

# 한국전력공사 신사옥건립 기계분야 기본설계사례

엄 태 윤

(주)한일엠이씨 한일기술연구소 부소장(taeyun.aum@himec.co.kr)

이 승 주

한국전력공사 사옥건설처 본사건립팀 차장(leesju@kepco.co.kr)

이 병 주

(주)한일엠이씨 전략설계본부상무(byeongjoo.lee@himec.co.kr)

지중축냉시스템, 흡수식히트펌프, 천장형복사패널+바닥급기 공조방식 등의 획기적 에너지절약 시스템을 반영한 한국전력공사 신사옥건립 기계분야 기본설계 사례를 소개하고자 한다.

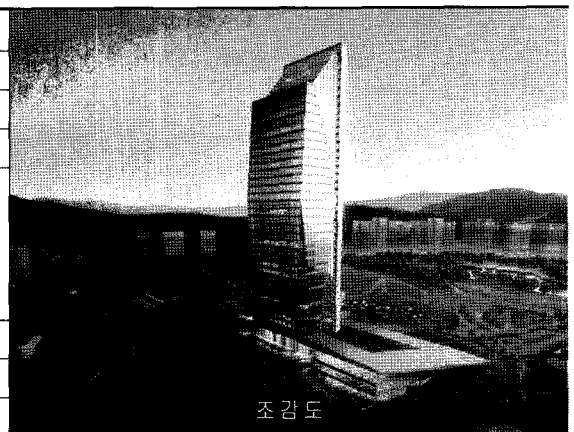
## 머리말

한국전력공사 신사옥 건립을 위한 기본설계는 국

내 대표적인 에너지 공기업의 위상제고를 목적으로 에너지절약적 설계가 강하게 요구되었다. 이 때문에 건축, 기계, 전기 등을 포함한 전 분야의 목표가 높은 에너지절감을 달성이었다. 기계설비 분야에서는 기존 시스템과 차별화되는 지중축냉 시스템, 흡수식히트펌프, 천장형복사패널+바닥 급기 공조방식 등의 에너지절약적 시스템을 반영 하여 건물의 저에너지화에 기여하였다.

<표 1> 건축개요

대지위치	전라남도 나주시 금천 산포면 일원
대지면적	149,372 m <sup>2</sup>
용 도	업무시설, 정보통신시설
건축면적	15,053 m <sup>2</sup>
연 면 적	업무시설 : 82,199 m <sup>2</sup> 전력통합관리센터 : 8,052 m <sup>2</sup> 보육시설 : 1,109 m <sup>2</sup> GEP파빌리온 : 1,390 m <sup>2</sup> 관리동 및 경비동 : 471 m <sup>2</sup>
층 수	지하 2층, 지상 31층
구 조	철골철근콘크리트 구조
주차대수	885대(지상 : 647대, 지하 : 238대)





<표 2> 외기 온습도 조건

구 분	외기조건			실내온습도 설계 조건			
	건구온도	습구온도	상대습도	업무공간		전력통합물관리센터 향온향습실	
				건구온도	상대습도	건구온도	상대습도
하절기	31.8℃	26℃	63%	26℃	50±5%	20~25℃	40±5%
동절기	-6.6℃	-7.71℃	70%	20℃	40±5%		

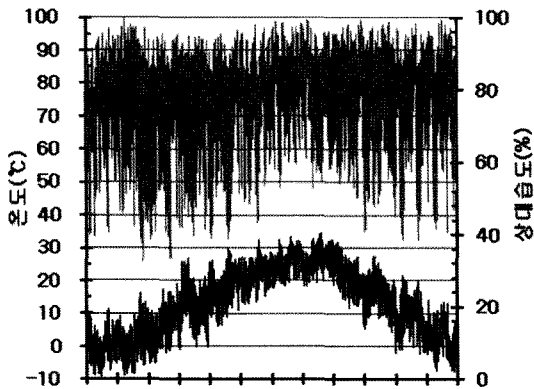
본 기사에서는 국내 대규모 업무시설에 처음 적용되는 지중축냉시스템, 흡수식히트펌프, 복사패널+바닥급기 병합 공조방식 등의 개요를 포함하여 한국전력공사 신사옥의 기본설계에 반영된 기계분야의 주요 설계사항에 대해 소개하고자 한다. 한국전력공사 신사옥은 전남광주 혁신도시 내에 건립계획되고 있으며, 건축개요는 표 1과 같다.

