

세종시 정부청사 2-2구역 건립공사 기계설비 시스템 계획

이창근 | 편집위원

(주)목원엔지니어링 기술연구소(mw9548@chol.com)

박기범 |

(주)목원엔지니어링 기술연구소(arsa5989@naver.com)

서론

수도권 과밀화로 인한 고비용을 해소하고 수도권과 지방의 양극화를 해소하고자 계획된 세종특별자치시는 행정기능을 중심으로 교육, 문화, 복지 기능이 어우러진 자족형 복합도시로서 2015년 이전을 목표로 정부청사, 상업지구, 주거지구, 교육시설 등이 건설 중이다. 이중 총 36개 기관이 이전하게 되는 세종시의 핵심시설인 정부청사 중 지식경제부, 교육과학기술부, 문화체육관광부가 이전하게 될 세종특별자치시 정부청사 2-2구역은 “새롭고 미래지향적이며 앞서가는 청사, 개방적이며 친근한 열린 청사, 환경을 배려하는 지속 가능한 청사, 편리하고 안전하며 효율적인 청사”를 기본방향으로 계획되었다.

본 시설은 사무시설과 관람집회시설(회의실, 강당, 다목적홀), 후생복지시설 및 유지관리시설로 구성되어 있다. 시설별, 부서별로 용도 및 사용시간이 상이하여 부하패턴에 대한 분석 및 그에 따른 시스템 구성이 요구된다. 본 문에서는 세종시

정부청사 2-2구역에 적용된 주요 열원, 공조, 위생, 소화설비 및 에너지절약, 친환경기법 등에 대해 소개하고자 한다.

건축개요

주요사항

- (1) 사업명 : 세종시 정부청사 2-2구역 건립공사
- (2) 발주기관 : 조달청
- (3) 위치 : 충남 연기군 남면 종촌리 일원
- (4) 대지면적 : 75,546 m²
- (5) 연 면 적 : 120,562 m², 지하1층/지상7층
- (6) 주요시설 : 업무시설, 회의실, 강당(500석), 다목적홀, 소산시설 등
- (7) 주변 유틸리티 현황(표 1 참조)

<표 1> 주변 유틸리티 현황

상수도	상수도 공급지역 : 저층부 시직수 공급
도시가스	중부도시가스에서 저압으로 공급
지역열원	지역냉난방 의무고시지역



[그림 1] 조감도

<표 2> 층별 용도

위 치	용 도
지하 1층	기계실, 방재센터, 주차장, 소산시설 등
지상 1층	로비, 민원실, 강당, 종합매장 등
지상 2층	강당, 청사관리사무실 등
지상 3~7층	업무시설, 회의실, 다목적 홀, 식당 등

지를 절약했다.

또한 하수열에너지, 영구배수 등의 미활용에너지를 활용하여 이산화탄소 배출량을 절감하고 냉난방에너지를 절약하였다.

건축조감도 및 용도 - 그림 1, 표 2 참조

설계기본방향 및 조건

설계 기본방향

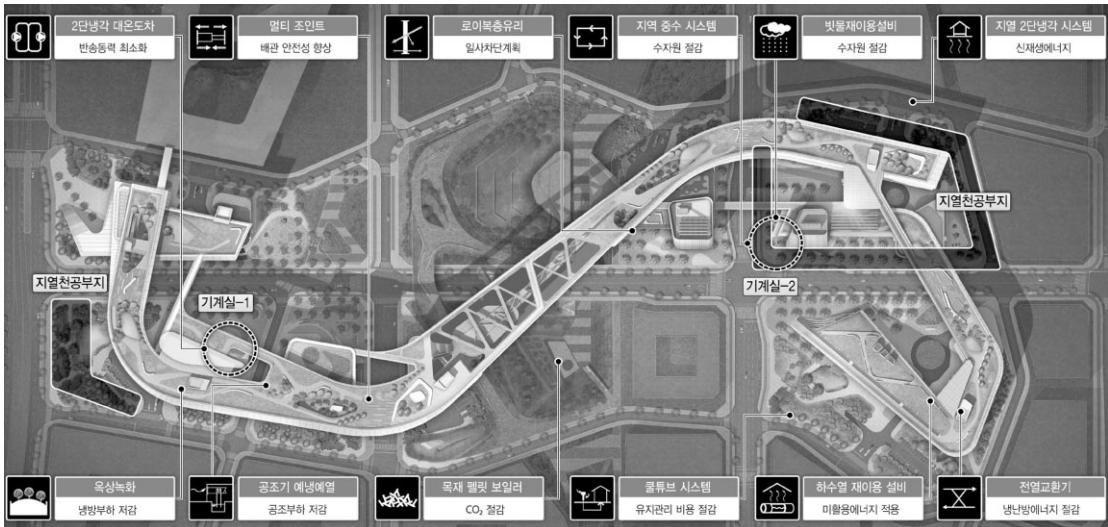
본 시설은 그림 2와 같이 화석에너지 수요를 최소화하기 위해 지역난방 및 신재생에너지를 적극 활용하여 2단 대온도차, 지열의 극대화, 반송동력 최소화, 친환경 저에너지 시스템을 통해 에너

