

# 특수설비의 개요

이제표/기초과학지원연구소 핵융합건설본부 설비과장·기술사

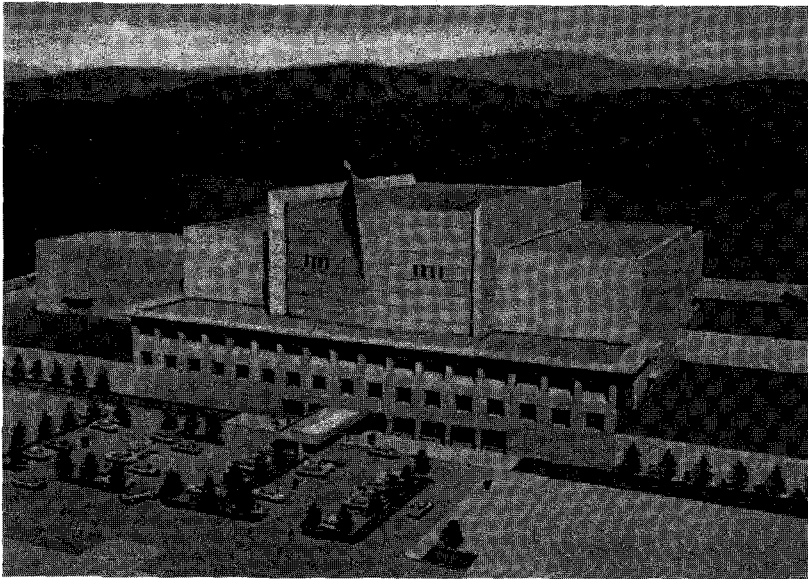


그림 [3.1] 핵융합 특수실험동 조감도

## 1. 개요

국내 핵융합 연구수준의 세계화 촉진을 위한 국가적 공동 연구의 공간을 마련하고 초전도 핵융합 실험의 효과를 극대화하기 위한 각 건물의 합리성, 기능성, 안전성 등을 확보하여, 항구적이고 청정한 새로운 미래에너지 자원을 개발하는 첨단 과학적 상징성이 표출 되도록 계획되었다.

## (1) 설계계획의 기본방침

### 1) 합리성

특수실험동의 각 장치와의 상호 연관성 등을 감안하여 최적화를 고려하였고 분리 설치되는 부속시설은 운전 효율성 제고를 위한 합리적인 배치 개념을 도입하였다. 연구, 실험을 위한 합리적인 공간구성 및 효율적인 동선체계를 구축하

였다.

2) 기능성

주 실험장치 및 각종 기기, 에너지, 특수설비시설, 데이터 처리 등의 기능들이 최상의 조건하에서 상호 작용하도록 계획하였다.

3) 안전성

미국 핵규제 위원회(NRC : Nuclear Regulatory Commission)의 내진 설계 기준을 적용하였으며 화재 및 비상시에 대비한 법규 요건 충족 및 복합 방호 개념을 적용하였다.

4) 관리성

설비기능 및 증축 등을 고려하여 부지의 효율적 활용을 위한 개념을 도입하였다.

5) 조화성

기존 연구시설과 Utility를 공유할 수 있도록 하였다.

6) 상징성

7) 경제성

연구시설에 대한 효율적인 에너지 절감대책과 관련 설비의 최대한 연계배치 개념 적용으로 LCC(Life Cycle Cost)를 고려한 설계를 하였다.

(2) 건물개요

- 건 물 명 : 핵융합 특수실험동
  - 소 재 지 : 대전시 유성구 어은동 52
  - 공사기간 : 1998년 12월~2001년 12월
  - 설 계 사 : 삼성물산(주) 건설부문-(주)목원엔지니어링, 서일 엔지니어링
  - 시 공 사 : 삼성물산(주) 건설부문-(주)대청엔지니어링
  - 감 리 사 : 주공 종합 감리단
  - 건축면적 : 11,091.48㎡
  - 연 면 적 : 28,131.62㎡
  - 층 수 : 지하 2층, 지상 7층
  - 최고높이 : GL+43m
- (3) 설비개요