**설계조건**

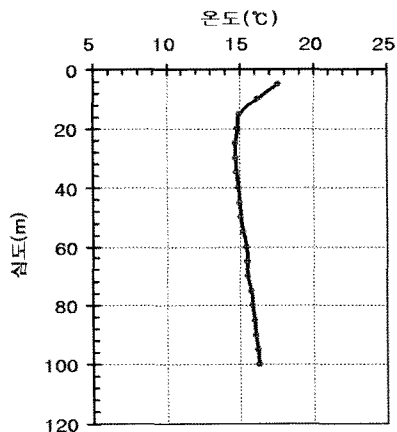
본 사옥은 전남광주 혁신도시지구 내 149,372 m<sup>2</sup>를 사업부지로 계획되어, 집단에너지 의무사용, 건축법을 포함한 관련법규를 준수하는 것은 물론, 특히 건축법 제66조 '건축물의 에너지효율등급 인증'의 반영을 위해, 에너지효율등급 1등급(연간 에너지소비량 300kWh/m<sup>2</sup>이하)을 취득할 수 있는 에너지절약 설계가 요구되었다.

건물부하 산정 및 장비용량 결정에 필요한 지역 외기 온습도 조건은 국토해양부고시 제2010-371호 건축물 에너지절약 설계기준의 [별표 6] '냉·난방장치의 용량 및 계산을 위한 설계 외기 온습도'를 참조하였다(표 2 참조). 또한 에너지 절약적인 시스템을 도입하기 위해, 그림 1과 같은 지역의 온습도 변화 등을 고려하였다. 업무공간의 실내 온습도 설계조건은 하절기 26℃, 50±5%, 동절기 20℃, 40±5%으로, 연중 냉방부하가 큰 전력통합물관리센터 향온향습실의 실내 온습도 설계 조건은 20 ~ 25℃, 40±5%으로 반영되었다.

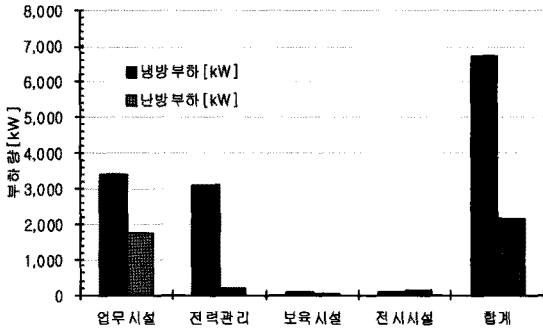
지중축냉시스템 및 지열원히트펌프의 도입과 관련된 지반의 열전도도는 2.49 W/mK으로 확인되었으며, 토층구조는 표토층(17 m), 화강암풍화대(3 m), 흑운모화강암(130 m)의 순으로 형성되어 있다. 공내 온도는 그림 2와 같이, 심도가 깊어질수록 일정하게 상승하여 100 m 지점이 16.32℃로 확인되었고, 대수층이나 파쇄대의 발달은 미약한



[그림 1] 외기온 및 상대습도의 연변화



[그림 2] 심도에 따른 지중온도(시험천공 결과)



[그림 3] 최대냉난방부하

조건이었다.