설계 조건

설계 시 적용한 외기 온·습도 조건은 「건축물의 에너지절약설계기준」에서 진주 기준에 따라 적용하였으며 실내 온·습도 조건은 대한설비공학회 「설비공학 편람 제2권 공기조화설비」와 국토해양부 고시 제2008-652호를 참고하였다(표 3 참조).

열원설비 계획

본 시설은 업무시설과 후생복지시설, 유지관리시



[그림 2] 설계 기본방향



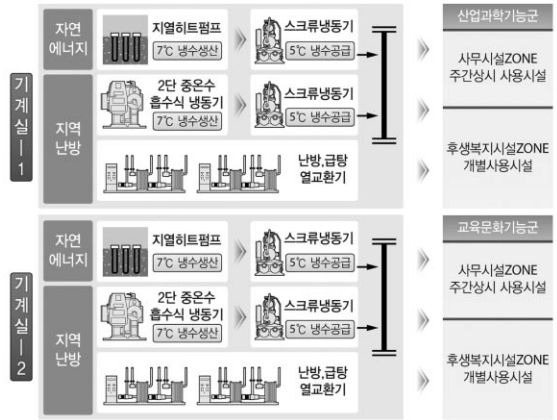
<표 3> 외기 온·습도 조건

계절	조건	온도		습도	
		건구온도 (°C)	습구온도 (°C)	상대습도 (% RH)	엔탈피 (kcal/kg')
여름		31.6	26.3	66.2	0.0195
겨울		-8.4	-9.2	76	0.0014

설로 구분되며 주간사용이 많은 업무시설에는 지역열원과 신재생에너지인 지열히트펌프를 적용되었으며 간헐적 사용이 많은 강당, 회의실에는 개별열원을 적용하였다. 열원시스템의 구성은 그림 3과 같다.

냉온열원의 경우 이용시간 및 운영특성을 고려한 열원 공급조정으로 최적의 장비운용계획을 수립하여 안정적 열원공급 및 연간운전비 절감을 이루었으며 특히 주간상시 사용시설인 사무실존에 저부하 발생시 친환경에너지인 지중열원을 적용하여 냉난방을 공급하므로써 부분부하 대응성을 향상하고 탄소배출량을 절감했다.

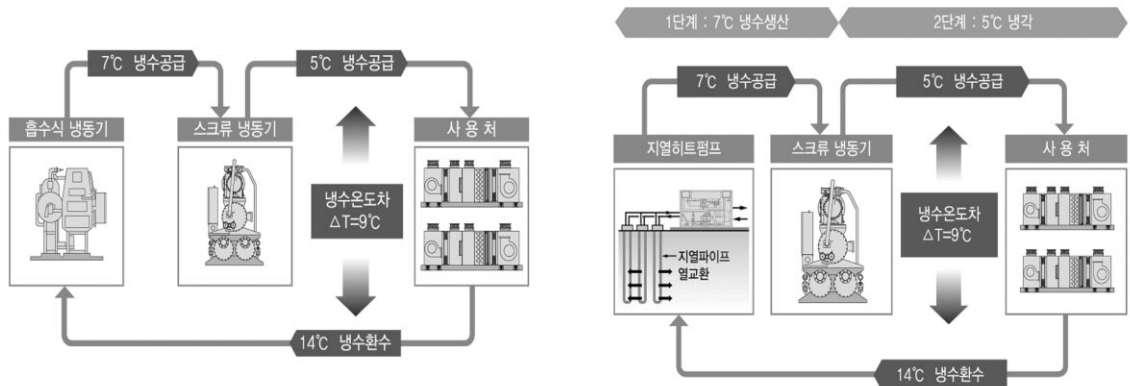
또한 건물배치특성을 고려하여 반송에너지를 절약하기 위해 그림 4와 같이 대온도차 냉수공급 시스템을 적용하였다. 특히 흡수식냉동기와 스크류 냉동기를 통한 2단 대온도차($\Delta t=9^{\circ}\text{C}$)시스템과 지열히트펌프+스크류냉동기를 통한 2단 대온