1) 특수설비

- 냉동기 : 6,100 USRT (21.4476MW)
- 냉각탑 : 53,235,000 Kcal/hr(61.899MW)
- D.I Water : Make-up 70 m<sup>3</sup>/hr
- Polishing 17MΩ-cm750 m<sup>3</sup>/hr
- 1MΩ-cm211 m<sup>3</sup>/hr
- Compressed Air : 330 Nm<sup>3</sup>/hr \* 2 Set at 7 Kg/cm<sup>2</sup>

Borated Water : Water Tank-Storage tank 11,000 l

Mixing Tank 6,000 l

Hot Gas Chamber (N2)-6m<sup>3</sup>

Etc

2) 일반설비

- 냉동기 : 1920 USRT
- 냉각탑 : 10,140,000 Kcal/hr
- 보일러 : 10톤
- 공기조화기 : 9 대

2. 특수설비 기본계획

(1) 온열 및 냉각시스템(Heating & Cooling System)

냉각시스템은 D.I(Deionized & Demineralized)Water를 사용하여 차세대 초전도 핵융합 연구장치(KSTAR : Korea Superconducting Tokamak Advanced Research)에서 발생하는 열을 열교환기를 통하여 냉각하는 1차 냉각회로와 D.I Water의 열을 전달받아 냉동기와 냉각 탑을 통하여 외부로 배출하기 위한 2차 냉각회로로 구성된다. 즉, 열 교환기와 실험장비의 사이를 1차 냉각회로라 하고 열 교환기와 냉동기, 냉각 탑 사이를 2차 냉각회로라 한다. 진공용기의 온열 및 냉각시스템은 Super Heated N2 Gas를 이용하여 진공용기를 Bakeout한 후 Borated Water를 사용하여 진공용기를 온열 또는 냉각하는 2가지 회로로 구성된다.

1) 1차 회로

1차 회로는 D.I Water Cooler(Heat Exchanger), D.I Water Circulation Pump, D.I. Water Storage Tank로 구성되어 각 실험 장치에 D.I. Water를 순환시켜 실험장치에서 발생하는 열을 냉각하고, Cooling Loop로 흡수된 열에너지를 효과적으로 2차 회로로 전달하도록 구성된다. 회로의 구성은 다음과 같다.

- 27°C D.I. Cooling Loop

NBI Ion Source Cooling Loop

NBI Beam Line Cooling Loop

Other Equip. Cooling Loop

- 35°C & 50°C D.I. Cooling Loop

- Borated & Bakeout Loop

Borated Water Loop

Bakeout Loop

2) 2차 회로

2차 회로는 냉동기, 냉각 탑, 냉수 및 냉각수로 구성되어 1차 회로로부터 전달된 열에너지를 냉동기와 냉각 탑을 통하여 옥외로 배출하도록 구성된다. D.I. Water Loop에서 옥외로 배출되어야 할 냉각 회로 전체 냉각용량은 다음과 같다.

- Baseline Step : 1.7 MW

- Upgrade Step : 17.58 MW

이중에 냉각 탑만을 이용하여 배열을 할 수 있는 계통은 35°C 및 50°C D.I. Water System, Borated System이고, 27°C D.I. Water System은 냉각탑 출구온도가 통상 32°C가 되므로 에너지 절약적 측면에서 일부는 냉각 탑을 이용하여 Pre-Cooling하고 나머지는 냉동기를 이용하여 열을 배출 하도록 구성하여 System이 요구하는 온도를 유지하면서, 냉동기 설치를 최소화하여 에너지 절약적인 설비가 되도록 한다. 회로의 구성은 다음과 같다.

- Chilled Water Cooling Loop

- Treated Water Cooling Loop

• 27°C System Cooling Loop

• 35°C & 50°C System Cooling Loop

• Motor Generator & Emergency Generator

Cooling Loop

(2) D.I. Water System

1) D.I. Make-Up System

1차 냉각회로를 초기에 Fill-Up 하고, 장치의 보수를 위한 배수, 비상 배수 등을 고려하여 D.I. Make-Up System을 설치한다. Make-Up System은 사용조건을 고려하여 재생방식으로 하며, 생산수질은 Polisher 교환주기를 고려하여 27°C에서 17MΩ-cm 이상으로 한다.

