


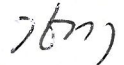
KSTAR	KSTAR 운영사업	개정번호: 0
	기 술 시 방 서 (Technical Specification)	발행일자: '17.11 페이지: 94

ECH 냉각수설비 제작 및 설치


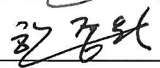

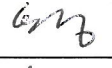


개정 이력

개정번호	개정일자	개 정 사 유
0	2017. 11	ECH 냉각수설비 제작 및 설치

관련부서 검토

소속/직책	성 명	서 명	일 자
통합설비기술팀/팀장	김 상 태		11. 11. 02
토카막장치기술부/부장	박 갑 래		2017. 11. 02

작성, 검토 및 승인

구 분	소속/직책	성 명	서 명	일 자
작 성	가열전류구동연구팀/담당	이 인 혁		2017. 11. 02
검 토	가열전류구동연구팀/담당	한 중 원		2017. 11. 02
검 토	가열전류구동연구팀/담당	정 미		2017. 11. 02
검 토	가열전류구동연구팀/팀장	왕 선 정		2017. 11. 02
검 토	가열진단연구부/부장	곽 종 구		2017. 11. 02
승 인	KSTAR 연구센터/부센터장	오 영 국		2017. 11. 03

KSTAR	KSTAR 운영사업	개정번호: 0
	기술시방서 (Technical Specification)	발행일자: '17.11 페이지: 94

ECH 냉각수설비 제작 및 설치

목 차

1. 요약	
1.1 계약 범위	4
1.2 일정	5
1.3 제출문서	5
2. ECH 냉각수설비 제작 및 설치	
2.1 ECH 냉각수배관 설치	7
2.2 기타 냉각관련 컴포넌트 설치	20
3. 일반사항	
3.1 공통사항	30
3.2 ECH 냉각수 일반사항	32
3.3 도급자의 의무	34
3.4 기타	38
4. 배관작업	
4.1 일반사항	39
4.2 배관재료	40
4.3 배관시공	41
4.4 배관청소	44
4.5 Piping material specification	45
5. 용접작업	
5.1 일반사항	49
5.2 용접공	49
5.3 용접봉	49
5.4 용접기 및 용접케이블	50
5.5 절단	51
5.6 개선 가공	52
5.7 조립 및 가용접	53
5.8 용접 준비	54
5.9 용접시행	54
5.10 예열 및 후열	57
5.11 용접검사 및 결함의 보수	58
5.12 용접기술 관리	60
5.13 위생 및 안전	52
6. 잡철물 제작설치	
6.1 일반사항	65

6.2 재료	66
6.3 시공	67
7. 계장작업	
7.1 일반사항	69
7.2 계기설치	69
7.3 Tray 설치	69
7.4 계장용 공기(Air)배관	70
7.5 계장 1차 도압관	72
7.6 계기설치	73
7.7 전선관 설치	74
7.8 배선 및 접속	76
7.9 검사 및 시험	77
8. 시험 및 검사	
8.1 일반사항	78
8.2 시험 및 검사대상 기재	79
8.3 시험의 입회	79
8.4 기기 및 배관의 시험	80
8.5 자재검사 및 제작검사	80
8.6 시험성적서	83
8.7 부적합사항 관리	84
8.8 특허권 및 소유권	85
8.9 서류 및 도면	85
8.10 기록매체 제작 및 검사요건	86
8.11 출하검사	87
8.12 포장, 취급, 선적 및 운송관리	87
8.13 시험성적서	88
8.14 부적합사항 관리	88
8.15 공급자 불일치사항 관리	88
8.16 잔금지불	89

기술시방서

ECH 냉각수설비 제작 및 설치

1. 요약

1.1. 계약 범위

본 계약은, 국가핵융합연구소 가열장치실에 설치되는 전자공명가열(Electron Cyclotron Heating) 시스템의 냉각수설비 제작 및 설치를 목적으로 한다. ECH 시스템은 크게 고출력 마이크로웨이브 발생장치인 자이로트론과, 발생된 고출력 마이크로웨이브를 토카막으로 전송하는 전송선 시스템(Transmission Line), 자이로트론의 컨디셔닝 및 파워측정을 위한 더미로드, 그리고 전달된 마이크로웨이브를 토카막으로 입사하는 안테나 시스템으로 구성된다.

이번 냉각수 설치 계약은 EC2 ~7까지 총 6세트의 ECH냉각수용 중간배관 설치 및 세부 매니폴드는 EC2 ~5까지 4세트를 설치하고 나머지 EC6, 7 두 세트는 중간배관에서 플랜지 마감까지이다. ECH의 냉각수배관은 2개의 메인배관에서 3개의 중간배관(컬렉터, 자이로트론, 더미로드 및 T/L)으로 나누고 각 시스템으로 가는 매니폴드로 나뉜다. 그림 1은 가열장치실의 냉각수 시스템 배관 배치도를 보여주며 4세트는 자이로트론이 적힌 부분에 설치된다. 배관 설치 시 참조하고 배관 및 컴포넌트의 위치는 변경될 수 있음을 유의한다.

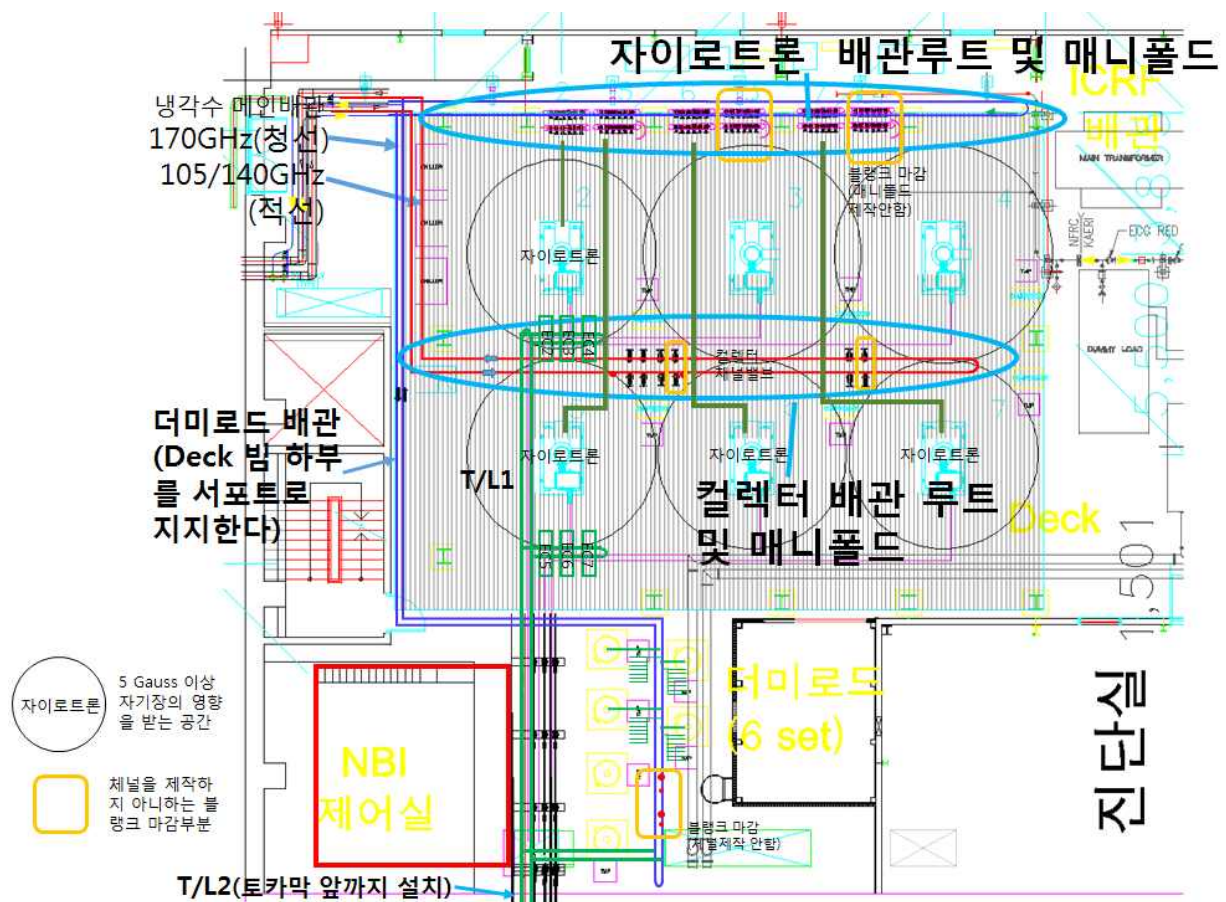


그림 1 ECH 4세트용 냉각수 배관 배치도(가열장치실)

작업 범위는 가열장치실부터 주장치실까지의 ECH ①자이로트론 ②컬렉터 ③더미로드 ④ Transmission Line ⑤Chiller 냉각수 메인배관부터 4세트용 매니폴드 배관(EC2 ~5, 관련 컴포넌트 포함) ⑥센서 및 계기류 케이블 포설 및 연결, 그리고 배관을 견고히 지지하는 서포트 설치 및 장치 시험까지 한다.

가열장치실 및 주장치실의 냉각수 시스템 설치는 Deck 및 전송선 서포트 설치 완료(약 2월 초) 후 바로 설치를 착수할 수 있도록 Deck 설계도면 및 현장 검토를 통해 배관을 사전 제작한다.

본 문서는 ECH 냉각수설비 설치작업을 수행함에 있어 필요한 전반적인 기술사항과 제반 조건을 규정한다. 계약자(혹은 공급자, 도급자)는 본 문서에서 언급하고 요구하는 제반 조건 및 기준을 만족시켜야 한다. 또한 요구하는 기술 능력뿐만 아니라 제작과 설치에 필요한 설계, 제조, 시험 및 검사 설비 등을 필히 확보하여야 한다. 계약자는 본 문서에서 요구하고 있는 기술사항 및 제반 기준에 대하여 필요 시 NFRI의 승인을 취득한 후 각각의 제공정을 진행하여야 하며, NFRI의 기술적인 요구 사항에 적극적인 협조를 하여야 한다.

1.2. 일정

- 1) 계약자는 계약 직후 상세 P&ID를 제공하고 및 7일 이내에 상세 일정표를 NFRI에 제출한다.
- 2) 계약자는 계약 후 20일 이내에 설계 및 제작에 관계되는 자료와 도면을 NFRI에 제출하여 승인을 받은 후 제작에 착수하여야 하고 작업 중 수정사항은 업데이트한다.
- 3) 계약자는 Deck 설치완료 즉시 설치를 착수해야 한다.
- 4) 계약자는 2018년 3월 30일까지 EC3 자이로트론과의 연결 작업을 제외하고 모든 설비의 설치를 마치고 누설시험 및 장치 동작시험을 완료한다. EC3 자이로트론 설치 후 (4월 내) 자이로트론과의 호스 연결 작업 후 누수시험을 진행하되 EC2는 설치 즉시 먼저 진행한다.
- 5) Deck 설치 및 전송선 서포트의 설치완료 일자는 늦어질 수 있지만 냉각수 설치 완료 일정은 변경하지 않는다.
- 6) 불가피한 일정변경 사유가 발생할 시 그 귀책사유가 NFRI에 있을 경우 계약일을 변경할 수 있다.(NFRI와 협의한다).
- 7) 계약기간 : 계약체결부터 2018년 6월 30일 까지
- 8) 유지보수 : 계약종료 후 2년, 제품자체의 결함 및 정상사용 중 불량 발생 시 계약자는 즉시 조치하고, 사용자의 과실에 의한 고장 시 사용자는 해당부품을 사급하거나 계약자에 부품금액을 지불하여 유지보수 한다.

1.3. 제출문서

- 1) 적용범위

- (1) 본 시방은 도급자가 NFRI에게 제출해야 할 각종 서류, 도면 및 품질증빙서류 등에 대한 세부요건을 규정한다.
- (2) 계약서 본문에 규정된 요건은 본 시방서에 기술된 내용에 우선하여 공급자에게 적용한다. 만일, 본 시방서와 계약서 본문내용이 상호 불일치하거나 불명확한 내용이 있을 경우에 공급자는 발주자에게 통보하여 명확한 해석을 받은 후 이행하여야 한다.

2) 일반요건

- (1) (공급자 의무) 도급자는 본 시방서에서 정하는 대로 계약 이행을 위한 각종 서류 및 도면을 발주자에게 제출하여야 한다.
- (2) (서류품질) 도급자가 제출하는 서류 및 도면은 정상적인 육안으로 판독이 가능할 수 있도록 작성 또는 복사상태가 양호해야 하며, 재복사 또는 전자매체 제작 등이 가능한 상태의 품질이 유지되어야 한다.
- (3) (발주자의 검토) 도급자가 제출하는 서류 및 도면은 계약요건에 따라 업무에 적용하기 전에 발주자의 검토를 받아야 한다.
- (4) (서류식별) 도급자가 제출하는 서류에는 서류명칭, 서류번호, 개정번호, 작성일자 등이 명확하게 기재되어야 하며 서류의 각 면마다 서류번호, 개정번호, 페이지가 표시되어야 한다.
- (5) (서류번호) 계약서요건에 발주자가 제시한 서류분류번호 부여방법이 있을 경우 공급자는 이를 준수해야 한다.
- (6) (서류승인) 도급자가 제출하는 모든 서류에는 작성, 검토, 승인권자의 소속, 직책, 성명, 서명, 일자 등이 포함되어야 한다.

3) 서류 및 도면의 제출

(1) 제작도면

㉠ ECH 냉각수설비 설계 도면집(Auto CAD)

㉡ 인터페이스 검증 및 간접 검토를 위한 3차원 도면(ProE/Solid Works/Catia 중 택 1)

㉢ NFRI에서 도면 검토 및 요구 사항 적용

(2) 문서작성

㉠ 전체공정계획표(A0 사이즈_현장에 부착 후 매일 확인)

㉡ 매주 월요일 회의를 진행하며 주간 업무 및 차주 업무를 보고하고 이를 문서화하여 제출한다.(회의내용 및 감독관 현장 지시사항 기록하여 제출)

㉢ 자재발주서(자재품질에 관한 보증서나 시험성적서, 제조회사에 대한 자료, 제품의 매뉴얼, “3.2. ECH 냉각수설비 일반사항” 의 “2)사용자재 및 기기” 참조)

제작 및 설치 절차서(파이프, 호스연결, 계장설치)

시험절차서 및 시험계획서(ITP)

㉣ 제작공정의 검사 및 시험성적서

㉤ 각 공정별 제작방법 및 진행상황 사진

㉥ 부적합 보고서

(3) 준공도서

준공보고서 3부(A3 도면 포함), USB 2매(2D, 3D CAD-A3/PDF), 기타자료

2. ECH 냉각수설비 제작 및 설치

2.1. ECH 냉각수배관 설치

총 6대의 시스템 중 4세트의 냉각수 배관을 설치하며 나머지 두 세트는 각 위치까지 중간배관 설치 후 블랭크 마감한다. 냉각수 메인공급배관은 170GHz와 105/140GHz 배관 두 라인을 사용하고, 170GHz 메인배관은 자이로트론과 더미로드 중간배관으로 사용하고, 105/140GHz 메인배관은 컬렉터 전용으로 사용한다. 표 1은 ECH 6세트 및 1세트의 유량 값을 보여주며 이를 확인하여 중간배관의 관경을 선정한다. 또한 표 2와 3은 각 채널별 냉각수 정보가 들어있으므로 이를 확인하여 각 매니폴드배관의 관경 선정 및 해당 컴포넌트를 설치한다. 중간배관에서 분기되는 매니폴드는 4세트를 설치하되 시방서에 명기된 것은 6세트를 설치한다.

표 1 6세트 및 1세트 유량 값

배관세트	배관명		유량		배관세트	배관명		유량	
			lpm	lps				lpm	lps
6세트	자이로트론		1596	26.6	1세트	자이로트론		266	4.4
	컬렉터		6000	100		컬렉터	EC2~5	900	15
							EC6,7	1200	20
	더미로드 메인	더미로드	4680	78		더미로드 메인	더미로드	780	13
		T/L	600	10			T/L	600	10

표 2 칠러를 사용하는 냉각수 매니폴드배관의 각 채널별 요구유량, 압력 및 게이지, 센서 수량 정보
(“2.3 기타 냉각관련 컴포넌트 설치”의 “2)칠러 및 배관설치”를 참조한다.)

No.	Chiller name		채널 수	호스 관경	Require flux(lpm)		Supply pressure(at m)		유량 계 수량	TC	RT D	비고
					min	Re co	Max	Min				
1	Main window, 40A		4	1"	30	33	3	2	4	o	o	- 각 채널에 유량계 및 RTD설치
2	Compressor, 32A		6	1/2"	10	12	4	2	4	o		- 6채널 중 4채널 제작 - 각 채널에 유량계 및 RTD설치
3	Upper oil tank(Oil 용), 32A		6	1"	36	50	1.5	1.2	4	o		- 500L Oil vessel 및 센서, 게이지 설치 - 6세트 중 4세트 제작 - 각 채널에 유량계 및 RTD설치
4	Antenna, 40A	Fixed mirror, 15A	6	3/4"	7	10	4	3	6		o	- 각 6세트 설치 - 각 채널에 유량계 및 RTD설치 - 전동밸브 설치 - 칠러 원격 동작설치
		Steering mirror, 15A	6	3/4"	7	10	4	3	6		o	

표 3 냉각수 매니폴드배관의 각 채널별 요구유량, 압력 및 게이지, 센서 수량 정보

No.	구분	Channel name		배관경 (A)	Require flux(lpm)		Supply pressure(at m)		유량 계 수량	TC	RTD (호스니 팔 외경)	비고		
					min	Reco	Max	Min						
1	Collecotr(900 lpm), 80A		80	870	900	4.5	3	o	o	O (80, 100A)	유량 EC2~5는 900 lpm EC6,7은 1200 lpm(100A)			
2	Gyrotron (266lpm), 50A	Anode screen		15	6	8	5	2	o	o	O (φ18)	- 50 kV이상 절연호스 - 설치 시 20lpm 용 배관으로 설치		
3		Anode cavity		20	36	38	6	4	o	o	O (φ28)	50 kV이상 절연호스		
4		Relief window		20	24	28	5	3	o	o	O (φ18)			
5		MOU absorbers+body		20	36	38	5	3	o	o	O (φ28)			
6		Relief load absorber		20	36	38	4	3	o	o	O (φ28)			
7		Power supply 20A	CPS	15	10	20	5	3	o	o		- P/S 유량 : 30 lpm - 설치위치 : Deck 상부		
			BPS	15	10	10	5	3	o	o		- 설치채널 : EC2 전원장치 - EC2만, 나머지는 spare		
8		Grounded screen		15	6	8	5	2	o	o	O (φ18)			
9		Mirror1		15	9	10	5	3	o	o	O (φ18)			
		Mirror2, 3		15	9	10	5	3	o	o	O (φ18)			
10		body1		15	6	8	5	2	o	o	O (φ11.7)			
11		body2		15	6	8	5	2	o	o	O (φ28)			
12		body3		15	6	8	4	2	o	o	O (φ11.7)			
13		body4,6,ion pump		15	3	6	5	1.5	o	o	O (φ11.7)			
14		MOU mirrors		15	9	10	5	3	o	o	O (φ11.7)			
15	MOU bell, view port, in-out flange		15	6	8	5	2	o	o	O (φ11.7)				
16	oil tank(upper, lower)		15	9	10	5	2	o	o	O (φ11.7)				
17														
18	CW load absorber		80	660	690	3	2	o	o	o				
19	dummy load 매니폴드(90 lpm), 40A	CW load mirror		15	9	10	3	2	o	o	o	유량 : 90 lpm		
		pumpout Tee		20	30	35	3	3	o	o				
		pumpout Tee body		15	8	10	5	3						
		Bellows		15	3	5	5	3						
		냉각재킷		15	8	10	5	3						
		M/B1		15	8	10	5	3						
		M/B2		15	8	10	5	3						
20	T/L 6세트 용 (dummy load)에서 분기, 600 lpm), 80A	T/L1 (240 lpm), 50A	EC2 M/B(4ea)	15	32	40	5	3	o		O	- T/L1의 유량계 및 RTD는 6개의 Power M/B에 설치한다. - T/L2 유량은 6세트 용 - 냉각수 컴포넌트(10lpm) 포트 36개 - T/L 6세트용 메인에 유량계를 및 압력계를 설치 - T/L2의 유량계 및 RTD는 6개의 Power M/B에 설치한다.		
			EC3 M/B(4ea)	15	32	40			o		O			
			EC4 M/B(4ea)	15	32	40			o		O			
			EC5 M/B(4ea)	15	32	40			o		O			
			EC6 M/B(4ea)	15	32	40			o		O			
			EC7 M/B(4ea)	15	32	40			o		O			
		T/L2 (360 lpm), 65A	M/B & S/W_(12ea)	15	96	120								
			M/B_(6ea)	15	48	60								
			M/B_(6ea)	15	48	60								
			Bell & Tee &E/B&PM M/B2 (12ea)	15	96	120			o		O			

1) 메인배관 연결

메인배관은 기존에 사용했던 170, 105/140 GHz ECH용 메인배관 두 라인을 사용한다. 가열장치실 북/서쪽에 절단된 메인배관에 자이로트론, 컬렉터, 더미로드(with T/L) 중간배관을 연결한다.

2) 자이로트론 배관 및 매니폴드 설치

자이로트론 배관은 6세트의 매니폴드 중 4세트만 설치하고 나머지는 플랜지 마감한다.

(1) 자이로트론 배관 설치

- ㉠ 170 GHz용 메인배관은 자이로트론 및 더미로드 배관에 함께 냉각수를 공급한다.
- ㉡ 자이로트론 배관은 Deck 내의 북측에 라우팅 되고, 높이는 바닥에서 약 4 M로 설치하고 Deck 기둥을 서포트 잡는다. 배관에서 분기되는 6세트(EC2 ~ EC7)의 매니폴드는 Deck 기둥 사이에 두 세트씩 배치한다.(그림 1 참조)
- ㉢ Deck 북측에 ICRF 배관이 약 3.5 M 높이로 설치되어 있어 이를 피하여 자이로트론 배관을 설치하고, 향 후 헬리콘 배관(250 A)이 자이로트론 배관 상부에 설치될 예정이므로 자이로트론 배관과 공조송풍구 사이의 약 1 M의 공간을 비워둔다.

(2) 자이로트론 4세트 매니폴드 채널 설치

- ㉠ 16개의 자이로트론 채널을 Deck 기둥사이에 두 세트씩 설치하고 냉각수 supply는 위에서 아래로 공급하고 배관 최종단에 커넥터를 설치하여 자이로트론 호스를 연결할 수 있도록 한다.
- ㉡ 표 3의 No 2, 3 채널은 절연호스를 사용한다. 나머지는 두께 5 mm 이상의 오일 호스를 사용하여 쉽게 접히지 않는 제품으로 사용한다.
- ㉢ TC센서는 매니폴드 배관의 냉각수 수직방향으로 설치한다.
- ㉣ RTD는 정확한 출력과위를 측정코자 자이로트론 입, 출력단에 각 0.5 M 미만의 거리로 절연이 되도록 설치한다.
- ㉤ 매니폴드 배관 제작 시 티 뽑기를 하지 않고, 천공을 내어 하프커플링을 용접하여 배관을 설치한다.
- ㉥ 매니폴드에서 자이로트론으로 연결되는 냉각호스는 바닥에 설치된 트레이 하부에 포설하고 자이로트론에 연결 시 수직부분으로 약 2 M 높이의 알루미늄 트레이를 설치 후 내부에 호스를 포설하여 자이로트론에 미관상 좋게 배치 및 연결한다.
- ㉦ 표 4는 자이로트론 및 공통으로 사용되는 부품을 보여준다.

(3) 전원 장치용 냉각수 배관 설치

표 3, No 7 전원장치는 Deck 상부에 위치하고 있어 자이로트론 EC2 매니폴드에서 냉각수 배관 1라인을 늘려 Deck 상부에 설치하여 전원장치(BPS, CPS tank)에 절연호스를 사용하여 냉각수를 공급한다. EC3~5는 자이로트론의 매니폴드에서 Spare로 블랭크 마감한다.

표 4 자이로트론 및 공통 필요부품

필요자재		단위	기타	PT 15A	15A(finag)	20A	65A	80A	125A	250A
밸브	ball			146	60	13				
	Globe(bb-os&y)				44	17				
	butter						8	3	2	
유량계	터빈				44	17				
압력계				144						
오토밸브세트(AV+strainer+v/v+redu.)				69						
RTD세트(sensor+tee or redu.)				24						
TC세트(sensor+tee or redu.)				69						
파이프		M			132	44	40		34	10
레듀서		ea								4
티		ea			276				12	2
엘보		ea			134	2	40		4	4
캡		ea					8			
플랜지(ssc13, 20k)		ea			176	80	28		6	
플랜지 테프론가스켓		ea			88	40	14		3	
봉따기+half커플링		개스			138					
락피팅		ea	2							
호스니플+클램프		set	256							
니따무아호스		M	20							
절연호스		M		120	120					
오일호스		M	720	480	480					
고무커넥터		ea								
유량계 전원선(1.5sq 3c)		M	473							
유량계 신호선(20awg 2c)		M	1600							
터미널블럭+계장커넥터		식	1							
TC케이블(K type 2선식)		M	1625							
RTD케이블(3선식)		M	600							
2구 TC커넥터(수2알1)		set	69							
3구 RTD커넥터(알1수1sn수1)		set	24							
TC, RTD 배관 커넥터		ea	97							
RTD CD관		M	200							
ss서포트		M	50							
ss서포트 받침		ea	6							
공통	SMPS 30A(ea)	ea	4							
	RTD용 SN커넥터	ea	96							
	배관절연	식	1							
	볼트류(절연)	식	1							
	필라방침(ea)	ea	4							
	연사호스(M)	M	100	200						
	용접봉(5kg)	5kg	20							
	Ar가스(bomb)	bomb	200							
	N2가스(bomb)	bomb	200							
	배관 클리닝(식)	식	1							
	금명단+페인트+5	set	1							
	프로파일	M	48							
	화물차 운반비	회	15							
	잡자재	%	3%							

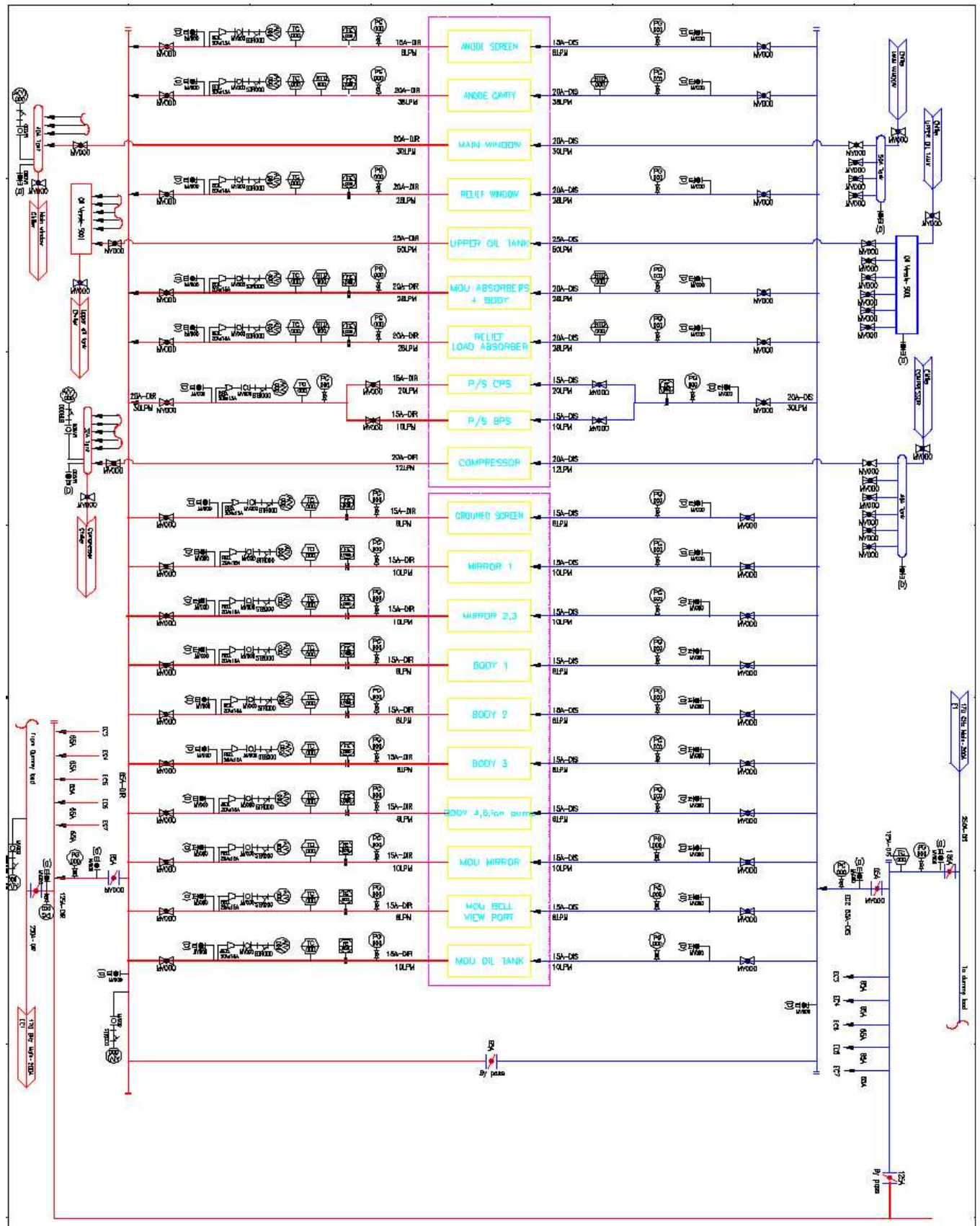


그림 2 자이로트론 P&ID(1세트)

3) 컬렉터 배관 및 채널 설치

(1) 컬렉터 배관

- ㉠ 105/140 GHz용 메인배관은 컬렉터 중간배관으로 냉각수를 공급한다. 채널별 유량은 EC2~7은 각 900 lpm(15 LPs), EC6, 7은 각 1200 lpm(20 LPs)이므로 배관 분기 시 관경을 유의한다.
- ㉡ 컬렉터 배관은 Deck 중간으로 라우팅 되어있고, 6세트(EC2 ~ EC7)의 채널이 분기된다. ECH 6세트 컬렉터채널 중 4채널(EC2 ~ EC5)을 절연이 되도록 설치하고, 나머지(EC6, EC7) 두 세트는 분기포트에서 블랭크 마감한다.

(2) 컬렉터 배관 서포트 및 기타

- ㉠ 컬렉터는 높이 약 3.5M 이상의자이로트론의 최상부에 위치하고 있어 스테인리스 재질의 지지대를 설치하여 배관을 고정한다. 설치 시 진동방지패드를 삽입하고 배관은 컬렉터 및 그라운드로부터 절연이 되도록 4세트 설치한다.
- ㉡ 컬렉터 배관 말단에서 자이로트론에 플렉시블 호스 연결 시 호스가 길면 자이로트론에 하중을 받으므로 호스길이는 2M 미만으로 하고 배관 말단에도 서포트를 받친다.