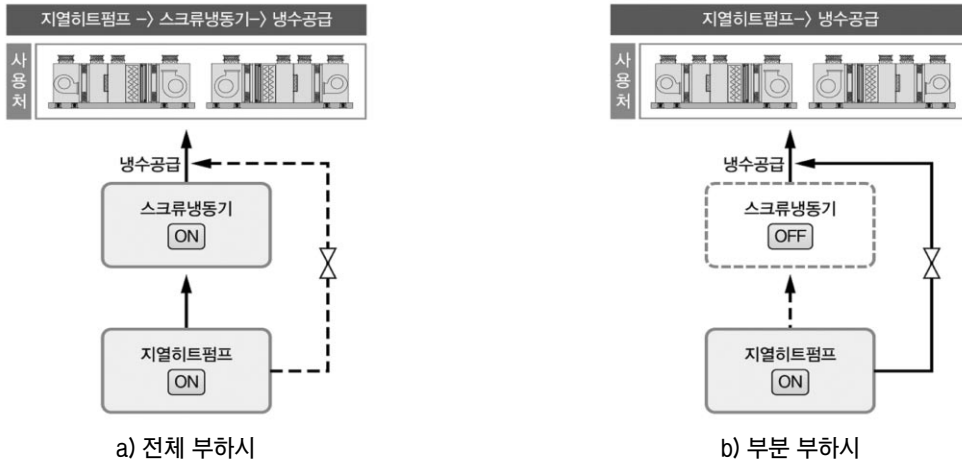
[그림 3] 열원공급 흐름도

도차($\Delta t=9^{\circ}\text{C}$)시스템을 적용하여 장비 및 배관경을 축소하고 비상시 백업열원을 확보했다.

그림 5와 같이 부분부하 발생시에는 지열히트펌프로 난방열원을 공급하여 운전비를 절약하고 전체부하 발생시 스크류냉동기와 지열히트펌프를 운전하여 부하에 대응하므로써 부하변동에 따른 열원운영계획으로 운전비를 절감하고 운전효율을 향상했다. 단 지역열원을 이용한 냉난방의무고시지역으로서 스크류냉동기 적용여부는 실시설계시 관계부처 및 발주처와 협의 후 반영할 예정이다.



[그림 4] 2단 대온도차($\Delta t=9^{\circ}\text{C}$) 냉수공급



[그림 5] 효율적인 열원운영계획

공기조화설비 계획

기본방향

공조조닝은 그림 6 및 표 4, 표 5와 같이 실의 용도 및 기능, 온·습도 조건, 사용시간대, 부하특성 등을 고려하여 구분하였다.

특히 단순 층별 공조조닝이 아닌 이용자의 특성을 면밀히 분석하여 부서별, 용도별 운영특성에 따른 분리조닝으로 공조조닝에 반영함으로써 에

너지를 절약하고 시스템 운전효율을 향상했다.

또한 오염공기의 확산방지 및 건물 전체의 충분한 환기 등을 고려하여 본 설계를 계획하였다.

주요 실별 공조방식

업무시설

주간운영시설인 업무시설은 시간별, 부서별 공조조닝을 구분하고 일사로 인한 실내 냉방부하상승

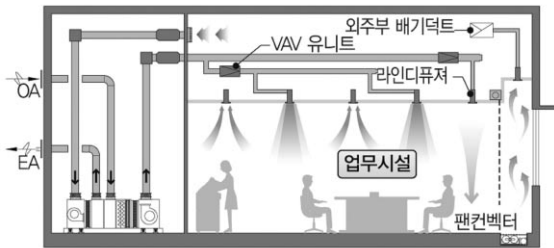


[그림 6] 실별 특성에 따른 공조조닝 계획 (산업과학기술연구원 공조 조닝)



<표 4> 시간대별 공조조건

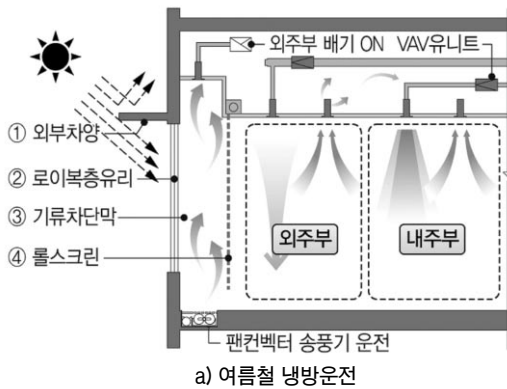
구분	운영시간	공조시스템
업무시설	10시간	AHU(VAV)+팬컨벡터
회의실	간헐	EHP+환기유닛
문서고, 전산실	24시간	공랭식 항온항습기
보육실	10시간	복사 냉난방
강당	간헐	AHU(상부급기+측벽배기)
다목적홀	간헐	제트공조기+기류유인팬
식당	10시간	AHU(CAV)
온실	24시간	컨벡터+급배기



[그림 7] 업무시설 공조시스템 개념도

을 차단하고자 그림 7과 같은 Skin Air Barrier 시스템을 적용하였다.