2) D.I. Polishing System

D.I. Water는 밀폐회로 냉각수계통에 사용되므로 배관의 누수 등 비상사가 아니면 보충할 필요가 없게되어 새로운 D.I. Water가 보충되지 않고 계속 재 순환하게 되므로 그에 따른 수질보전 대책이 필요하다. D.I. Polishing System은 각 냉각 회로에서 요구하는 냉수의 Quality를 유지하기 위하여 각 냉각 회로별로 설치하여 운영된다.

(3) Instrument Air System

실험장치 및 특수설비의 제어를 위한 Instrument Air System Package를 설치한다.

**3. 실험장치의 운전방법**

(1) Baseline Step

매 15분 간격으로 20 Sec. Pulse로 1일 최대 50회 Pulse, 연간 100일간 실험운전.

1일 운전시간 T=15Min/Cycle x 50 Cycle/Day=750Min (12.5Hr)

(2) Upgrade Step

매 40분 간격으로 300 Sec. Pulse로 1일 최대 20회 Pulse, 연간 100일간 실험운전.

1일 운전시간 T=40Min/Cycle x 20 Cycle/Day=800Min (13.3Hr)

(3) 실험장치의 운전 부하

- Heating Load

Equipments	Baseline Step			Upgrade Step		
	Oper. Time	Pulse Load	Avg. Load	Oper. Time	Pulse Load	Avg. Load
PEC's	20s	16.0	0.356	300s	40.5	5.063
ICH antenna	20s	0.274	0.006	300s	0.443	0.053
LHH	20s	0.32	0.0071	300s	0.96	0.123
Tokamak Shield	20s	3.72	0.083	300s	3.72	0.083
Diagnostic	24hr	0.01	0.01	-	-	-
ICH Transmitter	20s	6.75	0.15	300s	13.5	1.688
NBI Beam Line	20s	25.0	0.556	300s	75.0	9.375
NBI Ion Source	20s	2.0	0.044	300s	6.0	0.75
NBI Power Supplies	20s	0.843	0.019	300s	2.53	0.316
LHH Klystrons	20s	5.66	0.126	300s	16.98	2.213
ECH	24hr	0.037	0.037	-	-	-
TF/PF Power Supplies	24hr	0.065	0.065 (0.725)	24hr	0.065	0.065 (0.725)
DC Busbars	24hr	0.729	0.729 (2.21)	24hr	0.729	0.729 (2.21)
Vacuum Pumping	24hr	0.254	0.254	24hr	0.254	0.254
Transmission system	24hr	0.544	0.544	24hr	0.544	0.544
Motor Generator	24hr	2.0	2.0	24hr	4.0	4.0
Cryogenic Compressor	24hr	3.66	3.66	24hr	3.66	3.66
Cryogenic system	24hr	0.244	0.244	24hr	0.244	0.244
Emergency Generator	24hr	2.04	2.04	24hr	2.04	2.04
Borated	24hr	0.1256	0.1256	24hr	0.1256	0.1256
Bakeout	24hr	0.186	0.186	24hr	0.186	0.186

(4) 설계조건

1) 온열 및 냉각 시스템

- 원수의 수량 및 수질

보충수량은 냉각수 시스템의 초기 보충, 장치의 보수를 위한 배수, 비상배수 등을 고려하여 충분한 수량이 확보되어야 한다. 보충수는 기초 과학지원연구소내 시수를 사용한다. 단, 시수의 공급이 원활하지 않을 때에는 지하수를 사용할

수 있다. 표 [3-1] 에 기존 지하수의 수질분석자료를 표시한다.

2) 냉각수 수질

- 1차 냉각수(Demineralized & Deionized Water) 계통

냉각수의 청정도는 10년간 운전했을 때 열교환 효율이 10%이상 저하되지 않을 것.

