

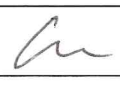
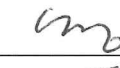

KSTAR	KSTAR 운영사업	개정번호: 0
	기술시방서 (Technical Specification)	발행일자: '22.10

## EC7 냉각수배관 제작 및 설치

### 개정 이력

개정번호	개정일자	개 정 사 유
0	2022. 10	EC7 냉각수배관 제작 및 설치

### 작성, 검토 및 승인

구 분	소속/직책	성 명	서 명	일 자
승 인	초고온플라즈마연구부/부장	곽종구		22.10.17
검 토	전류구동연구팀/팀장	왕선정		22.10.6
작 성	전류구동연구팀/담당	이인혁		22.10.6

## 목 차

1. 요 약 .....	4
2. EC7 냉각수배관 제작 및 설치	
가. 자이로트론 분기배관(65A) .....	4
나. 자이로트론 매니폴드 .....	5
다. 컬렉터 배관 .....	9
라. 기구물 제작 .....	10
마. 공통사항 .....	12
3. 시험	
가. 배관기밀 시험 .....	15
나. 전계장 시험 .....	15
4. 일정 .....	16

# 기술시방서

## EC7 냉각수배관 제작 및 설치

### 1. 요약

핵융합에너지연구원 실험동 가열장치실 2층에 자이로트론 장치를 냉각시키는 배관 시스템을 설치한다. 자이로트론 냉각수 시스템은 크게 컬렉터와 자이로트론으로 총 18개의 채널에 냉각수를 순환시킨다. 본 시방에는 배관서포트와 호스연결, 계장결선을 포함하고 기밀검사, 센서, 전계장 동작 시험을 진행한다. 그림 1은 냉각수 공급포트 및 칠러 위치를 나타낸다.

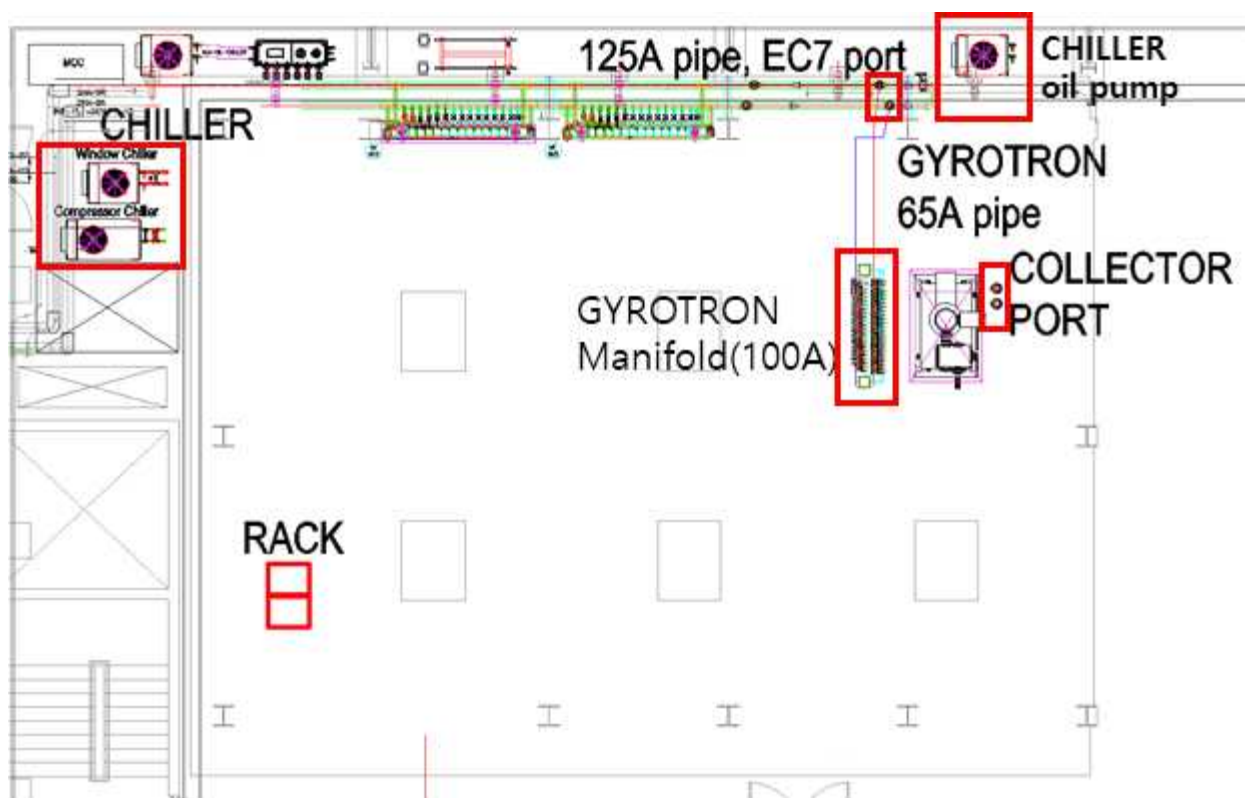


그림 1 가열장치실 공급포트 위치

### 2. EC7 냉각수배관 제작 및 설치

냉각수배관은 2층 가열장치실에 설치한다. 가열장치실은 케이블 및 배관 매립을 위한 높이 1M의 엑세스플로어(600\*600mm)가 장치실 전체에 덮여있으므로 자이로트론 분기배관(65A)은 그 하부에 설치하고, 매니폴드배관은 그 상부에 설치하여 노출을 최소화한다. 배관은 공장에서 완제품으로 제작하여 납품하고, KFE에서는 배관 조립 및 서포트를 설치한다. 그림 2를 참조하여 배관을 구성한다.