준별 부하대응성이 우수한 VAV시스템을 적용



a) 여름철 냉방운전

일사부하 저감을 위한 4단계 일사차단 대책

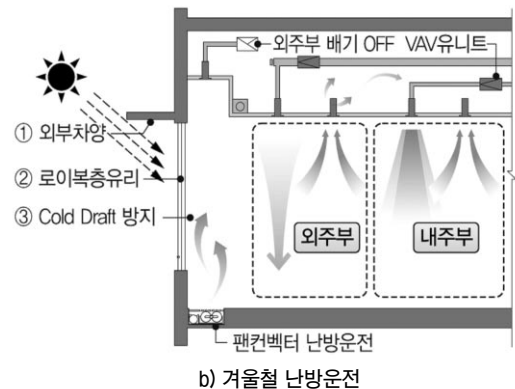
- ①차양 ②로이복층유리 ③기류차단막 ④롤스크린

<표 5> 실내 온·습도 조건

구분	하계		동계	
	건구온도 (°C)	상대습도 (%)	건구온도 (°C)	상대습도 (%)
사무실	26	50	20	40
회의실	26	50	20	40
강당	26	50	20	40
다목적실	26	50	20	40
식당	26	50	20	40
휴게실	26	50	20	40
은행, 우체국	26	50	20	40
체력단련장	26	50	20	40
보육시설	26	50	20	40
온실	18 이상	-	20	-
화장실	-	-	18	-

하였으며 외주부를 별도조닝하고 로이복층유리와 배기덕트를 적용하여 외주부에서 발생하는 냉방부하를 차단했다. 더불어 외주부에 매립형 팬컨벡터를 설치하여 콜드드래프트를 방지했다.

그림 8과 같이 Skin Air Barrier 시스템의 4단계 일사차단대책을 통해 여름철에는 일사부하를 차단하고 외주부의 고온기류를 배기덕트를 통해 배기하여 냉방부하를 절감하고 겨울철에는 일사



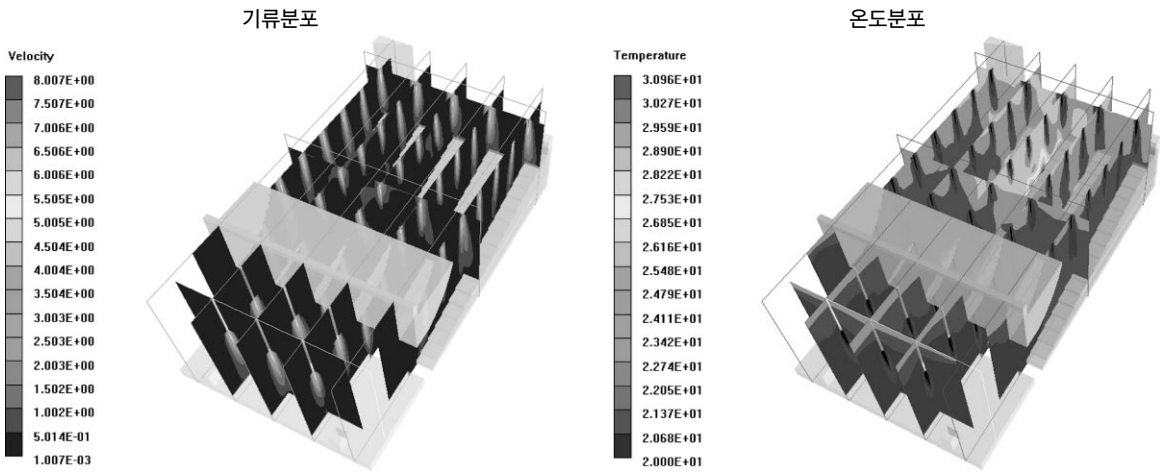
b) 겨울철 난방운전

일사유입 및 콜드드래프트 방지

- ①차양 ②로이복층유리 ③ColdDraft 방지

[그림 8] Skin Air Barrier 시스템

<표 6> 콘서트 홀 CFD 시뮬레이션



유입을 최대화하고 팬컨백터를 운전하여 콜드드래프트를 방지했다.

강당

강당의 공조시스템은 그림 9와 같다.

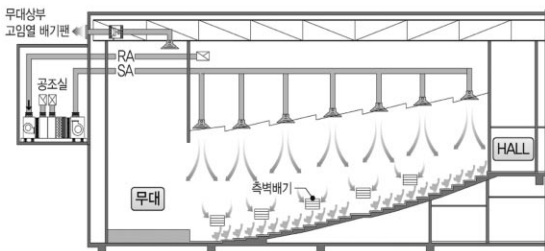
대규모 인원이 이용하는 높은 층고의 대공간의 특성을 고려하여 상부급기+측면배기방식을 적용하므로써 고른 기류 및 온도분포에 의해 실내쾌적성과 유지관리성을 향상했으며 입장, 퇴장시 발생하는 부유분진을 신속하게 제거하고 무대부에 별도 배기팬을 설치하여 고임열을 신속히 제거할 수 있도록 계획했다.