① NBI Ion Source : 27°C 에서 17MΩ-cm 이

## 특수설비의 개요

상, 용존산소 100ppb 이하

② 기타 D.I. Water System : 27℃, 35℃ 및 50℃에서 1MΩ-cm 이상

- 2차 냉각수(Treated Water) 계통

특별하게 규정된 수질이 없으므로 냉각수 보충수인 지하수를 사용하는 일반적인 정수를 기준 한다. 냉각수는 대기에 노출되어 주변의 미립자가 유입될 수 있고, 탑조 내 미생물이 번식하여 수질이 악화될 수 있으므로 흡입관로 상에 Filtering System을 갖춘다.

3) 냉각장치 용량

- 1차 냉각수(Demineralized & Deionized

Water) 계통

① Pulse 운전장치 냉각수 System

Pulse 운전 중에 발생하는 열량을 다음 번 Pulse때까지 충분히 제거할 수 있는 용량

② Non-Pulse 운전장치 냉각수 System

운전 중에 발생하는 열량을 충분히 제거할 수 있는 용량

③ 냉각수온도

실험장치 입구 냉각수온도를 기준으로 3종류(27℃, 35℃, 50℃)로 구분. 단, Cryo. System(He Refrigerator)은 15℃ In/25℃ Out

- 2차 냉각수(Treated Water) 계통

[표 3.1] 기준 지하수의 수질분석

검사항목	기 준	검사결과	검사항목	기 준	검사결과
1. 일반세균	100CFU/ml 이하	15	23. 디클로로메탄	0.02 mg/1 이하	0.000 mg/1
2. 대장균군	음성/50ml	음성	24. 벤젠	0.01 mg/1 이하	0.000 mg/1
3. 납	0.05 mg/1 이하	0.00 mg/1	25. 톨루엔	0.7 mg/1 이하	0.000 mg/1
4. 불소	1.5 mg/1 이하	0.3 mg/1	26. 에틸벤젠	0.3 mg/1 이하	0.000 mg/1
5. 비소	0.05 mg/1 이하	0.000 mg/1	27. 크실렌	0.5 mg/1 이하	0.000 mg/1
6. 세레늄	0.01 mg/1 이하	0.000 mg/1	28. 경도	300 mg/1 이하	51 mg/1
7. 수은	불검출	0.000 mg/1	29. 과망간산칼륨 소비량	10 mg/1 이하	0.3 mg/1
8. 시안	불검출	0.00 mg/1	30. 냄새	무취	적
9. 6가 크롬	0.05 mg/1 이하	0.00 mg/1	31. 맛	무미	적
10. 암모니아성 질소	0.5 mg/1 이하	0.00 mg/1	32. 동	1 mg/1 이하	0.00 mg/1
11. 질산성질소	10 mg/1 이하	2.2 mg/1	33. 색도	5도 이하	0
12. 카드뮴	0.01 mg/1 이하	0.000 mg/1	34. 음이온계면 활성제	0.5 mg/1 이하	0.0 mg/1
13. 페놀	0.05 mg/1 이하	0.000 mg/1	35. 수소이온농도	5.8-8.5	7.3
14. 총트리할로 메탄	0.1 mg/1 이하	-	36. 아연	1 mg/1 이하	0.06 mg/1
15. 다이아지논	0.02 mg/1 이하	0.000 mg/1	37. 염소이온	150 mg/1 이하	13 mg/1
16. 파라티온	0.06 mg/1 이하	0.000 mg/1	38. 중발잔유물	500 mg/1 이하	160 mg/1
17. 말라티온	0.25 mg/1 이하	0.000 mg/1	39. 철	0.3 mg/1 이하	0.00 mg/1
18. 페니트로티온	0.04 mg/1 이하	0.000 mg/1	40. 망간	0.3 mg/1 이하	0.00 mg/1
19. 카바릴	0.07 mg/1 이하	0.000 mg/1	41. 탁도	2도 이하	적
20. 트리클로로 에탄	0.1 mg/1 이하	0.000 mg/1	42. 황산이온	200 mg/1 이하	5 mg/1
21. 테트라클로로 에틸렌	0.01 mg/1 이하	0.000 mg/1	43. 알루미늄	0.2 mg/1 이하	0.00 mg/1
22. 트리클로로 에틸렌	0.03 mg/1 이하	0.000 mg/1			

① 냉각수 용량

1차 냉각수 계통의 운전 중에 발생하는 열량을 충분히 제거할 수 있는 용량

② 냉각수 온도

냉동기 : 12°C In/7°C Out

냉각탑 : 37°C In/32°C Out

- 순환수량

냉각장치에 필요한 열량을 충분히 반송할 수 있는 순환수량

- 탱크 가열용 전기히터

실험시작 전 System 내 D.I Water 초기수온 (15°C)을 실험장치 입구 냉각수온도(27°C, 35°C 및 50°C)까지 48시간 내 충분히 가열할 수 있는 용량.