표 5 컬렉터배관 필요부품

필요자재		단위	기타	PT 15A	15A(flnage	80A	100A	250A
밸브	ball			22				
	Globe(bb-os&y)					4		
	butter					4		3
유량계	터빈					4		
압력계				10				
오토밴트세트(AV+strainer+v/v+redu.)				6				
RTD세트(sensor+tee or redu.)			8					
TC세트(sensor+tee or redu.)			5					
파이프		M				80		66
레듀서		ea						2
티		ea			22			4
엘보		ea		10		16		10
캡		ea						
플랜지(ssc13, 20k)		ea				60	4	
플랜지 테프론가스켓		ea				30	2	
절연호스		M				8		
고무커넥터		ea				8		
유량계 전원선(1.5sq 3c)		M	40					
유량계 신호선(20awg 2c)		M	80					
터미널블럭+계장커넥터		식	1					
TC케이블(K type 2선식)		M	100					
RTD케이블(3선식)		M	120					
2구 TC커넥터(수2암1)		set	8					
3구 RTD커넥터(암1수1,sn수1)		set	5					
TC, RTD 배관 커넥터		ea	13					
RTD CD관		M	40					
ss서포트		M	120					
ss서포트 받침		ea	24					
sus서포트		M	12					
sus서포트 받침		ea	4					

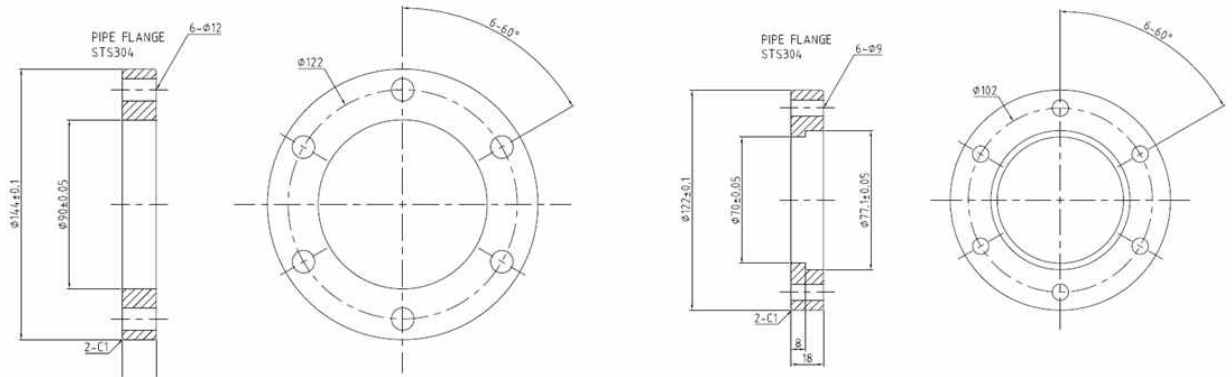


그림 3 컬렉터 연결 플랜지 입구(좌), 출구(우)

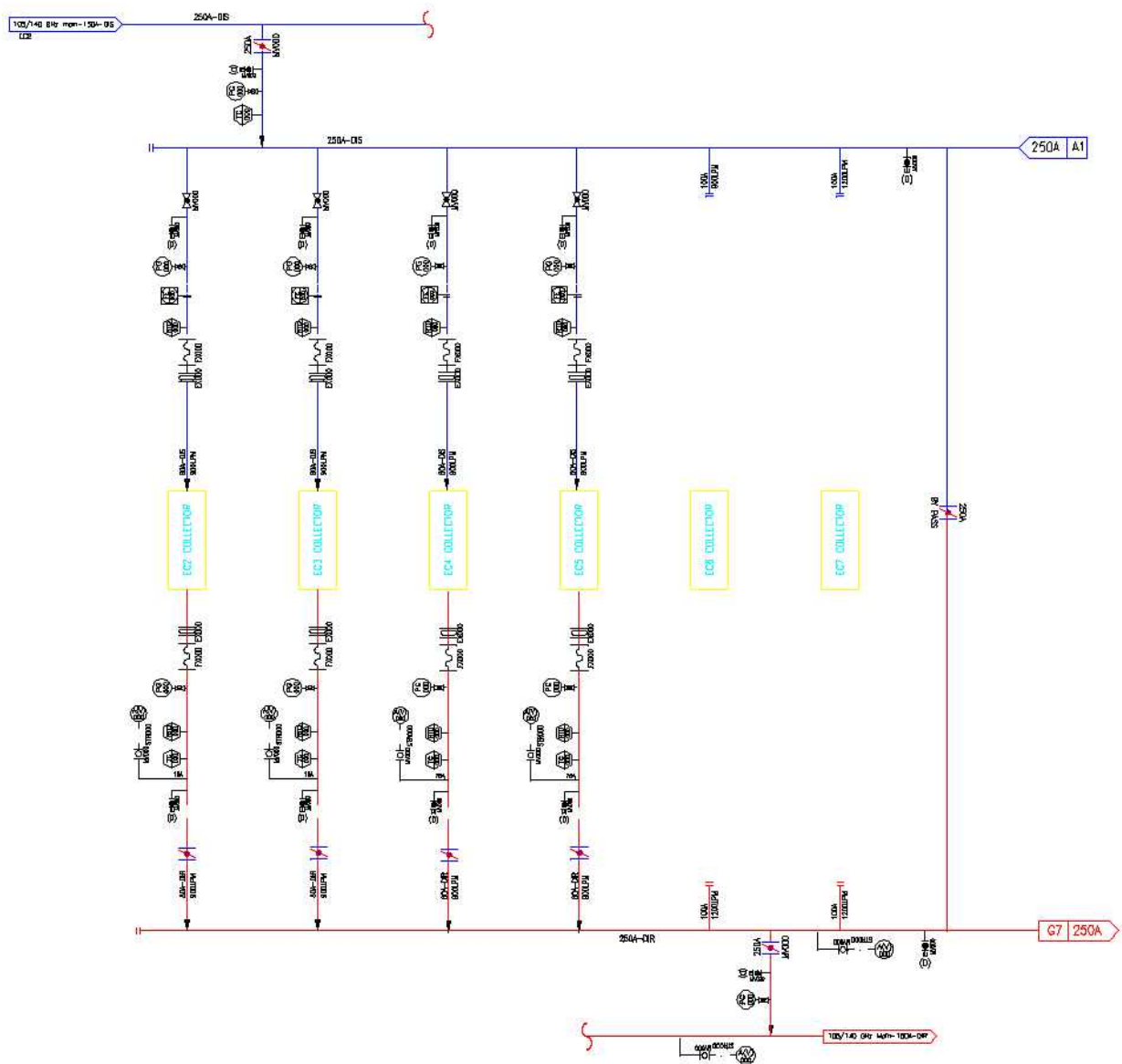


그림 4 컬렉터 P&ID(4세트)

4) 더미로드(with T/L) 배관

(1) 더미로드 배관 설치

- ㉠ 170 GHz용 메인배관에서 자이로트론 과 더불어 더미로드배관으로 냉각수를 공급한다.
- ㉡ 더미로드 배관은 그림 1의 Deck 좌측의 청색 라인으로 라우팅 되어있고, 6세트의 더미로드 및 매니폴드에 4세트(EC2 ~ EC5)를 설치하고, 나머지(EC6, EC7) 두 세트는 중간배관에서 블랭크 마감한다.
- ㉢ 중간배관은 Deck 좌측의 기둥에 서포트를 연결하여 고정한다.

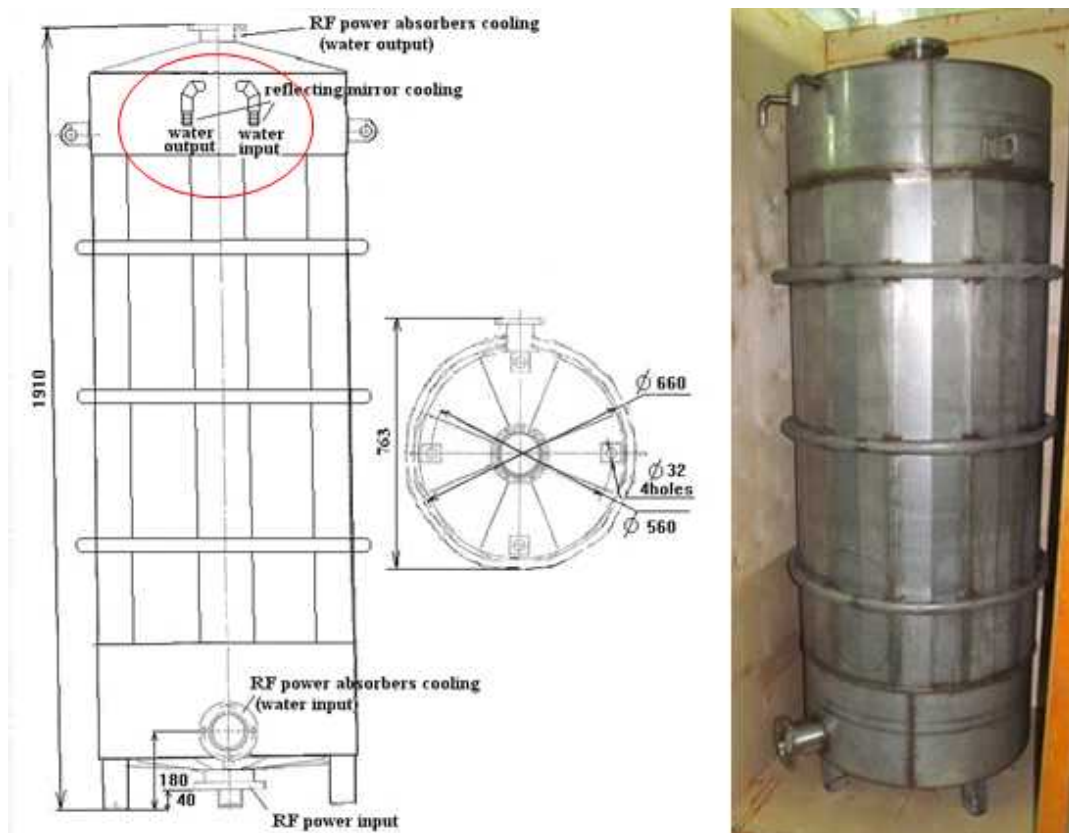


그림 5 더미로드 외형(상, 하부에 더미로드 냉각수 입출력 채널이 있고, 적색 원형은 더미로드 미러 냉각수채널이다.)

(2) 더미로드 4세트 매니폴드 채널 설치

- ㉠ 호스 연결 시 더미로드 및 그라운드로부터 절연이 되도록 설치한다.
- ㉡ 매니폴드와 더미로드 채널 간 연결 플랜지배관을 4세트 제작한다.

(3) 펌프아웃 티(Gycom) 배관 연결

더미로드 하부에 약 400 mm 높이의 펌핑 티가 연결된다. 이에 맞는 냉각수 호스를 연결한다. 그림 6은 펌핑 티 외형 및 냉각수 포트 위치를 나타낸다.

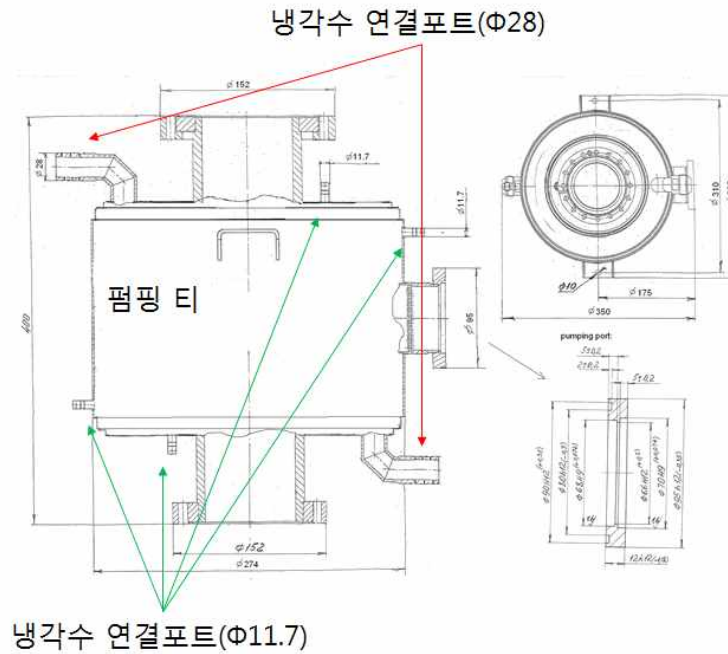


그림 6 펌핑 티(Gycom) 냉각수 포트

표 6 더미로드배관 필요부품

필요자재		단위	기타	PT 15A	15A(finage)	20A	40A	80A	200A	250A
밸브	ball			36	48	8	8			
	Globe(bb-os&y)							4		
	butter							4	3	
유량계	터빈				4	4	4	4		
압력계				74						
오토밴트세트(AV+strainer+v/v+redu.)				10						
RTD세트(sensor+tee or redu.)			16							
TC세트(sensor+tee or redu.)			16							
파이프	M				24	4	18	16	72	
레듀서	ea									2
티	ea				100				8	
엘보	ea				74			8	8	
캡	ea						4			
플랜지(ssc13, 20k)	ea				8	8	4	4	2	2
플랜지 테프론가스켓	ea				4	4	2	2	1	1
뿔따기+half커링	개소				48	8	12			
락피팅	ea	32								
호스니플+클램프	set			48		16				
니따우아호스	M	32								
철연호스	M							8		
오일호스	M			32		8				
고무커넥터	ea							8		
유량계 전원선(1.5sq 3c)	M	110								
유량계 신호선(20awg 2c)	M	300								
터미널블럭+계장커넥터	식	1								
TC케이블(K type 2선식)	M	400								
RTD케이블(3선식)	M	400								
2구 TC커넥터(수2암1)	set	16								
3구 RTD커넥터(암1수1,sn수1)	set	16								
TC, RTD 배관 커넥터	ea	29								
RTD CD관	M	100								
ss서포트	M	20								
ss서포트 받침	ea	8								

(4) 더미로드 인근 냉각수 사용 컴포넌트

㉠ 더미로드용 벨로우즈

㉡ 마이터밴드(M/B)

마이터밴드는 더미로드 전송선 컴포넌트 중 최하부에 설치된다.

㉢ 전송선 냉각재킷

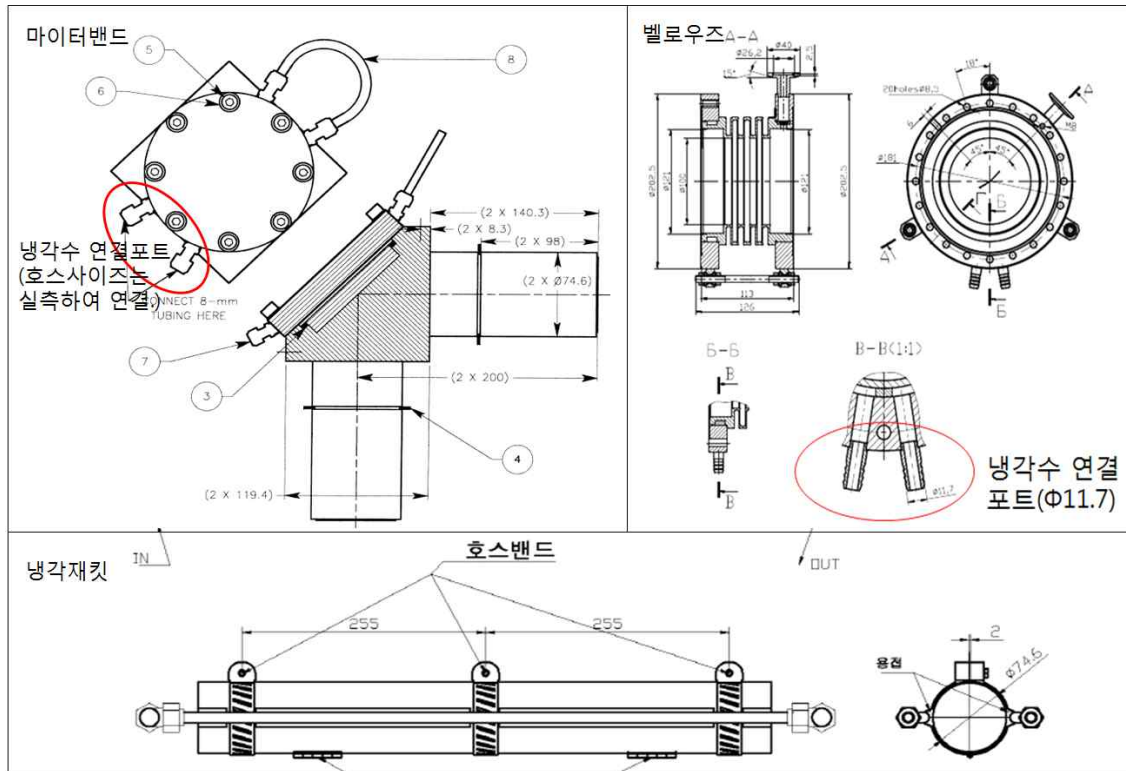


그림 7 더미로드 인근 전송선 컴포넌트

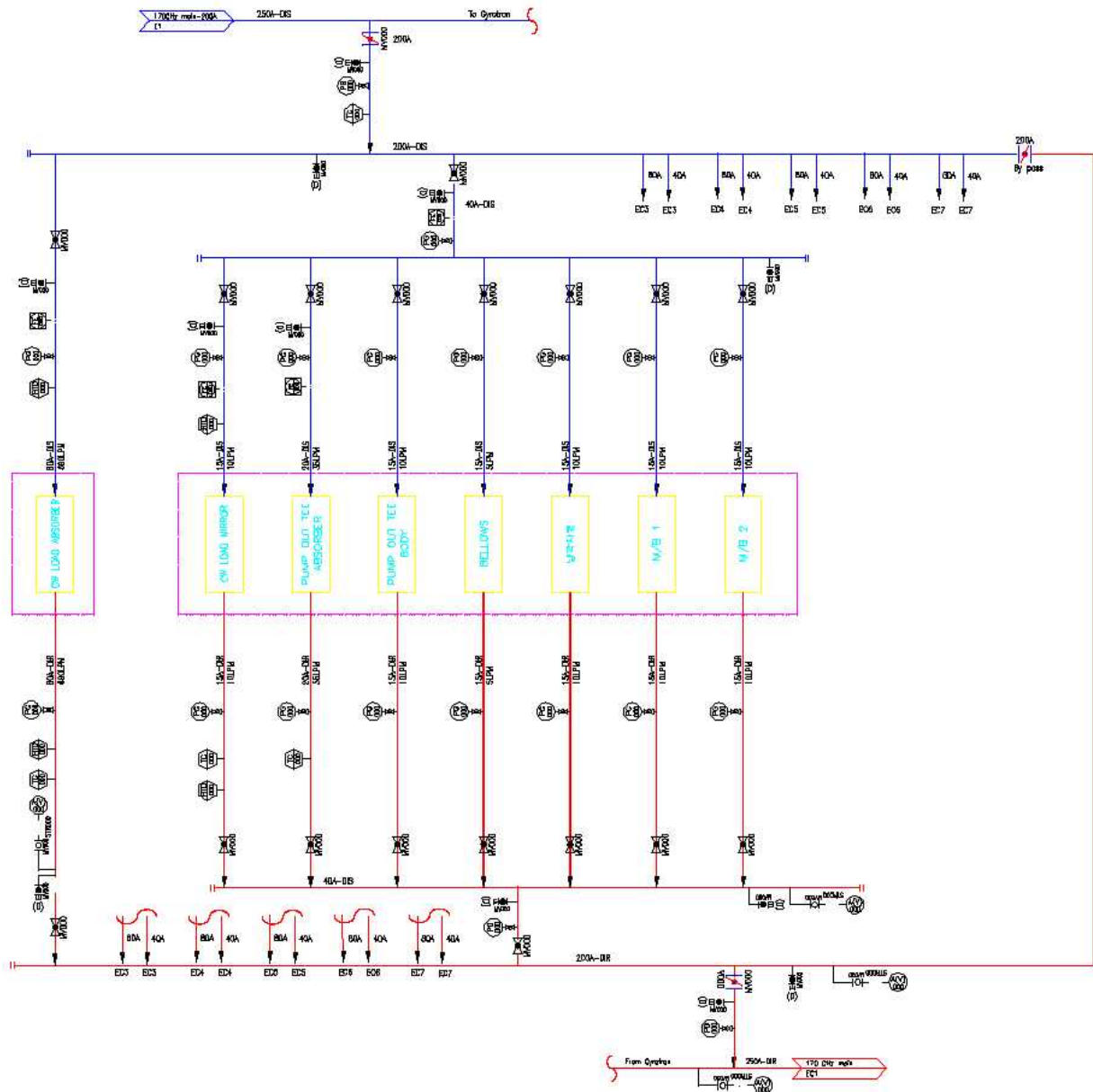


그림 8 더미로드 P&ID(1세트)

(3) 전송선 배관(T/L)

T/L1과 2는 그림9와 같이 더미로드 배관에서 분기되며 T/L1은 가열장치실로 T/L2는 주장치실로 설치되는 전송선 컴포넌트에 냉각수를 공급하고, T/L은 6세트용으로 설치한다. 배관 지지는 전송선 서포트에 절연 및 진동이 최소화 되도록 고정한다.

㉠ T/L1용 냉각수 포트설치

6대의 자이로트론 전송선에 각각 공급할 수 있도록 6개의 매니폴드를 제작하고 1세트 당 4개의 포트를 제작하여 각 자이로트론 전송선 컴포넌트에 냉각수를 공급한다.

㉡ T/L2용 냉각수 포트설치

총 4개소의 매니폴드를 설치하며, 가열장치실 개구부 상단에 1개소(12개 포트), 개구부 하부에 1개소(6개 포트), D1층 Deck 하부 1개소(6개 포트), 주장치실 Deck 상부(12개 포트)에 위치하여 각전송선 컴포넌트 및 냉각재킷에 냉각수를 공급한다.

◆T/L2 매니폴드 위치

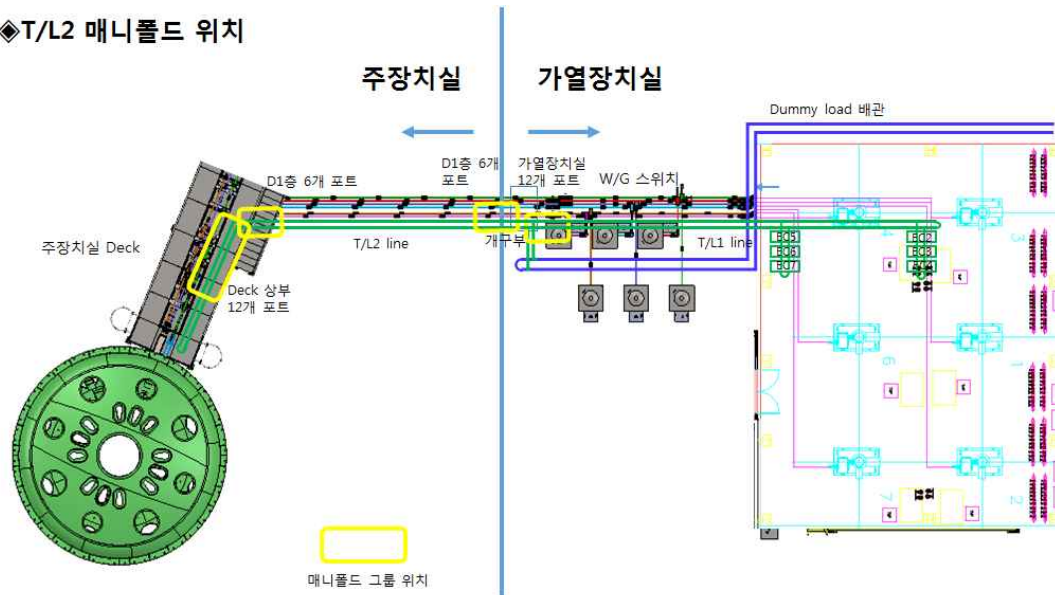


그림 9 T/L 배관 라우팅 및 매니폴드 위치

표 7 T/L 필요부품

필요자재		단위	기타	PT 15A	15A(finage)	25A	32A	40A	50A	65A	80A
밸브	ball			130		14	4	2			
	Globe(bb-os&y)										
	butter								3	3	2
유량계	터빈			12							1
압력계				67							
오토밸브세트(AV+strainer+v/v+redu.)											
RTD세트(sensor+tee or redu.)											
TC세트(sensor+tee or redu.)											
파이프		M			24	6	20	16	32	80	10
레듀서		ea								2	2
티		ea			60		4	4			2
엘보		ea			74			4	2	10	
캡		ea					32	8			
플랜지(ssc13, 20k)		ea							6		6
플랜지 테프론가스켓		ea							3		3
뿔따기+half커플링		개소			137	4				4	
락피팅		ea	228	12							
호스니플+클램프		set									
니따무아호스		M	336								
유량계 전원선(1.5sq 3c)		M	270								
유량계 신호선(20awg 2c)		M	2700								
터미널블럭+계장커넥터		식	3								
RTD케이블(3선식)		M	152								
3구 RTD커넥터(암1수1,sn수1)		set	24								
TC, RTD 배관 커넥터		ea	24								
RTD CD관		M	170								
릴레이(무접점)		ea	12								
전동볼밸브		ea		24							
TL배관거치 클램프		ea						8	10	25	

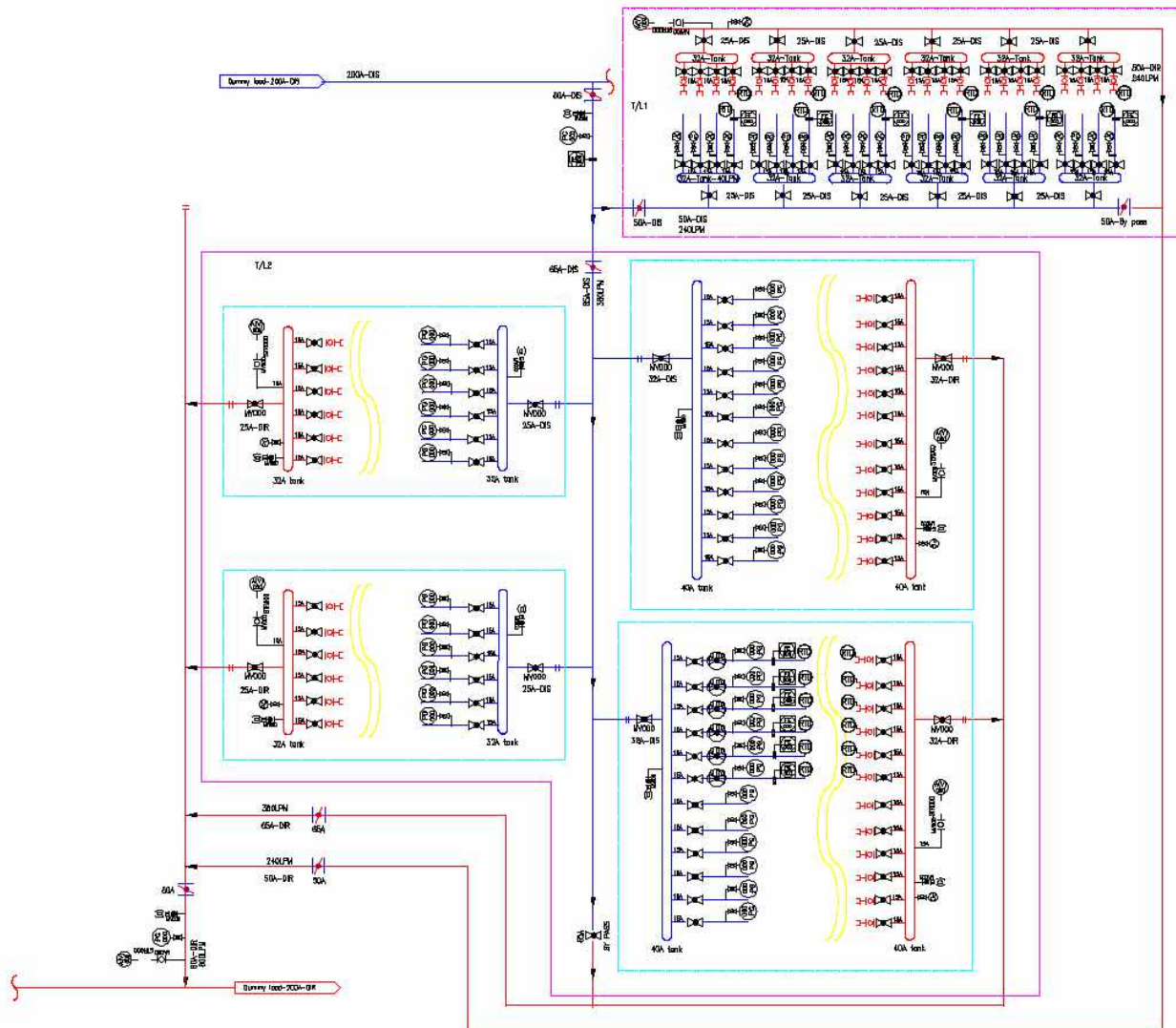


그림 10 T/L P&ID(6세트)

5) 공통

- (1) 모든 채널의 Supply 배관에는 유량에 맞는 배관경을 선정하고, 유량조절용 글로브밸브 → 압력계 및 볼밸브 → 드레인용 볼밸브(1/2") → 디지털 플로우미터 → TC, RTD센서 → 자이로트론 연결용 냉각호스를 사용한다. (TC, RTD, 유량계는 표 1, 2를 참조하여 해당채널에 설치.)
- (2) 모든 채널의 Return 배관에는 유량조절용 글로브밸브 → 압력계 및 볼밸브 → 드레인용 볼밸브(1/2") → TC, RTD센서 → 에어벤트밸브 세트 → 자이로트론 연결용 냉각호스를 사용한다.
- (3) 자이로트론 중심에서 3M 까지는 자기장의 영향을 받으므로 센서, 게이지류 및 전자 기기 사용 시 자기장에 영향이 없는 제품을 사용한다. (표 8 참조)
- (4) ECH 냉각수설비에 설치되는 모든 배관 및 설치관련(용접봉, 공압배관 포함) 재질은 sus304로 제작한다.
- (5) 모든 중간배관 및 채널들의 블랭크 마감 시 해당밸브 사용 후 블랭크 플랜지로 마감한다.

- (6) ECH 냉각수설비 제작 및 설치 시 본 시방서의 “4. 배관작업”을 따른다.
- (7) 냉각수 배관의 모든 Supply와 Return사이에는 바이패스 밸브(버터플라이)를 사용하고, 각 배관 하부에 드레인용 볼밸브(1/2“) 및 호스니뿔(19 mm)을 설치하고 드레인 호스를 개수구 까지 연결한다.
- (8) T/L 전송선 컴포넌트의 냉각수 커넥터 중 Lok 피팅에는 니따무아호스를, 니뿔타입에는 오일호스를 사용하여 컴포넌트에 연결한다. 모든 포트의 입력단에는 압력계와 볼밸브 및 냉각수 유량조절 나비형밸브를 설치하고 호스 크기는 현장에서 결정한다.
- (9) 냉각수 배관 중 기포가 쌓이는 곳에 sus재질의 에어벤트 밸브를 설치한다. 특히 자이로트론, 컬렉터, 더미로드, T/L의 각 분기배관의 최상부에는 필히 설치한다.
- (10) 배관경이 큰 컬렉터, 더미로드와 같이 큰 절연호스 연결시 캡록 커플링으로 연결하고 절연호스 내부에 철심이 없는 것으로 한다. 구하기 어려운 경우 감독자와 협의 후 호스 및 플랜지를 선정한다. (허용압력 10 bar이상)
- (11) Deck 하부에 약 1 M 높이의 액세스 플로어가 설치된다. 이에 냉각수 밸브, 유량계 등의 컴포넌트들이 액세스 플로어 상부에서 사용자가 조작하기 편리한 높이에 설치한다. 냉각수설비 설치 전 액세스 플로어가 설치될 수도 있으므로 배관설치 부분의 절개 및 배관설치 등의 작업진행이 원활하지 않음을 유의한다.
- (12) 자이로트론 3 M 이내의 서포트는 sus304로 제작하고 그라운드로부터 절연이 되도록 설치한다. 모든 냉각수의 분기배관 및 매니폴드에 댐퍼를 설치하여 진동을 최소화시킨다. 표 4 참조.
- (13) 자이로트론의 Ion pump 포트에 1/2“ 공압호스 및 플로우스위치(접점출력), 수동밸브를 4세트 설치한다.
- (14) 배관 컴포넌트 연결 부속품들은 모두 단조품을 사용한다.
- (15) 냉각수설비 제작 시 제공된 필요부품 표 및 P&ID를 참조하되 표시 수량보다 실제 필요수량이 더 많으므로 계약자는 제공된 2D도면을 더불어 자세히 검토하여 입찰가격을 제시하고 설치 시 감독자의 요구에 응한다.
- (16) 모든 냉각수 배관은 설치 전 산 세정 및 배관내부에 플러싱(세척)을 실시하여 이물질을 없앤다. 관련하여 본 시방서 “4.4 배관 청소” 항목을 따른다.
- (17) 제작검사
본 냉각수설비 설치 완료 후 시험은 공압 및 수압시험을 진행한다. 관련하여 본 시방서 “8 시험 및 검사” 항목을 따른다.