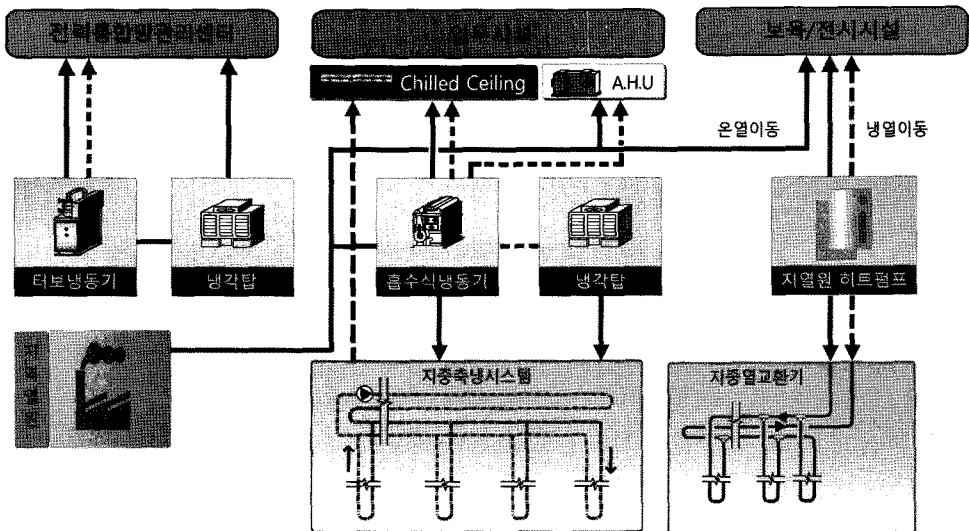
본 시설의 시설별 시간당 최대 냉난방부하는 그림 3과 같다. 본관동(최대냉방부하 3,393 kW, 최대난방부하 1,768 kW)과 전력통합관리센터(최대냉방부하 3,132 kW, 최대난방부하 203 kW)는 냉방부하가 난방부하보다 월등히 큰 것이 특징이다. 업무시설이 냉방부하가 큰 것은 고단열외피 적용과 일사취득량 등이 난방부하에 반영되었기 때문인 것으로 이해될 수 있으며, 지하2층 지상1층인 전력통합관리센터는 외피부하 보다 전산부하가 큰 이유 때문인 것으로 사료된다. 보육시

설과 전시시설의 냉난방부하는 작은 시설규모에서 알 수 있듯이, 전체부하에서 차지하는 비율이 작다.

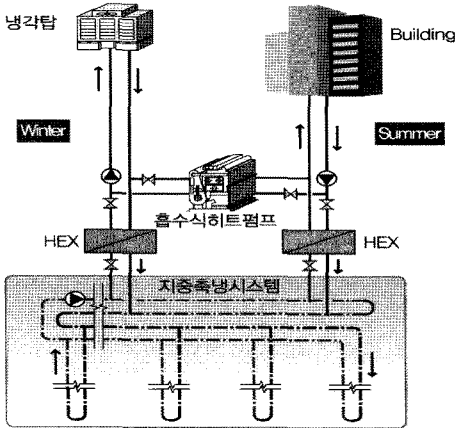
### 열원설비 시스템

열원공급은 시설의 특성 및 건물동 구분을 고려하여 업무시설, 전력통합관리센터, 보육/전시시설로 구분되었다(그림 4 참조). 업무시설의 냉열공급은 지중축냉시스템(복사패널용)과 흡수식냉동기(공기조화기용)로 계획되어 냉방용 에너지소비를 절감하였다. 업무시설의 온열공급은 흡수식냉동기(복사패널용)와 지역열원(공기조화기용)으로 계획되어 지역열원에만 의존하는 방식에 비해 난방에너지 소비량을 상당량 줄일 수 있었다. 전력통합관리센터는 전산계통의 열원신뢰성을 고려하여 터보냉동기(냉열원)와 지역열원(온열원)으로 열원공급이 계획되었으며, 소규모인 보육/전시시설은 업무시설과 별도로 형성된 점 등을 고려하여 지역원히트펌프로 냉난방공급이 가능하도록 열원시스템이 구성되었다.

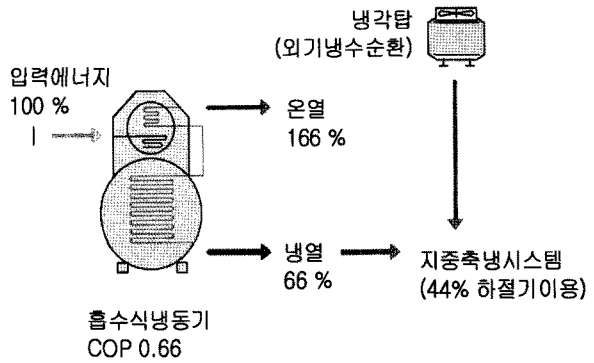
국내 최초로 계획된 지중축냉시스템은 지중의 축열성능을 이용하여, 동절기 외기가 갖고 있는