- 냉각수 저장탱크 용량

① Pulse 운전장치 냉각수 System

Pulse 운전기간 동안 순환하는 순환수량을 충분히 저장할 수 있는 용량

② Non-Pulse 운전장치 냉각수 System

장치 냉각수 순환수량을 5분간 저장할 수 있는 용량

4) Borated & Bakeout System

- Bakeout System

실험장치 운전준비 기간 중 Vacuum Vessel의 2중 Jacket내에 360°C Super Heated N2 Gas를 48Hr 이상 공급하여 Baking하여 Vacuum Vessel 내부의 불순물을 제거한다.

• Blower 용량 : 2 Kg/S (123 CMM)

• Inlet Pressure : 3 Kg/cm<sup>2</sup>

- Borated System

Vacuum Vessel의 Baking이 끝나면 N2 Gas가 충전된 상태로 수 시간 또는 수일간 방치하여 Vacuum Vessel의 온도가 35°C 정도로 강하되면 Borated Water를 주입하면서 그 압력으로 Vacuum Vessel 2중 Jacket 내의 N2 Gas를 대기

로 배출한다.

(5) D.I Water System

1) D.I Make-Up System

D.I.Make-Up System 처리용량은 Cooling Water System을 초기에 48Hr 이내에 충수 할 수 있는 용량을 기준으로 하되, 장치의 보수를 위한 배수, 비상배수 등을 고려하여 충분한 수량을 확보한다.

System Type : 재생방식

생산수질 : Polisher 교환주기를 고려하여 27°C에서 17M $\Omega$ -cm 이상

2) D.I Polishing System

D.I Polishing System은 각 냉각회로에서 요구하는 냉각수의 Quality를 유지하기 위하여 각 냉각 회로별로 설치하여 운용된다.

- NBI Ion Source

처리수량 : System 전체 순환수량의 100%

생산수질 : 27M $\Omega$ -cm 에서 17M $\Omega$ -cm 이상

- 기타 System

처리수량 : System 전체 순환수량의 약 6%

생산수질 : 35°C 및 50°C에서 1M $\Omega$ -cm 이상

(6) Instrument Air System

1) Air Quality

Instrument Air 사용처에서 Oilless & Dry Air로서 0.01 Micron

2) Air Capacity

Air Vol. : 300 Nm<sup>3</sup>/Hr

Required Pressure : 7.0 Kg/cm<sup>2</sup>

Dew Point : -40°C

3) System Component

Air Compressor, Air Dryer, Air Receiver Tank, Auto Purge Control & Miscellaneous Item

4. 온열 및 냉각 부하

(1) 개요

1) 냉각부하

실험장치 냉각부하는 Baseline Step과 Upgrade Step으로 구분되어 차이가 있으므로 각 단계 별로 계산하고, 냉각 시스템은 실험장치에서 발생하는 열을 효과적으로 배제할 수 있는 충분한 용량이 되도록 고려한다.

- 실험장치 운전단계

① Baseline Step

15Minute 간격으로 20 Sec. 동안 Pulse가 발생하며 1일 최대 50회 Pulse로 연간 100일간 실험

② Upgrade Step

40Minute 간격으로 300Sec. 동안 Pulse가 발생하며 1일 최대 20회 Pulse로 연간 100일간 실험

- 운전특성

① Pulsed Load

Pulse 운전되는 실험장치는 Average Load가 Cycle Time동안 장치의 냉각부하로 나타나며, 이 부하를 다음 번 Pulse가 시작되기 전까지 충분히 제거하여 실험에 지장이 없도록 하여야 한다. Pulse의 시간은 Baseline Step시 20Sec,

Upgrade Step시에는 300Sec이다.