2.2 기타 냉각관련 컴포넌트 설치

- ECH 냉각수설비의 설치 장소에 따른 각종 재료 사양의 구분은 표 8과 같다.
- Delta T amp 및 냉각수 PLC가 설치된 제어랙은 Deck 상부의 남쪽에 설치될 예정이다.

표 8 위치에 따른 컴포넌트 재질 선정

구분	가열장치실 Deck 1층	Deck 상부 및 외부
Valve 류	- 밸브 : SUS304 이상, 또는 비자성체 - 밸브 핸들 : SUS304 이상, 또는 비자성체	- 밸브 바디 : 제작사 표준, 또는 SUS304 이상 - 밸브 핸들 : 제작사 표준
Support	SUS304 이상	녹슬지 않도록 설치(일반 스틸로 제작 할 경우 광명단 및 도색을 한다.)
배관	- DI S, R : SUS304 이상	
Sensor (유량계, 게이지 포함)	- SUS304 이상 - 자기장에 영향이 없는 제품	정확도가 높고, 고장이 적으며 유지보수가 용이한 제품
절연재	G-10 및 이상의 재료	시방서의 배관재료 준용

1) 센서

(1) 유량계

㉠ 공통

- 유량계는 표 2, 3의 해당 채널에 설치된다.
- 4세트 혹은 시방서의 내용에 맞춰 6세트를 설치한다.
- 유량계 구매 시 볼텍스타입으로 설치하며 4~20 mA 아날로그 출력, 현장 지시계(transmitter) 포함, 사용전원 DC 24 V, 인터락용 점접출력(low, high) 가지는 것으로 설치한다. 또한 전원 종료 시 인터락 점접이 fault가 되도록 한다.
- 센서류 전기공사 포함(아날로그 출력 및 인터락 점접 케이블을 제어 PLC까지 케이블을 포설한다.)
- 유량의 정확도를 위하여 유량계 앞, 뒤 이격거리를 지킨다.
- 유량계 유지보수를 위해 유량계를 배관에서 분리하기 용이하도록 설치한다.
- 설치 완료 후 유량 및 인터락 동작확인을 실시한다.

㉡ 자이로트론, 컬렉터, 더미로드 배관

- 자기장에 영향이 적고 유량의 정확도가 높고 고장이 적고 유지보수가 용이한 메이커로 설치한다.

㉢ T/L, 칠러

- T/L의 배관경은 15A 공통으로 PT나사 타입의 유량계로 설치한다.
- 칠러의 배관경이 15A 미만 시 PT나사 타입으로, 초과 시 플랜지 타입으로 설치한다.

(2) RTD, TC

㉣ 공통

- TC센서는 입력온도와 각 컴포넌트를 거친 출력온도를 파악하기 위해 사용한다. 그러므로 각 중간배관의 입력단 한부분과 각 매니폴드 채널의 모든 출력단에 설치한다. 칠러에도 마찬가지로 입력 한부분과 각 모든 출력부분에 설치한다.
- thermocouple K-type 설치, housing size 1/16 inch, 2선식
- RTD센서는 각 채널의 입출력 온도를 비교해 출력파워를 얻기 위해 사용한다.

해당채널의 입, 출력단에 함께 설치한다. 100Ω 3선식, housing size 1/16 inch

- RTD는 정확한 출력파워를 측정코자 자이로트론 입, 출력단에 각 0.5 M 미만의 거리로 절연이 되도록 설치한다.
- 표 2, 3을 참조하여 설치 채널을 파악하여 커넥터와 함께 설치한다.
- RTD 케이블 포설 시 절연이 되도록 CD관내에 인입 후 포설한다.
- 센서 보호덮개 제작 설치. 그림 12를 참조하여 센서 보호덮개를 설치한다.



그림 11 온도센서 requirement



그림 12 센서 보호덮개

㉠ 냉각수 TC, RTD센서 케이블 포설

- EC2부터 EC5까지 총 4세트의 센서 설치 및 케이블 포설을 진행한다. 케이블 포설 시 설치된 트레이를 사용하여 제어랙의 모듈에 연결한다.
- TC센서의 케이블 제어 랙 내의 TC모듈에 연결한다.
- RTD센서 케이블을 모듈에 연결 시 SN커넥터(원형 커넥터)로 연결한다.

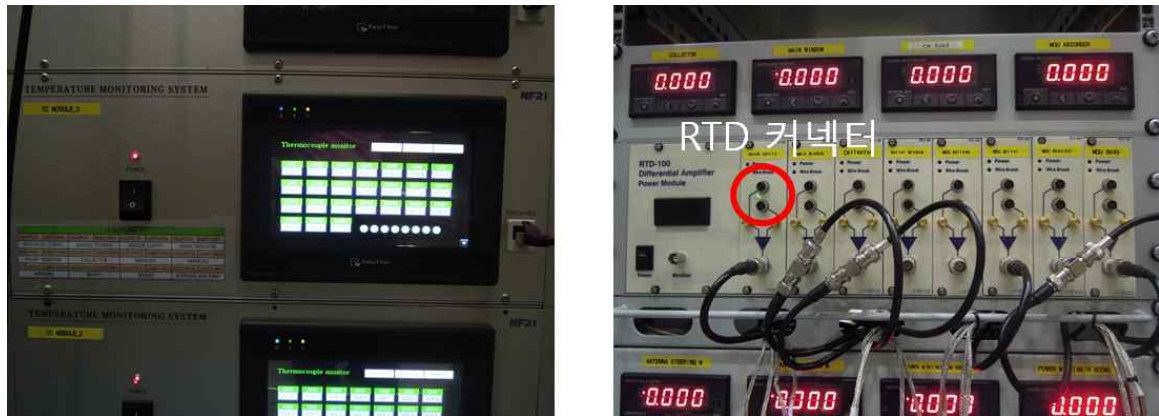


그림 13 TC 모듈_24채널(좌), RTD 모듈_8채널(우)의 모습

(3) 압력계

- ㉠ 분기배관과 매니폴드 모든 지관의 입, 출력 라인 아날로그 압력계(oil free) 설치하고, 유지보수를 위한 볼밸브 후단에 설치한다.
- ㉡ 스테인리스제품으로 설치한다.

2) 칠러 및 배관설치

냉각수 칠러는 24시간 냉각수 가동장비와 수돗물을 사용하는 장비, 그리고 유량 및 ΔP 를 맞춰야하는 채널 등에 사용한다. 3대의 수냉식 칠러 및 1대의 Oil 칠러를 설치하며 Oil 칠러에는 500L vessel을 제작하여 냉각수 부족을 알리는 센서 및 점점 케이블과 오일양을 확인하는 게이지를 설치한다. 설치 완료 후 동작시험을 진행하며 모든 칠러는 사급한다.

(1) 윈도우 칠러

- ㉠ 윈도우채널은 냉각수 전체 압력을 줄이기 위해 포터블 칠러를 사용한다. 각 윈도우 채널에는 30 lpm이상 3 bar미만을 충족해야한다.
- ㉡ 4세트의 ECH 윈도우채널에 냉각수를 공급하기 위한 배관을 제작 및 설치해야한다.



그림 14 윈도우 칠러 전, 후면 모습(후면의 배관을 4 세트로 제작한다.)

표 9 윈도우칠러 필요부품

필요자재		단위	기타	PT 15A	15A(flnage	20A	40A	50A
밸브	ball			16		8	3	
	Globe(bb-os&y)							
	butter							
유량계	터빈			4				
압력계				10				
오토밴트세트(AV+strainer+v/v+redu.)				1				
RTD세트(sensor+tee or redu.)			8					
TC세트(sensor+tee or redu.)			5					
파이프		M				8	4	6
티		ea				12		
뿔따기+half커플링		개소			4			
호스니플+클램프	set		16					
오일호스	M		120					
유량계 전원선(1.5sq 3c)	M		50					
유량계 신호선(20awg 2c)	M		100					
칠러전원선	M		40					
터미널블럭+계장커넥터	식		1					
TC케이블(K type 2선식)	M		125					
RTD케이블(3선식)	M		300					
2구 TC커넥터(수2암1)	set		5					
3구 RTD커넥터(암1수1,sn수1)	set		8					
TC, RTD 배관 커넥터	ea		13					
RTD CD관	M		50					

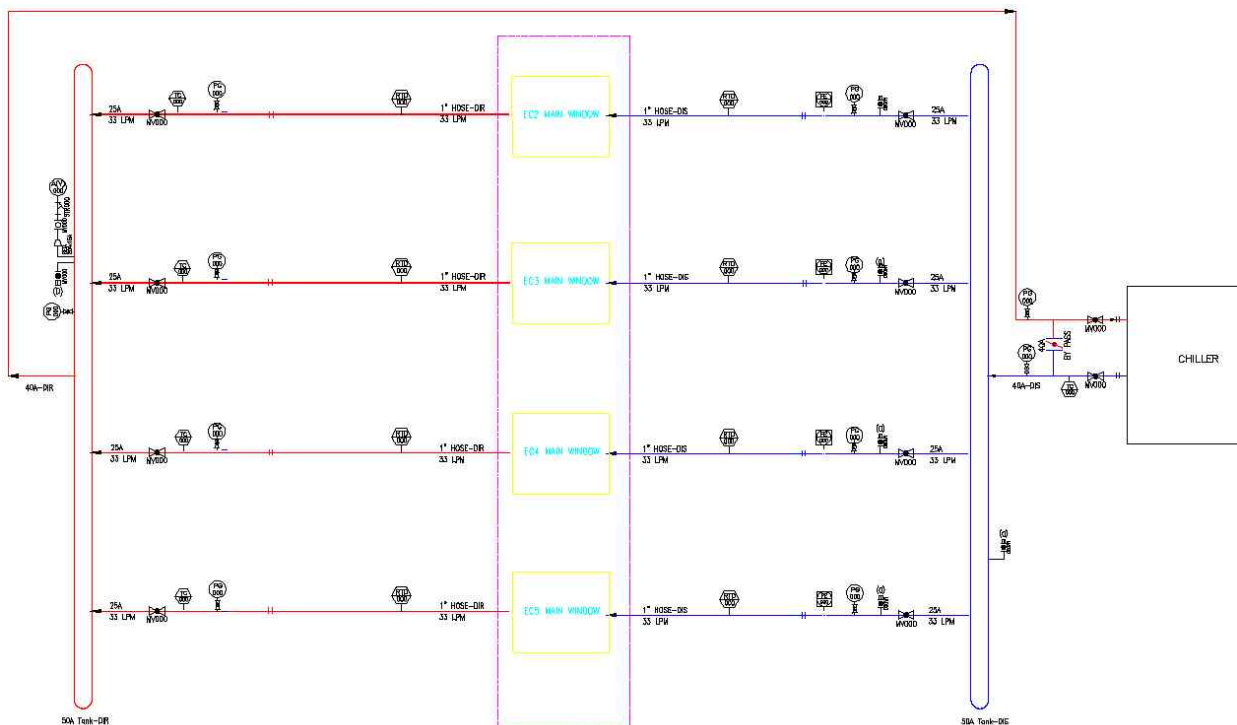


그림 15 메인윈도우 P&ID

(2) 마그넷 컴프레서 칠러

- ㉠ 마그넷 컴프레서는 순수(DI water)가 아닌 수돗물로 냉각시킨다. 냉각요구는 각 컴프레서 당 10 lpm이상 4 bar미만을 공급한다.
- ㉡ 1대의 칠러로 4 세트의 컴프레서에 냉각수를 공급하기 위한 분기배관을 제작 및 설치해야 한다. 컴프레서는 Lok 피팅 커넥터를 사용한다.



그림 16 마그넷 컴프레서 칠러 전, 후면 모습(후면의 배관을 4세트로 제작한다.)

표 10 마그넷 컴프레서 칠러 필요부품

필요자재		단위	기타	PT 15A	15A(flnage	32A	40A
밸브	ball			16	8		3
	Globe(bb-os&y)						
	butter						
유량계	터빈			4			
압력계				10			
오토벤트세트(AV+strainer+v/v+redu.)				1			
RTD세트(sensor+tee or redu.)							
TC세트(sensor+tee or redu.)				5			
파이프		M			8	4	6
레듀서		ea					
티		ea			12		
뿔따기+half커플링		개소			4		
락피팅		ea	16				
니따무아호스		M	120				
유량계 전원선(1.5sq 3c)		M	50				
유량계 신호선(20awg 2c)		M	100				
칠러전원선		M	40				
터미널블럭+계장커넥터		식	1				
TC케이블(K type 2선식)		M	125				
2구 TC커넥터(수2암1)		set	5				
TC, RTD 배관 커넥터		ea	5				

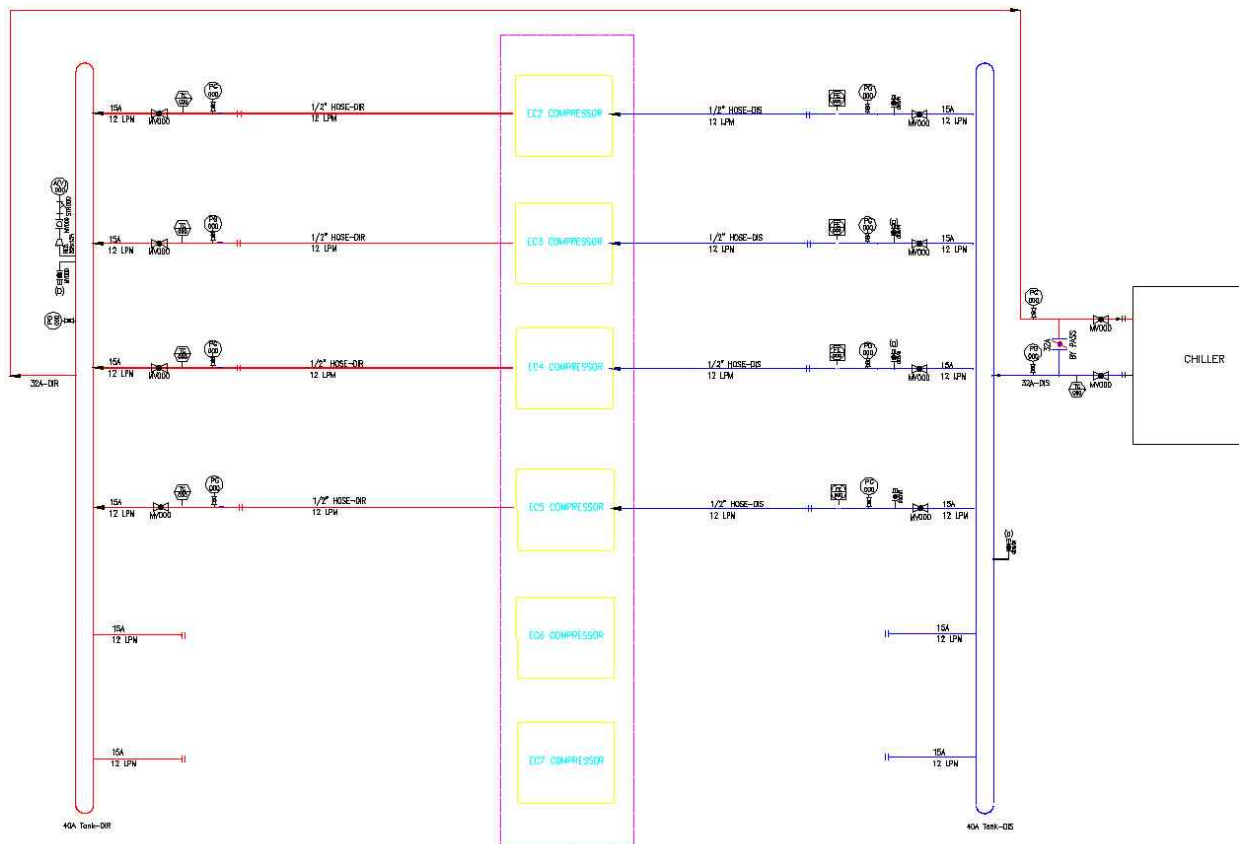


그림 17 컴프레서 P&ID

(3) Upper oil tank 칠러

Upper oil tank 채널은 절연유로 냉각을 시킴으로 오일용 칠러를 사용해야 한다.

- ㉠ 본 채널은 oil 칠러, oil vessel, oil pump로 구성되며 oil 칠러는 oil vessel의 oil 을 냉각하고 oil pump는 각 upper oil tank로 oil을 공급하는 역할을 한다.
- ㉡ 오일용량 500 liter의 vessel을 제작한다. 제작한 vessel에는 6쌍의 입출력 포트 를 만들고 Upper oil tank 채널로 오일을 순환시키는 오일펌프를 Vessel의 입출력 포트에 연결하여 각 채널로 오일배관을 구성한다. vessel의 6쌍 입출력 포트 중 4 쌍에 컴포넌트를 구성하고, 나머지 2쌍은 밸브사용 후 블랭크 마감한다.
- ㉢ 칠 러 : 유량 36 lpm, 냉각능력 9000 kcal/hr, 설치대수 1대(사급)
- ㉣ 오일펌프 : 채널 당 공급유량 50 lpm 이상, 설치대수 4대
- ㉤ 체크밸브 : 각 채널의 출력단에 설치하여 오일의 역류를 방지한다. 설치대수 4대
- ㉥ Oil용 vessel 제작 시 이물질 인입방지를 위한 캡 제작, 액위 측정센서를 및 잔 량 확인을 위한 게이지를 설치하고 오일드레인을 위한 포트를 포함한다.
- ㉦ 그림 18은 기존 사용된 1세트용 Oil 칠러 세트

그림 11 Upper oil 칠러 필요부품

필요자재		단위	기타	PT 15A	25A	32A
밸브	ball			9	12	2
	Globe(bb-os&y)					
	butter					
유량계	터빈				4	
압력계				8		
오토벤트세트(AV+strainer+v/v+redu.)						
RTD세트(sensor+tee or redu.)						
TC세트(sensor+tee or redu.)						
파이프		M			16	2
레듀서		ea				
티		ea			8	
엘보		ea		8	8	
캡		ea				
플랜지(ssc13, 20k)		ea			8	
플랜지 테프론가스켓		ea			4	
호스니플+클램프		set	16			
오일호스		M	160			
유량계 전원선(1.5sq 3c)		M	50			
유량계 신호선(20awg 2c)		M	100			
펌프전원선		M	100			
칠러전원선		M	40			
터미널블럭+계장커넥터		식	1			
TC케이블(K type 2선식)		M	125			
2구 TC커넥터(수2암1)		set	5			
TC, RTD 배관 커넥터		ea	5			
체크밸브		ea			4	
Oil vessel(500L)+센서+게이지		set	1			
오일펌프		ea			4	



그림 18 Upper oil tank 채널용 칠러세트

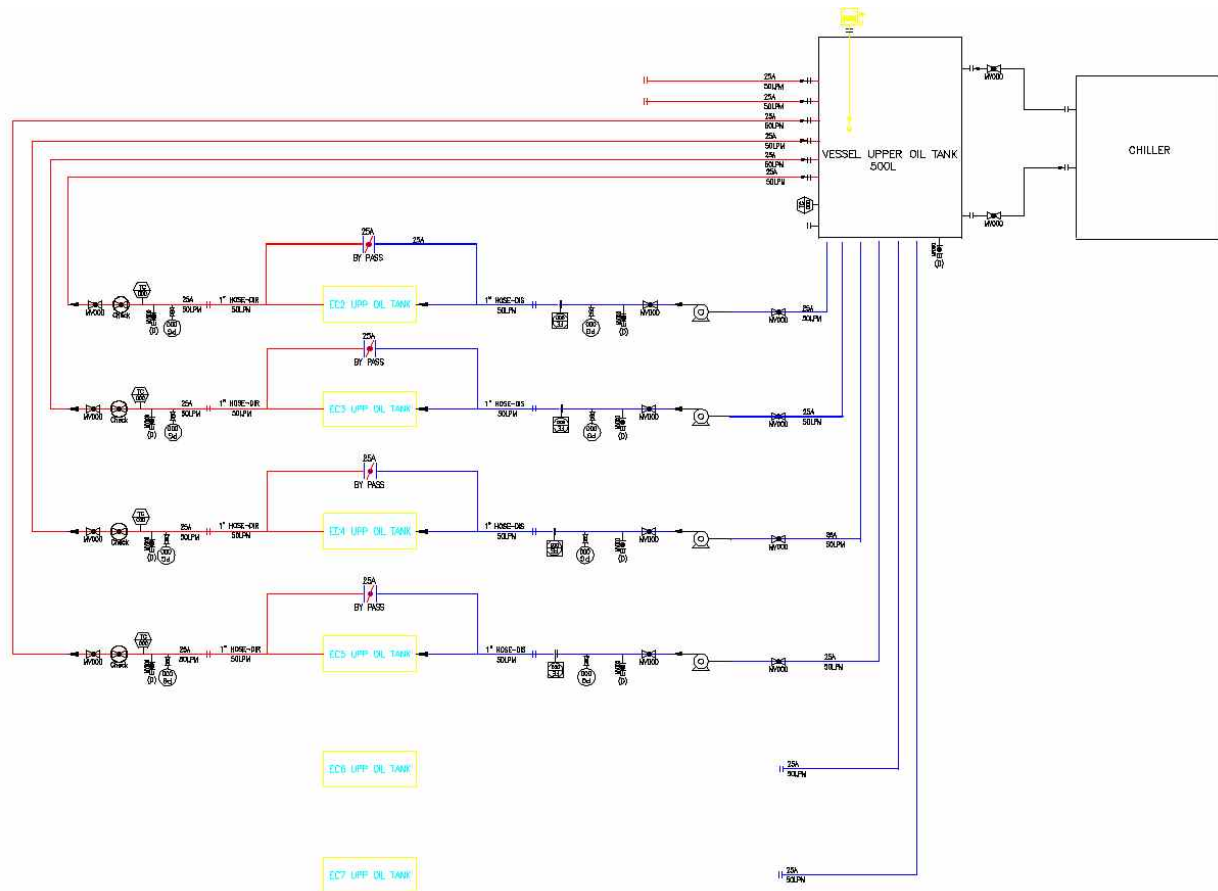


그림 19 Upper Oil tank P&ID

(4) 안테나 미러 칠러

- ㉠ 안테나 미러 채널은 냉각수가 토카막 내부로 인입되므로 압력에 상당히 민감한 부분이다. Steering, Fixed 미러 두 개가 한 세트로 구성되고 냉각요구는 각 미러 당 10 lpm이상 4 bar미만으로 공급한다.
- ㉡ 칠러 후면에 6세트용 안테나 미러용 매니폴드를 제작해 각 채널에 연결한다.
- ㉢ 칠러의 위치는 주장치실 O port앞에 설치될 워크웨이(Deck) 하부에 위치하고 토카막에서 발생하는 자기장의 영향을 피하기 위해 토카막 O port 앞에서 5 M 이상 떨어뜨린다.
- ㉣ 주장치실에 위치한 칠러에서 냉각수 누수 사고가 발생 시 바로 냉각수 차단을 위한 안테나 미러 채널 입, 출력에 12개(6세트)의 전동밸브를 설치하고 매뉴얼 볼 밸브도 함께 설치한다. 전동밸브의 신호케이블을 PLC까지 포설하여 원격으로 밸브동작 및 개폐신호를 파악할 수 있도록 한다. 전원은 24Vdc로 주장치실에서 공급한다.
- ㉤ 칠러 또한 원거리에서 전원을 조절할 수 있도록 릴레이 접점스위치를 설치한다.
- ㉥ 6세트 유량계를 설치한다.

(5) 공통

- ㉠ 컴포넌트 구성은 “2.2. 냉각수배관 설치”의 “5)공통”항목을 따르되 ECH 윈도우 채널 4세트에 각각 설치해야 한다.
- ㉡ 모든 칠러에 누수 방지용 칠러 받침 캐리어를 제작한다.
- ㉢ 칠러 메인배관에 supply에는 밸브, 압력계, 유량계, TC센서를 설치하고 return에는 supply의 유량계를 제외하고 모두 설치한다.
- ㉣ 칠러의 공급라인에 이물질 제거용 필터를 설치한다.
- ㉤ 칠러 위치는 그림 1의 Deck 서쪽 기둥 사이에 위치하고 있지만 현장 상황에 그 위치를 맞춰 감독관의 지시를 따른다.

그림 12 안테나 미러 칠러 필요부품

필요자제		단위	기타	PT 15A	15A(flnage	40A	50A
밸브	ball			38	24	3	
	Globe(bb-os&y)						
	butter						
유량계	터빈			12			
압력계				26			
오토벤트세트(AV+strainer+v/v+redu.)				1			
RTD세트(sensor+tee or redu.)				24			
TC세트(sensor+tee or redu.)							
파이프		M			24	4	6
엘보		ea			12		
캡		ea					4
뿔따기+half커플링		개소			38		
락피팅		ea	96				
니따무아호스		M	240				
유량계 전원선(1.5sq 3c)		M	120				
유량계 신호선(20awg 2c)		M	720				
칠러전원선		M	60				
터미널블럭+계장커넥터		식	1				
RTD케이블(3선식)		M	1440				
3구 RTD커넥터(암1수1,sn수1)		set	24				
RTD CD관		M	180				

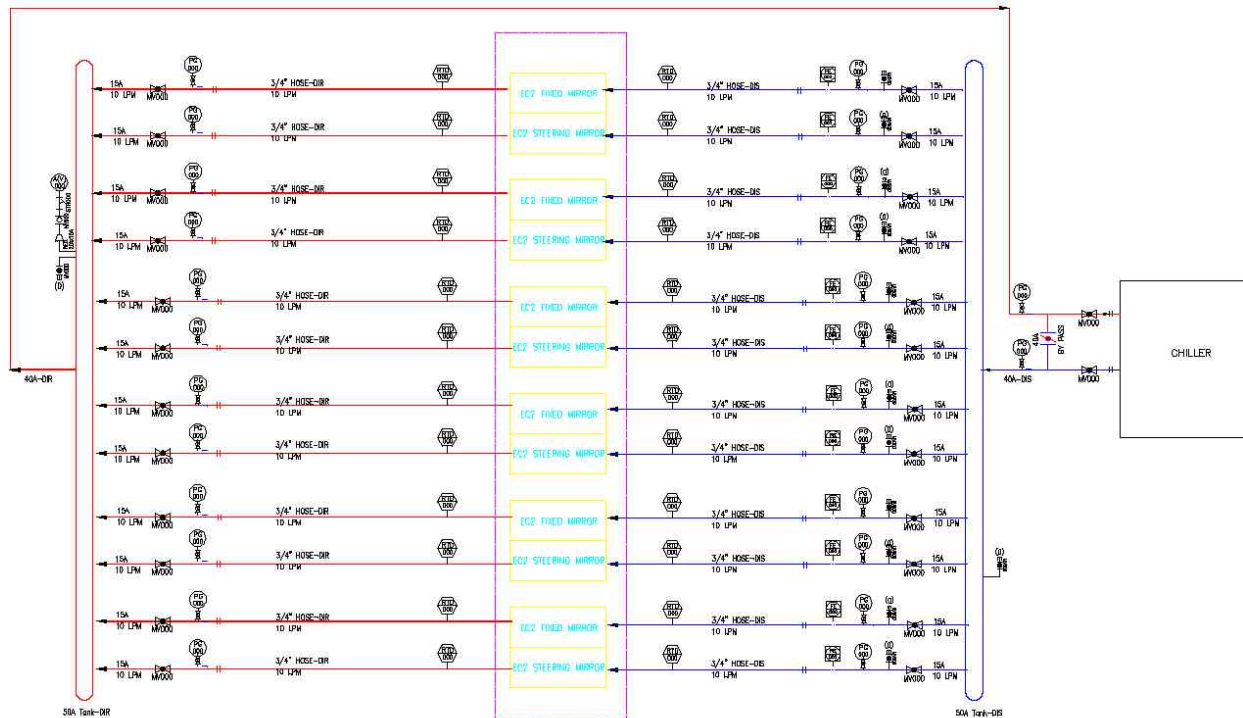


그림 20 안테나 미러 칠러 P&ID

3. 일반사항

3.1. 공통사항

1) 일반사항

(1) 관계법규 및 인허가사항

모든 작업은 관계법규(조례 및 규칙포함)를 준수하여 시공하고, ECH 냉각수배관 제작 및 설치에 수반하여 발생하는 모든 운반비용뿐만 아니라 반입되는 모든 장비의 각종 통관 및 인허가업무는 공급자가 이행해야하며, 소요되는 비용은 공급자가 전면 부담하여야 한다.

(2) 적용 및 우선

㉠ 모든 작업은 설계도면 및 본 시방서에 준하여 시공하며, 서로 상이한 부분이 있을 때에는 감독원의 지시에 따른다.

㉡ 시방서, 설계도면 및 내역서 중 어느 한 도서에서라도 표기되어 있는 사항은 시공하여야 하며, 설치 및 시험 등을 포함한다.

㉢ 시방서 및 설계도면의 표기방법이 불명확하거나 이의가 생겼을 때에는 산업설비 관련 국가표준시방서, 한국산업규격 관계법규 및 조례 등을 준용하며, 해석상의 이의가 발생할 경우에 감독원의 해석에 따라야 한다.

㉣ 본 ECH 냉각수배관 제작 및 설치에 대한 설계도서가 관계법령과 상이한 부분이 있을 경우에는 관계 법령에 따라 시공해야 하며, 설치기간 중 관계법령이 개정된 때에는 개정된 법령에 따라 설계 변경하여야 한다.