이와 같이 계획된 강당의 공조설비 적용에 따른 대공간 온도 및 기류분포 예측을 위한 방법으로

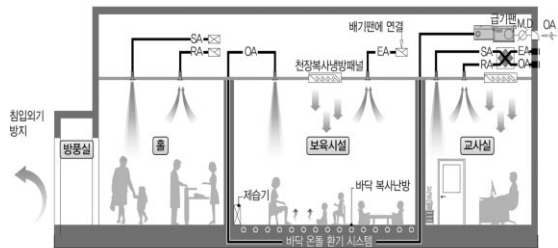
표 6과 같이 강당의 CFD 시뮬레이션을 수행했다. CFD 시뮬레이션은 공조설비 계획에 따른 다양한 기류 및 온도분포 특성을 미리 분석하여 얻어지는 데이터를 근거로 설계 최적화를 이룰 수 있는 장점이 있다.

상부급기/측면배기방식을 적용한 시뮬레이션 결과 기류는 거주영역에서 1 m/s 이하로 양호하며 온도분포는 객석 및 강단부에서 각각 25.9℃, 25.2℃로 쾌적한 환경을 조성하는 것으로 분석됐다.

강당 전체적으로 매우 안정된 기류 및 온도분포를 보이며, 객석부에서 관람시 기류로 인한 불쾌감은 없는 것으로 분석됐다.



[그림 9] 강당 공조시스템 개념도



[그림 10] 강의실 공조시스템 개념도



보육시설, 교사실

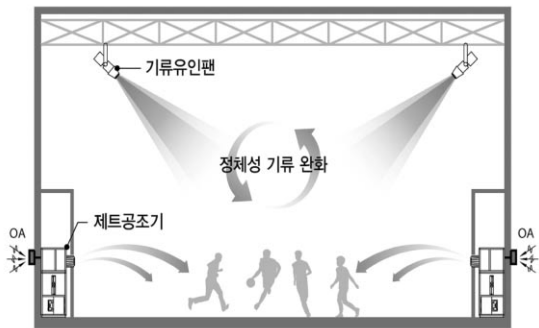
주간사용시설이자 여러 인원이 밀집한 다중이용 시설의 특성을 반영하여 재실자를 고려한 충분한 외기량 확보로 실내공기질을 향상시켰으며 교사실은 전열교환형 환기유니트를 적용하여 실별제어를 통한 에너지절약에 주력하였다. 특히 바닥에서 주로 생활하는 유아의 특성을 반영하여 바닥복사난방 및 바닥온돌환기 시스템을 적용하여 온열환경을 향상하고 배기열 회수를 통해 에너지를 절약했다. 보육시설, 교사실의 공조시스템은 그림 10과 같다.

다목적홀

층고가 높고 다수의 인원이 이용하는 특성을 반영하여 상부에 기류유인팬을 설치하여 상부 고입열을 하부로 분사하여 온도성층화를 방지했으며 개별제어가 가능한 제트공조기를 적용하여 거주역에 고른 기류분포를 형성하고 독립운전성을 확보하였다. 다목적홀의 공조시스템은 그림 11과 같다.

식당 및 주방

식당은 유도배기 형성으로 주방의 취기유입을 방지했으며 공조기를 설치, 간헐운전에 대비하였다. 주방은 음식조리시 발생하는 냄새의 신속한 배기를 위해 카세트천장시스템을 적용했으며 탈취필터를 적용하여 환경오염을 방지했다(그림 12 참조).



[그림 11] 다목적홀 공조시스템 개념도

환기설비 계획

기본방향

- (1) 취기의 확산 방지
- (2) 환경친화적인 건축자재의 사용
- (3) 중간기 자연환기를 통한 주변 청정외기 도입

배기계통 구분 - 표 7 참조

실내공기질 향상 계획

그림 13과 같이 IAQ댐퍼와 PRE+MED 필터, UVC공기정화기로 실내공기질을 확보했으며 표 8과 같은 실내공기질 기준을 적용하여 실내환경을 개선했다.

위생설비 계획

급수설비

급수공급방식은 그림 14와 같이 시직수+부스터펌프가압방식으로 저층부에 시직수, 고층부에 부스터펌프를 통한 공급으로 안정적인 압력 유지 및 유량의 인버터제어로 동력비를 최소화하였다. 또한 부동침하로 인한 급수 및 저수조의 오염피해를 방지하기 위해 급수인입배관에 싱크조인트를 적용하였다.