[그림 4] 열원공급 개념도 (실선:동절기, 점선:하절기)



[그림 5] 지중축냉시스템의 동하절기 운전개념



[그림 6] 흡수식히트펌프 운전효율 개념

냉열을 외기냉수순환으로 지중에 축냉하고, 하절기 냉방에 활용하는 계간축열 시스템이다. 지중축냉시스템의 기본적인 운전개념은 그림 5에 나타내는 바와 같고, 그 축냉효율은 동적 열해석 시뮬레이션 수행 결과 66%로 확인되었다. 즉, 지중축냉시스템은 동절기 미활용에너지를 66%의 효율로 하절기 냉방에너지원으로 이용 가능하기 때문에, 전기식냉동기 운전에 비해 수배의 에너지절약 효과가 있다고 할 수 있다. 이와 같은 시스템의 에너지절약 효과는 문헌1), 2)를 통해서도 보고된 바 있다.

또한 업무시설의 난방에너지를 획기적으로 줄일 수 있는 흡수식히트펌프는 흡수식냉동기의 냉각

수축 온열을 난방용으로 이용하는 방식으로 그림 6과 같이 지역열원의 난방에너지 이용 효율을 1.66배(COP 0.66의 경우) 정도 높일 수 있다. 이에 더하여, 난방운전 시 생산되는 잉여냉열을 지중에 축냉하여 하절기 냉방에너지로 이용할 수 있게 함으로써 에너지 이용효율을 지역열원 직접이용 대비 약 2.1배 향상시킬 수 있다.

### 공조/환기설비 시스템

주요 실별 공조시스템은 표 3과 같이 선정되었다. 특히 전체시설의 많은 비율을 차지하는 업무시설의 공조방식은 천장형복사패널로 현열을 처

<표 3> 주요실의 공조/환기 방식

건물명	주요 실명	공조방식	급기/배기 위치	비고
업무시설	업무실	천장복사패널 + VAV	바닥급기/천장배기	-
	회의실	CAV+FCU(외주부)	천장급기/바닥배기	CAV UNIT 적용
	대강당	CAV	바닥급기/천장배기(객석부)	객석부와 무대부 구분
전력통합관리	향온환습실	CAV	바닥급기/천장배기	향온환습기 설치
	업무실	CAV	천장급기/바닥배기	-
보육시설	보육실	복사냉난방 + CAV	천장급기/천장배기	천장복사패널(냉방) 바닥복사(난방)
전시시설	전시실	CAV	천장급기/천장배기	-

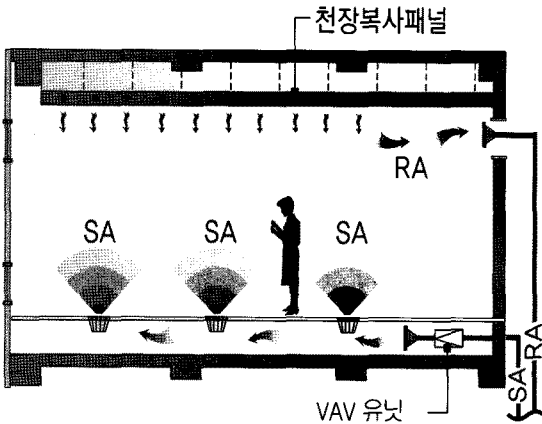


리하며, VAV의 바닥급기를 통하여 잠열처리를 담당하도록 하여 실내 쾌적성 향상과 함께 에너지 소비량을 절감할 수 있도록 계획되었다. 업무시설 내부존의 자연환기 성능을 향상시킬 목적으로 자연환기 루트로 이용될 수 있는 열덕트, 급기 및 배기 환기샤프트를 설치하여 공조에너지 절감을 도모하였다(그림 7 참조). 전력망통합관리센터의 향온향습실은 전산부하의 효율적 처리를 위하여 CAV의 바닥급기/천장배기 방식이 선정되었다(그림 8 참조). 또한 배기열을 회수하여 공조기의 외기부하를 줄일 수 있는 전열교환기와 실내 공기질 유지에 적절한 외기량 조절이 가능한 IAQ댐퍼를