2) 용어의 정의

- (1) 본 지방서에서 “발주자”라 함은 국가핵융합연구소(NFRI)를 말한다.
- (2) 본 지방서에서 “공급자”라 함은 국가핵융합연구소와 계약을 체결한 계약상대자(공급자, 도급자, 시공사, 계약자)를 말한다.
- (3) 본 지방서에서 “감독원”이라 함은 발주자가 지명한 공사 관리 감독자를 말한다.
- (4) 품질검사계획(Quality Plan 또는 Inspection & Test Plan) : 공급품목의 구분, 작업 공정 설정, 적용서류의 명시, 검사자 입회점 등을 포함하는 서류로서 계약자가 작성하여 작업착수이전에 구매자의 검토를 받아야 함.
- (5) 입회점(Witness Point) : 계약자가 작업을 진행하기 이전에 구매자에게 서면으로 입회검사를 요청해야 하는 중요 제작 및 시험검사 단계로서 그 입회검사결과가 만족하다는 구매자의 확인서명 후에 다음 공정을 진행할 수 있음. 다만 계약자가 구매자에게 입회요청을 명확하게 하였고 구매자가 입회할 의사가 없음이 확인되면 계약자 판단 하에 작업을 진행할 수 있음.
- (6) 필수 확인점(Hold Point) : 입회점보다 더 중시되는 제작 및 시험검사 단계로서 구매자가 입회하거나, 또는 구매자가 입회할 의사가 없음을 서류상으로 확인하기 전에는 해당 작업을 진행할 수 없음.
- (7) 출하승인서 : 구매자가 계획한 모든 입회검사결과가 만족할 경우 구매자가 계약자에게 발행하는 서류로서 제작공장에서 제품을 출하하기 위해서는 본 출하승인서를 사전에 발급받아야 함. 출하승인서는 품질증빙서류와 같이 기자재 인도 시 구매자에게 제출되어야 하며 출하승인서가 없을 경우 구매자는 기자재 인도를 거부할 수 있음. 단, 구매자의 형편에 따라 출하검사를 생략할 수 있음.
- (8) 검 사 : 어떤 품목 또는 업무가 명시된 요건에 일치하는지를 확인하기 위하여 시험, 조사 또는 측정 등을 하는 행위로서 이 부록에서는 품질검사, 입회검사, 검사 등으로 표시됨.
- (9) KSTAR 장치 : Korea Superconducting Tokamak Advanced Research로 NFRI를 주관기관 으로 하여 진행 중인 차세대 초전도핵융합 연구 장치.
- (10) ECH : Electron Cyclotron Heating 장치로 토카막 플라즈마의 전자공명가열 및 전류구동 장치이다.
- (11) RF(Radio Frequency) : 마이크로웨이브(Microwave)와 동의어이며 라디오나 휴대폰통신 같은 저역대가 아닌 고 주파수로 목표대상에 입사 시 진동에 의한 높은 열에너지가 전달된다.
- (12) 자이로트론 : RF발생 장치로 토카막 내의 플라즈마를 발생 및 유지 시킨다.
- (13) 전송선(도파관) : 외경 $\phi 74$ 의 RF의 에너지가 손실 없이 전달되도록 내부가 주름진 파이프이며, 도파관 및 웨이브가이드(wave-guide)와 동의어이다.
- (14) 전송선 지지대 : 알루미늄 프로파일로 제작된 “II” 모양으로 설치되는 받침기둥과 도파관을 지지해주는 전송선 서포트로 나뉜다. 서포트는 받침기둥 상부에 체결되는 알루미늄 판과 높이를 조절할 수 있는 절연재질의 레벨러로 되어있다.

- (15) M/B 또는 PM M/B : 마이터밴드 및 파워모니터링 마이터밴드의 영문 이니셜로 전송선내의 RF를 90도로 방향을 변환시키는 컴포넌트이다.
- (16) 냉각재킷 : 전송선이 RF에 의해 발열 시 냉각재킷을 전송선 외부에 감싸 냉각시키는 컴포넌트이다.

3.2. ECH 냉각수설비 일반사항

1) 일반사항

- (1) 모든 작업은 제반설비가 충분하고, 만족스러운 기능을 발휘하도록 확실하게 시공하고, 명시되지 않은 경우일지라도 제작 및 설치를 위한 내용상 당연히 필요하다고 판단되는 사항은 공급자 책임으로 성실히 시공하여야 한다.
- (2) 공급자는 착공 전에 공정표 및 세부시공계획서, 기술인력 현황 및 기술자의 인적 사항을 감독원에게 제출해야하고, 현장대리인은 상주하여 제반 공정관리 및 안전관리에 책임을 다하여야 한다.
- (3) 공급자는 제작 및 설치 시행 전 관계설비의 계통을 숙지하고, 본 ECH 냉각수배관 제작 및 설치와 관계되는 해당 관공서의 법규에 따라서 제반설비가 그 기능을 완전히 발휘할 수 있도록 성실히 시공하여야 한다.
- (4) 공급자는 ECH 냉각수배관 제작 및 설치 중 여러 감독원이 시공의 부실 또는 부정이라 인정할 시 감독원의 지시에 따라 즉시 재시공 또는 보수하여야 한다.
- (5) 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.
- (6) 제작 또는 시공에 필요한 도면은 착수 전 시공도 및 제작도를 작성하여 감독원의 승인을 받고 시공 또는 제작하여야 한다.
- (7) 본 ECH 냉각수배관 제작 및 설치를 위한 현장사무소 및 창고 등 필요한 가설물을 설치할 경우 설치장소, 방법 등 제반사항은 감독원의 지시에 따른다.
- (8) 화기를 사용하는 장소, 인화성 재료의 저장소 등은 될 수 있는 한 건축물 또는 관계법규에 따라 방화구조 또는 불연재를 사용하고 소화기를 비치한다.
- (9) 본 ECH 냉각수배관 제작 및 설치하는 모든 기능시험을 완료하여 감독원의 준공검사 완료 확인 시점을 준공으로 본다.
- (10) 시공 후에 검사가 불가능하거나, 감독원이 지시하는 개소에는 천연색 사진을 촬영하여 감독원의 확인을 받은 후 보관하여 준공 시에 제출하여야 한다.
- (11) 작업용 및 시험용 전력, 용수, 배수 등 임시 가설작업에 필요한 설비는 작업의 진행에 지장이 없도록 도급자가 시행하여야 한다.

2) 사용자재 및 기기

- (1) 재료, 기기의 요청 및 승인

㉠ 본 ECH 냉각수배관 제작 및 설치에 사용되는 기자재는 KS(한국산업규격) 규격의 신품으로 국내제작품을 원칙으로 한다. 제품을 결정하기 어려운경우 감독원과 협의, 승인을 받아 사용해야 한다.

㉡ 공급자는 1)항에 기재된 승인요청 계획을 작성, 감독원과 협의 승인을 받아야

한다.

㉔ 1)항에 명시된 승인요청은 지정된 양식에 감독원이 요구하는 자료, 시험성적표 및 성능보증서, 견본 등을 명기하여 승인 소요기간을 감안한 현장반입 기간 전까지 감독원에 제출해야 하고, 감독원은 별다른 사유가 없는 한 그 결과를 통보하여야 한다.

㉕ 공급자는 자재생산자의 생산시설, 품질관리정도, 판매실적, 자재의 품질검사 성적서 등을 종합적으로 검토하여 공사의 목적(품질확보, 공기 준수, 안전사고 방지)달성을 위하여 가장 적합하다고 인정되는 자재를 선정하여야 한다.

㉖ 감독원은 자재승인 과정에서 이를 심사하여 부적합하다고 판단되는 경우에는 자재승인은 하지 않을 수 있다.

㉗ 자재사용 승인 신청서에는 다음 사항이 포함되어야 한다.

- 자재품질에 관한 보증서나 시험성적서
- 제조회사에 대한 자료
- 기타 발주자가 요구하는 자료

㉘ 자재 사용이 승인되면 제작도를 제출하여 발주처의 승인 후 제작에 착수 할 수 있다.

㉙ 재료에는 제조자, 제품번호, 제조 년/월/일, 형식 및 용량 등을 표시한 명판을 부착하여야 한다.

㉚ 공급자는 승인된 자재의 견본 및 자료를 별도의 장소에 분리, 보관 관리하여야 하고, 감독원의 승인이 없이 폐기 또는 사용하여서는 안 된다.

3) 시험 및 검사

(1) 일반사항

㉛ 시험 및 검사의 방법은 관계법규, 한국산업규격 및 기타 준용기준이 있을 때에는 그것에 따른다.

㉜ 관공서 또는 공인기관의 시험 및 검사를 필요로 하는 것은 그 시험 및 검사에 합격하여야 한다.

(2) 시험 및 검사방법

㉝ 공정 중 특기사항에 명시되었거나, 각 작업의 공정에 따라서 감독원이 지시하는 단계에서는 반드시 기기, 재료, 시공에 대한 시험 및 검사를 행한다. 다만, 제조회사들의 공인기관 검정 시험성적서 및 검사증 등에 의해 인정된 것, 또는 감독원이 승인하는 경미한 사항에 대하여는 시험 및 검사를 생략할 수 있다.

㉞ 공급자는 시험 및 검사양식에 따라 검사 예정일 3일전 시험 및 검사할 부분에 대하여 시험내용, 장소, 시간, 기술, 특기사항 등을 명기하여 제출하여야 한다.

4) 시운전과 조정

(1) 모든 작업의 완료시에는 장비, 기기별 성능검사 양식을 작성 협의 후 시운전과 조정 계획을 수립하여 감독원에게 보고하여야 하며, 그 결과를 보고서로 제출해야 한다.

(2) 시운전과 조정은 부하특성 및 운전조건에 적합한 시기 또는 조건을 조성하여 각기 시행계획을 수립하여 실시하여야 한다.

(3) 조정에 필요한 기기, 기구 등은 작업 시에 예측하여 사전에 설치하고, 시험 장비는 공급자가 반입하고 시운전 종료 시 반출한다.

(4) 용접작업 및 시운전시 소요되는 유틸리티(전력, 용수, 압축공기)는 발주자가 공급하

고, 시운전에 필요한 소모품 및 약품류 등은 공급자가 공급하여야 한다.

5) 뒷정리

작업자는 매일 일과 종료 후 현장정리를 철저히 하고 관계자의 확인 후 일을 종료 하며, 공정별로 청소를 시행한다.

6) 인계인수

(1) 준공검사 후에는 각종 관계도서, 시험성적서 및 검사증을 감독원에게 인계하여야 한다.

(2) 주요기기 또는 필요한 개소에는 안전수칙 및 각종 표지판을 부착하여 관리요원으로 하여금 안전 및 유지관리에 만전을 기하도록 하여야 한다.

(3) 각 노출배관에는 종류별로 방향표시(identification) 및 칼라 코딩(color coding)을 부착하고 케이블의 처음과 끝에 주기표를 부착하되 크기, 재질 및 위치는 감독원의 승인을 득한 후 부착하여야 한다.

(4) 각종 장비에는 명판을 작성하여 감독원의 승인을 득한 후 부착하여야 한다.

7) 보양

제조업체에서 제작된 장비 및 자재는 현장 반입 후 공급자가 책임을 갖고 관리하여야 하며, 정해진 장소에 보관하고 먼지 등에 오염되지 않도록 보양하여야 한다.

3.3. 도급자의 의무

1) 하도급자 승인

(1) 공급자가 제작의 일부를 제3자에게 하도급 하고자 할 때에는 미리 감독원의 서면 승인을 받아야 한다.

(2) 하도급 승인신청은 제작 착수 15일 전까지 하여야 한다.

(3) 공급자가 하도급자를 선정하고자 하는 때에는 하도급업자의 도급 한도액, 제작 실적, 자본금, 보유인력 및 설비, 신용도, 품질관리 상태, 하도급을 등을 종합적으로 검토하여 제작의 목적을 달성하는데 가장 적합하다고 객관적으로 인정되는 자를 선정하여야 하며, 하도급 승인신청을 하는 때에는 이를 증명하는 자료를 첨부하여야 한다.

2) 자재반입 및 검사

(1) 도급자는 자재를 현장에 반입하기 전 자재반입계획서를 감독원에게 제출하여 받아야 한다.

(2) 도급자는 자재를 현장에 반입하고자 하는 경우에는 사전에 감독원에게 통보하여야 한다.

(3) 현장에 반입된 자재 및 장비는 감독원의 승인 없이 장외로 반출할 수 없다.

(4) 제작에 사용되는 모든 자재는 감독원에게 자재검사를 받아야 한다.

(5) 도급자는 감독원이 자재(관급자재 포함) 검사를 하는데 지장이 없도록 모든 편의를 제공하여야 하며, 각종 검사에 소요되는 모든 비용은 도급자가 부담한다.

3) 제작검사

(1) 제작 중에는 ECH 냉각수설비 제작 및 설치 전 제품이상 유무 여부 및 공정별로 감독원의 중간 검사를 받아야 하고, 후속 작업은 선행 작업의 중간검사에 합격한 후에 시행하여야 한다.

(2) 도급자는 감독원이 검사(제작 중 검사, 기성검사, 준공검사, 모든 검사를 포함)를 하

는데 지장이 없도록 모든 편의를 제공하여야 하며, 검사에 소요되는 모든 비용은 도급자가 부담한다.

4) 보고

도급자는 주간회의에 진척사항 및 업무진행 내용을 감독원에게 보고하여야 한다.

5) 현장관리 규정 등의 준수

- (1) 도급자는 당 연구소의 보안과 안전관련 규정, 감독원이 현장관리상 필요하여 제정한 규정이나 요구하는 사항에 대하여는 이를 준수하여야 한다.
- (2) 도급자는 감독원이 전체제작의 공정관리상 필요하여 요청하는 경우에는 이에 따라 제작하여야 한다.

6) 현장조직

- (1) 도급자는 제작, 착수 전에 본 설치에 종사하는 인원의 조직표를 감독원에게 제출한다.
- (2) 현장대리인이나 관련종사자가 제작 수행 상 부적당하다고 감독원이 판단하여 교체를 요구할 때에는 즉시 교체하여야 한다.
- (3) 조직표에는 성명, 직위, 담당업무, 연락처 등을 기입하여야 한다.

7) 책임제작

- (1) 도급자는 본 시방서에 표기되지 않은 사항이 있을 경우에도 기술적 상식상의 품질이 확보될 수 있도록 제작하여야 한다.
- (2) 도급자는 설계도서에 누락된 사항일지라도 제작의 성질상 당연히 설치되어야 할 경미한 사항은 감독원의 지시에 따라 제작하여야 한다. 이 경우에도 추가되는 경미한 비용은 도급자 부담으로 한다.
- (3) 도급자는 경제적이면서 양질의 공사를 하기 위하여 필요한 대안이나 방법이 있을 경우 감독원에게 제시하여야 한다.

8) 타 제작 도급자와 협조

도급자는 타 시공에 지장이 없도록 하여야 하며, 타 시공이 원활히 시행될 수 있도록 필요한 협조를 하여야 한다.

9) 이의

도면과 시방서의 내용이 서로 다르거나 명기가 없을 때, 관련제작과 부합되지 아니할 때, 또는 의문이 생길 때에는 감독원의 해석 및 지시에 따라야 한다.

10) 사용자재

- (1) **제작에 사용되는 모든 자재는 특기가 없는 한 K.S 표시 국내제품을 사용한다.**
- (2) 자재생산업체가 다수일 때에는 자체품질관리, 생산시설 규모, 생산실적이 우수한 업체에서 생산되는 자재를 사용하여야 한다.

11) 안전 관리 등

- (1) 도급자는 현장내의 타 도급자와 유기적인 협조로 전체공사장의 안전관리에 만전을 기하여야 한다.
- (2) 도급자는 현장실정에 맞는 자체 안전관리 계획을 수립하여 시행하고, 정기교육 등을 실시하여 모든 종사자가 안전관리 규정을 준수하도록 하여야 한다.
- (3) 현장작업자는 안전모, 안전화를 착용하여야 한다.
- (4) 도급자는 안전관리 소홀로 인하여 발생하는 사고나 재해에 대하여 민, 형사상의 모

든 책임을 져야 한다.

- (5) 도급자는 제작 중에 발생할지 모르는 천재에 대해서는 필요한 모든 조치를 강구하여 피해를 최소화하여야 한다.
- (6) 도급자는 제작 중 타 시설물에 손상을 주거나, 인명피해 등이 발생하지 않도록 필요한 조치를 강구해야 한다.

12) 폐기물

도급자는 제작 및 설치의 시행에 따라 생긴 폐기물은 감독원의 지시에 의하여 정리하고, 폐기물 처리법에 의거하여 도급자 비용으로 전문 용역업체에 위탁 처리하여야 한다.

13) 사고의 보고

도급자는 가설물이나 구조물의 파손 기타제작 수행에 영향을 미치는 사고나 인명의 손상 또는 제3자에 피해를 미치는 사고가 일어났을 때 혹은 그로 인한 사고발생의 징조를 발견하였을 때에는 응급조치를 취하고 감독원에게 즉시 보고하여야 한다.

14) 작업시간

도급자가 제작내용상 불가피하여 야간작업을 하고자 하는 때에는 미리 감독원의 승인을 받아야 한다.

15) 제작 일시중지

감독원은 다음사항이 발생하였을 경우에는 제작의 일시중지를 명할 수 있으며, 제작 중지로 인한 손해는 도급자부담으로 한다.

- (1) 도급자가 설계도서의 내용과 다르게 제작을 하거나 정당한 발주자의 지시에 응하지 아니한 때
- (2) 종사자의 안전을 위하여 필요하다고 인정되는 때
- (3) 종사자의 기술 미숙으로 조잡한 공사가 될 우려가 있을 때
- (4) 관련되는 다른 제작의 진척으로 보아 제작의 계속이 부당하다고 인정되는 때
- (5) 제작소음으로 인하여 인근에 피해를 줄 우려가 예상되는 때
- (6) 발주자가 설계내용의 검토나 변경이 필요하여 요청하는 때

16) 설계변경

- (1) 발주자는 다음의 사유가 발생한 때에는 설계 변경할 수 있다.
 - ㉠ 발주자의 내부방침이 변경된 때
 - ㉡ 설계내용이 제작의 목적달성에 현저히 부적합하다고 판명된 때
 - ㉢ 새로운 공법이나 자재가 개발되어 제작의 질을 향상시키거나, 설치비를 절감할 수 있다고 판단된 때
 - ㉣ 현장여건이나 설계조건이 변경된 때
 - ㉤ 기타 부득이한 사유가 발생한 때
- (2) 설계변경의 내용에 대하여 발주자와 도급자가 서면 합의한 경우에는 제작의 원활한 추진을 위하여 계약변경전이라도 변경된 내용에 따라 선 제작해야 한다.

17) 도급자의 의무

- (1) 모든 제작은 시방서와 설계도면에 부합되도록 시공하여야 하며, 도급자는 제작 전반에 대하여 책임을 져야 한다.
- (2) 본 설치는 타 장치와 간섭이 발생할 수 있으므로 확인하고 NFRI 승인을 득한 후

제작 설치에 임한다.

- (3) 도급자는 시방서, 설계도면을 충분히 숙지하고 입찰시 배포된 설계도면을 참조하여 설치 현장을 확인 후 상세제작도를 다시 작성하여 NFRI 승인 후 제작에 임하여야 한다.
- (4) 국가기술자격법에 의하여 기술자격을 취득한 기술자를 현장에 배치하여 제작에 만전을 기하여야 한다.
- (5) 도급자는 발주자가 본 제작의 최후인계를 받을 때까지 설치목적물의 관리 책임을 져야 한다.
- (6) 도급자는 손상을 받은 제작부분이나 수준이하로 시공된 부분은 발주자가 만족할 때까지 재시공하여야 한다.
- (7) 제작현장 대리인은 발주자의 승인 없이 제작현장을 이탈하여서는 안 된다.
- (8) 도급자는 본 제작에 대한 제반 검사결과 처분지시가 있는 때에는 이에 따라야 하며, 이의를 제기하여서는 안 된다.
- (9) 본 제작으로 인하여 타 시설물을 훼손한 경우에는 도급자 부담으로 손해배상이나 원상복구를 하여야 한다.
- (10) 도급자는 발주자가 지명한 감독원 및 감리원의 정당한 업무수행을 방해하여서는 안 된다.
- (11) 도급자는 계약내용의 변경을 수반하는 사항은 발주자의 서면통지가 없는 한 시행하여서는 안 된다.

18) 이의신청

도급자는 감독원의 지시 혹은 결정에 이의가 있는 경우에는 7일 이내에 감독원에게 제출하여야 하고, 그 기간 내에 감독원에게 제출하지 않은 경우에는 결정 및 지시 등이 확정된 것으로 간주한다.

19) 설치현장 관리

- (1) 도급자는 제작현장에서의 출입자 감시, 풍기단속, 위생관리, 화재 및 도난 방지와 기타의 사고방지에 특히 유의하여야 한다.
- (2) 도급자는 발주자가 지정하는 장소에 제품명, 제작기간, 발주자명, 제작 도급자명 등을 기재한 제작안내 표지판을 설치하여야 한다.
- (3) 도급자는 현장 및 그 부근에 있는 지상 및 지하의 기존시설의 이용이나 통행에 지장을 주지 않도록 하여야 한다.
- (4) 도급자는 현장사무실내에 제작현황을 파악할 수 있는 상황판을 공사 발주자와 협의하여 설치하여야 한다.
- (5) 도급자는 제작소음, 분진발생 등에 대한 예방책을 강구하여 환경피해가 발생하지 않도록 하여야 한다.
- (6) 작업자는 매일 일과 종료 후 현장정리정돈을 한다.
- (7) 설치 전의 장비 및 자재는 보양을 철저히 하여 변형을 방지하여야하고, 변형된 장비 및 자재는 신속히 신품으로 대체하여야 한다.

20) 공정계획 준수

- (1) 도급자는 감독원의 승인을 받은 공정계획에 따라 제작을 진척시켜야 한다.
- (2) 도급자는 제작이 공정계획대로 진척되지 않을 경우에는 그 상세한 원인과 공정만회

대책을 강구하여 감독원에게 보고하여야 한다.

- (3) 감독원이 부진한 공정만회를 위하여 부득이하다고 판단하여 지시하는 사항에 대해서 도급자는 특단의 조치를 강구하여 이행하여야 한다.

21) 제작의 구분

- (1) 타 제작과 관련이 있는 부분 중 본 제작에서 시행하여야 할 부분은 다음과 같다.

- ㉠ 벽, 바닥 슬리브 등의 관통부위에 대한 방화구획
- ㉡ 공사장 전체에 대한 관리
- ㉢ 공통가설 시설물의 설치 및 관리
- ㉣ 기타 제작의 구분이 불명확한 경우로서 감독원이 지정하는 설치 건

22) 유지, 보수용 자재의 확보

도급자는 색상이나 질감 등이 특수하여 동일한 종류의 자재를 추후 확보하기가 곤란하다고 감독원이 요청하는 자재에 대하여는 유지, 보수용으로 적당량을 확보하여 시설물 인도 시 감독원에게 인도하여야 한다.

3.4 기타

제작 완료 후 하자보증 기간은 기본적으로 1년으로 한다. 보증기간 경과 후에도 제작 결함으로 인한 경우에는 필요한 협조(기술자문)를 제공해야 한다.

- 1) 계약자는 본 기술시방서에 기술한 모든 재료, 도면, 부품, 제작, 설치, 교정, 수정 및 품질보증, 하자 보수 등에 대한 업무를 수행함에 있어 적정한지에 대한 여부를 확인시킬 의무가 있다.
- 2) 모든 설계기준, 제작방법 및 공정, 재료선정, 시험 및 품질관리 등은 관련도면 및 Specification에 언급된 사항을 기준으로 하며 계약자가 임의로 변경 적용할 수 없다.
- 3) 관련규격과 기술 규격 서에 따라서 설계, 제작, 설치 및 검사하는 것을 원칙으로 하나, 설계 및 제작과정에서 기능상 변경이 인정되는 부분은 발주자와 충분한 사전협의를 거쳐 성능과 계약금액에 영향을 주지 않는 범위 내에서 수정할 수 있다. 계약자는 업무 수행 중 업무의 내용이나 사양(Specification) 등의 변경이 필요할 경우 이에 대한 사유가 기재된 사유서를 NFRI에 제출하여야 하며 이러한 내용의 승인 여부에 대해 NFRI는 2일 이내에 계약자에게 통보하여야 한다. 그리고 NFRI가 위와 같은 업무내용을 변경하고자 할 경우에도 반드시 그 사유가 기재된 요청 사유서를 계약자에게 제출하여야 하며 계약자는 2일 이내에 NFRI의 요청 내용에 대한 수용여부를 문서로 회신하여야 한다. NFRI와 계약자 간 합의 없이는 어떠한 사양의 변경은 불가하다.
- 4) 계약자는 NFRI에서 작성한 도면 및 Specification에 언급된 모든 기술사항에 대하여 충분히 검토를 하여야 하며 그 검토 결과 누락된 부분, 미비한 사항, 또는 NFRI에서 제시한 사항보다 우수한(성능, 수명 등) 대안이 있을 때는 제작 방안 제출 시 계약자의 의견을 이유, 변경방법 및 내용, 장단점 등을 기술하고, 상세한 근거 자료를 첨부하여 제출하여야 한다.
- 5) 계약자는 제작 도중 또는 제작이 완료된 후 NFRI에서 실행하는 각종 시험 및 검사결

과를 통해 NFRI의 요구사항에 미흡하다고 판단될 경우 본 제품을 재가공하는 등의 필요한 수정 및 교정 작업을 수행하여야 한다.

6) 계약자는 본 기술시방서의 내용을 충분히 숙지하여 설계, 제작, 설치 및 사후관리를 보증기간동안 수행하도록 하며, 제작 및 설치와 성능에 대한 품질보증책임이 있다.

7) 현장 작업자는 다음 사항을 준수해야 한다.

- (1) 가공 작업을 하거나 대기할 때 가공품을 밟고 지나다니지 않아야 한다.
- (2) 가공품 주위에서 담배를 피우지 않아야 한다.
- (3) 크레인을 이용한 가공품 운반 시 가공품 표면에 흠집이 나지 않도록 주의해야 하며, 가급적 벨트를 사용하고 부득이 쇠고리를 사용할 경우 표면을 보호할 수 있는 조치를 취해야 한다.
- (4) 작업자가 착용하는 장갑, 신발, 작업복 등은 항상 청결히 해야 한다.
- (5) 작업장 주위를 청결히 해야 하며, 작업장을 주위 환경으로부터 격리를 시켜서 먼지나 다른 이물질(씻가루, 페인트 입자 등)이 들어오지 않도록 해야 한다.

8) 작업 공간 및 부품보관

계약자는 제작 위한 전용작업공간을 설치하여야 하고, 전용작업 공간은 청결을 유지하여야 한다. NFRI 내에서 설치를 위해 필요한 작업 공간 및 조립제품을 보관하기 위한 장소는 NFRI에서 제공한다. 하지만 제품 보관을 위한 보양 작업은 계약자가 제공한다. 이를 위해 아래와 같은 지시 사항을 준수 한다.

- (1) 전용 작업공간은 파티션 등으로 분리하고 관계자의 출입을 금한다.
- (2) 포장, 보관, 개봉은 전용 작업 공간 내에서 이루어지도록 한다.
- (3) 이 외의 전용작업장 관리수칙은 NFRI와 협의하여 결정한다.
- (4) 모든 자재는 건물 내에 보관하여야 하며, 우천에 노출되지 않게 보관한다.
- (5) 부품은 가공 및 세정 후 비닐로 봉합하고 건조제를 투입하여 온도와 습도가 잘 관리되는 장소에 보관한다.
- (6) 표면 처리된 부품은 작업 중 표면에 손상이 생기지 않도록 보관한다.
- (7) 표면에 손상이 생겼을 경우 계약자는 기준 값을 만족하도록 표면처리를 재실시하여야 한다.

4. 배관작업

4.1. 일반사항

1) 적용범위

(1) 본 시방은 DI water를 이용한 ECH 냉각수설비 제작 및 설치의 구매내역 및 시방에서 지정한 배관재, 부속품, 밸브 류 등에 적용한다.

(2) 본 시방서에 명시되지 않은 사항이나 현장 사정에 맞지 않은 것 등은 도면에 표시한 바와 감독원의 지시에 따라 시공함을 원칙으로 한다.

- (3) 도면과 자료에 사용하는 단위는 별도의 지시가 없는 한 metric, kilogram 및 celsius로 한다. 배관의 호칭경은 millimeter로 하고 기호(A)를 사용한다.

2) 규격

모든 배관작업은 특별한 지시가 없는 한 KS 신품을 사용하는 것을 원칙으로 하며 KS 적용이 곤란한 경우는 JIS나 ANSI, ASTM 및 Maker STD.에 따른다. 규격, 규칙 등은 가장 최근에 채택된 기준을 적용하여야 한다.

- (1) KS : KOREA INDUSTRIAL STANDARDS
- (2) ISO : INTERNATIONAL STANDARDS ORGANIZATION
- (3) JIS : JAPANESE INDUSTRIAL STANDARDS
- (4) AWS : AMERICAN WELDING SOCIETY
- (5) ASTM : AMERICAN STANDARD FOR TESTING MATERIALS
- (6) ANSI : AMERICAN NATIONAL STANDARDS INSTITUTE

3) 승인 서류류

배관작업은 다음의 도면 및 서류류에 따라 설치되어야 한다.

- (1) Equipment Layout(기기배치도)
- (2) Piping Plan(배관도)
- (3) Piping Support & Insulation detail
- (4) Line list
- (5) Piping Isometric Diagram
- (6) 기타 ECH 냉각수설비 제작 및 설치와 관련된 도면 및 자료

4) 운반, 저장, 보호

- (1) 운반 및 저장된 제품들은 안전한 장소 및 제품이 손상되지 아니하는 장소에 설치 전까지 보관되도록 한다.
- (2) 배관 자재는 반입 시 유분 등 불순물을 제거(acid 세정)하고 배관의 끝에는 종단 보호 캡을 씌워서 오염되는 것을 방지한다.

4.2. 배관재료

1) 일반사항

ECH 냉각수설비 제작 및 설치의 배관을 위한 모든 배관자재는 본 장에서 규정된 제품에 따른다. 단, 패키지 아이템이나 제작사가 시공하는 배관재는 감독원의 승인을 득한 공급자의 제원에 따른다. 또한, 모든 배관자재는 신품으로 깨끗하게 청소된 것으로 사용하여야 한다.

2) 배관재 및 부속 류

- (1) 배관재료 및 부속 류의 규격은 스테인리스 강관(SUS316, SUS304)의 무용접관(seamless) 및 용접관(ERW, EFW)을 사용한다.

- (2) ECH 냉각수설비 제작 및 설치에 사용되는 배관재 및 부속재는 다음의 표에 준한다.

명 칭	규 격		비 고
	번 호	명 칭	
냉각수(DI) 배관	SCH 10	SUS 304L	10 kg/cm ² 이하의 배관
	SCH 20	SUS 304L	10~20 kg/cm ² 의 배관
Oil 저장vessel	SCH 10	SUS 304L	10 kg/cm ² 이하의 vessel
	SCH 20	SUS 304L	10~20 kg/cm ² 의 vessel
압축공기, 질소	SCH 10	SUS 304	10 kg/cm ² 이하의 배관
	SCH 20	SUS 304	10~20 kg/cm ² 의 배관

- (3) 10A 이하의 접합은 소켓용접, 15A 이상은 플랜지(slip-on)를 사용한다. 다만, 위치 및 장소에 따라 설계도서에 따로 규정된 경우에는 그에 따른다.
- (4) 개스킷은 PTFE(테프론, Poly Tetra Fluoro Ethylene) 사용을 원칙으로 한다. 다만, 설계압력 10 kg/cm² 이하의 PTFE 적용이 어려운 경우에는 감독원의 승인을 득한 후 EPDM(Ethylene Propylene Diene Monomer)을 사용할 수 있다.

3) 밸브 류

모든 밸브 류는 사용압력에 적합한 등급을 사용하여야 하며, 유체가 접하는 부분의 재질은 다음을 원칙으로 한다. 다만, 위치 및 장소에 따라 설계도서에 따로 규정된 경우에는 그에 따른다.

- (1) 설치되는 배관은 SUS 304, SUS 316과 동일하거나 그 이상의 재질 또는 비자성체 재질을 사용한다. 그리고 제어 밸브의 등급은 leakage class V 이상 되어야 한다.
- (2) 실험장치 냉각수(DI water) 배관은 SUS304L 재질의 사양을 사용한다.
- (3) 밸브 류의 재질 및 사양은 발주처에서 기 사용되는 것과 동일한 제품 또는, 설계도서(설계도면, 시방서, 계약내역서) 전체를 검토하여 감독원의 승인을 득한 제품으로 한다.

4.3. 배관 시공

1) 준비

- (1) 배관작업 전에 shop drawing을 작성하여 감독원의 승인을 득한 후 시공한다. Shop drawing 작성은 유지관리 측면과 타 공종 및 현장 상황을 고려하여 작성하여야 한다.
- (2) 배관이 불규칙하게 절단된 부분은 평평하게 절단하고 연마하여 평활하게 한다.
- (3) 배관 안팎에 있는 스케일 및 오염물들을 제거하여야 한다.
- (4) 배관공이 배관을 틀리게 연결하는 것을 막기 위하여 시스템별로 표식을 하여 구분 관리하여야 한다.

