAT: 26.0DB°C/18.7WB°C, LAT: 14.5DB°C/14.0WB°C	419,000 kcal/h
Heating			EAT: 20.0DB°C, LAT: 29.0DB°C	365,000 kcal/h	
AHU OAC Fan		SA	AHU-Air Foil Fan: 39,000m ³ /h×104mmAq×2EA(efficiency 85%) OAC-Air Foil Fan: 15,000m ³ /h×104mmAq×1EA(efficiency 85%)	35.5 kW	
		RA	AHU-Sirocco Fan: 39,500m ³ /h×32mmAq×2EA(efficiency 60%) OAC-Sirocco Fan: 15,000m ³ /h×32mmAq×1EA(efficiency 60%)	18.0 kW	
Pump		Cooling	Single stage volute: 1,400 L/min×35m(pump head)	15.0 kW	
		Heating	Single stage volute: 340 L/min×35m(pump head)	3.7 kW	
OA conditioning		Cooling	Air volume: 15,000m ³ /h, EAT: 31.2DB°C, LAT: 19.2DB°C/18.7WB°C	110,000 kcal/h	
		Heating	Air volume: 15,000m ³ /h, EAT: -11.2DB°C, LAT: 20.0DB°C	145,000 kcal/h	

사용량산출은 단일량법의 일종인 상당운전시간 (Full load equivalent hour)을 이용하여 산출하였다. 공조방식 각 대안의 연간 에너지 사용량 산정시 필요한 대안의 운전 모델과 분석결과는 Table 2, Table 4와 같다.

Table 4 The result of each HVAC systems' energy consumption

Items \ Type	Conventional all-air system		Cold air distribution system	
	Energy consumption	Rate	Energy consumption	Rate
System input	225,330 Mcal/h	1.00	250,110 Mcal/h	1.11
Fan energy	100,048 kW	1.00	56,566 kW	0.57
Pump energy	15,232 kW	1.00	12,360 kW	0.81
Outdoor air Conditioning	97,146 Mcal/h	1.00	117,768 Mcal/h	1.21
Items \ Type	Displacement air conditioning system		Under floor air distribution system	
	Energy consumption	Rate	Energy consumption	Rate
System input	216,405 Mcal/h	0.96	216,405 Mcal/h	0.96
Fan energy	86,580 kW	0.87	86,580 kW	0.87
Pump energy	15,232 kW	1.00	15,232 kW	1.00
Outdoor air Conditioning	87,654 Mcal/h	0.90	87,654 Mcal/h	0.90
Items \ Type	Cooling radiation / Chilled beam system		Dedicated outdoor air system	
	Energy consumption	Rate	Energy consumption	Rate
System input	213,780 Mcal/h	0.95	221,697 Mcal/h	0.98
Fan energy	16,354 kW	0.16	102,934 kW	1.03
Pump energy	21,133 kW	1.39	15,232 kW	1.00
Outdoor air Conditioning	80,850 Mcal/h	0.83	72,660 Mcal/h	0.75

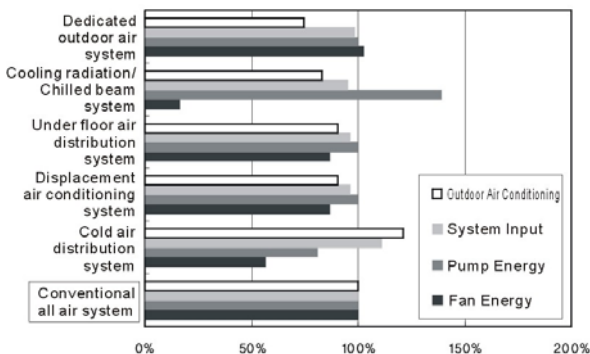


Fig. 2 Relative energy consumption by energy parameters of HVAC systems.

저온공조 시스템은 냉열원에서 저온의 냉수를 공급하여 냉수 입,출구 온도차이가 기존 시스템($\Delta T=5^{\circ}\text{C}$)보다 증가($\Delta T=10$ 이상)하게 되어 공조기의 냉수유량이 감소되며, 펌프동력 절감 및 배관경

이 감소한다. 또한 실내 측으로 공급하는 급기온도가 약 $3\sim 10^{\circ}\text{C}$ 로 풍량이 감소하여 송풍기의 용량 및 동력 감소와 덕트 크기 감소 등의 효과가 있다. 바닥급기시스템 및 저속치환공조는 온도성층이 용이하고 거주역만을 공조하는 치환공조 개념으로 급기온도를 냉방시 $2\sim 4^{\circ}\text{C}$ 높게, 난방시 $2\sim 3^{\circ}\text{C}$ 낮게 공급이 가능하기 때문에 공조기에 공급하는 냉수온도도 상승한다. 복사냉방/Chilled Beam 시스템은 물배관에 의한 에너지 수송효율이 공기보다 높으므로 반송에너지 절감이 가능하다. 냉방시에 외조기의 주된 역할은 외기도입이며, 도입 외기를 1차적으로 냉각하고 제습하여 실내에 공급하나 부하제거의 목적이 아니므로 취출온도를 실내온도 수준(실내 잠열부하는 포함)으로 높일 수 있어 외기부하의 감소가 가능하다. DOAS는 기존의 변풍량 시스템에서 부하에 따라 환기량 부족이 발생할 수 있는 문제점 해결이 가능하다. 일반 전공기 시스템의 경우 환기를 위한 외기와 부하를 제거하기 위한 공기를 함께 처리하여 취출온도가 동일하게 낮은 온도로 냉각된다. 그러나 환기를 위한 외기처리를 분리하여 외기에 대한 취출온도를 상승시켜 외기처리에 대한 공조기 코일부하를 줄일 수 있다.