② Non-Pulsed Load

Pulse로 운전되지 않는 실험장치는 실험시간 동안 연속부하가 장치의 냉각부하로 나타나며, 이 부하를 단위시간동안 충분히 제거하여 실험에 지장이 없도록 하여야 한다.

2) 기본조건

- 냉각수 유량 Lw (L/S)

$$Lw = \text{Pulsed Load (MW)} \times 860,000 \text{Kcal/MW} \div (3,600 \text{Sec} \times \Delta T)$$

여기서, 1MW=860,000Kcal

- 냉각장치 부하 Q (Kcal/Hr)

$$Q = \text{Pulsed Load (MW)} \times 860,000 \text{Kcal/MW} \times \text{Duty Factor}$$

- Pulsed Load 에 대한 환산계수(Pulsed Time/Cycle Time)

$$\text{Baseline Step} : 20S \div 900S = 0.0222$$

$$\text{Upgrade Step} : 300S \div 2,400S = 0.125$$

$$* \text{TPX} : 1,000S \div 4,500S = 0.222$$

$$\text{Non-Pulsed} : 100\% = 1.0$$

(2) Baseline Step

1) Deionized & Demineralized Water

TEMP. ZONE	EQUIPMENT (SYSTEM)	OPER. TIME	PULSED LOAD	AVG. LOAD	WATER TEMP. (°C)		FLOW RATE	WATER PRESS (N/cm²)		COOLING LOAD	WATER QUALITY	REMARK
			MW	MW	IN	ΔT		L/S	IN			
50°C	PFC'S	20s	16	0.356	50	11.8	324	103	41.4	305,800	1	
	ICH ANTENNA	20s	0.274	0.006	50	4.5	16.4	69	20.7	5,300	1	
	LHH	20s	0.32	0.0071	50	12.1	6.3	69	62.1	6,200	1	
	TOKAMAK SHIELD	20s	3.72	0.083	50	19.2	46.3	13.79	3.4	71,100	1	
	DIAGNOS-TICS	24HR	0.01	0.01	50	6.5	0.37	137.9	13.8	8,600	1	
	SUB TOTAL			20.324	0.462			391.57			397,000	

특수설비의 개요

27°C	ICH TRANS.	20s	6.75	0.150	27	42.1	38.3	76	55.2	128,900	1	
	NBI BEAM LINE	20s	25	0.556	27	11.8	506.1	103	62.1	477,800	1	
	NBI ION SOURCE	20s	2	0.044	27	15.1	31.6	103	93.1	38,200	17	
	NB POWER SUP.	20s	0.843	0.019	27	4.8	42.0	103	69	16,200	1	
	LHH KLYSTRONS	20s	5.66	0.126	27	39	34.7	51.7	27.6	108,100	1	
	ECH	24HR	0.037	0.037	27	0.31	28.5	137.9	69	31,900	1	
	SUB TOTAL			40.29	0.932			681.2			801,100	
35°C	TF/PF POWER SUP.	24HR	0.065	0.065 (0.725)	35	3	22.0	0.69	69	236,500	1	
	DC BUSBARS	24HR	0.729	0.729 (2.21)	35	40	13.2	0.69	69	1,900,600	1	
	VACUUM PUMP	24HR	0.254	0.254	35	26.4	2.3	51.7	69	218,500	1	
	TRANS. SYS.	24HR	0.544	0.544	35	10	13.0	-	-	468,000	1	
	SUB TOTAL			1.592	1.592			50.5			2,823,600	