2) 배관 시공

- (1) 접합 및 설치

- ㉠ 배관의 배열은 도면에 지시된 것과 같이 해야 한다. 실제 현장조건이나 혹은 다른 이유로 인하여 상세도면을 변경할 때는 감독자의 승인을 득한 후에 해야 한다.
- ㉡ 배관의 접합은 원칙적으로 용접(TIG)접합 및 플랜지 접합으로 하며 40A 미만에서는 필요에 따라 감독원의 승인 하에 나사접합을 할 수 있다.
- ㉢ 배관을 스펙이 다른 기기에 결합할 경우, 최초의 밸브까지의 배관은 관을 포함하여 높은 등급의 스펙에 따르는 것으로 한다. 또한, 체크밸브가 게이트밸브의 하류에 있는 경우 이 체크밸브는 높은 등급의 스펙에 따른다.
- ㉣ 나사연결부분은 테프론 테이프와 함께 접속되어야 한다.
- ㉤ 모든 배관은 지시된 것과 같이 지지물(support)을 설치해야 한다. 혹 도면에 나타나 있지 않더라도 시공자가 판단하기에 필요한 부분이나 감독원의 지시가 있을 때에는 시공자가 설치해야 한다.
- ㉥ 시공 시 다음사항에 대해서는 공사담당자의 입회하에 시공하여야 한다.
 - 배관내의 청소
 - Slip on flange의 내면 용접
 - Blind plate의 삽입
 - 내압 기밀 테스트
- ㉦ 배관의 세척은 사용유체에 따라 맞는 세척방법을 택하여 완전히 세척하여야 하며 세척 후 발생하는 폐기물은 특정 폐기물 처리방법에 따라 처리 되어야 한다.

(2) 절단

- ㉠ 배관 및 부속 류는 기계절단 또는 그라인더, 줄 등에 의해 절단하여야 한다.
- ㉡ 고속그라인더 절단기의 날은 오스테나이트계 스테인리스강용과 탄소강용을 구분하여 각기 절단하고자 하는 재질에 적합하게 제작된 날을 사용한다.
- ㉢ 배관용 관재를 파이프 카터를 사용하여 절단하는 경우에는 내면을 리머 또는 줄로 마감한다.

(3) 용접

용접에 대한 사항은 본 시방서의 “4. 용접작업”을 따른다.

(4) 제작 및 설치

- ㉠ 배관의 제작은 운반과 설치를 고려하여 적절한 크기로 제작되어야 하며, 가공면은 손상을 방지하기 위해 필요한 조치를 해야 한다.
- ㉡ 배관재료를 운반할 때는 내부에 이물질이 들어가지 않도록 보호대책을 강구한다.
- ㉢ 배관을 제작, 설치할 때는 그것에 필요한 재료가 도면 및 시방서에 적합한 것인가를 확인한 후 시공하여야하며, 타 공사 또는 시설에 대해 방해나 손상을 주지 않도록 해야 한다.

- ㉔ 배관은 설치 전에 공기에 의한 청소 또는 물 세척 등에 의해 관내의 스케일, 모래, 기름 등을 충분히 제거하고, 양 끝단은 즉시 제거가 적합한 소재(비닐 등)로 밀폐한다.
- ㉕ 밸브를 설치할 때는 내부를 청소한 후 반드시 닫은 상태로 설치하여야 하며, 밸브의 내부가 용접 및 열처리에 의하여 영향을 받을 우려가 있는 경우에는 밸브를 해체하여 시공하여야 한다.
- ㉖ 밸브 등과 같이 조작이 필요한 부품의 핸들은 조작이 용이한 위치가 되도록 한다.
- ㉗ 플랜지의 연결 시에는 중심 또는 플랜지면의 평행상태를 확인하고 볼트가 일치하도록 접속한다.
- ㉘ 플랜지 볼트 구멍의 방향은 특히 지정하는 것을 제외하고는 중심선을 중심으로 대칭이 되도록 하며 동서남북의 방향이나 수직, 수평과 볼트 구멍이 일치하지 않도록 한다.
- ㉙ 나사부의 seal 용접은 나사부를 휘발유 등으로 잘 씻어 충분히 건조시킨 후 paste 기름 등을 일절 도포하지 않고 충분히 나사를 끼운다. 또한, seal 용접부는 많은 나사가 남지 않도록 하며 보강용접을 한다.
- ㉚ 배관의 수평, 수직 및 관의 상호 평행간격은 level transit, 수준기 등을 사용하여 정확히 시공한다.
- ㉛ 개스킷의 체결 시 과도한 힘(torque)을 가하여 개스킷이 손상되지 않도록 해야 한다.
- ㉜ 배관 지지대는 배관 support와 hanger 및 상세도에 따라 제작 설치한다.
- ㉝ 배관 설치 시 condensing이나 air pocket이 발생되지 않도록 시공하여야 하며, 보온이 적용되는 배관은 보온의 두께를 고려하여 계기류에 대한 보호를 충분히 검토한다.
- ㉞ 이중소재의 플랜지 접합은 A플랜지 + 절연스페이서 + B플랜지를 절연볼브/너트를 사용하여 연결한다.

(5) 검사

- ㉟ 검사의 종류 :
 - 배관사양의 준수 여부 검사
 - 직선도, 수직도, 표준고 및 제시도면 준수여부 검사
- ㊱ ECH 냉각수설비 제작 및 설치에 필요하다고 인정하는 시점에 여하의 검사를 행할 수 있다.

(6) 기타사항

- ㊲ ECH 냉각수설비 제작 및 설치 중 타 시설물에 대한 파손이 있을 때는 파손자가 책임을 지고 원상 복구하여야 한다.

- ㉠ 중요시설물 근처를 통과할 때나 매설할 때는 감독자의 사전승인을 득한 후에 시행하여야 한다.
- ㉡ 안전작업규칙 및 기타 안전수칙을 준수해야 한다.
- ㉢ 시공자는 매일 작업 완료 후 작업장 내외를 청결히 정돈하여야 하며 장비 및 자재 관리를 철저히 하여 작업의 혼잡성을 피하여야 한다.

4.4. 배관 청소

1) 일반사항

배관의 청소방법 선택은 유체 종류별, 관 재질, 관의 내면상태 등을 고려하여 실시하며, 공급자의 사양 및 적용기준이 있는 경우 그에 따른다. 또한 ECH 냉각수설비의 특성상 추후 시운전을 고려하여 유틸리티 자체에 의한 순환운전이 가능하도록 가배관(permanent type)을 설치, 또는 설치할 수 있도록 시공한다.

2) 청소 방법

본 ECH 냉각수설비의 특성 및 구조상 화학세정은 어렵다. 따라서 현장 특성에 맞게 시수 및 순수를 이용하여 세정작업을 행하고 냉각수 배관은 산세 작업(chemical cleaning)을 행한 후 입고한다. 산세 작업은 자격을 갖춘 외부 전문업체에서 시행 후 배관 내 약품을 완전히 제거하고 개방된 부분은 비닐 등으로 밀봉하여 현장에 반입되어야 한다.

3) Blow down

배관 및 spool의 관내 유기고형물을 제거하기 위하여 깨끗한 물 또는 알코올 등을 이용하여 1차 청소 후 압축공기로서 최종 청소하여 배출한다.

4) Flush down

- (1) 배관 공사를 완료한 후 관내의 유기고형물을 제거하기 위하여 시운전을 실시하기 전에 임시 가설배관과 펌프를 가설하여 관 내부를 유수로서 청소하여 배출하여야 한다.
- (2) 세정 작업은 최소 2회 이상 연속으로 감독원 입회하에 실시하여야 한다.
- (3) 1차 세정 작업 시에는 장비 입·출구 밸브를 잠그고 가설용 우회배관으로 유수되도록 하여야 하며, 1차 세정이 완료된 후 다음 2차 작업을 시행하여야 한다.
- (4) 세정은 깨끗한 물을 사용하여 실시하여야 하며, 순수를 사용하는 배관시스템의 최종 세정 작업은 반드시 순수를 사용하여 실시하여야 한다.
- (5) 세정 작업에 소요되는 장비 및 기타 일체의 비용은 시공자 부담으로 한다.

4.5. Piping Material Specification

1) 일반사항

(1) 업무범위

본 시방은 ECH 냉각수설비 제작 및 설치(Material : SUS304)에 사용되는 배관 재료의 품질에 관하여 규정한다.

(2) 적용 범위

본 시방은 Piping and Instrument Diagram(이하 P & ID라 한다.)에 나타나는 배관 재료(파이프, 밸브, 피팅, 플랜지, 개스킷, 볼트 및 너트 등)에 적용한다. 단, 기기 장치에 부속하여 공급되는 배관은 기기 제작자의 표준설계 조건에 따르고 본 시방서의 적용에서 제외한다.

(3) 기기 및 장치

기기 및 장치와의 연결부에 대하여 본 시방을 적용하는 경우는 다음과 같다.

- ㉠ 기기 노즐(nozzle)의 상대편 플랜지, 개스킷, 볼트 및 너트
- ㉡ 계장 연결 배관의 제1밸브(주관과 계장 기기와 접속하는 계장 연결배관에 설치되는 밸브로서 주관에 가장 가까운 것을 말한다)와 이에 포함되는 상대편 플랜지, 개스킷, 볼트 및 너트
- ㉢ 릴리프(relief) 밸브의 상대편 플랜지, 개스킷, 볼트 및 너트
- ㉣ 기기 및 장치에 부속하여 공급되는 배관 연결용 상대편 플랜지, 개스킷, 볼트 및 너트

(4) 관련 규격

- ㉠ 모든 배관재료는 관계되는 KS, JIS, JPI 등의 관련규격에 의해 설계, 제작, 용접, 열처리(필요시), 시험 및 검사를 행한다. 규격에 대한 규정이 없는 경우에는 국산 최상품을 선정하여 감독원 승인을 득한 후 사용한다.
- ㉡ 별도의 지시가 없는 한 기술된 규격은 최신판을 사용한다.

(5) 단위

도면과 자료에 사용하는 단위는 별도의 지시가 없는 한 metric, kilogram, celsius를 사용한다. 단, 배관의 호칭경은 millimeter로 하고 기호(A)를 사용한다.

2) 배관재

배관은 오스테나이트계 스테인리스 강관으로서 KS의 관련규정에 따른다.

3) 밸브(Valves)

(1) 일반사항

- ㉠ KS밸브의 표시 통칙은 KS 해당기준에 따르며, 사용 유체 및 온도에 적합한 것으로서 유체가 접하는 부분의 재질은 배관재와 동일한 SUS316, SUS304를 원칙으로 한다. 다만, 제어용 밸브 류는 일반적인 재질(carbon steel)의 제품을 사용하고, 위치 및 장소에 따라 설계도서에 따로 규정된 경우에는 그에 따른다.
- ㉡ 40A 미만의 단조밸브는 JPI의 관련규정에 따르고, 40A 이상의 플랜지형 밸브는 KS 또는 JIS의 관련규정에 따른다.
- ㉢ 기타의 모든 밸브 류는 KS 해당규격을 기준으로 하되 제조국이 국내가 아닌 경

우는 관련 국제규격에 적합한 제품으로서 감독원의 승인을 득한 제품으로 한다.

㉔ 밸브의 면간 치수

- KS 밸브의 면간 치수는 KS 관련규정에 따른다.
- 맞대기 용접형 밸브의 면간 치수는 양단이 관의 두께와 일치하도록 제작되어야 하며, 개선가공은 연결파이프의 규격 또는 ANSI의 관련규정에 따른다.
- 소켓(Socket) 용접형 밸브의 연결부는 KS 규정에 따르는 강제삽입 용접식 관 이음쇠의 가공 규격에 적합한 제품으로 한다.

㉕ 개스킷

개스킷의 재질은 별도의 지시가 없는 한 설계도면에 각각의 재질 구분에서 규정한 재질과 동등한 것으로 한다.

(2) 게이트밸브

밸브 스템이 위로 올라오는 제품으로 핸드 휠, 외부 스크류, 싱글웨지 또는 디스크형으로 하고 15A 미만은 소켓용접, 15A 이상은 플랜지형 OS & Y 밸브로 한다. 리턴라인 혹은 바이패스로 사용한다.

(3) 글로브밸브

밸브 스템이 위로 올라오는 제품으로 핸드 휠, 외부 스크류, 디스크형으로 하고 15A 미만은 소켓용접, 15A 이상은 플랜지형으로 한다. 매니폴드의 서플라이에 사용한다.

(4) 버터플라이밸브

버터플라이밸브는 국내·외 최고 수준 또는 동급에 해당하는 제품이어야 하며 다음 사항에 적합하여야 한다. 바이패스 및 중간배관 이상의 입, 출력에 사용한다.

- ㉑ 버터플라이 밸브는 50A 이상의 수배관에 적용하며, 플랜지의 규격은 KS의 규정에 따른 10 kg/cm^2 및 20 kg/cm^2 제품 또는 ANSI 관련규정에 따르는 양방향 웨이퍼(wafer)타입의 기어 작동식으로서 관련 규정에 의해 시험한 것으로 한다.
- ㉒ 몸체 및 디스크는 사용처에 따라 SCS13A 및 EPDM 또는 SCS14 및 PTFE로서 API 또는 API 관련규정에 따른다. 단, 몸체의 경우 위치 및 장소에 따라 발주처의 사용승인 후에 알루미늄 재질을 사용할 수 있다. 밸브 상부에 OPEN, CLOSE가 표시되는 것.
- ㉓ Seat ring은 유지보수의 편리성을 위해 쉽게 시트의 교환이 가능해야 하며, 벗겨짐 현상 방지를 위한 firmer grip이어야 한다.
- ㉔ Kick open 현상 없이 disc hold가 가능해야 한다.
- ㉕ Metal ling을 이용한 self-aligning stem seal이 가능해야 한다.

(5) 체크 밸브

체크밸브는 완폐식 또는 스윙식을 사용하고, 10A 미만은 소켓용접 리프트식, 15A 이상은 교환할 수 있는 디스크 및 시트를 갖춘 플랜지식으로 한다.

(6) 자동공기빼기 밸브

㉠ 밸브는 KS의 관련 규정에 적합한 것, 또는 자동으로 공기를 추출하는 기능을 가진 것으로 한다.

㉡ 밸브의 몸체는 가급적 스테인리스 스틸을 사용하고, 벨로우즈는 스테인리스 스틸, 플로트는 스테인리스 스틸 또는 황동으로 제작된 것으로 한다.

(7) 볼 밸브

볼 밸브는 KS의 관련 규정에 적합한 것으로서 조작레버나 핸들은 그 자신의 위치로 밸브의 개폐를 지시하여야 하며, 레버 또는 핸들에 의하여 밸브가 개방되도록 해야 한다. 또한, 밸브를 재조립할 때 부주의로 인하여 레버의 지시위치가 변경될 수 없도록 제작되어야 한다.

㉠ 40A 이하의 매니폴드 출력단에 교체가 가능한 3pc를 사용하여 소켓용접 한다.

㉡ T/L의 15A는 2pc PT로 설치하고 20A이상은 3pc 소켓용접 하여 밸브 고장시 교체할 수 있도록 한다..

4) 플랜지(Flange)

(1) 규격

플랜지는 KS 또는 JPI 관련규격에 따라 제작된 STS316, STS304L 재질의 것으로 한다. 플랜지용 볼트 및 너트는 절연용 볼트 및 너트, 와셔를 사용한다. 이중자재의 플랜지 접합은 A플랜지 + 절연스페이서 + B플랜지를 절연볼트 및 너트를 사용하여 연결한다.

(2) 플랜지 면 가공

별도의 지시가 없는 한 강재 플랜지면의 거칠기 처리는 해당 규격의 규정에 따라서 하도록 한다. 단, RF 플랜지의 면 가공은 125에서 250 마이크로인치(μ inch)의 산술평균 거칠기 사이에 있어야 한다.

(3) 규격 외 플랜지

상기 규격에 규정되지 않은 플랜지는 KS와 JIS 플랜지를 제외하고 모두 도면으로 규정해야 한다.

(4) 플랜지의 끝단처리

부득이 welding neck 플랜지를 사용하는 경우 끝단 처리는 해당 플랜지의 규정에 따르되, 규정이 되어 있지 않을 경우에는 ANSI/ASME의 해당 항목에 따른다. welding neck 플랜지의 내경은 연결배관 또는 피팅의 내경에 따라야 하며 두께차이는 1.6 mm까지 허용된다. 연결되는 두 부품 사이의 두께차이가 1.6 mm를 초과할 때에는 두꺼운 쪽을 ANSI/ASME의 규정에 따라 테이퍼 가공을 해야만 한다.

5) 개스킷(Gasket)

본 ECH 냉각수설비 제작 및 설치에 사용되는 모든 개스킷은 테프론 재질로 KS 또는 JPI 관련규격에 따른다.

6) 부속 류(Fittings)

(1) 규격

모든 배관 부속 류는 KS의 관련규격에 따라 제작한다.

(2) 맞대기 용접형 피팅

맞대기 용접형 피팅의 끝단 처리는 해당 KS규격의 규정에 따르되 규정이 없는 경우에는 ANSI/ASME의 관련규정에 따른다. 맞대기 용접형 피팅의 두께가 관두께보다 크고 이로 인한 연결부의 내면 어긋남이 1.6 mm를 초과할 때는 피팅을 ANSI/ASME의 관련규정에 따라 테이퍼 가공을 해야 한다.

(3) 분지관

계장용 연결배관, 배수배관 및 에어벤트를 포함한 모든 지관을 분지(branch connection)라 하며, 이것의 설계기준은 해당 배관라인의 특성, 제작자의 제조범위 또는 해당규격의 규정을 따라야 한다. 분지는 아래 항목을 제외하고는 stub-in으로 하고 필요하다면 보강하도록 한다.

㉠ 압력에 관계없이 2단계 치수까지의 분지는 티(Tee)를 사용하도록 한다.

㉡ 1.1/2B 이하의 분지는 설계시부터 보강이 된 분지 피팅 류(보스, 하프 커플링) 또는 티(Tee)를 사용한다.

㉢ 분지의 주기적인 유체 변동에 의하여 온도 변화 등이 발생하는 것에는 특별한 고려를 해야만 한다.

7) 체결용 볼트·너트(Bolts and Nuts for flange)

SUS 배관 체결용 볼트 및 너트는 절연용 볼트/너트(SUS+절연재)를 원칙으로 한다. 다만, 발주자의 요구가 있을 경우 장비의 특성 및 현장 여건에 따라 배관 재질과 동종의 볼트/너트 사용을 하여야 한다.

8) 스테드 볼트

볼트는 전체 길이에 나사를 가공한 것으로서 1개의 너트를 가진 머신 볼트보다 가 능하면 너트 2개를 가진 스테드 볼트를 사용하는 것을 원칙으로 한다.

9) 절연용 와셔(Washer)

절연용 와셔는 베크라이트(페놀수지 PF : Phenol-Formaldehyde) 재질로서 외부 와셔의 직경이 절연용 와셔보다 커야 한다.

5. 용접작업

5.1. 일반사항

1) 적용 범위

(1) 본 시방은 ECH 냉각수설비 제작 및 설치의 기계구조물, 관류 등의 제작, 설치작업에 대해 적용한다.

(2) 사용하는 기자재 일체는 모두 KS 표준 제품을 사용하며, 부득이한 경우는 사전에

감독원의 승인을 받고 사용하여야 한다.

(3) 본 시방서 이외의 기술적인 사항은 KS에 규정된 “용접공사 시공기준”에 따른다.

2) 용접 재료 및 절차

용접작업 재료는 특별한 지시가 없는 한 KS 관련규정에 준한다. 단, KS에 명시가 없는 사항은 JIS나 ANSI 등의 관련규정에 따른다.

5.2. 용접공

ECH 냉각수설비 제작 및 설치의 용접공은 발주처에서 요구하는 기능검사에 합격 하여야 한다.

1) 용접사 자격시험 요청

시공사는 용접사 자격시험 요청서(Welder Qualification Test Schedule)를 작성하여 사전 발주처의 승인을 득하여야 한다.

(1) 용접사 자격시험 입회 요청서

(2) Welder Qualification Test Schedule

(3) 용접사 이력서

(4) 용접 절차서

2) 용접사 자격시험

용접사 자격시험은 테스트시편을 마련하여 용접자세(6G), 용접방법(GTAW) 등이 기술된 요청서와 용접 절차서에 의한다.

3) 용접사 자격시험 결과

용접사 자격시험 테스트시편은 육안검사, 비파괴검사를 하여 합격판정을 받은 용접사에게 자격을 부여한다.

(1) 용접사 기량시험 결과

(2) 용접사 검인증 기록서

(3) 방사선 투과 검사보고서

5.3. 용접봉

1) 용접봉의 기호

(1) 표기법(EX: KS E 4316)

KS E 00 X △

전극 Electrode 최저인장강도 용접자세 피복제와 전원의 특성

(2) 용접 자세 : 1. 전자세, 2. 수평 및 아래보기 자세, 3. 아래보기 자세, 4. 전자세 또는 특정자세

2) 용접봉의 선택

(1) 모재의 두께에 적절한 크기의 용접봉을 선택하며 KS 제품을 사용토록 한다.

- (2) 수직 자세나 위보기 자세로 용접시는 용접봉의 굵기를 가능한 작은 것을 사용하며, 그 이외의 자세는 굵은 용접봉을 사용한다.(단, 제1층 용접시는 가는 것을 사용한다.)
- (3) Stainless 배관 용접봉은 아래사항을 참조한다.

㉠ Stainless 소재

항 목	PIPE 소재	용 도	TIG용접봉	ARC용접봉
오스테나이트계 스테인리스강관	SUS304	내식, 내열, 고온, 저온 배관용	E308	AWS308
냉간 압연 스테인리스강관	SUS304	열교환, 촉매, 가열로 용기용	E308	AWS308
Hot Coil 스테인리스강관	SUS306	COG Drain pipe용		AWS308
	SUS316	GAS관 Expansion용		SUS316L

㉡ 용접봉 사양(TIG 및 ARC 용)

구 분	인장강도(kg/mm ²)	연신율(%)
TIG	60	40
ARC	55 - 65	35

㉢ 기계적 성질

구 분	C	Si	Mn	Cr	Ni	분위기 Gas
TIG용	0.05	0.38	1.75	19.8	10.2	Argon
ARC용	0.06	0.27	1.68	19.52	10.26	-

5.4. 용접기 및 용접케이블

1) 용접기 사용 시 주의사항

- (1) 용접기는 KS C 9602에 규정된 것이나 동등 이상의 성능을 가진 것을 사용해야 하며, 만일 교류전원이 없는 현장에서는 엔진구동식이나 KS C 9605에 규정된 용접기를 사용한다.
- (2) 용접기의 설치는 습기나 먼지가 많은 곳을 피하고 환기가 잘되는 곳을 택한다.
- (3) 2차 케이블이나 모재접속 케이블 등이 파손된 부분은 바로 절연테이프를 감는다.
- (4) 조정 핸들, side 부분 차륜 등은 때때로 기름칠을 한다.
- (5) 전원스위치를 넣기 전에 아래사항을 확인한다.

- ㉠ 용접기는 바르게 접속되어 있고 케이블에 손상부는 없는가?
- ㉡ Earth 선은 모재와 작업대에 정확히 연결되었는가?
- ㉢ 결선부의 나사가 풀어지지 않았는가?
- ㉣ 용접전류는 판 두께, 용접봉 직경에 알맞게 조정되었는가?

(6) 교류용접기에는 전격방지 장치를 부착하며, 용접 전 이상 유무를 확인한다.

2) 용접 방법별 정격 사용율

용접기는 어스(earth)를 시켜주고 허용전류와 정격 사용율 범위 내에서 용접기에 우리가 가지 않도록 주의한다. 용접 방법별 정격 사용율은 다음과 같다.

용접방법	정격 사용율
자동용접	100 %
반자동용접	80 - 85%
수동용접	30 - 60%
간헐적인용접	20%

3) 용접용 케이블

- (1) 케이블의 연결은 플러그(plug) 등을 사용하여 완전하게 한다.
- (2) 2차측 케이블의 일반적인 길이는 공장 내 조립작업에서는 25 m, 현장 조립작업에서는 50 m 정도가 가장 알맞으며, 100 m 이상은 되지 않도록 한다.(1차측 케이블을 연장하여 용접기와 작업 장소와의 거리를 단축시킬 것)
- (3) 어스(earth)선을 불완전하게 하면 정류의 전류가 흐르지 않고 아크가 불완전하게 되고 전력의 손실을 가져오므로 어스선을 안정시킨다.
- (4) 정류의 어스선을 사용해야 한다.(철판, 앵글 등의 사용은 엄금)
- (5) 긴 부재의 용접시는 한 끝에만 어스하면 전류 부족현상을 일으키므로 양단 및 중앙의 3개소에 어스선을 설치토록 한다.

5.5. 절단

1) 일반사항

- (1) 절단작업은 작업의 특성상 자동절단기 또는 그라인딩을 할 수 있다. 이때 그라인더의 재료는 절단하고자 하는 배관 재료와 동일한 재료를 원칙으로 한다.
- (2) 절단효율, 절단면의 형상, 절단 정밀도가 좋도록 절단 계획을 수립한다.

2) 절단 준비

- (1) 모재 표면에 스케일, 녹 등을 완전히 제거한다.
- (2) 마킹은 스트레인(strain)을 완전히 제거한 후에 정확히 시행한다.
- (3) 고정용 치구, 자동 절단기 등을 KS 규격품으로 완전히 준비한다.

3) 절단 시행

- (1) 절단은 치구를 갖춘 후 자동 절단기를 사용하여 정확하게 절단한다.(단, 부득이한 경우 수동으로 절단할 수 있으나 필히 그라인딩 할 것)
- (2) 절단 스트레인이 발생되지 않도록 적정한 절단 순서에 따라 치구를 사용하여 절단한다.
- (3) Angle, Channel 등의 절단은 반드시 cutter로써 절단한다.

- (4) 절단으로 인한 슬래그(slag), 이바리(burr) 등은 브러시, 끌, 그라인더 등으로 완전히 제거한다.
- (5) 제품에 절단 notch가 생기지 않도록 주의하며, 표면의 거칠기의 한도는 다음 기준 이하가 되도록 한다.

구 분	자유단	용접 이음단
거칠기	0.15 mm 이하	0.8 mm 이하
Notch 길이(R)	0.5 mm 이하	2 mm 이하

5.6. 개선 가공

1) 일반사항

- (1) 개선부의 수분, 녹, 도료, 유지류 등은 blow hole이나 갈라짐의 원인이 되므로 완전히 제거해야 한다.
- (2) 개선 가공에 의해서 발생하는 슬래그, 이바리(burr) 등은 브러시, 끌, 그라인더 등으로써 완전히 제거해야 한다.
- (3) 개선 형상이 불량한 경우 슬래그 혼입, 기포, 균열 등의 원인이 되므로 필히 그라인더로 정확히 다듬질한다.
- (4) 고장력강의 가공 시 가능한 뜨임(tempering)은 온도 575℃ 이하에서 가공되도록 온도조절에 유의한다.

2) 일반배관 개선형상

- (1) 판 두께별 홈 형상은 다음을 표준으로 한다.

판 두께(m/m)	형 상
6 mm 이하	V, I 형
6 - 20	X, Y 형
20 이상	X, U, H GUD

- (2) 홈의 폭을 좁히면 용접시간이 적어지지만, root의 용입이 불량하게 되므로 적정 간격을 유지토록 한다.
- (3) I형 또는 V형의 root 간격의 최대치는 사용봉경(심선 직경) 한도로 한다.

3) Stainless 배관

구 분		TIG		MIG
가 공	1) V 형 가공이음			
	Bevel 각	B	50 - 60°	40 - 45°
	Root 면 높이	S	0 - 2 mm	1.5 - 3 mm
	Root 간격	R	3 - 5 mm	3 mm
	2) X 형 가공			
	Bevel 각	B	80 - 90°	60 - 70°
	Root 면 높이	S	0 - 2 mm	2 - 3 mm
	Root 간격	R	0 - 2 mm	0 - 1 mm
	3) T 형 가공			
이 음	Bevel 각도	⊙ B : 45° - 60°		
	Root 면 높이	⊙ S : 0 - 2 mm		
	Root 간격	⊙ R : 0 - 2 mm		
	1) 용접 덧붙임			
	2) Bead 요철	⊙ h = 0.25 - 0.3		
	3) Bead 폭 직선도	⊙ Bead 길이 100 mm 이내에서 Bead 폭 벗어남 5 mm 이내		
	4) Back chipping	⊙ chipping 여부		

5.7. 조립 및 가용접

1) 조립

- (1) 조립순서는 용접순서, 용접작업의 특성을 고려하여 계획하고, 용접불능 개소가 없도록 하며, 또한 불필요한 변형 또는 잔류응력이 남지 않도록 미리 검토하여 결정 한다
- (2) 수축이 큰 맞대기 이음을 먼저 조립하고, fillet 용접을 다음에 시행한다.
- (3) 조립 및 가조립은 원칙적으로 정반 위에서 실시한다.
- (4) 형상이 복잡하고 다듬질 정도가 높고, 같은 형의 제품으로 수량이 많은 것 등은 조립용 지그(JIG) 또는 변형 방지용 보조 재료를 사용한다.

2) 가용접

- (1) 가용접은 본 용접 전에 좌우의 홈 부분을 잠정적으로 고정하기 위한 짧은 용접이나 터짐, 기공, 슬래그 섞임 등의 결함을 수반하기 쉬우므로 원칙적으로 본 용접을 하는 홈 내에 시행하는 것은 좋지 않다.(만약, 부득이한 경우에는 본 용접 전에 깎아 낼 것)
- (2) 가용접의 제거는 원칙적으로 초층의 반대편을 적당한 시기에 시행한다.
- (3) 가용접은 필히 숙련된 용접공이 시행토록 한다.
- (4) 가용접의 용접봉은 본 용접보다 한 치수 작은 것을 사용토록 한다.(통상 3.2~4 mm 정도의 것을 사용)
- (5) 가용접의 간격은 박판(3 mm 정도)에서는 50 mm 마다, 후판에서는 약 300 mm 마다 붙인다.(불필요한 가용접의 개소는 최소로 줄일 것)
- (6) 가용접 비드(bead)의 길이는 너무 짧으면 급랭 경화를 일으켜 재질의 결함을 초래하

므로 최소 30 mm 정도로 한다.

(7) 가용접 개소는 용접을 행하는 중간부분 또는 단속 용접부의 중간으로 취한다.

(8) 가용접부에 균열, 기포 등을 발견했을 때는 필히 끝로 따내도록 한다.(또는 본 용접에 있어서 슬래그 침투가 없도록 자동 용접부의 슬래그는 완전히 제거한다.)

5.8. 용접 준비

1) 홈의(Groove) 확인, 보수

(1) 용접 홈의 상태가 표준치수로 되어있는지 여부를 용접 전에 반드시 확인한다.

(2) 이음 홈의 엇갈림이 과대하게 되면 용접결함이 생기기 쉽고, 이음에 굽힘 응력이 생기므로 허용한계 내로 고정한다.

㉠ 길이방향 이음 : 판 두께의 5%(단, $T \leq 20$ 일때 1 mm, $T \geq 60$ 일때 3 mm)

㉡ 원주이음 : 판 두께의 10%(단, $T \leq 15$ 일때 1.5 mm, $T \geq 60$ 일때 6 mm)

(3) 이음면의 개선 형상이 불충분하거나 간격이 너무 커서 용접봉이나 쇠붙이를 끼우고 용접을 하면, 반드시 결함이 생겨 이음 강도가 부족하게 되므로 이런 방법은 절대로 사용하지 않도록 한다.