급탕설비

그림 14와 같이 지역열원을 이용한 중앙식 급탕



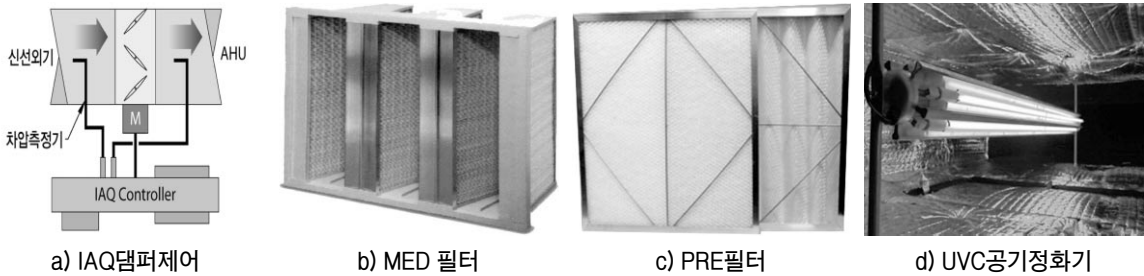
[그림 12] 식당 및 주방 공조시스템 개념도

<표 7> 주요 실별 환기량

용도	환기량 (회/hr)	환기 방식
기계실, 전기실	10	제1종 환기
주차장	CO농도 25 ppm 이하	제1종 환기
주방	40	제1종 환기
화장실	15	제3종 환기
신선공기량	25 CMH/인	최소외기도입량

<표 8> 주요 실별 환기량

항목	공기 m ³ 당 부유분진	CO 함유율	CO ₂ 함유율	환기량 (m ³ /hr)
기준	0.15 mg 이하	10 ppm 이하	1,000 ppm 이하	36 m ³ /hr 이상

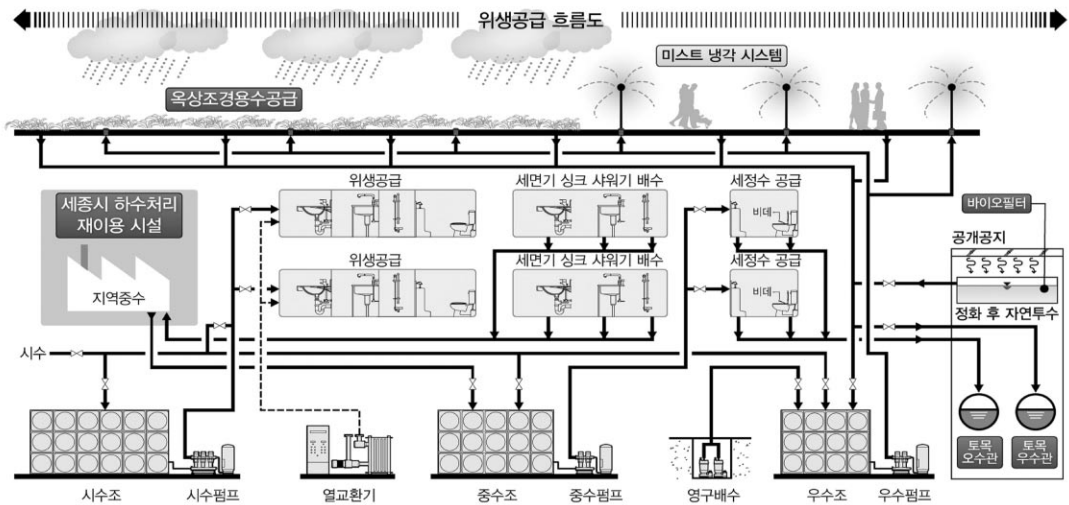


[그림 13] 실내공기질 향상방안

공급 급탕공급의 안전성을 확보했고 환탕관 설치로 온수사용 편의성을 향상했으며 내식성 STS재질인 급탕탱크를 적용하여 위생성을 높였다.

오·배수설비

오수는 하수종말처리장으로 연결되도록 인프라가 구축되어 있으며 배수는 일반잡배수와 우수, 우수 등으로 분류하였다. 일반배수에는 화장실,



[그림 14] 급수 및 급탕설비 흐름도



a) 센서형 수전



b) 매립형 전자감시식 소변기

[그림 15] 수자원 절약계획

샤워실, 주차장 배수 및 주방 배수로 분류하고 주방배수의 배수말단부에는 그리스트랩을 설치하여 옥외 토목관로에 연계 처리하도록 하였다.