Table 5 Classified energy saving items of each HVAC systems

Type of HVAC systems	Energy saving items					
	Input Energy		Moving Equip.		OAC	Free cooling
	Building	System	Pump	Fan	energy	
Cold air distribution system			●	●		
Displacement air conditioning system	●			●	●	●
Under floor air distribution system	●			●	●	●
Cooling radiation / Chilled beam system	●	●		●	●	
Dedicated outdoor air system		●			●	

4.4 에너지 절약적 공조방식 선정

건물의 특성을 고려한 에너지 절약적인 공조방식을 선정하기 위해서는 공조방식별 절약요소와 함께 건물의 특수성 및 계획 방향을 고려한 종합적인 상관관계가 규명되어야 한다. 첫째, 계획하고

자 하는 건물의 수직적/수평적 규모를 고려하여 건물에 따른 대응성을 분석한다. 둘째, 건물의 특성을 기준으로 에너지 절감이 가능한 항목들을 도출한다. 여기에는 공조시스템의 물계통과 공기계통으로 구분되며 이러한 항목들은 다시 에너지 관련 요소인 ①입력 에너지, ②반송동력 및 ③외기부하로 분류될 수 있다. 그 다음단계로 에너지 요소에 대한 공조방식별 분석을 통해 공조방식을 선정한다. 4.3에서 분석된 공조방식별 에너지요소 비교는 상대적인 패턴을 보여주는 결과이며 건물의 수직적 높이, 수평적 넓이 및 건물부하의 현 열비에 따라 그 비율은 변할 수 있다. 마지막으로 공조시스템 분산도를 고려하여 공급방식을 결정한다. 특히 대규모 건물에 있어서 열매체를 어떻게 공급하는가가 에너지 사용량의 큰 요소가 될 수 있다.

5. 결 론

본 연구는 건물의 공조시스템 초기선정단계에서 에너지 소비에 영향을 미치는 요소를 파악하고 대규모 건물의 특징을 고려한 에너지 절약적인 설비시스템 선정 및 설계로 유도하는 방향을 제시하였다. 공조방식별 에너지 소비요소를 파악하고 건물의 특성을 고려한 공조방식을 적용하는데 기초 자료로써의 의의가 있다. 연구의 결과는 다음과 같이 요약할 수 있다.

(1) 공조시스템의 에너지 관련요소는 크게 입력 에너지(열입력), 반송동력 및 외기부하로 구분되며 각 요소는 공조방식에 따라 에너지 절약방안 또는 소비항목이 동시에 될 수 있다.

(2) 최근 저온공조, 저속치환공조, 바닥급기, 복사냉방 및 Chilled Beam, 외기처리 전용시스템 등을 적용하여 대규모 건물의 공조에너지를 절약하는 사례가 증가하고 있으며 각 시스템별로 에너지소비 요소의 특수성을 고려하여 부하제거 효율, 입력에너지, 시스템부하, 배관/덕트계통 등으로 구분되는 각각의 에너지 흐름이 정의된다.

(3) 이러한 에너지 흐름의 분석은 관련되는 요소간의 에너지소비 정도에 따라 설계자가 공조방식 선정에 객관적인 프로세스를 제공할 수 있다.

(4) 또한 대규모 건물의 에너지 절약적 공조시스템계획은 공조시스템 분산도, 공조방식별 에너

지요소와 건물의 특성을 고려하여 종합적인 사전 분석이 선행되어야 한다.

이상의 연구결과를 종합하여 대규모 건물의 에너지 절약적 공조시스템계획을 위해 사전에 확인되어야 할 사항을 개략적으로 도출하였다. 일차적으로 특정 공조시스템을 중심으로 진행되었으나 향후 열원시스템, 건축분야를 포함한 통합적인 연구가 필요하다.

참 고 문 헌

1. Hong, H. G., Kwon, B. Y., 2005, HVAC system to lower the conveyance energy and control fresh-air flow rate quantitatively, Proceedings of the SAREK 2005 HARFKO Meeting
2. Huh, J. H., Kwon, H. S., 2006, A Case Study on the Building Energy Savings through HVAC System Optimization Process, Journal of SAREK of Korea, Vol.18 No.5
3. Kum, J. S., Kim, D. K., 2007, Big Temperature Difference Air Conditioning System Present condition and prospect, Proceedings of the SAREK 2007 Summer Annual Conference
4. Jung, J. L., Lee, K. H., 2003, Evaluation of Alternatives for Building Service Systems in High-rise Building based on Life Cycle Cost Analysis, Journal of the Architectural Institute of Korea, Vol.19 No.1
5. Steve M. Miller, 2006, Calculation Tools for the Ventilation Rate Procedure, ASHRAE Journal, November 2006
6. Peter Rumsey, 2007, Chilled Beams in Labs, ASHRAE Journal, January 2007
7. John Dieckmann, 2003, Dedicated Outdoor Air Systems, ASHRAE Journal, May 2003