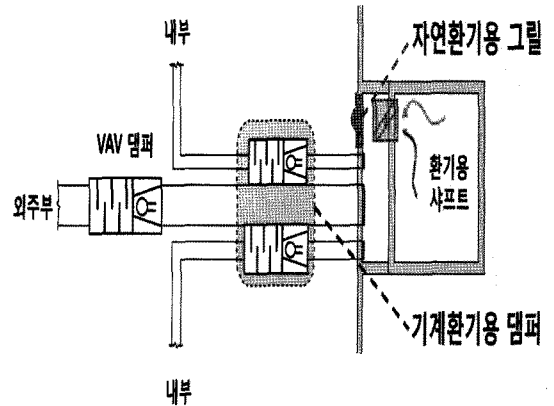
적용하여 공조에너지 소비를 최소화하였다.

### 물공급 시스템

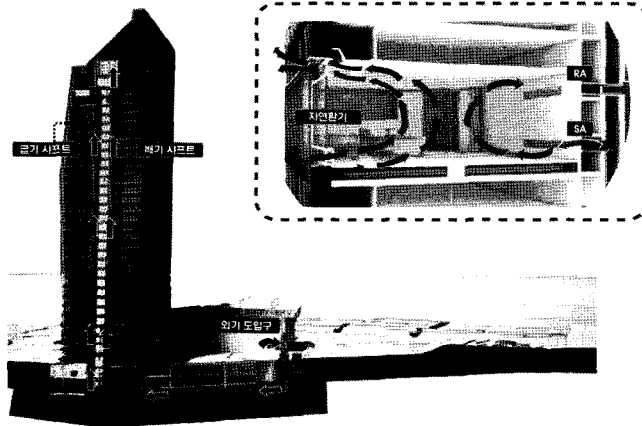
본 시설의 급수방식은 고층부와 저층부로 구분한 고가수조(고층부) 및 부스터(저층부) 병용방식을 적용하여 단수/단전 시에도 일부기능이 유지되도록 계획되었다. 시설전체의 물공급 시스템은 그림 9에 나타내는 바와 같이 물사용 용도를 고려하여 상수·우수·중수를 이용할 수 있도록 계획되었다. 특히, 우수 이용 시설(750 TON)은 주로 조경용수를 담당하며, 중수처리시설(200 TON)은