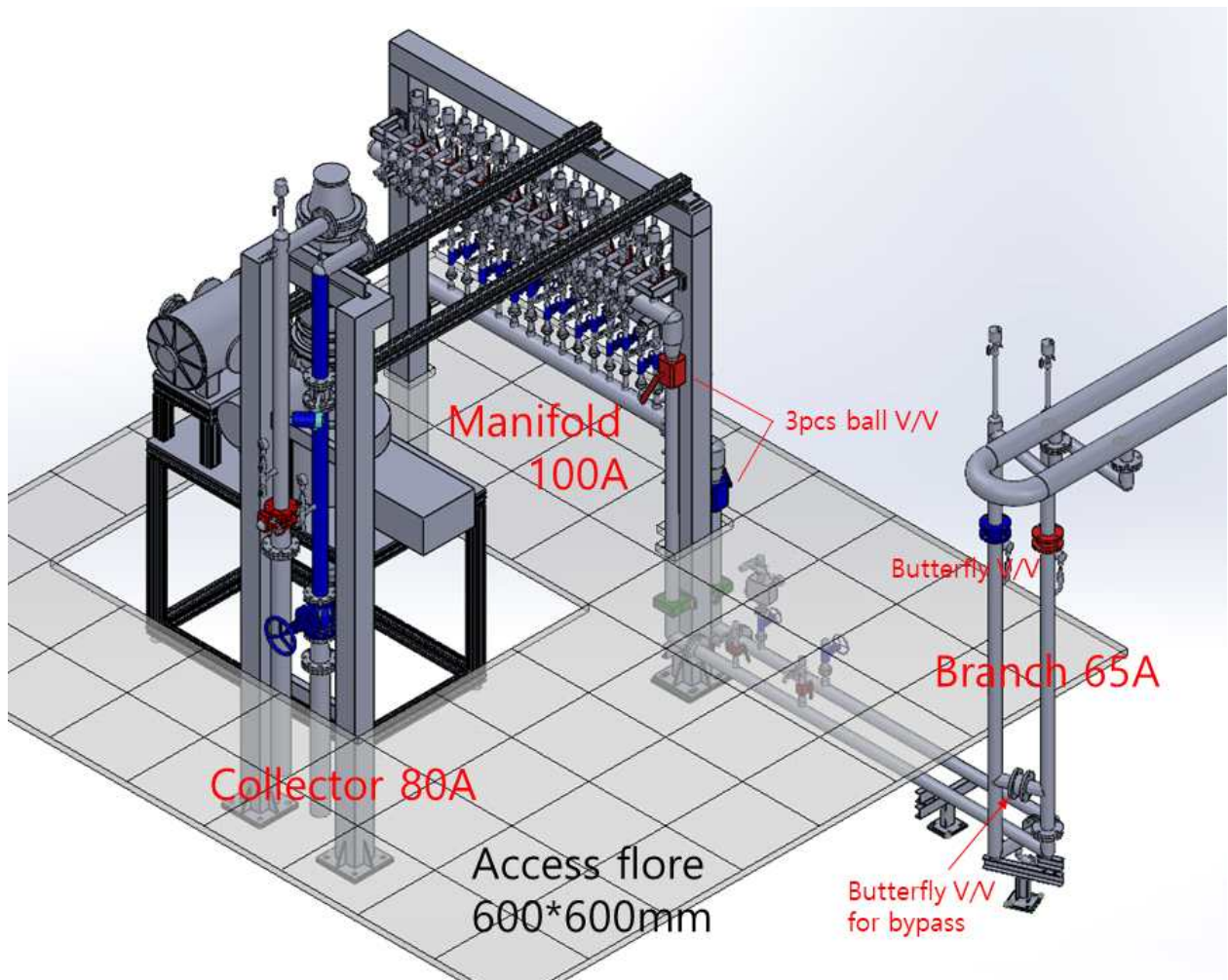


그림 2 냉각수배관 개략도

가. 자이로트론 분기배관(65A)

자이로트론 매니폴드로 냉각수를 공급 및 회수하는 배관으로 125A 배관에 마감된 65A 포트에서 설치한다. 그림 3과 같이 플랜지로 마감되어있으며 지면에서 약 4 M 높이에 있다.



그림 3 65A Flange 포트(좌), 분기배관 설치예시(우)

## 1) 지시사항

- 가) 125A 배관에 마감된 플랜지부터 65A 분기배관을 액세스플로어 하부로 설치하여 자이로트론 매니폴드에 연결한다.
- 나) 유량조절밸브와 by-pass는 버터플라이밸브로 설치하고, 자이로트론 매니폴드 직전 단에 65A 3pcs 볼밸브를 설치한다.(그림 2참조)
- 다) 액세스플로어 하부의 입,출력 라인에 25A, 20A 포트를 설치하고 3pcs 볼밸브로 마감한다.
- 라) 배관의 입,출력에 압력계, 에어벤트, 드레인을 설치한다.

표 1 자이로트론배관 채널정보

No.	Index	Channel	배관경 (A)	Require flux(lpm)	Supply pressure (atm)	Flow meter	TC	RTD	호스 규격
				min	Max				
1	Collector		100 to 80	900	5	o	o	o	80A
2	Manifold for Gyrotron	Cavity	25	36	8	o	o	o	1"
3		Anode1,2	20	9	5	o	o		3/4"
4		Body under cryomagnet	20	9	5	o	o		3/4"
5		Body above cryomagnet	20	18	5	o	o		1"
6		Absorber in oil tank	20	12	3	o	o	o	5/8"
7		Mirror box+CPD	20	9	5	o	o		3/4"
8		Tunable mirror	20	9	5	o	o		3/4"
9		Body and membrane at tunable mirror	20	6	5	o	o		3/4"
10		Relief load absorber	25	48	5	o	o	o	1"
11		Relief window	25	24	5	o	o	o	3/4"
12		Relief mirror	20	6	5	o	o		3/4"
13		MOU absorbers +side walls	25	42	5	o	o	o	1"
14		MOU mirror	20	18	5	o	o		3/4"
15		MOU view port+bellows+flange	20	12	5	o	o		3/4"
16	Chiller for Gyrotron	Window	25	36	3	o	o	o	3/4"
17		Compressor	20	10	4	o	o		3/4"
18		Oil pump	-	10	2	o	o		1"

## 나. 자이로트론 매니폴드

매니폴드배관은 65A 분기배관에서 100A로 확관하고 16개 채널을 설치한다. 채널 정보는 표 1의 No. 2~ 17 채널의 배관경을 참조한다. 18번 채널은 배관 제작 없이 호스와 전계장을 연결한다.