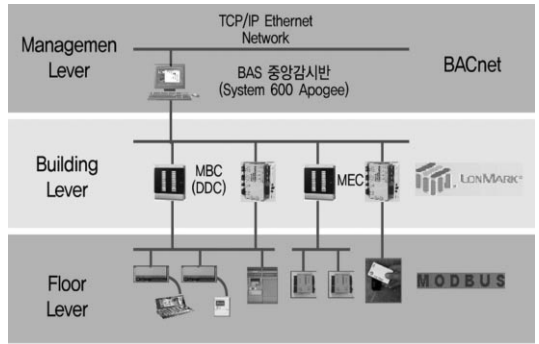
수자원 절약 및 편의성 향상계획

건물상부에서 발생하는 우수를 차집하여 초기 10분간은 배제하고 정화하여 조경용수로 재활용함으로써 수자원을 절약했으며 센서형 수전, 매립형 전자감시식 소변기를 적용하여 수자원을 절약하고 급수펌프 동력비를 절감했다. 또한 지역중수처리설비를 적용하여 생활배수를 수처리 후 양변기, 소변기의 세정수로 활용하여 수자원을 절약했다(그림 15 참조).

자동제어설비 계획

그림 16과 같이 중앙에서 집중감시하고 원격제어를 할 수 있는 직접디지털제어(DDC) 방식을 적용하였으며 타 시스템과의 통합성이 뛰어난 오픈프로토콜(Open Protocol)의 개방형 구조를 채택하였다.

편리한 유지관리를 위해 기계설비와 전력, 조명, 방법 및 방재 등을 통합 BA(Building Automation)로 구성했고, 특히 운용비용절감을 위해 EMS (Energy Management System) 프로그램을 도입하여 에너지 관리실시와 중간기 외기엔탈피 제어를 계획하여 에너지절감을 도모하였다.



[그림 16] 자동제어 시스템 개요

이외에도 IAQ제어 및 CO₂ 감시제어를 실시하여 쾌적한 실내환경을 제공하도록 계획하였다.

기타설비 계획

자연재해대비계획

하절기 집중호수 및 배관, 장비파손에 의한 누수로 침수발생시를 대비하여 기계실에 6단계 침수방지대책을 수립하고 지하주차장에 배수펌프와 차수벽을 적용하였다. 침수방지 적용설비에 대하여 그림 17에 나타내었다.

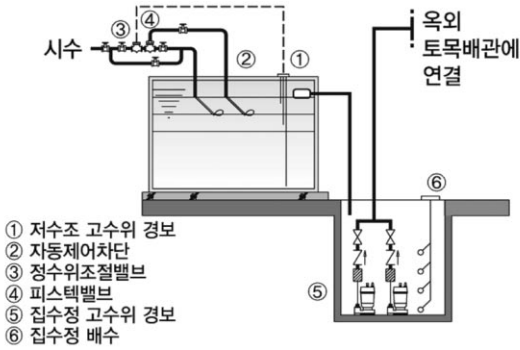
지진, 부동침하 등을 대비하여 시수인입배관에 싱크조인트를 설치하였으며 입상배관에 슬립조인트를 적용하여 비상시에도 공급의 안전성을 확보했다. 또한 건축 구조의 EJ관통부분에 조인트를 적용하였다. 지진대비 적용설비에 대하여 그림 18에 나타내었다.

친환경 에너지절약계획

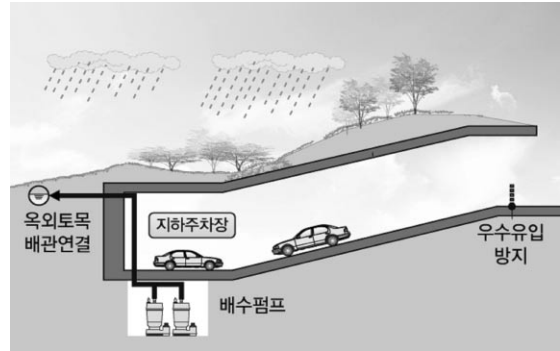
미활용에너지 계획

저탄소 녹색성장을 목표로 하는 정부시책에 부응하고자 다양한 미활용에너지를 적용하여 냉난방 에너지를 절감하고 CO₂ 발생량을 최소화 했다.