a) 공조방식 개념

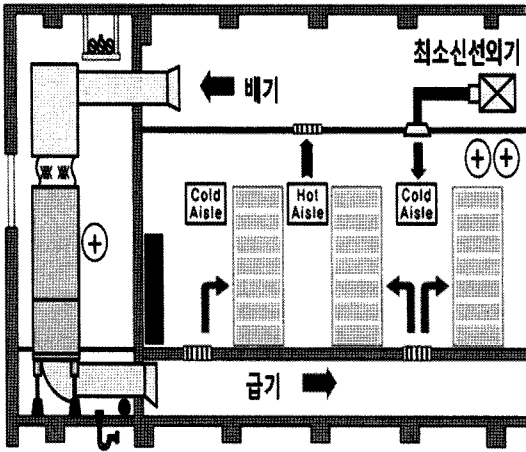


b) 환기조절 기구설치 위치

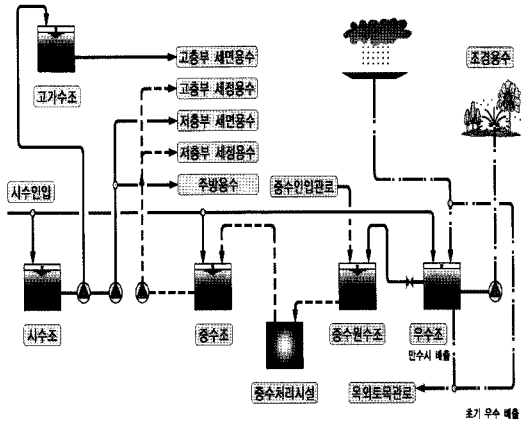


c) 자연환기의 단면상 개념

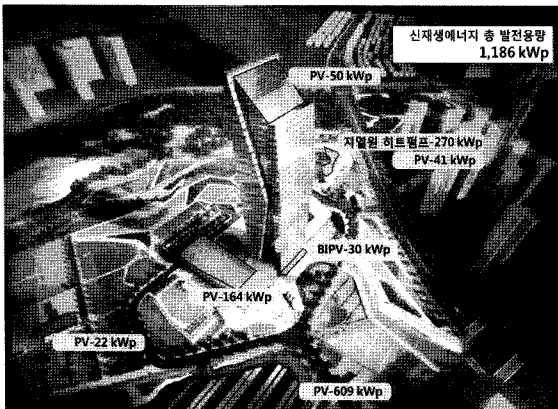
[그림 7] 업무공간 공조방식



[그림 8] 전력통합관리 향온합습실 공조방식



[그림 9] 물공급 시스템 개요



[그림 10] 태양광발전 설비 설치위치

<표 4> 태양광발전 설비 설치위치별 용량

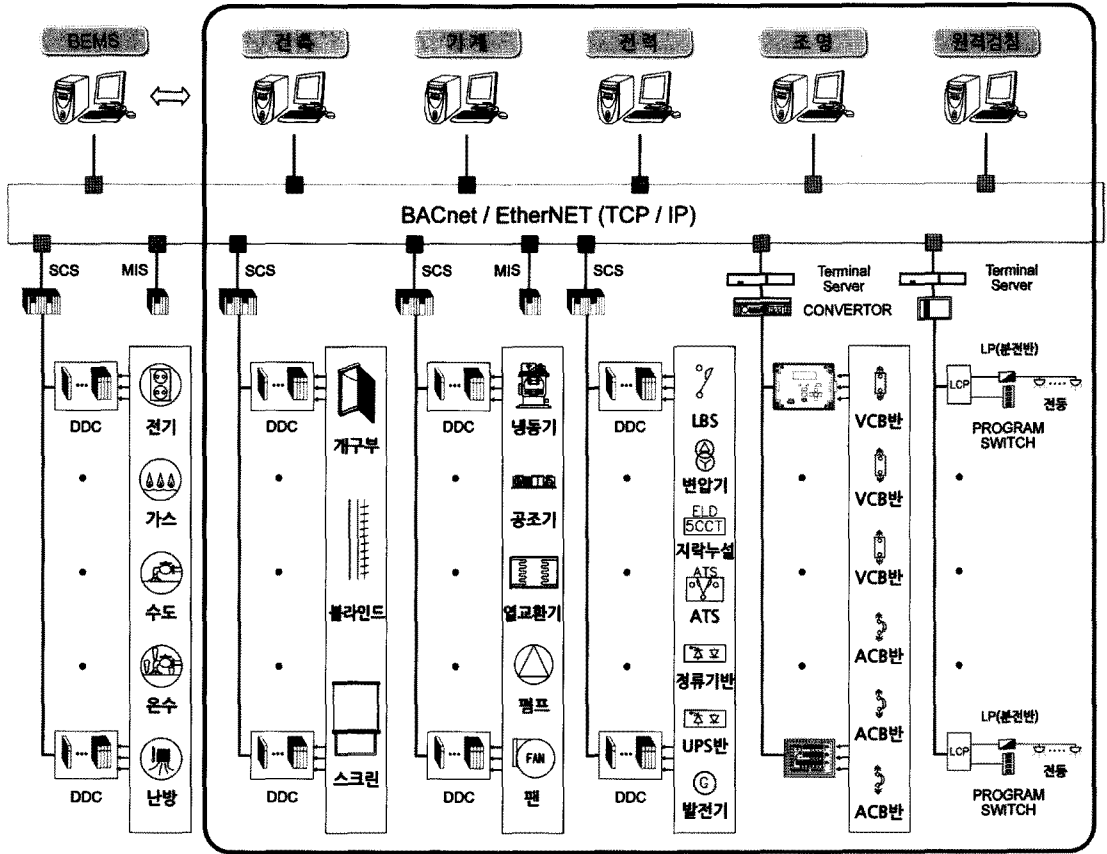
구분	설치위치	용량 (kW)	소계	설치 용량	
옥상 PV	타워 옥상	50	80	240W x 3816 개	
	3층 캐노피	30			
PV	에너지센터 주차장	609	836		
	체육 관리동	22			
	GEP	41			
	대강당옥상	164			
합계		916 kW			-