## 1) 지시사항

- 가) 표 1의 2~15번 채널은 100A 매니폴드에서 연결된 배관이고, 16~17번은 칠러에서 호스로 배관에 연결한다. 호스는 각 32A, 20A를 사용하여 해당 배관하부에 연결한다. 그림 4는 칠러의 모습을 보여준다.
- 나) 배관 구성: 입력단은 글로브밸브, 드레인, 유량계(사급), 압력계, RTD를 설치하고 출력단은 3pcs 볼밸브, 드레인, RTD, TC, 에어벤트를 설치한다.
- 다) 배관의 구성품은 표1의 배관경과 같은 규격의 제품을 사용한다.
- 라) 유량계는 그림 5와 같이 OMEGA(社) FLR시리즈 8350D(25A), 7320D(20A) 사급품을 사용한다. 유량계 입,출력은 NPT 나사산으로 되어있고 커넥터 연결은 배관유니온으로 하고 배관에 용접한다.
- 마) 매니폴드 배관의 채널 순서는 표2와 같다.



그림 4 컴프레서(좌), 윈도우(우) 칠러 배관모습. 호스를 포설하여 각 채널 하부에 연결한다.

A Nominal Port Size	B Length in. (mm)	C Length in. (mm)	D Length in. (mm)	E Width in. (mm)	F Width in. (mm)	G Width in. (mm)	H Width in. (mm)	I Depth in. (mm)	J Offset in. (mm)	K Hole Dia. in. (mm)
1/4 (SAE 6)	6.60 (168)	5.27 (134)	6.41 (163)	6.00 (152)	3.23 (82)	3.00 (76)	4.20 (107)	2.94 (75)	1.51 (38)	.31 (8)
1/2 (SAE 10)	6.60 (168)	5.27 (134)	6.41 (163)	6.00 (152)	3.23 (82)	3.00 (76)	4.20 (107)	2.94 (75)	1.51 (38)	.31 (8)
3/4 (SAE 12)	7.20 (183)	5.27 (134)	7.04 (179)	6.00 (152)	3.60 (91)	3.00 (76)	4.20 (107)	2.94 (75)	1.27 (32)	.31 (8)
1 (SAE 16)	7.20 (183)	5.27 (134)	7.04 (179)	6.00 (152)	3.60 (91)	3.00 (76)	4.20 (107)	2.94 (75)	1.27 (32)	.31 (8)
1-1/4 (SAE 20)	12.20 (310)	10.68 (271)	11.65 (296)	7.63 (194)	4.84 (123)	3.82 (97)	5.02 (128)	4.50 (114)	2.20 (56)	.31 (8)
1-1/2 (SAE 24)	12.20 (310)	10.68 (271)	11.65 (296)	7.63 (194)	4.84 (123)	3.82 (97)	5.02 (128)	4.50 (114)	2.20 (56)	.31 (8)

그림 5 자이로트론 매니폴드 유량계 치수

표 2 매니폴드배관 채널순서(PLC에 케이블 연결 시 Collector가 최우선)

No.	매니폴드배관 순서_supply 기준(비고)		
1	Window(칠러 호스연결 32A)	9	Tunable mirror
2	Compressor(칠러 호스연결 20A)	10	Body and membrane at tunable mirror
3	Cavity	11	Relief load absorber
4	Anode1,2	12	Relief load window
5	Body under cryomagnet	13	Relief load mirror
6	Body above cryomagnet	14	MOU absorbers+side walls
7	Absorber in oil tank	15	MOU mirror
8	Mirror box+CPD	16	MOU view port+bellows+flange

## 2) 호스연결

가) 각 채널과 장치는 상용압 10 bar 이상의 철심이 없는 Parker(社) 오일호스를 사용하고, Cavity와 Anode1,2 채널은 고전압 절연호스를 사용한다. 호스규격은 표1을 참조한다.

나) 배관과 호스는 그림 6과 같이 UNF#4 커플링으로 연결하고, 배관에는 수놈을 호스에는 암놈을 설치한다.

다) 장치에 호스 연결 시 그림 7과 같이 니플에 호스를 끼워 호스밴드로 조인다.

라) Cavity와 Anode1,2 그리고 Compressor 채널은 호스 양쪽을 UNF#4 커플링으로 연결한다.

마) 표 3과 그림 7의 도면을 참조하여 호스커넥터를 제작한다.

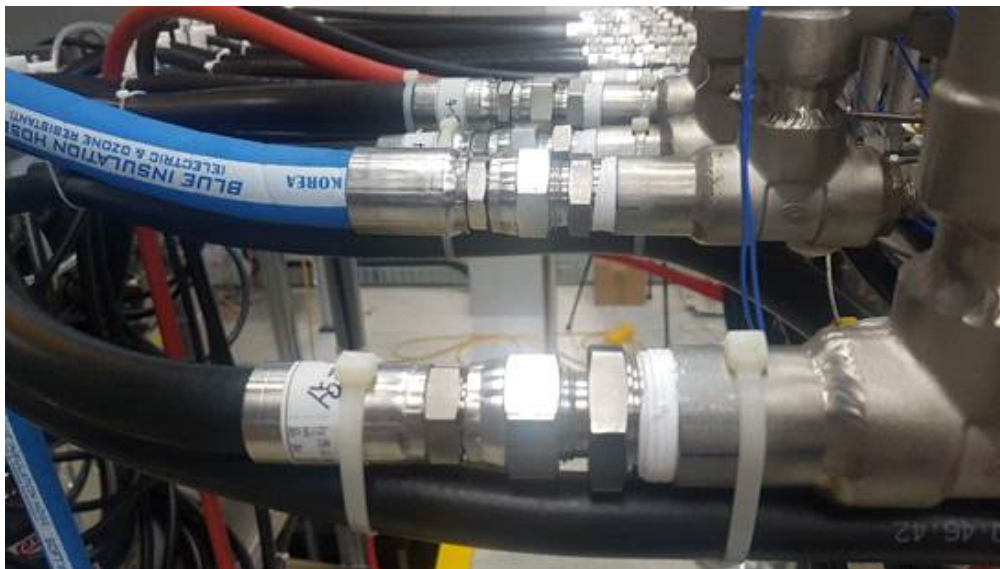
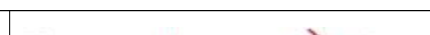


그림 6 UNF#4 커플링 연결모습(호스에 암놈 설치)

표 3 자이로트론 호스커넥터 제작

규격	수량	커넥터	비고	
M16×1, φ21	16	호스 니플	기밀은 37° cone 형상으로 제작하 여 자이로트론에 연결한다.	
M16×1, φ21	5	호스 니플(45도 엘보)		
M16×1, 3/4"	4	UNF#4 유니온 수놈		
M22×1.5, φ21	4	호스 니플		
M24×1.5, 1"	4	UNF#4 유니온 수놈		