(4) 이음면의 간격이 너무 벌어진 경우에는 다음과 같이 보수한다.

㉠ 맞대기 용접

- 편측 또는 양측에 덧붙임 용접을 하여 깎아낸 후 정규의 홈으로 만든 다음 용접한다.

- 판 두께 6 mm정도의 받침쇠를 대서 용접한다.(이 받침쇠는 떼어내서 뒷면 용접을 하여도 되나 그대로 남겨두어도 된다.)

- 판을 전부 또는 일부(약 300 mm 길이)교환한다.

㉡ 필렛(Fillet) 용접

- 간격이 1.5 mm 이하이면 그대로 규정한 다리길이(각장)로 용접한다.

- 간격이 1.5 mm~4.5 mm 경우에는 그대로 용접하여도 되나 벌어진 만큼의 각장을 증가시킨다.

- 간격이 4.5 mm 이상일 때는 Liner를 넣거나, 모자란 판을 300 mm 이상 잘라내어 교환한다.

2) 홈의 청소

수분, 빨간 녹, mill scale, 페인트, 기름, grease, 먼지, 슬래그 등은 기공, 균열의 원인이 되므로 용접 전 또는 각 층마다 완전히 슬래그를 제거하고, 와이어브러시, 그라인더, shot blast 또는 화학 약품에 의해 청소를 필히 해야 한다.(용접 전에 가스 염으로 홈 면을 약 80℃ 정도로 가열하여 수분이나 유지를 제거)

5.9. 용접시행(본용접)

1) 용착법

- (1) 용착법은 용접에 수반하는 변형과 수축 및 잔류응력의 경감, 공수의 저감, 모재의 재질 및 용접방법에 따라 적당히 선택한다.
- (2) 용접장이 길어지면 종단으로 향하여 수축과 잔류응력이 커짐으로, 전진법을 쓰지 말고 후퇴법, 대칭법, skip 법을 사용토록 한다.
- (3) 잔류응력을 특히 적게 해야 할 개소에는 후퇴법을 사용한다.
- (4) 변형의 비대칭을 피해야할 개소에는 대칭법을 사용한다.
- (5) 다층 용접시에는 build up 법에 의해 비드를 붙이는 것이 보통이나 특히 변형 및 잔류응력을 적게 해야 하는 개소에는 cascade법 또는 block법으로 시행한다.

2) 용접순서

- (1) 용접순서는 제품의 조립이 용이하도록 선정하며 다음에 따른다.
 - ㉠ 수축이 자유롭게 일어나도록 하기 위하여 중앙에서 사방으로 미치게 한다.
 - ㉡ 수축량이 가장 크게 될 가능성이 있는 이음을 먼저 용접하고, 수축량이 적은 것을 나중에 한다.
 - ㉢ 좌우는 될 수 있는 대로 동시에 대칭으로 용접한다.
- (2) 밀면 따내기 및 뒷면 용접
 - ㉠ 맞대기 이음의 제1층 짚는 용입불량 등의 결함이 생기기 쉬우므로 제2층 이후가 완료된 다음 밀면 따내기에 의해 제거하여 뒷면 용접을 한다.(단, 박판인 경우는 따내지 않고 뒷면용접 가능)
 - ㉡ 밀면 따내기는 일반적으로 gouging을 하여 시행할 것이나 특히 변형이나 모재에 손상을 주어서는 안 되는 경우에는 웨이퍼 등에 의한 기계적 방법으로 행한다.

3) Stainless 용접작업의 적정전류 및 분위기 가스량

(1) TIG 용접(V 형 맞대기 용접)

소재두께 (mm)	PASS	용접봉경 (\varnothing)	전 류 (A)	전 압 (V)	분위기 gas 유량(ℓ /min)
2.3	1	1.2-2.4	90-130	25	5-10
3.2	1	1.2-2.4	110-150	25	5-10
4.0	1	1.2-2.4	130-180	25	5-10
5.0	1-2	1.2-2.4	150-220	25	6-13
6.0	1-2	1.2-2.4	180-250	25	6-13
8.0	2-3	1.2-2.4	220-280	25	6-13
12.0	2-4	1.2-2.4	240-300	25	7-16

(2) ARC 용접 적정전류

구 분	용접봉경(\varnothing)	2.6	3.2	4.0	5.0
전류범위	하 향	50-85	70-115	95-145	135-180
	상 향	45-80	65-110	85-135	120-160

(3) 기타 용접이음의 작업표준 및 용접조건에 대해서는 용접작업 가)항의 적용범위에 따른다.

4) 용접 시 주의사항

- (1) 용접에 앞서 용접순서, 운봉법, JIG사용, 예열, 후열 등 변형방지 대책을 수립한다.
- (2) 형상이 복잡하고 다듬질 정도가 높고 또 같은 형의 제품으로 수량이 많은 것 등은 조립용 치구 또는 변형 방지용 보조 재료를 사용토록 하며 이때 치구의 정밀도를 확실히 하도록 한다.
- (3) 용접의 시작점과 끝나는 점은 용입이 불충분하여 갈라지거나 blow hole이 발생하기 쉬우므로 아래와 같이한다.
 - ㉠ 용접선의 양단에 end tap을 붙여 결합부를 판 밖으로 이동시킨다.
 - ㉡ 아크를 다시 발생시킬 때는 아크를 끝부분 조금 앞에서 발생시켜 끝 부분을 완전히 보수한 후 전진을 시작한다.
 - ㉢ 용접을 완료한 후에는 끝 부분의 패인 곳을 완전히 제거하고 아크를 자른다.
- (4) Start시의 아크 발생 때문에 불필요한 곳에 아크를 일으켜 모재에 손상을 주는 일이 없도록 한다.
- (5) 용접을 이어가는 부분은 결함이 생기기 쉬우므로 특히 주의하여 슬래그를 청소하여 용입이 잘되도록 한다.
- (6) 용접 중에 크랙, 기공, 슬래그 침투의 불량을 발견하면 반드시 불량 부분을 수정한 후 보수 용접토록 한다.
- (7) 용접자세는 부득이한 경우를 제외하곤 언더컷이나 용입 불량이 없도록 하향 용접한다.
- (8) 기온이 -5°C 이하의 한랭 시에는 용접작업에 앞서 반드시 이음부에 가스를 사용하여 $30\sim 37^{\circ}\text{C}$ 로 예열하여야 한다.
- (9) 용접선이 교차하는 곳에는 scallop을 붙여(부채꼴 오목부) 가능한 용접열의 영향부를 멀리하도록 한다.
- (10) 도면에 지시되지 않은 scallop은 다음의 기준에 따른다.

T(mm)	L(mm)	R(mm)
T < 30	$L \geq 80$	40
	$60 < L \leq 80$	$1/2L$
	$L \leq 60$	Scallop 필요 없음
T > 30		$R = T + 10$

- (11) 본 용접을 하지 않을 부분은 가용접을 해서는 안 되며, 변에는 15 mm 이내에도 가용접을 해서는 안 된다.
- (12) Weaving 폭은 비드(bead) 폭의 2.5배 이하로 한다.

5) 기타

- (1) 용접후의 슬래그 및 이물질을 완전히 제거한다.
- (2) 용기류의 경우는 슬래그 등이 내부에 남지 않도록 완전히 제거한다.
- (3) 용접 후 굴곡을 잡기위해 급냉법을 적용할 경우는 사전에 감독원의 승인을 받도록 한다.(원칙적으로 용접부는 물을 뿌려 급랭시켜서는 안 된다.)
- (4) 용접불량 항목의 판정과 관리방법 및 용접비드 외관의 판정기준은 다음과 같다.

㉠ 불량 항목의 판정과 관리방법

불량항목	검사방법	검사기준
언더컷	외관검사	표준 견본에 의한 외관 검사기준
겹치기	외관검사	
비드가 고루지 못함	외관검사	
파열	자기검사	
슬래그 잔류	자기검사	
팁 부착	자기검사	
비이딩	r-ray 검사	r-ray 검사와 기타 비파괴 검사 기준과 판정기준
기공	r-ray 검사	
슬래그 잠입	r-ray 검사	
용입 불량	r-ray 검사	
변형-치수 불량	치수측정	변형, 치수검사기준
잔류 응력	잔류응력 측정	풀립 처리 후 측정
이음부 파괴	강도시험, 사고기록	강도시험 기준
부식	부식시험	시험표준
용접치수 불량	치수시험	도면과의 대조차에 의함
용접순위 불량	치수시험	
불완전	안전시험	안전관리 측정
시공증대	공수측정, 아크 측정	공비산출 기준 아크 시간
재료비 증대	용접봉 사용량 남은 봉 측정	봉 사용량 산정기준 잔류봉 관리기준

㉡ 용접 비드 외관의 판정기준

결함항목	결함의 한도	채점법	1 m 당 허용결함 점수			
			1급	2급	3급	4급
비드의 높이	< 1 mm	15 mm로 1점	1	2	4	8
비드의 폭	< 1 mm	20 mm로 1점	1	2	4	8
변의 길이	< ± 1 mm	20 mm로 1점	1	2	5	12
언 더 컷	< 0.2 mm	10 mm로 1점	0	1	3	10
겹 침	< 0.5 mm	10 mm로 1점	0	0	2	6

5.10. 예열 및 후열

1) 일반사항

- (1) 기온이 0℃ 이하에서 용접하는 경우에는 개선부로부터 양측 100 mm 범위(계 200 mm)를 40~70℃로 예열하여 수분의 침투로 인한 발생을 방지토록 한다.
- (2) 특별히 용접후의 수축량 감소 및 구속응력을 경감시킬 필요가 있는 개소에는 용접 부를 중심으로 양측으로 6T(계 12T)이상의 범위로 예열토록 한다.

- (3) 예열 방법은 가스버너로 가열하며, thermostat 등의 테스트로써 필히 온도를 체크, 유지시키도록 한다.
- (4) 용접 후 잔류응력 제거를 위해 열처리를 실시한다.(단, 사양에 명시되어 있지 않으면 하지 않아도 좋다.)

2) 고장력강 예열

- (1) 고장력강이라 함은 인장강도 50 kg/cm^2 이상을 말한다.
- (2) 잔류응력 제거가 필요한 경우를 제외하고는 예열은 다음의 표준에 따른다.

구분 강종	규격	소둔온도(℃) (a)	유지시간(hr) (b) (판 두께 25 mm 당)
탄소강	(C) C 0.35%, T ≤ 19 mm	해당 없음	-
	(C) C 0.35%, T ≤ 12 mm	해당 없음	-
	C 0.35%, T ≤ 19 mm	590~680	1
	C 0.35%, T ≤ 12 mm	590~680	1
STS 강	(C) T < 19 mm	해당 없음	-
	T ≥ 19 mm	815~870	2
동, 동합금		150~300	0.5 - 1
비고	a) 소둔온도는 완전응력 제거온도가 아님. b) 부품 전체가 그 온도로 유지되는 시간(판 두께가 25 mm 이상일 때는 표의 값을 비례적으로 증가시킨다.) c) 치수 틀림을 방지할 필요가 있을 때는 응력제거가 요망됨. * 이종재료 용접 시 가열속도는 두께 25 mm당 110℃/h 이하, 기타 철합금은 200℃ 이하.(모든 철합금은 응력제거 온도로부터 냉각속도를 100℃/h 이하로 한다. 판 두께가 25 mm 이상인 때는 가열과 냉각속도를 반비례적으로 적게 한다. 예를 들면 50℃/h의 경우에는 속도를 반감 할 것.)		

- (3) 강재의 가열시간은 판 두께 25 mm 당 1~2 시간으로 한다.
- (4) 일반 연강의 냉각속도는 아래의 식에 따른다.
- $$R \leq 200 \times 25/T^\circ\text{C/h} \quad (T=\text{판 두께})$$
- (5) 고장력강의 소둔 온도는 575℃ 이하로 30분간 유지한다.

5.11. 용접검사 및 결함의 보수

1) 일반사항

- (1) 용접 전, 용접 중, 용접 후에 있어서 용접공의 기능, 용접재료, 용접설비, 용접시공, 상황, 용접 후 열처리 등의 적부를 검사하는 작업검사를 필히 실시한다.
- (2) 용접 후 제품이 요구대로 완성되었는지 여부를 검사하는 수입검사(Acceptance Inspection)는 기술사양서에 명기되어 있거나 또는 감독원이 필요하다고 인정하는 경우 시공자는 파괴검사 및 비파괴검사를 실시하여 성적표를 감독원에게 제출하여야 한다.

(3) 기타 검사에 대한 것은 KS 기준에 따른다.

2) 용접 전 작업검사

- (1) 용접봉, 모재, 용접 시공법 및 용접공에 대해서는 필히 검사를 실시한다.
- (2) 용접설비인 용접기, 부속기구, 안전기구, 지그 및 고정부의 적부와 작동의 정확성을 검사한다.
- (3) 용접봉은 외관과 치수 및 용착 금속의 성분과 제 성질, 모재와 조합한 이음의 제 성질, 작업성 등을 조사한다.
- (4) 모재는 화학성분, 기계적 성질, 물리적 화학적 성질 및 각종 결함(개재물, 라미네이션, 표면의 요철, 평활도, 표면의 흠, 기타)의 유무를 조사한다.
- (5) 용접준비로서 흠의 각도, root 간격, 이음면의 표면상황(산화막, 녹, 도료, 그리스, 유지, 먼지, 기타의 유무)이음의 맞춤, 가용접 상태, 받침쇠의 상황을 조사한다.
- (6) 기타 지그, 역변형, 고정상황 등 조립에 관하여 검사한다.
- (7) 모재와 용접봉이 결정되면 본 용접에 사용되는 흠의 형상, 용접조건, 예열 및 후 열처리의 적부를 조사하기 위해 반드시 용접시공법 시험(Welding Procedure Test, 즉 용접물과 동일한 모재, 용접봉 및 용접시공 방법을 사용하여 별개의 이음 시험편을 만들어서 외관검사와 방사선 투과검사 또는 기타 비파괴검사를 하여, 용접부의 건전성을 조사하는 이외에 이음의 인장, 굽힘, 충격 등의 기계적 시험 및 단면의 조직검사를 하여 용접부의 완전도를 확인하는 것을 말함)을 하고난 후 용접을 시행한다.
- (8) 용접공의 기능검사는 용접사 자격시험에 의거 실시하여 합격자에 한해 용접에 임하게 한다.

3) 용접 중 작업검사

- (1) 용접봉을 검사하여 양호한 것만 사용토록 하며, 이음의 표면청소 상황을 검사한다.
- (2) 각 층마다 비드형상, 융합상황, 용입부족, 슬래그 섞임, 터짐, 비드의 파형, 크레이터(crater)의 처리, 밀면 파내기 상황 등을 외관검사 또는 침투, 자기와류, 방사선 투과검사 등으로 검사한다.
- (3) 용접전류, 용접전압, 용접속도, 용착순서, 운봉법, 용접자세 등이 사전에 지정된 조건과 일치하는가를 검사한다.(필요에 따라서 예열온도와 중간온도 등도 검사한다.)
- (4) 결함이 발견되면 즉시 보수용접을 실시한다.

4) 용접 후 작업검사

- (1) 후 열처리, 변형교정 등 부가된 작업에 관련된 검사로서 적당한 온도, 유지시간, 가열과 냉각속도, 기타 작업조건이 지정된 조건대로 실시되고 있는가를 검사한다.
- (2) 균열, 변형, 치수틀림의 유무를 검사한다.

5) 수입검사

- (1) 수입검사는 일반적으로 육안검사만을 행하나 감독원이 필요하다고 요구하는 경우 파괴검사 또는 비파괴 검사를 실시할 수 있으며 그 시험성적서를 제출해야 한다.

(2) 수입검사는 전반검사(전용접에 대한 것)와 발취검사(결함이 발생하기 쉬운 곳을 골라서 하는 것)로 구별한다.

(3) 검사결과 수입(acceptance)의 가부를 판단하며, 수입 불능시는 보수용접을 한다. 보수 후에는 재검사를 하여 완전하다는 것을 확인해야 한다.

6) 시력검사 대상

시력검사는 검사관의 육안이나 렌즈로 직접 조사하며, 다음과 같은 사항들이 발견된다면 즉시 그 결함에 대한 보수를 실시한다.

- (1) 치수상의 결함 : 변형, 치수 불량, 형상 불량
- (2) 구조상의 결함 : 기공, Under cut, 용접 표면의 crack, Overlap

7) 파괴, 비파괴 시험대상

육안으로 발견 불가능한 결함은 파괴시험법, 비파괴 시험법(X-선, γ-선, 액체침투형상시험, 자분탐상, 초음파탐사) 등으로써 시험 검사하여 결함 발견시 보수한다.

- (1) 구조상의 결함 : 불순물 용입, 용입 불량, 용합 불량, 기공, Under cut, Crack
- (2) 성질상의 결함
 - ㉠ 기계적 성질(항복점, 인장강도, 연성, 경도, 충격치, 피로강도 등)
 - ㉡ 물리적 성질(열, 전자기적 성질)
 - ㉢ 화학적 성질(화학적 성분, 내식성 등)

8) 결함의 보수

- (1) 결함부의 보수는 당사 감독원의 지시에 따라 행하며 단독으로 처리할 수 없다.
- (2) 슬래그 침투나 blow hole 등은 충분히 제거한 후 재 용접한다.
- (3) Crack은 완전히 그 부분을 제거하고 개선 가공을 다시 한 다음 재 용접한다. 필요에 따라 stop hole을 가공하거나 인접 용접부의 일부를 절단하는 등의 처리를 해야 한다.
- (4) Under cut, 용입 부족 등은 동종의 재질로 수정작업을 한다.
- (5) Overlap은 그 부분을 불어내고 재 용접한다.

5.12. 용접기술 관리

1) 용접작업 책임자

(1) 기상관리

- ㉠ 기온, 온도, 풍속의 계측, 기록
- ㉡ 기상조건에 따라 작업지시 및 작업 중단 지시

(2) 용접자세, 용접작업 관리 지도

- ㉠ 예열, 후열 관리자의 관리지도
 - 예열, 후열 시공부분에 대한 지시
 - 예열, 후열 상황의 보고 및 확인
 - 예열, 후열이 정상 상태인지 확인

- ㉠ 용접봉 관리자의 관리지도
 - 용접봉의 수입
 - 배포 및 회수상황 확인
- ㉡ 개선, 정비 담당자의 관리지도
 - 개선장비 범위 및 요령지시, 정비 상황 확인
 - 비드의 그라인더, 가공범위 및 요령지시, 수정 상황 확인
- ㉢ 용접작업 개시 및 종료 지시
- ㉣ 용접공의 기술관리
 - 용접공의 용접기술 등급에 따라 적정배치
 - 용접공의 건강상태 관찰 및 조치
- ㉤ 용접시공 요령 및 절차
 - 용접봉의 사용구분 철저
 - 용접순서, 비드 수를 지시
 - 용접속도, 전류 등의 용접조건을 지시 및 확인
- ㉥ 용접부의 각 변형
 - 용접중 계속 각 변형 측정, 규정치 이하로 억제토록 용접순서를 관리지도
 - 측정은 각각의 용접선에 대해 측정 요령에 의해 실시
 - 사용치구의 강종 확인 : 본체에 사용하는 치구는 SM41B 이상의 강종으로 하고 비규격품은 사용할 수 없음.
 - 비파괴검사 관리 : 방사선 촬영순서, 방법, 범위를 지시하며 방사선 검사의 K.S 등급을 판정한다.
 - 기타 용접장소의 환기상태 등 안전에 충분히 유의

2) 용접작업 관리자

(1) 용접공의 배치 및 작업지시

- ㉦ ECH 냉각수설비 제작 및 설치 공정표에 의거 익일 작업계획 수립
- ㉧ 용접공의 배치, 작업방법 지시(배치 계획표 작성)
- ㉨ 작업 방법에 따라 봉경, 비드(bead) 수, 전류, 속도, 순서 등 지시(용접조건 결과표 작성)

(2) 용접준비의 확인

- ㉩ 익일 용접 이음부 검사 및 하기 사항 확인
 - 조립정도
 - 가조립 상황
 - 개선형상
 - 개선의 청소상황
 - 발판의 안정성 확인

- ㉠ 이상 발견 시 기록, 수정시키고 수정 완료 후 감독원의 확인을 거쳐 후속작업 개시

(3) 용접조건의 관리지도

용접 비드 수 및 봉경, 전류, 전압, 용접속도 등은 이음부 각 비드마다 확인.

(4) 보수용접

보수용접도 본 용접과 같이 관리하여야 한다.

3) 예열 및 후열 관리자

(1) 예열, 후열 준비

- (2) 온도측정을 위한 표면 온도계, 온도 체크 시트(check sheet) 준비.

4) 개선 정비 담당자

(1) 개선형상 수정

- ㉠ 개선형상 체크 및 기록.
- ㉡ 개선형상이 소정의 정도가 아닐 때 필히 수정토록 한다.(수정이 불가하다고 판단 시 용접작업 책임자에게 보고)
- ㉢ 개선형상 수정이 그라인더 이외의 방법에 의한 경우는 용접작업 책임자의 지시를 받도록 함.

(2) 개선부의 청소

- ㉠ 개선부의 유지 및 이물질의 완전제거
- ㉡ 수분, 녹 발생 시 예열관리자에게 연락, 소정의 가열을 한 뒤 와이어브러시 등으로 완전히 제거토록 한다.
- ㉢ Gouging 개선의 수정.
- ㉣ 보강용접 비드의 수정.

5) 용접공

(1) 용접봉의 수령

- ㉠ 용접작업 관리자가 지시한 용접봉을 봉경 별로 수량 확인 후 수령.

(2) 용접준비의 확인

- ㉠ 용접작업 관리자에게 지시 받은 용접 이음부의 상태가 양호한지 확인.
- ㉡ 전류 조정간에 의해 규정 전류로 조정.

(3) 용접작업

- ㉠ 용접 작업 중 1회 이상 전류 조정.
- ㉡ Bead 층 사이의 온도가 200℃ 이하를 유지하는지 확인.

- (4) 용접공은 KS B0885에 규정되어있는 해당 용접작업 기술검정에 합격한 용접공 또는 동등 이상의 기술을 가졌다고 인정되는 자라야 한다.

5.13. 위생 및 안전

1) 일반사항

- (1) 용접 작업 시 감전충격, 화상, 유해광선, 가스중독, 화재, 폭발, 방사선 등에 의한 재해가 자주 발생하므로 안전 위생규칙, 취급요령 등 관계 법규에 준하여 안전한 작업을 수행해야 한다.
- (2) 전기충격에 의해 가사상태에 있는 사람을 발견했을 때의 처치 요령은 다음과 같이 한다.
 - ㉠ 전기 스위치를 끈다.(만일 스위치가 멀리 있는 경우엔 고무장갑, 고무장화 등을 이용하여 의복을 붙잡아 떼어놓거나, 케이블을 잡아당겨야 하며, 직접 재해자에게 손을 대서는 안 된다.)
 - ㉡ 의사에게 연락한다.
 - ㉢ 의식 불명 시 호흡이 정지해 있다면 심폐소생술을 실시한다.(흥분하여 날뛰 때는 진정시키며 머리를 식혀주거나 차가운 것을 먹인다.)
- (3) 용접작업에 대한 위생 및 안전대책을 수립하여 감독원의 승인을 받아야 하며, 작업을 수행한다.

2) 전기충격 방지

- (1) 용접 작업시에는 용접기의 2차 측에서 한쪽이 접지되어 있어 홀더측의 잔압이 걸려 있는 도체에 닿으면 전기충격을 받으므로, 다음 상태에 있는 경우에는 특히 주의해야 한다.
 - ㉠ 온몸이 땀이나 비로 젖어있는 경우.
 - ㉡ 의복의 땀이나 비로 젖어있는 경우.
 - ㉢ 발밑에 물이 고여 있는 경우.
 - ㉣ Holder의 통전 부분이 노출되어 있는 경우
 - ㉤ 용접기의 절연이 불량한 경우.
 - ㉥ 용접봉 끝에 몸이 닿는 경우.
 - ㉦ 케이블의 일부가 노출되어 있는 경우.
- (2) 상기 ‘(1)’항의 전기충격을 예방하기 위해 아래와 같이 처리한다.
 - ㉠ 무부하 전압이 필요(90 V) 이상으로 높은 용접기를 사용하지 않도록 한다.
 - ㉡ 감전방지 제어회로가 있는 자동 전기충격 방지장치를 사용해야 한다.
 - ㉢ 안전 홀더 및 안전한 보호구를 사용한다.(특히 홀더의 손잡이 부분은 잘 건조되고 적절히 절연된 것을 사용해야 한다. : 용접기에 의한 사고의 95%)
 - ㉣ 신체를 노출시키지 말고 장갑, 다리 커버 등의 장비를 갖춘다.
 - ㉤ 전격의 위험이 많은 장소에서는 용접봉의 교환 시 옆어두고 조작할 수 있는 개폐기를 설치하거나, 램프의 점멸 등 기타의 방법으로 감시인에게 송신하여 때마다 스위치를 끄게 하는 장치를 설치해야 한다.
 - ㉥ 작업 완료시 또는 장시간 작업 중지 시에는 반드시 용접기의 스위치를 끄어 놓

아야 한다.

- ㉔ 스위치의 개폐는 지정된 방법으로 하고, 절대로 젖은 손으로 개폐하지 말아야 한다. 만일 퓨즈가 끊어졌을 경우 함부로 교환하지 말고 담당자에게 그 원인을 조사 의뢰하여 교환토록 한다.

3) 아크 빛에 의한 재해방지

- (1) 아크는 다량의 자외선과 소량의 적외선이 포함되어 있으므로, 직접 또는 반사하여 눈에 들어오면 전광성 안염 또는 만성 결막염을 일으키며, 피부 화상을 유발하므로 눈의 장애를 방지하기 위해 차광면, 차광막, 차광 칸막이를 사용한다.
- (2) 아크로 눈병이 났을 때는 냉수로 얼굴을 씻은 후 냉습포로 찜질하거나 의사의 지시에 의거 세안토록 한다.

4) 가스중독에 의한 재해방지

- (1) 용접 작업 시 가스에 의한 중독은 다음과 같다.
 - ㉕ 아연도금강관 또는 강관을 용접할 때 발생하는 산화아연가스에 의한 독.
 - ㉖ 아크용접의 분위기에서 탄산가스 및 유독한 일산화탄소의 발생에 의한 가스 중독.
 - ㉗ 용접봉 중 슬래그의 유동성을 좋게 하기 위해 피복재에 첨가된 불소성분에 의해 발생된 불소가스에 의한 중독.
 - ㉘ 사염화탄소를 써서 청소한 알루미늄 등의 이음 홈에서 발생하는 염소가스에 의한 중독.
 - ㉙ 상기 가스중독 예방으로 방독마스크 사용 및 작업 장소에 적합한 환기장치를 마련해야 한다.

5) 화재 및 폭발에 의한 재해방지

- (1) 불뚱에 의한 화재 및 폭발의 위험성이 있을 경우 불뚱 낙하방지 처리를 하고 관측자를 세우며, 소화기의 준비 등 적절한 대책을 강구한다.
- (2) 가스용접 및 절단 시 아세틸렌 발생기에 의한 사고가 빈번하므로 안전기의 구조상 결함여부를 공사 전에 파악하며, 발생기 내에 혼입된 공기 또는 산소에 의한 아세틸렌 산화폭발을 방지하고, 염화에 의한 폭발이 없도록 사용에 주의한다.
- (3) 가스를 보내고 있는 가스관이나 인화성 물질의 용기 등을 어스 및 어스 회로의 일부로 이용해서는 안 된다.
- (4) 홀더선, 어스선 근처에 가연폭발성이 있는 것을 절대로 방치하지 않는다.

6) 기타

- (1) 관 및 용기의 용접 시에는 사전에 내용물의 잔존 여부를 확인한 후 용접한다.
- (2) Earth 판이 녹슬거나 망가진 절연 상태인 경우 깨끗이 긁어내고 청소한 뒤 사용토록 한다.(이동시는 ground holder 등을 사용할 것)

7) 용접기 사용할 때 주의사항

- (1) 용접기 설치는 습기, 먼지가 많은 곳을 피하고 환기가 잘되는 곳을 선택한다.
- (2) 2차 케이블, 모재접속 케이블 등이 파손된 부분은 필히 절연 테이프로 감는다.
- (3) 조정 handle side 부분, 차륜 등은 때때로 기름칠을 한다.
- (4) 전원 스위치를 넣기 전에 다음과 같은 사항들을 필히 확인한다.
 - ㉠ 용접기는 바르게 접속되어 있는가?
 - ㉡ Earth 선은 모재와 작업대에 정확히 연결되었는가?
 - ㉢ 결선부의 나사가 풀어져있지 않은가?
 - ㉣ 케이블에 손상된 부위는 없는가?
 - ㉤ 용접전류는 판의 두께와 용접봉의 직경에 알맞게 조정되어 있는가?
- (5) 용접을 중단하고 쉴 경우, 전극 홀더에 전압이 걸려있지 않도록 한다.
- (6) 용접기는 어스를 시켜주고, 허용전류와 정격사용 범위 내에서 용접기에 무리가 가지 않도록 한다.
- (7) 용접기에는 제3자가 알 수 있도록 “송전중” 또는 “정지중” 이란 표지판을 붙인다.

8) 용접용 케이블

- (1) 케이블의 연결은 플러그 등을 이용하여 완전하게 한다.
- (2) 2차측 케이블의 일반적인 길이는 공장내 조립 작업시 25 m, 지상조립 작업 시 50 m정도로 하며, 100 m 이상이 되지 않도록 한다.(즉, 1차측 케이블을 연장하여 용접기와 작업 장소간의 거리를 단축시킨다.)
- (3) 어스(earth) 선을 불완전하게 하면 정류의 전류가 흐르지 않고 ARC가 불안전하게 되며 전력의 손실을 가져오게 되므로 어스선을 안정시킨다.
- (4) 어스선은 반드시 규격의 정품 선을 사용한다.(철판, Angle 등의 사용금지)
- (5) 길이가 긴 부재를 용접할 때 부재 한쪽 끝에만 어스를 하면 전류의 부족 현상을 일으키게 되므로 부재의 양끝단과 중앙 등 3개소에 어스선을 설치한다.
- (6) 케이블의 피복이 열이나 화학약품 등에 의해 손상 받을 위험이 있는 장소에서는 용접작업 착수 이전에 대책을 적절히 강구해야 한다.
- (7) 용접 케이블, 용접기, 용접봉을 사람이 다니는 통로에 위치하지 않도록 한다.
- (8) 2차측 어스선은 절연성 및 전류용량이 충분한 것을 사용하고, 터미널을 되도록 용접 부에 가까운 곳에 확실히 고정시킨다.
- (9) 어스선을 도중에 이어야할 필요가 있을 때는 가능한 강하게 이음을 하되 전기저항 부가 되지 않도록 결합해야 하며, 절연테이프 등으로 필히 절연시켜야 한다.

6. 잡철물 제작설치

6.1. 일반사항

1) 적용범위

본 시방은 ECH 냉각수설비 제작 및 설치의 배관지지, 기기 등의 공작물의 철재 및

용접작업에 적용한다. 다만, 발주처의 지시가 있는 경우 설치위치의 주변여건과 특수성이 있는 부분은 주 구조물과 동일한 재질 또는 그 이상의 재료를 사용하여 설치한다.

2) 참조규격

- (1) KS B 0885 용접기술 검정에 있어서의 시험방법 및 판정기준
- (2) KS B 1002 6각 볼트
- (3) KS B 1010 마찰 접합용 고장력 6각 볼트, 6각 너트, 평와셔 세트
- (4) KS B 1012 6각 너트
- (5) KS B 1326 평와셔
- (6) KS D 3503 일반 구조용 압연 강재
- (7) KS D 3566 일반 구조용 탄소 강관
- (8) KS D 7004 연강용 피복아크 용접봉
- (9) KS D 7006 고장력강용 피복아크 용접봉

3) 제출물

자재공급 전 제출물 : 시공자는 다음의 사항을 자재공급 전에 감독원에게 제출하여 승인을 받아야 한다.