세정용수를 담당하도록 계획되어 전체 물 사용량을 절감할 수 있도록 하였다. 급탕은 지역열원을 열원으로 이용하여 주방 및 화장실 등의 소요처에 공급될 수 있도록 계획되었다.

### 태양광발전 설비

본 시설의 에너지사용량 절감을 위한 추가적인 방안으로 916 kW 규모의 태양광발전 시스템을 적

용하였다. BIPV(Building Integrated Photovolta)는 타워옥상의 50%에 해당하는 면적에 설치하였고, PV는 옥외 주차장 상부 및 기타 건물 상부에 설치하였다(그림 10, 표 4). 특히, 주차장의 태양광 PV 시스템은 보행자의 시선과 주차장의 채광과 차광에 대한 특성을 고려하여 디자인되었으며, 향후 전기차 충전기 추가 설계 적용이 편리할 수 있도록 분산형시스템이 적용되었다.



[그림 11] 자동제어시스템 개요

### 자동제어설비 시스템

앞서 기술한 저에너지형 시스템계획과 함께, 시스템의 효율적 운용을 담당하는 자동제어설비시스템은 건물의 에너지절감 실현에 필요한 중요한 요소이다. 본 시설의 자동제어설비의 특징은 그림 11과 같이 건축, 기계, 전력, 조명, 원격감침 등을 유기적으로 제어할 수 있는 시스템을 구축한 것이며, 최상의 시스템 운영과 유지관리상의 에너지 낭비 최소화가 될 수 있도록 BEMS(Building Energy Management System)을 도입한 것이다.

특히 본 건물의 경우, 건물사용에너지를 최소화하기 위한 특징적인 사항으로 자연 환기 및 자연 채광의 이용이 가능한 건물외피(개구부, 블라인드

드)의 상태제어, 지중축냉시스템과 흡수식히트펌프의 합리적 운영을 위한 제어, 복사패널과 바닥 급기방식의 안전성 및 에너지효율성 향상을 위한 제어, 그 외 기계시스템, 조명 및 전력 제어 등이 통합적으로 설계 반영되었다.

### 맺음말

한국전력공사 신사옥 기본설계에서는 국내 업무 시설 최초로 에너지절약적인 공조시스템인 복사패널+바닥급기 병합 공조방식과 지중축냉시스템, 흡수식히트펌프 등을 연계한 획기적인 에너지절감형 냉난방시스템이 계획되었다. 이 시스템들은 건축외피성능 및 실 사용특성 등에 의해 결정되는



건물 요구에너지량에 대해, 시스템의 효율을 최대화하는 방법으로 에너지사용량의 최소화에 노력한 보기 드문 사례로 볼 수 있다. 이와 같은 시스템이 한국전력공사 신사옥에 도입되어 실현된다면, 해당시설의 에너지절약에 많은 기여를 할 것으로 생각된다.

마지막으로 향후 국내에 계획되는 업무시설의 설계단계에서 본 기사에서 소개한 새로운 시스템들이 검토되는 것을 기대해 본다. 이상 한국전력공사 신사옥 기본설계에 적용된 시스템은 기본설계 진행을 통해 설계 반영된 사항이며, 이는 앞으로 실시설계의 방향을 결정하는 기준이 아님을 밝혀둔다.

## 참고문헌

1. 임태윤, 이수연 : 지중의 축열 특성을 이용한 냉방시스템에 관한 연구, 대한설비공학회 2010 하계학술발표대회 논문집, pp. 605-610, 2010/6.
2. Nordic Energy Research, Pre-Design Guide For Ground Source Cooling Systems with Thermal Energy Storage, EU Commission SAVE programme & Nordic Energy Research, Soil Cool / Re kyl project, 2004/10. 