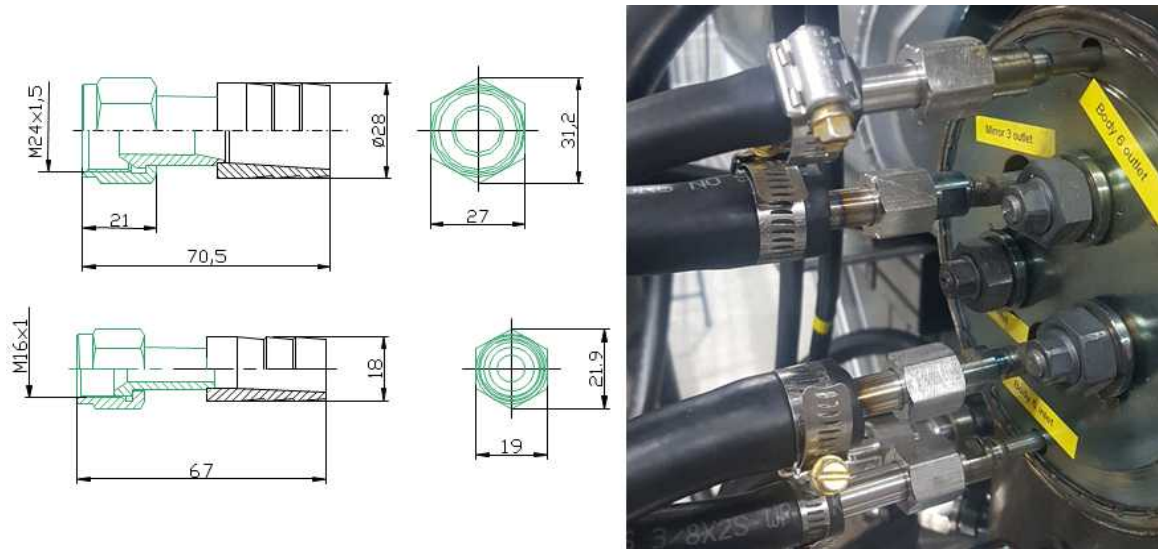


그림 7 호스커넥터 도면 및 장치연결모습(Cavity, Anode1.2 채널은 UNF#4 커플링으로 연결)

## 2) 매니폴드배관 설치 세부사항

- 가) Supply 호스연결 배관하부는 엑세스플로어에서 1600mm 높이로 하고, Retrun 배관하부는 1650mm로 정확히 일치시켜 배관 서포트로 고정한다.
- 나) 배관서포트를 포함한 매니폴드 너비는 2350mm 미만으로 제작하여 엑세스플로어(600\*600mm) 4칸 내에 들어가도록 설치한다.
- 다) 매니폴드의 처음과 두번째 지관은 칠리에서 호스로 연결됨으로 매니폴드 배관에 서 분리한다.(표 1의 16, 17번 채널)

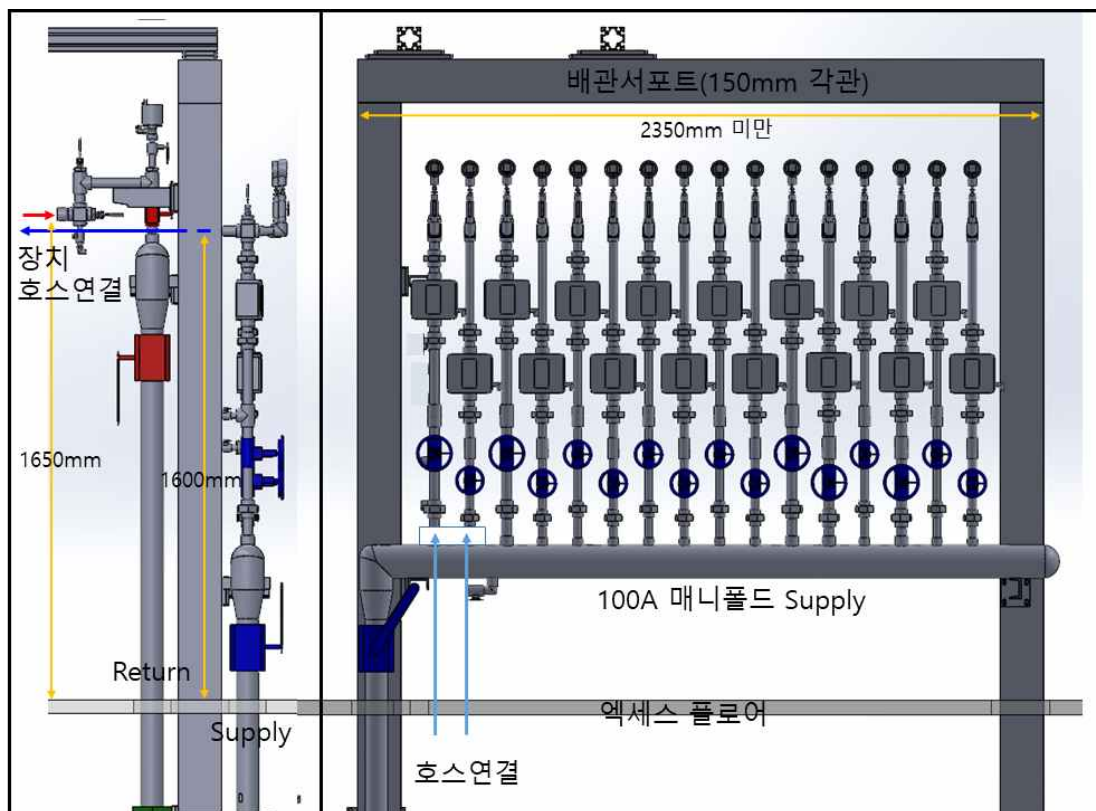


그림 9 매니폴드배관 측면도(좌) 및 Supply 배관 정면도(우)



라) 유량계는 전원커넥터가 연결된 상태에서 옆 배관에 간섭없이 360도 회전할 수 있도록 배관사이를 떨어뜨린다.

마) 글로브밸브 및 유량계는 분리가 가능하도록 배관유니온으로 연결한다.