- (1) KS표시품, 형식승인품 또는 기타 관계법령에 의하여 품질인증을 받은 제품을 사용하여야 하며, 품질인증을 받은 재료(이하 KS 표시품)인 경우에는 그 제품임을 증명하는 KS허가증 등의 사본을 제출하여야 한다.
- (2) 제품자료 : 각 기계설비 강재 및 용접봉 등 보조재에 대한 제조업자의 생산기술자료 및 설치 지침서를 제출하여야 한다.
- (3) 견본 : 해당 작업에 필요한 각종 강재 및 용접봉 등 보조재 견본을 제출하여야 한다.

4) 품질보증

기기 및 가대에 대한 강재제작 및 용접 작업을 시행하기 전 감독원이 지정하는 장소에 시험시공을 하여 감독원의 승인을 득한 후 시공하여야 한다.

5) 운반, 저장 및 취급

강재 및 용접봉 등 보조재의 현장운반 시에는 제조업자의 상표가 붙은 용기에 넣어서 운반한다. 재료는 오물, 화학약품이나 기계적 손상으로부터 보호해야 한다. 손상되거나 파손된 재료는 설치할 수 없으며, 현장에서 사용할 수 없도록 즉시 반출시켜야 한다.

6.2. 재료

1) 강재

강재는 KS D 3503(일반 구조용 압연 강재) 및 KS D 3566(일반 구조용 탄소 강관)

에 따르고 용융아연도금, 전기도금, 또는 도장으로 옥외에 사용하는 경우는 용융아연도금의 것으로 한다.

2) 볼트, 너트 및 와셔

- (1) 볼트, 너트 및 와셔의 재료는 KS D 3503(일반 구조용 압연 강재)의 제품 또는 동등 이상 제품으로 하고, 전기도금 및 용융아연도금의 것으로 한다.
- (2) 볼트 또는 너트는 KS B 1002(6각 볼트) 및 KS B 1012(6각 너트)에 의한 제품으로 한다.
- (3) 와셔는 KS B 1326(평와셔)의 제품으로 한다.
- (4) 앵커볼트의 나사는 볼트나사에 준하며 미터나사 보통나사의 3급 이상으로 한다.
- (5) 고장력 볼트, 너트 및 평와셔의 세트는 KS B 1010(마찰 집합용 고장력 6각볼트, 6각 너트, 평와셔의 세트)의 제품으로 한다.

3) 용접재료

용접재료는 KS D 7004(연강용 피복아크 용접봉), KS D 7005(연강용 가스용접봉), KS D 7006(고장력강용 피복아크 용접봉)의 제품 또는 기타 적합한 양질의 재료로서, 용접조건에 의해서 선정한다.

6.3. 시공

1) 강재가공

(1) 선긋기 작업

- ㉠ 선긋기 작업은 공작도, 현척도, 형판 및 자 등으로 정확하게 시행한다.
- ㉡ 공작상 결함이 발생하기 쉬운 부분 및 지정된 부분에는 유해한 손상을 일으킬 수 있는 정, 각인 및 센타펀치 등을 사용해서는 안 된다.

(2) 절단 및 굽힘 가공

- ㉢ 소재의 절단면은 지정한 것 이외에는 재료의 축과 수직이 되도록 한다.
- ㉣ 가스절단을 할 때에는 자동 가스절단으로 하고 부득이 한 경우는 감독원의 승인을 득하고 수동 가스절단기로 해도 좋다. 수동 가스절단의 경우는 모양, 치수 등을 정확하고 깨끗하게 작업하고 절단면을 그라인더 등으로 다듬질을 한다.
- ㉤ 절단면에 유해한 요철, 흠, 절단부족 및 슬래그의 부착 등이 생기는 경우에는 수정하거나 제거하여야 한다.
- ㉥ 절단치수는 가공에 의해 생기는 수축, 변형 및 마무리 상태 등도 고려한 크기로 한다.
- ㉦ 굴곡가공은 기계적 상온가공 또는 열간 가공으로 한다. 열간가공은 소재의 열처리에 알맞은 온도에서 행하고 급랭해서는 안 된다.
- ㉧ 강판을 기계절단기로 절단 할 때에는 두께 9 mm 이하로 한다.

(3) 교정 작업

소재 또는 조립되어진 부재의 변형은 각 공정에서 재질을 손상하지 않도록 교정한다.

2) 볼트 조이기

- (1) 조임 공구 및 검사용 기기는 볼트의 치수에 적합한 것을 사용한다.
- (2) 너트는 충분히 조이고 콘크리트에 매립되는 경우를 제외하고는 스프링와셔 또는 록 너트 등을 사용해서 너트를 조인다.

3) 용접

(1) 용접사

용접사는 원칙적으로 KS B 0885(용접 기술검정에 있어서 시험방법 및 판정기준)에 의한 자격을 갖춘 자로 한다.

(2) 재료준비

- ㉠ 끝 가공 모양은 재질, 모양 또는 시공방법에 의해 정하는 것으로 한다.
- ㉡ 끝 가공은 원칙적으로 기계가공으로 한다. 단, 부득이 한 경우는 자동 또는 수동의 열절단 가공으로서도 되지만, 그 경우는 필히 그라인더로 마무리를 한다. 끝 가공면을 깨끗하고 정확하게 마감하고 끝 가공면에 부착해 있는 슬래그는 완전히 제거하여야 한다.

(3) 모재의 청소

모재의 용접면은 용접하기 전에 녹, 스케일, 수분, 기름, 슬래그 및 도료 등 용접에 지장이 되는 것을 제거한다. 단, 단단한 와이어브러시로 제거가 안 되는 검은 산화피막 및 용접에 지장이 없는 도료는 제거하지 않아도 된다.

(4) 용접시공

- ㉠ 용접기와 그 부속기구(구)는 주어진 용접조건에 알맞은 구조 및 기능을 갖고 안전하게 용접할 수 있어야 한다.
- ㉡ 용접부는 결함이 없고 표면이 매끈하여야 한다.
- ㉢ 용접순서는 용접에 의한 변형 및 잔류응력이 작아지도록 정한다.
- ㉣ 용접자세는 부재의 위치 조정이 용이하도록 하고 가능한 한 하향방향으로 한다.
- ㉤ 재질, 두께 및 기온 등을 고려하여 필요에 따라서는 예열을 한다.
- ㉥ 용접작업 중에는 누전, 전격 및 아크광 등에 의한 사고, 또는 아크 및 용융금속 등에 의한 화재 등을 방지하도록 조치한다.
- ㉦ 용접에 의한 아연증기 등의 유독가스 발생우려가 있을 때에는 충분히 환기를 시킨다.

(5) 용접 완료시의 확인

- ㉠ 용접부 표면의 슬래그가 확실하게 제거되었는지를 확인한다.
- ㉡ 용접부를 관찰하고 덧붙임 및 용접각장 부족 등 결함이 없는지를 확인한다.
- ㉢ 용접금속의 크기 및 모양을 측정한다.

7. 계장작업

7.1. 일반사항

1) 적용범위

본 시방은 ECH 냉각수설비 제작 및 설치의 계장작업 및 자동제어시스템(DCS)에 대하여 적용한다.

2) 적용 법령 및 표준규격

(1) 적용 법령 및 표준규격은 작업 특정사항과 도면에 지정한다.

(2) 본 시방서에 기재된 사항은 계장공사 설비기준에 의해서 작성된 것으로 특기사항에 대하여서는 공사에 관계되는 제 법규 및 규격의 최신판을 적용하며, 특히 하기의 법령, 규격 등을 잘 이해하여 작업에 임해야 하며 의문시 감독원과 협의한다.

㉠ KS, NEC 및 관계 법규에 준할 것.

㉡ Instrument에 관한 매뉴얼(Manual)

7.2. 계기설치

1) 기기 운반

(1) 기기는 진동과 충격을 받지 않도록 하여 장치할 현장으로 운반한다.

(2) 기기를 포장 없이 운반하는 것을 피하고 기기에 손상이 가지 않도록 적당한 처리를 한다.

2) 계기의 설치

모든 계기는 각 계기의 지침서(Instrument Manual) 및 도면에 따른 방법으로 시공함을 원칙으로 한다. 특히 시공 후 반드시 방습, 방진, 외부의 충격으로부터 보호될 수 있도록 보호커버를 씌우며, transmitter 및 output gauge에 대하여는 아래의 방법으로 시공한다.

(1) Support용 stanchion 및 설치방법은 계장도면과 같이 한다.

(2) 전기식은 습기에 약할 뿐만 아니라 운전 시 오차를 초래하므로 가능한 습기로부터 보호될 수 있는 장소를 택한다.

(3) 진동이 예상되는 장소에는 진동방지 시설을 한다.

(4) 가능한 계기의 높이, 위치를 조정 및 보수하기가 용이한 지점으로 선택한다.

(5) Capillary tube type의 계기는 휘일 때 직각으로 구부려서는 안 되며 원형처리 시 직경 6° 정도의 원형으로 처리한다. 특히 capillary tube가 다른 부위로 통과할 때 반드시 L자 형강으로 지지를 한다.

7.3. Tray 설치

1) 일반

- (1) Tray 설치는 일반적으로 나쁜 조건 및 외부로부터 보호가 되게끔 시공하고 가공 배선작업은 원칙적으로 tray를 사용하여야 한다.
- (2) Tray 내에 포설하는 배선 배관의 단면적(절연피복포함)의 총화는 tray 내부 단면적으로 40% 이하로 한다.
- (3) 배선 간에 일어나는 상호유도작용을 막을 필요가 있을 경우에는 반드시 격리판을 마련하여야 한다.

2) 지지 및 고정방법

- (1) Bracket 지지간격은 내선규정에 의하여 3 m 이하로 한다.
- (2) Tray는 각 지지물 및 bracket에 점용접을 하여 풍압, 외부의 진동 등에 의하여 흔들리지 않게 고정하여야 한다.

3) Tray의 접속 및 분기

- (1) Tray는 두께 3.2 mm, 폭 38 mm의 평강을 이용하여 용접을 하거나 두께 4.0 mm의 평강판을 이용하여 볼트로 조여서 반드시 접속하여야 한다. 단, 기존에 설치된 tray에 연결 시 같은 규격의 제품으로 설치한다.
- (2) 크기가 서로 다른 tray는 밑면을 동일면으로 하여 접속한다.
- (3) Tray의 분기공사는 휘인 부분이 전선과 동관을 상하게 하지 않게 시공을 하며 용접 부위는 줄이나 그라인더로 매끈하게 처리해야만 한다.

4) Tray 덮개의 설치

Tray 덮개의 설치는 덮개를 tray와 같이 가공하여 반입하는 경우와 현지에서 가공하는 경우에 따라서 설치 방법이 다르므로 제작사 담당자의 지시에 따른다.

7.4. 계장용 공기(Air) 배관

1) 일반사항

공기배관의 사양은 도면에 지시한다. 단, 공급배관의 분기는 개별 배관방식으로 한다.

2) 공기(Air) 배관작업

- (1) 계장공기 배관작업에 사용되는 재료는 원칙적으로 다음과 같이 한다.
 - ㉠ 관은 KS 규격의 스테인리스관 및 튜빙(tubing)을 사용하며, 공기관은 내부에 이물이 혼입되어서는 안 된다.
 - ㉡ 밸브는 특히 지정하지 않는 한 SUS304 볼(ball) 밸브를 사용한다.
 - ㉢ 연결용 자재로 KS 10 kg/cm² 나사식 접속형 가단주철체를 사용할 때는 사전에 간단한 검사를 한다.
 - ㉣ 관 및 관의 부속, 밸브 등에 이물질이 혼입되지 않도록 보관에 만전을 기하여야 한다.
 - ㉤ 관의 절단은 반드시 관 절단기를 사용하여야 하며 절단부분은 리머를 이용하여

매끈하게 손질은 한다. 절단 부분은 관의 바깥면과 90° 가 되도록 한다.

㉠ 휘인 부분은 적당한 피팅(fitting)을 사용하여야 하며 산소용접기 따위를 사용하여 관을 휘어서는 안 된다.

(2) 배관은 다른 장치를 설치하거나 철거할 때 손상을 받지 않는 장소로 해야 한다.

(3) 적은 구경의 배관은 기존 구조물(지지대, 설치대 등)을 이용하여 지지한다.

(4) 배관의 지지는 다음에 따른다.

㉡ 산형강 또는 형강을 사용하여 아연 도금한 “U” 볼트로 조인다.

㉢ 지지 간격은 다음과 같다.

호 칭 경 (B)	1/4	1/2	3/4	1
중심간거리(mm)	2 m 이내		3 m 이내	

㉣ 배관이 휘어지는 부분, 분기, 말단부에는 반드시 지지하여야 한다. 지지대는 철골구조물 또는 배관에 장치하며 용접할 부위는 오염물을 제거한 후 방청도장 한다.

㉤ 평행하는 같은 굵기의 배관 중심간 거리는 최소한 다음을 유지해야 한다.

호 칭 경 (B)	1/4	1/2	3/4	1
중심간거리(mm)	50	70	80	100

3) 공기 SUS 튜브

(1) 공기 SUS 튜브

㉦ SUS 튜브는 환경이 작고 재질적으로도 강판에 비해 강도가 적으므로 보호, 지시 등의 시공에 충분한 주의를 한다.

㉧ 시공 검토에 있어서는 외상에 대한 보호를 고려하여 배관용 지지대, 철골 등을 이용하고 담당자의 지시를 따른다. 특히, SUS 튜브가 1~2 가닥인 경우에는 반드시 형강에 넣어서 배관한다.

㉨ SUS 튜브를 5가닥 이상 동일경로를 통하여 시공할 때에는 반드시 편칭프레이트나 닥트를 이용하고, 4가닥 이하일 때는 산형강, 형강 및 unistrut channel 등에 넣어서 클램프 등으로 고정한다.

㉩ 회심(bending)은 반드시 규정된 벤더를 이용하여야 하며 벤더를 제외한 공구나 손으로 벤딩하는 것을 금한다.

㉪ 절단은 튜브커터를 이용하고 절단 내부에는 리머를 사용하여 매끈하게 처리해야 한다.

(2) 지지대의 설치 간격은 1.5 m 이내로 하고 STS 튜브의 곡률 반경은 외경의 2.5배 이상으로 한다.

(3) SUS 튜브의 연결은 다음과 같이 한다.

- ㉠ 관은 관절단기로(tube cutter) 절단하고 절단 후 리머를 상용한다.
- ㉡ 접속함에 있어서의 연결은 상세도면과 같이 한다.
- ㉢ 계장 기기에 접속할 때 그 방법은 제작자 표준에 따른다.
- ㉣ 튜브의 분기에는 T 유니온을 사용한다.
- ㉤ 하프 유니온의 나사는 PT 및 NPT의 두 종류가 있으므로 사용할 때 주의를 요하고, 하프 유니온을 조일 때 STS 튜브 시공에는 강하게 조이지 않고 최종 조임은 누설시험 때 누설이 생기지 않을 정도로 한다.

7.5. 계장 1차 도압관

1) 도압관의 일반적 시공기준

- (1) 배관의 기울기는 계장용 공정배관요령도면(Instrument piping hook-up DWG.)을 참고하고, 유체의 특성을 충분히 고려하여 검출기능이 약화되지 않게 한다.
- (2) 도압 인출부에서 계기까지 3 m가 넘는 도압관은 배관 도중에 도압관 상호간을 지지해 주거나 다른 구조물에 지지를 한다.
- (3) 차압계의 배관을 평행배관으로 하고 관의 상호 간격은 70 mm로 한다. 단, 배관을 보온할 필요가 있을 경우에는 150 mm로 한다.
- (4) 밸브를 설치할 경우 도면에 지시되지 않은 것은 원칙으로 핸들을 상향으로 하고 통로 및 운전의 편리를 고려하여 설치한다.
- (5) 밸브의 사용구분은 배관도, 배관재료 분류도, 및 배관재료 치수도에 따른다.
- (6) 배관에 붙는 플랜지, 티, 엘보 및 레듀서 따위의 사양이 DWG., 배관자료 분류표, 배관재료 치수도에 기재되어 있는 경우는 시공상 부적격한 개소가 있을시 발주처 감독원과 협의를 하여야 한다.
- (7) 밸브, 파이프는 설치 전 내부를 청소한 후 시공해야 하며 밸브는 설치 후 닫아야 한다.
- (8) 플랜지의 연결은 중심 또는 볼트의 평형상태를 확인 후 볼트가 일치하도록 접속한다.
- (9) 기타 의문사항이 있을 때는 작업 감독자와 연락하여 협의할 것이며, 도면이나 사양서와 일치하지 않는 도급자 임의의 시공은 인정하지 않는다.

2) 현장계기의 도압관

1차 도압관은 스테인리스 스틸 튜브를 사용한다.

3) 도압관 설치용 피팅 류

도압관 설치를 위한 피팅류는 스테인리스 스틸과 동등에 속하는 급이어야 한다.

4) 계장배관 Support

- (1) 철골 또는 배관 등의 구조물에 직접 지지대를 취부 할 때는 전기용접으로 SUS 구조물에 취부 시 티그용접으로 한다.

- (2) 콘크리트 구조물에 취부 할 경우에는 앵커 볼트로 프로파일에 취부 시 SUS 볼트로 취부 한다.
- (3) 수평 및 수직계기의 배관지지 간격은 현장여건에 따라 1~2 m 이내의 범위로 한다.
- (4) 모든 도압관 및 제어배관 등은 어떤 조건하에서도 계기 자체에 유해한 응력이 가하지 않게 배열 설치하여야 한다. 진동이 심한 배관에는 공명(울림)을 최소화하기 위해 필요한 지지방법을 적용하여야 한다.

7.6. 계기 설치

1) 액위 측정계기 설치

- (1) 설치 시 운전원의 감시 및 보수점검이 용이한 곳, 차압식의 경우 차압 취출구에 가까운 곳, 진동이 적은 곳, 온도 변화가 적은 곳 및 부식성 가스가 없는 곳 등에 유의하여 설치하여야 한다.
- (2) 수평부 배관 시 기포가 발생되지 않도록 경사를 주어야 한다. 만약 굴곡부가 생겼을 경우 배수밸브를 설치하여야 한다.
- (3) 도압관 내부는 깨끗이 청소하고 취부 하여야 한다.

2) 유량측정계기 설치

유량측정계기는 냉각설비에 현 상황에 맞춰(자기장 등) 국내·외 최고 수준 또는 동급에 해당하는 제품이어야 하며 다음 사항에 적합하여야 한다.

- (1) 유량 측정을 위한 유량계는 4~20 mA 아날로그 출력, 현장 지시계 포함, 사용전원 DC 24 V, 인터락용 접점출력(low, high)이 있어야하며 자기장의 영향을 받는 곳과 그렇지 아니한 곳에 특성에 맞는 유량계를 선정한다.
- (2) 유량계 취부 및 배관상의 주의할 점은 다음과 같다.
 - ㉠ 진동이 적고 외상을 입을 위험이 없는 곳에 취부 한다.
 - ㉡ 도압관 내부는 배관 취부 전에 장소를 깨끗이 한 후 배관하여야 한다.
 - ㉢ 배관에 굴곡부가 생기지 않도록 주의하고 만약 굴곡부가 생겼을 경우 배수밸브(drain valve)를 설치하여야 한다.
 - ㉣ 수평부 배관에는 구배를 주어야 한다.
- (3) 유량계의 트랜스미터가 배관에 연결된 유량계 센서 본체와 멀리 떨어진 경우 설치 개념도는 상세 설계도면에 반영하여야 한다.

3) 압력측정계기 설치

압력측정계기는 냉각설비에 기 설치된 사양과 동일하거나 국내·외 최고 수준 또는 동급에 해당하는 제품이어야 하며 다음 사항에 적합하여야 한다.

(1) 액체의 경우

- ㉠ 압력발신기는 하방에 설치하는 것을 원칙으로 하며 정확한 탭(TAP) 취출은 상세 설계도면에 표시하여야 한다.

- ㉠ 압력원의 압력변동이 심한 고압의 배관인 경우는 적당한 압력완충기(snubber)를 취부 한다.
- ㉡ 검출점이 수평으로 취출되었을 경우에는 수평배관을 최대한 짧게 하여야 하며 구배를 주어야 한다.
- (2) 차압 감지관은 양쪽배관이 동일 온도를 유지할 수 있도록 최대한 같은 방법으로 설치하여야 한다.
- (3) 한쌍의 차압 감지관은 계기의 고압단과 저압단이 제 위치에 연결되도록 확실한 검사를 하여야 한다.
- (4) 완충기는 계기 차단밸브의 출구쪽 계기에 가깝게 설치하여야 한다.
- (5) 압력 시험단은 접근하기가 용이하여야 한다.
- (6) 발신기 및 현장계기 취부 및 배관시 다음 사항에 주의하여야 시공하여야 한다.
 - ㉢ 고온, 다습, 부식성가스, 먼지가 심하지 않은 장소를 택하여야 한다.
 - ㉣ 진동이 비교적 적은 장소를 택하여야 한다.
 - ㉤ 도압관 내부는 배관 취부 전에 청소를 깨끗이 한 후 배관하여야 한다.
 - ㉥ 현장 압력계 및 압력스위치는 운전원이 감시 및 보수점검이 용이한 곳에 설치하여야 한다.
 - ㉦ 도압관 배관에 사용자재는 도면에 명기한 재질과 규격을 사용하여야 한다.

7.7. 전선관 설치

1) 전선관 및 부속품의 선정

전선관 설치는 트레이로부터 분기하는 경로와 중간 접속함에서 계기까지의 경로 시공에 적용하며 주목적은 전선의 보호에 있다. 전선관 및 부속품은 본 ECH 냉각수설비 제작 및 설치의 특성에 적합한 방식, 방법, 방진, 방폭 등을 충분히 고려하여 선정 시공한다.

2) 전선관의 포설

- (1) 전선관을 매입하거나 관통하는 작업은 감독원의 지시에 따라 구조물의 구조 및 강도에 지장이 없도록 한다.
- (2) 관의 굴곡작업은 다음과 같이 한다.
 - ㉠ 굴곡반경은 내경의 6배 이상으로 한다.
 - ㉡ 1개소의 곡률각도가 90° 이상으로서 굴곡은 1구간에 3개소 이내로 하고 굴곡 각도의 합계가 270° 이내로 한다.
 - ㉢ 관을 굴곡할 때는 각각의 관에 적합한 규격의 파이프벤더를 사용한다. 굴곡 과정에서 관을 가열하거나 균열, 찌그러짐이 생길 수 있게 급격하게 굴곡해서는 안 된다.
- (3) 관의 절단은 각각의 관에 적합한 관절단기, 쇠톱 등으로 행하고 가스용접기를 사용

하여서는 안 된다.

- (4) 절단부의 관 내부는 리머 또는 줄 등으로 갈아서 매끈하게 한다.
- (5) 관에 나사를 낼 때에는 탄소강관과 마찬가지로 기름을 치면서 행한다. 나사부분은 관을 연결하기 전에 광명단(연부 80%이상)을 바른다. 커플링 접속을 하는 나사부의 치수는 다음과 같다.

관 호 칭 경 (B)	16	22	28	36	43	54	70	82	92
나사부 치수 (mm)	25		30			40		50	

- (6) 전선관용 유니온은 배관의 1구간이 30 m 이내일 경우에 굴곡부가 3개소 이상이고 굴곡각도의 합계가 270°가 넘을 때 사용한다.
- (7) 노출배관의 지지는 클램프 또는 “U” 볼트를 사용하고 전선관의 직관부 지지간격은 2 m 이내로 한다. 단, 관의 끝 부분과 관 상호 접속, 분기부에는 각각의 위치로부터 300 mm 이내로 지지한다.
- (8) 콘크리트 바닥에 매설하는 관은 움직이지 않게 고정된 상태로 콘크리트를 한다. 2분 이상의 관을 나란히 배관할 때에는 관 상호 간격을 30 mm 이상으로 한다. 바닥을 깨서 시공할 때에도 이와 같다.
- (9) 강전 전선관과 약전 전선관, 수도관 및 가스관과의 이격거리는 강전 전선관이 비접지 되어 있을 때 150 mm 이상으로 하고 접지되어 있을 때에는 서로 닿지 않을 정도로 시공한다. 그리고 약전 전선관과 계장신호배관, 수도관 및 가스관과의 이격거리도 상기 강전 전선관과 같은 방법으로 한다.
- (10) 수직으로 내려가는 배관에는 관 최하단부에 드레인 피팅을 두어 계장기기에 물이 들어가지 않도록 고려하여 배관을 시공한다.
- (11) 전선관과 증기관, 방열기 등과의 거리는 이들이 보온되어 있을 경우에는 150 mm 이상, 보온되어 있지 않은 경우에는 300 mm 이상으로 한다. 상호간에 방열조치를 하였을 때에는 간격을 특별히 규정하지 않지만 전선관의 주위온도가 60℃ 이하가 되도록 시공한다.
- (12) 노출배관이 여러 가닥 나란히 배열될 때에는 전선관의 상호 간격을 같게 한다. 또 굴곡부에 노말밴드를 사용할 때에는 같은 방향으로 정리하여 교체가 쉽게끔 한다.
- (13) KSTAR 주장치실(F2) 및 주장치실 하부 D1, D2, D3층의 전선관은 SUS 배관을 사용하고 접속방법은 이중링 압착방식으로 한다.

3) 전선관의 접속

- (1) 관과 관의 접속은 나사부에 광명단(연부 80% 이상) 등을 바른 다음 커플링 중앙에서 서로 맞닿게 조여 준다. 특히 지하매설의 경우 등 방수처리를 할 필요가 있을 때에는 썰(테프론테이프, 애바썰, 스리본드 등)을 한다.
- (2) 관을 덕트 및 중간 접속함과 연결함에 있어서 덕트로부터 케이블을 인출할 때는 원

칙적으로 측면으로부터 인출한다. 나사부에는 광명단을 바르고 록-너트와 부싱을 채운다. 중간 접속함은 원칙적으로 밑으로부터 인입하여 밑으로 인출되는 배관을 한다.

(3) 관과 중간 접속함, 덕트 등과 같이 나사식 연결방식이 아닌 접속부에는 반드시 본딩을 하여 전기적인 접속을 완전히 한다. 단, 나사식 연결을 하는 것으로서 접속부의 나사가 확실히 5회전 이상으로 연결되어 있을 경우에는 본딩을 하지 않아도 된다.

(4) 본딩은 납으로 용접하는 것이 원칙이지만 화약용접식 또는 접지용 록-너트 방식을 사용하여도 좋다. 본딩은 배선하기 전에 시공하며 접지선으로는 2 mm 이상의 연동선을 2회 이상 감는다. 또 본딩 접속 후는 방식도장을 한다.

4) 전선관구의 처리

(1) 작업중이거나 배선하기 전에 콘크리트, 물 등의 이물질 혼입을 막기 위하여 나무마개 또는 캡이나 테이프 등으로 관 구멍을 막아둔다.

(2) 배선은 시공하기 직전에 관내의 수분, 이물 등을 깨끗이 청소한 후 행한다.

7.8. 배선 및 접속

1) 배선

(1) 전선관 끝의 부싱은 배선하기 전에 설치하며 휘어진 부분이 많은 배관내의 배선은 분말상의 활제를 사용한다. 이때 기름, 그리스, 파라핀 등을 사용해서는 안 된다.

(2) 통선에 사용하는 강선의 길이는 30 m를 한도로 하며 강선을 이용하여 통선 할 때 너무 무리하게 잡아당겨서는 안 된다.

2) 중간 접속함과 접속

(1) 함과의 연결은 밑에서부터 인입하여 밑으로 인출되게끔 시공한다.

(2) 전자관(Solenoid Valve) 등 리드선이 부착되어 있는 경우의 접속은 접속 기구내에서 적당한 압착공구를 사용하여 작업한다.

3) 온도계의 접속

(1) 일반적으로 전선 및 보상도선의 색깔을 흰색이 (-)측 붉은색이 (+)측으로 접속한다. 그리고 가운데의 붉은 선은 될 수 있는 한 길게 여유를 두어 접속한다.

(2) I.C 열전대와 보상도선의 접속시 (-)측은 니크롬선용의 압착단자를 사용한다.

4) 각 계기의 접속

각 계기의 접속은 케이블의 색깔을 붉은색(+), 흰색(-)으로 통일하며 다심의 경우에는 각 접속함의 접속을 통일하여야 한다. 단, 2선식으로 흰색과 검은색이 있는 경우에는 흰색을 (+)측, 검은색을 (-)측으로 한다.

5) 표식

각 접속단의 압착단자 옆에 Tag No. 또는 단자번호를 기입한 전선표식을 부착하여야 한다.

7.9. 검사 및 시험

1) 일반사항

- (1) ECH 냉각수설비 제작 및 설치에 사용될 모든 기자재는 검사 및 시험을 거친 신제품으로 하여야 하며, 품질, 규격 등은 기술규격서 및 설계서 등과 일치하거나 그 이상으로 하여야 한다.
- (2) 모든 자재 중 조립을 요하는 부분 및 수중 또는 지하에 매몰하는 공작용 기타 준공 후 외부로부터 검사할 수 없는 공작물의 작업은 감독원의 입회하에 시공하여야 한다.
- (3) 검사 및 시험 중 또는 완료 후 시험성과표를 작성하여 감독원에게 제출하여야 한다.

2) 제어반 및 현장제어반의 검사 및 시험

- (1) 모든 시험은 기술규격서에 명기된 규격 및 표준에 따라 실시하여 시험성적서를 제출하여야 한다.
- (2) 설치 후 다음의 사항을 검사하여야 한다.
 - ㉠ 구조 및 외관검사
 - ㉡ 배선의 도통 및 절연시험
 - ㉢ 제어반 내의 배선검사

3) 검수

제작과 설치가 완료 후 감독원 및 시공사 기술자의 입회검사에 합격하고 발주 사양서에 지정한 서류들을 수급자가 제출하여 감독원이 접수함으로써 검수가 끝난다.

4) 현장 검사

설치된 모든 계기들이 최종도면에 준하여 설치되었는지 확인하여야 하며, 최소한 다음 사항들이 확인되어야 한다.

- (1) 계기 설치도면, 자재 및 경사(slope)요건에 일치하는지 확인한다.
- (2) 계기 연결위치가 P & ID 상의 표시와 일치하는지 확인한다.
- (3) 계기 설치도면에 준하여 계기들이 설치 구조물이나 벽에 견고히 결합되었는지 확인한다.
- (4) 계기에 도압관이 적절히 연결되었는지 확인한다.
- (5) 계기 도압관의 연결성 확인 및 압력시험을 확인한다.
- (6) 보수를 위한 접근성 및 가시성이 적절한지 확인한다.
- (7) 튜브 연결기구(fitting)가 바르고 기밀성 있게 또한 새지 않도록 설치되었는지 확인(공기관은 bubble test 실시)한다.
- (8) 지지물 설치간격이 허용 최대거리를 넘지 않았는지 확인한다.
- (9) 전자식 계기들의 연결이 적절한지 확인한다.
- (10) 접지망의 구성 및 접지상태 시험을 확인한다.

5) 현장 성능시험

- (1) 외관 및 미관 검사

설치 후 계통에 대한 시험을 시행하기에 앞서 설치된 전체계통에 대해 제작자의 설치지침에 준하여 시공되었는지, 사람과 설비의 안전이 확보되었는지, 바른 작업 방법이 적용되었는지 육안검사를 하여야 한다.

