

# ASEM빌딩의 냉수 분배 시스템

(Case Study of Chilled Water Distributed System Design in ASEM)

김광태 · 이성구/(주)한일엠.이씨

## 1. 설계개요

### 1.1 일반사항

2000년 ASEM(Asia Europe Meeting) 정상회의 유치와 대규모 컨벤션, 전문 전시장의 필요 및 정보 통신 서비스, 외국인의 업무 지원 시설의 확충을 위하여 조성한 대단위 ASEM 단지의 냉수 분배 시스템의 설계 사례를 살펴본다.

### 1.2 건축 개요

- (1) 위치 : 서울시 강남구 삼성동 159-1, 159-2번지
- (2) 용도 : 업무시설, 관람집회시설, 전시시설,

### 판매시설

- (3) 건축주 : 사단법인 한국무역협회
- (4) 연면적 : 689,984.65㎡(209,086평)

## 2. 냉열원 개요

### 2.1 냉열원 선정

MAIN POWER PLANT의 냉열원 시스템은 심야 전기를 이용한 빙축열 시스템과 노통연관식 증기보일러를 이용한 흡수식 냉동기를 병렬로 결합하여 냉수 출구온도 5℃, 환수온도 12℃의 대온도차로 구성하였고, 부하에 따라 댁수 제어 및 인버터 제어가 가능한 1, 2차 PUMP 시스템을 계획하였으며 중간기에 냉방열원이 필요한 부분을 위하여 냉각탑과 열교환기를 이용한 외기 냉수 냉방 시스템을 적용하였다. 또한, 기존 전시장과 사무동의 열원 공급을 담당하던 전시장 하부 기계실을 MAIN POWER PLANT 인근으로 이전·증설함으로써 통합관리에 의한 에너지 이용의 효율화와 건축적 공간 이용을 극대화 하였다. 증설 POWER PLANT는 부하 변동에 신속히 대처하기 위해

- 기존 전시장  
209,479㎡(지하4층, 지상4층)
- 기존 무역회관  
107,850㎡(지하2층, 지상54층)
- 신축 컨벤션  
225,594㎡(지하5층, 지상5층)
- 신축 오피스 타워  
147,060㎡(지하4층, 지상41층)

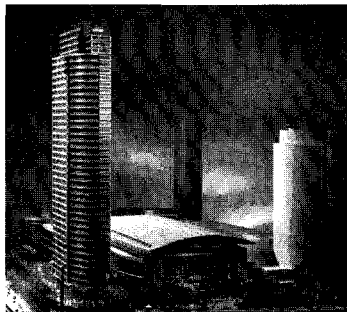
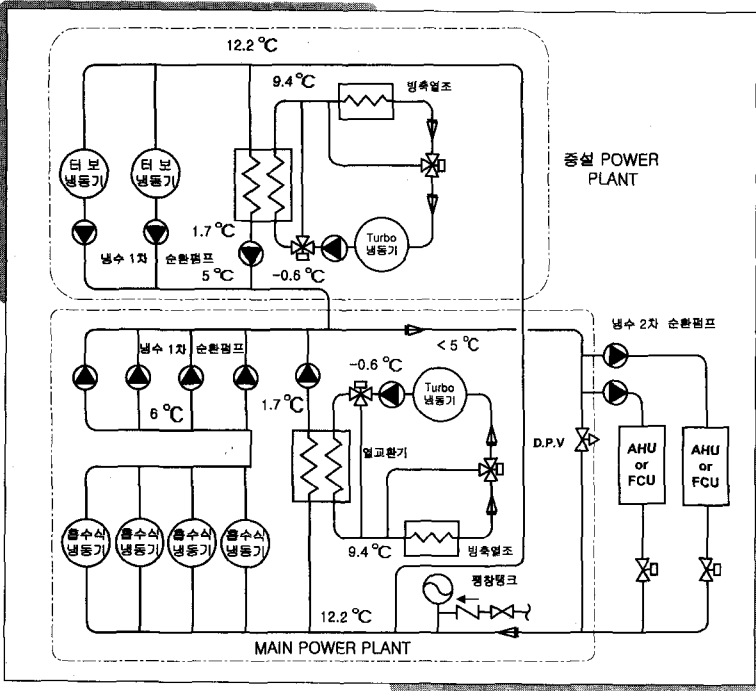


그림 1. ASEM Convention Center 전경

그림 2 냉열원 시스템 개념도



여 TURBO 냉 동기를 설치하였으며, MAIN POWER PLANT와 동일하게 빙축열 시스템을 설치하여 에너지 절약을 계획하였다.