2) Treated & Borated Water

TEMP. ZONE	EQUIPMENT (SYSTEM)	OPER. TIME	PULSED LOAD	AVG. LOAD	WATER TEMP. (°C)		FLOW RATE	WATER PRESS (N/cm <sup>2</sup> )		COOLING LOAD	WATER QUALITY	REMARK
			MW	MW	INLET	ΔT		L/S	INLET			
35°C TREATED WATER	CRYOGENIC SYSTEM	24HR	3.66	3.66	35	5.0	175.0	55.2	34.5	3,150,000	TREATED	
	M.G SET	24HR	2.0	2.0	35	5.0	95.6	0.69	34.5	1,720,000	"	
	EMERGENCY GENERATOR	24HR	2.04	2.04	35	5.0	97.2		34.5	1,749,000	"	
	SUB TOTAL			7.7	7.7			367.8			6,619,000	
35°C BORATED WATER	VV SHIELDING	24HR	0.1256	0.1256	35	3.0	10.0	13.8	3.45	108,000	BORATE	1MΩ-cm
	SUB TOTAL			0.1256	0.1256			10.0			108,000	



특수설비의 개요

35°C BAKEOUT WATER	BAKEOUT	24HR	0.186	0.186	35	5.0	8.9			160,000		
	SUB TOTAL		0.186	0.186			8.9			160,000		53RT
15°C TREATED WATER	CRYOGENIC SYSTEM	24HR	0.244	0.244	15	10	5.83			209,880		
	SUB TOTAL		0.244	0.244			5.83			209,880		69.4RT

(3) 부하계산 예

1) Heating & Cooling Load

- 50°C D.I. Water Zone

- Plasma Facing Components

Average Load : 16 MW x 0.0222 = 0.3552 MW

Heat Load : 16 MW

Flow Rate : 16 MW x 860,000 Kcal/MW ÷ (3, 600S x 11.8°C) = 324 L/S

Cooling Cap.

- Heat Load Type

C = 16 MW x 860,000 Kcal/MW x 0.0222 = 305,800 Kcal/Hr

- Flow Rate and ΔT Type

C = 324 L/S x 11.8°C x 20S x 4 Cycle = 305,856 Kcal/Hr

- Selection : 305,800 Kcal/Hr

상기와 같은 방법으로 전력의 입력치와 냉각수의 유량과 온도차에 의한 방법으로 프로그램을 이용하여 큰 부하를 선정부하로 하였다.

(3) Upgrade Step

1) Deionized & Demineralized Water

TEMP. ZONE	EQUIPMENT (SYSTEM)	OPER. TIME	PULSED LOAD	AVG. LOAD	WATER TEMP. (°C)		FLOW RATE	WATER PRESS (N/cm²)		COOLING LOAD	WATER QUALITY	REMARK
			MW	MW	INLET	ΔT	L/S	INLET	ΔP	Kcal/Hr	MΩ-cm	
50°C	PFC'S	300s	40.5	5.063	50	11.8	820	103	41.4	4,353,800	1	
	ICH ANTENNA	300s	0.443	0.055	50	7.2	14.7	69	20.7	47,700	1	
	LHH	300s	0.96	0.12	50	12.1	19.0	69	62.1	103,200	1	
	TOKAMAK SHIELD	300s	3.72	0.083	50	19.2	46.3	13.79	3.4	399,900	1	
	SUB TOTAL			45.623	5.321			900			4,904,600	

특수설비의 개요

27 °C	ICH TRANS.	300s	13.5	1.688	27	42.1	76.6	76	55.2	1,451,300	1	
	NBI BEAM LINE	300s	75	9.375	27	11.8	1,518.4	103	62.1	8,062,500	1	
	NBI ION SOURCE	300s	6	0.75	27	15.1	94.9	103	93.1	645,000	17	
	NB POWER SUP.	300s	2.53	0.316	27	4.8	126	103	69	272,000	1	
	LHH KLYSTRONS	300s	16.98	2.123	27	39	104	51.7	27.6	1,825,400	1	
	SUB TOTAL			114.01	14.252			1,919.9			12,256,200	
35 °C	TF/PF POWER SUP.	24HR	0.065	0.065 (0.725)	35	3	22.0	0.69	69	236,500	1	
	DC BUSBARS	24HR	0.729	0.729 (2.21)	35	40	13.2	0.69	69	1,900,600	1	
	VACUUM PUMP	24HR	0.254	0.254	35	26.4	2.3	51.7	69	218,500	1	
	TRANS. SYS.	24HR	0.544	0.544	35	10	13.0			468,000	1	
	SUB TOTAL			1.592	1.592			50.5			2,823,600	