(2) 도압관 내압 누설 시험

- ㉠ 내압시험은 수압으로 하는 것을 원칙으로 하나 압축공기로 가능하며 1.5배로 하여야 한다.
- ㉡ 시험에 도압 배관과 용접되어 연결된 모든 계기들의 차단 밸브를 닫아야 하며 이 경우 벤트와 드레인 밸브를 열어야 한다.
- ㉢ 시험에 배관 또는 튜브의 계기측 연결 기구를 닫아 계기에 과압력이 걸리지 않도록 보호하여야 한다. 제어반 배관 또는 튜브에 대한 수압 시험에서 전기회로는 전원이 걸려있지 않은 상태로 하여야 한다.
- ㉣ 고압배관 계통에서 기체에 의한 누설시험이 위험할 때는 수압으로 내압시험과 겹쳐서 누설시험을 할 수 있다.
- ㉤ 시험이 끝난 후 시험 성과표를 작성하여 승인을 받아야 한다.

(3) 검출배관의 Flushing 작업

- ㉠ 설치 완료 후 검출배관 내를 flushing해서 내부의 이물질 제거하여 청결하게 하여야 한다.
- ㉡ 취출 밸브가 닫혀있는가 확인하여야 한다.
- ㉢ 계기밸브를 닫고 소수밸브를 완전 개방하여야 한다.
- ㉣ 취출 밸브를 서서히 열어 전개한다.
- ㉤ 배수밸브의 유체가 청결하게 되면 소수밸브를 닫는다.
- ㉥ Flushing할 때 취출 밸브를 개방한 후 소수밸브를 개방하면 내부의 이물질이 소수밸브 입구에서 막히는 일이 발생하므로 flushing 할 때는 상기 절차대로 시행하여야 한다.
- ㉦ 도압관 및 신호공기 배관의 검사절차에 따른 검사를 하여야 한다.

8. 시험 및 검사

8.1. 일반사항

1) 적용범위

본 시방은 ECH 냉각수설비 제작 및 설치의 각 장치와 배관, 계장계기, 제어시스템 등과 시운전을 포함한 모든 시험 및 검사에 대하여 적용한다. 모든 배관 및 장비, 계장계기, 제어시스템은 본 시방서에 따라 시험 및 검사를 실시하여 이상이 없어야 한다.

2) 시험 및 검사 방법

- (1) 자체검사 : 시공사 품질관리요원 및 검사원들에 의하여 수행되는 공정간 검사를 말

한다.

- (2) 입회검사 : 발주처 감독원이나 혹은 그를 대행하는 제3의 검사기관의 입회하에 실시하는 검사를 말한다.
- (3) 육안검사 : 시력이나 렌즈로 직접 확인하는 검사를 말한다.
- (4) 촉수검사 : 손으로 만져 직접 확인하는 검사를 말한다.
- (5) Sampling test : 시설의 일부를 지정 또는 시편을 마련하거나 수질검사와 같이 일부를 받아서 검사하는 방법을 말한다.
- (6) 공학적인 검사 : 검사 장비를 이용한 검사방법을 말한다.
- (7) 비교검사 : 표준자료와 대조하는 검사방법을 말한다.

3) 시험 및 검사

- (1) 검사 : 자재검사, 외관검사, 용접검사, 파괴 및 비파괴검사, 누설검사, 완성검사, 조립검사, 배선검사, 포장 및 출하검사, 입고검사, 운전상태 및 기능검사 등
- (2) 시험 : 내압 및 기밀시험(수압 및 공압시험, 통수시험, 진공시험), 성능시험(유량, 압력, 용량, 전류, 전압, 소음 및 진동, 회전수 등), 안전장치 작동시험, 종합 성능시험 등

8.2. 시험 및 검사대상 기재

다음의 장비 및 장치는 설치 전·후 해당 시험 및 검사를 실시하여야 한다.

품 목 (1)		검사 (○ 표를 실시한다.)		
		외관검사 (2)	기능 및 성능검사 (3)	시험항목 (4)
관류 및 판재류		○	-	수압 및 공기시험
밸브 류 (Valve)	일반밸브	○	○	수압시험
	체크밸브	○	○	수압 및 작동시험
	전동밸브	○	○	수압 및 작동시험
	스트레이너	○	○	수압시험
계기 류 (Gauge)	자동제어 기기류	○	○	작동시험
센서류	유량계	○	○	유량 및 작동시험
	TC	○	○	온도확인
	RTD	○	○	ΔT 확인

- 1) 감독원의 검사를 받아야 할 기재는 (1)로 표시한다.
- 2) 검사는 (2), (3)에 의해 완성검사(외관, 치수, 구조)와 기능 및 성능시험에 대해서 실시한다.
- 3) (4)의 시험항목은 각각의 기기 시험방법에 따라 시험하되 누락 및 불분명한 사항은 KS 등의 해당 시험방법에 준한다.

8.3. 시험의 입회

1) 입회검사 신청

- (1) 시험 및 검사 절차서에 따라 최소한 검사 예정일 3일전 발주처에 서면으로 검사 신청이 되어져야 한다.
- (2) 만약, 검사관의 입회가 불가능할 때에는 품질관리 요원의 책임아래 입회 검사관의 입회 없이 검사가 수행될 수도 있으나, 사후에 반드시 감독원의 확인을 득하여야 한다.

2) 입회검사 대상

다음 항목에는 감독원과 시공자가 입회하에 시행한다.

- (1) 주요 장비와 장치의 시공 및 시험조정 시운전
 - ㉠ 펌프류
 - ㉡ 칠러류
 - ㉢ 센서류
 - ㉣ 밸브류
 - ㉤ 기타 장비 및 기기 류
- (2) 시공 후 관리가 어려운 은폐배관 등의 시공
- (3) 배관의 구간별, 전체 수압시험
- (4) 개별 제어시스템 및 자동제어시스템(DCS) 시운전 조정
- (5) 시스템(System)의 종합 시운전

8.4. 기기 및 배관의 시험

1) 압력 및 누수시험방법

시험압력, 시간 및 시험기준은 아래 표를 기준으로 하되 감독원의 지시에 따른다.

종 별	시험방법	시험압력	시험기간
DI Water cooling system	수압시험	최저시험압력 10 kg/cm ² 이상	60분 이상
Air 배관	기압시험	최고 사용압력 × 1.25	20분 이상
펌프본체	수압시험	전 양정 상당압 × 2 배압이 있을 때는 (정양정상당압 × 2)+(배압× 1.5)	전 펌프류

2) 수압 및 누수시험 용수

ECH 냉각수설비 제작 및 설치의 기압시험은 질소가스 또는 공압을 이용하고, 수압 및 누설시험은 시수 또는 순수를 사용하며 최종 수세는 필히 순수를 사용한다.

8.5. 자재검사 및 제작검사

1) 자재의 품질보증

- (1) 압력부위에 사용되는 모든 자재는 자재 사양에 맞는 화학성분, 기계적 성질 및 기타 요구되는 시험 등이 자재 보증서로서 확인되어야 한다.
- (2) 감독원은 자재 구매 시 작성된 구매요구서 및 사양에 맞는지 아래 항목에 따라 수입 검사가 실시되어야 한다.
 - ㉠ 자재 보증서 및 기타 요구되는 시험의 실시 확인
 - ㉡ 로트번호 및 사양에 따른 규격 표시 확인
 - ㉢ 라미네이션(lamination)이나 크랙 등 외관상 결함 유무 확인
 - ㉣ 두께 및 크기 확인
- (3) 수입검사 수행 시 자재의 이상이 발견되었을 때는 검사 담당자는 불일치 보고서를 발주처에 제출하며 수정조치 및 확인이 이루어질 때까지 해당 자재는 제작에 투입되어서는 안 된다.
- (4) 마킹검사
 - ㉠ 모든 자재(철판, 파이프, 플렌지, 기타 부속자재)는 자재보증서에 기록된 사양에 따라 품질표시가 기록되어야 한다.
 - ㉡ 마킹검사는 관련도면 및 절단 지시서에 따라 마킹이 되어야 하며 여러 조각으로 절단시에는 로트번호 등이 추적될 수 있도록 필요한 마킹 조치를 실시하여야 한다.
 - ㉢ 마킹은 스틸펜치나 매직펜으로 실시한다. 절단시에는 로트번호 등이 추적될 수 있도록 필요한 마킹 조치를 실시하여야 한다.
- (5) 개선 및 취부검사
 - ㉠ 개선 및 취부검사는 관련 도면 및 용접시방서에 따라 실시되어야 한다.
 - ㉡ 탄소강이나 저합금강은 산소절단에 의하고 스테인리스강이나 고합금강은 플라즈마나 기계절단에 의하여야 한다.
 - ㉢ 검사 주요항목은 다음과 같다.

개선면과 루트 캡, 개선면의 외관상태, 가접상태, 외관 청결도

㉣ 맞대기 용접에서 취부 허용공차는 아래와 같다.

단면두께	최대 허용공차(mm)	
	길이 방향	원주 방향
두께 ≤ 4.5	1.0	1.0
4.5 < 두께 ≤ 6	1.5	1.5
6 < 두께 ≤ 20	두께 × 0.25, 최대 3	두께 × 0.25
20 < 두께 ≤ 38	두께 × 0.25, 최대 3	5
두께 > 38	두께 × 0.25, 최대 3	두께 × 0.25, 최대 6

2) 용접검사

- (1) 모든 용접은 규정된 용접시방서에 따라 기량시험에 합격된 용접사에 의해서 수행되

어야 한다.

- (2) 모든 용접은 용접 전, 중간 용접상태, 최종 용접상태 등이 규정에 따른 해로운 결함이 없어야 한다.
- (3) 모든 용접은 크랙, 언더컷, 오버랩 등 외관상 해로운 것이 없어야 하며 최대 허용치는 아래와 같다.

모재 두께 (mm)	최대 허용 덧살 두께
두께 ≤ 12	1.5 mm
$12 < \text{두께} \leq 25$	2.5 mm
두께 > 25	3.0 mm

크랙, 크레이터	허용치 없음
언더컷 레이더	최대 0.8 mm
오버랩	최대 1.5 mm
불충분한 각장	허용치 없음
필렛 용접의 크기	도면에 규정된 지시값 이상
필렛 용접의 블록도	최대 실제 각장의 0.1배

3) 치수검사

- (1) 치수검사는 제작도면의 치수에 따라서 확인되어야 하며 각 치수별 허용 공차는 허용공차 규정에 따른다.
- (2) 내경의 측정은 최소 4개소 이상 측정함을 원칙으로 한다.

4) 압력시험

(1) 수압시험

- ㉠ 제작이 완료된 후 규정된 도면 및 사양에 의거 수압시험이 실시되어야 하며 압력유지시간은 최소 1시간으로 한다.
- ㉡ 수압시험용 물은 시수와 순수를 사용하여야 한다.

5) 포장 및 출하 검사

(1) 포장

- ㉠ 완성된 기기 및 장비는 출하목적에 따라 기기번호 및 방향표시 등이 시행되어야 한다.
- ㉡ 모든 기계 가공면은 테이프로 표면을 보호한다.
- ㉢ 개방된 모든 노즐 구멍은 이물질의 인입 방지를 위해 밀폐 포장한다.
- ㉣ 바닥면은 나무받침 포장을 원칙으로 한다.

(2) 출하

- ㉠ 사용처에서 쉽게 식별 및 인수가 가능토록 정확한 출하 목록표를 작성하여야 한다.
- ㉡ 운반과정에서 요동에 의한 쏠림 방지를 위해 나무받침 포장을 실시한다.

㉔ 출하 전 사진 검사 확인대체

8.6 품질보증 및 절차

1) 적용 범위

이 절은 기술시방서에 명시된 구매품목, 기자재 제작, 수리 또는 시공의 작업 공정에 대한 구매자의 품질검사권한, 검사진행요령, 계약자의 자체 품질관리 책임 등을 규정한다.

2) 계약자 자체 품질검사요건

- (1) 계약자의 품질검사조직은 계약서 요건, 계약서가 요구하는 기술기준, 구매자가 검토한 설계서류 및 품질보증계획서 등의 요건에 맞는 품질검사업무를 관리할 수 있도록 해당 검사관련 지시서, 절차서 등을 작성하여 이행하여야 한다.
- (2) 품질검사 관련 업무에는 품질보증, 설계, 구매, 용접, 비파괴검사, 성능시험, 포장, 취급, 선적, 운송 등이 포함된다.
- (3) 구매자의 검사 또는 공인검사를 받기 전에 계약자의 자체 품질검사가 선행되어 필요한 후속조치가 완료되어야 한다. 계약자의 자체 품질검사가 선행되지 아니하였을 경우 구매자는 검사진행을 거절할 수 있다. 다만, 압력시험 등 여러 번 검사를 진행하기 어려운 검사공정의 경우에는 구매자와 계약자 검사인원이 동시에 검사를 진행할 수 있다.
- (4) 계약자는 원활한 구매자의 품질검사를 위해 구매자의 비용 지불 없이 구매자의 품질검사가 계약자의 해당 공장출입, 자료열람 및 검사장비 사용 등 관련 업무에 협조해야 한다.

3) 품질검사계획(Quality Plan) 제출요건

- (1) (제출 및 검토) 계약자는 공급품목(하도급 품목 포함)에 대한 제작, 수리 및 시공과 검사 및 시험공정을 자세히 기술하는 품질검사 및 시험계획(ITP)을 작성, 제출하여 제작 또는 작업착수 이전까지 구매자의 검토를 받아야 하며 구매자는 계약자 품질검사계획에 구매자의 품질검사점 (입회점, 필수확인점)을 선정한다.
- (2) (기술기준의 준수) 품질검사계획은 계약요건에 의해 적용되는 모든 기술기준을 준수할 수 있도록 제작 및 시험검사 공정이 설정되어야 한다.
- (3) (작성방법) 품질검사 및 시험계획에는 최소한 다음사항이 포함되도록 해야 한다.

㉑ 계약번호 및 계약명

㉒ 기기명, 기기번호

㉓ 품질검사계획번호 및 개정번호

㉔ 공정별 적용서류(절차서, 도면 등) 및 개정번호

㉕ 계약자 자체 입회점 및 필수확인점

㉖ 구매자 입회점 및 필수확인점 표시란

㉗ 검사결과 확인서명란

㉔ 해당 공정의 품질보증기록 제출여부 등

(4) 계약자는 구매자가 품질검사계획에 대해 승인하지 않은 상태에서는 제작공정을 진행해서는 안 된다.

4) 구매자의 품질검사 요건

(1) 일반 요건

㉑ 구매자는 계약자와의 원활한 업무수행을 위하여 담당 검사 자를 임명하여 구매 품목의 제작 전에 계약자의 제작공장을 방문하여 필요한 사항을 협의할 수 있다.

㉒ 계약체결 후 조속한 시일 내에 구매자가 제작 전 방문을 할 수 있도록 계약자는 구매자에게 연락하여야 한다.

㉓ 제작 전 방문은 구매자와 계약자간 업무편의를 위한 것으로서 제작 전 방문 시에 협의된 내용이 계약요건을 변경할 수 없으며 계약자의 책임을 면제할 수 없다.

㉔ 계약자는 구매자가 품질검사점 선정에 필요한 자료 및 정보 제출을 요구 시에는 그 해당 자료를 구매자에게 제공하여야 한다.

(2) 제작 중 검사

㉑ 제작이 진행되는 동안 제품의 품질을 확인할 수 있는 재료검사, 부분품 치수검사, 부분품 표면검사, 부분품 용접부 검사를 실시한다.

㉒ 계약자는 구매자의 입회점이나 필수 확인점에 대하여 실제 작업 최소 5일전에 구매자의 담당 검사자 에게 서면으로 입회요청을 해야 하며 다시 2일전에 구두로 확인해야 한다.

㉓ 입회검사요청서에는 계약번호, 계약 명, 검사품명, 검사공정, 수량, 예정일자, 검사장소, 계약자 측 담당자 및 전화번호 등이 포함되어야 한다.

㉔ 제작, 시험, 검사에 적용하는 절차서, 도면 등은 계약요건에 따라 사전에 구매자 기술부서의 검토 또는 필요시 승인을 받아야 한다.

㉕ 검사과정에서 부적합사항이 발견되면 해당 작업을 중단하고 필요한 시정조치 완료 후 필요시 구매자의 재검사를 받아야 한다.

㉖ 매자는 검사결과가 만족한 경우에는 승인된 품질검사 및 시험계획(필요시 traveller 포함)에 서명하고, 불만족한 경우에는 부적합보고서 또는 시정조치요구서를 발행하여 부적합 품목에 대한 시정을 요구할 수 있다.

8.7. 품질증빙서류

1) (제출요건) 계약자는 모든 작업이 완료되고 품질보증계획서의 요건에 따라 제품을 공급함을 보증하는 품질증빙서류를 구매자에게 제출하여야 한다.

2) (품질증빙서류의 종류) 일반적으로 품질증빙서류는 다음과 같다.

(1) 자재/부품 목록 [재료시험성적서 또는 재료확인서(Certificate Of Compliance) 포함

- (2) 제작 중 발생된 각종 시험, 검사보고서
 - (3) 특수 작업(용접, 세정) 기록
 - (4) 부적합보고서(NCR), 시정조치요구서, 공급자 불일치사항 처리요청서(SDDR)종결분
 - (5) 최종 제작도면(Final Fabrication Drawing)
 - (6) 일반규격품 적합성 인증서(Certification of Conformance for CGI Dedication)
 - (7) 기타 품질검사계획에 의거 요구되는 서류 (공정별 절차서)
- 3) (편철) 품질증빙서류는 편철, 색인, 페이지 부여 등에 있어 찾아보기에 불편함이 없어야 하며 계약자의 책임자가 그 앞 페이지에 최종검토, 확인서명을 해야 한다.
- 4) (식별) 품질증빙서류의 바인더 앞표지에는 품목 WBS, 계약번호, 계약명, 기기명, 계약자 등의 필요한 식별표시가 되어야 한다.
- 5) (제출 서류의 소유권) 계약자가 구매자에게 제출한 서류 및 도면은 구매자의 소유이며 계약자는 제출한 서류 또는 도면의 반환을 요구할 수 없다.

8.8. 특허권 및 소유권

- 1) 계약자는 본 사업의 수행과정에서 계약자가 설계 시 사용하거나 제공한 특허 또는 상품권으로 인하여 발생할 수 있는 어떠한 종류의 책임으로부터 NFRI는 완전히 면책되도록 하여야 한다. 단, NFRI가 작성한 구매 사양서 및 도면과 관련되는 사항은 제외된다.
- 2) 본 계약에 의거 계약자가 공급한 기자재 (Know-How 포함)가 NFRI를 상대로 특허권 분쟁이 야기되었을 때, 이에 대한 모든 비용 및 손해는 계약자가 부담한다.
- 3) 계약자(하도급자 포함)는 본 사업의 수행과정에서 반출된 도면 및 기술자료, 습득한 제반 지식을 NFRI의 사전 승인 없이 국내외 타 Project에 임의로 사용하거나 반출할 수 없으며, 이로 인해 야기된 제반 문제에 대해서는 계약자가 모든 책임을 진다.

8.9. 서류 및 도면

1) 도면작성

NFRI는 계약자에게 제품의 형상, 치수, 공차, 설치 위치 및 사양 등이 정의되어 있는 도면을 제공 하고 계약자는 제공된 도면 과 현장 실측을 통해 모든 부품의 상세 제작도면을 준비하여, 제작 착수 전에 제작 및 설치에 있어서 필요한 모든 도면이 검토될 및 승인 될 수 있도록 해야 한다. 도면 승인 절차는 다음과 같다.

- (1) 계약자는 비공식 검토를 위한 일시적인 전자 파일 형태의 도면을 수시로 NFRI에 제공하여 충분한 협의가 이루어질 수 있도록 한다.
- (2) 계약자는 승인을 위한 모든 도면 및 사양서를 제출하고, NFRI는 검토 후 승인 또는 수정 사항을 표시한 도면 및 사양서를 회신한다.
- (3) 만약 수정 사항이 있을 경우, 수정된 사항이 포함된 도면 및 사양서는 다시 제출하

여 승인을 받도록 한다.

- (4) 승인 절차가 완료되면, 승인이 완료된 도면 및 사양서는 전자파일과 함께 NFRI에 제공한다. 도면은 3D 파일과 2D 파일(autoCAD 2010이하) 제출.
- (5) 제작에 관련된 도면 및 사양서의 경우 승인이 완료될 때까지 제작의 착수를 보류한다.

계약자는 제작 및 품질관리에 필요한 제작절차서, 시험 및 검사절차서, 포장 및 운송절차서등의 기술문서를 NFRI에 제출하여야 한다.

2) 제출

- (1) (자체검토, 승인) 계약자가 구매자에게 제출하는 모든 서류 및 도면은 계약서 및 계약서에서 요구하는 기술기준과 품질보증계획서에 따라 작성, 검토, 승인되어야 한다. 계약자가 자체승인하지 아니한 서류가 구매자에게 제출되어서는 안 된다.
- (2) (용지사용) 서류에는 일반적으로 A4용지를 사용하며 도면에는 크기에 따라 A0, A1, A2, A3 등의 용지를 사용한다.
- (3) (전자매체의 사용) 구매자의 요청에 따라 전자매체를 이용한 서류를 제출하는 경우, 이 전자매체는 관리기준이 수립, 운영된 것이어야 하며 검색가능, 복사가능, 재생가능, 이중보관 등의 품질 요건이 충족되어야 한다.
- (4) (제출) 계약자는 서류 송부전을 사용하여 서류 및 도면을 구매자에게 제출하여야 한다.
- (5) (재고기록) 계약자는 구매자가 제공한 품목의 물량에 대한 재고기록을 유지하고 구매자의 요청 시 재고기록보고서를 구매자에게 서면으로 제출하여야 한다.

3) 자료 제출 일정

- ㉠ 제작 추진방안 및 추진일정 자료 : 계약 후 10일 이내
- ㉡ 제작 전 제출자료 : 계약 후 15일 이내
- ㉢ 제작 중 제출자료 : 협의 후 결정
- ㉣ 완료 시 제출자료 : 설치완료 검사 후 제출

8.10. 기록매체 제작 및 검사요건

- 1) 기록매체에 수록할 모든 자료는 전자파일 그대로 수록하는 것을 원칙으로 한다.
- 2) 이동식 디스크에 수록할 모든 자료(문서)의 Image File Format은 PDF(Portable Document Format)를 사용한다.
- 3) Image File은 화면 검색 및 출력 시 판독이 가능한 해상도(200DPI 이상)를 유지하도록 Scanning되어야 한다.
- 4) 도면 및 문서의 Image File 변환 시 Scanning 축척은 1:1로 하여야 한다.
- 5) 도면인 경우는 Multi-page TIFF (1개의 이미지파일 내에 다수개의 페이지를 모두 포함시킬 수 있는 파일포맷)를 사용할 수 없으며, 문서인 경우에 한하여 Multi-page TIFF를 사용한다.

- 6) 이동식 디스크에 저장될 경우 자료의 목록과 원문 이미지 데이터가 연계될 수 있도록 수록 폴더명, 파일명(File Name) 등을 동일하게 부여하여 수록토록 하여야 한다.
- 7) 전자매체에 수록하여 보관되는 모든 기록물은 사업주 전산시스템에 등록 가능한 형태의 자료이어야 한다.
- 8) (기록검사) 계약자가 제출한 전자매체에 수록된 기록물은 구매자의 내부기준(수량 검사 및 파일 수록상태 검사, 화질 검사, 검색 연동성 검사 및 외관 검사, 표준 색인 목록 검사 등)에 따라 별도의 인수검사를 하여 전자매체 및 수록된 기록물의 품질이 불량하다고 판정 시에는 인수를 거절할 수 있다.

8.11. 출하검사

- 1) 계약자는 제품을 제작공장에서 출하를 하려면 아래사항에 대한 조치가 완결된 후 구매자의 출하검사를 받아야 한다.
 - (1) 출하품목에 관련한 설계, 품질서류의 제출 및 구매자 승인종결
 - (2) 제작, 시험, 검사 관련 지적사항 종결(NCR, CAR 등)
 - (3) 품질증빙서류의 완비(각종 품질검사 및 기록서류 등)
 - (4) 계약자 품질보증확인서(Certificate of conformance) 발행
 - (5) 재료인 경우에는 적용 기술기준에 따라 재료확인서(Certificate of compliance)
- 2) 상기 사항이 완료된 후 구매자에게 출하검사를 요청하여 그 결과가 만족하면 구매자의 검사자는 출하승인서를 발급하며 불만족할 경우 출하를 보류할 권한을 갖는다.
- 3) 출하승인서의 발급이 선적지시를 의미하는 것은 아니며 계약서에 명시된 별도의 인도 일정 또는 구매자의 지시에 따라 선적을 해야 한다.
- 4) 구매자의 출하승인이 제품의 품질보증을 의미하지 아니하며 구매자가 출하 승인을 한 후 발견된 어떠한 품질문제점에 대한 책임도 계약자에게 있다.
- 5) 품질증빙서류 제출에 대한 세부요건은 구매 시방서 서류제출요건에 따른다.

8.12. 포장, 취급, 선적 및 운송관리

- 1) 부품, 재료, 제품 포장 및 운반 등은 관련 Specification과 도면에 명기된 사항을 기준으로 한다.
- 2) 포장 박스(Box)는 지게차나 크레인(Crane)으로 들어 올릴 수 있어야 하며 이때 변형 및 파손되지 않도록 충분히 견고하여야 한다.
- 3) 제작품이 포장된 박스 내에서 흔들리거나 움직이지 않도록 고정시켜야 하며 필히 방수 포장을 하여야 한다.
- 4) NFRI 지정장소로 운반할 때는 반드시 포장된 도로를 이용하여야 하며 본 제작품이 충격이나 진동 등 어떠한 외부 압력도 받지 않도록 세심한 주의를 하여야 한다.
- 5) 계약자는 상기 내용을 감안하여 사전에 포장 및 운반방법을 상세히 작성한 후 NFRI

에 제출하고 승인을 받아야 한다.

- 6) 조립현장으로 옮겨진 후 오염 또는 손상이 발생되었는지 검사하여야 하며, 이상 발견 시 재 세정해야 한다.
- 7) 제작품의 부분품도 청결하고 건조한 폐쇄공간에 보관해야 한다. (Site Condition 유지).
- 8) 설치가 완료된 후 보호를 위한 덮개를 설치한다.

8.13. 시험성적서

1) 시험성적서

- (1) 시험 및 검사 절차서에 따라 실시된 모든 시험 및 검사는 시험성적서로 기록이 유지되어야 한다.
- (2) 모든 시험성적서는 입고 전 감독원의 검토 및 승인을 득한 후 입고할 때에 기기와 동승될 수 있도록 한다.

2) 시험결과 보고서

시험 시행 전 협의 및 시행 후 결과를 정리하고, 종합평가 보고서를 작성하여 감독원에게 제출하여야 한다.

8.14. 부적합사항 관리

- 1) 계약자는 제작, 시험, 검사과정에서 부적합사항이 발견되면 즉시 해당 품목의 작업을 중지하고 품질보증 요건에 따라 처리하여야 한다.
- 2) 부적합사항의 처리과정이 다중의 작업공정, 검사 및 시험이 요구되는 경우 별도의 품질검사 계획서를 작성하여 발주자의 검토를 받아 시행하여야 한다.
- 3) 부적합품목을 현 상태 사용(Use-As-Is) 또는 수리하여 사용할 경우 발주자의 승인을 받아야 한다.
- 4) 계약자는 발주자가 승인한 내용에 따라 필요한 조치를 완료하고 발주자의 담당 검사자로부터 종결확인 서명을 받아야 한다.
- 5) 종결된 계약자 부적합사항보고서는 품질증빙서류에 포함되어야 한다.

8.15. 공급자 불일치사항 관리

- 1) 계약자는 계약 이행과정 중 아래와 같은 기술시방서 요건과 불일치사항이 발생한 경우에는 발주처 양식의 “공급자 불일치사항 처리요청서”를 발행하여 발주자에게 제출하여야 한다.
 - (1) 제작된 또는 제작중인 기자재, 용역 및 공사가 구매 계약요건에 맞지 않을 때
 - (2) 공급자가 계약서상의 일부 내용을 변경하고자 할 때
 - (3) 부적합사항에 대해 현 상태 사용(Use-As-Is) 또는 수리 사용 시

- 2) 계약자는 공급자 불일치사항 처리 요청서가 종결되지 않은 상태에서 기자재(또는 용역 및 공사)를 출하할 수 없다.
- 3) 계약자 불일치사항 처리요청서는 부적합사항보고서(NCR : Non-Conformance Report)의 처리 수단으로는 가능하나 그 대체 목적으로는 발행할 수 없다.
- 4) 종결된 공급자 불일치사항 처리 요청서는 품질증빙서류에 포함되어야 한다.


8.16. 잔금지불

2018년 냉각수배관을 자이로트론에 연결하여 시운전 진행 및 누수 확인 후 잔금을 지불한다. 6월 예정

붙임1 : 공급자 불일치사항 처리 요청서

[illegible]

붙임 2 : Document Transmittal Sheet

	Document Transmittal Sheet		FAX	
			TEL	
			E-mail	
Registration No : DR-Serial No.-WBS (받는곳에서 기입)			Filer	
	Name	Work Group		
From			TRANS. DATE	/ /
To			TRANS. NO.	DS-Serial No.-WBS (보내는곳에서 기입)
ATTN			WBS NO.	
CC			PROJECT	
<p>THE FOLLOWING DOCUMENTS ARE TRANSMITTED FOR YOUR :</p> <p> <input type="checkbox"/> Information <input type="checkbox"/> Approval <input type="checkbox"/> Review/Comment <input type="checkbox"/> Reference <input type="checkbox"/> Design <input type="checkbox"/> Quotation <input type="checkbox"/> Fabrication <input type="checkbox"/> Construction <input type="checkbox"/> Record <input type="checkbox"/> Technical Memo <input type="checkbox"/> _____ </p> <p>THESE DOCUMENTS ARE :</p> <p> <input type="checkbox"/> Draft <input type="checkbox"/> Preliminary <input type="checkbox"/> Final <input type="checkbox"/> Revision </p>				
No.	Document No.	Rev.No.	Q'TY	Description
Remarks :				
Distribution List :			Supplier Originator	
Organization Name	Division Name	Name :		
		Signed _____		
<p>Acknowledgement of Receipt :</p> <p> <input type="checkbox"/> Not Required; <input type="checkbox"/> Required; Please return a copy of this transmittal after signing bellow </p> <p>Received by : _____ Date : ____/____/____</p>				

붙임 3 : 검사 및 시험계획서 표지

시공계약자 마크

검사 및 시험계획서(ITP)

Total ○○ Sheets

(with cover sheet)

품질 검사 및 시험계획서(ITP)

			
Document status			
<input type="checkbox"/> Approved. <input type="checkbox"/> Approved with comments. Work may proceed subject to comments noted. <input type="checkbox"/> Revise and resubmit. Work may not proceed.			
<u>Note</u>			
Approval or review hereunder shall not be construed to relieve Contractor of his responsibilities and liability under the Contract.			
Date	Approved	Approved	Approved

OWNER'S NAME : National Fusion Research Institute

PROJECT NAME : ○○○○○○○○○○○○○○○○○

DOC. NO. :

		- SAMPLE -			
0	...				
Rev. No.	Date	Descriptions	Prepared by	Reviewed by	Approved by

붙임 4 : 검사 및 시험계획서

<div style="text-align: center;"> <p>○○○○○ 제작</p> <p>검사 및 시험계획서</p> </div>			공 급 자 :				ITP No.		
			과 제 명 : (필요 항목으로 변경기재 가능)				개정번호 No.		
			조립단계 : (필요 항목으로 변경기재 가능)				Page of		
번호	공정	검사 및 시험 종류	적용 규격 및 절차	검사주관				검사보고서 번호	비고
				시공업체		주관기관			
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									

주1) 검사주관에 검사점수 기입 H : Hold Point, W : Witness Point, R : Review Point