## 2.2 냉열원 용량

PEAK HOUR LOAD : 24,000RT

## 3. 냉수 분배 시스템 선정

### 3.1 냉수 펌프 선정

MAIN POWER PLANT에서 상대적으로 가까운 곳에 위치한 신설 사무동의 열교환기까지 순환 가능한 양정을 기준으로 1차 펌프를 선정하고, 각 동별 2차 펌프의 순환 양정에 1차 펌프의 잔여 양정을 이용함으로써 동력의 소비를 최소화하였다. MAIN POWER PLANT에 설치한 신설 CONVENTION 2개 ZONE, 지하 1층 UEC(Urban Entertainment Center) 2개 ZONE의 2차 순환 펌프는 각 ZONE별 냉수 유량에 따라 적절한 대수 분할과 인버터 제어를 함으로서 반송 동력을 절감

하였다. 신설 사무동은 판형 열교환기를 사무동 중간 기계실에 설치하여 신설 사무동의 높은 압력을 차단하고 중간 기계실의 2차 순환 펌프로 냉수를 공급 할 수 있도록 시스템을 구성하였다. 기존 전시장은 전시장 중간 기계실에 상설 전시장과 전문 전시장의 AHU 및 FCU용을 구분하여 2차 펌프를 설

냉 열 원		PEAK LOAD	비 고	
MAIN POWER PLANT	흡수식 냉동기 : 1,300RT × 9대	11,700RT	냉수 입, 출구 온도 6°C/12.2°C	19,000RT
	빙축열 시스템 - TURBO 냉동기 : 1,300RT × 3대 - 빙축조 용량 : 22,000 T-Hr	7,300RT	냉수 입, 출구 온도 1.7°C/12.2°C	냉수 입, 출구 온도 5°C/12°C
중설 POWER PLANT	TURBO 냉동기 : 1,300RT × 2대	2,600RT	냉수 입, 출구 온도 5°C/12°C	5,000RT
	빙축열 시스템 - TURBO 냉동기 : 1,300RT × 1대 - 빙축조 용량 : 11,000 T-Hr	2,400RT	냉수 입, 출구 온도 1.7°C/12.2°C	냉수 입, 출구 온도 5°C/12°C



지상세미나① · ASEM빌딩의 냉수 분배 시스템

치하였으며, 기존 사무동은 기존 전시장 중간 기계실에 판형 열교환기를 사용하여 압력을 차단하고, 설치된 사무동용 순환 펌프를 사용하여 냉수를 공급하였다.  
 기존 사무동 공동구 순환 펌프와 사무동 기계실에

장비명	용도	유량 (lpm)	양정 (mAq)			동력 (kW)	비고
			담당 구간 순환 양정	1차 펌프 잔여 양정	선정 양정		
CHWP-1~10	흡수식냉동기용 냉수 1차순환	10,570	38	0	38	110	1대 예비
			41	0	41		
CHWP-11~14	빙축열 시스템용 냉수 1차순환	12,280	36	0	36	110	1대 예비
CHWP-15~18	NEW CONVENTION 냉수 2차순환	10,980	28	13	15	55	1대 예비
CHWP-19~22	NEW CONVENTION 냉수 2차순환	9,125	29.2	11	19	55	1대 예비
CHWP-23~24	외기냉수냉방용 1차순환	9,210	40	0	40	93	
CHWP-25~26	UEC PHASE3 냉수 2차순환	13,260	32	14	18	75	
CHWP-27~28	UEC PHASE2 냉수 2차순환	8,045	40	13	27	55	
CHWP-29~31	증설 터보 냉동기용 냉수 1차순환	9,360	34	0	34	110	1대 예비, 증설 power plant
CHWP-32~33	증설 빙축열 시스템용 냉수 1차순환	11,400	40	0	40	110	1대 예비, 증설 power plant
CHWP-S1~S2	기존 상설 전시장 냉수 2차순환(AHU용)	10,200	33.7	10.7	23	75	기존 전시동 중간 기계실
CHWP-S3~S4	기존 상설 전시장 냉수 2차순환(FCU용)	1,900	33.7	10.7	23	5.5	기존 전시동 중간 기계실
CHWP-S5~S6	기존 전문 전시장 냉수 2차순환(AHU용)	5,500	29.7	10.7	19	30	기존 전시동 중간 기계실
CHWP-S7~S8	기존 전문 전시장 냉수 2차 순환(FCU용)	3,400	37.7	10.7	27	19	기존 전시동 중간 기계실

3.2 배관경 선정

냉수 배관의 배관경은 C=130을 기준하여 다음과 같은 유속으로 선정하였다.