#### 다. 컬렉터 배관

##### 1) 지시사항

가) 컬렉터 배관은 그림 9와 같이 액세스플로어 상부에 100A 플랜지로 마감되어있다. 이에 80A 레듀서로 관경을 줄여 구성품들을 설치한다.

나) 바닥에서 배관 센터의 높이는 3800 mm로 한다.

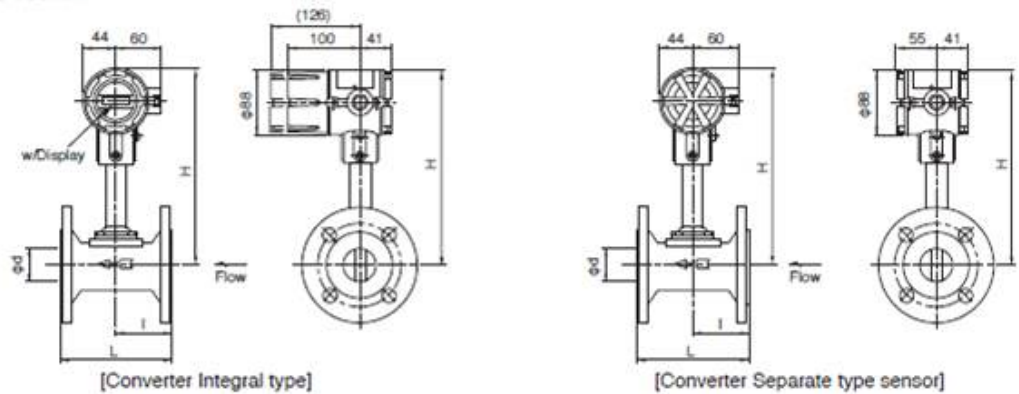
다) 장치에는 그림 10 같은 커넥터가 연결되어 있다. 커넥터 플랜지는 규격제품이 아님으로 이중 엘보우를 제작하여 80A 고무커넥터 및 후렉시블 조인트가 연결되도록 한다.

라) 배관 구성: 입력단은 글로브밸브, 드레인, 유량계(사급), 압력계, RTD, 에어벤트, 고무플랜지, 후렉시블조인트, 엘보우를 설치하고, 출력단은 버터플라이밸브, 드레인, 압력계, RTD, TC, 에어벤트, 고무플랜지, 후렉시블조인트, 엘보우를 설치한다.

마) 유량계는 그림 9와 같이 OVAL(社) VXU080-L2CJ1-870-211AHC-0 사급품을 사용한다.

#### Fixed sensor/Flange type (MODEL: VXU)

● Nominal size: 40 to 150mm



Nominal size mm (inch)	Flange rating	L	I	φd (Meter I.D.)	H	Approx. Weight (kg)		
						Converter Integral type		Converter Separate type sensor
						No Display	w/Display	
40 (1-1/2")	JIS 10K (16K)	130	65	37.6	261	6.2	6.5	6.0
	ASME 150	150	75			6.0	6.3	5.8
50 (2")	JIS 10K	130	65	48.5	265	7.3	7.6	7.1
	ASME 150	150	75			6.4	6.4	7.0
80 (3")	JIS 10K	150	75	72.4	281	10.6	10.9	10.4
	ASME 150	160	80			13.3	13.0	13.1
100 (4")	JIS 10K	160	80	95.2	301	13.7	14	13.5
	ASME 150	170	85			19.3	19.6	19.1
150 (6")	JIS 10K	220	110	140.3	331	28.2	28.5	28.0
	ASME 150	230	115			31.2	31.5	31.0

그림 9 컬렉터 유량계규격

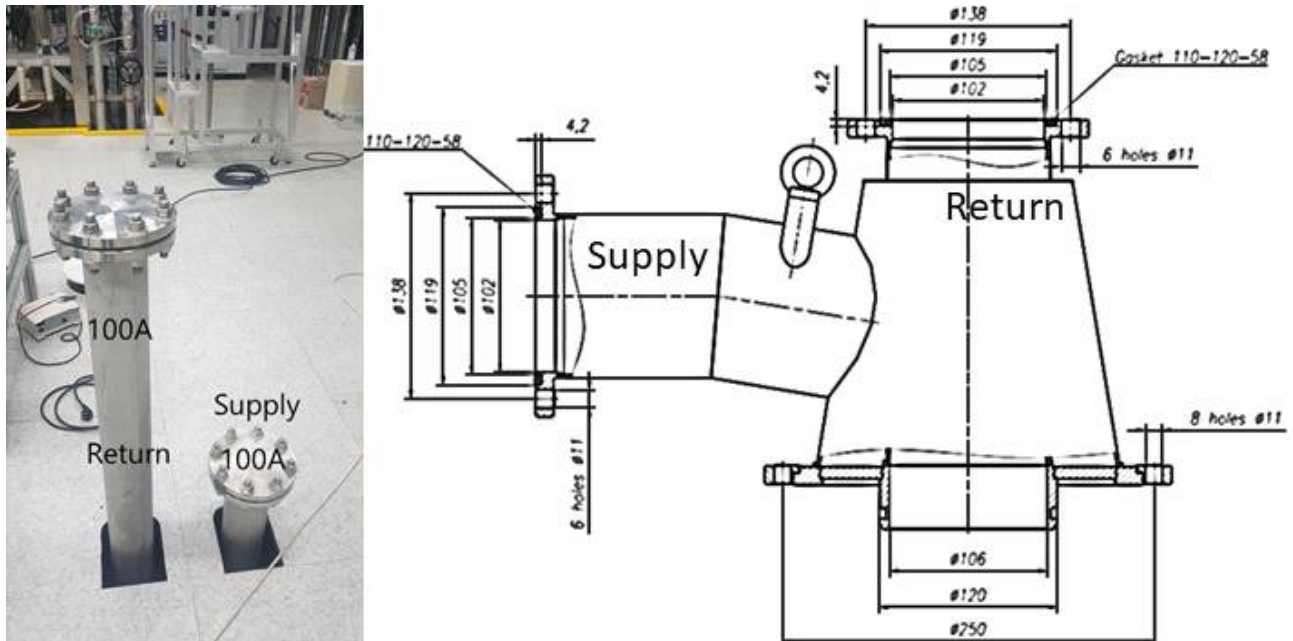


그림 10 컬렉터 100A 배관플랜지(좌), 컬렉터 커넥터(우)