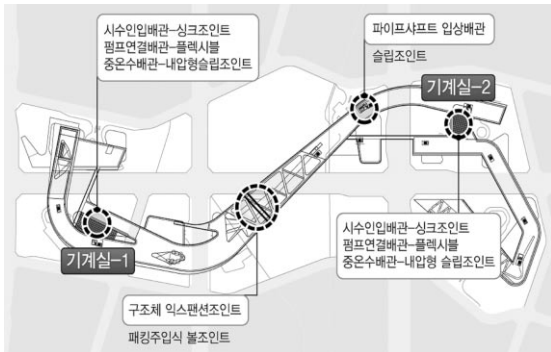
연간 일정수온을 유지하는 하수관내 하수를 열원으로 활용한 하수열에너지 재이용, 외기를 이용한 향온흡습기 냉방운전, 지중온도를 활용한 쿨튜브 시스템, 공기기 외기인입덕트에 코일 설



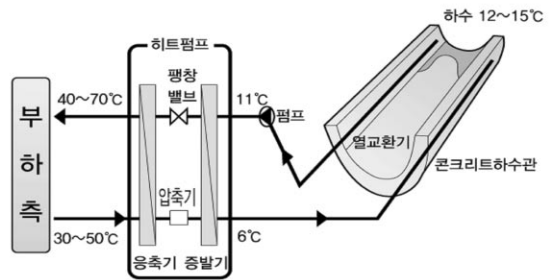
- ① 저수조 고수위 경보
- ② 자동제어차단
- ③ 정수위조절밸브
- ④ 피스텍밸브
- ⑤ 집수정 고수위 경보
- ⑥ 집수정 배수



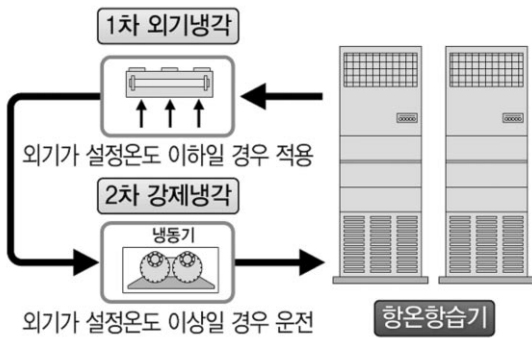
[그림 17] 침수방지대책



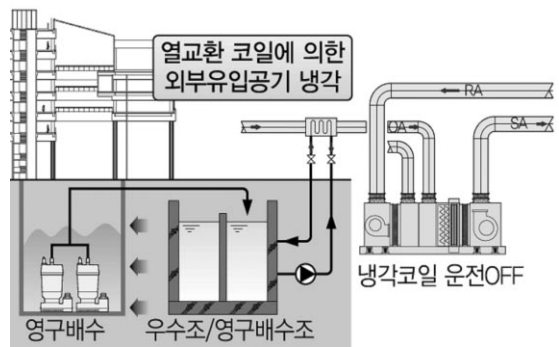
[그림 18] 지진대비 내진설비계획



[그림 19] 하수열에너지 재이용 시스템 개요



[그림 20] 외기이용 향온항습 시스템 개요

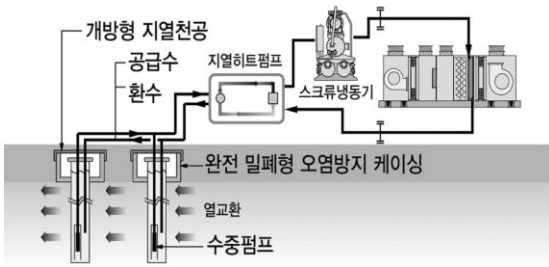


[그림 21] 영구배수활용 시스템 개요

치 후 영구배수를 공급하여 예냉, 예열하므로써 냉난방에너지를 절약하는 등 다양한 시스템 적용으로 에너지를 절약했다.

신재생에너지 계획

최근 개정된 신재생에너지 관련법규에 의거하여 연간예상에너지 사용량의 10% 이상을 신재생에



[그림 22] 지열히트펌프 시스템

너지인 지열, 태양열로 공급하여 에너지를 절약하고 환경을 보호토록 했다.

결론

상기와 같이 업무시설 설비계획을 중심으로 세종시 정부청사 2-2구역의 열원, 공조, 위생, 자동 제어설비계획에 대해 간략하게 소개하였다. 업무 시설, 회의시설, 대규모 강당, 보육시설 등 다양

한 시설로 구성된 세종시 정부청사 2-2구역은 최고 수준의 친환경 에너지절약설비와 독특하고 아름다운 외관으로 세종특별자치시를 대표하는 상징물의 역할을 하게 된다. 이러한 역할에 충실할 수 있도록 첨단 설계기법과 다양한 시뮬레이션 검증을 통해 행정 및 대민지원시설로서 무엇보다 중요한 안전성 또한 건축, 기계, 소방, 전기 각 분야별 유기적인 협동설계를 통해 비상시에도 안전한 문화시설이 되도록 계획했다.

후기

본 설계사례 수행에 있어 물심양면으로 지원을 아끼지 않으신 대림산업과 해안건축사사무소에 감사드립니다. (40)

‘본 설계사례는 제안설계 내용으로 실시설계 계획시 시스템 세부계획이 변동될 수 있습니다.’