- 직경 200mm 이상 : 3.0m/s
- 직경 150mm : 2.4m/s

- 직경 100mm : 2.0m/s
- 직경 80mm : 1.7m/s
- 직경 65mm : 1.5m/s
- 직경 50mm : 1.2m/s
- 직경 40mm 이하 : 0.9m/s

그림 3 1, 2차 펌프 양정 선정 기준 도표

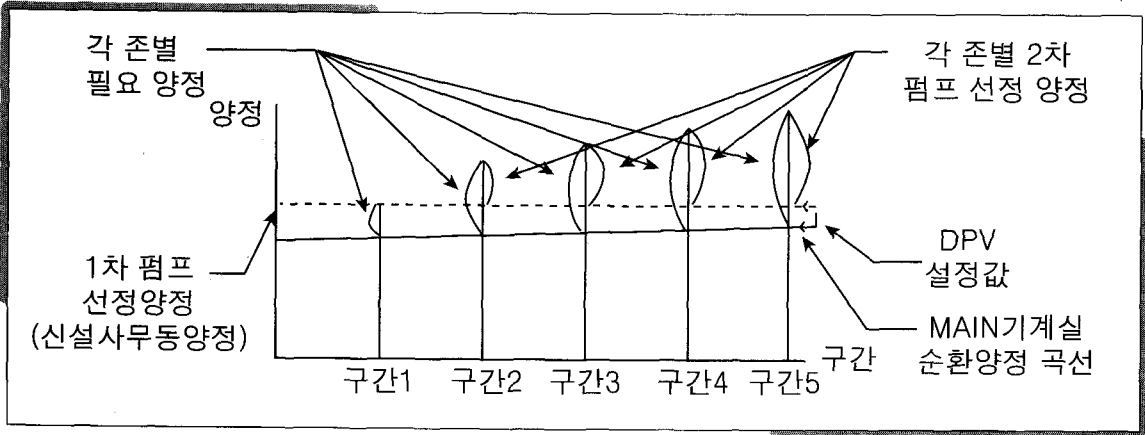


그림 4 변속펌프 유량제어 그래프-1  
(2차 펌프 : 정속 1대, 변속 1대)

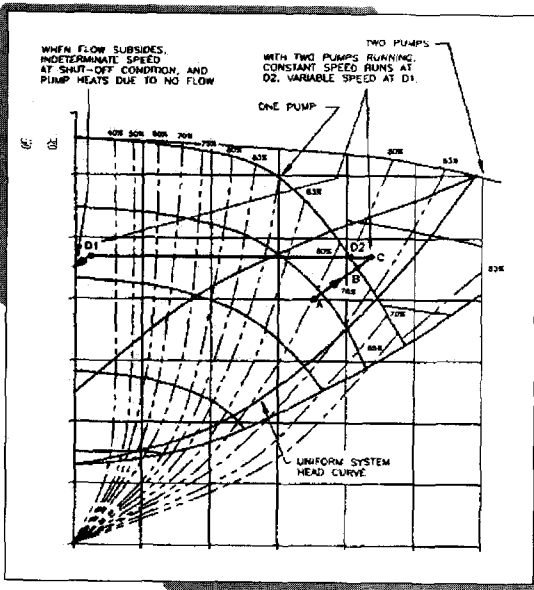
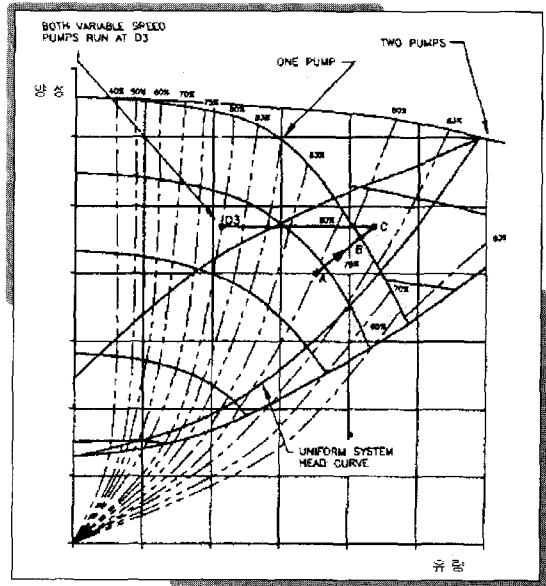


그림 5 변속펌프 유량제어 그래프-2  
(2차 펌프 : 변속 2대)



Number of Variable and Constant-Speed Pumps in Parallel Operation

Number of Pumps	1	2	3	4	5	6
Variable-speed pumps	1	2	3	3	3	3
Constant-speed pumps	None	None	None	1	2	3

## 4. 냉수 분배 시스템 운전 개요

### 4.1 냉방 시스템 운전

(1) 흡수식 냉동기는 빌딩의 냉방부하에 따라 빙축열 시스템과 연동하여 대수 제어하고, 흡수식 냉동기 자체에 설치된 제어반에서 각종 안전제어와 용량 제어를 수행한다.