## 라. 기구물 제작

## 1)배관 서포트

- 가) 150mm 각관을 사용하여 그림 2를 참조하여 자이로트론 매니폴드와 컬렉터배관을 견고히 고정한다.
- 나) 배관 지지는 매 2M 마다하고, 수직배관 및 엘보하부는 필히 설치한다.
- 다) 아래의 요건에 맞춰 설계한다.
- 배관 진동방지
  - 모든서포트 바닥에 G10판을 설치한다. 볼트 연결 시 절연되도록 한다.
  - 정확한 배관지지를 위한 서포트의 좌우상하 조절 가능
- 라) 자이로트론과 컬렉터 서포트 사이를 80\*80 mm 알루미늄 프로파일 2개로 연결하고 기둥에 탈, 부착을 할 수 있도록 서포트에 15 mm 두께의 플레이트를 용접 후 프로파일을 볼트로 고정한다.
- 마) 컬렉터 서포트 프로파일 상부에 80A 후렉시블 조인트를 고정하는 높이 조절이 가능한 호스클램프를 설치한다.
- 바) 배관 서포트의 각지고 날카로운 부분은 R10이상 라운딩 가공한다. 라운딩한 모서리부분도 매끄럽게 가공한다.

## 2) 자이로트론 호스고정대

컴프레서 채널을 제외한 15쌍의 호스를 고정하는 지지대를 설치한다. 각 채널별 한 쌍씩 분리가능한 캡으로 제작한다. 자이로트론 받침에 프로파일로 지지대를 설치하고 그 상부에 블록 받침을 고정한다. 호스고정대는 엑세스플로어에서 1.6 M 높이에 호스가 거치되도록 하고, 그림 11을 참조하여 기존 제품과 동일하게 제작한다.

- 가) 재질 : 호스블록, 캡- 알루미늄, 블록 받침대 - SUS304L  
나) 도면

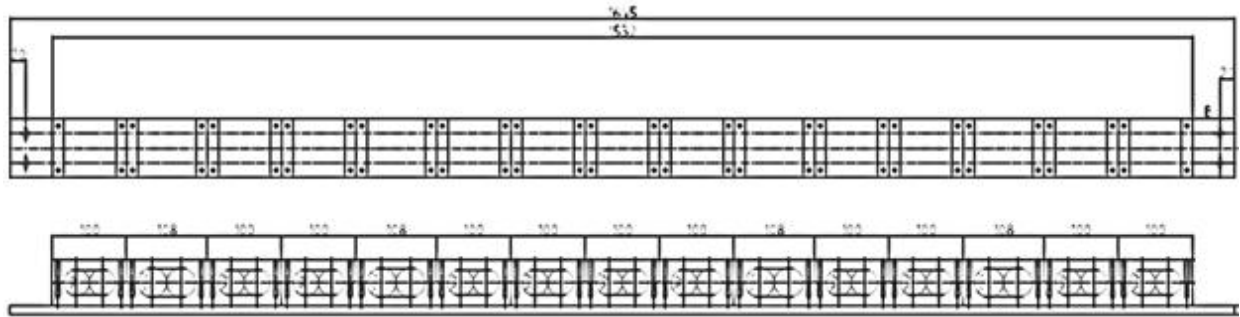


그림 11 호스고정대 (자이로트론 프레임 너비 1650mm 내에 들어가도록 설계)