2) Treated & Borated Water

TEMP. ZONE	EQUIPMENT (SYSTEM)	OPER. TIME	PULSED LOAD	AVG. LOAD	WATER TEMP. (°C)		FLOW RATE	WATER PRESS (N/cm <sup>2</sup> )		COOLING LOAD	WATER QUALITY	REMARK
			MW	MW	INLET	ΔT	L/S	INLET	ΔP	Kcal/Hr	MΩ-cm	
35°C TREATED WATER	CRYOGENIC SYSTEM	24HR	3.66	3.66	35	5.0	175.0	55.2	34.5	3,150,000	TREATED	
	M.G SET	24HR	4.0	4.0	35	5.0	191.2	0.69	34.5	3,440,000	"	
	EMERGENCY GENERATOR	24HR	2.04	2.04	35	5.0	97.2		34.5	1,749,000	"	
	SUB TOTAL			9.7	9.7			463.4			9,489,000	
35°C BORATED WATER	VV SHIELDING	24HR	0.1256	0.1256	35	3.0	10.0	13.8	3.45	108,000	BORATE	
	SUB TOTAL			0.1256	0.1256			10.0			108,000	
35°C BAKEOUT WATER	BAKEOUT	24HR	0.186	0.186	35	5.0	8.9			160,000		
	SUB TOTAL			0.186	0.186			8.9			160,000	

15°C TREATED WATER	CRYOGENIC SYSTEM	24HR	0.244	0.244	15	10	5.83			209,880		
	SUB TOTAL		0.244	0.244			5.83			209,880		69.4RT

(3) 부하계산 예

1) Heating & Cooling Load

- 50°C D.I. Water Zone

- Plasma Facing Components

Average Load : 40.5 MW x 0.125 = 5.063 MW

Heat Load : 40.5 MW

Flow Rate : 40.5 MW x 860,000 Kcal/MW ÷ (3,600S x 11.8°C) = 820 L/S

Cooling Cap.

- Heat Load Type

$$C = 40.5 \text{ MW} \times 860,000 \text{ Kcal/MW} \times 0.125 = 4,353,800 \text{ Kcal/Hr}$$

- Flow Rate and ΔT Type

$$C = 820 \text{ L/S} \times 11.8^\circ\text{C} \times 300\text{S} \times 1.5\text{Cycle} = 4,354,200 \text{ Kcal/Hr}$$

- Selection : 4,353,800 Kcal/Hr

상기와 같은 방법으로 전력의 입력치와 냉각 수의 유량과 온도차에 의한 방법으로 프로그램을 이용하여 큰 부하를 선정부하로 하였다.

## 자재정보

### 배연 담파용 모듈레터 모터

대화공조산업(박철수)이 배연담파와 모타의 기술혁신을 이루었다.

이 제품은 고층아파트(16층 이상) 및 건물의 화재발생시 귀중한 생명과 재산을 지켜주는 제품으로서 모타의 크기가 작으면서도 견고한 구조로 설계되어 있어 좁은 공간에서도 설치가 용이하다. 또한 특유의 결선방

법으로 오배선함으로써 발생하는 기기의 손실과 작업시간의 낭비를 최대한 줄임은 물론 보호 회로를 내장하여 모타와 담파의 기능을 부여하였다. 이와 함께 강력한 회전력으로 소형 담파는 물론 대형 담파의 개폐에도 탁월한 성능을 발휘하는 기능을 갖추고 있다.

동사의 또 다른 제품인

SIROCCO FAN은 아파트, 건물의 일반배기, 습기송풍, 난방, 냉방, 건조 용도로 사용되며 기존 제품에 비해 풍량이 가장 큰 반면 크기가 작아 기초작업이 쉬어 원가절감은 물론 운전 및 안전점검이 용이하다.

대화공조산업은 지속적인 기술개발과 생산성 향상으로 국내 굴지의 건설업체 및 설비공사업체에 획기적인 공급가로 납품은 물론 올해부터는 고층아파트 신축이 많은 동남아에 활발한 수출상담을 벌이고 있어 수출효과도 기대되고 있다.

문의 : (02)3471-3329