(2) 중앙 관제 시스템은 빙축열 시스템의 제빙/해빙 운전 신호를 제공한다

(3) 빙축열 시스템의 제빙/해빙은 중앙 관제기에 설정한 타임 스케줄에 의해 연동 운전한다(운영자 수동 운전 가능).

(4) 2차 냉수 순환펌프의 필요 유량에 따라 각 냉동기의 운전을 결정한다. 이후 냉동기는 냉수 환수·급수 온도차 및 유량에 의한 열량 값과 압력에 의해 대수 운전을 수행한다.

(5) 모든 장비와 기기들은 자동/수동 운전과 현장/원격 제어가 되도록 회로를 구성하였다.

(6) BAS의 OPTIMUM START/STOP 프로그램을 이용하여 외기와 실내온도에 따른 냉동기 최적 기동과 정지 시기를 DDC에서 결정하고, 냉동기의 냉수온도와 냉각수온도를 냉방부하와 외기 온도에 따라 보상 제어하여 에너지 절감 운전을 할 수 있도록 구성하였다.

### 4.2 흡수식 냉동기의 기동/정지

(1) 냉수 유량과 냉수 온도차에 의하여 DDC에서 계산된 냉방부하에 따라 필요한 냉동기 대수를 DDC에서 결정한다. DDC의 타임 스케줄과 프로그램에 의하여 선정된 냉동기들이 순차적으로 아래와 같이 기동/정지된다.

#### 1) 흡수식 냉동기 기동

- ① 냉동기의 IV(Isolation valve)를 OPEN 한다.
- ② 각각의 냉동기에 규정된 1대의 전용 냉수 순환 펌프를 기동한다.(예 : AC-1용 펌프는 CHWP-1)
- ③ 각각의 냉동기에 규정된 1대의 전용 냉각

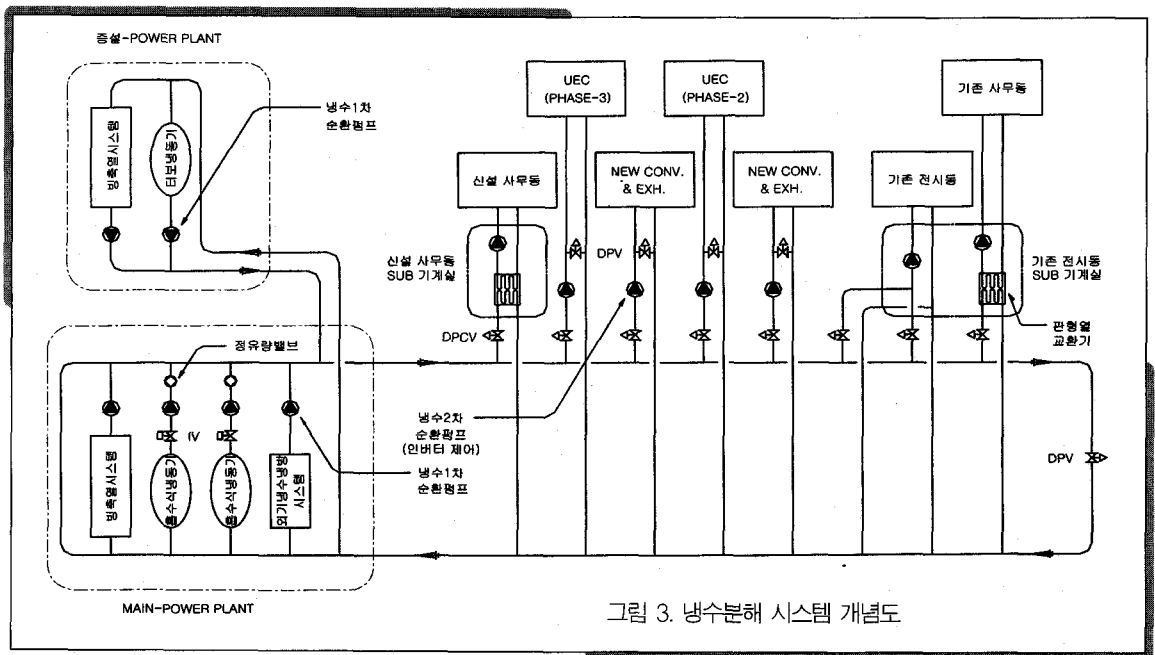
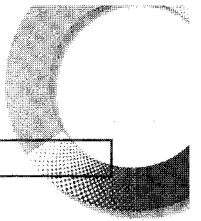