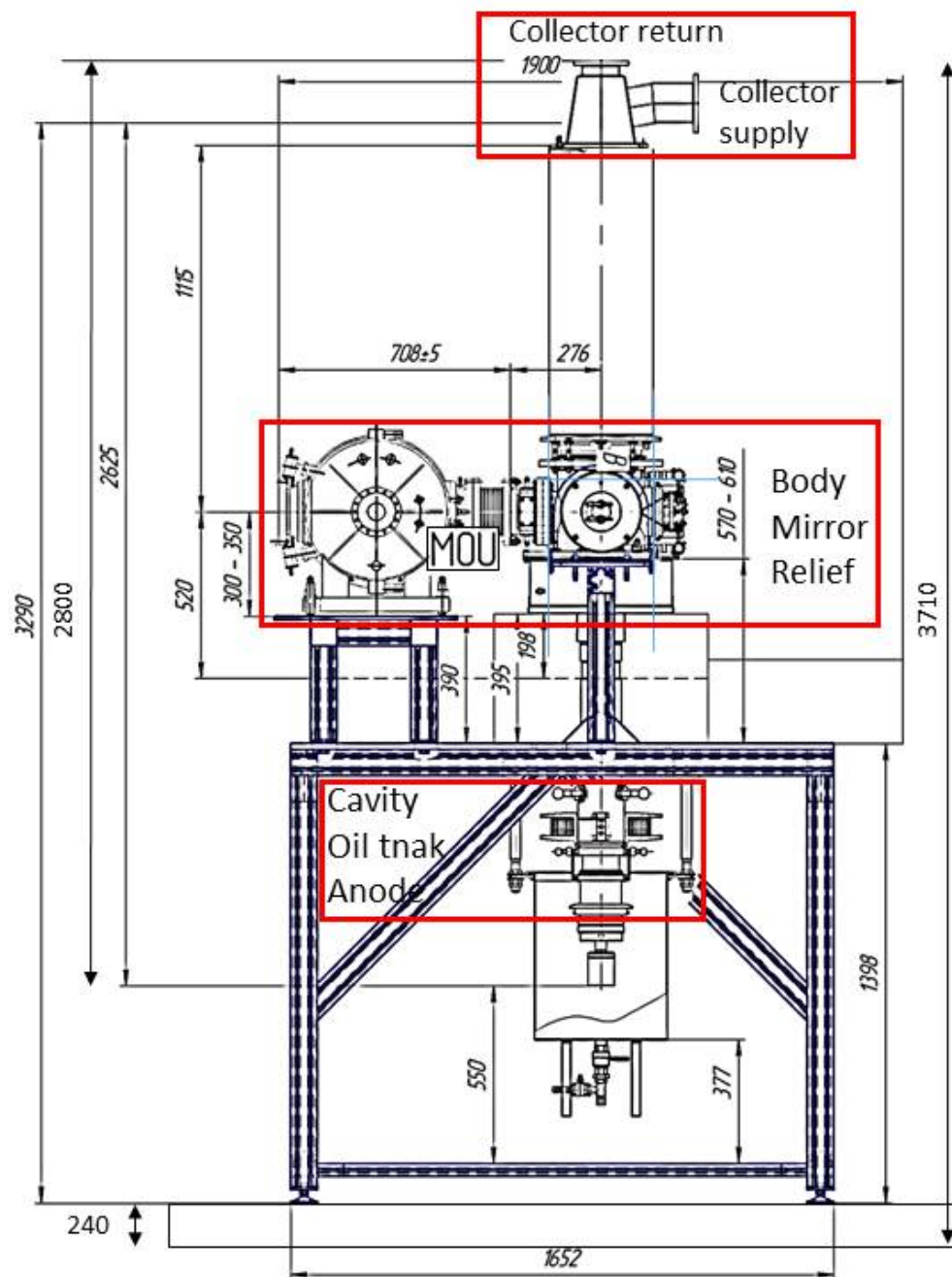


그림 12 자이로트론 도면 및 냉각수 채널위치

### 3) 경계블럭

자이로트론 설치를 위해 액세스플로어 및 기둥을 탈거 후 추락 방지를 위한 경계블럭을 설치한다. 사면이 분리되도록 제작하여 조립한다.(기존 제품과 동일하게 제작)

가) 재질 SUS304L, SUS316

나) 이미지



그림 14 자이로트론 경계블럭(동서남북 4면이 분리되도록 제작)

다) 액세스플로어 기둥의 홀에 탭가공을 하여 경계블럭을 받치는 무드볼트를 설치한다. 28개.

### 마. 공통사항

#### 1) 유량계 케이블 결선

가) 유량계의 전원공급은 24Vdc, 4~20 mA Loop type이고 출력케이블을 제어 PLC에 연결한다. (아래 회로도 참조)

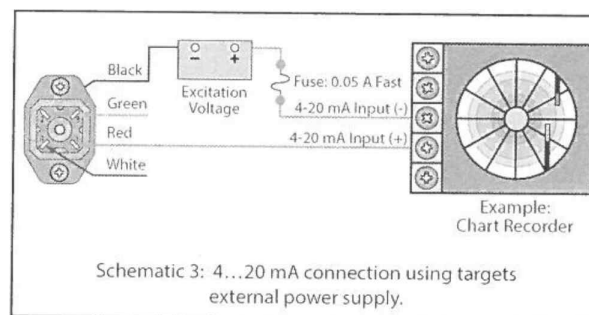


그림 11 자이로트론 배관용 면적유량계 결선도

나) 매니폴드 유량계에는 케이블이 결선 된 커넥터가 제공됨으로 3M(社)미니클램프를 사용해 해당 케이블을 연장하여 PLC에 결선한다.



다) LS전선(社) 20AWG\*2C shield 절연피복 케이블 사용

라) 케이블을 PLC에 연결 시 Rack하부에 케이블 출입이 가능하도록 액세스플로어를 가공한다.

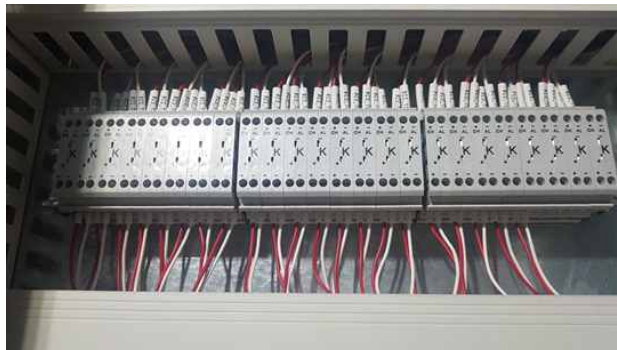
- 600\*600 mm 액세스플로어의 센터를 250\*150 mm 제거. 2판 가공.

## 2) 배관 TC, RTD 센서

가) TC센서 모든 채널의 출력단에 설치하고, RTD센서는 표 1에 표시된 채널의 입, 출력단에 설치하고, 센서는 배관 내 40 mm를 삽입한다.

나) 배관에 센서 설치 후 케이블 길이 300mm 이내에서 OMEGA(社) RTD, TC 전용 미니커넥터로 케이블을 연결한다.

다) RTD케이블은 LS전선(社) 20AWG\*3C shield 절연피복 케이블 사용하고 PLC에 SN커넥터로 연결한다. 케이블 쉴드와 SN커넥터를 연결하여 도통시킨다.



TC PLC연결부



유량계 PLC연결부



BNC

RTD 앰프

3 wire connection

RTD결선도

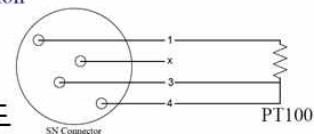


그림 16 TC와 유량계 케이블은 PLC로 연결하고 RTD케이블은 SN커넥터를 사용하여 앰프에 연결한다.

## 3) 컴포넌트

가) 배관에 설치된 컴포넌트들은 고장 시 분리가 가능하도록 배관 유니온을 사용하고, 배관과 호스의 연결은 UNF#4 커플링으로 한다.

나) 본 시방에 설치되는 모든 기자재는 사전 감독관의 검수를 득한 승인품목을 사용하고, KS인증을 득한 단조품을 사용한다. 설치관련 용품(용접봉, 볼터, 너트 등)을 포함한 제품의 재질은 특별한 지시가 없는 경우 SUS304L, SUS316으로 설치한다.