그림 3. 냉수분배 시스템 개념도



수 순환 펌프를 기동한다.(예 : AC-1용 펌프는 CWP-1)

- ④ 각 펌프의 유량 흐름(FS)이 확인되면 냉동기를 기동한다.
  - ⑤ 냉동기는 보일러에 연결된 STEAM 밸브를 OPEN한다. 이때 냉동기는 공급시스템을 제어하여 냉수 온도를 6℃로 유지한다.
  - ⑥ 기동된 냉동기의 부하가 80%를 넘으면 대수제어에 의해 선정된 다음 냉동기가 상기 냉동기의 운전 시퀀스와 동일하게 운전된다.
- 2) 흡수식 냉동기 운전 정지
- ① 냉동기는 보일러에 연결된 STEAM 공급밸브를 CLOSE한다.
  - ② 냉동기를 정지한다.
  - ③ 일정시간(5~10분 경과후) 냉수 1차 순환 펌프, 냉각수 순환펌프를 정지한다.
  - ④ 냉동기의 IV를 CLOSE한다.

### 4.3 냉수 1차 펌프 운전

- (1) 냉동기 연동 운전
- 1) 냉동기의 기동에 따른 IV를 OPEN 후 펌프를 기동한다.
  - 2) 냉동기 STATION을 2개의 ZONE으로 판단하여 운전의 정보로 이용한다. (ZONE 1 : AC- 1, 2, 3, 4, 5/ZONE 2 : AC- 6, 7, 8, 9)
  - 3) 냉수 펌프의 이상 발생시(FS감지 불능, PUMP TRIP 등) 예비 펌프의 비상운전을 수행한다.
  - 4) 냉수 2차 펌프의 필요 유량 부족을 방지하기 위하여 상시 충분한 유량을 공급한다. 이때 2차 순환 펌프의 유량과 1차 순환펌프의 유량은 제어의 FACTOR가 된다.
  - 5) 빙축열 냉동기용 냉각탑(CT -19~22)은 WATER SIDE ECONOMIZER(HX-4, 5)와 공동으로 사용되며, 외기온도가 3.3℃

이하가 되면 ECONOMIZER의 냉각수 밸브(IV-1, 2)가 열리고 냉각수용 펌프(CWP-15, 16)와 냉수펌프(CHWP-23, 24)가 가동되어 ECONOMIZER가 냉수를 생산하여 중간기 이후의 냉방부하를 담당한다.

- 6) ECONOMIZER는 흡수식 냉동기와 연동되고 빙축열 냉동기와는 절환 운전된다.

### 4.4 냉수 2차 펌프 운전

- (1) 특정 펌프의 과다 사용을 방지하기 위하여 DDC를 이용하여 교번 운전을 수행한다.
- (2) 냉동기와 연동 운전을 수행한다.
- (3) 초기 기동시 INVERTER PUMP를 SLOW START하여 배관내 압력을 유지한다.
- (4) DDC에 의한 PUMP 대수 운전을 한다.
  - 1) 냉동기 연동 및 TIME SCHEDULE에 의해 기동(공조기 기동 후)
  - 2) INVERTER의 기동-제어 FACTOR는 PD 값 대 설정값
  - 3) PD 및 FM의 값을 검지, 분석에 따라 2nd, 3rd PUMP 순차 기동
  - 4) PD 및 FM의 값에 따라 1차적으로 INVERTER 출력 조절
  - 5) PUMP의 유량 HISTERISYS의 범위 대역내에 일반 PUMP 기동 정지의 판단 및 수행
  - 6) PUMP 가동시는 DDC에서 분석한 가동시간에 의해 가동시간이 적은 것부터 기동하고 정지시는 가동 시간이 많은 것부터 정지
- (5) 펌프 입력단 유량 제어 : DPCV는 각 STATION의 최대 유량을 넘지 않게 한다. 즉 펌프 기동/정지에 따른 배관내의 급격한 유량 변동을 방지한다.
- (6) 차압 제어 DPV는 배관내의 압력 변동 및 이상압력 발생에 대하여 릴리프 역할을 한다. (INVERTER 장애 등)