- 다) 40A 이하 모든 분기관 연결 시 보스, 하프 커플링, 단조 커넥터로 용접한다.
- 라) 압력계는 KELLER(社) ECO-2로 공급한다.(connector G1/4" 寸)
- 마) 온도센서는 센테크(社) RTD는 SEN-1140-P, pt100, 3wire으로, TC는 SEN-121CO-S, k-type, 2wire로 공급한다.
- 바) 센서 및 전계장 케이블은 외부피복이 절연되는 제품을 사용하고, 그림 1의 Rack 내의 장치에 결선한다. 센서와 커넥터 양 끝단과 중간에 채널 이름을 라벨링한다.
- 사) 유량계, TC, RTD 등의 케이블이 액세스플로어 외부에 드러난 부분은 CD관으로 감싸 하부 트레이에 포설하여 해당 PLC에 연결한다.
- 아) 버터플라이밸브는 토모에(社) 700Z 워기어식으로 공급한다.
- 자) 에어밴트는 신일(社) SI-705B (connector PT1/2" 암) 밸브일체형을 사용하고 각 배관의 최상부 기포가 쌓이는 곳에 설치한다.
- 차) 압력계, 드레인용 나비형 핸들 1pc 불밸브를 설치한다.
- 카) 모든 드레인에 윈터치 피팅을 설치하고 가까운 개수로까지 호스연결한다.
- 타) 볼트 사용 시 너트체결 후 3산 미만으로 드러나게 하고 캡너트로 마감한다.
- 파) 모든 배관은 완성품 상태로 산세척 후 반입하고, KFE에서는 조립 및 서포트 설치를 한다.
- 하) 각 입, 출력 노출배관에는 종류별로 냉각 채널명, 방향표시(identification) 및 칼라 코딩(color coding)을 부착하고 케이블의 처음과 끝에 주기표를 부착한다. 40A 이하의 배관은 30\*120 mm, 50A 이상은 50\*150mm 크기로 한다. 4M 이상 연결배관의 경우 매 2M 마다 부착한다.

#### 4) 일반사항

- 가) 매일 09시에 회의를 진행하며 주간 업무보고에 첨부하여 제출한다. (회의내용 및 감독관 현장 지시사항을 기록하여 제출)
- 나) 제작 또는 시공에 필요한 도면은 착수 전 시공도 및 3D 제작도를 작성하여 감독원의 승인을 받고 제작하여야 한다. 이 시점에 자재승인이 완료되어야 한다.
- 다) 감독원은 자재승인 과정에서 이를 심사하여 부적합하다고 판단되는 경우에는 자재승인은 하지 않을 수 있다.
- 라) 자재사용 승인 신청서에는 다음 사항이 포함되어야 한다.
  - 자재품질에 관한 보증서 및 제품메뉴얼
  - 기타 발주자가 요구하는 자료
- 타) 자재 사용이 승인되면 제작도를 제출하여 발주처의 승인 후 제작에 착수한다.
- 나) 각종 장비에는 명판을 작성하여 감독원이 지시하는 위치에 부착하여야 한다.
- 다) 작업자는 매일 일과 종료 후 현장정리를 철저히 하고 관계자의 확인 후 일을 종료하며 청소를 시행한다.
- 라) 모든 작업은 설계도면 및 본 시방서에 준하여 시공하며, 서로 상이한 부분이 있을 때에는 감독원의 지시에 따른다. 시방서, 설계도면 및 내역서 중 어느 한 도서에 서라도 표기되어있는 사항은 시공한다.
- 마) 공급자는 착공 전에 공정표 및 세부시공 계획서, 기술인력 현황 및 기술자의 인적 사항을 감독원에게 제출해야하고, 현장대리인은 상주하여 제반 공정관리 및 안

전관리에 책임을 다하여야 한다.

바) 공급자는 본 시공 중 여러 감독원이 시공의 부실 또는 부정이라 인정할 시 감독원의 지시에 따라 즉시 재시공 또는 보수하여야 한다.

사) 공급자는 설계도면, 시방서 및 내역서에 명시되지 않은 사항일지라도 시공상, 구조상, 외관상, 기능상 당연히 필요한 사항 또는 법령에 규제된 사항은 감독원 지시에 따라 보완 시공하여야 한다.

자) 작업용 및 시험용 전력, 용수, 배수 등 임시 가설작업에 필요한 설비는 작업의 진행에 지장이 없도록 도급자가 시행하여야 한다.

### 5) 제출문서

가) P&ID 및 설계 도면집(Auto CAD)

나) 전체공정계획표(A0 사이즈\_현장에 부착 후 진도 확인)

다) 2D 설계도면(A3 사이즈\_각 파트 별 전면, 측면, 후면, 상면도를 현장에 부착)

라) 매주 화요일 10시에 회의를 진행하며 주간 업무보고하고 이를 문서화 하여 제출한다. (회의내용 및 감독관 현장 지시사항을 기록하여 제출)

마) 자재발주서(자재품질에 관한 보증서나 시험성적서, 제조회사에 대한 자료, 제품의 메뉴얼, 제작 및 설치 절차서(배관, 호스연결, 계장설치), 시험절차서 및 시험계획서(ITP)

바) 제작공정의 검사 및 시험성적서

사) 준공보고서 1부(A3 도면 포함), USB 1개(2D, 3D CAD-A3/PDF)

## 3. 시험

### 가. 기밀시험

1) 배관 및 호스 : 호스의 입,출력을 연결하여 65A 배관 시작점부터 호스 내부까지 밸브를 개방하고 배관에 저압의 물을 채우고 12시간 유지하여 잔류공기를 제거한다. 이 후 수압시험기를 배관에 결합하여 시험을 진행한다.

2) 호스커넥터 : PT산은 블랭크로 막고 니플에 호스 연결 및 수압시험기 연결 후 시험을 진행한다.

종 별	시험방법	시험압력	시험기간	합격조건
DI Water cooling	수압시험	9 kg/cm <sup>2</sup> 이상	120분	시험압력 하에서 2시간 동안 손실 없이 그 압력을 유지할 것

### 나. 전계장 시험

#### 1) 유량계, TC, RTD

기존 사용 중인 EC6 PLC에 모든 케이블을 연결하여 동작시험을 한다. 확인 완료 후 기존대로 복구한다.

가) 유량계에 전원인가 후 패널미터의 출력값을 확인한다.

나) TC와 RTD는 출력값을 확인 후 노이즈레벨이 0.1℃ 미만으로 유지되어야 한다.

#### 4. 일정

가. 계약자는 계약 후 7일 이내에 상세 P&ID 및 일정표를 KFE에 제출한다.

나. 계약자는 기술제안서에 제시한 2D, 3D 도면에 본 제작에 완벽히 사용될 설계도를 업데이트하여 감독관의 승인을 받은 후 제작에 착수한다.

다. 계약자는 2022년 11월 30일까지 모든 설치 및 동작 시험을 마무리한다. 이 후 23년 자이로트론 입고 시 장치에 호스 연결 및 마무리 작업을 유지보수로 진행한다.

라. 유지보수 : 계약종료 후 2년